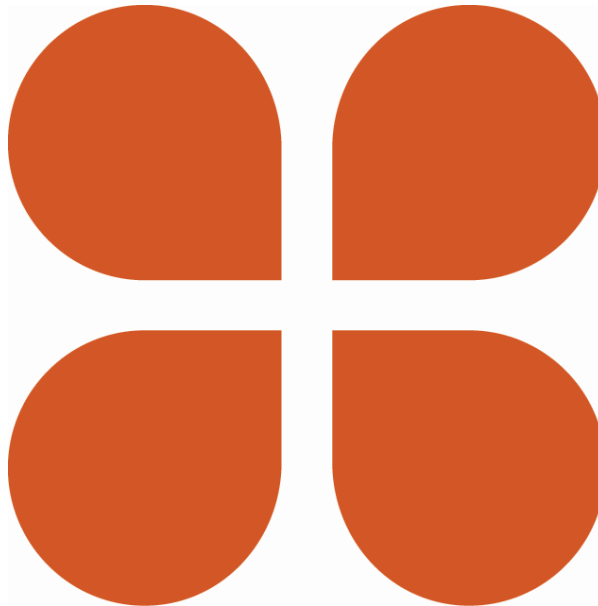


Rapport från Riksantikvarieämbetet

Materialguiden



Riksantikvarieämbetet 2013

Box 1114

621 22 Visby

www.raa.se

riksant@raa.se

Upphovsrätt enligt Creative Commons licens CC BY.

Villkor på <http://creativecommons.org/licenses/by/2.5/se/>

Innehåll

INLEDNING	5
AKRYLATFÄRG	7
ALKYDOLJEFÄRG	18
ALUMINIUM	31
ANIMALISKA LIM	41
ASBEST	64
BETS	79
BITUMEN OCH TJÄROR	87
BLY	105
CEMENT OCH CEMENTBUNDNA MATERIAL	116
FÄRGER	141
GIPS	150
GLAS	172
JÄRN OCH STÅL	192
KALK	213
KOPPAR OCH KOPPARLEGERINGAR	230
KORK OCH NÄVER	244
LERA OCH TEGEL	261
LIMFÄRG	283
LINOLJA OCH LINOLJEFÄRG	294
LÄDER	315
METALLER	329

PAPP	332
PAPPER.....	355
POLYMERMATERIAL.....	373
SILIKATFÄRG	394
SLAGGMATERIAL OCH MINERALFIBERMATERIAL.....	400
SLAMFÄRG.....	418
SPÅNADSMATERIAL.....	427
STEN	445
STRÅMATERIAL	471
TEMPERAFÄRG.....	496
TORV	505
TRÄ	521
ZINK	552
LITTERATURFÖRTECKNING OCH REFERENSER.....	563

Inledning

Kunskap om materialen är grunden i all god byggnadsvård. Materialguiden är en faktabas för dem som arbetar med byggnadsvård eller konventionell fastighetsförvaltning.

Genom att vårda en byggnad behöver man inte reparera lika ofta och reparerar man med omdöme slipper man riva och bygga nytt. Det gäller att värna om byggnadens kulturhistoriska värde, så att det inte förstörs vid en åtgärd. I Materialguiden finns praktiska tips om hur man vårdar befintliga byggnadsmaterial. Här får man även kunskap om materialens historia och egenskaper.

Större kunskap om byggnadsmaterial och hur man arbetar med dem är bra för miljön. I Materialguiden finns information om vilken miljöpåverkan de olika materialen har vid tillverkning och hantering men också under och efter sin livstid. Läs också om hur material från rivna byggnader kan återanvändas.

Materialguidens syfte och mål

Riksantikvarieämbetets Materialguide har två syften. Först och främst ska den ge dem som arbetar med byggnadsvård, såsom antikvarier, kommunala tjänstemän, entreprenörer, hantverkare och konsulter, ett instrument för att identifiera, tidsbestämma, statusbedöma och vårda de äldre material som finns i en byggnad. Dessutom ska den ge allmänheten ökad kunskap om byggnadsvård och äldre byggnadsmaterial.

Målet med Materialguiden är att sprida kunskap om materialvård och byggnadsvård för att på så sätt spara mer av byggnadernas ursprungliga material men även öka kvaliteten och minska kostnaderna vid åtgärder. Det är viktigt att komma ihåg att god byggnadsvård ofta är miljövänlig eftersom det totala resursurtaget begränsas. Dessutom ökar byggnadens livslängd om underhåll och

reparationer utförs vid rätt tidpunkt, med rätt material och metoder och med stor omsorg.

Framtagandet av Materialguiden har finansierats med Riksantikvarieämbetets ordinarie sektorsanslag och regeringens investeringsbidrag för en ekologiskt hållbar samhällsutveckling, Kretsloppsmiljarden.

Materialguidens uppläggning och tillämpning

För att begränsa antalet uppslagsartiklar, och därmed textmängden, har flera material med samma ursprung, användning eller egenskaper grupperats i samma artikel. Materialguiden har därför endast trettiofyra artiklar. Texterna vilar på fyra ben: Antikvariska aspekter, Vård och underhåll, Miljöaspekter och Materialets historia.

Kraven på överskådlighet har lett till att mer detaljerad information inte alltid gått att få med i texterna. Därför är litteraturlistan en mycket viktig del av Materialguiden. Här finns ett urval av böcker för den som vill veta mer.

Vissa artiklar behandlar material som snarare borde kallas "produkter". Papp och papper är egentligen produkter medan naturformad sten torde vara det enda verkliga råmaterialet som används i Sverige. Ofta är dock gränsen mellan byggnadsmaterial och produkter ganska otydlig. Materialens olika produktformer och användning behandlas i särskilda kapitel.

Akrylatfärg

Denna artikel tar upp akryl-latexfärger, eller akrylatfärger som vi här väljer att kalla dem. Dessa färger är vanliga i både invändigt och utvändigt byggnadsmåleri.

Artikeln är skriven av KKLy.

Antikvariska aspekter

Akrylatfärgerna har ännu inte nått den ålder att de är aktuella som historisk ytbehandling i kulturhistoriskt värdefulla byggnader. Däremot kan vissa akrylatfärger komma väl till pass även i restaureringssammanhang, till exempel när det är aktuellt att införa modern standard i våtutrymmen, där akrylatfärgerna fyller en funktion mot fuktskador för sekundära och mindre tåliga material som gipsskivor m.m.

Situationen är dock en annan vid målning av historiska traditionella underlag. Autenticitet, renoverbarhet och samverkan med underlaget är viktiga kriterium för de material som används inom byggnadsvården. När det gäller akrylatfärgsystem på trä utomhus uppstår bland annat frågeställningen om hur dessa återbehandlas. Senare tids forskning har visat att noggrann förbehandling med penetrerande oljor och alkydgrundfärg är avgörande för att akrylatfärger på trä ska fungera utan risker för fukt och rötskador.



Risken att åter stå inför rötskador gör att byggnadsvården intar en restriktiv hållning till moderna färgmaterial på traditionella material som trä, kalk och puts. Foto: KKLy

Vid ommålning och regelbundet underhåll kan det vara svårt att identifiera utsatta delar och bedöma om det är aktuellt att behandla lokalt med renskrapning och inoljning, eller om hela fasaden bör renskrapas.

Byggnadsvårdens uppgift är bland annat att förhindra eller minimera slitage och nedbrytning av originalmaterial. Generellt sett intar därför byggnadsvården en restriktiv hållning till akrylatfärger eftersom man befarar risken att på sikt återigen stå inför problem med fuktbelastning i traditionella underlag som trä, kalk och puts.

Förekomst, utvinning och framställning

Förekomst och utvinning

Bindemedlet i akrylatfärger framställs ur råolja eller naturgas.

De organiska färgämnen och tillsatser som används vid tillverkningen framställs inom organisk kemisk industri. De oorganiska pigment och fyllnadsmedel som ingår kan såväl ha sitt ursprung i naturligt förekommande jordarter som krita eller kalcit (CaCO_3), som från syntetisk framställning inom kemisk teknisk industri exempelvis fälld kalciumkarbonat (CaCO_3).

Framställning

Akrylater är nära besläktade med byggnadsmåleriets vinylhartser som polyvinylacetat, (PVA) eller polyvinylalkohol (PVOH). De tillverkas genom polymerisation av olika estrar av akrylsyra eller metakrylsyra, som till exempel metyl metakrylat (MMA), etyl metakrylat (EMA) och butyl metakrylat (BMA). Polymerisationen aktiveras med hjälp av en peroxid, en förening som innehåller den funktionella gruppen -O-O-. I de allra flesta fall är produkterna sampolymerer, dvs. man har polymeriserat en blandning av olika vinyl- och/eller akrylföreningar.

För byggnadsmåleriet tillverkas färgerna oftast i dispersionsform, vilket gör att de kan spädas med vatten. Bindemedlet föreligger då som en emulsion eller suspension i vatten som innebär att materialet finfördelas i droppar (ca 0,1-10 μm)

som svävar omkring i vattnet. Suspensionen framställs med hjälp av en tensid. Dispersionens partikelstorlek bestäms bland annat genom valet av tensid, omrörningshastigheten och den bindemedelskoncentration man väljer att utgå från.

Det finns många kombinationsmöjligheter vid framställningen av akrylatfärger och detta utnyttjas för att maximera de egenskaper som krävs för olika användningsområden. Med monomerer som till exempel vinylacetat, styren, och metylmetakrylat framställs hårda polymerer, medan vinylpropionat och butylakrylat ger mjuka.¹

Egenskaper

Akrylatfärger har bra vidhäftningsförmåga på rena och fasta underlag, bra optiska egenskaper och hög pigmentbindningsförmåga. Det senare innebär att de kan innehålla relativt mycket pigment och fyllnadsmedel utan att färgens tekniska egenskaper försämras på ett väsentligt sätt.

Dålig vidhäftning kan förekomma vid löst sittande och kritande underlag, exempelvis traditionella limfärger, och man har utvecklat några grundfärger av akrylat-latex med ökad penetrationsförmåga för målning på kritande underlag.

Akrylatfärger har relativt god kemikaliebeständighet och motstår alkalier och syror bättre än alkyder. I allmänhet har de god åldringsbeständighet och behåller en relativt hög elasticitet även under nedbrytningsfasen.

Studerar man akrylatfärgens yta under mikroskop kan man ofta se den porstruktur, s.k. kraterbildning, som gör ytan benägen till smutsupptagning. Detta fenomen har en tendens att öka vid målning i låg luftfuktighet.²

¹ Andersson, Stig, Sonesson, Artur, Vannerberg, Nils-Gösta, *Kemin i samhället*, Liber 1999.

² Seymour, Raymond, B., Mark, Herman F., *Organic Coatings: Their Origin and Development*, Elsevier Publishing Co., Inc, 1990.

Inre struktur

Bindemedlet i akrylatfärger består av mikroskopiskt små klibbade plastkulor svävande i vatten. När vattnet avdunstar, klibbas kulorna samman vilket upplevs som att färgen torkar. Eftersom akrylaternas pH-värde ligger omkring 7-9 används kalkäkta pigment. Som fyllmedel används oftast kalciumkarbonat eller dolomit. Tensider och polyfosfater används bland annat för att underlätta pigmentdispigering och för att göra blandningen mer stabil.

Akrylatfärgerna kan också innehålla förtjockningsmedel, skumdämpare, pH-reglerande medel, konserveringsmedel som skydd mot mikrobiologiskt angrepp under lagring, fungicider mot mögelpåväxt på den torra färgen, och korrosionsinhibitorer som förhindrar korrosion i burken och rostgenomslag vid målning på metall.

Färgen kan eventuellt innehålla fryspunktsnedsättande köldstabilisatorer, till exempel etylenglykol, torkfördröjare, olja eller alkyd (se tabell under Alkydfärg), mjukningsmedel och filmbildningsmedel. De senare, så kallade fusionsmedel, kan sänka filmens lägsta filmbildande temperatur (MFT, minimal film formation temperature) genom en långsam avdunstning under torkprocessen. Genom att tillsätta fusionsmedel går det att förhindra att färgskiktet senare mjuknar vid rumstemperatur.

Beständighet

Akrylatfärger ger mycket motståndskraftiga och väderbeständiga ytskikt. De är i allmänhet känsliga mot repning, men har annars visat sig ge ytor med god åldringsbeständighet och relativt hög elasticitet under nedbrytningsfasen. Ytans porstruktur gör färgen dock benägen till smutsupptagning. Akrylatfärger har dock väsentligt bättre kemikaliebeständighet än alkyd- och linoljefärger.

Beroende av närvaro och typ av förtjockningsmedel m.m. kan akrylatfärger ha olika känslighet mot mikroorganismer, både vid lagring i burk och på uppstrukna

ytor. Problemen har ökat i samband med att restriktioner införts vid användning av fungicider och biocider.

Frostbeständighet

Akrylatfärg ska förvaras frostfritt. Utsätts den för allt för låga temperaturer förstörs färgen genom att dispersionen bryts och färgen flockar sig. Målning bör heller inte ske under +5°C.

Färgstabilitet

Akrylatfärger är i allmänhet ljusäkta och gulnar inte under förutsättning att de inte innehåller olja.³

Produktformer och användningsområden

Användningsområdet för akrylatprodukter är brett inom byggnadsmåleriet och omfattar inom- och utomhusfärg, våtrumslim, spackel, kitt och fogmassor.

Akrylatfärg innehållande endast akrylmonomerer är mest motståndskraftiga mot nedbrytning och används framför allt till akrylatfärger för utvändig målning. De används också inomhus i mer krävande miljöer, exempelvis vattenburna lackfärger för snickeri, till våtrumfärger och till väggfärger för belastade utrymmen som offentliga lokaler eller kök. Vinyltoluen-, styren- och butadien-monomerer kan också ingå i akrylatfärger. De är mindre blanka och används framför allt på puts, betong och som bindemedel i vissa rostskyddsfärger.

Hantering och bearbetning på arbetsplatsen

Transport och lagring

Akrylatfärger klassificeras inte som farligt gods.

³ Johansson Kjell, Ollerstad Bertil (red.) *Tekno´s måleri, material, teknik, färglära*, Teknografiska institutet, 1975.

För att undvika att dispersionen bryts ska akrylatfärger transporteras och lagras vid temperaturer över +4°C.

Applicering

Akrylatfärger kan penselstrykas, rollas och sprutas. Målning bör ske vid temperaturer över +5°C och kraftig mekanisk omrörning bör undvikas eftersom dispersionen kan brytas.

Till skillnad från traditionella färger som linoljefärg, temperafärg etc. appliceras akrylat-latexfärgerna i relativt tjocka skikt. Torktiden är ca en timme. Intervallerna mellan målning och övermålning varierar mellan olika produkter, men de är oftast övermålningsbara inom ca ett dygn.

Hög temperatur, låg luftfuktighet eller ett mycket sugande underlag är faktorer som kan bidra till att färgen torkar snabbare än förväntat. Blanka akrylat-lackfärger torkar ofta mycket snabbt och den korta öppetiden, tiden mellan applicering och att färgen torkar så mycket att penseln stannar eller "hugger", gör färgerna svårhanterliga för den som är ovan att arbeta med dem.

Systemmålning med akrylatfärg på trä utomhus föregås av grundning med helst två skikt av oljebaserad grundfärg. Första skiktet består av en penetrerande grundolja och därefter förseglas denna grundolja med en alkydgrundfärg. Sist appliceras färdigstrykning med akrylatfärg i två skikt.⁴

Vård och underhåll

Skadeorsaker och skyddsmetoder

Omfattande rötskador på träpanel har förekommit under 1980-talet i samband med målning med akrylatfärg på trä.

⁴ Gross, Holger (red.) *Färg på Trä, Ytbehandling av utvändigt trä*, Träinformation, 1992.

Det finns stora skillnader mellan olika vattenburna produkter när det gäller fuktskyddsförmåga på träpanel och undersökningar har visat att systemmålning, har gett bäst resultat.⁵ Akrylatfärgens beständighet utomhus beror bland annat på färgens skiktjocklek. Därför rekommenderas i allmänhet två färdigstrykningar med akrylatfärg efter grundningen.

Reparationsmetoder

Akrylatfärger kan övermålas. Bäst resultat erhålls om man fortsätter med samma färgtyp. Vid underhåll av utvändigt akrylatmålat trä bör färgen avlägsnas från de ytor som behöver en ny grundbehandling. Därefter följer samma behandling som vid nymålning.

Miljöaspekter

Miljöpåverkan vid framställning

Bindemedlet i akrylater framställs av icke förnyelsebara råvaror.

Ett dominerande pigment i akrylatfärger är titandioxid, som kan framställas genom två olika tillverkningsprocesser: sulfat- respektive kloridprocessen. Båda ger upphov till omfattande miljöstörningar och tillverkningsprocessen av titandioxid ingår som en av tre tunga faktorer vid totalbedömningar av inomhusfärg i livscykelanalyser.⁶

Miljöpåverkan vid hantering

Sedan mitten av 1980-talet har många behandlingar med alkydoljefärg kunnat ersättas med akrylatfärg inomhus.

⁵ Gross, Holger (red.) *Färg på Trä, Ytbehandling av utvändigt trä*, Träinformation, 1992. Hjort, Stefan, *Moisture Balance in Painted Wood Panelling*, Chalmers Tekniska Högskola, 1997.

⁶ Ahlbom, Jan, Duus, Ulf, Freilich, Danielle, *En nyans grönare, -en studie av färg till konsument / yrkesmåleri* Rapport från kemikalieinspektionen 2/96, 1996.

Utvecklingen av lackfärger baserade på akrylater har inneburit en avsevärd minskning av organiska lösningsmedel i målarnas arbetsmiljö. Detta innebär dock inte att de vattenburna systemen helt befriats från organiska lösningsmedel. Normalt ligger halterna mellan en och två procent, men det finns exempel på värden upp till tio procent. Det senare gäller främst vattenburna akrylat-lackfärger där organiska lösningsmedel används som filmbildare och torkfördröjande medel. Dessa medel har i flera fall visat sig skadliga och numera avråder man från användning av produkter som exempelvis innehåller glykoletrar som butylglykol eller "Texanol" (2,2,4-trimetyl-1,3 pentan-diolmonoisobutyrat).⁷

En av akrylaternas miljöfördelar är att de inte behöver någon extra tillsats av mjukningsmedel, exempelvis ftalater.⁸ Alla vattenburna dispersionsfärger innehåller däremot konserveringsmedel; isotiazolinoner, med sensibiliserande effekt. En korrekt hantering innebär därför användning av skyddshandskar. Det finns också risk för vattenförorening om spill från färgrester och pensel- och verktygstvätt spolats ut i avloppssystemen.

Miljöpåverkan i bruksskedet och emissioner

Bindemedlets monomerer har negativa hälso- och miljöegenskaper i oreagerad form. I allmänhet är restmonomer-halterna dock så låga som mindre än 0,1 procent i en färdig akrylatpolymerdispersion. Ur hälso- och miljösynpunkt anser man att tensider av nonylfenoletoxylater, filmbildare av glykoletertyp samt organiska lösningsmedel som torkfördröjare bör undvikas.⁹

⁷ Ahlbom, Jan, Duus, Ulf, *Säkra stryktips, produktval för miljöanpassad målning*, Länsstyrelsen i Göteborgs och Bohuslän, 1997.

⁸ Johansson Kjell, Ollerstad Bertil (red.) *Tekno´s måleri, material, teknik, färglära*, Teknografiska institutet, 1975.

⁹ Ahlbom, Jan, Duus, Ulf, *Säkra stryktips, produktval för miljöanpassad målning*, Länsstyrelsen i Göteborgs och Bohuslän, 1997.

Deponi

Flytande färgrester och torra färgrester från rostskyddsfärger som kan innehålla zinkkromat eller blymönja ska hanteras som farligt avfall och lämnas till en miljöstation. Övriga torra akrylatfärger kan hanteras som vanligt hushållsavfall.

Materialets historia

Akrylater har tillverkats industriellt sedan 1930. Akrylat-latexfärgerna är det yngsta tillskottet av latexfärgerna efter styren-butadien-latex (SB-latex) och polyvinylacetat-latex (PVA).

Först när man lyckades tillverka emulgerad polyakrylat i vatten blev akrylaten en användbar polymer för färger i byggnadsmåleriet. Från början användes huvudsakligen en typ av akryl-latex som var speciellt lämpad för kemikaliebeständig ytbehandling.¹⁰ Men efter en utveckling, framför allt mot att utveckla sampolymerer i olika former, har akrylatfärgerna fått en markant ökad användning under 1980-talet.¹¹

Samma årtionde uppstod problem med rötskadade träpaneler, framför allt i Sverige och Norge. Virket ruttnade under det beständiga färgmaterialet och gav mer eller mindre svårsmälta erfarenheter. Senare forskning tyder på att dessa misslyckanden orsakades av att det under en period lanserades färger som applicerades utan föregående grundning med penetrerade oljor eller grundbehandling med alkydfärg. Det finns också samband mellan ökade problem med rötskador och införandet av restriktioner mot att använda kraftfulla biocider i färgerna.¹²

¹⁰ Johansson Kjell, Ollerstad Bertil (red.) *Tekno´s måleri, material, teknik, färglära*, Teknografiska institutet, 1975.

¹¹ Fridell Anter, Karin, Wannfors, Henrik, *Så målade man, svenskt byggnadsmåleri från senmedeltid till nutid*, Svensk Byggtjänst, 1997.

¹² Hjort, Stefan, *Moisture Balance in Painted Wood Panelling*, Chalmers Tekniska Högskola, 1997.

Sedan mitten av 1980-talet har utvecklingen av lackfärger baserade på akrylater inneburit en avsevärd minskning av målning med lösningsburen alkydoljefärg inomhus.

Litteratur

Ahlbom, Jan, Duus, Ulf, Freilich, Danielle, *En nyans grönare, -en studie av färg till konsument / yrkesmåleri* Rapport från kemikalieinspektionen 2/96, 1996

Ahlbom, Jan, Duus, Ulf, *Säkra stryktips, produktval för miljöanpassad målning*, Länsstyrelsen i Göteborgs och Bohuslän, 1997

Andersson, Stig, Sonesson, Artur, Vannerberg, Nils-Gösta, *Kemin i samhället*, Liber 1999

Anstenius, Carl-Eric, *Färger för byggnadsmålning*, NIFAB läromedel, 1997

Anneling, Roger, Carlsson Bo (red.) *Målningsbehandling av träfasader*, SP-INFO;1993:14, Swedish National Testing and Research Institute (SP), 1993

Bentley J., Turner G.P.A., *Introduction to Paint Chemistry and principles of paint technology*, Chapman and Hall, 1998

Fridell Anter, Karin, Wannfors, Henrik, *Så målade man, svenskt byggnadsmåleri från senmedeltid till nutid*, Svensk Byggtjänst, 1997

Gross, Holger (red.) *Färg på Trä, Ytbehandling av utvändigt trä*, Träinformation, 1992

Hjort, Stefan, *Moisture Balance in Painted Wood Panelling*, Chalmers Tekniska Högskola, 1997

Horie, Charles Velson, *Materials for Conservation: organic consolidants, adhesives and coatings*, Butterworths, 1987

Johansson Kjell, Ollerstad Bertil (red.) *Tekno´s måleri, material, teknik, färglära*,
Teknografiska institutet, 1975

Nylén, Paul, *Färg- och lackkemi*, THS, Kompendieförmedlingen Teknisk
högskolelitteratur i Stockholm, 1977

Seymour, Raymond, B., Mark, Herman F., *Organic Coatings: Their Origin and
Development*, Elsevier Publishing Co., Inc, 1990

Alkydoljefärg

Denna artikel tar upp alkydoljefärg det vill säga färg med bindemedel av alkyder. Alkyd är ett samlingsnamn på en mängd olika produkter som framställs genom att reagera en två- eller flervärd alkohol (vanligen glycerol eller pentaerytritol) med organisk syra (vanligen ftalsyra-anhydrid, isoftalsyra och maleinsyra-anhydrid) till polystrar.

Alkyder förekommer som bindemedel i färger och lacker för byggnadsmåleri inom- och utomhus, samt i träskyddsoljor och rostskyddsfärger.

Artikeln har skrivits av KKLy.

Antikvariska aspekter

Historiskt sett hör alkydoljefärg hemma i byggnader uppförda från och med 1950-talet, då den successivt ersatte tidigare användning av linoljafärg på trä, stål och metall vid såväl utvändigt som invändigt byggnadsmåleri. Under en period användes också alkydoljefärger inom restaureringar som ersättning för linoljafärg. Men trots kortare torktider och bättre slagtlighet hade alkydfärgerna svårt att uppfylla kraven på god inträngning, elasticitet och ett autentiskt utseende under åldrande och nedbrytning.



Fortfarande under 1950-talet rekommenderades underbehandling med linoljafärg under de nya, slagtliga syntetiska lackfärgerna, som oftast innehöll alkyd som huvudbindemedel. Foto: KKLy

Alkyderna har dock värdefulla egenskaper som utnyttjas i restaurerings-sammanhang. De ersätter ofta äldre oljelacker när man önskar en mer blank och beständig yta än vad som går att uppnå med linoljefärg. På grund av att de ger högre utflytning, vilket särskilt gäller tixotropa alkyder, ersätter de också i vissa fall tidigare behandlingar med oljespackelfärg och slipstrykningar på trä inomhus.

Historiskt sett hör alkydoljefärg hemma i byggnader uppförda efter 1950-talet.

Förekomst, utvinning och framställning

Framställning

För att alkydoljefärg ska kunna användas i vanligt byggnadsmåleri krävs att den är förhållandevis elastisk och lufttorkande, dvs. att den torkar genom oxidation med luftens syre. Den senare egenskapen erhålls genom framställning med torkande oljor eller omättade fettsyror. Lin-, soja- och tallolja är de vanligaste utgångsprodukterna, men fiskolja, kinesisk träolja, safflorolja, samt icke torkande oljor som kokos- och ricinolja och syntetiska fettsyror förekommer också.



Alkydbindemedel till
lösningsmedelsburen alkydoljefärg.
Foto: KKly

För att förbättra torkning, kulörbeständighet, hårdhet och glansbeständighet kan vissa av fettsyror ersättas med någon aromatisk, envärd syra som bensoesyra.

Framställningsprocessen varierar beroende på om utgångsprodukterna är oljor (monoglyceridprocessen) eller fettsyror (fettsyraprocessen). Om en olja används måste den först spjälkas så en förestringsreaktion kan ske. Ricinolja med sin OH-grupp behöver dock inte spjälkas i förväg.

Reaktionstemperaturen för alkyder ligger mellan 220-270°C. Det vatten som bildas under förestringen leds bort genom destillation.

När reaktionen är färdig kyls reaktorn och därefter leds produkten till ett utspädningskärl. Mycket feta alkyder kan ibland användas utan utspädning, men vanligtvis löses de i något organiskt lösningsmedel, som lacknafta eller xylen, till en torrhalt på ca 50-70 procent innan de filtreras och förpackas.

Under de senaste tio åren har man utvecklat alkyder som inte innehåller lika mycket organiska lösningsmedel. Alkyden emulgeras i stället i vatten, bland annat med hjälp av en liten mängd organiskt hjälplösningsmedel som exempelvis butylglykol, till en så kallad vattenburen alkyd.

Egenskaper

Utgångsmaterialet och framställningsprocessen styr beständighet och andra egenskaper hos alkyder. Torktid, hårdhet, väderbeständighet med mera optimeras för att passa olika användningsområden.

Som grupp anses alkyderna vara snabbtorkande och ha god vidhäftning, tøjbarhet, slaghållfasthet, väderbeständighet och god vätning av pigment.¹³

¹³ Nylén Paul, *Färg- och lackkemi*, Kungliga Tekniska Högskolan, 1970.

Inre struktur

Alkyder klassificeras efter oljehalt och benämns mager, halvfet, fet och mycket fet alkyd. Feta alkyder används till lufttorkande färger och lacker för inom- och utomhusmålning. Mycket feta alkyder kan användas i latexfärger för att ge minskad termoplasticitet, förbättrad penetration, samt öka vattenbeständighet och ge bättre vidhäftning.

Alkyd	Fettsyre-halt	Egenskaper	Användnings-område
Mager	< 40 %	Medelmåttig elasticitet. God vidhäftning. God färgbeständighet. Hög glans. God kemikaliebeständighet. Löslig i aromatiska lösningsmedel, t.ex. xylen eller toluen.	Brännlack
Halvfet	40-60 %	Karaktäristisk egenskap är dess vattentäta film. Löslighet i alifatiska lösningsmedel.	Lufttorkande lackfärger och brännlack. Rostskyddsfärger
Fet	> 60 %	God väderbeständighet, Elasticitet och strykbarhet. Löslig i alifatiska lösningsmedel.	Lacker för inom- och utomhusmålning
Mycket fet	> 70 %	Ger minskad termo-plasticitet och förbättrar vattenbeständighet och vidhäftning.	Som tillsats i latexfärger

Generellt sett ökar slaghållfastheten med en magrare alkyd, medan elasticiteten ökar ju fetare alkyden är. Inom byggnadsmåleriet används nästan uteslutande lufttorkande feta alkyder

Beständighet

Feta alkyder som bland annat används till utomhusfärger har i allmänhet god väderbeständighet. Karaktäristiskt för halvfeta alkyder som används till bland annat lufttorkande lackfärger är dess relativt vattentäta film.

Eftersom alkydoljefärger liksom torkande oljor är estrar kan de vara känsliga för sur eller alkalisk miljö. Vissa tillverkningsätt ger dock färgfilmen en ökad resistens mot syror och baser.

Frostbeständighet

Alkydfärger lösta i organiska lösningsmedel är frostbeständiga. De vattenburna alkyd-dispersionerna är däremot känsliga för frost och ska inte förvaras under +4°C eftersom dispersionen i så fall kan brytas.

Färgstabilitet

En nackdel med alla typer av oljehaltiga bindemedel är att de tenderar att gulna. Alkydoljefärg gulnar dock i allmänhet i mindre omfattning än exempelvis linoljefärg. Denna gulningstendens är inbyggd hos naturligt torkande oljor eftersom effekten stegras med ett ökande innehåll omättade fettsyror. De omättade fettsyrorerna är dock en förutsättning för tillverkningen av lufttorkande alkyder. Till ljusst pigmenterade alkyder väljer man fettsyror med mindre gulningstendenser, exempelvis ricinolja eller tallolja.

Hantering och bearbetning på arbetsplatsen

Transport

Vissa alkydfärger som innehåller brandfarliga vätskor, exempelvis organiska lösningsmedel med flampunkt lägre än 61°C, transporteras som farligt gods. Klassificeringen utgår från den huvudrisk som är förknippad med att transportera ett visst ämne och anges av avsändaren. Vissa transporter omfattas av särskilda bestämmelser, bland annat frimängd och begränsad kvantitet. I de flesta fall ska dessa transporter ske i kombinationsemballage och vara tydligt märkt med UN-nummer.¹⁴

¹⁴ Räddningsverket, *Farligt gods på väg*, 1999.

Applicering

Alkyder för byggnadsmålning kan oftast penselstrykas, rullas eller sprutmålning. Alltför tjocka skikt ger upphov till rynkbildning och dålig genomtorkning. Tjocka skikt kan också medföra djupa sprickor, så kallad "mud cracking", eller att färgen börjar rinna vid målning av vertikala ytor.

Målning utförs enbart på helt torra underlag och vid målning utomhus krävs god väderlek. Regn, dimma och frost är ödesdigra faktorer för en nymålning yta.¹⁵

Produktformer och användningsområden

Alkyder används som bindemedel i alkydoljefärger för målning både inom- och utomhus, i träskyddsoljor och i vissa klarlacker. Vattenburna alkydfärger finns som fasadfärg för utvändigt bruk och förekommer i viss mån även för snickeri invändigt samt i träskyddsoljor.

Tixotropiska alkydfärger:

- Alkyder som modifierats med vissa polyamider för att inte rinna.
- Kan användas tillsammans med andra alkyder. Fördelarna är deras goda lagrings- och påföringsegenskaper, nackdelarna är sämre fyllighet och glansbeständighet samt ibland ökad gulning.

Vård och underhåll

Fasader som målats med alkydoljefärger är känsliga för alkaliska tvättmedel. Fasadrengöringsmedel innehåller i allmänhet en blandning av olika tensider som rengör ytan från smuts, samt eventuellt en tillsats av benzalkoniumklorid som rengör från alger och mögelpåväxt.

Många av de produkter som marknadsförs innehåller emellertid metasilikat eller natriumhydroxid som ger en starkare rengöringseffekt, men bidrar till att etsa ytan och bryta ned färgskiktet eftersom de ökar lösningens pH-värde. Några

¹⁵ Hess, Manfred, *Hess's Paint Film Defects, Their Causes and Cure*, London, 1979.

fasadreningsmedel innehåller också natriumhypoklorit som har en blekande verkan förutom att det ökar nedbrytningen av färgskiktet.



Undvik skador på fasader målade med alkydoljefärg genom att måla på torra och icke alkaliska underlag. Foto: KKly

Skadeorsaker och skyddsmetoder

Fukt och väta orsakar ofta skador på alkydbaserade färgmaterial. Färgen förlorar sin vidhäftning, bildar blåsor och flagar. Materialet är också känsligt för alkaliska underlag som exempelvis färsk puts och betong där färgen försåpas och förlorar sin vidhäftning.

Starkt UV-ljus, till exempel i fjäll- eller havsmiljö, kan ge missfärgningar, påskynda nedbrytningen och leda till minskad glans, kritning, sprödare film med sprickor och flagning.

Bästa sättet att förebygga skador är att måla på torra och icke alkaliska underlag, samt att omsorgsfullt välja produkt utifrån de förväntade påkänningar färgmaterialet kommer att utsättas för.¹⁶



Övre bilden visar hur färgmaterialet slitits loss av att fukt trängt in i sprickan under färgen. Nedre bilden visar alkydens brottytor med vassa kanter, linoljefärgen får mer avlång sprickbildning. Detta är dock inget tillförlitligt sätt att identifiera färgtyperna. Foto: KKly

Reparationsmetoder

Alkydfärger kan övermålas. Bäst resultat erhålls genom att man fortsätter med samma färgtyp och följer de instruktioner som ges av tillverkaren.

Det är inte tillrådligt att fylla upp skador och fördjupningar i ytan med hjälp av tjockare färgskikt. De bör istället spacklas upp med ett lämpligt fyllnadsmaterial, slipas och därefter målas.

Miljöaspekter

Miljöpåverkan i bruksskedet och emissioner

En skiljelinje går mellan vatten- och lösningsmedelsburna alkyder.

Lösningsmedelsbaserade alkydfärger avger stora mängder flyktiga organiska

¹⁶ Hess, Manfred, *Hess's Paint Film Defects, Their Causes and Cure*, London, 1979.

ämnen (VOC, volatile organic compound) omedelbart efter målning, varefter halterna avklingar relativt snabbt. Den vattenburna alkydfärgen ger inte omedelbart upphov till samma mängd VOC, men avger istället sådana ämnen under en längre tidsperiod.

Miljöpåverkan vid hantering

Lacknafta ingår till ca 30-50 procent i lösningsmedelsbaserade alkydoljefärger. Det verkar avfettande på huden, irriterande på luftvägarna och upprepad inandning kan ge skador på nervsystemet. Numera finns lågaromatisk lacknafta där man reducerat andelen aromatiska kolväten vilket anses något mer fördelaktigt ur hälsosynpunkt.

Arbete inomhus med produkter som innehåller organiska lösningsmedel ska utföras i väl ventilerade lokaler och med tillfredsställande skydd enligt Arbetarskyddsstyrelsens föreskrifter.

Sedan 1987 finns långtgående restriktioner mot målning inomhus med alkydfärger lösta i organiska lösningsmedel. Undantag från restriktionerna finns i "Undantagslistan", en överenskommelse mellan Målaremästarnas Riksförening och Svenska Målareförbundet som rör applikationer där det ansetts tekniskt nödvändigt att använda lösningsmedelsbaserad färg.

Vattenburna alkydfärger kan också innehålla en betydande mängd organiska lösningsmedel, så kallade hjälplösningsmedel, vilkas effekter på miljö och hälsa inte är helt kartlagda. Utsläpp av aromatiska och alifatiska kolväten, som bland annat ingår i de lösningsmedelsburna alkyderna, anses framför allt öka halten markbundet ozon och andra oxidanter.

Utsläpp av flyktiga organiska ämnen påverkar fotosyntesen, ger ett snabbare åldrande och synliga fysiologiska skador på växtlighet. De flyktiga organiska

ämnena beräknas ge skador motsvarande en miljard kronor per år inom det svenska jordbruket, och skogsbruket antas ha liknande siffror.¹⁷

Metallsalter (sickativ) som blandas i alkyderna innehåller små mängder tungmetaller, vanligtvis kobolt och zirkonium. Tidigare användes ofta blystickativ, men användningen har minskat under senare år. Bly klassas som miljöfarligt på grund av potentiell bioackumulerbarhet och toxicitet mot vattenorganismer. Det har också reproduktionsstörande egenskaper. Koboltsickativ, har hög giftighet mot vattenorganismer, har allergiframkallande potens och reproduktionsstörande egenskaper.¹⁸

Miljöpåverkan vid utvinning

Råvarorna från alkydframställning utvinns både från förnyelsebara råvaror som linolja, sojaolja och tallolja, och från den petrokemiska industrin. Vissa organiska lösningsmedel som används i processen kan återanvändas eller genomgå en biokemisk nedbrytning till koldioxid och vatten.

Titandioxid är ett dominerande pigment i vita och ljusa alkydfärger. Det kan framställas genom två olika tillverkningsprocesser: sulfat- respektive kloridprocessen, och båda ger upphov till omfattande miljöpåverkan med utsläpp av sulfat- respektive klorhaltigt avfall. Tillverkningen av titandioxid ingår ofta som en huvudfaktor vid totalbedömningar av färg och drar ned färgernas värden i livscykelanalyser.¹⁹

¹⁷ Ahlbom Jan, Duus Ulf, *Säkra stryktips, produktval för miljöanpassad målning*, Länsstyrelsen i Göteborgs och Bohuslän, 1997.

¹⁸ Ahlbom Jan, Duus Ulf, *Säkra stryktips, produktval för miljöanpassad målning*, Länsstyrelsen i Göteborgs och Bohuslän, 1997.

¹⁹ Ahlbom Jan, Duus Ulf, Freilich Danielle, *En nyans grönare, en studie av färg till konsument / yrkesmåleri*, Rapport från kemikalieinspektionen nr. 2/96, 1996.

Återanvändning, återvinning och deponi

Flytande färgrester och torra färgrester från rostskyddsfärger som kan innehålla zinkkromat eller blymönja ska hanteras som farligt avfall och lämnas till en miljöstation. Övriga torra alkydfärger hanteras som vanligt hushållsavfall.

Materialets historia

Den berömda kemisten Jöns Jacob Berzelius (1779-1848) noterade 1847 att förestringen av en flervärd alkohol med en flervärd syra gav upphov till hartsartade produkter.

Alkyderna slog igenom som brännlacker eftersom de snabbt kunde härdas vid temperaturer upp till 150°C utan att missfärgas. De första kommersiella alkydhartserna marknadsfördes under 1900-talets början av General Electric under handelsnamnet Glyptal, men det var först när alkyderna modifierades med torkande oljor som alkydfärger utvecklades mer specifikt för byggnadsmåleriet.

År 1931 utvecklade Kienle en oljemodifierad, lufttorkande polyesterharts och myntade benämningen alkyd efter utgångsmaterialen alkohol (alcohol) och syra (acid). Det dröjde dock fram till 1950-talet innan alkydfärg för byggnadsmåleri slog igenom i Sverige. Användningen av tallfettsyror gav inledningsvis produkten ett dåligt rykte, men när man lyckades raffinera bort största delen hartssyra fungerade detta utgångsmaterial allt bättre. Tallfettsyror används numera i stor utsträckning eftersom de gulnar i mindre utsträckning än exempelvis linoljans omättade fettsyror.²⁰

Litteratur

Ahlbom Jan, Duus Ulf, Freilich Danielle, *En nyans grönare, en studie av färg till konsument / yrkesmåleri*, Rapport från kemikalieinspektionen nr. 2/96, 1996

²⁰ Seymour Raymond B., Mark, Herman F. *Organic Coatings: Their Origin and Development*, Elsevier Science Publishing Co., Inc, 1990.

Ahlbom Jan, Duus Ulf, *Säkra stryktips, produktval för miljöanpassad målning*, Länsstyrelsen i Göteborgs och Bohuslän, 1997

Andersson, Stig, Sonesson, Artur, Vannerberg, Nils-Gösta, *Kemin i samhället*, Liber 1999

Anstenius, Carl-Eric, *Färger för byggnadsmålning*, NIFAB läromedel, 1997

Anneling Roger, Carlsson Bo (red.) *Målningsbehandling av träfasader*, SP-INFO 1993:14, Swedish National Testing and Research Institute (SP), 1993

Bentley J. & Turner G.P.A., *Introduction to Paint Chemistry and principles of paint technology*, London : Chapman and Hall, 1998

Fridell Anter, Karin, Wannfors, Henrik, *Så målade man, svenskt byggnadsmåleri från senmedeltid till nutid*, Svensk Byggtjänst, 1997

Gross, Holger, (red.) *Färg på Trä, Ytbehandling av utvändigt trä*, Träinformation / Svensk Byggtjänst, 1992

Heaton Noël, *Outlines of Paint Technology*, Charles Griffin & Company limited, 1947

Hess, Manfred, *Hess's Paint Film Defects, Their Causes and Cure*, London, 1979

Hjort Stefan, *Moisture Balance in Painted Wood Panelling*, Chalmers Tekniska Högskola, 1997

Horie, Charles Velson, *Materials for Conservation*, Butterworths, 1987

Johansson, Kjell, Ollerstad, Bertil, *Tekno's måleri, material, teknik färglära*, Teknografiska institutet, 1975

Nylén Paul, *Målnings-, Impregnerings- och Ytbehandlingsmaterial en kort orientering*, SAR kompendium, (ej daterat)

Nylén Paul, *Färg- och lackemi*, Kungliga Tekniska Högskolan, 1970

Räddningsverket, *Farligt gods på väg*, 1999

Seymour Raymond B., Mark, Herman F. *Organic Coatings: Their Origin and Development*, Elsevier Science Publishing Co., Inc, 1990

Aluminium

Denna artikel tar upp materialet aluminium som, än så länge, förekommer i mycket begränsad omfattning i byggnader av betydelse för kulturmiljövården. Materialet började inte användas i någon större utsträckning inom byggnadsverksamheten förrän efter ca 1950, och då framförallt i olika legeringar som anpassats för ändamålet. Med tiden kommer naturligtvis det sena 1900-talets byggnadsbestånd att omfattas av byggnadsvårdens bevarandeprogram vilket gör att materialet kommer att få en ökad betydelse även i dessa sammanhang.

Artikeln har skrivits av MTö.



En vanlig syn vid entréer till bostadshus nuförtiden. Den gamla lackerade ekporten har ersatts av en aluminium- port som inte alltid stämmer in i miljön. Foto: MTö

Antikvariska aspekter

Aluminium och aluminiumlegeringar påträffas sällan inom byggnadsvården. Materialet förekommer inte som originalmaterial i byggnader annat än i mycket ringa omfattning före 1950 och det är sällsynt att antikvariska aspekter ännu börjat bli aktuella.

Det har blivit vanligt att ersätta detaljer i äldre byggnader, såsom portar och fönster av trä, med nya motsvarigheter av aluminium och att helt klä in fasader, som tilläggsisolerats, med en ny ytterpanel av aluminium. Motiveringen brukar vara att aluminium inte behöver underhållas, vilket är en sanning med mycket stor modifikation. All användning av materialet i sådana sammanhang är förkastlig, framförallt för att byggnadens fasader förvanskas, men även av ekonomiska och tekniska skäl eftersom underhållet blir besvärligt och på sikt kostsamt.



I denna fasaddel har alla träfönster utom ett bytts ut mot nya, med karm och båge av aluminium. Resultatet blir att fönsterarean minskar och fasaden får ett annat, mer kontrasterat uttryck. Man bör använda nya produkter med förnuft. Foto: MTö

Om aluminiumlegeringar förekommer i originalutförande i byggnader från tidigare datum är det emellertid motiverat att utgå från att materialanvändningen är sällsynt och av vad man skulle kunna kalla pionjärkaraktär. Då finns ett materialhistoriskt intresse som i sig kan ha speciellt kulturhistoriskt värde. Det bör understrykas att produkter av aluminium givetvis måste omfattas av samma omsorger vad gäller originalutföranden, som byggnadsmaterial med en längre tradition.

Förekomst, utvinning och framställning

Förekomst och utvinning

Aluminium är mycket allmänt förekommande i naturen. Metallen ingår i vissa bergarter och leror som aluminiumsilikat och beräknas utgöra ca åtta procent av den fasta jordskorpan. Detta aluminium används emellertid inte för metallframställning. I stället används oxider, framförallt bauxit som i genomsnitt innehåller ca 60 procent aluminiumoxid (Al_2O_3) och upp till ca 25 procent hematit (Fe_2O_3). Bauxit förekommer inte i Sverige utan måste importeras. De största fyndigheterna finns framförallt i Australien, Sydamerika samt i Afrika.

Framställning

Aluminiummetall framställs ur bauxitmalm som renas till högkoncentrerad aluminiumoxid i en mycket energikrävande smälteelektrolytprocess. Aluminiumskrot återvinns som metallråvara. Ungefär 25 % av världsproduktionen utgör återanvänt skrot. (För mer information se Enghag) Halvfabrikat av aluminium framställs genom varm- och kallvalsning, strängpressning och dragning. Utgångsmaterialet är antingen göt- eller bandgjuten plåt.

Efter en varmvalsning av plåten följer en kallvalsning för att ge rätt slutdimension, bättre hållfasthetsegenskaper och ytfinish. Dagens byggplåt är vanligen bandgjuten och kallvalsad. Aluminiumfolie framställs i speciella folievalsverk där band av ren aluminium valsas till en sluttjocklek på nio mikrometer (0,009 mm).

Profil, stång och rör tillverkas genom strängpressning med eller utan efterföljande kalldragning. Strängpressning går i princip till så att man med en hydraulisk press trycker den kalla metallen genom ett munstycke, en matris, med önskad profilform. Metoden utvecklades framförallt för bly, men aluminium visade sig vara en utmärkt metall för denna typ av formning, som ger mycket komplicerade profiler. Strängpressade profiler indelas i tre huvudtyper: massiva profiler, halvöppna profiler och hålprofiler.

Tråd av olegerad aluminium framställs genom kontinuerlig gjutning, följd av valsning och slutligen dragning. Legeringar varmvalsas i speciella trådvalsverk med efterföljande dragning till rätt slutdimension.

Egenskaper

Beständighet

Aluminium har god beständighet i de flesta atmosfäriska förhållanden och i vatten. Den rena metallen täcks i luft eller vatten snabbt av en tunn, tät och transparent oxidhinna som är mycket beständig mot atmosfäriska angrepp. Denna oxidhinna är cirka en mikrometer tjock. Oxiden är stabil i pH-området 4-9. Oxidskiktet tillväxer långsamt och bildar med tiden en matt grå beläggning.

Metallen angrips således av starka syror och baser. Galvanisk korrosion kan till exempel ske vid kontakt med koppar. Kopparlegerad aluminium har något sämre korrosionsbeständighet än andra aluminiumlegeringar.

Hållfasthet

Aluminium har låg elasticitet och låg hållfasthet. Vanligen används inte den rena metallen. Olika legeringsämnen tillsätts för att förbättra hållfasthetsegenskaperna. De vanligaste legeringsämnena är mangan, magnesium, kisel och koppar. Gjutlegeringar har höga kiselhalter.

Tillsatser av koppar, magnesium, kisel, zink och mangan förbättrar hållfasthetsegenskaperna och gör metallen hårdbar.

Smid- och valsbara legeringar kan vara kall- eller varmhärdande. Kallhärdande legeringar är legerade med mangan och magnesium i låga halter. Varmhärdande är legerade med koppar, magnesium och kisel eller magnesium och zink. Processen kallas utskiljningshärdning.

Frostbeständighet

Materialet påverkas inte av låga temperaturer.

Ytstruktur och färgstabilitet

Ett snitt i metallytan är glänsande vitt under ett kort ögonblick, men blir snabbt matt genom en reaktion med den omgivande atmosfären då aluminiumoxid bildas.

Produktformer och användningsområden

I byggsammanhang används aluminium främst som profiler i fönsterbågar, fönster- och dörrkarmar och våtrumslister, som plåt till fasadmaterial, takmaterial och dörrar etc. Användningen har ökat kraftigt under de senaste decennierna. Skälen till den ökade användningen är dels utvecklingen av produkter och deras framställningsteknik dels uppfattningen att materialet inte kräver något underhåll.

Hantering och bearbetning på arbetsplatsen

Kapning, formning, applicering och montering

Materialet kapas med såg, förutom plåt som klipps med plåtsax. Plåtslageriarbeten utförs på samma sätt som med stålplåt (se vidare i senare upplagor av Handboken Bygg och i Hus-AMA).

Fogning

Materialet kan svetsas, lämpligen i skyddsgas.

Nitning utförs kallt.

Vid skruvning i aluminium finns en risk för "skärning". För att undvika problemet kan skruv med särskild gänginsats användas.

Limning kan utföras med gott resultat.

Ytbehandling och efterbehandling

De vanligaste ytbehandlingsmetoderna är lackering och anodisering. Anodisering kallades tidigare eloxering.

Lackering och målning kan utföras med penselstrykning, rollning eller sprutning, industriellt numera främst med pulverlackering. De vanligaste färgmaterialen är bland annat olika alkyd- och polyesterfärger. Korrosionsutsatta ytor kan bestrykas med asfaltlack.

Aluminiumplåt bandlackeras i första hand av estetiska skäl. Plåten kan formas, falsas etc. utan att lacken skadas.

Anodisering innebär att metallytan oxideras på elektrolytisk väg. Oxidskikten är transparenta och kan färgas. Tjockleken på de elektrolytiskt uppbyggda skikten är upp till tvåtusen gånger tjockare än de naturligt bildade, vilket ger en förbättrad korrosionsbeständighet.

Vård och underhåll

Erfarenheter från vård och underhåll av aluminiumdetaljer i kulturhistoriska byggnader finns endast i begränsad omfattning, men grundprincipen är, att material inte byts ut i onödan. Eftersom materialet är korrosionsbeständigt är behovet inte främst att ersätta förbrukat material. Däremot förändras utseendet med åldern och ytan blir matt och flammig. Om det rör sig om målade ytor kan ommålning utföras. Metallrena eller anodiserade ytor är däremot svårare att åtgärda. Liksom för andra material måste vi acceptera ett åldrande utan att känna tvånget att genomföra åtgärder bara för att utseendet förändrats.

Skadeorsaker (skyddsmetoder)

Några särskilda skyddsåtgärder är sällan nödvändiga eftersom materialet har så fördelaktiga egenskaper. De skador som främst kan uppkomma är mekaniska.

Materialet är relativt mjukt och deformeras lätt även vid relativt måttlig mekanisk påfrestning.

Eftersom materialet generellt inte används där det kan utsättas för sådan påfrestning är risken för skador av den arten främst förknippade med olyckshändelser eller medveten vandalisering.

Reparationsmetoder

Material av aluminium kan sällan lagas om det har uppstått mekaniska skador, i stället byts de skadade delarna ut. Om konstruktionen har ett kulturhistoriskt värde byts så lite som möjligt ut. Någon särskild metod finns inte utan man anknyter till de principer som allmänt gäller för god byggnadsvård och utnyttjar de metoder materialet kräver och medger.

I princip kan alla metaller behandlas på likartat sätt i reparationssammanhang. Deformerade delar kan riktas och sprickor kan svetsas eller lödas. Materialkunnigt yrkesfolk med erfarenhet av aktuella skador och deras åtgärder skall alltid anlitas.

Miljöaspekter

Miljöpåverkan vid framställning och transport

Framställningsmetoderna är mycket energikrävande. Omsmältning av returmetall kräver dock endast omkring 5 % av den energi som primär framställning av metallen ur malmråvara förbrukar. Vid processen frigörs koldioxid, koloxid och svaveldioxid samt olika aromatiska kolväten och stoft. Det mesta av dessa föroreningar tas omhand idag, men ett avfallsproblem föreligger i form av slagg och avfallsslam.

Miljöpåverkan vid hantering

Ingen av betydelse för människor och natur.

Miljöpåverkan vid bruksskedet

Korrosionen och avverkningen av materialet är ringa, dessutom är korrosionsprodukterna i princip detsamma som lerjord. De små halterna av legeringsämnen som kan frigöras är försumbara.

Återanvändning, återvinning och deponi

I stort sett all aluminiummetall som används i byggverksamhet återgår som returmetall för omsmältning.

Materialets historia

Även om den äldsta daterade aluminiumlegeringen tycks härröra från Kina på 300-talet e. Kr.²¹, blev metallen inte känd i någon vidare mening förrän under senare delen av 1800-talet när man efter långvariga experiment, bland annat med elektrolys, lyckades framställa metallisk aluminium.

Redan i början av 1800-talet stod det klart att alun bestod av två komponenter, varav den ena fått namnet alumina, det vill säga lerjord (aluminiumoxid) på svenska. Försöken att sönderdela oxididen resulterade slutligen i att aluminiummetall kunde framställas. Mängden framställd metall var i början mycket liten och inte ett resultat av elektrolys utan av en kemisk process vid hög temperatur.

Det första metalliska materialet användes för att fastställa dess fysikaliska egenskaper. Priset för att framställa aluminiummetall var så högt att det översteg alla andra metaller vid den tiden. På 1880-talet utvecklades en ny metod baserad på elektrolys, vilken emellertid var beroende av stor tillgång på elektrisk energi till rimligt pris. Först när den elektriska generatoren var tillgänglig för elproduktion kunde aluminiumframställning ske i större skala. Eftersom processen än i dag är mycket energikrävande styrs metallpriset i hög grad av elpriset.

²¹ Yan-Hang, *Revue de l'Aluminium*, 1961.

Aluminium användes i början främst som tillsatser i metallurgiska processer, legeringar i lätta konstruktioner, samt i husgeråd och kokkärl. Redan på 1930-talet utvecklades tekniken att "extrudera" (strängpressa) materialet till komplicerade profiler.

Aluminium kom först till användning i flygmaskiner och luftskepp där strängpressade profiler av aluminiumlegeringar med hög hållfasthet var mycket användbara. Först på 1950-talet började aluminiumlegeringar användas i större omfattning i byggnadssammanhang.

Litteratur

Ahlmann, G., Karlsson, G.A., *Materiallära*, 1963

Barth, O., *Lärobok i Metallhyttkonst*, KTH, 1952

Berge, Björn, *Byggningsmaterialens ekologi*, Universitetsforlaget, 1992

Brennert, Sven, *Materiallära*, 1964

Bygg, *handbok för hus-, väg- och vattenbyggnad*, *Materiallära*, Stockholm 1968

Byggnadsplåt, *Material och Utförande*, u.å. (2000)

Enghag, P., *Jordens grundämnen och deras upptäckt, del III*, Kemilärarnas Rsurscentrum, 2000

Handboken Bygg, Material, produkter och arbetsteknik, Liber förlag, 1984

Hus-AMA 98, Svensk Byggtjänst, 1998

Lagerhjelm, Pehr E., *Metallframställning*, 1939

Löfroth, C. Red., *Byggnadsindustrin, Praktisk uppslagsbok för byggnadsverksamhetens olika grenar*, 1914

Tegengren, F.R., *Sveriges Ädlare malmer och Bergverk*, SGU, Ser.Ca, N:o 17,
Sveriges Geologiska Undersökning, 1924

Tylecote, R.F., *A History of Metallurgy*, 1979

Yan-Hang, *Revue de l'Aluminium*, 1961

Animaliska lim

Denna artikel tar upp de animaliska limmen hudlim, benlim, fisklim och kaseinlim. Dessa djurlim kan kallas verkliga eller naturliga lim, eftersom de i sitt jungfruliga tillstånd inte innehåller några kemikalier, tillsatser eller högteknologiska substanser.

Grovt sett kan de äldre limmen indelas i djurlim och växtlim. Till de förra hör hudlim, benlim, fisklim blodalbuminlim samt kaseinlim. Till de senare hör alla stärkelsebaserade lim samt växtlim som härrör från hartser och växtgummin.

Hudlim, benlim och fisklim brukar med en gemensamt namn kallas glutenlim - ett uttryck som emellanåt kommer att användas i texten.

Artikeln har skrivits av BSk.

Antikvariska aspekter

Vid restaurering och konservering av objekt där animaliskt lim förekommer, eller kan tänkas förekomma, är det viktigt att man utnyttjar den specialkompetens som konservatorer och "conservation scientists" besitter. Dessa objekt återfinns huvudsakligen inom det område som benämns utsmyckning av mer eller mindre fast inredning. (Se även Trä).

Noggrann analys och dokumentering bör föregå restaureringsarbetet och när det slutförts bör konservatorsrapporten innehålla en redogörelse för vilka åtgärder som vidtagits och vilka substanser som använts.

Förekomst, utvinning och framställning

Förekomst och utvinning

För **hudlim** och gelatin är hudens kollagen (fiberkomponenter) utgångspunkten vid framställningen. Som råvara används det avfall, eller snarare överskott från hudarna som med ett gemensamt namn kallas "limläder". Denna beteckning har det fått trots att det handlar om ogarvade hudar.

Leverantörer av råvaran är huvudsakligen garverier och slakthus, som förser limfabrikerna med hudmaterial i grönt, torkat eller svagt saltat tillstånd. Garvningsnäringen och processerna vid garvning av hudar spelade en viktig roll för gamla tiders limtillverkning, eftersom den kemiska behandlingen av råvaran var densamma. Det betyder att gamla tiders limtillverkare kunde hämta sitt "limgods", det vill säga redan förbehandlat hudmaterial, hos garvaren, under förutsättning att garvaren själv inte var limkokare, vilket ofta kunde vara fallet. Som grupp är hudlimmen de starkaste och mest allsidiga när det gäller en bred industriell användning. De är också de i särklass äldsta formerna av glutinlim.

Råvaran för framställning av **benlim** kommer från benen från större däggdjur, framför allt slaktboskap. Den bästa råvaran får man från vuxna nötkreatur. Ben skiljer sig från hudar och skinn genom att de innehåller fosforsyrad kalk. Dessutom behandlas ben på ett något annorlunda sätt än råvaran från hudar vid tillverkningen av gelatin och lim.

Fisklim kan i princip tillverkas av hud, fjäll, ben och simblåsa från alla fiskar. Produktionen i dag styrs emellertid av bestämda marknadskrav som bland annat har med matfiskproduktionen att göra. Därför hämtas råvaran av praktiska och naturliga skäl från ett bestämt håll. Producenterna av infrusen och saltad fisk är således de huvudsakliga leverantörerna av utgångsmaterialet.

Fisklim förekommer i olika kvaliteter, varav de bästa och renaste formerna (fiskgelatin) får sin råvara (skinn) från djuphavsfiskar som torsk, kolja, gråsej, kummel och lubb.

Ett speciellt fisklim, särskilt uppskattat av konstnärer, konsthantverkare och konservatorer, är den sedan länge omhuldade produkt som kallas husbloss (tyskans Hausenblase). Som namnet antyder är det simblåsan från en fisk, närmare bestämt en störsart (*Acipenser huso*), som utgör den huvudsakliga råvaran. Även blåsan från ett antal andra störsarter kan användas för att framställa den högvärdiga produkten.

Det huvudsakliga produktionsområdet för äkta störblåsa är Ryssland, närmare bestämt Kaspiska och Svarta havet med tillflöden. Både en ökad miljöförstöring av floderna och ett utbrett tjuvfiske, huvudsakligen för rommens skull, har gjort råvaran eftertraktad och dyr. I detta fall är det den torkade råvaran som förekommer i handeln. Limmet får konsumenten göra själv.

Utgångspunkten vid tillverkningen av **kasein** är skummjolk. Kaseinet utvinns som torrsbstans för limningsändamål, såvida det inte i olika former används som människo- och djurfoder. Magerost, kvark, fiskfoder (pellets) är några exempel.

"Kaas" betyder ost på holländska (tyskans Käse), och kaseinlim kan i detta sammanhang helt enkelt ersättas med synonymen ostlim. Till skillnad från andra animaliska lim är kaseinlimmen så kallade kallim, men tillhör liksom de förra den grupp organiska föreningar som kallas proteiner.



Limgods till hudlim.
Hantverksmässig avhåring
efter slutförd kalkbehandling.
Foto: BSk

Framställning

Vid framställning av benlim bör följande åtgärder vidtas innan det är dags för den slutliga extraktionen av kollagenet, som i det här fallet kallas ossein:

1. Rengör från all smuts, blod och liknande.
2. Avlägsna allt fett och oljigt material.
3. Avlägsna kalk- och mineralhaltiga skelettdelar.

Råvaran befrias från fosforsyrad kalk genom maceration med utspädda syror (punkt 3), och det kvarvarande osseinet överförs till gelatin eller lim genom uppvärmning. Själva urkokningen sker enligt samma procedur som när man framställer hudlim.

För framställning av **hudlim** kan huden från i stort sett vilket djur som helst duga som utgångspunkt vid tillverkningen. På grund av senare tiders världsomspännande konsumtion av kött och läder från nötkreatur har även hudlimsproducenterna använt sig av detta ymnighetshorn när de valt sin råvara. Processerna vid tillverkningen av hudlim går i huvudsak ut på följande:

1. Rengör noggrant råvaran för att avlägsna all smuts.
2. Blötlägg i kalkvatten i 60-80 dagar, eller, som det står i de gamla recepten, tills håren faller av eller går lätt att avlägsna.
3. Tvätta för att avlägsna hår, kalksåpa och kalk.
4. Neutralisera med syra, skölj av noggrant och pressa ut överskottsvatten.
5. Tillsätt rent vatten samt hetta upp till 40-50 grader under 2-4 timmar, vilket kallas en extraktion. I dag sker oftast en sådan urkokning i autoklav.
6. Håll av den erhållna limlösningen, evaporera, kyl av, torka och, om så önskas, mal ner till lämplig kornstorlek.

7. Upprepa de senaste två stegen 3-4 gånger för att extrahera resten av limmet. Öka temperaturen cirka 10 grader varje gång.

Styrkan hos limmet avtar med varje fraktionering, eller urkok, som görs.

Framställningen av **fisklim** sker mestadels på följande sätt:

1. Rengör sorgfälligt fisk huden i speciella tvättanläggningar under ständigt tillflöde av rent vatten.
2. Till skillnad mot vad som gäller för limgods från däggdjur (alkalisk förbehandling), kan råvaran till fisklim genomgå antingen en sur eller alkalisk förbehandling.
3. Neutralisera råvaran, vilket till stor del sker genom en noggrann ursköljning.

Kaseinlim framställer man enklast genom att med syra fälla ut ostämnet ur skummjolk och sedan torka det. Man skiljer mellan två typer av kasein, syra-kasein och kasein som framställts med hjälp av löpe (löpkasein). Det är syrakaseinet som används när man framställer lim. Det tillverkas antingen genom naturlig syrning av skummjolk (mjölksyra) eller genom artificiell syrning (tillsats av saltsyra, svavelsyra, ättika eller liknande).

Den enklaste och mest använda metoden vid framställningen har hittills varit att använda sig av mjölksyra, det vill säga syrning som uppstår på naturlig väg när mjölken under viss tid och viss temperatur får sköta sig själv. Gammal vassla tillförs ofta för att påskynda processen. För att en ystning ska komma till stånd höjer man temperaturen till 35-50 grader. Efter ystningen skiljs ostämnet från vasslan som bör vara alldeles klar. Sedan rengör man ostämnet sorgfälligt och låter det torka till slutprodukten kasein.



Övre bild: Hantverksmässigt preparerad råvara för fisklim – rengjorda och torkade skinn från abborre och gös. Undre bild: Hantverksmässigt tillverkat hudlim från abborre och gös. Foto: BSk

Egenskaper

Färg och struktur

Hudlim är hårda, luktfria, torra, hornlika samt något transparenta material, som i kulör kan sträcka sig från ljus bärnstensfärg till mörkbrunt.

Om traditionella benlim gäller detsamma som för hudlim med någon liten variation, d.v.s. att de är hårda, torra, hornlika material som oftast är brunaktiga. Benlim är dock inte luktfria.

Färgskalan för fisklim sträcker sig från brunaktigt till en transparent bärnstensfärg. Fisklim är klibbigare än däggdjurslim.

Kasein är ett hornaktigt och i rent tillstånd klart och genomskinligt material. Den ska vara torr och ljus i färgen och får inte lukta härsket.

De kasein som förekommer i handeln skiljer sig ofta i fråga om viktiga egenskaper. Detta kan ha med framställningsprocessen att göra, men beror oftast på hur materialet lagrats.

Beständighet

Det är en förhållandevis liten del av djurlimmets historia som vi kan överblicka. Historien är emellertid tillräckligt lång för att vi ska kunna påstå att hudlim under gynnsamma förhållanden kan vara ett både varaktigt och motståndskraftigt material.²²

Hudlim kan lagras mycket länge utan att det förlorar i styrka, löslighet eller andra kemiska eller fysikaliska egenskaper, förutsatt att materialet inte utsätts för påverkan av fukt eller vatten.²³ Relativt höga temperaturer och den fuktighet som förekommer i normala lagerutrymmen där limmet förvaras har ingen skadlig effekt. Om så önskas kan glutinlimsfilmer göras ytterst motståndskraftiga mot fukt med hjälp av lämpliga metoder. I övrigt är de motståndskraftiga mot fett, olja, alkohol och andra kemikalier som normalt är fria från vatten.

Beständigheten hos benlim är inte så empiriskt väldokumenterad som hos hudlim, eftersom produkten inte har existerat mer än cirka 150 år. De standardtest som

²² Lucas, A., *Ancient Egyptian Materials and Industries* (second revised edition), London 1934.

²³ Lucas, A., *Ancient Egyptian Materials and Industries* (second revised edition), London 1934.

rutinmässigt görs på materialet visar emellertid tydligt att beständigheten är sämre än hos hudlim. Benlim har ofta en påtaglig lukt, vilket kan bero på dålig råvara eller dåliga lagringsförhållanden. Detta är en av orsakerna till den sämre kvaliteten. En annan kan hänföras till de kemisk-tekniska förfaranden som hittills använts och fortfarande används vid tillverkningen av produkten.

Det bör tilläggas att det går att tillverka benlim med samma höga kvalitet som hos hudlim. Så länge man kan stöta på de sämre benlimmen på marknaden, liksom en del hybridlim (hud- och benlim blandat), finns det emellertid skäl att särskilja de båda.

Fisklim är huvudsakligen hudlim som kommer från olika fiskar, och det som gäller för beständigheten hos hudlim från däggdjur gäller också för fisklim.

Kasein är en lagringskänslig produkt i mer än ett avseende. Det kräver lika stor noggrannhet som livsmedel vid förpackning och lagring. Om det ska lagras längre än sex månader, måste kaseinet förvaras i torra lokaler med en relativ luftfuktighet under 65 procent, och i en temperatur på högst 27°C. Det är också noga med hygien. Lagringsplatsen måste vara lätt att hålla ren och får inte nås av inträngande fukt eller vatten. Dessutom måste lokalen vara försedd med god ventilation.

Ingenting går emellertid att göra åt kaseinets "inneboende" åldrande. Kasein som framställts under noggranna och hygieniska förhållanden kan endast lagras i cirka två och ett halvt år, förutsatt att det lagras under optimala förhållanden. Om det är äldre än så, eller om renlighet och annat har åsidosatts vid tillverkningen, kan kaseinets egenskaper förändras på ett radikalt sätt. Viskositeten sjunker, limkraften avtar och mängden alkali som behövs för att göra en neutral lösning av limmet förändras.

Beständigheten hos ett friskt lim som använts i en fog är lika god som hudlimmets under motsvarande förhållanden.

Styrka och standard

Enheten som man mäter ett glutinlims styrka med (graderar limstyrkan) kallas Bloom-gram. Grovt sett sträcker sig gelstyrkan hos glutinlim från 30 Bloom-gram (svag gel) till 500 Bloom-gram (extremt stark gel).

På denna skala ligger *hudlim* i den övre delen (135 - 500 Bloom-gram) och *benlim* i den undre, med någon överlappning (35 - 175 Bloom-gram). Mätningen av gelstyrkan hos ett lim utgör en del av den standarduppsättning av test som limindustrin använder för glutinlim.

Andra väsentliga saker som undersöks är till exempel pH-värde, klibbkraft, fetthalt, skumningsförmåga (skumningsbeständighet) och vatteninnehåll. Fettinnehållet i limmet har stor betydelse, eftersom fett bland annat har en skumdämpande effekt på limlösningar. Fettet har också stor betydelse i den metod som utvecklats i syfte att bestämma från vilket djur ett lim härstammar.²⁴

Informationen om fisklim och fiskgelatin i litteraturen är begränsad, och någon särskild standard för testning av fisklim och normering av deras egenskaper har ännu inte fastställts. En hel del av de metoder som används för att undersöka lim från däggdjur kan emellertid användas även för fisklim.

I Kongl. Svenska Vetenskapsakademiens Handlingar ger Linné exempel på vilken styrka ett fisklim kan ha. Limmet är gjort av abborrskinn och används av samerna till att limma samman två träslag i en kompositbåge för ekorrjakt. Ett lim som upprepade gånger tål den på- och avlastning som det här är fråga om måste vara både starkt och elastiskt.²⁵

Det finns en standard för testning av kasein och normering av kaseinets egenskaper. Men det är svårt att jämföra denna med standarden för hud- och

²⁴ Skans, Bengt, Michelsen, Peter „Die Bedeutung von Fett in Tierleim für Malzwecke“, ur *Maltechnik Restauero*, nr. 2, München 1986.

²⁵ Linné, Carl von, *Anmärckning öfwer Lapska Limer, ur Kongl Svenska Vetenskapsakademiens Handlingar för månaderna Januar. Februar. Martius. 1740*, vol 1.

benlim, eftersom egenskaperna hos materialet är andra och därmed också testförfarandet.

Smältpunkter

När en gel av glutinlim (hudlim, benlim eller gelatin) värms upp, övergår den vid en bestämd temperatur till flytande tillstånd. För vissa fastlagda parametrar, som till exempel limgelens sammansättning och utgångstemperatur, kan denna smältpunkt uppmätas.

För *hudlim* ligger smältpunkten i den övre delen av skalan, det vill säga mellan 26 och 35°C. Ju högre smältpunkt limmet har, desto större är glutinhalten och därmed också gelstyrkan.

Smältpunktsspannet för benlim ligger mellan cirka 20 och 26°C.

Fisklim har betydligt lägre smältpunkt än lim från däggdjur. Trots att alla glutinlim är sammansatta av samma tjugo aminosyror, kan förekomsten av aminosyrorna prolin och hydroxyprolin variera. Fisklim har en lägre förekomst av dessa, vilket resulterar i en lägre smältpunkt. Huden från djuphavsfisk som lever i kallt vatten ger ett lim, vars smältpunkt kan vara så låg som 8-10°C. Fördelen med ett sådant lim är att det kan användas i rumstemperatur utan att gelatinera. Smältpunkten hos hudlim från fisk kan uppvisa en betydande variation och har inget samband med vare sig styrka eller hållfasthet.

För *kasein* finns inte några smältpunktstest, eftersom substansen bl.a. inte löses på samma sätt som glutinlimmen. Den gelatinerar inte heller som dessa.

Hållfasthet

Filmer från intorkade lösningar av hudlim är transparenta, sammanhängande, icke-kristalliserande samt har stor styrka och elasticitet. Sträckstyrkan hos animaliskt lim av denna typ är beräknad till omkring ett ton per kvadratcentimeter. Redan på

1400-talet förstod man att utnyttja dessa egenskaper och litteraturen ger också ett recept på hur det tillverkas.²⁶

Fogen mellan två träbitar som hoplimmats med hudlim är starkare än själva träet, som ofta spricker när man försöker bända isär träbitarna. Det kan synas förvånande, men det är ändå ingenting mot den effekt som hudlim kan åstadkomma på glas. Det är starkare än glas.

Om en kraftig limlösning hälls på en rengjord glasyta, fäster limmet vid glasytan. När sedan limfilmen efter hand torkar, drar sig samman och reser sig, drar den loss små glaspartiklar från ytan. Ju högre gradering på limmet (Bloom-gram), desto större glaspartiklar kan det dra loss.

Detta förfarande går inom industrin under beteckningen "glass-chipping" och används när man tillverkar glasskyltar, dekorativa element på glas och annat. När konservatorer behöver ta loss en freskomålning från en vägg, använder de hudlim enligt samma princip för att "dra loss" den.

Hudlim är det absolut starkaste limmet bland glutinlimmen. Observera emellertid att fogens hållfasthet hos dessa lim beror på hur länge och till vilken temperatur limmet värmts upp när det iordningställdes. Man bör aldrig värma ett lim över öppen eld eller direkt på en kokplatta. Inte heller bör man värma upp det för många gånger, eftersom proteinerna då bryts ner och kvaliteten försämras.

Hållfastheten hos *traditionella benlim* är till följd av lägre styrka, smältpunkt och annat i allmänhet sämre än hållfastheten hos hudlim. Dessutom är de ofta skörare.

Fisklim kringgärdas av många motsägelsefulla rykten och omdömen som. De sämsta ryktena har otvivelaktigt uppstått när dåliga råvaror resulterat i en mindervärdig produkt. Försök som gjorts med att tillverka lim av absolut rena råvaror, till exempel abborrskinn och gösskinn har gett ett alldeles utmärkt resultat

²⁶ Cennini, Cennino, *The Craftsman's Handbook* (Il Libro dell'Arte), övers. av Daniel V. Thoppson, New York 1960 (1933).

vad beträffar styrka och hållfasthet. Limmen har bland annat testats, i Linnés efterföljd, med det redan omtalade samiska "pilbågstestet".

En annan förstklassig produkt i detta sammanhang är limmet från äkta störblåsa. Det är underförstått att förfalskningarna är legio och att man bör vara på sin vakt.

För *kaseinlim* finns en undersökningsmetod för att testa dragstyrkan som går till på följande sätt. Man använder två träbitar av bokträ som limmas ihop med flatsidorna mot varandra. Vid försök att dra isär träbitarna har man konstaterat att ett gott kaseinlim på bokträ tål en dragstyrka på 10,0 till 12,5 MPa (megapascal). För furu är siffrorna något lägre, 6,5 till 7,5 MPa.

Formstabilitet

Hudlim kan genomgå kraftiga formförändringar i samband med att det tar upp och avger vatten. Ett bra exempel på det senare är "glass-chipping".

Om en intorkad limfog å andra sidan tillåts att ta till sig vatten, sväller den, samtidigt som hållfastheten hos limmet går förlorad. Vid gynnsam temperatur och luftfuktighet är materialet emellertid mycket formstabil.

Eftersom vatten och fukt negativt påverkar limmets styrka och beständighet, har man med olika medel försökt göra limmet resistent mot dessa fiender. Behandling med samma substanser som har en garvande inverkan på hud ger samma effekt på glutinlim, vilket gör det mer eller mindre motståndskraftigt mot vatten. Garvsyra, kromsalter, formaldehyd och alun är substanser med dessa härdande egenskaper.

För *benlim* och torra fisklim är formstabiliteten desamma som för hudlim. Benlimmens i allmänhet lägre smältpunkt och sämre styrka gör dem känsligare för fuktens inverkan. Fisklim säljs i stor utsträckning i flytande form.

Kaseinlim är i torrt tillstånd ett formstabil material, men kaseinet sväller om det utsätts för fukt eller väta. Detta kan synas märkligt mot bakgrund av att kaseinlim är motståndskraftigt mot fukt. Det förklaras genom att den fuktavvisande

egenskapen hänger samman med vilken alkalisk lösning som limmet lösts i. Till exempel är kalkkasein tämligen motståndskraftigt mot väta. Kasein kan, liksom glutinlim, garvas eller härddas med garvsyra, kromsalter, formaldehyd och alun.

Produktformer och användningsområden

Produktformer

Färg och struktur på animaliska lim redovisas under "Egenskaper".

Flytande och flexibla glutinlim är modifieringar och speciella prepareringar av animaliskt torrlim.

Hudlim säljs i allmänhet i form av flingor, pärlor, tärningar, kakor, ark, samt i pulvriserad eller krossad (mald) form.

Traditionella benlim säljs i allmänhet i form av kakor, pärlor eller tärningar.

Fisklim finns oftast i flytande form, men kan även förekomma som flingor, granulat eller i bladform (fiskgelatin).

När det gäller *husbloss* (störblåsa) är det själva simblåsan hos fisken som säljs i torkat skick. Det gäller dock att se upp med förfälskningar. Förutom de yttre kännetecknen - man ska kunna se att det är ett organ från en fisk - ska den äkta störblåsan visa sitt verkliga adelsmärke genom att lösa sig till ett alldeles klart lim i vatten eller utspädd sprit utan att lämna någon nämnvärd återstod. Limmet tillverkas av konsumenten själv.

Kasein är ett hornaktigt och i rent tillstånd klart och genomskinligt material. En god handelskvalitet ska finnas i finmalen och till konsistensen jämn form och får inte lukta härsket.

Användningsområden

När det gäller själva byggnadens konstruktion eller stomme, är animaliska lim inte särskilt vanliga i äldre byggander. Deras användning inskränker sig i stället till sådana saker som intarsia, utsmyckade tak, väggar, paneler samt mer eller mindre fast inredning (se Trä). De har här använts till såväl sammanlimning av trä som preparering av detsamma (kriderering, gesso och stuck).

Limtyperna *hudlim*, *benlim* och *kaseinlim* har även använts i väggspackel och kitt samt till limfärg av olika slag. Hit räknas också kalkmåleriet i våra kyrkor, där man sannolikt använt sig av kalkkasein (mjölk) i en hög utsträckning.²⁷

Först med industrialismens senare skede gavs möjlighet att med hjälp av dessa lim tillverka prefabricerade element till byggnader, som till exempel kryssfananer och limmade träbalkar. I det sammanhanget var det kanske främst det lätthanterliga kaseinet som kom till användning tack vare flera speciella egenskaper - bland annat som irreversibelt kallim. I början av 1900 -talet blev det i Tyskland väl provat när man byggde luftskeppsskrov av trä.

Hudlim används inom flera områden i byggandet, eftersom det är starkt polärt och binder mycket bra till polära material som till exempel trä. Trälimning är således ett sådant område, vilket inte utesluter preparering, limning och bindning av andra material. Hudlim har också använts som material till stuckformar (limform eller gelatinform).

Benlim har samma användningsområden som hudlim, men man bör ha i minnet att de traditionella benlimmen har lägre styrka och således anpassa deras användning efter detta.

Fisklim av enklare kvalitet och med stor skumningsförmåga används vid tillverkning av gasbetong. Dessa lim kan skapa problem om de används till limfärg eller stuckarbeten utan tillsats av något skumdämpande medel. Trälimning med

²⁷ Christ, A., *Kalkfarveteknik samt fresko og sgrafitto* (del 3 av Malerhaandværkets fagkundskap), København 1938 (1935).

sådana lim är inte heller att föredra, eftersom luftblåsorna i den torkade fogen ger materialet sämre bindkraft.

Rena fisklim av hög kvalitet och utan skumning är dock utmärkta för infästnings- och lagningsarbeten i samband med konservering och restaurering. Ett bra och traditionellt exempel på detta är husbloss som fäster inte bara på trä utan även på en del andra underlag.

Kaseinlim används till kallimning av trä, kryssfänerlimning samt fästnings- och lagningsarbeten inom konserverings- och restaureringsområdet. Det används även till limfärg i allmänhet, till limfärg vid retuschering av kalk- och freskomålningar samt som tillsats i kalkfärg vid kalkanstrykning och kalkmålning.

Hantering och bearbetning på arbetsplatsen

Preparering och applicering

Innan man sätter igång med att preparera limmet bör man ha bestämt vilken styrka limmet ska ha. Detta val beror på ändamålet med den limning, preparering eller bindning som föreligger. När det gäller hudlim är det störst risk att man väljer ett lim som är för starkt.

Lim med en gelstyrka mellan 135 och 379 Bloom-gram går bra att använda för de flesta limningsändamål. För vanliga repareringsarbeten används vanligtvis lim med en gelstyrka mellan 135 och 251 Bloom-gram.

Att tillreda hudlim och benlim är tämligen enkelt. Den nödvändiga mängden torrt lim blandas med kallt vatten och tillåts svälla. Det svällda limmet smälts vid en temperatur på cirka 60°C. Värmningen av limmet sker i vattenbad, det vill säga i ett kärl med dubbla väggar (limpotta eller dubbelkokare), för att temperaturen ska kunna kontrolleras på ett godtagbart sätt. Mellan 25 och 50 procent torrsubstans används när man blandar till olika hudlim, beroende på vilken Bloomstyrka de har. Hud- och benlim gelatinerar snabbt, men en tillsats av urinämne eller koksalt kan

fördröja gelatineringen om så behövs. Hud- och benlim kan göras motståndskraftigt mot fukt genom olika tillsatser så kallad härdning.



Olika typer av limpottor (dubbelkokare) för glutinlim. Två är avsedda för öppen eld och en för elektricitet. Foto: BSk

Den ledande principen vid limning med hud- och benlim är att påföra substansen i en tunn, enhetlig och sammanhängande film på de ytor som ska sammanfogas. I övrigt finns det gott om användningsområden, och handhavandet av limmet bör anpassas till varje enskilt fall.

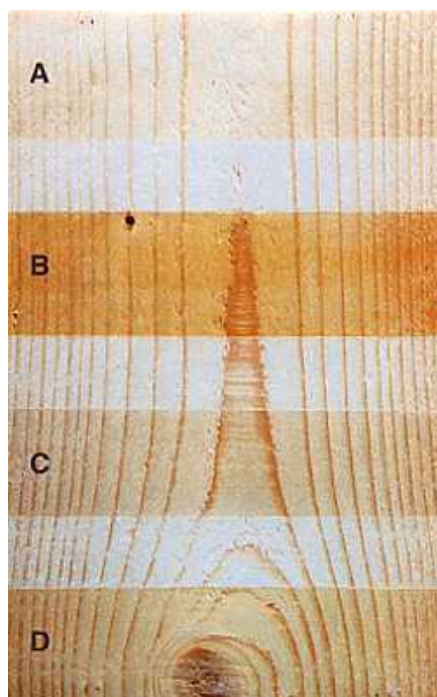
Fisklim har låg smältpunkt och gelatinerar normalt inte i rumstemperatur, vilket gör dem lätta att handskas med på arbetsplatsen. De säljs dessutom ofta i flytande form. Blötläggningen och uppvärmningen av fisklim i fast form går till på samma sätt som för hud- eller benlim.

Att preparera husblosslim innebär snarare att tillverka ett glutinlim än att lösa ett halvfabrikat, som ju är fallet med hud- och benlim. Råvaran, simblåsan, bultas med en klubba och blötläggs ett dygn innan den ska användas. Därefter använder man en dubbelkokare för att lösa den. Vid limningen påförs limmet på samma sätt som gäller för hud- och benlim. I övrigt finns många användningsområden, och handhavandet av limmet bör anpassas till varje enskilt fall.

Kaseinlim är ett kalllim, det vill säga att det används utan uppvärmning. Vid användning av kaseinlim, bör man i god tid ha valt ut den limtyp som är lämpligast för arbetsuppgiften.

Det är de mest alkaliska kaseinlimmen som är irreversibla och motståndskraftiga mot fukt. Genom sin starka alkalitet är de emellertid inte lämpliga för konventionell limfärg eller någon typ av grundering för måleri. För dessa ändamål är boraxkasein och ammoniakkasein lämpligast. Kalkkaseinet missfärgar träet, och bör användas till konserverings- och restaureringsarbeten inom kalkmåleriet (kalkäkta pigment). Även kasein som lösts med natriumhydroxid kan kraftigt missfärga trävirke. Detta lim bör man således vara försiktig med vid limning av trä där själva träytan ska ha en estetisk framtoning.

Kaseinförekommer i allmänhet i torrt tillstånd (fint granulat), och ska liksom de torra glutenlimmen blötläggas innan man löser det. Vid vanlig limning påförs kaseinlim enligt samma princip som glutenlimmen.



Olika kaseinlim missfärgar trä olika mycket. En skiva av ljus gran har bestрукits med stamlösningar från olika kaseinlim: boraxkasein (A), kasein som lösts med natriumhydroxid (B), ammoniakkasein (C) och kalkkasein (D). Foto: BSk

Vård och underhåll

Vård och underhåll i sammanhang där traditionella animaliska lim använts ligger främst på det preventiva planet. Det innebär att man bör eliminera angrepp av fukt och vatten. Dessutom bör man se till att konstruktioner, utsmyckningar eller

liknande, i vilka lim på ett eller annat sätt använts, inte heller utsätts för extrema temperaturväxlingar.

Skadeorsaker

Skadeorsakerna handlar primärt om angrepp av fukt och vatten, som sedan kan följas av sekundära angrepp av mikroorganismer. Alltför kraftiga temperaturväxlingar med åtföljande förändringar i luftfuktigheten kan också orsaka skador.

Reparationsmetoder

Det finns många reparationsmetoder, alla avhängiga av sammanhanget i vilket limmet ska användas och vad för slags lim som står till buds. Regenerering av lim som fuktskadats är inte att rekommendera.

Miljöaspekter

Miljöpåverkan vid framställning och transport

I Sverige finns i dag ingen producent av glutenlim. Kvarvarande tillverkare i utlandet har anpassat sin produktion till det globala miljötänkandet. Produktionens miljöpåverkan är numera mycket liten. Råvarorna är förnyelsebara och någon speciell miljöpåverkan vid transport finns inte förutom långa transporter från tillverkningsorten.

Miljöpåverkan vid hantering

Någon miljöpåverkan vid hantering av animaliskt lim förekommer inte.

Miljöpåverkan vid bruksskedet, emissioner

Inga emissioner eller obehagliga lukter förekommer under bruksskedet.

Återvinning, återanvändning, deponi

Någon återvinning av animaliska lim förekommer inte, och inte heller någon återanvändning om man undantar tillverkning av limformar för stuckarbeten. Försök har gjorts med så kallad regenerering av gamla limfilmer på olika typer av konstföremål, men detta kan inte rekommenderas.

Gammalt lim som förlorat sin bindkraft är ofta nedbrutet av mikroorganismer och bör avlägsnas. Det kan hanteras som vanligt hushållsavfall.

Materialets historia

Lim från kasein, och olika typer av hudlim, har använts mycket länge. Man har kunnat göra kalkkasein ungefär lika länge som man har kunnat tillverka ost.

Säkerligen brände man kalk ofrivilligt vid eldhärden under förhistorisk tid. Kalken har hamnat där i form av kalksten, ben, snäck- eller äggskal. Med denna kalk och med själva askan från lägerelden kunde mycket åstadkommas. Man kunde garva hudar och preparera hud för limtillverkning, vilket är samma proces, samt lösa färskost till kasein (kalkkasein).

Ett intressant fisklim är det som samerna tillverkade av abborrskinn under 1700-talet. Linné skrev ner berättelsen om detta under sin vistelse i Norrland, och receptet kom så småningom in i Vetenskapsakademiens handlingar. I sina anvisningar jämför han abborrlimmet med just husblosslim, och menar att abborrlimmet till och med är bättre.²⁸ I gamla tider fick naturligt nog hudarna från det jaktbara viltet och från husdjuren fungera som råvara för det lim man gjorde, medan det kommersiella hudlim som finns i dag huvudsakligen kommer från nötkreatur. Det fanns således ett större utbud av animaliska hudlim förr, och vart och ett hade ofta sina speciella egenskaper.²⁹

²⁸ Linné, Carl von, *Anmärckning öfwer Lapska Limer, ur Kongl Swenska Wetenskapsakademiens Handlingar för månaderna Januar. Februar. Martius. 1740*, vol 1.

²⁹ Monceau, Duhamel du, *L'Art de faire Différentes Sortes de Colle*, Paris 1771.

År 1690 grundades den första fabriken för framställning av hudlim i Holland. Först vid mitten av 1800-talet försvann det småskaliga och hantverksmässiga limkokeriet. I dess ställe trädde en rationell storproduktion med alla de teknologiska landvinningar som stod till buds. Vid detta tillfälle gör också benlimmet sin verkliga debut och betraktas då av många som överlägset hudlimmet. Efter cirka hundra år börjar antalet fabriker för glutinlim tunnas ut världen över. De får på allvar känna av konkurrensen från konsthartslimmen.

Vad gäller kasein i den historiska receptlitteraturen är Teophilus beskrivning från 1100-talet från intressant. Han beskriver där ett lim som används för att foga samman bräddor till altardörrar. Intressant i denna text är att limmet inte får hanteras med metallverktyg, utan bör röras, mosas eller liknande med verktyg gjorda av trä eller sten.³⁰ Cennino Cennini har ett liknande recept i sitt traktat från 1437, men det är inte så detaljerat som Teofilus.³¹

I Kongl Swenska Wetenskapsakademiens Handlingar kunde man 1740 läsa hur en magister Nils Brelin tar upp en del konventionella lim eller kitter för limning av glas, sten och keramik. "Men", säger han sedan, "huru många sätt här tils brukelige warit, wet jag dock icke, at någon här i vårt kiära Fädernesland försökt hwad seghet och styrka finnes uti Ost, jag menar sötmiölk-ost". Sedan beskriver han ett tillvägagångssätt som i mångt och mycket påminner om Teofilus recept.³²

Först med industrialismens senare skede gavs möjlighet att med hjälp av animaliska lim tillverka prefabricerade element till byggnader, som till exempel kryssfananer och limmade träbalkar. I det sammanhanget var det kanske främst det lätthanterliga kaseinet som kom till användning tack vare flera speciella egenskaper – bland annat som irreversibelt kallim.

³⁰ Theophilus, *On Divers Arts* (De diversis artibus), övers. o. komm. av J.G. Hawthorne o. C.S. Smith, New York 1979.

³¹ Cennini, Cennino, *The Craftsman's Handbook* (Il Libro dell'Arte), övers. av Daniel V. Thoppson, New York 1960 (1933).

³² Linné, Carl von, *Anmärckning öfwer Lapska Limer, ur Kongl Swenska Wetenskapsakademiens Handlingar för månaderna Januar. Februar. Martius. 1740*, vol 1.

Under en kort period från början av 1900-talet och fram till första världskrigets slut fick kaseinlim stor betydelse. I samband med att man byggde de stora luftskeppen med träskrov (Schütte-Lanz-modellen) undergick kaseinlim ett utvecklingsarbete. Resultatet blev att det efter krigsslutet kunde jämföras med och i vissa avseenden till och med överglänsa glutinlimmen.

Den relativt korta luftskeppseran tog slut med första världskriget, men erfarenheterna från de trälimmade luftskeppsskroven togs tacksamt emot av kryssfanerindustrin. En industriell framställning av ett färdigblandat limpulver hade startat redan 1874 av firman Brunnschweiler från St. Gallen. Men det skulle dröja hela 50 år innan produkten slog igenom som en verklig konkurrent till andra animaliska lim.

Med konsthartsernas genombrott på 1930-talet ersattes de traditionella limmen i stor omfattning med andra så kallade kalla lim (konsthartslim), som hade sitt ursprung i den petrokemiska industrin. Detta satte naturligtvis också sina spår när det gällde limningen av prefabricerade element för byggnader.

Litteratur

Animal Glue in Industry, National Association of Glue Manufacturers Inc., New York 1951

Bauman, Hans, *Leime und Kontakkleber*, Berlin, Heidelberg, New York 1967

Cennini, Cennino, *The Craftsman's Handbook (Il Libro dell'Arte)*, övers. av Daniel V. Thoppson, New York 1960 (1933)

Christ, A., *Kalkfarveteknik samt fresko og sgrafitto* (del 3 av Malerhaandværkets fagkundskab), København 1938 (1935)

Doerner, Max, *Malmaterial und seine Verwendung im Bilde*, Stuttgart 1980 (1933)

Greber, Josef M., Lehman E., *Die Tierischen Leime*, Heidelberg 1950

Leuenberger, Bruno H., "Investigation of viscosity and gelation properties of different mammalian and fish gelatins", ur **Food Hydrocolloids**, Volume 5 No.4, Oxford 1991

Linné, Carl von, *Anmärckning öfwer Lapska Limer, ur Kongl Svenska Wetenskapsakademiens Handlingar för månaderna Januar. Februar. Martius. 1740*, vol 1

Lucas, A., *Ancient Egyptian Materials and Industries* (second revised edition), London 1934

Monceau, Duhamel du, *L'Art de faire Différentes Sortes de Colle*, Paris 1771

Plinius, Secundus, Gajus d.ä., *Histoire Naturelle*, Livre XXVIII, övers. och komm. av A.Ernout, Paris 1962

Plinius, Secundus, Gajus d.ä., *Histoire Naturelle*, Livre XXXII, övers. och komm. av E. de Saint-Denis, Paris 1966

Raknes, Eirik, *Trälimning*, Stockholm 1988

Sauer, E., *Chemie und Fabrikation der tierischen Leime und der Gelatine*, Berlin/Göttingen/Heidelberg 1958

Skans, Bengt, "Tillverkning och analys av gamla limmer", ur *Meddelelser om konservering*, nr. 4, Köbenhavn 1990

Skans, Bengt, "Tillverkning och analys av gamla limmer", ur *Målningens anatomi. Material, teknologi, bevaring, förfalskning*, Lund 1989

Skans, Bengt, *Om kasein och kaseinlimmer*, Kompendium för konservatorsutbildningen i Göteborg, Äspinge 2001

Skans, Bengt, *Vad säger oss altarskåpen i Ö. Vram?*, Lund 1991

Skans, Bengt, Michelsen, Peter „Die Bedeutung von Fett in Tierleim für Malzwecke“, ur *Maltechnik Restauro*, nr. 2, München 1986

Smith, Paul I., *Glue And Gelatine*, London 1943

Sutermeister, Edwin, Brühl, Ernst, *Das Kasein*, Berlin 1988 (1932)

Theophilus, *On Divers Arts* (De diversis artibus), övers. o. komm. av J.G. Hawthorne o. C.S. Smith, New York 1979

Thordahl, Eugene, *Hide Glue. 40 Centuries Old and Still Holding*, Charlotte NC 1997

Ullman, Fritz, *Enzyklopädie der technischen Chemie*, Berlin/Wien 1915

Wehlte, Kurt, *Werkstoffe und Techniken der Malerei*, Ravensburg 1985

Willers, Hildegard, *Herstellung von tierischem Leim und seine Verwendung im Bereich der Tafel und Faßmalerei nach Angaben deutschsprachiger Quellenlitteratur des 16. bis zur Mitte des 19. Jahrhunderts*, Stuttgart 1986.

Asbest

I svensk byggverksamhet användes asbest från slutet av 1800-talet till 1976. Under 1950 och 1960-talen framfördes misstankar om att asbest kunde orsaka lungcancer och tumörsjukdomar, vilket bekräftades i början av 1970-talet.

På grund av sjukdomsriskerna skärptes reglerna för användning av asbest 1975 genom Arbetarskyddsstyrelsens anvisning nr 52 (senaste version: AFS 1996: 13). Föreskrifterna innebär att asbest "nte får användas utan särskilt tillstånd och att hantering av redan befintligt asbestmaterial, exempelvis vid rivning, endast får utföras av särskilt utbildad personal med utrustning för att skydda sig själva och omgivningen".

Problemet vid varje reparations- eller underhållstillfälle är att avgöra om, och i hur stor omfattning, asbest förekommer.

Artikeln har skrivits av NHa.

Antikvariska aspekter

Asbestmaterial användes i svensk byggverksamhet i stort sett endast under 1900-talet.



Under det skyddande lagret av asbestcementplattor kan man vid en rivning finna de ursprungliga formerna. Observera dock att många byggnader från 1900-talet redan från början kläddes med dessa plattor och att detta således är det ursprungliga. Foto: TER

Asbestmaterialet, till exempel asbestcementskivor eller kakel med kakelfix, kan sitta kvar och behöver inte röras om det är oskadat. Observera dock att vibrationer orsakade av ventilationssystem eller maskiner kan medföra nötning och dammbildning.

Förekomst, utvinning och framställning

Förekomst

Asbestmineral är fiberkristallina och förekommer i naturen. De flesta har inte fått någon allmän teknisk användning. I Sverige användes serpentinasbesten krysotil som fortfarande bryts i Kanada, Ryssland, Kina, Kazachstan med flera länder och amfibolasbest.

Krysotilasbest består av ljusa parallelltrådiga fibermassor (vit asbest). Den är långfibrig, mjuk och behaglig som bomull i bearbetat skick, och kan spinnas till tråd och vidarebearbetas till väv och papp. Krysotilen är alkalibeständig och kan därför användas som skydd mot betongytor och i blandning med cement.



Ett stycke krysotilasbest. Foto: NHa

Amfibolasbest omfattar ett flertal mineral. I Sverige har krokidolit (blå asbest), amosit (brun asbest), antofyllit, aktinolit och tremolit använts. I dessa asbestsorter är fibrerna raka och stickiga. Tremolit förekommer som tunna slag (skikt) i svensk berggrund och kan ingå som en förorening i krossat bergmaterial.

Utvinning

Asbest bryts huvudsakligen i dagbrott. Efter krossning separeras det fiberkristallina materialet från bergmaterialet och tas om hand för vidare bearbetning i exempelvis en kulkvarn där fibrerna skiljs från varandra. Råasbesten levereras vanligen i jutesäckar.

Framställning

I de fall asbesten skulle användas till sprutasbest tillfördes små mängder bindemedel innan den förpackades i papperssäckar och levererades till byggplatsen.



Ett stycke upparbetad krysotil.

Foto: NHa

Tillverkningen av asbestcement (i huvudsak med krysotil) inleddes i Sverige 1907. Inledningsvis samt vid rörtillverkning användes även krokidolit. Asbesthalten varierar mellan tio och arton procent beroende på vad asbestcementen ska användas till. Vanliga byggplattor innehåller tolv procent asbest.

Vid tillverkning av asbestcement blandas asbest med portlandcement och vatten i en holländare (en maskin som även används vid papperstillverkning). Den noga blandade massan överförs till en uppsamlingsbehållare. Härifrån matas asbestmassan till en arkformningsmaskin där den tas upp i mycket tunna skikt. Skikten förs sedan över till en upptagningsvals (formatvals) där asbestcementplattan bildas genom att lindas upp till erforderlig tjocklek.

Den ännu formbara råplattan tas av och formas till exempelvis byggskivor, fönsterbrädor, ytterväggskivor eller korrugerade takplattor. Efter ca åtta timmar har massan hårdnat. Därefter lagras produkterna i fyra veckor innan de är färdiga för leverans.

Vid en svensk fabrik tillverkades asbestcement och asbestcellulosacement även enligt en torr metod. Vid olika tillverkningsprocesser, till exempel inom lim- färg- asfalt- och plastindustrin, har asbest doserats i öppna blandare, oftast under primitiva former.

Egenskaper

Inre struktur

Asbest är fiberkristallin och fibrerna, särskilt hos krysotil men även hos krokidolit, är så långa att de kan spinnas. Den främsta krysotilkvaliteten har fibrer som är minst 20 mm långa.

Beständighet

All asbest är eldfast och tål mycket höga temperaturer. Smältpunkten för krysotil är ca 1 550°C och för amfibolasbest ca 1 150°C. Krysotilasbest är alkalibeständig medan övriga asbestsorter även tål sur miljö. Asbest har god elektrisk isoleringsförmåga.

Hållfasthet

Fibrerna har hög mekanisk hållfasthet.

Färg och ytstrukturer

Ytan hos sprutad asbest ser ut som en mjuk träfiberskiva (grå till gråbrun). Asbestpapp liknar vanlig kartong (vit till grå). Tätninglistor av asbest ser ut som motsvarande lister av bomull.

Ytan hos asbestcement kan se ut som en mycket slät betongyta. Det finns också ytor som har "mönster" i form av små upphöjningar. Fönsterbänkar av asbest var oftast färgade och polerade. Asbestcellulosacementskivor var ofta färgade i ljusa färger.

Produktformer och användningsområden

Asbest har använts som isolering mot värme och kyla inom VVS-branschen, som isolering mot höga temperaturer i eldstäder och inom industrin, samt som skydd mot brand, exempelvis bakom och ovanför gasspisar och i fastighetsskiljande väggar. Sprutasbest har i stor utsträckning använts på bärande stålkonstruktioner och på ventilationskanaler. En annan användning av sprutasbest är vid ljudisolering eller akustikdämpning av väggar och tak.

På grund av sin stora mekaniska hållfasthet har asbestfibern använts som armering i många produkter, till exempel asbestcement (Eternit[®], Invarit[®], Internit[®]), fönsterkitt, fasadputs, golvplattor, golvmattor och plugg i skruvhål (Cascoplugg).

Genom sin form kan asbest ge tixotropi och har därför använts till att ge flytande eller halvfasta produkter förmågan att inte rinna eller glida på vertikala ytor. Detta har använts i färger och lim, men framför allt i kakelfix och kakelfogbruk.

Eftersom krysotilasbest är alkalibeständig har den använts som skyddsbeklädnad på undersidan av plastgolvmattor (Cushioned floor).

Tack vare att asbest var billigt har det i stor utsträckning använts som filler i gummi- och plastmaterial (se Polymerer). Det har också blandats in i asfaltmassor (G-lim).

Asbestens stora aktiva yta har medfört att den även använts i rotorerna i regenerativa värmeväxlare i ventilationsutrustningar (Munters värmeväxlare).

Produktöversikt

Funktion: **Brandskydd**

Ytbeklädnad: asbestväv och asbestpapp

Ytbeklädnad på ventilationstrummor och stålstommar: sprutasbest

Beklädnad: asbestsilikatskivor och asbestcementskivor

Funktion: **Värmeisolering**

Rörisolering: magnesiamaassa och gurmassa

Elustrustning: asbestpapp

Ytbeklädnad: asbestväv

Isolering i värmepannor, skorstensanslutningar, kakelugnar, branddörrstättningar:
asbestgarn

Beklädnad: sprutasbest

Funktion: **Armeringsmaterial**

Golvplattor, mattor, profiler, fogmassor, kitt, sättbruk och fogbruk

Skruvfäste i betong: pluggar (Cascoplugg)

Beklädnad och fönsterbänkar: asbestcement (Eternit, Internit, Invarit)

Funktion: **Ljudisolering, akustikförbättring**

Ytbeklädnad: sprutasbest, porösa skivor, undertaksskivor och akustikputs

Funktion: **Tixotropigivande**

Färg och lim, sättbruk för kakelsättning samt kitt för tätning

Funktion: **Alkaliskydd**

Underskikt till plastmattor

Funktion: **Filler**

Fyllmedel i färger, plaster, kitt med mera

Funktion: **Fukt- och värmeupptagande**

Värmeväxlare i ventilationssystem

Hantering och bearbetning på arbetsplatsen

I detta avsnitt anges citat ur AFS 1996:13 inom citattecken.

"Asbest får inte hanteras av andra än speciellt utbildad och utrustad personal".

"Varje arbetsobjekt måste inventeras med avseende på asbestförekomst innan arbete påbörjas". På misstänkta material tas prover (kubikcentimeterstora bitar) som läggs i plastpåsar och skickas till laboratorium. Arbetsmiljöinspektionen kan hänvisa till godkända laboratorier.

"Om asbest finns i anläggningsdelar som berörs av aktuellt arbete måste sanering av asbesten ske innan annat arbete utförs". Det kan vara praktiskt att sanera hela lokalen på en gång och sedan notera i fastighetens handlingar att detta är gjort.

Inventering

Var finns asbest? Generellt är det viktigt att titta på rörledningarnas isolering. Även om huvuddelen är mineralullsisolerad får man räkna med att bland annat rörkrökar och avslutningar vid ventiler med mera har behandlats med gur- eller magnesiamaassa med asbestarmering. I äldre anläggningar kan asbestpapp eller -väv utgöra höljen runt isoleringen på vattenrör. Före plastpluggarnas tid användes i stor utsträckning Cascoplugg vid montering av rörkonsoler, uppsättning av hyllor etc.

Fasadbeklädnad och yttertak, liksom balkonginklädnad kan vara av asbestcement.

Asbestcementskivor har emellanåt använts som formmaterial vid betonggjutning och har fått sitta kvar vid formrivning.

I bostadshus kan värmepannor, kakelugnar och rökgångsanslutningar innehålla asbestprodukter och skorstenen kan ha asbestisolering vid genomgång av bjälklag. Ventilationskanaler är ofta av asbestcement, liksom ibland fönsterbrädor.



Här visas hur sprutning och tilljämning av asbest gick till i förgångnen tid. Man kan konstatera att skyddsutrustningen var tämligen bristfällig. Foto: NHa

I hus med gasspis kan det sitta asbestpapp som strålningsvärmeskydd runt spisen. Äldre plastmattor och plastgolvplattor kan ha asbest som filler i plastmassan och mattor från 1960- och 1970-talen kan ha undersida krysotilasbest.

I publika lokaler, liksom i förvaltningsbyggnader, kontor och butiker, har brandskyddskraven varit stora och man har asbestsprutat ventilationskanaler, maskinrum och byggnadsstomme. Undertak har emellanåt utförts med skivor av asbestcement eller asbestsilikatmassa. Infackningsväggar har ofta skivor av asbestcellulosacement. Många skolsalar, korridorer, trapphus, kyrkor, teatrar, biografer etc. har akustiksprutats med asbest.

Under några årtionden i början av 1900-talet lades ”fogfria golv” med en blandning av sand, cement och asbest (Schejamassa). Denna har även använts för att jämna av nötta trägolv innan man lade på linoleummattor.

Vattenrör och skyddsror för fjärrvärme i mark kan vara av asbestcement. I elanläggningar förekommer asbestcementskivor eller asbestpapp som brandskydd bakom elcentraler, säkringskåp, element och vid drosslar i äldre

lysrörsarmaturer. Tätning av kabelgenomföringar genom brandcellsskiljande väggar kan bestå av asbest.

Branddörrar och kassaskåp kan vara isolerade (fyllda) med och ha tätninglistor av asbest. Dörrar till garage kan ha beklänts med asbestcement. Garage och andra lokaler där brandrisken bedömts vara större än normalt har ibland klätts invändigt med asbestcementskivor. Blomlådor och cykelställ är andra produkter som gjorts av asbestcement.

Sanering och rivning

Asbest i byggnader ska avlägsnas. Föreskrifter om rivning finns i Arbetarskyddsstyrelsens kungörelse med föreskrifter om asbest §§ 22-29. Vid hantering av material där asbest ingår i en halt av högst en viktprocent (för krokidolit högst 0,1 viktprocent) behöver rivningsreglerna inte iakttas, men de allmänna reglerna i §§ 3, 10-12, 14 och 16 gäller.



Bilden visar exempel på dammsugar-
utrustningar för asbestsanering.
Foto: Ur produktblad

Paragraferna avser förebyggande av dammspridning, undvikande av rökning, planering av arbetet så exponeringen för damm blir så låg som möjligt, att skriftliga hanterings- och skyddsföreskrifter finns tillgängliga på arbetsplatsen, att frånluft

från dammsugare inte återförs och att - om arbetet medför att asbesthaltigt damm uppstår - arbetsgivaren ser till att en luftundersökning utförs.

Vid rivningsarbete ska arbetsplatsen vara avskärmad och ha undertryck så att dammspridning förebyggs. Undertrycket åstadkommes med stora utsugsaggregat där luften filtreras i så kallade absolutfilter med en reningsgrad på minst 99,9 procent. Detta gäller dock inte vid mindre rivningsarbeten, om dammspridning kan förebyggas på annat sätt, eller vid rivningsarbete utomhus.

En arbetsplats där rivningsarbete utförs ska vara tydligt märkt med texten:
RIVNING – ASBEST – TILLTRÄDE FÖRBJUDET FÖR OBEHÖRIGA

Efter avslutat rivnings- eller reparationsarbete ska arbetsplats rengöras från asbest och asbesthaltigt material innan annat arbete får påbörjas på platsen.

Personlig skyddsutrustning och hygien

"Vid rivningsarbete ska de som deltar i arbetet använda tättslutande skyddskläder med huvudbonad samt andningsskydd. De ska ha tillgång till anordning för handtvätt och dusch med varmt och kallt vatten".



Asbestsanering med stålbeste och utsug samt rejäl skyddsutrustning.
Foto: NHa

Medicinsk kontroll

"Arbetsgivare skall föranstalta om läkarundersökning av arbetstagare som skall sysselsättas i arbete där asbest eller asbesthaltigt material hanteras".

Avfall

Avfallet från rivningen måste omhändertas på ett säkert sätt. En möjlighet är att förvara det i en sluten, låsbar container som, då den är full, förs till en godkänd deponi för asbestavfall där avfallet nedgrävs. Kommunens miljö- och hälsoskyddskontor kan ge besked om vilka regler som gäller.



Exempel på utrustning som används för att åstadkomma undertryck i lokalen som ska saneras. Till vänster står en container för uppsamling av rivet material. Foto: NHa

Rivningsentreprenör

I de flesta fall är det bäst att överlåta asbestsaneringen till företag som har det kunnande och den specialutrustning som krävs. Yrkesinspektionen har kännedom om vilka företag som har rätt kompetens, personal och utrustning. Det är dock viktigt att den ansvarige arbetsledaren vet hur arbetet ska bedrivas och kontrollerar att reglerna efterföljs.

Vård och underhåll

Asbest och asbestprodukter bör inte röras. Om ytor behöver rengöras eller om skador uppstått ska en sanering utföras. Intakta asbestcementskivor som tak-, fasad- eller balkonginklädnad sitter bäst där de sitter. Om skador uppstår på en skiva måste hela skivan avlägsnas och tas om hand som asbestavfall. Det torde dock gå att få fram ersättningskivor av liknande material.

Håltagning för exempelvis kabeldragning får utföras under förutsättning att borrhningen görs med en maskin med dammsug och ett effektivt dammfilter som tas om hand enligt avfallsreglerna.

Miljöaspekter

Asbestdamm kan orsaka lungsjukdomen asbestos. Dessutom är det klarlagt att asbest, särskilt i kombination med tobaksrökning, är en orsak till lungcancer. Blå asbest (krokidolit) har visat sig orsaka en tumör (mesoteliom), oftast i lungsäcken. Enligt nyare rön är det inte uteslutet att även andra asbestsorter kan orsaka denna tumör.

Miljöpåverkan vid hantering

Den asbest som finns i våra byggnader och på andra håll tas successivt om hand. Det är väsentligt att rivnings- och saneringsarbetet utförs på rätt sätt så dammet inte sprids till omgivningen. Det är självklart att hantering av asbestavfallet, såväl på arbetsplatsen som vid omlastning och transport, måste ske på sådant sätt att dammspridning undviks.

Miljöpåverkan vid bruksskedet

Den främsta faran med asbest är risken att bli exponerad för damm. Om den asbest som finns i och på byggnaden inte förorsakar damm i luften kan den inte skada. Förutsättningen för dammbildning är en avsiktlig eller oavsiktlig bearbetning. Oavsiktlig bearbetning är till exempel vibrationer i byggnaden på grund av maskiner, ventilation eller trafik utanför eller inomhus (trucktrafik i kulvertar skadar ofta rörledningsisoleringen).

Asbesthaltiga produkter som golvplattor, Cushioned floormattor, plastlister, kakelfogbruk och fönsterbänkar kan inte avge asbestdamm i farliga koncentrationer så länge de hanteras normalt. Asbestcementskivor bör vara ofarliga om de sitter stadigt och inte utsätts för nötning. Tyvärr blir ytan något uppluckrad när den

utsätts för väder och vind. Om den typen av asbestcement "rengörs" kan mycket damm spridas.

Deponi

Avfallet ska föras till särskilt anvisade tippar där det grävs ner på sådant sätt att det inte kan komma upp till ytan igen och orsaka dammbildning i framtiden.

Materialets historia

Asbest har använts i mer än 100 år, till att börja med som högtemperaturisolerings inom industrin och som tätning vid kakelugnar, kaminer och skorstenar. I byggnader använde man asbestpapp tillsammans med plåt som brandskydd på vindsgaveln mot grannhuset.

När kallvattenledningar började installeras i slutet av 1800-talet behövdes kondensisolerings. Den utfördes med en hårfilt som jämnades till med kiselgur (diatomacéjord) blandat med asbest. Då värme- och varmvattenledningar infördes en bit in på 1900-talet, ökade isoleringsbehovet och olika massor med asbestinnehåll användes för avjämning i rörkrökar och vid avslutningar.

Den riktigt stora användningen av asbest inleddes 1907 då den första svenska fabriken för asbestcement byggdes. Eternit[®] tillverkades enligt ett österrikiskt patent från 1900. Världskriget och depressionen efter första världskriget medförde begränsningar i tillverkningen, men efter 1945 skedde en snabb ökning av användningen av asbestcementprodukter.

Efter andra världskriget ökade byggproduktionen. Stålstommar började användas och behövde brandisolerings. För att klara detta infördes en metod där finfördelad asbest med ett bindemedel blåstes genom en slang mot det föremål som skulle isoleras. Vid slangändan tillfördes vatten som gjorde att massan klibbade ihop och fäste vid underlaget. Massan jämnades ut med hjälp av en bräda. Samma metod användes till väggar och tak och gav ljudisolerings och akustikdämpning.

Under hela efterkrigstiden utvecklades produkter där asbestens fina tekniska egenskaper användes. Stora produkter var till exempel Cushioned floormattorna (mattorna lades av golvläggare under 1960 och 1970-talen; restlager hos leverantörer kan ha hamnat på golv under hela 1970-talet), som ligger limmade på hundratusentals kvadratmeter golv. De bruk (kakelfix) och fogbruk som användes för att fästa och foga kakel i kök och badrum och i simhallar förekom allmänt omkring 1950-1975.

År 1964 utfärdade Arbetarskyddsstyrelsen de första svenska anvisningarna i syfte att förebygga asbestskador. Nya anvisningar och ett hygieniskt gränsvärde för asbestdamm fastställdes 1975. De följande åren kompletterades anvisningarna med detaljregler om hantering av asbest.

På grund av de rapporterade sjukdomsriskerna upphörde successivt asbestanvändningen under 1970-talet, men tillverkningen av asbestcementprodukter upphörde inte förrän 1975 då medlemmarna i Byggnadsarbetareförbundet vägrade befatta sig med dem. Krokidolitanvändning förbjöds 1976.

Litteratur

Arbetarskyddsstyrelsens kungörelse med föreskrifter om asbest,
Arbetarskyddsstyrelsens författningssamling AFS 1996:13

Asbest i byggnader - så gör man, Byggeforskningsrådet - Arbetsmiljöfonden, T 18:1994, Stockholm, 1994

Asbest i byggnader, Byggförlaget, Stockholm, 1998

Att arbeta med asbest, Arbetarskyddsnämnden, Art nr 561, Stockholm, 1996.

Hallin, Nils och Wredling, Staffan. *Hur man tar reda på om det finns asbest i befintliga lokaler*, Bygghälsans skrift 790503 och reviderad upplaga 19850815, Byggförlaget, 1985

Handboken Bygg band 2, olika upplagor, AB Byggmästarens förlag/ Liber förlag,
Stockholm, 1948, 1961, 1968 och 1984

Bets

Denna artikel behandlar betsning som egentligen är ett samlingsnamn för flera olika tekniker att färga in trä. Man skiljer mellan färgbetser, det vill säga vatten- och spritbetser, som innehåller lösliga färgämnen som färgar in träet, och kemiska betser, som ger färgande effekter genom kemiska reaktioner. Tekniken används bland annat på träinredning, exempelvis golv, väggar och tak.

I färghandeln förekommer också produkter med handelsnamn som "lackbets" och "betslasyr" som innehåller bindemedel. Deras egenskaper bestäms i första hand av bindemedlet, och bör hellre betraktas som målningsmaterial. De tas därför inte upp i följande framställning.

Artikeln har skrivits av KKLy.

Antikvariska aspekter

Betsning ingår sedan gammalt i snickarmästarnas område. Genom att färga träets yta, utan att täcka den, har exklusiva träslag efterliknats. Att styra trämaterialens kulörton har också varit särskilt uppskattat vid utförande av intarsiamönster, mönster lagda med olikfärgade träsorter.

Vatten- och spritbetser, eller färgbetser som de numera kallas, har organiskt uppbyggda och ljuskänsliga färgämnen och bleks lätt. Korrigering av sådana färgförändringar kan vara frestande att ta till, men det är mycket svårt att restaurera betsade ytor i syfte att återge ett originalutseende. Historiska behandlingar bör få vara orörda i så stor utsträckning som möjligt.

Vid rengöring är det särskilt viktigt att originalets ytbehandling inte skadas. Om denna, trots försiktig rengöring, inte behåller sin skyddande funktion, och måste göras om, bör särskild vikt läggas vid att uppmärksamma originalbehandlingens struktur och lyster.

Förekomst, utvinning och framställning

Förekomst och utvinning

I färgbetser ingår lösningsmedel, färgämnen och eventuellt vattenlösliga salter. Såväl lösningsmedel som färgämnen framställs numera inom kemisk, teknisk industri, men kunde tidigare utvinnas ur växter och djur.

Framställning

I dag framställs färgbetser genom att syntetiska, organiska färgämnen blandas till specifika kulörer. Färgbetser i pulverform framställs genom att färgämnen fälls på vattenlösliga salter som därefter får torka.

Färgbetser i flytande form är lösta i olika typer av lösningsmedel, exempelvis etanol, etylacetat och butylacetat. I dag sker framställningen av färgbetser i första hand industriellt, men hantverksmässig framställning kan fortfarande förekomma i avancerade hantverkssammanhang.

Egenskaper

Inre struktur

Effekten av en betsbehandling beror på samspelet mellan underlag, infärgning och ytbehandling. Vatten- eller spritlösliga färgbetser som innehåller organiska färgämnen är i allmänhet relativt känsliga och kräver en skyddande ytbehandling.

Kemiska betser bygger oftast på en kemisk reaktion mellan komponenter i två påföljande behandlingar. Förbetsen innehåller ofta garvämnen och i efterbetserna ingår olika metallsalter beroende på den färgeffekt som eftersträvas.

Beständighet och färgstabilitet

Organiska färgämnen kan variera i beständighet, men de har som regel en begränsad förmåga att behålla kulören under årens lopp och kan vara särskilt

känsliga för solljus. I övrigt styr valet av skyddande ytbehandling hur beständiga de är.

Kemiska betser är mer beständiga och kan även förekomma utan ytbehandling, men blir istället känsliga mot fettfläckar.

Eftersom betser är transparenta bidrar träets egen färg och tilltagande gulning under åldrandet till slutresultatet.

Ytstrukturer

Kemisk betsning ger en omvänd accentuering av vårved och höstved jämfört med färgbetser, och framhäver träets textur tydligare.

Produktformer och användningsområden

I handeln finns färgbetser som färdiga lösningar och i pulverform.

Pulverbetserna blandas ut i vatten eller andra lämpliga lösningsmedel. De lösta betserna kan användas med eller utan spädning. Produkterna är ofta blandbara sinsemellan och det går att få fram mellanliggande kulörtoner. Färgstyrkan kan också varieras genom utspädning och anges i produktinformationen för varje specifik betes.

Fördelen med färgbetser som är lösta i etanol eller andra lösningsmedel än enbart vatten är att de inte har samma tendens till "krypning", dvs att omfördelas fläckvis efter påförandet, på feta eller kådrika ytor.

Kemisk betsning används med fördel på kådrika träslag som furu och gran där betsen fäster bra. Enligt Hantverkets Bok från 1930-talet bör färgbetser användas på lövträ, medan kemiska betser ger bästa effekten på barrträ.³³ Det finns dock tillfällen då kemiska betser med fördel kan användas även på lövträ. Man har även tillsatt ammoniak till vissa färgbetser för att få fram djupare kulörer.

³³ Paulsson, Gregor (red.), *Hantverkets Bok, Måleri, Lindfors*, 1934, 1937, 1938.

Rökning med ammoniak på ek, sandblästring, bränning med blåslampa, behandling av mahogny med kaliumbikromat samt kalkbehandling av ek är andra sätt att färga eller åstadkomma färgeffekter på trä. Metoderna används ibland tillsammans med betsnings.³⁴

Hantering och bearbetning på arbetsplatsen

Transport

Betsar som innehåller oxiderande ämnen, organiska peroxider, frätande ämnen eller brandfarliga vätskor med en flampunkt lägre än 61 °C transporteras som farligt gods.³⁵

Förbehandling

Det är särskilt viktigt att träet som ska betsas väljs med avseende på textur, färg, garvämmen och andra beståndsdelar som kan påverka resultatet. Ibland bleks träets utgångsfärg med bland annat oxalsyra, utspädd svavelsyra eller väteperoxid.

Träets ursprungliga halt av garvämmen, till exempel hos ek, utnyttjas ofta i kemisk betsnings där garvämmen kan ingå. Halten garvämmen kan anpassas genom urtvättning eller genom att ytan bestryks med en lösning av garvsyra, alternativt pyrogallol, i varmt vatten.

En förebyggande våt slipning undanröjer problem med ojämn insugning av betserna vid så kallad träresning. Genom att tvätta ytan med lämpliga lösningsmedel går det att undvika att partier med kåda, hartser, balsamer och oljor ger betsnings ett fläckigt utseende.

³⁴ Cronoborg, Bror, Landberg, Olov, Ternstedt, Elis, (red.) *Träindustrins Handbok*, Teknografiska institutet, 1950 Fleming, J., Honour, Hugh, J., *Lexikon för konsthandverk*, Bonniers, 1989.

³⁵ Räddningsverket, *Farligt gods på väg*, Räddningsverket, 1999.

Applicering

Betsar kan appliceras genom penselstrykning, doppning, sprutning och applicering med svamp. Vid kemisk betsning bör inte penslar beslagas med andra metaller än aluminium användas eftersom de kan reagera med betsbehandlingarna och orsaka missfärgningar. I handeln finns särskilda penslar för betsning av samma typ som lackpenslar.

Betslösningen appliceras flödigt med en pensel, därefter fördelas och jämnas den ut med en svamp eller sudd. Efter avslutat arbete läggs penslar, svampar och andra redskap i kallt vatten och tvättas noga.

Vård och underhåll

Rengöring

I första hand rekommenderas torrensöring eller rengöring med kontrollerad fuktighet och eventuellt ett mildt rengöringsmedel med neutralt pH omkring 7.

Materialets känslighet mot fukt och rengöringsmedel är beroende av om ytan är ytbehandlad, och vilken typ av ytbehandling den betsade ytan har.

Skadeorsaker

Ytor som behandlats med färgbetsar bör alltid skyddas mot fukt och väta eftersom fuktfläckar är mycket svåra att åtgärda. Därför rekommenderas i första hand torrensöring.

Vid exempelvis fanering med kalkhaltiga limmer (så kallat kallim som var vanligt förr och som blandades av kasein och kalk) kan limmet reagera med betsen till starkt färgade fläckar (kalkfläckar).

Reparationsmetoder

Se Antikvariska aspekter.

Miljöaspekter

Miljöpåverkan vid hantering

En eventuell miljöpåverkan beror främst på vilka lösningsmedel som ingår i den aktuella betsen. Vid arbete med produkter som innehåller alkohol, etylacetat eller metylacetat rekommenderas god ventilation, andningsskydd och skyddshandskar.

Moderna färgbetser kan innehålla ett oändligt antal organiska färgämnen med olika egenskaper. En huvudregel är att använda skyddshandskar för att inte i onödan exponera huden för några kemiska ämnen.

Arbete med syror och ammoniak vid kemisk betsning kan orsaka allvarliga skador. Vid korrekt professionell hantering bör dock arbetet inte orsaka några problem.

Miljöpåverkan vid bruksskedet och emissioner

Betser ger i sig inte upphov till skadliga emissioner under bruksskedet. Däremot kan eventuellt påföljande ytbehandlingar medföra att olika ämnen frigörs (se kapitel som Linolja, Temperafärg, Alkydfärg och Akrylatfärg).

Deponi

Rester av kemiska ämnen bör deponeras på miljöstation.

Materialets historia

Från 1400-talets mitt finns uppgifter om att bröderna Lendinara betsade trä med avkok på gröna kryddörter och omkring 1500 uppfann Fra Giovanni da Verona flera olika tekniker att betsa trä.³⁶ Betsning utfördes i regel av snickarmästarna. Varje mästare hade sina recept. De anförtroddes under tystnadsplikt till platsens apotek som var yrkesmännens leverantörer av kemikalier. Tekniken kunde

³⁶ Fleming, J., Honour, Hugh, J., *Lexikon för konsthantverk*, Bonniers, 1989.

användas i dekorativt syfte eller till att färga inhemska träslag och få dem att likna exklusiva träslag som valnöt, mahogny eller ebenholts.

Många infärgningsämnen som användes fram till mitten av 1800-talet användes också inom textilfärgning, exempelvis koschenill, sepia, alkannarot, berberisrot, catechu, gurkmeja, gulträ, gummigutta, gulbär, krapprot, orleana, orselj, rödträ, blåträ, safflor, sandelträ och saffran. De kokades tillsammans med lämpliga kemikalier, silades och användes till infärgning av trä.

Under en period mellan 1800-talets andra hälft och fram till 1900-talets mitt användes bland annat anilinfärger, organiska färgämnen som tillverkats genom förädling av stenkolsolja, även kallat tjärfärger. Dessa var dock mycket ljuskänsliga. Under 1900-talet har utvecklingen av andra syntetiskt tillverkade organiska färgämnen inneburit en explosionsartad mängd nya färgämnen varav många betraktas som ljusäkta.

En annan vanlig infärgning gjordes av kasselbrunt, vatten och pottaska. Färgande partiklar som inte löstes i vattenlösning låg som ett löst skikt på ytan. Det borstades noggrant bort och finare arbeten polerades med tagel före ytbehandling med exempelvis vax eller polityr.³⁷

Äldre tiders kemiska betser kunde bestå av rökning med ammoniak i gasform på garvämneshaltiga träslag, till exempel ek. Det förekom också att man använde starka syror som svavelsyra och salpetersyra. Med salpetersyra kunde björkträ färgas gult, alternativt användes en dubbelbets med blysockerlösning (blyacetat) och en efterföljande lösning av surt kromsyrat kali. Genom att först behandla med en järnvitriollösning och därefter med en lösning av rött blodlutsalt fick man fram blått. Orcin är ett ämne som användes till förbets av finare arbeten. Ämnet var mycket dyrt och gav en säregen ljusrosa ton. Endast ett fåtal av de ovanstående betserna var någorlunda ljusäkta och de flesta bleknade relativt snabbt.

³⁷ Hylander H., *Handledning i betsning och färgning av trä*, Statens Hantverksinstitut, 1932, 1953.

Under 1930-talet förekom betsning med garvsyra och pyrogallussyra (tannin och pyrogallol) och ytbehandling kunde till exempel bestå av zaponlack, en mycket matt lack med eller utan tillsats av bivax, eller en utspädd polityr av blekt schellack. Höglans erhöles genom att träet polerades med en schellacklösning, eller dåtidens moderna nitrocellulosalacker.³⁸

Litteratur

Brønne, Jon, *Dekorasjonsmaling, Marmorering, Ådring, Lasering, Patinering, Sjablondekor, Strukturmaling*, Teknologisk forlag, 1998

Cronborg, Bror, Landberg, Olov, Ternstedt, Elis, (red.) *Träindustrins Handbok*, Teknografiska institutet, 1950

Fleming, J., Honour, Hugh, J., *Lexikon för konsthantverk*, Bonniers, 1989

Fridell, Anter, Karin, Wannfors, Henrik, *Så målade man, svenskt byggnadsmåleri från senmedeltid till nutid*, Svensk Byggtjänst, 1997

Hylander H., *Handledning i betsning och färgning av trä*, Statens Hantverksinstitut, 1932, 1953

Johansson, Kjell, Ollerstad, Bertil, *Tekno´s måleri, material, teknik, färglära*, Teknografiska institutet, 1975

Nylén, Paul, *Färg- och lackemi*, Kungliga Tekniska Högskolan, 1970

Paulsson, Gregor (red.), *Hantverkets Bok, Måleri*, Lindfors, 1934, 1937, 1938

Räddningsverket, *Farligt gods på väg*, Räddningsverket, 1999

³⁸ Paulsson, Gregor (red.), *Hantverkets Bok, Måleri*, Lindfors, 1934, 1937, 1938.

Bitumen och tjäror

Den här artikeln tar upp de bituminösa material och tjärmaterial som har använts inom byggverksamhet. Här nedan förklaras några av de termer och begrepp som förekommer i artikeln.



En fäbodgavel som bestrukits med trätjära får ett klassiskt och vackert uttryck. Foto: TER

Asfalt är ett bituminöst ämne som erhålls vid destillering av bergolja (oljeasfalt) eller finns färdigbildat i naturen (naturasfalt). Asfalt med inblandad ballast kallas asfaltbetong eller gjutasfalt.

Bitumen är ett mörkbrunt till svart material med bindande förmåga och består i huvudsak av en blandning av kolväten. Bitumen framställs ur petroleum men förekommer också i naturen.

I vissa sammanhang definieras bitumen som fasta eller halvfasta ämnen som är lösliga i kolsvavla (koldisulfid), det vill säga även stenkolstjära. I denna artikel

avser benämningen bitumen dock endast ämnen utvunna ur bergolja eller naturligt förekommande, det vill säga asfalt. Produkter som helt eller delvis består av bitumen brukar benämnas bituminösa.

Tjära är ett ämne som erhålls vid torrdestillering av stenkol, trä eller torv.

Beck är en restprodukt vid destillering av stenkolstjära. Beck kan även erhållas ur trätjära.

Artikeln har skrivits av TEr.

Antikvariska aspekter

Bitumen- och tjärprodukter har använts i huvudsak antingen som skydds- eller impregneringsämnen eller som slitskikt i olika hus- eller vägbyggnadssammanhang. I mindre utsträckning har de använts som fogmaterial och klister. Produkterna och materialen är alltså avsedda att på kort eller lång sikt skydda ett annat material genom sin egen förslitning. De har därför valts för att dels passa optimalt ihop med de omgivande materialen och dels ge maximalt skydd gentemot den yttre mekanisk eller kemisk nedbrytning.

Trätjära har en lång och traditionsrik historia och har sådana tekniska egenskaper som träskyddsmedel att det känns som ett omistlig material. Det råder delade meningar om hur pass stor den rötskyddande effekten egentligen är men tjäran är lätt att använda och den tillhör inte de mest skadliga ämnena vid utomhusbruk. Det finns heller inga goda, traditionella ersättningsmedel för trätjära. Oljeprodukter och stenkolstjära löser upp träets lignin och kan därför göra mer skada än nytta.

För stenkolstjära däremot, finns alternativ, åtminstone vad gäller bstrykning på sten-, tegel-, betong- och putsytor. Vissa bituminösa produkter kan antagligen ersätta tjäran med bibehållen antikvarisk kvalitet. Bitumen i form av naturasfalt har dessutom minst lika lång historia som stenkolstjära.

För bestrykning av järnplåtstak är det mer osäkert om det finns något lika bra alternativ till stenkolsjärnan, sett ur estetisk såväl som teknisk synvinkel. Ett alternativ som troligen har bättre funktion och livslängd är rostskyddsmålning med linoljeblymönja, därefter mellanstrykningar och sist en toppstrykning med svart linoljefärg. Toppfärgen har dock inte så vidare lång livslängd utan måste bättras med jämna mellanrum. (Se även Järn och stål samt Linolja).

Asfaltbeläggningar bör man nog betrakta som slitytor och vårda dem så gott det går. När slitaget har gått för långt bör man i vissa fall acceptera att man byter ut mot eller reparerar med det mest funktionella materialet, sett ur antikvarisk såväl som estetisk och teknisk synpunkt.

Eventuellt kan man, åtminstone i inomhusmiljö, "antikvariskt skydda" en nedsliten asfaltyta med en reversibel beläggning av betong, epoxi eller plåt. Asfalten måste naturligtvis skyddas så att inte en pågjutning skadar ytan.

Förekomst, utvinning och framställning

Förekomst och utvinning

Naturasfalt, ofta kallad Trinidadasfalt, förekommer på eller nära markytan i Amerika och Asien. Den utvinns ur så kallade asfaltsjöar i bland annat Peru, Utah, Kalifornien, Kaukasus och på Trinidad. I Europa förekommer en del asfalthaltiga kalkstenar. Naturasfalt är egentligen bergolja som trängt upp nära markytan och vars flyktigaste beståndsdelar redan försvunnit. Denna asfalt är mer eller mindre förorenad av mineraliska material.

Oljeasfalt erhålls som en restprodukt vid raffinering av bergolja.

Stenkolsjärna erhålls ur stenkol och träträjära ur kådrik ved, vanligen fur, gran eller bok.

Framställning

Naturasfalt destilleras genom upphettning och den därvid utvunna asfalten håller en renhetsgrad på mellan 55 och 95 procent. Förorenad naturasfalt kan anrikas med oljeasfalt och eventuellt filler och bakas till så kallade mastixkakor.

Oljeasfalt kan framställas genom att råolja hettas upp och förs in i en fraktioneringskolonn där destillationsprodukterna skiktas upp i gas (nafta) (se Polymerer), bensin, fotogen, oljor och fetter samt asfalt vilken ligger längst ned i kolonnen. Produkten kallas ångdestillerad asfalt och används inom vägtekniken. Destilleringstemperaturen avgör hur hård asfalten blir.

Asfaltbetong framställs genom att bitumen värms till ca 150°C och blandas med förvämt stenmaterial.

Oxiderad asfalt framställs genom att luft blåses genom upphettad bergolja. Produkten blir relativt mjuk och används till beläggning och impregnering av papp och duk, samt klister till dessa. (Se även Papp).

Asfaltmastix är kakor som tidigare framställdes av asfaltförande kalksten med en bitumenhalt på mellan sex och tio procent. Den anrikades med oljeasfalt till en total bitumenhalt mellan fjorton och sexton procent. I dag framställs kakorna genom att finmaterial av krossad kalksten blandas med oljeasfalt och eventuellt naturasfalt. Kakorna används som halvfabrikat vid tillverkning av gjutasfalt.

Gjutasfalt innehåller högre andel bindemedel än asfaltbetong och därtill flera olika sorters bindemedel, bland annat den hårdare naturasfalten. Den innehåller även en större andel finkorniga ballastfraktioner. Blandningstemperaturen är ca 200°C.

Bitumenlösning och bitumenemulsion är bitumen löst i lösningsmedel respektive blandat i vatten.

Rå stenkoltjärna erhålls vid torrdestillation av stenkol i samband med framställning av gas och koks. Destillerad stenkoltjärna erhålls när råjärnan genomgår

fraktionerad destillation där vatten och flyktiga ämnen drivs ut och omhändertas. Om destilleringstemperaturen är tillräckligt hög blir återstoden så kallad beck som, om den blandas med antracenolja, blir så kallad preparerad tjära.³⁹

Trätjära framställs genom torrdestillation av trä. Ursprungligen, och ännu i dag i mycket liten omfattning, framställdes den i så kallade tjärdalar på exempelvis följande vis.

I en marksluttning grävs en grop med skålad botten som förses med en rännal som mynnar i sluttningen. Gropens botten och rännan kläs med näver, stickspån eller kalkstensskivor. På denna läggs en mila av träspäntor som anordnas radiellt och på så sätt att alla ytor lutar mot milans mitt. Milans radie kan vara flera meter.

Därefter kläs milan med spink, granris och torv. Tändning sker på några ställen i milans periferi och därefter pyr milan i några dagar samtidigt som tjäran rinner ut genom rännan och samlas i tunnor.

Nuförtiden framställs trätjära vanligtvis industriellt som biprodukt vid ugnskolning av trä.

Egenskaper

Inre struktur

Asfalt och tjära består huvudsakligen av kolväteföreningar och små mängder syre, svavel och kväve. Den fysikaliska uppbyggnaden beskrivs som partiklar av kol eller kolföreningar med skyddshinnor av lättflytande kolväten som svävar fritt omkring i ett oljeaktigt medium.

Asfaltmaterial och är i fast form vid användningstemperaturena medan tjärorna är mer eller mindre trögflytande.

³⁹ Rothstein, E. E. von, *Handledning i allmänna byggnadsläran*, F. & G. Beijers förlag, 1890.

Beständighet

Asfalt och, i synnerhet, tjära påverkas av luft och direkt solljus och tjära påverkas även i skuggade lägen. Detta beror på migration av flyktiga ämnen och på att en inre omvandling äger rum i form av polymerisation och oxidation.

Asfalt och tjära är känsliga för mineraloljor och destillationsprodukter från tjärframställning och raffinering av bergolja samt vissa klorföreningar. Mineralfri asfalt påverkas obetydligt av salter, baser och vissa syror. Materialen är dessutom okänsliga för varje form av röta. Gjutasfalt kan, genom ytbehandling, göras beständig mot oljespill.

Vid stark eller långvarig upphettning av bitumenmaterial blir de spröda, så kallad koksning, beroende på inre omvandling och att flyktiga ämnen bortgår.

I trafikerade och oskyddade lägen är slitstyrkan en viktig egenskap hos asfalt- och tjärmaterial. Den beror bland annat på materialets sammansättning och packningsgrad, ballastens kornstorlek samt ytans fuktighet. Gjutasfalt har hög slitstyrka.

Användningstemperaturer

Bitumen och tjäror det så kallade temperaturspannet, det vill säga temperaturdifferensen mellan brytpunkt och mjukpunkt. Brytpunkten är den temperatur vid vilken ett ämne mister sin tänjbarhet då det kyls av. Mjukpunkt eller mjukningspunkt är den temperatur vid vilken ett ämne erhåller en viss grad av mjukhet, då det värms upp. För oxiderad asfalt är spannet 75-100°C, för ångdestillerad asfalt 60-70°C och för stenkoltjära 50-60°C. Bryt- och mjukpunkter för olika kvaliteter anges i litteraturen.⁴⁰

Bryt- och mjukpunkterna bör inte under- eller överskridas vid normal användning. Asfalt med en mjukpunkt under 50°C bör inte upphettas över 180°C i något skede

⁴⁰ *Handboken Bygg band 2 Material*, olika upplagor, AB Byggmästarens förlag/ Liber förlag, 1948, 1961, 1968 och 1984.

på grund av risken för försprödning (koksning). För hårdare asfalt är motsvarande temperatur 200-220°C och för tjära 130°C.

Samtliga material är okänsliga för frost.

Formstabilitet

För asfalt och tjära är duktilitet, det vill säga tänjbarhet, och viskositet viktiga formegenskaper. Generellt sett sjunker dessa storheter vid ökande materialkvalitet (hårdhet).

Utvidningskoefficienten är 0,00062 1/°C för oljeasfalt och 0,00055 1/°C för tjära.

Asfaltmaterial, tjäror och är termoplastiska, det vill säga att de smälter vid upphettning och kan omformas.

Färg och färgstabilitet

Alla tyngre bitumenmaterial och tjäror har kulörer som varierar mellan mörkt brunt och svart. Mycket ren trätjära kan dock ha ljus- till mellanbrun färg.

Färgstabiliteten är god för bitumen och tjäror.

Vidhäftning

Asfalt och tjära har som regel mycket god vidhäftning på alla rena och torra materialytor.



Trätjära fäster mycket bra på trätytor, vilket gör att även vertikala ytor är möjliga att bestryka med gott resultat. Tyvärr är vidhäftningen god även mot kringflygande löv innan tjäran torkat, speciellt om man lagt på flödigt. Foto: TER

Ytstrukturer

Bituminösa material, till exempel gjutasfalt, som får stelna i luft får en mycket hög glans.



Gjutasfaltens yta är påtagligt blank direkt efter gjutning. Den blir dock snart matt av damm och sand som binds till ytan, speciellt i vägbyggnadssammanhang. Foto: TEr

Asfaltbetong får mer eller mindre ojämn struktur beroende på ballastinnehållet.

Trätjära tränger lätt in i trämaterial, speciellt om den innehåller lösningsmedel, och strukturen blir då träets egen. Vid flödigare skikt eller där flera skikt läggs på, täcker tjäran bättre och ytan blir då slätare och, med tiden, halvmatt till matt. På vertikala eller lutande, solbelysta ytor kan tjäran rinna innan den har hårdnat ordentligt.

Produktformer och användningsområden

Goudron är en tidigare använd benämning för blandningar av asfalt eller tjära.⁴¹

Compound är en tidigare benämning för blandningar av asfalt.⁴²

Stampasfalt tycks på 1870-talet varit liktydigt med asfaltbetong med naturasfalt som bindemedel.⁴³

⁴¹ *Handboken Bygg band 2 Material*, olika upplagor, AB Byggmästarens förlag/ Liber förlag, 1948, 1961, 1968 och 1984.

⁴² *Handboken Bygg band 2 Material*, olika upplagor, AB Byggmästarens förlag/ Liber förlag, 1948, 1961, 1968 och 1984.

⁴³ Kreüger, Henrik, *Byggnadsmateriallära 1*, Stockholm, 1920.

Gilsonite en sorts naturasfalt från Utah i USA som användes bland annat vid framställning av lacker och hård syrafast gjutasfalt. Fler ursprungsnamn på naturasfalt redovisas i litteraturen.⁴⁴

Kvalitetsbeteckningar

För asfalt och tjära anges kvaliteten med en bokstavskombination med en till fyra versaler följda av ett siffervärde som anger en viss temperatur. Siffrorna anger för asfalt (A) och tjära (T) den temperatur som erfordras för att en viss viskositet skall erhållas. För till exempel OA anger siffrorna mjukningspunkten. Ett högre siffervärde innebär en större hårdhet.

Bitumenmaterial

Oxiderad asfalt används vid tillverkning av asfaltlack, ytbeläggning av asfaltpapp och asfaltmattor samt för klistering av de sistnämnda.⁴⁵ (Se även Papp).

Ångdestillerad asfalt används för ytbestrykning av sten, tegel och betong, för tillverkning av gjutasfalt, vägbeläggningar, asfaldemulsioner och asfaltlösningar samt för impregnering av asfaltpapp och asfaltsboard.

Asfaltbetong (AB) finns i flera former och är en blandning av stenmaterial och bituminöst bindemedel. Det är främst avsett för vägbyggnader men läggs även på industrigolv. Formerna är exempelvis mjuk (MAB), hård (HAB), topeka och dränerande asfaltbetong (HARD) med hålrum på ca tjugo procent, samt öppen emulsionsbetong (AEBÖ) med hålrum på ca 25 procent.

Gjutasfalt (GJAP) är en hålrumsfri massa som består av bituminöst bindemedel, naturasfalt, filler, sand och makadam. Det används som tätskikt och beläggningar i vägar, anläggnings- och husbyggnader. Tillverkningen sker i speciella asfaltsverk.

⁴⁴ *Handboken Bygg band 2 Material*, olika upplagor, AB Byggmästarens förlag/ Liber förlag, 1948, 1961, 1968 och 1984. Rothstein, E. E. von, *Handledning i allmänna byggnadslära*, F. & G. Beijers förlag, 1890. Kreüger, Henrik, *Byggnadsmateriallära 1*, Stockholm, 1920.

⁴⁵ *Handboken Bygg band 2 Material*, olika upplagor, AB Byggmästarens förlag/ Liber förlag, 1948, 1961, 1968 och 1984.

Som tätskikt förekommer en mjukare gjutasfalt under asfalt- eller betongbeläggningar på broar, terrasser och i bassänger, under plattor, stensättningar eller jordfyllningar på tunneltak, kulvertar och terrasser, eller under singelfyllningar på tak.

Som beläggning används en hårdare gjutasfalt på terrasser, balkonger, industrigolv, parkeringsdäck och djurstallar, samt på gångbanor och hårt trafikerade broar och vägramper.⁴⁶

Asfaltmastix används som halvfabrikat för tillverkning av gjutasfalt.

Bitumenlösning framställs genom att bitumen blandas med något lösningsmedel, exempelvis (process-)nafta, bensin, terpentin eller eldningsolja. Vid upplösning i nafta kallas bindemedlet kallasfalt, som är lämpligt för ytbehandling av betong- eller tegelväggar. Vid lösning i olja, som har långsammare avdunstning, erhålls vägolja som lämpar sig för framställning av oljegrus (OG).

Bitumenemulsion är bitumen som finfördelats i vatten som innehåller emulgatorer. Emulsionen används som bindemedel i bland annat AEBÖ.

Pastor och kitt bestod av ångdestillerad asfalt med inblandning av finmaterial, exempelvis asbest, kiselgur, skiffer eller kalkstensfyller. Pastor, som även innehöll lösningsmedel, användes till kallapplicering för vattenisolering av exempelvis betong. Kittet, som hade högre halt av asfalt, användes förr som fogbruk mellan gatsten. Dessa produkter tillverkas inte längre.

Asfaltplattor, som inte heller tillverkas längre, var hårdpressade, kvadratiska asfaltbetongplattor med sidmåten 200 à 250 mm och tjockleken 25 à 30 mm. Översidan kunde vara plan eller räfflad. De användes som gatubeläggning på betong.

Tjärmaterial

⁴⁶ *Handboken Bygg band 2 Material*, olika upplagor, AB Byggmästarens förlag/ Liber förlag, 1948, 1961, 1968 och 1984.

Stenkolstjära har använts till bestrykning av grundmurar (fuktisolering) och, blandat med kimrök, järnplåstak (korrosionsskydd) samt till impregnering och ytbehandling av bygg- och takpapp. Det har även använts i vägbyggnadssammanhang och till framställning av plast. Användningen av stenkolstjära i byggnadssammanhang har numera nästan helt upphört i Sverige och ersatts av olika former av bitumenmaterial.

Beck har använts som vägbeläggning, fuktisolering av husgrunder samt impregnering av papp (se Papp) och tågvirke (se Spånadsmaterial). I dag används beck bland annat för tillverkning av höghållfast kolfiber, vilka än så länge har en blygsam användning inom byggandet.

Trätjära används till bestrykning och impregnering av trädetaljer som är utsatta för hög och växlande fuktbelastning, till exempel syllar i hus, fasadträ, tak- och väggspån. I Sverige har trätjära använts som träskyddsmedel för hus åtminstone sedan medeltiden.

Rödtjära är trätjära som pigmenterats med engelskt rött, okra eller rödfärgspigment. Det används som trätjära på byggnader som ska ha en annan kulör än svart, exempelvis medeltida träkyrkor.

Hantering och bearbetning på arbetsplatsen

Fördjupad information om hanteringen av betongasfalt och gjutasfalt ges i litteraturen.⁴⁷

Utläggning och applicering

Gjutasfalt för isoleringsändamål utläggs vid en temperatur på ca 200-220°C i ett eller flera skikt om vardera ca åtta till tolv mm tjocklek. Föregående gjutning måste ha hunnit stelna innan ett nytt skikt läggs på. En metallraka används normalt vid utläggningen. Eventuellt fall ska finnas redan i underlaget. En underlagsyta av

⁴⁷ *Handboken Bygg band 2 Material*, olika upplagor, AB Byggmästarens förlag/ Liber förlag, 1948, 1961, 1968 och 1984.

betong ska vara brädriven och torr och betongen ska vara väl brunnen. En underlagsyta av lättbetong måste förseglas med cementbruk innan asfalten gjuts. En underlagsyta av isolermaterial ska tåla temperaturer på upp till 250°C och ha god hållfasthet.

Om gjutasfalten ska fungera som beläggning på betong ska ett skikt av mineralfiberfilt eller glasfiberväv appliceras mellan betong och asfalt alternativt ska betongytan bstrykas med asfaltlösning. Skiktjockleken ligger mellan 20 och 40 mm. I övrigt utförs utläggning lika som isoleringsgjutasfalt men den kan även utläggas med en speciell maskin.



På betongytan pålimmas ett gas-utjämnande skikt av mineralfiberfilt eller liknande innan gjutasfalten påförs.
Foto: TEr

Vertikala sockelisoleringar kräver underlag av betong eller cementbruk som förbehandlats med bitumenlösning på vilken gjutasfaltmassan spacklas upp.

Ytbehandling och efterbehandling

Asfaltbetong packas och avjämnas med maskin- eller handdragen vält

Gjutasfalt som isolering packas eller vältas normalt inte. Beläggningsgjutasfalt rivs i regel av med fin kvartssand och kan beströs med värmereflekterande och stabiliserande, ljus stenmaterial som vältas ner.

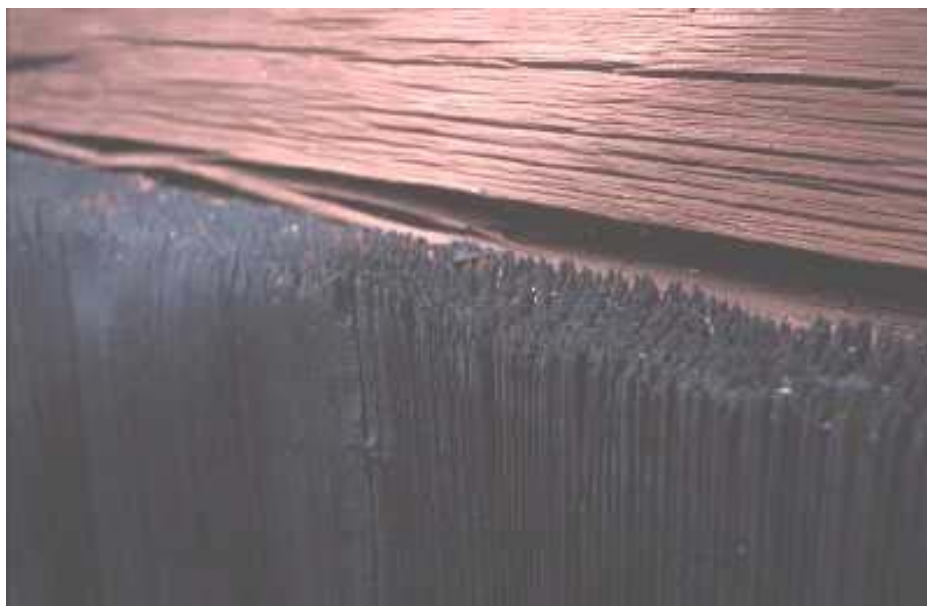
Gjutasfalt kan vid utläggningen glättas med oljad vals eller sandslipas då man vill få en strävare yta. De nygjutna ytan kan även beströs med makadam eller aluminiumfjäll som invalsas.

Färdiggjutna ytor som inte ska utgöra beläggning bör genast skyddas från solljus. Detta gäller speciellt vertikala ytor där soluppvärmning kan medföra att asfalten hasar ner.

Vård och underhåll

Skadeorsaker

Stora eller ofta återkommande olje- eller bensinspill, exempelvis på parkeringsplatser och liknande, kan lösa materialens bindemedel. För asfaltbetong på jord utgör tjäle, trädrötter och annan växtlighet samt framför allt slitage från hjul de största hoten. Asfaltbetong och hård gjutasfalt kan även präglas av koncentrerade laster speciellt i samband med höga temperaturer.



Detaljbild av en lagårdsluckas oskyddade överkant. Genom decenniernas påverkan av solljus och regn har tjäran avlägsnats. Även träets lignin har påverkats innan ny tjära strukits på, vilket ger virkesändarna en taggig struktur. Det finns dock ingen röta i virket. Foto: TER

Solljus verkar uttorkande på asfalt och tjärmaterial genom att bindemedlets bindande förmåga minskar och sprickor uppstår. Solvärme kan även smälta eller

mjuka upp materialen så att de blir extra känsliga för belastning eller hasar ner från vertikala ytor.

För trätjära gäller i första hand att den slits mekaniskt. Tjära kan även sköljas bort av rinnande vatten.

Reparationsmetoder

Reparationer utförs om möjligt med material vars sammansättning och kvalitet överensstämmer med det befintliga materialets så att de tekniska egenskaperna blir desamma. När det gäller trätjära på trä är det mycket viktigt att om- och bättringsmålning utförs med samma material så att vidhäftningen blir så bra som möjligt.

Viktiga parametrar vid val av material för reparation:

- För vägbeläggningar: vidhäftning, slitstyrka, friktion och vattenavrinning.
- För gjutasfalt, asfaltlösningar, -emulsioner, -färger och bestrykningstjärer: vattentäthet och ånggenomsläpplighet samt vidhäftning mot både underlag och det eventuella material som påförs utanpå asfalten eller tjäran.
- För impregneringsmedel: inträngning.

Miljöaspekter

Materialet har en negativ miljöpåverkan. Rätt använda och ställt i relation till den nytta materialen gör, som röt-, fukt- och korrosionsskydd, samt att de ger ökad komfort och städbarhet, kan de dock anses som värdefulla, speciellt ur ett livslängdsperspektiv.

Miljöpåverkan vid framställning och transport

Bitumenmaterial, beck och stenkoltjära utvinns ur icke förnyelsebara källor. Transport och framställning av materialen är energikrävande. Utvinning, transport och framställning av petroleumprodukter utgör dessutom en miljörisk (oljeskador).

Asfaltprodukter från petroleum är dock att anses som restprodukter vid framställning av "ädlare" produkter.

Energiåtgång vid framställning och miljörisker vid transport av naturasfalt torde vara något mindre än för oljeasfalt tack vare materialets beskaffenhet.

Framställning av trätjära sker med förnyelsebara råmaterial och ger i övrigt en begränsad negativ miljöpåverkan jämfört med bitumenmaterial och stenkolstjära.

Miljöpåverkan vid hantering

När produkter med flyktiga lösningsmedel (nafta, bensin eller terpentin) används ska givna skyddsföreskrifter beaktas. Stenkolstjära och beck innehåller cancerframkallande och mutagena ämnen vilket innebär att materialet inte bör användas annat än i kulturhistoriskt motiverade sammanhang och då enligt angivna skyddsföreskrifter.

Även trätjära kan innehålla skadliga ämnen i form av allergiframkallande terpenener, och även här ska skyddsföreskrifterna följas.

Arbete med produkter av oljeasfalt utan lösningsmedel innebär låga hälso- och miljörisker.

Miljöpåverkan vid bruksskedet

Inget av de omnämnda materialen innebär någon större hälso- eller miljörisk när eventuella lösningsmedel avdunstat, under förutsättning att materialen, speciellt stenkolsprodukter, applicerats på oåtkomliga ställen. Trätjära bör appliceras sparsamt i inomhusmiljö eftersom den avger obehagliga och skadliga gaser under lång tid.

Återanvändning, återvinning och deponi

Ren asfalt och ren asfaltbetong kan återvinnas genom omsmältning och inblandning i jungfruliga produkter. Den högsta tillåtna inblandningen av återanvänt material är 30 procent.

Även rena tjärmaterial är möjliga att återvinna genom omsmältning. Trämateriäl som behandlats med trätjära kan förbrännas för energiutvinning i speciella förbränningsstationer.

Kontaminerade bitumen- och tjärmaterial och -produkter lämnas till destruktion. Dessa ämnen räknas som farligt avfall.

Materialets historia

Trätjära

I Sverige var trätjären det första skyddsmaterial som, i viss omfattning, tillverkades för byggnadsändamål. Tillverkning och handel finns dokumenterad från medeltiden, men troligen fanns kunskapen långt tidigare.⁴⁸ Nordens medeltida stavkyrkor var sannolikt behandlade med trätjära.

Rödtjära var vanligt som takbehandlingsmaterial fram till 1800-talet.

Sverige hade i stort sett monopol på internationell handel med trätjära under stora delar av 1600-talet och fram till början av 1700-talet då Englands nordamerikanska kolonier började tillverka tjära.

Stenkolstjära

Stenkol har brutits i Europa sedan 1100-talet men det är osäkert när man började utvinna stenkolstjära och beck. Eftersom stenkolstjära erhålls som restprodukt vid lysgastillverkning, som startade i början av 1800-talet, torde användningen av tjära ha uppstått samtidigt. Eventuellt kan användningen ha startat ännu tidigare; på

⁴⁸ Dravnieks, Gunnar, *Byggandets ord*, AB Svensk Byggtjänst, 1997.

1700-talet började man i England med koksning av stenkolk och man kan kanske ha utvunnit även tjära då.

Under 1800-talet fick dock stenkolkstjärnan ökad användning i och med att man lyckades destillera ut nya ämnen ur tjäran, till exempel anilin, kreosot och annat som var av intresse för bland annat färgindustrin, järnvägen med flera.

Asfalt

Naturlig asfalt har sannolikt den längsta historien av de material som tas upp här, men troligen inte i Sverige. Historiska fakta talar för att jordbeck användes i stället för kalkbruk i murarna kring städerna Babylon och Jeriko omkring 450 f. Kr.⁴⁹

I slutet av 1850-talet lyckades man för första gången pumpa upp större mängder bergolja, vars existens varit känd i flera hundra år. Detta jämnade vägen inte bara för den energislukande industrin och andra energikonsumenter, det blev även startskottet för ett nytt, effektivt sätt att bygga vägar, täta cisterner, tillverka gummi och på sikt gav det även nya plasttyper.

Europas första väg med naturasfaltbetong lades i Schweiz 1843.⁵⁰ I USA lades en vägbeläggning av asfalt 1870 och några år senare, 1876, asfalterades första vägen i Sverige. Det är troligt att även dessa vägar utfördes med naturasfalt.

Kreüger skrev 1920 i kapitlet Naturlig asfalt: "Med stampasfalt avses en blandning av asfalt och finkrossad sten. Dessa materialer blandas intimt och stampas, då det gäller gatubeläggning el. d., å underlag av betong. Stampasfaltlagrets tjocklek tages i allmänhet 50 à 70 mm. I vårt land torde stampasfalt icke någonstades hava anlagts, åtminstone icke i större utsträckning". Kreüger kallade stenkolkstjära för "konstgjord asfalt", vilket indikerar att produktion av oljeasfalt inte hade kommit så långt vid den tiden.⁵¹

⁴⁹ Dravnieks, Gunnar, *Byggandets ord*, AB Svensk Byggtjänst, 1997.

⁵⁰ Dravnieks, Gunnar, *Byggandets ord*, AB Svensk Byggtjänst, 1997.

⁵¹ Kreüger, Henrik, *Byggnadsmateriallära 1*, Stockholm, 1920.

Dränerande asfaltbetong och öppen emulsionsbetong har använts på svenska vägar sedan slutet av 1970-talet.

Litteratur

Berge, Bjørn, *Byggningsmaterialenes økologi*, Universitetsforlaget, Oslo, 1992

Dravnieks, Gunnar, *Byggandets ord*, AB Svensk Byggtjänst, 1997

Handboken Bygg band 2 Material, olika upplagor, AB Byggmästarens förlag/
Liber förlag, 1948, 1961, 1968 och 1984

Kreüger, Henrik, *Byggnadsmateriallära 1*, Stockholm, 1920

Nationalencyklopedin, Bra Böckers förlag, 1989-1997

Rothstein, E. E. von, *Handledning i allmänna byggnadsläran*, F. & G. Beijers
förlag, 1890

Svensk Teknisk Uppslagsbok del 2, Nordisk Rotogravyr, 1939

Bly

Denna artikel tar upp bly som byggnadsmaterial. Materialet har använts till taktäckning, skulpturer och för ingjutning av järndubbar i stenkonstruktioner med mera.

Bly förekommer i mycket begränsad omfattning i byggandet, men har stor betydelse för kulturmiljövården. Numera är användningen kontroversiell och det är viktigt att framhålla materialets betydelse för vården av vissa byggnader och byggnadsdetaljer, samt de risker som kan vara förknippade med användningen. Det är även angeläget att uppskatta omfattningen av byggnadsvårdens blyanvändning relaterat till samhällets blyanvändning i övrigt.



Foto: MTö

Artikeln har skrivits av MTö.

Antikvariska aspekter

Blyobjekt och -konstruktioner är sällsynta inom byggnadsvården och förekommer i begränsad omfattning efter 1700-talet. Som takmaterial användes det under medeltid, 1500-tal och möjligen i början av 1600-talet, samt för monumentala skulpturer och fasadreliefer under 1700-talet.

Bly verkar främst ha använts som takmaterial på medeltidskyrkor och barockpalats, men endast ett fåtal av dessa tak finns bevarade. De bör vårdas med omsorg och med ursprunglig teknik och material. I de fall det blir nödvändigt att använda ersättningsmaterial måste detta vara av rätt sort.

I övrigt har blymetall använts för sammanfogning av glas i fönster, blyspröjs, samt i stenarbeten som elastiskt mellanlägg i fogar och för att fästa järndubbar, räcken och likande i sten. Det bör observeras att blymetall är mjuk och deformbar (plastisk), inte elastisk som många tror. Den stora formbarheten utnyttjas också med fördel i blyplåtsavtäckningar på listverk i fasader.

Eftersom bly även är mycket korrosionsbeständigt, särskilt i svavelförorenad atmosfär, används det även i stor omfattning för avtäckning på skorstenskrön.

Förekomst, utvinning och framställning

Förekomst och utvinning

Brytvärda mängder av blymalm utgörs främst av blyglans (blyulfid, PbS) och finns i alla världsdelar. En av världens största blymalmsförekomster finns i Laisvallgruvan i Arjeplog. En stor del av produktionen består av slig som exporteras, men det förekommer också en inhemsk produktion av blymetall. Slig är ett pulverformigt malmskoncentrat, som är ett resultat av anrikningen av den malm som bryts i gruvan. Mer än hälften av den svenska produktionen utgörs i dag av återanvänt blyskrot.

Framställning

Malmen krossas, mals och anrikas till slig. Det senare är ett finkornigt koncentrat av malm, i detta fall blyulfid, med en del återstående gångart och är råvara för reduktionsprocessen. Det finns flera olika metoder att reducera slig i en smältprocess. Enligt Bolidenmetoden rostas sligen först i en ugn och reduceras därefter i en elektrisk ugn där den rostade sligen smälts med koks.

Det råbly som framställts innehåller en del svavel som oxideras bort som svaveldioxid i en konverter under luftning. Råbly innehåller 98,9 procent bly och raffinerar i flera steg beroende på vilka föroreningar som finns med. Raffinerat bly har en blyhalt på ca 99,99 procent.

Blymetall framställt ur malm kallas primärbly. Blyproduktion ur skrot, framförallt från bilbatterier kallas sekundär. Produktionen i Sverige är idag ungefär 40 procent primärt och 60 procent sekundärt bly.

Egenskaper

Inre struktur

Bly är en mjuk, blågrå och mycket plastisk (deformerbar) metall som är lätt att bearbeta genom valsning eller smidning. Den kan inte dras till tråd.

Smälttemperaturen är 327,4 oC, densiteten är 11,37 kg/dm³ och längdutvidgningskoefficienten är $0,029 \times 10^{-3} / ^\circ\text{C}$.

Beständighet

Blymetall har god beständighet i de flesta atmosfäriska förhållanden. Ett sulfatskikt som är mycket motståndskraftigt mot korrosionsangrepp bildas framför allt i svavelförorenad luft. Även i förhållandevis ren luft finns låga halter svavelföreningar vilka med tiden bygger upp ett sulfatskikt. Först bildas blykarbonat, som är vattenlöslig och därför kontinuerligt tvättas bort. Med tiden byggs en patina upp bestående av en blandning av karbonater och sulfater.

Hållfasthet

Bly har låg elasticitet och låg hållfasthet jämfört med andra metaller som används inom byggtekniken.

Formstabilitet

Bly är en mjuk metall med låg hållfasthet och stor densitet. Det innebär att en konstruktion av metallen lätt deformeras av sin egen tyngd om den inte bärs upp av någon form av stödkonstruktion. Vid taktäckning stöd plåten av en träpanel. I en skulptur stöds formen av ett inre skelett av järn.

Frostbeständighet

Materialet är inte känsligt för låga temperaturer.

Ytstruktur och färgstabilitet

Metallytan är vid ett snitt glänsande blåvit under en kort tid, men mörknar snabbt och blir matt genom en reaktion med den omgivande atmosfären. Ytans struktur och färg är beror på den omgivande atmosfären.

Produktformer och användningsområden

Plåt finns i valsad eller gjuten form.

Gjutna rör tillverkades under en begränsad period omkring 1930-1940. För tillverkning av olika specialprodukter finns metallråvaran även som tackor.

I byggnadssammanhang används blymetall till takläggning, avtäckning på lister och skorstenar, i stenarbeten och i fönsterinfattningar.

Vid stenarbeten är det antingen frågan om smält bly för att fästa dubbjärn, räcken med mera i hål, eller blyplåt som läggs som mellanlägg för att täta och för att ta upp rörelser som annars skulle kunna skada stenen (se Sten).

Blymetall används också vid restaurering av äldre gjutjärnsskulpturer, som drev, för ilödning eller spackling av gjutfel, enligt traditionell metod. Vid nytillverkning av gjutjärnsskulptur på 1800-talet var det vanligt att de gjutfel som uppstod

spacklades ut med bly eller en tenn-blylegering. Samma typ av legering användes för spackling av bilkarosser ända in på 1950-talet och kallades karosseritenn.



Tessinska palatset, Stockholm, från 1690-talet. Gjuten, linoljemålad putto i bly.
Foto: MTö

Utöver detta används bly bland annat i höljen till elkablar, som lödmetall och som råvara för framställning av färgpigment. Bly används också inom elektronikindustrin, i bilbatterier, i kärl för den kemiska industrin och i ammunition.

Kulturmiljövårdens användning av bly och blyföreningar är i dag mindre än en promille av den årliga totala användningen i Sverige, vilket understryker byggnadsvårdens ringa betydelse för miljöbelastningen när det gäller bly.

Hantering och bearbetning på arbetsplatsen

Kapning, formning, applicering och montering

Vid omläggning av gamla kyrktak och andra tak av kulturhistoriskt värde, gjuts plåten på plats och den befintliga plåten används som råmaterial. Falsningstekniken för blyplåt är speciellt anpassad till materialets egenskaper och kräver speciella kunskaper och erfarenhet hos de som utför arbetet.



Övraby kyrka i Skåne fick nytt blytak 1908. Bilderna är tagna före och efter denna händelse. 1995 lades taket ånyo om. Den senaste om- läggningen finns dokumenterat på video och en skrift från RAÄ. Foto: okänd

Blymetall är mjuk och kan lätt formas genom kalldrivning och kan lödas eller svetsas.



Demonterad balustrad under restaurering: Basstenen till höger ska monterats på balustradbaser till vänster med en järndubb som ska kringgjas med bly. Så här går det till: Först gjuter man fast en dubb i den uppochner-vända basstenen som sedan stjälpes över balustradbaser så att dubben passar i motsvarande hål. Slutligen hålls flytande bly i rännan mellan stenarna. Därefter har ytterligare en sten, en s k balusterdocka, på samma sätt monterats ovanpå basstenen. På bilden till vänster kan man även se ett blyingjutet hakjärn. Foto: TER

Yt- och efterbehandling

Blytak målas inte, till skillnad mot blyskulpturer och det bly som används som tätnings- och lagningsmaterial i andra material, till exempel gjutjärn.

Vård och underhåll

Vid underhåll av blyplåttak är det viktigt att arbetet utförs av kompetenta takläggare som är vana att arbeta med materialet.

Skadeorsaker (skyddsmetoder)

Mekaniska skador orsakas genom yttre våld eller materialets egenvikt i olämpliga konstruktioner. Eftersom bly är så mjukt och lätt deformeras krävs förhållandevis lite yttre våld för att skador ska uppstå.

Skador som orsakats av materialets egentynghet är inte ovanliga på tak med olämplig utformning, eller på större monumentala skulpturer där form och storlek

tillsammans med otillräcklig godstjocklek eller svaga inre stödkonstruktioner har lett till att materialet deformerats.

Korrosionsskador uppstår där ett skyddande sulfatskikt inte har kunnat utvecklas och där det samtidigt har funnits korrosiva medier, till exempel undersidan av ett blyplåttak.

Reparationsmetoder

Omläggning av plåttak kräver att vissa plåtar gjuts på nytt och att den befintliga plåten används som huvudsakligt råmaterial.

Den plåt som ska bytas mäts upp, vägs och smälts tillsammans med en viss andel nytt material med lämplig sammansättning för att kompensera för förluster då den nygjutna plåten klipps till. Tekniken för att lägga blytak är speciell och beror på materialets egenskaper. Ett felaktigt utförande kan resultera i snabbt uppkomna skador.

Lagning av skulpturala fasadornament, skulpturer och liknande utförs genom att deformerade delar riktas och att sprickor löds. Ibland krävs ett stödskelett av stål.

Omfogning av blyinfattade fönster innebär att skadade infattningar byts ut och att nya profiler valsas och fogas med lödning. Detta arbete utförs av glasmästare med erfarenhet av blyspröjsat glas.

Miljöaspekter

Återanvändning, återvinning och deponi

Allt bly som används i metallform blir med tiden skrot och återvinns. Ungefär hälften av allt producerat bly i världen är återanvänd metall. Vid takomläggning återanvänds materialet direkt i anslutning till arbetet.

Bly och blyföreningar är giftiga och användningen bör på sikt avvecklas.

Kulturmiljövårdens andel av förbrukning och hantering av bly utgör dock en

mycket liten del av den totala användningen. Miljödepartementet påtalade i miljöpropositionen 1997/1998 med anledning av blyavvecklingen att hänsyn bör tas till kulturmiljövårdens behov av att få använda traditionella material och metoder.

Miljöpåverkan vid framställning och transport

Hantering av avfall och föroreningar från anrikning, rostning och den metallurgiska processen har förändrats väsentligt och i dag tas avfallet om hand. Ungefär hälften av de blyprodukter som produceras idag utgörs av omsmält återvunnen blymetall, vilket innebär att miljöpåverkan från metallurgiska processer begränsas. Även transporternas omfattning begränsas delvis.

Miljöpåverkan vid hantering

Den begränsade blyanvändning som är aktuell i svensk kulturmiljövård ger inga negativa effekter på miljön om gällande lagstiftning för arbetarskydd och miljöskydd efterlevs.

I detta sammanhang bör understrykas att all hantering av blymetall i flytande form, som vid gjutning, lödning och svetsning, innebär att metallen kan ryka. Man bör alltså vid varma blyarbeten skydda sig mot blyrök som är olämplig att inandas.

Miljöpåverkan vid bruksskedet

Det går inte att undvika erosion av fritt exponerade metallytor och att vissa blyföreningar kan anrikas i marken i direkt anslutning till objektet. På grund av detta är det viktigt att säkerställa att det inte sker några emissioner under bruksskedet som belastar avloppsverk eller vattenrecipient.

Materialets historia

Bly är en av de äldsta kända metallerna och har framställts metallurgiskt sedan tidig bronsålder i Egypten. Tidigt producerades bly i anslutning till de grekiska

silvergruvorna där avfallet från silverframställningen - blyoxid (PbO), även kallat litharge, blyglete eller silvervitt - användes för framställning av metalliskt bly.

Gruvdrift för brytning av blymalm och blyframställning i stor skala kännetecknar den romerska perioden, där fyndigheter i provinserna Britannien och Spanien utnyttjades.

Blymetall var mycket lätt att reducera direkt från blymalmen, vanligen en sulfidmalm, eller från avfallet från silverframställningen. Reduktionen gjordes antingen i öppna härdar eller i låga schaktugnar. I England övergick man med tiden till att använda flamugnar för blyreduktionen. I resten av Europa använde man fortfarande schaktugnar.

Den tidiga användningen omfattade sannolikt byggnadskonst i första hand eftersom bly användes för att fästa styrjärn i kolonnskaft och andra fogningar i stenbyggandet. Bly användes även i vattenledningar i hushållen i Grekland och i Rom. Under tidig europeisk medeltid började bly användas för taktäckningsändamål.

I Sverige har blymalm brutits sedan medeltiden, men enbart för silverframställning. Avfallet från silverframställningen togs inte tillvara förrän på 1800-talet då Sala silvergruva inriktade produktionen på bly istället för på silver.

Blyanvändningen i svensk byggnadskonst har varit relativt begränsad. Frånsett taken på vissa kyrkobyggnader (de flesta av danskt ursprung) har blymetall främst använts för att gjuta fast järn i stenkonstruktioner, som mellanlägg i kallmurade murverk av natursten och för infattning av fönsterglas och avtäckning på skorstenar.

Bly förekommer också i vissa traditionella färgpigment som blyvitt och blymönja. Båda pigmenten har förhistoriska anor som färgpigment, men blymönja har främst använts som rostskyddspigment sedan mitten på 1800-talet.

Litteratur

Barth, O., *Lärobok i Metallhyttkonst*, KTH, 1952

Berge, B., *Byggningsmaterialenes ökoologi*, Universitetsforlaget, 1992

Brennert, Sven, *Materiallära*, 1964

Byggnadsplåt, *Material och Utförande*, u.å. (2000)

Enghag, P., *Jordens grundämnen och deras upptäckt*, 2000

Gustavsson, L., *Blytak*, Riksantikvarieämbetet, 1999

Hofman, H.O., *Metallurgy of Lead*, 1918

Löfroth, C. Red., *Byggnadsindustrin, Praktisk uppslagsbok för byggnadsverksamhetens olika grenar*, 1914

Rothstein, E.E. von, *Handledning i Allmänna Byggnadsläran*, 1856, 1875 och 1890

Tegengren, F.R., *Sveriges Ädlare malmer och Bergverk*, SGU, Ser.Ca, N:o 17, Sveriges Geologiska Undersökning, 1924

Tylecote, R.F., *A History of Metallurgy*, 1979

Cement och cementbundna material

Denna artikel behandlar bindemedlet cement och andra tillverkade, hydrauliska bindemedel samt kompositmaterial och produkter med dessa bindemedel.

Skillnaden mot andra hydrauliska bindemedel som hydraulisk kalk är just att dessa senare är naturligt hydrauliska. (Se även Kalk).

Cement används, med undantag för cementfärg, aldrig ensamt utan ingår som bindemedel i en mängd andra byggnadsmaterial, till exempel betong, lättbetong, lättballastbetong, puts- och murbruk samt cementfärg. Cement ingår även i blandningar med andra bindemedel, exempelvis släckt kalk i KC-bruk, KC-puts och KC-färg.



Ett exempel på förtillverkade produkter: Kantsten av betong blev ett vanligt alternativ till granit under rekordåren på 1960-talet. De används vid trottoarkanter och kring planteringar och limmas fast mot underlaget med asfaltmassa. Foto: TER

Definitioner

Cement är ett hydrauliskt bindemedel i pulverform som tillsammans med vatten hydratiserar och bildar en hård massa. Med hydraulisk menas att bindemedlet hårdnar även utan tillgång till luft (se även Kalk).

Betong är ett kompositmaterial med två huvudkomponenter nämligen bindemedel (cementpasta) samt fin och grov ballast vilka tillsammans med olika tillsatskomponenter blandas och gjuts till produkter med vissa bestämda egenskaper.

Cementputs och cementbruk är kompositmaterial som liknar betong. Skillnaden är att de endast har fingraderad ballast.

Lättbetong (gasbetong) är cementpasta eller cementbruk, som med hjälp av tillsatsmedel sväller upp och får en kvarstående porositet efter hårdandet. Ibland räknas även lättballastbetong som lättbetong.

Konstgjord sten är det ursprungligen använda namnet för byggnadsprodukter som innehåller hydrauliska bindemedel. Namnet användes även bland annat för slaggtegel (se Slaggmaterial).

Med konstbetong menas normalt finbetong, som genom valet av delmaterial eller bearbetningsmetod fått en färg, form, ytstruktur eller liknande för att ge ett visuellt tilltalande intryck.

Artikeln har skrivits av TEr.

Antikvariska aspekter

Användningen av cementliknande, hydrauliska bruk och betong har en lång tradition i högkulturerna runt Medelhavet. Även på våra breddgrader har man sedan länge använt importerade ämnen som pozzulanum och trass, som ger kalkbruk hydrauliska egenskaper.

I Sverige använde man före 1850-talet hydrauliska bruk till putsbruk och murbruk samt i sällsynta fall till gjutbruk eller betong. Objekt där man kan verifiera ett tidigt användande av cementliknande bindemedel och gjutna konstruktioner måste därför betraktas såsom unika.

Den moderna användningen av gjuten betong i Sverige startade omkring 1860 då man började importera portlandcement. Byggnadsobjekt från denna tid har ofta fördelen att det finns en omfattande dokumentation sparad från nybyggnadstillfället. Dokumentationen kan bestå av allt från upphandlingskontrakt till information om materialets blandningsförhållande. Dessutom finns samtida facktidningsartiklar och debattartiklar som diskuterade "det underhållsfria materialets" fördelar och nackdelar.⁵²

Det kan emellertid vara svårt att okulärt identifiera detaljer av betong. De kan vara dolda bakom putsskikt eller under mark, och de kan ge sken av att vara sten eller något annat material.

Betongdetaljer vittnar, precis som stendetaljer, om tidens hantverksskicklighet. För betongen handlar det om formsättningskonst, men även efterbehandling av betongytor bär ofta spår av handens verktyg.

Vid arbeten med byggnadsverk som har ett högt kulturhistoriskt värde bör man anlita antikvarie och konservator för historisk bedömning och restaurering av betongdelar. Andra äldre byggnader kan renoveras av en entreprenör under tillsyn av en konservator och en antikvarie.

⁵² Johansson, Bengt J. O., *Betong och arkitektur Betongens utveckling i husbyggandet 1880-1940 med Göteborg som exempel*, Sektionen för arkitektur vid Chalmers tekniska högskola, 2000.

Förekomst, utvinning och framställning

Förekomst och utvinning

Kalksten och lera för tillverkning av cement utvinns i täkter nära tillverkningsorten. Cementtillverkningen i Sverige är numera (2001) koncentrerad till ett fåtal fabriker belägna i Slite, Skövde och Degerhamn.

Ballast i form av sand och singel för betongframställning förekommer naturligt i täkter medan makadam är krossad sprängsten.⁵³

Framställning

Cementet förekommer inte naturligt. Det är en sintrad och släckt form av kalksten. Cementet framställs numera genom att malen kalksten och malen kiselhaltig lera upphettas till cirka 1 500°C. Pulvret sintrar då till "stenar". Stenarna svalnar och mals tillsammans med en liten mängd gips till färdigt cementpulver (portlandcement). Man kan idag ge cementpastan eller det hårdnade cementet vissa förbestämda egenskaper genom att variera dess grundsammansättning och genom att välja olika tillsatsmedel.

Om leran utesluts och kalkstenen är helt fri från föroreningar, blir cementpastan inte hydraulisk, dvs. den stelnar inte under vatten (se vidare Kalk). Ursprungligen använde man naturlig vulkanisk aska (puzzolan), eller tegelpulver i stället för lera.

Det har funnits en äldre och en yngre metod för hanteringen fram till sintring, och det har funnits olika typer av sintringsugnar. Uppslagsverk från olika tidsepoker kan ge information om hur tidens cementframställning har gått till. Cementbruk och betong är kompositmaterial med bindemedel och ballast som huvudkomponenter som blandas till så kallad färsk betong med viss avsedd konsistens. Bindemedlet utgörs av cementpasta som är en blandning av cement av viss bestämd typ, luft och vatten.

⁵³ *Betonghandbok Material*, utgåva 2, Svensk Byggtjänst, 1997.

Utöver dessa huvudkomponenter finns olika komponenter som tillsätts för att ge den färska betongen till exempel en viss konsistens, eller för att ge den hårdnade betongen exempelvis frostbeständighet eller färg. Bestämmandet av de olika komponenternas blandningsförhållande kallas proportionering.

Blandningen kan göras på fabrik och levereras färsk till byggplatsen med bil. Blandningen kan också utföras på byggplatsen i en mobil betongstation eller, för mindre mängder, i betongblandare eller för hand. Den färska betongen måste formas (gjutas) inom en viss tid eftersom hårdnandet startar genast när vatten och cement blandas.

Lättbetong eller gasbetong tillverkas av skifferbränd kalk (Ytong och Durox) eller cementbruk (Siporex) med tillsats av aluminiumpulver som reagerar med bindemedlet och utvecklar vätgas som jäser massan under hårdnandet. Massan gjuts i stora formar, sågas till block och härdas i autoklav. Det sista behövs för att få fram en mer formstabil produkt. Även mekanisk inblandning av luft kan förekomma, och i så fall utesluts den gasbildande tillsatsen.⁵⁴

Lättballastbetong eller porballastbetong framställs genom att stenballasten i betongen ersätts med material som har låg volymvikt, exempelvis bränd, granulerad lera (Lecabetong och Klinkerbetong), pimpsten, perlite, vermiculite, bims (Bimsbetong, Santorinisten, Etnasten och Pimsbetong) eller olika former av slagg (slaggbetong). (Se Mureri).

Träbetong tillverkas av cementbunden träflis (fiberbetong), sågspån (sågspånsbetong) eller träull (träullsplattan).⁵⁵

Ballasten består vanligtvis av olika stora korn av något stenmaterial och sand. När ballasten består av enbart finkornigt material kallas betongen för cementbruk, tidigare även cementbetong. Den används till puts- eller murbruk och för gjutning

⁵⁴ *Handboken Bygg band 2 Material*, olika upplagor, AB Byggmästarens förlag/ Liber förlag, 1948, 1961, 1968 och 1984. *Mureri*, 3dje upplagan, Natur och Kultur, 1959.

⁵⁵ *Handboken Bygg band 2 Material*, olika upplagor, AB Byggmästarens förlag/ Liber förlag, 1948, 1961, 1968 och 1984.

av konstprodukter. Mycket finkornigt stenmaterial, filler, har på senare tid börjat användas för att förbättra betongens flytegenskaper.

Ballastens större korn varierar såväl i storlek som i material och kvalitet. Storleken varierar från grovt grus till sten och block. Block ingår dock aldrig i betongens blandning, utan tillförs i byggetappen som mer eller mindre slumpmässigt ilagda sparstenar.

Stenmaterialet är olika bergarter, antingen i naturlig form, singel, eller krossad form, makadam. Även krossat tegel har förekommit, och på senare år har man dessutom använt krossad betong. Porösa korn av slagg eller granulerad lera förekommer, vilket ger så kallad lättballastbetong.

Egenskaper

Formstabilitet

Betongens krympning beror på vattenavgång av icke kemiskt bundet vatten. Mest krymper betongen i de flesta fall under första tiden efter gjutningen. Krympningens negativa effekter bemästras med bland annat sprickarmering, lämplig storlek på gjutetapperna och efterarbete med vakuumbehandling. Ett högt vattencementtal ger större krympning.

Betongens krypning beror på yttre laster och därav uppkomna inre spänningar och relaxation.

Längdutvidgningskoefficienten för betong och lättballastbetong är $1 \cdot 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$, vilken är samma som för armeringsstål. Koefficienten för gasbetong är $0,8 \cdot 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$.

Gasbetong sväller vid fuktupptagning.

Färg- och färgstabilitet

Cement och betongprodukter har normalt gråa toner. Men genom att använda råvaror med låga halter av vissa metallföreningar och med hjälp av en speciell bränningsteknik går det att framställa ett vitt cement.⁵⁶

Genomfärgat cement innehåller en tillsats på 2-10 viktprocent pigment av finkorniga metalloxider.⁵⁷ Betongens hållfasthet påverkas inte direkt av rena pigment men dessa ger ett något ökat vattenbehov och därmed ökat vattencementtal.

Vanlig grå betong och pigmenterad betong har god färgstabilitet, men ytorna kan missfärgas av angrepp från alger och liknande organismer samt kalk- och rostutfällningar.

Ytstrukturer

Betongkonstruktioners och betongprodukters yta får den struktur som formmaterialet ger, eller den struktur som förbehandlingen eller efterbehandlingen ger.

Med förbehandling kan man till exempel förse ytan med frilagd ballast. Efterbehandling av betongens oformade överyta kan ske med kvastning, brädrivning eller stålglättning. Den avformade, hårdnade betongytan kan krysshamras, slipas eller poleras på samma sätt som natursten.⁵⁸

Ytan hos gasbetongblock har öppna runda porer, medan ytan hos lättballastbetong är knölig men relativt tät.

⁵⁶ *Betonghandbok Material*, utgåva 2, Svensk Byggtjänst, 1997.

⁵⁷ Bährner, Viktor, *Konstbetong*, andra upplagan, Svenska Cementföreningen, 1965.

⁵⁸ *Betongens yta*, andra upplagan, Koordinator/ Byggeforskningsrådet/ Allmänna Förlaget, 1986. Bährner, Viktor, *Konstbetong*, andra upplagan, Svenska Cementföreningen, 1965.

Inre struktur

Alla cementprodukter och betongprodukter är, i hårdnad form, mer eller mindre porösa och är därför kapillärsugande. Porositetens andel och struktur kan anpassas med sammansättningen. I första hand genom vattencementtalet, vattencementtal, vilket uttrycker viktsförhållandet mellan vatten och cement men även med tillsatsmedel. Tätheten och hållfastheten ökar med minskande vattencementtal.

Hydratiseringen (hårdnandet) av betongen fortsätter (i starkt avtagande hastighet) under lång tid. Cementgelen övergår då i en allt hårdare fas, och luftporositeten ökar i takt med att vatten binds kemiskt till cementet.

Beständighet

Normalt har hårdnad cement och betong god beständighet mot stillastående vatten, alkaliska ämnen, oljor och svaga syror. Beständigheten är mindre god mot starka syror (neutralisering), klorider i gasform eller i vattenlösning (kloridangrepp) samt rinnande, i synnerhet surt, vatten (cementurlakning, erosion, förkrustning). Även koldioxid inverkar på materialet (karbonatisering), men koldioxiden påverkar inte materialets inre stabilitet eller hållfasthet.

Materialet påverkas negativt av starkt växlande temperaturer i kombination med hög luftfuktighet och sur atmosfär - som till exempel i virkestorkar. Det pågår forskning på detta område. Ballastens pH-värde kan ha betydelse för betongens åldringsegenskaper. Sur ballast neutraliserar nämligen på sikt cementpastans alkali, och det ger betongen en nedsatt kemisk stabilitet.

Gasbetongens fukt- och gasgenomsläppliga struktur medför att eventuell armering måste korrosionsskyddas genom bstrykning med asfalt eller cementslamma.

Frostbeständighet

Frostbeständigheten är dålig hos betong under vissa betingelser. När betongen är starkt fuktig, med vattenfyllda sprickor och porer, och omväxlande fryser och tinar,

är risken stor för frostsprängning. I marin miljö eller i miljöer där tölsalter använts finns även risk för saltsfrostsprängning. Detta uppträder normalt som grova avflagningar från betongytan, eller som inre kaviteter med lös sand och sten under ett uppsprucket betonglock.

För gasbetong kan risk för frostsador uppstå när fukttinnehållet blir mer än 30 volymprocent.

Brandbeständighet

Betong har tack vare en relativt hög värmelagrande förmåga och måttlig värmeledningsförmåga även en god beständighet mot brand. Efter en längre tids upphettning kan det kristallint bundna vattnet avdunsta, vilket leder till upplösning av materialets inre bärförmåga.

Aluminatcement har hög värmebeständighet och tål temperaturer på uppåt 1 600°C. Även porballastbetong har bättre värmebeständighet än vanlig betong.⁵⁹

Hållfasthet

Hållfastheten påverkas av blandningsförhållandet och av kvaliteten på de ingående komponenterna. Generellt kan sägas att ett lägre vattencementtal ger en starkare betong. Draghållfastheten är cirka 10 procent av tryckhållfastheten.

Utbildning, bättre cementkvalitet, metodutveckling och ökad kunskap om proportionering och efterbehandling bidrog till att tryckhållfastheten efter 28 dagars härdning kunde stiga från 25 MPa (250 kg/cm²) år 1910 till 42,5 MPa år 1934.⁶⁰ Sedan 1979 bestäms hållfasthetsvärdena, och lasterna, med den så kallade partialkoefficientmetoden. Värden på hållfasthet före och efter 1979 är därför inte direkt jämförbara.

⁵⁹ Tepfers, Ralejs, (red) *Kompendium i byggnadsmaterial, allmän kurs, del 1 och 2*, Institutionen för byggnadsmaterial vid Chalmers tekniska högskola, 1975.

⁶⁰ Johannesson, Paul, *Betongens hållfasthetslära*, andra tryckningen, Läromedelsförlagen, 1970.

Den avsedda, men inte alltid uppnådda, hållfastheten för ett objekt med känd betongsammansättning och bekant produktionsår går att utläsa ur den betongnorm som gällde för det aktuella året. Hållfastheten kan även bedömas med förstörande eller icke förstörande provning. Betonglaboratorier utför sådan provning.

Produktformer och användningsområden

Betongens volymmässigt största användning har sedan länge varit i platsgjutna stomkonstruktioner, men även fabriksstillverkade former och detaljer förekommer. Portlandcement har sedan 1860-talet dominerat när det gäller cementtyp.

Traditionella förtillverkade former av betong är ornament i form av lister, bågar, arkivolter, gesimser, fönster- och dörrromfattningar, krönstenar, balustrad- och räckesdetaljer liksom friskulpturer och urnor. Senare kom även konstruktionsdetaljer som bjälklagsplattor, väggskivor, trappor, balkonger, sopedkast, pelare, balkar, pålar, stödmurar, rör, lekredskap - samt även spännarmerade konstruktioner som pålar, bjälklagsplattor, balkar och pelare.⁶¹

Murblock och kvaderblock av betong har förekommit i en mängd olika former och dimensioner, som homogena block eller hålblock. De homogena tillverkades som block (gråsuggor) med ett minsta höjdmått på 15 centimeter eller som sten med samma mått som normaltegel (Nopasten).

Betonghålblocken har utförts med kanaler i olika form och antal. Manosstenen hade tre långsmala, utefter blocklängden parallella, kanaler. Rexstenen hade tre kanaler och en planform som såg ut som ett tryckt "T". Parallellblock, Standardblock, Vibrexitblock och Poolblock har rätblocksform och har omkring 30 kanaler, som i samtliga fall, utom hos Parallellblocket, är slutna i blockens överkant.

⁶¹ Johansson, Bengt J. O., *Betong och arkitektur Betongens utveckling i husbyggandet 1880-1940 med Göteborg som exempel*, Sektionen för arkitektur vid Chalmers tekniska högskola, 2000. Bährner, Viktor, *Konstbetong*, andra upplagan, Svenska Cementföreningen, 1965. *Betongens yta*, andra upplagan, Koordinator/ Byggeforskningsrådet/ Allmänna Förlaget, 1986.

Takpannor av betong har funnits i olika storlekar, och har tillverkats med genomfärgat eller ytfärgat cementbruk.

Ytterligare en typ av förtillverkade betongprodukter är förspända, tråd- eller linarmerade pelare, balkar och plattor och även pålar. Flera byggsystem har funnits av vilka kan nämnas HDF- och Strängbetongsystemen samt TT-kassetter.

Gasbetong i form av block eller armerade balkar används till murning av väggar som normalt putsas eller som armerade plattor som används i yttertak och bjälklag.

Skumbetong är en annan form av lättbetong som framställs genom skumbildning med hjälp av hartstväål. Produkterna (Cellbetong, Cetong, Elastizell, Lättong och Betocel) användes mest platsgjutna. De var oarmerade på ställen där krympning inte utgjorde något problem, men har även tillverkats som murblock.⁶²

Porballastbetong används till murplattor och väggskivor (slaggbetong) och till murblock (Lecablock). Cementbruk och kalkcementbruk (KC-bruk) används som puts- och murbruk. KC-bruk är en platsblandning med vissa proportioner.⁶³

Cementfärg och kalkcementfärg (KC-färg) utförs oftast opigmenterade och är främst avsedda för att måla på utvändiga betong- eller putsytor.⁶⁴

Hantering och bearbetning på arbetsplatsen

Lyft, transport

Torrbruk till betong kan platsblandas med vatten eller levereras till arbetsplatsen färdigblandat i betongbil. I möjligaste mån lyfts den färska betongen till gjutplatsen i betongbask med byggkran. Vid mindre ombyggnader kan man kärra ut betongen. Detsamma gäller armering, formvirke, murblock och annat tyngre material.

⁶² Mureri, 3dje upplagan, Natur och Kultur, 1959.

⁶³ *Handboken Bygg band 2 Material*, olika upplagor, AB Byggmästarens förlag/ Liber förlag, 1948, 1961, 1968 och 1984.

⁶⁴ *Handboken Bygg band 2 Material*, olika upplagor, AB Byggmästarens förlag/ Liber förlag, 1948, 1961, 1968 och 1984, samt olika utgåvor av Hus-AMA.

Kapning, montering och applicering

Spännarmerade produkter och armerade lättbetongprodukter får inte kapas. Vid kapning av slakarmerade betongprodukter bör den kapade armeringen rostskyddsbehandlas.

Betongprodukter kapas med speciella betongsågar med diamantförsedda klingor, medan produkter av gasbetong och lättballastbetong kan sågas med grovtandad fogsvans.

Murblock och stenar muras oftast med halvstensförskjutning med tunnfog eller tjockfog, eller limmas. Blockmurar som ska putsas behöver inte stötfogar.

Nygjuten betong ska vibreras noga, men inte så mycket att den separerar. Därefter behandlas överytan på önskat vis och hålls sedan ständigt våt för att undvika ytsprickor.

Cementfärg och KC-färg levereras i pulverform. Färgen platsblandas med vatten enligt leverantörens anvisningar och målas med plafondpensel.⁶⁵

Ytbehandling och efterbehandling

Den nygjutna, mjuka betongytan kan kvastas, brädrivas, filtas eller stålglättas.

Den hårdnande betongytan kan behandlas med syratvättning, behuggning, slipning, polering, blästring, spackling med mera. Mejslar, hammare, slipmaskiner, putsmaskiner och andra redskap och verktyg för stenhuggare kan användas.⁶⁶

Murytor och gjutna ytor kan putsas eller målas med lämplig färgtyp samt förses med klotterskydd.

⁶⁵ *Handboken Bygg band 2 Material*, olika upplagor, AB Byggmästarens förlag/ Liber förlag, 1948, 1961, 1968 och 1984.

⁶⁶ Bährner, Viktor, *Konstbetong*, andra upplagan, Svenska Cementföreningen, 1965. *Betongens yta*, andra upplagan, Coordinator/ Byggeforskningsrådet/ Allmänna Förlaget, 1986.

Vård och underhåll

Vård-, skydds- och reparationsmetoder är som regel utarbetade för betong men flera av metoderna gäller i princip även på andra produkter som har cement som bindemedel. Det är viktigt att varje reparation och behandling föregås av en mycket noggrann förundersökning och projektering gjord av fackmän.⁶⁷

Det mest effektiva sättet att vårda betong är att se till att den inte kommer i kontakt med skadliga ämnen. Vatten är normalt inte skadligt. Fukten i betongen kan till och med hindra inträngning av skadliga klorider och koldioxid. Om karbonatiseringen har nått armeringen bör betongen dock hållas torr eftersom korrosionen påskyndas i fuktig miljö. Också om betongen har dålig frostbeständighet mår den bäst av att hållas torr.

Det kan vara värt att notera att ytskyddet för en betongmur kan bestå av ett offerskikt av cementputs.

Skadeorsaker

Karbonatisering innebär enkelt uttryckt att cementet genom påverkan av koldioxid återgår till kalksten. Koldioxidreaktionen börjar på ytan och växer med en front in i konstruktionen, alltmedan materialet mister sin alkalitet och får i det närmaste neutralt pH. Frontens inträngningsdjup är dock som regel mindre på konstruktionens fuktiga sida, eftersom fukten tätar ytan för gastransport.

Materialets övriga egenskaper påverkas inte av detta skeende, men när fronten når armeringen upphör betongens skyddande effekt på stålaterialet. Vid växlande uppfuktning och uttorkning av områdena kring stålet kan korrosionsangreppen starta, med rostsprängning som följd.

Kloridangrepp uppträder som lokal korrosion på armeringen. Kloridsaltet följer med fukten in i betongen. Liksom vid karbonatisering krävs tillgång på fukt och syre för att angreppet ska starta. Betongen påverkas inte heller här av angreppen,

⁶⁷ *Betonghandbok Reparation*, Svensk Byggtjänst, 1988

men när kloridjonerna når en viss kritisk koncentration vid armeringen inleds korrosionen.

Tösaltning är den främsta orsaken till kloridförekomst. Saltningen ger angrepp på kantbalkar till broar, nederdelar av bropelare och väggar. Klorider kan även vara tillsatta till betongen vid blandningstillfället för att, vid vintergjutning, påskynda hydratiseringen och på så sätt höja temperaturen i den nygjutna betongen.

Genom att analysera borrkax eller utborrade kärnprover kan såväl karbonatiseringsdjupet som kloridinträngningen kontrolleras.

Alkaliballastreaktioner (AAR) uppstår när ballast med lågt pH, exempelvis flinta, vid nedfuktning reagerar med cementet, samtidigt som det bildas en svällande gel som spränger sönder betongen i ett krackelerat mönster.⁶⁸

Skyddsmetoder

Det mest effektiva skyddet mot karbonatisering och kloridinträngning och dess korrosionseffekter är framför allt att hindra koldioxid och klorid från att nå betongytan. I de fall karbonatiseringen har nått armeringen kan det vara effektivt att med hjälp av fuktavvisande, hydrofob, behandling hindra fukt från att tränga in till armeringen. Denna metod är bra även mot frost- och saltfrostsprängning samt AAR. Det är dock viktigt att skyddet utförs så pass öppet för vattenånga att konstruktionen får möjlighet att torka ut. Om kloridjoner trängt in fungerar denna metod sämre

Preparaten och metoderna i nedanstående uppräkningslista skyddar konstruktionen från fukt och samtidigt låter materialet andas.⁶⁹

⁶⁸ *Betonghandbok Reparation*, Svensk Byggtjänst, 1988. *Skyddsbehandling av betong*, Svenska kommunförbundet, 1992. Lagerblad, Björn, Trägårdh, Jan, *Ballast för betong - egenskaper, karaktärisering, beständighet och provning*, CBI-rapport 4:95, 1995.

⁶⁹ Material- och utförandeföreskrifter för ytbehandlingsprodukter för betong se *Bro 94*, Vägverket, 1994 och Johansson, Lars, *Ytbehandling av betongkonstruktioner utomhus*, CBI-rapport 4:93, 1993.

- Tak över utsatta betongkonstruktioner, eller luftad inkapsling kring dem, kan skydda mot nedfuktning på grund av regnvatten, trafikskvätt med mera.
- Impregnering av betongytan med silaner eller blandningar av silaner och siloxaner. Ämnena finns som lösta i sprit eller lacknafta, samt numera även som gel i kombination med bentonitlera. Impregneringen är inte UV-beständig och den har begränsad nötningstålighet, men dessa olägenheter minskar med ökat inträngningsdjup. Medlet stryks på torr betongyta och får verka under viss tid varefter lerskiktet avlägsnas. Det finns flera tillverkare.
- Skyddsbeläggning med asfaltmastix. Beläggningsen har låg motståndskraft mot nötning, och kräver som regel skyddsskikt av betong i utsatta lägen.⁷⁰
- Skyddsbeläggning med epoxi. Den får god vidhäftning. Vidare ger den hård och slitstark yta, med hög beständighet mot många syror och alkalier men inte mot starka syror och organiska lösningsmedel. Beläggningsen ger en tät yta även mot vattenånga, vilket kan hindra betongen från att torka ut och alltså leda till frostsprängning.
- Skyddsbeläggning med akrylatfärg. Tjocka färgskikt ger ett väderbeständigt skydd med god täthet mot koldioxid men sämre täthet mot vattenånga vilket ger viss uttorkningseffekt. Beständigheten mot lösningsmedel och kemikalier är låg. (Se även Akrylatfärg)
- Skyddsbeläggning med cementbaserat eller polymerförstärkt slanningsbruk eller puts kan bromsa karbonatiseringen.⁷¹

Beläggning med cementfärg, kalkfärg, silikatfärg och linolja ger ingen eller mycket begränsad skyddseffekt. Silikatfärg har dock god vidhäftning på betongytor.⁷²

Reparationsmetoder

Vid cementurlakad betong:

- Hela det vittrande skiktet avlägsnas. Färsk betongyta frambilas. Eventuell

⁷⁰ Materialegenskaper i övrigt och utförande se *Hus-AMA 98*, Svensk Byggtjänst, 1998.

⁷¹ Olofsson, I., Eriksson, B., Berntsson, L., *Reparationsmetoder. Teknik och ekonomi vid reparation av betongskador på parkeringsdäck*, Byggeforskningsrådet R1:1994.

⁷² Leijonhufvud, S., *Betonggolvet*, Cementa handbok 6, 1973.

armering borstas eller blästras ren från korrosion och rostskyddsbehandlas eventuellt. Betongytan förbehandlas med cementslamma. Ny betong gjuts så lika den befintliga betongen som möjligt utan att riskera ny urlakning.



Denna hundraåriga sockelmur av betong hade redan från början alltför lite cement i bruket vilket medförde stor porositet och snabb urlakning av cementet. Här bilas ytskikt och det inre, sandiga materialet bort och ersätts med ny, frisk betong. Man kan här se de stora sparstenarna som lades i betongen som utfyllnad. Tumstocken är utfälld till 120 cm. Foto: TER

Följande alternativa metoder kan behöva kombineras, och metoderna kan även kombineras med ovan beskrivna skyddsmetoder.

Vid karbonatiserad betong (behöver endast utföras om risk för armeringskorrosion föreligger):

– Hela det karbonatiserade skiktet avlägsnas. Färsk betongyta frambilas.

Armeringen borstas eller blästras ren från korrosion och rostskyddsbehandlas eventuellt. Betongytan förbehandlas med cementslamma. Ny betong gjuts lika den befintliga betongen. Vid betong med kloridskador:

– Se under ”Vid karbonatiserad betong”.

– Katodiskt skydd. Metoden är etablerad och väl dokumenterad och har givit goda resultat.⁷³

⁷³ Se vidare Leijonhufvud, S., *Betonggolv*, Cementa handbok 6, 1973 respektive *Betonghandbok Reparation*, Svensk Byggtjänst, 1988.

– Kloridutdrivning med kloridabsorberande beläggning eller med elektrokemisk anordning.⁷⁴

Håltagningsmetoder

Olika metoder för håltagning och partiell rivning beskrivs i en längre och i en kortare skrift.⁷⁵

Miljöaspekter

Miljöpåverkan vid framställning och transport

Kalksten och makadam bryts ur berg och är ändliga resurser med god tillgång. Sand och singel tas ur täkter och är också ändliga resurser. När det gäller singel anses tillgången numera vara begränsad. Brytningen medför sår i naturen som inte kan repareras. Den innebär även stor energiförbrukning, buller och utsläpp av avgaser till luften.

Även krossning, malning och bränning av cementet samt transporter av material till och från betongstationen innebär energiförbrukning och avgasutsläpp. Under tillverkningsprocessen förbrukas dessutom stora mängder vatten.

Miljöpåverkan vid hantering

Buller och vibrationer kan vara störande för de kringboende. Formsättnings-, armerings- och gjutningsarbete är ergonomiskt mycket påfrestande, och det gäller särskilt vid nybyggnads- och större ombyggnadsobjekt. Vid reparationer och mindre ombyggnader kan damning vid platsblandning av betong, tunga lyft, trånga passager samt besvärliga arbetshöjder och arbetsställningar utgöra arbetsmiljöproblem.

⁷⁴ Se vidare Leijonhufvud, S., *Betonggolv*, Cementa handbok 6, 1973 respektive Olofsson, I., Eriksson, B., Berntsson, L., *Reparationsmetoder. Teknik och ekonomi vid reparation av betongskador på parkeringsdäck*, Byggeforskningsrådet R1:1994.

⁷⁵ Jönis, P. J., Molin, C., *Håltagning i och partiell rivning av betong vid ombyggnader*, CBI-rapport 1.85, 1985. Molin, Christer, *Betong och ombyggnad En översiktlig studie 1980*, CBI-rapport 4.86, 1986.

Vid rivning av och håltagning i betongkonstruktioner alstras mycket buller, vibrationer och damm, som påverkar såväl arbetsmiljön som närmiljön för de kringboende.

Miljöpåverkan vid bruksskedet

Betong har god förmåga att lagra fukt och värme, vilket bidrar till ett jämnare inomhusklimat. Jämfört med hus med lättare stomme blir det ofta en lägre energiförbrukning under förvaltningsskedet.

Betong i sig avger inga skadliga emissioner. Det är dock viktigt att betongen tillåts torka ut tillräckligt innan man lägger på täta mattor eller målar.

Vissa äldre typer av lättbetong kan, beroende på betongens sammansättning, avge varierande mängder radongaser.

Återanvändning, återvinning och deponi

Prefabricerade betongvaror, som murblock, balkar, pelare och plattor, kan återanvändas om de rensas rena från fogbruk och liknande.

En ökande andel av den rivna betongen går numera till återvinning i krossad form som ballast vid ny betongtillverkning. En mindre ädel form av återvinning är när det rivna materialet används som fyllning i vägbankar.

Deponi är inget direkt miljöhot eftersom betong inte avger några skadliga ämnen om betongen inte är förorenad av till exempel oljor eller är smittad av PCB eller något annat miljögift. Cement och betong av äldre datum kan innehålla en liten mängd krom, men det anses inte vara något miljöproblem.

Armeringsjärnen måste bilas fram ur betongen vid återvinning och helst även vid deponi. Den kan annars vara en skaderisk för människor och djur vid tipplatsen. Använd armering har som regel ett visst skrotvärde.

Materialets historia

Material, konstruktion och arkitektur

Hydrauliska bruk har utvecklats och använts av fenicier, greker, romare och andra folk runt Medelhavet sedan 700-talet f.Kr. Några exempel är cisterner på ön Santorini, kupolerna över Pantheon i Rom och Hagia Sofia i Istanbul samt murverket i Pont du Gard i Provence. Antydningar om att hydrauliska bruk använts ännu tidigare finns bland annat i Bibeln.

Hydrauliska bindemedel, exempelvis bränd kalk blandad med importerad pozzulanum (trass) till romancement, användes för att ge konstruktionerna kring krutkammaren i Kalmar slott (1600-tal) en godtagbar stadga och bärförmåga mot befarade påfrestningar.

Uppfinningen av den moderna cementtypen brukar tillskrivas engelsmannen Joseph Aspdin, som 1824 brände kalksten tillsammans med lera och därmed framställde portlandcement. Det är inte omöjligt att små partier av detta cement genast började importeras till Sverige. Armerad betong har använts utomlands sedan 1800-talets början - men under tidigare år oftast tillsammans med hönsnät, järnbalkar och andra järnprodukter som tillverkats i andra syften än som armering.

Cement och betong har haft sin egentliga användning i svenskt byggande sedan 1860-talet, med en tydlig storhetstid som började på 1930-talet. Det finns flera exempel på att betong använts under 1800-talets senare hälft, både som förtillverkade fasadsmyckningar och som platsgjutna konstruktioner. Byggsystem som utvecklades i Europa och USA vann som regel snabbt terräng även i Sverige.

Begreppet cement har använts i Sverige som benämning på hydrauliska bruk även före portlandcement. Bergsingenjören Sven Rinman använde termen på 1700-talet

om ett bruk som bereddes av kalk som blandats med rödfyr (bränd alunskiffer), krossad tegel eller krossad slagg.⁷⁶ Här följer en kortfattad svensk historik:⁷⁷

1860-talet: betong börjar användas främst inom anläggningsbyggande, i bland annat hamn- och kajbyggnader och som olika fundament inom industrin. Under denna tid importerades portlandcementet från främst England.

1870- och -80-talen: cementbetong och cementbruk används i förtillverkade element som ersätter huggen sten i ornament och detaljer på husfasader. Tegelmurar putsas med cementputs.

Under 1870-talet börjar man utföra betongen armerad, först med skrot i form av järnvägsräls. I slutet av årtiondet börjar armeringsjärn specialtillverkas för ändamålet, först som smidda fyrkantsstänger och därefter som slätvalsade rundprofiler.

År 1873 startar Skånska Cement AB Sveriges första cementtillverkning i Lomma. Kalksten och lera hämtas från Limhamn.

1880-talet: i källarbjälklag i bostadshus, och i industribyggnader även mellanbjälklag, ersätts stickvalv av tegel med valv av platsgjuten oarmerad betong. Platsgjutna oarmerade betongsulor börjar ersätta rustbäddar av trä vid grundläggning av husbyggnader och broar. Eventuellt kan slaggcementplattor ha börjat tillverkas i Sverige redan detta årtionde.

1890-talet: betongen börjar användas även i pelare och i inre och yttre murar i källarvåningar samt i trappor och trapphus i byggnader med speciella brandkrav. Murarna gjuts med ett visst inslag av knytnävsstora "sparstenar" och får i stort sett samma mått som tidigare stenmurar. Gips börjar blandas i cementet för att fördröja

⁷⁶ Rinman, Sven, *Bergwerks lexicon 1-3*, Jernkontoret, 1788-8

⁷⁷ Se även Rothstein, E. E. von, *Byggnadslära*, 1890; Dravnieks, Gunnar, *Byggnadets ord*. Betydelse Ursprung Historia, Svensk Byggtjänst, 1988; Johansson, Bengt J. O., *Betong och arkitektur Betongens utveckling i husbyggandet 1880-1940 med Göteborg som exempel*, Sektionen för arkitektur vid Chalmers tekniska högskola, 2000; samt *Mureri*, 3dje upplagan, Natur och Kultur, 1959.

hydratiseringen. Grundsulor börjar armeras med långsgående järnbalkar. Mellanbjälklag börjar utföras armerade enligt de utländska byggsystemen. Man börjar tillverka profilerade och vridna armeringsstänger, vilket skapar en bättre samverkan mellan stål och betong.

Från 1905 till 1940 utförs betongbjälklagen i bostadshus allt oftare armerade, enkelspända (armering i endast en riktning), relativt tunna och med plan undersida - men likaledes upplagda på väggar och balkar med antingen synliga eller ingjutna underflänsar och balkliv. Allteftersom tekniken och materialens hållfasthetsegenskaper utvecklas kan bjälklagens spännvidd öka med bibehållen, relativt liten, tjocklek. Man kan därför utesluta mellanupplag i form av stålbalkar, om rummets mått hålls inom rimliga gränser och bjälklagen görs dubbelspända.

Omkring 1930 startar svensk tillverkning av gasbetong, först "Ånghärdad gasbetong" av Yxhults stenhuggeri AB (från 1940 Ytong) och ett par år senare Siporex av cementindustrin.

Från cirka 1930 börjar sparsten slopas. Murarna börjar utföras rutnätsarmerade och kan av den anledningen göras slankare.

År 1940 byggs den första svenska spännarmerade betongbron, (med efterspänd armering). Även hallbyggnader och andra byggnader med krav på stora spännvidder utförs med spännarmerade konstruktioner, men då oftast med förespända prefabricerade (förtillverkade) byggnadsdelar.

År 1941 valsas i Smedjebacken de första armeringsjärnen med kammar. Dessa kamjärn förbättrade samverkan mellan armering och betong jämfört med slätvalsad armering.

På 1950-talet inleds rekordåren i svenskt bostadsbyggande och förtillverkade volymelement, med kök och våtrum, lanseras. Efter 1950 byggs inga murar med sparsten.

På 1970-talet introduceras den fiberarmerade betongen. Rekordåren upphör 1975.

Byggsystem och teorier

Bland betongens förgrundsfigurer märks fransmännen Monnier som 1867 fick patent på en konstruktionsform av cementputs på armeringsnät, och Hennebique, som var teoretiker och som 1892 konstruerade bärande bjälklag av armerad betong. Hennebique är även upphovsman till namnet "beton armé".

Även i Tyskland fanns stora teoretiker, bland andra Köhnen (teori 1886, byggsystem 1898) och Wayss (teori och byggsystem 1887). Amerikanen Turner och schweizaren Maillart konstruerade, var för sig, de första pelardäcken omkring år 1900.

Bland de svenska teoretikerna kan nämnas Hjalmar Granholm som på 1930- och 1940-talen utvecklade beräkningstekniken. Fransmannen Freyssinet anses vara spännbetongteknikens upphovsman (teori 1935).⁷⁸

Under senare delen av 1800-talet utvecklades således både tekniken och beräkningsteorierna kring armerad betong i flera länder i Europa och i USA. År 1877 utkom de första beräkningsnormerna i Tyskland och 1903 de första i Schweiz.

Sveriges första normsamling utkom 1907 under namnet "Bestämmelser för utförande av arbeten av betong och armerad betong". Denna normsamling hade dock föregåtts av normförslag och tyska översättningar. Sedan dess har normer utkommit år 1924-1926, 1934-1943, 1949-1957, 1960-1968 och 1979. Den senaste utgåvan av den i dag gällande, Bestämmelser för betongkonstruktioner, BBK,

⁷⁸ Dravnieks, Gunnar, *Byggandets ord*. Betydelse Ursprung Historia, Svensk Byggtjänst, 1988. Johansson, Bengt J. O., *Betong och arkitektur Betongens utveckling i husbyggandet 1880-1940 med Göteborg som exempel*, Sektionen för arkitektur vid Chalmers tekniska högskola, 2000.

utkom 1994. Även för spännbetong, lättklinkerbetong och lättbetong finns nya och gamla normer och standarder.⁷⁹

Arbetsmetoder

Fram till omkring 1910 blandades betongen med mycket litet vatten, så kallad stampbetong. Det gav visserligen en hållfast produkt när den bearbetades väl, men det gjorde även den färska betongen svårarbetad med bland annat dålig formutfyllnad som följd.

"Torrperioden" avlöstes av en "våtperiod" då betongen fick ett stort vatteninnehåll. Det gav en lättarbetad färsk betong, men man fick nu en färdig produkt med stor krympning, sprickighet, porositet och med låga hållfasthetsvärden. Den i Frankrike uppfunna vibreringsmetoden började användas i Sverige på 1930-talet, vilket gjorde att även styvare betong lättare kunde bearbetas och komprimeras.

Litteratur

AFS, Arbetarskyddsstyrelsens författningssamling, flera nummer, Arbetarskyddsstyrelsen, numera Arbetsmiljöverket

Betongens yta, andra upplagan, Coordinator/ Byggeforskningsrådet/ Allmänna Förlaget, 1986

Betonghandbok Material, utgåva 2, Svensk Byggtjänst, 1997

Betonghandbok Reparation, Svensk Byggtjänst, 1988

Bro 94, Vägverket, 1994

Bährner, Viktor, *Konstbetong*, andra upplagan, Svenska Cementföreningen, 1965

C. Molin, *Ombyggnadsrivning i betong*, CBI informerar 3.86, 1986

⁷⁹ Tepfers, Ralejs, (red) *Kompendium i byggnadsmaterial, allmän kurs, del 1 och 2*, Institutionen för byggnadsmaterial vid Chalmers tekniska högskola, 1975. Johannesson, Paul, *Betongens hållfasthetslära*, andra tryckningen, Läromedelsförlagen, 1970.

- Dravnieks, Gunnar, *Byggandets ord. Betydelse Ursprung Historia*, Svensk Byggtjänst, 1988
- Handboken Bygg band 2 Material*, olika upplagor, AB Byggmästarens förlag/
Liber förlag, 1948, 1961, 1968 och 1984
- Hus-AMA 98*, Svensk Byggtjänst, 1998
- Johannesson, Paul, *Betongens hållfasthetslära*, andra tryckningen,
Läromedelsförlagen, 1970
- Johansson, Bengt J. O., *Betong och arkitektur Betongens utveckling i husbyggandet 1880-1940 med Göteborg som exempel*, Sektionen för arkitektur vid Chalmers tekniska högskola, 2000
- Johansson, Lars, *Ytbehandling av betongkonstruktioner utomhus*, CBI-rapport 4:93, 1993
- Jönis, P. J., Molin, C., *Håltagning i och partiell rivning av betong vid ombyggnader*, CBI-rapport 1.85, 1985
- Lagerblad, Björn, Trägårdh, Jan, *Ballast för betong - egenskaper, karaktärisering, beständighet och provning*, CBI-rapport 4.95, 1995
- Leijonhufvud, S., *Betonggolv*, Cements handbok 6, 1973
- Molin, Christer, *Betong och ombyggnad En översiktlig studie 1980*, CBI-rapport 4.86, 1986
- Mureri*, 3dje upplagan, Natur och Kultur, 1959
- Olofsson, I., Eriksson, B., Berntsson, L., *Reparationsmetoder. Teknik och ekonomi vid reparation av betongskador på parkeringsdäck*, Byggforskningsrådet R1:1994.
- Rinman, Sven, *Bergverks lexicon 1-3*, Jernkontoret, 1788-89

Rothstein, E. E. von, *Byggnadslära*, 1890

Skyddsbehandling av betong, Svenska kommunförbundet, 1992

Tepfers, Ralejs, (red) *Kompendium i byggnadsmaterial, allmän kurs, del 1 och 2*,
Institutionen för byggnadsmaterial vid Chalmers tekniska högskola, 1975

Färger

Denna artikel innehåller övergripande texter som ger en bakgrund till samtliga färgmaterial.

Färg, i betydelsen målningsfärg, avser en blandning av bland annat bindemedel och färggivande pigment, medan beteckningen lack avser opigmenterade produkter som bildar ett fast genomskinligt skikt. Pigmenterade lacker är egentligen per definition lackfärger, men kallas ofta lack av gammal hävd och vana. Färger och lacker är komplicerade materialkategorier sammansatta av flera komponenter, exempelvis bindemedel, olika typer av pigment, lösningsmedel och andra tillsatser. De ingående komponenternas handelsnamn består ofta genom historiens gång, men det är inte ovanligt att innehållet förändras både till sammansättning och till sina egenskaper. Det är också vanligt att förändringarna sker stegvis, med förbättrade egenskaper ur en synvinkel och sämre ur en annan.

Den polymertekniska utvecklingen går snabbt. Och lika snabbt som nya material ersätter de gamla, lika snabbt faller kunskap om äldre material i glömska hos dem som inte längre tillverkar eller använder dem. Det är tänkvärt, att vi trots västvärldens tekniska och vetenskapliga utveckling, inte fullt ut kan förklara alla detaljer kring de kemiska processer som hör till det traditionella måleriet, exempelvis vissa delar av linoljans torknings- och polymerisationsprocess.

Artikeln har skrivits av KKLy.

Färgmaterialens uppbyggnad

Baskomponenterna i måleriprodukter – bindemedel, pigment, fyllmedel, lösningsmedel och andra tillsatser – finns i ett antal olika former. I det befintliga produktsortimentet kombineras de i ett stort antal kombinationer och koncentrationer, vilket i sin tur ger en stor variation av egenskaper hos de enskilda produkterna.

Bindemedel

Färgernas bindemedel är en av de mest betydande komponenterna och bestämmer de flesta av materialets egenskaper. Ofta ger de också namn åt färgtypen, exempelvis akrylatfärg, alkydfärg, linoljefärg eller limfärg. Under målningen är bindemedlet flytande och övergår under torkningen till en fast film som fäster vid underlaget och binder samman färgmaterialets olika komponenter till ett sammanhängande skikt.

Pigment och färgämnen

Pigment ger färgen kulör och består av fasta partiklar. De täcker bra och döljer underlaget om skillnaden i ljusbrytande egenskaper jämfört med bindemedlet är tillräckligt stor. Krita är exempel på ett pigment som är väl täckande i limfärger, medan det knappt kan skönjas i oljefärger.

Vissa kombinationer av pigment och bindemedel kan också ha fördelar av att kemiskt reagera med varandra, exempelvis linolja med vissa blypigment som ger väderbeständiga och elastiska filmer.



Bilden visar syntetiska, oorganiska pigment, varav de tre till vänster av miljöskäl har ersatts med organiska alternativ. Foto: KKLy

De pigment som traditionellt använts i byggnadsmåleriet är till största delen oorganiska föreningar, uppbyggda av mineral- och metallföreningar. Dessa är till skillnad från många organiska färgämnen mycket färgbäständiga och påverkas inte så lätt av solljus eller regn. Men organiskt uppbyggda färgämnen har också använts

som komplement till en färgskala av jordfärger och dyrbara, malda halvädalstenar. Både organiska färgämnen och oorganiska pigment kan delas upp i syntetiskt framställda, respektive naturligt förekommande.



I äldre tider användes en löpare, en koniskt formad sten för att fördela pigmentet i lösningsmedlet.
Foto: KKLy

Jordfärgspigment som ockror, umbror, samt bränd & obränd terra och krita finns i naturen. Fyndigheterna exploateras genom att pigmenten bryts, slammas, torkas och mals. Ibland bränns de i ugnar för att ge andra och kraftigare kulörer. De naturliga jordfärgspigmentens kemiska struktur kan imiteras och framställas syntetiskt, detta medför dock att man förlorar den variation av mineralsammansättning och partikelstorlekar som finns hos naturliga pigment.

Många av de syntetiskt framställda oorganiska pigmenten, till exempel berlinerblått, kromgult, kromrött, kromgrönt, kromoxidgrönt koboltblått, kadmiumgult och kadmiumrött, har introducerats under de sista 300 årens industrialisering. Av miljöskäl ersätts vissa av dem numera med syntetiska, organiska pigment, till exempel azoföreningar eller föreningar med kopparftalocyanin.⁸⁰

⁸⁰ Andersson, Stig, Sonesson, Artur, Vannerberg, Nils-Gösta, *Kemin i samhället*, Esselte studium, 1989.



Numera används ofta organiskt uppbyggda "färgpigment" som kan ändra utseende efter påverkan av t.ex. UV-ljus. Denna gavel var en gång målad i exakt samma kulör, men med färg av olika fabrikat. Foto: KKLy

Fyllmedel

Som fyllmedel används ofta kalciumkarbonat (krita) eller bariumsulfat. Fyllmedlen ger inte färgen kulör. Deras funktion är istället att ge färgen "kropp" - en viss konsistens och sammanhållning av färgmaterialet, vilket gör dem användbara som substrat till organiska färgämnen.

Fyllmedel är också ett klassiskt utspädningsmedel vid tillverkning av billiga färgprodukter, så kallad förskärning, vilket ger färgmaterialet sämre egenskaper. Men de kan också förbättra färgens hårdhet och slitstyrka, och ökar ibland färgens förmåga att fästa vid underlaget.⁸¹

Lösningsmedel

Lösningsmedel är ett samlingsnamn för de flyktiga vätskor som avdunstar vid målning. I målerisammanhang syftar ordet oftast på organiska lösningsmedel som är skadliga ur hälso- och miljösynpunkt. Till organiska lösningsmedel räknas exempelvis terpentin med vegetabiliskt ursprung. Vegetabiliskt terpentin från olika träarter har använts till färger och lacker under århundraden inom det svenska byggnadsmåleriet.

När alkyderna introducerades på 1940- och 1950-talet tog lacknaftan över mycket av terpentinets marknadsandelar. Lacknafta är en blandning av alifatiska och

⁸¹ Andersson, Stig, Sonesson, Artur, Vannerberg, Nils-Gösta, *Kemin i samhället*, Esselte studium, 1989.

aromatiska kolväten som framställs genom raffinerade destillat från avsvavlade råolja.⁸²

Sickativ

Sickativ, eller torkmedel som de tidigare kallades, består av metallsalter som katalyserar torkningsreaktioner i oljehaltiga bindemedel, exempelvis kobolt- och mangansalter. De kan också påverka bindemedlets egenskaper på andra sätt genom kemisk reaktion, som exempelvis bly-, kalcium- och zirkonium-salter.

Andra tillsatser

En vanlig tillsats är "antiskinn agent" eller anti-skinns medel, medel som förhindrar att det bildas skinn på färgen då den förvaras i en sluten burk. Det finns också tillsatser som förhindrar att pigmentet bildar en hård kaka på botten och skumdämpande medel som hindrar att det bildas luftblåsor i färgen när man stryker den med pensel eller roller, fungicider som hindrar mögelbildning och ibland används också silikonolja - organiska kiselföreningar som kan skydda blanka färger från att få repor.

Färgers och lackers historia

Färger och lacker har använts genom årtusenden, både för att försköna och för att skydda sitt underlag. De äldsta spår vi känner till av färgmaterial dateras till ca 20 000 f. Kr. och utgörs av grottmålningar i Spanien, Frankrike och Australien. Dessa målningar utfördes med röda, gula, bruna, gröna och vita jordfärgspigment och svart kol som blandats med bindemedel av djurfetter, blod, äggvita och äggula.

I den bibliska berättelsen uppmanas Noa att täta sin ark med beck. Forskarna menar att det avser en form av flytande asfalt som sipprade upp ur marken, en fossil naturfyndighet, inte helt olik vår tids asfalt-bitumen-produkter som fraktionerats av råolja.

⁸² Andersson, Stig, Sonesson, Artur, Vannerberg, Nils-Gösta, *Kemin i samhället*, Esselte studium, 1989.

Egypterna använde sig av beck och hartser för att tätta sina båtar, men trots att torkande oljor var kända finns det inga bevis för att de visste hur de användes för att framställa färger eller lacker. "Bristen på bevis" kan dock delvis ha sin förklaring i svårigheterna att identifiera och analysera forntidens starkt nedbrutna organiska material. De egyptiska templens stenar var för övrigt rikt kolorerade med en teknik där pigment gnuggats in i stenarna.

I Japan och Kina har man sedan årtusenden framställt lacker ur ett latexextrakt från Urushi-trädet. Extraktet torkar i fuktig atmosfär och lackerna sägs ha en imponerande beständighet.

Från tiden kring Kristi födelse har både greker och romare använt färg för dekorationsändamål. Romarna tillverkade exempelvis flera syntetiska färgmaterial som blyvitt, blyoxid, blymönja och verdigris.⁸³ Syntetiskt framställda pigment finner vi också i den nordiska medeltida kyrkokonsten, jämsides med organiska färgämnen, naturliga jordfärgspigment och malda halvädalstenar. De relativt omfattande material av medeltida träskulpturer som bevarats i Sverige visar att man använde sig av oljefärger av torkande oljor, till exempel linolja, redan under slutet av 1100-talet. Träskulpturerna försågs i de allra flesta fall med en grundering av krita och animaliskt lim, och målades därefter i starka färger. De kunde förgyllas med bladguld, eller silver som lackades med en guldfärgad lack för att efterlikna guld.⁸⁴ Spår av medeltidens kalkmåleri finns framför allt i kyrkliga interiörer. Det som finns bevarat är dock en bråkdel av det som en gång fanns.

Högre stånds byggnader har i allmänhet stått modell för målning av enklare bebyggelse. Med förebilder i den tyska och holländska senrenässansens tegelfasader, portal- och fönsteromfattningar i sandsten, användes från senare delen av 1500-talet rödfärgspigment från Kopperberget för avfärgning av puts- och tegelväggar. Under 1600- och 1700-talet ströks timrade byggnader med rödtjära

⁸³ Seymour, Raymond B., (red.) *History of Polymer Science and Technology*, Dekker, cop. 1982. Seymour, Raymond B., Mark, Herman F.(red.) *Organic Coatings: Their Origin and Development*, Elsevier Science Publishing Co., Inc, 1990.

⁸⁴ Karlsson, Lennart, Lindgren, Mereth, Nockert, Margareta, Piltz, Anders, Svanberg, Jan, Tångeberg, Peter, Ullén, Marian, *Den romanska konsten*, Signum, 1995.

och rödfärgspigment. Välbärgade bönder och präster tog efter under 1700- och 1800-talet då rödfärgen blev allt vanligare. Vid denna tidpunkt hade högre stånds byggnader sedan länge bytt kulör, från rött till gult, eller andra ljusa färger, vilket också innebar en materialväxling från slamfärgens rödfärg till ljusa oljefärger.

Rödfärgen fann alltså sin väg genom de sociala skikten. På samma sätt utgjorde oljefärgen, som blev vanlig inomhus under 1600-talet, ett exklusivt och representativt målningsmaterial på fasader av hyvlad träpanel från andra hälften av 1700-talet. Inomhus användes främst limfärg, oljefärg och lacker av vegetabiliska oljor och hartser, men det finns också exempel på att tempera har använts på inredningar och möbler.

Fram till 1900-talets mitt har dessa traditionella färgmaterial dominerat byggnadsmåleriet. Och ungefär vid denna tidpunkt ersattes linoljefärger och oljelacker av alkydoljefärger. Vinylfärger av olika slag började användas som invändiga tak- och väggfärger, samt utomhus på betong och plåt och senare på trä.



Problem med flagnande linoljefärg på 1950-talet gjorde övergången till alkyd- oljefärg till en enkel fråga. En ny tid välkomnade ny teknik och nya material. Foto: KKLy

De nya färgmaterialen innebar revolutionerande förändringar, och man talar ibland om det hisnande perspektivet, att det har hänt mer inom färgteknologin under de senaste femtio åren än vad som hänt under föregående 40 000 år. Det går också att vända på resonemanget, det är lätt gjort att underskatta historisk färgteknologi, och en utmaning att lära mer om historiens färgmaterial och dess mekanismer, med hjälp av vår tids teknologi.

Färgens historia är kopplad till de värderingar som gällt under olika tidsperioder där materialets egenskaper prioriterats på olika sätt. I tidigare skeenden har kanske materialens beständighet värderats högst, medan vår egen tid värnar om miljö och hälsa. Det går bara att spekulera i vilka värderingar som kommer att styra i framtiden. Kanske nuvarande tankegångar om långsiktiga lösningar till slut ger helt nya utgångspunkter. Oavsett vad framtiden innebär, har vi självfallet nytta av att förvalta den kunskap som byggts upp under drygt 40 000 år.

Litteratur

Andersson, Stig, Sonesson, Artur, Vannerberg, Nils-Gösta, *Kemin i samhället*, Esselte studium, 1989

Fridell Anter, Karin, Wannfors, Henrik, *Så målade man, svenskt byggnadsmåleri från senmedeltid till nutid*, Svensk byggtjänst, 1997

Färg- och lackteknisk ordlista, Tekniska Nomenklaturcentralen / AB Svensk Byggtjänst, 1988

Karlsson, Lennart, Lindgren, Mereth, Nockert, Margareta, Piltz, Anders, Svanberg, Jan, Tångeberg, Peter, Ullén, Marian, *Den romanska konsten*, Signum, 1995

Lewenhaupt, Tonie och Hammarskiöld, Hans, *Svenska färger*, Natur och Kultur/LT:s förlag, 2003

Millhagen, Rebecka, (red.) *Hantverket i gamla hus*, Byggförlaget / Svenska föreningen för byggnadsvård, 1999

Mårdh, Per-Anders, *Röda stugor*, Byggförlaget, 1990

Nylén, Paul, *Färg- och Lackkemi*, Kungliga Tekniska Högskolan, 1970

Paulsson, Gregor, (red.) *Hantverkets Bok, Måleri*, Lindfors, 1934, 1937, 1938

Riksantikvarieämbetet, *Byggnadsmåleri med traditionella färgtyper*,
Riksantikvarieämbetet, 1999

Romdahl, Axel L. *En bok om rödfärg*, Stora Kopparbergs bergslags aktiebolag,
1932

Seymour, Raymond B., (red.) *History of Polymer Science and Technology*, Dekker,
cop. 1982

Seymour, Raymond B., Mark, Herman F.(red.) *Organic Coatings: Their Origin
and Development*, Elsevier Science Publishing Co., Inc, 1990

Gips

Denna artikel behandlar olika former av gips: stuck-, fog- och spackelmaterial, samt gipsskivor och andra produkter.

Mineralet gips användes som byggnadsmaterial redan för 8 000 år sedan i östra medelhavsområdet. Som byggmaterial förekommer det ofta som komposit tillsammans med andra material.

Vid konstnärlig framställning eller kopiering används vanligen ren gips, även om kvalitet och egenskaper varierar.



Barocktak i Nynäs slott i Södermanland med toruslister, putti, snäckor, festonger och en takrosett. Foto: ULe

Arbetsmetoder och material har successivt förändrats genom utrensning av dåliga produkter och introduktion av nya som uppskattats av fastighetsägare, hantverkare och konstnärer. Gips är exempelvis ett bra brandskyddsmaterial och gipsskivor kan sägas ha övertagit 1700- och 1800-talets lerklining som brandisolerande material.

Definitioner

Begreppet stuck är i våra dagar praktiskt taget synonymt med gips, men i äldre terminologi och äldre arbeten förekommer stuck i en mängd materialvariationer.

Med mineralisk gips menas i denna artikel den gips (kalciumsulfat) som är framställt genom reduktion av mineralet gips.

Med kemisk gips avses den gips som erhålls som biprodukt vid fosforsyratillverkning och vid viss rökgasrening.

Artikeln har skrivits av TEr och ULe.

Antikvariska aspekter

Gips och stuckprodukter som inte framställts industriellt bär oftast spår av tillverkarens arbetsmetoder och redskap. Den som är observant och har lite tur kan härleda ursprunget. Detta förutsätter dock stor försiktighet med originalet som exempelvis kan utgöras av fragment från nedrasade stucktak. Stuckatörens redskap redovisas ofta i litteraturen.⁸⁵

Skador ska lagas med material som är så likt originalmaterialet som möjligt, så att till exempel varierade rörelser i olika intilliggande material inte framkallar sprickbildningar.

Måleridekorerade eller förgyllda ytor bör bevaras eller dokumenteras i bild och text om ett större ingrepp är nödvändigt.

Ingående eller underliggande armeringsmaterial bör betraktas som delar av en helhet och bör bevaras så långt som möjligt. Ett felaktigt materialval vid den ursprungliga tillverkningen kan resultera i en omvärdering av materialvalet och kräva nytt material. Ett vanligt exempel är obehandlad smidd spik som kan framkalla korrosionssprängning, framför allt i ytterväggar. Vid ett eventuellt byte ska ett alternativt materialval alltid kunna motiveras tekniskt, samt dokumenteras i bild och text.

Bakom gipsskivor kan man ofta finna målnings- eller tapetskikt. Gipsskivor är i stort sett reversibla och lätta att ta bort och de kan mycket väl användas om man vill göra tillägg i äldre miljöer. Infästningen av skivor och reglar ska då göras så skonsam som möjligt mot befintliga materialytor.

⁸⁵ Beijer, Dieter, *Stuck*, Byggeforskningsrådet, Stockholm 1995.

Förekomst, utvinning och framställning

Förekomst och utvinning

Gipssten är en sedimentbergart som bildades under den geologiska perioden Trias. Den är vanlig i sedimentära saltförekomster. Gips kan också bildas i vulkanisk miljö vid kontakt mellan svavelhaltiga gaser och kalksten. Gips förekommer dessutom som biprodukt vid fosforsyratillverkning av fosfatbergarter.

Mineralet gips är sällsynt i Sverige. Några av de största fyndigheterna finns i Italien, Frankrike, Polen, Spanien, Tyskland, Främre Orienten, Asien samt i Nord- och Centralamerika. Den gips vi använder i Sverige kommer framför allt från gipsstenbrott i Tyskland.⁸⁶

Kemisk gips kan vid sidan av fosforindustrin också framställas vid rökgasrening i kolkraftverk. Kemisk gips används framför allt inom cementindustrin och vid tillverkning av gipsskivor.

Framställning

Gipspulver för konstgjutning och stuckarbeten finns i olika kvaliteter. Skillnaderna i kvalitet beror på urval vid brytningen, samt förfining i tillverkningen. Ett gemensamt förfarande vid framställning av gipspulver från mineral är att krossad gipssten (dihydrat) upphettas till ca 100°C-120°C, varvid stenens kristallvatten avgår samtidigt som hemihydrat (halvhydrat) bildas. Den rekommenderade bränningstemperaturen varierar i litteraturen, men får inte överstiga 200°C. Vid högre temperaturer blir gipsen "dödbänd" och kan inte längre binda nytt kristallvatten.

⁸⁶ Beijer, Dieter, *Stuck*, Byggeforskningsrådet, Stockholm 1995.

Den brända gipsen finfördelas till en kornstorlek mindre än 0,1 mm. En god gipskvalitet erhålls dels genom att gipsstenen sorteras till en jämn renhet, dels genom en liten kornstorlek hos det brända och avsvalnade gipsmjölet. Det färdiga gipsmjölet kan blandas med vatten till en tjock välling och används till gjutning eller annan hantering.⁸⁷

Gipsskivor tillverkas genom att en gipsmassa, med eller utan fiberarmering och andra tillsatser, gjuts mellan två valsförda kartongskikt. Det ena skiktet viks om långsidorna och limmas mot det andra kartongskiktet innan "skivbandet" kapas till skivor som ugnstorkas. Skivor med högre krav på bärförmåga kan förses med armering av glasfiberväv mellan kartong och gips på ena eller båda sidorna.

Tillsatser

Följande tillsatsmedel kan användas vid tillverkning av gipsstuck och gipsskivor:

Stärkelse (framställs av majs eller vete) - förbättrar vidhäftningen mellan kartong och gips

Accelerator (exempelvis kaliumsulfat) - gör att gipsmassan stelnar snabbare

Retarder (exempelvis modifierade proteiner, tegelkross eller öl) - hindrar gipsen att stelna under blandningsprocessen

Fyllmedel (vermiculit, perlit eller olika lerarter) - förbättrar de brandtekniska egenskaperna hos brandsäkra produkter

Fiberarmering (cellulosafiber, nöthår, metallnät eller glasfiber) - ökar segheten hos produkterna

Följande tillsatser och tillägg förekommer dessutom vid tillverkning av gipsskivor:

Skummedel (flytande såpa) - ger den stelnade gipsen önskad volymvikt

Flytmedel (exempelvis ett salt av lignosulfat) - minskar vattenmängden som krävs för gjutningen

Hydrofoberingsmedel (silikoner och paraffinvax) - ökar fuktskyddet hos utomhusprodukter

⁸⁷ Beijer, Dieter, *Stuck*, Bygghörsningsrådet, Stockholm 1995. *Nationalencyklopedin*, Bokförlaget Bra Böcker, 1989-1996.

Ytskikt (exempelvis returkartong, lackerad kartong eller aluminiumfolie) - ger skivorna förbättrad hanterbarhet, slitstyrka och slagålgghet

Lim (PVA-lim) - limning utefter långsidorna vid omvikt kartong.

Egenskaper

Inre struktur

Gips har en tydlig kristallbild med skarpa avgränsningar, men kristallerna varierar starkt mellan olika typer av gips. De har oftast en regelbunden fasettstruktur, men regelbundna bladstrukturer eller nålformationer förekommer också. Efter lite övning är det inte speciellt svårt att i mikroskop skilja gips från till exempel kalkkristaller. Även blandningar av dessa båda material går att bestämma.

Kristallformen gör att materialet har en god vidhäftningsförmåga både till gips och andra material.

Den regelbundna kristallstrukturen gör materialet styvt och skört.

Beständighet

Ett föremål eller en byggnadsdel som är tillverkad av gips, eller där gips är ett av flera material i blandningen, har stor fuktkonmission. Destruktiva föroreningar kan lätt transporteras in i materialet, exempelvis alger i fuktig miljö, sotpartiklar från förbränning samt korrosionsprodukter från närliggande metallföremål.

Gips är erosionskänslig vid regelbunden kontakt med fukt eller vatten (till exempel regn). Av tradition ytbehandlas därför gipsföremål som placeras utomhus vanligen med linoljefärg, ibland även förtunnad linolja. Längre tillbaka (svenskt 1600-tal) användes även tran och ister för samma ändamål.

Kartongklädda gipsskivor bör inte utsättas för väta eftersom kartongen kan utgöra grogrund för mögelsvampar. Vindskyddsskivor (utomhusskivor) är visserligen

fukttåliga eftersom de är impregnerade med silikon och kartongen är behandlad med vaxemulsion, men de bör ändå skyddas från onödig väta.

Påverkan på andra material

Påvekan på andra material Gips bör inte användas tillsammans med fuktig cement eller hydraulisk kalk eftersom dessa bindemedel då kan skadas (sulfatsprängning). En mindre mängd gips tillsätts dock i cementpulver för att cementen inte ska stelna för snabbt (se Cement).

De flesta gipssorter verkar korroderande på stål. När detta befaras bör ståldetaljer, till exempel fästdon och armering, vara galvaniserade eller rostskyddsbehandlade på annat sätt.

Hållfasthet

Gipsens täta kristallform medför låg eftergivlighet och stor skörhet. Olika typer av armeringsmaterial har därför använts i tillverkningen för att motverka materialets skörhet: vidjor, blånor från hampa och liknande, grovmaskig textilväv av exempelvis jute, samt metalltråd av järn, mässing och koppar. Armering av obehandlad järntråd måste dock isoleras med exempelvis schellacklösning. I dag rekommenderas galvaniserad eller rostfri mjukglödgd tråd. Såväl glasfiberflock som grovmaskig glasfiberväv är nya stabila material som används av stuckatörer.

Formstabilitet

Till skillnad mot andra bindemedel, exempelvis kalk och cement, sväller gipsbruk vid hårdnandet. Detta bör beaktas vid platsgjutning av stora eller långa föremål.

Hårdnad gips är mycket formstabil och används bland annat till gipsspioner som effektivt avläser rörelser i en byggnads sprickzoner.

Tunna reliefer och så kallade stuckmarmorskivor som tillverkats av en ojämn gipsblandning med klumpar, kan spricka vid stora svängningar i omgivningens temperatur.

Fuktrörelserna i gipsskivor är obetydliga upp till ca 90 procent relativ fuktighet (RF), men vid högre RF börjar materialet svälla. Gipsskivor som fuktas kan böjas för att åstadkomma hörnelement eller liknande.

Värme-, brand och frostbeständighet

Gips får inte utsättas för ständig och torr värme över ca 45°C. Den höga temperaturen medför att kristallvattnet avgår och hållfastheten försämras. Detta kan vara ett problem exempelvis på väggen bakom en elradiator.

Gips används ofta som brandskyddande beklädnad mellan olika utrymmen och kring bärande konstruktioner. Så länge det finns kristallvatten i materialet är det stabilt och har en skyddande funktion. Genombränningshastigheten är ca tio minuter per centimeter vid en normal brand.

Frostbeständigheten är god om materialet är torrt. Gipsdetaljer som placerats utomhus bör ytskyddas.

Färg- och färgstabilitet

Gipsens ursprungsfärg är vit. Materialet är färgstabil och påverkas inte av syre, ozon, koldioxid eller solljus. Gipsföremål som inte ytskyddas missfärgas dock lätt av luftföroreningar (även tobaksrök), alger och kapillära fuktvandringar.

Ytstrukturer

Detaljer av gipsstuck har som regel runda ytblåsor som härrör från tillverkningen. Dessutom kan man ofta skönja spår efter de redskap som användes vid tillverkningen.

Akustikprodukter av kan vara perforerade med hål ner till mikroskopisk storlek. De kan även utföras med gjuten, exempelvis skrovlig, yta.



Denna 330 år gamla puttoskalle bär fortfarande spår efter tillverkningen, i form av repor och blåsor. Även en del punktvittring kan skönjas. Foto: ULe

Produktformer och användningsområden

Stuckgips och modellgips

Stuckarbeten utförs normalt med stuckgips eller modellgips och skulpturer utförs med modellgips eller marmorgips (gipsalabaster).

Inom byggtekniken har stuck- och modellgips ett stort användningsområde. Det kan röra sig om pelare, kolonner, pilastrar, kapital, listprofiler, undertak, takrosetter med mera. Allting kan utföras med eller utan utstående detaljdekorer. Produkterna kan vara ihåliga eller massiva, samt med eller utan stång-, nät- eller fiberarmering.



På Mälsäckers slott i Sörmland utfördes på 1990-talet omfattande restaureringsarbeten, i bygghytteform. Här är exempel på nytillverkade så kallade toruslister avsedda att omgärda plafondytor i barocktaket. Foto: ULe

Dessa stuckdetaljer kan köpas ur olika produktkataloger eller tillverkas på plats. Det senare är normalt fallet i restaurerings-sammanhang.

Stuckgips lämpar sig bäst för enklare arbeten, exempelvis väggar, rabbitz-tak och trummor i byggnadssammanhang. Stuckgips har lite sämre kvalitet än modellgips och kan vara något oberäkneligt när det stelnar och brinner.

Även friskulpturer utförs i modellgips. Det gäller främst avgjutningar av äldre huggna verk i natursten, men även nyare verk har massproducerats i gjutform.

Stuckomarmor eller marmorstuck är en teknik där gipsmassan infärgas i ett marmorliknande mönster.

Många gipssorter har försvunnit från marknaden och andra har tillkommit. Exempel på sorter som tillkommit är Kleber som är ett monteringsgips med cellulosatillsats och en brandmassa med bland annat perlit för tätning av ventilationstrummor och dylikt.

Gipsalabaster

Gipsalabaster eller marmorgips är hård och motståndskraftig och har ett vackert utseende. Volterra i Italien nämns framför allt som ursprungsplats. Denna gipskvalitet lär inte längre tillverkas på grund av en låg efterfrågan. Den alabastergips som tillhandahålls i dag är av jämn och god kvalitet och likvärdig med modellgips.

Skivgips

Gipsskivor med ytskikt av kartong är sedan 1950-talet haft ett antal standardmått som då uttrycktes i metriska mått. Detta gäller för såväl svensktillverkade som

importerade gipsskivor. De skivor som före 1950-talet importerades från England salufördes i Sverige med fot- och tummått.⁸⁸

En del fabrikanter har färgade tidigare gipskärnan eller kartongen för att skivans kvalitet och ursprung skulle kunna bestämmas. Numera är de flesta skivorna försedda med tryckt information om ursprung, kvalitet och tillverknings tidpunkt.

I dag är produkterna standardiserade med avseende på mått och utförande, bland annat på grund av internationella normer och en viss tillverkningskoncentration. De finns i en mängd olika utföranden för olika ändamål.

Den ursprungliga skivtypen, normalgipsskivan, är tretton mm tjock och används som ersättning för inbrädning, putsning eller lerklining på vägg och tak som ska målas eller utgöra underlag för pappspänning eller tapet. Den används även som brandisolering på vägg och i tak eller kring balkar och pelare av stål eller trä.

Den så kallade yt- eller renoveringsskivan (sex mm) är glasfiberarmerad och används för att utjämna skadade eller ojämna ytor. Den används även ofta som underlag för kakelsättning i våtrum.

Den tretton mm tjocka golvs skivan är också armerad och används som övergolv på bjälkar. Utomhusskivan är nio mm tjock och impregnerad för bättre vattenavvisning. Den används som vindskyddsskiva innanför träpanel eller skaltegelmurar i ytterväggar.

Perforerade kassettformade akustikplattor av fiberarmerad gips med bakstycke av mineralull har sedan 1960-talet tillverkats i Sverige. Innan dess importerades de. Sådana plattor har genom åren haft en mängd former, planmått och tjocklekar.

Kanterna på skivor och plattor kan vara rakskurna eller fasade, på skivor även försänkta. De fasade kanterna ska ge en skuggeffekt efter målning, medan de

⁸⁸ *Svensk Teknisk Uppslagsbok*, Nordisk Rotogravyr, 1939. *Handboken Bygg, band 2 Material*, olika upplagor, AB Byggmästarens förlag/ Liber förlag, 1948, 1961, 1968 och 1986. *Gyproc handbok*, olika upplagor, Gyproc AB, (u å).

försänkta möjliggör att fästdon och skarv kan spacklas över före tapetsering eller målning.

Hantering och bearbetning på arbetsplatsen

Redskap och verktyg

Stuckgips och spackelgips kan blandas i speciella gummiskålar som finns i handeln, men hushållskärl av mjuk plast går också bra att använda. Lämpliga verktyg för påförning och formning är bland annat slevar, spatlar och knivar. Andra lämpliga redskap är en så kallad surformfil, montörkniv och sickel (även benämnd sickling), samt bageridegskrapa som kan användas till spackling.

Kärl och verktyg bör smörjas så de blir lättare att hålla rena och för att undvika rost. Smörjolja går att köpa hos stora stuckfirmor. Silikonfett finns i handeln, bland annat i sprejförpackning. I ett varmt vattenbad kan smörjmedel framställas av smält stearin och paraffinolja som tillsätts till dess en krämig konsistens bildats.

En vanlig fogsvans är lämplig för kapning av förtillverkade stuckdetaljer. Det finns även ett speciellt redskap som liknar pianotråd med sågtänder. Om metallarmerade gipsföremål ska kapas kan en vinkelslip användas.

Lyft, transport och lagring

Gipspulver för stuck och spackel levereras i säckar. Eftersom gipsen är känslig även för luftfuktigheten inomhus bör materialet köpas hos en leverantör med stor omsättning eller tillförlitliga lagringsförhållanden. Det är klokt att hålla över gipspulvret till en plasttunna med lock om man arbetar med mindre mängder och om förbrukningen är långsam. Detsamma gäller vid gipsarbeten i utomhusmiljö.

Färdiga gipsprodukter som fått torka helt och ska transporteras bör packas omsorgsfullt så stötskador undviks. Skumplastfilm eller filt är bra packmaterial. Wellpappomslag som innehåller lignin och limämnen och som kan ta upp luftfukt bör undvikas eftersom dessa kan missfärga gipsen.

Gipskivor ska transporteras och lagras plant liggande, staplade i travar med mellanliggande distanser med 60 cm mellanrum. De ska skyddas mot väta och hög luftfuktighet och hanteras så att kanterna skyddas mot stötar.

För mindre byggnadsverksamhet kan skivorna lyftas, transporteras och monteras av en person. Arbetsmiljödebatten har drivit fram den lätthanterliga 900-millimetersskivan. För spik- eller skruvmonterade skivor i undertak krävs dock två personer. För det större bygget finns hjälpmedel i form av lyftanordningar, hållare, vagnar, hissar med mera.

Formning och gjutning

Formar för gipsgjutning kan tillverkas av gips, gelatinlim, silikongummi eller smältgummi.

Gipsformar av gips ska ytbehandlas med schellack och smörjmedel så att föremålet släpper från formen efter gjutning. En slät relief kan formas mot ett enda formstycke av gips, medan rika reliefer eller skulpturer kräver många formbitar som tillverkas med hål och tappar så att de tillsammans bildar en hel, så kallad, styckeform. Paketet med formbitar hålls samman med ännu en form, en "kappa". Den består av ett fåtal bitar som hålls ihop noga med ståltråd eller spännband under gjutningen.

Gelatin-, silikon- och smältgummiformarna tillverkas genom gjutning i tomrummet mellan en kappa och det original som ska avgjutas. Tomrummet skapas genom att ett fem till tio mm tjockt lager av skulptörlera packas på originalet innan kappan gjuts.

När limformar används är det viktigt att det gjutna gipsexemplaret avformas innan stelningens värmeutveckling sätter igång. Värmen och fukten från det nya gipsexemplaret kan få gelatinet att smälta så att formens konturer försvinner. Förloppet följs med hjälp av handflatan.

En silikonform blir hållbar och lätt att arbeta med. Silikongummi är dock ganska dyrt och smältgummi kan därför vara ett ekonomiskt alternativ. Det kräver dock vissa investeringar, exempelvis en smältugn. Arbetet med att tillverka gummiformer kallas "limformsteknik".

Gipsmassan för stuck blandas i ett mjukt kärl av plast eller gummi som smorts tunt invändigt och fylls till knappt hälften med vatten som tappats upp i förväg i ett större kärl. Detta för att undvika luftbubblor. Av samma skäl strös gipspulvret försiktigt ned i vattnet till dess små öar syns på vattenytan.

Blandningen får därefter stå någon minut så gipspulvret mättas av vattnet. Sedan blandas gipssmeten från botten av kärlet med en lämplig slev utan att ny luft blandas ner. Omrörningen är klar då gipsblandningen är jämn och påminner om välling eller tjock pannkakssmet. Kraftiga rörelser och värme bör undvikas eftersom det påskyndar gipsens stelningsprocess.

Gipsens stelning kan fördröjas genom tillsats av tunn lösning av animaliskt lim eller så kallat vitlim. En skvätt öl fördröjer också stelandet, men denna process är svårare att styra. Salt, varmvatten och slipmjöl från gipstillverkningens retuscheringsarbeten gör däremot att gipsen stelnar snabbare.

Vid tillverkning av bland annat skulpturer och stuckdetaljer är det viktigt att se till att luftblåsor inte bildar håligheter i den färdiga produkten. Stora byggdetaljer kräver en mer rationell tillverkning och hela säckar kan blandas i vattnet och omröras med maskinvisp. Med erfarenhet går det dock att undvika luftblåsor även i detta sammanhang.

Blandningen hålls i en smord form på en bestämd plats, så att gipsen rinner ner där reliefen är djupast. Om arbetet utförs på rätt sätt trängs eventuella luftfickor i formen undan av den flytande gipsen. Man kan även knacka en smula på formen så att blåsor flyter upp. Under arbetets gång tjocknar gipsen allt mer och det går att lägga in lämpliga armeringar utan att dessa sjunker till formens botten.

Gips stelnar under värmeutveckling, det heter att "gipsen brinner", och en del av blandningens vatten avdunstar. Detta gör, tillsammans med en smärre volymökning, att det gjutna exemplaret lättare släpper från den smorda formen.

Om gipsblandningen i början får vila lite längre innan den omrörs, erhålls snart en konsistens som liknar vispad grädde. Denna gips lämpar sig för spackling och direktmodellering. Vid tillverkning av listprofiler, pelarhalvor, takrosetter och liknande som saknar utstående detaljdekorer används en bleckplåtschablon som monteras på en släde av trä. För en ihålig pelare eller profil tillverkas först en kärna som motsvarar det tänkta hålrummet.

Kärnan behandlas med schellack och smörjs varefter gipsdetaljen tillverkas utanpå. Arbetet utförs på ett långt bord med en skiva av marinplywood. Förr användes slipade och polerade marmorskivor (som liknar äldre köksinredningar). Profilsläden förses med ett anhåll som ska löpa utmed bordsskivans kant. Den tjocknande gipsen hålls i en jämn sträng på bordet, varefter överflödigt gips skrapas bort med schablonsläden. Processen upprepas till dess den önskade profilen kommit fram. Till de sista dragningarna används en relativt tunn gipsblandning.



Schablondragning på underlag av stockningsbruk. På det färdigdragna underlaget kan man modellera ut den slutliga formen eller montera någon form av gipselement. Foto: ULe

En alternativ metod för tillverkning av exempelvis lister och hålkäl är att trälistor (ca två gånger fyra cm) monteras på den aktuella väggen och att listerna blir anhåll för en schablonsläde. Arbetet sker på samma sätt som på bordet, förutom att en kärna inte är nödvändig. Den senare metoden var vanlig förr, såväl till gips och

stuckbruk som till rent kalkbruk. I äldre miljöer är det ett bra sätt att slippa raka och "moderna" linjer.

Vid tillverkning av rosetter fästs schablonen med beslag vid en centrumstång så den kan föras runt i cirklar. Centrumstången fästs i ett hål i bordsskivan. Små utstickande prydnadsdetaljer monteras i efterhand på den släta listen eller pelaren. Om armen till rosettschablonen förses med en växelkonstruktion går det också att tillverka ovala former.

Marmorstuck eller stuckomarmor, är en teknik där gips långsamt genomfuktas med limvatten och blandas med pigment i olika högar. Högarna knådas därefter samman till ett marmormönster som kan gjutas i valfri form eller direkt mot en stockningsputsad yta. Efter att gipset torkat våtslipas synliga ytor och efter några månaders torktid ingnides de med linolja. Efter ytterligare en vecka behandlas ytorna med bivax och poleras med mjuka trasor.

Kapning

Förtillverkade stuckprodukter kapas enklast med en vanlig fogsvans. Det finns även speciella redskap som liknar en pianotråd med sågtänder. Det blir dammigt när en vinkelslip används, men det kan vara svårt att undvika damm om armerade föremål ska kapas.

Gipsskivor ritsas genom kartongen och den eventuella armeringen på ena sidan med en tunnbladig kniv och bryts mot en skarp bordskant. Därefter skärs kartongen på den andra sidan.

Montering

Lösa stuckföremål som är avsedda att hänga på en vägg, till exempel medaljonger och reliefer, är det praktiskt att, redan vid tillverkning gjuta in ett hänge i föremålet. Detta bör helst vara en del av armeringen och tillverkat av galvaniserad eller rostfri tråd. En upphängningsögla får sticka ut på baksidan, men i övrigt bör tråden placeras mitt i godset och gärna täckas med lite spridda blånor.

För **permanenta stuckföremål** används så kallat sättgips vid monteringen. Objekt och underlag ristats ordentligt på monteringsytorna som isoleras eller fuktas ordentligt. Uppsättningen sker med gips som blandats något tunnare än gips till gjutning. En smärre tillsats av Kleber underlättar och förstärker fogen. Det blir allt vanligare att dekorelement skruvas fast i underlaget. Då används rostskyddade eller rostfria skruvar om det handlar om en utomhusplacering.

Gipsskivor monteras på reglar eller på jämnt underlag med bredskallig gipsspik eller speciell gipsskruv.

Yt- och efterbehandling

Fogar och skarvar i monterade stuckföremål spacklas med gipsspackelmassa och poleras. Ojämheter i platsgjutna detaljer kan behöva fyllas ut eller slipas bort.

Nyggjutna stuckföremål som gnids in med vanligt talkpulver får en vacker yta, delvis tack vare handvärmen.

Önskas en patinering kan gammalt damm eller te blandas i talken. Exempelvis går det att erhålla ett marmorliknande utseende genom att man blandar olika pigment. Utseendet kan förstärkas med terpentin och kokt linolja i lika delar, varefter oförtunnad linolja får dra in helt i gipsen. Överflödet torkas bort och när oljan till sist torkat påstryks en bivaxpasta. Även vaxöverflöd torkas bort och återstoden får torka. Avslutningsvis poleras produkten till en stenimiterande och vattenavvisande yta.

Skarvar i **gipsskivor** förses som regel med självhäftande glasfiberväv, varefter skarvar och fästdon slätspacklas med gipsspackel. Glasfiberväven finns även utan klister och spacklas då fast över skarvarna.

Vård och underhåll

Rengöring

Allmänt gäller att en gammal gipsyta kan vara spröd och det är viktigt att vara försiktig vid rengöring.

Eftersom gips och stuck är porösa material där smuts gärna fastnar bör de inte rengöras med vatten. Fukten tenderar att transportera smutsen vidare in i materialet. Torrengöring med Gomma Panedeg eller Wishabsvamp räcker ofta.

Gips och stuck som förvaras under tak vårdas genom damning och dammsugning och skyddas från slag och stötar. Särskilt känsliga reliefdetaljer bör skyddas från ovarsamma händer.

Färgfläckar tas bort med färgborttagningsmedel av Bumstyp. Vanlig ingrodd dammsmuts kan tas bort med en gröt av risstärkelse och vatten som penslas på föremålet. Gröten får torka och krackelera och borstas därefter bort med en tjock korthårig pensel. Upptorkningen suger med sig smuts till stärkelsen, samtidigt som gipsytan stärks något av stärkelsen. Resultatet är sällan påfallande bra vid första rengöringen och kan behöva upprepas.

Skadeorsaker och skyddsmetoder

Gips och stuck som utsätts för väder och vind ytskyddsbehandlas med exempelvis äkta linoljefärg. Kokt linolja kan också användas.

Saltvandringar och vandrande korrosionsutfällningar ger upphov till missfärgning eller sprängverkan i godsets ytlager. Föremål som riskerar att utsättas för detta bör flyttas.

Reparationsmetoder

Saknade partier i **stuck** bör lagas med likadant material som det föremålet först framställts av; stuckmassa lagas med stuckmassa och gips med gips. Sprickor kan

lagas med gipsvatten eller kaseinkalk. På den tyska och italienska marknaden finns en produkt som heter Ledan, som är injicerbar med kanyl. Den har bland annat använts till stora takfotsfrisen på Drottningholms slott med gott resultat.



Lagning av exteriör gips. Dessa gipsstuckerade fönsteromfattningar är något skadade av korrosion från armerande smidda spikar som slagits in i underlaget. Foto: ULe

Lagning och montering av lösa bitar innebär ofta att spår fräses upp, varefter armerande material läggs i. Dessa täcks sedan med originalnära gips eller stuckmaterial. Det är viktigt att ytor som ska lagas är rejält fuktade eller isolerade med exempelvis schellack, i annat fall stjäls den torra, sugande ytan som ska lagas vatten från lagningsmaterialet innan detta har stelnat till full styrka. Resultatet kan då bli en mjölig lagning.

Marmorstuck lagas med gipsspackelmassa som retuscheras med konstnärsakryl. Efter lagning och retusch har torkat poleras med bivax.

Skador i **gipsskivor** lagas med gipsspackelmassa.

Håltagningsmetoder

Gips och stuck kan vanligen bearbetas med borrh och borrhmaskin. Hårdare stuck med stort inslag av tegel och stenmjöl kan borraras med långsamgående borrh sedan materialet genomfuktats, men risken för sprickor i godset är stor trots detta. Den typ av hård stuck som påträffas i Carovestuck på till exempel Drottningholm och Mälsåker liknar ur hållfasthetssynpunkt mineralet porfyr, vid bearbetning av stelrat och torrt exemplar.

Miljöaspekter

Miljöpåverkan vid framställning och transport

Brytning av gipssten kan ge sår i landskapsbilden. Farliga kemikalier frigörs inte vid brytningen. Framställning och transporter kräver såväl energi som drivmedel, vilket ger föroreningar.

Miljöpåverkan vid hantering

Blandning av stora mängder gips eller kalk är starkt dammbildande och luftvägarna kan därför behöva skyddas. Oförsiktig hantering av gipsskvättar sätter lätt igen vattenlås och avlopp.

Miljöpåverkan vid bruksskedet

Vid de få tillfällen då gips eller stuck ytbehandlas frigörs etanol vid schellackbehandling och terpenier vid användning av terpentinförtunnad linoljefärg, vilket endast bör förekomma vid grundstrykning.

Återanvändning, återvinning och deponi

Stelnad gips går knappast att återanvända. Det kan användas som fyllnadsmedel i olika sammanhang. Annars ska det omhändertas som deponi.

Materialets historia

Stuck- och skulpturgips

Gips och stuck har en mångtusenårig historia. Eftersom Sverige saknar egna gipstillgångar importerades det fukt känsliga materialet och transporterades till havs, vilket sannolikt gjorde att det blev dyrt. Under 1600-talet importerades gips till kalkbruksbaserad stuck. På Skoklosters slott skrevs till exempel kontrakt med kalksnidarna Antoni och Zauch för utförande av tre stucktak. Taken utfördes omkring 1660 uteslutande med fett kalkbruk, med armeringar och nöthårsinslag.

Något äldre stuckskulpturer av Anckerman är utförda på samma sätt (till exempel Herman Wrangels gravkor i Skoklosters kyrka). Under sent 1500-tal tillverkades stuckdekor i bland annat Uppsala slott. Här går det att studera material och teknik i de fragmentariska resterna: volymer och former är uppbyggda av ett grovt, kalkbaserat stockningsbruk, varefter kalkdeg och stenhjöl (kalk) har använts till finmodellering.

Under 1600-talets tredje kvartssekel uppfördes en stor mängd stadspalats, slott och herresäten. Till dessa hör Mälsåker. Taket från 1670-talet består av stockningsbruk med femtio procent kalk, nästan tjugo procent gips (styvnadsmaterial) och trettio procent stenmaterial (mest tegelkross som utgör retarder, men även kvarts och fältspat). Kalciumkarbonat med tio procent kvarts och två procent gips har använts till finputs. Trots att det gått 80 år mellan takbygget i Skokloster och det i Mälsåker är kalk fortfarande den huvudsakliga beståndsdel.

Carl Gustav Wrangel beställer i mitten av 1600-talet flera leveranser fransk gips via Amsterdam. Anledningen var den franska gipsens höga kvalitet, samt att transportererna genom ett krigsdrabbat Tyskland inte alltid var lätta. Sjövägen från Holland var säkrare även om emballaget sattes på hårt prov.

På Haga slott utanför Enköping spacklades, i slutet av 1600-talet, en gipskalkblandning upp mot en vassrevetering. Detta förebådar det svenska 1700-talets materialval: stuck. Kina slott (i Solna) får en utvändigt stuck som består av en blandning av gips och kalkdeg med en tillsats av orent animaliskt lim. I Confidencens innertak (Ulriksdals slott i Solna) läggs en kalkbruksstockning på en vassrevetering i syfte att få en ren gipsspackling i ytskiktet.

Under 1700- och 1800-talen används alltmer gips i stucken och den kom till slut att helt dominera, förutom vid utförande av exteriör dekor som gjordes av såväl gips som kalk och så småningom även av cementbruk.

Den svenska kunskapen om stuck kommer huvudsakligen från Italien och Tyskland. Den gips som importerades till Sverige under 1600-talet kom säkerligen

till stor del i form av gjutna, prefabricerade detaljer som konsoler, frukter, solrosor och puttiskallar.

Efter stormaktstiden avmattades stuckmarknaden en hel del, men den tog ny fart i slutet av 1800-talet då representativa våningar i de större städernas bostadshus krävde rikligare stuckutsmyckningar. Runt sekelskiftet 1900 uppfördes en rad officiella byggnader med nya Operahuset i Stockholm som flaggskepp. Närmare 100 italienska stuckatörer ska ha varit verksamma i detta bygge i olika omgångar. Gipskatter, eller "1800-talets pigbyråprydnader", var prydnadsfiguriner av gips men uttrycket överfördes även på de "exotiska" och stiliga italienska ungarstuckatörerna.

Internationellt fanns också en stor variation i stucksammansättningarna. Det berodde sannolikt på experimentlusta, trots att tillgången på bra gips var god.

Skivgips

Föregångaren till den moderna gipsskivan uppfanns 1894 av den amerikanske kuvert- och kragfabrikanten August Sacket. Dessa skivor var uppbyggda av papper som doppats i en gipsmassa och lades upp på vals i tio lager. Innan gipsen hade stelnat togs skivan av, planades ut och kapades.

Den moderna skivtypen, med gips mellan två lager kartong, patenterades i USA av Stephen Kelley 1908 och 1910 utvecklade amerikanen Clarence Utzman skivan och försåg den med omvikt kartong på kanterna. Vid denna tid började man tillverka skivorna plant på långa band. Skivor med försänkta kanter lanserades 1939. På 1950-talet börjar man tillverka ljudabsorberande gipskassetter utan kartongbeklädnad.

Första importen av gipsskivor till Sverige skedde 1927 och 1957 startade den första svenska tillverkningen i Varberg. Numera hanteras tillverkningen av skivprodukter av multinationella koncerner och i Sverige finns idag (2001) endast ett tillverkningsställe, i Åhus.

Litteratur

Beijer, Dieter, *Stuck*, Byggeforskningsrådet, Stockholm 1995

Byggnadshyttan Mälsåker, Riksantikvarieämbetet 1997

Freling, Wijnand V. J., Stuckwerk, Eisma B.V., Leeuwarden, 1993 och 1996

Fulton, T., artikel i tidskriften *Byggnadskultur* nr. 3/95, Svenska föreningen för byggnadsvård, 1995

Gyproc handbok, olika upplagor, Gyproc AB, (u å)

Handboken Bygg, band 2 Material, olika upplagor, AB Byggmästarens förlag/
Liber förlag, 1948, 1961, 1968 och 1986

Hantverket i gamla hus, Byggförlaget och Svenska föreningen för byggnadsvård, 1998

Hantverkets Bok, Mureri, 2:a uppl. Stockholm 1939

Inganni, Domenico, *Stuckatörens hemligheter*, Forum, 1987

Leijon, Ulf, artikel i tidskriften *Byggnadskultur* nr 3/91, Svenska föreningen för byggnadsvård, 1991

Nationalencyklopedin, Bokförlaget Bra Böcker, 1989-1996

Norstedts stora stenbok, Norstedts förlag, Stockholm, 1984

Sinanhas, *Gemstone & Mineral Data Book*, van Nostrand Reinhold Co. 1981

Svensk Teknisk Uppslagsbok, Nordisk Rotogravyr, 1939

Taylor, J.B., *Plastering*, 3:e uppl., George Godwin Ltd 1970, 1980

Torraca, Giorgio, *Porous Building Materials*, ICCROM, 1981

Vierl, Peter, *Der Stuck*, Deutscher Kunstverlag, 1969

Glas

Denna artikel beskriver i första hand användningen av planglas som fasta delar i byggnader, i en byggnads fasta del.

Glas har förekommit och förekommer i en mycket stor och varierad mängd produktformer. Formerna och användningsområdena är många även begränsat till byggnadssammanhanget.



Cylinderblåst glas i träbåge med kittfals. Drottningholms slott, Stockholm. Foto: RHe

Glas i en byggnad kan förekomma i så vitt skilda former som fönsterglas, spegelglas, lampglas, säkerhetsglas, glasblock, inspektionsrutor till ugnar, isolatorer, handtag, skyltar, glasullsisolering, glaspärlor i en klocksträng, flaggstångsknoppar, glasmosaik, emalj och mycket annat. I byggnader är glas till största delen använt som fönsterglas och/eller som andra planglasvaror.

Produkter som glasull, glasfiber och liknande behandlas inte i denna artikel (se Slaggmaterial och mineralfibermaterial).

Artikeln har skrivits av RHe.

Antikvariska aspekter

Glas i byggnader består till största delen av fönsterglas. Bedömningar av det befintliga glasets ålder, ersättningsprodukter etc. kräver kunskaper om fönstrets

utvecklingshistoria och former, samt om den parallella utvecklingen inom glastillverkningen – produktformer, teknisk bakgrund och så vidare.

Vanliga tekniska problem, till exempel värmeekonomi, ljudisolering och säkerhetskrav, ställer krav på glaset och den omgivande konstruktionen. En reversibel metod bör eftersträvas vid en förändring, så att skyddsvärda delar ej skadas och så att förändringen inte omöjliggör en återgång till ursprunget.

Vid omglasning av äldre fönster bör ersättningsmaterialet vara av samma kvalitet som originalet - blåst eller maskindraget, återtaget eller nytillverkat. Det äldre glasmaterialet har genom sin ojämna och levande yta ett karaktäristiskt och omistligt värde som nytillverkat glas saknar.

Förekomst, utvinning och framställning

Förekomst och utvinning

Sand, soda och kalksten är de grundläggande råvarorna i nästan all glastillverkning. Sand och kalksten förekommer i täkter i naturen medan soda tillverkas industriellt genom den så kallade Solvay-processen (ammoniaksodametoden).

Framställning

Glas är en oorganisk smältprodukt som blir spröd och hård utan att kristallisera då massan kyls ned. Glas bildas genom en kemisk reaktion och sammansmältning vid 1 200-1 600°C av en blandning(mäng) av minst ett råmaterial från vardera av följande komponentgrupper; glasbildare, flussmedel och stabilisatorer. Dessutom kan luttringsmedel samt färgande och grumlande komponenter tillsättas. Inre spänningar i den stelrande mängen måste utjämnas genom långsam avsvälning i särskild avsvälningssugn.

Glasbildare är oxider som inte kristalliserar vid avsvälning, utan underkyls och bildar glas. Flussmedlet sänker viskositeten hos smältan och därmed

smälttemperaturen. En ökad mängd av flussmedel försämrar den termiska och kemiska resistensen, vilket kompenseras genom tillsats av stabilisatorer.

Luttringsmedel homogeniserar glasmassan och fångar upp lösta gaser. Smältningen underlättas och ett homogent och blåsfritt glas erhålls.

Färgande komponenter är vanligen metalloxider. Gruvländande komponenter åstadkommer ljusspridande mikroskopiska kulor eller kristaller i smältan.⁸⁹

Föroreningar i råmaterialet från redskap och ugnar färgar glaset. De tekniska problemen med att smälta ett avfärgat glas utgör en flera tusen år lång process i glasets teknikhistoria. Kemisk avfärgning innebär en tillsats av oxidationsmedel där färgande oxider överförs till svagare modifikationer. Fysisk avfärgning innebär en tillsats av en färgsubstans som blir svart tillsammans med övriga färgande substanser.

Planglas indelas efter tillverkningsmetod i blåst glas, draget glas och valsat eller gjutet glas.

Blåst glas. Blåst glas tillverkas antingen genom kronglasmetoden eller cylindermetoden. Kronglasmetoden är den äldsta tekniken. En blåst glasbubbla fångas an i den fria änden och blåspipan bryts loss. Den öppnade bubblan roteras och slungas därmed ut till en plan skiva. Cylindermetoden innebär att en cylinder formas under blåsning och svängning. Ändarna på cylindern sprängs loss och cylindern öppnas i längdaxeln, värms och planas ut.

Draget glas (maskinglas). Draget glas är ett planglas som tillverkats genom en kontinuerlig dragning av ett glasband ur den smälta glasmassan. Flera olika metoder har utvecklats, - Fourcault, Libbey-Owens och Pittsburgh-metoden. Den senare dominerar i dag. Metoden medger att glasbandet stelnar under dragningen

⁸⁹ Hermelin, C. F., Welander, E., *Glashandboken, historia, teknik och form*, Askild & Kärnekull, 1980

innan det drivs vidare med hjälp av transportrullar. Den eldpolerade ytan som bildats vid dragningen bibehålls.

Valsat glas (gjutglas). Valsat glas är allt glas som har formats genom att utströmmande glas från smältugnen (vannan) valsats mellan vattenkylda valsar till kontinuerliga glasband. Spegelglas har gjutits i formbord där glasmassan valsats ut. Begreppet gjutglas är så etablerat att valsade glas ofta kallas för gjutglas.

Följande typer av planglas tillverkas genom valsning:

- Gjutglas - ett kontinuerligt valsat, ogenomskinligt planglas som tillverkas i fyra huvudtyper; spegelråglas, opakglas, råglas och ornamentglas.
- Trådglas - glas med invalsat järntrådsnät eller tråd.
- Spegelglas - ett genomskinligt, på båda sidor planslipat och polerat gjutglas.

Floatglas. Floatglas är ett värmeplanat gjutglas där glasmassan har fått flyta ut på en yta av smält tenn. Glaset får planparallella ytor, -kvalitetsmässigt i nivå med spegelglas.

Glasformgods. Glasformgods tillverkas genom gjutning i form. Ett exempel på glasformgods är glashålblock.

Härdat glas. Glas som genom termiska eller kemiska processer har byggt in spänningsförhållanden mellan yta och kärna. Vid belastning motverkas dragspänningarna av ytans permanenta tryckspänningar. Förspänt glas är en mer precis benämning. Glasets hållfasthet kan ökas fyra till fem gånger. När härdat glas bryter utlöses spänningarna och hela rutan granuleras.

Egenskaper

Inre struktur

Glas är ett amorft, icke kristallint ämne med likartade egenskaper i godsets alla riktningar. Nätverksteorin (1932) beskriver glasets inre struktur. Enligt denna är

glaset uppbyggt av stora negativa joner som hålls samman av nätverksbildare, små och starkt positivt laddade joner.

Beständighet

Glaset beständighet avgörs av glasmassans sammansättning och eventuella defekter som kan ha uppkommit vid tillverkning och hantering. Glas angrips av vatten, kemikalier, luftens koldioxid och fukt.

När vatten eller syror kommer i kontakt med glas frigörs framför allt alkali (Na+). Sitter glaset i ett fönster spolas de lösa ämnena bort. I stället bildas en film av svårslöslig kiselhydrat som motverkar ett fortsatt angrepp.

Om planglas lagras så att vatten kondenserar på glasytorna, spolas reaktionsprodukterna inte bort, utan resulterar i en alkalisk vattenfilm som reagerar med det kiselhydrat som samtidigt bildas. Resultatet är en fläckvis anlöpning av glasytan – glansen och genomskinligheten har försämrats. Om flera glas ligger intill varandra kan de bildade natriumsilikaterna klistra ihop rutorna så de inte går att ta isär.

Glas av alkaliefattig typ, i synnerhet borosilikatglas, har högre kemisk resistens än vanligt glas.

Hållfasthet och elasticitet

Hållfastheten varierar med glasets tjocklek och format. Inre spänningsförhållanden och ytskador spelar en stor roll. För vanligt byggnadsglas gäller följande hållfasthetsvärden: Tryckhållfasthet: 900–1 000 MPa Draghållfasthet: 15–30 MPa Böjhållfasthet: 30–100 MPa Elasticitetsmodul: 80 000–90 000 MPa.

Glas är ett sprött material och det brister alltid under dragpåkänning. Tryckhållfastheten är mer än tio gånger så hög som draghållfastheten. Brotthållfastheten är väsentligt lägre för långtidsbelastning än vid momentanbelastningar.

Förmågan att uppta belastningar beror på en rad faktorer; kemisk sammansättning, tillverkningsätt, glastjocklek, sidornas längdförhållanden, storlek, infästningsätt samt förekomsten av brottanvisningar.

Huvudorsaken till brott är; böjpåkänningar, slag, utbredd last, punkttryck mot glaskanten och värmespanningar.

Formstabilitet

Vid vanlig temperatur är glas fullständigt elastiskt till den punkt där ett brott inträffar. Värmeutvidgningen är i det närmaste linjär fram till övergången mellan det spröda och viskösa tillståndet (mellan 520 och 530°C), varefter utvidgningskoefficienten ökar starkt. Den linjära temperaturutvidgningskoefficienten för planglas är 0,008-0,0085 mm/m°C.

Frostbeständighet

Glas har mycket god frostbeständighet – förutsatt att produkten i sig är felfri och inte kyls eller värms så snabbt att inre spänningar uppstår.

Färgstabilitet

De ämnen som används vid infärgning, främst metalloxider, är färgstabila. Föroreningar av färgande ämnen i råmaterialet och i smältdeglarnas väggar etc. färgar oundvikligen glassmältan. Äldre glas har ofta tydliga färgstick. Manganavfärgat glas kan anta en nyans av svagt violett efter långvarig solbestrålning.

Optiska egenskaper

Glaset optiska egenskaper kan regleras inom vida gränser genom att glassammansättningen och utformningen av glasföremålen varierar. Vid

beskrivningar av glasets optiska egenskaper används termer som transparens, brytning, reflexion, absorption med flera.⁹⁰

Speglingseffekter är vanliga vid upplevelsen av glas. På utsidan av en byggnad i dagsljus och med mörka rum innanför fungerar fönsterglasets som en spegel och visar spegelbilder av det omgivande uterummet. Och omvänt; fönstret i ett upplyst rum med mörker utanför visar spegelbilden av rummet.

Skillnaden i ljusintensitet i rummet framför respektive bakom glaset ger olika grader av spegling. Spegelbilden kan ses som en överlagrad bild av genomskikten eller gå mot total spegling. Speglingseffekterna är olika och beror på planheten hos glasmaterialet. Äldre fönsterglas med defekter och skillnader i tjocklek och planhet framträder som tunna hinnor där materialet i sig har en karaktäristisk textur.

På grund av tryckskillnader kan stora förseglade rutor få buktande glasytor som ger förvrängda speglingar.

Ytstrukturer

Beroende på tillverkningsmetod erhålls olika ytstrukturer. Med mekanisk eller kemisk bearbetning kan glas erhålla speciella ytor.

Blåst glas tillverkas enligt kronglasmetoden och cylindermetoden.

Med kronglasmetoden varierar det utslungade glasets tjocklek koncentriskt i cirkelformen och på glasets båda sidor.

För cylinderblåst glas fördelas variationerna i glastjocklek hos den utplanade glascylindern i lakuner på glasets ena sida.

I **valsat, draget och gjutet** glas beror defekter och/eller variationer i glasets tjocklek på de underlag eller valsar som glaset passerar. Maskindraget glas av dålig kvalitet med differenser i tjocklek, intryck av ojämnheter i valsar etc. används i

⁹⁰ Adamson, B., Backman, H.E., *Glas i hus*, Esselte Studium AB, 1975

restaureringssammanhang när man vill ha en _defekt_ yta som liknar det blåsta glasets, men till en lägre kostnad. Defekterna ligger i den dragna riktningen.

Floatglasmetoden ger planparallella ytor utan defekter.

En mängd **mekaniska metoder** finns; slipning, polering, blästring, mönsterintryck med flera.

Även **kemiska bearbetningsmetoder** förekommer, exempelvis etsning som är ett kemiskt angrepp i glasytan och utförs med fluorvätesyra eller bifluorider.



Vänster bild är en bildkomposition sammanfogad av färgat och målat glas sammanfogade med blyspröjs. Höger bild visar ett etsat glas, så kallat muslinglas. Foto: RHe

Produktformer och användningsområden

Glasvaror klassificeras utifrån användningsområden, egenskaper och tillverkningsmetoder.

Varje glastyp som tillverkas i form av skivor kallas planglas. Planglas indelas efter tillverkningsmetoden i draget, valsat eller gjutet och blåst glas.

Planglasprodukter som gets särskild ytbearbetning, plastisk bearbetning i värme, härdning, laminering samt förseglade rutor, kallas gemensamt för specialglas.

I Svensk Standard anges klasser och kvalitetskrav för respektive glastyper. Information om olika typer av glasmaterial finns hos glasindustrins branschorganisationer, samt hos glastillverkare och glasmästare.

Nedan förtecknas vanliga planglasprodukter.

A. **Blåst planglas:** Finns i handeln i olika kvalitéter (strukturfel, färgtoner). Man skiljer på nyantikglas och äkta antikglas.

B. **Draget glas (maskinglas):** Glas av kontinuerligt draget glasband ur glasmassan.

C. **Valsat glas (gjutglas):** Glas format till kontinuerliga glasband av valsar.

C 1. **Gjutglas:** Spegelråglas, Råglas, Opakglas Ornamentglas.

C 2. **Trådglas:** Glas armerat med järntråd. Trådens uppgift är att hålla glasbitarna samman vid glasbrott. Trådråglas, Trådornamentglas, Trådspegelglas.

C 3. **Spegelglas:** Glas för tillverkning av speglar och/eller glasning där stora krav ställs på glasets planparallellitet, till exempel skyltfönster.

C 4. **Floatglas:** Värmeplanat gjutglas. Används för speglar, skyltfönster, förseglade rutor med flera.

D. Specialglas

D 1. **Härdat glas:** Glas som genom termiska, kemiska eller mekaniska metoder getts ökad hållfasthet.

D 2. **Sammansatta produkter:** En rad produkter för olika användningsområden; förseglade glas, laminerade säkerhetsglas, larmglas, brandisoleringsglas, ljus och värmereflekterande glas, värmeabsorberande glas.

Övriga glasprodukter som kan förekomma i byggnadssammanhang.

Glasformgods. Glashålblock är enkla eller parvis sammanfogade med förtunnad luft inuti. Används vid glasning där krav ställs på värme ljud och/eller brand och i konstruktioner som utsätts för stor belastning. Vanligt i till exempel gårdsbjälklag.

Belysningsglas. Varor, som på ett eller annat sätt är avsett för belysningsändamål, direkt eller indirekt; glober, skålar, cylindrar, glödlampskolvar och så vidare.

Resistensglas. Eldfast glas, hårdglas - beständigt mot snabb värmeväxling.
Apparatglas, kemiskt glas - beständigt mot kemisk påverkan.

Emalj.

Mosaikglas.

Hantering och bearbetning på arbetsplatsen

Lyft och transport

Skärskador är den vanligaste skadan vid glashantering. Några skyddsråd vid hantering av planglas är att;

- undersöka om det finns sprickor eller brottanvisningar före ett lyft.
- transportera glastrutor vertikalt.
- bära glas vid sidan av kroppen, aldrig framför.
- aldrig bära glas under armen eller på axeln (skärskador på dessa punkter kan få förödande konsekvenser).
- fatta glastrutor i ett fast grepp (gnids handflatorna med våt pimpsten ökar friktionen). Skyddshandskar eller mjuk gummilapp ger säkrare grepp. Använd handledsskydd.
- aldrig dra fingrarna efter en glaskant.
- använda skyddskläder (shorts och sandaler ger inte ett tillräckligt skydd).
- lämna fri väg åt den som bär glas och se till att transportvägarna är fria från hinder, samt att golven är rena och halkfria.
- se till att sugkoppar är hela och rena.
- använda skyddsglasögon vid hantering av skärv, vid kantslipning och liknande.
- aldrig gå under hängande last.

Några hanteringsråd för att undvika ytskador på planglas är att;

- planera leveranser så att lagringstiden före glasning blir så kort som möjligt.
- kontrollera om glaslådor utsatts för fukt vid lossning.
- hålla det lagrade glaset borta från arbetszoner, - förvara det i torra, rena lokaler

utan genomgångstrafik, risk för fallande föremål och liknande.

- undvika kondens.
- ställa glaslådorna på ett plant underlag och stötta dem på båda sidor.
- ej flytta glas eller glaslådor i onödan.

Kapning, håltagning och montering

Kapning eller tillskärning till ett önskat format sker dels vid tillverkningen (i standardiserade råformat eller på beställning), dels hos glasmästeriet. Vid manuell skärning skärs glaset med diamant eller hårdmetalltrissa på filtklädda bord. Glaset bryts efter ritsen.

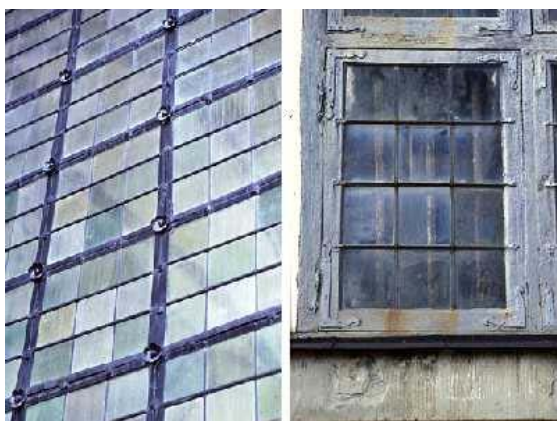
Håltagning kan utföras under tillverkning i den fortfarande formbara glasmassan, eller med skärande, fräsande eller borrarande verktyg i den färdiga produkten.

Håltagning i härdat glas ska ske före härdning.

Montering. Det finns och har funnits många olika monteringsprinciper för planglas i byggnader.

Blyinfattade glas är monterade med blyband med H-format tvärsnitt.

Konstruktionen blir vek och kompletteras med stagande stål - stormjärn - som fästs till blybanden. Det är en vanlig teknik i stora kyrkofönster där de sammanfogade glasen är infattade i masverk av sten eller i en stålstomme, men även i profan bebyggelse med bågar av trä.



Två exempel på blyinfattning: till vänster visas blyinfattat glas inpassat i kassetter av stål som sammanfogats till en större yta. Till höger blyinfattat glas i träbåge. Båda exemplen är förstärkta med stormjärn. Foto: RHe

Tidiga träbågar har spår i bågverket där glaset monterades. Från och med 1700-talet är träbågarna ofta försedda med en kittfals. Som kittmaterial användes en blandning av linolja och krita.

Under 1800-talet blev konstruktioner av gjutjärn vanliga. I regel utfördes hål för stiftning i gjutningen och glaset sattes med linoljekitt. Vid sekelskiftet blev det vanligt med glasfals och glasningslist.

I moderna byggnader är stål- och lättmetallkonstruktioner vanliga. Glasningen sker med lister, fogband och syntetiska fogmassor.

Stiften som används för att fästa glas i träbågar kan vara av koppartråd eller särskilda bladstift. Vid glasning av träbågar ska allt träarbete, beslagning, grundning etc. vara slutfört före glasning.

Glaset läggs normalt i tryckkitt i glasfalsen, stiftas och kittas runt om. För glasning av förseglade rutor finns standardiserade glasningsmetoder. Brand, säkerhet och ljudkrav kräver särskilda monteringsätt.

Ytbehandling och efterbehandling

Normalt erfordras ingen yt- eller efterbehandling bortsett från rengöring.

Vård och underhåll

Planglas är känsligt, framför allt för skador i kanter, repor i ytan och kemiska angrepp. På vissa moderna och värmeabsorberande glas finns tunna metallfilmer som är känsliga för repor, och repande eller frätande metoder bör undvikas vid rengöring.

Glaset skyddas vid målning och kalkarbeten. Stänk av färg och kalk tas bort snarast och med försiktighet. Ett fönsterglas livslängd är i regel mer beroende av konditionen hos den omgivande bågen än av glaset i sig. Skevheter i bågen kan orsaka spänningar så att glaset brister.

Kittfalsar, glasningslister och fogband kontrolleras med avseende på täthet. På så sätt kan issprängning förhindras och glaset ligger inte löst och skakar vid vindbelastning. När fönsterbågar glasas ur och kittfalsar tas bort kan särskilda kittlampor användas som värmer kittet utan att glaset spricker. Försiktig krävs vid användande av stämjärn eller andra verktyg. Fönsterrenoveringar bör föregås av projektering där metoder och material beskrivs. Fönster; karm, bågdelar beslagning, glas ges en märkning som möjliggör hantering under processen.

Skadeorsaker och skyddsmetoder

Brottmekanismer och kemiska skadeorsaker hos glas samt skydd vid hantering behandlas även på annat ställe i texten.

Fluorvätesyra bryter ner kiseldioxiden i glaset. Fluorvätesyra används vid glasetnsning. Vattenlösningar av fluorvätesyrans salter (kan ingår i träimpregneringsmedel) påverkar glaset på ett liknande sätt När alkaliska vattenlösningar angriper glas bildas alkalisilikat (vattenglas), vilket gör att glansen och genomskinligheten försämras - glaset har blivit anlöpt. Alkalieangrepp kan orsakas av kalk- eller cementvatten, och av färger som har vattenglas som bindemedel.

Ett åldersfenomen hos glas är glassjuka - en vittringsprocess som orsakas av fuktangrepp på glasytan hos ett glas med felaktig sammansättning (för hög andel alkalier i förhållande till andelen kisel och kalk). Glassjuka yttrar sig som en matt, smetig beläggning. I svårare fall som ett nätverksartat sönderfall och slutlig pulverisering.

Solarisation är en process där långvarig solbestrålningen orsakar färgförändringar i ytskiktet genom en valensväxling av de ingående färgade ämnena i glaset. Ett med mangan avfärgat glas kan om mangantillsatsen varit för hög efter en tid anta en nyans av svagt violett.

Reparationsmetoder

Glas kan lagas genom sammansmältning, ingjutning eller limning. Ett fönsterglas som spruckit kan lagas genom att exempelvis Karlssons klister stryks i och över sprickan, vilket hindrar vatteninträning och isbildning.

Det går att förhindra att en spricka förlängs genom att en ny sprickanvisning skärs vinkelrätt mot den första. På så sätt utjämnas spänningsförhållandena temporärt.

Ett sprucket glas behöver inte bytas i sin helhet. Det gamla glaset kan läggas omlott med ett nytt, ett använt sätt i äldre bebyggelse där man vid lagningstillfället saknat glas i rätt format.

Skadeorsaker och skyddsmetoder

Brottmekanismer och kemiska skadeorsaker hos glas samt skydd vid hantering behandlas även på annat ställe i texten.

Fluorvätesyra bryter ner kiseldioxiden i glaset. Fluorvätesyra används vid glasetnsning. Vattenlösningar av fluorvätesyrans salter (kan ingår i träimpregneringsmedel) påverkar glaset på ett liknande sätt. När alkaliska vattenlösningar angriper glas bildas alkalisilikat (vattenglas), vilket gör att glansen och genomskinligheten försämras - glaset har blivit anlöpt. Alkalieangrepp kan orsakas av kalk- eller cementvatten, och av färger som har vattenglas som bindemedel.

Ett åldersfenomen hos glas är glassjuka - en vittringsprocess som orsakas av fuktangrepp på glasytan hos ett glas med felaktig sammansättning (för hög andel alkalier i förhållande till andelen kisel och kalk). Glassjuka yttrar sig som en matt, smetig beläggning. I svårare fall som ett nätverksartat sönderfall och slutlig pulverisering.

Solarisation är en process där långvarig solbestrålningen orsakar färgförändringar i ytskiktet genom en valensväxling av de ingående färgade ämnena i glaset. Ett med

mangan avfärgat glas kan om mangantillsatsen varit för hög efter en tid anta en nyans av svagt violett.

Reparationsmetoder

Glas kan lagas genom sammansmältning, ingjutning eller limning. Ett fönsterglas som spruckit kan lagas genom att exempelvis Karlssons klister stryks i och över sprickan, vilket hindrar vatteninträngning och isbildning.

Det går att förhindra att en spricka förlängs genom att en ny sprickanvisning skärs vinkelrätt mot den första. På så sätt utjämnas spänningsförhållandena temporärt.

Ett sprucket glas behöver inte bytas i sin helhet. Det gamla glaset kan läggas omlott med ett nytt - ett använt sätt i äldre bebyggelse där man vid lagningsstillfället saknat glas i rätt format.

Miljöaspekter

Miljöpåverkan vid framställning och transport

Glas tillverkas av ändliga råvaror med god tillgång. Tillverkningen är energikrävande.

Miljöpåverkan vid hantering

Blyoxid förekommer i gammalt glas. Bly är toxiskt och finns med i Kemikalieinspektionens lista över ämnen som bör begränsas.

Miljöpåverkan vid bruksskedet och emissioner

Glas kräver regelbunden rengöring och rengöringsmedlen kan innehålla miljöstörande ämnen. Vid fastsättning och tätning av planglas förekommer fogmassor, fogband etc. som kan innehålla miljöstörande ämnen.

Återanvändning, återvinning och deponi

Glas kan återanvändas och återvinnas, till exempel genom återmontering eller omsmältning. Naturvårdsverkets kartläggning 1996 av materialflöden inom bygg- och anläggningssektorn anger för materialet glas att 35 procent återanvänds, mindre än en procent återvinns och 65 procent går till fyllnadstipp eller deponi.

Materialets historia

Glastillverkning

Kunskapen att göra en glassmälta utvecklades sannolikt ur konsten att bränna lera till keramik. En tidig användning av glas är som glasyr och man uppskattar att glasyrtekniken är känd omkring 8000 f. Kr. Den tidiga glastillverkningen utgjordes av glaspärlor, amuletter och dylikt och dateras till omkring 3500 f. Kr. (Egypten och Östra Mesopotamien).

Tekniken att blåsa glas utvecklades i Syrien under första århundradet f. Kr. Under romarriket spreds kunskapen och omkring 100 e. Kr. användes tekniken i Rhendalen, Nordfrankrike, Belgien och England. Under medeltiden var kyrkan och klosterväsendet teknikbärare och kunskapsförmedlare.

Glasföremål från bland annat Sydryssland, Grekland och Persien har påträffats i våra forngravar. Vid utgrävningar i Paviken på Gotland och på Helgö i Mälaren har man funnit spår efter glaspärltillverkning. Tillverkningen har skett på platsen under en period från 500-talet och fram till 1000-talet.

Glastillverkning i Sverige

Under medeltiden var glasmästare verksamma i de större handelsstäderna. Om de tillverkade eller endast importerade glas är osäkert. Ett diarium från Vadstena kloster år 1401 säger "- vi ej äro tvungna att av de världsliga köpa dyra glasfönster, enär bröderna - efter behag själva gjorde sådana glasfönster -". Att kyrkan och

klosterväsendet var kunskapsbärare och tidigt tillverkade fönsterglas för egna behov är troligt.

Under andra hälften av 1500-talet kan man i profana sammanhang tala om en inhemsk tillverkning. Gustav Vasa grundade en glashytta i Stockholm 1555 och från 1500-talet är ytterligare sex hyttor kända. Under 1600-talet grundas fjorton hyttor, varav två överlevde till nästa sekel.

Bruken var koncentrerade till Mälardalen där den huvudsakliga marknaden fanns. Även i Småland och Skåne fanns några bruk. År 1676 grundades det blivande Kungsholms glasbruk i Stockholm. Det var det första någorlunda kompletta glasbruket med en mångfacetterad produktion (dock inte fönsterglas från början) och med högt driven hantverksskicklighet.

Det var i första hand kungen och högadeln som efterfrågade glas, dryckes- och servisglas, liksom fönsterglas. Det dröjde till 1700-talets mitt innan fönsterglas blev en mer allmän företeelse. Under 1700-talet uppstod en decentraliserad glasmanufaktur som var organiserad som förlagsindustri.



Glaspartier från olika epoker: Till vänster glas i träbåge med kittfals på Kina slott, 1760-tal. Till höger fasta glaspartier av gjutjärn med kittfals och öppningsbar vädringsbåge, Gamla Riksarkivet i Stockholm, 1880-tal. Foto: RHe

De nya bruken etablerades medvetet i områden med goda skogstillgångar och där järnbruken inte konkurrerade om skogsråvaran. Kosta glasbruk grundades 1740 och Limmareds glasbruk 1741. Under 1700-talet anlades sexton nya bruk.

Under 1870- och 1890-talet grundades nya glasbruk i stor omfattning. Avgörande för den industriella produktionen var inte enbart ny teknik, utan också att fönster- och förpackningsglas avskiljades från övrig hantverksmässig produktion. Vannaugnen, som möjliggjorde en kontinuerlig drift, installerades för första gången i Sverige 1897 vid Glava fönsterglasbruk.

Under 1920-talet befann sig den svenska planglasindustrin i en kris på grund av vikande konjunktur och föråldrad teknik. I mitten av 1920-talet var endast två av existerande tolv bruk i drift. Glava och Oxelösunds glasbruk övergick under 1920-talet till maskinell tillverkning.

I slutet av 1930-talet tillverkades de sista cylinderblåsta glasen i Sverige. År 1938 fanns endast Oxelösunds Järnverks fönsterglasverk och AB Emmaboda Glasverk kvar som planglasproducenter. Den nya floatglastekniken introducerades och 1976 startades Pilkington Floatglas i Halmstad. År 1970 avvecklade Gränges planglastillverkningen.

Från och med 1974 ingår Emmaboda i Saint-Gobainkoncernen.

Maskinglastillverkningen lades ner 1978. Emmaboda har specialiserat sig på produktion av förseglade rutor. På några få år under 1970-talet mer än tredubblas planglasproduktionen.

Litteratur

Adamson, B., Backman, H.E., *Glas i hus*, Esselte Studium AB, 1975

Anderbjörk, J. E., red., *Glasbruksminnen berättade av svenska glasarbetare*. 1944
2:a uppl.

- Antell, O., Lissinski, J., *Fönster, historik och råd vid renovering*, Rapport Riksantikvarieämbetet, 1988
- Eidem, M., *Den äldre glasindustrins historia*, 1912
- Ericson, O., *Förteckning över Magnus Eidems samling av böcker rörande Glas och Glastillverkning*, Göteborg, 1923
- Fogelberg, O., *Smältugnar och deras konstruktion vid de svenska glasbruken under tiden fram till första världskrigets slut, del 1-2*. Glasteknisk Tidsskrift, 1992:3, 1993:1
- Fogelberg, T., *Ur den svenska fönsterglasindustrins historia under 1800-talets slut och tiden t.o.m. första världskriget*, ur Glasteknisk Tidsskrift, 1954-55
- Hermelin C.F., *Fakta om glas*, Glasforskningsinstitutet, Växjö, 1966
- Hermelin, C. F., Welander, E., *Glashandboken, historia ,teknik och form*, Askild & Kärnekull, 1980
- Höganäs Fönsterglasbruk 1863-1869, "kullabyggd"*, Höganäs, 1962
- Höglund, I., Åhlgren, B., *Fönsterteknik*, Byggförlaget, 1973
- Johansson, C., *Glasarbetarna 1860-1910*, ekonomisk-historiska institutionen, Göteborgs universitet, 1988
- Lundqvist, I., *När husen fick glasögon*, Carlssons bokförlag, 1988
- McGrath,R., Frost A.C., *Glass in Architecture and Decoration*, Architectural Press, London, 1961
- Nationalencyklopedien*, Bra Böckers förlag, 1989-96

Nordström, O., *Svensk Glasindustri 1550-1960. Lokaliserings- och arbetskraftsproblem*. Medelanden från Lunds universitets geografiska institution. Avhandlingar 41

Persson, R., *Planglas*, 1965

R. Simmingsköld, R., *Råvaror för glassmältning*, Glasforskningsinstitutet, 1963

Sandö *Glasbruk 1750-1928*, 1968

Seitz, H., *Glaset förr och nu*, 1933

Steenberg, E., Simmingsköld, B., *Glas*, 1958

Tidens tand, förebyggande konservering, Riksantikvarieämbetets förlag, 1999

Värmländska glasbruk V. Glava fönsterglasbruk, Värmlands museum, 1963

Järn och stål

I denna artikeln samlas alla material med järn som baselement, både moderna och historiskt viktiga material inom byggnadsvården: smidesjärn, välljärn, konstruktionsstål, verktygsstål, legerat stål och gjutjärn. Eftersom terminologin har ändrats en del genom historien ges följande definitioner som kan underlätta läsningen av äldre litteratur.

Artikeln har skrivits av MTö.



Gjutjärnsmonument över August Blanch på Norra Begravningsplatsen i Solna. Foto: MTö

Antikvariska aspekter

I byggnadsvårdssammanhang gäller samma princip för järn som för andra material: originalmaterialet bör bevaras i så stor utsträckning som möjligt.

Det är viktigt att komma ihåg att material från tiden före 1860 inte längre tillverkas och endast finns bevarat i gamla konstruktioner. Välljärn kan även förekomma i konstruktioner efter 1860, men sällan i byggnadssammanhang. Det befintliga välljärnet går systematiskt till omsmältning vid ombyggnader och rivningar tillsammans med övrigt skrotjärn.

Välljärnet har en annan karaktär än det götstål som numera produceras och är därmed viktigt för byggnadsvården. Det bör klassificeras och deponeras som välljärn, med angiven proveniens för användning i byggnadsvården av kompetenta varmsmeder. Det äldre materialet utgör dessutom originaldokument med information om material som inte längre framställs och som ingen längre kan tillverka.

Även om välljärnet håller på att försvinna och därför har ett högt bevarandevärde innebär detta inte att äldre konstruktioner av götstål inte har ett egenvärde. Tvärtom, samma principer gäller för bevarandet av originalmaterialet och för tidstypiska konstruktioner.

Under järn- och stålbyggandets korta tid har material- och konstruktionstekniken beträffande utformning, sammanfogning etc. utvecklats och förändrats. Med kännedom om den tekniska utvecklingen och dess tillämpning i byggnadskonstruktioner kan vi i dag datera byggnader och konstruktioner med mycket snäva marginaler. Detta är viktigt att vara medveten om så att ingrepp och metoder som kan förvanska objekten undviks.

Järn- och stålkonstruktioner har alltid varit målade framförallt för att skydda materialet mot korrosionsangrepp. Även om man måste räkna med att äldre konstruktioner under tidernas lopp har rostet och rengjorts och målats om ett flertal gånger är det viktigt att man i restaureringssammanhang söker information om tidigare färgsättning och materialval för ytbehandling på alla tänkbara sätt.

Arkivsökning och noggrann undersökning av metallytorna kan ge information om tidigare målningsbehandlingar, men man måste vara på det klara med att det är

mycket svårt att avgöra när ett visst färgskikt tillkommit. Om en järnkonstruktion har underhållits väl kan den ha målats om tio gånger på en hundraårsperiod.

Förekomst, utvinning och framställning

Förekomst och utvinning

Järn förekommer överallt i jordskorpan. Järnföreningar tillhör de vanligaste oorganiska föreningarna och förekommer i brytvärda mängder över hela jorden. Malmen anses brytvärd om den har så hög järnhalt och ligger så tillgänglig att den ger ett ekonomiskt överskott vid brytning.

De viktigaste järnmineralen för järnframställning är magnetitmalm och hematitmalm som bryts i gruvor. I dag finns endast ett fåtal kvar i drift i Sverige. Av Bergslagens många gruvor finns ingen kvar som innehåller brytvärd malm, det vill säga som är lönsamt att utvinna.

Framställning

Ordet järn står dels för grundämnet med beteckningen Fe, dels för råjärn - produkten som kommer ur masugnen. Råjärnet består av järnmetall och kol i halter omkring fyra procent, samt låga halter kisel, mangan, fosfor med mera från den använda malmen.

Råjärn, eller tackjärn som det kallades tidigare, framställs av malm i masugnar där malmen behandlats genom krossning, malning, anrikning samt rostning eller sintring.

Enligt äldre terminologi kallades järn med kolhalt under ca 0,5 procent järn, smidesjärn eller, om det framställts genom härdfärsning, välljärn. Smidbart järn med kolhalter över 0,5 procent var härdbart och kallades stål.

Enligt modern terminologi kallas allt smidbart järnmaterial med en maximal kolhalt på ca två procent för stål. Smidbart järn framställs ur råjärn genom en

färskningsprocess där kolhalten sänks. I samband med färsknigen försvinner även en del av de föroreningar som malmen fört med sig till tackjärnet.

I de äldre härdfärskningsprocesserna, där järnet färskades i halvfast tillstånd, berodde resultatet i hög grad på råjärnets kvalitet. Många oönskade föroreningar, till exempel svavel och fosfor, var svåra att avlägsna.

När götstålsprocesserna, bessemer-, martin-, thomas- och elektrostålprocesserna, infördes vid slutet av 1800-talet ökade möjligheterna att styra processen. Malmer med föroreningar, även fosfor, kunde användas eftersom det nu gick att avlägsna fosfor i färsknigen.



Interiörbild från Mölltorps gjuteri. Gjutning av gråjärnsdetaljer. Foto: MTö

Stål är definitionsmässigt allt bearbetbart järn med kolhalter under ca två procent. I dag framställs det som götstål eller stränggjutet. Stålgöten förbearbetas i grovvalsverk och ges ett lämpligt format för vidare förädling och bearbetning till önskat halvfabrikat.

Under härdfärskningsperioden före 1860 framställdes stål genom att härdfärskat välljärn i form av stångjärn kolades upp. Processen kallades cementering och produkten kallades brännstål. Brännstålet kunde vidareförädlas till garvstål eller degelstål.

Degelstålet var den mest förädlade och homogena formen av stål före götstålen och den produkt som gav vallonjärnet dess stora betydelse. Det svenska vallonjärnet var det bästa råmaterialet för den engelska degelstålframställningen i Sheffield.

Egenskaper

Inre struktur

Järn, stål och järnlegeringar är som alla metalliska material kristallina.

Kristallstrukturen, mikrostrukturen i järn och stål, har en avgörande betydelse för materialens egenskaper.

Gjutjärn kan vara grått eller vitt gjutjärn, eller en blandning av dessa två strukturer.

I grått gjutjärn förekommer kolet som grafit. Det grå gjutjärnet används för järngjutgoods som även kallas gråjärn. I vitt gjutjärn förekommer kolet som järnkarbid.

Smälttemperaturen är 1 536°C för rent järn. Den sjunker snabbt med ökande kolhalt och bildar ett smältintervall där metallen successivt övergår från fast till flytande form. Densiteten för rent järn är 7,87 kg/dm³ och längdutvidgningskoefficienten $0,012 \times 10^{-3}/^{\circ}\text{C}$.

Beständighet

De flesta legeringar av järn och stål korroderar i fuktig och syrehaltig miljö. Om miljön är förorenad med gasformiga ämnen eller med korrosiva salter accelererar nedbrytningen. Vissa legeringar är mer beständiga mot korrosion än andra.

Rostfria stål är framför allt legerade med krom och /eller nickel i olika halter.

Vid särskilt höga krav på korrosionsbeständighet tillsätts exempelvis molybden och man talar då om syrafast stål.

Hållfasthet

Järn och stål har goda hållfasthetsegenskaper som varierar med materialens sammansättning, halten kol och legeringsämnen, och med graden av bearbetning och värmebehandling.

Gjutjärn har dåliga hållfasthetsegenskaper för drag- och böjpåkänning. Det lämpar sig däremot väl för tryckpåkänning. Stål och välljärn har däremot goda egenskaper när det gäller såväl drag- och böj- som tryckpåkänning.

Hållfasthetsdata återfinns i bygglitteratur och i materialhandböcker från olika tidsepoker, samt i fastställda standarder för olika konstruktionsmaterial.

Formstabilitet

Järn och stål är formstabila under normala temperaturförhållanden, men mjuknar vid kraftigt höjda temperaturer, exempelvis en brand, varvid bärande konstruktioner kan kollapsa.

Vid normala temperaturvariationer utvidgas eller dras materialet samman.

Längdutvidgningskoefficienten är ett mått på de temperaturberoende dimensionsförändringarna. Dessa rörelser kan bli påtagliga, speciellt vid långa konstruktionsdelar som broar och långa balkar. Det är viktigt att ta hänsyn till detta då olika konstruktioner utförs.

Frostbeständighet

Järn och stål påverkas av låga temperaturer på så sätt att materialet blir sprödare.

Vid temperatursänkning minskar slagsegheten språngartat i ett visst temperaturområde, den så kallade övergångszonen. Vid temperaturer under denna zon råkar materialet lättare ut för sprödbrott.

Vissa föroreningar och legeringsämnen påverkar övergångszonens temperaturläge.

Fosfor- och kväverikt stål har en övergångszon vid hög temperatur och

kallbearbetning höjer den ytterligare. En felaktigt utförd svetsning kan innebära att denna typ av materialfel uppkommer.

Färgstabilitet

Stålets färg beror på den behandling materialet genomgått och vilken legering det rör sig om. Färgstabiliteten är låg i de flesta fall eftersom den omgivande miljön i regel inte är statisk.

Ytstrukturer

Ytstrukturen är metallisk, glänsande. I övrigt är den beroende av den bearbetning eller behandling ytan har genomgått.

Produktformer och användningsområden

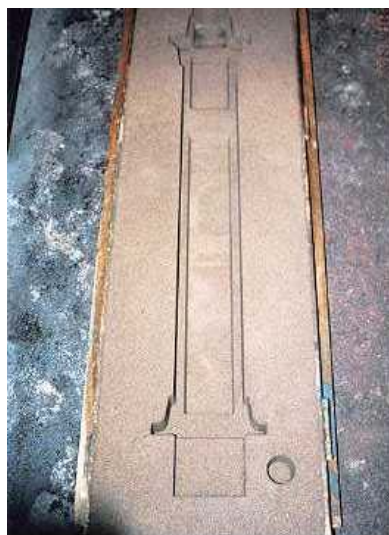
Före 1800-talet framställdes de flesta järnprodukter genom smidning. Fyrkantjärn och plattjärn med olika dimensioner framställdes i stångjärnssmidet. Svartplåt med fastställda dimensioner (som varierat något under olika tider) framställdes i plåthammare. I plåtsmidet tillverkades också bleckplåt, varmförtennad järnplåt, i fastställda dimensioner.

I början av 1800-talet kom valsade profiler som I-, U- och L-järn, samt vinkeljärn och rundjärn. Plåtvalsning utvecklades också i början av 1800-talet.

Stång och profil användes för byggnadsändamål och som konstruktionsmaterial används sedan götstålsprocessernas införande i slutet av 1800-talet nästan uteslutande kolstål och konstruktionstål.

Rund-, fyrkant-, platt- och bandjärn har framställts genom valsning sedan 1800-talets mitt. Bandjärn är ett tunnare plattjärn med en tjocklek < 4,5 mm. En speciell typ av plattjärn med större bredd (> 200 mm) och med plana kanter valsades i så kallade universalvalsverk och materialet kallades universaljärn. Om bredden översteg 240 mm räknades materialet som plåt.

Längderna på stängerna har varierat en del genom historien. På 1940-talet var längden ca fem meter.



Nyttillverkning av lyktstolpar till Skeppsholmsbron i Stockholm. Överst ena halvan av gjutformen. Därunder en färdiggjuten stolpe. Foto: MTö

Profiljärn i form av vinkeljärn, T-, Z- och U-järn har i stort sett valsats sedan mitten av 1800-talet, liksom övrigt järn här ovan. De har från första början funnits i olika dimensioner och proportioner.

Armeringsjärn för betong var från början rundjärn av olika dimensioner. Svenska kamjärn började valsas i Smedjebacken 1941.

Balkar finns som I- eller U-balkar och som bredflänsiga balkar med flera profiler. Flera av dessa profiler är lika gamla som valsningstekniken.

Längderna på stång-, profil- och balkprodukterna har i stor utsträckning varit beroende av produktionsutrustningen. Begreppet "fallande längder" innebar de normala tillverkningslängderna i valsverket.

Plåt tillverkas av kolstål och kan indelas i grov-, medium- och tunnplåt. Grov- och mediumplåt användes och används fortfarande främst i stålkonstruktioner som stora balkar (tidigare nitade, sedan 1940-talet svetsade) i fackverk, som knutplåtar med mera.

Tunnplåt har valsats sedan 1830-talet. Så kallad svartplåt var varmvalsad, eller tidigare smidd, med tjocklekar mellan 0,5 och 2,5 mm. Varmvalsningen gav en valshud av oxider som gav materialet dess namn eftersom det blev svart. Sedan 1960-talet kallvalsas all tunnplåt. Eftersom den är kallvalsad saknar den oxidskal och har en ren och blank metallyta.

Tunnplåt för taktäckningsändamål har haft standardiserade mått sedan 1700-talet, men måtten har varierat över tiden. Sedan den började kallvalsas levereras den även i rullar.

Förzinkning av tunnplåt för att förbättra korrosionsegenskaperna har utförts i Sverige sedan 1868. Tunnplåt kan också tillverkas av rostfritt material.

Rör i form av stålrör har valsats sedan slutet av 1800-talet, antingen som heldragna rör av hålade ämnen, eller som rör av bandstål, sammanböjda på längden till rörform och svetsade. Svetsade rör är en 1900-talsprodukt.

Spik har använts sedan järnåldern för att sammanfoga trä. Tekniken är nästan lika gammal som kunskapen att framställa järn. Spik för olika ändamål och träslag var handsmidd fram till mitten av 1800-talet när maskinsmidd eller pressad spik började tillverkas.

Klippspik klipps ur valsade band och formas i press. Trådspik tillverkas av valsad och dragen tråd som är rund eller fyrkantig. Fyrkantig trådspik med insvängda

sidor kallas räfflad. I dag tillverkas spik vanligen av lågkolhaltigt stål, tidigare användes smidesjärn.

Skruv används som träskruv eller med mutter och brickor för sammanfogning av trä, metall eller andra material. I byggnadssammanhang började skruvar användas under 1600-talet.

Nitar tillverkas av mjukt, lågkolhaltigt stål, så kallat smidesjärn enligt äldre terminologi.

Hantering och bearbetning på arbetsplatsen

Kapning, formning, applicering och montering

Stål bearbetas och formas genom varmsmide, eller verkstadsarbete som framför allt omfattar olika typer av skärande bearbetning, svetsning, samt kallbearbetning som plåtslageriarbete eller annan kallböckning.

Gjutgods tillverkas genom gjutning och en efterföljande mekanisk ytbearbetning med olika typer av skärande bearbetning, trumling, blästring etc. Huvuddelen utförs eller förbereds i verkstad. På arbetsplatsen utförs främst monteringsarbeten.

Vid underhåll uppnås bästa resultatet om materialet kan demonteras och sedan behandlas i verkstad, men det vanligaste är att underhållsarbetet sker på plats. Ofta handlar det om rostskyddsbehandling. Om materialet måste lagas, eller om delar måste bytas ut, utförs så mycket som möjligt på verkstad, varefter de nödvändiga monteringsarbetena utförs på plats.

Nitning användes tidigare för sammanfogning i konstruktioner av stål. Nitförband började användas under senare delen av 1800-talet. Innan dess var sammanfogning med skruvförband (med bult och mutter) det vanliga. Numera sker sammanfogning i huvudsak med svetsning.

Svetstekniken började användas vid slutet av 1800-talet och utvecklades runt sekelskiftet 1900.

Vid svetsning av äldre konstruktioner är det viktigt att använda yrkeskunniga specialister. Vissa äldre stålqualiteter är inte svetsbara och felaktigt utförda svetsar kan resultera i haverier. Till exempel var vissa av de tidiga götstålen som framställdes ur fosforhaltigt tackjärn, såsom thomasstål, inte svetsbart.

Ytbehandling och efterbehandling

Ytbehandling och efterbehandling Järn- och stålkonstruktioner ytbehandlas alltid eftersom materialet är korrosionsbenäget. Ytbehandlingen anpassas till konstruktionens funktion och den miljö i vilken den skall fungera. Om det är möjlig bör rostskyddsbehandling och målning utföras i verkstad.

När traditionella målningmaterial används måste allt arbete med takplåt utföras som platsmålning sedan taket lagts. Dessa färgtyper lämpar sig inte för verkstadsmålning före läggning.

Vård och underhåll

Vid löpande underhåll och i restaureringssammanhang är korrosionsskador vanliga skäl för åtgärder. Dessutom kan även mekaniska skador orsakade av belastning, utmattning etc. förekomma. I dessa sammanhang bör så lite material som möjligt av det befintliga bytas ut mot nytt.

En noggrann skadeutredning visar ofta att det befintliga materialet är i bättre kondition än det kan förefalla eftersom en omfattande utbredning av rost kan ge ett felaktigt intryck av svåra skador. Skadornas verkliga omfattning och karaktär bör utredas och sättas i relation till konstruktionens funktion. Ambitionen ska alltid vara att bevara det befintliga materialet i så stor utsträckning som möjligt och ge det den behandling som krävs för att det ska kunna bevaras.

Rostskyddsbehandling

Rostskyddsbehandling utförs med material och metoder som är anpassade till ändamålet och de krav som ställs av kulturhistoriska skäl. Med det menas att rostskyddet måste vara effektivt så att konstruktionen inte förbrukas för fort och att man väljer material som överensstämmer med den kulturhistoriska traditionen om detta är möjligt att förena.

Det är viktigt att ta hänsyn till framtida vård och underhåll. Ibland kan traditionellt materialval innebära att en byggnadsdel inte får det korrosionsskydd som ger det bästa bevarandet på lång sikt. Skall man då i antikvariskt nit offra byggnadsdelen för att göra ett "korrekt" materialval ur kulturhistorisk synvinkel? Vid val av lämpliga korrosionsskyddssystem bör man också tänka på deras varaktighet. Ju längre tid de håller desto mer sällan behöver man göra större underhållsinsatser. Underhållsintervallen får inte vara för korta om man vill att underhållet skall skötas med god ekonomi.

Behandlingen måste fungera bra på det underlag som erhålls när de korroderade ytorna förbehandlas, och underhållet ska kunna genomföras utan alltför omfattande insatser. Det vill säga: utan att en helt ny rostskyddsbehandling måste genomföras vid varje tillfälle.

Vad som är en lämplig rostskyddsbehandling avgörs av vad det är som ska rostskyddas och vad man vill uppnå förutom rostskyddet. Ytor som ska målas har ofta varit behandlade med linoljefärg från början.

En fungerande rostskyddsbehandling med rostskyddssystem som verkar aktivt korrosionshämmande började användas först vid mitten av 1800-talet (linoljeblymönja). Ungefär vid samma tid började man varmförzinka stål genom att doppa det i flytande zinkmetall.

Fram till 1960-talet var förzinkning och blymönjemålning de dominerande rostskyddsbehandlingarna av järn och stål. För underhåll av rostiga järn- och

stålytor som inte går att rengöra fullständigt är fortfarande linoljeblymönja den enda fungerande och underhållsbara rostskyddsbehandlingen.

Konstruktionsdelar som inte ska målas behandlas vanligen med olika typer av så kallade temporära korrosionsskyddsmedel: vaxer, fetter och oljor med aktiva korrosionsskyddsinhibitorer av den typ som används i motoroljor.

På marknaden finns ett stort antal varianter och syftet och behovet för det enskilda objektet får avgöra valet. Olika parametrar att ta hänsyn till är den behandlade ytans utseende, torr eller klabbig yta, färg, tjocka eller tunna skikt etc., och underhållsintervallet. Medlen kallas temporära eftersom skyddseffekten är tidsbegränsad. De kan vara avsedda för inom- eller utomhusbruk.

Skadeorsaker

Korrosionsskador är de främsta skadeorsakerna på järn och stål. Olämpliga konstruktioner, förorenad luft och dåligt eller eftersatt underhåll är några orsaker till angreppen som accelererar om de inte åtgärdas.

Järn är mycket korrosionsbenäget och bryts ner i fuktiga miljöer utan möjlighet till snabb upptorkning. Någon naturlig passivering (OBS! det är inte felstavat. Det heter passivering inte passivisering) av materialet (egenskapen hos korrosionsprodukterna att skydda metallen från fortsatt korrosion) förekommer inte när det gäller olegerat stål och gjutjärn.

Rostfria stål är däremot rostfria eftersom en del legeringsämnen bildar passiverande ytskikt på stålet i vissa miljöer. Det är dock viktigt att ha klart för sig att en rostfri kvalitet inte är rostfri i alla miljöer. På grund av detta finns olika rostfria stål för olika ändamål och för användning i olika korrosiva miljöer.



Tre exempel på korrosion: Överst och i mitten ytrost på valsad svartplåt respektive gjutjärn. Nederst spaltkorrosion mellan plåt och vinkeljärn har deformerat den nitade konstruktionsdetaljen. Foto: MTö

Reparationsmetoder

En skada kan repareras på olika sätt beroende på dess typ och omfattning, och på konstruktionens funktion. I första hand används ett traditionellt reparations sätt som är förknippat med den konstruktion som ska repareras. Om ett material måste bytas ut är första alternativet att hitta ett material av liknande kvalitet.

Svetsning kan användas i konstruktioner som kräver god hållfasthet eller där traditionell lagning, exempelvis med pånitade plåtar, skulle påverka utseendet på ett negativt sätt. Med undantag från tidigare nämnda thomasstål kan i princip alla järn- och stålqualiteter svetsas.

En utbredd vanföreställning är att gjutjärn inte går att laga, med vilket man menar att materialet inte går att svetsa. Gjutjärn är svårare att svetsa än vanligt

konstruktionsstål och ställer speciella krav på den som utför arbetet. Lagningar ska utföras så att inte nya skadeorsaker uppstår. Man bör således inte tillföra material som är korrosionskemiskt olämpliga eller välja konstruktionslösningar som skapar belastnings- eller korrosionsproblem i framtiden.

Miljöaspekter

Miljöpåverkan vid framställning och transport

Vid utvinning och framställning är avfallet i form av varphögar med bortsorterad gångart vid anrikningsverken och slagg från råjärnsproduktionen en föroreningskälla. Avfallshögarna kan innehålla ämnen som är skadliga för natur och miljö.

Miljöpåverkan vid hantering

Hantering av materialet i byggnads- och restaureringsskedet medför inga direkta miljökonsekvenser. Vissa rostskyddsbehandlingar innebär däremot latent miljörisk och måste hanteras med respekt och omsorg. Framför allt gäller detta hanteringen av linoljeblymönja.

Myndigheternas mål är att begränsa blyanvändningen och förhindra dess spridning i naturen. Det bästa sättet att uppnå detta är genom ökad kunskap om materialets skadlighet och hur det sprids. Rostskyddsmålning med blymönjefärg sprider inget bly till naturen om färgen påföres med pensel och endast på de ytor som ska behandlas. Sprutmålning med blymönjefärg får aldrig förekomma.

Rostskyddsfärg täckmålas och är på så vis skild från den yttre miljön. När täckfärgen eroderar ska underhållsmålning ske så snart den orangeröda mönjan blir synlig. Vid färgborttagning för ommålning måste all bortskrapad färg samlas upp och skickas till destruktion, alternativt blyåtervinning. Våt färg är inte farlig för den som hanterar den om normal hygien iakttas. Torr färg dammar vid skrapning och

hud och andningsorgan bör skyddas, och det är viktigt att iaktta en noggrann hygien.

Vid hantering av tunga byggnadselement kan belastningsskador uppstå. Arbetarskyddsstyrelsen har utfärdat föreskrifter som skall följas vid allt byggnadsarbete, AFS 1999:3 Byggnads- och anläggningsarbete, AFS 2000:1 Manuell hantering och AFS 1998:1 Belastningsergonomi.

Vid svetsningsarbeten skall Arbetarskyddsstyrelsen föreskrifter följas, AFS 1992:9, Smältsvetsning.

Miljöpåverkan vid bruksskedet samt emissioner

I byggnadssammanhang används nästan uteslutande olegerade konstruktionsstål. Järn (Fe) och kol (C) är inte miljöfarliga, däremot kan vissa legeringsämnen som krom (Cr) och nickel (Ni) vara allergiframkallande. Detta orsakar dock sällan problem i arbetet med byggnadskonstruktioner eftersom legerade stål används i mycket begränsad utsträckning i detta sammanhang.

Några emissioner förekommer inte.

Återanvändning, återvinning och deponi

Så gott som allt järn och stål tas om hand och går till återvinning där det smälts om till nytt stål. En mindre mängd skrot från äldre konstruktioner tas om hand för återanvändning, men inte på något systematiskt sätt. Detta innebär att äldre stål, smidesjärn som är framställt i en härdfärskningsprocess, kommer att försvinna med tiden eftersom härdfärskning inte sker längre.

Deponi är sällan aktuellt eftersom nästan allt järn och stål som förbrukats kan omhändertas i återvinningsprocesser. Här pågår en utveckling mot en fullständigt recirkulation.

Materialets historia

Som konstruktionsmaterial och som material för framställning av verktyg är järn den metall som har haft och fortfarande har störst betydelse i mänsklighetens historia. Näst efter koppar och silver var järn den metall som framställdes tidigast i en metallurgisk process.

Den teknikhistoriska utvecklingen - framställningen av metallen, de processer som utvecklats för att styra, anpassa och förändra materialet efter önskade behov - har utförligt beskrivits och publicerats i tusentals skrifter. Forskningen inom det metallurgisk-historiska området är alltså mycket omfattande och berörs inte närmare här, annat än med ett antal hänvisningar till användbara publikationer.

Vad som däremot inte berörts i någon större utsträckning inom byggnadsvården, och följaktligen inte publicerats, är de skillnader som råder mellan järn- och stålqualiteter framställda enligt olika processer. Med detta avses främst skillnaden mellan järn och stål som framställdes enligt de gamla härdfärskningsmetoderna, dels de som användes fram till 1860-talet och som tillämpades för sista gången i Sverige 1964 i Ramnäs bruk i Västmanland, dels götstålsprocessernas produkter som inleddes med bessemerstålet i början av 1860-talet.

Järn och stål fick inte någon större betydelse som konstruktionsmaterial förrän under 1800-talet. Tidigare inskränkte sig användningen av järn (stål i modern terminologi) till ankarjärn, dragstag, olika typer av avväxlingsjärn och bärande järn i exempelvis öppna eldstäder, i beslag, lås med mera, samt spik, skruv och bult för sammanfogning.

Under 1800-talets första hälft ökade gjutjärnets betydelse i byggnadskonsten genom bärande balkar och pelare i pelar-balksystem där gjutjärnets dåliga böjhållfasthet komparerades med tätt placerade pelare i rader.

Under det tidiga 1800-talet utvecklades den mekaniska verkstadsindustrin och större konstruktionselement framställdes av stål, framför allt sedan den engelska

puddlingsprocessen (en härdfärskningsmetod) införts vid flera svenska mekaniska verkstäder. Vid den här tiden var olika härdfärskningsmetoder fortfarande det enda sättet att framställa smidbart järn ur tackjärn. Metoderna var till stor del hantverksmässiga och gav förhållandevis små mängder smidbart järn av god kvalitet som dock inte var fullt homogent och reproducerbart. Av dessa var tysk-, vallon- och lancashiresmidet de vanligaste metoderna i Sverige.

Puddlingsprocessen var också en härdfärskningsmetod men den gav betydligt större volymer. Det skulle emellertid visa sig att även denna metod hade vissa brister med avseende på homogenitet och reproducerbarhet. Inte förrän götstålsprocesserna utvecklades under senare hälften av 1800-talet kunde problemen övervinnas.

Bessemermetoden är den första götstålsprocessen. Den uppfanns i England men utvecklades till en användbar metod i Sverige. Den följdes snart av Siemens-Martinmetoden och Thomasmotoden under 1800-talets slutdecennier. Under 1900-talet kom diverse syrgas- och elektrostålprocesser. Gemensamt för alla metoderna ovan är att stål med önskad legeringssammansättning och kolhalt kan framställas i flytande form. Därav benämningen götstål.

Stålgöten bearbetas i hammare, hydrauliska pressar och valsverk till önskade former: stänger, balkar, plåt, band, rör och tråd. Eftersom materialet framställs i flytande form är stålsammansättningen lättare att styra inom önskade toleranser än härdfärskat järn. Göten blir dessutom relativt homogena. Av detta kan man dra slutsatsen att balkar med olika profiler och plåtar blir homogena, och att materialens egenskaper blir mätbara och kontrollerbara och av samma kvalitet, vilket gör att hållfasthetsberäkningar på konstruktioner blir möjligt.

I början av 1800-talet kom valsverken. Till en början användes de främst till att valsa plattjärn och fyrkantjärn av samma dimensioner som stångjärnet, men snart började man valsa olika profiler, L-, U-, H-balkar med mera. Man inledde även försök med valsning av tunnplåt, men på grund av den stora belastningen på

valsstolarna dröjde det till 1830-talet innan plåtvalsverken kunde börja konkurrera med plåtsmidet.

När götstålet började produceras på 1860-talet tog ånghammare och valsverk över hela bearbetningsprocessen av stålråvaran, fram till halvfabrikat av stänger, profiler och plåt. Man fortsatte att använda hammare för tillverkning av stångjärn för en del av den återstående härdfärsknings produkter. Härdfärskning bedrevs i begränsad omfattning långt in på 1900-talet i Sverige. Den sista vallonfärsknigen genomfördes 1942 i Strömbacka i Hälsingland och 1964 färskades den sista lancashiresmältan i Ramnäs bruk i Västmanland. Det var för övrigt den sista härdfärsknigen överhuvudtaget i landet.

På 1830-talet utvecklade den franske metallurgen Sorel tekniken att rostskyddsbehandla järn genom att utnyttja kunskaperna om den galvaniska serien och att den oädla metallen av ett sammankopplat metallpar korroderar först.

Det var redan känt att zink var oädelt i förhållande till järn, och följaktligen skulle järn inte rosta i närvaro av zink förrän zinken var förbrukad. År 1836 togs Sorel patent på metoden att rostskydda järn genom varmförzinkning. År 1868 togs Sveriges första galvaniseringsverk i drift i Karlskrona. På 1870- och 80-talen kom fler anläggningar igång i järnverk där tunnplåt valsades, framförallt i Bergslagen.

Kunskapen om mikrostrukturens betydelse för stålets egenskaper och hur den kan påverkas och styras har väsentligt bidragit till utvecklingen av material för olika ändamål. Legeringsämnen påverkar grundmaterialet på olika sätt, vilket har lett till att stål med olika egenskaper har kunnat framställas, exempelvis rostfria stål, rosttröga stål, syrafasta stål, olika typer av konstruktionsstål med olika hållfasthetsegenskaper samt verktygsstål. Materialutvecklingen har främst skett under 1900-talet, även om grunden lades under 1800-talets senare del. (Se även Metaller).

Litteratur

Berge, B., *Byggningsmaterialenes ökologi*, Universitetsforlaget, 1992

Cornell, E., *Byggnadstekniken*, 1970

Fritz, M., Berglund, B., *Gjutjärnets tidsålder*, del 1 och 2, 1989

Gramén, L. N., *Lantmannabyggnader*, Stockholm, 1916

Hallenborg, J.F., *Husbyggnadslära*, Stockholm 1927

Handbok i rostskyddsmålning, Korrosionsinstitutet, bull. 85, 2:a uppl. Stockholm 1984

Handboken Bygg, material, Liber förlag, 1984

Hantverkets Bok, Måleri. Stockholm, 1:a uppl. 1934, 5:e uppl. 1953

Hökerberg, O., red., *Husbyggnad*, Stockholm 1939, 1944

Järnplåt, Underrättelser från Riksantikvarieämbetet 1980:4

Karlsson, V., *Lärobok i Husbyggnadskonstruktioner*, 6+1 delar, 1904-1921, i Sekelskiftets byggteknik, Borås 1994

Kreüger, H., *De Tekniska Vetenskaperna, Avd. Byggnadskonst, Band I, Byggnadsmaterialier*, Stockholm 1920

Lindem, G. m fl., *Byggnadssmide, modellbok*, Gislöfs Smidescentrum, Simrishamn, 1980

Lüneburg, L., Svensson, O., *Färger och lacker*, Stockholm 1962 Löfroth, C., Byggnadsindustrin, Stockholm 1913

Mattsson, E., *Elektrokemi och korrosionslära*, Korrosionsinstitutet Bulletin nr 56, 1970

Korrosionsinstitutet KI Rapport 1988:3

Rothstein, E.E. von, *Allmänna byggnadsläran*, 1856, 1875, 1890

Sandvikens handbok, del 7, vol. 1 och 2, Sandviken 1963

Svensk Standard SS 05 59 00 - Behandling av stålytor före beläggning med målningsfärg-, Standardiseringskommissionen i Sverige, Göteborg 1989

Wedholm, L.J., *Tidskrift innefattande Handedning i Svenska Järnbruksekonomi*, Hft 1-12, 1867-69

Äldre järnplåtsarbeten, En sammanställning av uppgifter ur äldre facklitteratur, Rapport 1979:5, Riksantikvarieämbetet 1979

Kalk

Denna artikel tar upp olika former av kemiskt behandlad kalksten som bränd och släckt kalk samt kalkfärg. Se även *Cement och cementbundna material* samt *Sten*.

Kalk har flertusenårig tradition som bindemedel i kalkfärg och i bruk för murning och putsning. I detta avsnitt behandlas såväl grunderna som de olika kalkprodukter som används inom byggområdet.

Även om industrialiseringen har tillfört nya produkter och nya verktyg så är förutsättningarna desamma idag som under antiken.

Artikeln har ursprungligen skrivits av HSa.

Antikvariska aspekter

"Av flera skäl bör man använda kalk vid omputsning och avfärgning av äldre putsade byggnader. Dessa bevaras då bäst som vittnesbörd om en byggnadskonst, för vilken kalken är ett viktigt material. Kalkputs är inte så stark och tät att murverket bryts ner. Den kan förnyas utan att underlaget skadas".⁹¹

Genom forskning och utvecklingsarbete har vi successivt blivit bättre på att avläsa och tolka äldre skikt av kalkfärg och putsskikt. Men våra ambitioner har också ökat. Om vi för tjugofem år sedan nöjde oss med att konstatera och föreskriva "kalkbruk", så kan vi idag ställa preciserade krav på såväl hantverksutförande som materialens ursprung och beredning.

Materialet kalk rymmer stora variationer och hantverkstraditionen är rik. Kalkputsens egenskaper och utseende är beroende av många olika faktorer, av råmaterialens ursprung och bearbetning, såväl kalkens som ballastens, av brukets sammansättning, av appliceringstekniken och murarnas verktyg och handlag. Det

⁹¹ *Kalkputs 1 - Inventering av 220 puts- och avfärgningsarbeten utförda 1960-1980*, Rapport RAÄ 1984:1

kulturhistoriska värdet skapas av dessa faktorer tillsammans och den antikvariska ambitionen måste vara att behålla den puts som sitter på väggen.

När omputsning är nödvändig måste arbetet inriktas på att efterlikna en ursprunglig puts - tekniskt, hantverkligt och utseendemässigt. Den antikvariska bedömningen måste utgå från en analys av såväl tekniska egenskaper som material och utförande. Kalkputs måste alltid dokumenteras som mer än bara "kalkputs". Möjligheterna att beskriva den stora rikedomen av putsvarianter har under senare år ökat.

Det kommer alltid att finnas uppdrag på olika ambitionsnivåer. I enkla fall kan fabriksfärdiga produkter vara den rätta lösningen, men för de kulturhistoriskt mest värdefulla byggnaderna ska kraven kunna omfatta bevarade originalytor, platsblandade material och utvalda verktyg. Det är antikvariens och arkitektens ansvar att sådana beställningar inte måste avvisas därför att kunskap eller kunnande saknas.

Förekomst, utvinning och framställning

Kalksten

Råvara för kalktillverkning är kalksten som i Sverige finns från flera olika geologiska perioder och i fyndigheter över hela landet. Kalksten har som huvudbeståndsdel kalciumkarbonat som kristalliserar som mineralet kalkspat (kalcit). Om mineralet består av både kalcium och magnesiumkarbonat kallas det dolomitspat.

Själva karbonatets kemiska sammansättning är ca 56 % kalciumoxid och 44 % koldioxid. Mycket "ren" kalksten med hög halt av kalcit ger vit kalk, lämpad för avfärgning, men kalksten med större lerinnehåll. halt av kisel, järn och aluminiumoxid har mörkare färg och ger hydrauliska egenskaper hos bindemedlet. Ett hydraulisk bindemedel hårdnar genom en reaktion med vatten till en produkt som är mer beständig mot vatten än den rena kalken.

För bara några decennier sedan utnyttjades lokala stenbrott i alla regioner och kalksten hämtades nära förbrukningsstället. I början av 1900-talet kunde arkitekter och byggmästare fortfarande ange varifrån kalk till ett bestämt ändamål skulle hämtas.

"De kalkstenar, som lemna fet kalk, innehålla från 1 till 10 % av sin vikt främmande beståndsdelar. Kalkstenar, som hålla mer än 10 och ända till 30 % lera, äro magra och hydrauliska".⁹² "Fet" kalk är alltså den som innehåller över hög andel kalciumoxid, ren och nästan vit till färgen den vanliga gotlandskalken är ett exempel.⁹³

Bränd kalk

Det första steget i beredningen av byggnadskalk är bränningen. Kalkstenen kan brännas i tillfälliga milor och fältugnar eller i permanenta ugnar av olika storlek och konstruktion. Som bränsle har man traditionellt använt ved men sedan 1800-talet även alunskiffer och stenkol. Valet av bränsle påverkar temperaturen, vilken i sin tur kan ha inverkan på kalkens egenskaper.

Vid upphettning söndefaller stenen i kalciumoxid och kolsyra (och bibeståndsdelar). Processen förlöper snabbt vid en temperatur runt 1000 grader. Då kalciumkarbonatet innehåller ca 44 % koldioxid är det stora mängder som ska drivas ut. Den kvarvarande brända kalken ser fortfarande ut som kalksten men den är naturligtvis mycket lättare och porösare.

Förr levererades kalken ofta till bygget som stycken av bränd (eller "osläckt") kalksten, som "styckekalk". Idag kommer den nästan alltid i släckt form - som våtsläckt kalkdeg eller som pulver, torrsläckt kalk.

⁹² Rothstein, E. E. von, Allmän byggnadslära, flera upplagor, från 1854.

⁹³ Rothstein, E. E. von, Allmän byggnadslära, flera upplagor, från 1854.

Släckt kalk

Den brända kalken (kalciumoxiden) måste släckas med vatten. Den suger då upp vatten och en häftig reaktion sätter in tills allt omvandlats till kalciumhydroxid. Förloppet åtföljs av stark värmeutveckling och volymutvidgning (ca 20 % ökning).

Kalken kan "våtsläckas" eller "torrsläckas". Våtsläckning är släckning med ett överskott av vatten. Den går till så att den brända stenen töms i ett kar fyllt med vatten. Med "rakor" rör man om i det som successivt förvandlas till "kalkdeg". Torrsläckning innebär att vattenmängden är anpassad till vad som erfordras för den kemiska omvandlingen. Den torrsläckta kalken bildar ett pulver.

Hydraulisk kalk måste torrsläckas om de speciella egenskaperna ska bibehållas. Ett hydrauliskt bindemedel reagerar annars snabbt med vatten och är sedan oanvändbart.



Kalk släcks i en lave under häftig värmeutveckling. En del av släckningsvattnet förångas. Foto: Ewa Sandström Malinowski

Egenskaper

Inre struktur

Enligt såväl svenska som danska undersökningar och erfarenheter ger våtsläckning en kalk med mindre "fiskfjällsliknande" kristaller. Torrsläckt kalk "har generellt sett betydligt större partiklar", mer som klumpar, när den studeras i elektronmikroskop. Kristallstrukturen kan vara en förklaring till varför en deg av våtsläckt kalk anses vara smidigare, med "närmast tixotropa egenskaper".⁹⁴

En förstorad genomskärning av ett härdat skikt av puts eller murbruk visar sandkorn i olika storlekar, omgivna av hålrum (luftporer) men sammanhållna av ett "bindemedelslim". Sandens korngradering - fördelning av korn i olika storlekar - har stor betydelse för brukets struktur. En hög andel små korn ger ökad hålrumsvolym och kräver mera bindemedel. Sandkornens form syns också tydligt. I äldre bruk är rundkornig natursand det vanliga. Där finns också stora kalkklumpar troligvis karbonatiserad kalk frändet övre lagret i kalkgropen/ högen, eller obrända rester från kalkugnen - som tjänar som ballast och anses ha god inverkan på brukskvaliteten.

Hållfasthet

Tryckhållfastheten är den egenskap som oftast anges för att karaktärisera ett nytt bruk. Den är ungefär proportionell mot elasticitetsmodulen och den kan också fastställas för prover av gammal puts som tas från vägg.

Rena, lufthårdnande kalkbruk har låg tryckhållfasthet. Att sådana bruk ändå kan vara hållbara kan förklaras med att de har god förmåga att deformeras plastiskt, att följa underlagets rörelser.

Bruk med hydrauliska komponenter har större tryckhållfasthet men är i gengäld mindre elastiska, har sämre förmåga att anpassa sig till underlaget.

⁹⁴ *Kalkputs 2 - Historia och teknik _ redovisning av kunskaper och forskningsbehov, Rapport RAÄ 1984:4*

Beständighet

"De fortfarande välbevarade putser av äldre datum som vi dagligen ser runt omkring oss utgör alla en intressant provkarta av regionalt och tidsmässigt varierande putstekniker. Att de fortfarande finns att betrakta visar dessutom att kalkputs är ett byggnadsmaterial som under goda förutsättningar kan ha en enastående livslängd".⁹⁵

En riktigt utförd kalkavfärgning håller (ser tillfredsställande ut) i minst 8–20 år beroende på omgivningen. Den är kemiskt och fysikaliskt en del av underlaget och samtidigt ett offerskikt som skyddar putsen eller murverket - utan att förhindra fuktvandring (in och ut).

Det finns gränser för hur mycket pigment kalken kan binda. Om man tillsätter för mycket kan pigmenten färga av sig på omgivningen.

Frostbeständighet

Stor betydelse för putsens hållbarhet på nordiska breddgrader har frostbeständigheten. Den bestäms av många faktorer men porstrukturen anses vara avgörande, särskilt för "svaga" material som lufthårdande och hydrauliska kalkbruk. I de moderna fabriksstillverkade brukena tillsätts därför porbildande medel med syfte att skapa en viss garanti för frostbeständighet.

Kalkfärg är frostbeständig under förutsättning att den påförs under rätt årstid - så att den hinner karbonatisera innan frosten kommer. Färg som fryser sönder har utsatts för fukt genom läckage eller från marken. Regn på dagen och frost på natten är även en relativt vanlig skadeorsak.

⁹⁵ *Kalkputs 2 - Historia och teknik _ redovisning av kunskaper och forskningsbehov, Rapport RAÄ 1984:4*

Färgstabilitet

Färgskiktet åldras naturligt genom att gradvis vittra och tunnas ut, genom "tvättning" och slitage. Ytor som nås av regn åldras (tvättas rena) tidigare än skyddade fasadpartier.

Ytstruktur

Puts har alltid två funktioner – en praktisk och en estetisk, att skydda den bakomvarande muren och att pryda den. Ytans struktur är en av de variabler som avgör fasadens uttryck – från slevstruken slätputs med finkornig, blank yta till spritputs där grov singel (upp till 6–10 mm) blandats i det sista påslaget. Ytans struktur är också avgörande när olika element i fasaden ska markeras.

Med puts kan man skapa byggnader som hämtar sina förebilder i den klassiska arkitekturen. Timrade byggnader förvandlas till stenhus med pilastrar. Enkla, murade fasader blir ståtliga barockpalats. Puts har därför inte varit populärt under perioder när man eftersträvat "materialäkthet".

Den traditionella ytbehandlingen på kalkputs är kalkfärg. Lagrad kalkdeg (släckt kalk) har en smörliknande konsistens. När den blandas med mera vatten bildas kalkmjölk som är det samma som vit kalkfärg. Kalken fungerar då som både bindemedel och (vitt) pigment. När andra kulörer önskas tillsättes kalkäkta pigment - pigment som inte bryts ned i den basiska miljö som kalken skapar. Linoljefärg har använts i enstaka fall - på speciella byggnader som exempelvis Kina slott eller när man velat framhäva portomfattningar och dekorationer

En kalkavfärgad yta kännetecknas av den speciella ljusreflektion som de många små och skarpkantade kalkkristallerna ger. Den har en lyster som är levande och kan i starkt solsken nästan vara bländande.

Produktformer och användningsområden

Våtsläckt kalk

Våtsläckt och under lång tid lagrad kalk är det rätta för kvalificerade putsarbeten och avfärgning. Ett bindemedel av lufthårdnande kalk ger en elastisk puts, följsam med rörelser i murverket. Det hårdnar genom att ta upp kolsyra (koldioxid) ur luften. Lufthårdnande bruk bör vara det första valet vid komplettering eller omputsning inom de flesta regioner.

För tillverkning av putsbruk användes förr nästan alltid lufthårdnande kalk i våtsläckt form, långtidslagrad i kalkgrav. Den som själv vill råda över sin kalk och veta vad hinken innehåller kan göra som många restaureringshantverkare i Storbritannien köpa bränd styckekalk, släcka den och förvara den i en kalkgrav på gården. I engelska broschyrer kan inte sällan läsas: "We maintain our own lime-pit and slake quicklime in the traditional way".

Torrsläckt kalk

Från de stora svenska kalk- och brukstillverkarna levererar man huvuddelen av den byggnadskalk som förbrukas i Sverige. Den är torrsläckt och kommer i säckar. Andra fabrikat importeras från Danmark, Polen, Tyskland och Frankrike.

Den torrsläckta kalken kallas också hydratkalk och är kalciumhydroxid i pulverform. Vid tillverkningen används bara så mycket vatten som behövs för att den kemiska omvandlingen ska kunna äga rum. Den bör blötläggas minst ett dygn innan den används för beredning av putsbruk eller kalkfärg.

Den torrsläckta kalken väger ca 600 kg/m³.

Hydraulisk kalk

Hydraulisk kalk ska bara användas där sådana produkter använts tidigare. Det kan vara inom områden där kalkstenen är lerhaltig och vid bränning ger en kalk med

hydrauliska egenskaper eller i de sammanhang från 1800-talets början då man medvetet valt ett bruk som också hårdnar i fuktig omgivning: vid kanalbyggen, i listverk och sockelparter etc. Lufthårdnande kalk har varit det normala i alla andra sammanhang.

Nästan all den hydrauliska kalk som används i Sverige levereras från Danmark och Frankrike. Den inhemska tillverkningen upphörde på 1950-talet och har återupptagits först under senare år och bara som försök i liten skala.

Hydraulisk kalk levereras som pulver och kan väga ca 900 kg/m³.

Fabriksfärdiga bruk

När bruket blandas på byggsplatsen kan det anpassas individuellt till den aktuella byggnaden och den äldre putsen. Fabrikstillverkat bruk kräver enligt gängse uppfattning inte lika mycket erfarenhet hos byggmästaren och muraren. Det är enklare att nå ett hållbart resultat, men detta blir också standardiserat. Särskilt ballastmaterialet, som ofta består av både sand och dolomitkross, bidrar till att reparationer utförda med fabriksfärdigt bruk tydligt framträder på fasaden.

Traditionell, platsblandad kalkfärg

Traditionell kalkfärg blandas alltid på plats och bindemedlet - kalkdegen finns att köpa i burkar om 20 liter (25 kg).

Fabrikstillverkad kalkfärg

Fabrikstillverkad kalkfärg innehåller oftast tillsatser i form av finmalen kalksten eller dolomitmjöl, som fungerar som förtjockningsmedel. En del av fabrikaten innehåller också latex eller cellulosaderivat. Fabriksfärger har större täckförmåga, behöver bara strykas en eller två gånger, men de saknar helt den traditionella färgens levande lyster och åldringsegenskaper.

Hantering och bearbetning på arbetsplatsen

Sand

Sanden, ballasten, hämtades förr i regel från de närmaste omgivningarna och är därför karaktäriserande för putsen i en region. Såväl kornform som storleksfördelning är bestämmande för putsens egenskaper. Organiska ämnen, matjord eller förmultnade växtdelar, måste noggrant skiljas bort.

Beredning

Platsberedning var i äldre tid en självklarhet. Det har under senare år blivit vanligare igen – i takt med det ökande intresset för äldre hantverksteknik och för brukets sammansättning och utseende.

Från kalkdeg – våtsläckt, långtidslagrad kalk – blandas bruket bäst i tvångsblandare. Blandningstiden kan variera mellan 10 minuter och en halvtimme. De traditionella proportionerna är 1 volymdel kalkdeg och 2 volymdelar sand. Extra vatten kan behöva tillsättas.

Torrsläckt kalk, i pulverform, blandas på samma sätt men här anges proportionerna oftast i viktform och vatten måste tillsättas. Ett kalkbruk med de klassiska (volym) proportionerna 1:3 kan motsvaras av ett bruk med beteckningen K 100/800, vilket innebär att 100 kg torrsläckt kalk ska blandas med 800 kg sand.

Uppfattningen om vattenmängd och blandningstid varierar bland murare och andra experter. Ju längre tid blandningen pågår, desto mer luft blandas in och bruket blir smidigare. Mycket vatten medför att bruket blir blötare och kanske lättare att slå på men det innebär också större risk för krympsprickor.

Hydrauliskt bruk måste användas inom några timmar eller någon dag efter beredningen, beroende på graden av hydrauliska egenskaper. Ett lufthårdnande bruk däremot kan lagras hur länge som helst, bara det får ligga täckt av vatten.

Applicering

"Att slå på putsbruk med slev är det traditionella och vanliga sättet att putsa. Bruket slås på muren med ett jämt och kraftigt slag. Mycket feta och klistriga kalkbruk är svåra att slå på och måste på medeltida vis strykas på ytan.

Ambitionen att åstadkomma en yta som överensstämmer med äldre förebilder har bidragit till ett ökat intresse för putshantverket, för de ideal som varit styrande under olika perioder och för de olika verktyg som använts. En slätputs kan följa ett "levande" underlag eller bilda en exakt och plan yta. Muraren har använt en liten slev/snutbräda eller arbetat med rätskiva och rivbräda. När ett äldre utförande ska efterliknas måste också verktygen rekonstrueras och provtytor utföras.

Vård och underhåll

Skador på puts

Orsakerna till putsskador eller till skador som sammanhänger med putsen på en byggnad kan översiktligt indelas i tre kategorier: olämpligt material (1), felaktigt utfört arbete (2) och tekniska brister i byggnaden (3).

Ett vanligt exempel på den första kategorin är cementhaltig eller starkt hydraulisk puts på äldre murverk eller som revetering på en timmerstomme. Den överstarka putsen är inte tillräckligt elastisk och fukt som samlas i stommen kan inte ta sig ut. Stommen skadas.

Till den andra kategorin hör de problem som kan härledas till murarens arbete men också sådana skador som sammanhänger med väderleken och årstiden då putsarbetet genomfördes. Ny kalkputs behöver minst fyra veckor för att karbonatisera och uppnå en hållbarhet som klarar de första frostnätterna och höstregnen.



Göteborgs rådhus. I mötet mellan ursprunglig puts och senare lagningar uppstår ofta sprickor. Om ytan sedan målas med tät färg, som här en plastfärg, skadas den underliggande putsen. Foto: Ewa Sandström Malinowski

De tekniska brister, som i första hand leder till putsskador, är i regel lätta att åtgärda. Ett åskådligt exempel är fukt som ansamlas på grund av trasiga stuprör eller plåttäckningar - med sönderfrysning som följd. Det kan också handla om konstruktiva lösningar med "inbyggda" brister: utskjutande sockel som samlar vatten, felaktigt utförda plåttäckningar, puts neddragen ända till marken etc.

När kalkfärg flagnar kan det bero på att den påförts i för tjocka skikt. Då syns penseldragen. Färgen ska vara tunn. Olämpligt, för hårt eller för torrt, underlag som kalkcementputs eller dåligt förvattnad kalkputs, ger dålig vidhäftning.

Reparationsmetoder

Kalkfärgsmålade ytor är rotborstning, eller stålborstning, och sedan sköljning med vatten. Idag används också högtryckstvättning med varmt vatten. Syftet är att få

bort smuts och löst sittande färg och att åstadkomma god vidhäftning " sugning " för nya färgskikten.

Det finns tillfällen då man av antikvariska skäl vill bevara äldre färgskikt - originalytor. På invändiga ytor, som inte är utsatta för slitage eller regn, har Riksantikvarieämbetet med framgång prövat olika metoder för fastsättning av löst sittande puts. Arbetet bör utföras av konservator.

Undersökning och analys

Puts som sitter på vägg kan dokumenteras och analyseras med metoder, som utvecklats av såväl byggnadsarkeologer som materialvetare. En god uppfattning av putsens eller brukets ålder och egenskaper kan ett tränat öga få redan genom att studera ett stycke av materialet med hjälp av en lupp. Färg, hårdhet, typ av ballast, förekomst av kalkklumpar och tillsatsmaterial - dessa och liknande iakttagelser kan ibland räcka för att beskriva materialet som "typiskt 1600-tal, svagt hydrauliskt, ganska fett, ytan bearbetad med slev". En första aning om sandens kornfördelning kan också bedömas under lupp. Vill man få en tydligare bild kan proverna lösas i utspädd saltsyra och den återstående sanden siktas.

Miljöaspekter

Miljöpåverkan vid framställning och transport

Energiåtgången vid kalkbränning varierar i praktiken med effektiviteten hos olika typer av ugnar. För en liten, intermitterent ugn som den i Hejnum på Gotland beräknas förbrukningen till ca 4000 cal per kg bränd kalk. Vid bränningen frigörs en viss mängd koldioxid till luften. Se även *Cement och cementbundna material, Miljöaspekter*.

Miljöpåverkan vid hantering

Kalkbruk, -puts och -färg är frätande. Ögon och händer måste skyddas. På varje arbetsplats bör alltid finnas skyddshandskar, skyddsglasögon och ögonbad.

Miljöpåverkan i bruksskedet

Kalkbruk, -puts och -färg avger inga emissioner

Materialets historia

Byggnadskalken kom till Norden med det medeltida kyrkobyggandet. I länderna vid Medelhavet är den obrutna traditionen flera tusen år gammal och den romerska erfarenhet, som Vitruvius beskriver, kan tillämpas även idag.

Kalkbruk har traditionellt framställts på byggplatsen av kalk, sand och vatten, samt eventuella tillsatser som tegelkross, nöthår och aska. Brukets egenskaper, dess styrka, har varierat med kalkråvaran, ballasten och tillsatserna. Traditionerna har varierat med de lokala förutsättningarna och utvecklats med tiden.



Fasadfragment från en byggnad uppförd på 1920-talet i gult maskinslaget tegel med kalkbruk i ligg- och stötfogar samt en dekorativ yttre fog i grönt, genomfärgat kalkcementbruk. Foto: Ewa Sandström Malinowski

Kalkbruket har traditionellt använts för murning och putsning men det är också huvudbeståndsdel i de flesta stuckornament, då oftast blandat med gips eller limvatten, kalkstensmjöl och olika färgpigment.

Kalkfärg är den typiska fasadfärgen för putsade hus. Medeltidskyrkorna tillhör de äldsta svenska exemplen. I dag är de oftast vita, men bevarade färgspår på medeltida fasadputs visar att färgerna varierat en hel del, beroende på region och på olika kalkkvaliteter. Den gotländska kalkstenen är ren och ger en vit kulör. I Östergötland och på Åland och Öland är råvaran blandad med lermineral, och färgen blir därför gulare.

Fram till 1950-talets början murades nya byggnader vanligen av tegel och kalkbruk. Därefter kom kalken som bindemedel att trängas undan av cement eller blandningar av cement och kalk. I stället för den kunskap om materialen, som tidigare var gemensam för producenter, byggmästare och arkitekter, kom också yrkesgrupperna att specialiseras och utveckla sina egna språk.

Först mot slutet av 1960-talet gjordes de första försöken att hitta tillbaka till den avbrutna traditionen. Traditionell kalkbränning återupptogs i liten skala på Gotland och kalkbruk kom åter till användning vid restaurering, framför allt av de putsade kyrkorna. Det stod klart att moderna och starka material, som cement, inte passar i äldre, mera eftergivliga, konstruktioner.

Idag är det självklart att använda kalkbruk och kalkfärg i samband med "byggnadsvård" och restaurering. Inudstriell kalk används fortfarande mycket, men flera mindre tillverkare konkurrerar genom att erbjuda lokala kvaliteter och genom att hänvisa till traditionella tillverkningsmetoder.

Litteratur

Architekturoberfläche - Konservierung und Restaurierung von Putzfassaden,
Bundesdenkmalamt, Wien 1997

- Thorborg von Konow, restaurering och reparation med puts och murbruk. Åbo Akademis förlag. Åbo 1997
- Czernin, Wolfgang, *Cementkemi för byggare*, Svenska cementföreningen, 1959
- Dührkop, Saretok, Sneck och Svendsen, *Bruk Murning Putsning*, Statens råd för byggnadsforskning, 1966
- Hantverket i gamla hus*, Svenska föreningen för byggnadsvård 1997
- Kalkputs 1 - Inventering av 220 puts- och avfärgningsarbeten utförda 1960-1980, Rapport RAÄ 1984:1
- Kalkputs 2 - Historia och teknik _ redovisning av kunskaper och forskningsbehov, Rapport RAÄ 1984:4
- Kalkputs 1980_1990 - Inventering av utförande och projektstyrning, Riksantikvarieämbetet, 1998
- Lindqvist, Jan Erik m.fl., *Gammal kalkputs _ analys och utvärdering*, Riksantikvarieämbetet, 1999
- Malinowski, Ewa och Schulz, Solveig, *Ny puts på gammal fasad _ fasadrenovering av Göteborgs rådhus*, Byggforskningsrådet T16:1982
- Malinowski, Ewa, *Puts på gamla hus*, Byggforskningsrådet T27:1992
- Malinowski, Ewa, Restaurering av putsade fasader _ Rekommendationer för projektering av putsarbeten, Husbyggnad Chalmers tekniska högskola, 1989
- Perander, Thorborg, och Råman, Tuula, *Ancient and Modern Mortars in the Restoration of historical Buildings*, Statens Tekniska Forskningscentral, Esbo 1985
- Puts och fogning med kalkbruk _ hantverk och material* Rapport från ett seminarium i september 1997 på Gotland, Stencil Riksantikvarieämbetet, 1998

Putzfassaden in Europa um 1900 _ Studien zur Technologie und Restaurierung,
Bundesdenkmalamt, Wien, 1999

Rothstein, E. E. von, *Allmän byggnadslära*, flera upplagor, från 1854

Rydin, C. G., *Gjutna kalkbrukshus*, ett nytt byggnadssätt, Georg Scheutz,
Stockholm, 1834

Koppar och kopparlegeringar

Denna artikel behandlar de kopparbaserade material som vanligen förekommer i byggnadssammanhang nämligen koppar för plåtslageriarbeten och kopparlegeringar, framför allt mässing, rödgods och vissa bronser, som är vanliga i beslag och i VVS-komponenter. Den flora av kopparbaserade material som hör hemma i elektriska komponenter, elektronik med mera, samt i diverse maskiner som lagermetaller och dylikt, kommer inte att beröras.

Artikeln har skrivits av MTö.



Kopparslaget torntak med förgylld koppar-kula på Gustav Vasa kyrka i Stockholm. Ärgig kolonnbas till vänster, se Vård och underhåll. Foto: MTö

Antikvariska aspekter

Inom den äldre byggnadskulturen har koppar använts och haft samma funktion som i dag. Före de moderna kommunala tekniska systemen för VVS och eldistribution användes koppar i huvudsak till taktäckning med kopparplåt och till beslag, samt som dekorativ utsmyckning av olika kopparlegeringar. Materialet i dagens produkter är i huvudsak detsamma som i de äldre produkterna.

Dagens framställningsprocess är i princip densamma som tidigare, även om ny teknik av en helt annan typ håller på att utvecklas. Den viktigaste skillnaden mellan gammal och modern koppar är renheten. I det avslutande raffineringssteget i den

moderna processen erhålls ett material som är mycket renare än det som förr användes.

Äldre tiders kopparplåt för taktäckning innehöll ca 98-99 procent koppar. I slutet av 1700-talet började man raffinera koppar för att ta vara på silver och guld och renheten steg till ca 99-99,5 procent. Mot slutet av 1800-talet raffinerades anodkoppar elektrolytiskt för att man skulle få fram ännu större renhet, och i moderna raffineringssprocesser nås renheter på 99,95-99,99 procent.

Den högre renheten i modern kopparplåt bör inte utgöra något tekniskt problem i byggnadsvården. Det har emellertid gjorts iakttagelser som antyder att modern kopparplåt har en kortare livslängd än gammal plåt. Någon tillfredsställande förklaring till detta finns inte. Plåtens tjocklek har naturligtvis stor betydelse, men vissa föroreningar som fanns i det gamla plåtmaterialet kan ha haft betydelse för korrosionsegenskaper och för utmattningsbeteendet.

Skillnaderna i materialets renhet kan inte anses ha någon betydelse ur kulturhistorisk eller estetisk synvinkel. Ett större problem kan den renare luften tänkas utgöra eftersom det idag med betydligt lägre halter av svavelföroreningar i stora delar av Sverige dröjer länge innan nylaagd kopparplåt blir grön på naturligt sätt. Plåten mörknar först och övergår till svart, men blir kanske inte grön på många decennier. Artificiell patinering är ett alternativ, men det är svårt att tona in kulören till den befintliga. Bättre är att låta naturen ha sin gång och låta patinan utvecklas av den omgivande miljön. Med tiden kommer en utjämning att ske.

När det gäller läggningsteknik finns inga väsentliga skillnader mellan dagens och äldre tiders plåtslageri. Plåtformatet anpassa naturligtvis till det befintliga liksom eventuella egenheter i falsarnas utformning. Plåtformat finns standardiserade åtminstone från tidigt 1700-tal.

Förekomst, utvinning och framställning

Förekomst och utvinning

Koppar, med den kemiska beteckningen Cu, förekommer främst som sulfidmalmer, kopparglans (Cu_2S) och kopparkis (CuFeS_2). Malmen bryts i gruvor i framförallt USA, Kanada, Ryssland, Chile, Peru, Zambia och Zaire. Sveriges produktion i dag obetydlig och täcker inte de inhemska behoven trots att produktionen är den tredje största i Europa. I Sverige bryts koppar idag på flera håll i Norrbotten och i Garpenberg i Bergslagen.

Koppar är ett återvinningsbart material som alla metaller. Hur stor andel av produktionen som återvinns är oklart, men sannolikt återanvänds minst 80 procent av tillgängligt material. En uppskattning är att minst 40 procent av den koppar som används i västvärlden har redan genomgått en eller flera tidigare användningscykel.

Framställning

Kopparmalmen krossas, mals och anrikas till slig genom olika flotationsmetoder. Den erhållna sligen vidareförädlas genom metallurgisk och elektrokemisk reduktion av kopparmineralen till kopparmetall i flera steg. Den först erhållna produkten

- råkoppar, även kallad blisterkoppar - innehåller ca 98 procent koppar. Den raffinerar vidare till anodkoppar (ca 99,7 procent koppar) som även kallas raffinadkoppar. Slutligen sker en elektrolytisk raffinering till katodkoppar eller elektrolytkoppar (99,95-99,99 procent koppar).

Processer med låg energiförbrukning och begränsad miljöpåverkan, så kallad biohydrometallurgisk metallutvinning, har utvecklats under senare decennier och en kontinuerlig utveckling pågår för att ytterligare förbättra ekonomin och minska miljöpåverkan. Valet av metod styrs av vilken malm som skall förädlas.

Egenskaper

Inre struktur

Koppar och kopparlegeringar är metalliska, kristallina material. Smältpunkten för koppar (Cu) är 1 083°C, densiteten är 8,96 kg/dm³ och längdutvidgningskoefficienten $16,6 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$.

Beständighet

Koppar och kopparlegeringar är mycket korrosionsbeständiga. Det innebär att de endast i begränsad omfattning påverkas av miljön även utan korrosionsskyddsbehandling. På grund av sitt läge i den galvaniska serien, koppar är en ädelmetall, utgör koppar alltid katoden i metallkombinationer i byggsammanhang. Alla andra metaller (utom ädelmetaller) i kontakt med koppar kommer därför att korrodera.

Mässing i marina miljöer utgör ett undantag. Mässing innehåller höga halter zink vilket i särskilt korrosiva miljöer bildar anod i mikrokemiska element. Anoden löses upp vilket resulterar så kallad avzinkning av mässingen.

Hållfasthet

Koppar och dess legeringar är inte hårdbara men deformationshårdnar vid kallbearbetning. Det innebär att kallvalsad plåt och profiler som inte avspänningsglödgas får bättre hållfasthetsegenskaper jämfört med varmbearbetat eller glödgat material. Samma sak gäller dragen tråd och dragna eller valsade rör. Kallformade produkter har en sträckgräns som är fyra till fem gånger så hög som glödgade.

Formstabilitet

Ren koppar i glödgat tillstånd är mjukt och deformeras lätt. Termiska rörelser, det vill säga rörelser orsakade av variationer i omgivande temperatur, kan ge upphov till formförändringar i takplåt.

Kopparlegeringar har god formstabilitet.

Frostbeständighet

Kopparmetall påverkas obetydligt av kyla. Upprepade nedkylnings- och uppvärmningscykler under lång tid kan dock orsaka utmattningsbrott i exempelvis falsar i takplåt.

Färgstabilitet

Vissa produkter av koppar, till exempel plåt, kan levereras mörk- eller grönpatinerad. Patineringen utförs som en kemisk behandling av den rengjorda plåten. Stor kunskap finns om hur olika färger på koppar och kopparlegeringar kan uppnås. Med klarlackering av den patinerade ytan är färgstabiliteten god så länge lackskiktet håller. Utan ytbehandling övergår det artificiella patinaskiktet med tiden till en naturlig patina, vilket är att föredra.

Naturligt åldrad kopparmetall får med tiden en mörkt brun yta av oxider och sulfider. Den övergår under inflytande av atmosfäriska föroreningar till olika gröna kulörer, där basisk kopparsulfat är den vanliga i svavelförorenad stads- och industrimiljö och kopparklorid vanlig i marint klimat.

Om den typen av yttre förutsättning inte föreligger kommer det gröna stadiet aldrig att utvecklas, eller utvecklas mycket långsamt. Detta är till exempel fallet i Stockholm. Opatinerad kopparplåt som läggs på tak i Stockholm i dag kommer att mörkna relativt snabbt, men blir inte grön på mycket lång tid, kanske aldrig.

Kustmiljöer med mycket salt från havet i luften gynnar däremot utvecklingen av den gröna patinan. Så är till exempel fallet med Göteborg. Det är också av

betydelse för patinautvecklingen hur metallytan är exponerad. En yta som ständigt tvättas av regnvatten blir inte lika fort grön som en yta i regnskugga som utsätts för naturlig fukt och föroreningar men aldrig sköljs av.

För kopparlegeringar gäller i huvudsak samma som för ren koppar, men korrosionsprodukter av legeringsmetallerna finns inblandade i kopparmetallens korrosionsprodukter. Utseendemässigt kan sällan patina på kopparlegeringar skiljas från de som uppträder på ren kopparmetall.

Ytstrukturer

Ytstrukturen kan vara blank eller matt beroende på hur materialet är bearbetat.

Kopparlegeringars egenskaper

Koppar låter sig legeras med ett flertal ämnen som ger metallegeringar med olika egenskaper.

Mässing består av legeringar med höga halter zink. Även om korrosionsegenskaperna är goda är de mer korrosionsbenägna än ren koppar; mer ju högre zinkhalten är och olika i olika miljöer.

Mässingslegeringarnas sammansättning bestäms av användningsområdet. Två huvudtyper kan särskiljas: blyfri och blyhaltig mässing. Blytillsats förbättrar egenskaperna vid skärande bearbetning, men blyhalten får inte vara för hög om materialet ska formas genom djuppressning. En blytillsats förbättrar också legeringens gjutegenskaper.

Mässing med zinkhalter under tjugo procent kallas tombak. Mässing framställs som plåt, stång, olika profiler, rör och tråd. I gjuten form används mässing i beslag och dylika produkter. Det är också vanligt i rörkopplingar och ventiler.

Brons är legeringar av koppar och andra metaller än zink, bland annat tenn (en till tjugo procent) och aluminium (två till tio procent). Bly, mangan, kisel, kadmium eller beryllium kan också tillsättas för att påverka egenskaperna i önskad riktning.

Bronser har hög brottgräns, hårdhet och slitstyrka. De är ofta mer korrosionsbeständiga än både koppar och mässing. Speciellt fosforhaltig brons har hög korrosionsbeständighet, liksom aluminiumbrons. Till skillnad från mässing är bronser mycket svåra eller omöjliga att bearbeta varmt vid tennhalter över tre procent. Brons kan kallvalsas vid tennhalter upp till nio procent.

Tidigare användes brons i huvudsak som gjutgods.

Rödgoods är ett samlingsnamn för diverse kopparlegeringar med tenn, bly och zink som legeringsämnen. Legeringarna är lämpliga för gjutgods, har goda hållfasthetsegenskaper och god korrosionsbeständighet. Bland annat används rödgoods med fem procent vardera av tenn, bly och zink för skulpturgjutning.

Den kulturhistoriskt bekanta företeelsen malm är kopparlegeringar med tenn, bly och zink i varierande halter, som användes för gjutning av husgeråd som grytor och mortlar, för inredningsdetaljer, möbelbeslag och ljusstakar, kandelabrar och takkronor. För klockgjutning talar man även om klockmalm som är en ren tennbrons med hög tennhalt. Begreppet malm utgör således ett samlingsnamn på diverse gjutlegeringar av mycket varierande kvalitet.

Produktformer och användningsområden

Tackor för gjutningsändamål.

Stång finns varm- och kallvalsad samt dragen, glödgdad och oglödgdad, rund och rektangulär eller kvadratisk. Produkterna används som halvfabrikat för olika ändamål i inredningsdetaljer eller monteringsdetaljer.

Plåt utföres vanligen i koppar och förekommer blankvalsad och i olika tjocklekar. Plåt används som taktäckningsmaterial och fasadmaterial samt för att bekläda

avtäckta byggnadsdelar både exteriört och interiört, till exempel dörrar, fasadlister foajédiskar och likande. Hängerännor och stuprör är andra användningsområden.



Välkänd profil i Stockholm: Vasamuseet klätt med kopparplåt. Foto: MTö

Dragen tråd i tillverkas i varierande dimensioner. Koppar kan dras till mycket klina dimensioner: 0,004 mm i diameter. Tråd används huvudsakligen i elektriska installationer i byggnadssammanhang.

Rör finns av koppar och mässing, med olika sammansättning och i olika dimensioner. Det är framförallt i VVS-installationer rör kommer till användning.

Gjutgods av mässing och brons återfinns också i VVS-installationer samt i inredningsdetaljer som beslag, räcken, ljusarmaturer med mera.

Hantering och bearbetning på arbetsplatsen

Kapning, formning, applicering och montering

Taktäckning med kopparplåt och beklädnad av fasaddelar, dörrar, fönster med mera utförs av plåtslagare. Materialet är lättbearbetat och sammanfogning av plåt sker genom falsning.

Vid rördragning kan kopparrör lätt böjas på platsen eftersom materialet är mjukt och lätt att deformera. Skarvning av rör görs genom lödning eller svetsning.

Ytbehandling och efterbehandling

Någon ytbehandling av koppar och kopparlegeringar är inte nödvändig. Typiskt för de här materialen, förutom deras goda korrosionsegenskaper, är patinautvecklingen. Tanken är att den ska ge estetiska effekter, men inte kräva så frekvent underhåll som exempelvis målade ytor.

Ibland påförs ett lackskick som korrosionsskydd. På sikt medför detta problem med underhållet när lacken börjar brytas ned.

Patinerings av kopparplåt utförs ibland för att nylagda takytor inte ska kontrastera alltför mycket mot den gamla, befintliga plåten.

Vård och underhåll

I restaureringssammanhang och vid underhåll är korrosionsskador vanliga orsaker till åtgärder. Skador orsakade av belastning, utmattning med mera (mekaniska skador) kan också förkomma. I dessa sammanhang bör så lite som möjligt av det befintliga materialet bytas ut mot nytt.



Ärgad kopparplåt och förgylld koppar på Riddarhusets tak i Stockholm. Foto: MTö

Skadornas omfattning och karaktär utreds och sätts i relation till konstruktionens funktion. Ambitionen ska alltid vara att bevara det befintliga materialet i så stor utsträckning som möjligt och därmed ge det den behandling som krävs för att detta ska vara möjligt.

Skadeorsaker

Korrosionsskador är de vanligast förekommande skadorna även om dessa sällan är av allvarlig natur. Det handlar vanligen om ojämn patinautbredning och skadorna är mer av estetisk än teknisk natur. Ytorna får ett flammigt utseende med bruna, svarta och gröna ytor.



Detalj av putsad tegelkolonn och dess bas av sandsten. Från en ovanliggande takyta rinner regnvatten med gröna kopparsalter som missfärgar puts och sten. På sådana beläggningar växer varken alger eller mögel! Foto: MTö

Skador som beror på materialutmattning kan till exempel utgöras av bristningar i falsar på plåttak. Dessa orsakas av rörelser i materialet under lång tid och vid upprepade temperaturvariationer.

Genom så kallad mikrokemisk korrosion kan mässing drabbas av avzinkning i saltvatten och andra aggressiva vätskor. Ju högre zinkhalt, desto större risk. En avzinkad mässing känner man igen på den poriga ytstrukturen.

Reparationsmetoder

Delar av materialet kan bytas ut. I annat fall är olika löd- och svetsmetoder de vanligaste sätten att laga detaljer av koppar och kopparlegeringar. Val av teknik och material vid lödning och svetsning avgörs av konstruktionens funktion och skadans natur och orsak. Om man skall lägga antikvariska aspekter på valet av metod och det inte finns särskilda tekniska skäl som talar emot kan man välja en lagningsmetod som överensstämmer med den teknikhistoriska traditionen. Alternativt kan man välja att inte imitera en gammal teknik för att det i stället skall

framgå att lagningen är ny. Vad man aldrig skall göra avkall på är den tekniska kompetensen hos den som utför arbetet.

Miljöaspekter

Miljöpåverkan vid framställning och transport

Tillgången på koppar är god, framför allt eftersom en stor andel förbrukad koppar återanvänds (ca 40 procent).

Den moderna tekniken att framställa koppar ur kopparmalm i ljusbågsugn är relativt energikrävande i smältningssteget. I processen frigörs dessutom stora mängder svavel som avgår i gasform som svaveldioxid (SO₂). Gasen tas numera om hand för framställning av svavelsyra.

Sedan 1950-talet har teknik som är mindre energikrävande och som är bättre ur miljösynpunkt utvecklats. Andra metoder för att ytterligare förbättra framställningen ur energi- och miljösynvinkel är under utveckling.

Miljöpåverkan vid hantering

Hantering innebär ingen speciell miljöpåverkan. Hanteringsavfall tas tillvara för återvinning.

Miljöpåverkan vid bruksskedet

Grundämnet koppar är ett livsnödvändigt spårämne som alla levande organismer behöver. I större mängder är det dock giftigt för vattenlevande organismer och i viss mån även för växter, djur och människor. Upptaget från tarmen är dock ringa varför allvarliga förgiftningar är sällsynta.

Koppar och kopparlegeringar förekommer i byggnader främst som takmaterial, värme- och varmvattenledningar samt i elledningar, hänggrännor och stuprör. Ibland kan det även förekomma som fasadbeklädnad.

Från dessa produkter sprids koppar i naturen genom erosion från metallytan i samband med korrosionspåverkan och nederbörd. Erosionen är dock ringa och all avverkad koppar är inte i bioaktiv form och påverkar inte levande organismer. Byggnadsvårdens bidrag till spridning av koppar i naturen är av en omfattning som knappast kan anses vara skadlig.

Återanvändning, återvinning och deponi

Koppar och kopparlegeringar är material som representerar relativt stora värden och återvinning är ekonomiskt lönsamt. Återanvändningen av skrotkoppar utgör nära hälften av den totala konsumtionen i Sverige i dag och så gott som all producerad koppar återanvänds.

Det som inte återanvänds är vanligen tillgängligt för senare återvinning, till exempel i oanvända kabelsystem. Processen för återvinning av koppar är energisnål i jämförelse med återanvändning av andra metaller.

Materialets historia

Kunskapen om koppar nådde Skandinavien omkring 1800–1500 f. Kr. då bronsåldern inleddes i norra Europa. Under bronsåldern och den äldre järnåldern skedde sannolikt all hantering av koppar och kopparlegeringar med importerat material.

Kopparmalmsbrytning i Sverige kom troligtvis inte igång förrän under yngre järnålder på 800-talet. Sannolikt har koppar brutits i Falun sedan denna tid, men Falu koppargruvas storhetstid inleddes först under 1500- och 1600-talen.

Koppar och kopparlegeringar har använts i vår del av världen under tre och ett halvt årtusende i ett otal applikationer; från bronsålderns rakknivar, via 1600-talets koppartak och bronskanoner, till industrisamhällets lagermetaller, VVS-detaljer och elektriska och elektroniska komponenter.

I dag används materialet som taktäckningsmaterial, i hängrännor och stuprör, samt för vatten- och värmedistribution tack vare sina goda korrosionsegenskaper, och som elektrisk ledare och inom telekommunikation på grund av den goda ledningsförmågan.

Kopparlegeringar som mässing och bronser används till exempel i rörkopplingar och ventiler, och som beslag och dekorationer.

Litteratur

Barth, O., *Lärobok i Metallhyttkonst*, KTH, Stockholm 1952

Berge, B., *Byggningsmaterialenes ökologi*, Oslo 1992

Brennert, Sven, *Materiallära*, Stockholm 1964

Bygg, Handbok för hus-, väg- och vattenbyggnad, Stockholm 1968

Byggnadsplåt, Material och Utförande, Stockholm u.å. (2000)

Enghag, P., *Jordens grundämnen och deras upptäckt*, Stockholm 2000

Gramén, L.N., *Lantmannabyggnader*, Stockholm 1916 Handboken Bygg, Stockholm 1984

Hökerberg, O., red., *Husbyggnad*, Stockholm 1944

Karlsson, V., *Husbyggnadskonstruktioner IV, Järnkonstruktioner och Taktäckning*, Stockholm 1910

Lagerhjelm, P.E., *Metallframställning*, Stockholm 1939

Löfroth, C. Red., *Byggnadsindustrin, Praktisk uppslagsbok för byggnadsverksamhetens olika grenar*, Stockholm 1914

Rothstein, E.E. von, *Handledning i Allmänna Byggnadsläran*, Stockholm 1856, 1875 och 1890

Sundberg, R., *Vart tar kopparen vägen på Vasamuseets tak?*, i *Plåtslageri* nr 10, sid 35, 1997

Sundberg, R., *Koppar och dess miljöpåverkan*, AMA-nytt Mark o Hus nr 1, sid 24, 1997

Tandberg, G., *Bygningsvaesen paa Landet*, Kristiania 1885

Tegengren, F.R., *Sveriges Ädlare malmer och Bergverk*, SGU, Ser.Ca, N:o 17, Stockholm 1924

Tylecote, R.F., *A History of Metallurgy*, London 1979

Kork och näver

Denna artikel behandlar kork från korkek och näver från björk. Näver är beteckningen på björkens ytterbark. De båda barkmaterialen har likartad inre uppbyggnad och därav även likartade tekniska egenskaper. Användningsområden och produktformer för kork och näver skiljer sig dock väsentligt (se Produktformer och användningsområden).

Artikeln har skrivits av TEr och TTe.



Produkter av kork och näver: byggkork, korksmulor och buntat näver.
Foto: Produktionskatalog

Antikvariska aspekter

Kork har, som värme- eller vibrationsisolerande byggmaterial och i mattor, dekorationsdetaljer och ytskikt, använts i större omfattning sedan 1880-talet. Värmeisolerande produkter fick ett uppsving under funkistiden, medan dekorationselement och ytskikt hade sin storhetstid kring 1960- och 1970-talen.

Produktionen av kork i olika former; smulor, spån och plattor samt mattor utan mönstring eller annat ytskikt, finns kvar. Komplettering av sådana varor är därmed möjlig. Bindemedlet i formprodukterna är dock i vissa fall förändrat, men produkter med det enklaste bindemedlet, materialets eget, tillverkas fortfarande.

Även vissa konfektionsmått kan vara utgångna ur produktion. Problemet är störst för tjockleksmålet, eftersom längd och bredd kan skäras till på byggplatsen.

Det som kan vara svårt att uppbringa är exakta kopior av äldre, mönstrade eller färgade mattor och beklädnadsprodukter, exempelvis varianter av Korkoplast. Sannolikt finns, i viss utsträckning, nyproduktion av äldre mönster, men kvaliteten är inte densamma. Av dessa orsaker bör sådana korkprodukter vårdas mycket noga. Produkter som trots allt måste bytas ut och som är användbara, bör omhändertas för eventuell återanvändning.



Bilen visar ett fult, men tyvärr vanligt sätt att restaurera nävertäckning. Här har täckningen på övre delen av taket utförts med en svart, tätande plastmatta, som dessutom tillåts sticka ut mellan takfotens näverflak och mullbrädan.
Foto: TEr

Näver är ett material som har haft en sådan funktion och en sådan plats i byggnaderna att det ständigt har utsatts för slitage och nedbrytning. Det har således alltid förekommit utbyte av skadade delar. Naturligtvis ska materialet vårdas och skyddas så det inte förfars i onödan och oskadade delar ska heller inte bytas. Det är värt att veta att skadade delar av ett näverflak kan skäras bort så att resten kan återanvändas.

Förekomst, utvinning och framställning

Förekomst och utvinning

Kork utvinns från korkek (lat. *Quercus suber*), en ekart som tillhör familjen bokväxter. Det är ett upp till tjugo meter högt, städsegrönt träd som växer framför allt i Medelhavets västra del och i Portugal. Barken är hos unga stammar grovt

uppfläkt av tjocka, gråaktiga korkflänsar. Äldre bark är grå till brun och har korta, sammanväxande korkåsar som står ut ca tio cm från stammen.⁹⁶

Trädets bark har fått stor användning. Den första skörden av barken görs då trädet är 10-15 år och ger då så kallad hankork, eller manlig kork. Denna kan inte bearbetas utan används i garverier eller mals till korkmjöl för bl.a. linoleummattor (korkmattor). Vid de efterföljande skördarna erhålls så kallad honkork, kvinnlig kork, som är jämnare och finare i kvaliteten. Den används främst till isoleringsmaterial, men även till buteljork, simbälten och flöten. Avskalningen ger 5-10 cm tjocka barkskikt och kan ske vart tionde år tills trädet blivit ca 150 år.⁹⁷

Näver är det, oftast vita eller gulvita, ytterskiktet av barken från björk (lat. *Betula*). Om nävern skalas av på våren vid den period då saven stiger i träden skadas inte barkens tillväxtlager, kambiet. Nävern skalas av i rektangulära flak runt trädets hela omkrets. Bästa nävern fås från kvistfria partier på stammen. Observera att det inte är tillåtet att skörda näver från annans mark!

Endast glasbjörkens (lat. *Betula pubescens*) näver används i dag och den största volymen som används för byggnadsändamål i Sverige kommer från västra Ryssland.

Framställning

Kork som malts till mjöl används för framställning av linoleummattor (se Linolja och linoljefärg samt Spånadsmaterial). Expanderad kork erhålls när korkgranulat upphettas till 250-300°C varvid det sväller. Materialet blir lätt, poröst och värmeisolerande.

Om granulatet utsätts för press i samband med upphettningen kan de formas till skivor, plattor, stenar eller andra formstycken med endast materialets egna hartser som bindemedel. Granulatet kan även kallimmas med fenolhartslim,

⁹⁶ *Nationalencyklopedin*, Bra Böckers förlag, 1989-96.

⁹⁷ *Nationalencyklopedin*, Bra Böckers förlag, 1989-96.

karbamidhartslim, asfalt, beck, ler-, tjär- eller kalkhaltiga bindemedel, eller cement (korkbetong).⁹⁸

Korkplattor och korkstenar kan även tillverkas av ej expanderad granulat som därför måste rensas från eventuella levande organismer. Dessa produkter binds då samman genom kallimning.⁹⁹

Tillsatser av brandhämmande impregneringsmedel kan också förekomma.

Vid pressningen kan plattor förses med exempelvis spår som möjliggör ventilation mellan platta och underlag.

De pressade produkterna kan efterbehandlas på olika sätt beroende på användningsområde. Plattor och skivor kan beläggas med en 0,5 mm tjock PVC-film, vaxas eller lackeras, medan korkstenar kan doppas i varmasfalt.

De skördade nävern vattentvättas eventuellt, lufttorkas, pressas, sorteras och buntas för leverans. På byggplatsen formas den vidare för givet ändamål.

Egenskaper

Inre struktur

I detta avsnitt avser begreppet "kork" det biologiska material som ingår i korkvävnad, korkceller m.m., och som finns i bark från såväl björk och korkek som alla andra träslag. I övriga avsnitt avser kork det tekniskt användbara material som utvinns från korkeken.

⁹⁸ Berge, Bjørn, *Byggematerialernes økologi*, Universitetsforlaget AS, Oslo 1992. Kreüger, Henrik, *Byggnadskonst band 1 Byggnadsmaterialer*, Alb. Bonniers boktryckeri, 1920. *Svensk teknisk uppslagsbok*, Nordisk Rotogravyr, Stockholm, 1939. *Handboken bygg, band 2* (olika upplagor), Byggmästarens förlag, 1948, 1961 och 1968 samt Liber Förlag, 1984.

⁹⁹ Kreüger, Henrik, *Byggnadskonst band 1 Byggnadsmaterialer*, Alb. Bonniers boktryckeri, 1920. *Handboken bygg, band 2* (olika upplagor), Byggmästarens förlag, 1948, 1961 och 1968 samt Liber Förlag, 1984.

Korkvävnad är det yttersta skikten i ett trädets bark och det förekommer på korkeken och björk, men även på alla andra trädslag. Begreppet bark innefattar alla vävnadsskikt som finns utanför trädets kambium. De näst yttersta vävnadsskiktet kallas silvävnad (floem) och det yttersta kallas korkvävnad (periderm). Vävnad av korkceller, både i "teknisk" kork (från korkeken) och näver, uppkommer ur en speciell tillväxtvävnad som kallas fellogen.¹⁰⁰

Peridermet är det skikt som utvinns till teknisk kork respektive näver. Det består till största delen av döda korkceller med inlagrat korkämne (suberin) och vax i cellväggarna, vilka gör väggarna svårtränglig för vatten och gaser. Korkceller är därför inte nämnvärt hygroskopiska. Cellerna är hopkittade med en alkalilöslig substans (barklignin), vilket ger även vävnaden en god täthet mot vatten och gaser.

Peridermet ligger i radiella skikt. Hos nävern blir skikten jämna och släta, hos korkeken (och flera andra träd) skålformiga; skorpark. Här och där förekommer dock områden, lenticeller eller korkporer, med luckrare vävnad som medger gasutbyte. Dessa är synliga både i näver och i teknisk kork.

Teknisk kork har ett stort luftinnehåll och därmed mycket låg densitet. Det innebär att dess värmeisolerande förmåga är god. Kork är elastisk och återtar sin ursprungliga form efter hoptryckning om inte belastningstiden varit alltför lång.

Beständighet

Inlagringen av suberin i kork och näver gör att materialen är motståndskraftiga mot bakterie- och svampangrepp. Olika typer av bindemedel i kork kan förbättra denna egenskap. Beständigheten mot UV-strålning är relativt god, men på lång sikt bryts framför allt näver ner av solbelysning, med sprickskörhet som följd.

Näver, liksom bark från de flesta andra träd, innehåller mycket hartser, vilket gör materialet beständigt mot röta. Barkligninet i näver är lösligt i alkaliska miljöer.

¹⁰⁰ *Nationalencyklopedin*, Bra Böckers förlag, 1989-96

Användningstemperaturer

Den tekniska funktionen hos kork och näver påverkas ej av frost eller höga temperaturer. Materialen är dock lättantändliga och brinner med stor intensitet och rökutveckling, om de inte är brandskyddsimpregnerade eller utförda som till exempel korkbetong.

Bärförmåga och formstabilitet

Korkens förmåga att motstå sammantryckning ökar med ökad volymvikt. Prägling av exempelvis möbelben fjädrar normalt tillbaka efter avlastning om inte belastningstiden varit alltför lång. En ständig belastning som innebär att korken trycks ihop kan däremot minska den förväntade värmeisolerande effekten vid till exempel källarväggar, eller den vibrationsdämpande effekten vid maskinfundament eller dylikt.

Korkplattor med mjuka bindemedel, ej korkbetong, formar sig relativt väl efter underlagets ojämnheter utan att brytas eller spricka.

Korkplattor med mjuka bindemedel, ej korkbetong, formar sig relativt väl efter underlagets ojämnheter utan att brytas eller spricka.

Grövre näver har högre motståndskraft mot mekanisk påverkan och större bärighet än den tunnare och smidigare.

Näverflaken krullar ihop sig mot den vita sidan i ena riktningen; i trädets omkretsriktning. I andra riktningen, trädets längdriktning, håller sig flaken tämligen plana.

Temperatur- och fuktvariationer ger hos kork och näver måttliga volymförändringar som i regel kan tas upp med hjälp av materialets elasticitet.

Färg-, färgstabilitet och ytstruktur

Eftersom kork inte går att genomfärga behåller det obehandlade materialet alltid sina naturliga nyanser som är stora variationer av brunt, från beige till mörkbrunt. Impregneringar, bindemedel och ytbehandlingar påverkar endast kornens yta.

Ytan på obehandlade korn är varm, torr och slätt svampig. I pressade produkter, med stora korn och hög kornmängd, är kornen som regel skönjbara för syn och känsel.

I näverns korkskikt förekommer specifikt betulin, en sorts terpentin som ger nävern dess vita färg.

Produktformer och användningsområden

Kork

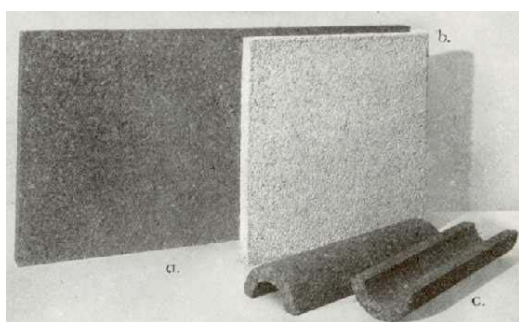
Tillverkningen av korkprodukter har minskat under senare delen av 1900-talet i takt med att andra värme- och vibrationsisolerande produkter har utvecklats. Det är därför inte alltid möjligt att få tag på kompletterande varor enligt följande sammanställning. Information om tidigare använda produkter och dess användningsområden, mått, volymvikter och övrigt utförande finns i litteraturen.¹⁰¹

Expanderad, smulad kork, eller korkspån, är lätt, porös och värmeisolerande och används till värmeisolerande lösfillningar¹⁰² eller som beläggning på stegljudsdämpande korksmulspapp (se Papp). Korkspånet kan även blandas med olika bindemedel för framställning av korkplattor, korkbetong, m.m. Korkmjöl används även som fyllning i korkmattor (linoleummattor), där den oxiderade linoljan utgör bindemedlet (se även Linolja och linoljefärg och Spånadsmaterial).

¹⁰¹ Kreüger, Henrik, *Byggnadskonst band 1 Byggnadsmaterialer*, Alb. Bonniers boktryckeri, 1920. *Svensk teknisk uppslagsbok*, Nordisk Rotogravyr, Stockholm, 1939. *Handboken bygg, band 2* (olika upplagor), Byggmästarens förlag, 1948, 1961 och 1968 samt Liber Förlag, 1984.

¹⁰² Löfroth, Carl, *Byggnadsindustrien*, Nordiska Bokförlaget, 1918

Korkparkett är expanderat korkpulver som tillsammans med ett bindemedel formats till plattor som klistras på underlaget. Plattorna har mönster av korksmulorna, men är relativt släta. De är dessutom elastiska och värmeisolerande.



Tre korkprodukter hämtade ur tillgängligt sortiment på 1940-talet. a) Korkplatta, b) Koerkbetongplatta och c) Korkformstycken för rörisolering. Foto: Ur Hökerberg 1947

Korkplattor (korksten) framställs av obehandlat eller expanderat granulat som kittas samman med hjälp av olika bindemedel. De används till värmeisolering av väggar, pelare, bjälklagskanter, golv, altaner parkeringsdäck och kylrum, samt som stegljudsisolering på golv och vibrationsisolering under maskinfundament. Korkplattor har även utförts med ytbeläggning av PVC-plast och marknadsförts bland annat under namnet Cork-o-plast[®]. Korkplattor kan tillverkas med spår på undersidan för att medge ventilation mellan isolering och underlag.

Korksten är en äldre benämning på korkplattor med ej expanderad kork. En produkt som salufördes under detta namn hade nämligen samma mått som en småtegelsten: 250 x 120 x 65 mm.¹⁰³

Korklinoleum är linoleummattor med mönster av de grova korkkorn som utgör mattans fyllmedel. I vissa typer av genomgjuten respektive tryckt linoleum ingår korkmjöl som fyllmedel (se Linolja och linoljefärg).¹⁰⁴

Rörisoleringar (rörskålar) är en variant av korkplattorna där plattorna har pressats i halvcirkulär form för att passa olika standardrör, från en halv tum upp till sexton tum.

¹⁰³ Kreüger, Henrik, *Byggnadskonst band 1 Byggnadsmaterialer*, Alb. Bonniers boktryckeri, 1920.

¹⁰⁴ *Handboken bygg, band 2* (olika upplagor), Byggmästarens förlag, 1948, 1961 och 1968 samt Liber Förlag, 1984.

Korkbetong framställs av expanderat granulat som formas till plattor med cement som bindemedel. De används främst vid högre belastningar, till exempel utvändigt på källarväggar och grundmurar.

Flerskiktspaltor med korkspån är plattor sammansatta av flera skikt av asfaltpapp eller asfaltimpregnerad juteväv som belagts med korksmulor. De används som vibrationsisolering och som värmeisolering i väggar.

Näver

I byggnadssammanhang har näver, förutom till taktäckning, även använts för att isolera bottenstocken i timmerhus och syllen i andra trähus från markfukt. I forntiden användes det också som direkt markisolering ovanpå jordgolvet inne i gemensamhetsbyggnaderna. Även trävirke i mark och murverk har klätts in med näver. Näverflaken kan även målas med trätjära, helst på båda sidor, för att förbättra den vattenavvisande förmågan och ljusbeständigheten.¹⁰⁵

Näver har även använts som underlag för torvtäckning på torvkåtor i samemiljöer (se Torv).

Den näverkvalitet som i dag används för byggnadsändamål benämns "taknäver" och är tillklippt, torkad näver för alla typer av byggnadsvård. Den mesta nävern som används i Sverige importeras numera från Ryssland.

Taknäver tillverkas i olika kvaliteter, där den tunnare och smidigare nävern har högre kvalitet och högre pris än den grövre. Den grövre har högre motståndskraft mot mekanisk påverkan och större bärighet. Grov näver bör därför väljas för taktäckning, där tämligen plana ytor ska beläggas och där stora nävermängder går åt. Vid inklädning av bjälkar som ska läggas in i murverk ska en tämligen smidig och tunn näver väljas.

¹⁰⁵ Löfroth, Carl, *Byggnadsindustrien*, Nordiska Bokförlaget, 1918.

Andra exempel på produktområden är skor och stövlar, skrivmaterial, musikinstrument, korgar, svepaskar, samt kontar, resväskor och koffertar.

Genom torrdestillering av näver kan björktjära utvinnas (se även Bitumen och tjäror). Genom en ytterligare destillation går det att framställa björkolja, juftolja, vilken används till impregnering av läder (ryss- eller juftläder).

Hantering och bearbetning på arbetsplatsen

Lyft och transport

Kork- och näverprodukter har låg volymvikt och är därför lätta att hantera. De är även relativt oömma tack vare stor elasticitet.

Kapning och montering

Korkprodukter kapas lätt med kniv eller såg.

Montering av korkprodukter sker genom limning med kontaktlim, asfalt eller med cementrikt bruk, beroende på underlagets beskaffenhet och omgivande miljö.

Plattor kan även monteras i betongformen och gjutas fast i konstruktionen. På trä klistras plattorna, eller fästs med bredskallig galvaniserad spik eller skruv.¹⁰⁶

Näver kapas och formas med kniv eller stor sax. De kan även rivas isär på ena ledden (i trädets omkretsriktning), men inte på den andra ledden (i trädets längsriktning).

När det gäller montering av näver, finns det vissa lokala metodskillnader. De enstaka metoder som här anges, avser endast att öka förståelsen för materialets tekniska kvaliteter. För att utföra en näverläggning med en lokalt använd metod, bör traktens byggnadsskick först studeras. Länets regionmuseum kan lämna information om lokala varianter.

¹⁰⁶ *Handboken bygg, band 2* (olika upplagor), Byggmästarens förlag, 1948, 1961 och 1968 samt Liber Förlag, 1984.



Näver under en torvtäckning. Näver har monterats så att den krullas meråt. Näver vilar här på läkt som är instuckna undertill och som ger taket ett språng som själva stommen inte förmår. Läkten på ovansidan håller nävern tämligen plan. Foto: TEr

Näver bör monteras med den vita sidan neråt, vid såväl takläggning som isolering av syllar och dylikt. Därmed krullas flakändarna nedåt och vattenavrinningen underlättas. Krullningen bör därför läggas i takets fallriktning, respektive ut från syllen. Vid svepning av bjälkupplag i murverk och dylikt, anordnas nävern så det inte finns risk för att vatten ansamlas i träverket, varken genom uppsugning nerifrån eller tillrinning ovanifrån.

Det kan vara lämpligt i vissa sammanhang att blötlägga nävern för att få den mer hanterbar och mindre spröd och skör. Troligen behövs detta inte för att få fram "krullningen" för takfotsflaken, eftersom krullningen ändå kommer naturligt efter en tid.

Vid takläggning läggs näverflaken med början vid takfoten, på en tät eller något gles panel av bräder eller slakor. Överlappningen i sidled ska vara minst 50 mm

och i takets fallriktning så mycket att täckningen blir 4-5 lager. Varje flak spikas fast i underlaget i flakets överkant.

Även vid syllisolering bör överlappningen i sidled vara minst 50 mm. Helst ska ett flak täcka hela murbredden så att längsgående skarvar undviks.

Ytbehandling och efterbehandling

Golvbeläggningar av **kork** kan försees med bonvax, lackas eller målas. Om korkplattor ska beläggas med puts måste de först försees med armeringsnät för att erbjuda tillräcklig stadga för putsen. Korkbetong är dock så pass stabilt att den inte behöver nätas.¹⁰⁷

Näver kan tjäras för att öka den vattenavvisande förmågan och förlänga livslängden. För att hålla nävern på plats och täta glipor kan torv eller kluvet rundtimmer läggas ovanpå. Det senare, som kallas vedtak, ger inget utökat brandskydd, till skillnad från torvtäckningen. (Se även Torv och Trä).

Många tak som tidigare varit belagda med ved eller torv, eller inte haft täckskikt alls, är numera täckta med tegelpannor.



Nävertäckning med vedtäckning på 1700-talsloge. Vedtakstypen kallas ibland för knäppetak, eftersom virket knäpps ihop övernocken. Foto: Stig Nilsson

¹⁰⁷ *Handboken bygg, band 2* (olika upplagor), Byggmästarens förlag, 1948, 1961 och 1968 samt Liber Förlag, 1984.

Vård och underhåll

Rengöring

Kork tål rengöring med alkalier och lösningsmedel, i den mån bindemedlet tål dessa preparat. Obehandlade korkprodukter kan vara svåra att rengöra om de är porösa. Inbyggda produkter är svåra eller omöjliga att komma åt men sådana behöver oftast inte rengöras.

Korkmattor (linoleummattor med synliga korkkorn) blir blankare, livslängden ökar, de blir mer elastiska och bryts ej vid hoprullning, om de någon gång tvättas i skummjolk. Om mattorna gnids med en lösning av lika delar gult vax och terpentin, kan mönstret komma att framträda bättre och hållbarheten ökar. Om mattorna är fernissade blir fernissan blankare och mera slitstark om litet smält paraffin ibland sätts till tvättvattnet. Soda- eller såplösningar ska inte användas eftersom de kan rugga upp ytan.¹⁰⁸

Näver rengörs med enbart kallvatten, yttorkas och läggs i press. Näver krullar sig mycket starkt så den vita barken rullas in.

Skadeorsaker och reparationsmetoder

När det gäller korkprodukter torde skador oftast ge upphov till nedsatt funktion i något avseende, exempelvis försämrade värme- eller vibrationsisolerande förmåga.

Även total eller partiell kollaps av korkprodukter kan förekomma. Detta beror på att korkens cellväggar brister, som regel orsakat av för hög yttre belastning. För att komma till rätta med problemet har man att välja på att minska belastningen, vilket i regel är svårt, eller att komplettera eller byta korkskiktet mot en annan kvalitet.

¹⁰⁸ *Handboken bygg, band 2* (olika upplagor), Byggmästarens förlag, 1948, 1961 och 1968 samt Liber Förlag, 1984. Hökerberg, Otar, *Husbyggnad, del 1*, AB Nordiska Bokförlaget Erdheim & C:o, 1947. *Svenska husmödrarnas omtyckta, billiga hjälpreda*, Osby, 1958.

En del korkprodukter kan svälla i viss utsträckning vid långvarig påverkan av fukt. Då bör man försöka lokalisera och eliminera fuktkällan så korken får möjlighet att torka ut och hållas torr.

I övrigt beror skador på korkprodukter på mekanisk åverkan, allmänt slitage eller brand.

För produkter i undanskymda lägen kan det räcka med att skära eller såga bort den skadade delen och lägga i en oskadad bit med samma tjocklek, samt därefter måla med så liknande färg och struktur som möjligt. För korkmattor och andra ytskikt kan det dock vara svårt att laga på detta sätt med ett estetiskt tilltalande resultat. Om man anser sig tvingad att byta ytskiktet på större ytor kan det vara bra att spara stycken av produkten för att kanske kunna komplettera i andra utrymmen med lägre krav på estetik.

Skador på näver, liksom på kork, uppstår genom mekanisk åverkan, slitage eller brand, men även av många års solbelysning och exponering av regn och vind. När materialet gistnar eller trasas sönder upphör ofta dess fuktisolerande funktion. Eftersom reparationsmetoder saknas för materialet måste skadade delar bytas om det är nödvändigt för funktionen. Observera att näver är möjlig att återanvända.

Vid reparation av tak är proceduren sådan att yttersta taksiktet (ved, torv, tegel eller annat), samt eventuella läkt eller rafter först avlägsnas. Därefter viks näverflaken runt det skadade partiet försiktigt undan, varefter det skadade partiet försiktigt lossas. Eventuella smidda spikar kan kanske återanvändas. Ett nytt flak, med samma form som det skadade, skärs till och fogas in på dess plats. Det är en fördel om överlappningen blir densamma som tidigare (höger över vänster eller vice versa) så att otätheter mellan näverbitarna elimineras. Det är också viktigt att det inte finns risk för vattensamlingar på näverskiktet sedan det yttre taksiktet lagts på.

Byte av näver under bottenstockar kräver hantverksskicklighet och erfarenhet eftersom delar av byggnaden måste lyftas, vilket kan påverka inredning, paneler

och tapeter. Huset lyfts med domkrafter, så mycket att den gamla nävern kan dras ur och den nya kan skjutas in. För att undvika onödiga skevningar i huset, bör en hel hussida lyftas samtidigt. Eventuellt kan man återanvända en del av näverflaken, kantputsas och kompletteras med ny näver. Överlappningen i sidled ska vara minst 50 mm.

Miljöaspekter

Miljöpåverkan vid framställning och transport

Eftersom råvarukällan för kork ligger i sydvästra Europa blir transportererna till Sverige långa om än inte så tunga. Kork är en förnybar resurs med god tillgång.

Bindemedlen fenolharts och beck, som förekommer i vissa korkprodukter, har en negativ inverkan på miljö och arbetsmiljö, men sådana produkter kan väljas bort.

Näver utvinns ur samma träd många gånger utan att trädet dör, vilket garanterar god tillgång. Transporterna är även här lätta och skördeplatsen ligger nära Sverige.

Miljöpåverkan vid hantering

Heta arbeten får inte förekomma i samband med montering av korkprodukter, eller i närheten av upplag eller lager för korkprodukter. I övrigt innebär hantering av kork eller näver inga miljö- eller arbetsmiljöproblem.

Miljöpåverkan vid bruksskedet

Fenolhartsbundna korkprodukter kan avge giftiga gaser. Korkplattor med beck som bindemedel kan avge en obehaglig lukt. PVC-belagda produkter kan avge emissioner i form av mjukgörare och de kan även alstra besvärande, statisk elektricitet.¹⁰⁹

Näver har inga kända negativa effekter i bruksskedet.

¹⁰⁹ Berge, Bjørn, *Byggematerialernes økologi*, Universitetsforlaget AS, Oslo 1992

Återanvändning, återvinning och deponi

Korkprodukter och näver kan sannolikt återanvändas om de kan demonteras utan att skadas och om de inte är smutsiga. Undantag gäller för korkskivor med fenol eller beck som bindemedel. Dessa ska omhändertas som rivningsavfall. Näverflak kan tvättas i vatten.

Produkter med endast naturliga bindemedel kan komposteras eller återvinnas som värmeenergi. Övriga produkter lämnas till deponi.

Materialets historia

Kork

Materialet kork och dess produkter för byggindustrin har sannolikt haft hela sin levnadstid under 1900-talet. Inget tyder på att det har använts i någon större utsträckning på 1800-talet, förutom som fyllmedel i linoleummattor och som lösfillnadsmaterial i trossbottnar. I dessa fall var det som regel spillmaterial från buteljork och kapsyltillverkning som användes, från exempelvis Aktiebolaget Wicanders korkfabriker som startade tillverkningen år 1868. Begreppet "korkmattor" etablerades på 1880-talet, synonymt med linoleummattor med korkmjöl som fyllnadsmaterial.

Mot slutet av 1800-talet uppfanns korksten och i början av 1900-talet korkplattan. I båda utgjordes råvaran av spill från buteljorkindustrin. Förmodligen började man även tillverka så kallad korksmulepapp (eller korkpapp) vid denna tid. Den absoluta storhetstiden för kork som byggnadsmaterial infann sig troligen när de armerade betonghusen med slanka ytterväggar började byggas, vilka erfordrade lättmonterad, hållfast, beständig och effektiv värmeisolering. Detta skedde i början av 1930-talet.

Att materialet har använts huvudsakligen under 1900-talet talar för att produkter av kork har haft en allmän spridning i landet.

Näver

Processen att täkta eller flänga näver är bokstavligt talat uråldrig i Skandinavien. Arkeologiska fynd visar att näver användes som taktäckning för över 5 000 år sedan. Sammanstörtade byggnader har begravts nere i mullagren, och nävern som hade använts i husen har varit tämligen opåverkad. Björknäver i olika kvalitetsklasser var tillsammans med trätjära fram till 1600-talet en av de största exportprodukterna från Norden.

Materialet har använts i större eller mindre utsträckning över hela Sverige, eftersom björken är allmän överallt.

Litteratur

Berge, Bjørn, *Byggematerialernes økologi*, Universitetsforlaget AS, Oslo 1992

Braenne, Drange och Aanesen, *Gamle trehus, reparasjon och vedlikehold*, Universitetsforlaget, Oslo 1983

Dravnieks, Gunnar, *Byggandets ord*, Svensk byggtjänst, 1988

Handboken bygg, band 2 (olika upplagor), Byggmästarens förlag, 1948, 1961 och 1968 samt Liber Förlag, 1984

Hökerberg, Otar, *Husbyggnad, del 1*, AB Nordiska Bokförlaget Erdheim & C:o, 1947

Kreüger, Henrik, *Byggnadskonst band 1 Byggnadsmaterialer*, Alb. Bonniers boktryckeri, 1920

Löfroth, Carl, *Byggnadsindustrien*, Nordiska Bokförlaget, 1918

Nationalencyklopedin, Bra Böckers förlag, 1989-96

Svensk teknisk uppslagsbok, Nordisk Rotogravyr, Stockholm, 1939

Svenska husmödrarnas omtyckta, billiga hjälpreda, Osby, 1958

Lera och tegel

Denna artikel tar upp lera som används till dels direkt byggande som klining och dels vid framställning av brända produkter som tegel, klinker, kakel, lättklinker och porslin.

Som byggmaterial ger teglet förutsättningar för stor arkitektonisk frihet.



Tullstorps kyrka i Skåne är ett exempel på 1800-talets strävan efter den medeltida byggnadskonsten. Arkitekten, Georg Brunius, var uppvuxen vid ett tegelbruk och han var fängslad av teglets möjligheter. Foto:OAn

På fackspråk kallas det keramiska materialet skärva. Det är skärvans beskaffenhet som definierar de olika produkterna (se även Produktformer).

Artikeln har skrivits av OAn och MTö.

Antikvariska aspekter

Hus med väggar av stampad och lerblandad jord (piséteknik), lerklinade (lerputsade) flätverk eller soltorkat tegel är så pass ovanliga i vårt land att de alltid bör behandlas med stor varsamhet och med hjälp av antikvarisk expertis.

Invändigt lerklinade timmerväggar är också så sällsynta att de bör bevaras för framtiden. Det är relativt lätt att reparera, komplettera och förnya lerputsade ytor.

Vid restaurering av äldre byggnaders tak och synliga murverk behöver det befintliga tegeltaket eller murverket ofta kompletteras med endasten mindre mängd tegel.

För det mesta är det nödvändigt att hitta tegel med identisk form, färg och format. Ett handslaget taktegel kan inte ersättas med ett strängpressat, och ett handslaget murtegel kan inte bytas mot ett strängpressat murtegel eller tegel i fel format. Det enklaste sättet att lösa problemet är ofta att leta rätt på begagnat tegel.

För att få tillgång till gammalt tegel och kunna bibehålla ett ursprungligt utseende hos taket kan man välja att lägga om ett mindre synligt takfall, eller ett mindre betydelsefullt tak på ett hus med nytt tegel. Takteglens utseende är i regel aldrig så viktigt att det blir fråga om att specialtillverka nytt tegel.

Fasadtegel, synligt murtegel, ställer höga krav på exakthet. Ibland är det nödvändigt att få precis det format och det utseende som finns i angränsande murytor. Det kan löna sig att beställa handslaget tegel som specialtillverkade kopior, medan industriellt 1800-talstegel eventuellt finns som lagervara i något europeiskt land.

Golvklinker och kakel utgör ibland en viktig del av interiören i äldre byggnader. Entréer och trapphus kan ha keramiska plattor av stort kulturhistoriskt värde och det kan vara mycket svårt att hitta enstaka plattor eller kakel av exakt samma utseende vid en restaurering. En lösning är att vända sig till en keramikverkstad som kan tillverka enstaka plattor. Det är alltid en fördel att laga och komplettera

och försöka bevara originalutförandet i äldre interiörer av arkitektoniskt eller kulturhistoriskt värde.

Skadat porslin i äldre interiörer lagas i regel inte. Sanitetsporslin måste av naturliga skäl uppfylla sanitära krav. Det är inte heller sannolikt att använda begagnat material. Befintligt porslin i gott skick ska därför hanteras med varsamhet och tas till vara i sin ursprungliga miljö, alternativt försiktigt demonteras för återbruk i annat sammanhang.

Förekomst, utvinning och framställning

Lerans ålder och sammansättning avgör dess användningsområde. Tegellera utgörs i Sverige i regel av järnhaltiga glacialleror som ger teglet dess röda färg. Järnfattiga och mer kalkhaltiga leror blir däremot gulaktiga vid bränning.

Lera bildas genom vittring av fältspatshaltiga bergarter. Lera har en kornstorlek på mindre än 0,002 mm och består av vattenhaltiga aluminium-kiselföreningar samt järnföreningar. Ofta innehåller leran också kvartsand och glimmer. Graden av formbarhet (plasticitet) beror på andelen lersubstans (kaolin, se nedan), kornstorleksfördelningen och mängden inblandad sand. Lerans sammansättning varierar i hög grad beroende på var och av vilka bergarter den bildats. Den rena leran med liten sandinblandning kallas fet , medan den med stor andel sand kallas mager.

leror ligger kvar på den plats där de ursprungligen bildades, medan sekundära sedimentära leror avlagrats på annan plats än där de bildades. Primära leror är renare än sedimentära leror som kan vara uppblandade med andra ämnen. Sedimentära leror är renare om de avsatts i sötvatten än i saltvatten.

Kaolin är en mycket ren lera som enbart består av aluminiumsilikat. Den är sällsynt i Sverige och används huvudsakligen till porslinslera för tillverkning av finare kakelplattor och sanitetsporslin.

Den svenska glacial- eller ishavsleran bildades under istiden som slamavlagringar på havsbotten och kom genom landhöjningen att täcka stora delar av Sverige.

Användbar lera finns i stort sett i hela landet, men de mest utnyttjade förekomsterna finns i Skåne, Mälardalen, Uppland och Västmanland.

Tegelleran innehåller fältspat samt olika föroreningar, huvudsakligen järnoxid som ger teglet dess röda färg. Vid bränning avgår det kemiskt bundna vattnet i temperaturintervallet 420-600°C. Vid fortsatt upphettning till över 1 000°C sintrar leran. Rödbrännande leror sintrar vid omkring 1 000°C, de gulbrännande vid en temperatur som ligger omkring 100 grader högre.

På Uppsalaslätten och i Skåne förekommer också märeger som innehåller en relativt stor andel kalk. På grund av detta får den en gulaktig färg vid bränning (smältpunkten är ca 1 200°C).

De eldfasta lerorna med sintringstemperaturer på 1 650-1 750°C är de värdefullaste. De finns på enstaka ställen i Skåne och är ofta uppblandade med stenkol.

För porlinstillverkning används blandningar av lersubstans (kaolin), fältspat och kvarts. Även andra lersubstanser kan ingå, exempelvis bentonitlera och talk. Förekomsten av dessa lerråvaror är begränsad i Sverige och saknar betydelse för porlinsproduktionen. Kwartssand och fältspat finns däremot i Sverige. Den enda återstående fältspatsproducenten i Sverige är Forshammars bergverk i Västmanland.

Förr i tiden togs leran vanligen upp under hösten och vintern. Den fick sedan frysa sönder så att den lätt kunde bearbetas under våren och sommaren. Upptagningen och beredningen av leran var enkel men arbetsintensiv.

Framställning

Ältning och slagning. För bearbetning av leran användes lerkvarnar som ofta drevs med hjälp av dragare. Ibland slammades leran först för att man skulle bli av med föroreningar.

I de industrialiserade, moderna tegelbruken användes en rad nya maskiner. Leran bearbetades redan vid upptagningen av paternostergrävare som blandade lera från olika nivåer i lertaget. Kulkvarnar och kollergångar användes för att mala eller krossa hårda beståndsdelar i leran, medan valsbruk, förältare och bråkor /användes för att homogenisera leran. Den liggande bråkan, eller strängpressen, ältar och formar leran genom att pressa ut den genom ett munstycke.



Slagning av golvtegel. Råmaterialet har här tagits fram med en ordinär strängpress och slås sedan för hand i en form. Foto: OAn

Tegel kan slås för hand, formpressas eller strängpressas. Fram till mitten av 1800-talet slogs allt tegel för hand, både mur- och taktegel. När leran har ältats slås teglet. Vid handslagning är det ett särskilt arbete som kräver stor hantverksskicklighet. Vid strängpressning är detta det sista ledet vid ältningen.

Tegel kan även slås eller pressas maskinellt. Vid formpressning av taktegel formas strängpressade och tillskurna plattor i tvådelade pressverktyg.

De tre olika tillverkningssätten har förekommit parallellt fram till i dag. Den arbetsbesparande strängpressningstekniken som ursprungligen utvecklades för framställning av rör för bland annat dränering, dominerar emellertid sedan länge produktionen. Handslagning förekommer numera endast på några få ställen för restaureringsändamål.

Torkning och bränning. Vid formningen innehåller leran en relativt stor mängd fritt porvatten som måste avdunsta före bränning. I Sverige använde man förr speciella torklador för detta, dels för att skydda mot regn, dels för att skydda mot allt för snabb uttorkning direkt i solen. Torkladorna uppfördes i anslutning till ugnen. I de äldre tegelbruken där teglet slogs för hand flyttades formbordet varefter hyllorna fylldes i torkladorna.

I de modernare tegelbruken som utvecklades under slutet av 1800-talet flyttades de slagna teglen på rälsbundna kärror och i hissordningar. På de stora tegelbruken för åretruntbruk lät man bygga torklador i flera våningar över själva ugnen för att utnyttja spillvärme från bränningen. I dagens moderna tegelbruk används överskottsvärmen från ugnarna till torkning i speciella torkkammare.

Murtegel brändes förr ofta i enkla fältugnar. Vid gårdstegelbruken fanns mindre permanenta ugnar som kunde användas för periodisk bränning av tegel och kalk. Vid mitten av 1800-talet utvecklade tysken Hoffman en ringugn som bestod av en serie sammankopplade kammare, förbundna i en cirkel. Sedan de första kamrarna fyllets med tegel påbörjades eldningen och eldningszonen förflyttades sedan runt i ugnen. När bränningen kommit till ugnens motsatta sida kunde man börja tömma de första kamrarna och på nytt fylla dem med tegel.

Det var svårt att få en jämn temperatur i ugnarna och teglet staplades därför oftast så murteglet placerades nedtill i ugnen och tunnare golvtegel och taktegel högre upp. För bränning av taktegel utvecklades en speciell ugnstyp, flamugnen, som gav

en jämnare bränning. Efter bränningen sorterades teglet i olika kvaliteter, efter färg och form.

Under 1900-talet ersatte tunnelugnen i stort sett helt de äldre ugnstyperna.

Principen för ringugnen är att elden vandrar runt medan godset står stilla, medan tunnelugnens är den motsatta. I tunnelugnen lastas det obrända teglet på vagnar som sakta rör sig genom ugnen och kommer ut färdigbränt i motsatt ända.

Tunnelugnen ger det kvalitetsmässigt allra bästa teglet. I restaureringssammanhang har det emellertid den stora nackdelen att bli alltför perfekt och jämnt i färgen.

Vid bränningen avlägsnas det kemiskt bundna vattnet ur leran och det vattenhaltiga lerjordssilikatet övergår till vattenfritt silikat. Detta ger teglets dess styrka. Ju högre temperatur teglet bränns i, desto starkare blir det, men bränningen får inte ske i så hög temperatur att teglet smälter. På grund av detta bränns vanligt murtegel vanligen i en temperatur omkring 1 000°C. Om tegelprodukten bränns till dess leran sintrar fullständigt och krymper maximalt, sväller leran på grund av gasutveckling. Gaserna kan inte avgå genom den glasiga massa som bildas.

Andra sintrade lerprodukter. För olika typer av golv-, vägg och kakelplattor används lättsintrade leror som magras med finkrossad bränd lera. Golvplattorna ska vara slitstarka och sega och pressas därför under högt tryck och bränns till fullständig sintring. Vägg- och kakelplattor har oftast en porös skärv till skillnad från golvplattornas tätsintrade skärv. De är alltid glaserade före bränningen. Klinkertegel är fullsintrade material med tät skärv.

Eldfasta produkter tillverkas av olika eldfasta leror med tillsatser av speciella magringsmedel beroende på produktens ändamål. Chamottetegel bereds av eldfast lera och chamotte som är bränd eldfast lera. Ju renare en lera är, ju närmare den ligger den rena kaolinen i sammansättning, desto mer eldfast är den och desto högre ligger dess smälttemperatur. Eldfast lera finns i Sverige endast i Skåne tillsammans med kolförande lager. Chamottebränning innebär att eldfast skifferlera bränns i speciella ugnar, krossas och pulveriseras och blandas med lera för att

formas på olika sätt och bränns till fullständig sintring vid temperaturer upp till 1 400°C.

Silikategel tillverkas av kvartsit med en till tre procent kalk eller lera som bindemedel och formas i pressar. Teglen bränns till 1 200–1 500°C beroende på vad de ska användas till.

Diverse eldfasta specialtegel som exempelvis magnesit- och dolomittegel förekommer för olika högtemperaturtillämpningar.

Porslin framställs av lersubstans, fältspat och kvarts. Av detta bereds tillsammans med vatten en porslinsmassa. Massan avvattnas i filterpressar tills den får en plastisk konsistens. Massan kan sedan slammas till tjockflytande konsistens för gjutning, homogeniseras till formmassa eller torkas till pressmassa. Sedan massan formats ska den torkas, rågodsbrännas, eventuellt dekoreras, glaseras och brännas.

Glasyren består av en vattenslammad lättsmält massa vars smältpunkt avpassas efter bränningstemperaturen. Glasyrens komponenter utgörs av olika metalloxider i en lämplig blandning för att ge rätt färg och smältintervall eller smälttemperatur. Sanitetsporslin glaseras direkt vid den första och enda bränningen till skillnad från hushållsporslin som först genomgår en rågodsbränning för att sedan glasyrbrännas. Sanitetsporslin och elporslin ingår i fältspatsgruppens tätsintrade porslin. Sintringstemperaturen ligger i intervallet 1 200–1 450°C.

Egenskaper

Inre struktur

Leran innehåller ofta upp till 30 procent vatten. När det slagna teglet torkar krymper det ca tio procent, olika mycket för olika leror. När det resterande porvattnet avgår bildas hålrum, luftporer, i leran vid såväl torkning som bränning.

Vid full vattenmättnad kan hålrummen spränga sönder det brända teglet genom frysning eller saltkristallisation. Hålrummens storlek beror på sintringsgraden hos

det keramiska materialet, skärvan. Den består bland annat av kristallina, delvis amorfa eller glasiga faser. Variationen i den inre strukturen kan vara stor och beror på bränningstemperatur och -tid. Användningsområdet för produkten styr tillverkningsprocessen som i sin tur ger den dess egenskaper.

Beständighet

Bränd lera är ett mycket beständigt och från åldringssynpunkt stabilt material. Den brända leran är okänslig för kemisk nedbrytning men kan skadas genom mekanisk påfrestning, frostsprängning eller saltkristallisation.

Hållfasthet

Tegelindustrins kvalitetsbestämmelser från 1931 indelar teglet i sex sorter med utgångspunkt i densiteten (kg/dm^3): murklinker 1,9–2,1 kg/dm^3 , fasadmurtegel 1,7–1,9 kg/dm^3 , hårdbränt murtegel 1,8–2,0 kg/dm^3 , vanligt murtegel, 1,7–1,9 kg/dm^3 , lättmurtegel max 1,6 kg/dm^3 , samt högporöst murtegel 1,2 kg/dm^3 .

Standardiserade hållfasthetsprov används vid provning av de keramiska materialens hållfasthet.

Formstabilitet

Tegel och andra keramiska material är normalt helt formstabila.

Frostbeständighet

När hålrummen i det brända teglet är mättade med vatten kan teglet sprängas sönder genom frysning eller saltkristallisation.

Färg- och färgstabilitet

Keramer är färgstabila material. Teglets färg beror på att lerans järnhydroxider vid bränning övergår till rödaktig järnoxid. Vid bränning i höga temperaturer blir färgen mörkt röd. Vid reducerande bränning (underskott av syre) blir teglet

gråsvart. Kalkhaltig lera blir gulaktig vid bränning, medan ren kaolin förblir helt vit. För färgade kakelplattor används leror av olika sammansättning som ger olika färger. Om det inte går att erhålla en önskad färg genom lerornas egna egenskaper tillsätts färgande ämnen.

Ytstrukturer

Teglets ytstruktur beror på lerans sammansättning, slagningsmetoden och bränningstemperaturen. Handslaget tegel får en sandad undersida samt valkiga ojämnheter längs teglets övriga sidor och flatsida. Utseendet kan delvis imiteras genom maskinell slagning i form, men det maskinellt slagna teglet har i regel högre densitet och oftast märken efter form och torkbord.

Strängpressat tegel har släta långsidor och trådsburna kortsidor. Ytan och de skurna kanterna är relativt sköra. Strängpressat tegel struktureras ofta genom valsning, kamning, skrapning eller sandning, vilket ofta förstärker intrycket av ett maskintillverkat material.

Golvkakel ställer speciella krav på ytstruktur och täthet. De ska vara halkfria och hålla för belastningar. De behandlas därför så att en tät och matt ytstruktur erhålls hos den sintrade plattan.

Glasering ger en glasig ytstruktur.

Produktformer och användningsområden

Produktformer

Keramer finns i många former med huvudgrupperna mur-, fasad-, tak-, golv- och marktegel samt tegelrör. Underformer för murtegel med avseende på innehåll och egenskaper är chamottetegel, silikategel, magnesittegel och syrafast tegel. (Se även Slaggmaterial och mineralfibermaterial).

Andra keramer är porslin, golv- och väggkakel, samt golv- och markklinker.

Produktformer med porös skärva är exempelvis golv- och väggplattor, byggnadsterrakotta, kakelvaror, majolika och poröst sanitetsporslin. Produktformer med tätsintrad skärva är exempelvis trottoarplattor, golvplattor, apparater för kemisk-teknisk industri, segerporslin, sanitetsporslin och elporslin.¹¹⁰ Obränd lera förekommer med eller utan olika tillsatser för lerklining och murning.

I Sverige tillverkas murtegel i två standardiserade format men i äldre byggnader och internationellt finns ett stort antal format. Tegel som framställts av leror som bearbetats för att ge en tät produkt efter bränningen (vid temperaturer som ger hög sintringsgrad) är mindre känsliga för frost.



Horns tegelbruk i Västergötland är det enda bruk som ännu slår tegel för hand. Bilden visar en av ugnarna och exempel på tegelprodukter som bränts där. Foto: OAn

Taktegel har tillverkats som munk och nunnetegel, en-, två- och trekupigt tegel, haktegel, fjälltegel, glaserat tegel samt diverse formpressade falstegel.

Även kakel och klinker, det vill säga golv och väggplattor av bränd lera utförs i många olika standardformat och storlekar; från små bitar för mosaikläggning till flera decimeter stora plattor.

Användningsområden

Tegelsten har varit ett vanligt konstruktionsmaterial i husbyggnader och anläggningar. Det har använts i fullmurade, kanalmurade och skalmurade väggar och murar, i skorstensstockar, i valvkonstruktioner mellan stålbalkar i bjälklag

¹¹⁰ *Handbok i Kemisk Teknologi*, Stockholm 1948.

(stickvalv, samt som golvmaterial i jord eller på trä- eller betongbjälklag. Dessutom har det eldfasta teglet använts i murade spisar, ugnar och kakelugnar.

Tegelsten och tegelkross har även använts som brandtätning i blindbottnar etc.

I dag är tegel inte längre ett lika självklart material vid uppförande av nya hus. Moderna byggnader har sällan murade skorstenar och ventilationskanaler, och bärande murar och valv är numera mycket ovanliga i vårt land. Vid restaurering av äldre byggnader kommer däremot tegel alltid att behövas.

Taktegel har använts som yttertaksbeläggning och som avtäckning på frimurar, strävbågar och liknande. I det senare fallen har det oftast varit fastgjutet.

Tegelrör har använts som dräneringsrör.



Tegelfasad från 1890 som visar fasadteglets användning. Bakom den dekorativa terrakottan och det så kallade förbländerteglets koppförband finns ett bärande murverk av stortegel. Foto: OAn

Kakel används som väggbeklädnad i våtutrymmen och andra utrymmen där hygienkraven är höga, exempelvis i kemiska och tekniska laboratorie- och manöverrum.

Klinker förekommer som golvbeläggning i utrymmen med högt slitage, till exempel entréer, trapphus och trottoarer, eller där spill av oljor eller andra kemikalier befaras.

Efterfrågan på klinker och kakel har ökat under senare år tack vare den goda slitstyrkan samt att materialen betraktas som sunda. Klinker och kakel har framför allt kommit att ersätta plastbaserade material i hygienutrymmen. Klinkerplattor har också blivit vanligare även i andra utrymmen.

Porslin förekommer i sanitetsutrustning och i äldre elektriska detaljer, exempelvis strömbrytare och eluttag, och som isolerande bärare för äldre, utanpåliggande elledningar.

Murbruk av lera är fortfarande ett användbart material, bland annat som eldfast bruk vid murning av kakelugnar och andra murverk som utsätts för höga temperaturer. Det används också som ett billigt och enkelt alternativ till kalk och cementbaserade bruk.

Lerklining och lertätning. I Sverige användes lera ännu vid 1900-talets början för att putsa väggar av flätverk och för invändig tätning av timmerväggar (lerklining).

Hantering och bearbetning på arbetsplatsen

Lyft och transport

Tegel och andra keramiska byggprodukter transporteras i dag på pall och lyfts med olika typer av pallyftare. Förr transporterades teglet på arbetsplatsen av en speciell yrkesgrupp, tegelbärare. Numera hanteras de enskilda byggelementen manuellt. Särskilda hjälpmedel har utvecklats för att lyfta takteglet vid takomläggningar.

Kapning, formning, applicering och montering

Tegel kan kapas, sågas och efterbehandlas med stenverktyg. Murning utförs lämpligen med bruk som är svagare än teglet, i annat fall är det lätt hänt att teglet

skadas. Lämpligen används lufthårdnande kalkbruk eller hydrauliskt, inte för starkt, kalkbruk. Murning av eldfasta konstruktioner utförs med speciellt bruk.

Kakel och klinker kan sågas och kapas på ungefär samma sätt som glas. Monteringsättning sker med speciella fästmassor, fixbruk, och fogningen utförs efter sättningen.

Ytbehandling och efterbehandling

Tegel ytbehandlas sällan efter tillverkning, med undantag för golvtegel som kan vaxas eller såpas. Vid tillverkning kan teglet glaseras eller engoberas vilket innebär att det beläggs med ett tunt, färgande lerskikt.

Vid putsning av tegelmurverk gäller samma regel som vid murning: bruket ska vara svagare än teglet. På grund av detta används luftkalkbruk eller ett inte alltför starkt hydrauliskt kalkbruk.

Kakel och klinker kan vara antingen oglaserade eller glaserade. Porslin är vanligen glaserat.

Vård och underhåll

Tegel som inte är frostbeständigt måste skyddas från väta om det riskerar att utsättas för kyla.

Tösaltning av keramer bör undvikas för att inte risk för saltsprängning ska uppstå. Av samma orsak bör salthaltigt murbruk inte användas vid murning.

Taktegel bör hållas rent från större mossansamlingar eftersom dessa kan hålla kvar fukt onödigt länge.

Skadeorsaker

Keramiska material är mycket beständiga med avseende på åldrande och kemisk nedbrytning. Vanligt murtegel är däremot sårbart när det gäller frost- och

saltvittring. Vid normal användning och så länge teglet är torrt händer ingenting, men blir det mättat med vatten kan det frysa sönder eftersom vattnet expanderar. Om det blir mättat med saltvatten vittrar det sönder på motsvarande sätt när saltkristaller ansamlas i teglets ytporer när vattnet avdunstar.

Tegel som framställts av leror som bearbetats för att ge en tät produkt efter bränningen (som sker vid temperaturer som ger hög sintringsgrad) är mindre känsliga för frost.

Taktegel är ett mycket beständigt material eftersom endast de bästa lerorna används för taktegel. Problemet är i första hand de mekaniska skador som kan uppstå när tegelpannor belastas.



Vittrande tegelmurverk som delvis hålls samman av den frilagda järnkonstruktionen.
Foto: MTö

Tegel för invändiga murverk och tegelplattor för invändigt bruk har i regel inte samma frostbeständighet.

Golvkakel och klinker är produkter som framställts för att tåla stora mekaniska belastningar. Den täta strukturen gör dem även frostbeständiga. Detsamma gäller porslin som enbart kan skadas genom mekanisk åverkan. Glasyr kan dock skadas av mekanisk åverkan.

Keramer skadas lätt vid mekanisk belastning och måste packas, fraktas och hanteras med varsamhet.

Reparationsmetoder

Tegel och andra keramiska produkter är svåra att reparera. I mycket speciella fall kan dock skadade keramer limmas och lagas av konservator, men normalt ersätts allvarligt skadat tegel, kakel och klinker med nytt eller återanvänt material.

Ytliga, mindre tegelskador kan i regel accepteras och i viss mån betraktas som patina i restaureringssammanhang. El- och sanitetsporslin kan dock sällan lagas på grund av funktionskravet.

Håltagningsmetoder

Det är i regel lätt att borra i tegel, på samma sätt som i en mjukare stenart. Handslaget tegel är något skörare och känsligare vid exempelvis sågning och behugning.

En bormaskin med hårdmetallskär används vid håltagning i kakel och klinker. Slagfunktionen ska vara fränkopplad och borrhastigheten relativt låg.

På grund av materialets hårdhet är det svårt att göra hål i porslin.

Miljöaspekter

Miljöpåverkan vid utvinning, framställning och transporter

Tegeltillverkning ger sällan några miljöproblem. Leruttaget påverkar dock kulturlandskapet påtagligt och de större tegelbrukens omgivningar är i regel helt präglade av detta.

I Sverige fanns förr en koppling till skogsbruket. Industrialismens mellansvenska tegelbruk låg ofta i anslutning till ett sågverk vars spillvirke användes för tegelbränning. I södra Sverige användes kol och torv till bränningen.

Dagens tegelbruk drivs huvudsakligen med olja eller gas men i många länder används kol. Tegelbränning innebär därmed produktion av koldioxid och andra föroreningar. I förhållande till materialets livslängd är dock detta ett mindre problem. Tegel som muras med kalk eller lerbruk kan återanvändas många gånger.

Miljöpåverkan vid hantering

De vanligaste yrkesskadorna för murare är belastnings- och förslitningsskador, samt skärskador av tegelskärvor.

Miljöpåverkan i bruksskedet

Keramiska material avger inga emissioner i bruksskedet. Tegelmurar är värmetröga och ger god rumskomfort genom att de lagrar värme och fukt.

Återvinning, återanvändning och deponering

Tegel är ett utmärkt material ur återvinningssynpunkt. Efter andra världskrigets flygbombningar kunde nya hus till stor del återuppföras av tillvarataget tegel. Så länge husen muras med kalkbruk är teglet lätt att rensa och återbruka. På detta sätt blir tegelmaterialet nästan evigt.

Taktegel har alltid återanvänts och äldre återanvänt tegel hittas ofta på uthus och torp. Spår av kalkbruk under teglet visar att det ursprungligen legat på en öppen läkt på understrukna tak.

Mycket värdefullt äldre tegel, såväl mur- som taktegel, har hamnat i containrar och använts som fyllningsmassor. Det är inte förrän på senare tid, när den stora rivningsvågen är över, som återbruk återigen blivit intressant.

Skadat tegel och spill från tegelbruk och byggen kan krossas och användas vid tillverkning av nytt tegel och vid framställning av tegelpigment och fyllnadsmassor.

Materialets historia

Teglets historia började troligen i Kina, flera tusen år före introduktionen i vår del av världen, liksom även i det gamla Egypten och i kulturerna kring Eufrat och Tigris. Ursprungligen användes då soltorkat lertegel. Senare förekommer både bränt och framförallt obränt tegel. De greker och etrusker kände teglets egenskaper och romarna utvecklade tegelbyggandet vid vår tideräknings början. Även i Sverige uppfördes väggar helt eller delvis i soltorkat tegel.

Takteglet kan sägas vara det brända murteglets ursprung. För att bygga väggar och valv krävdes inte bränt tegel, men som tätt och brandsäkert takmaterial var den brända tegelpannan en lysande uppfinning som snabbt blev en del av det romerska stadsbyggandets villkor. Konsten att slå och bränna tegel och tegelbyggandet kom till stora delar av Europa med romarna. Till Sverige anlände teglet med klosterbyggandet på 1100-talet. Det storformatstegel, knappt en fot långt och en halv fot brett, med en höjd på tre till fyra tum (ungefär en kvarts fot) som dominerade fram till tidigt 1900-tal, har sina rötter i munkordnarnas tegelbyggande.

Det medeltida takteglet var tungt och klumpigt, men brandsäkert och tryggt. Vid arkeologiska utgrävningar i medeltida städer påträffas såväl munk- och nunne- som fjälltegel.

Reformationen innebar en tillbakagång i tegelslagningens och tegelbyggandets konst. Det dröjde till 1870-talet innan kvaliteten var lika hög som på det medeltida teglet.

Under 1600-talet kom holländskt tegel (mur- och taktegel) som barlastmaterial till de stora palats- och slottsbyggena. Det holländska, vingformade takteglet blev snabbt ett vanligt takmaterial på de förnämsta byggnaderna. Några av dessa tak finns ännu till stor del bevarade.

Under mitten av 1700-talet bedrevs propaganda för tegelbyggande. Wijnblads exempelsamling med åtföljande beskrivning av inrättandet av tegelbruk är ett exempel på detta. Syftet var att spara skog för bland annat järnbrukens behov, men i lika hög grad att höja kvaliteten på byggandet. Det skulle emellertid dröja ytterligare drygt hundra år innan tegelbyggandet på allvar slog igenom även i de mindre städerna. De flesta herrgårdarna uppfördes fortfarande i timmer.

Takteglet slog däremot igenom under 1700-talet och tillverkningen blev betydande, inte minst i anslutning till mälardalens herrgårdar med försäljning till bland annat Stockholm.

Nästa stora steg i tegelbyggandets utveckling hör samman med jordbrukets reformering, industrialismens intåg, järnvägsbyggandet och de större städernas tillväxt.

Sammanlagningen av åkermark och införandet av täckdikning bidrog till en efterfrågan på täckdikningsrör, vilket ledde till utvecklingen av maskiner för tillverkning av täckdikningsrör. Samma maskiner försågs sedan med munstycken för pressning av taktegel och murtegel. Strängpressningstekniken, som i dag helt dominerar framställningen av tak- och murtegel, slog igenom redan vid mitten av 1800-talet i Sverige.

Jordbrukets rationalisering ledde till en frigörelse av kapital och många godstegelbruk utvecklades till tegelindustrier för en större marknad. Under 1800-talet mekaniserades tegelindustrin också i andra avseenden. Olika slags maskiner utvecklades för att ta upp och bearbeta leran och forma teglet. Lokomobiler och ångmaskiner blev en vanlig kraftkälla. Hoffmans bränslebesparande ringugn spreds snabbt, och decauvillejärnvägar och räls för manuellt skjutna vagnar anlades på tegelbruken för transporter av lera, bränsle och färdigt tegel. Trots detta var arbetet huvudsakligen manuellt, tungt och slitsamt.

Tegelbruken utvecklades allt mer mot åretrunt-drift genom att brännugnarnas spillvärme utnyttjades för torkning av teglet. Åbjörn Anderssons Mekaniska

Verkstad AB i Svedala blev på 1890-talet den dominerande tillverkaren av maskiner och utrustning för tegelbruken och levererade även ritningar för kompletta tegelbruk. I Svedala startade även en tegelmästarskola 1904. Verksamheten lades ned först omkring 1970.

Järnvägens utbyggnad fick också stor betydelse för tegelbrukens förläggning. Transporterna av det tunga teglet var inte längre ett hinder. Skånst tegel kunde forslas till Stockholm och tegelbruken kunde förläggas där tillgången på lera, bränsle och billig arbetskraft var god. Ett exempel är Heby-Sala-området där de största taktegelbruken hamnade.

Ett antal större stadsbränder skyndade på utvecklingen mot stenbyggande. Kring sekelskiftet 1900 fanns ca 500 tegelbruk i landet, men femton år senare hade omkring hälften av dem lagts ner.

Produktionen av tegel når sin topp under 1950-talet när byggandet åter kommer igång efter andra världskriget. Produktionen rationaliserades ytterligare och den ökade användningen av stål och betong ledde till en minskad efterfrågan på tegel. År 1967 fanns ca 100 tegelbruk i drift, 1978 bara 25 och tio år senare ett tiotal.

Kakel och klinker. Tekniken att hårdbränna lerprodukter för användning till golv- och väggmaterial utvecklades som så mycket annat av klostrens tekniskt framstående munkar under medeltiden. Sverige har ingen lång tradition när det gäller användning av klinker och kakel. Först under senare delen av 1800-talet kommer materialet att användas dels i dess dekorativa form enligt engelska tradition som golv- och väggbeklädnad bl a i trapphus, dels i utrymmen som krävde god hygien t.ex. i mejerier och bryggerier, sjukhus och laboratorier och senare även i bostädernas kök och badrum.¹¹¹

¹¹¹ Stjernberg, A., Sundholm, P-Å., *Dessa fantastiska golv*, Engelska tiles i Sverige, Byggförlaget, 1999.

Porslin är ett tämligen nytt material i byggnadssammanhang. Först under 1900-talet började det användas för sanitetsändamål och för elektriska ändamål, exempelvis som bärare av utanpåliggande elledningar, strömbrytare och eluttag.

Lerklining förekom i Sverige i större omfattning fram till 1900-talets början för att putsa väggar av flätverk och för att invändigt täta väggar av timmer.

Litteratur

Antell, O., *Taktegel och tegeltak*, Riksantikvarieämbetet, 1986

Blendt, Karin, *Stöphus, lerhus och hus av slagg: byggnadstekniska experiment under 1700- och 1800-talen i Uppland*, ur Årsboken Uppland, Upplands museum, 1998.

Bruno, W., *Tegelindustrien i Mälardalens län 1815 _ 1950*, Uppsala 1954

Eames, Elisabeth, *English tilers*, British Museum Press, London, 1992

Handboken Bygg, band 2 Material, olika upplagor, AB Byggmästarens förlag/Liber förlag, 1948, 1961, 1968 och 1984

Handbok i Kemisk Teknologi, Stockholm 1948

Hantverkets Bok, Mureri. Lindfors förlag, 1936

Lindberg, Eva-Rut, *Lerjord som byggmaterial*, En lägesrapport för år 2000 skriven för Byggnadsnämnden, KTH Arkitektskolan, 2001

Lindberg, Eva-Rut, *Gjort av jord, Lerjord som byggmaterial i Sverige och länder med likartat klimat*, KTH Arkitektskolan, 2002

Lindgren, J., Moeschlin, J., *Tegel - tillverkning, konstruktion, gestaltning*, Svensk Byggtjänst, 1985

Olsson, Lars-Eric, *Tegelbruk i Sverige - en branschinventering*,
Riksantikvarieämbetet, 1987

Stjernberg, A., Sundholm, P-Å., *Dessa fantastiska golv*, Engelska tiles i Sverige,
Byggförlaget, 1999

Tegelbruk, Sveriges tegelindustriförening och Riksantikvarieämbetet, 1987

Tjernström, Sofia, *Keramik i arkitekturen*, Byggförlaget, 2003

Limfärg

Definitionen av limfärg är inte alltid enhetlig. I litteraturen och i handeln kan limfärg inkludera vattenburna färger vars främsta bindemedel består av lim som är baserat på protein-, stärkelse-, kasein-, och ibland PVA-bindemedel. Denna artikel behandlar huvudsakligen traditionell limfärg utan tillsatser av PVA-dispersion eller olja.

Numera innehåller vissa limfärger även mindre tillsatser av torkande olja för att förstärka färgens bindkraft, och en mer korrekt benämning vore kanske emulsionsfärg (se Temperafärg, Egenskaper/Inre struktur).

Artikeln har skrivits av KKLy.

Antikvariska aspekter

Limfärger är den historiska motsvarigheten till vår tids vägg- och takfärger. De användes för målning av tak och på anslutande taklister, putsade väggar respektive papp- eller vävspända väggar i torra utrymmen. För att underlätta valet av limfärg - hantverksmässigt traditionellt tillverkad med animaliskt eller vegetabiliskt lim, eller industriellt tillverkad - kan provtytor på ca en kvadratmeter målas upp på förhand. Genom samma metod går det också att bedöma effekterna av olika appliceringsmetoder.

Vid ommålning uppstår ofta ett problem kring bevarandet av originalfärgen. Det är i de allra flesta fall nödvändigt att tvätta bort gammal limfärg före nymålning, men underlaget bör alltid bedömas från fall till fall. Oavsett vilken bedömning som görs är det av största vikt att befintliga färgskikt dokumenteras, om möjligt, med bevarade referensytor och med noggranna beskrivningar i restaureringsrapporten.

Äldre limfärgsmålade ytor börjar bli sällsynta och bör kanske snarare rengöras än målas över. Rengöring utförs av, eller i samråd med konservator.

Förekomst, utvinning och framställning

Förekomst och utvinning

En traditionell vit limfärg består av naturliga råvaror: krita, vatten och limlösning av animaliskt eller vegetabiliskt ursprung.

Animaliskt, proteinbaserat lim som används till äldre typer av limfärger inom byggnadsmåleriet, utvinns genom extrahering eller kokning av ben och brosk från slakteriavfall. Sedan 1940-talet används vattenlösliga cellulosaetrar, till exempel metylcellulosa, som vegetabiliskt lim. Det framställs genom en företringsprocess av cellulosa eller stärkelse (se Animaliska lim).

Framställning

Före andra världskriget tillverkades traditionell limfärg på arbetsplatsen av målarna själva. Krita och lim lades i blöt i var sitt kärl utan omrörning dagen före målning, och ingredienserna rördes samman dagen därpå. Vile man ha någon annan färgton, rördes kulörta torrpigment ut i vatten och användes på samma sätt som kritan, eller blandades samman med denna.



Vänster bild visar ingredienserna till en traditionell limfärg: krita, pärlim och vatten. Höger bild visar hur krita och lim blötläggs var för sig. Detta blandas dagen därpå efter att limmet lösts genom uppvärmning. Foto: KKLy

Vid framställning av limfärg med animaliskt lim löstes det blötlagda limmet genom uppvärmning i vattenbad innan det rördes ned i den slammade kritan.

Proportionerna mellan krita, lim och vatten berodde bland annat på underlaget och

appliceringsmetoden. Tillsatsen av lim var en kritisk punkt. Om den blev för stor blev färgen "överlimmad", satsen var förstörd och man fick börja om på nytt.

Lim av metylcellulosa kräver inte värme för att lösas i vattnen och innebär heller inte risk för motsvarande "överlimning".

Ett sätt att bedöma den färdiga färgens limstyrka är att måla upp den på ett papper och avläsa egenskaperna efter torkning. Torkar färgen stramt eller krusigt är den för limstark, och "smiter" den, lämnar ifrån sig krita eller färgpigment, är den eventuellt för limsvag. Limfärg uppbyggd med vegetabiliskt lim smiter normalt något.

Egenskaper

Inre struktur

Den jämna, matta ytan hos limfärger har en särskild lyster som kanske kan tillskrivas kritans kristallina struktur i kombination med bindemedlets lågmälda karaktär. I stort sett lämnar det pigmentkornens yta fri för ljusets brytning. Ljusbrytningsförmågan förändras omedelbart vid inblandning av exempelvis torkande oljor som bland annat används till "inoljaförstärkt limfärg".

Beständighet

Limfärger används endast inomhus. Deras vattenlöslighet och relativt dåliga beständighet mot nötning begränsar användningen till ytor som inte påverkas av fukt och slitage.

Närvaron av proteiner gör att limfärger är besvärliga att lagra. Traditionellt sett var inte det något problem eftersom färgerna tillreddes på plats och användes samma dag. Dagens industriellt producerade limfärg tillåter dock en begränsad lagringstid.

Frostbeständighet

Limfärger bör förvaras frostfritt.

Färgstabilitet

Limfärgernas färgstabilitet beror i första hand på pigmentets färgäkthet. Oorganiska pigment som används i limfärger är oftast mycket stabila. Limfärg har också en hög koncentration av färgpigment per ytenhet, vilket ger en stor färgäkthet. En eventuell användning av organiska eller svavelkänsliga oorganiska färgpigment kan dock leda till färgförändringar.

Ytstrukturer

Den valda appliceringsmetoden avgör i huvudsak färgens ytstruktur.

Produktformer och användningsområden

Limfärgens karaktär bestäms i stort sett av ingående bindemedel.

Animaliskt lim ger en relativt stark bindkraft och kan upplevas som lite svårare att arbeta med än färg som byggs upp av cellulosalim.

Cellulosalim, liksom andra vegetabiliska lim, kan däremot ge en något svagare bindkraft och få färgen att "krita" och fälla vid mekanisk nötning. Det har gjort att man hellre använt dessa för strykning av exempelvis innertak där mekanisk nötning inte förekommer.¹¹²

Moderna, industriellt framställda limfärger, kan användas på underlag som obehandlad uthärdad puts, betong, tegel, lättbetong, glasfiberväv, gips, masonit, spännpapp och gamla tapeter. De är ofta förstärkta med linolja eller PVA-dispersioner och kan i de flesta fall komponeras utifrån olika önskemål eftersom de ofta tillverkas på beställning. Det är dock viktigt att vara uppmärksam på att tillverkarens målningsanvisningar och rekommendationer kan förändras efter en receptändring.

¹¹² Paulsson, Gregor (red.), *Hantverkets Bok, Måleri*, Lindfors, 1934, 1937, 1938.

Hantering och bearbetning på arbetsplatsen

Transport

Inga restriktioner gäller för transport av limfärger.

Applicering

Penselstrykning av limfärg utförs med penslar som rymmer relativt stor mängd färg, så kallade plafondpenslar eller limfärgspenslar. Animalisk limfärg kan upplevas som "kort" och svår att stryka och kräver en viss teknik för ett lyckat resultat. Limfärg lämnar efter sig en karaktäristisk randning vid penselstrykning. Omedelbart efter penselstrykningen kan ytan också stöpplas. Det ger en mer toppig ytstruktur, liknande den som erhålls efter målning med roller.

Ibland tillsätts en mindre del cellulosalim till animalisk limfärg för att underlätta appliceringen. Rollning av limfärg är exempelvis lättare att lyckas med om färgen antingen byggs upp helt med, eller tillsätts med cellulosalim.



Olika typer av vegetabiliska lim som använts till limfärg. Foto: KKLy

Under torkning förändras färgens kulör dramatiskt och blir väsentligt ljusare. Provning av kulör och färgens limstyrka bör alltid utföras på en lämplig yta före appliceringen. Vid målning av flera skikt minskas limstyrkan för de efterföljande skikten för att undvika att färgen spjälkas.

Om underlaget är jämnt sugande räcker det oftast med en strykning. Förbehandling av ojämnt sugande underlag utförs med olika typer av material beroende på objekt. För att undvika användning av lösningsmedelsbaserade grundfärger rekommenderas numera ofta olika typer av s.k. emulsionsbinder.¹¹³

Vård och underhåll

Rengöring

Torrensöring rekommenderas för att avlägsna smuts. Äldre limfärgsmålade ytor med dekorationsmålning överläts till konservator med erfarenhet av dylika arbeten.

Skadeorsaker

Det bästa sättet att vårda limfärger är att aldrig utsätta dem för fukt eller fett. Dessa ämnen ger fläckar på färgen och slår igenom till de nya färgskikt som i efterhand målas över det gamla. Vid målning av angränsande ytor med oljehaltiga bindemedel kan oljan migrera ut, d.v.s. vandra över, till limfärgen och ge fettfläckar.

Protein och kolhydrater i limfärg utgör i kombination med fukt en gynnsam tillväxtmiljö för mögelsvampar. De kan ibland ses som små svarta prickar på ytan av exempelvis murverk där fuktvandring sker.

¹¹³ Riksantikvarieämbetet, *Byggnadsmåleri med traditionella färgtyper*, Riksantikvarieämbetet, 1999. Paulsson, Gregor (red.), *Hantverkets Bok, Måleri*, Lindfors, 1934, 1937, 1938. Tunander, Pontus, *Dekorativ målning, marmorering, ådring, schablonering*, Ica bokförlag, 1993.

Reparationsmetoder

Ommålning föregås av att föregående limfärgskikt avlägsnas. Eventuellt utförs också en patentering, det vill säga målning av hela, eller delar av underlaget, med isolerande färgmaterial.

Borttagning av gamla limfärgsskikt görs för att den nya färgen ska få fäste i underlaget och utförs genom att vattenstryka skiktet med hjälp av en plafondpensel. Därefter lossas färgen försiktigt med en träspackel. Fläckar av fukt, fett eller kåda måste alltid isoleras före nymålning.

Äldre, särskilt välbevarad eller dekorationsmålade limfärgsmålning bör eventuellt inte övermålas. Rengöring utförs i stället av, eller i samråd med konservator.

Miljöaspekter

Miljöpåverkan vid utvinning

Bindemedel och lösningsmedel till traditionella limfärger tillverkas av förnyelsebara råvaror som ger ingen eller mycket liten påverkan på miljön. Uttaget av ändlig råvara vid användning av jordfärgspigment eller oorganiska pigment påverkar däremot miljön, även om råvarutillgången anses god.¹¹⁴

Miljöpåverkan vid hantering

Limfärg anses vara en hälso- och miljöanpassad färgtyp och ger ingen miljöpåverkan vid hantering, under förutsättning att den hanteras som färskvara.

Miljöpåverkan i bruksskedet samt emissioner

Inga emissioner av flyktiga organiska ämnen (VOC – Volatile organic compounds) har rapporterats från traditionella limfärger. (Se även Temperafärg).

¹¹⁴ Ahlbom Jan, Duus, Ulf, *Säkra stryktips, produktval för miljöanpassad målning*, Länsstyrelsen i Göteborgs och Bohuslän, 1997.

Deponi

Färgrester kan hanteras som vanligt hushållsavfall om de inte innehåller pigment av tungmetaller.

Materialets historia

Limfärg har använts för inomhusmålning på exempelvis papp- och vävspända ytor och puts under århundraden. Under 1950-talet användes den ännu i tak och på taklister i det ordinarie byggnadsmåleriet. I dag förekommer limfärg bland annat som tryckfärg för tapeter.

Den traditionella limfärgens bindemedel tillverkades främst av råvaror som hud, ben, brosk, bindvävnad, senor med mera som samlades upp från slakthus, handskfabriker, garverier och köttbutiker, och förädlades till animaliskt lim.



Animaliska lim benämndes ibland efter form, exempelvis pärl- eller kaklim, och ibland efter utgångsmaterial, t.ex. hornlim. Bilden till höger visar ett sigill stämplat på en limkaka. Se även "Animaliska lim". Foto: KKLy

Produkterna namngavs ofta efter utgångsmaterialet, till exempel "läderlim", "hornlim" eller "benlim". Dessa benämningar hade också en kvalitetsmässig

betydelse då till exempel läderlim ansågs vara av högre kvalitet än benlim. Namnen kunde också beskriva produkternas form; bland annat "kaklim", "tärningslim" och "pärlim", eller funktion; till exempel "draglim", som förmodligen härrör från metoden att testa limmets styrka genom ett dragprov mellan två sammanlimmade träbitar.

Vegetabiliskt lim ersatte i vissa fall animaliskt lim. Under slutet av 1800-talet marknadsfördes sichellim som användes en bit in på 1900-talet. Caragheenmossa, eller irländsk mossa

- en algart som utvanns vid Nordatlantiska kusten
- användes också till framför allt färdigstrykningar och gav en helt matt och synnerligen jämn yta.

Under 1940-talet lanserades cellulosalim som framför allt användes i tak. Som bottenfärg för dekorationsarbeten med exempelvis streckdragningar eller stänkmålning användes dock animaliskt lim. Ibland ströks limfärg i efterhand med en lösning av vattenglas för att få en hård, glänsande yta som kunde rengöras med vatten.¹¹⁵

Krita togs bland annat från södra delen av Skåne, vid Stevens klint, Lomma och Malmö. Men den vita fina kritan användes inte alltid. Många gånger användes lokala fyndigheter av vita eller ljusa jordfärgpigment, som kalktuff i Västergötland, Östergötland, Jämtland och Skåne. I von Rothsteins byggnadslära från 1856 nämns till exempel att Jämtlands allmoge använde sig av bleke - på sina ställen en vanligt förekommande mineralavlagring av blekjord - för vitmening av tak, spisar och väggar.

Som första förbehandling på nya putsade ytor slipades ytan och målades med en stark krederingsfärg som gjordes av limvatten och en mindre mängd krita. Dagen därpå ströks ytan med en såplösning som skulle vara mer koncentrerad ju mer

¹¹⁵ Karlson, Valfrid, *Lärobok i husbyggnadskonstruktioner, V Inrednings- och fulländningsarbeten*. Byggnadsställningar, 1918.

porös väggen var. Efter ytterligare en dag ströks väggen med den slutliga limfärgen.¹¹⁶

På 1930-talet uppstod en förkärlek för att patentera (grunda) ytan med oljefärg eller lackfärg utspädd med ca 50 procent terpentin, fotogen eller gasolja före limfärgsmålningen. Man ansåg att det därigenom blev lättare att tvätta bort limfärgen och att ytan dessutom blev vackrare och jämnare.

Under 1930-talet blev det också populärt att stöppla limfärgen så att ytan fick ett utseende som påminde om grov puts. Behandlingen utfördes enbart om ytan först patenterades med oljebaserad färg enligt ovan.¹¹⁷

Litteratur

Ahlbom Jan, Duus Ulf, Freilich Danielle, *En nyans grönare, en studie av färg till konsument / yrkesmåleri*, Rapport från kemikalieinspektionen 2/96, 1996

Ahlbom Jan, Duus, Ulf, *Säkra stryktips, produktval för miljöanpassad målning*, Länsstyrelsen i Göteborgs och Bohuslän, 1997

Andersson, Kurt, Andersson, Barbro, Nilsson, Carl-Axel, Sandström, Mattias, *Naturfärger, Identifiering av flyktiga ämnen som avges när äggoljetempera torkar*, Arbetslivsinstitutet 1996:12, 1996

Brønne, Jon, *Dekorasjonsmaling, Marmorering, Ådring, Lasering, Patinering, Sjablondekor, Strukturmaling*, Teknologisk forlag, 1998

Bristow, Ian, *Interior House Painting Colours and Technology 1615-1840*, Yale University Press, 1996

Fridell, Anter, Karin, Wannfors, Henrik, *Så målade man, svenskt byggnadsmåleri från senmedeltid till nutid*, Svensk Byggtjänst, 1997

¹¹⁶ Kreüger, Henrik, (red.), *De tekniska vetenskaperna, band I, Byggnadsmaterialier*, Bonnier, 1920.

¹¹⁷ Paulsson, Gregor (red.), *Hantverkets Bok, Måleri*, Lindfors, 1937.

Gettens, Rutherford, J., Stout, George, L., *Painting Materials, a Short Encyclopaedia*, 1966

Karlson, Valfrid, *Lärobok i husbyggnadskonstruktioner, V Inrednings- och fulländningsarbeten. Byggnadsställningar*, 1918

Kreüger, Henrik, (red.), *De tekniska vetenskaperna, band I, Byggnadsmaterialier*, Bonnier, 1920

Millhagen, Rebecka, (red.), *Hantverket i gamla hus*, Byggförlaget / Svenska föreningen för byggnadsvård, 1999

Nylén, Paul, *Färg- och lackkemi*, Kungliga Tekniska Högskolan, 1970

Paulsson, Gregor (red.), *Hantverkets Bok, Måleri*, Lindfors, 1934, 1937, 1938

Riksantikvarieämbetet, *Byggnadsmåleri med traditionella färgtyper*, Riksantikvarieämbetet, 1999

Tunander, Pontus, *Dekorativ målning, marmorering, ådring, schablonering*, Ica bokförlag, 1993

Linolja och linoljefärg

Denna artikel tar upp linolja och linoljebaserade produkter som används i byggnadssammanhang, såsom linoljefärg, kitt med mera.

Målning med linoljefärg på arkitekturbundet utvändigt snickeri tillhör svensk tradition åtminstone sedan 1700-talet. Färgtypen blev allt mer utbredd under 1800-talet och användes fram till 1950-60-talen då alkydoljefärgerna tog dess plats. Under de senaste årtiondena har linoljefärgen fått en renässans, inte minst i antikvariska sammanhang.

Artikeln har skrivits av KKLy.

Antikvariska aspekter

Linoljefärg har använts både inom- och utomhus på trä, puts, träfiberplattor, väv, järn och plåt. Färgens sammansättning har varierat beroende på om den skulle användas till inom- eller utomhusmålning, och beroende på underlaget.

Vid restaureringsarbeten i historiska byggnader slås man av äldre oljefärgers beständighet. Detta kan få oss att tro att det går att uppnå samma resultat i dag genom att välja samma traditionella material. Men under 1900-talet har en rad olika moment i framställningsprocessen av kokt linolja förändrats. Metallsalter - sikkativ av bly och i vissa fall mangan - har till exempel bytts ut mot kobolt- och zirkoniumsikkativ. Dessutom har temperaturerna vid upphettningen sänkts och behandlingstiderna kortats betydligt, vilket har lett till att materialets egenskaper förändrats. Förekomsten av blyåpor i den äldre typen av kokt linolja bidrog till att göra linoljefilmen elastisk. Det gav även den goda vidhäftnings- och torkegenskaper samt ökade linoljefilmens väderbeständighet.

Fördelarna med den moderna linoljan - exempelvis billigare framställningsprocess, kortare torktider och att ett visst blyinnehåll kan undvikas - är givetvis välkomna. Men det är också viktigt att tänka på vilka tekniska konsekvenser förändringarna

medför, bland annat att materialet åldras snabbare och har därmed en kortare livslängd.

Som en direkt konsekvens av dessa förändringar kan man inte längre använda materialet på exakt samma sätt som tidigare. Till exempel är den spackelfärg som man fram till 1950-talet använde inomhus på snickerier och som tillreddes av lagrad bottensats från kokt linolja, krita och vetemjölsklister, inte möjlig att återskapa.

Trots detta har linoljefärg uppnått relativt goda resultat i jämförelser mellan de olika färgtyper som finns på marknaden i dag. Om det finns historiska skäl att använda linoljefärg så ska man givetvis göra det. Det finns däremot anledning att vara mycket noggrann vid utförandet. Om arbetet utförs på ett olämpligt sätt förkortas färgens livslängd avsevärt.

Man kan ibland ställas inför svåra antikvariska ställningstaganden. Eftersom den moderna typen av linoljefärg i allmänhet fäster bäst på rent trä är det inte ovanligt att samtliga tidigare målningsskikt avlägsnas (mekaniskt eller kemiskt) av tekniska skäl före ommålning. Att radera ut spåren av byggnadernas färghistoria är givetvis inte önskvärt. Under senare tid har detta bruk ifrågasatts, bland annat med hänvisning till att man traditionellt sällan använt så omfattande rengöringsmetoder.



Av tekniska skäl anses det numera ofta nödvändigt att avlägsna tidigare färgskikt ner till träns yta. Ur antikvarisk synvinkel är detta olyckligt eftersom man samtidigt raderar ut historiska färgspår för kommande generationer. Foto: KKLy

Oavsett vilken bedömning som görs bör några referensytor alltid bevaras för att dokumentera tidigare behandlingar. Det är dessutom önskvärt att dokumentera färgskiktens stratigrafi, det vill säga ett tvärsnitt av alla målningsskikt ned till underlaget, för arkivering tillsammans med restaureringsrapporten eller i fastighetens egna arkiv. (Se Färger).

Förekomst, utvinning och framställning

Förekomst

Linodling förekommer i tempererade och tropiska klimat. Kanada, Europa och, i mindre omfattning, Argentina, är betydande producenter av linfrö. Den svenska odlingen av oljelin fick under några år särskilda EU-bidrag, men dessa har nyligen avskaffats.

Utvinning

Linolja utvinns genom att moget frö av oljeväxten lin (*Linum Usitatissimum* L.) pressas eller extraheras. Man skiljer mellan oljelin och spånadslin. Oljelinet ger buskiga plantor med många frökapslar, medan spånadslin växer med långa och ogrenade plantor som ger längre fibrer och färre frökapslar per hektar odlad mark. (Se även Spånadsmaterial).

Kallpressning sker med mekaniskt tryck och utan föregående upphettning av linfröet. Oljan blir ljus, och har vid ett begränsat uttag ansetts som en exklusiv utgångsprodukt för tillverkning av färg- och lackprodukter.

Varmpressning innebär att fröet krossas, mals, fuktas och värms före pressning. Metoden ger ett större utbyte av olja än kallpressning, men oljan innehåller mer föreningar som bland annat kan bidra till ökad gulning.

Extrahering ger ett oljeuttag på ca 99 % av fröets totala oljemängd. Fröna krossas och fylls i stora lufttäta behållare där lösningsmedel sipprar igenom och löser ut linoljan. Den effektiva oljeutvinningen medför att oljan blir mörk och starkt

gulnande, vilket utesluter användning till exempelvis ljusa oljefärger. Extrahering av linolja förekommer inte i Europa i dag.

Framställning

Den råa linoljan renas först genom sedimentering då växtpartiklar och vissa andra föroreningar fälls till en mörk bottensats. Långvarig lagring av linolja användes som reningsmetod i Sverige fram till 1920-talet. Blekning av linolja utfördes tidigare av byggnadsmålare och konstnärer genom att linoljan exponerades för solljus.

Under 1900-talets gång har kemisk och fysikalisk rening och blekning utvecklats industriellt, exempelvis med hjälp av brytupphettning, då oljan hastigt upphettas till hög temperatur och eventuellt filtreras med blekjord.

Vanligare är dock raffinering där oljan tvättas i svaga lösningar av syra eller lut vilket ger syra-raffinerad eller alkali-raffinerad linolja.¹¹⁸ En linolja som raffinerats på detta sätt bör inte innehålla någon bottensats.¹¹⁹



Kulörskillnader på linolja. Den ljusa, svagt grönskimrande i flaskan till höger är svensk, rå, kallpressad olja. Flaskan i mitten innehåller samma olja som kokats enligt en modern metod. Oljan längst till vänster är gammal, kokt olja från burken till höger.
Foto: KKLy

¹¹⁸ Solomon, D.H., *The Chemistry of Organic Film Formers*, John Wiley & Sons, Inc. 1967.

¹¹⁹ Formo Marvin W. med flera, *Bailey's Industrial Oil and Fat Products*, John Wiley & Sons, Inc. 1979.

Kokt linolja är en produkt som genomgått relativt stora förändringar under 1900-talet. Kokt linolja är i dag linolja som tillförts vissa metallsalter, oftast kobolt och zirkonium, under uppvärmning till upp till 130°C. Under processen tillförs en luftström som bland annat ökar linoljans viskositet.

Standolja är en annan produkt vars innehåll och egenskaper varierat under historiens förlopp. Alkaliraffinerad linolja är ett vanligt utgångsmaterial för standoljor, men andra vegetabiliska oljor kan också användas. Standoljekokningen sker i temperaturer som ligger omkring oljans egen kokningstemperatur (ca 285°C), i vakuum eller under inledande av en inert gas.¹²⁰ Viskositeten påverkas främst av hur lång tid oljan upphettas och torkförmågan ökas bland annat genom luftblåsning, vilket sker efter upphettningsprocessen.

Första steget i tillverkningen av linoljefärg består i att finfördela pigmentkornen i linolja till en jämn pasta. Den får därefter stå under något dygn så linoljan väter, eller omsluter, pigmentkornen ordentligt.

Beroende på färgens användningsområde tillsätts därefter olika mängd linolja och eventuell terpentin, lacknafta eller standolja. I dagens industriella tillverkning kan även tillsatser som hjälper vätning av pigment eller som förhindrar skinnbildning (tensider) och medel som förhindrar svampangrepp (fungicider), tillsättas.

Egenskaper

Inre struktur

Linolja är en naturprodukt och varierar därför i fettsyrasammansättning från skörd till skörd. Fem olika fettsyror förekommer huvudsakligen, dels de omättade fettsyror oljesyra, linolsyra och linolensyra, och dels de mättade palmitin- och stearinsyrorna. De omättade fettsyror har reaktionsbenägna områden av dubbelbindningar. Dessa är en förutsättning för linoljans torkningsegenskaper och ingår i alla torkande oljor.

¹²⁰ Nylén, Paul, *Färg- och lackkemi*, Kungliga Tekniska Högskolan, 1970.

Linoljans fettsyrasammansättning bestämmer till viss del såväl torkningshastighet och gulningstendenser. En högre andel omättade fettsyror ger både större gulningstendens och ökad torkkraft. Linolja innehåller också en viss del föroreningar. Gemensamt för några av dem är att de fungerar som emulgatorer av olja i vatten. I äldre litteratur kallas de ofta slemämnen.

Moderna linoljefärger som tillverkas industriellt innehåller linolja (kokt eller rå), oorganiska pigment och sickativ (metallsalter av kobolt, zirkonium och ibland mangan). Vanligen innehåller de också standolja och ibland tillsatsmedel som tensider och fungicider. Industriellt producerade linoljefärger kan också innehålla moderna, organiskt uppbyggda färgpigment.

Grund- och mellanstrykningsfärger späds med lågaromatisk lacknafta, men färdigstrykningsfärg innehåller normalt inga organiska lösningsmedel.

Beständighet och färgstabilitet

Linoljefärgens beständighet är bland annat beroende av hur linoljan förbehandlats. Val av metallsalter och upphettningstemperaturer bestämmer vissa inbyggda nedbrytningsförlopp för linoljan. Metallsalter som kobolt och mangan påverkar inte bara torkningsprocessen, utan även de mekanismer som senare bidrar till materialets nedbrytning.



Linoljefärg på invändigt snickeri 50 år efter målning. Färgskiktet spricker i ett för linoljefärg typiskt mönster i avlånga flagor. Se även bild vid "Skadeorsaker". Foto: KKLy

För att förbättra linoljefärgernas väderbeständighet har man under 1900-talets senare del tillsatt standolja till färdigstrykningsfärger för utvändig målning. I allmänhet är standolja mer väderbeständigt än vanligt kokt linolja eftersom den utsatts för högre temperaturer under kokningsprocessen. De flesta av dagens linoljefärger innehåller tillsatser av standolja.

Luftblåsning, som numera är en vanlig förbehandling till såväl standolja som till rå eller kokt linolja, bidrar till att inkorporera syre i linoljefilmen, vilket i sin tur gör materialet mer polärt. Det vill säga att det får en ökad löslighet i polära lösningsmedel som vatten, det sväller och bryts ned snabbare exempelvis vid utvändig exponering.¹²¹ Trots det får linoljefärg sällan riktigt dåliga resultat i provningssammanhang. Ofta ligger de på ungefär en prestationsnivå jämförbar med alkydoljefärger, även om linoljefärgen i några avseenden placerar sig något sämre.¹²²

Frostbeständighet

Linoljefärg är i allmänhet frostbeständig.

Färgstabilitet

Tendensen att ändra kulör kan antingen bero på förändringar av oljan, förändringar av pigmentet, eller en kombination av båda. Linoljan gulnar framför allt i proportion med ökat innehåll av omättade fettsyror, men kan också påverkas av ingående föroreningar.

Linoljefärg kan drabbas av så kallad mörkergulning. Det vill säga en möbel eller tavla som skyddar färgen mot dagsljusets strålning kan lämna spår i form av att färgskiktet istället gulnar. Fenomenet är dock reversibelt, flyttas tavlan eller

¹²¹ Nylén, Paul, *Färg- och lackkemi*, Kungliga Tekniska Högskolan, 1970.

¹²² Hjort Stefan, *Moisture Balance in Painted Wood Panelling*, Chalmers Tekniska Högskola, 1997. Carlsson Bo, Wernstål Karin, Bylander Sven-Arne, *Långtidshållbarhet vid underhållsmålning av träfönster. Jämförelse mellan traditionell ommålning och fönsterrenovering enligt A13 metoden*, SP-rapport 1997:21, 1997.

möbeln och dagsljuset åter får exponera ytan bleks större delen av gulningen bort efter en tid.



I äldre tider tappades linoljan på flaskor av klarglas och fick därefter blekas en tid i dagsljus. Foto: KKLy

Linoljefärg har också en tendens till att vilja krita. När linoljefilmen bryts ner uppstår en mängd mikrosprickor som stoppar ljusvågornas väg in i och reflektion tillbaka från pigmentkornen, och ytan upplevs som mjölkig. Under hand som processen fortskrider bryts bindemedlet ned och pigmentkornen blottläggs för väder och vind. Ytan blir mjölkaktig och släpper ifrån sig löst material vid beröring, och vi säger att ytan kriter.

När pigmentkornen blottlagts är de särskilt utsatta för kemisk nedbrytning. Jordfärgspigment och många mineraliska pigment är dock så kemiskt stabila att kulören knappast förändras mer än vad som är relaterat till minskad kontakt med bindemedlet. Organiska pigment är dock känsligare och dess kulör kan förändras väsentligt på kort tid. De påverkas i första hand av solljusets UV-strålning.

Ytstrukturer

De flesta linoljefärger får en mer eller mindre randig gräng (spår efter penseldrag), beroende på målarens skicklighet och färgens sammansättning. Linoljefärger med högre glans har oftast tillsatser av standolja som inte bara höjer glansen utan även ökar färgens utflytning, vilket innebär att färgen lättare flyter ut utan att lämna efter sig synliga spår i färgfilmen.

I äldre tider ökade man ibland glansen genom att stryka färgen med en torr moddlare när färgen lämnats några timmar för att torka och segna på ytan. Ytan kunde bli särskilt blank om färgen innehöll standolja eller glansolja (en standoljebaserad tillsats).

Produktformer och användningsområden

Rå linolja används traditionellt till impregnering av träbåtar. Rå linolja används också till oljefärger och vid tillverkning av kitt.

Kallpressad rå linolja har framför allt utnyttjats som utgångsprodukt till standoljekokning, lackkokning och på senare år även som utgångsprodukt till kokt linolja. Kallpressad rå linolja används också till oljefärger och vid tillverkning av kitt.

Kallpressad rå, avslemmad och blekt linolja används som ovanstående, men också som utgångsmaterial i särskilt ljusa lacker och standoljor där man vill undvika gulning.

Varmpressad rå linolja används som utgångsprodukt till kokt linolja. Liksom den kallpressade linoljan kan även den varmpressade avslemmas och blekas för att få förbättrade egenskaper.

Extraherad linolja är inte längre vanlig, men användes tidigare på samma sätt som varmpressad linolja när det inte fanns uttalade krav på färgretention.

Kokt linolja är i dag en benämning på ett antal varierande produkter. Kokt linolja definieras enligt internationell standard som den olja som erhålls genom att tillsätta sikkativ till rå eller raffinerad linolja och antingen endast upphetta oljan eller också upphetta oljan i kombination med luftblåsning eller syretillförsel. Kokt linolja används till linoljefärger, oljespackel, kitt, lasyroljor mm.

Standolja används som tillsats till linoljefärger för utvändigt bruk i syfte att öka färgens väderbeständighet, och till inomhusfärger för att ge färgen mera glans, bättre utflytning och mindre gulningstendenser.

Linoljefärg finns i dag i de flesta färgbutiker. Den används framför allt för målning på trä, men också på järn och plåt och ibland på äldre putsade ytor.

Linoljeblymönja är en effektiv rostskyddsfärg som används på gammalt järn och stål eftersom den utgör ett effektivt rostskydd även på ytor som inte helt kunnat rengöras från rost. Den tillverkas av blymönja och kokt eller rå linolja. Denna grundfärg målas på rengjord metall i ett eller två skikt som efterföljs av övermålning med skyddande täckfärg.

Linoljekitt innehåller krita och linolja (kokt eller rå) och finns i de flesta färgbutiker. Det används vid kittning av håligheter före målning utomhus, samt vid kittning av fönster.

Hantering och bearbetning på arbetsplatsen

Transport

Linolja transporteras inte som farligt gods. Det är dock viktigt att vara uppmärksam på att det finns en självantändningsrisk vid eventuellt läckage i kombination med brännbart material och värmeutveckling. Färger som innehåller brandfarliga

vätskor, till exempel organiska lösningsmedel med flampunkt lägre än 61 °C, transporteras som farligt gods.¹²³

Applicering

Linoljefärg appliceras vanligtvis med penselstrykning i tunna skikt. Den ska inte målas på fuktiga underlag eller i direkt solsken. Fuktkvoten i trä bör inte överstiga 15 % och färgen bör skyddas från regn och nederbörd under målning och torkprocess.

Linoljedränkta trasor förvaras i plåtburk med lufttätt lock eller dränks under vatten. De bör aldrig ligga exponerade för luft efter användning eftersom det då finns risk för självantändning.

Vård och underhåll

Linoljefärgsmålade ytor kan försiktigt rengöras med en mild lösning av en svag tensid (diskmedel). Den här typen av mild rengöring kallas ibland "tvätta för gott", vilket ofta räcker långt. Att "tvätta för gott" kan också kombineras med bättringsmålning.

Basiska rengöringsmedel som innehåller lut eller ammoniak kan etsa och skada linoljefilmens yta. Om rengöringen ska följas av en hel ommålning är det dock ingen nackdel att ytan först mattas ned. Vissa byggnadsdelar, exempelvis fönster, vindskivor, vattbrädor med mera, som är utsatta för hårt slitage eller väder och vind, kan behöva underhållas och målas oftare än övrig fasad.

Ett numera populärt sätt att underhålla linoljefärg är att mätta ytan med enbart linolja eller en blandning av terpentin och linolja. Syftet är att kritande skikt av linoljefärg ska regenereras och få ett nymålat utseende igen. Nackdelen är dock att den nya oljan inte bara binder den nedbrutna färgens pigment, utan också den ytsmuts och de svampar som samlats under åren. Resultatet riskerar också att bli

¹²³ *Farligt gods på väg*, Räddningsverket 1999.

gulflammigt på grund av den tillförda oljans eventuella gulningsbenägenhet. Metoden har ingen utbredd hantverksmässig förankring i det traditionella byggnadsmåleriet.

Skadeorsaker

Linolja bryts främst ned av vatten och fukt, vilket leder till svällning av linoljefilmen och försprödning av linoljefärgen. Färgen påverkas också av syror, till exempel sur nederbörd, och basiska ämnen som bland annat ingår i vissa rengöringsmedel. Linoljefärger ska därför alltid skyddas mot stående vatten eller återkommande påverkan av fukt och väta. För byggnadens och färgens skull kan det därför vara klokt att inspektera stuprännornas funktion i hållande regn. Svampangrepp sker främst på skuggiga ytor som är utsatta för fukt, till exempel dagg.



Återkommande påverkan av fukt leder oundvikligen till flagnig.

Foto:KKLy

Målning i direkt solsken, tjocka färgskikt, eller alltför snabb övermålning innan de underliggande färgskikten torkat tillräckligt, kan medföra problem med rynk-, blås- och sprickbildning samt flagnig.

Reparationsmetoder

En normal behandling före en utvändig ommålning är tvättning, uppskrapning, pågrundning, kittning, bättring, eventuellt mellanstrykning och till sist slutstrykning.

Tvättning och uppskrapning av löst sittande färgskikt rekommenderas före ommålning med linoljefärg. Tvättning med sodalösning kan vara riskabelt. Dels kan det vara svårt att skölja bort resterna helt och hållet, dels kan sodalösningen reagera kemiskt och förtvåla den nya linoljefärgen.



Sandblästring etsar träets vårved och höstved olika hårt och lämnar efter sig en yta som är varken historiskt representativ eller lämplig som underlag för linoljefärg. Foto: KKLy

Eftersom moderna linoljefärger fäster bäst på rent trä är det inte ovanligt att man avlägsnar tidigare målningsskikt mekaniskt eller kemiskt. Mekanisk rensning genom sandblästring rekommenderas inte eftersom metoden etsar träets vårved och höstved olika hårt och lämnar efter sig en "räfflad" yta som varken är historiskt representativ eller lämplig som underlag för linoljefärg.

Uppvärmning av oljefärg med hjälp av IR-lampa och sedan mekaniskt borttagning med färgskrapa är en effektiv metod att avlägsna gamla färgrester, men man bör tänka sig för innan man raderar de historiska skikt som äldre oljefärger utgör.

Miljöaspekter

Miljöpåverkan vid utvinning och transport

Linolja är en förnyelsebar råvara.

Tillverkningen av titandioxid, som ofta används i vita och ljusa linoljefärger bedöms innebära stor miljöpåverkan. (Se även Akrylatfärger).

Miljöpåverkan vid hantering

Användning av linoljefärger anses innebära mycket liten miljöpåverkan så länge de inte innehåller större mängder organiska lösningsmedel, exempelvis lacknafta.

Lacknafta, som vanligtvis används för spädning av grundfärger och mellanstrykningsfärger, verkar avfettande på huden, är irriterande på luftvägarna och upprepad inandning kan ge skador på nervsystemet. Numera finns lågaromatisk lacknafta att tillgå, där andelen aromatiska kolväten har reducerats, vilket anses mer fördelaktigt ur hälsosynpunkt.

Tidigare användes vegetabiliskt terpentin som exempelvis fransk och amerikansk balsamterpentin och svenskt terpentin. Dessa produkter är i olika grad hudirriterande och kan resultera i allergiska och icke allergiska kontakteksem.

Arbete med produkter som innehåller organiska lösningsmedel ska utföras i väl ventilerade lokaler (gäller inomhus) och med tillfredsställande skydd enligt Arbetarskyddsstyrelsens föreskrifter. Enligt en överenskommelse mellan Riksantikvarieämbetet, Målaremästarnas Riksförening och Målareförbundet får traditionella linoljefärger med organiska lösningsmedel användas vid underhåll och restaurering av byggnadsinteriorer som är särskilt värdefulla från kulturhistorisk synpunkt.

Utsläpp av aromatiska och alifatiska kolväten anses framför allt öka halterna av markbundet ozon och andra oxidanter. Utsläpp av flyktiga organiska ämnen

medför effekter på fotosyntesen, ett snabbare åldrande och ger synliga fysiologiska skador på växtlighet.¹²⁴

Inblandning av metallsalter (sickativ) medför små mängder tungmetaller, vanligtvis kobolt och zirkonium. Tidigare användes ofta blystickativ, men användningen har minskat under senare år. Bly klassas som miljöfarligt på grund av potentiell bioackumulerbarhet och toxicitet för vattenorganismer. Det har också reproduktionsstörande egenskaper. Kobolt har hög giftighet mot vattenorganismer och allergiframkallande potential.¹²⁵

Miljöpåverkan i bruksskedet samt emissioner

När linolja torkar frigörs bland annat lågmolekylära avspaltningsprodukter som koldioxid, flyktiga syror och aldehyder.¹²⁶ I en svensk studie undersöktes flyktiga organiska ämnen (VOC) från torkande äggoljetempera som innehöll rå linolja. Det framkom att emissionerna av propanal, hexanal, propan- och hexansyra dominerade. Dessa ämnen kan härledas från linoljemolekylens struktur och kan upplevas som irriterande på slemhinnor i till exempel ögon och luftvägar. De är däremot inte kända som problemkemikalier och förekommer inte på några gränsvärdeslistor.¹²⁷

Återanvändning, återvinning och deponi

Oanvänd linolfjärg behöver vanligtvis inte deponeras utan kan användas år efter år. I samband med långvarig lagring kan den bli seg och svårare att stryka. Överbliven fjärg har traditionellt använts för tillverkning av spackelfjärg eller, utspädda med terpentin, till grundfjärg.

¹²⁴ Ahlbom Jan, Duus, Ulf, *Säkra stryktips, produktval för miljöanpassad målning*, Länsstyrelsen i Göteborgs och Bohuslän, 1997.

¹²⁵ Ahlbom, Jan, Duus, Ulf, Freilich, Danielle, *En nyans grönare, en studie av fjärg till konsument / yrkesmåleri*, Rapport från kemikalieinspektionen 2/96, 1996.

¹²⁶ Formo Marvin W. med flera, *Bailey's Industrial Oil and Fat Products*, John Wiley & Sons, Inc. 1979

¹²⁷ Andersson Kurt med flera, *Naturfjärgar, Identifiering av flyktiga ämnen som avges när äggoljetempera torkar*, Arbetslivsinstitutet 1996:12, 1996

Våta färgrester som man inte behöver längre och torra färgrester lämnas till miljöstation.

Materiallets historia

Under 1100-talet förde den medeltida kyrkokonsten med sig kunskap om linolja som målerimaterial till våra nordliga breddgrader. Men först under den industriella revolutionen började linoljan användas i större omfattning inom byggnadsmåleriet. Under senare delen av 1700-talet kläddes timmerhus med hyvlad träpanel som målades med linoljefärg. Målning med linoljefärg på utvändigt snickeri blev allt mer utbrett under 1800-talet och fortsatte fram till 1960-talet då alkydoljefärgerna tog vid.¹²⁸

År 1765 beskrev Diderot & d'Alembert i "Encyclopédie" en oljekvarn av Holländsk typ och liknande kvarnar för utvinning av linolja byggdes under slutet av 1700-talet även i Sverige. De var utrustade med en så kallad kollergång där frömassan maldes och med vedeldade grytor för uppvärmning av frömassan. Pressningen utfördes med kilpressar. Fröet kunde vara inhemskt eller importerat. Fram till andra världskriget importerades linfrö från bland annat de baltiska staterna. Dessa frön ansågs vara av särskilt god kvalitet.

Varmpressad linolja anses ha varit den allmänt kommersiellt tillgängliga produkten för byggnadsmåleriet, medan kallpressad linolja, under 1800-talets första decennier, beskrivs som en medicinsk produkt (se Bristow). Under 1800-talets senare hälft började kallpressad linolja användas inom lack- och fernissindustrin. Från slutet av 1800-talet infördes automatiska oljepressar där man först pressade en mindre mängd olja som kallpressad linolja. Pressåterstoden maldes, fuktades och värmdes innan den åter pressades med högt tryck till varmpressad linolja.

Benämningen "kokt linolja" föregicks av uttryck som "kokad ohlya", "oljefernissa", eller helt enkelt "fernissa" eller "firnis". Skriftliga källor antyder

¹²⁸ Karlsson, Lennart m.fl., *Den romanska konsten*, Bokförlaget Signum 1995. Karlsson, Lennart m.fl., *Den romanska konsten*, Bokförlaget Signum 1995.

man använt sig av temperaturer omkring 220–250°C och att "silverglitt", det vill säga blyoxid tillsattes som torkmedel. Denna typ av tidigindustriellt kokt linolja förekom så sent som på 1920-talet i Sverige. De höga temperaturer som användes bidrog till att linoljan förpolymeriserade, molekylerna slog sig samman i större aggregat, vilket också medförde att linoljans viskositet ökade under kokningen. Tillsatsen av blyoxid gav linoljefilmen elastiska och väderbeständiga egenskaper och bidrog till att linoljefilmen torkade snabbare.¹²⁹

Färgtillverkningen utfördes i målarnas verkstäder eller på arbetsplatsen och målningsmaterialen köptes från den lokala handelsboden. Pigmenten levererades i klumpar eller stycken, snarare än i dagens pulverform. Finfördelningen av pigmentet i oljan utfördes ofta på en flat stenhäll där pigmentet revs tillsammans med en liten mängd olja med hjälp av en rivsten.

Metoden gav finkorniga pigmentpastor som var särskilt uppskattade av dekorationsmålare ända in på 1900-talet. Men att riva pigment var en mödosam och ohälsosam procedur, och blyförgiftning var vanligt hos målare.

En fördel med den traditionella, hantverksmässiga tillverkningen av linolfärger var att egenskaperna hos grund-, slipstryknings-, mellanstryknings- och färdigstrykningsfärger kunde skräddarsys efter underlaget och kraven på beständighet.

Pigmentvalet hade sin egen problematik, särskilt vita pigment, som var nödvändiga för att tillmötesgå tidens smak för ljusa oljefärger. Blyvitt var giftigt och förbjöds för invändiga arbeten redan under andra hälften av 1800-talet. Zinkvitt, som introducerades under denna period, hade en relativt dålig täckkraft, och den inhemska kritan ingen täckkraft alls i linolja. Det vita pigmentet litophon hade täckkraft men var dessvärre inte färgäkta eftersom det svärtade i kontakt med luft, men kunde användas i slipstrykningar och mellanstrykningar inomhus fram till 1940-talet då det ersattes av titandioxid.

¹²⁹ Jerkbrant, Conny och Karlsdotter Lyckman, Kerstin, *Oljelin & Linoljor*, Avd. Bebyggelsevård, Chalmers Tekniska Högskola, 1996.

Oljefärger för invändigt måleri på snickeri, puts och stuck har genom seklerna förändrats i förhållande till de stilideal och arkitektoniska uttryck som eftersträvats. Matta oljefärgsytor från sent 1700-tal framställdes sannolikt med hjälp av tillsatser



Oljelacker som Chinalack kunde användas som tillsats till färdigstrykningsfärg på interiört snickeri för att få en blank yta. Ett annat sätt var att tillsätta standolja eller annan olja som förpolymeriserats genom upphettning och lagring.

Foto: KKLy

av terpentinolja och naturharts.¹³⁰ De fullständigt plana ytor som bildar underlag för 1880-1890-talens avancerade imitationsmåleri framställdes genom omsorgsfull bredspackling med oljespackelfärg mellan grund och slipstrykning, samt tillsatser av oljelacker i slutstrykningen. Att bygga upp släta oljefärgsmålade ytor på snickerier förekom på detta sätt fram till dess att alkydfärgerna tog över marknaden under 1950- och 1960-talet.

¹³⁰ Bristow, Ian C., *Interior House Painting Colours and Technology 1615-1840*, Yale University Press, 1996.

Under den hantverksmässiga färgtillverkningen, när målarna själva rörde samman sin linoljefärg, användes huvudsakligen kokt linolja till såväl pastan som till oljefärgen i övrigt. Men under 1940-talet började man industriellt att tillverka färgpastor, en sorts halvfabrikat som späddes med linolja och terpentin av målarna. Till dessa pastor användes istället rå linolja eftersom den bidrog till en ökad lagringsbeständighet. Den råa linoljan i färgpastorna anses vara orsaken till att oljefärgen från och med denna period fick problem med snabb nermattning.¹³¹

Råvarubristen under andra världskriget och under efterkrigstid gjorde också att linolja och andra komponenter till oljefärg var svåra att få tag på. Det förekom att linoljan späddes ut med harts eller spillolja, vilket sannolikt ledde till stora problem. Efterkrigstidens problem med flagnande linoljefärg gjorde förmodligen övergången från linoljefärger till alkydoljefärger enkel fråga, där ingenjörskonsten på flera sätt löste efterkrigstidens oljefärgers nackdelar. Vad man möjligtvis ägnade färre tankar åt var de fördelar man samtidigt övergav. En ny tid välkomnade nya tekniker och moderna material.

Litteratur

Ahlbom, Jan, Duus, Ulf, Freilich, Danielle, *En nyans grönare, en studie av färg till konsument / yrkesmåleri*, Rapport från kemikalieinspektionen 2/96, 1996

Ahlbom Jan, Duus, Ulf, *Säkra stryktips, produktval för miljöanpassad målning*, Länsstyrelsen i Göteborgs och Bohuslän, 1997

Andersson Kurt med flera, *Naturfärger, Identifiering av flyktiga ämnen som avges när äggoljetempera torkar*, Arbetslivsinstitutet 1996:12, 1996

Baeling, Peter m.fl., *Linoljefärg utomhus*, Formas och Riksantikvarieämbetet, 2004

Brønne, Jon, *Dekorasjonsmaling, Marmorering, Ådring, Lasering, Patinering, Sjablondekor, Strukturmaling*, Teknologisk forlag, 1998

¹³¹ Johansson, Kjell, Ollerstad, Bertil, *Tekno´s måleri, material, teknik, färglära*, Teknografiska institutet, 1975.

Bristow, Ian C., *Interior House Painting Colours and Technology 1615-1840*, Yale University Press, 1996

Byggnadsmåleri med traditionella färgtyper, Riksantikvarieämbetet, 1999

Carlsson Bo, Wernstål Karin, Bylander Sven-Arne, *Långtidshållbarhet vid underhållsmålning av träfönster. Jämförelse mellan traditionell ommålning och fönsterrenovering enligt A13 metoden*, SP-rapport 1997:21, 1997

Farligt gods på väg, Räddningsverket 1999

Formo Marvin W. med flera, *Bailey's Industrial Oil and Fat Products*, John Wiley & Sons, Inc. 1979

Fridell, Anter, Karin, Wannfors, Henrik, *Så målade man, svenskt byggnadsmåleri från senmedeltid till nutid*, Svensk Byggtjänst, 1997

Gettens, Rutherford, J., Stout George, L., *Painting Materials, a short encyclopaedia*, Dover Publications, Inc., 1996

Hamburg, Herman, R. och Morgans, Wilfred Morley, *Hess's Paint Film Defects. Their Causes and Cure*, London, Chapman and Hall, 1979

Hantverkets bok, Måleri, Lindfors, 1934, 1937, 1938 och 1953

Hjort Stefan, *Moisture Balance in Painted Wood Panelling*, Chalmers Tekniska Högskola, 1997

Horie, Charles V., *Materials for Conservation. Organic consolidants, adhesives and coatings*, Butterworth Heineman, 1996

Jerkbrant, Conny och Karlsdotter Lyckman, Kerstin, *Oljelin & Linoljor*, Avd. Bebyggelsevård, Chalmers Tekniska Högskola, 1996

Johansson, Kjell, Ollerstad, Bertil, *Tekno´s måleri, material, teknik, färglära*, Teknografiska institutet, 1975

Karlsdotter Lyckman, Kerstin, *Linoljefärg förr och nu - en studie av ett autentiskt material i kontinuerlig förändring*, Kungliga Tekniska Högskolan, 2002

Karlsson, Lennart m. fl., *Den romanska konsten*, Bokförlaget Signum 1995

Millhagen, Rebecka, (red.), *Hantverket i gamla hus*, Byggförlaget/Svenska föreningen för byggnadsvård, 1999

Mills, John, S., White, Raymond, *The Organic Chemistry of Museum Objects*, Butterworth-Heinemann, 1994

Nylén, Paul och Andersson, Hugo, *Om linolja*, Linoljeföreningen Göteborg, 1953

Nylén, Paul, *Färg- och lackkemi*, Kungliga Tekniska Högskolan, 1970

Seymour, Raymond B., Mark, Herman F. *Organic Coatings: Their Origin and Development*, Elsevier Science Publishing Co., Inc, 1990

Solomon, D.H., *The Chemistry of Organic Film Formers*, John Wiley & Sons, Inc. 1967

Läder

Materialet läder är mindre vanligt i byggnadssammanhang. Det har använts till klädsel av dörrar i offentlig miljö där man önskar ljud- och ljusdämpande egenskaper. Vidare förekommer det som lindad klädsel på handledare i påkostade trapphusmiljöer, samt som gyllen- och silverläder.



Karl den XI matsal på Stockholms Slott är numera konferensrum. de rengjorda och konserverade gyllenläder-tapeterna har tillverkas av färdigmålade läderstycken som limmats till våder som i sin tur sytts ihop till fält. Bildserien skildrar den på 1600-talet populära sägen om Disa. Foto: ULe

Artikeln har skrivits av ULe.

Antikvariska aspekter

Det finns ett mycket stort bestånd av gyllenläder i Sverige jämfört med i övriga Europa. I en internationell förteckning över byggnader i Europa där gyllenläder finns att se, nämns tre platser i Sverige; Nationalmuseum, Nordiska Museet och

Drottningholm.¹³² Antalet platser är dock mycket större än så och samtliga dessa objekt måste vårdas med omsorg, eftersom de ingår i det europeiska kulturarvet.

Orsakerna till detta stora svenska bestånd är flera. På grund av Karl den XI:s reduktion och de många krigen under sent 1600- och tidigt 1700-tal, försvårdades de ekonomiska förutsättningarna att följa modets växlingar. Gyllenlädret fick därför tills vidare hänga kvar, i stället för att ersättas med de modernare siden- eller papperstapeterna. En annan orsak är att Sverige har undsluppit de två världskrigens bombningar och bränder.

Förekomst, utvinning och framställning

Förekomst och utvinning

Den hudtyp som främst används vid framställning av läder för byggnadsändamål kommer från nötkreatur. Hud från älg och ren kan ha nyttjats i enklare brukssammanhang. Kalv och ungnöt ger en slät och jämnstark produkt. Om ett läderarbete är tänkt att bestå av flera, sammanfogade läderstycken, användes vanligen endast ryggpartiet.

Framställning

Vid lädertillverkning avlägsnas underhuden och överhuden tillsammans med hår och hårsäckar. Det är den mellanliggande, tjocka läderhuden, som vid garvningen omvandlas till läder.

Under garvningsproceduren får huden högre motståndskraft mot förruttelse och relativt hög vattentålighet. Man talar vanligen om vegetabiliskt garvat läder, där garvsyrerika barkmaterial under lång tid får omge hudar i garvbad. Runt år 1800 utvecklades metoder att extrahera garvmaterialen så att garvningsprocessen kunde påskyndas, vilket dock har gett lägre läderkvalitet.

¹³² Waterer, John W., Spanish Leather, Faber and Faber Ltd., London. 1971.

Under 1800-talets slut gjorde påverkan från amerikansk skotillverkning att garvning med kromsalter fick stor industriell betydelse.



Två tapeter från Brahevåningen på Skokloster slott; Släpljusets på övre bilden famhäver tapetens djupa, figurativa reliefmönster. Tapeten är belagd med bladsilver där figurerna har målats med guldpigmenterad färg och mellanfälten är färgade med oljebaserad, något laserande färg. Undre bilden visar en rasterartad, knottig prägling med blomfigurerna målade på en lågre relief.

Foto: ULe

Vid framställning av gyllenläder reliefmönstras läderytan, genom att materialet fuktas och pressas mot en skuren träform eller driven metallform, eller att mönstret drivs upp från baksidan. Förfarandet kallas läderplastik. Släta ytor förses med punsad (stansad eller präglad) dekor. Lädret blir oftast belagt med bladsilver och ytbehandlat med oljefärg som eventuellt guldfärgats med till exempel saffran. Under 1800- och 1900-talen användes schellacklösning i stället för denna färg på grund av brist på kunskap om tidigare, ofta hemliga, metoder. Av kostnadsskäl förekom nästan aldrig bladguldsförgyllning. Lädret kan även vara visuellt förstärkt med såväl laserande som täckande olje- eller emulsionsfärger.

Egenskaper

Inre struktur

Däggdjurens hud består av underhud, läderhud och överhud, av vilka läderhuden används till läder. Läderhuden är uppbyggd som ett flätverk av fibrer och knippen av fibrer av så kallad kollagen.

I det övre, tunnare skiktet av läderhuden - narven - är fibrerna fina och horisontellt orienterade. Därunder är de grövre och orienterade i olika riktningar.

Fiberstrukturen skiljer sig mellan djurarter, mellan individer av olika åldrar och mellan hud från olika delar av djurkroppen. Det är detta underliggande skikt som har störst betydelse för egenskaper som tjocklek, styrka, fasthet och elasticitet.

Beständighet

Läder som garvats med extraherade garvmaterial fick i allmänhet sämre hållbarhet än de som framställts med äldre, långsammare metoder.

Resistensen mot sura och alkaliska miljöer och föroreningar är relativt låg. Sur påverkan gör materialet ostabilt och skört, medan alkalisk miljö får lädret att styvna och mörkna.

Formstabilitet och fuktbeständighet

Läder är ett starkt hygroskopiskt material. Den luddiga undersidan (köttsidan) suger upp fukt lättare än ovansidan (narven). Uppsugen fukt kan göra att lädret får deformationer eller fuktringar. Dessutom kan en snabb upptorkning eller värmetillförsel lätt göra att lädret blir hårdare och krymper påtagligt.

Färgstabilitet

Lädermaterial mörknar i basisk miljö. Läder som tillverkats under 1900-talet är ofta infärgat med syntetiska färger vilka kan blekas av UV-ljus. Även gyllenläder- och stofftapeters färgstabilitet är beroende av vilka färgtyper och andra

beläggningar som har använts. Om den luftskyddande fernissytan krackelerar, kan syre komma åt att oxidera silverytorna, vilket gör att dessa mörknar.

Läderfärger med dålig hållbarhet kan ibland färga av sig på andra material.

Ytstrukturer

Narven, lädrets släta sida, får olika utseende beroende på den djurart som huden ursprungligen kommer ifrån. Kalv och ungnöt ger en relativt slät produkt. Lädrets baksida, köttssidan, är den som benämns "mocka".

Produktformer och användningsområden

Materialet läder är relativt ovanligt i byggnadssammanhang. Det har använts till klädsel av dörrar i offentlig miljö där man önskar ljud- och ljusdämpande egenskaper, exempelvis på väggar och dörrar i föreläsningssalar, teater- och biosalonger. Vidare förekommer det som lindad klädsel på handledare i påkostade trapphusmiljöer samt som tapeter och möbelklädsel av silver- eller gyllenläder i högre ståndsbyggnader.

Gyllenläder har belagts med bladsilver som sedan behandlats med pigmenterad oljefernissa. Det gyllenläder som finns i Sverige är huvudsakligen tapeter av rektangulära stycken, s.k. mönsterrapporter, om ca 55 x 75 cm, vilka sammansyts till mönsterpassande hela väggfält med linnetråd. Mönstren följde barockens mode och utgjordes av blommor, frukter, mytologiska figurer och naturscener.

Fristående vikskärmar med gyllenläderfält är inte ovanliga, men kan gissningsvis vara av tysk 1800-talstillverkning. Det kan också vara tapetpartier som efter ett antal arvsskiften fått en ny roll. Det senare förklarar också de smalare partier över en boasering eller bokhyllvägg som förekommer i vissa interiörrekonstruktioner under 1800-talet.

Silverlädertapeter är väggbeklädnad av samma slag som gyllenläder, men med silverytorna isolerad mot korrosion med ofärgad fernissa.



Exempel på stofflädertapeter. Salsta slott. Foto: ULe

En variant av lädertapeter är så kallade **stofflädertapeter**. Där har en gulfernissad silveryta med hjälp av en schablon belagts med figurer av färg eller färgat lim som sedan har beströts med färgat textilt stoff. De båda slotten Salsta och Skokloster har stora sådana interiörer. Denna tapettyper är en ursprunglig variant av stofftapeter på textilt underlag (se Spånadsmaterial).

Hantering och bearbetning på arbetsplatsen

Lyft och transport

Försiktighet bör iakttas vid hanteringen av läderprodukter eftersom de blir sprickbenägna i material och sömmar, efter sekler av användning. Klimatet vid transport och förvaring måste beaktas så att inte materialet utsätts för skadliga temperatur- och fuktförhållanden.

Kapning, formning, applicering och montering

Det gyllenläder som finns i Sverige är huvudsakligen tapeter bestående av mönsterrapporter som på arbetsplatsen sammansys med linnetråd till mönsterpassande hela väggfält. Fälten avslutas oftast med bårdpartibitar, ca 60 x

30 cm, såväl i överkant som nederkant. I överkanten påsyddes tvinnade lädersöljor som tjänade som upphängningsarrangemang på stång, på samma sätt som påsydda mässingsringar gör på vävda tapeter. Detta gjordes för att tapeterna skulle kunde nedmonteras och användas i ägarens andra slott.



Denna tapet från Salsa slott har vid en tidigare restaurering monterats på ett ramverk av trä, vilket gjorde att tapeten inte tillåts att formändras vid temperatur- och fuktväxlingar. Åtgärden är troligen utförd på 1940-talet av rustmästare Emil Nyman på uppdrag av dåvarande ägarinnan Vera von Essen. Foto: ULe

Under 1800- och 1900-talens renoveringsålder monterades gamla tapeter ofta på ramverk av trä, vilket kunde medföra vissa problem, eftersom lädrets naturliga krympning hindras av bakomvarande stomme (se även bildtext). Tapeterna limmades även på träfiberskivor eller spikades med möbelnubb direkt på väggen, vilket förvärrade dessa problem.

Ytbehandling och efterbehandling

För att ge bladsilvret ett extra oxidationsskydd kan gyllenlädrets framsida fernissas ytterst tunt med en blandning av damarlösning och blekt bivax. Blandningen utstrykes med väl avstruken lackpensel.

Inga konserveringspreparat bör läggas på baksidan på lädertapeter, eftersom dessa kan fylla igen lädrets porer.

Vård och underhåll

Det är viktigt att tänka på, vid alla åtgärder på gyllenläder- och stofftapeter, att arbetena måste utföras av en konservator eller annan person med motsvarande kompetens. Både demontering, transport, rengöring och reparation, utsätter tapeterna för fysisk åverkan eller påverkan från olika preparat.

Mindre föremål demonteras ofta och forslas med stor försiktighet till ateljé för rengöring eller reparation. Större föremål, exempelvis tapeter rengörs och repareras oftast på plats. Stor vikt måste läggas vid klimatförhållanden i arbetsutrymmen och vid transport. Dammalstrande verksamhet, exempelvis byggaktivitet, ska undvikas där vård- och underhållsarbeten utförs.

Rengöring

På grund av lädermaterialens fukt känslighet bör så torra metoder som möjligt användas vid skötsel och rengöring. Olika metoder och preparat används för olika ändamål och underlag. Stofftapeter kan rengöras genom dammsugning med låg sugkraft via ett finmaskigt textilraster. Rätt handlag, preparat och utrustning är viktigt för att inte materialet ska skadas.

Begär alltid referenser vid upphandling av konservator.

Om en tapet eller annat läderföremål oavsiktligt har utsatts för fukt, är det nödvändigt att snabbt avlägsna fukten, eftersom krympnings- och skaderisken är stor. Avfuktningen ska utföras med rena läskpapper under försiktig press så reliefmönstren inte skadas. Läskpappren måste bytas flera gånger tills all tillförd fukt har avlägsnats. En dubbel uppsättning läskpapper krävs så de ditlagda pappren kan vara torra.

Skadeorsaker och skyddsmetoder

Uppkomna skador beror mestadels på slitage och nedsmutsning. Ett olämpligt inomhusklimat kan vara en annan orsak. Dessutom kan snabb upptorkning eller

värmetillförsel lätt göra att lädret krymper och blir hårt. Luftrörelser kring och ovanför radiatorer kan ofta ge upphov till smutssvartning.

Deformationer har vanligen uppkommit genom fuktfluktuationer eller tidigare lagningar med olämpligt material, till exempel okrympta textilier eller limsorter som vid torkning uppvisar sammandragande egenskaper. Lagningarna är i regel utförda på gyllenlädrets baksida. Om materialet har deformerats, bör sådana lagningar avlägsnas om det är möjligt.

Att skydda läder i byggnader med infettning är inte någon bra metod. I vården av läderföremål har vi i allmänhet ärvt äldre tiders synsätt, som infettning av stövlar, skor och seldon etc. Metoden är användbar på dessa föremål eftersom de tillverkats av läder som efter garvningen var praktiskt taget fettfritt, men som sedan infettats inför användandet, vilket inte är nödvändigt med läder för byggnadsändamål. All tillförsel av nya material ger nämligen upphov till nya åldrandeprocesser, vilket på sikt stressar sönder lädret. Ett varnande exempel är British Museums Leatherdressing, vilket är omöjligt att avlägsna och som dessutom innehåller lanolin; ett mycket begärligt substrat för mögelsvampar.

En analys av möbelklädsel på Hallwylska palatset i Stockholm har visat att sur luft kan ge upphov till en hydrolys som medför att materialet blir vattenlösligt. Sura föroreningar kan sänka lädrets pH till under tre då det blir ostabilt och skört. Även mycket kalkrika (alkaliska) miljöer påverkar läderföremål på så sätt att de blir styva och nästa svarta.

Reparationsmetoder

All reparation av lädertapeter ska utföras av kompetent person med goda referenser. Felaktigt utförande kan på sikt äventyra tapetens utseende och beständighet och minska dess kulturhistoriska värde. Det följande är endast information, inte någon arbetsbeskrivning.

Spruckna sömmar ersätts vid behov med ny linnetråd som behandlats med en klump oblekt bivax. Ibland kan nya läderremсор behövas för att förstärka sömmen.

Lagningar av sprickor och hål utförs på lädrets rengjorda baksida. Tätslutande sprickor förstärks med pålimmad, speciell väv. Större glipor och hål lagas med pålimmade bitar av vegetabiliskt garvat kalvskinn. Nytt material, liksom originallädet, skärfläs (snedskärs) med maskin eller specialkniv vid fogkanterna, så tapeten efter lagning får en jämn tjocklek.



I bilden överkant syns att denna rapport monterats till underlaget med partiell spikmontering. Inderkanten syns att rafterna ursprungligen sytts ihop med linnetråd och att sömmen har töjts men ändå fyller sin funktion. Stofflädertapet från Salsta slott. Foto: ULe

När en rengöring eller reparationsåtgärd har utförts kan det vara önskvärt att tätta krackelyrer i skyddsfernissan så att bladsilvret i botten inte oxiderar och blir mörkt.

Det finns metoder för omgarvning av läder och på så sätt höja pH-värdet, liksom metoder att sänka pH. Arbetet är dock komplicerat och måste utföras under sträng kontroll och av kompetent person.

Miljöaspekter

Miljöpåverkan vid utvinning och transport

Mineraliska garvämnena, framför allt krom, och syntetiska som innehåller fenoler är i regel miljöfarliga. Forskning pågår för att ersätta de miljöfarliga processerna.

Den vegetabiliska garvningsproceduren anses ej vara miljöskadlig, men den ger upphov till en besvärande lukt.

Miljöpåverkan vid hantering

När färger, rengöringsmedel, lim och andra kemiska preparat används ska skyddsföreskrifter för respektive preparat följas. Hantering av läderprodukter, färgade eller ofärgade, medför i sig inte några miljö- eller arbetsmiljöproblem.

Miljöpåverkan i bruksskedet, emissioner

Det föreligger inte några miljöproblem under bruksskedet.

Återanvändning, återvinning och deponi

Läderprodukter ska som regel lämnas till deponi. Om det finns återvinningsbara eller miljöskadliga delar eller ämnen i produkterna, ska hanteringen bedömas från fall till fall.

Materialets historia

Gyllenläder

Det saknas en täckande historik om läder som ytbearbetats med prägling och färgning, etc. Vi vet emellertid att den moriska folkvandringen västerut genom Nordafrika medförde ett stort kunnande i såväl konsthantverk som naturvetenskap.

Under 500-talet förekom dekorerat läder i ökenstaden Ghadâmes, beläget i nuvarande Libyen. Utvecklingen till gyllenläder med en bladsilveryta, som skyddats mot korrosion med pigmenterad fernissa vilket gav en guldillusion, spred sig vidare till den iberiska halvön. Man vet att spansk tillverkning förekom på 800-talet, dessvärre saknas bevarade resultat. Under hela 1500-talet etablerades gyllenlädermakarskrån i viktigare spanska städer.

Kunskapen om gyllenlädertillverkning spred sig vidare i varierande omfattning till Portugal, Italien (som därefter hade stor tillverkning), Frankrike, nuvarande Tyskland (exempelvis Berlin, Augsburg och Nürnberg) samt i England (främst i London). Även i nuvarande Belgien och Nederländerna där gyllenlädertillverkning pågick i stor omfattning under hela 1600-talet och över halva 1700-talet.

Runt Östersjön uppges orterna Gdansk och Kaliningrad haft egen tillverkning. I Sverige importerade man under 1600-talets senare hälft från framför allt Nederländerna med Flandern, men det kan ha förekommit import även från Frankrike och Tyskland. Redan tidigt präglades den försilvrade narven med punsar och liknande verktyg. I gemak och salar som endast sparsamt lystes upp av ljuskronor gav de punsade ojämnheter glittrande reflexer, vilket kunde ge ett uppskattat ljuskomplement.

Gyllenlädersmakare de Swart i Haag i Holland, fick år 1628 patent på att med formar i trä eller driven metall trycka höga reliefmönster i läder. Hans LeMaire, även han verksam i Holland, besatt motsvarande kunskap vid samma tid, men förvägrades först eget patent och fick därför endast tillverka slätt läder. Ett rum på Gripsholms slott är beklätt med denna typ av tapet. Problemet löstes då le Maire något senare kunde ingå partnerskap med de Swarts änka.

Säkerställd svensk tillverkning utfördes av familjen Adlercreutz i Stockholm åren närmast runt sekelskiftet år 1900. Produktionen har troligen närmast avsett att komplettera äldre befintliga gyllenlädersmiljöer, exempelvis på slotten Gripsholm och Örbyhus.



Bilden visar baksidan av en gyllenlädertapet på Gripsholms slott under restaurering. Stämpeln på nedre högra rapporten visar att det är Hans LeMarie som har utfört originalet år 1629. Signaturen i övre högra fältet visar att C G Adlercreutz utförde en kompletteringsreparation år 1899. Se infälld bilder. Foto: ULe

Under 1600-talet var det vanligt att de olika tillverkarna lät tillverka tryckta blad som i bild visar de olika mönster som tillhandahålls. Tillsammans med en lista med olika färgkulörer erbjöd de en stor variation valmöjligheter vid beställningarna. Färgvalet kunde starkt påverka priset eftersom vissa pigment även på den tiden var dyrare än andra.

Det är värt att påpeka att all representationsbyggenskap knappast stärkt slottsägarnas ekonomiska situation. Karl den XI:s reduktion förbättrade knappast den enskilde adelsmannens ekonomi, och landet blev inte rikare genom Kart XII:s utrustningskrävande fälttåg. Modets växlingar på kontinenten kunde medföra nedmontering av gyllenläder till förmån för moderna material som siden- eller till och med papperstapeter. Detta skedde alltså inte i Sverige. Gyllenläder blev åter intressant i Sverige i det sena 1800-talets nationalromantik.

Litteratur

Calnan, Christopher, och Haines, Betty (redaktörer), *Leather: Its Composition and Changes with Time*, The Leather Conservation Centre, Northampton, 1991

Gustavsson, K. Helmer, Läder, dess kemi och tillverkning, Teknos folkbibliotek, Bonniers förlag, Stockholm, 1944

Koldewey, Eloy, Ledertapeten: Galerie Glass 1991, artikel i utställningstidskrift, 1991

Malfilâtre, M. K., Gyldenlæder, historie og teknik, avgångsuppsats vid Konservatorsskolan i Danska Konstakademien, 1995

Retannage with Aluminium Alkoxides, Leather Conservation Centre, Northampton, 1989

The Fibre Structure of Leather, Leather Conservation Centre, Northampton, 1981

Thorstensen, Th. C., Practical Leather Technology, van Nostrand Reinhold Co., 1969

Waterer, John W., Leather in Life, Art and Industry, Faber and Faber Ltd., London, 1952

Waterer, John W., Spanish Leather, Faber and Faber Ltd., London. 1971

Metaller

I denna artikel ges en allmän bakgrund till metallurgins tidiga utveckling. I stor utsträckning är den gemensam för de olika metallerna.

Efter en inledande historik presenteras de olika metalliska materialen var för sig med historik i syfte att belysa deras tidsbundna kvalitetsskillnader. Processerna för att framställa olika metaller har förändrats över tiden och materialens kvalitet beror på dessa. Detta är speciellt påtagligt för järn och stål.

De metaller som presenteras - järn och stål, aluminium, koppar, zink, bly, samt legeringar av dessa - är intressanta inom byggnadsvården. Alla har ingått i byggandet genom tiderna och används fortfarande. (Se även Aluminium; Bly; Järn; Koppar och Zink).

Artikeln har skrivits av MTö.

Metalurgins historia

Metallurgins äldsta historia sträcker sig tillbaka till omkring femte årtusendet före Kristus. De äldsta kända metallföremålen är mycket äldre, kanske 9000 år gamla, och utgörs av tunna folier av guld och koppar som hamrats ut av naturligt förekommande metallkorn.

Kunskapen om metaller och deras egenskaper var betydelsefull när utvecklingen av de metallurgiska processerna inleddes. Förmodligen utsattes ett stycke kopparmalm för en reducerande atmosfär, till exempel i en eldstad eller i en ugn för keramikbränning, och genom flera samverkande omständigheter reducerades ett stycke kopparmetall ut. I och med detta väcktes kunskapen om att metallen kunde framställs i större mängder än de man tidigare funnit i naturlig metallisk form.

Koppar var den första metall som framställdes ur ett mineral (malm) genom en metallurgisk process. Den äldsta kända framställningen ägde rum i Mindre Asien i området kring Euftrat och Tigris omkring 4000 f. Kr.

Relativt snart upptäckte man att kopparmetallens egenskaper förbättrades av tillsatser av olika legeringsämnen, även om orsaken inte var känd. De tidigaste legeringarna var arsenikbronser som framställdes på bland annat Cypern. Ön fick stor betydelse för den tidiga bronsålderns metallurgiska utveckling. Koppar, på senlatin cuprum, påminner om dess betydelse. Ordet kommer från den tidiga latinska benämningen på koppar, aes Cyprium, som betyder "metall från Cypern".

Genom olika tillsatser av tenn, bly och zink lärde man sig styra metallens egenskaper för olika ändamål. Utvecklingen inleddes under 3000-2000 f. Kr. i östra Medelhavsområdet och i Egypten, och spred sig sedan norrut och västerut i Europa. Man kunde vid den här tiden inte särskilja de olika legeringsmetallerna, man hade inte alltid ens klart för sig att det handlade om olika metaller. Däremot visste man av erfarenhet att vissa mineraltillsatser i processen gav speciella egenskaper åt slutprodukten.

Till Skandinavien kommer kunskapen om koppar omkring 1800-1500 f. Kr. Det är således vid den tid bronsåldern inleds i norra Europa. Under bronsåldern och den därpå följande äldre järnåldern skedde sannolikt all hantering av koppar och kopparlegeringar med importerat material.

Utvecklingen av de metallurgiska processerna inleddes med koppar och det var i samband med detta som kunskapen om andra metaller och deras metallurgi utvecklades.

Slumpvisa upptäckter och en medveten strävan att undersöka och pröva sig fram ledde till att fler metaller upptäcktes. Olika mineral prövades i processen, medvetet eller av misstag, och ledde ibland till intressanta resultat. Silver, bly, tenn och järn var näst efter koppar de tidigast utvunna och använda metallerna. Guld utvanns

däremot inte genom en metallurgisk process utan samlades in och koncentrerades som gedigen metall.

Zink användes som legeringsmetall i koppar, men framställdes inte som metall av speciella skäl (se Zink). I stället användes ett zinkmineral som tillsats till kopparmalmen i reduktionsprocessen, eller vid omsmältning av koppar i en reducerande atmosfär (utan syre).

De metallurgiska processerna vidareutvecklades under metallåldrarna och medeltiden till en hög nivå. Detsamma gäller tekniken att analysera mineral och malmer på deras metallinnehåll och bedöma deras exploateringsvärde.

Under 1700-talet utvecklades kunskaperna om kemiska analysmetoder ännu mer, vilket ledde till upptäckten av flera nya grundämnen och metaller. Något senare, under 1800-talet, lades grunden för den moderna kemin och därmed inleds den metallurgiska utveckling som med tiden lett fram till dagens materialteknik och processer.

Litteratur

Aitchison, L., *A History of Metals*, London, 1960.

Enghag, P., *Jordens grundämnen och deras upptäckt del 1-3*, Stockholm, 1998-2000.

Olsson, H., *Kemins historia i Sverige intill år 1800*, Uppsala, 1960.

Singer, Ch., ed., *A History of Technology*, Oxford, 1954-84.

Tylecote, R. F., *The Early History of Metallurgy in Europe*, London, 1987.

Tylecote, R. F., *A History of Metallurgy*, London, 1979.

Papp

Denna artikel tar upp papp- och takpappsprodukter där utgångsmaterialet är textil- eller cellulosafiber som formats till en tjockare produkt, papp, med eller utan tillsatser, armeringar och impregneringar. I moderna takpappsprodukter har det vegetabiliskt baserade fibermaterialet ersatts av mineralfiber och syntetiska fibermaterial. Benämningen "papp" lever dock kvar.

Artikeln fokuseras på den byggpapp som i dag kallas tätskiktspapp eller "takpapp", och som används i nyproduktion och som även i samband med restaurering har stor betydelse. Produktion och användning av andra byggpappkvaliteter, exempelvis förhyningspapp eller stegljudspapp, har varit och är betydligt mindre och ges därför inte samma textutrymme. Papp och papper i form av tapeter och andra produkter för vägg- och takspänning tas upp i annan artikel (se Papper).

Tätskiktspappens historia sträcker sig över 200 år och den moderna produktutvecklingen har nästan givit ett helt nytt material.

Benämningarna på olika produkter och kvaliteter har ändrats under tidens gång och artikeln innehåller en del definitioner som kan vara bra att känna till vid en genomgång av äldre handlingar och produktinformation.



Den mjuka och formbara takpappen gör det möjligt att täcka en sfärisk yta. Pappvåderna och asfaltklistret på gasklockorna i Gävle ger liv åt takytorna. Foto: BBj

Artikeln har skrivits av BBj.

Antikvariska aspekter

Takpapp ansågs tidigare som ett lite billigare material, lätt att lägga och ofta återfinns pappen på mer anspråkslösa byggnader. För att inte ändra byggnadens karaktär är det viktigt att bevara pappen.

För papp och takpapp gäller samma principer som för andra material:

Originalmaterialen ska bevaras i så stor utsträckning som möjligt. Det uppstår dock problem när takpapp ska bevaras i och med de begränsade möjligheterna att underhålla äldre material. I regel kan det inte ersättas med nytt material eftersom motsvarande materialsammansättning och kvalitet inte längre är tillgängligt på marknaden.

Vid underhåll och restaurering är det därför mycket viktigt att dokumentera produkterna. Både vilka som har använts och vilka man väljer att använda. Om möjligt bör materialprov tagas för arkivering.

Förekomst, utvinning och framställning

Förekomst

Underlags- och tätskiktspapp används framför allt till vatten- och fuktisolering. De förekommer också i en begränsad omfattning som vindskydd och som spärr mot vattenånga, så kallad förhydningsspapp. Invändigt i byggnader används ren papp som underlag för tapetserings- och målningsarbeten. Lumpspapp används i ljuddämpande syfte. Som tillfällig skyddstäckning har papp fortfarande stor användning.

Benämningen "papp" lever kvar och omfattar all byggpapp, trots att dagens underlags- och tätskiktspapp ("takpapp") inte längre innehåller organiskt fiber från trä eller textil.

Framställning

Byggpapp i olika former framställs industriellt och förekommer inte i naturen. Råvarorna utgörs av olika fiber, tjäror, beck, asfalt, syntetiskt material och mineral.

Oimpregnerad cellulosapapp. Den oimpregnerade pappen tillverkas av trämassa, vanligen en blandning av mekanisk och kemisk massa. Tillverkningen sker genom att pappersmassorna slammats upp i vatten med en limtillsats varefter vätskan silas genom en formduk. Massaskiktet på duken pressas därefter mellan valsar för att avlägsna vattnet och torkas sedan. Tjockleken på pappen bestäms av tjockleken på det skikt som samlats upp på duken innan pressningen.

Grålumppapp. Grålumppappen tillverkas på samma sätt som cellulosapapp, men massan innehåller till övervägande del fibrer från textilavfall, lump. En viss inblandning av trämassa ingår.

Impregnerad och belagd papp. Stommen i förhydningspapp utgörs av cellulosapapp som impregneras med asfalt.

Papp till taktäckning och vattenisolering (underlags- och tätskiktspapp) tillverkas i dag med en stomme av mineralfiberfilt, syntetfiberfilt eller syntetisk väv. Materialet, eller en kombination av materialen, impregneras med asfalt. Sedan läggs en ytbeläggning av oxiderad fillertillsatt asfalt på, normalt på bägge sidorna. Av tillverkningstekniska, funktionsmässiga och estetiska skäl läggs därefter en skyddsbeläggning på, vanligtvis finkornig sand, skiffer eller mineral.

Takpapp kan även vara försedd med korn av mineral, kork eller plast för att skapa en luftspalt. Beläggning med korksmulor används för att förbättra de ljudisolerande egenskaperna.

Egenskaper

Beständighet

Oimpregnerad papp av träfibermassa är inte fuktbeständig. Impregnerad byggpapp har däremot varierande beständighet mot fukt. Graden av fuktbeständighet beror på materialet i stommen och mängden impregnering och ytbeläggning.

Byggpapp med en stomme av cellulosafiber eller lump är till olika grad känslig för fukt, medan en stomme av polyester inte påverkas av fukt.

Fuktbeständigheten avtar med stigande ålder. I första hand är det äldre impregnerad byggpapp med en stomme av lump eller cellulosafiber som blir uttorkad och tar upp fukt.

Som alla produkter av trä- och textilfibrer kan den rena och oimpregnerade pappen angripas av mögel- och rötsvampar. Asfaltimpregnering skyddar mot svamparna. Äldre tjärimpregnerade papper har gott skydd, främst när stenkoltjära använts som impregneringsmedel och även använts för underhåll.

Det underlags- och tätskiktspapper som finns i handeln i dag angrips som regel inte av mögel- eller rötsvampar eftersom det inte innehåller något material i vilket svamparna kan växa. På ytan på både äldre och moderna tätskiktspapper kan dock i ogynnsamma lägen växa alger eller mossor.

Hållfasthet

Byggpappens hållfasthet är viktig på och i den färdiga byggnaden vid monteringen, samt vid olika slags underhåll. Byggpappen utsätts för olika sorters mekanisk påverkan, vid transporter, under monteringen och under hela den tid den sedan används i eller på byggnaden, d.v.s. brukstiden.

Med sjunkande temperatur minskar hållfastheten för alla asfaltbaserade byggpapper. Risken för sprickbildning ökar med sjunkande temperatur och tjockare

asfaltskikt. Generellt gäller dock att hållfastheten i dag är betydligt större hos de flesta underlags- och tätskiktspapper än tidigare. Övergången till polyester i stommen och modifierade asfaltprodukter för impregneringen har skapat takpapp med egenskaper som inte fanns tidigare. För byggpapper baserade på lump, cellulosa och mineralfiber gäller fortfarande att hållfastheten generellt är låg.

Drag- och rivhållfastheten är de viktigaste egenskaperna. Hållfastheten mot brott och töjning som orsakas av dragkrafter vid bland annat isbildning och temperaturrörelser, har en avgörande betydelse för att takpappen ska vara tät och inte spricka sönder. I samband med att byggpappen monteras är även rivhållfastheten viktig eftersom en byggpapp med stor rivhållfasthet är lättare att hantera.

Vid montering och underhåll är hållfastheten mot perforering och stansning betydelsefull. Hantverkare som går omkring på taket och vårdslös hantering av utrustning kan lätt göra hål i pappen. Snöröjning av takytor kan under brukstiden orsaka skador om inte stor försiktighet iakttages.

Formstabilitet

De rena eller impregnerade produkterna av träfibermassa (ren papp) påverkas av fukt som förändrar dimensionen både på längden och tvären.

Underlags- och tätskiktspapp (takpapp) är i stort sett formstabil inom de temperaturområden som råder på de ytor där de normalt används och påverkas inte av variationer i fukthalt.

Frostbeständighet

Hållfastheten för produkter som innehåller tjära och asfalt är betydligt lägre vid minusgrader. Sprickrisken ökar vid lägre temperatur och med tjockare skikt av tjära och asfalt. De moderna takpappsprodukterna har dock betydligt bättre egenskaper vid låga temperaturer än de äldre.

Kulör och färgstabilitet

Skyddsbeläggningen på byggpapp består av krossat mineral eller bergart. I ren form är materialet beständigt och färgen förändras inte. Den färgade skyddsbeläggningen har normalt en pigmentering som är mycket beständig. Varefter ytbeläggningen åldras och slits av ljus och klimat kan dock färgen hos takpappen förändras när ytan blir matt.

Ytstrukturer

Oimpregnerad byggpapp är nästan slät och har normalt materialets naturliga kulör. Lumpappen är gråaktig medan cellulospappen är ljus brun. Impregnerad och ytbelagd byggpapp är däremot slät och mörkt brun till svart.

Struktur och färg hos skyddsbelagd tätskiktspapp (takpapp) kan variera genom att ytan beläggs med exempelvis sand eller krossad skiffer, flinta och talk.

Produktformer och användningsområden

Byggpapp kan delas in i två grupper efter användningsområdet: oimpregnerad samt impregnerad eller belagd papp.

Oimpregnerad papp

Den rena pappen saknar impregnering eller tillsatser och används i byggnader; dels som inlägg i eller beklädnad på byggnadskonstruktioner, dels som skyddstäckning under byggnadstiden, särskilt som skydd på golv.

Papp i väggar, tak eller trossbottnar kallas kraftpapper eller, beroende på hur den används, väggpapp eller trossbottenpapp. Tidigare förekom också felaktigt begreppet oimpregnerad förhydningspapp. Till ytbeklädnad, företrädesvis inomhus, används benämningarna målarpapp, spännpapp eller spännpapper (se Papper).

Den gängse benämningen för papp till skyddstäckning är golvskyddspapp.

Impregnerad eller belagd papp

Impregnerad eller belagd byggpapp är impregnerad med tjära eller asfalt, eller belagd med asfalt. Pappen används till taktäckning, vatten- och fuktisolering, samt till mellanlägg i olika byggnadskonstruktioner.

Impregneringen och belägningen kan utföras på olika sätt, enligt följande:

Ytbelagd oimpregnerad papp är belagd med oxiderad asfalt på en eller två sidor. Den används i begränsad omfattning som underlag för beläggningar med mattor på betonggolv och kallas ibland betonggolvpapp.

Impregnerad papp är mättad med impregneringsmedel. Tidigare användes trä- eller stenkoltjära eller asfalt, men i dag används olika asfaltprodukter. Förr användes impregnerad lumpapp som tätskiktspapp (takpapp) och kallades då svart takpapp, respektive svart underlagspapp. Numera finns bara den impregnerade cellulosapappen som används som vindskyddspapp.

Ytbelagd impregnerad papp är impregnerad med asfalt. Bägge sidorna är belagda med oxiderad asfalt tillsatt med filler. Pappen används som underlagspapp, till exempel som fuktskydd under syllar. För produktion och hantering är pappen belagd med ett tunt och finkornigt mineralskikt. Tidigare förekom benämningen diffusionstät papp.

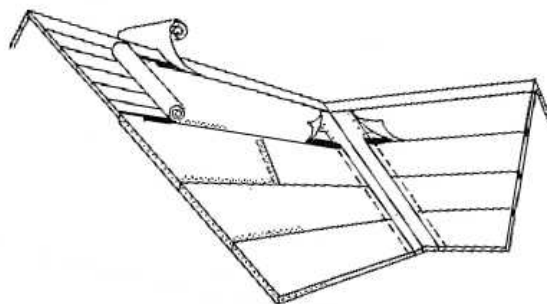
Skyddsbelagd papp är impregnerad och ytbelagd på bägge sidor, samt försedd med ett fastpressat kornigt skyddsskikt av skiffer, sand, eller andra mineral på ena sidan. Skyddsskiktets funktion är att förlänga livslängden och underhållsintervallet hos pappen, samt att ge den struktur och kulör. Den här sortens papp är den byggpapp som normalt syns på tak.



Det är klokt att vara uppmärksam när man rör sig i gamla byggnader. Då kan man finna oväntade spår efter material som tidigare kan ha använts i huset. Denna etikett, funnen på en vind, har suttit på en rulle underlagspapp på 1940-talet.

Användningsområden

Tätskiktspapp används som tätskikt på yttertak, i terrasser, på grundmurar eller inomhus i golv.



Slättäckning med ett lager takpapp. Ur: Hökenberg. Husbyggnad II

Underlagspapp används som vattenavledande underlag för olika taktäckningsmaterial eller som fuktspärr.

Ångspärrpapp används för att förhindra transport av fukt och vattenånga i byggnadskonstruktioner.

Vindskyddspapp används för att hindra luftrörelser i byggnadskonstruktioner.

Stegljudsdämpande papp används för att dämpa ljudet av steg i golvkonstruktioner.

Sedan 1940-talet har byggpapp sålts i handeln med två benämningar: ett produktnamn och ett namn som anger på kvaliteten.

Produktnamnet varierar mellan tillverkare och fabrikat, och det lämnar inte någon egentlig information om vad byggpappen innehåller. Kvalitetsangivelsen talar däremot om vilken sorts byggpapp det rör sig om. Den har varierat under åren och har kompletterats varefter byggpappret tillverkats med nya råvaror.

Fram till och med 1950-talet användes handelsbeteckningarna B, C, D och E för asfaltimpregnerad och ytbelagd takpapp, där B var tjockast och tyngst och E tunnast och lättast. B- och C-papp användes bland annat som tätskiktspapp på tak och grundmurar. C- och D-papp användes som underlagspapp vid taktäckning av olika slag. E-papp har bland annat använts som förhydningspapp.

Kvaliteten angavs tidigare med förkortningarna för stommaterialet tillsammans med impregnering, ytbeläggning och skyddsbeläggning, samt vikten på tjära eller asfalt per m² och stommaterialets vikt per m². Kvalitetsbeteckningen YAL 1 800/450 innebar en asfaltimpregnerad lumpapp ytbelagd med asfalt, med en asfaltvikt av 1 800 g/m² och en lumpappvikt av 450 g/m².

Sedan början av 1980-talet anges kvaliteten fortfarande med samma bokstavskombination av stommaterialet etc. Numera anges dock vikten endast som en totalvikt för byggpappen. SAP 4 000 avser en skyddsbelagd asfaltimpregnerad polyesterstomme med totalvikten 4 000 g/m².

Vid underhåll och restaurering är kvalitetsbenämningarna nyckeln till kunskapen om den byggpapp som finns beskriven i olika handlingar. Det finns dock aldrig någon tryckt kvalitetsbenämning på byggpappen som är monterad på och i byggnader. Många gånger kan däremot kvarlämnade emballage med påtryckt text ge den nödvändiga informationen.

Förkortningar för olika råvaror, impregneringar och beläggningar i byggpapp:

L Lumpapp

C Cellulosapapp
B Blandpapp
M Mineralfiberfilt
P Polyesterfilt eller _väv
PP Polypropylenfilt
K Korkpapp
Al Aluminiumfolie
PE Polyetenfolie
T Stenkolsmjukbeck, tjära
A Asfalt för impregnering
Y Asfalt för ytbeläggning
S Skyddsbeläggning
Ko Kornbeläggning
E Modifierad asfalt

Hantering och bearbetning på arbetsplatsen

Transport och förvaring

Takpapprullar ska förvaras och transporteras stående. Produkter som har en utstickande centrumrulle förvaras hängande på denna.

All papp och takpapp ska förvaras och ställas på torrt och jämnt underlag och skyddas mot nederbörd och stark sol. Vintertid bör rullarna förvaras i uppvärmt utrymme innan de hanteras.



Två exempel på byggfel: Vänster bild visar hur skyddsbeläggningen på tätskiktspappen kan få olika nyanser beroende på betraktningsriktning. Här har våderna rullats ut i olika riktningar. På höger bild ser man hur underlagspappens skarvar syns genom den klistrade tätskiktspappen. Foto: BBj

Kapning, formning och montering

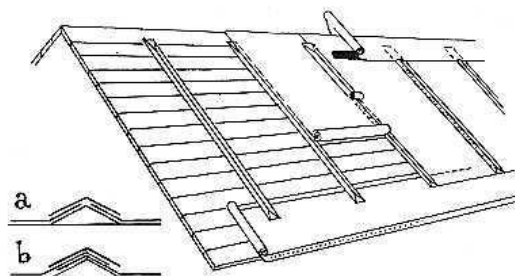
All byggpapp kapas genom skärning eller klippning, samt formas genom vikning och böjning. Hos tjockare asfaltimpregnerad byggpapp underlättas detta genom uppvärmning, speciellt vid låg lufttemperatur.

Montering sker normalt genom att byggpappen rullas ut och fästs på underlaget. De vanligaste metoderna är spikning med särskild pappspik, respektive klistring med asfaltklister eller upphettad smält asfalt. Takpapp får inte fästas med klammer.

Byggpapp som används som fuktskydd under syllar och liknande, samt papp för att dämpa stegljud under golvbeläggning, läggs ut utan någon infästning.

Papp för vindskydd (förhådningspapp) kan fästas mot underlaget med spik eller klammer.

Vid all montering av byggpapp är det viktigt att se till att överlappningen är tillräcklig och att klistret i skarvarna håller samman.



Övre bild: Listtäckning med ett lager takpapp . (Ur Hökenberg: Husbyggnad II). Undre bild: Misslyckat försök att efterlikna listtäckning på ett pappklätt tak där våderna lagts längsmed taket och inte i fallriktningen. Foto: BBj

Ytbehandling och efterbehandling

Normalt sker ingen yt- eller efterbehandling av lagd och färdigmonterad takpapp, eller andra byggpappprodukter.

Vård och underhåll

Vård och rengöring

Takpapp kräver tillsyn och underhåll i allt större omfattning ju äldre pappen är. Det är viktigt att pappen hålls ren från skräp, löv och damm eftersom vegetation annars kan slå rot. I synnerhet låglutande tak kräver regelbunden tillsyn. Högtryckstvätt får aldrig användas för rengöring.

Underhåll

När takpappen börjat åldras kan den underhållas genom att strykas med stenkols tjära eller asfaltbaserade lösningar och massor. Vid underhåll av främst äldre takpapp är det viktigt att ta reda på om den tillverkats av, respektive varit struken med, tjära eller asfalt.

All takpapp som tillverkats i Sverige under de senaste 40 åren har asfalt som impregnering och ytbeläggning. Äldre tjärpapp kan dock finnas kvar i och på en del byggnader och i olika konstruktioner. Tidigare asfaltbehandlad takpapp kan inte strykas med stenkoltjära eftersom tjära och asfalt inte kan blandas. Tjära får inte strykas på takpappen om man inte är helt säker på att det är en tjärpapp. Vid osäkerhet om vad takpappen tidigare har behandlats med bör någon med kunskap tillfrågas.

Allt underhåll kräver stor försiktighet, i synnerhet när man går omkring på pappen och hanterar utrustning på taken. Det är viktigt att ta reda på vilket underlag takpappen är fäst på innan arbetet sätts igång. Är underlaget vekt är risken stor att takpappen trampas sönder. Risken ökar med takpappens ålder.



Här har underhållet av takpappen varit bristfälligt. Vid omläggning med ny papp är det viktigt att man, innan åtgärd, dokumenterar den gamla pappens kvalitet, vådernas storlek, riktning och fastsättning samt helst tar provbitar. Foto: BBJ

Vid underhåll och restaurering och vid komplettering och omläggning av tätskikt (takpapp) är det viktigt att pröva och studera provbitar av den tänkta byggpappen. Kulörer, strukturer och byggpappens tjocklek varierar mellan olika produkter och kvaliteter, vilket inte framgår av produktnamnen och kvalitetsbeteckningarna. Kulören kan även variera mellan olika partier av samma takpapp och det är därför viktigt att all papp kommer från samma parti.

Skadeorsaker

Förhrydningspapp (vindskyddspapp) kan krympa om den monterats på en yttervägg i fuktig och sval väderlek och därefter utsättes för starkt solsken och hög värme. Pappen kan bli mycket spänd, känslig för skador och spricka.

Fritt exponerad takpapp är ständigt utsatt för påverkan utifrån. UV-strålningen från solen bryter långsamt ner de asfaltprodukter som använts för impregnering och ytbeläggning. Pappen blir uttorkad och spröd.

På grund av temperaturväxlingar kan det uppstå rörelser mellan byggpappen och det material den är fästad mot, vilket kan leda till sprickbildning och att pappen lossnar från underlaget.

Vind och blåst påverkar hela tiden byggpappen på tak, i väggar och trossbottnar. Kraften drar och trycker i pappen och kan nöta sönder den vid infästningarna. Om infästningen mot underlaget inte är tillräcklig kan takpappen i värsta fall lossna och blåsa av taket.

Inträngande vatten, både regn och annan fukt, kan samlas, frysa och spränga isär fogarna och lagren mellan takpappen. Om fukt har stängts inne mellan helklistrade papplager kan ångbildningen orsaka blåsor.



Kraftig blåsbildning under tätskiktet på det pappklädda taket. Foto: BBj

Gångtrafik på takpappen kan ge mekaniska skador, främst vid stark kyla då pappen blir stel och spröd, eller vid hög värme då asfalten mjuknar. Snöskottning orsakar ofta skador i takpapp.

Reparationsmetoder

Vid all reparation av skador i takpapp måste underlaget och pappen vara helt torr och ren från skräp och lösa partiklar.

Sprickor, blåsor och hål tätas med tätningskitt eller asfaltklister. Större skador repareras genom iläggning av ny takpapp.

Livslängd

Den mest utsatta takpappen har normalt den kortaste livslängden som styrs av underhållet (strykningar och skyddsbeläggning).



På avstånd ser den spikade takpappen på kurens tak ut att vara nylagd. På nära håll syns tydligt hur ytan på takpappen har börjat torka ut och ett krackelerat sprick- mönster har uppstått. Foto: BBj

Asfaltimpregnerad tätskiktspapp håller 25-30 år. Livslängden för modern tätskiktspapp är dock inte helt känd eftersom den inte har tjänat ut ännu. Med rätt

läggning och underhåll är en livslängd på 30-50 år fullt möjlig, beroende på takpappens kvalitet.

Miljöaspekter

Tillverkarnas deklARATIONER

De olika fabrikanterna av tätskiktspapp och produkter för underhåll har miljövarudeklaration och varudeklarationsblad för de olika produkterna. I deklARATIONERNA, som kan efterfrågas hos tillverkarna eller leverantörerna, lämnas mer utförlig information.

Miljöpåverkan vid framställning och transporter

Vid tillverkning av tätskiktspapp används energi, normalt el och fossila bränslen. Materials lagen utgörs av bitumen och mineraler och är ej förnyelsebara råvaror. Tillverkningen ger utsläpp till luften i form av stoft, flyktiga kolväten samt spår av kväve- och svavelföreningar. Inverkan på mark utgörs av dagbrott där sand och mineral hämtas.

Transporter sker normalt med bil från större lager ut till butiker och arbetsplatser. Avgaserna från biltransporterna påverkar miljön negativt.

Miljöpåverkan vid hantering

Vid klistring och värmning med öppen låga ska produktinformation och brandskyddsregler följas.

Byggpapp innehåller inga ämnen som finns noterade i Kemikalieinspektionens OBS-, Begränsnings- eller Allergilista.

Miljöpåverkan och emissioner i bruksskedet

Vid underhåll och behandling med asfaltprodukter avgår kolvätebaserade lösningsmedel från lösningsmedel. Normalt utgörs lösningsmedlet av lacknafta.

Ångorna skall inte andas in och det är viktigt att använda skyddskläder och skyddshandskar för att undvika att få produkterna direkt på huden.

Tjära för underhåll av takpapp innehåller till största delen stenkoltjära. Den kan vara skadlig för människor och är mycket giftig för levande vattenorganismer. Vid användning av produkter som innehåller stenkoltjära skall mycket stor försiktighet iakttagas. Stenkoltjäran har i början en mycket stark speciell doft som kan upplevas störande av känsliga personer. Lukten avtager dock med tiden. Fabrikantens anvisningar skall följas.

Återanvändning, återvinning och deponi

Byggpapp är genomgående mycket svår eller omöjlig att demontera för att återanvändas i ett senare skede. Infästning genom spikning, klamring och klistring, samt intäkningsdetaljer, omöjliggör i stort sett att byggpappen kan lossas utan att den förstörs.

Restprodukter kan delvis återvinnas genom ombearbetning och inblandning i alternativa byggprodukter. För återvinning ska tillverkaren kontaktas för bedömning av materialets möjligheter.

Produkternas energiinnehåll kan utvinnas genom förbränning i godkänd anläggning enligt gällande miljölagstiftning.

Restprodukter är inte komposterbara och behöver inte hanteras som farligt avfall utan kan deponeras på godkänd plats i enlighet med gällande miljölagstiftning.

Beträffande byggpapp som är tillverkad och behandlad med tjära kontaktas miljömyndigheten i kommunen angående möjligheten till deponi eller förbränning för att utvinna energiinnehållet.

Materialets historia

Följande avsnitt baseras till största delen på information ur skriften "Äldre Papptak, historik och renovering". I skriften finns en utförlig referenslista till äldre litteratur om takpapp (se Äldre Papptak).

Tillverkning

Vid 1700-talets slut började man ungefär samtidigt i några olika länder tillverka papp speciellt för tätskikt på tak. I Sverige uppfann och framställde amiralitetsläkaren Arvid Faxé i Karlskrona år 1784 det så kallade stenpappret.

Materialet var en lumppapersmassa som blandades med finmalen släckt kalk, järnhaltig jord, animaliskt fett och kopparsulfat. Stenpappret var från början avsett att användas som isoleringsmaterial under vattenlinjen på träbåtar. Som taktäckningsmaterial fick dock stenpappret en begränsad användning i Sverige.

Enstaka andra försök med grov lumppapp som taktäckningsmaterial på enklare byggnader skedde under slutet av 1700-talet. Pappen impregnerades och underhållsströks med trätjära.

På 1820-talet började Grycksbo pappersbruk i Dalarna som första bruk att tillverka lumppapp som enbart skulle användas som tätskikt på tak. Enligt en broschyr räckte det om pappen underhölls var tionde år.

Pappark av rålump levererades otjärade till takläggarna som impregnerade dem med trätjära före läggningen. Efter att ha vänts och torkats upp till två veckor var arken färdiga att läggas på taken som tätskikt. Impregneringen med trätjära började dock allt oftare utföras redan vid pappersbruken

Stenkolstjären hade börjat att användas i Tyskland under 1840-talet för impregnering och strykning av pappen. Tjären motstod brand och solljus bättre än trätjären och började så småningom användas i Sverige.

Maskinell tillverkning av papp för taktäckning startade 1862 i Jönköping vid Munksjö pappersbruk. Papp som impregnerats med stenkolsjära för taktäckning började därmed levereras i rullar. Tillverkningen av papp i ark fortsatte dock vid några handpappersbruk in på 1880-talet.

Från 1860-talet blir impregnerad papp ett allt vanligare material för taktäckning. Olika läggningssätt och färdiga produkter för underhållsstrykning bidrog också till framgångarna.

På 1890-talet sammanfördes tillverkningen av lumppapp och impregneringen med stenkolsjära till en kontinuerlig process. Tankar på att impregnera med naturlig asfalt dyker upp men realiserar ännu inte på grund av kostnaderna.

Kring sekelskiftet startade nya fabriker för tillverkning av impregnerad papp. Kvaliteten varierade dock. Olika sorters papp med olika ytstrukturer och material i ytlagret började komma ut på marknaden.

I början av 1900-talet introducerades en underhållsfri takpapp, Icopalpappen, på den svenska marknaden. Den var impregnerad med oljeasfalt som framställdes ur råolja vid raffinaderier. Oljeasfalten var renare och tålde soljus och vatten bättre än stenkolsjäran.

Asfalten för impregnering oxiderades och användes för ytbeläggning på den impregnerade pappen. I ytan pressades även en skyddsbeläggning av sand eller krossad skiffer fast. Det gav pappen en betydligt större hållbarhet och ett underhållsintervall på mellan tio och femton år. Den första svenska Icopalfabriken anlades 1916 i Malmö, där tillverkningen fortfarande pågår.

Under 1920-1930-talet fick skyddsbelagd asfaltpapp (SAL) allt större användning. I början av 1950-talet utgjorde den omkring 90 procent av takpappförsäljningen. Resterande tio procent utgjordes av tjärimpregnerad papp.

Omkring 1960 upphörde tillverkningen av tjärimpregnerad papp i Sverige. Sedan dess har all papp oljeasfalt som bas i impregneringsmaterialet.

Mineralfiberfilt började användas som stommaterial i ytbelagd papp under 1950-talet, och därmed började tätskiktspappens materialsammansättning förändras. Med mineralfiberfilten förändrades även egenskaperna och papp med SAM-kvalitet började att tillverkas från slutet av 1960-talet. Pappen blev mindre fuktkänslig och mer formstabil.

Efter att varit i bruk under ca 200 år upphörde användningen av lumpapp som stommaterial i början av 1980-talet. Kvaliteten försämrades av ett allt större inslag av konstfibernmaterial

Sedan senare delen av 1970-talet har en omfattande utveckling och förändring ägt rum hos tätskiktspappen. År 1976 introducerades polyester i olika former som stommaterial. Från 1980-talet har asfalten förändrats och fått tillsatser som gör den mer beständig mot solljus och mjuk vid låg temperatur. Takpapper för tätskikt med kvalitet SEP är numera den mest förekommande.

Historiskt sett är byggpappen som underlags- och tätskiktspapp inte längre ett traditionellt material. Lumpapp för stegljudsisolering kan sägas vara ett traditionellt material, om än förorenat med konstfiber. Den enda byggpapp som fortfarande i stort sett består av samma material som för ca 75 år sedan är asfaltimpregnerad träfiberpapp, vindskyddspapp. Sett i ett vidare historiskt perspektiv är dock alla byggpapper, impregnerade som oimpregnerade, ett ungt byggnadsmaterial jämfört med många andra.

Läggningssätt

All papp som lades på tak fram till 1860-talet var i ark och spikades fast. Arken sattes fast på olika sätt för att vatten inte skulle tränga igenom tätskiktet. De kunde läggas överlappande med spetsarna nedåt, eller i våder där de vertikala skarvarna falsades och spikades samman. Det senare förfarandet påminner om plåtarbeten och takytorna fick efter tjärstrykningen ett plåtliknande utseende. Även trälistor användes för täckning av de vertikala skarvarna.

När pappen började tillverkas i rullar blev till en början listtäckning det vanligaste utförandet. Tunna, trekantiga trälistor spikades fast på takpanelen. Från mitten och uppåt på listerna fästes våden med tätskiktspapp och listerna täcktes med en tjärstruken remsa som spikades fast.

Från 1860-talet och fram till 1900-talet utfördes enkel och dubbel slättäckning av takytorna till en början endast med våderna horisontellt liggande på takytorna. Skarvarna mellan pappvåderna ströks med tjära eller kitt varefter pappen spikades fast.

Kring sekelskiftet förekom i begränsad omfattning även läggning av tätskiktspapp i kvadratisk form, på samma sätt som under första delen av 1800-talet.

Vid början av 1930-talet utvecklas metoder för att helt eller delvis klistra fast takpappen. Samtidigt började man att dubbeltäcka med spikad underlagspapp och klistrad tätskiktspapp.

I dag är klistring den vanligaste metoden för att fästa takpappen mot underlaget och underlagspappen. Utvecklingen under de senaste årtiondena har även skapat underlags- och tätskiktspapp som är förklistrade och häftar fast vid läggningen.

Pappspiken har i princip alltid sett ut på samma sätt. Den har ibland ersatts av nya infästningsdon när pappen har monterats direkt mot isoleringen. Under en period kring 1980-talet var det vanligt att underlagspappen fästes med klammer. Efter problem med dåligt eller för hårt islagen klammer har den utgått och pappspik används igen.

Bestrykning och skyddsbeläggning

Tidigare skulle all takpapp, förutom den yt- eller skyddsbelagda asfaltpappen, strykas med tjära så snart som möjligt efter läggningen. Fram till 1800-talets mitt användes vanlig trätjära, därefter stenkoltjära, ibland med olika tillsatser. I dag klassas stenkoltjäran som "troligen cancerframkallande" och åtföljs av restriktioner vid försäljning.

Tjäran för impregnering och strykning var inte ren och tunn, utan hopkokad till en tjockare, beaktad produkt. Efter strykningen beströddes ytan ofta med sand för att öka varaktigheten.

Den asfaltbaserade pappen krävde normalt ingen strykning i samband med monteringen eftersom den betraktades som underhållsfri. Olika kall- och varmasfalter, samt asfaltbaserade takmassor, har använts och används fortfarande för underhåll av asfaltimpregnerad tätskiktspapp på tak.

Litteratur

Berglund, A., *Uppfinningarnas bok VII*, Stockholm, 1903

Björk, C., Kallstenius, P., Reppen, L., *Sekelskiftets byggnadsteknik. Om arkitekten Valfrid Karlson*, Byggnadsverk och läroböcker. Stockholm, 1988

ByggAMA 1950 Allmän material- och arbetsbeskrivning för husbyggnadsarbeten, Samarbetskommittén för byggnadsfrågor. Stockholm, 1958

ByggAMA 1960 Allmän material- och arbetsbeskrivning för husbyggnadsarbeten, AB ByggAMA, Stockholm, 1962

ByggAMA 1965 Allmän material- och arbetsbeskrivning för husbyggnadsarbeten jämte upphandlingsföreskrifter, AB ByggAMA, Stockholm, 1965

Bjerking S-E, Bjerking, B., Skador på hus. Vad gör man? Yttertak & Balkonger, Stockholm, 1991

Handboken Bygg (Material, produkter och arbetsteknik), (olika upplagor)
Stockholm, 1953, 1968, 1984

Henström, Arvid, *Fickbok i Praktisk Byggnadskonst med särskilt avseende på Landtbyggnadskonsten*, Örebro, 1867

HusAMA 1972, Allmänna material- och arbetsbeskrivningar för husbyggnadsarbeten, AB svensk Byggtjänst Stockholm, 1974

Hökenberg, O. m.fl., Husbyggnad Band 1, Stockholm, 1939

Löfroth, C., Byggnadsindustrien, Stockholm, 1920

Svensk teknisk uppslagsbok del II, Stockholm, 1943

Äldre papptak historik och renovering, Rapport RAÄ 1985:7, Riksantikvarieämbetet och statens historiska museer, Stockholm, 1985

Papper

Denna artikel behandlar cellulosebaserad papp i form av spännpapp och tapeter. Papp och tapeter tas upp även i andra artiklar (se Papp och Spånadsmaterial).

Pappspänning har varit en del av målarens arbete. När man tittar i olika handböcker eller pratar med äldre målare, finner man att tillvägagångssättet vid pappspänning skiljer sig från bok till bok och från målare till målare. Detta gäller både material och utförande. Man kan göra på olika vis och ändå få ett bra slutresultat.

Hur man förr spände papp är en kunskap som nästan har glömts bort. Det beror mycket på senare tiders brandskyddsföreskrifter, brist på kunnig arbetskraft samt avsaknad av riktig papp. Den här vägledningen är hämtad från ny och gammal litteratur, blandad med egna erfarenheter och intervjuer med äldre målare.



Tapetsering på pappspänd vägg på Fröreda storegård, Järnforsen. Foto: Jönköpings läns museum

I det praktiska arbetet med byggnadsvård påträffas ofta rester av äldre väggdekorationer. Hit hör olika former av dekorativt måleri men även tryckta papperstapeter. Eftersom målade ytor i det allmänna medvetandet ofta har ansetts vara av större värde än den tryckta papperstapeten, har detta byggnadshistoriska kulturlager allt som oftast försvunnit. I jakten på äldre väggmålningar slits fortfarande utsökta, tämligen orörda tapeter ner från sina väggar. Tryckta tapeter har blivit ett förbisett kulturarv, och har sedan länge fått en underordnad betydelse.

Artikeln har skrivits av AHå, ARi och LINi

Antikvariska aspekter

Papp är många gånger överlägsen andra väggbeklädnader som är avsedda att utjämna väggen före målning eller tapetsering. I ett gammalt hus kan pappen anpassa sig till husets rörelser på ett helt annat sätt än andra material. Väggpappen är jämfört med andra väggbeklädnader billig, lätt att applicera, lätt att avlägsna samt ger det gamla huset en bra atmosfär och akustik. Nackdelen är att pappen jämfört med till exempel gipsplattor brinner. Andra nackdelar är att pappen med tiden förlorar sin spänst och blir vågig och gärna drar sig i hörnen. Detta går dock lätt att åtgärda.

Där det finns eller har funnits spännpapp bör den bevaras eller återskapas. Speciellt lämpligt är det att använda pappspänning vid renoveringar i byggnader med tjocka lager trasiga tapetskikt. Detta eftersom det är lätt att ta ner pappen igen om någon vill renovera eller kopiera tapeterna i framtiden. Samtidigt bevarar man då husets historia.

När man förr tapetserade om tog man inte bort de gamla tapeterna, utan tapetserade i lager på lager. Omtapetseringar gjordes oftare förr jämfört med i dag. En anledning var det utbredda vedeldandet i järnspisar och kaminer, vilket sotade ned väggar och tak. Det är inte omöjligt med 15-20 lager tapeter under en period av 50-100 år. Dessa tapetlager visar en rikedom av mönster, färg och form och ett, många gånger, högt stående hantverk. Lagren ger värdefull information om stilepoker,

färgsättningar och kombinationer med bårder och avbröstningar. Tapeter är en del av byggnadens historia.¹³³



Tapetfragment från Brännsmåla gästgiveri, Eksjö.
Foto: Jönköpings läns museum

Interiörer med äldre välbevarade tapeter börjar bli sällsynta. När den befintliga tapeten bedöms vara i sådant skick att den går att bevara, bör den, om nödvändigt, endast lagas, rengöras och eventuellt retuscheras. Om tapetens mönster inte är uppskattad, kan tapeten bevaras genom att man spänner traditionell spannpapp över väggarna och sedan nytapetserar ovanpå detta.

När den befintliga tapeten och eventuella underliggande tapetlager är i sådant skick att de inte går att bevara, bör prover tas innan man klär in väggen. Proverna ska om möjligt vara så stora att man får med hela mönsterrapporten; 120 x 60 centimeter bör vara tillräckligt. Tapetskikten kan senare separeras från varandra, och monteras som en åskådlig och refererande tapettrappa.

Vid nytryckning av ett gammalt mönster bör man vara uppmärksam på att en del färger kan ha bleknat, och i vissa fall kan de ha försvunnit helt. Därför bör provbitar tas där ljuset inte har kommit åt att bleka, till exempel under foder eller golvlistor.

¹³³ Hidemark, Ove m.fl. *Så renoveras torp och gårdar*, ICA bokförlag, 1993.

Förekomst, utvinning och framställning

Förekomst och utvinning

När spännpappen började tillverkas gick den under benämningen oimpregnerad byggnadspapp. Den utvanns då av textillump, cellulosa eller trämassa. Den papp som tillverkas i dag består i huvudsak av cellulosa, ett oblekt skikt och ett toppskikt av sulfatmassa. Den oblekta massan tillverkas av barrved, i huvudsak tall och gran. Den blekta massan tillverkas av ved från barr- och lövträd. De blekmedel som används är syrgas, kloridoxid och alkali. Pappen bestryks med ett bestrykningsmaterial som består av 85 procent pigment, mest kaolinlera, och 15 procent bindemedel.

Från 1860-talet tillverkades spännpappen på flera av våra pappersbruk och såldes från början i handelsboden, senare i de flesta bygg- och målerivarubutiker. I dag är det ett fåtal bruk som tillverkar spännpapp. Den säljs nästan uteslutande hos handlare inriktade på specialprodukter.

Tapeter som tillverkats maskinellt består av papper, färgpigment och bindemedel. Råvaran till det äldsta tapetpapperet bestod av lump, som utvanns ur textilavfall, oftast linnelump. Fram till 1850-talet trycktes alla tapeter på sådant papper. De flesta tapeter tillverkades därefter på papper gjort av trämassa, först billig slipmassa och senare pappersmassa av högre kvalitet.¹³⁴

Den vanligaste färgen vid tapetryckning var limfärgen. Den består av färgpigment, vatten och lim. Limmet är av animaliskt eller vegetabiliskt ursprung. Vegetabiliskt lim är baserat på cellulosa, och kan bestå av skotsk irländsk moss (caragheen) som utgörs av vissa algar. Animaliskt lim utvinns genom extrahering eller kokning av hudrester från garverierna, så kallat limläder. Det erhållna avkoket gav en stark limlösning, lämplig för limning av tapetfärgerna (se även Animaliska lim).

¹³⁴ Tunander, Ingemar, *Tapeter i Sverige*, Ica bokförlag, 1984.

Färgpigmenten i det tidiga tapetrycket utgjordes dels av väl pulvrerade jord- och mineralfärger, till exempel ockror, ultramarin, dels av så kallade anilinfärger, vilka användes fram till 1930-talet och utvanns ur stenkolstjära. Även så kallade saftfärger kunde förekomma. De utvanns genom pressning av växter som indigo, krapp och vejde. Slutligen fanns lackfärger av vilka de färgstarkaste erhöles ur torkade sködlössarter.

Framställning

Papp: det var ett stort framsteg för byggbranschen när den för snart 150 år sedan tog papp i sin tjänst för att utestänga fukt och drag. Till en början rörde det sig om handgjord papp som endast framställdes i ark. Men när pappen kunde tillverkas i stora längder, slog den igenom på allvar.

Vid tillverkning av byggnadspapp utgår man från råpapp som tillverkas antingen av lump eller cellulosa, beroende på önskade egenskaper hos den färdiga produkten. Cellulosan kommer från massaved, som barkas, sönderdelas till flis och sedan kokas till massa enligt sulfat- eller sulfitmetoden. Efter silning, rening och malning i olika kvarnar, transporteras massan via blandningskar till pappmaskinens vira, där arkbildningen vidtar. Efter torkning på pappmaskinens torkcylindrar, återstår endast nedskärning och omrullning av pappen i lämpligt format.

Tapeter, blocktryck: de allra tidigaste papperstapeterna tillverkades av handgjorda pappersark, som senare sammanfogades till längre våder. Våderna syddes eller klistrades samman och hängdes därefter upp på väggen. Mönstermotivet trycktes med hjälp av en mönsterplatta. Ofta bestod mönstret endast av svarta konturer, och detaljerna målades sedan i för hand.



Blocktryckt tapet från Fröreda storegård, Järnforsen. Foto: Jönköpings läns museum

När tapettrycket senare utfördes med tryckstock, krävdes en enkel tryckpress och en infärgningslåda, även kallad säv. Tryckbordet bestod av en stadig träställning på vilken en plan stenplatta vilade. På stenplattan var ett mjukt underlag utlagt, och på underlaget lades sedan det material som skulle tryckas. Trycket åstadkoms med hjälp av ett hävstångssystem, som satt fast i den stadiga träställningen och pressade ned tryckplattan.

Valstryck: under första hälften av 1800-talet kom papp i långa banor till användning vid tapettillverkningen. Man använde sig av rotationspressar vid tryckningen. Efter hand utvecklades metoden, så att man i en sammanhängande arbetsgång kunde trycka ett flertal färger.

Till en början var rullpressarna handdrivna, men sedan tog ångkraften och därefter elkraften över. De tidigaste valsarna var tillverkade av trä som efter hand kompletterades med mässingslister. Tryckvalsarna var placerade runt en horisontal cylinder, där pappersbanan löpte. Färgen överfördes från en filt till mönstervalsen, som sedan tryckte mot det löpande bandet. Därefter gick den färdigtryckta tapeten upp i en upphängningsapparat för torkning.¹³⁵

Den nutida moderna tekniken har utvecklat nya system: högtryck (flexografi), djuptryck, plantryck (offset) och screentryck (schablontryck).

¹³⁵ Tunander, Ingemar, *Tapeter i Sverige*, Ica bokförlag, 1984.

Egenskaper

Inre struktur

Den äldsta pappen och de äldsta tapeterna är tillverkade av lumppapper. Papperet är ljus gråaktigt till färgen. I handgjort papper ligger fibrerna oregelbundet, vilket gör att papperet känns segt när man river eller viker det. I maskintillverkat papper ligger fibrerna i en riktning, vilket ger en något svagare papp. Ibland kan små textil- eller vedfiberfragment skönjas i ytan.

Beständighet

Det har funnits många skiftande kvaliteter på spännpapp, eftersom den har tillverkats på olika sätt och i olika tjocklekar. Men om pappen är av god kvalitet har den en bra beständighet. Man kan oftast reparera den. Den har ju dessutom ett yttligt skydd av färg eller tapet.

Tapeter tillverkade av lumppapper har längre beständighet än tapeter tillverkade av slipmassa. Skador som har uppkommit på lumppappen är betydligt lättare att laga. Tapeter tillverkade av slipmassa kan liknas vid vanligt tidningspapper. Med tiden gulnar papperet kraftigt och blir mycket sprött. Under 1900-talet började man tillverka tapeter av pappersmassa som höll en högre kvalitet, vilket medförde att tapetpapperet blev ljusare igen.

Formstabilitet

Pappret i papp och tapeter är hygroskopiskt, dvs. har en förmåga att ta upp fukt. I ouppvärmda byggnader med stora temperaturskiftningar påverkas därför både pappspända väggar och tapeter i hög grad. Pappen bestänks med vatten före uppsättningen och är således fuktig vid spänningen. Det här medför att pappen spänns vid torkningen, vilket är en förutsättning för att få släta väggar. Vid applicering av tapetklister sväller tapetpapperet något, vilket bör uppmärksammas vid tapetsering.

Färgstabilitet

Färgbeständigheten hos tapeter varierar beroende på vilka färger som har använts vid tryckningen. Limfärgen är vattenlöslig, har dålig beständighet mot nötning och har en tendens att vid beröring "smitta" av sig. Tapeter tryckta med limfärg lämpar sig därför endast för tapetsering på ytor som inte utsätts för fukt eller något större slitage.



Tapetfragment som blivit blekt av solljus. Det syns tydligt att det har hängt en tavla till höger på bilden. Till vänster syns ett äldre tapetlager. Uppe till vänster och i nederkant skymtar pappspänningen. Foto: ARi

Anilinfärg har, som de flesta organiska färgämnen, dålig ljusbeständighet, och följden blir att färgerna bleks kraftigt vid påverkan av framför allt solljus. Om tapeten är tryckt med oljefärg, har färgerna en tendens att gulna med tiden. Oljefärgen har annars större beständighet både vad det gäller fukt och slitage. Tapeter tryckta med den här färgtypen kan torkas av med en trasa som är lätt fuktad med vatten.

Ytstrukturer

Förr varierade strukturen mycket på spannpappen. Det fanns allt från en glatt slät yta till en grov yta med kraftig struktur. Det hela berodde på tjockleken. Vilken

papp man valde berodde oftast på underlagets struktur, om det var tak eller vägg och vilken typ av färg man skulle måla med.

De flesta tryckta tapeter har relativt släta ytor. Det finns dock undantag i form av strukturtapeter eller effekttapeter, som oftast var enfärgade och var mycket vanliga under 1930-talet. Dessa tapeter har en präglad eller så kallad gouffererad yta med reliefverkan, som åstadkoms genom pressning mellan speciella valsar. Tapeterna fick härigenom en viss ljus- och skuggverkan och gav intryck av en bestruken muryta.

Produktformer och användningsområden

Papp spänns i dag på väggar och tak nästan uteslutande vid renoveringar i äldre bebyggelse och då för att återskapa en interiör eller för att bevara äldre lager under papp. Väggar som kan pappspännas är plank-, timmer- eller råspåntsväggar. Sedan 1860-talet levererades pappen oftast på 1,50 meters bredd och 24 eller 50 meters längd. Skillnaden är att förr fanns det minst sex olika kvaliteter, medan det i dag finns endast två.

Tapeter har i alla tider använts för dekorerings av våra interiöra väggar, men även taktapeter har förekommit. Tapetens främsta uppgift är således att fungera som en slags miljöskapare i inredningssammanhang.

Tryckta papperstapeter förekommer i en mängd olika mönsterteckningar. Såväl svenska som utländska mönster finns i dag att tillgå på marknaden. Nytryck av äldre mönster finns i flera av de svenska tillverkarnas kollektioner. Hos en del tillverkare är det även möjligt att beställa specialtryck efter en äldre förlaga, såväl handtryckt som maskintryckt.

De äldsta maskintryckta svenska tapeterna hade en bredd på 47 centimeter och rullängden var 6,5 meter. Det innebar att två våder kunde erhållas ur varje rulle (tvåvådrulle). I början av 1970-talet fastställde Svensk Standardiseringskommission en svensk standard för måtten på tapetrullar. Bredden

ska vara 56 centimeter, vilket efter kantskärning ger en effektiv bredd på 53 centimeter. Standarden föreskriver vidare att tre våder à 2,65 meter ska kunna tas ut (trevådsrulle).

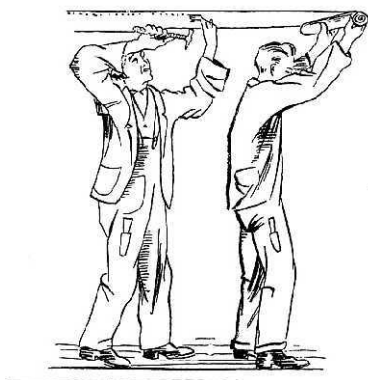
För att täcka och markera tapetvådernas överkant används ibland bårder och friser. Dessa trycks så många i bredd som pappersbanans bredd medger. I äldre tider köptes bårderna i hela rullar och skars till vid uppsättningen. I dag saluförs bårderna kantskurna och paketerade.

Hantering och bearbetning på arbetsplatsen

Kapning, formning och montering

Papp: Erforderligt antal våder skärs till med ett visst övermått. Våderna läggs på golvet och vattenstänks med en borste. Eventuella vattensamlingar fördelas med en bred pensel. Våderna rullas hårt men försiktigt och läggs att dra över natten.

Vid uppsättningen behövs två personer. En håller rullen och den andra spikar. Minst synliga skarvar får man om man följer ljusfallets riktning. Pappen rullas ut med den glättade sidan mot taket. Ändan av våden fästs med en spik i mitten. Rullen inriktas och utrullningen fortsätter. Spikning sker korsvis var fyrtionde centimeter. Pappen skall hela tiden hållas väl spänd med händerna brett isär. Pappen spikas i kortsidorna var tionde centimeter på en fuktad spikremsa. Remsan ska hållas väl spänd. Mellanrummen på långsidorna tätspikas.



Lämplig arbetsfördelning vid uppsättning av papp i tak. Illustration: Handbok i målning

Våd nummer två sätts upp på samma sätt, men med en överlappning på 8-10 centimeter. Remsan spikas i kortändan och längs långsidans kant, över den föregående våden. Hela taket görs klart under samma arbetspass. Pappen lämnas att torka och spänna ut sig ordentligt. Därefter rivs en torremsa och en klisterremsa. Torremsan blötläggs och läggs över pappskarven. Över detta klistras sedan den bredare klisterremsan. Torremsan är ca 7-8 cm bred och klisterremsan ca 15-16 cm bred, båda av klisterpapper. Spik remsan, de kallas också spiksstrimlor skall vara ca 3 cm breda av klisterpapper, de viks dubbla på längden och avser att förstärka spikraden.

Tapeter: De äldre tapeterna var, till skillnad från dagens, inte kantskurna. De hade en bredd på 47 cm. Tapeterna levereras i dag i rullar om cirka 10 meter och har en mönsterbredd på 53 centimeter. I de fall då tapeten inte är kantskuren, utförs detta lättast med hjälp av en skärlinjal med skärklots. En vass tapetkniv och ställinjal eller en sax kan också användas. Andra viktiga verktyg som behövs vid tapetseringen är en tjock pensel eller en roller, tapetborste, lod, tumstock samt ett tapetserbord.

Tapetklistret på 1700- och 1800-talen var en relativt lös välling kokad på fint råg- eller vetemjöl och vatten. På 1920-talet började man använda kallvattenlösliga stärkelseklister i pulverform, och på 1940-talet kom cellulosalimmet.

Tapetsering: Maskintryckta papperstapeter har alltid monterats på samma sätt som i dag och tapetseringen bör kunna utföras av en lekman. Omsorgsfullt underarbete och noggrannhet är dock A och O för ett bra resultat. Tapettillverkare och måleributiker kan ge råd om hur det går till.

Yt- och efterbehandling

Papp och tapeter: limfärg var från början den vanligaste ytbehandlingen på spännpappen (se Animaliska lim). Ibland patenterar man även pappen med en linoljefärg före limfärgsmålning. För att få en tvättbar yta i kök till exempel, målar man enbart med oljefärg eller tempera.

På 1950-talet började limfärgstapeter ytbehandlas med polyvinylacetat (PVA), vilket var en stor händelse inom tapetindustrin. Detta medförde att man fick en tvättbar yta med större motståndskraft mot smuts och nötning.

I dag används, hos en del tillverkare, syntetiska bindemedel och ytskikt för att uppnå de traditionella limtryckta tapeternas utseende och egenskaper, men med de moderna tapeternas tvättbarhet, är att förstärka limfärgen med linolja. (Se även Tempera, Limfärg och Linolja).

Vård och underhåll

Skadeorsaker

Temperatur och fukt: papper är hygroskopiskt, dvs. det upptar och avger fukt. Under fuktpåverkan sväller papper och vid torrt klimat dras det samman. Ett färgskikt på papper klarar inte dessa förändringar i längden utan lossnar från underlaget. Därför bör stora svängningar i luftfuktigheten undvikas. Det optimala för bemålat papper är en relativ luftfuktighet mellan 45 och 60 procent, och temperaturen bör vara runt 20 grader .

Luftföroreningar: luftens innehåll av svavelföreningar inverkar negativt på papper, bindemedel och färgpigment. På tapeter är sotpartiklar från eldning och cigaretttrök den stora föroreningskällan.

Ljus: allt ljus är skadligt för papper. Påverkan från ljus medför en fotokemisk nedbrytning som ger ett gulnat och skört papper. Pigmenten som används till tapeter är av varierande ljusbeständighet. Infallande solljus bör begränsas med tunna gardiner. Ljuset bör inte överstiga 150 lux.

Biologisk och mekanisk nedbrytning: vid höga luftfuktigheter (över 70 procent RH) tillsammans med temperaturer över 20 grader ökar risken för svamp och mögelangrepp på papper. På tapeter är även klistret en föda för silverfisk, strimmig trägnagare och möss. Väggar är alltid utsatta för mekaniskt slitage efter de

människor som bor där. Det handlar om slitage efter möbler och tavlor, fläckar efter händer samt hål efter spik. Detta går inte att undvika, det tillhör det naturliga.

Allmänt underhåll

Eftersom spänd papp är ett underlag för tapeter eller väggmålning, bör vård och underhåll vara av samma slag som för dessa. Vad man själv kan göra för att förebygga skador på tapeter är att skydda tapeten mot direkt solljus genom att hänga tunna bomullsgardiner för fönstren. Mekaniskt slitage kan delvis förhindras genom allmän varsamhet. Löst sittande smuts kan man försiktigt avlägsna med en mjuk pensel eller dammborste. Löst hängande tapetflikar bör limmas på plats innan de faller bort.

Överväg möjligheten att bevara spännpapp vid en renovering, eftersom äldre papp ofta är av bättre kvalitet än dagens.

Reparationsmetoder

Äldre **pappspända** väggar går utmärkt att laga och reparera. Den äldre pappen är ofta av bättre kvalitet än dagens. Hål lagas enklast genom att man klistrar ett nytt papper över hålet. Riv papperskanten på lagningspappret efter att det har torkat. Som klister används tapetlim eller vetestärkelseklister. Det fäster bättre om limmet är lite tjockare än normalt.

Revor kan lagas på två sätt. Enklast är att man spikar ner de trasiga kanterna mot underlaget och klistrar ett papper över revan. Lite mer omständligt men definitivt den snyggaste lagningen får man genom att riva till ett lagningspapper som är lite större än skadan. Detta limmar man på ena sidan, och sticker in det mellan vägg och papp med klistersidan mot baksidan av befintlig väggpapp. Sedan är det bara att trycka till.

Därefter spikar man en bräda eller skiva över skadan och låter limmet torka. När brädan och spikarna avlägsnats limmas ett papper som är större än det skadade området. På så sätt får man olimmade lösa papperskanter, som man drar bort när

limmet torkat. Man får då en mjuk övergång mellan originalpapp och lagning. Detta kallas med ett annat ord att man flossar pappen. På detta sätt får man en lagning som inte sitter fast mot väggen, samtidigt som pappen kan röra sig obehindrat av väggens rörelser.

Till lagningspapper bör man använda ett tunt följsamt papper. Makulaturpapper går bra, men bäst är ett långfibrigt handgjort japanskt papper. Japanska papper finns i olika tjocklekar och kvaliteter i väl sorterade konstnårsbutiker, och de lämpar sig väl för att laga både tapeter och pappväggar.

Arbeten med tapeter enligt det följande bör utföras av en målerikonservator, om man inte själv har vana vid liknande arbeten. Vid alla ingrepp gäller det att först prova på en liten undanskymd yta.

Lösa tapetdelar limmas ner med ett klister med låg fukthalt; detta för att undvika fuktfläckar. Ett tjockt vetestärkelselim är utmärkt för ändamålet. Men se till att det inte hamnar något lim på framsidan av tapeten, eftersom dessa fläckar är svåra att få bort. Hårt bunden smuts som sot och liknande rengörs bäst med specialsvamp (Wishab). Detta arbete bör utföras med försiktighet, eftersom risken är stor att man inte får ytan jämnt rengjord eller att limfärgen är i så dålig kondition att den smetas ut.

En tapet vars färgtryck är limsvagt går att fixera med fixativ som sprutas jämnt och tunt över ytan. Även detta arbete kan vara vanskligt, eftersom risken finns att fixativet missfärgar tapeten om det appliceras för tjockt eller för ojämnt.

Fuktfläckar rengörs och retuscheras med torrpastell eller akvarellfärg. Det är viktigt att färgen är ljusäkta.

Hål och revor lagas genom att man river till en bit papper som är lite större än skadan. Stick in papperet bakom skadan i originaltapeten, limma originaltapetens baksida och tryck till försiktigt. Retuschera lagningen med limfärg eller akvarell i tapetens bottenfärg.



Ilagning av schablonmålade tapeter på Fröreda storegård, Järnforsen. Foto: Jönköpings läns museum

Miljöaspekter

Miljöpåverkan vid framställning

Alla tapettillverkare använder sig inte av samma sorts papper. Av kulturhistoriska skäl använder vissa tillverkare bruna kvaliteter som till stor del består av returfibrer från welleballage. Ett annat papper som används är ett klorfritt vitt papper. Andra tillverkare anser att returpapper försämrar tapetens livslängd, uppsättnings-egenskaper och utseende. Därför använder de sig bara av oanvända primärfibrer till sina tapeter. Pappersmassan är inte klorgasblekt, och produktionen sker under strängt kontrollerade former.

Färgen som används vid tapetryckningen varierar också hos olika tillverkare. Ett företag tillverkar så kallad biofärg, som är uppbyggd på en emulsion av kokt linolja, vatten och cellulostärkelse. Emulgeringsmedlet är kasein (mindre än 0,5 procent). Färgblandningen innehåller inte lösningsmedel, och pigmenten är fria från tungmetaller. Samtliga råvaror företaget använder är förnyelsebara, utom pigment och fyllmedel. Färgresterna klassas inte som miljöfarligt avfall.

Andra tillverkare använder sig av en tryckfärg som till 100 procent är vattenburen. Förutom vatten ingår pigment och bindemedel, bestående av syntetiska

sampolymerer, polyvinylacetat och akrylat. Bindemedlen är varken hälsovådliga eller miljöskadliga, men trots detta är de ändå inte tillräckligt miljömässiga. Färghanteringen är i dag inte längre något problem ur miljösynpunkt. Alla farliga lösningsmedel har försvunnit ur produktionen. De rester av lösningsmedel som ännu släpps ut kommer till stor del från rengöringsmedel. Detta gäller bland annat glykol som ingår i vissa pigmentsystem.

Miljöpåverkan vid hantering och i bruksskedet

När det gäller emissioner, dvs. utsläpp i luften, har den vattenburna färgen inneburit stora förbättringar, inte minst för personalen.

Återvinning och deponi

Använd papp kan återvinnas eller användas som energikälla. Produkten är biologiskt nedbrytbar.

Tryckfärgsrester från tapeter kan hanteras som vanligt hushållsavfall, om de inte innehåller pigment av tungmetaller. Idag används endast godkända pigment vid tapetframställning.

Materialets historia

I Sverige började papperstillverkningen i slutet av 1500-talet, och tillverkningen av papperstapeter cirka hundra år senare. Allt papper gjordes i ark fram till början av 1800-talet. Måtten på arken varierade, men ett vanligt mått var 50 x 60 centimeter. Råvaran var linne- hampa- och bomullslump. Mönster på tapeterna gjordes med en tryckstock av trä. Mönstret skars ut i stocken. En stock fick göras för varje färg.

Efter 1830 började papper tillverkas på rulle, och man övergick till att valstrycka tapeter. Mönstret skars ut i en rund stock. På detta sätt kunde man göra tapeter både snabbt och billigt. Redan vid mitten av 1800-talet kunde man trycka 10 till 15 färger åt gången. För varje färg i tapetmönstret fanns en tryckvals med tillhörande färglåda.

Problemet vid denna revolution var att få tag på råvaran till papperet. Lumpen räckte inte till och därför började man använda träslipmassa till papperstillverkningen. Resultatet blev att papperskvaliteten försämrades avsevärt. Det sena 1800-talets tapetpapper kan av denna anledning variera, beroende på hur påkostad tapeten är. Först under 1900-talet började pappersmassa av högre kvalitet användas.

I mitten på 1800-talet började bland andra Munksjö pappersbruk tillverka förhrydningspapp i rullar, vilket genast väckte stor uppmärksamhet. Den nya tekniken att framställa papp i rullar medförde en för sin tid avancerad marknadsföring, där slagordet "Papp i långa banor" stod i centrum.

För att spänna väggarna använde man brun väggpapp, som fanns i tre olika tjocklekar och var 1,50 meter bred. Denna papp var avsedd för invändig tätning av väggar mot drag och fukt samt för att ge ett bra underlag för målning eller tapetsering. Genom att spänna pappen fick man en jämn yta.

Innertakpappen, eller spänn- och klisterpappen, användes för att spänna innertak. Den fanns i tre olika tjocklekar, två vita och ett brunt, och var 1,50 meter bred. Klisterpappen användes för att dölja skarvarna. Även här fick man ett plant fint tak, och en fördel var att det inte ramlade ner något från springor i taket.

Pappspänning var en del av målarens arbete. Att pappspänna väggar och tak blev vanligt under senare delen av 1800-talet och fram till 1940-talet. Då tog framför allt masonit och andra porösa skivor över.

Litteratur

Att sätta tapet, Sveriges Tapetindustriers Branschråd, (u å)

Drange, Tore m.fl. *Gamle trehus*, Universitetsforlaget AS, Oslo, 1992

Fridell Anter, Karin och Wannfors, Henrik, *Så målade man*, Tryckindustri, 1990

Beckman, W, *Munksjö Handbok*, Åhlen&Åkerlunds Boktryckeri, 1951

Hantverket i gamla hus, Svenska föreningen för byggnadsvård och Byggförlaget, 1999

Hantverkets bok. Måleri, Lindfors bokförlag AB, 1938

Hidemark, Ove m fl. *Så renoveras torp och gårdar*, ICA bokförlag, 1993

Mandén-Örn, K., *Liten tapethistorik*, Stockholms stadsmuseum, 1976

Nyström, Bengt, Biörnstad, Arne och Bursell, Barbro, *Hantverk i Sverige*, LTs förlag, 1989

Söderberg, A., *Handbok i målning*, Saxon & Lindströms förlag, 1957

Tapetboken, en orientering om papperstapeter, tapetval och tapetsering, Tapetrådet (u å)

Tema Tapeter, ur tidskriften Byggnadskultur nr 4/99, Svenska föreningen för byggnadsvård, 1999

Tunander, Ingemar, *Tapeter i Sverige*, Ica bokförlag, 1984

Årsbok för kulturhistoria och hembygdsvård, årgång 65, Kalmar läns museum, 1980

Polymermaterial

Denna artikel tar upp plast- och gummimaterial, som tillsammans med vissa naturliga material bildar materialgruppen polymerer. Plast och gummi har i princip samma kemiska uppbyggnad. Av den orsaken, och eftersom gränserna för materialens tekniska och fysikaliska egenskaper samt deras användningsområden är likartade, tas de båda materialgrupperna upp i samma artikel.

Enbart materialformer som förekommer inom byggindustrin tas upp, medan produkter som är avsedda för extrema situationer eller miljöer inte behandlas.

Definitioner

Polymerer indelas också efter graden av syntes i helsyntetiska (exempelvis eten-, styren- och fenoplaster som Bakelit[®]), samt syntetgummi (bland annat Neoprene[®]) och halvsyntetiska material (till exempel celloluid, ebonit och naturgummi). Helt naturliga polymera material förekommer också, bland annat bärnsten, läder och cellulosa.

Benämningen "polymer" och dess underformer avser i denna artikel endast hel och halvsyntetiska polymermaterial.

Polymera material indelas efter sina tekniska egenskaper i plaster som efter tillverkning blir styva med liten elastisk töjbarhet, och elaster (gummi) som efter tillverkning blir mjuka med stor elastisk töjbarhet.

Plaster indelas efter sin molekylära uppbyggnad och därav följande tekniska egenskaper i termoplaster och härdplaster (duroplaster).

Det är molekylkedjan, inte plasten, som på grund av sitt utseende benämns med prefixet poly- t.ex. polyeten. Etenplast är exempelvis en polyeten-polymer. Den första benämningen på plaster var "konsthartser".

Artikeln är skriven av TEr.

Antikvariska aspekter

Eftersom polymerprodukter är industriellt tillverkade, ofta i stora serier och eftersom de hör till de moderna produkterna är de ofta registrerade i kataloger. I dessa kan man finna materialsammansättningar och andra beskrivningar. Denna dokumentation kan man finna i företagsarkiv eller på Patent och registreringsverket

Tidsbestämningen av en plastdetalj kan vara relativt enkel eftersom många polymerprodukter, speciellt plastprodukter, ofta har standardformer som har tillverkats under en begränsad tidsepok. Plastprodukter är alltså bra tidsindikatorer. Av den anledningen är det också viktigt att dessa produkter sköts och bevaras.

Det är dock besvärligt att vårda polymera material eftersom de flesta materialtyper hela tiden påverkas negativt av naturliga miljöer, ljus värme, syre, ozon med flera även i normala koncentrationer.

Produkter som handtag, knoppar, laminatskivor, skyltar och dylikt har former, färger, strukturer och mönster som knappast går att nytillverka med ett tillfredställande resultat och till en acceptabel kostnad.

Förekomst, utvinning och framställning

Förekomst och utvinning

Alla polymerer tillverkas av lågmolekylära föreningar (med låg molekylvikt), monomerer. Den enklaste är etan.

Monomererna till helsyntetiska polymerer utvinns ursprungligen ur råolja eller naturgas. Ursprungligen framställdes den ur råolja eller stenkolsjära. Monomerer till halvsyntetiska polymerer utvinns ur cellulosaarts, till exempel kåda från gummiträdet.

Framställning

Polymerer framställs genom polymerisation där monomerer genom kemisk reaktion fås att förena sig till långa molekylkedjor, polymerer. En polymer har bildats när en kedja som består av minst tusen förenade monomerer. Den enklaste kedjan är polyeten som bildar etenplast (PE).

Plaster med mer komplicerad kedjeform och andra egenskaper får man genom att blanda monomerer av olika slag i kedjan (till exempel akrylplast, PMMA). Beroende på hur de framställda kedjorna ser ut skiljer man mellan termoplaster och hårdplaster som har nätverk mellan kedjorna.

I dag levereras polymerer som granulat som sedan slutformas till färdiga produkter. I Sverige tillverkas polyeten- polystyren- och polyvinylkloridgranulat. Övriga granulat importeras. Den slutliga formningen av hårdplaster och elaster kräver tillsats av en härdare som ger den kemiska reaktion som tvärbinder kedjenäten. Vid slutformning av termoplaster och hårdplasten fenolplast krävs i regel endast värme och tryck.¹³⁶ Vid tillverkning av plastprodukter blandas (komponderas) polymererna genom tillsats av några av följande tillsatssämnen (additiv) som förbättrar bearbetnings- eller slutegenskaperna:¹³⁷

Smörjmedel som minskar materialets klibbighet.

Jäsmedel som ger materialet öppen eller sluten porositet.

Härdare som tvärbinder kedjemolekyler i hårdplaster och elaster.

Värmestabilisator som ökar beständigheten mot termisk nedbrytning.

UV-stabilisator som ökar beständigheten mot fotooxidativ nedbrytning.

Antioxidant som ökar beständigheten mot oxidativ nedbrytning.

Brandskyddsmedel som försvårar antändning och förbränning.

Mjukningsmedel som gör plaster mjukare.

¹³⁶ *Materiallära*, Maskinaktiebolaget Karlebo 1948. Karlebo *Materiallära*, utgåva 13, Liber AB, 1997. *Nationalencyklopedien*, Bra böckers förlag, 1989-96.

¹³⁷ Karlebo *Materiallära*, utgåva 13, Liber AB, 1997. *Additiv i PVC Märkning av PVC*, rapport 6/96, Kemikalieinspektionen, 1996. *Plastadditivprojektet - Metaller i plast*, PM nr 11/94, Kemikalieinspektionen, 1994. *Tillsatser i plast Slutrapport från plastadditivprojektet*, rapport 15/95, Kemikalieinspektionen, 1995.

Fyllmedel som förbättrar exempelvis form-, värmeutvidgnings-, hårdhets- och styvhetsegenskaperna, samt drygar ut materialet.

Färgämnen som ger materialet avsedd färg och kan absorbera UV-strålning.

Dessutom kan produkterna förses med en armering som förbättrar styvhet, bärförmåga och formstabilitet.

Tidigare användes klorhaltiga freoner vid jäsning av cellplast, men de har i dag ersatts av klorfria freoner som anses vara mindre skadliga för ozonskiktet. Även koldioxid eller rena kolväten används numera för jäsningen.

Bearbetningen, formningen, av hårdplastprodukter sker främst genom:

Formpressning (exempelvis kåpor, skivor) Sprutpressning (exempelvis handtag, vred, elkomponenter) Sprutning eller uppläggning för hand (exempelvis armerade kåpor, skivor) Profildragning (exempelvis cisterner, tankar) Laminering eller formpressning (exempelvis mattor, dukar).

Motsvarande metoder för termoplast är:

Formsprutning (exempelvis handtag, vred elkomponenter) Strängsprutning, så kallad extrudering (exempelvis tråd, folie, slang, rör, plastbelagd tråd, cellplast) Kalandrering (exempelvis folie, plastbelagd väv) Varmformning (exempelvis skivor, paneler, kåpor).

Tidigare användes klorhaltiga freoner vid tillverkning av cellplast men de har idag ersatts med klorfria drivgaser som anses mindre skadliga för miljön.

Uretancellplast får sin porositet direkt i formgjutningen. Styrencellplast tillverkas däremot genom att halvjästa cellplastpärlor får jäsa klart och sintra i en fast, sluten form (expanding) eller i en stränggjutningsmaskin (extrudering).

Naturgummi och syntetgummi tillverkas i tre steg:

- masticering och kompondering (malning och blandning av råmaterial och tillsatser)
- formning (genom formpressning, sprutpressning, formsprutning, strängsprutning eller kalandrering)
- vulkning (med en till fyra procent svavel för mjukgummi och upp till fyrtio procent för hårdgummi).

Egenskaper

Egenskaper för golvbeläggningsprodukter, fogband, hängrännor och stuprör samt film och duk av plast och gummi redovisas även i ett antal tekniska översikter utgivna av Svensk Byggtjänst.¹³⁸ Vad gäller förkortningar i det följande, se förklaringar under rubriken Produktformer och användningsområden nedan.

Inre struktur

Termoplaster består av långa, linjära eller grenade, mer eller mindre hoptrasslade molekylkedjor. Beroende på kedjornas regelbundenhet talar man om amorf eller kristallin struktur. Med ökad kristallinitet minskar elasticiteten.¹³⁹

Hårdplaster har nätverk mellan kedjorna (tvärbunden amorf struktur) som erhålls vid härdningsprocessen.

Även elastermaterial har nätverk mellan molekylkedjorna som bildas vid vulkningen. Elasticiteten möjliggörs genom att bindingarna är relativt glesa och svaga.¹⁴⁰ Fler strukturdrag och mellanformer finns.

Volymvikten för plaster varierar mellan 0,9 kg/dm³ (PELD, PP) och 1,38 kg/dm³ (PVC). Elaster väger 1,5 kg/dm³. Porösa produkter, till exempel cellplast, har lägre volymvikt.¹⁴¹

¹³⁸ *Tekniska rapporter*, olika ämnesområden, Svensk Byggtjänst, olika utgivningsår.

¹³⁹ Karlebo *Materiallära*, utgåva 13, Liber AB, 1997.

¹⁴⁰ *Materiallära*, Maskinaktiebolaget Karlebo 1948. Karlebo *Materiallära*, utgåva 13, Liber AB, 1997.

Hållfasthet och styvhet

De hållfasthetsegenskaper som är mest intressanta för polymerer är riv- och stanshållfasthet för film, duk och mattprodukter, böj och slaghållfasthet för golvmassor, kåpor, skivor och sanitetsprodukter, rör, drag och tryckhållfasthet för lister, rör, slangar, lim, vibrations och värmeisoleringsprodukter (bärförmåga) samt skjuvhållfasthet för lim och isoleringsprodukter. Till den senare kategorin hör motstånd mot slitage som främst är intressant för rörliga komponenter som remmar och drivhjul, men även för mattor, duk, färg, golvmassor och beklädnader.

Egenskaperna varierar mycket mellan olika polymerer, men även inom samma polymertyp beroende på sammansättningen. Flera egenskaper har förbättrats med armering av exempelvis stål, glasfiber eller asbest. Produktkataloger och litteraturen redovisar storleksordningen för de olika egenskaperna.¹⁴²

Elastiska egenskaper är mest intressanta för rör, slangar färger, fog- och golvmassor, vibrationsisoleringsprodukter och lister. Polymerer delas in i olika tillstånd: glasartat (exempelvis PS), gummiartat (bland annat NR) och mellantillståndet läderartat (exempelvis mjuk PVC).

Olika plaster har mycket olika arbetskurvor (spännings-töjningsdiagram). Vissa plaster (bland annat PS och PELD) saknar sträckgräns = den spänningsnivå där töjningen ökar språngartat utan att belastningen ökas. PS får ett sprött brott vid liten töjning, medan PELD får ett segt brott med stor töjning. Andra plaster (till exempel PA) uppvisar däremot en hög sträckgräns och därefter ett segt brott.¹⁴³

Elaster saknar också sträckgräns. Brottötjningen är mellan 200-500 procent och dragbrottspeänningen varierar mellan tio och trettio MPa. Vid avlastning har elaster en kvarstående töjning (hysteris) som beror på en inre dämpning i materialet. Detta utnyttjas vid vibrationsdämpning.

¹⁴¹ Karlebo *Materiallära*, utgåva 13, Liber AB, 1997.

¹⁴² Karlebo *Materiallära*, utgåva 13, Liber AB, 1997.

¹⁴³ Karlebo *Materiallära*, utgåva 13, Liber AB, 1997.

Cellplast tillverkas av PUR, PS eller PVC och indelas efter hårdhet och celltyp. Till värmeisoleringar används hårda produkter med slutna celler, medan en mjukare plast med öppna celler används till vibrationsisoleringar och stoppningar.

Formstabilitet

Vid långtidsbelastning kryper de flesta plastmaterial, vilket innebär att de formändras utan att belastningen ökar. Även elasterna uppvisar krypningstendenser.

Vissa polymerer sväller vid fuktupptagning.

Jämfört med stål är temperaturutvidgningskoefficienten för hårdplaster ca tre gånger högre och för termoplaster tio gånger högre.

Användningstemperaturer

Alla polymerer som används inom byggverksamhet (förutom PVC) kan användas i nordiska utomhustemperaturer, de flesta ner till -50°C (-20°C för PVC och -30°C för ABS). Vissa spröda plaster kan dock vara frostkänsliga efter fuktupptag.

Den högsta möjliga användningstemperaturen varierar från 80°C för PVC till ca 140°C för PF. Övriga polymerer ligger däremellan. Smält- respektive kolningstemperaturerna ligger betydligt högre.

Temperaturintervallet för applicering av färger, golv och fogmassor anges som regel på förpackningen.

Brandtekniska egenskaper

Trots att vissa polymerer klassas som svårantändliga eller självslocknande, kan de vara olämpliga ur brandsäkerhetssynpunkt om de används fel. De kan smälta eller förkolna vid brand, vilket kan ge heta droppar och sot eller leda till att belastade produkter mister sin bärförmåga. Brinnande material kan även avge giftiga eller korrosiva gaser och bidra till brandspridning.



Förstörande provning av en lådknopp av plast. Föremålet var lätt att antända, ingen påtaglig lukt vid förbänningen och lite sotning. Plasten smälte och rann. Slutsats: termoplast, troligen amidplast, PA. Foto: TEr

Lukt och luktabsoption

Vid normal användning är polymerer så gott som helt luktfria. Vid tillverkning, bearbetning, skärning, höga temperaturer och förbränning eller annan extrem användning, kan råmaterial, tillsatsmedel, restprodukter eller lågmolekylära migrationsprodukter avge lukt. Vissa av gaserna kan vara giftiga. De flesta polymerer absorberar lätt lukt från omgivningen, exempelvis mat och mögel.

Färg, färgstabilitet och optiska egenskaper

Plaster (förutom fenolplaster) har som regel ljusa utgångsfärger, men kan genomfärgas. Färgstabiliteten är god. Blekning och kritning kan förekomma i vissa miljöer. Missfärgning kan orsakas av yttre ämnen eller migrering.

Gummimaterial pigmenteras med kimrök om de ska vara svarta, respektive med kiselsyra eller krita om de ska vara ljusa.¹⁴⁴ Färgstabiliteten är god, men missfärgning kan lätt ske.

PS, PC, PMMA och andra termoplaster med amorf struktur är glasklara med en transmission upp till 85-90 procent. PEHD, PELD, ABS och andra högkristallina

¹⁴⁴ Karlebo *Materiallära*, utgåva 13, Liber AB, 1997.

termoplaster är opaka (mjölkiga). PELD kan dock göras glasklar. Glasklara produkter kan tonas med pigment.

Ytstrukturer

Så gott som alla polymerprodukter formgjuts, sprutas genom munstycke eller kalandreras och produkterna får därmed formytans struktur. Gjutna produkter får ofta gjutskägg. Ibland kan vissa ingående tillsatsmaterial (exempelvis jäsmedel eller glasfiberarmering) ge en viss struktur. Mera sällan efterbehandlas produkterna efter tillverkningen, med undantag för borttagning av gjutskägg och eventuell målning. Porösa produkter som cellplast får sin ytstruktur vid tillverkningen.

För en mer nyanserad redovisning av olika polymerers egenskaper hänvisas till litteraturen.¹⁴⁵

Produktformer och användningsområden

Enligt statistik från 1994 stod bygg- och anläggningsbranschen för 25 procent av plastkonsumtionen (färger och lacker undantagna). Av detta utgjorde PVC ca 75 procent. Av den totala plastkonsumtionen gick största volymen till golv- och väggmattor, avloppsrör och isolering.

På senare år har man efter internationella överenskommelser börjat märka plastprodukter med plasttyp i en tryckt, inpräglad eller gjuten symbol på produkten. Än så länge är det främst förpacknings- och bilplastindustrin som tillämpar märkning. Märkningen är en recycle-triangel eller en enkel triangel med en inskriven sifferkod 01 (eller 1) till 07 (eller 7) och med polymer-koden under triangeln.

¹⁴⁵ *Materiallära*, Maskinaktiebolaget Karlebo 1948. Karlebo *Materiallära*, utgåva 13, Liber AB, 1997. *Nationalencyklopedien*, Bra böckers förlag, 1989-96. *Plastskolan, Plastbranschens informationsråd*, 1997.



Olika polymerer i en bostadsinredning: PMMA i taklamp- glaset, HIPS eller ABS i kylsåpets invändiga ytor, troligen UF i vägguttaget, MF i laminatbänkskivorna och PVC i golvmattan samt akrylatfärg på luckorna. Foto: TER

Sifferkoden 01 (eller 1) står för plastkoden PETE, polyetylen tereftalat.

Motsvarande koder är 02 för PEHD, 03 för PVC, 04 för PELD, 05 för PP, 06 för PS och för övriga plaster 07.¹⁴⁶

Fortfarande består byggnader och anläggningar av en mycket liten del polymerprodukter. Nedan redovisas exempel på användningsområden för polymera material som ingår i stomkomplettering, fast inredning, installationer och ytskikt. Ytterligare information om produktformer och användningsområden finns i litteraturen.¹⁴⁷

¹⁴⁶ *Tidens tand*, Riksantikvarieämbetet, 1999.

¹⁴⁷ Berge, Björn, *Byggmaterialernes økologi*, Universitetsforlaget AS, 1992. *Handboken Bygg band 2 Material*, olika upplagor, AB Byggmästarens förlag/ Liber förlag, 1948, 1961, 1968 och 1984. Karlebo *Materiallära*, utgåva 13, Liber AB, 1997. *Materiallära*, Maskinaktiebolaget Karlebo 1948. *Nationalencyklopedien*, Bra böckers förlag, 1989-96. *Plaster, Materialflöden i samhället Redovisning till regeringen del 2*, rapport 4505, Naturvårdsverket, 1996. *Viktiga materialflöden*, Naturvårdsverket, 1994. *Perstorpsboken - plastteknisk handbok*, Maskinaktiebolaget Karlebo, 1975.

Termoplaster

Exempel på användningsområden:

ABS, akrylnitril-butadienstyrenplast; Instrumentpaneler, medelgamla kylskåpsinredningar (jfr PS).

PA, amidplast; Handtag, vred, kugghjul.

PC, karbonatplast; Krossäkert "glas", lampkupor, uterumstak, glasklara höljen till elmätare.

PELD, etenplast med låg densitet; Byggfilm, ångspärrar, tätningsdukar, slangar, kabelhöljen.

PEHD, etenplast med hög densitet; El-, VVS-rör.

PMMA, akrylplast (metylmetakrylat); Skyltar, takljuskupoler, tavelglas, (Plexiglas[®]), tvättställ, badkar.

PS, styrenplast (även EPS, extruderad PS och HIPS, high-impact PS); Värmeisolering, kökslådor, speceriskåp med glasklara lådor, äldre kylskåpsinredningar (PS), yngre kylskåpsinredningar (HIPS) (jfr. ABS).

PVAC, vinylacetatplast; Bindemedel för lim och färg

PVC, vinykloridplast; Vägg- och golvmattor, kabelisolering, slang (mjuk PVC). Avlopps- och elrör, värmeisolering, hängrännor, lister, foder, karmar, korrugerade fasadbeklädnader (hård PVC).

Härdplaster

Exempel på användningsområden:

EP, epoxyplast; Golvmassor, laminat, lim (Araldite[®]), rostskyddsfärg till kylskåp.

MF, melaminplast (aminoplast, se även UF); Laminat (ytskikt i Perstorp-Plattan[®]), i övrigt samma som UF.

PF, fenolplast; Elisolation (Bakelite[®]), handtag, vred, toalettsitsar, lack, lim, laminat (stomme i Perstorp-Plattan[®]), bindemedel i mineralullsprodukter.

PUR, polyuretan; Värmeisolering, fogsium, lack, lim.

UF, ureaformaldehydplast, karbamidplast (aminoplast, se även MF); Handtag, strömbrytare, vägguttag, toalettsitsar, lim, lack, laminat, bindemedel i mineralullsprodukter.

UP, esterplast; Balkongräcken, -tak, tankar, rör, lack, laminat. Produkterna, utom lack, är oftast glasfiberarmerade.

Elaster

Exempel på användningsområden:

CR, kloroprengummi; Tätningslister, kabelhöljen. (Neopren[®]).

CSM, klorsulfonetengummi; Tätningslister, golvbeläggningar och beklädnader utomhus, lack.

Ebonit, hårdgummi; Elisolering, handtag, beslag.

EPDM, EPM, etenpropengummi; Tätningslister, kabelhöljen.

HR, butylgummi; Vattenisoleringsduk.

NR, naturgummi; Slangar, vibrationsdämpning.

Q, silkongummi; Detaljer för höga och låga temperaturer.

Hantering och bearbetning på arbetsplatsen

Transporter och lyft

Polymermaterial kännetecknas av relativt låg densitet. Produkterna är som regel inte så stora och är lätta att lyfta och forsla. Undantaget är duk- och mattprodukter på rulle som kan bli både tunga och otympliga och kräver specialredskap.

Lagring

De flesta polymera material är okänsliga för frost och för väta. Vissa porösa produkter ska dock skyddas från väta så att fukt inte byggs in i byggnaden. En regel är att produkter för inomhusbruk lagras skyddat från fukt och kyla. För färger, fog- och golvmassor gäller fabrikantens lagringsanvisningar.

Kapning och formning

I regel levereras polymera produkter färdigformade och kräver endast montering, i vissa fall även håltagning. Isoleringmaterial, skivor, tätningsprodukter och liknande måste dock ofta kapas. Vid sådan bearbetning kan giftiga ämnen alstras.

Polymera material formas inte på arbetsplatsen, förutom vid applicering av golv- och fogmassor samt fogskum.



Skivor av karbonatplast, PC, kan användas som uterumstak eller som här ogenom- siktliga fönsterrutor. De kapas lätt till rätt format med en fintandad såg. Foto: TER

Vård och underhåll

Här anges polymererna med sina respektive, internationellt överenskomna förkortningar.

Vård och underhåll

Polymerprodukter bör hållas skyddade från de nedbrytande eller missfärgande ämnen eller miljöer som är specifika för varje material. Ämnena är som regel andra organiska ämnen, exempelvis matvaror eller oljor som migrerar in i materialet.

Skadeorsaker och skyddsmetoder

Alla polymerer utsätts för ett kemiskt åldrande, främst nedbrytning av molekylkedjor och, för hårdplaster och elaster, även tvärbindingarna. Processen påskyndas i vissa miljöer.



Plexiglas, akrylplast PMMA används ofta till skyltningar i utomhusmiljö. Här jämförs en nyligen installerad skiva med en som varit exponerad ett antal år. Den senare har fått så grav missfärgning av ytan att texten svårligen kan läsas. Foto: TEr

Det är som regel svårt att identifiera en skadeorsak utifrån en viss skadetyp i en viss polymer. Skadan orsakas ofta av en kombination av flera yttre och inre, kemiska och fysikaliska faktorer. En del polymerer reagerar dessutom på samma sätt på olika skadefaktorer. Nedanstående redovisning ger därför endast diffus information. I angelägna fall bör polymerexpert konsulteras.¹⁴⁸

¹⁴⁸ *Tidens tand*, Riksantikvarieämbetet, 1999.

UV-strålning och syre i kombination bryter ner kedje- eller tvärbindingarna, vilket resulterar i försprödning av materialet. Undantagen utgörs av PC och PMMA bland termoplasterna, EP och PF bland härdplasterna, och alla elaster som används i byggsammanhang, förutom naturgummi.

Syre och värme i kombination inverkar skadligt på polymera material på lång sikt.

Ozon angriper de flesta polymerer och det visar sig ofta som sprickbildning på materialytan.

Hydrolysis (syra eller alkali i vattenlösning) bryter ner molekylkedjor i framför allt UP, PA och PUR och resulterar i kritning, frätning eller sprickbildning.

Migrering innebär att lågmolekylära tillsatsmedel transporteras i materialet antingen från polymeren mot materialytan eller från yttre miljö in i polymeren. Oavsett vilket kan migrationen orsaka egenskapsförändringar och ytmissfärgning.

Spänningsprickning är ett utmattningsfenomen som sker när ett belastat plastmaterial spricker även om brottgränsen inte har uppnåtts (exempelvis vid växlande temperaturer). Fenomenet påskyndas av vissa kemikalier, bland annat tvättmedel, och kallas då spänningskorrosionssprickning.

Det finns få sätt att skydda en polymerprodukt eller ett material från dessa typer av skador. Förutom att undanhålla produkterna från den skadliga miljön är i vissa fall endast ytbehandling tillgängligt. Metoder och skyddsmaterial skiljer sig beroende på materialtyp. Expertis bör konsulteras.

Reparationsmetoder

Expertis finns att tillgå för reparation, konservering eller renovering av främst plastmaterial. Det finns även ett sortiment med reparationslimmer för olika material.

Håltagnings- och kapningsmetoder

De flesta polymermaterial är enkla att bearbeta med sågning, borrar etc. Metoderna fungerar olika bra på olika material. Det är viktigt att tänka på att materialet inte får smälta eller förkolna vid bearbetningen.

Miljöaspekter

Olika miljöaspekter finns redovisade i litteraturen.¹⁴⁹

Miljöpåverkan vid framställning och transport

Polymerer tillverkas i till övervägande delen av ändliga råvaror med begränsad tillgång, främst råolja. Transporterna av råolja är ofta långa och utgör i sig en miljörisk (eventuella olyckor) och ett miljöproblem (oljeutsläpp och förbränning). Cirka fyra procent av världsproduktionen av olja används till plasttillverkning

Eftersom polymerprodukter har låg volymvikt, är formade och ofta paketerade på fabrik, blir den transporterade volymen relativt stor. Man utnyttjar därmed inte alltid fordonets lastförmåga. Samtidigt blir transporterna ofta långa eftersom tillverkningsorterna ligger glest.

Miljöpåverkan vid hantering

Vid tillverkning och hantering av en stor del av polymererna används eller alstras större eller mindre mängd ämnen som innebär arbetsmiljöproblem eller miljörisker, inte minst vid transporter av råvaror.

¹⁴⁹ *Additiv i PVC Märkning av PVC*, rapport 6/96, Kemikalieinspektionen, 1996. Berge, Bjørn, *Byggematerialernes økologi*, Universitetsforlaget AS, 1992. Karlebo *Materiellära*, utgåva 13, Liber AB, 1997. *Nationalencyklopedien*, Bra böckers förlag, 1989-96. *Plastadditivprojektet - Metaller i plast*, PM nr 11/94, Kemikalieinspektionen, 1994. *Plaster, Materialflöden i samhället Redovisning till regeringen del 2*, rapport 4505, Naturvårdsverket, 1996. *Plastskolan, Plastbranschens informationsråd*, 1997. *Tillsatser i plast Slutrapport från plastadditivprojektet*, rapport 15/95, Kemikalieinspektionen, 1995. *Viktiga materialflöden*, Naturvårdsverket, 1994.

Många epoxiföreningar är giftiga och kan vara allergena eller cancerogena. Det råder delade meningar om huruvida mjukgörare, till exempel ftalater och liknande ämnen, medför skadeverkningar på människan.

Den ovan angivna litteraturen ger god inblick i vilka ämnen som ingår i olika plasttyper. Tillsammans med föreskrifter (AFS och Begränsningslistan) och informationslitteratur (OBS-listan) kan miljöaspekterna vid hantering definieras.

Spill av isolerings- och fogtättningsprodukter kan vara betydande på byggarbetsplatser, medan det blir ytterst lite rester av formvaror. Det är viktigt att spillet omhändertas på samma sätt som rivningsmaterial.

Miljöpåverkan i bruksskedet och emissioner

Ett fåtal polymerer ger emissioner som är skadliga för människa eller natur. Forskning och debatt pågår inom området, speciellt beträffande PVC som står för den största tillverkningsvolymen och innehåller flest additiver.

Stora koncentrationer av plastprodukter kan innebära en brandrisk. Redan vid 300-400°C avger många plaster gaser som kan vara giftiga, korrosiva eller flamgivande.

Återanvändning, återvinning och deponi

Alla fabriksformade polymermaterial lämpar sig väl för återanvändning, såvida de inte är trasiga, kontaminerade eller starkt åldrade eller slitna. Termoplaster är generellt sett bäst att återvinna tack vare smältbarheten, liksom att det finns en fungerande återvinningsindustri för dessa. Hårdplaster källsorteras och destrueras, eller går till deponi om de inte innehåller miljöskadliga ämnen.

Eftersom en del, speciellt äldre, plastprodukter kan innehålla direkt skadliga ämnen, exempelvis asbest i vissa fenolplastprodukter, bör rivning ske med stor försiktighet.

Materialets historia

Följande framställning ger en mycket översiktlig redovisning av huvuddragen i historien kring plast och gummi. För ytterligare information se litteraturen.¹⁵⁰

Redan på 1530-talet framställdes i Tyskland ett slags kaseinplast som användes i intarsiainläggningar. Det är osäkert om denna produkt förekom i Sverige.

På 1840-talet tillverkades ebonit, ett halvsvetiskt hårdgummi med hög svavelhalt, för tillverkning av bland annat pianotangenter. På 1860- eller 1870-talet utvecklades det halvsvetiska cellulosanitratet celluloid som användes till biljardbollar, bordtennisbollar och leksaker.

År 1907 utvecklar "plastindustrins fader", professor Baekeland i USA, ett recept från 1872 på syntetisk harts som blir den första helsyntetiska plasten: fenolplast (PF) eller Bakelit[®], baserad på formaldehyd och fenol eller kresol. I detta skede introduceras även syntetiska mjukgummi produkter av metylgummi, i första hand till bildäck.

Lite senare, 1912, fick dr Klatté i Tyskland patent på framställning av vinylföreningar.¹⁵¹ PVC började tillverkas kommersiellt i USA och Tyskland i mitten av 1930-talet och produktionen i Sverige startade 1945.¹⁵²

Säkerhetsglas, som bestod av två glasrutor sammanlimmade med en akrylsyraester, uppfanns i Tyskland 1927. Omkring 1930 kom akrylplast (PMMA), till exempel Plexiglas[®] och Perspex[®], samt elasten Buna-S. Elasten Neopren[®] (CR) lanserades 1931.

¹⁵⁰ *Materiallära*, Maskinaktiebolaget Karlebo 1948. Karlebo *Materiallära*, utgåva 13, Liber AB, 1997. *Nationalencyklopedien*, Bra böckers förlag, 1989-96. *Plastics, katalog från utställningen Plastics på Kulturhuset i Stockholm*, 1993.

¹⁵¹ *Plastics, katalog från utställningen Plastics på Kulturhuset i Stockholm*, 1993.

¹⁵² *Perstörpsboken -plastteknisk handbok*, Maskinaktiebolaget Karlebo, 1975. *Nationalencyklopedien*, Bra böckers förlag, 1989-96.

I mitten och slutet av 1930-talet uppfanns polyvinylacetat (PVAC), amidplast (nylon, PA), styrenplast (PS), uretanplast (PUR) och melaminplast (MF).

Omkring 1940 kom esterplast (UP), därefter den första etenplasten (PE) samt 1948 slagttålig PS och epoxiplast (EP). Först 1953 kunde man med hjälp av katalysator framställa etenplast vid rumstemperatur.

Under 1950- och 1960-talen uppfanns akrylnitril-butadienstyrenplast (ABS), propen- (PP) och karbonatplast (PC), samt den starka fiberplasten Kevlar®.

Plastinredningar till kylskåp i svensk produktion på 1950-talet utfördes i PS. Under 1960- till 1980-talen ersattes den av ABS medan man på 1990-talet övergick till HIPS.

Den forskning och utveckling av polymermaterial som pågår sedan 1970-talet är inriktad på att få fram starkare material och elektriskt ledande plaster genom utveckling av befintliga material och framställning av nya materialtyper.

Under 1990-talet har även ett ekologiskt tänkande vunnit terräng i form av resurssnålhet och återvinning vid hantering. Även utvecklingen av "den självläkande plasten" är på gång.

Litteratur

Additiv i PVC Märkning av PVC, rapport 6/96, Kemikalieinspektionen, 1996

Berge, Bjørn, *Byggematerialernes økologi*, Universitetsforlaget AS, 1992

Handboken Bygg band 2 Material, olika upplagor, AB Byggmästarens förlag/
Liber förlag, 1948, 1961, 1968 och 1984

Karlebo *Materiallära*, utgåva 13, Liber AB, 1997

Krughoff, Olof, *Plastordlista*, Plastbranschens informationsråd, 1997

Materiallära, Maskinaktiebolaget Karlebo 1948

Miljön, hälsan och tillsatser i PVC-plast, Kemikalieinspektionen och Naturvårdsverket, 1996

Nationalencyklopedien, Bra böckers förlag, 1989-96

Perstorpsboken -plastteknisk handbok, Maskinaktiebolaget Karlebo, 1975

Plastadditivprojektet - Metaller i plast, PM nr 11/94, Kemikalieinspektionen, 1994

Plaster, Materialflöden i samhället Redovisning till regeringen del 2, rapport 4505, Naturvårdsverket, 1996

Plastics, katalog från utställningen Plastics på Kulturhuset i Stockholm, 1993

Plast- och gummiteknisk ordlista, TNC 84, SIS Standardiseringskommissionen i Sverige och TNC tekniska nomenklaturcentralen, 1986

Plastskolan, Plastbranschens informationsråd, 1997

Tekniska rapporter, olika ämnesområden, Svensk Byggtjänst, olika utgivningsår

Tepfers R., *Kompendium i byggnadsmaterial, allmän kurs, del 2*, Chalmers tekniska högskola, 1975

Tidens tand, Riksantikvarieämbetet, 1999

Tillsatser i plast Slutrapport från plastadditivprojektet, rapport 15/95, Kemikalieinspektionen, 1995

Vad ska vi göra med PVC-avfallet Redovisning av ett regeringsuppdrag, rapport4594, Naturvårdsverket 1996

Viktiga materialflöden, Naturvårdsverket, 1994

Yarahmadi, Nazdaneh och Jakubowicz, Ignacy, *Återvinning av polymera material från gamla byggnader*, forskningsrapport från Sveriges Byggindustrier, 2003

Silikatfärg

Denna artikel tar upp mineralfärgen silikatfärg som även kallas vattenglasfärg. Den består av bindemedlet vattenglas och olika pigment. Den utvecklades under senare delen av 1800-talet i Tyskland.

Artikeln är skriven av H.Sa.

Antikvariska aspekter

Silikatfärgen anses vara beständigare än kalkfärg och den är särskilt tålig i sur omgivning. Att den inte nått samma breda användning i Sverige som i Tyskland måste bero på att luften i Sverige är renare och att våra erfarenheter av traditionell kalkfärg i allmänhet är goda. Vår grundläggande uppfattning att de traditionella materialen i första hand ska utnyttjas spelar förmodligen också en roll.

En tidigare silikatmålad yta kan "förnyas" med enbart bindemedel, som säkrar pigmentens vidhäftning. Om silikatfärgen på lång sikt kan underhållas och, liksom kalkfärgen, tjäna som "offerskikt", är osäkert.

Förekomst, utvinning och framställning

Förekomst och utvinning

Bindemedlet i silikatfärg är vattenglas, ett silikat som vanligen framställs ur kaliumkarbonat (pottaska). Beteckningen vattenglas används för såväl kalium- som natriumsilikat men som bindemedel anses kalivattenglas vara den bästa alternativet. Alla silikatfärger på den svenska marknaden är idag baserade på kalivattenglas.

Pottaska är ett renat, men inte helt kemiskt rent kaliumkarbonat. Det kan framställas ur träaska och "beredningen skedde i krukor (fr. pots), hvaraf namnet".

Idag sker tillverkningen industriellt och utgår från olika kaliumsalter som finns i naturen.

Framställning

Vattenglas fick sitt namn därför att det salufördes som glasartade, grönaktiga stycken eller som en sirapstjock vätska. Framställning av kalivattenglas sker genom sammansmältning av ren kvartssand och kaliumkarbonat. Processen sker vid hög temperatur (ca 1 400 grader) och högt tryck. Smältan löser sig i vatten och bildar en sirapstjock, gul till brungul vätska. Luftens kolsyra får vätskan att stelna till ett gelé, en kiselgel.

Egenskaper

Färgstabilitet

Vattenglas reagerar kemiskt och fysikaliskt med underlaget. Det är en "amorf" gel som bildas efter inverkan från luftens kolsyra samtidigt som pigmenten (ofta järnoxider) reagerar med vattenglas och bildar nya silikater, som är kristallina. Färgstabiliteten påverkas i hög grad av underlagets sugning - för starkt sugande underlag eller för lite bindemedel ger en färg som "kritar".

Uppbyggnad

Färgen består av vattenglas och pigment. Dessa två delar salufördes ursprungligen var för sig. Först påfördes en lösning av vattenglas, som förbehandling. Sedan utfördes själva målningen med torrpigment, uppslammade i vatten. Därefter påfördes ytterligare bindemedel, som ett fixativ.

Idag tillverkas ett modifierat eller stabiliserat kalivattenglas, som inte reagerar och stelnar direkt. Det innebär att man på byggplatsen kan blanda bindemedel och pigment och sedan måla som vanligt. Moderna färdigblandade Silikatfärger innehåller oftast en liten mängd Akrylat.

Beständighet

Silikatfärg har mycket god beständighet i sur atmosfär, vilket förklaras med att bindemedlet är starkt alkaliskt.

Frostbeständighet

Silikatfärg är frostbeständig under förutsättning att den påförs under rätt årstid - så att den hinner torka innan frosten kommer. Färg som fryser sönder har utsatts för fukt genom läckage eller från marken.

Ytstrukturer

En yta som behandlats med silikatfärg - utan tillsatser - har en ljusreflektion som närmar sig kalkfärgens. Många små och skarpkantade kristaller ger matt lyster och färgskiktet upplevs som förenat med underlaget. Modern silikatfärg, med akrylat- eller annan organisk tillsats, får en yta som påminner om latexfärgens.

Produktformer och användningsområden

Silikatfärg förekommer både som två-komponent och en-komponent. Tekniskt är två-komponentfärgen att föredra. Basiska pigment, som förvaras i vattenglaslösning, kan nämligen ge "intjockning", beroende på att olösliga silikat bildas. Det händer inte om bindemedlet levereras som en klar lösning och pigmenten som torrt pulver, i egen förpackning.



En klassisk silikatfärg. Keim Silex Mineralfarbe.

För målaren kan enkomponentfärgen ha vissa fördelar. Den innehåller emellertid alltid organiska tillsatser, enligt tyska normer, högst fem procent, vanligen akryllatex. Den bör för tydlighetens skull benämnas "dispersionssilikatfärg".

Silikatfärg användes ibland som en mera klimattålig ersättning för den traditionella kalkfärgen. Den är särskilt förankrad i tysk tradition, där den används både laserande och i starka täckande kulörer. Bindemedlet tillåter mera mättade kulörer än kalkfärg och frestar därför till användning av kulörer som inte återfinns på kalkavfärgade fasader.

Hantering och bearbetning på arbetsplatsen

Förberedelser

Tidigare silikatfärgsmålade ytor rengöres med rotborstning, eller stålborstning, och sedan sköljning med vatten. Idag användes också högtryckstvättning med varmt vatten. Det är viktigt att få bort fett, smuts och löst sittande färg och att åstadkomma god vidhäftning, sugning, för nya färgskikten.

Ny puts bör ges möjlighet att torka och karbonatisera i minst tre veckor innan den målas med silikatfärg.

Applicering

För silikatfärg rekommenderas vanligen två strykningar. En del fabrikanter föreslår också grundstrykning med bara bindemedel, eventuellt utspätt med vatten, för att anpassa underlagets sugning. Färgen appliceras med pensel eller roller.

Vård och underhåll

Underhåll

En silikatmålad fasad kan underhållas genom en övermålning med enbart bindemedel, silikatbindare. Man kan också, om man behöver kompensera för pigment som vittrat bort, stryka med utspädd färg.

Konserveringsmetoder

Det finns tillfällen då man av antikvariska skäl vill bevara äldre färgskikt, originalytor. På invändiga ytor, som inte är utsatta för slitage eller regn, har Riksantikvarieämbetet med framgång prövat olika metoder för fastsättning av löst sittande skikt av puts och färg. Arbetet bör utföras av konservator.

Miljöaspekter

Miljöpåverkan vid hantering

Silikatfärg är frätande. Ögon och händer måste skyddas. På varje arbetsplats bör alltid finnas skyddshandskar, skyddsglasögon och ögonbad.

Silikatfärg är också etsande. Glas och aluminium måste täckas.

Emissioner i bruksskedet

Som den traditionella kalkfärgen. Om man undviker giftiga pigment så innehåller silikatfärgen inga ämnen som kan skada människor och den avger inte heller några farliga gaser vid brand.

Materiallets historia

Silikatfärg är en vattenburen, mineralisk (oorganisk) färg. Det är en ren industriprodukt, utvecklad under andra hälften av 1800-talet av den tyske kemisten Adolf Keim. När silikatfärgen introducerades var det framför allt som

konstnärsfärg. Man efterliknade den traditionella kalkmålningens yta och flera av våra stora konstnärer har utfört väggmålningar med silikatfärg (också benämnd vattenglasfärg).

Litteratur

Dreijer, Jerkbrant, Wikner m fl, *Arkitekter om färg & måleri*, Byggförlaget, 1992

Fasad, form & färg, Konferens om fasadrenovering, Centrum för byggnadskultur i västra Sverige/Byggforskningsrådet, 1985

Slaggmaterial och mineralfibermaterial

Denna artikel tar upp slagg och slaggprodukter såsom slaggtegel, slaggflis, slagggrus och slaggull samt liknande produkter som koksslagg, stenull och glasull. Även skumglas- (cellglas-) produkter, glasfibernet och glasväv behandlas. Dessutom beskrivs fyllnadsmaterialet kiselgur (bergmjöl eller diatoméjord) och det närbesläktade bleke.

Slaggtegel och slaggflis benämns i denna artikel med det gemensamma namnet slaggsten. Slaggflis är det nya sammanfattande namnet på den stelnade, sönderslagna slagg som tappats ut i en grop i hyttgolvet. Slaggtegel är den ursprungliga benämningen på slaggsten som gjutits i form (kokill).¹⁵³

Slaggulls-, stenull- och glasullsprodukter kallas mineralullsprodukter med ett gemensamt namn. Motsvarande samlingsnamn för kiselgur och bleke är infusoriejord.

¹⁵³ Gunnarsson, Ann Marie, *Hus av slagg Byggnadskonst i Bergslagen*, Jernkontoret, 1993.



På gården framför herrgårdsbyggnaden på Engelsbergs bruk står dessa vackra, runda byggnader från 1780-talet. Slaggteget lär vara specialutvalt för att ge ett estetiskt tilltalande uttryck. Foto: TEr

Artikeln har skrivits av TEr.

Antikvariska aspekter

Slaggsten, slaggbetongplattor, slaggrus, slaggull och liknande produkter som tillverkas av restprodukter från metallframställning och andra förbränningsprocesser produceras numera i mycket liten omfattning. På grund av detta kan de ha ett högt byggnadshistoriskt värde och bör bevaras på sin plats. Även stenull och glasull har tidigare haft produktsammansättningar och tillverkningsmetoder som inte existerar längre och dessa material bör därför bevaras och kompletteras.

Alla slaggprodukter har en mycket stabil sammansättning och åldras därför långsamt eller inte alls, under förutsättning att de inte utsätts för brand, mekanisk skada eller är kontaminerade av andra ämnen.

När man byggde med slaggsten användes framför allt ortens eller närliggande bruks slaggsten. Några långa transporter var det aldrig fråga om. Varje bruk hade sin egen kvalitet på slaggsten. Speciellt gällde det masugnsslaggens kvalitet som i hög grad styrdes av vilka malmer som användes och hur masugnen drevs. När slaggstensbyggnader ska underhållas och restaureras är det viktigt att erinra sig att slaggstens utseende och kvalitet till stor del bestämdes av driftstekniska aspekter.

Slaggsten tillverkas inte längre och det är inte sannolikt att någon nyproduktion kan komma igång. Även om så var fallet skulle de stenar som framställdes inte ha samma kvalitet och utseende som de som måste ersättas vid en restaurering. Det är därför viktigt att ta vara på de slaggstenar som finns kvar i raserade byggnader och vid eventuella ombyggnader och att de som eventuellt tas om hand för kommande restaureringar märks på ett sådant sätt att det klart framgår varifrån de kommer.

Vid restaureringsarbeten är det också av betydelse hur och med vilka material murningsarbetet utförs. Kalkbruk har varit det dominerande materialet, men det har ofta, kanske alltid, handlat om hydrauliskt bruk. Det talas till exempel om lerornas betydelse i bruket och om den järnhaltiga slaggens betydelse för brukets hårdnande.

Cementbruk i modern betydelse blev däremot inte aktuellt förrän i början av 1900-talet.

Förekomst, utvinning och framställning

Förekomst och utvinning

Slaggprodukter är restprodukter från masugnsframställning av metaller, främst järn och stål, eller från annan förbränning. Man skiljer på masugnsslagg och bränsleslagg. Det senare utgörs av slagg eller aska från eldning av koks eller stenkol.

Vid tillverkning av slaggsten skulle malmen helst ha ett naturligt innehåll av kalksten vilket gjorde slaggen lättflytande. De bästa malmerna för tillverkning av slaggsten fanns i Norberg och Dannemora.

För slaggullsframställning användes masugnsslagg.¹⁵⁴ Basråvaran vid stenuullsframställning utgjordes ursprungligen av kalksten men numera av diabas.¹⁵⁵ Råvaran för glasull, glasfiber och skumglas utgörs av kvartssand (se Glas) och återvunnet glas.

Fyndigheter med kiselgur (skal av kiselalger) fanns förr i Osby och Ängelholm, och bleke (kalksediment) utvanns förr på Frösön och på Gotland.¹⁵⁶

Framställning

Vid **slaggstenstillverkning** kunde pulveriserad kalksten tillsättas för att förbättra slaggens flytbarhet. Låg flytbarhet gav dålig formutfyllnad och ökade risken för kvarliggande järndroppar i slaggen.

Slagg som göts till tegel i kokill skulle innehålla tre procent järnoxid och sex till åtta procent aluminiumoxid. Den fick inte vara för basisk, vilket innebar att silikathalten skulle ligga på 50 procent. Den höga silikathalten gav långsammare stelning, bättre kristallbildning och högre hållfasthet. Det övriga innehållet utgjordes av kalciumoxid och magnesiumoxid.

Slaggflis tillverkades av slagg som fick rinna ut och stelna direkt i en grund grop i hyttans (rådstugans) golv där det bildade en kaka eller oregelbundna klumpar av olika storlek, så kallade slaggor. De senare kunde användas utan tuktning eller slås till mindre flisor.

¹⁵⁴ *Handboken Bygg band 2 Material, Textolika* upplagor, AB Byggmästarens förlag/ Liber förlag, 1948 och 1961.

¹⁵⁵ *Handboken Bygg band 2 Material, Textolika* upplagor, AB Byggmästarens förlag/ Liber förlag, 1948, 1961, 1968 och 1984.

¹⁵⁶ *Handboken Bygg band 2 Material, Textolika* upplagor, AB Byggmästarens förlag/ Liber förlag, 1948.

Masugnsslaggtegel göts i enkla kokiller, gjutjärnsformar, eller i sandformar, vilket gav en mycket hård och hållbar produkt och medgav stor formvariation.

Sandformar, speciellt torrsandsformar, användes främst till ornamentala former på teglet. Teglet fick svalna långsamt för att bli kristallint och starkt.¹⁵⁷

Vällugnsslaggtegel göts i enkla eller dubbla kokiller, eventuellt i vattenbad för snabbare avkylning. Slaggteglet blev segare om man blandade "koksstybb" eller sand i den smälta slaggen, eller hettade upp de färdiga teglen och sedan lät dem "långsamt svalna under en betäckning av aska eller stybb".¹⁵⁸

Slaggull och stenull tillverkas genom att en smälta (1 500°C) av ämnet får rinna ut i en stråle som med högtryckslåga eller centrifug sönderdelas till en fin ull. Ullen impregneras och stabiliseras med till exempel fenolhartslösning och sammanfiltas genast till önskad kvalitet.¹⁵⁹ Därefter förses produkten med ett lämpligt ytskikt. Produktionen av slaggull upphörde på 1960-talet.

Glasull framställs genom att en glassmälta (1 300°C) rinner ner på en roterande skiva som slungar ut smältan i form av fina trådar som faller ner på ett bord. Där förses trådmassan eventuellt med impregnering och filtas samman.¹⁶⁰ Vid denna tillverkning är det inte nödvändigt med stabiliseringsämnen.

Glasfibernet limmas samman i tunnare enheter än glasullen. Glasväv tillverkas på samma sätt men här tas trådarna om hand innan filtningen. Dessa trådar spinns till garn och vävs ihop till en duk.

Skumglas tillverkas genom att en glassmälta skummas upp till viss porositet med hjälp av gas eller gasbildande ämnen. Porerna kan vara slutna eller öppna.

¹⁵⁷ Gunnarsson, Ann Marie, *Hus av slagg Byggnadskonst i Bergslagen*, Jernkontoret, 1993.

¹⁵⁸ Rothstein, E. E. von, *Handledning i allmänna byggnadsläran*, F. & G. Beijers förlag, 1890. Se även Gunnarsson, Ann Marie, *Hus av slagg Byggnadskonst i Bergslagen*, Jernkontoret, 1993.

¹⁵⁹ *Handboken Bygg band 2 Material, Textolika* upplagor, AB Byggmästarens förlag/ Liber förlag, 1948, 1961, 1968 och 1984.

¹⁶⁰ *Handboken Bygg band 2 Material, Textolika* upplagor, AB Byggmästarens förlag/ Liber förlag, 1948, 1961, 1968 och 1984.

Granulerad masugnsslagg, **slaggrus**, framställs genom att den flytande slaggen tappas i vatten varvid slaggen stelnar i olika stora, porösa och grusiga korn. Basisk slag med låg järnhalt fick en högporös, pimpstensliknande struktur.

Egenskaper

Inre struktur

Slaggstenens inre struktur kan vara kristallin, glas- eller emaljartad, beroende på sammansättning och stelningsförhållanden. Avsvälningssprickor kan förekomma, liksom oförbrända, porösa korn av kalksten eller droppar av rent järn.

Slaggtegel från vällugn har högre volymvikt än det från masugn beroende på ett högre järninnehåll.

Slagggrus består av porösa korn (slutna celler) med storlekar från fem millimeter och uppåt, medan koks-, stenkolsaska och stenkolsslagg har kornstorlekar från pulverform upp till 30 millimeter. Dessa porer är i regel öppna.

Mineralulls- och glasullsprodukter har en öppen, porös struktur som bildas av de hopfiltade fibertrådarna. Glasfiberprodukter är ofta så tunna att de är genomsiktliga. Skumglasprodukter har slutna eller öppna celler.

Inget av de beskrivna materialen eller produkterna är kapillärsugande med undantag för vissa enskilda slaggstenar som kan ha ingjutna korn av obränd kalksten.

Hållfasthet och bärförmåga

Hållfastheten hos slaggtegel torde vara lika hög som för lertegel med samma volymvikt. Sprickor och porositet kan dock försvaga enskilda tegel.

Sandgjutet masugnstegel ansågs ha högst kvalitet, medan kokillgjutna tegel var något sämre.¹⁶¹

Beträffande bärförmågan hos mineralullsprodukter; se motsvarande produktblad. Som regel är det produkternas deformationskriterier som bestämmer bärförmågan, men generellt ökar bärförmågan och styvheten med ökande volymvikt.

Skumglas tål mycket höga tryck och har stor styvhet. Det är ett sprött material som kräver en väl avjämnad upplagsyta.

Frostbeständighet

Alla produkter har en god frostbeständighet tack vare att de inte lagrar väta.

Beständighet och påverkan på andra material

Slaggsten med ingjutna korn av obränd kalksten kan frostsprängas om kalkkornen suger upp vatten och fryser. Stenar som innehåller droppar av metalliskt järn riskerar också frostsprängning eller sprängning genom korrosion om järndropparna utsätts för väta.

Samtliga material och produkter är obrännbara. Impregnerade mineralullsprodukter räknas dock som svårantändliga. Oimpregnerade produkter av slaggull, stenuull och glasull sintrar vid 750–1000°C, 800–830°C respektive 600°C.

Materialen suger inte upp fukt, förutom fingraderade och kapillärporiga produkter som exempelvis slaggrus, koks- och stenkollslag och depåverkas inte av rinnande vatten.

Uppgifterna går isär när det gäller eldfastheten hos slaggsten. Litteraturen anger exempelvis att "Slaggen (slaggtegel) ... angripes ej av fukt men tål ej stark värme".¹⁶² Med rätt sammansättning kunde dock en hög eldfasthet uppnås.

¹⁶¹ Gunnarsson, Ann Marie, *Hus av slagg Byggnadskonst i Bergslagen*, Jernkontoret, 1993.

Svavelhaltiga eller av annan orsak sura, och porösa slaggmaterial kan verka korrosivt på stål och andra metaller även vid ringa fuktighet. I dessa fall bör metallytorna skyddas med asfaltstrykning eller liknande.

Formstabilitet

Tryckbelastade mineralullsprodukter deformeras kraftigt både momentant och på lång sikt, även vid rekommenderad belastning. Alla de redovisade, porösa produkterna har en försumbar värme- och fuktutvidgning.

Färg, färgstabilitet och ytstrukturer

Masugnsslaggtegel kan ha blå, violett, gulgrön, grågrön eller grå till svart färg beroende på sammansättningen. Dessa har ofta en mycket blank och glasig yta. Slaggtegel från vällugn har däremot en matt och gråaktig eller brun yta med ringlande ytveck beroende på att dess slagg är mer trögflytande.¹⁶³



Masugnsslaggtegel uppvisar mycket varierande utseende beroende på samman- sättning och gjutningsförutsättningar. Detta kan utnyttjas för att åstadkomma spännande och vackra murar. Foto: TEr

Slaggrus uppvisar en mängd nyanser av grått och, beroende på föroreningsmängden, även brunt och gult. Även ytstrukturen varierar på grund av sammansättning och stelningshastighet och om de är krossade efter stelningen från mjukt runda aggregat av små kristaller till små eller större skifferartade lagringar.

¹⁶² Rothstein, E. E. von, *Handledning i allmänna byggnadsläran*, F. & G. Beijers förlag, 1890.

¹⁶³ Gunnarsson, Ann Marie, *Hus av slagg Byggnadskonst i Bergslagen*, Jernkontoret, 1993.

Koks och stenkolslagg har större eller mindre ytporer på grund av att de har eldats. Färgen är i regel svart, ibland färgad av föroreningar. Materialet smetar sot vid beröring.

Ytan hos skumglasprodukter är relativt slät beroende på formverktyget. Den har antingen små och slutna eller, om den är sågad, öppna porer. Färgen är som regel svart, men genomskinliga murblock och plattor finns.

Slagg och stenull är ljus- till mellangrå till färgen, medan glasull är gul. Ytstrukturen hos mineralullsprodukter beskrivs på annan plats.

Produktformer och användningsområden

Slaggsten, granulerad masugnsslagg (slaggrus) och slaggull har masugnsslagg som huvudråvara. Slaggrus ingår dessutom i vissa gjutprodukter, bland annat ballast, och som tillsatsämne med hydrauliska egenskaper.

Slaggsten användes relativt lokalt i de järnproducerande regionerna, ofta i uppbyggnaden av de hus och anläggningar som har anknytning till malmdriften. Slaggtegel och slaggflis användes på samma sätt som lertegel och natursten: för murning av frimurar, hus, ugnar och skorstenar, men även till grundmurar och broar, samt som golvtegel.



Slaggtegel medger samma arkitektoniska frihet som lertegel. Foto: TER

Slaggtegel har tillverkats i många olika former och storlekar. Rätblocksformen är vanligast, men koniska och radiala former för valvbyggnad och skorstenar förekommer också. Det finns även mer ornamentala former för exempelvis friser, lister, port- och fönsteromfattningar. Från 1920-talet tillverkades även slaggbalkar med ingjutna "korgar" av fem millimeter järntråd. Rätblocksformen serietillverkades i början av 1900-talet i storlekar upp till 24 x 12 x 12 tum (ca 60 x 30 x 30 cm).

Slaggrus användes som tillsats vid tillverkning av slaggcement (se Cement) och, på samma sätt som aska och slagg från koks och stenkol, som ballast i ickebärande murplattor i mellanväggar i hus, så kallade slaggbetongplattor.¹⁶⁴ Slaggcement, som kunde ersätta portlandscement, krävde en basisk masugnsslugg, medan slaggbetongplattorna krävde en sur slagg.

Bränsleslagg och slaggrus användes förr som fyllnadsmaterial och avjämning i bjälklag. De hade också en stomljudsdämpande och värmeisolerande funktion samt, speciellt vid träbjälklag, en luftljudsisolerande och brandskyddande effekt. I träbjälklag fylldes slaggen som regel på en papptätad blindbotten, och vid murade eller gjutna bjälklag direkt på stickvalv eller plana valv. Om övergolvet utgjordes av bräder kunde spikplank läggas i fyllningen vid monteringen av dessa. I annat fall kunde ett flytande cement- eller betonggolv gjutas direkt på slaggen. I båda fallen skiljdes golvmaterialet akustiskt från bjälklagsstommen.

Mineralull, det vill säga slagg-, sten- och glasull, har levererats i rullar som filt eller mattor, som styva, formskurna skivor och som lösull. Sten- och glasull har också levererats som formstycken för rör, så kallade rörsålar. Filt-, matt- och skivprodukterna har haft flera format genom tiderna; från tjocklekar på 15-20 mm upp till 200-250 mm och med olika ytskikt; galvaniserat ståltrådsnät, oimpregnerat eller impregnerat papper eller wellpapp. Numera finns de med stapelfiber av

¹⁶⁴ *Handboken Bygg band 2 Material, Textolika* upplagor, AB Byggmästarens förlag/ Liber förlag, 1948, 1961, 1968 och 1984.

glasfiberväv. (Beträffande mer exakta former och utföranden vid olika tider se Handboken Bygg och gamla produktkataloger.)

Mineralullsprodukter används till värmeisolering, stegljudsdämpning, ljudabsorption och som kapillärbrytande skikt. Tunga, styva skivor används som värmeisolering och kapillärbrytande skikt under betongplattor och flytande golv. Medeltunga produkter används som värmeisolering i konstruktioner med måttlig belastning och som ljudabsorbenter, medan lätta mattor, filter, skivor och lösull används som värmeisolering i obelastade lägen.

Glasfibernet används som armering i skivor av epoxi- eller polyesterplast, som stomme i mineralfiberpapp (se Papp) och som ytskikt på mineralullsprodukter med ljudabsorberande egenskaper. Glasväv används i obrännbara inredningstextilier, brandskyddsband i dörrfalsar med mera.

Skumglas tillverkas i olika dimensioner och kvaliteter (med avseende på porositet och volymvikt) och används främst vid grundläggning där det ställs höga krav på bärförmåga och stabilitet.

Infusoriejord har använts som värmeisolerande fyllning och som fyllning i till exempel branddörrar.¹⁶⁵

Hantering och bearbetning på arbetsplatsen

Kapning, formning, applicering och montering

Slaggflis har använts på flera olika sätt vid husbyggande. Stenarna användes helst där de inte syntes eftersom materialet betraktades som fult. Slaggflis i storlekar som äpplen, valnötter eller hasselnötter kunde till exempel användas som ballast eller sparsten vid gjuthusbyggnader av kalkbruk. En metod innebar att slaggflis murades i förband med tegel, där teglet utgjorde de synliga delarna och slaggflisen

¹⁶⁵ *Handboken Bygg band 2 Material, Textolika* upplagor, AB Byggmästarens förlag/ Liber förlag, 1948.

en inre utfyllnad. Det hände att slaggflis murades i väggens yttre partier, men då var det vanligt att väggen putsades.

Slaggflis tillverkades inte i standardformat vilket gjorde att man, även vid murning, alltid kunde finna en lämplig sten, varvid kapningsbehovet eliminerades.

Slaggtegel murades i synliga förband på samma sätt som lertegel, med kalkbruk eller, under 1900-talet, oftast med cementbruk.



Slagteglens form och storlek kunde variera något beroende på olika krympning vid tillverkningen. Detta utjämnades genom extra tjocka och breda kalkbruksfogar. Foto: TEr

Fyllnadsmaterialen slaggrus och bränsleslagg, kärrades ut och tömdes på trossbotten eller motsvarande med eller utan efterföljande avjämning och packning.

Mineralullsprodukter formskärs med en stor kniv om de ska passas in mellan bjälkar, regler eller dylikt. Vid användning som värmeisolering i vägg eller bjälklag måste passformen vara god så att inga springor uppstår.

Skumglas sågas med fintandad såg och läggs på ett väl avjämnat underlag.

Lyft och transporter

Slaggsten tillverkades i hyttan, ofta för traktens egna behov och behövde inte transporteras så långt. På grund av detta fick de ibland en ansevärd storlek och vikt och kan i dag vara svårhanterliga på bygget. Övriga produkter som tas upp i denna artikel har relativt låg volymvikt eller utgörs av små enheter och är därför lättare att hantera.

Ytbehandling och efterbehandling

Slaggflishusens väggar putsades i regel med slätputs eller med spritputs.

Vård och underhåll

Med undantag för skumglas bör värmeisolerande produkter hållas torra för bästa isoleringseffekt. Akustikprodukter måste hållas rena och dammfria för att inte den ljudabsorberande effekten ska försämrast. Av samma orsak ska ytorna inte målas eller täckas.

Reparationsmetoder

Inget av de redovisade materialen eller produkterna går att reparera. Endast ersättning med nytt eller återanvänt material är möjlig vid en skada.

Skadeorsaker (skyddsmetoder)

Skador kan orsakas av överbelastning (slaggsten, mineralull, skumglas eller slaggrus) eller onormalt slitage (mineralfiberprodukter).

Håltagningsmetoder

Håltagning i slaggstens- och slaggbetongväggar bör undvikas av antikvariska skäl. Om håltagning ändå måste utföras, används samma metoder som för tegelväggar.

Det går bra att borra, spika och såga i skumglasprodukter.

Miljöaspekter

Miljöpåverkan vid framställning och transport

Slaggsten, slaggrus och slaggull, tillverkades av restprodukter från annan verksamhet, vilket var positivt eftersom det minskar råvaruuttaget. Dessa produkter tillverkas dock inte längre.

Glasull och stenuLL tillverkas idag av både återvunnen och jungfrulig råvara. För tillverkning av glasull används bland annat glaskross. Uttag av jungfruliga råvaror sätter spår i naturen. Tillgången på råmaterial för tillverkning av stenuLL, glasull och andra glasprodukter anses dock vara god.¹⁶⁶

Även skumglasprodukter tillverkas i dag av både jungfrulig och återvunnen råvara.

Transporterna av återvunnet glas och av färdiga produkter blir långa eftersom tillverkningsorterna ligger glest. Tillverkningen av mineralullsprödukt är relativt energikrävande och bullrig, speciellt vid brottet.

Miljöpåverkan vid hantering

Slaggsten har ofta högre vikt per sten än till exempel lertegel. Hanteringen kan ge förslitningsskador hos murarna.

Hantering av mineralull har uppmärksammats under senare år på grund av de arbetshygieniska problem som kan uppstå av fiberalstring.¹⁶⁷ Det gäller hudklåda samt irritation i ögon och luftvägar. Kronisk bronkit har konstaterats och man misstänker en ökad cancerrisk. Enligt tidningen Byggnadsarbetaren (1999) finns det en mineralullsfiber på den tyska marknaden som ska vara biolösliq. Det innebär att den lättare bryts ner av kroppen. De nordiska byggnadsfacken är dock skeptiska till detta.¹⁶⁸

Vid sågning och liknande bearbetning i skumglas frigörs en obehaglig, men ofarlig, lukt.

¹⁶⁶ Berge, Bjørn, *Byggningsmaterialenes økologi*, Universitetsforlaget, Oslo, 1992.

¹⁶⁷ Berge, Bjørn, *Byggningsmaterialenes økologi*, Universitetsforlaget, Oslo, 1992.

¹⁶⁸ *Byggnadsarbetaren*, Tidskriften, Byggnadsarbetarförbundet, juni 1999.

Miljöpåverkan och emissioner

Fiberhalten i luften kan vara hög i lokaler med akustikprodukter av mineralullsfiber.¹⁶⁹ I övrigt har de material och produkter som behandlas i denna artikel ingen miljöpåverkan i bruksskedet.

Återanvändning, återvinning och deponi

Slaggsten från murar kan rensas från bruk och puts och återanvändas, framför allt om kalkbruk och kalkputs har använts.

Slaggrus och bränsleslagg kan återanvändas om det inte är alltför krossat eller kontaminerat. Om så är fallet går det till deponi.

Mineralullsprodukter är som regel så pass smutsiga och slitna efter användning, att de inte kan återanvändas utan måste deponeras. Rena rivningsmaterial källsorteras för att rivas sönder och användas som lösull. Återvinningsrutiner finns för glas- och stenull. Sannolikt kan slaggull återvinnas på samma sätt men de antikvariska aspekterna bör avgöra om materialet ska demonteras och återanvändas eller inte.

Skadade eller smutsiga skumglasprodukter som inte kan återanvändas måste deponeras. Eventuellt kan det även gå till glasåtervinning.

Materialets historia

I Sverige började masugnsslagg började omhändertas för byggnadsändamål i mitten av 1700-talet. Skälen var flera. Dels behövde man spara virke till bränsle, dels måste man förbättra brandsäkerheten i bruksorterna, och dels ville man sannolikt komma till rätta med de fula slagghögar (slagghögar) som växte kring bruken.

¹⁶⁹ Berge, Bjørn, *Bygningsmaterialenes økologi*, Universitetsforlaget, Oslo, 1992.

Metoden att gjuta slaggtegel kom till Sverige från England och detta tegel visade sig vara billigare än lertegel. I 1766 års masmästarordning ålades masmästarna vid hyttor med tjänlig slagg att gjuta slaggtegel.

Masugnsslaggtegel började tillverkas på 1740-talet, medan slaggflis av masugnsslagg började användas på 1760-talet. Slaggtegel och slaggflis från masugn tillverkades fram till 1960 (exempelvis i Sandviken).

Vällugnsslaggtegel började tillverkas omkring 1845 vid vissa lancashiresmedjor och valsverk. Produktionen upphörde någon gång efter andra världskriget.¹⁷⁰

På 1700- och 1800-talen göts slaggtegel i ensamma gjutjärnsformar; kokiller. Först vid 1800-talets slut tycks kokiller med två eller flera fack (upp till 25) börja användas (se Gunnarsson). Tekniken med sandgjutning var känd redan vid 1700-talets slut och uppges ha använts till någon gång kring början av 1900-talet.

Från början var det enklare byggnader som uppfördes av slaggsten, exempelvis källarmurar, skorstenar, ugnar och fähus, något senare byggdes även bostadshus.¹⁷¹

Under 1800-talet började slaggstensanvändningen, tack vare ökad produktion och förbättrade transporter, spridas utanför själva bruksmiljöerna. På 1880-talet byggdes även monumentala byggnader i slaggsten. Under 1900-talet återgick man successivt till att uppföra endast grundmurar, källarmurar, uthus och ugnar av slaggsten. Under de tvåhundra år som man använt slaggsten har alla sorters hus byggts; från herrgårdar till uthus, från kyrkor till dass och från lantbruksbyggnader till offentliga byggnader.

En bit in på 1800-talet var renässansförband den dominerande murningstekniken för slaggtegelmurar. Då återupptäcktes de medeltida förbanden, till exempel munkförband. Murningsterminologin ser ut att ha varit densamma för slaggtegelmurar och murar av lertegel.

¹⁷⁰ Gunnarsson, Ann Marie, *Hus av slagg Byggnadskonst i Bergslagen*, Jernkontoret, 1993.

¹⁷¹ Gunnarsson, Ann Marie, *Hus av slagg Byggnadskonst i Bergslagen*, Jernkontoret, 1993.

På grund av teglens släta yta var slaggtegelhusen oftast oputsade, medan slaggflishusen putsades med slätputs och från 1800-talets slut även med spritputs. Putsen avfärgades vanligen i vit kulör, men gult, rött och grått förekom också. Olika byggteknik användes för slaggflishusen, de flesta ser ut att ha utvecklats i Falun efter två bränder 1761.

På 1800-talet börjar man tillverka slaggrus. Till att börja med en tyngre sort som användes som ballast i vägfyllningsmaterial och som tillsats i kalkbruk. Under seklets senare del började ett pimpstensliknande, lätt slaggrus användas som fyllning i bjälklag.

Slaggull är en annan restprodukt från järnframställningen där själva masugnsverksamheten "blåste" fram slaggfibrerna. Inget exakt datum har kunnat fastställas för när denna ull började omhändertas och användas. Det är troligt att man utnyttjade kunskapen om framställning vid de första försöken att tillverka stenull. Tillverkningen av slaggull upphörde troligen på 1960-talet.¹⁷²

Stenull och glasull började användas i Sverige på 1930-talet; som mattor, skivor och lösull.¹⁷³ Gullfiber som tillverkar glasull startade sin tillverkning i Billesholm i Skåne 1933, och Rockwool som tillverkar stenull startade sin tillverkning i Skövde 1937, till att börja med som licenstillverkning av en dansk produkt.

Gullfiber och Rockwool hade ungefär hälften var av den svenska marknaden fram till 1980-talet då utländska produkter började importeras, samtidigt som de båda firmorna fick utländska ägare. Under 1950–1970-talen ökade produktionen i takt med den ökande bostadsproduktionen.¹⁷⁴

¹⁷² *Handboken Bygg band 2 Material, Textolika* upplagor, AB Byggmästarens förlag/ Liber förlag, 1948, 1961, 1968 och 1984.

¹⁷³ *Svensk Teknisk Uppslagsbok del 2*, Nordisk Rotogravyr, 1939.

¹⁷⁴ *Nationalencyklopedin*, Bra Böckers förlag, 1989-1997.

I svensk byggnadstradition användes infusoriejord som fyllning i bjälklag med mera från 1900-talets början.¹⁷⁵

Litteratur

Berge, Bjørn, *Bygningsmaterialenes økologi*, Universitetsforlaget, Oslo, 1992

Byggnadsarbetaren, Tidskriften, Byggnadsarbetarförbundet, juni 1999

Dravnieks, Gunnar, Byggandets ord, AB Svensk Byggtjänst, 1997

Gunnarsson, Ann Marie, *Hus av slagg Byggnadskonst i Bergslagen*, Jernkontoret, 1993

Handboken Bygg band 2 Material, Textolika upplagor, AB Byggmästarens förlag/
Liber förlag, 1948, 1961, 1968 och 1984

Nationalencyklopedin, Bra Böckers förlag, 1989-1997

Rothstein, E. E. von, *Handledning i allmänna byggnadsläran*, F. & G. Beijers
förlag, 1890

Svensk Teknisk Uppslagsbok del 2, Nordisk Rotogravyr, 1939

¹⁷⁵ *Dravnieks, Gunnar, Byggandets ord*, AB Svensk Byggtjänst, 1997.

Slamfärg

Denna artikel behandlar slamfärg, som är ett samlingsnamn för utomhusfärger vilkas bindemedel består av mjölklistor, d v s förklistrad stärkelse.

Rödfärg är den slamfärg som dominerar färgsättningen i alla svenska landskap. Den förekommer på nästan alla typer av byggnader, från stormansgårdar och säterier till enklare logar och uthus.¹⁷⁶ Men slamfärg förekommer också i ljusare kulörer som gult, vitt, grått, och mörkare kulörer som brunt och svart.

De ljusa slamfärgerna har ibland använts som mindre kostnadskrävande, provisoriska ytbehandlingar. Vid ett senare tillfälle, när ekonomin tillät, har dessa fasader målats med oljefärger.

Artikeln har skrivits av KKLy.

Antikvariska aspekter

Det är mycket enkelt att underhålla en slamfärgsmålade yta - den borstas helt enkelt av och målas igen. Har den däremot en gång målats över med linoljafärg, alkydoljefärg eller någon latexprodukt kan man aldrig mer gå tillbaka till att använda slamfärg med mindre än att trävirket byts ut.

Det kan också vara tänkvärt att reflektera över tidigare rödfärgsmålning. Har kulören tidigare varit av den ljusare röda sorten som senare mörknat, eller har den från början varit djupt mörkröd? I allmänhet är det lättare att gå från ljusare kulörer till mörkare, men är färgen starkt nedbruten och träets yta sugande har man goda möjligheter att lyckas återskapa en ljusare röd kulör.

¹⁷⁶ Mårdh, Per-Anders (red.), *Röda stugor*, Byggförlaget, 1990.

Förekomst, utvinning och framställning

Förekomst och utvinning

Slamfärgernas pigment består av uppslammade jordpigment eller vittrade slaggrester av malm som bland annat innehåller färgande järnockra och kiselsyra. Ofta har tillverkningen av pigmenten varit knuten till svavel- och alunbruk, men man har också använt järnoxidhaltig torv, mull eller myrmalm.¹⁷⁷



Vid dagbrottet i Stora Kopparberg i Falun vittrar slaggen långsamt ner till ett utmärkt pigment för röd slamfärg. Foto: KKLy

Falu koppargruva är en av de mest betydande producenterna av rödfärgspigment där varphögarna med kopparfattig malm som under årens lopp vittrat till rödmull fortfarande används som råvara för tillverkningen av rödfärgspigment. Även andra kopparverk tillverkade rödfärgspigment, alla med varierande kulör.

Framställning

Rödfärgskokning av slamfärgstyp sker i dag industriellt, och i stort sett på samma sätt som man gjort under flera hundra år: Det rödfärgsslamm som slammas ut ur den vittrade varpen samlas upp i stora bassänger, varefter det torkas och bränns. Bränningstemperaturen bestämmer färgens nyans, från gulrött, via olika röda nyanser till svart. Därefter mals, siktas och packas pigmentet.

Färgkokningen börjar med att järnvitriol löses i kokande vatten, därefter tillsätts bindemedlet som numera består av vetemjöl istället för rågmjöl, och blandningen får koka under femton minuter innan pigmentet tillsätts. Därefter kokas färgen

¹⁷⁷ Mårdh, Per-Anders (red.), *Röda stugor*, Byggförlaget, 1990.

ytterligare femton minuter. I vissa fall förstärks sedan rödfärgen med linolja och blandningen får åter koka under femton minuter.

Industriell produktion av slamfärg innebär även tillsatser av såpa, någon tensid eller emulgeringsmedel, samt konserveringsmedel i form av organisk baktericid som motverkar mögelbildning då färgen förvaras i burk.¹⁷⁸

Vid tillverkning av ljusa kulörer, där man inte vill ha en dragning åt gult eller rött, används zinkvitriol istället för järnvitriol.

Egenskaper

Inre struktur

Slamfärgerna är relativt täckande och har en matt yta. Karaktäristiskt är också den öppna strukturen, färgen är inte filmbildande. Genom tillsatser av linolja, som är ett filmbildande bindemedel, förändras dessa egenskaper gradvis, och för att undvika filmbildning begränsas tillsatsen av linolja.

Beständighet

Trots färgens öppna struktur, eller kanske snarare på grund av den, har särskilt rödfärgen god beständighet. Det underliggande träet fuktas snabbt vid regn, men torkar också snabbt. Sammantaget har detta inneburit att färgen visat goda resultat vid mätningar av fuktbalans.¹⁷⁹

Ljusa slamfärger har sämre beständighet än den klassiskt röda. Färgen vittrar relativt snabbt på kvistar och andra kådrika områden där den har sämre vidhäftning. Dessa fläckar mörknar med tiden och skiljer ut sig från den i övrigt ljusa ytan.

¹⁷⁸ Mårdh, Per-Anders (red.), *Röda stugor*, Byggförlaget, 1990. Ahlbom Jan, Duus, Ulf, *Säkra stryktips, produktval för miljöanpassad målning*, Länsstyrelsen i Göteborgs och Bohuslän, 1997

¹⁷⁹ Hjort, Stefan, *Moisture Balance in Painted Wood Panelling*, Chalmers Tekniska Högskola, 1997.



Med tiden mörknar den ljusa slamfärgen fläckvis på kvistar och andra ojämnheter.
Foto: KKLy

Gula, vita och andra ljusa slamfärger kräver därför tätare ommålningsintervall, ungefär vartannat år. Röda, bruna och andra mörka kulörer uppfattas däremot inte på samma sätt eftersom de är så mörka i sig själva. Livslängden för en vanlig rödfärg är omkring tio till tjugo år.

Hållfasthet

En tillsats av linolja förbättrar färgens bindande förmåga till underlaget och gör att den inte lika lätt smiter, det vill säga lämnar ifrån sig lösa partiklar och färger av sig vid beröring. Linoljan gör dock att kulören mörknar.

Det finns också en variant av Falu ljusröd som inte innehåller linolja. Den smiter något mer än rödfärg som förstärkts med linolja.

Frostbeständighet

Flytande slamfärg som förpackats på burkar måste förvaras frostfritt. Slamfärg i form av pulver kräver dock inte frostfri förvaring.

Färgstabilitet

Användning av oorganiska färgpigment gör att slamfärger är mycket stabila mot kulörförändringar.

Produktformer och användningsområden

Färdigblandad slamfärg på burk finns för penselstrykning (pigmenthalt över 18 procent) och för sprutmålning (pigmenthalt mindre än 15 procent).

Slamfärg finns också i pulverform, färdig att blandas ut med vatten och eventuellt linolja.

För närvarande finns också ljusare kulörer i vitt, blått, gult och grönt på marknaden. Standardkulörerna för falupigment är ljusröd, röd, terra och svart. Dessutom finns ockragul för specialbeställning, samt falu ljusröd utan tillsats av linolja. Kulörerna är i allmänhet blandbara sinsemellan inom respektive fabrikat.

Hantering och bearbetning på arbetsplatsen

Transport och lagring

Slamfärger klassificeras inte som farligt gods. Flytande slamfärger måste transporteras och lagras frostfritt.

Applicering

Vid ommålning räcker i allmänhet en strykning, men vid målning på nytt virke grundmålas vanligen med en något förtunnad färg. För en korrekt behandling bör tillverkarens beskrivning följas.

Slamfärg har traditionellt målats på bilat och sågat virke. Målning på hyvlat virke, i starkt solsken eller på vått virke kan ge problem med vidhäftningen. Dessutom bör man inte måla när det är kallare än +5°C eller när det är risk för nattfrost.

Tidigare användes en särskild pensel av borst infattad i järnringar och med skaft av kohorn, en så kallad "hornsugga", men numera är penslar av borst och fiber med träskaft vanligast, alternativt sprutmålning.

Torktiden beräknas till ca en timme, men färgen kan tidigast målas över efter ett dygn.

Vård och underhåll

Underhåll

Det är mycket enkelt att underhålla ytor som målats med slamfärg: löst sittande färg borstas av och därefter målas de. Under normala förhållanden har röda och mörka slamfärger ett ommålningsintervall på omkring tio till tjugo år, beroende på väderstrecket.

Skadeorsaker och skyddsmetoder

Varma vintrar med hög luftfuktighet kan medföra ökad mikrobiologisk aktivitet och eventuellt ge mögelangrepp på målade ytor. För att undvika dessa problem kan träets yta tvättas med mögelhämmande medel före målning.

Miljöaspekter

Miljöpåverkan vid utvinning

Genom en kontrollerad oxidation kan olika järnoxidpigment tillverkas syntetiskt av återvunnen järnskrot. "Äkta Falu Rödfärg" får dock enbart innehålla pigment från Falu koppargruva vars rödmull innehåller en komplexa blandning av främst järn- och kiseloxider, samt restmängder av aluminiumsilikater, kalciumföreningar och svavelföreningar. Det innehåller även rester av bly, koppar och zinkföreningar. Pigmentets blyhalt har numera reducerats till mindre än 0,5 %.

Miljöpåverkan vid hantering

Industriellt tillverkad och färdigblandad slamfärg kan innehålla någon organisk baktericid till exempel isotiazolinoner, hydroxymetylurea eller hydroxytrioxyldodekan. Flera av dessa har allergiframkallande egenskaper och är

giftiga för vattenorganismer. Produkter som saluförs i pulverform innehåller i allmänhet inte baktericider.

I vissa slamfärger förekommer relativt höga linoljehalter, upp till tjugo procent. De stabiliseras i vattenfas med hjälp av såpa eller tensid som fettalkoholetoxylat. Tensiden nonylfenoletoxylat, NFE, vars nedbrytningsprodukt 4-nonylfenol klassas som miljöfarlig och allergiframkallande, har förekommit.¹⁸⁰ En livscykelanalys med "Äkta Falu Rödfärg", som inte innehåller ovanstående tensider, uppvisar låg total miljöpåverkan.¹⁸¹

Miljöpåverkan i bruksskedet och emissioner

När rödfärgsmålade fasader borstas finns det en risk för inandning av kristallin kiseldioxid, vilket kan leda till silikos (stendammslunga). Det är därför viktigt att använda ansiktsskydd mot damm och färgpartiklar.

Deponi

Överbliven slamfärg med rester av tungmetaller ska deponeras vid en miljöstation.

Materialets historia

Under 1700-talet ansågs bristen på skog vara ett av Sveriges största nationalekonomiska problem. Den rödfärg som använts sedan åtminstone 1500-talets slut innehöll trätjära som bindemedel och framställningen av trätjäran förbrukade mängder av trä. Istället propagerade man för målning med rödfärg av slamfärgstyp, med rågmjölsklister som huvudsakligt bindemedel. Slamfärgen ansågs dessutom ha större konserveringsförmåga på grund av tillsatsen av järnvitriol. Färgen tillverkades på plats och tillsatser som tran, linolja, sill-lake,

¹⁸⁰ Ahlbom Jan, Duus, Ulf, *Säkra stryktips, produktval för miljöanpassad målning*, Länsstyrelsen i Göteborgs och Bohuslän, 1997.

¹⁸¹ Johansson, Maria, Österlöf, Björn, *Livscykelanalys på två färgsystem för träfasad. Falu Rödfärg och täcklasyr – Samt värdering av miljöbelastningen med EPS-systemet*, Stora Enso/ Luleå Tekniska Högskola, 1997.

oxblod och kärnmjök kunde användas för att förstärka rågmjölets bindande egenskaper.¹⁸²

I samband med att ljusa oljefärger infördes under slutet av 1700-talet och början av 1800-talet utprovades också ljusare slamfärger. De ljusa slamfärgerna innehöll ofta kasein, kalk eller harts som förstärkning av bindemedlet. Färgernas korta livslängd medförde dock att de aldrig vann samma popularitet som rödfärgen.

Den mörkare rödfärgen anses höra till 1900-talets rödfärgshistoria. Den började tillverkas på 1920-talet och dominerade från 1950-talet fram till 1990-talet, när produktionen av den ljusst röda låg nere.

Under 1800-talet blev rödfärg av slamfärgstyp den vanligaste fasadfärgen på landsbygden, och den röda stugan blev under 1900-talet något av en svensk nationalsymbol. Byggnadsmåleriets utveckling mot prefabricerade färger resulterade 1952 i en rödfärg i pulverform. Trots det säljs rödfärgen i dag oftast på burk, färdig att användas.

Under en period på 1960- och 1970-talet förekom slamfärger som förstärkts med polyvinylacetat (PVA). Detta ändrade dock slamfärgens egenskaper på ett katastrofalt sätt vad gällde glans, åldrande och renoverbarhet.¹⁸³

Litteratur

Ahlbom, Jan, Duus, Ulf, Freilich, Danielle, *En nyans grönare, en studie av färg till konsument / yrkesmåleri*, Rapport från kemikalieinspektionen 2/96, 1996

Ahlbom, Jan, Duus, Ulf, *Säkra stryktips, produktval för miljöanpassad målning*, Länsstyrelsen i Göteborgs och Bohuslän, 1997

¹⁸² Mårdh, Per-Anders (red.), *Röda stugor*, Byggförlaget, 1990. Rentzhog, Sten, *Falu Rödfärg*, Stora, 1988.

¹⁸³ Fridell, Anter, Karin, Wannfors, Henrik, *Så målade man, svenskt byggnadsmåleri från senmedeltid till nutid*, Svensk Byggtjänst, 1997.

Fridell, Anter, Karin, Wannfors, Henrik, *Så målade man, svenskt byggnadsmåleri från senmedeltid till nutid*, Svensk Byggtjänst, 1997

Hjort, Stefan, *Moisture Balance in Painted Wood Panelling*, Chalmers Tekniska Högskola, 1997

Johansson, Kjell, Ollerstad, Bertil, *Tekno´s måleri, material, teknik, färglära*, Teknografiska institutet, 1975

Johansson, Maria, Österlöf, Björn, *Livscykelanalys på två färgsystem för träfasad. Falu Rödfärg och täcklasyr – Samt värdering av miljöbelastningen med EPS-systemet*, Stora Enso / Luleå Tekniska Högskola, 1997

Kjellin, Margareta, Ericson, Nina (red.) *Den röda färgen*, Prisma, 1999

Millhagen, Rebecka, (red.), *Hantverket i gamla hus*, Byggförlaget / Svenska föreningen för byggnadsvård, 1999

Mårdh, Per-Anders (red.), *Röda stugor*, Byggförlaget, 1990

Nylén P., (Red.), *Måleri, Hantverkets bok*, 1953

Nylén Paul, *Färg- och lackkemi*, Kungliga Tekniska Högskolan, 1970

Paulsson, Gregor (red.), *Hantverkets bok, Måleri*, Lindfors, 1934, 1937, 1938

Rentzhog, Sten, *Falu Rödfärg*, Stora, 1988

Riksantikvarieämbetet, *Byggnadsmåleri med traditionella färgtyper*, Riksantikvarieämbetet, 1999

Spånadsmaterial

Denna artikel omfattar växtfibermaterialen jute, lin, hampa och bomull, djurfibermaterialen ull och silke, samt produkter av dessa material.



Denna vackra sidentapet beställdes på 1950-talet till Sturehovs slott. Med stöd från en faktura från 1780-talet lyckades man spåra både väveriet, Bevill Aqua i Venedig, och mönstret. Foto: TER

Fibermaterial som inte behandlas i detta avsnitt är material från vattenlevande växter, främst sjögräs och tång. Information om dessa finns dock i äldre litteratur.¹⁸⁴ Nöthår, tagel och svinborst tas inte heller upp. Växtfibermaterialen halm, vass och ag presenteras i en egen artikel (se Stråmaterial). Även mineraliska fibermaterial behandlas i andra artiklar (se Slaggmaterial respektive Asbest). Jute, bomull och ull tas även upp i artikeln Papp.

Definitioner

Växtfibrer och djurfibrer, som gemensamt benämns spånadsfibrer, bildar tillsammans med mineralfibrer en fibergrupp som kallas naturfibrer.

¹⁸⁴ *Handboken Bygg, band 2*, olika upplagor, AB Byggmästarens förlag, 1948, 1961, 1968

Växt-, eller cellulosafibrerna delas in i fröhår (bomull och kapok), bastfibrer (lin, hampa och jute) samt bladfibrer (sisal, sjögräs och tång).

Djurfibrerna kallas också proteinfiber, och indelas i ull och hår (fårull, mohair, alpaca, tagel, nöthår, kaninhår och svinborst) samt kokongtrådar (silke).

Artikeln har skrivits av TEr.

Antikvariska aspekter

Produkter av spånadsmaterial bör alltid betraktas som kulturhistoriskt värdefulla eftersom de kan ha mönster, materialsammansättning eller vävsätt som användes under en viss, kort tidsepok. Det gäller speciellt linne-, ylle- och sidentapeter som ofta representerar ett mycket långt utvecklat hantverk och som har ett stort historiskt värde genom sin unicitet.

Äldre vävda tapeter kan även vara specialbeställda och utformade för en viss miljö. Detta innebär alltså att de historiskt sett hör till denna miljö. Man bör dock vara medveten om att det alltid har förekommit handel och liknande även med till synes fast monterade tapeter, vilket kan innebära att sådana produkter har varit specialbeställda för något annat utrymme.

Enklare produkter av exempelvis jute- och liknande som fungerar som strukturdekoration vid målning eller putsning, samt som bärare för tapeter eller papp, är också värdefulla tidsdokument och som underlag för de ofta unika skikten av tapet och måleri.

Även isolerings- och tätningsprodukter av mossa, jute, bomull, ull och lin kan ha stort informationsvärde och är dessutom ofta lätta att komplettera.

Förekomst, utvinning och framställning

Förekomst och utvinning

Spånadslin, en ettårig, 50-130 cm hög ört, är det enda av växtfibrermaterialen som odlas i Sverige i dag (dock inte kommersiellt). Hampa kan bli upp till fem meter hög och odlas i Syd- och Östeuropa. Jute är en ettårig, upp till fyra meter hög lindväxt som vanligen odlas i Indien och Pakistan, men även i Afrika och Sydamerika. Bomull odlas på åtskilliga platser i världen, främst i USA, Uzbekistan, Kina och Indien.

Under senare år har man i flera västeuropeiska länder, särskilt inom EU, försökt öka linodlingen, dels för att få ett alternativ till den olönsamma spannmålsodlingen, dels för att få fram en miljövänlig europeisk naturfiber.¹⁸⁵

England och Spanien var dominerande ullproducenter från medeltiden och fram till 1800-talet då Australien tog över som världsledande producent. I dag (2001) har även Nya Zeeland och Kina en betydande produktion. Sverige hade tidigare en begränsad produktion, men troligen var den aldrig inriktad på produkter till byggande eller inredning.

Hos jute, lin och hampa används fibrerna i stälken. I bomull är det innehållet i den mogna fruktkapseln som används och beträffande ull tas hår från får, get, lama eller alpaka till vara. I Sverige används framför allt fårull. och, vid lerklining och putsning, används hår från andra tamdjur (se Lera). Olika arter av lin används vid framställning av linfober (spånadslin) och linolja (oljelin) (se även Linolja).

Skörden av växt- och djurfibrer kan ske för hand eller maskinellt. Växterna skördas när de är mogna. Hampa som skördas vid pollineringsstid ger en mjuk och smidig fiber, medan den om den skördas senare ger en styvare och mer hållbar fiber. Lin skördas vanligen en månad efter blomningen med "linryckning" om rotdelarna ska användas, i annat fall skärs den försiktigt av jäms med marken.

¹⁸⁵ *Nationalencyklopedin*, första upplagan, Bra Böckers förlag, 1989-96.

Fårull klipps från levande djur vår och höst. De kortare fibrerna från övrig tamboskap utvinns i Sverige som en restprodukt vid skinn- och lädertillverkning.

Framställning

Växtfibrer, förutom bomull, framställs som regel vid en röttnings-, torknings-, bråknings-, renings- (skäktning, häckling och tvättning) och eventuellt mjukningsprocess som är olika för olika fibermaterial och styrs av hur materialet ska användas. Även blekning kan förekomma. Vid rötningen förstörs limmet (lignin och pektinämnen) mellan fibertrådarna och vid bråkningen krossas stjälkarna så att fibrerna blir årkomliga. Vid skäktning och häckling skiljs de kortarefibrerna bort, hos lin kallade "blånor".



I lindrev har mycket av skal och trassliga fibrer kvarlämnats. Det används bl a till drevning mellan karm och vägg i dörr- och fönsteröppningar samt som tätning av timmerbyggnader. Foto: TEr

Den skördade bomullen rensas från fröska med en syrabehandling, varefter den liksom ull tvättas och kardas samt eventuellt bleks. I ursprunglig ullhantering, och fortfarande på vissa platser i Australien, tvättades ullen innan den klipptes.¹⁸⁶

¹⁸⁶ *Nationalencyklopedin*, första upplagan, Bra Böckers förlag, 1989-96.

Avslutningsvis tovas materialet, alternativt spinns och vävs, beroende på hur det ska användas.

Kardning och spinning av ull utförs bäst i en varm miljö när hårfetterna är mjuka, medan vävning bäst sker i normal temperatur.

Egenskaper

Inre struktur

Samtliga växtfibrer består av cellulosasträngar, så kallade elementarfibrer, vars viktigaste kemiska innehåll är kolväten av olika slag. Elementarfibrerna byggs samman till så kallade bast- eller långfibrer. Bastfiberlängden är för bomull 15-50 mm, för lin upp till 1,4 meter och för hampa upp till två meter, medan den hos jute kan bli tre meter.

Elementarfibertjockleken är ca femton mikrometer hos bomull och ca tjugo hos lin. Jute och hampa har betydligt grövre elementarfibrer och ger därför styvare garn.

Ull och silke är uppbyggda av olika aminosyror som bildar fiber- och fjällformer. Fårullsfibers utseende varierar med avseende på grovlek, längd, krusighet och glans. Dessa egenskapsskillnader beror på ras, klimat och näringsförhållanden samt på var på fåret ullen suttit. Merinoull har en fiberdiameter på 15-25 mikrometer och en fiberlängd på 40-120 mm, och är mycket krusig och relativt matt. Cheviotulls har betydligt längre (170-350 mm) och grövre fiber (40-45 mikrometer) samt har högre glans. Fler raser finns med andra ullfiberstrukturer.

Beständighet

Den kemiska motståndsförmågan hos spånadsmaterial är begränsad när det gäller kemtvättlösningar, tvål och syntetiska tvättmedel, blekmedel, atmosfäriska gaser och sot. Även solstrålning leder till en kemisk nedbrytning. Lin och jute är känsligare i detta avseende än bomull.

Eftersom samtliga växtfibrer är uppbyggda av cellulosa har de samma beständighetsegenskaper. De påverkas av syror men inte av alkalier och klarar en längre tids kontakt med vatten. I ogynnsamma lägen kan fibrerna utsättas för angrepp av rötsvampar och mögel. Jute anses dock ha god beständighet mot röta. Med impregnering ökar materialets resistens mot svamp och mögel.

Till skillnad från växtfibrer påverkas djurfibrer av alkalier men inte lika mycket av syror. Djurfibrer påverkas inte heller nämnvärt av vatten.

Insekter som mal och änger samt gnagare kan bita sönder eller till och med livnära sig på textila material.

Hållfasthet

Styvheten och hållfastheten varierar mellan de olika materialfibrerna.

Egenskaperna påverkas också av växtplatsen (klimat och jordmån) när det gäller växtfibermaterial samt av bland annat ålder, ras och kön hos pälsbärande djur.

Hampa och jute hör till de styvare fibrerna, medan lin och ull räknas till de mindre styva och bomull som regel är mjukast. Generellt kan sägas att ju mer lignin växtfibrerna innehåller, desto styvare är de. Ullfibrer är betydligt mer elastiska än växtfibrer och slitstyrkan är högre än för bomull.

Draghållfastheten hos hampa (som är starkast) kan uppgå till 120 MPa (kg/mm^2) och för bomull till 40 MPa. Ull och jute har relativt låg draghållfasthet.

Formstabilitet

Samtliga material kan krympa eller svälla vid variationer i fukt eller temperatur.

Fiberprodukter kan få en kvarstående töjning efter dragbelastning, och vävda produkter av vissa material, främst linne- och juteväv, kan få kvarstående veck efter vikningar. Hos jute kan också sprödhet förekomma på grund av materialets vedartade struktur. Även äldre linneprodukter kan också vara spröda.

Bomull och ull, som är de material som har störst absorptionsförmåga, krymper mest om de utsätts för fukt. Ammoniakbehandling av bomull, så kallad sanforisering, gör att materialet krymper mindre.

Tack vare sin elasticitet ger ullfibrer mjuka och skrynkelfria produkter.

Frostbeständighet

Beständigheten mot låga temperaturer är god för samtliga material.

Färg och färgstabilitet

Färgskalan för de oblekta växtfibrerna spänner från vit till gulvit för bomull, gråvit eller grönvit till grågult för lin, vit till brun för jute och grågul till mörkbrun för hampa. Lin och speciellt bomull bleks med klorlösning, hampa och jute lämpar sig inte för blekning. Växtfibernmaterial kan, liksom andra cellulosa material, få färgförändringar av solstrålning.



Även textilfärgerna genomgår färgförändringar vid solbelysning. Denna sidentapet från 1950-talet har blekts påtagligt trots att den sitter utom räckhåll för direkt solljus. Dess historia är samma som den som omtalas under Inledning. Foto: TER

Ull, silke, jute, bomull och lin lämpar sig väl för infärgning med basiska färger, direkt- och kypfärger.

Ytstrukturer

Material med stor fiberstyvhet som hampa och jute känns stickiga vid beröring. Strukturen beror annars på grovlek, förädlingsätt, växtplats med mera.

En behandling av exempelvis bomull med natronlut, så kallad mercerisering, gör att fibern sväller permanent och får ett rundare tvärsnitt och en ökad lyster.

Produktformer och användningsområden

Vävnadsprodukter som använts i byggnadssammanhang består ofta av många olika fibertyper. Både animaliska (ull och silke) och vegetabiliska fibrer (främst lin och bomull) har blandats och förekommer mer i inslag än i varp. Även fibrer eller trådar av mineralmaterial, till exempel glasfiber, eller metaller, exempelvis guld eller silver, kan ingå. Detta gör att det inte går att klassificera textilierna efter dess innehåll.

Jute

Inom svensk byggtradition har jute använts för vävspänning av väggar och tak inomhus, som stomme i olika ytskiktprodukter och som drevmaterial.¹⁸⁷

Väv för vägg- och takspänning, så kallad entränning, levereras på rulle och kan ha olika vådbredder.

Väv för beklädnadsändamål är enbart målad och får genom detta en dekorativ struktur.



Ibland kan det vara tämligen enkelt att bestämma när en tapet är uppsatt. Här, på Granhammars slott i Uppland, har målaren klistrat ett lager makulatur på juteväven för att utjämna ojämnheter innan tapeten sattes. Foto: TER

¹⁸⁷ *Handboken Bygg, band 2*, olika upplagor, AB Byggmästarens förlag, 1948, 1961, 1968.

Väv som stomme ingår bland annat i linoleummattor. Dessa framställs ur kork-, trä- eller stenmjölsinblandad och pigmenterad linoleumcement som valsas mot en juteväv och efteroxideras vid 50–70°C. En annan produkt är lamellplattor som består av skiktad, asfaltimpregnerad och korksmulbelagd juteväv som används som vibrationsdämpning under bland annat maskinfundament (bredd 50–100 cm, längd 100–200 cm, tjocklek 7–30 mm).

Drevning är en ullig produkt i remsor eller tovor med kvarstannande skalsmulor. Den används som tätning mellan vägg och karm, i springor i väggar eller som tätning lagd mellan stockvarven i timmerbyggnader. Benämningen jutedrev avser en obehandlad produkt, medan tjärdrev syftar på jutedrev som behandlats med trätjära.

Lin

Lin har främst använts i tapeter och som drev. Även uttjänta, rivna linneprodukter (riven lump) har använts som isolerings- och tätningsmaterial.



Här är ett osynligt exempel på användning av linneväv. Den limfärgsmålade lumppappertapeten sitter klistrad på en entränningsväv av linne. Målningen är utförd 1854 av Anders Ädel, hälsingemålare. Se även Materialets historia. Foto: TEr

Lin i tapeter har förekommit i både varp och inslag, ofta i kombination med andra spånadsfibrer. Även blandning med metallfibrer har förekommit och då särskilt som inslag. Linneta-peter förekommer både med vävda, målade och tryckta

mönster. Vävda mönster kan vara antingen motivmönster i gobelängteknik eller randiga, "franska tapeter" i tuskaftsteknik med varp av lin och inslag av ylle.

Hampa

De enda användningsområdena för hampa inom byggnadsområdet är sannolikt som rep och sadelgjord. Rep har använts dels som fästlinor och dels som fast monterade "ledstänger" och "räckan". Sadelgjord har använts som drivremmar inom verkstadsindustrin.

Bomull och ull

Bomullstyg har använts som underlag för annan, finare textiltapet på samma sätt som jute. Ull i textiltapeter var i regel av finare sort, till exempel från merinofår, medan den grövre cheviotullen användes till grövre textilier och mattor.

Bomulls- och ullgarn har även använts i flätade tätningslister för fönster och dörrar.¹⁸⁸

Uttjänta textilier av bomull och ull har använts som stoppningsmaterial och till isoleringsmattor samt som bas vid pappers- eller papptillverkning (lumpapp) för framställning av takpapp (se Papp).

Hantering och bearbetning på arbetsplatsen

Lagring

Textilmaterial ska lagras torrt. De bör dessutom lagras frostfritt, avskilda från direkt solljus och utom räckhåll för skadedjur.

För att undvika fiberbrott bör vävar och liknande lagras plant eller rullade på rullar som förvaras liggande eller horisontellt hängande så det inte uppstår några veck.

¹⁸⁸ *Handboken Bygg, band 2*, olika upplagor, AB Byggmästarens förlag, 1948, 1961, 1968.

Kapning, formning och montering

Vid entränning av jute klipps tyget i lämpliga vådlängder som sys ihop till rumsbredda eller vägghöga stycken och spikas på underlaget eller på ett ramverk av läkt. Därefter limmas makulaturpapper eller tapet på, varvid väven krymper och spänns. Slutligen målas ytan.

Om juteväv används för beklädnadsändamål klistras eller spacklas våderna med överlapp fast på underlaget varefter kanterna skärs och slipas och ytan målas. Alternativt kan den uppspända väven utgöra underlag för klistring av papperstapeter.

För textiltapeter finns flera monteringsmetoder: Våderna kan sys fast utefter vådkanterna i ett redan monterat vävunderlag, oftast av jute. De kan också limmas på styva pappark som monterats på ramverk av trä. Våderna kan även sys ihop innan montering och spikas upp på samma sätt som entränning.

Drevning av mossa, lin eller tovat jute dras ut i remsor och trycks in i springor med drevjärn. Vid montering av timmerhus placeras drevmaterialet på översidan av en stock innan nästa stockvarv läggs på.

Tätninglister av bomull och ull limmas eller fästs med bredskallig nubb.

Ytbehandling och efterbehandling

Om textiltapeter ska dekormålas kan detta utföras antingen före eller efter montering. Vanligtvis används linoljefärg eller limfärg men även tempera förekom.

Limfärgen kan vid målning av väggbeklädnader, förstärkas med linolja för att eliminera "smitning". (Se även Limfärg, Linolja och Temperafärg).



Sturehovs slott 1780-tal. Denna linoljemålade linneväv har sytts samman utefter våderns kanter och monterats på en stomme av glesa bräder, eventuellt med mellanlägg av ett styvare tyg. Därefter har den dekormålats. Vådbredd ca en aln, 60 cm. Tapeten restaurerades på 1950-talet. Foto: TEr

Vård och underhåll

Vid reparation och rengöring av fast monterade textilier med ett stort kulturhistoriskt värde bör textilkonservator anlitas. Det bästa resultatet av en reparation eller rengöring får man oftast om man arbetar på plats men omålade vävnader kan även monteras ner och åtgärdas i ateljé.

Skötsel och rengöring

Det bästa sättet att rengöra textilier är en lätt dammsugning med ett mellanlägg av myggnät. Vätskor, även vatten, bör undvikas om man inte är absolut säker på effekten.

Vid fläckborttagning är det viktigt att känna till dels vilka ämnen fläcken består av och dels vilka material som ingår i vävnaden. Ibland består både varp och inslag av flera olika fibermaterial. Ett tvättprov bör göras på osynlig plats på vävnaden. "Fläcknycklar" och liknande skrifter utgår normalt inte från blandfibermaterial och kan därför ge felaktig information.

Skyddsmetoder

Spånadsprodukter kan impregneras med olja, tjära eller asfalt för att skyddas mot röta och mögel. Djurfiber som armering i puts och lera ligger normalt väl skyddade och kräver inget speciellt skydd.

Det finns idag inga godkända kemiska skydd mot skadeinsekter. Det bästa är en god tillsyn och fysiska hinder, det senare gäller främst för gnagare. Vid svårare angrepp bör en saneringsfirma kontaktas.

Reparationsmetoder

Det går som regel att laga revor i textilier och att komplettera bortfallna delar med konststopning. Vävnader med målade, tryckta eller komplicerade, vävda mönster kan vara svårare att komplettera.

Miljöaspekter

Miljöpåverkan vid framställning och transport

Samtliga textilmaterial utvinns ur naturliga, oändliga råvaror med så god tillgång som man önskar sig. Den negativa miljöpåverkan är begränsad under förutsättning att odling, djurhållning och beredning sker under ekologiskt acceptabla former.

Vattenrötning av lin ger en rötvätska som medför viss miljöbelastning, men metoder finns för rening av vätskan. Landrötning ger ej dessa miljöeffekter. Blekning, färgning och mercerisering av fibermaterial kan innebära miljö- och arbetsmiljörisker.

Transporterna av fibermaterialen kan vara omfattande, framför allt gäller detta ull i och med att huvuddelen av världsproduktionen sker i Australien, Nya Zeeland och Kina.

Miljöpåverkan vid hantering

Handskörd och handberedning kan innehålla tunga, ensidiga och dammiga moment och det finns risk för allergiska besvär.

Miljöpåverkan i bruksskedet och emissioner

Fiberanvändningen medför inte några emissioner. Möjligen finns risk för hösnuva vid användning av dammande produkter, exempelvis drevmaterial.

Återanvändning, återvinning och deponi

Väv, mattor och andra liknande produkter bör gå att återanvända efter en eventuell kantskärning om de är oskadade och rena. Även drev bör kunna tovas om och återanvändas.

Alla produkter, utom de som är spacklade, är brännbara. De som inte är impregnerade, målade eller spacklade eller har invävda, främmande material kan komposteras. Starkt förorenade material eller kompositprodukter som linoleum lämnas till avfallsstation.

Materialets historia

Bonadsmålari det vill säga målning på väv, har förekommit i Syd och Mellansverige sedan senmedeltiden. De utfördes på linneväv med den billiga limfärgen eller ibland med tempera. Från 1800-talet målade man även på papper. Motiven var ofta bibliska och hade starkt lokal prägel, såsom socknens dräkter i de så kallade hälsingemålningarna och kurbitsen i dalmålningarna.

De sydsvenska bonadsmålningarna, från Småland, Halland samt angränsande delar av Västergötland och Blekinge utgjorde, till skillnad från de mellansvenska, inte en permanent utsmyckning av stugrummet utan sattes upp till fest och högtid. Dessa pryddes inte bara väggarna utan även takfallen i ryggåsstugor utan innertak och kallades då för drättadukar.

Vävda tapeter har tillverkats av så gott som alla spånadsmaterial, ensamma eller i blandningar. De kunde vara flamskvävda med figurmönster eller rakvävda med tuskaft eller kypert. De äldsta tapeterna var lösa och hängdes upp vid speciella tillfällen och kunde flyttas från en bostad till en annan. Under senare delen av

1600-talet spikades textila väggbeklädnader på ramverk av trä som monterats direkt på den putsade väggytan. Ibland var textilierna inramade av dekorativa baguettelister. Tapeterna var ofta fodrade med grov linneväv.

Vid slutet av 1600-talet förekom många olika textila material som väggbeklädnader i olika sociala miljöer. Enfärgat kläde, det vill säga valkat och överskuret ylletyg som var tuskaft- eller kypertvävt, användes i borgerliga miljöer. Kläde importerades i stora mängder sedan medeltiden, men under 1600-talet kom den svenska produktionen igång i större skala.

Randiga, tuskaftvävda yllevävnader kallades "franska tapeter" och var antingen av hylle eller med inslag av ylle och varp av lingarn. Som namnet anger importerades de från början, oftast från Frankrike och Flandern. Tekniken var enkel och det är troligt att de senare vävdes även i Sverige.

LinnetaPeter med mönster av yllestoff förekommer från samma tid, liksom gyllenläder som tillverkades av kalv- eller getskinn och hade ett tryckt mönster. Gyllenläder med ett mönster bestående av yllestoff brukar kallas stofftapeter. Namnet överfördes till 1800-talets stofftapeter som tillverkades på papper.

Begreppet "vävda tapeter" avser tapeter vävda i gobelängteknik med landskaps- eller historiska motiv. I regel är varpen av ull, men lin förekommer också. Inslaget är av ull eller ull och silke. Det kan också finnas inslag av guld och silvertrådar i de mest exklusiva tapeterna. Vävda tapeter har tillverkas i begränsad utsträckning i Sverige. På 1600-talet förekom även exklusiva helsidentapeter liksom halvsiden det vill säga sidentyg med varp av lingarn som tapetmaterial.

På 1700-talet importerades bomull som trycktes med mönster på speciella Kattuntryckerier, exempelvis i Sickla och Fredriksdal i Stockholm. Tygerna, kattunerna, användes ofta som väggbeklädnad, möbeltyg och kanske även som säng- eller fönstergardin i samma rum.

Till exklusivare miljöer importerades från Kina ofta sidentapeter med målade mönster. Vid samma tid förekom silkesammetstapeter i exklusiva miljöer och det var också vanligt med sidentapeter. Siden- och sammetstyggerna som spändes upp på väggen var som regel fodrade med tuskaftsvävt, grovt linne.

I gränzonen mellan väggmåleri och textil fanns det målade tapeter och bonader med stomme av linneduk. De kunde ha samma format som vävda tapeter och efterlikna dem i motiv och kulör.



Rocaille-tapeter målade på vävd bas omkring 1750 återfunna 1975 och uppsatta troligen på sin ursprungliga plats i herrgårdsbyggnaden på Engelsbergs bruk.
Foto: TER

På 1800-talet användes väggspänd taft, bomulls- och sammetstapeter. De senare kunde vara av antingen bomull eller ylle. Vid samma tid försvann många textila väggbeklädnader till förmån för papperstapeter. Rulltrycksprincipen överfördes från bomullstyg till papper. Bruket av exklusiva, damastvävda sidentyger levde dock kvar i vissa miljöer.

Ut slitna kläder av linne eller ylle användes ofta som isoler- och tätmaterial. Det går fortfarande att finna sönderklippta kläddelar under taklistor och golvplankor i hus från framför allt 1700- och 1800-talen. Linblånor är ett finare stoppningsmaterial

som även användes som tätningsmaterial vid rörkopplingar i vattenledningar. Yllelump har använts som stomme i impregnerad takpapp tack vare sin goda motståndskraft mot röta (se Papp).

Juteprodukter infördes till Storbritannien i början av 1800-talet och då som ersättning för hampa i förpackningssäckar. I byggnadssammanhang har juteväv använts sedan 1800-talet som impregnerade produkter (exempelvis takpapp och som stomme i linoleummattor) och i enklare sammanhang (väggbeklädnad och som stomme bakom finare vävnader).¹⁸⁹

Under 1910- och 1920-talen hade den indiska juteindustrin stor avsättning för sina produkter, men exporten sjönk under 1930-talet i samband med depressionen. Vid den tiden började även nya förpackningsmaterial ersätta juteprodukterna.

Litteratur

Arbman, D., *Gobelänger och andra vävda tapeter*, 1950

Bach, L-P, *Linoleum- korkmattor*, tidskriften *Byggnadskultur* nr 2001:1, Svenska föreningen för byggnadsvård, 2001

Bringéus, N.-A., *Sydsvenska bonadsmålningar*, 1982

Böttiger, J., *Svenska Statens samling af väfda tapeter 1-4*, 1895-98

Böttiger, J., K. *Husgerådskammarens vävda tapeter, rön och råd*, 1934

Handboken Bygg, band 2, olika upplagor, AB Byggmästarens förlag, 1948, 1961, 1968

Lindblom, J., *Vävda tapeter*, 1978

Nationalencyklopedin, första upplagan, Bra Böckers förlag, 1989-96

¹⁸⁹ *Nationalencyklopedin*, första upplagan, Bra Böckers förlag, 1989-96.

Stensman, Mailis, *Textilen mot ett konstnärligt uttryck*, Bokförlaget Signum, 1994

Strömbom, N., *Det sydsvenska folkliga bonadsmåleriet och dess utforskande*, ur S. Svensson, Nordisk folkkonst, 1972

Svensk Teknisk uppslagsbok del 2, Nordisk Rotogravyr, 1939

Tellenbach, M., *Forskning om svenska bonadsmålningar och kistebrev*, 1990

Sten

Idenna artikel återfinns uppgifter om de vanligaste bergarterna som använts för byggnadsändamål i Sverige, både historiskt sett och i mer moderna konstruktioner. Betoningen ligger emellertid på äldre byggnader. Beskrivningar av egenskaper och liknande är generellt skrivna för de flesta bergarter, men avvikelser från detta tas också upp. De mest relevanta typerna av sten i byggnader är granit, diabas (så kallad svart granit), gabbro (så kallad svart granit), diorit, porfyr, gnejs, skiffer, täljsten, sandsten, kalksten, marmor och kvartsit.

Utrymmet medger inte en komplett förteckning över olika bergarter. För identifiering av sten i byggnader hänvisas i stället till annan litteratur.¹⁹⁰



Atlingbo kyrkas sydportal, Gotland. Speciellt på Gotland finns många medeltida portaler bevarade. Denna portal är förmodligen utförd vid 1200-talets slut eller 1300-talets början. Foto: Misa Asp

Artikeln har skrivits av HEHa.

¹⁹⁰ *Natursten i byggnader. Stenen i tiden. Från 1000talet till 1940.* RAÄ/SHMM 1996.

Natursten i byggnader. Svensk byggnadssten & skadebilder. RAÄ/SHMM 1994.

Natursten i byggnader. Teknik & historia. RAÄ/SHMM 1992.

Lundegård, P.H. *Nyttosten i Sverige.* Almqvist & Wiksell. 1971.

Borgström, H. *Stenhandboken. En handbok för arkitekter och byggnadstekniker.* KTH och Sveriges stenindustriförbund. 1968.

Antikvariska aspekter

Sten är ett hållbart byggnadsmaterial och dessutom ett material som i huggen form alltid har varit kostsamt och därigenom förbehållet välbeställda byggherrar.

Bearbetad sten representerar höga kulturhistoriska värden som är knutna till både det estetiska och tekniska utförandet, och till symbol-, personhistoriska- och andra värden. Spår av tidigare behandlingar och ändringar, till exempel färgrester, ilusningar och omhuggningar, är värdefull information och bör bevaras som en del av stenens patina.

Skulpturalt formad sten och sten där bearbetningen av originalytan bedöms ha stort kulturhistoriskt värde skall åtgärdas av konservator.

När sten i fasad eller byggnadsdetaljer ska åtgärdas är det viktigt att särskild hänsyn tas vid materialvalet. Nya stenar måste anpassas till äldre, både när det gäller valet av sten och ytbehuggning.

För att undvika att byggnaden "överrenoveras" krävs en tydlig målsättning i projekteringshandlingarna som reglerar hur stenen ska rengöras och lagas. Patinabegreppet omfattar både naturliga färgförändringar i stenytan (vilken kan skadas vid hård rengöring) och rester av äldre målningsbehandlingar och ilusningar.

Yrkesskickligheten hos de hantverkare som arbetar med sten är mycket viktig för att inte de kulturhistoriska värdena ska förvanskas och minska vid en restaurering.

Förekomst, utvinning och framställning

Bergarters uppkomst

Eruptiva bergarter har bildats av stelnde bergsmältor och utgörs alltid av silikatbergarter. Det har en avgörande betydelse om smältan stelnat snabbt eller långsamt, på ytan eller nere i berggrunden. Finkorniga eruptiva bergarter som

basalt och diabas har stelnat snabbt på eller nära jordytan, medan graniter och dioriter har stelnat på större djup och därigenom utvecklat större enskilda kristallkorn. Övriga eruptiva bergarter som används i byggnadstestensammanhang är porfyrer, hyperit, gabbro samt granitgnejser.

Sedimentära bergarter har bildats av sedimentära avlagringar på jordytan och består av silikat- eller karbonatmineral. Sedimenten kan ha biologiskt ursprung, till exempel kalkskal från vattenlevande organismer, eller från vittrande berg där vittringsprodukterna (grus, sand och lera) ansamlats i flodbäddar och på havsbottnar.

Sedimenten kompakteras och kittas samman till sammanhållande berg när de överlagras av nya sediment och utsätts för tryck- och värmeprocesser djupare ned i jordskorpan. I byggnadstestensammanhang är sedimentära bergarter sand- och kalkstenar samt ler- och alunskiffrar.

En tredje grundform är **omvandlade eller metamorfa bergarter** som utgörs av eruptiva eller sedimentära bergarter som undergått hel eller delvis omsmältning genom rörelser och värme i jordskorpan. Metamorfa bergarter i byggnadstestensammanhang är gnejser, kvartsiter, täljsten, glimmerskiffer, marmor och amfibolit.

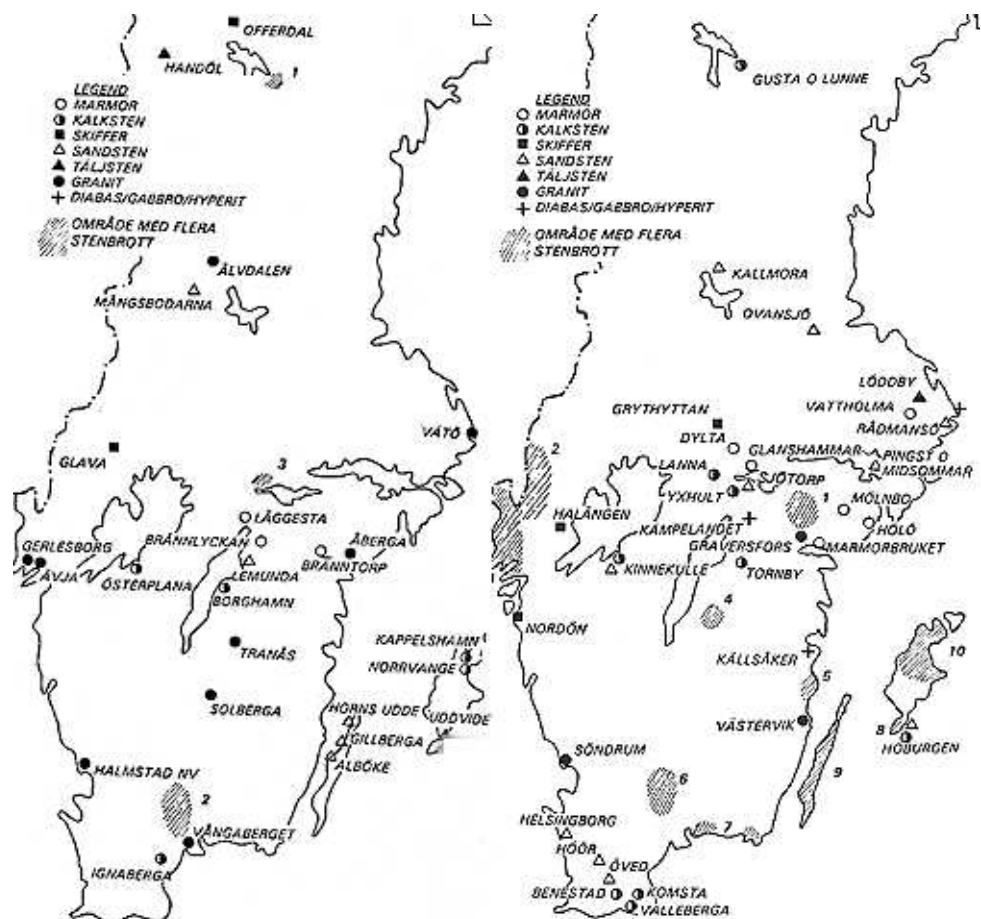
Förekomst och utvinning

Sveriges berggrund består av bergarter som varierar i ålder mellan tre miljarder och några tiotals miljoner år. Bergarter med en ålder över 900 miljoner år dominerar emellertid. Brytbara bergarter finns bland både äldre och yngre bergarter.

Fram till 1800-talets mitt dominerade brytningen av mjuka kalk- och sandstenar helt. Under tidig medeltid användes i stort sett enbart lokal sten - lösblock som bröts ur fast berg i små dagbrott. Redan på medeltiden blev emellertid sten en vara som transporterades långa sträckor till byggplatsen. Till att börja med bestod

exporten av mindre föremål som till exempel dopfuntar av gotländsk kalksten. Även halvfabrikat exporterades.

I dag bryts sten vanligen direkt ur fast berg i dagbrott, men det förekommer fortfarande att lösblock tas tillvara. Sådan utvinning har skett ända fram i modern tid. Merparten av all Roslagssandsten har till exempel hämtats som lösblock i vattnet och på land i Roslagen.



Vänster kartbild visar nedlagda svenska stenbrott. Höger kartbild visar de brott i Sverige som fortfarande är i drift. Illustration: Natursten i byggnader, 1994

Nu bryts sten genom borring, sågning (wire- eller klingsågning) och kilning. Inom granitindustrin har även jetbränning använts, men på grund av ekonomiska och arbetsmiljömässiga skäl går man successivt över till wiresågning. Losskjutning

av block ur berget med svaga sprängmedel som inte skapar onödiga sprickor förekommer endast inom granit och skifferbrytning.

Det lossbrutna stycket, "pallen", delas till hanterbara, block i brottet. I stenhuggeriet formas blocken till monteringsfärdiga stenprodukter. Det sker i huvudsak maskinellt, oavsett om det är frågan om tillverkning av platt- eller tjocksten. Vid platttillverkning delas blocken i ram- eller cirkelsågar och skivorna hyvlas, slipas och poleras maskinellt. Mer komplicerade former i tjocksten kan fräsas eller wiresågas.

Inom täljstens- och skifferindustrin förekommer vattenjetaggregat vid tillskärning av stenen. Aggregaten används även för profilskärning av plattor och inläggningar av dekor i stenplattor.

Stentyp	Brytningsort
Grå granit	Huvudsakligen Bohuslän, viss brytning i Blekinge och Norrbotten
Rödgrå, gråröd och blåbrun granit	Småland, Skåne, Bohuslän, viss omfattning i Uppland och Västergötland
Röd granit	Småland, Skåne, Bohuslän, viss omfattning i Uppland och Västergötland
Svart granit (oegentlig benämning då svart granit är diabaser, basalter eller hyperiter)	Skåne
Röda gnejser	Halland, Värmland och Södermanland
Svart kalksten	Skåne, Jämtland
Grå kalksten	Öland, Gotland, Västergötland, Östergötland och Jämtland
Gråbrun och rödgrå kalksten	Öland, Västergötland och Jämtland
Röd kalksten	Öland, Västergötland och Jämtland

Stentyp	Brytningsort
Gulgrå kalksten	Gotland
Grön marmor	Närke, Östergötland och Södermanland
Gråvit till gråblå marmor	Närke
Grå glimmerskiffer	Jämtland
Svart, ljusgrå och rödgrå lerskiffer	Begränsad omfattning i Västmanland och Värmland
Grå sandsten	Gotland
Gul sandsten	Östergötland
Röd sandsten	Dalarna
Röd kvartsit	Dalarna

Framställning

Val av sten

Sten är ett naturmaterial och vid all användning är det viktigt att hålla i minnet att bearbetningen från stenbrott till byggnad är en bearbetning av naturgivna egenskaper. Det som går att kontrollera är sorteringen av råvaran, brytnings- och huggningstekniker, placeringen av det färdiga blocket i en konstruktion, samt valet av bergart. Dessa val har stor betydelse för slutresultatet och hållbarheten på lång sikt.

I Stenindustrins faktablad finns kvalitetskrav angivna för de svenska stensorter som bryts i dag. Kraven omfattar i allmänhet sprickanvisningar (så kallade stick), närvaron av klovsprickor och skönhetsfel.

Även toleranser för färgavvikelse inom respektive stensort finns.¹⁹¹

¹⁹¹ Borgström, H. *Stenhandboken. En handbok för arkitekter och byggnadstekniker*. KTH och Sveriges stenindustriförbund. 1968. *Stenhandboken 1992*. Sveriges stenindustriförbund.

Yt- kant- och fogbehandlingen utgör tillsammans med stenens egen textur och färg en viktig del av det visuella intrycket. Utseendet efter huggning bestäms dels av verktygens form, dels av hur verktygen förts över stenytan.

Äldre ytbearbetningar är huvudsakligen olika typer av behuggna ytor som har fått sitt namn efter verktyget (en pikad yta efter en pikhacka, en tandhuggen yta efter en tandmejsel etc.), eller från utseendet (lågerhuggning, skrädhuggning etc.).

Ytbehandling	Möjliga bergarter	Anmärkning
Spritmejslad, prickmejslad och pikad (pikhuggen) yta	Granit	Huvudsakligen äldre bearbetningsmetod
Bredmejslad, skrädhuggen, tandhuggen, lågerhuggen och narvhuggen yta	Marmor, kalksten, sandsten	Huvudsakligen äldre bearbetningsmetod
Krysshamrad (gradhuggen) yta	Granit	Maskinell metod
Slipad yta (olika finhet)	Granit, marmor, kalksten, sandsten, skiffer	Numera maskinell metod
Polerad yta	Granit, marmor, kalksten	Numera maskinell metod
Hyvlad yta (olika finhet)	Kalksten	Maskinell metod
Sågad yta	Marmor, kalksten, sandsten	Maskinell metod
Råköpp (obearbetad klovyta)	Granit, marmor, kalksten, sandsten	Maskinell metod
Klovyta	Skiffer, kalksten	Maskinell metod
Fräst yta	Skiffer, marmor	Maskinell metod
Blästrad yta	Granit, marmor, kalksten, sandsten	Maskinell metod
Flammad yta	Granit, gnejs, kvartsit	Maskinell metod

Tabell. Denna sammanställning illustrerar vilken ytbehandling som lämpar sig för olika bergarter.

I dag görs de flesta ytbehuggningar maskinellt. Resultatet blir annorlunda än vid en handhuggen yta. När en sten med handhuggen yta ska bytas ut är en handhuggen

slutbearbetning att föredra. Exempel på den typen av ytbehandling är låger-, tand- och skrädhuggning. Det har däremot mindre betydelse för slutresultatet om huggningen sker med tryckluftsdrivna verktyg eller för hand med klubba och mejsel.

Egenskaper

Inre struktur

Det som i dagligt tal kallas sten systematiserar geologerna som bergarter. Dessa byggs upp av mineraler, stenens minsta beståndsdelar.

De bergartsbildande mineralen i byggnadssten är i huvudsak två stycken: silikat och karbonatmineral. Till de förstnämnda hör kvarts, fältspat, glimmer, hornblände och pyroxen. Bland karbonatmineralen är det bara kalcit och dolomit som utgör någon betydande del.

Stenens inre struktur bestäms av dess mineralogi och bildningssätt. I stort sett samtliga naturstenar är till sin karaktär kristallina ämnen. Det enda undantaget är flinta som är amorf (icke-kristallin) och som har använts inom byggnadsområdet i begränsad omfattning som skolsten (fogutfyllnadssten) i murverk.

Hållfasthetsklasser

De fysikaliska egenskaper som karaktäriserar sten är i huvudsak tryck- och böjhållfasthet, elasticitet, densitet, värmeutvidgningsförmåga, längdutvidgning vid vätning, värmeledningsförmåga, porositet, nötningsmotstånd, vattenabsorptionsegenskaper och frostbeständighet. Mer att läsa om enskilda bergarters egenskaper finns i stenproducenternas varublad.¹⁹²

¹⁹² *Stenhandboken 1992*. Sveriges stenindustriförbund.



Nationalmuseum Stockholm. Bilden visar Tessin- skulpturens högra ben och arm. Skulpturen är huggen i Carraramarmor och vittrar (sockrar) kraftigt. Det innebär att de enskilda kalcitkristallerna har förlorat vidhäftningen till varandra och att stenen sockrar vid beröring. Foto: Jan-Eve Olsson

Formstabilitet

Sten är normalt ett formstabil material. I byggnadssammanhang uppträder formförändringar enbart på vissa marmorsorter. Det är exempelvis välkänt att tunna plattor av ljus Carraramarmor kan böja sig. Orsaken är inte helt klarlagd, men det verkar sannolikt att det rör sig om en effekt av kalcitkristallernas utvidgning i olika riktningar vid uppvärmning och vätning.

Fenomenet har fått stora ekonomiska konsekvenser för förvaltare av moderna byggnader med ytbeklädnad av marmorplattor. Kända exempel på byggnader med detta problem är The Amoco building i Chicago och Finlandiahuset i Helsingfors.¹⁹³

Tunna stenplattor kan också böja sig till följd av ensidig och upprepade vätning.¹⁹⁴

¹⁹³ Jacobsson & Widmark, *Formförändringar hos vit Carrara marmor*, Forskningsrapport BFR 950430-7, Stockholm, 1997.

¹⁹⁴ Suensson, E. *Natursten. Bygghandboken*. 3e bindningen. Köpenhamn 1942.

Frostbeständighet

All porös sten riskerar att skadas genom frostsprängning när porerna är vattenfyllda. Som porös avses i det här sammanhanget sten med en öppen porositet på mer än 0,5 procent, till exempel sugande porös sandsten och kalksten. Även vittrad marmor med förhöjd porositet kan frostszkodas vid hög porfyllnad av vatten. Värt att uppmärksamma är att frostszkodor kan likna saltszkodor.

Färgbeständighet

Hos all färgad sten framträder färgerna intensivare och djupare vid polering. Vissa stenar kan emellertid "tappa" färgen efter en tids exponering, vilket tydligt märks på polerade och färgade marmor- och kalkstenssorter i stadsmiljö.

Det är egentligen inte stenen som förlorar sin färg, utan poleringen och därmed färgintrycket som vittrar bort. Den vittrade ytan är grövre och reflekterar ljuset annorlunda, och ger stenen ett blekare intryck. Vill man att stenen ska behålla den djupa polerade färgen och glansen bör man välja en vittringsmotståndskraftig sten som till exempel granit.

På de flesta stenar förekommer patina, vilken definieras som en icke skadlig ytförändring med avseende på färg och slitage och som ger intryck av ålder. Kalkstenar och vissa ljusa marmorsorter erhåller ofta en gulaktig ton efter en tids exponering utomhus.

Gotländsk sandsten antar en brunaktig ton på regnutsatta ytor, medan Höörsandsten kan anta en mörk, nästan svart ton. Älgögranit (gabbro) mörknar och svart lerskiffer grånar. Samtliga färgförändringar av den här typen är naturliga och beror huvudsakligen på vandrande mineral och föroreningar i stenen som oxiderar och avsätts på ytan, samt på förändringar av mineralen i ytan.



Gustav Adolf-statyns sockel, Göteborg. Den vita marmorn har grönfärgats av bronsskulpturen. Regnvatten gör att bronzen korroderar och kopparhaltigt vatten rinner ned på stenen. Kopparjonerna reagerar härvid med marmorn och bildar en svårlöslig grön förening. Missfärgningen utgör inget tekniskt problem för stenen.

Foto: Anne Jacobsen

Patinan kan skadas vid hård rengöring, exempelvis blästring. Det är inte säkert att en avlägsnad patina återkommer med tiden. En sådan åtgärd kan därför vara irreversibel.

Brandbeständighet

De flesta stensorter är inte brandbeständiga. Sten är en dålig värmeledare och vid stark upphettning förblir stenen kall på djupet, medan ytan utvidgas på grund av värmen. Detta leder till sprickbildning. Det omvända fenomenet gäller vid hastig avkylning, exempelvis vid släckning av en brand.

Malm bröts förr genom att man hettade upp berget med eld. Kalkhaltig sten som upphettas till temperaturer över 800°C genomgår samma kemiska process som vid kalkbränning (se Kalk). Täljsten är däremot motståndskraftig mot brand och används därför som foder i kaminer och öppna spisar.

Vittringsbeständighet

En stens vittringsbenägenhet är till stor del ett resultat av de geologiska processer som bildat bergarten. Det gäller både mineralens egenskaper och skiktningar,

porositet och naturligt förekommande föroreningar i stenen. Till detta kommer den miljö som stenen utsätts för i hugget skick. Den viktigaste och vanligaste nedbrytande faktorn är vatten.

Under 1900-talet har kemisk vittring varit den dominerande faktorn, framför allt på grund av försurande gaser som svaveldioxid. Dessbättre har halterna av svaveldioxid i luften minskat avsevärt under de senaste tjugo åren och är i dag mindre än en tjugondel av halterna 1970. Det finns emellertid andra föroreningar i luften som påverkar sten, samt att tidigare nersmutsade miljöer har skapat ett "minne" i stenen. Ett sådant minne är förgipsningar i kalkbunden sandsten.

En annan viktig nedbrytande faktor är rivningar, restaureringar och rengöringar som har skapat problem genom användningen av felaktiga material eller alltför hårdhänta rengöringsmetoder.

Skadeeffekt	Symptom	Möjlig/vanlig orsak
Ytavverkande	Sandning	Salt, föroreningar, biologisk påväxt
	Reliefvittring	Lermineral i stenen
	Exfoliering	Ytbehuggning, lerskikt i stenen
Djupnedbrytande	Sprickbildning	Ytbehuggning, vittring, sättning
	Sockring av marmor	Värme, fukt
	Grav sandning	Salt- och fukt
	Total desintegration	Brand
Större bortfall	Sprickor vid fogar, hörn och kantbortfall, bortfall av hela ytor	Tryckskador, rostskador från konstruktionsjärn, pyritinklusioner, klovsador, påkörningsskador
Ytbeläggningar	Svart gipskrusta	Svavel och sot i luft
	Saltkrusta, saltutfällning	Saltförekomst
	Mineralmissfärgning	Rengöringsmedel, naturlig mineralförändring
	Metallutfällning	Brons-, koppar- och järnförekomst i såväl mineral som metallföremål i anslutning

Skadeeffekt	Symptom	Möjlig/vanlig orsak
	Grön, brun eller svart, ofta slemmig och hal hinna	Möjlig/vanlig orsak till stenen. Alger, lavar och svampar
	Grå eller svart beläggning	Smuts

Produktformer och användningsområden

Interiört: Golvplattor, socklar, lister, trappor, , väggbeklädnad, inredningar och eldstäder.

Exteriört: Fasadbeklädnad, konstruktionsmaterial, socklar, grundmurar, port- och fönsteromfattningar samt taktäckningsmaterial.

I anläggningar och trädgårdar: marksten, kantsten, gatsten, trappor, murar, stolpar, pollare och gravvårdar.

Övrigt: stenullsisolering framställd av diabas (se Slaggmaterial), och stennjöl, grus och makadam som filler och ballast i betong och bruk, samt som fyllningsmaterial vid väg- och vattenbyggnad. Glimmer har använts för en medveten dekorativ effekt i ädelputs (se Kalk).

Anvisningar för användning av sten i nybyggnad beträffande montering, tjocklek etc. för golvsten, trappsten, invändig och utvändig väggbeklädnad, tjocksten till murar, fönsterbänkar, eldstäder, socklar, taktäckning samt markbeklädnad finns i litteraturen.¹⁹⁵

¹⁹⁵ Borgström, H. *Stenhandboken. En handbok för arkitekter och byggnadstekniker*. KTH och Sveriges stenindustriförbund. 1968. *Stenhandboken 1992*. Sveriges stenindustriförbund.

Hantering och bearbetning på arbetsplatsen

Lyft och transport

Vid all hantering av natursten är det viktigt att vara försiktig och undvika slag och brytningar. Sten är ett hårt men sprött material som lätt skadas i kanter och hörn vid oförsiktig hantering. Polerade, slipade eller på annat sätt finbehandlade stenytor är dessutom känsliga för repor. Vid lagring på arbetsplatsen är det viktigt att stenen hålls torr och väl skyddad för väta under den kalla årstiden. Det gäller framförallt sugande och porösa stenar som sandsten och vissa kalkstenar.

Montering

Orienteringen av blocket vid huggningen har stor betydelse för hållbarheten. Sedimentära och skiktade bergarter har alltid svaghetszoner parallella med lagringsföljden, så kallad klov. Därför bör sådan sten i möjligaste mån alltid passas in i den slutliga konstruktionen så skiktningens riktning inte sammanfaller med utsidan av stenen. I annat fall finns en risk att hela eller delar av framsidan spjälkas av efter en tids exponering. Fenomenet är välkänt hos dagens stenindustri, men i äldre byggande finns många exempel där man har brutit mot regeln. Det vanligaste skälet är att vissa stenar, till exempel öländsk kalksten, inte kan fås i tjockare dimensioner än arton cm. På grund av detta är det numera vanligt att flera partier av god sten, så kallad kärnsten, limmas samman till ett homogent block.

Ytbehandling

Förutom ytbehandlingstekniker som beskrivs under rubriken Framställning finns en rad ytbehandlingsprodukter för natursten. Till de viktigaste hör hydrofoberingsmedel, vaxer, färger, klotterskydd, omkristalliseringsmedel för marmor och kalksten samt golvsåpor.

Hydrofoberingsmedel gör stenen vattenavvisande. Moderna hydrofoberingsmedel är i de flesta fall silaner som appliceras på porösa sandstenar. Medlen binder kemiskt till stenens yta (silikatbergarter). Om de appliceras rätt är

hydrofoberingsmedlen effektiva under tiotals år. Ofta kan de brytas ned i ytskiktet så att ytan väts vid regn, men fukten tränger inte in i stenen eftersom medlet fortfarande är intakt längre in i porerna.

Vid en skada i ytskiktet eller då vatten av andra orsaker tränger in i stenen gör behandlingen att avdunstningshastigheten minskar. Avdunstningsfronten ligger på grund av det hydrofoba ytskiktet en bit in i stenen. Hydrofoberingar är därför olämpliga när det inte går att garantera att fukt inte tar sig in i stenen, till exempel via kapillärsugning från underlaget. (Se även Cement).

Vaxning. I restaureringssammanhang vaxas ibland kalksten och marmor för att ge stenen djupare färg, samt för att skydda den från vatteninträngning. Vaxning görs framförallt på polerad sten som exempelvis skulpturer och inredningsdetaljer. Observera att en vaxad yta inte är jämförbar med stenbranschens definition av polerade ytor. En äkta polerad yta ska vara slipad till sådan finhet att lyster är ett resultat av poleringen, inte av vaxer eller andra medel. En polerad yta ska tåla tvättning med eter utan att förlora lyster.

Färger har i Sverige använts sedan tidig medeltid för att skydda och dekorera sten. Linoljefärg användes tidigt på porösa sandstenar och kalksten. Innan bemålningen dränktes stenen in med linolja och ibland fett, till exempel tran. Dagens omålade äldre stendekorer i fasader är främst ett resultat av tidsandan vid sekelskiftet 1900 då man tog bort tidigare färglager för att exponera den naturliga stenytan.

Om färgskikten underhålls kan bemålning vara ett gott vittringsskydd. Under senare år har det gjorts försök att bemåla framför allt sandsten med linoljefärg och kalkfärg. Dessa försök väntar på att utvärderas. Det finns farhågor förknippade med bemålning av porös sten med täta färgskikt i likhet med skaderiskerna med hydrofoberingsmedel. Numera målas sällan ny sten av det uppenbara skälet att sten används för att synas.

Kalkfärg har inte använts på exteriör sten i någon högre grad eftersom traditionell kalkfärg har kort livslängd på naturstensytor utomhus. Färdigblandad cellulosa-

och fillerförstärkt kalkfärg har använts i några fall på senare år, vilket kan vara ett sätt att göra bemålningen hållbar. (Se Kalk).

Klotterskydd är en ytbehandling som ofta används på fasadsten, framförallt på socklar, murar och portomfattningar. Det finns två principiellt skilda sorter: ett permanenttskydd som appliceras en gång och som inte avlägsnas vid sanering, samt skydd som måste återappliceras efter sanering.

Den förstnämnda, varav endast ett fåtal finns på marknaden, består av härdplaster och opigmenterade klarlacker för användning på metallytor och glas.

Av den sistnämnda typen finns i princip fyra olika sorter: vax-vattenemulsioner, vax-silikon lösningar (lösningsmedelsbaserade), vattenburna akrylater samt stärk sederivat. Samtliga bildar ett svår genomträngligt skikt som tillsammans med färgen tvättas bort med hetvatten eller kemikalier vid sanering. (Trion Tensid)

Omkrystallisering. Kristallisering av kalkstens- och marmorgolv har varit populärt under en period. Kemiskt innebär metoden att kalcitkristallerna i stenens övre skikt omvandlas till kalciumfluorider. Behandlingen innebär även att golvet poleras. Metoden ger högblanka stenytor.

Golvsåpa är en rengöringssåpa som bildar kalktvål genom en kemisk reaktion mellan kalkstenen och såpan när den appliceras på ett kalkstensgolv. Såpan tränger ned ett stycke i golvet och skyddar stenen från smuts. Behandlingen ger en sidenmatt yta. Såpan rekommenderas av stenindustriförbundet för rengöring av samtliga naturstensgolv.¹⁹⁶

Andra ytimpregneringar är endast aktuella för skiffergolv. För sådana impregneringar hänvisas till instruktioner som lämnas av stenproducenten.

¹⁹⁶ Instruktioner för städning av naturstensgolv. Sveriges Stenindustriförbund, preliminär utgåva 1998-03-03.

Vård och underhåll

Enkla åtgärder kan vara värda att uppmärksammas. Det är av största vikt att hängrännor och stuprör fungerar, att klotter avlägsnas, att man inte faller till föga för den starka produktindustrin och applicerar "underhållsfria, eviga" färger och impregneringar av stenen. Det är också viktigt att tidiga tecken på förfall och nedbrytning uppmärksammas och att experter kallas in för en bedömning av tillståndet, samt om möjligt identifierar skadeorsaken.

Tillståndsbedömningen

- om en sten måste bytas ut eller inte
- görs vanligen i projekteringsskedet i samband med en restaurering. Här bör både ingenjörer, konservatorer och andra tekniker vara närvarande och samråda med antikvarisk expertis, arkitekter och beställare.



Vänster bild: Kalkstenen i muren innehåller skikt av lerhaltiga mineral, som vittrar mer än ren kalksten. På bilden syns hur de hårdare partierna (sk kärnsten) är relativt opåverkade av vittring, medan de lerhaltiga skikten har vittrat kraftigt.

Foto: Misa Asp.

Höger bild: Här har ett stort parti av stenen spjälkats av från den avslutande voluten i gavelfältet av kalksten. Orsaken till skadan är en så kallad klovspricka, ett tunnt skikt med mjukare kalksten. Foto: HEHa

Att sammanföra dessa yrkesgrupper i ett tidigt skede kan minska risken för fördyrande förseningar och ändringar av byggplaner under pågående process. Det är emellertid inte ovanligt att en noggrann besiktning inte kan göras förrän ställningarna är resta. Det kan därför bli aktuellt att revidera planerna exempelvis när det gäller omfattningen av ett stenbyte.

I samband med ställningsresning på en fasad med stendekor bör man hålla en tillräcklig distans mellan ställningen och utstickande stenar så en svajande ställning inte skadar stenen. Om möjligt bör man inte fästa ställningen i stenen, utan i fogen i stället.

Rengöring

I alla restaureringssammanhang är rengöring en vanlig åtgärd som dessutom ger en påtaglig visuell effekt. Ofta är smutsen ojämnt fördelad på en fasad och koncentrerad till regnskyddade partier. Där finns det sällan någon ålderspatina på stenen och den blir helt ren efter rengöring. Vill man behålla patinan och göra en partiell rengöring endast på smutsade partier, är det viktigt att vara medveten om att resultatet inte alltid blir enhetligt.



Kalksten som blästrats med JOS-bläster som partiellt avlägsnade det med tiden erhållna brunaktiga ytskiktet, patinan. Blästersvepen syns nu som ränder på ytan. Foto: HEHa

För att ha kontroll över rengöringsnivån är det tillrådligt att ha provytor i undanskymda lägen. Ytorna ska vara tillräckligt stora så arbetet kan utvärderas. Rengöringen ska dessutom göras på representativt smutsade partier.

Blästring. Fasadsten rengörs oftast med någon blästermetod eller högtryckstvätt. På senare tid har så kallade mjukblästermetoder blivit vanliga. De inkluderar alla metoder som arbetar under relativt lågt tryck, använder mjuka blästermedel som kalkstens- och dolomitmjöl samt (oftast) har en inblandning av vatten.

Blästring är alltid en mekanisk metod som skadar stenen om den utförs felaktigt. Risken finns att detaljer och profiler suddas ut, eller att stenens patina försvinner. Det senare är ofta fallet vid blästring av kalkstensfasader. Vid beställning av blästring är det därför viktigt att noggrant specificera vad som ska blästras bort och att utföra rengöringsprov. Blästring av sten med en patina kan också ge ett nytt mönster på fasaden om den utförs felaktigt.

Lerinpackningar. Vid rengöring av sköra eller dekorerade stenar kan inpackningsmetoder med lera användas. Metoden kräver erfarenhet och är i hög grad en konserveringsmetod.

Laserrengöring är en exklusiv rengöringsmetod som används på kontinenten för rengöring av sköra och värdefulla skulpturer och byggnadsdetaljer på framför allt byggnader med högt kulturhistoriskt värde. Enkelt uttryckt består metoden av en pulserande laserstråle som riktas mot den smutsiga ytan. Laserljusets höga energiinnehåll får smutsen att förångas.

Kontinuerlig vätning. Vid rengöring används också vattenbaserade metoder i olika former, till exempel ständig vattenöversilning under en begränsad period, samt ång- och dimrengöringsmetoder. Metoderna är skonsamma, men det är viktigt att objekten tål att vätas under tillräckligt lång tid. De passar därför bäst på fristående stenelement som kolonner och liknande. Oftast byggs objektet in i ett hölje och ånga eller finfördelat vatten sprutas mot stenen från ett flertal munstycken.

Konservering och restaurering

Förr lagades sten i huvudsak genom att man högg ut skadade partier och fällde in nya bitar (så kallad ilusning), genom lagningar med olika bruk, samt genom omhuggning av ytor. Under de senaste hundra åren har man börjat använda begreppet stenkonsvering.

Vid en konservering sätts objektets originalyta i första rummet och alla åtgärder syftar till att bevara vad som finns kvar av denna, medan en restaurering inkluderar en rekonstruktion av form och färg. I praktiken handlar en åtgärd ofta om en kombination av konservering och restaurering.

Moderna konserveringsmetoder och -material har i de flesta fall visat sig långsiktigt hållbara. Det är emellertid av största vikt att den som utför arbetet är kunnig och vet hur preparaten ska användas eftersom en felaktig hantering kan förvärra eller ge nya skador.

Stenkonsvering har dock flera begränsningar. De viktigaste är originalstenens ursprungliga kvalitet (bra eller dålig sten), begränsade möjligheter till kontinuerligt uppsikt (till exempel hög placering på en fasad) och brist på metoder och material för vissa skador (till exempel konsolidering av grusig kalksten).

Rekonstruktioner kan göras med ny sten eller med stenlagningsbruk. Det senare är att föredra när bevarandet av originalmaterialet är viktigt. Vid ilusningar med ny sten måste stenhuggaren hugga rent för att den nya biten ska passa in. Vid en brukslagning är ingreppet i originalstenen ofta begränsat till borrhål i brottyorna för infästning av armeringstråd.

Ilusningar vid restaureringar limmas ofta med tvåkomponentlim. Limfogarna ska vara tunna och täta och limmet ska inte användas på framsidan eftersom det kommer att synas tydligt när det missfärgats av solljuset. Limmet kan med fördel appliceras punktvis på brottyorna.

Vid ersättning av större block i en fasad bör man också vara observant på brukets egenskaper. Ett generellt råd är att hårda cementbruk inte bör användas.

Hydrauliska kalkbruk är i de flesta fall tillräckligt starka. Cementbruket innehåller dessutom både alkalier och gips vilket kan ge saltutfällningar i porös sten. Vissa hydrauliska bruk innehåller också cement. Det är därför viktigt att vara medveten om brukets sammansättning.

Det kan vara nödvändigt med täta bruk (cementbruk) i fogar när det rör sig om täta bergarter i fasader, eftersom en porös eller otät fog kan leda in stora vattenmängder i konstruktionen vid kraftigt regn. Detta gäller framförallt granitmurverk som från början ofta är murade och fogade med cementbruk. Om stenen blivit fuktskadad bör ursprunget till fuktbelastningen alltid utredas, eftersom fukt i byggnader är ett av de mest skadliga och komplexa problemen.

Vid dubbning av sten, nyhuggen eller gammal, ska dubbstålet vara av rostfri kvalitet för att undvika rostsprängning.

I dag är vissa stensorter svåra att få tag i eftersom brytningen har upphört eller minskat kraftigt. Till de mest efterfrågade hör Övedssandsten, Roslagssandsten, Yxhultskalksten samt grå och röd Stockholmsgranit.

Övedssandstenen kan ersättas med Orsasandsten från Dalarna. Roslagssandstenen kan i vissa fall ersättas med röd kvartsit från Dalarna, medan Yxhultskalkstenen kan ersättas med kalksten från Öland, Västergötland eller Östergötland.

Miljöaspekter

Miljöpåverkan vid produktion, bearbetning och hantering

Vid uppskattningen av en stens miljöpåverkan är det viktigt att relatera till ett livslängdsperspektiv. Sten har normalt en lång livslängd i jämförelse med många andra material och dess miljöpåverkan är låg i ett längre tidsperspektiv.

Brytning, bearbetning och transporter åstadkommer mest miljöpåverkan. Normalt avger sten inga gaser eller ämnen som inverkar negativt på miljön. Damm från slitage, framför allt från golv, innebär dock en viss belastning på inomhusmiljön.

All stenbrytning innebär sår i natur- och kulturlandskapet. De flesta stenbrott för byggnadssten är öppna dagbrott. Tillgångarna av brytvärd sten är ändliga och förnyas inte i ett rimligt tidsperspektiv. Många äldre brott har lagts ned, i vissa fall när de har tömts på brytvärd sten.

Brytningen kräver energi i form av fossila bränslen för maskiner och lastbilar, samt elenergi för driften av sågar och borrar. Vid brytning av graniter och kvartsiter tillkommer brännolja för jetbrännare när sådan utrustning används.

Andelen skrotsten vid uttag ur brotten varierar kraftigt mellan olika bergarter och olika brott. Det är dock sällsynt att mer än 30 procent av det brutna materialet är prima block. På många håll tas skrotstenen tillvara för krossning och för att användas som makadam, fyllning och ballast. Detta är dock inte möjligt för kalksten och kalkstensskrot återfylls därför i brottet.

I ett arbetsmiljöperspektiv finns en risk att utveckla silikos (stenlunga) vid bearbetning av kvartshaltig sten. Eruptiva bergarter som graniter och dioriter kan också avge radioaktiva gaser (radon) vid brytning och bearbetning och i den färdiga konstruktionen. Användningen av jetbrännare i brytningen är förknippad med höga ljudnivåer och dammbildning. I äldre fogmaterial kan det även finnas asbest, vilket ger arbetsmiljöproblem vid rivning.

Återanvändning, återvinning och deponi

I dag återanvänds mycket lite sten. Vid rivning transporteras materialet till deponi och i viss mån till kross. Orsaken är främst rationalitetskravet vid rivning. Behovet av att rensa stenen från sätt- och fogbruk begränsar möjligheterna att återanvända den. Andra begränsande faktorer är lager- och transportkostnaderna.

Vissa stenprodukter återanvänds dock regelmässigt, till exempel gatsten och kantsten. I detta fall är det endast kurvsten som kan vara svår att återanvända eftersom kurvradierna inte är standardiserade. Även takskiffer återanvänds i viss grad, främst av takläggarföretagen själva.

Gravstenar återanvänds också till viss del genom att tidigare namn blåstras bort. Stensorter som inte längre bryts, till exempel Roslagssandsten, kan komma i fråga för omhuggning och återanvändning när det krävs kompletteringar på byggnader. Viss återanvändning av fasadplattor och golvplattor sker också i regi av entreprenörerna.

Materiallets historia

En mycket förenklad historisk beskrivning över det svenska stenbyggandet omfattar i huvudsak fyra perioder av stor betydelse: medeltidens kyrkobyggande (ca 1000–1550), Vasatidens borgar och befästningar (ca 1550–1600), stormaktstidens adelspalats (1600-talets andra hälft) och stenstädernas uppbyggande runt sekelskiftet (1850–1930).¹⁹⁷

Samtidigt med kristendomens intåg i Sverige kom hantverkare utifrån som kunde konsten att bränna kalk och tillreda murbruk. Att sammanfoga stenblock till täta murar var en ny företeelse i Norden där stenbyggandet tidigare hade inskränkt sig till enkla kallmurade konstruktioner; murar utan bindande bruk mellan stenarna.

Den nya murningstekniken krävde att stenarna passades ihop med god precision. I trakter med brytbar och mjuk sten utvecklades tekniker att hugga och bearbeta stenen till kvadrar och så småningom mer avancerade former. Från medeltidens början och fram till 1600-talet dominerade skalmurstekniken. Fullmurar med huggen sten är sällsynta och fullmurstekniken blir mer vanligt förekommande först med teglets införande.

¹⁹⁷ *Natursten i byggnader. Teknik & historia.* RAÄ/SHMM 1992. *Natursten i byggnader. Stenen i tiden. Från 1000talet till 1940.* RAÄ/SHMM 1996.

Under medeltiden var det till största delen kyrkan som stod för stenbyggandet med murade stenkyrkor i södra Sverige, samt längs pilgrimslederna till Trondheim och i södra och mellersta Norrlands kustland.



Epitafium på Björklinge kyrka, Uppland. Under 1600- talet försågs många byggnader med portaler och ornament huggna i gotländsk sandsten. Stenhuggaren Johan Köpke högg epitafiet på 1650-talet. Foto: HEHa

Nästa stora stenbyggnadsepok var Vasatidens borg- och befästningsbyggnad. Under denna tid byggdes borgar som Vadstena och Kalmar slott. Byggnaderna försågs med ornamenterad sten, ofta kalksten.

Under 1600-talet manifesterade adeln sina nyvunna krigsrikedomar i praktfulla palats och stadshus, i och kring dåtidens stora och viktiga handelsstäder. Stormaktstiden präglas av användningen av Gotländsk sandsten i portaler och utsmyckningar.

Den gotländska sandstenens egenskaper var åtråvärda. Den är relativt mjuk och lättbearbetad, vilket var en förutsättning för att skapa de detaljrika ornamenten, samt att dess neutrala grå färg och porösa egenskaper lämpar sig bra som underlag för oljefärg.

Under denna tid hade stenhuggarämbetet i Stockholm bildats. Medlemmarna hade ofta utländskt ursprung; de sex första mästarerna var alla från Tyskland.

Den ojämförligt största andelen byggnader med natursten tillkom kring sekelskiftet 1900. Flera samverkande faktorer ligger bakom detta. Till de viktigaste hör mekaniseringen av stenindustrin, utbyggnaden av järnvägsnätet och ångbåtstrafiken för stentransporter, samt en omfattande stadsutbyggnad,. Under denna tid öppnades ett flertal nya stenbrott och äldre stenbrott utvidgades.

Under 1900-talet har bearbetad sten i byggnadssammanhang nästan uteslutande kommit att handla om beklädnad av konstruktioner med plattor.

Litteratur

Andersson, H.O. och Bedoire, F. *Stockholms byggnader*. Prisma. 1988

Andersson, K. och Hildebrand, A. *Byggnadsarkeologisk undersökning*, RAÄ/SHMM 1988:1. 1988

Berge, B. *Byggningsmaterialenes ökologi*. Universitetsforlaget, Oslo. 1992

Borgström, H. *Stenhandboken. En handbok för arkitekter och byggnadstekniker*. KTH och Sveriges stenindustriförbund. 1968

Instruktioner för städning av naturstensgolv. Sveriges Stenindustriförbund, preliminär utgåva 1998-03-03

Jacobsson & Widmark, *Formförändringar hos vit Carrara marmor*, Forskningsrapport BFR 950430-7, Stockholm, 1997

Klotterborttagning och klotterskydd, Trion tensid AB 1994

Loberg, B. 1987. *Geologi. Material, processer och Sveriges berggrund*. 4e upplagan. Norstedts

Lundegård, P.H. *Nyttosten i Sverige*. Almqvist & Wiksell. 1971

Miljövarudeklaration kalkstensgolv. Ölandssten AB 1997

Natursten i byggnader. Stenen i tiden. Från 1000talet till 1940. RAÄ/SHMM 1996

Natursten i byggnader. Svensk byggnadssten & skadebilder. RAÄ/SHMM 1994

Natursten i byggnader. Teknik & historia. RAÄ/SHMM 1992

STEN, norsk och svensk stenindustris tidskrift. Fyra nummer per år.

Stenhandboken 1992. Sveriges stenindustriförbund.

Suensson, E. Natursten. Byggmaterialier. 3e bindningen. Köpenhamn 1942

Svensk standard SS 22 10 02, Natursten för byggnader, Terminologi, toleranser och ytbearbetning. SIS, Standardiseringen i Sverige, 1984

Stråmaterial

Denna artikel tar upp stråmaterialen ag, halm och vass. De användningsområden för materialen som behandlas är främst taktäckning, isolering och armering.

Ag används till taktäckning på Gotland och Öland. Det är ett vilt växande halvgräs, som återkommer varje år med nya skott från en rotstam. Den blir 0,5 - 1,5 m hög och har trinda eller trubbigt trekantiga strån med långa, styva, upp till 2 cm breda, skarpt tandade, blad. Den brunaktiga blomställningen består av flera småax.

Halm (långhalm) från flera av våra sädeslag används som byggmaterial vid bland annat taktäckning. Det är ett ihåligt, gult strå med diametern 3-5 mm som är segt och tål att böjas och vridas.

Vass används främst till taktäckning. Förr användes materialet även i reveteringsmattor för putsbruk. Vass växer vilt och återkommer varje år med nya skott från sin rotstam. Vass blir i Norden upp till 4 m hög och har en plymformad brun vippa. Strået är brungult och ihåligt med diametern 3-10 mm och bryts vid böjning eller vridning.



Fem lager stråmaterial: underst tre lager halm, överst två lager vass. Foto: EAr

Artikeln har skrivits av EAr.

Antikvariska aspekter

Från antikvarisk synpunkt är det viktigt att ta hänsyn till de lokala skillnader som förekommit vid hanteringen av ag, halm och vass. Variationerna i taktäckning avspeglar bland annat skillnader i tänkesätt och geografiska förutsättningar.

Förundersökning

Vid renovering bör en förundersökning alltid göras med avseende på materialets användning för tak-, isolerings- eller armeringsändamål så att man kan precisera vad som ska utföras. Förundersökningen ska informera om vilka metoder, material och kvaliteter som har använts.

Dokumentation

Det finns fortfarande ålderdomliga och antikvariskt värdefulla tak av ag, halm och vass. De kan även finnas under nyare takbeläggningar. De kan ge information om genetik, ogrässorter, stråtkvalitet, läggningsteknik med mera. En dokumentation bör innehålla skisser, fotografier, en skriftlig rapport och materialprov som arkiveras.

Kunskapsbevarande

Rätt kunskap om råvaran gör att en beställare kan välja rätt kvalitet, men i dag är den sortens kompetens på väg att dö ut.

I dag läggs många stråtak av vass istället för av halm. Av Skånes byggnadsminnen med halmtak har över 70 procent fått sina traditionella halmtak utbyta mot vass. Alternativa material och metoder har ersatt de gamla och traditionella.

Dagens utveckling inom genteknikområdet innebär att halmstråna blir allt kortare och det är osäkert vad som kommer att hända med råvaran i framtiden.



Detta tak på Jönsagård på Visingsö har rekonstruerats med hjälp av arkeologisk metod. Foto: EAr

Konservering

Ett hårt tak som skyddar underliggande stråtak är det bästa skydd det ursprungliga taket kan få. Dessa bör därför vårdas och underhållas.

Förekomst, utvinning och framställning

Förekomst

Ag (*Cladium mariscus*) växer i kalkrika områden. I Sverige har utvinningen enbart haft en ekonomisk betydelse på Gotland och, i viss mån, Öland. För att skörden ska vara lönsam krävs en samlad areal på några hundra kvadratmeter.

Ag växer i grunt vatten (max 0,5 m) i kalkmyrar. Den växer i lösa tuvor och bildar ofta vidsträckta bestånd. För att den ska bilda täta bestånd krävs speciella betingelser; den trivs i gränsen mellan blankvatten och torrare myrmark. Ag vill ha mjuka bottenar med kalkslam. De största gotländska bestånden finns på norra delen av ön, på Fårö och på Sudret. På Öland finns de största bestånden i Löt och Föra socknar.

I Norden blir ag 0,5-1,5 m hög. Den förökar sig genom långa, tjocka jordstammar och alla strån kommer från samma jordstam. Stammen är trind och slät men upptill trekantig. Vippan är grenad med fem - tio ax. De grågröna bladen är hårda med vasst sågade kanter. Merparten av växtmassan utgörs av blad. De vissnar vid frost, men sitter kvar på stammen med samma form och styvhet. Nöten är brunglänsande och cirka tre mm stor.

Halm är en restprodukt från spannmålsodling, men det är bara höstsådd stråsäd som används till taktäckning eller som armeringar i klineväggar. Macelerade (efter Rutker Macklean) lerväggar armeras med hackad halm. Strået utgör upp till 80 procent av växtmassan och kan vara råg (långa agnar) eller vete (saknar agnar).

Råg (*Secale cereale*) används oftast för framställning av långhalm, men det går också bra med vete (fam. *Triticum*). Varje gård var tidigare självförsörjande med långhalm. Halmen och säden bärgades varje höst och efter tröskningen förädlades den till långhalm eller användes som foder till gårdens djur. Numera hackas och plöjs halmen ofta ner eller bränns på åkern.

I dag går den norra odlingsgränsen för höstsådd i jämnhöjd med Klarälven och Dalälven. Norr om gränsen och upp till Umeå förekommer enbart försöksodlingar. Förr odlades råg även längs Norrlandskusten och då användes halmen även där till taktäckning.



Tre kärvar strå: till vänster och i mitten vass av olika längd, till höger råg. Foto: EAr

Vass (*Phragmites australis*) är nordens största gräs. Den är vanlig i hela landet men har sparsam förekomst i fjällen. Vassen är en karaktärsväxt i näringsrika lerslättsjöar och finns också rikligt i bräckvattenvikar. Den växer även vid kärr och

diken samt på kulturmark och fuktängar. Vassen är flerårig och den förekommer i flera olika varieteter.

Vassen bildar täta bestånd ofta helt fria från andra växter. Den förökar sig genom kraftig tillväxt av sina rotstockar och sänder upp nya skott längs de krypande jordstammarna. Fortplantning med hjälp av frö förekommer också och spelar störst roll vid spridning till nya lokaler.

Vassen är cirka en till fyra m hög men kan i sällsynta fall nå upp till sju m på djupare vatten. Fröna utvecklas på sensommaren och fröspridningen sker under senvintern. När bladen uppnått sin slutgiltiga storlek lever de en begränsad tid och faller av vid frost. Vassen är då färdig att skörda.

För att skörden ska vara lönsam krävs några hektar samlad areal. Några av de största svenska förekomsterna finns i Tåkern, Hornborgarsjön, Vänern, Mälarens inre vikar, Hammarsjön, Kalmarsund och i Blekinges skärgård. Större delen av den vass som används i dag importeras från Estland, Lettland, Polen, Ungern, Holland och Turkiet.

Skörd och framställning

Ag skördas under högsommaren då vattenståndet är som lägst. Det förekommer ingen egentlig försäljning utan köparen får fråga markägaren och själv ombesörja skörden. Ag skördas bäst med lie eller slätterbalk. Är bestånden täta med mycket gammal ag krävs en van lieman. Fjolårsag kan också användas.

Skörden kan även ske i regn. Agen behöver inte torkas utan kan användas direkt, men för att få den mer hanterlig är det bra om den ligger och torkar några dagar. Inga skadedjur äter agnötter och de kan därför sitta kvar.



Agskörd med lie, Föra socken på Öland. Foto: EAr

Halmens strå får inte brytas eller böjas vid skörden. Innan maskinerna tog över i slutet på 1800-talet höggs säden med lie eller skära. Med tiden utvecklades självbindare som hugger strået nere vid roten med en rörlig slätterkniv, varefter de hela stråna med sitt sädesax binds ihop i kärvar. Kärvarna torkas på åkern innan de tas in till logen för tröskning. Tröskningen måste vara skonsam och kamma ut säden ur axet. När detta är gjort buntas stråna åter till kärvar. Därefter kan långhalmen användas i olika sammanhang; tvinnas i lerväggar, läggas på tak eller i mattor som väggisolering.

Vass skördas framför allt av kringresande entreprenörer med specialmaskiner. De moderna amfibiehuggarna kör fort och kan hugga även glesa bestånd. Förr, då allt skars för hand, valde man grövre och käppigare vass. Med maskin går det att hugga även glesa, tunnstråiga bestånd. Vassen skördas någon gång mellan november och april, då den blivit gulbrun och har torkat. Skörden måste ske vid torrt väder och innan de nya skotten skjuter upp i maj. Om stråna blir våta lagras de stående i skylar för att torka.

När vassen huggs för första gången rensas de gamla och spröda stråna bort ur kärvarna. Inga skadedjur äter vassfrön och dessa kan därför sitta kvar.

När vassen är huggen transporteras kärvarna upp på land och buntas efter att ha rensats i nya kärvar med en diameter på ca 70 cm. Vassen kan därefter användas till exempelvis taktäckning, mattor, skärmväggar eller till reveteringsmattor.

Om vassen slås årligen försvagas den och kan till sist försvinna. Vass kan dock förökas genom att rotskott planteras i dybottnar.

Egenskaper

Inre struktur

Hållbarheten hos ag, halm och vass har att göra med innehållet av cellulosa som är inbakat i lignin och kisel.

Organiska ämnen. Strukturen är i princip likadan hos alla växter som bildar ihåliga strån: en ganska enkel uppsättning av polysackarider, med cellulosa och xylaner som de viktigaste komponenterna. Cellulosamolekylerna är ordnade i fibriller som hålls samman av vätebindningar.

Lignin är en samling av besläktade polymerer med tredimensionell struktur. Det klassificeras efter de olika ingående ämnena och har en mängd funktioner som är viktiga för växten, bland annat bidrar det till växternas struktur och motståndskraft mot mikrobiell nedbrytning.

Uppbyggnaden av lignin (lignifieringen) pågår framför allt under slutskedet då strået mognar, samtidigt som lösliga sockerarter och proteiner försvinner.

Mineraler Kisel utgör den största andelen mineral hos ag, halm och vass. Innehållet varierar mellan tio och hundra g/kg. Kiselandelen i strået har stor betydelse för hållfastheten.

Hållfasthet

Taken av stråmaterial kan skadas allvarligt om de utsätts för mekanisk påverkan, till exempel nedfallande trädgrenar. Vass är känsligare än halm för mekanisk åverkan eftersom vasstrået är sprödare. För att halmen ska vara hållfast måste den vara fullständigt tröskad.

Frostbeständighet

Äg, halm och vass påverkas inte fysikaliskt av minusgrader, men åldringsprocessen avstannar vid låga temperaturer. De frysta stråändarna i taket är därför mer motståndskraftiga vintertid mot storm och mekaniskt slitage.

Ytstruktur

Agtak är mjuka som hö på en höskulle, halmtak mjuka och samtidigt fasta, medan vasstak är halvhårda och fasta om de är lagda på rätt sätt. På agtaket sitter stråna löst och fladdrar för vinden, medan alla strån på ett halm- eller vasstak sitter fast.

Halm och vass med lång hållbarhet har en mjuk, nästan len, ytstruktur. Stryker man "medhårs" över ett sådant tak lossnar inga stråfragment. Halm och vass med försvagad kemisk struktur är strävare, snarast spröd, och fragment lossnar vid beröring.

Beständighet

Ägens, halmens och vassens beständighet kan ofta bedömas redan på växtplatsen. Kvaliteten bestäms av genetiken, kemin, närings- och bottenförhållandena.

Genetik. Halmens kvalitet bestäms bland annat av de genetiska förutsättningarna. Sorterna som förädlas fram förändras ständigt. Huvudinriktningen för förädlingen är att utveckla korta och styva strån. Växtodlarna vill ha rika skördar och spannmål med god bakningsförmåga, men lite halm.

Kemi. Växter har hydrofoba lager fästade vid cellväggarna. De senare fungerar som diffusionsbarriärer och är ett viktigt skydd mot svampsjukdomar. Kisel har en gynnsam påverkan på tillväxten, ökar motståndskraften mot svamp- och insektsangrepp, och gör stråna mycket styva.

Klimat. En höst med mild väderlek ger god utveckling för halmens planta av sidoskott, bestockning, som ska utvecklas innan vintern. Vintern kan gärna vara kall med ordentlig tjäle och snö. Vårsol med omväxlande rotblötor är idealiska

tillväxtförhållanden för nästa års halm. Under sommaren bör vädret vara varmare och torrare, medan ett torrt skördeväder på hösten ger ett torrt strå som går att lagra inomhus.

Ag och vass påverkas mindre av väderleken eftersom de är vildväxande.

Geografi och jordmån. Halmens växtplats ska vara öppen, inte för skuggig eller kuperad. Väldränerade sandjordar ger bästa förutsättningarna för ett beständigt byggmaterial.

Vass som har vuxit i saltvatten är hållbarare än annan vass, vilket kan bero på att havsbottnarna ofta är mindre näringsrika än sötvattensbottnar. Sandiga bottnar med mycket kisel ger också hållbar vass, medan dyiga bottnar med mycket sediment och näringsläckage från jordbruksmark ger en spröd och "pappig" vass med sämre hållbarhet.

Grön halm och grön vass som skördas vid midsommar har en kort livslängd. Grönhalmen har för hög andel protein och socker för att vara motståndskraftig. Ett moget strå har en betydligt längre livslängd om växtbetingelserna har varit gynnsamma, om cellulosan har lignifierats och om rotsystemet har haft en god tillgång på kiselsyra. Värme, nederbörd och sol har gynnsam effekt på cellbildningen.

Arkitektur: Ag, halm och vass som lagts med för flack lutning och exponeras mot söder får kortare livslängd. Flack lutning gör att vatten tränger längre ner i taket och solbelysning gör stråändarna spröda.

Formstabilitet

Genom sin hydrofoba natur bidrar ligninet i cellväggen till att fördröja vätning och vattentransport. Materialet sväller och krymper därmed inte i någon större utsträckning.

Halm- och vasstrån är formstabila, om de plattas till återfår de inte sin ursprungliga form.

Halm är lätt att forma om den blötläggs. När halmen torkar stelnar den i den nya formen, en egenskap som är bra vid armering i lerväggar.

Vass går däremot inte att forma. Har vassen växt under näringsrika förhållanden går strået lätt av och knäcks vid böjning. Vass av god kvalitet är däremot spänstig och nästan seg om den böjs.

Strån på tak som exponeras för solsken reser sig i nederänden men den raka formen återgår vid regnväder. Denna fluktuerande formändring gör att stråna åldras (utmattas) snabbare på tak som vetter mot söder sidor än de som vetter mot norr.

Färgstabilitet

Nyskördad ag förblir gröngul det första halvåret. Efter något år har nedbrytningen givit stråmassan en brunrå färg.

Långhalm är från början gul och förblir så om den lagras torrt utan direkt solljus. Äldre halm som förvaras torrt djupnar i färgen och övergår med tiden från ljusblond till guldgul.

Nyskördad vass är gulbrun och ändrar inte färg om den lagras torrt utan direkt solljus. Äldre vass som förvaras torrt djupnar i färgen och övergår med tiden från gulbrun till bärnstensgul.

Utomhus inleds en nedbrytningsprocess som efter något år ger ag, halm och vass en silverrå färg samma färgnyans som åldrat, obehandlat trä.

Produktformer och användningsområden

Halm

Långhalm produceras och bereds lokalt på lantgård, för eget bruk eller för försäljning. Halmen binds i kärvar med omkrets ca 70 cm och vikt 2,5_3 kg vilket gör att de kan kastas upp på taket. Kärvarna ska vara så små att de dels torkar, dels kan hanteras rationellt. De levereras ofta i travar med upp till 50 kärvar i var trav.

Långhalm används till byggändamål såsom takläggning, armering i putsade väggar och isolering.



Läggning av halmtak med raft och tilling. Foto: EAr

Löshalm har tröskats med självgående tröska. Skördetröskan (utan hack) släpper ut de färdigtröskade halmstråna efter sig i strängar på åkern och halmen kan sedan balas i en löspress. Balarnas storlek är ca 120 x 80 x 40 cm. Balarna som läggs ut på nocken som skydd för långhalmens bindningar kallas ryggningshalm.

Hårdpressad halm skärs och packas kompakt med maskin. Materialet har bland annat använts i experimentbyggen. Den korta halmen i balarna går bra att använda som magring i lera.

Fyrkantiga storbalar innehåller halm som pressats mycket hårt. Balarna kan enbart hanteras maskinellt eftersom de väger flera hundra kilo. Användningsområdet är det samma som för hårdpressad halm.

Runda storbalar innehåller löspressad halm. Även dessa måste hanteras maskinellt på grund av sin vikt. Används som magring i lera.

Halmskivor liknar spånskivor men isolerar bättre. Limmet i skivan är halmens eget lignin. Skivorna tillverkas i mikrovågsugnar där ligninet smälter och halmen pressas samman. Användningen är under utveckling.

Slöjdhalm består av rensad långhalm och används bland annat som material till stolsitsar, innerväggar och korgar. Efter ytterligare behandling, bladrensning och uppfläkning av stråna till platta band kan långhalm också användas till vävda tapeter eller intarsia.

Ag

Ag skördas för taktäckningsändamål och levereras löst i vagnslast till byggsplatsen. Det är främst på Gotland och Öland som ag används för taktäckning.



Ag läggs som ett lag arbete, agating. Här på ett fårhus, lammgift, på Fårö. Foto: EAr

På Öland används ag även som ryggingsmaterial till halm- eller vasstak. På gotländska agtak används vidjor (snurrade långa flätor) av ag istället för vindskivor.

Vass

Vass skördas främst för taktäckningsändamål. Den binds, levereras och hanteras på liknande sätt som långhalm.



Vasstaksläggning i Borgs by på Öland.
Foto: EAr

Reveteringsmattor är mycket glest vävda vassmattor med en varp av ståltråd. De används som fästunderlag och armering för ler- eller kalkputs på trä.

Vass som skördats på sommaren har alla blad kvar och kallas bladrör eller bladvass. Av materialet görs mattor som sedan används som skärmtak eller skärmväggar.

Hantering och bearbetning på arbetsplatsen

Lyft och transport

Ag, halm och vass är lätta material och volymen är stor i förhållande till vikten vilket innebär att varje tak kräver mycket transporter. En ordinär ladugård kräver cirka 25-30 bilvagnslass ag.

En kubikmeter rymmer cirka 30 långhalms- eller 25 vasskärvar med en omkrets på sjuttio centimeter.

Vid själva taktäckningen langas kärvarna av halm eller vass upp på taket för hand. När det gäller ag som aldrig binds i kärvar används antingen en materialhiss eller en släde som med hjälp av ett rep dras upp utefter en stege.

Kapning och formning

Ag huggs till rätt längd direkt vid skörden. Vid taktäckningen formas agen med slagkäpp. Halm formas på taket med kniv eller täckeraga (det senare gäller även vass).

Applicering och montering

Undertaket för ett agtak utgörs av tätt liggande, lutande unga barrträdstammar, så kallade raftar, där bark och decimeterlånga stumpar av stammens grenar har fått sitta kvar för att förankra agen. Stråna läggs upp på detta undertak i ett metertjockt lager.

Agan kan enkelt tvinnas till två till tre meter långa rep eller vidjor. De används dels för att fästa taket i raftarna, dels för att förstärka gavelkanterna och takfoten där vinden kan få tag i och slita sönder taket. I samma syfte läggs efter avslutad täckning ett glest system av barkade granslanor som extra tyngd ovanpå taknocken.



Överst en sydsvensk typ av läktning av undertak för halmtak. Därunder tre halmkärvar som kläms mellan läkt och raft. Foto: EAr

Undertaket för ett halm- eller vasstak består vanligen av horisontella läkt. Taktäckningen börjar med taksågget. I Sverige läggs halm och vass i horisontella rader, från höger till vänster om taktäckaren är högerhänt. Stråna kläms mellan läkten och en täckekäpp. Täckekäppen pressas ner mot läkten med metalltråd eller vidjor. Nästa rad läggs 25 (halm) eller 30 cm (vass) högre upp så halmen överlappar. Den fortsatta taktäckningen utförs på samma sätt.

Bindningarna av de 25–30 cm tjocka lagren fortgår till näst högsta läkten vid taknocken. Uppe vid taknocken avslutas bindningen med två rader täckekäppar. Därefter viks de uppstickande halm- eller vassstopparna över nock och binds ner på andra takhalvan.

Yt- och efterbehandling

Ytan på det nylagda agtaket putsas med slagkäpp och räfsa för att förbättra vattenavrinningen. Ett halmtak putsas däremot med kniv eller täckeraga då det är färdigt. Kniv används när halmen är skräpig (dåligt rensad i rotändan) och täckeraga när halmen är tröskad med kam och väl stött i botten så alla strån ligger i rotändan av kärven. Ett färdigt vasstak putsas alltid med täckeraga.



Efterbehandling av vasstak som drivs med täckeraga. Eketorps borg på Öland. Foto: EAr

Taksågget på halm- och vasstak klappas med täckeraga och utstickande strån klipps bort med häcksax eller skärs bort med kniv.

Vård och underhåll

Alla skador som uppstår där strån blottläggs, dras ut eller exponeras, ska lagas så fort som möjligt. I förebyggande syfte är det bra att hålla omgivningarna runt och under taken fria höga träd och buskar. Vid hårt väder kan grenar gunga in och riva upp taket. Dessa måste därför bindas undan eller sågas bort.

Större växter som slår rot i taket tas bort. Mossa kan däremot vara kvar. Den ger en jämn fuktighet åt taket och skyddar samtidigt ytan. Det är långtifrån alla tak som får påväxt av mossa. Troligen har viss halm och vass en kemisk struktur som utgör ett bra substrat för mossan.



Modernt brandskydd av ett halmtak: Obrännbara mineralullsmattor kläms fast under halmen. Oktorpsgården på Skansen, Stockholm. Foto: EAr

Det är också lämpligt att undvika kalkstrykning av skorstenar eftersom kalk har ett högt pH som fräter på strået.

Ett agtak sjunker med tiden, vilket kan kompenseras genom att man lägger på ny ag i taknocken och även byter ut taknockens virke.

Taknocken måste vårdas kontinuerligt. En halm- eller vassryggning behöver bättras på vart femte till tionde år. Bindningarna på de övre bandet får aldrig bli synliga i nocken.

Hård vind kan få takskägget att glida ner, speciellt om det skjuter ut mycket utanför husväggen. Om takets nedre kant sjunker måste stråna (takskägget) klappas upp igen till ursprunglig höjd. En vanlig skyffel kan användas till detta.

Skadeorsaker och skyddsmetoder

Stormskador uppstår vid vindar omkring 25–40 m/sek. Vinden ger främst mekaniska skador på grund av nedfallande grenar och kringblåsande föremål.



Skador på läsidan av ett stråtak efter en storm med över 30 m/s. Foto: EAr

Vindbyarna kan också skada framför allt gavelkanterna. Vinklarna i valmar måste vara minst 90° för att inte halm- och vasstråna ska spreta ut och bli vindkänsliga. Vid storm bildas även ett undertryck på takets läsidor där kraften strävar att lyfta stråna. För att motverka detta kan man lägga tyngder på taket eller ställa en stege mot den utsatta takytan.

Är taket överväxt med mossor kan fåglar skada ytskiktet när de letar insektslarver.

Långhalm med sädeskorn som inte blivit borttröskade kan bli ett tillhåll för råttor och möss. De äter axen och ödelägger halmen med gångar och bon. Gångarna gör bindningarna lösa och taket vindkänsligt. Grönslagen halm som huggs vid midsommar får oftast stora angrepp av smågnagare.

Om vassen inte har varit helt torr vid skörden kan stråna börja mögla inne i kärvarna. Livslängden för sådan vass är halva den normala. Lägre taklutning gör

också att take inte avvattnas tillräckligt utan regnvatten tränger ner i taket. Taklutningen bör inte understiga 40°

Höga trån som skuggar taket kan ge sämre uttorkning efter ett regn.

Ag är mer brandbeständigt. Det beror främst på att stråna innehåller mycket kisel, men också på att taket är relativt tätt och kompakt.

Halm och vass är eldfångda material. Om ett halm- eller vassstak på öppen läkt fattar eld är utrymmet under taket 700°C efter tio minuter. Går det att förhindra syretillförsel underifrån blir temperaturen dock aldrig högre än 45°C under hela brandförloppet. Av denna orsak monteras moderna halm- och vassstak dikt an mot ett eldfast material som stoppar syretillförseln underifrån. Resultatet av ett brandangrepp blir en glödbrand i stråmaterialet. Andra metoder att få taken beständigare mot eld är att rulla ut brandmattor med nät som sys fast i taket vid täckningen.

Brandfaran är störst under sommarmånaderna för stråtak.

Livslängd

Tak av ag, halm eller vass av god kvalitet och som lagts med rätt vinkel är hållfasta med avseende på täthet och vattenavvisning. Tusentals strån per kvadratmeter stänger effektivt vattnet ute. Taken är lagda så att stråna skyddar varandra.

Hantverkaren måste behärska konsten att lägga stråna på rätt sätt för att inte hållfastheten ska minska. En god hållbarhet förutsätter att materialet är jämtjockt och väl packat. Stråna ska läggas parallellt, väl inslagna mot varandra, så taket blir kompakt och tätt. Dessa parametrar är avgörande för livslängden.

Livslängden för stråtak kan variera mellan 40–70 år för ag, 10–70 år för halm och 25–70 år för vass. Den längre livstiden för vass avser ett moget trå som skördats vid torr väderlek och som lagrats torrt under vintermånaderna. Det har vuxit i en mager havsvik där cellulosan har lignifierats och rotsystemet har haft god tillgång på kiselsyra. Värme, nederbörd och mycket sol har gynnat cellstrukturerna.

Reparationsmetoder

Skador i agtak är svåra att laga om de ligger långt ner i takskägget eftersom agstråna är fästade i varandra med bladens hullingar. Skador i de övre delarna av agtaket är lättare att laga genom att mer material tillförs. Lagningen sker med en täckestake; en käpp som för in agflätor i det skadade taket. En annan metod är att demontera agen ner till skadan och därefter återanvända de gamla stråna tillsammans med nya.

En fackman reparerar lätt ett halm- eller vasstak. Enklast är det om skadorna finns i de övre delarna av taket. Finns de däremot i takskägget måste ofta allt material ovanför skadan nytäckas i och med att stråna överlappar varandra ända upp till nocken.

I den mellansvenska taktäckningsmetoden hålls halm- eller vasstaket kvar med hängslanor. När ett nytt lager lös halm eller vass har lagts på det gamla lagret läggs hängslanorna på igen. Ett tak med fönsterkupor och flackare vinkel lagas enbart i den utslitna delen.

Generellt går det att laga betydligt fler tak istället för att lägga om dem som man gör i dag.

Håltagningsmetoder

Alla hål och genomföringar i ett stråtak bör ske sker manuellt med kniv eller en fintandad såg. Roterande verktyg som till exempel en borr ska inte användas.

Håltagningar för exempelvis fönster eller ventilationstrummor innebär alltid att stråna ovanför måste avtäckas. Ju högre upp i taket hålet görs, desto mindre arbete erfordras. Stråna läggs överlappande nerifrån takskägget och upp. I hålets överkant måste regnvatten föras ut och förbi hålet så att läckage inte uppstår.

Miljöaspekter

Miljöpåverkan vid framställning och transport

Ag, halm och vass är förnyelsebara resurser. Ag och vass återkommer varje år på växtplatsen och kräver ingen tillförsel av gödning eller kemiska bekämpningsmedel.

Halm är en biprodukt i spannmålsodlingen. Odlingen av långhalm kräver ingen kemisk bekämpning och ungefär en tredjedel så mycket gödsel per hektar som sädesodling. Sädeskornen kan omhändertas för mjölmalning.

Sprutmedel och stråförkortningsmedel som ska öka spannmålsskördarna har negativa miljöeffekter. Medlen ger dessutom långhalm av sämre kvalitet enligt danska försök.

Ag huggs för hand eller med hjälp av mindre traktorer. Långhalm skördas och bereds med äldre maskiner som återanvänts och drivs med traktorer och elmotorer. Vass skördas och bereds till stor del i Östeuropa, vanligen för hand, men bensindrivna amfibiemaskiner blir allt vanligare. Rensningen av vassen sker för hand eller med hjälp av traktorredskap eller elektriskt driven utrustning.

Under senare år har det blivit förbjudet att beträda flera ag- och vasstäcker på grund av fågel- och floraskydd och andra naturskyddsåtgärder. Tillstånd måste sökas från länsstyrelsen.

Agtransporterna är korta eftersom taken i regel ligger i områden där agen växer. Den importerade vassen, som utgör omkring 90 procent av konsumtionen, körs i möjligaste mån direkt till arbetsplatsen, men transporterna är ändå omfattande.

Alla typer av stråtak kräver ett stort antal transporter eftersom stora volymer erfordras.

Generellt är hantverket med stråmaterial småskaligt och mycket av transportererna sker då hantverkaren åker till byggarbetsplatsen.

Återanvändning och återvinning

Ag, halm och vass bryts ner av naturens mikroorganismer. Halm som odlats biodynamiskt eller ekologiskt innehåller inga rester av skadliga kemikalier.

Agtak som är yngre än tjugo år kan återanvändas medan äldre ag kan komposteras.

Halm- och vasstak som är yngre än tio respektive femton år kan också återanvändas. Materialet rullas av taket och binds till nya kärvar. Äldre halm och vass kan komposteras.

Miljöpåverkan vid hantering och i bruksskedet

Munskydd mot damm bör användas vid tröskning av halm.

I övrigt medför hantering och användning av ag, halm och vass ingen känd negativ miljöpåverkan.

Materialets historia

Ag har använts som taktäckningsmaterial på Gotland och Öland sedan mycket länge. Under 1600-talet var agtak vanligare än halmtak på Gotland. När Gotlands bönder blev skattskyldiga 1653 skulle jordeboken uppge om gården hade egen agtäkt.

Ag användes nästan uteslutande på lador och uthus och användningen var knuten till näraliggande agtäkter. Två olika metoder är kända från Gotland där taken på Fårö är tjockare än de på Sudret.

Tekniken för läggning av agtak har inte ändrats nämnvärt på dessa flera hundra år och någon inblandning av främmande material har inte förekommit.

Konsten att lägga agtak var på väg att försvinna på 1960-talet, men räddades till eftervärlden när Gotlands Nation i Uppsala intresserade sig för den unika gotländska taktäckningsmetoden. Trots att något nytt agtak knappast hade lagts sedan 1940-talet fanns sakkunskapen fortfarande kvar på Fårö. I dag, 2001, finns etthundra agtak på Gotland, ett på Öland och två på Skansen i Stockholm.

Halm är förknippat med jordbruk och halmtak förekom troligen redan på 500-talet f.Kr. när rågen kom till Sverige. Förr fanns lantsorter som stannade på gården i och med att utsädet togs av den egna skörden. På rikare jordar odlades vete, men råghalm har levt kvar som taktäckningsmaterial.

Förr föredrogs halm framför vass eftersom man ansåg att halmen var tätare och att den var lättare att forma. Dagens kunskap om den förhistoriska användningen är i huvudsak hämtad ur det arkeologiska materialet.

Halmtak läggs på två olika sätt; dels bunden enligt den sydsvenska metoden, dels obunden enligt mellansvensk tradition. De obundna takens strå hålls kvar av slanor som tynger ner halmen.

I och med industrialismen ändrades bindtekniken. De obundna taken i Mellansverige och Norrland försvann, bland annat på grund av kampanjer om de Sydskandinaviska bindtakens överlägsenhet. Tak som lades om på 1800-talet bands med fästdon av organiskt material. Vidjorna var av björk eller pil, och raftarna av hassel, rönn, en, pil, tall eller gran.

Under 1900-talet introducerades järn i halmtäckningen. I dag används både galvaniserat och rostfritt stål samt koppar till tråd och skruv på bindtaken.

Vassens historia som taktäckningsmaterial i Sverige är också mycket gammal. Troligen började vassen användas när klimatet blev tillräckligt varmt för att den skulle kunna etablera sig i sjöar och vattendrag. Husurnor från bronsåldern visar taktäckningar som ser ut att vara vass.

Under 1800-talet var vass ovanligare än halm som takmaterial och användes nästan uteslutande på lador, uthus, båthus och liknande. Användningen var mest utbredd vid de stora vasslokalerna, men vass användes också i Götaland, Svealand och längs Norrlandskusten.

Cirka 95 procent av alla stråtak läggs numera med vass och man anser i dag att vass har längre hållbarhet än halm men så var det inte förr.

Vasstak läggs, på samma sätt som halmtak, enligt en sydsvensk eller en mellansvensk tradition. Även för vass ändrades bindtekniken i och med industrialismen (se Halm).

I och med industrialismen ändrades bindtekniken på samma sätt som för halm (se Halm).

Blandformer av halm och vass förekommer i tak.

Litteratur

Anckarsvärd, C. A., *Om taktäckning på landsbygden*, Örebro 1825

Arén, Eje, *Stråtak*, ur tidskriften Kulturminnesvård 4 Tema tak, Stockholm, 1984.

Arén, E., Edwall B., Flygare C., Hansson P., *Halmtak, Historik och framtid kring skånsk taktäckning*, Läns museet Kristianstad, Retzner Arén Rekonstruktion och Arkitektur AB, Tradition och byggproduktion RAÄ, 1998

Brandfria halmtak, Malmöhus läns Hushållnings Sällskap, Malmö, 1848

Campbell, Å., *Skånska bygder under förra hälften av 1700-talet*, Uppsala, 1928

Erixon, S., Nyman, A., *Halmtakstyper i Sverige*, Folkliv, 1948-49

Gustavsson, I., *Halmslöjd förr och nu*, Helsingborg, 1991

Larsson, V., *Täckning med halm på ralning*, Skånes hembygdsförbunds årsbok, 1946

Leche, J., *Beskrifning öfver de skånska halmtaken*, Kungliga vetenskapsakademins handlingar VII, Stockholm, 1746

Mattisson, K., *Det sydsvenska halmtaket*, Folklivsarkivet i Lund, 1961

Mattisson, K., *Halmtak och taktäckning i Blekinge*. Blekingeboken, 1958

Mattisson, K., *Halmtak och taktäckning i Kalmar län*, 1960

Mattisson, K., *Halmtak och taktäckning i Västergötland och på Dal*, Från Borås och det sjuhäraderna, 1959

Mattisson, K., *Lägga båustaeg*, Skånes hembygdsförbunds årsbok 1946

Nilsson, A., Svensson, A., *En studie av stråtak*, Rapport TVBM-5016 Avd. för Byggnadsmaterial, LTH, Lund, 1990

Olsson, Gösta, (Red.) *Det svenska jorbrukets o.växtförädlingens historia, Skog och lantbrukshistoriska meddelanden nr. 20*, Kungliga skogs- o. Lantbruksakademien, 1997

Stenbock, C. M., *Att binda halmtak* (Daniel Tilas 1760), Fataburen 1912

Theander, O., Åman, P., *Chemical Composition of some Swedich Cerial Straws*, Swedish J. agric. Res. 8; 189-194, 1978

Utas, Jan A:son. *Tema Tak*, ur tidskriften Kulturminnesvård 4.84, 1984

Walker B, McGregor C, Stark G. *Thatches and Thatching Techniques: A Guide to Conserving Scottish Thatching Traditions*, Historic Scotland TAN 4, Edinburgh, 1996

Walker, B., Carter P. C., Dalland, M. M., McMullan J. A., *The Archaeology of Scottish Thatch*, Historic Scotland, TAN 13, Edinburgh, 1998

Temperafärg

Temperafärger, som fått en renässans under senare delen av 1900-talet som ett alternativ till modernare vattenburna färgsystem, har mycket gamla anor.¹⁹⁸ Dess historiska användning i byggnadsmåleriet begränsar sig till i huvudsak äggoljetempera och kaseintempera, men äldre tiders hantverksmässiga förutsättningar gav givetvis möjlighet till en rik variation.

Artikeln har skrivits av KKLy.

Antikvariska aspekter

Temperamålning förekommer oftast på kyrkliga inredningar av trä eller som dekorationsmåleri på trä eller puts. Äldre temperamålade ytor är i dag sällsynta och bör rengöras i samråd med konservator.

Det är inte ovanligt att äggoljetempera används inom restaureringsmåleriet för att ge en "gammal" och genuin prägel åt historiska miljöer. Det finns dock anledning att reflektera över temperafärgernas historiska användning och den aktuella restaureringens syfte. Historiskt sett har äggoljetempera troligtvis aldrig använts på samma sätt som vi i dag använder vanlig väggfärg av latex.

Kring sekelskiftet marknadsfördes de första fabriksstillverkade emulsionsfärgerna av linolja som hade emulgerats i en alkalisk vattenlösning med kasein. De gav matta, något så när tvättbara färger och kan sägas vara en tidig föregångare till dagens väggfärger. De fick en stor betydelse under andra världskriget när bristen på linolja ledde till en ökad efterfrågan på beständiga färgmaterial.¹⁹⁹

¹⁹⁸ Johansson, Kjell, Ollerstad, Bertil, *Tekno's måleri, material, teknik, färglära*, Teknografiska institutet, 1975. Riksantikvarieämbetet, *Byggnadsmåleri med traditionella färgtyper*, Riksantikvarieämbetet, 1999.

¹⁹⁹ Nylén Paul, *Färg- och lackemi*, Kungliga Tekniska Högskolan, 1970.

Förekomst, utvinning och framställning

Förekomst

Temperafärger, som kaseintempera, äggtempera eller äggoljetempera används ofta till dekorationsmålning och restaureringsarbeten på inredningar i kulturhistoriska miljöer. De har också fått en större användning i samband med ökad efterfrågan på naturfärger.

Utvinning

Gemensamt för temperafärgernas bindemedel är de naturliga råvarorna, exempelvis ägg, olja, naturliga hartser, kasein, lim och stärkelse. Oftast används naturliga eller syntetiskt tillverkade oorganiska pigment.

Framställning

Det finns otaliga recept för temperafärger. Ett hantverksmässigt recept på en stamlösning av äggoljetempera återges i "Hantverkets Bok, Måleri" som gavs ut i olika upplagor under 1930-talet:

"Fem à sex ägg sammanblandas med lika stor mängd kokt linolja under kraftig omrörning så att en fullständig förening inträder. Blandningen utspädes med vatten så att man erhåller en mängd av en liter".



Ingredienser till en "klassisk" temperafärg: ägg, kokt linolja och vatten. (Se även Linolja och linoljefärg).
Foto: KKLy

Stamlösningen pigmenterades med oorganiska färgpigment till laserande färger som målades i tunna skikt. Otaliga variationer på receptet har givetvis förekommit. Det gäller särskilt den kokta linoljan som användes inom konst- och dekorationsmåleriet. Linoljan förekom som "tjockolja" (se Linolja och linoljefärg) eller standolja och har emellanåt ersatts med naturhartser lösta i terpentin eller petroleum.²⁰⁰ Industriell tillverkning av äggoljetempera för byggnadsmåleriet innebär bland annat att färska ägg bytts mot äggpulver, kokt linolja har ersatts med rå linolja, och man har tillsatt konserveringsmedel.

Vid tillverkning av kaseitempera emulgeras linolja i en alkalisk vattenlösning med kasein.²⁰¹

Egenskaper

Inre struktur

Temperafärger är emulsionsfärger. Benämningen tempera kommer av det latinska verbet temperare, som betyder blanda. Själva blandningen mellan vattenfas och oljefas, emulsionen, åstadkoms genom en emulgator, ett ämne där någon del attraherar vatten och en annan attraherar fett. Vid tillredning av temperafärger används ofta proteiner och fosfatider, exempelvis från ägg eller kasein, som emulgator.

Emulsionen blandas med oorganiska färgpigment till färger med rikt varierande transparens och lyster.

Beständighet

Äggoljetempera anses vara en mycket slitstark färg, bland annat på grund av det bevarade historiska materialet. Det finns dock anledning att utgå från att äldre arbetsmetoder och materialval skiljer sig från dagens förutsättningar (se

²⁰⁰ Paulsson, Gregor (red.), *Hantverkets bok, Måleri*, Lindfors, 1934, 1937, 1938. Kumlien, Akke, *Akvarell, gouache, pastell och tempera*, Nordstedts, 1955.

²⁰¹ Nylén Paul, *Färg- och lackkemi*, Kungliga Tekniska Högskolan, 1970.

exempelvis Linolja och linoljefärg). Därmed kan man också utgå från att det nutida materialet inte har samma förutsättningar att uppnå motsvarande beständighet.

Närvaron av proteiner gör temperafärgerna svåra ur lagringssynpunkt. Traditionellt sett var detta inte något problem eftersom färgerna tillreddes på plats och användes som färskvara. De konserveringsmedel som för närvarande används i den industriellt producerade temperan tillåter endast en begränsad lagringstid.

Frostbeständighet

Temperafärger ska förvaras frostfritt.

Färgstabilitet

Olika variationer av gulning kan framför allt härledas till innehållet av linolja (se Linolja och linoljefärg). Kombinationen kasein och linolja ger i regel en kraftig gulning, medan äggoljetemperans gulning framför allt beror på linoljans kvalitet.

Tempera som innehåller ägg är olämpligt att använda i kombination med vissa svavelkänsliga traditionella pigment, till exempel blyvitt, blymönja, pariserblått (berlinerblått) och zinkgrönt, eftersom ägg innehåller svavel.

Ytstrukturer

Beroende av bindemedel, oljehalt och eventuell efterbehandling får temperafärger olika utseende. Färgtypen brukar karakteriseras med poetiska uttryck som sidenmatt och äggskalsglans. Den sistnämnda erhålls när en yta målad med äggoljetempera borstas eller poleras fyra till sju dygn efter sista strykningen.

Produktformer och användningsområden

Industriellt framställd äggoljetempera och kaseintempera för inomhusmålning finns för penselstrykning, rollning och sprutmålning.

Temperafärger kan också blandas på traditionellt sätt av målaren, vilket gör att färgen kan anpassas efter underlag och förväntat slitage.

Hantering och bearbetning på arbetsplatsen

Transport

Temperafärger innehåller i allmänhet inte brandfarliga ämnen och klassificeras därmed inte som farligt gods.

Applicering

Färgerna kan oftast penselstrykas, rollas eller sprutmålas. Det är viktigt att måla tunna skikt och att vänta ut torktiderna. Det gäller framför allt äggoljetempera där torktiden är lång på grund av äggets innehåll av antioxidanter. Torktiden bestäms också av linoljans torkningsegenskaper och av luftfuktighet och temperatur.²⁰²

Det kan vara klokt att skydda exempelvis tapeter från färgen innan den härdat eftersom oljan kan migrera ut, vandra över till angränsande sugande material, och ge fettfläckar.

Ytbehandling och efterbehandling

En yta som målats med äggoljetempera kan borstas med en tagelborste ca fyra till sju dygn efter sista strykningen, vilket ger en karaktäristisk äggskalsglans.

Lackning eller fernissning av ytor som målats med äggoljetempera förekom bland annat under 1930-talet. Behandlingen innebar dock att färgens karaktäristiska lyster förändrades på ett dramatiskt sätt.

²⁰² Mills, John, S., White, Raymond, *The Organic Chemistry of Museum Objects*, Butterworth-Heinemann, 1994.

Vård och underhåll

Rengöring

Moderna variationer av tempera är i allmänhet tvättbara. Man bör följa tillverkarens anvisningar, och kan gärna utföra ett test på något undanskymt ställe.

I äldre utförande betraktas äggoljetempera som "kemikaliebeständig". Rengöring av äldre dekorationsmålningar bör dock överlåtas till konservatorer med erfarenhet av dylika arbeten.

Skadeorsaker

Temperafärger bör skyddas mot fukt, eftersom proteinerna annars utgör en gynnsam tillväxtmiljö för mikroorganismer med skadlig verkan för såväl färgskiktet och dess underlag, som för människor och djur i dess omgivning.

Reparationsmetoder

Temperafärger kan övermålas efter rengöring.

Äldre temperamålning är i dag sällsynt och bör inte övermålas. Rengöring utförs i samråd med konservator.

Miljöaspekter

Miljöpåverkan vid utvinning

De naturprodukter som utgör råvaror för temperafärger, exempelvis ägg, kasein eller linolja, ger ingen eller mycket liten påverkan på miljön.

Miljöpåverkan i form av uttag av ändlig råvara sker däremot vid utvinning av jordfärgspigment eller oorganiska pigment. Vissa av dem, exempelvis järnoxidpigment, framställs dock genom återvinning av metall.

Framställningen av titandioxid, ett vitt pigment som ofta används i temperafärger, ger dock en relativt stor miljöpåverkan (se Akrylatfärg).

Miljöpåverkan vid hantering

Frånsett olika tillsatser av konserveringsmedel och pigment är temperafärger biologiskt nedbrytbara. Äggallergiker bör dock inte komma i kontakt med flytande färg.

Miljöpåverkan i bruksskedet och emissioner

I en studie av två kommersiellt tillgängliga äggoljetemperer har man kartlagt och identifierat emissioner av mättade och omättade aldehyder (företrädesvis hexanal), samt mättade karboxylsyror (främst propan- och hexansyra). Under de första två till sju dygnen dominerades emissionerna av aldehyder och efter sju dygn dominerade karboxylsyrorerna.

Aldehyder och korta karboxylsyror irriterar ögon och luftvägar, men de anses inte hälsofarliga.²⁰³

Deponi

Flytande färgrester samt torra färgrester som innehåller tungmetaller ska hanteras som farligt avfall och lämnas till en miljöstation. Övriga torra temperafärger hanteras som vanligt hushållsavfall.

Materialets historia

Fram till 1400-talet användes en bredare benämning för "tempera" som inkluderade olika blandningar av bindemedel, exempelvis ägg, kasein, animaliska limmer, naturhartser och naturgummi. De förekom i olika blandningar, med eller utan torkande oljor.

²⁰³ Andersson Kurt, Andersson, Barbro, Nilsson, Carl-Axel, Sandström, Mattias, *Naturfärger, Identifiering av flyktiga ämnen som avges när äggoljetempera torkar*, Arbetslivsinstitutet 1996:12, 1996.

Efter hand blev inblandning av olja mer allmänt förekommande och ordet tempera kom att begränsas till olika blandningar innehållande ägg, medan övriga typer av tempera ofta fått specifika namn som gummitempera, kaseintempera o.s.v.²⁰⁴ Även i det svenska byggnadsmåleriet syftar benämningen "tempera" oftast på äggoljetempera, trots att exempelvis kaseintempera har förekommit .

Det är inte helt kartlagt i vilken utsträckning temperafärger har använts i det historiska nordiska byggnadsmåleriet. En uppfattning gör gällande att äggoljetempera användes under 1700- till 1800-talet, medan beskrivningar av emulsionsfärger i stort sett saknas från litteraturen i början av 1700-talet då man till stora delar använde lacker av hartser och oljor.²⁰⁵ Kring sekelskiftet 1900 marknadsfördes de första fabriksstillverkade emulsionsfärgerna av linolja som emulgerats i en alkalisk vattenlösning med kasein. De gav matta och något så när tvättbara färger, och kan sägas vara en tidig föregångare till våra dagars väggfärger. De fick en stor betydelse under andra världskriget när bristen på linolja ledde till en ökad efterfrågan på beständiga färgmaterial som inte krävde större mängder linolja.²⁰⁶

Litteratur

Ahlbom Jan, Duus, Ulf, *Säkra stryktips, produktval för miljöanpassad målning*, Länsstyrelsen i Göteborgs och Bohuslän, 1997

Ahlbom, Jan, Duus, Ulf, Freilich, Danielle, *En nyans grönare, en studie av färg till konsument / yrkesmåleri*, Rapport från kemikalieinspektionen 2/96, 1996

Andersson Kurt, Andersson, Barbro, Nilsson, Carl-Axel, Sandström, Mattias, *Naturfärger, Identifiering av flyktiga ämnen som avges när äggoljetempera torkar*, Arbetslivsinstitutet 1996:12, 1996

²⁰⁴ Gettens Rutherford, J., Stout George, L., *Painting Materials, a short encyclopaedia*, Dover Publications, Inc., 1996.

²⁰⁵ Brønne, Jon, *Dekorasjonsmaling, Marmorering, Ådring, Lasering, Patinering, Sjablondekor, Strukturmaling*, Teknologisk forlag, 1998.

²⁰⁶ Nylén Paul, *Färg- och lackemi*, Kungliga Tekniska Högskolan, 1970.

Brønne, Jon, *Dekorasjonsmaling, Marmorering, Ådring, Lasering, Patinering, Sjablondekor, Strukturmaling*, Teknologisk forlag, 1998

Bristow, Ian C., *Interior House Painting Colours and Technology 1615-1840*, Yale University Press, 1996

Fridell, Anter, Karin, Wannfors, Henrik, *Så målade man, svenskt byggnadsmåleri från senmedeltid till nutid*, Svensk Byggtjänst, 1997

Gettens Rutherford, J., Stout George, L., *Painting Materials, a short encyclopaedia*, Dover Publications, Inc., 1996

Johansson, Kjell, Ollerstad, Bertil, *Tekno´s måleri, material, teknik, färglära*, Teknografiska institutet, 1975

Kumlien, Akke, *Akvarell, gouache, pastell och tempera*, Nordstedts, 1955

Mills, John, S., White, Raymond, *The Organic Chemistry of Museum Objects*, Butterworth-Heinemann, 1994

Nylén Paul, *Färg- och lackemi*, Kungliga Tekniska Högskolan, 1970

Paulsson, Gregor (red.), *Hantverkets bok, Måleri*, Lindfors, 1934, 1937, 1938

Riksantikvarieämbetet, *Byggnadsmåleri med traditionella färgtyper*, Riksantikvarieämbetet, 1999

Tunander Pontus, *Dekorativ målning, marmorering, ådring, schablonering*, Ica bokförlag, 1993

Torv

Denna artikel tar upp torv som byggnadsmaterial. Torv har använts som isolering och tätning i väggkonstruktioner, och som stommaterial, men främst som taktäckning. Historisk sett är torv ett viktigt byggnadsmaterial.

Man skiljer på två huvudtyper av torv som har olika egenskaper och användningsområden.

Grästorv kallas den ytliga rotrika delen av gräsmark. Den används som taktäckningsmaterial och någon gång som väggbeklädnad (på torvkåtor). Denna torv kallas även gröntorv.



Bosmålstugan på Kulturen i Lund med torvtak lagt på historiskt riktigt sätt. Foto: TFO

Kärr- eller mosstorv (beroende på vilka växtsamhällen den härstammar från) är en jordart med amorfa, bruna humusämnen av organiskt ursprung. Torv bildas på sank mark eller grunt vatten av döda växter som bara delvis förmultnar på grund av syrebrist. Denna torv kallas även bruntorv.

Kärr- eller mosstorv är i första hand ett viktigt biobränsle och jordförbättringsmedel.

Artikeln har skrivits av TFo.

Antikvariska aspekter

Torv är ett av de äldsta byggnadsmaterialen.

Tätskiktet är den kritiska delen när man ska lägga ett byggnadsantikvariskt riktigt torvtak eftersom tillgången på björknäver är begränsad. Takpapp och Platonmattor av polyeten är de moderna alternativ som kan användas om inte det inte går att få tag i näver.

Vid reparation av gamla torvtak är det viktigt att försöka använda de ursprungliga material som har använts lokalt. Det är också viktigt att använda lokala växtarter. Många torvtak har reparerats med material som sedan har visat sig vara olämpliga av miljöskäl.

Vid reparationer av felreoverade torvtak ersätts mullås av tryckimpregnerat virke med ny ås av ek, gran eller kärnfull fur, och plastskikt av PVC ersätts av polyeten.

Förekomst, utvinning och framställning

Förekomst och utvinning

Grästorv kan oftast hämtas på eller nära den plats där den ska användas. Gammal och fast ängsvall ger den bästa torven. För att växterna ska ha bildat ett tillräckligt sammanhängande rotsystem bör grästorven vara minst fyra till fem år när den skördas.²⁰⁷ Det går också bra att använda odlad torv.

²⁰⁷ Berge, Björn, *Byggningsmaterialenes ökologi*, Universitetsförlaget, Oslo, 1992.
Håkansson, Sven-Gunnar, *Från stock till stuga*, ICA bokförlag, 1984.

Marker med mosstorv utgör omkring femton procent av Sveriges yta, 5,4 miljoner hektar, varav ca en tiondel är brytbar.²⁰⁸

Mosstorven förnyas långsamt. Det bildas 0,1 - 1 mm per år, och det tar alltså ca 1 000 år för 1 m torv att bildas, men i dag är tillväxten större än uttaget. Utvinning bedrivs av koncessionspliktiga företag och upptagningen och bearbetningen av torven sker maskinellt och industriellt.

Ett till två år före brytning dräneras mossen för att den ska kunna bära maskiner och fordon. Skog avverkas och det översta vegetationstäckets lyfts bort.

Skördemaskiner fräser av torven i tunna skikt som får torka innan materialet bärgas (frästorv). Det finns också maskiner som bryter djupare skikt som torkas i form av block (blocktorv) eller pressade korförmade strängar (stycketorv).

När torvskörden avslutas ansvarar torvföretaget för att området görs i ordning. Det innebär i regel inte att myren återställs, utan att man skapar en helt ny miljö (ofta våtmark) i samråd med länsstyrelsen.

Framställning

Grästorv grävs upp i stycken som är minst åtta cm tjocka och 30-50 cm långa. Storleken är i första hand avhängig av vikten: torven får inte vara ohanterlig. Ett stycke med 50 cm sida ska kunna lyftas utan att falla isär om torven är av god kvalitet.



Färdigkapade torvstycken, klara att läggas på tak. Foto: Kulturen i Lund

²⁰⁸ *Nationalencyklopedin*, Bra Böckers Förlag, 1989-96

Grästorv kan också odlas direkt på tak, genom sådd av lämpliga växter på ett utlagt jordlager.²⁰⁹

För mosstorv gäller att den översta, ljusare torven där den biologiska nedbrytningen inte kommit så långt, lämpar sig bäst för byggnadsändamål. Torvfibrer som ska lösfillas, torkas och mals och blandas med ca fem procent kalk innan den fylls i vägg eller bjälklag. Kalken håller smågnagare borta från isoleringen.²¹⁰

Mosstorven kan också användas för tillverkning av isolerskivor, liknande korkskivor. Under 1950-talet hade Myresjöhus en egen produktion av torvplattor för isolering. I stort sett alla Myresjöhus från den tidsperioden är isolerade med torv.

Vid tillverkningen rivs torven och blandas med vatten till en massa som läggs ut på en väv. Vattnet sugs ut med vakuum och plattan torkas i värmekammare innan den kapas till lämplig storlek. Den färdiga plattan har bra motståndskraft mot brand och biologiska angrepp, och den isolerande förmågan är god med ett värde på omkring 0,016 W/mK.²¹¹

Egenskaper

Beständighet

Ett välgjort torvtak har en livslängd på 30–100 år. Livslängden avgörs i första hand av tätskiktet. Taket måste underhållas regelbundet och vissa delar kan behöva bytas ut. Mullåsen som håller torven på plats är utsatt för fukt och kan angripas av röta. Ogräs, exempelvis kvickrot, har rotsystem som kan tränga igenom papptaket och orsaka läckage, och växtligheten på starkt solexponerade takytor kan skadas under perioder av långvarig torka.

²⁰⁹ Berge, Björn, *Byggningsmaterialenes ökologi*, Universitetsförlaget, Oslo, 1992.

²¹⁰ Berge, Björn, *Byggningsmaterialenes ökologi*, Universitetsförlaget, Oslo, 1992.

²¹¹ Brännström, Hugo, Olsson, Jan, *Torv och spån som isolermaterial*, Svensk byggtjänst, 1985.

Som isoleringsmaterial har mosstorf god beständighet och kan behålla sin isolerande förmåga i 200–300 år. Risken för biologiska angrepp av mikroorganismer eller insekter kan elimineras med hjälp av tillsatsmedel som fosforsyra eller tjära vid tillverkningen.

Formstabilitet

Grästorf som används som taktäckningsmaterial glider med tiden ner mot takfoten. I de flesta fall krävs kompletteringar med torv eller jord på taknocken efter en tid. En armering av hönsnät kan förhindra att torven sjunker.

Mosstorf sjunker också ihop med tiden då den används som lösfallnadsisolering i vägg och måste efterfyllas.²¹²

Ytstrukturer

Växtskiktet på ett torvtak ska vara minst femton centimeter tjockt. Vegetationen bör bestå av lokala arter, huvudsakligen gräs. Fetknopp, taklök och sedum kan planteras in för att binda torven. Arter med rotsystem som kan gå ned i tätskiktet, däribland kvickrot, måste undvikas.²¹³ Dessutom bör växter som tål uttorkning användas.

Om det inte går att få tag i torv kan taket täckas med ett femton centimeter tjockt jordlager varefter gräs sås in. Sådden kan täckas med duk för att förhindra att jorden regnar bort innan gräset rotat sig.²¹⁴

Produktformer och användningsområden

Grästorf används som taktäckning (torvtak) på många olika typer av byggnader och som väggar och tak på torvkåtor, kolarkojor och skogshuggarkojor.

²¹² Berge, Björn, *Byggningsmaterialenes ökologi*, Universitetsförlaget, Oslo, 1992.

²¹³ Gustafsson, Gotthard, *Skansens Handbok i vården av gamla byggnader*, Forum, 1981.

²¹⁴ Gustafsson, Gotthard, *Skansens Handbok i vården av gamla byggnader*, Forum, 1981.



Blekingegården på kulturen i Lund, med nytt torvtak lagt 1998 enligt antikvarisk rätt metod. Foto: TFo

Mosstorv i byggnader används som lösfiberisolering i bjälklag och väggar, samt som murade block i skalmurar. Mosstorv har goda värme- och ljudisolerande egenskaper. Den kan också användas som drev mellan stockar och runt fönster och dörrar i timmerkonstruktioner.

Hantering och bearbetning på arbetsplatsen

Lyft och transporter

Grästorv lyfts och hanteras oftast manuellt, men arbetet kan underlättas av enklare bygg- eller jordbruksmaskiner som minigrävare eller traktorer med skopa.

Formning, applicering och montering

Mosstorv blåses in maskinellt i konstruktionen på samma sätt som övrig lösfallnadsisolering (mineralull, cellulosafiber) när den används som lösfallnadsisolering i väggar, bjälklag eller på vindar.

Torv som skivor eller block monteras som isoleringsplattor i väggkonstruktioner.

Lös torv används som drev och isolering mellan timmer och runt fönster och dörrar, och pressas för hand.

Grästorv läggs som taktäckningsmaterial på undertak med tätskikt.

Torvtakets uppbyggnad. Torv kan läggas både på platta och lutande takytor. Den optimala vinkeln för torvtak är 22-40 grader.

Som underlag för tätskiktet används ofta kraftiga, spontade bräder. Undertakets konstruktion måste dimensioneras för att klara tyngden: torvtaket kan väga 400 kg/m² när det är vått.

Traditionellt utgörs tätskiktet av näver som blöts innan den läggs på och sedan täcks med torv innan den torkat. Nävern ska läggas omlott med utsidan ned och med fibrerna i takets fallriktning i minst sex (upp till sexton) lager.



Läggning av torvtak på Blekingegården på Kulturen i Lund. Foto: Kulturen i Lund

Nävern läggs på samma sätt som ett spåntak med tredjedels överlappning, med i princip varje näverlager helt inifrån och ut. Vissa svenska källor uppger att det översta skiktet kan läggas med utsidan uppåt, medan norska källor förespråkar att all näver läggs med utsidan uppåt "så at vattnet fölger trevlene ut over takskjegget".²¹⁵

Gavlarna förses med kraftiga vindskivor.

Vid gavlarna och takfoten läggs nävern så att den rullar sig över kanten. Nävern utanför mullåsen läggs med innersidan ut för att förhindra att den krullar sig uppåt.

²¹⁵ Brenne, Drange och Aanesen, *Gamle trehus, reparasjon och vedlikehold*, Universitetsforlaget, Oslo 1983. Jacobsson, Bengt, *Mandelgren i Småland*, LT:s förlag 1982. Jacobsson, Bengt, *Nils Månsson Mandelgren, resande konstnär i 1800-talets Sverige*, Bra Böcker, 1983.

På Öland och i Västergötland har halm och vass varit det vanligaste tätskiktet.

Moderna tätskikt som takpapp med plastskikt eller en grundmurskiva av PVC eller polyeten, så kallad Platonmatta, används också. PVC kan inte rekommenderas av miljöskäl. Ibland kombineras takpapp med tre lager näver. Takpapp utan skyddande plastmembran och metallplåt kan inte läggas som tätskikt.

På platta tak läggs en filtrerande och dränerande duk under själva torven.

Takfotskrokar av självvuxna enkrokar eller granrötter håller fast mullåsen vid takfoten. Krokarna naglas fast i sparrarna med dymlingar. Hålen täcks noga med näver. Vid branta tak används också längsgående slanor av gran för att förhindra att torven glider på underlaget.

Mullåsen hindrar torven från att glida av taket. Åsen förses med tvärgående skårer tätt placerade på undersidan för att underlätta avrinning från taket. På undersidan görs även urtag för takfotskrokarna så att mullåsen ligger an mot nävern.²¹⁶

Som virke till mullåsen väljs företrädesvis ek, alternativt tätvuxen gran eller "kärnfull" fur där ytveden huggits bort.²¹⁷ Tryckimpregnerat virke kan inte rekommenderas. Som extra skydd kan ett skikt näver eller en extra takfotsbräda läggas mellan torv och mullås.

Sammanlagt minst femton cm torv läggs i två lager. Det första (understa) skiktet läggs med vegetationen nedåt mot tätskiktet, det översta skiktet med gräset uppåt. Innan det andra lagret läggs på sprider man ut jord som jämnar ut och fyller igen håligheter.²¹⁸

Torven läggs i fyrkantiga stycken som är minst 8 cm tjocka och med 30-50 cm långa sidor. Över nocken läggs extra långa stycken av sammanhängande och tät torv. Gräsväxten ska vara hårdig och fri från kvickrot och mossor.

²¹⁶ Blent, Karin, *Torvtak - material och teknik*, ur tidskriften *Byggnadskultur*, nr 4/2000.

²¹⁷ Blent, Karin, *Torvtak - material och teknik*, ur tidskriften *Byggnadskultur*, nr 4/2000.

²¹⁸ Håkansson, Sven-Gunnar, *Från stock till stuga*, ICA bokförlag, 1984.

Lokala variationer förekommer för infästning av mullåsen och för utformningen av takfotsbrädan som skydd för mullåsen.

Torvkåtans uppbyggnad. Stommen består av rundvirke. För att förhindra röta där virket kommer i kontakt med marken kan virkesändarna brännas av över eld så att ytan förkolnar.

Rundvirket är täckt med kluvet virke, med den kluvna sidan in och rotänden ned.

Tätskiktet utgörs av näver, bark eller granris, avhängig av vad man hittar lokalt.

Överst ligger torv som skurits i 25-35 cm breda stycken, längd efter tyngd, i ett femton cm tjockt lager. Om torven läggs i två lager kan varje lager vara fem till tio cm. Det innersta lagret läggs med grässidan nedåt, det översta har grässidan utåt.

På de brantaste delarna av väggarna läggs torvstyckena vågrätt på varandra.²¹⁹



En upprustad torvkåta i samevistet Preanneke i Jämtland.
Foto: Kjell-Åke Aronsson

Ett extra lager torv kan läggas längst ner runt kåtan. Torvlagret kan tunnas ut längre upp för att ligga kvar. Torven kan även stöttas med stockar innan den har växt ihop.²²⁰

²¹⁹ Jacobsson, Bengt, *Mandelgren i Småland*, LT:s förlag 1982. Jacobsson, Bengt, *Nils Månsson Mandelgren, resande konstnär i 1800-talets Sverige*, Bra Böcker, 1983.

²²⁰ Håkansson, Sven-Gunnar, *Från stock till stuga*, ICA bokförlag, 1984.

Vård och underhåll

Översyn och underhåll

Torvtaket behöver ses över varje vår och höst de första fyra till fem åren, och därefter rutinmässigt vart tredje till vart femte år. På nya tak behövs ofta efterfyllning och komplettering med ny torv, speciellt längs taknocken.

Vid översynen kontrolleras särskilt de delar som är utsatta för fukt: mullås, takfot, vindskivor och genomföringar vid exempelvis skorstenen. Det är viktigt att vara uppmärksam på fuktfläckar och missfärgning vid gavlar och takfot (ute), och vid vind och undertak (inne).²²¹

Konstruktioner med lösfillnadstorv bör kontrolleras emellanåt. Kontrollen bör omfatta skiktjocklek för bjälklagsfyllnad och uppfyllnadsgrad vid väggfyllnad. Vid behov efterfyllnad i vägg och bjälklag.

Skadeorsaker

Den vanligaste skadan på torvtak är läckage, att vatten tränger genom tätskiktet och in i byggnaden. Orsaken kan vara att torven sjunkit ner på grund av ålder och erosion och dragit med sig delar av tätskiktet, eller att tätskiktet har lagts med för lite överlapp eller i för få lager. Röta kan uppstå i mullåsar eller vid vindskivor som är utsatta för fukt. Rötter från ogräs kan gå ned i tätskikt och undertak, och fukt kan tränga in vid genomföringar.

Uttorkning av växtligheten på grund av långa torkperioder kan också förekomma.

²²¹ Brenne, Drange och Aanesen, *Gamle trehus, reparasjon og vedlikehold*, Universitetsforlaget, Oslo 1983.



Det är mycket viktigt för takets livslängd att man är noggrann med tätskiktet, i detta fall näver.

Foto: Kulturen i Lund

Reparationsmetoder

När mullåsen börjar svikta eller får rötskador ska den bytas ut. Helst bör ek eller tätvuxen gran, alternativt naturimpregnerat virke, användas.²²²

Ungefär en halv meter av torven tas bort närmast mullåsen och den skadade åsen tas bort. Tätskiktets avslutning mot takfoten läggs om, alternativt kompletteras den till ursprungligt skick eller enligt den lokala traditionen. Även mullåsens fästen ses över och repareras eller byts ut vid behov. Ny torv läggs ut där den gamla togs bort, alternativt läggs den gamla tillbaka igen.

Om en takfotsbräda finns som extra skydd för mullåsen ska den kontrolleras ofta för att säkerställa att mullåsen får längsta möjliga livslängd. Takfotsbrädan byts ut på samma sätt som mullåsen.

I samband med reparation och utbyte av mullås eller takfotsbräda sjunker torven lätt ytterligare. För att undvika det kan man lägga in en ås ovanför reparationsplatsen som håller torven på plats under arbetet.²²³

När ett läckage har lokaliserats friläggs tätskiktet på ett mellan ett och två kvadratmeter stort område. Det skadade tätskiktet byts ut och det nya läggs med

²²² Berge, Björn, *Byggningsmaterialenes ökologi*, Universitetsförlaget, Oslo, 1992

²²³ Brenne, Drange och Aanesen, *Gamle trehus, reparasjon og vedlikehold*, Universitetsförlaget, Oslo 1983.

god överlappning. En eventuell skada i undertak eller underliggande konstruktion repareras. Avrinningen från det reparerade stället kontrolleras innan torven läggs tillbaka. Omfattande skador måste repareras av en erfaren hantverkare.²²⁴

Miljöaspekter

Miljöpåverkan vid framställning och transporter

Den maskinella utvinningen av mosstorv sker på stora ytor på gamla torvtäcker. Produktionen orsakar damm samt föroreningar från avgaser om fossila bränslen används. Producenten ansvarar för efterbehandlingen av produktionsplatsen, oftast anläggs skogsmark, våtmark eller jordbruksmark.

Torvtäcker är dock ett ingrepp i naturen och naturvårdsintressen kan i vissa fall komma i kläm.

Vid manuell upptagning av grästorv sker ingen yttre miljöpåverkan. Maskinell upptagning och transporter till användningsplatsen alstrar avgaser om fossila bränslen används.

Miljöpåverkan vid hantering

Grästorv är ett tungt material och en manuell hantering innebär ett tungt kroppsarbete. Detta kräver att speciell hänsyn tas till arbetsställningar och hjälpmedel.

Miljöpåverkan i bruksskedet

Torv medför ingen negativ miljöpåverkan eller emissioner i bruksskedet. Med undantag om den används till energi eller värmeutvinning då bundet kol frigörs.

²²⁴ Brenne, Drange och Aanesen, *Gamle trehus, reparasjon og vedlikehold*, Universitetsforlaget, Oslo 1983.

Torvtak har en positiv påverkan på miljön genom att gröna växter producerar syre och binder damm, samtidigt som de tar upp och bryter ned gaser som koldioxid, kolmonoxid och kväveoxider.²²⁵

Torvtak har också en värme- och ljudisolerande effekt.

Impregnerat virke bör undvikas eftersom risken för en negativ miljöpåverkan under bruksskedet är hög. Träskyddsmedel består bland annat av miljöstörande vattenlösliga metallsalter av koppar och krom som efterhand lakas ur och hamnar i mark och vattendrag.²²⁶

De mest rötkänsliga delarna av ett torvtak är förhållandevis lätt utbytbara. Ett noggrant val av virke följt av ett återkommande underhåll är att föredra framför tryckimpregnering.

Återanvändning, återvinning och deponi

Ren torv kan återföras till den plats den har tagits från, användas som utfyllnad i mark eller komposteras. Om torven har legat på ett isolerande skikt av mineralull har rotsystemet trängt in i isoleringen och materialet kan då endast användas som utfyllnad eller läggas på deponi.

Tätskiktet kräver olika behandling beroende på vilket material som har använts:

Korrugerade eller släta asbestskivor, Eternit, lämnas till specialdeponi. Vissa plaster, exempelvis PVC, deponeras eller omhändertas för återvinning.

Grundmurskivor av polyeten och takpapp lämnas till förbränning med energiutvinning. Tryckimpregnerat virke i exempelvis mullåsar lämnas till specialdeponi eller specialförbränning. Övrigt virke återanvänds eller lämnas till förbränning med energiutvinning.

²²⁵ Berge, Björn, *Byggningsmaterialenes ökologi*, Universitetsförlaget, Oslo, 1992.

²²⁶ Berge, Björn, *Byggningsmaterialenes ökologi*, Universitetsförlaget, Oslo, 1992.

Materialets historia

Torv har under flera årtusenden använts som byggnadsmaterial tillsammans med andra naturliga material (sten, trä, jord, lera och halm) som har funnits kring människans bosättningar. Även om grästorf har förekommit som väggmaterial (t.ex. på Island där rekonstruerade hus finns uppförda) har det i första hand använts som taktäckning. Mosstorf har använts som isolering i trossbottnar, till förvaring av is, som strö i stall och ladugårdar.

Torvtak var vanliga i hela norra Europa och torv var sannolikt det vanligaste taktäckningsmaterialet på bostadshusen i hela Syd- och Mellansverige fram till mitten av 1700-talet. Torv användes framför allt i slätt- och risbygderna. I Skåne var halm vanligt även på bostadshus och i norra Sverige dominerade vedtaken.²²⁷ (Se även Stråmaterial och Trä).



Dessa byggnader, en torvkåta och ett förråd, på sommarvisten Bartjan (Kroktjärnsvallen) i Tåssåsens sameby kan representera nordsvensk torvtaksteknik.
Foto: Kjell-Åke Aronsson

Mot slutet av 1800-talet hade torv- och vedtaken ofta bytts ut mot nya taktäckningsmaterial som sågade brädor, hyvlade takspån, tjärad papp eller brända tegelpannor.²²⁸

²²⁷ Werne, Finn, *Böndernas Bygge*, Wikens förlag, 1993

²²⁸ Jacobsson, Bengt, *Mandelgren i Småland*, LT:s förlag 1982. Jacobsson, Bengt, *Nils Månsson Mandelgren, resande konstnär i 1800-talets Sverige*, Bra Böcker, 1983



Blekingegården på Kulturen i Lund, som fick ett nytt tak 1998, är ett bra exempel på sydsvensk torvtaksteknik. Foto: TFo

Tätskiktet under torven har varierat genom tiderna. Det traditionella och bästa tätskiktet är näver, men lokalt förekommer andra material som halm, vass, tång eller spån. Exempelvis har man dokumenterat användning av tång på Öland i mitten av 1700-talet och vass i Västergötland från mitten av 1600-talet.

Tätskiktet är den kritiska delen när man lägger ett byggnadsantikvariskt riktigt torvtak eftersom tillgången på björknäver är begränsad. Andra material som använts för tätskiktet är korrugerade asbestcementskivor (på 1950-talet), tjärpapp, och plastskikt av olika slag, exempelvis byggplast eller PVC-folie. Sedan 1970-talet används polyetenplast av typen grundmurisolering, vilket är det bästa plastalternativet från miljösynpunkt. (Se även Asbest, Papp och Polymerer).

Litteratur

Andersson, Karl-Anders, *Dokument i svart och vitt*, Skövde Offsettryck AB, 1981

Berge, Björn, *Byggningsmaterialenes økologi*, Universitetsforlaget, Oslo, 1992

Blent, Karin, *Torvtak - material och teknik*, ur tidskriften *Byggnadskultur*, nr 4/2000

Bokalders, Varis, Block, Maria, *Byggekologi 1, Att bygga sunda hus*, Svensk Byggtjänst, 1997

Brenne, Drange och Aanesen, *Gamle trehus, reparasjon och vedlikehold*, Universitetsforlaget, Oslo 1983

Brännström, Hugo, Olsson, Jan, *Torv och spån som isolermaterial*, Svensk byggtjänst, 1985

Erixon, Sigurd, *Svensk Byggnadskultur*, Walter Ekstrands bokförlag, faksimile efter 1947 års upplaga. Aktiebolaget Bokverk, 1982

Gustafsson, Gotthard, *Skansens Handbok i vården av gamla byggnader*, Forum, 1981.

Håkansson, Sven-Gunnar, *Från stock till stuga*, ICA bokförlag, 1984

Jacobsson, Bengt, *Mandelgren i Småland*, LT:s förlag 1982

Jacobsson, Bengt, *Nils Månsson Mandelgren, resande konstnär i 1800-talets Sverige*, Bra Böcker, 1983

Kalm, Pehr, *Pehr Kalms Västgöta och Bohuslänska resa*, Wahlström & Widstrand, 1977

Nationalencyklopedin, Bra Böckers Förlag, 1989-96

Werne, Finn, *Böndernas Bygge*, Wikens förlag, 1993

Trä

Den här artikeln tar upp de vanligaste svenska träslagen som används som byggnadsmaterial, främst furu och gran. Även träslag som i huvudsak används till intarsia och liknande kommer att beröras.

Trä är ett av de äldsta, svenska byggnadsmaterialen. Det är också ett mångsidigt och användbart material. Det är i alla avseenden förnyelsebart och kan återanvändas och återvinnas som energiråvara.

Materialet är lätt, starkt och elastiskt, samtidigt som det har relativt god värmeisoleringsförmåga och är lätt att bearbeta. Trä är dock brännbart och kan angripas av röta och insektsangrepp.

Intarsia kommer från italienskans intarsiare som betyder inlägga. Intarsia är det samlande begreppet för den teknik med vars hjälp man framställer bilder eller dekorationer i olika material, exempelvis trä, textil, sten, metall, sköldpaddskal, pärlemor. Tekniken innebär att motivdelarna möter varandra kant i kant och att dessa då bildar ett gemensamt skikt - den eftersträvade bilden.

Endast träintarsia kommer att behandlas här

Artikeln är skriven av OAn och TTe.

Antikvariska aspekter

Eftersom trä har varit så rikligt förekommande i äldre byggande är träkännedom, kunskapen om trä som byggnadsmaterial och om själva trähantverket, timmermans- och snickerihantverket viktigt vid underhåll, restaurering och renovering.

Det trä som använts i en gammal byggnad har ett egenvärde genom sin ålder och genom att det utgör en del av husets original. En handbilad stock eller väderbiten

träpanel bör i första hand bevaras, i andra hand repareras och i sista hand bytas ut. Takstolar och tornspiror i bilat trä är exempel på hantverk som inte längre utförs i dagens nybyggande. En sliten tröskel, trappa eller golv har sitt värde just genom sitt åldrande och behöver inte bytas ut eller kompletteras i förtid. Fönster, dörrar och andra snickerier kan nästan alltid repareras och kompletteras.

Varje typ av reparation kräver sitt virke. Vid reparation av äldre byggnader går det nästan alltid att få tag på lämpligt virke. Det finns kanske inte på närmaste brädgård, men det finns i skogen. Det kan fällas, barkas, bilas, sågas, torkas och hyvlas till just det ändamål det ska användas till.

Dagens skog är yngre än för hundra år sedan. Det finns färre granar och tallar som uppnått en mognad och som håller den kvalitet som virket hade förr. Men det finns tillräckligt för att det ska gå att få fram virke av god kvalitet för både nybyggnation och reparation av äldre hus.

Virke har sedan länge återanvänts. Man kan i en timmer stomme eller takstol ofta se märkning eller andra spår efter äldre tiders användning av detaljen. Detta måste man se upp med vid en dendokronologisk datering av byggnaden.

Vid byte eller reparation av allt från takspån till fönster och intarsia bör man använda samma typ av virke och samma framställningssätt och hantverksmetoder som när detaljen tillverkades. Det är i regel inte fel att använda sig av moderna verktyg så länge det går att få fram samma utseende och kvalitet, men valet av virke kan man inte fuska med. Vid restaurering av mycket exklusiva fastigheter är virkesvalet extra viktigt.

De intarsior som idag kan komma ifråga för renovering är nästan uteslutande utförda av fanér med en tjocklek 0,9 mm. Under mellankrigstiden ökar importen av exotiska träslag starkt och i handeln fanns vid denna tid minst 300 olika träslag. Idag finns bara en bråkdel av dessa tillgängliga och det är stora svårigheter att renovera dem.

Den antikvariska utgångspunkten är mycket enkel: Vårda huset. Se till att taket är helt och att huset hålls torrt. Byt inte ut något som inte måste bytas, oavsett om det gäller stomme eller snickerier.

Förekomst, utvinning och framställning

Förekomst

Drygt hälften av Sveriges landyta är täckt av skog. De vanligaste träslagen är gran och tall som svarar för omkring 85 procent av virkestillgången. Lärk och en utgör som används till viss del inom byggnadsbranschen utgör en mycket liten del av barrträdsbeståndet. Resterande del av trädbeståndet utgörs framför allt av björk och asp, men även bok och ek har en viss ekonomisk betydelse.

Al, alm, avenbok, fågelbär, hassel, hägg, lind, lönn, oxel, pil, plummon, poppel, päron, rönn, syren, sälj och äpple har framför allt betydelse för slöjd, möbel- och verktygsframställning men även till intarsia och kommer därför att behandlas närmare i det avseendet.

Träet valdes noga och med utgångspunkt i användningsområdet. Ofta användes gran till takstolar där styrkan var viktig, furu till fönstervirket där rötrisen var större och ek till fönster, dörrar, golv och trösklar. Virkesvalet berodde också på vad man hade tillgång till. I södra Sverige kunde lövträd användas i husets stomme.

Gran (*Picea abies*) är Sveriges vanligaste träslag och finns över hela landet. Den största andelen, cirka hälften av virkestillgången, finns i Götaland och omkring en tredjedel i Norrland. Granen trivs på bördig och något fuktig mark och är skuggälskande. I södra Sverige dominerar en sydlig variant med bred krona och horisontellt utåtriktade grenar och i Norrland en variant med smal krona och nedåtriktade grenar. Granen har ett ytligt rotsystem och är därför vindkänslig.

Tall (*Pinus silvestris*) eller fur växer liksom granen i hela landet, men är vanligast i Norrbotten och på Gotland. Tallen är ett ljusälskande träd och växer gärna på torra

marker och torvmark, både som slanka och resliga stammar i inlandet och som korta knotiga träd i utsatta lägen vid havet. Äldre tallar har en nästan kvistfri nedre stamdel.

Europeisk **lärk** (*Larix decidua*) har sin naturliga utbredning i Mellaneuropa men togs till Sverige på 1700-talet och är i dag framför allt spridd i Syd- och Mellansverige. Den sibiriska lärken (*Larix sibirica*) finns framför allt i Norrland. Gränsen mellan de båda arterna går ungefär vid Gävle. Lärken är ett barrträd, men till skillnad mot tall och gran tappar den sina barr vid årets slut. Lärken har liksom tallen ett djupt rotsystem och trivs bäst på lucker och fuktig jord.

Hybridlärken

- en korsning mellan europeisk och japansk lärk
- har blivit allt vanligare vid nyplantering. Den har bättre motståndskraft mot sjukdomen lärkkräfta.

En (*Juniperus communis*) växer vilt i hela Sverige och trivs bäst i öppna landskap, såväl på bördiga hagmarker som karga fjäll och kustområden. Enen är vanligen en starkt förgrenad buske, men förekommer också i en mer trädartad form i framför allt södra Sverige.

Två arter av **björk** (*Betula*) finns i Sverige: glasbjörk (*Betula pubescens*) och vårtbjörk (*Betula pendula*). Fjällbjörk är en variant (varietet) av glasbjörk. Björken växer i hela landet, men i fjällskogar och upp till trädgränsen återfinns enbart glasbjörk. Den har sin största utbredning i norra Sverige och utgör cirka 75 procent av björkbeståndet. Efter gran och tall är björk vårt vanligaste träslag.

Bok (*Fagus silvatica*) förekommer upp till Västergötland men är vanligast i Skåne och Blekinge. Den trivs på mullmark och lermorän och marken ska vara kuperad och rik på vatten. Bok växer med rak stam och högt sittande krona. Den bildar vanligen täta bestånd men får liksom ek en stor och omfångsrik krona om den står glest.

Ek (*Quercus*) förekommer i Sverige som två arter av. Vanligast och mest spridd är skogsek (*Q. robur*). Den andra är bergek (*Q. petraea*). Ek trivs i leriga och mullrika jordar och har ett djupt rotsystem. Om den växer fritt blir den med tiden väldigt omfångsrik med stora kraftiga grenar. Den kan även bli rak och kvistfri om den står tätt. Ek förekommer upp till Gävletrakten.

För intarsia ville man ha så kallade ädla träslag vars egenskaper var hög beständighet mot tiden och som behåll sin färg. Sådana träslag är exempelvis äkta rosenträ, svart ebenholtz, äkta kubamahogny, buxbom, avenbok, vissa jakarandor från Sydamerika och citronträ. Eftertraktade var röda träslag som ej blektes och riktigt bruna. Doukeep som numera är utdött var ett brunt trä.

Virkesproduktion

Hur man bedriver skogsbruket har en avgörande betydelse för virkets kvalitet. Modern och traditionell skogshantering skiljer sig åt i många avseenden. I dag präglas skogsbruket av en starkt industrialiserad och storskalig verksamhet året runt, medan driften förr var manuell, småskalig och säsongbetonad.

Markens beskaffenhet och klimatet påverkar såväl trädets tillväxthastighet som virkets kvalitet. Mager skogsmark ger en långsam tillväxt och täta årsringar. Förr var detta en viktig utgångspunkt, framför allt vid valet av furuvirke. I dag tas mindre hänsyn till detta.

Skogsskötseln har förändrats på många sätt. Dagens skogar är till stor del planterade monokulturer där produktionen är inriktad på gran och tall. I södra Sverige kan en planterad granskog vara avverkningsmogen efter 60 år, medan en tallskog i Norrland kan vara mer än dubbelt så gammal innan den är mogen att avverkas. Det moderna skogsbruket har medfört en högre tillväxt medan kvaliteten på det sågade virket troligen inte har höjts på motsvarande sätt.

Under 1900-talet har skogskötseln varit starkt inriktad på produktionen av gran och tall, på bekostnad av lövträd. Allt mer talar dock för att en ökad inblandning av lövträd bör ske, såväl i befintliga skogar som i nyplantering på åkermark.

Utvinning

På 1950-talet betraktades skogsarbete fortfarande som ett säsongarbete. Virket fälldes under vintern eftersom man ansåg att kvaliteten blev bättre om trädet avverkades då det var i vila. En uppfattning som återkommer i alla skrifter om byggnadsmaterial från Vitruvius fram till 1930-talet. Andra skäl var att transportererna var lättare och att risken för insektsskador och blånad var mindre när virket fälldes och transporterades under vinterhalvåret.

I skogen fälldes och kvistades träden med yxa och såg. Introduktionen av motorsåg innebar ingen större förändring i sättet att hantera träden. Bondesamhällets avverkningar var småskaliga och virket valdes ut i skogen för sitt specifika ändamål. Transporterna i skogen skedde förr med hjälp av häst som drog virket till närmsta älv där flottning vidtog.

I dag utförs avverkningen helt maskinellt av stora skördemaskiner och motorsåg används mycket sällan. Avverkningen sker året runt och förorsakar svåra ingrepp i marken och kan även skada själva virket. Avverkningen som utförs året runt medför också att vinterfällning, som under århundraden ansetts vara ett viktigt kriterium för god virkeskvalitet, inte längre bedöms som relevant. Virket kapas i skogen till timmer och massaved, och kvistar, toppar och stubbar tas tillvara för produktion av flis.

Transporterna till byggplatsen eller sågverken var förr relativt korta. Under industrialismen skedde de till stor del genom flottning, vilket också var ett sätt att lagra virket i väntan på att det skulle sågas upp. I dag transporteras timret med bil eller tåg och måste därefter vattenbegjutas i väntan på att sågas upp. Dagens skogsbruk strävar efter att undvika lagerhållning. Avverkning och sågning sker helst i en kontinuerlig process utan tidsspillan och kapitalförluster.

Framställning

På sågverket vidareförädlas virket till bjälkar, sparrar, plankor, brädor och läkt, och varje stock utnyttjas optimalt. Sågverksspillet, bakar, kapspill och spån används som bränsle för bland annat torkanläggningar eller som råvara för board- eller pappersindustrin.

I Sverige finns cirka 3 000 sågverk och de flesta står för en mycket liten andel av produktionen. Sågverk-, massa- och pappersindustrin domineras av några få stora bolag.

Sågverken har olika typer av sågutrustning som påverkar virkets utseende och kvalitet. Större sågverk kan dessutom ha flera olika typer av sågar som används för olika moment i virkesproduktionen.

Cirkelsågar (klingsågar) är vanligast i landsbygdens små sågverk, men står enbart för en femtedel av den totala virkesproduktionen. Ramsågar har ett eller flera sågblad inspända i en ram och står för en fjärdedel av virkesproduktionen. Ramsågar är tidskrävande att ställa in.

Bandsågar har sågblad som löper runt drivhjul med hög hastighet. Bandsågen ger finare sågytor än cirkel- eller ramsågar och ger mindre spill. Bandsågarna har blivit allt vanligare.

Reducersågar är vanliga cirkel- eller bandsågar som kompletterats med fräs- och flisningsaggregat som fräser bort delar av stocken. De stora sågverken har den här typen av såg och står för närmare hälften av dagens sågverksproduktion.

Kedjesågar är ofta motorsågar som monterats på ett sågbord. Kapaciteten är liten men virket kan sågas på avverkningsplatsen och investeringskostnaderna är små. Snittytan blir relativt fin.

Ramsågat virke har tydliga tvärstreck som ett resultat av sågens rörelse i en sågande riktning. Ytstrukturen kan vara mycket grov. Cirkelsågat virke har

återkommande båglinjer som ett resultat av klingans form medan bandsågat virke har mindre tydliga vertikala streck och kan ha en mycket jämn och fin yta.

Det finns ett par olika sätt att ta ut virket på, delvis beroende på vilken typ av såg som används. Det har i sin tur stor betydelse för hur virket kommer att röra sig vid växlande fukt och temperatur.²²⁹

Efter uppsågningen skall virket torkas. Detta sker som regel på sågverket i en virkestork eller under tak i det fria.



Sågverksindustrins genombrott under 1800-talets andra hälft gav en uppsjö av sågade och hyvlade produkter som enkelt kunde hopfogas på byggsplatsen. Foto: OAn

En del träslag är mer svårtorkade än andra. Furu är lättorkat medan ek kan behöva flera år för att få acceptabel fukthalt. Virke som avverkas på vintern innehåller inte lika mycket sav och kan lufttorkas på ett varsammare sätt vilket ger mindre deformation.

Det finns även ett stort antal handverktyg som används på byggarbetsplatsen för detaljformning av virket; bilning, kapning, snidning osv. Till dessa verktyg hör bilor, sågar, stämjärn, knivar och hyvlar av olika slag. Även kransågen kan räknas till byggsplatsens verktyg.

På 1750-talet, då efterfrågan på intarsiaarbeten ökade, konstruerade man i Augsburg ett sågverk som skulle klara efterfrågan på faner. Man fick då också

²²⁹ Byggträ, Träinformation, 1970

högre precision. Detta sågverk blev så effektivt i sin konstruktion att det inte bara försåg staden Augsburg med faner utan det möjliggjorde även export till övriga Europa.

Under 1900-talet utvecklade industrin helt nya metoder för fanerframställning. Tidigare hade alla faner sågats fram varvid sågbladets bearbetning förbrukade en del av det stundtals dyrbara virket. Nu basade man stocken vilket gjorde den något mjuk. Man kunde nu hyvla fram blad efter blad utan virkesspill. Även svarvning används. Nackdelen med denna metod är dock att vid upphettning mister många träslag sin spänst, doft och färg vilket är till uttrycksmässig nackdel. En del träslag blir dessutom färgmässigt starkt förvanskade. De s.k. ädla träslagen klarar denna hårdhänta behandling bra. Faneren blir nu mycket tunna. Vanliga mått blir nu 1,2 och 0,8 millimeter. Fransk valnöt, som är mycket seg och sammanhållen, kan hyvlas ner till 0,5 mm.

Egenskaper

Inre struktur

Ett träd tillväxer genom att ny ved bildas i ett tillväxtskikt innanför barkens bastlager. Cellerna som bildas utvecklas till långsträckta ihåliga fibrer som sammanfogas med ett klibbskikt. Cellväggarna är uppbyggda av cellulosa och hemicellulosa som utgör väggarnas skelett, samt lignin som utgör bindemedel och utfyllnad. Hos barrväxter dominerar celltypen trakeider.

Cellerna som bildas under våren och försommaren, vårveden, svarar för trädets vätsketransporter och ämnesomsättning, medan höstveden som bildas från sensommaren ger trädet dess hållfasthet.

Generellt ökar hållfastheten med densiteten. Det innebär att ju högre volymvikt i torrt tillstånd, desto starkare virke.

För den radiella vätsketransporten finns mägstrålar som är synliga hos exempelvis bok och ek. Barrträd har dessutom vertikala hartskanaler fyllda med kåda.

Med åren bildas en kärna utan vätsketransport i stammen. Veden utanför kärnan kallas splint.

Barrträdens vårved är porösare, lättare och ljusare än höstveden och skillnaderna mellan de olika typerna av celler ger trädet dess årsringar. Barrved med smala årsringar har en större andel höstved, vilket indikerar bättre styrka och beständighet och ansågs förr i tiden som ett mer högvärdigt virke.

Lövträdens ved har en mer komplicerad uppbyggnad. Cellerna bildar ett genomgående rörsystem, så kallade kärler, som dominerar vårveden hos ek, alm och ask. Dessa träslag har en mer kompakt höstved och kallas för band- eller ringporiga. Hos andra lövträd som al, asp, björk och bok är kärlen mer jämt fördelade och de kallas ströporiga. Ek, alm och ask kallas också grovporiga träslag, medan al, asp, björk och bok är finporiga.

Lövved med breda årsringar har i motsats till barrträd en större andel höstved och föredras därför till byggnadsvirke. Utseendet på årsringarna utnyttjas vid dendrokronologisk åldersbestämning av virket.

Hos barrträd utgår alla grenar från stammens centrum; mærgen. En kvist påverkar träets hållfasthet på ett negativt sätt.

Vedens hållfasthet är oftast störst i stammens nedre del och avtar sedan uppåt. Andelen kvistar är också lägre i stammens nedre del.

Träd som utsätts för en ojämn belastning genom vindpåverkan får en speciell vedbildning. Hos barrträd sker den på trycksidan och hos lövträd på dragsidan. Virke från snedbelastade träd, så kallad tjurved, får spänningar vilket ger deformationer och sprickor vid torkning.

Beständighet mot röta, insekter och brand

Trä är hygroskopiskt, vilket innebär att det har stor förmåga att uppta och avge fukt. Denna egenskap kan ge problem genom att virket kan spricka vid torkning och angripas av mögel och röta. Om trä utsätts för fukt i kombination med värme under en längre tid kan det skadas av rötsvampar. Trä kan även utsättas för skadeinsekter. Ytans beskaffenhet avgör tillsammans med virkeskvaliteten hur pass känsligt materialet är.

Trävirke får olika kvalitet och därpå följande beständighet beroende på bearbetningssätt.

På en blank, bilad yta blir inte vattnet liggande eller häftande vilket sker på en försågad yta. Även skrätt timmer har längre livslängd än sågat. I äldre tid räknade man med att en bilad yta hade ungefär tre gånger så lång livslängd som en sågad. Väggtimmer skulle bilas för att erhålla hög motståndskraft mot framför allt regn och blötsnö.

En skradd yta är inte lika omsorgsfullt uthuggen. Skrädning förekommer framför allt på konstruktionsvirke; bjälkar, rafter och takstolsdelar. Skrädning efterlämnar inte samma blanka huggyta som bilning.

En kransågad bräda kan ha tydliga sågtag men är ändå inte luddig utan har en blank yta.

Den största livslängden har spräckt virke. Takspån och takklovor har rätt utförda mycket lång livslängd. Detta beror på att virket då det spräcks följer den struktur som fibrerna ger. De skäres ej av och ger då heller ingen ingång i träet för vattnet.

Hög livslängd har också den yta som är behyvlad med ett fram- och återgående hyvelstål, detta skär av fibrerna (växtrarna) men då dessa hyvelstål också måste vara mycket skarpa ger de ändå en blank, vattenavvisande yta. En bräda försågad i cirkelsåg ger en beständigare yta än en bräda försågad med bandsåg eller ramsåg.

Detta beror på att cirkelsågen med sin centrifugalkraft slungar bort spån och damm. I ram- och bandsåg stannar detta kvar och binder fukten effektivt.

Trä är ett brännbart material som påskyndar ett brandförlopp och måste skyddas mot brand. Trots denna egenskap har trä en brandskyddande effekt genom att inbränningshastigheten är låg, cirka 1 mm/minut för furu. Detta gör att bärformågan bibehålls under viss, beräkningsbar tid. Torrt trä kan antändas vid relativt låg temperatur (175°C) om förutsättningarna är gynnsamma.

Hållfasthet

Hållfastheten hos trä med en viss fuktkvot stiger närmast rätlinjigt med densiteten. Hållfastheten sjunker däremot när fuktkvoten stiger. Hållfastheten sjunker även vid stigande temperatur, vilket dock har liten betydelse vid normala utom- och inomhustemperaturer. Hållfastheten är också större vid korttidsbelastning än vid belastning under lång tid.

Trä är ett anisotropt material, vilket innebär att dess styrka är olika stor i olika riktningar. Drag- och tryckhållfastheten är störst i träets fiberriktning. Vinkelrätt mot fiberriktningen är draghållfastheten bara några procent av draghållfastheten i fiberriktningen, medan tryckhållfastheten är cirka tjugo procent av den i fiberriktningen. Böjhållfastheten är också störst vid böjspänningar i fiberriktningen, liksom elasticitetsmodulen.

Slaghållfastheten, hårdheten och nötningsmotståndet ökar med ökad densitet. Slaghållfastheten ökar medan hårdheten sjunker vid stigande fuktkvot. Trä är lättast att klyva vid en fuktkvot på cirka tio procent.

Formstabilitet

Ett levande träd innehåller en stor mängd vatten. När trädet dör eller avverkas börjar vatteninnehållet minska. Först försvinner det fria vattnet och därefter det vatten som finns bundet i cellerna. Träets hygroskopi gör att det krymper respektive sväller då det torkar eller upptar fukt, och dess anisotropi ger dessutom

formförändringar som är olika stora i olika riktningar. Användning i byggande och vid framställning av snickerier kräver kunskaper om trä som ett levande material.

Andelen bundet vatten utgör som mest omkring en tredjedel av trädets vikt, den så kallade fibermättnadsgränsen. Vid konstant temperatur och fuktighet uppstår en bestämd fuktkvot, den så kallade jämnviktsfuktkvoten. Den är omkring tolv procent vid tjugo grader Celsius och en relativ luftfuktighet på 65 procent.

Fuktkvoten ökar avsevärt om virket lagras i vatten och kan nå närmare 120–160 procent hos exempelvis splintved av furu.

När virke torkas behåller det sina dimensioner ner till fibermättnadsgränsen, sedan börjar det krympa. Det krymper mest tangentiellt mot årsringarna, hälften så mycket radiellt, och minst i längdriktningen. När det utsätts för fukt sväller det igen. Tyngre träslag krymper och sväller mest. Beroende på träslag kan den tangentiella krympningen variera mellan 4–14 procent, samt 0,1–0,35 procent i fiberriktningen med en volymminskning på 7–21 procent.

Träets radiella krympning måste beaktas vid timmerbyggande så att byggnaden får möjlighet att "sätta sig" allteftersom timret torkar ut och blir smalare.

Frostbeständighet

Trä är i normala fall frostbeständigt men blir sprödare i stark kyla och får därigenom lägre hållfasthet.

Färgstabilitet

Trä åldras genom blekning och nedbrytning av hartsämnen. Mörka träslag som utsätts för starkt solljus bleknar i regel påtagligt medan ljusa träslag kan mörkna. Oskyddat trävirke, speciellt ek, gran och furu som är utsatt för väder och vind får snabbt en grånad yta som dock inte innebär att materialets övriga egenskaper förändras.

I ett nordligt och torrt klimat har en omålad fasadpanel av hög kvalitet en livslängd helt jämförbar med en målad yta. Färgämnen skyddar framför allt mot solens nedbrytning och erosion av ytan.

Trä till intarsia väljs för sin goda färgstabilitet.

Ytstrukturer

Träets yta är framför allt ett resultat av den mekaniska behandling det utsatts för. På sågat trä går det tydligt att se vilken sågmetod som använts, medan hyvlade ytor ofta skiljer sig sinsemellan beroende på om de hyvlats för hand eller med maskin. En handbilad stock har ett helt annat utseende än en maskinhyvlad, och ett kluvet spån är något helt annat än ett sågat.²³⁰

Ytstrukturer som påverkats av framställningssättet har mycket stor betydelse vid restaurering. När en panelbräda eller ett dörrfoder ska bytas ut måste ytan ha behandlats på samma sätt som omgivande ytor för att inte påtagligt avvika. En skadad och kraftigt åldrad yta är i regel mycket vackrare än en perfekt men avvikande yta.

Man bör inte blåstra träytor även om man då kan få fram vackra ådringsmönster. Metoden är inte traditionell och strukturen är varken traditionell eller "åldrad". Dessutom finns fisk för att smuts och skadliga ämnen tränger in i träet med hjälp av blästertrycket.

Produktformer och användningsområden

Trä förekommer i byggnader i bjälklag och takstolar, golvbrädor och takpanel, dörr- och fönsterkarmar och i alla övriga snickerier. Trä har även använts till pålning och rustbädd och som tillfälligt formvirke vid murning eller gjutning, även om husets bärande väggar varit av tegel. Pålkrantar, byggnadsställningar, spadar, vagnar, verktyg och redskap av alla slag tillverkades av trä.

²³⁰ Wedman, Stina, *Sticksån, pärt, spiller, spilkspån*, Riksantikvarieämbetet, 1998. *Träbyggnadsmaterial förr och nu*, Rapport RAÅ 1987:6, Riksantikvarieämbetet, 1988.

I dag bearbetas och förädlas trä på många olika sätt fram till färdigt byggnadsmaterial eller snickeridetalj. Trä är också råvara för framställning av papp och fiberbaserade skiv- och isolermaterial samt cementbundna skivor och block.



I skogsrika trakter har timmerbyggandet varit förhärskande fram till sekelskiftet 1900. På denna mellansvenska gård ser vi två knuttimrade hus som flankerar en lada eller loge i skiftesverksteknik. På taken syns även takspån. Skiftesverket är en virkes- sparande byggnadsteknik och användes ibland som ett sätt att återanvända gammalt timmer. Foto: OAn

Rundvirke och osågat timmer. Många sågverk och timmerbyggnadsföretag kan leverera sågade eller bilade stockar för reparation eller nybyggnation av väggpartier, eller för reparation av takstolar eller kyrkspiror.

För extra långt timmer eller spiror är leveranstiden ibland lång eftersom virket inte finns som lagervara utan fälls för ett speciellt ändamål.

Osågat konstruktionsvirke kan även levereras för pålning, kraftlednings och telestolpar samt sliprar. Med undantag för pålar är dessa som regel utförda med någon form av rötskydd.

Sågat virke levereras i regel i standardiserade format, men mindre sågar kan på beställning specialsåga leveranser i de längder och dimensioner som kan behövas vid en restaurering.

Sågat virke kan levereras okantat där enbart flatsidorna är sågade, eller kantat där virket har ett rektangulärt tvärsnitt.

Bräder är tunnare än, och plank tjockare än 50 mm (två tum), läkt och ribb är högst 38 mm tjocka (1,5 tum), medan reglar är något kraftigare och sparrar och bjälkar ännu kraftigare.

Sågat virke sorteras i olika kvalitetsklasser.

Hyvlat virke. Förr i tiden hyvlandes virket som regel för hand men vattendrivna hyvlar förekom också. Den synliga sidan av brädan var det enda som finhyvlades. I äldre hyvlat virke finns tydliga spår av handhyvlar och i vissa renoveringssammanhang kan det därför vara nödvändigt att använda en handhyvel. Det kan också vara det enklaste och billigaste sättet för att ta fram enstaka snickeriprofiler.

Dagens industriellt hyvlande virke är både grovhyvlat och finhyvlat då det levereras.

På råhyvlat virke är den bättre flatsidan sågad och den andra sidan hyvlad.

Det hyvlande virket kan var spontat eller profilerat. Vid restaurering av äldre hus stämmer sällan det standardiserade utbudet med de befintliga måtten, profilerna och spontningen. Sådant virke kan dock alltid specialbeställas.

Ett vanligt problem även vid finhyvlade ytor är att kutterslagen kan avteckna sig tydligt vid målning, vilket kan vara störande i en äldre miljö.

Limträ är virke som består av flera hoplimmade skikt. Med limträ går det att skarva samman virke av små dimensioner till stora mått med god formbeständighet och hållfasthet. Virket kan också böjas.

Limträ har använts i mer än hundra år men förekommer mycket sällan i äldre byggnadsverk. Med all sannolikhet kommer dock restaureringsobjekt att bli allt

vanligare i industrier och hallbyggnader, samt i brokonstruktioner. Limträ har också i stor utsträckning använts till perrongtak och stationsbyggen.

Limträprodukter tillverkas för såväl utom- som inomhusbruk. Limtypen skiljer dem åt.

Fingerskarvat virke, där virkesändarna fräses som fingrar och limmas, gör det möjligt att åstadkomma mycket långa virkeslängder utan att hållfastheten försämras. Metoden är dessutom virkesbesparande.

Faner består av tunt trä, 0,5 mm, som limmas på trä, skivor etc.

Förr användes faner enbart till möbler och påkostade snickerier. Under 1900-talet har fanerade skivor och snickerier däremot förknippats med det allra enklaste och billigaste.

Vid framställning av faner basas (kokas) stockarna i vatten och skärs sedan med kniv eller svarvas.

Knivskärning ger långa ark. Utseendet beror på hur materialet har skurits i förhållande till årsringarna. Svarvad faner ger stora ark som oftast får ett tråkigare utseende.

Formbeständiga och styva skivor, plywood, erhålls om flera korsande lager av faner limmas ihop. Man skiljer mellan ytfaner av hög kvalitet och spärrfaner som limmas därunder och kan vara av enklare slag. Spärrfaneren och ytfaneren läggs vinkelrätt mot varandras fiberriktning. Antalet skikt är därför alltid udda. Härav den ursprungliga termen "kryssfaner".

Plywoodskivor tillverkas för såväl utom- som inomhusbruk. Limtypen skiljer dem åt.

Board eller träfiberskivor tillverkas av träfibermassa som formas till skivor. Skivor som torkas med luft blir porös board, torkas de under press blir de hårda. Boarden kan efterbehandlas med bland annat asfalt eller olja för att få speciella egenskaper.

Porös oimpregnerad board har använts som värmeisolerande och ytutjämnande beklädnad inomhus medan den impregnerade har använts till vind- och regnskydd bakom fasadtegel eller träpanel. Medelhård MDF, (medium density fiber board) pressas som foder och lister. Den hårdaste boarden, masonite, används som väggskivor på regelstomme samt golvbeläggning och yttertakspanel under takpannor.

Spånskivor tillverkas genom att träspån varmpressas med tillsats av lim. Används som vägg- eller golvschivor på regelstomme.

Spån och kutterspån har länge använts som isoleringsmaterial på vindar och i bjälklag och även i de tidiga regelhusens och elementhusens väggkonstruktioner.

Naturligt spån är fortfarande ett användbart isoleringsmaterial, inte minst i äldre hus.

Träfiber (cellulosafibrer) som är baserat på återanvänt papper eller pappersmassa används allt oftare som isoleringsmaterial. Materialet har något bättre isolerförmåga än såg- och kutterspån och sjunker inte samman lika mycket.

Träull har framför allt använts som förpackningsmaterial men kan också blandas med cementvälling och bindas till brandhårdiga, styva skivor.

Takspån av trä var förr ett vanligt förekommande takmaterial. Ursprungligen klövs spånen radiellt ur alnslånga stocklängder. Senare hyvlades de tangentiellt eller sågades.²³¹

Fram till dess att trådspiken infördes under 1800-talets andra hälft användes spåntak till påkostade byggnader som kyrkor, slott och herrgårdar.

²³¹ Wedman, Stina, *Sticksån, pärt, spiller, spilkspån*, Riksantikvarieämbetet, 1998

När spiken blev billig och spånen kunde hyvlas och klyvas med hjälp av enkla mekaniska spånhyvlar och spånklyvar blev stickspån ett av de vanligaste och billigaste materialen för takbeklädnad.

Stickspån användes också ofta som undertak under tegeltak.

För tillverkning av kraftiga kyrkspån användes framför allt furu eller ek. Till stickspån var furu, gran och asp vanligast. Regionalt har även sågade spån förekommit.

Hantering och bearbetning på arbetsplatsen

Lyft och transporter

Genom sin hållfasthet, seghet och ringa tyngd är trä enkelt att transportera, lyfta och hantera.



I det handbilade timret syns tydligt spår av yxan. En timrad byggnad kan stå många hundra år mot väder och vind, men den här byggnaden har också haft en träpanel. Timmerstommen har tätats med husmossa. Foto: OAn

Kapning, formning och montering

Trä är lättbearbetat och enkelt att hantera vid hantering av allt från kraftiga limträbalkar till lövtunn faner. För timring och snickeri finns det ett stort antal handverktyg som används på byggarbetsplatsen för slutlig formning av virket; bilning, kapning, håltagning, snidning osv. Till dessa verktyg hör bilar, sågar, borrar, stämjärn, knivar och hyvlar av olika slag. Även kranssågen kan räknas till

byggplatsens verktyg. I äldre och yngre litteratur redovisas ofta de äldre verktygen redskapen och metoderna.²³²

Bilat timmer täljs med en så kallad skarpslipad mittbila, det vill säga att eggen ligger i bilans mittlinje. En sådan bila kan man både vänster- och högerhugga med. Eggen lägges noga upp och ger en rakbladsskarp egg vilket vid behuggning efterlämnar en blank snittyta.

Skrädning kan också utföras med mittbila men under 1800-talet blir den saxslipade bilan vanlig. Den har en betydligt skarpare eggvinkel, i princip kan den liknas vid en kluven bila, och är därför betydligt effektivare men efterlämnar inte samma blanka huggyta och är därför ej lämplig för att hugga fram väggtimmer.



Nybilat timmer för utbyte av rötskadade syllstockar vid Mjölnergården i Djurgårds- staden i Stockholm. Timmerstommens fördel är den att skadade delar med relativt begränsade insatser kan bytas ut utan risk för att byggnaden skadas.
Foto: OAn

Kransågat virke blev under 1930-talet en komplettering till sågverkens ramsågarar. Men det var också en kvalitetsangivelse. En kransågad bräda kan ha tydliga sågtag men är ändå inte luddig utan har en blank yta. Detta beroende på att en kransåg hela tiden måste vara skarp och välfilad för att överhuvudtaget styra efter utslagna linjer. En skarp kransåg är lätt att såga med och en slö är ytterligt tung.

²³² Andersson, K. och Hildebrand, A., *Byggnadsarkeologisk undersökning*, Riksantikvarieämbetet, 1988. Dravnieks, Gunnar, *Byggandets ord*, AB Svensk Byggtjänst, 1997. Rothstein, E. E. von, *Handledning i allmänna byggnadsläran*, F. & G. Beijers förlag, 1890. Wedman, Stina, *Stickspån, pärt, spiller, spilkspån*, Riksantikvarieämbetet, 1998. *Byggträ*, Träinformation, 1970. *Handboken Bygg band 2, Material, olika upplagor*, AB Byggmästarens förlag/ Liber förlag, 1948, 1961, 1968 och 1984. *Handboken Bygg band M, Material, produkter och arbetsteknik*, Liber Förlag 1984.

En modern, större byggarbetsplats är även försedd med bordsmonterad cirkelsåg för klyvning av virke och träbaserade skivor. Man bör beakta att en sådan ger en "modern" sågäta som kanske inte är lämplig i en restaureringssituation.

Montering utförs med mekaniska förband som spik, skruv eller bultförband, ibland även med limning och då ofta i kombination med mekaniskt förband. Utomhus ska lim vara väderbeständigt och fästdon ska vara korrosionsbeständiga. (Se även Järn och stål samt Animaliska lim).

Innan spik och skruv blev acceptabelt billigt förbands trästyckena med plugg. Pluggarna som var av ett hårdare träslag än virket i övrigt, hade runt eller kvadratisk tvärsnitt och slogs efter en tids uttorkning in i runda, förborrade hål där de fick svälla.²³³

De äldsta träintarsiorna utfördes med ett fåtal ädla träslag men med högt utbildade hantverkare som ofta även utförde kartongerna (ritningar eller förlagor). Dessa var skickliga tecknare men arbetade även ihop med enbart bildkonstnärer. Det vanligaste verktyget för denna teknik var den långskaftade kniven, snitzaren.

Den äldsta tekniken gick ut på att man fällde in de olika motivdelarna i ursparningar i en pannå. Man framställde tunna träskivor medelst spräckning. Dessa kunde starkt skifta i tjocklek från tre–fyra upptill 6–8 mm. Det förekom även att man fällde in ytterligare trästycken i de redan infällda. Denna teknik brukar benämnas inkrustation.

På 1750-talet uppstår således den teknik som ännu idag är förhärskande. Man använder jämntjocka fanér och sågar med tunna lövsågblad ihop motivdelarna efter principen att motivdel och motsvarande hål utföres samtidigt. Det innebär att nu består både huvudmotiv och bakgrund av fanér. Tidigare var bakgrunden ofta pannån. Standardtjockleken ligger nu för möbelkonst på drygt tre mm (1/8 tum) och för intarsiagolv 6–12 mm (1/4 till 1/2 tum).

²³³ *Hantverkets bok. Snickeri*, 1934 och senare uppl. *Hantverkets bok. Träbyggnadsteknik*, 1934.

Man färgade också in trästycken i olika bad. grönt med hjälp av oxiderande kopparkärl, blått med hjälp av indigo. Men infärgningarna består knappast över tiden. Skuggning gjordes med svedning av motivdelar i het sand. Man sirade också med små sticklar och fyllde med infärgad carnauba-vax. Det förekom även att man bemålade med oljefärg då träets kulörer ej räckte till.

Länge var intarsialäggaren hänvisad till att arbeta med mindre fanér eftersom möjligheten att lägga stora fanér begränsades av limtekniken. Detta är förklaringen till att motiven består av många små delar. Det lim man använde var så kallat varmlim, glutinlim, vilket efter påstrykning snabbt gelatinerar. Man var därför tvungen att värma upp även träet. Detta var komplicerat då man arbetade i massivt trä men mycket svårare vid bruk av fanér även om dessa var tjockare under förindustriell tid. Man tvingades arbeta med säckar med het sand eller upphettade presstycken i trä, s.k. tolador.

När den flerspindliga (ett antal spännskruvar monterade i en bock) limpressen introducerades i de små snickarverkstäderna blev det lättare. Industrien fick fram betydligt större pressar med mycket stora, planslipade bord som kunde värmas upp. Pressarna fick även flera bord.

Ytbehandling och efterbehandling

Trä kan hyvlas, slipas, poleras, kalkas, betsas, oljas, tjäras, laseras och målas. Det är däremot inte alltid lämpligt att spackla eller belägga materialet med ett tjockt färglager om det kan komma att utsättas för omväxlande fuktförhållanden. (Se Akrylatfärg, Alkydfärg, Bets, Limfärg, Linolja, Slamfärg och Temperafärg).

Trä kan även impregneras för att få speciella egenskaper, främst röt- och insektsskyddande.

Ädla träslag till intarsia ska vara mycket hårda, täta och glansiga. De behöver då ej ytbehandlas i egentlig mening utan kan poleras till med sina egna hartser.



Kraftiga, kluvna spån har varit ett vanligt taktäckningsmaterial på slott, kyrkor och klockstaplar. Spåntäckta tak, väggar och, som på bilden, stolpar, har ofta underhållits med trätjära, ibland färgsatt med rödfärgspigment. Foto: OAn

Vård och underhåll

Trä vårdas främst genom att skyddas från fukt och väta, men även solljus kan påverka materialet.

En träfasad av hög kvalitet håller mycket länge utan någon som helst behandling. Färgen som tillförs är i första hand kosmetika.

Utsatta snickerier som fönster och dörrar skyddas med färg på samma sätt som en träbåt. En fet och pigmenterad färg skyddar från både vatten och solstrålning. Ett tak av falor eller spån kan skyddas genom att det behandlas med tjära. Virke som är kraftigt utsatt för fukt, exempelvis syllar och utvändiga trappor, kan tillverkas av tryckimpregnerat virke som underhålls genom oljning.

Det är mycket viktigt för virkets livslängd att de skyddande ytskikten och impregneringarna bättras och förnyas i tid, innan rötangrepp eller liknande har startat. Olika delar och detaljer på och i en byggnad kräver olika långa underhållsintervall.

Intarsia bör aldrig utsättas för solljus eller halogenlampor eftersom dessa två ljuskällor har blekande inverkan på träslagen. En allmän regel är att alla mörka träslag bleknar och alla ljusa mörknar. De flesta brukar småningom anta en ljus till blekbrun färgton vars vanligaste yttring är ljusockra till lätt mörkockra.



En träfasad kan se mycket sliten ut trots att det bara är färgen som släppt. Innan ommålning bör man emellertid se över fasaden. Framförallt under fönster och i anslutning till gesimser och fotbrädor kan man hitta mindre skador.
Foto: OAn

Det viktigaste underhållet är att från början ge träet ett konstruktivt skydd och att välja beständigt virke i fuktutsatta lägen.

Skadeorsaker och skyddsåtgärder

Trä kan framför allt skadas av röta, insektsangrepp och brand. Dessa skaderisker går det i de flesta fall att skydda sig mot genom förnuftiga konstruktioner och rätt underhåll. Även virkets kvalitet har stor betydelse i utsatta byggnadsdelar.

Torrt virke (med en fuktkvot under 20 procent) angrips inte av rötsvamp och tillväxten avstannar om temperaturen är låg.

Fuktigt trä och värme ger goda förutsättningar för de värsta träförstörarna: husbock och strimmig trägnagare.

Husbocken (*Hylotrupes bajulus*) är svart eller brunaktig med två par tvärställda, ljusare band på täckvingarna. Den är mellan tio och arton mm lång. Larven, som är cirka 30 mm lång, gräver små gångar i träets längdriktning men skadar sällan virkets yta.

Husbocken är specialist på barrträ och angriper inte andra träslag. Den föredrar mjukt, frodvuxet virke och angriper sällan kärnvirke. Strimmig trädgnagare (*Anobium striatum*) är mycket lättare att upptäcka än husbocken. Virke som angripits har många små runda hål på ytan ur vilka bormjöl rinner ut i små högar. Strimmig trädgnagare angriper liksom husbocken enbart furu och gran.

Både husbock och trädgnagare måste angripas med gift, vilket kräver att ett saneringsföretag anlitas. De allra flesta husförsäkringar inkluderar ett skydd för husbock, vilket i sig anger hur pass ovanligt detta är i vanliga bostadshus. Mögel och röta är, och har troligen alltid varit, träbyggnadernas största fiender.

Det farligaste rötangreppet orsakas av den äkta hussvampen (*Merulius lacrymans*). Den kräver en viss fukthalt och gynnas av tillgång till kalk. När en byggnad väl blivit angripen av röta kan den sprida sig mycket snabbt och ge svåra angrepp.

Källarsvampen (*Coniphora cerebella*) liknar hussvampen men är inte lika elakartad. Den kräver större tillgång till fritt vatten.

De viktigaste skyddsåtgärderna mot röta är att enbart använda friskt och uttorkat virke, att konstruktionen är sådan att virket kan torka ut, att rötangrepp omedelbart åtgärdas och att impregnering används där virket inte kan skyddas på annat sätt.

De vanligaste defekterna i intarsia är små släppningar, blåsor.

Reparationsmetoder

Att ersätta skadat trä med nytt är ganska normalt i en träbyggnads liv. Vid vård av äldre byggnader är originalet dock alltid det mest värdefulla. En kopia kan alltid framställas, men en kopia kan aldrig ersätta ett original.

Vid reparationer bör man därför enbart ersätta rötskadat, kraftigt insektsangripet eller på annat sätt oanvändbart eller skadat virke.



Skadat trä kan alltid ersättas. Bottenstycken och spröjsar kan ibland få mindre rötskador. Bilden visar en av Drottningholmsteaterns mer än 200 år gamla fönsterbågar efter reparation. Foto: OAn

I övrigt gäller den enkla grundprincipen att skadat virke ska ersättas med trä som är av minst lika hög kvalitet och av samma träslag som det ursprungliga. Dessutom ska framställningssättet och ytbehandlingen vara likartad, samt att hantverket ska hålla den kvalitet som kännetecknar byggnaden eller konstruktionen.

Blåsor i intarsia skall försiktigt skäras upp med skalpell och varmt glutinlim införes varefter blåsan spännes ner med varm spännklots och tving. Vid renovering bör intarsia aldrig slipas.

Förekommande ytbehandling skall försiktigt tvättas bort och träet torkas grundligt rent. Man bör först undersöka vilken typ av lim som använts, detta för att förebygga att lösningsmedlet som används för att avlägsna ytbehandlingen skall skada limmets hållfasthet. Detta är särskilt viktigt vid tunt faner.

Intarsia bör alltid åtgärdas av yrkesutbildat folk med erfarenhet av denna typ av arbete.

Miljöaspekter

Miljöpåverkan vid framställning och transporter

Miljöpåverkan vid framställning av träråvara och vid förädling är låg. Trä är relativt billigt att transportera och råvaran finns i regel nära producenten och konsumenten.

Miljöpåverkan vid hantering

Trä har ingen påtaglig negativ miljöpåverkan vid normal hantering. Modernt skogsbruk innebär dock en mycket kraftfull påverkan på skogen och därigenom på det biologiska livet, den traditionella kulturmiljön och kulturlämningarna. Sågning i impregnerat trä kan medföra hälsofara. Det kan även öka spridning av farliga ämnen till miljön.

Miljöpåverkan i bruksskedet (emissioner)

Användning av trä innebär en försumbar miljöpåverkan. Vissa impregnerings- och ytbehandlingsmedel, exempelvis arsenik, krom- och kopparföreningar samt trätjära kan innebära miljöbelastning. Med undantag för tjära är dessa ämnen dock noggrant kontrollerade och deras respektive användningsområden är angivna i branschstandarder.

Återanvändning, återvinning och deponi

Trä som inte behandlats med giftiga ämnen eller blivit angripna av mögel, röta eller insekter kan återanvändas som byggnadsmaterial eller för energiframställning. Rent virke kan även deponeras i naturen eftersom det då förmultnar. Impregnerat virke ska brännas på speciell anläggning.

Avfall av impregnerat trä kan vara farligt avfall. Trä som inte är behandlat med giftiga ämnen kan vara angripet av mögel utan att det syns och då bör det endast återanvändas där det är väl luftat.

Materialets historia

Teknik

Det bilade virket och knuttimringen dominerade byggandet i större delen av det barrskogsrika Sverige från medeltiden. Före sågverkens genombrott var yxan och bilan timmermannens viktigaste verktyg. Dessa formade timret, knuten, taksparren

och takspånet. Det var inte enbart husens stommar (som även inkluderar takstolar, golv och takbjälkar) som tillverkades av trä, även taken var trätäckta, ofta i kombination med näver eller granbark.

Med industrialismen utvecklades sågverken och timringstekniken ersattes med stommar av sågat virke.

I landets sydliga lövskogsområden dominerade den materialbesparande skiftesverkstekniken träbyggandet. Konstruktionen består av stående stolpar med liggande halvklivna stockar eller plankor.

I de skogfattiga, sydliga odlingsområdena var den virkesbesparande korsvirkeskonstruktionen förhärskande. Ofta användes ek i den bärande konstruktionen och facken fylldes med flätverk av en eller hassel som sedan lerklinades. (Se Lera).

Resvirkeskonstruktioner, stommar av stående timmer - ofta återanvänt äldre timmer, började användas under 1800-talets senare del, inte minst i städerna.

Stolp-, plank- och regelkonstruktioner tog över alltmer vid slutet av 1800-talet.

Dagens träbyggande består huvudsakligen av lätta regelkonstruktioner, men det finns ett växande intresse för ett mer massivt träbyggande som lånar drag av traditionellt träbyggande.

De äldsta intarsiaarbetena har man funnit i egyptiska kungagravar och då mestadels utförda i trä. Tekniken infördes från Orienten (Islam) till Venedig på 1200-talet. Intarsia har sedan denna tid haft sitt centrum i norra Italien och södra Tyskland.

Intarsiakonsten infördes till Sverige förmodligen första gången på Wasakungarnas initiativ. Två inkallade finsnickare (Kistler) introducerade tekniken på Kalmar Slott. De är kända till namnet: Urban Schultz och Marcus Ulfrum vilka båda kom från Augsburg.

De mest förnämliga intarsiaarbetena finns också ännu idag bevarade på Kalmar Slott I Kung Eriks gemak (Erik XIV) och Rutsalen. Enligt traditionen skall Erik XIV ha varit "Mäcka förfaren i blomskärarens konst" och varit den som själv utfört det stora riksvapnet på ingångsdörren till gemaket. Den har en högre konstnärlig kvalitet och tekniskt utförande än övriga arbeten i detta rum.

Under åren från 1600-talet fram till början av 1900-talet utvecklades framför allt fanerframställningen och den stora finalen för användning av intarsia kom i Europa under mellankrigstiden då det blev högsta mode i inredningssammanhang. Biografer, teatrar, stora offentliga lokaler och kryssningsfartyg utsmyckades med hela väggpartier.

Intarsia har sedan 1940-talet haft ett lågt konstnärligt anseende eftersom marknaden då översköldes av mycket oestetisk intarsia. Man kan skilja mellan konstintarsia och hantverksintarsia. Den senare producerades i serier och kunde förekomma i olika sammanhang: på möbler, radioapparater, väggalmanackor, instrumentbräden i bilar.

Branschutveckling

Kransågarna som användes för handsågning var grovbladiga. Handsågning var tungt och den vanligaste framställningsmetoden var därför klyvning och täljning. De första finbladiga sågarna kom i bruk kring 1840, men sågverken fick ökad kapacitet först när ångmaskinen introducerades 1849.

Med sågverken kom även snickeriindustrierna och en utveckling gentemot dagens helt industrialiserade träbyggande inleddes.

Utvecklingen av stål- och verkstadsindustrin har haft stor betydelse för träbyggandet från 1800-talet och fram till i dag, kanske främst den billiga och enkla framställningen av skruv och spik. Även utvecklingen av maskiner och material till verktyg för sågning och annan bearbetning har i hög grad utvecklat träbyggandet. Utan billig spik och bra maskiner hade vi fått varken regelstomme eller stickspån.

Litteratur

Andersson, K. och Hildebrand, A., *Byggnadsarkeologisk undersökning*, Riksantikvarieämbetet, 1988

Att välja trä, Träinformation, 1999.

Anvisningar till Byggnadsstadgan BABS 1960, Kungliga byggnadsstyrelsens publikationer, AB Ragnar Lagerblads boktryckeri, 1964

Burström, Per-Gunnar, *Byggmaterial - Uppbyggnad, tillverkning och egenskaper*, Studentlitteratur 2001

Bygg II Allmän byggnadsteknik, Esselte AB 1948

Byggträ, Träinformation, 1970

Dahlgren, Torbjörn m.fl. *Nordiska träd och träslag*, Centraltryckeriet 1996

Dravnieks, Gunnar, *Byggandets ord*, AB Svensk Byggtjänst, 1997

Handboken Bygg band 2, Material, olika upplagor, AB Byggmästarens förlag/Liber förlag, 1948, 1961, 1968 och 1984

Handboken Bygg band M, Material, produkter och arbetsteknik, Liber Förlag 1984

Handboken Bygg band T, Byggtabeller, Liber Förlag 1983

Hantverkets bok. Snickeri, 1934 och senare uppl.

Hantverkets bok. Träbyggnadsteknik, 1934

Lidström, Cajsa och Rentzog, Sten, *Byggnadstradition på den svenska landsbygden*, 1987

Nodangård, Eva m.fl. Skogen, *En introduktion i träriket som råmaterialförråd, virkesbod, boplats, skafferi, apotek, och kraftkälla*, Arbetsgruppen för råmaterial, länshemslöjdskonsulenterna i Dalarna, 1977

Rothstein, E. E. von, *Handledning i allmänna byggnadsläran*, F. & G. Beijers förlag, 1890

Spån, Rapport 1981:3, Riksantikvarieämbetet och Statens historiska museer, 1981

Svensk Byggnorm 1967- föreskrifter, råd och anvisningar till byggnadsstadgan BABS 1967, Statens planverk, Boktryckeri AB Thule 1967

Trä- byggnadsmaterial förr och nu, Rapport RAÄ 1987:6, Riksantikvarieämbetet, 1988

Var virket bättre förr, Riksantikvarieämbetet, Nordiska museet, 1982

Wedman, Stina, *Stickspån, pärt, spiller, spilkspån*, Riksantikvarieämbetet, 1998

Zink

Zink har använts i en mycket begränsad omfattning inom byggandet, främst under en kort tid i slutet av 1800-talet och i början av 1900-talet. Under senare år har materialet upplevt en renässans i byggsammanhang, vanligen i legerad form.

Detta avsnitt behandlar uteslutande de former som var vanliga under den period som berörs av dagens byggnadsvård. Det innebär ren zinkmetall, i form av valsad plåt eller gjutgods.



Ett vackert exempel på zinkplåtstak med kvadratiska "skifferlagda" plattor. Foto: MTö

Artikeln har skrivits av MTö.

Antikvariska aspekter

Byggnader där zinkmetall förekommer tillhör en kategori som länge haft en låg status bland antikvarier. På grund av detta har de inte fått den omsorg och det skydd som de kunde ha behövt för att detaljer som zinkskulpturer på fasader och krön, eller zinkplåttak skulle ha bevarats. I stället har taken fått galvaniserad stålplåt, fasaderna har rensats och köken har fått rostfria diskbänkar.

Det finns all anledning att vara uppmärksam och att försöka bevara originaldetaljer av zink, som tak och ornament, när sådana påträffas. Omläggning av plåttak, lagning av skadade skulpturer och nygjutning av detaljer kräver dock särskilda kunskaper hos dem som planerar och utför arbetet eftersom zinkmetallen är relativt svårhanterlig och inte behärskas av alla.

Förekomst, utvinning och framställning

Förekomst och utvinning

Zinkmineral förekommer i begränsad omfattning i den svenska berggrunden, vanligen som zinkblände (ZnS), och i kombination med andra sulfidiska mineral av järn, bly, kadmium, mangan och koppar. Sverige hör till de stora zinksligproducenterna.

Den malm som brutits i Sverige, t.ex. i Åmmebergs malmfält har exporterats för metallframställning. Åmmebergsgruvan köptes sedermera av det belgiska företaget Vieille Montagne. Den ägs numera av ett australiensiskt företag. Övriga zinkmalmsförekomster ägs av Boliden Mineral AB och finns i Norrbotten och Garpenberg. All producerad zinkslig exporteras för framställning av zinkmetall.

Hela det svenska behovet av zinkmetall importerar således idag.

Framställning

Malmen anrikas för framställning av slig som rostar och reduceras till zinkmetall. Reduktionen av malmen till metall sker antingen genom en metallurgisk process eller genom elektrolys. Den metallurgiska processen sker vid en temperatur som är högre än metallens kokpunkt, vilket innebär att malmen uppträder i gasform som zinkrök när den har reducerats. (Se även Metaller).

För att överföra metallen till fast form måste zinkröken, som reagerar mycket lätt med luftens syre, fångas upp i en reducerande atmosfär och kondenseras till flytande metallisk zink, som får svalna till göt.

Den termiska reduktionen ger råzink som sedan raffinerar vidare till finzink genom omsmältning (över 98,5 procent zink), eller destillation (99,990-99,998 procent zink). Metallurgisk reduktion används idag för malmer med särskilt hög eller särskilt låg zinkhalt eller då bly-zinkmalmreduceras.

I dag är det vanligare att zinkmetall framställs genom en elektrolytisk utfällning ur en lösning av malmmineralen, vilket ger finzink direkt.

Egenskaper

Inre struktur

Zink är en metall med kristallin struktur. Smälttemperaturen för ren metall är 419°C, densiteten är 7,14 kg/dm³ och längdutvidgningskoefficienten $29 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$. Materialet uppvisar hysteresisegenskaper.

Beständighet

Kemiskt ren zink är motståndskraftig mot luftens syre i torr atmosfär. I fuktig luft korroderar ytan och bildar en grå zinkkarbonathydroxid som skyddar mot vidare korrosion. Redan små mängder föroreningar i materialet påverkar emellertid korrosionsegenskaperna.

Zink angrips av cement i och med att det skyddande karbonatskiktet löses upp.

Zink är känsligt för galvanisk korrosion i kontakt med vissa metaller som koppar och järn.

Hållfasthet

Zinkmetallens hållfasthet är begränsad. Materialet är mjukt men sprött och brister lätt vid yttre påverkan.

Metallen kan bearbetas plastiskt genom exempelvis valsning till plåt, eller genom dragning till tråd i temperaturintervallet 100–150°C. Vid 200°C är metallen så spröd att den kan pulveriseras. Dessa egenskaper gäller ren zink. Föroreningar och legeringsämnen påverkar egenskaperna på olika sätt.

Formstabilitet

På grund av materialets hysteresiseffekt vid temperaturförändringar tenderar det att deformeras med tiden. Längdutvidgningen är förhållandevis stor vid en temperaturökning, men materialet återgår inte till sin ursprungliga längd vid sjunkande temperatur. Varje temperaturcykel resulterar i en kvarstående förlängning.

Frostbeständighet

Zinkmetall blir mycket spröd vid låga temperaturer.

Ytstrukturer och färgstabilitet

Ytstrukturen är metallisk, men i övrigt beror den på vilken bearbetning eller behandling ytan fått.

På samma sätt styrs färgen av de behandlingar materialet har genomgått och vilken legering det rör sig om. Färgstabiliteten är beroende av omgivningens korrosivitet.

Produktformer och användningsområden

Det zinkmaterial som idag vanligen används för byggnadsändamål är en legering som innehåller 0,07–0,12 % titan och 0,07–0,12 % koppar. Legeringen kallas titanzink och dess egenskaper gör den mer lämpad för tak - och fasadbeklädnad än den gamla, rena zinkplåten.

De vanligaste produktformerna är gjutna tackor, valsad plåt och dragen tråd.

Stång och profil är pressad eller valsad zink.

Plåt valsas vid temperaturer mellan 100 och 150°C. Tidigare var den slät, veckad eller pressad till fjäll.

I byggnadssammanhang används zinkmetall i dag framförallt inom byggnadsvården och då främst för taktäckning och till hängrännor och stuprör. I

detta sammanhang användes zink från mitten av 1800-talet fram till 1900-talets första decennier.

Zinkplåt förekommer också i diskbänkar i våtutrymmen i äldre byggnader.



Nylagda zinktak är mycket reflekterande (övre bilden till höger och nedre bild). Efter en tid får plåten ett matt korrosionsskikt (övre bilden till vänster). Nedre bilden visar skifferplåt, hängrännor och stuprör av zink. Foto: MTö

Rör tillverkas av pressad och dragen zink.

Ornament och skulptur. I övrigt förkommer zink som gjutgods i ornamentala och skulpturala byggnadsdetaljer. I äldre produktion från sent 1800-tal och tidigt 1900-tal förekommer produkterna som katalogvara. Ett exempel på fasaddetaljer är gjutna skulpturer eller reliefer på fasader som har målats för att se ut som sten eller brons. I interiörer kan man finna lister utformade och målade för att efterlikna skurna träornament. Fasadlister fanns som metervara. Det förekom också att zink förkopprades elektrolytiskt och patinerades för att föreställa koppar- eller bronsföremål.

Korrosionsskydd på järn och stål är zinkmetallens främsta användningsområde. Varmförzinkning genom doppning i flytande zink patenterades 1836 i Frankrike och är fortfarande den mest effektiva rostskyddsbehandlingen på järn och stål. Sveriges första galvaniseringsverk låg i Karlskrona och inledde sin produktion 1868. Omkring 70 % av all zinkanvändning i Sverige utgörs av korrosionsskydd på

järn och stål. Zinktackor och zinktråd används för korrosionsskydd i form av varmförzinkning och sprutförzinkning.

Hantering och bearbetning på arbetsplatsen

Kapning, formning, applicering och montering

Kapning, formning, applicering och montering Vid takarbeten och falsning är det viktigt att känna till materialets sprödhetsgenskaper. Materialet kapas och klipps som stålplåt.

Plåtslageriarbeten med zinkplåt kräver en speciell teknik som skiljer sig från andra plåtmaterial (se bygghandböcker från sent 1800-tal till tidigt 1900-tal). På grund av materialets stora längdutvidgningskoefficient måste falsar utföras på ett speciellt sätt så det finns utrymme för materialets rörelser.

Allt arbete med zink kräver att plåtlagarna har goda kunskaper om materialets sprödhets och speciella egenskaper vid värmning.

Ytbehandling och efterbehandling

Zinktack ytbehandlas normalt inte. Zinkskulpturer och andra ornament däremot, ska vanligen ersätta något annat material och målades för att se ut som detta material. Zinkskulpturer i stenstaden Sundsvall målades till exempel för att se ut som marmor i slutet av 1800-talet. En annan populär metod vid samma tid var att elektrolytiskt belägga zinkskulpturer med koppar som sedan patinerades för att se ut som åldrad brons.

Galvaniserade plåttack bör täckmålas för att öka livslängden på rostskyddet. Det var inledningsvis den vanligaste metoden, även om man under 1900-talet av tekniska skäl ansett det vara lämpligt att lämna nylagd förzinkad plåt omålad under ett antal år för att skapa ett bättre underlag för målning.

Försök har emellertid visat att "blankgalv" kan bemålas direkt om ytorna svepblästras före målning. Behandlingen avlägsnar ytföroreningar och ruggar upp ytan något så att färgen får en bättre vidhäftning. Det är viktigt att den som utför blästringen är kunnig på området och kan utföra en riktig svepblästring så zink inte avverkas från plåtytan.

Eftersom zink är känsligt för cement är det viktigt att metallen isoleras från betongytor eller andra ytor som innehåller cement, exempelvis genom bestrykning med asfalt eller annat lämpligt material.

Vård och underhåll

Den viktigaste underhållsåtgärden är att leta efter mekaniska skador i falsar och lödfogar och att åtgärda dessa. I övrigt är behovet av underhåll begränsat. Målade ytor ställer naturligtvis samma krav på underhåll som målning på andra underlag, det vill säga att rengöring och bättringsmålning eller ommålning skall utföras vid behov.

Skadeorsaker

De främsta skadeorsakerna är mekaniska, exempelvis att materialet har utsatts för slag. Upprepad temperaturutvidgning och kontraktion har betydelse om metallen inte kan följa med i rörelserna eftersom de med tiden orsakar brott på grund av materialets sprödhet.

Eventuella korrosionsskador beror på den omgivande miljön. Metallen är känslig för sur miljö, vilket innebär att svavelföroreningar kan öka korrosionshastigheten väsentligt. I ren miljö bildas däremot ett skyddande korrosionsskikt.

Reparationsmetoder

Att byta skadade plåtar på tak ställer krav på plåtslagarens kompetens och erfarenhet av att arbeta med zinkplåt. Arbetet utförs enligt gängse metoder för plåtslageriarbeten med zinkplåt.

Lagning av en skadad skulptur innebär ett avancerat riktungs- och lödningsarbete. Skulptur består av gjutet, oftast tunnväggigt gods, och mekaniska skador ger ofta deformationer som behöver riktas. Detta arbete ställer stora krav på materialkännedom och praktisk erfarenhet. Eftersom materialet är sprött kan det få förödande konsekvenser om det värms till fel temperatur. Samma krav på yrkeserfarenhet gäller för lödning, det är viktigt att arbetet utförs inom rätt temperaturintervall.



Två zinksulpturer från Stockholms slott intagna för restaurering. Foto: MTö

Miljöaspekter

Miljöpåverkan vid framställning och transporter

Hantering av sulfidmalmer ledde tidigare till omfattande utsläpp av svavelföreningar vid rostning, samt föreningar av diverse andra metallmineral i malmen som följde med avfallet vid gruvor, anrikningsverk och hyttor. I dag tas alla föreningar om hand och bildad svaveldioxid används för framställning av den svavelsyra som används i den kemiska processen för metallutvinningen.

Kemisk extraktion av metallen, till exempel genom elektrolys, ledde tidigare till omfattande föroreningar när avfallet släpptes ut orenat i naturen. I dag sker rening av allt avfall och av andra emissioner från produktionen.

Miljöpåverkan vid hantering

Takläggning medför inte någon reell miljöpåverkan. Övriga arbeten med zinkdetaljer, som restaurering av skulptur, utförs vanligen i verkstad under för miljön betryggande former.

Miljöpåverkan i bruksskedet

Zink är ett spårämne och därmed livsviktig för levande organismer, men i höga halter kan metallen samtidigt vara skadligt för vissa sura inlandsvatten. Effekterna av zinköverskott respektive zinkunderskott är inte helt klarlagda, men inga indikationer finns på att människor och djur skulle utsättas för alltför stor zinkexponering i Sverige.

Återanvändning, återvinning och deponi

Zinkskrot tas om hand och smälts om på samma sätt som andra metaller. Omfattningen av återvinningen av den totala zinkförbrukningen är svår att fastställa eftersom en stor del utgörs av korrosionsskydd, men ungefär 40 % av den zink som återfinns på förzinkat stål återvinns i elektrostålugnar från stålskrot. Energiåtgången vid sekundär zinkframställning är 4–5 % av energiåtgången vid primär framställning vare sig det rör sig om metallurgisk eller elektrolytisk process.

Materialets historia

Under förhistorisk tid således redan under bronsålder användes zinkmineral endast för framställning av mässing i en process där zinkmalmen aldrig erhöles i metallisk form utan legerades in i kopparn. Man hade då inte klart för sig att zinkmetall existerade.

Fram till 1700-talet importerades all zinkmetall från Indien och Kina. Under 1700-talet gjordes flera försök att utveckla processer för framställning av metallen. I Sverige visade Sven Rinman, Axel Fredrik Cronstedt och Bengt Andersson Qvist att det var möjligt att framställa zink, men att kostnaderna blev högre än för importerad metall. Först på 1800-talet började zinkmetall framställas i större skala i Europa, men metallens reduktionsegenskaper gjorde processen svårhanterlig.

Den svenska zinkmalmen går på export i anrikad form, bland annat till Norge, Finland och Belgien. Brytning av zinkmalm inleddes i större skala 1849 vid vårt största malmfält Åmmeberg. Gruvan såldes senare till det belgiska företaget Vieille Montagne. Zinkförekomster finns bland annat i Norrbotten och i Garpenberg.

Den zinkmetall som produceras i Sverige i dag är i huvudsak tillverkad av zinkskrot som smälts om, renats och gjutits till tackor. Det totala svenska behovet av primär zink importeras.

Litteratur

Barth, O., *Lärobok i Metallhyttkonst*, KTH, 1952

Berge, B., *Byggningsmaterialenes ökologi*, Universitetsforlaget, 1992

Brennert, Sven, *Materiallära*, Stockholm 1964

Bygg, Handbok för hus-, väg- och vattenbyggnad, Stockholm 1968

Byggnadsplåt, Material och Utförande, Stockholm u.å. (2000)

Enghag, P., *Jordens grundämnen och deras upptäckt*, Stockholm 2000

Gramén, L. N., *Lantmannabyggnader*, Stockholm 1916

Hofman, H. O., *Metallurgy of Zinc and Cadmium*, New York 1922

Hökerberg, O., red., *Husbyggnad*, Stockholm 1944

Karlsson, V., *Husbyggnadskonstruktioner IV, Järnkonstruktioner och Taktäckning*, Stockholm 1910

Löfroth, C. Red., *Byggnadsindustrin, Praktisk uppslagsbok för byggnadsverksamhetens olika grenar*, Stockholm 1914

Rothstein, E. E. von, *Handledning i Allmänna Byggnadsläran*, Stockholm 1856, 1875 och 1890

Tandberg, G., *Bygningsvaesen paa Landet*, Kristiania 1885

Tegengren, F. R., *Sveriges Ädlare malmer och Bergverk*, SGU, Ser.Ca, N:o 17, Stockholm 1924

Tylecote, R. F., *A History of Metallurgy*, London 1979

Litteraturförteckning och referenser

Eftersom texterna i Materialguiden inte innehåller mer än en bråkdel av all den kunskap som finns om materialen, är det viktigt att läsaren söker fördjupad kunskap i befintlig litteratur. Nedanstående litteraturlista presenteras ämnesvis, till skillnad mot litteraturlistorna under respektive materialartikel.

Vi har valt att i huvudsak hänvisa endast till svensk litteratur utgiven på svenska förlag. Vi har dessutom endast i undantagsfall refererat till avhandlingar, läroböcker och liknande, eftersom sådana som regel inte finns tillgängliga på bibliotek eller i öppna handeln.

Observera att litteraturlistan endast undantagsvis har uppdaterats med litteratur utkommen efter år 2002.

Byggnadsarkeologisk dokumentation

Andersson, K., Rosenkvist, A., *Byggnadsarkeologi*, Riksantikvarieämbetet, 1980

Andersson, K., Hildebrand, A., *Handledning vid byggnadsarkeologisk undersökning, Det murade huset*, Riksantikvarieämbetet, 1988

Bedoire, Fredric, och Stavenow-Hidemark, Elisabet, *Arkivguide för byggnadsforskare*, Nordiska Museet, 1985

Byggnadsminnen, kyrkor m.m., Allmänna råd, Riksantikvarieämbetet, 1999

Dokumentation och Restaurering, Byggnadsarkeologiskt seminarium, Rapport 1989:1, Riksantikvarieämbetet, 1989

Eriksdotter, G., *Dalby kungsgård, byggnadsarkeologisk undersökning, dokumentation över renoveringsarbetena 1994-95*, Kulturen Lund, 1996

Gardelin, G., *Glimmingehus, Byggnadsarkeologisk undersökning*, Rapport 4 1997, Lunds universitets historiska museum, 1997

Gardelin, G., *Linköpings domkyrka, Värdering av domkyrkans exteriör, En byggnadsarkeologisk undersökning*, Rapport, Riksantikvarieämbetet, 1995

Rosén, Sander, *Hjälpreda vid kulturhistorisk byggnadsinventering*, Nordiska Museet, 1979

Schwanborg, I., *Kulturhistorisk karakterisering och bedömning av kyrkor*, Riksantikvarieämbetet, 2002

Sjömar, P., Hansen, E., Storsletten, O., *Byggnadsuppmätning, Historik och praktik*, Riksantikvarieämbetet, 2000

Dateringsmetodik

Gräslund, B., *Arkeologisk datering*, Studentlitteratur, 1996

Gräslund, Bo, *Relativ datering*, Uppsala 1994

Lindbom, R., Wenander, V., *Frågor och svar om byggnadsvård*, Byggförlaget, 2001.

Lagar och förordningar

Byggnadsminnesförklaring, Allmänna råd till 3 kap. lagen om kulturminnen m.m., Riksantikvarieämbetet, 1991

Skyddet av kulturmiljön, Slutbetänkandet av Kulturarvsutredningen, 1996

Material och teknik

Cornell, Elias, *Byggnadstekniken*, Byggförlaget, 1979

Friesen, Otto von, *Golv, fönster, färg och kalk, Hjälprea i konsten att rusta upp hus och gårdar*, Pappas bokförlag, 2004

Gustafsson, L., *Spån, puts och solbänk - förändringar i uppländska medeltidskyrkor under 1900-talet*, Riksantikvarieämbetet, 2002

Handboken bygg (olika upplagor), Byggmästarens förlag, 1947-51, 1959-66 och 1968-72 samt Liber Förlag, 1983-86

Hantverket i gamla hus, Byggförlaget i samarbete med Svenska föreningen för byggnadsvård, 1998

Hidemark, O. m.fl., *Så renoveras Torp och gårdar*, ICA-förlaget, 1995

Natursten i byggnader 1993-97

Renoveringshandboken Mur og Tag, By-og boligministeriet, projekt renovering, Köpenhamn 1998

Svensk teknisk uppslagsbok, AB Nordisk rotogravyr, 1949

Tidskriften *Byggnadskultur*, (olika årgångar), Svenska föreningen för byggnadsvård, 1977-

Tradition och byggproduktion Gammal kunskap för nutida byggande, Slutrapport, Riksantikvarieämbetet, 1996

Restaureringsideologi

Autenticitet, tidskriften Kulturmiljövård nr 4.1994

Edman, V., *En svensk restaureringstradition - tre arkitekter gestaltar 1900-talets historiesyn*, Byggförlaget, 1999

Kirkeby, I. M., *Modet mellem nyt og gammelt*, Köpenhamn 1998

Kåring, G., *När medeltidens sol gått ned - debatten om byggnadsvård i England, Frankrike och Tyskland 1815-1914*, Stockholm, 1992 och 1995

Robertsson, S., *Fem pelare - en vägledning för god byggnadsvård*, Riksantikvarieämbetet, 2002

Unnerbäck, A., *Kulturhistoriskt värde*. tidskriften Kulturmiljövård 1-2.1995

Unnerbäck, A., *Kulturhistorisk värdering av bebyggelse*, Riksantikvarieämbetet, 2002

Medarbetare

Materialguiden producerades av en arbetsgrupp från Riksantikvarieämbetet under åren 1999–2002. I arbetet hade arbetsgruppen hjälp av en referensgrupp och ytterligare ett antal personer som hjälpte till med sak- och språkgranskning av texterna, samt redaktionellt eller datatekniskt kunnande. Arbetsgruppen bestod av civilingenjör Thomas Erenmalm, projektledare, konservator Hans-Erik Hansson, arkitekt Sune Lindkvist, antikvarie Karna Jönsson, arkitekt Hans Sandström och bergsingenjör Mille Törnblom.

Följande personer har skrivit texter till materialguidens artiklar. Arkitekt Olof Antell (OAn), fil. stud. Eje Arén (EAR), ingenjör Björn Björck (BBj), civilingenjör Thomas Erenmalm (TEr), arkitekt Tor Fossum (TFo), f. d. överingenjör Nils Hallin (NHa), konservator Hans-Erik Hansson (HEHa), arkitekt Rolf Helmers (RHe), målarmästare Anne Håkansson (AHå), konservator Kerstin Karlsdotter Lyckman (KKLy), konservator Ulf Leijon (ULe), konservator Eva Lundwall (ELu), konservator Lars-Ivar Nilsson (LINi), byggnadsvårdare Annika Ride (ARi), arkitekt Hans Sandström (HSa), fil. dr. Bengt Skans (BSk), konstsnickare Thomas Tempte (TTe) och bergsingenjör Mille Törnblom (MTö).

Referensgruppen bestod av: Antikvarie Ann-Charlotte Backlund, länsstyrelsen i Stockholms län, ingenjör Bertil Bertilsson, Skultuna Bygg AB, arkitekt Lars Brandt, ARKOO, tekn. dr. Tor Broström, Högskolan på Gotland, pol. mag. Hans

Ewander, BYSAM, fil. mag. (biologi) Sara Gisellson, Boverket, civilingenjör
Hans-Olof Karlsson Hjort, Boverket, ingenjör Cent-Åke Käck, kulturförvaltningen
i Stockholms stad, antikvarie Per Lundgren, Regionmuseet i Skåne (tidigare
Norrbottens museum), ingenjör Anders Odell, Konsumentverket, arkitekt Martin
Wulff, AB Svensk Byggtjänst och arkitekt Per-Göran Ylander,
Stadsbyggnadskontoret i Hjo kommun.

Texterna har sedan uppdaterats av anställda vid Riksantikvarieämbetet.

Materialhänvisningar

Vissa material har inte en egen artikel utan behandlas i en artikel med annan rubrik.
Här nedan finns hänvisningar till de artiklarna.

Ag se: Stråmaterial

Asbestcement se: Asbest, Cement och cementbundna material

Asfalt se: Bitumen och tjäror

Asfaltpapp se: Papp, Bitumen och tjäror

Bark se: Kork och näver

Basalt se: Sten

Benlim se: Animaliska lim

Betong se: Cement och cementbundna material

Björk se: Trä

Bomull se: Spånadsmaterial

Brons se: Koppar och kopparlegeringar

Byggpapp se: Papp

Cementfärg se: Cement och cementbundna material

Cylinderglas se: Glas

Diabas se: Sten

Diorit se: Sten

Duroplast se: Polymermaterial

Ek se: Trä

Eternit se: Asbets

Fisklim se: Animaliska lim

Furu se: Trä

Förhrydningspapp se: Papper, Papp

Gabbro se: Sten

Gasbetong se: Animaliska lim, Cement och cementbundna material

Gjutjärn se: Järn och stål

Glasfiber se: Glas, Slaggmaterial och mineralfibermaterial

Glasull se: Slaggmaterial och mineralfibermaterial

Glutinlim se: Animaliska lim

Gnejs se: Sten

Gran se: Trä

Granit se: Sten

Gräs se: Stråmaterial ,Torv

Gummi se: Polymermaterial

Gyllenläder se: Läder

Halm se: Stråmaterial

Hampa se: Spånadsmaterial

Hudlim se: Animaliska lim

Husblosslim se: Animaliska lim

Intarsia se: Stråmaterial, Trä

Internit se: Asbest

Invarit se: Asbest

Jute se: Spånadsmaterial

Kakel se: Lera och tegel

Kalkcementfärg se: Kalk, Cement och cementbundna material

Kalkfärg se: Kalk

Kalksten se: Kalk, Sten

Kaseinlim se: Animaliska lim

Klinker se: Lera och tegel

Koksaska se: Slaggmaterial och mineralfibermaterial

Koksslagg se: Slaggmaterial och mineralfibermaterial

Korkmattor se: Linolja och linoljefärg, Spånadsmaterial, Kork och näver

Korkparkett se: Kork och näver

Korkplattor se: Kork och näver

Kronglas se: Glas

Kryssfanér se: Animaliska lim, Trä

Kutterspån se: Trä

Kvartsit se: Sten

Lack se: Akrylatfärg, Alkydfärg, Färger, allmänt, Linolja och linoljefärg,

Laminat se: Polymermaterial

Lerkling se: Lera och tegel, Spånadsmaterial

Limträ se: Trä

Lin se: Spånadsmaterial

Linne se: Spånadsmaterial

Linoleum se: Kork och näver, Linolja och linoljefärg, Spånadsmaterial

Lättballast se: Cement och cementbundna material

Lättbetong se: Cement och cementbundna material

Lättklinker se: Lera och tegel

Lättmetall se: Aluminium

Marmor se: Sten

Masugnsslagg se: Slaggmaterial och mineralfibermaterial

Mineralfibermaterial se: Slaggmaterial och mineralfibermaterial

Mineralull se: Slaggmaterial och mineralfibermaterial

Mässing se: Koppar och kopparlegeringar

Natursten se: Sten

Näver se: Kork och näver

Perstoppsplattor se: Polymermaterial

Plast- och gummi material se: Polymermaterial

Plastfärg se: Akrylatfärg

Plywood se: Trä

Plåt se: Aluminium, Bly, Järn och stål, Koppar och kopparlegeringar, Metaller allmänt, Zink

Porfyr se: Sten

Porslin se: Lera och tegel

Putse: Cement och cementbundna material, Gips, Kalk, Lera och tegel

Revetering se: Kalk, Stråmaterial

Rostris stål se: Järn och stål, Metaller allmänt

Rödfärg se: Slamfärg

Rödgoods se: Koppar och kopparlegeringar

Sandsten se: Sten

Siden se: Spånadsmaterial

Silke se: Spånadsmaterial

Skiffer se: Sten

Skumbetong se: Cement och cementbundna material

Slaggtegel se: Slaggmaterial och mineralfibermaterial

Slaggull se: Slaggmaterial och mineralfibermaterial

Smidesjärn se: Järn och stål

Spritputs se: Kalk

Spån se: Bitumen och tjäror, Trä

Sånskivor se: Trä

Spännpapp se: Papper

Spännväv se: Spånadsmaterial

Stenkolstjära se: Bitumen och tjäror

Stuck se: Gips, Kalk

Stål se: Järn och stål

Sågspån se: Trä, Cement och cementbundna material

Sågspånsbetong se: Cement och cementbundna material

Taknäver se: Kork och näver

Takpapp se: Papp

Takplåt se: Aluminium, Bly, Järn och stål, Koppar och kopparlegeringar, Metaller allmänt, Zink

Takspån se: Trä

Tall se: Trä

Tapeter se: Papper, Limfärg, Läder, Spånadsmaterial

Tegel se: Slaggmaterial och mineralfibermaterial, Cement och cementbundna material, Lera

Termoplaster se: Polymermaterial

Tjära se: Trä, Bitumen och tjäror

Tjärpapp se: Papp

Träfiberpapp se: Papp

Träfiberskivor se: Trä

Trätjära se: Trä, Bitumen och tjäror

Trällsplattor se: Cement och cementbundna material, Trä

Täljsten se: Sten

Ull se: Spånadsmaterial

Underlagspapp se: Papp

Vass se: Stråmaterial

Vattenglas se: Silikatfärg

Välljäm se: Järn och stål

Vällugnsslagg se: Slaggmaterial och mineralfibermaterial

Ylle se: Spånadsmaterial