

NATURSTEN I  
BYGGNADER



Stenen i tiden

Från 1000-talet till 1940



Riksantikvarieämbetet  
Statens historiska museer  
INSTITUTIONEN FÖR KONSERVERING



NATURSTEN I BYGGNADER  
Stenen i tiden



NATURSTEN I BYGGNADER



## Stenen i tiden

Från 1000-talet till 1940



Riksantikvarieämbetet  
Statens historiska museer  
INSTITUTIONEN FÖR KONSERVERING

Riksantikvarieämbetet  
Box 5405, 114 84 Stockholm

*Omslagsbild och vinjettbild* Fasadrelief vid entrétrappan till Kgl. Akademien  
för De Fria Konsterna, Stockholm  
Foto Bengt A. Lundberg 1992  
*Façade relief at the stairway leading to the  
Royal Academy of Fine Arts, Stockholm*

*Kartor* Stig Englund, Fornsalen Data, Visby

*Översättning till engelska* Alan Crozier, Södra Sandby

*Redaktör* Gunnel Friberg/Barbro Sundnér

© 1996 Riksantikvarieämbetet och Statens historiska museer  
1:1  
ISBN 91-7209-035-9

*Tryck* Wallin & Dahlholm Boktr. AB, Lund 1996

# Förord

*Natursten i byggnader* är ett delprojekt inom Riksantikvarieämbetets program *Luftföroreningar och kulturmiljö*. Tillkomsten av projektet var ett resultat av en förändrad syn på miljöns inverkan. Stenen i kulturbyggnaderna visar ökande skador – ett samband med industrisamhällets luftföroreningar var en naturlig utgångspunkt. En annan var att lyfta fram stenen som byggnadsmaterial vars variationer i tid och rum också kan ses som resultat av förändrade synsätt. Projektet har dock inte haft som avsikt att utreda skadeorsakerna eller stenens historiska betydelse utan är i första hand en inventering där endast vissa samband är synliga. Däremot är förhoppningen att materialet och dess presentation skall kunna användas såväl i den dagliga kulturmiljövården som i fördjupad forskning på skilda områden.

Tack vare Karin Anderssons, Riksantikvarieämbetet, engagerade stöd och den ekonomiska satsning Riksantikvarieämbetet gjorde genom Ulf Lindborg vid institutionen för konservering, kunde arbetet påbörjas 1991. Fältinventeringen var avslutad 1993. Utöver två inledande publikationer har resultatet av inventeringen publicerats i regionala rapporter av vilka ytterligare några återstår. Denna skrift utgör slutrapporten av hela inventeringen.

Malmöhus län, följt av Kristianstads län, blev testområden. Det gällde att finna en metod för både inventering och rapportering som kunde användas för hela landet. Samtidigt påbörjade Urban Nilsson och Hedvig Schönback vid Stockholms stadsmuseum en motsvarande inventering av byggnaderna i Stockholm på uppdrag av Stockholms stad. För att materialet skulle vara jämförbart användes i stora drag samma inventeringsmetod. Övriga områden har inventerats av antikvarier från respektive län. Denna totala uppslutning och det engagemang alla har visat har varit en förutsättning för projektets genomförande.

Parallellt inventerades stenbrott och stenen i byggnaderna bergartsbestämdes. Stenbrottsinventeringen planerades av Runo Löfvendahl, Riksantikvarieämbetet. Han inventerade också stenbrotten på Gotland och i Norrbotten medan Ulf Sivhed, Sveriges Geo-

logiska Undersökning, Lund, tog sig an Skåne. Benno Kathol, Geologiska institutionen, Stockholms universitet, har bearbetat övriga områden och är därmed den som sett flest byggnader med sten.

Projektet förutsatte dataregistrering. Utvecklingen av ett program som passade de sökkombinationer som var nödvändiga liksom överföringen till digitala kartor påbörjades av Rolf Näslund och Anders Säfström vid Riksantikvarieämbetet och fullföljdes av Stig Englund, Fornsalen Data i Visby. En stor arbetsinsats var den manuella överföringen från de handskrivna blanketterna till databasen. Genom Stig Englund och hans medarbetare Ingvar Karlsson, Peter Olofsson och Gunbritt Ringqvist kunde detta arbete genomföras på kort tid. De stadsplaner, som ingår i de regionala rapporterna, har renritats av Agneta Hildebrand och Kerttu Palmgren, båda vid Riksantikvarieämbetet.

Mats Johansson, Dalby Stenhuggeri, har delat med sig av sina kunskaper om stembearbetning. Lars Bengtsson, Stockholms stadsmuseum, Åke Nisbeth, Lidingö, Lars Redin, Statens Historiska Museum samt Jan Gullman och Erik Österlund, båda Riksantikvarieämbetet, har läst manus och lämnat värdefulla synpunkter. Alan Crozier, Södra Sandby, har översatt till engelska och David Waite, Ravlunda, har bidragit med engelska benämningar på stenhuggertermer. Bengt A. Lundberg, Riksantikvarieämbetet, har tagit de flesta bilderna och tillsammans med Lars Kennerstedt vid samma ämbete granskat alla färgbilder. Arbetskamraterna på stenenheten vid institutionen för konservering har under hela arbetet varit viktiga diskussionspartners.

Under professionell handledning av Gunnel Friberg, Riksantikvarieämbetet, har jag lärt mig en hel del om layout och det svenska språkets fallpropar. Genom det nära samarbetet med Wallin & Dahlholms tryckeri i Lund har tryckningen förflutit smärtfritt.

Under arbetets gång har många andra, här ej nämnda, bidragit på olika sätt. Tack alla för att detta projekt nu är genomfört!

Lund i september 1996

Barbro Sundnér



# Innehåll

## **Inledning 9**

*Barbro Sundnér*

Inventeringsmetoden 10

## **Byggnader och natursten 13**

*Barbro Sundnér*

Geografisk översikt 13

Kronologisk översikt 20

Skadeförhållanden 76

Prioritering och värdering 81

## **Stenbrott och byggnadssten 88**

*Runo Löfvendahl*

Stenbrytning 88

Sandstenar 91

Kalkstenar 102

Andra bergarter 114

## **Skador och orsaker 116**

*Runo Löfvendahl*

Skadetyper 117

Vittringsfaktorer 127

## **Planering av åtgärder 132**

*Karna Jönsson*

Uppföljning av inventeringen 132

Underlag för åtgärder 133

Bidrag till konservering 135

Påbyggnad av inventeringen 135

## **Databas 136**

*Stig Englund*

## **Forskning och problemområden 139**

*Runo Löfvendahl och Barbro Sundnér*

Inventeringsresultat 139

Vittringsskador och orsaker 140

Forskningsinriktning – mål 140

Nuvarande forskningsområden 141

Framtida forskningsområden 141

## **Källor och litteratur 145**

## **Medarbetare 150**

## **Summary 152**

*Runo Löfvendahl och Barbro Sundnér*

## **Register 158**





# Inledning

BARBRO SUNDNÉR

Skador på natursten i byggnader har uppmärksamrats alltmer under de senaste årtiondena i takt med en allt större medvetenhet om luftföroreningarnas påverkan på olika företeelser i samhället. För att få en uppskattning om behovet av åtgärder och vilka åtgärder som behövs samt vilka byggnader och vilka områden som är mest utsatta har en landsomfattande inventering genomförts inom projektet *Natursten i byggnader*.

*Inventeringen är översiktlig och omfattar enbart den bearbetade naturstenen som är exponerad i exteriören.*

Arbetet har utförts i samarbete mellan RIK (Institutionen för konservering) vid Riksantikvarieämbetet, läns museerna och länsstyrelsernas kulturmiljöavdelningar. Resultatet sammanställs i regionala rapporter med länsvis presentation. I *Teknik och Historia* (1993) har projektets bakgrund behandlats med tyngdpunkt på stenbyggande, stenbearbetning och stenkonsivering i kulturhistorisk och teknisk belysning. Den geologiska förutsättningen med beskrivning av bergarter och skador har givits i *Svensk byggnadssten och Skadebilder* (1994). Här skall en översikt över hela materialet presenteras.

Naturstenen i byggnaderna är i sig ett kulturhistoriskt källmaterial som tidigare oftast inte beaktats i samband med restaureringar. Skadade stendetaljer kunde ersättas med nya utan någon dokumentation och originalen bevarades ej. Till stor del berodde detta på bristande kunskap om stenen som ett potentiellt historiskt källmaterial. Bearbetad natursten har alltid varit ett exklusivt byggnadsmaterial förbehållet samhällets översta skikt, vilket dock har förändrats från medeltidens till industrialismens byggande. Även stenens brytningsteknik, behuggning, målning m.m. har förändrats under århundraden liksom valet av bergarter. Dessa förändringar av naturstenen i ett historiskt perspektiv har vi endast en ytlig kunskap om. Fördjupade undersökningar kan t.ex. ge oss en inblick i hantverkarnas bakgrund, beställarnas önskemål och bakomliggande ekonomiska och so-

ciala förhållanden. Utökad kunskap om stenteknik och stenens kulturhistoriska bakgrund har också avgörande betydelse för förståelse av skadornas uppkomst, vilka åtgärder som skall väljas och vad som skall dokumenteras i samband med restaurering. Det har därför varit ett av inventeringens viktigaste mål att fastställa stendetaljernas ålder, vilken inte alltid överensstämmer med byggnadens. Åldern kan också vara avgörande för stenens tillstånd.

Natursten består av en mångfald olika bergartstyper där var och en varierar avseende vittringsensbenägenhet. Det har därför i projektet varit självklart att naturstenen i byggnaderna bergartsbestämts. Samtidigt har en inventering av stenbrott genomförts. I Sverige finns en stor variation av framför allt sand- och kalkstenar som har använts som byggnads- och ornamentsten. Men vi har inte haft kunskap om vilka stentyper som finns i byggnaderna förutom de som använts under senare perioder. Flera stentyper upphörde att användas redan under medeltiden, andra tillkom först under industrialismen på 1800-talet. De flesta stenbrotten är idag nedlagda och många kan inte exakt identifieras och lokaliseras. Vid behov av ersättningssten är det inte självklart att vi kan återfinna exakt den sten som tidigare använts. Det är inte heller säkert att vi bör använda exakt samma sten då vissa typer är alltför vittringskänsliga. Dateringen av stenobjekten ger därmed också information om tidsmässiga förändringar av olika stentypers användning och kan i vissa fall omvänt vara ett dateringskriterium för stendetaljerna.

*Inventeringen har inte haft för avsikt att fastställa orsakerna till skadornas uppkomst.*

Däremot kan sambanden mellan vissa sedan tidigare kända förhållanden prövas: olika bergarters vittringskänslighet, tidsfaktorn och förhållandet mellan byggnaderna i städerna och på landsbygden, dvs. om närheten till de direkta luftföroreningarna, som bör vara större i städerna än på landsbygden, ger något tydligt utslag. En annan faktor är klimatför-

hållanden, som ytligt beskrivs i de regionala rapporterna. Dessa relationsundersökningar kan vara vägledande för fortsatta fördjupade undersökningar av orsakerna till skadorna. Några sådana faktorer kan t.ex. vara stenens kvalitet, dvs. var i stenbrottet stenen tagits, behuggningsteknik, tidigare ytbehandling, byggnadsteknik, tidigare restaurering eller rengöring, dålig vattenavrinning, den yttre miljön som växtlighet, stenens placering i förhållande till väderstreck m.m. Och även tidigare luftföroreningar som koleldade bostäder kan ha haft betydelse.

För att kunna välja rätt åtgärds metod krävs, förutom kunskap om stentypen, tidigare bearbetningsteknik och ytbehandlingar, även utvärdering av tidigare åtgärder. Det är egentligen inte förrän från slutet av 1980-talet, sedan speciella medel ställdes till Riksantikvarieämbetets förfogande, som stenkonservering har bedrivits mera konsekvent i Sverige. Tidigare har det i bästa fall varit stenhuggare som har lagat skadad sten eller ibland bytt ut densamma mot nyhuggen, men oftast har lagning och rengöring av sten inte utförts av stenspecialister. Idag finns det inte många stenhuggare som behärskar den hantverksmässiga bearbetningen av natursten, vilket är mycket olyckligt. Det är inte alltid vi kan eller skall konservera naturstenen i byggnaderna, däremot är det viktigt att vi dokumenterar den på ett sådant sätt att vi kan utnyttja den information som stenen ger. Detta kräver ett hantverksmässigt kunnande och förståelse för tekniska möjligheter samt bakgrund i en äldre hantverkstradition, något som förutsätter ett nära samarbete med stenhuggare som bär med sig en tradition från tidigare generationer.

*För att rätt kunna bedöma resultatet av denna översiktliga inventering är det många olika aspekter som man måste ta hänsyn till. Tabeller är ofta övertydliga och ger bara en förenklad bild av verkligheten. Vi har här valt att presentera några aspekter i hopp om att detta skall stimulera till ytterligare frågeställningar och i förekommande fall kompletterande analyser och utredningar.*

Sammanställningen av inventeringen presenteras först i en översikt av samtliga byggnader, bergarter och skador. Därefter beskrivs inventeringsresultaten ur kronologisk synpunkt. Avsikten med en sådan beskrivning är att ge en idé om stenen som en kulturhistorisk exponent, vilken bör ligga till grund för prioritering inför kommande åtgärder och doku-

mentation (Sundnér). Bergarterna och stenbrotten behandlas därefter utförligare ur geologisk synpunkt (Löfvendahl). Kända och tänkbara orsaker till skador redovisas (Löfvendahl). Hur inventeringen används i det antikvariska arbetet för närvarande och de metoder som just nu är under utveckling förplanering av åtgärder och dokumentation beskrivs (Jönsson). Vidare redogörs för dataregistret och dess uppläggning (Englund). Avslutningsvis diskuteras framtida forskningssområden grundade på utförda inventeringar och forskningsarbeten (Löfvendahl och Sundnér).

## *Inventeringsmetoden*

För att få ett grepp om vilka byggnadstyper som ingår i inventeringen har det varit viktigt att kunna särskilja kyrkor, slott och herrgårdar samt andra profana byggnader. Likaså är det viktigt att fastslå vilken ålder dessa byggnader har och i förekommande fall arkitekt. Sådana uppgifter har därför relaterats till *byggnaden*. Samtidigt har inventeringens syfte varit att undersöka sambandet mellan stendetaljernas ålder, bergart och skador. Därför har dessa beskrivits individuellt som *objekt*.

Inventeringen omfattar alla byggnader med bearbetad och exteriört exponerad natursten i de första stenkyrkorna från 1000-talet fram till den mera industriella bearbetningen av natursten 1940. Det vill säga kyrkor, slott och herrgårdar samt andra profana byggnader av kulturhistoriskt värde på landsbygden och alla byggnader i städerna. Undantag har gjorts för byggnader där endast sockeln eller enstaka inskriftstavlor är av bearbetad natursten vilket är mycket vanligt i byggnader och ombyggnader från 1800-talets slut. Det skulle kräva alltför omfattande arbete och kostnad att inventera också dessa. Byggnaderna och skadorna har inventerats av läns museerna – i något fall länsstyrelsen – medan identifiering av bergarterna har utförts av geologer, som också har inventerat de stenbrott eller platser där byggnadssten har brutits eller kan ha brutits.

Inventeringen av byggnaderna och stenobjekten är mycket översiktlig och brister finns. Varje län har i princip fått en månad till sitt förfogande för inventering av länets bestånd samt för rapportredogörelse. Vissa

”stenrika” län har fått dubbelt så lång tid. Några har själva bekostat ytterligare tid för att få en så korrekt bild som möjligt. Det kan därför finnas en del ojämnheter i materialets insamling. En del byggnader har säkert missats vid inventeringen och det kan finnas en del felaktigheter beträffande dateringar. Inventeringen omfattar t.ex. inte arkivaliskt material utöver byggnadsinventeringar där sådana finns.

Skadebedömningen har skett utifrån en mycket översiktlig skala: 0 = inga påtagliga skador, 1 = begränsade skador där endast mindre ytor eller delar av objektet är skadat, 2 = omfattande skador där stora delar av objektet är skadat. Vidare används beteckningen *akut* i de fall skadan uppfattas som aktivt pågående. Skadeinventeringen är av sådant slag att den endast bör användas som en anvisning till vilka objekt som *kan vara* mest hotade. För att göra en rättvis bedömning krävs noggranna kompletterande undersökningar av konservator. En ej oväsentlig felkälla är den mänskliga faktorn. Skadorna har bedömts av 27 olika personer (en, ibland två, från varje län samt två för Stockholms stad och en för Göteborg) med olika bakgrund. Detta innebär också att det inte har funnits utrymme för närmare eftertanke vid inventeringen, bl.a. har skadenivån inte alltid varit självklar. Inventeringen av Stockholms stad skiljer sig från den övriga inventeringen. Denna utfördes av Stockholms Stadsmuseum på uppdrag av Stockholms stad under två år (Nilsson och Schönbeck 1993). De skador som i Stockholmsinventeringen benämnts akuta har mera bedömts utifrån konserveringsbehovet och inte som i övriga landet enbart utifrån pågående vittring. Bortsett från Skåne och Gotland har en geolog, Benno Kathol, Institutionen för geologi och geokemi vid Stockholms universitet, bergartsbestämt samtliga sedimentära bergarter sedan skadebedömningen har gjorts. Vid de tillfällen Kathol haft avvikande uppfattning om bedömningen i förhållande till byggnadsinventeraren har han gjort korrigeringar vilket ger skadebedömningen en någorlunda jäm-

förlig nivå. I Skåne har Ulf Sivhed, Sveriges Geologiska Undersökning, Lund, utfört bergartsbestämningen. På Gotland har däremot ingen geologisk expertis ansetts nödvändig då det här endast finns gotländsk kalk- eller sandsten (den gotländska kalkstenen varierar beroende på härkomst men att närmare klargöra detta har inte ansetts praktiskt i denna inventering). Däremot har de gotländska stenbrotten inventerats av geolog, Runo Löfvendahl, Riksantikvarieämbetet.

Bergartsbestämningen har inriktats på att fastställa varifrån de olika stenarna har hämtats. Ibland kräver en sådan identifiering noggrannare undersökningar än vad som varit möjligt i den här inventeringen. Därför finns det en hel del stenar som rubricerats som obestämda, men som förhoppningsvis närmare kan identifieras vid en komplettering, framför allt i samband med eventuella åtgärder. Vittrad och smutsig sten är ibland mycket svår att identifiera i fält. Förstörande provtagning kan då vara nödvändig, men har ej varit aktuell vid denna inventering.

Även ett stenbrottsregister har sammanställts. I samband med bergartsbestämningarna av länens byggnader har även viktigare stenbrott lokaliserats, främst av Benno Kathol. Det slutliga stenbrottsregistret omfattar 911 lokaler, där förutom äldre stenbrott även nu öppna brott ingår. Dessa har hämtats från tidskriften STEN. Registret har sammanställts av Löfvendahl och Kathol.

Trots sina brister kan det insamlade materialet användas som en första översikt över naturstenen i byggnaderna och vilka bergarter och objekt som är mest hotade. Hela materialet finns på en databas och är avsett att användas för såväl det fortsatta hanterandet av naturstenen som för fortsatt forskning och utveckling. Stenbyggnadsregistret skall även fortlöpande uppdateras. Originalblanketterna förvaras på den institution som utfört inventeringen. Överföringen till dataregister har utförts av Fornsalen Data, Gotlands Fornsal i Visby, med Stig Englund som ansvarig ledare.

Resultatet av inventeringen får inte uppfattas som en heltäckande bild av stenbyggandet i landet. Den omfattar inte:

- byggnader och stendetaljer som är putsade eller målade.
- interiöra utsmyckningar, gravmonument och kyrkliga inventarier.
- rivna byggnader eller stendetaljer.
- alla stenbrott. De registrerade är endast en bråkdel av alla stenbrott, speciellt vad gäller urberg.

Även skadebilden har en del felkällor som påverkar resultatet:

- flera skadebedömare.
- skadornas omfattning är relaterat till objekt som varierar avsevärt i storlek.
- inventeringen avser den aktuella situationen, inte tidigare åtgärder.
- åldern är inte alltid densamma som den tiden stenen varit blottad.
- inventeringen klargör inte skadeorsakerna.

# Byggnader och natursten

BARBRO SUNDNÉR

## Geografisk översikt

I inventeringen ingår 4756 byggnader med bearbetad och exteriört synlig natursten från perioden 1000–1940.

Byggnaderna har delats upp i tre grupper: kyrkor (K), slott och herrgårdar (S) samt övriga profanhus (P). Kyrkor innefattar också klosteranläggningar. Till slott och herrgårdar räknas även borgar och befästningsanläggningar. Profanhus, är de byggnader som inte kan inordnas under de föregående grupperna, ofta offentliga byggnader (skolor, banker, hotell) eller bostadshus. Även ruiner

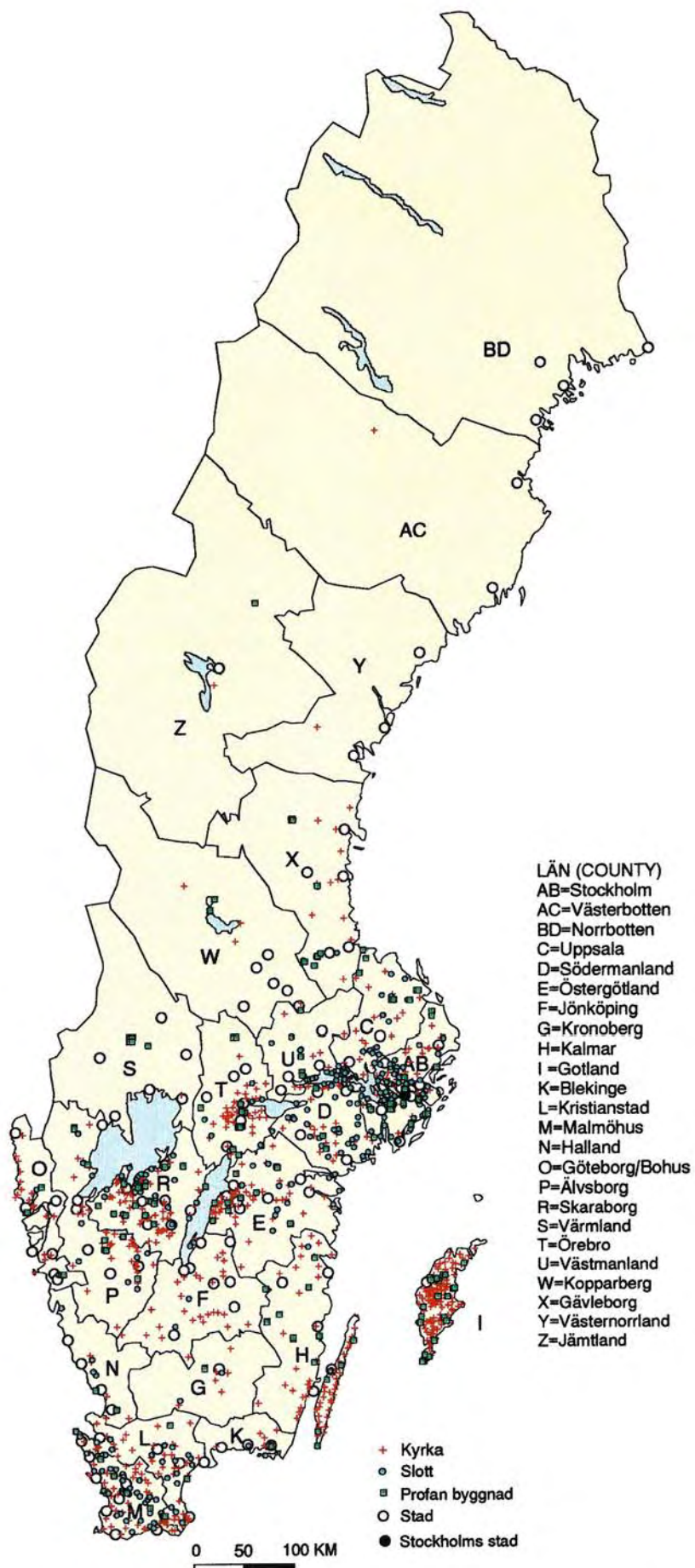
ingår i inventeringen och kan tillhöra endera av de tre grupperna.

Materialet presenteras länsvis. Stockholms stad redovisas dock separat, dels för att inventeringen inte är helt jämförbar med övriga landets och dels för att det dominerande antalet byggnader finns här, tabell 1.

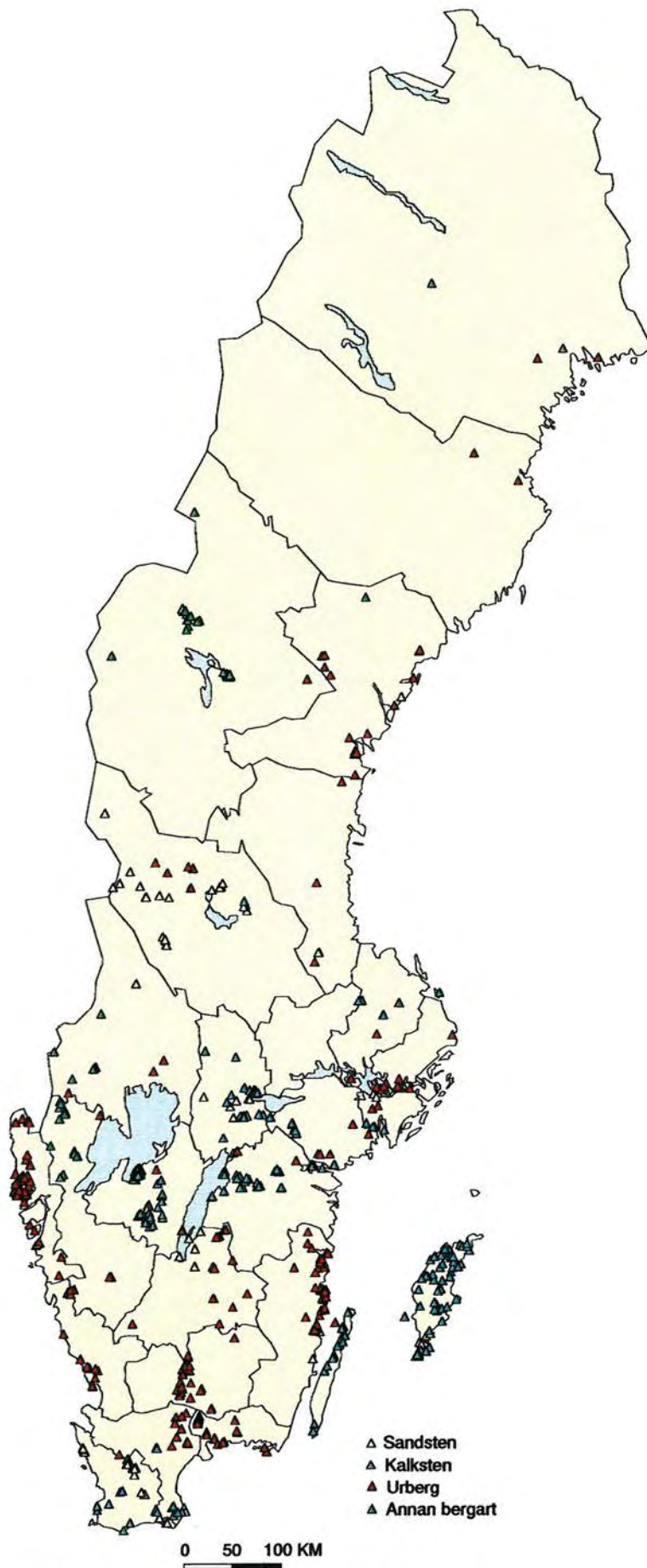
De flesta byggnaderna ligger i landets södra del med koncentration i ett bälte från Mälardalen mot Göteborg samt i Skåne och på Gotland och Öland, figur 1. Byggnadernas läge överensstämmer i stora drag med stenbrottens, figur 2. Flest byggnader finns i Stockholms stad, som har 1515 byggnader

Tabell 1. Samtliga byggnader fördelade på byggnadsgrupper i stad och på landsbygd. (Länsbeteckning A representerar Stockholms stad, övriga se figur 1.). K=kyrkor, P=profanhus, S=slott och herrgårdar. *The total number of investigated buildings distributed per type of building, urban or rural environment. (County symbol A represents the city of Stockholm; for others see figure 1.) Län=County, Stad=Urban area, Landsbygd=Rural area; K=Churches, P=Secular buildings, S=Castles and manors.*

Län	Stad			S:a stad	Landsbygd			S:a land	Totalt
	K	P	S		K	P	S		
A	24	1482	9	1515					1515
AB	17	104	11	132	39	29	55	123	255
AC	2	16		18	1			1	19
BD		7		7					7
C	3	73	1	77	25	8	15	48	125
D	6	61	2	69	26	4	36	66	135
E	14	270	3	287	55	11	13	79	366
F	5	75		80	33	2	6	41	121
G	2	12		14	6	2	2	10	24
H	6	78	2	86	62	14	3	79	165
I	12	26		38	96	25		121	159
K	4	43	1	48	6	1	3	10	58
L	2	27		29	46	4	18	68	97
M	6	264		270	51	5	34	90	360
N	3	43	1	47	6	2	4	12	59
O	15	306	2	323	18	4	2	24	347
P	4	97		101	31	7	7	45	146
R	7	141		148	71	17	26	114	262
S	4	49		53	1	5		6	59
T	8	122	1	131	40	17	8	65	196
U	3	39	1	43	8	3	12	23	66
W	3	25		28	4	4		8	36
X	7	73	1	81	13	10	4	27	108
Y	1	34		35	1			1	36
Z	1	32		33	1	1		2	35
Totalt	159	3499	35	3693	640	175	248	1063	4756



Figur 1. Geografisk fördelning av registrerade byggnader. Endast städer med registrerade byggnader är markerade.  
 Geographical distribution of registered buildings. Only cities with registered buildings are marked.  
 Län=County; Kyrka=Church, Slott=Castle, Profan byggnad=Secular building, Stad=Town.



Figur 2. Geografisk fördelning av lokaliserade byggnadsstenbrott.

*Geographical distribution of localized quarries .*

*Sandsten=Sandstone, Kalksten=Limestone, Urberg=Crystalline basement, Annan bergart=Other rocktype.*



(32%) och minst antal finns i Norrbottens län som endast har sju, se tabell 1.

De allra flesta byggnaderna, 3693 (78%), ligger i städerna (dvs. sådana orter som be-tecknades som städer före 1971); här finns också de flesta profanhusen, figur 3 (jfr tabell 1). Byggnadsgruppernas geografiska fördelning framgår av figur 4. Kyrkor med natursten finns i alla län utom i Norrbottens, sammanlagt 799. Gotlands län har flest kyrkor, hela 108 stycken. Övriga kyrktäta län är Skaraborgs, Östergötlands, Kalmar, Malmöhus, Stockholms, Kristianstads och Örebro län. Slott och herrgårdar har inte lika stor spridning och är inte heller så många, 283 byggnader. De förekommer endast i 17 län samt Stockholms stad och saknas i de nordligaste länen samt på Gotland. Flest slott och herrgårdar har Stockholms län (utom Stockholms stad) där 66 byggnader ingår i inventeringen. I övrigt ligger de flesta slotten i Södermanlands (38 st.) och Malmöhus län (34 st.).

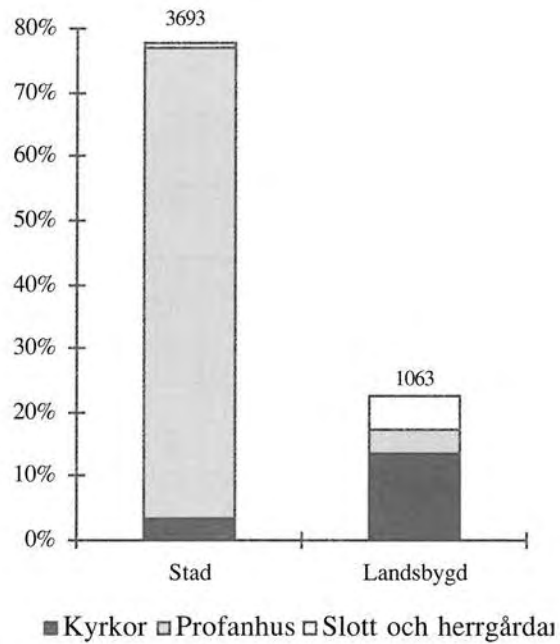
### Naturstenen i byggnaderna

Bergarterna har indelats i huvudgrupperna urberg, sandsten, kalksten samt annan bergart. Bergartsbestämningen har utgått från att identifiera bergartstyperna samt, om möjligt, hänföra dem till brytningslokaler (jfr kapitlet Stenbrott och byggnadssten). De benämningar som använts är så långt det varit möjligt de allmänt vedertagna. Ibland har nya benämningar bildats, t.ex. kalksten Västergötland, när stenen inte med säkerhet kunnat härledas till något bestämt område men ändå till ett visst landskap. Kompletterande kommentarer ger ytterligare detaljinformation. När det inte varit möjligt att närmare identifiera stenen mer än som kalksten eller sandsten har den fått tillägget obestämd. Urberg, som vanligen är granit – eller ibland gnejs – har ej bergartsbestämts av geolog. Av kalkstenen har 22 olika typer identifierats, däribland sex marmortyper och av sandstenen 18 typer, tabell 2. Under annan bergart finns skiffer och täljsten samt obestämd, dvs. bergarter som av olika skäl inte blivit identifierade.

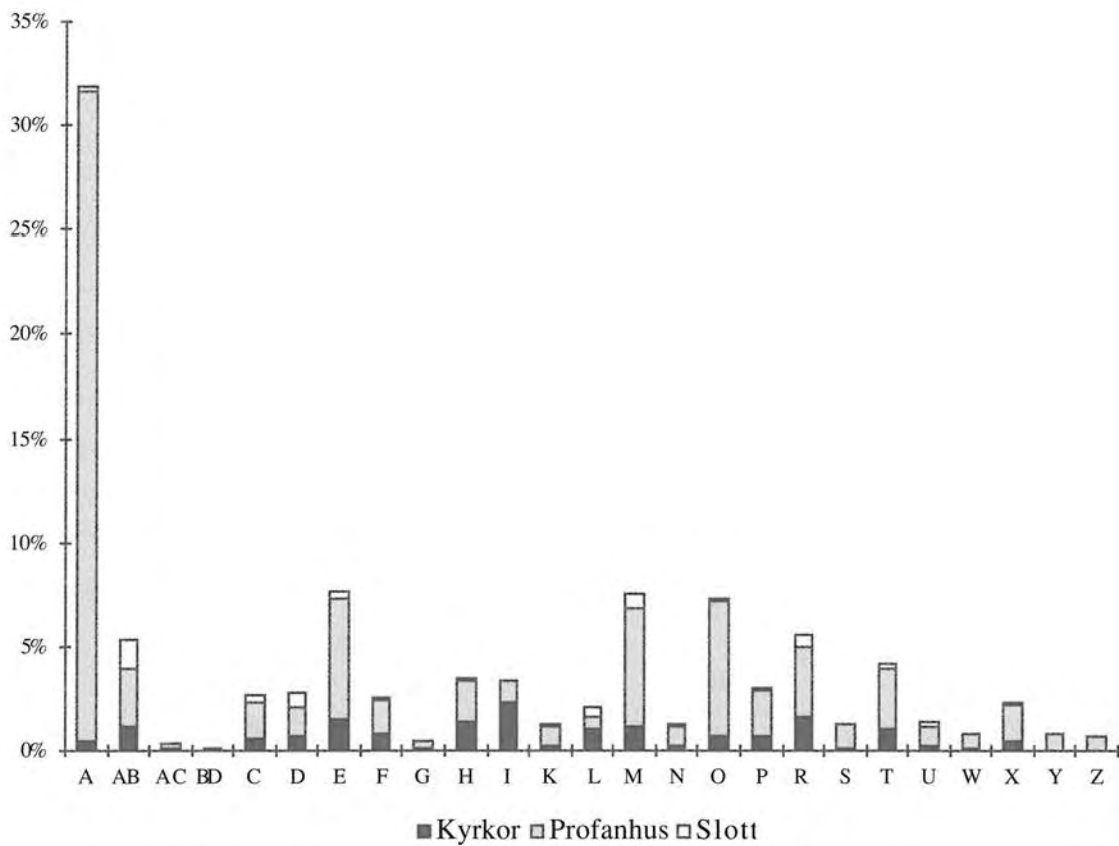
Stenbrotten är koncentrerade till vissa områden, se figur 2. De nordligaste stenbrotten i sedimentära bergarter av betydelse som byggnadssten finns i Jämtlands län, s.k. Brunflokalksten. I nordvästra Dalarna, i Kopparbergs län, har Älvdalssandsten brutits och vid Orsatrakten har man brutit en silurisk sand-

sten, Orsasandstenen. Vid Siljan finns kalkstensförekomster, både ortocerkalksten och revkalksten, s.k. Bodakalksten (ingår under kalksten, Annan i tabell 2). Täljsten har brutits i Uppsala län men kan även komma från Norge. I Västergötland (Skaraborgs län) har stora mängder sten brutits i Kinnekulle vid Vänerns östra strand och Billingen vid Skövde. Även i Falbygden har det funnits en del mindre stenbrott. I alla tre områdena har man både brutit ortocerkalksten och Lingulidsandsten. I Södermanlands län finns marmor av Kolmårdstyp och vid Marmorbyn nordväst om Katrineholm har marmor av liknande typ brutits. Mindre förekomster av annan typ av marmor, marmor Södermanland, finns i Södertörnsområdet och på Mörkö. I Stockholms län finns Mölnbomarmor. En sandsten som finns på flera håll i Mälardalen, Roslagen och vid Gävletrakten förekommer i såväl lösa block som i fast klyft. Sandstenen i dessa områden är likåldrig, likartad och mycket svår att särskilja och benämns här Mälär/Roslags/Gävlesandsten. Yxhultskalksten har brutits i stora mängder i Närke, Örebro län. Ekebergsmarmor har brutits och bryts fortfarande i ett flertal brott i Närke. I Vätternområdet har s.k. Vätternsandsten brutits både på Visingsö och i Grännatrakten samt vid Vätterns östra strand norr om Motala. Ortocerkalksten finns på flera ställen i Östergötland, som Borghamnskalksten, och Vretaområdet (kalksten, Östergötland). I länets östra delar har marmor brutits, dels i området norr om Bråviken, Kolmårdsmarmor, och dels vid sjön Glans sydvästra strand, annan marmor. Gotland är det län som rikligast levererat sten till byggnader. Största delen av ön består av gotländsk kalksten. I söder har stora mängder sandsten brutits, gotländsk sandsten. Vid Kalmarkusten finns Kalmarsundssandsten. På Öland finns rikliga förekomster av ortocerkalksten, Ölandskalksten. I Skåne finns talrika förekomster av olika typer av sand- och kalkstenar, som Höörsandsten, Nordvästskånsk sandsten, danskalksten, skrivkrita, kalktuff, Övedssandsten, Komstadskalksten, Ignabergakalksten och Hardebergasandsten.

Många bergarter har endast använts lokalt medan andra har fått större spridning. Gotländsk sandsten och Yxhultskalksten från Närke finns i alla län utom ett, se tabell 2. Dessa är också tillsammans med öländsk kalksten de vanligast förekommande stentyperna av sand- och kalksten. Öländsk kalk-



Figur 3. Samtliga inventerade byggnader fördelade på stad och landsbygd.  
*Urban and rural distribution of all investigated buildings. Stad=Urban areas, Landsbygd=Rural areas; Kyrkor=Churches, Profanhus=Secular buildings, Slott och herrgårdar=Castles and manors.*



Figur 4. Samtliga registrerade byggnader fördelade på län. (Länsbeteckning A representerar Stockholms stad, övriga se figur 1).  
*County distribution of all registered buildings. (County symbol A represents the city of Stockholm; for others see figure 1.) Kyrkor=Churches, Profanhus=Secular buildings, Slott och herrgårdar=Castles and manors.*

Tabell 2. Samtliga bergarter fördelade på antal objekt länsvis. (Länsbeteckning A representerar Stockholms stad, övriga se figur 1.)  
*Rocks and rock types, number of objects per county. (County symbol A represents the city of Stockholm; for others see figure 1.) Län=County; Bergart=Rock, Benämning=Rock type; Annan=Other rock, Kalksten=Limestone, Sandsten=Sandstone, Urberg=Crystalline basement; Obestämd=Unclassified, Skiffer=Schist, Täljsten=Soapstone, Kalktuff=Tufa, Skrivkrita=Chalk.*

Bergart	Benämning	Län																				Totalt	S:a län					
		A	AB	AC	BD	C	D	E	F	G	H	I	K	L	M	N	O	P	R	S	T			U	W	X	Y	Z
Annan	Obestämd	76	6				1				2			1		2		1	1	1						91	9	
	Skiffer	5				2		4	4							1	3	5		3				4		31	9	
	Täljsten	4				6				1				1		7								3		22	6	
<b>Annan Totalt</b>		<b>85</b>	<b>6</b>			<b>8</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>2</b>			<b>2</b>	<b>1</b>	<b>12</b>	<b>5</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>1</b>			<b>4</b>	<b>3</b>	<b>144</b>			
Kalksten	Annan	11	1				2									3	1					4			22	6		
	Billingen, Vg	20	1						18							10	19	87		2		2			159	8		
	Borghamn, Ög	4						75	53									20		2					154	5		
	Brunflo, Jä	7	6			1	1	1													1	2	5	1	53	78	10	
	Dan, Sk-Dk													13												13	1	
	Gotland	231	22			7	2	4	1		4	671	2	8	23	1	14	2			3	5			4	1004	17	
	Ignaberga, Sk	156	18			1		6	1	2		8	11	5		1	3				1	1	1	1	1	216	15	
	Kalktuff, Sk														1											1	1	
	Kinnekulle, Vg	143				5	4		2							1	150	86	206	12	8				1	618	11	
	Komstad, Sk	1						1						42	39											83	4	
	Marmor, annan	22	11	1		2	1	4	1	1	3		2	4	1	2					1	2		4	2	64	17	
	Marmor, Eke. Nä	46	3			1	6	1			1						5				1	5		2		73	12	
	Marmor, Kolm	28	8	1		6	15	22	5		2					1				1	1		2		1	93	13	
	Marmor, Mölnbo	104	9			3	5	4								1	2						1			129	8	
	Marmor, Sö							10																		10	1	
	Marmor, Vatth. Up	25	1			4	2																2			34	5	
	Obestämd	55	23			7	43	80	26	6	32		18	20	43	4	33	21	41	3	7	4	8	2	8	1	485	21
	Skrivkrita, Sk														3												3	1
	Travertin, It																1						1			2	2	
	Västergötland							2									15	14	119							150	4	
Yxhultsomr, Nä	1081	50	8	1	43	76	231	42	6	12		17	7	41	3	42	21	1	23	314	55	6	41	45	1	2167	24	
Öland	198	64		3	21	23	1	7	1	252		50	3	8	8	2	1			3	10		4		659	18		
Östergötland				1			276									4			1						282	4		
<b>Kalksten Totalt</b>		<b>2132</b>	<b>217</b>	<b>11</b>	<b>4</b>	<b>101</b>	<b>190</b>	<b>708</b>	<b>156</b>	<b>16</b>	<b>306</b>	<b>671</b>	<b>96</b>	<b>93</b>	<b>180</b>	<b>20</b>	<b>284</b>	<b>168</b>	<b>475</b>	<b>40</b>	<b>346</b>	<b>80</b>	<b>29</b>	<b>57</b>	<b>64</b>	<b>55</b>	<b>6499</b>	
Sandsten	Annan											2									1				3	2		
	England	5														6										11	2	
	Gotländsk, Go	537	187	3		65	107	38	8	1	36	84	9	19	32	4	7	4	5	1	15	28	1	12	11	2	1216	24
	Hardeberga, Skåne													8												8	1	
	Höör, Sk	3	1											17	67											88	4	
	Kalmarsund, Sm										14															14	1	
	Köpinge, Sk												1	11												12	2	
	Lingulid, Nä	9	2				3					1						1			38	1		1		56	8	
	Lingulid, Vg																17	20	158	2						197	4	
	Lingulid, Ög							2																		2	1	
	Mäl/Rosl/Gävle	403	196			38	37	11				1		1		1						23	3	62		776	11	
	NV skånsk, Sk												5	22													27	2
	Obestämd	17	11			4	5	3	5	3			3	22			6	6			1	1		5		92	14	
	Orsa, Dr	67			3																	1	7	5	5		88	6
	Skottland	8	3																								11	2
	Tyskland												4	67													71	2
	Vättern	81	9			5		25	70	4	1			7			1			4		2	1		1	211	13	
	Älvdalen, Dr		1																			1	2	3	1		8	5
Öved, Sk	116	14			4		4					6	8	79	4	2					2	4			243	11		
<b>Sandsten Totalt</b>		<b>1246</b>	<b>424</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>116</b>	<b>152</b>	<b>83</b>	<b>83</b>	<b>8</b>	<b>51</b>	<b>84</b>	<b>19</b>	<b>65</b>	<b>308</b>	<b>8</b>	<b>34</b>	<b>31</b>	<b>173</b>	<b>3</b>	<b>60</b>	<b>60</b>	<b>15</b>	<b>86</b>	<b>17</b>	<b>2</b>	<b>3134</b>	
Urberg		2220	276	23	4	83	78	279	129	28	86		56	40	211	98	485	196	115	66	58	44	53	94	33	18	4773	24
<b>Totalt</b>		<b>5683</b>	<b>923</b>	<b>37</b>	<b>11</b>	<b>308</b>	<b>421</b>	<b>1074</b>	<b>372</b>	<b>53</b>	<b>445</b>	<b>755</b>	<b>171</b>	<b>198</b>	<b>701</b>	<b>127</b>	<b>815</b>	<b>400</b>	<b>764</b>	<b>113</b>	<b>465</b>	<b>184</b>	<b>97</b>	<b>241</b>	<b>117</b>	<b>75</b>	<b>14550</b>	<b>25</b>

sten har påträffats i 18 län medan gotländsk kalksten och annan marmor finns i 17 län. Förhållandevis stor spridning har också Ignabergakalksten från Skåne, Kolmårdsmarmor, Vätternsandsten, Ekebergsmarmor från Närke, Mälär/Roslags/Gävlesandsten, Övedsandsten från Skåne, Kinnekullekalksten från Västergötland och Brunflokalksten från Jämtland. Några sandstentyper har importerats från England, Skottland och Tyskland.

## Skador

En hel del skador har åtgärdats sedan inventeringen påbörjades varför presentationen nedan inte är helt rättvisande, se tabell 32, s.

133. De flesta stenobjekt, 63%, har någon form av skada, (om skadebedömningen se s. 11). Vanligast är begränsade skador, 48%, medan omfattande skador utgör 15%, tabell 3 A. En del av dessa har pågående vittringsskador, här kallade akuta. Totalt omfattar dessa 23% (3409) av samtliga objekt, några är omfattande, 9% (1330), medan andra är begränsade, 14% (2079). Stendetaljer utan påtagliga skador finns på 38% av samtliga objekt. Eftersom Stockholms stad har haft en något annorlunda skadebedömning än övriga landet blir den genomsnittliga procenten akuta skador 30% om man tar bort Stockholm, tabell 3 B, jfr figur 5.

Det procentuella antalet akut skadade ob-

Tabell 3A–B. Objektens skadefrekvens. 0=inga påtagliga skador, 1=begränsade skador, 2=omfattande skador.

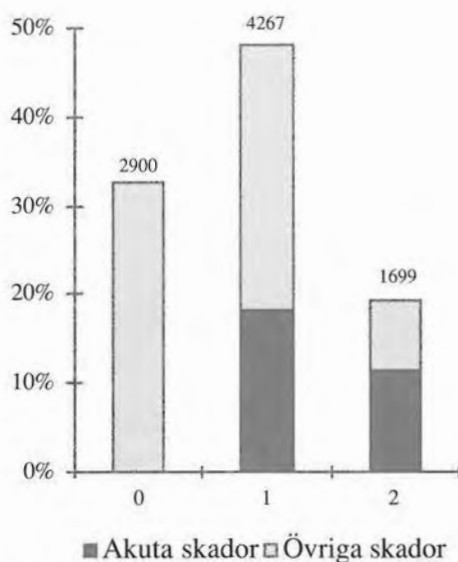
*Frequency of damage to objects. A) All objects. B) The city of Stockholm excluded. 0=No noticeable damage, 1=Limited damage, 2=Extensive damage. Skadetyper=Type of damage; Akuta skador=Acute damage.*

A) Samtliga objekt

Skadetyper	Totalt	%	Akuta skador	%
0	5519	38%		
1	6921	48%	2079	14%
2	2110	15%	1330	9%
Totalt	14550	100%	3409	23%

B) Alla utom Stockholms stad

Skadetyper	Totalt	%	Akuta skador	%
0	2900	33%		
1	4267	48%	1615	18%
2	1699	19%	1021	12%
Totalt	8866	100%	2636	30%



Figur 5. Procentuell fördelning av olika skadetyper. (Stockholms stad ingår ej.) 0=inga påtagliga skador, 1=begränsades skador, 2=omfattande skador.

*Percentage of different degrees of damage. (The city of Stockholm excluded.) 0=no noticeable damage, 1=limited damage, 2=extensive damage. Akuta skador=Acute damage, Övriga skador=Others.*

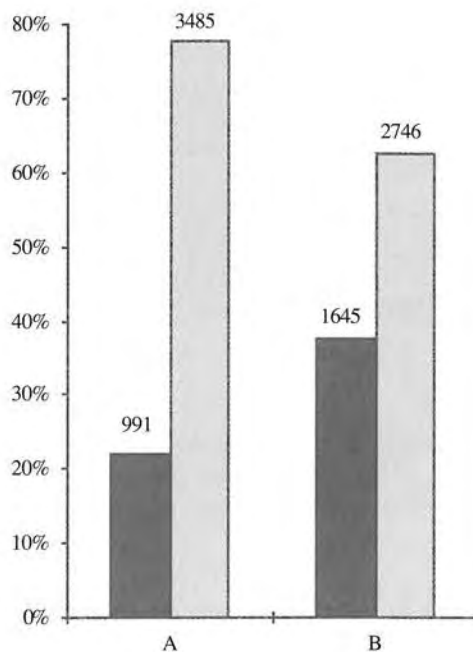
jekt varierar från 9% till 49% inom varje län, tabell 4. I de flesta länen (11 län) är 20–35% av objekten akut skadade. Mindre än 20% akut skadade objekt finns i åtta län (Blekinge, Kronobergs, Kopparbergs, Västmanlands, Västernorrlands, Västerbottens och Norrbottens län samt Stockholms stad) medan sex län har mer än 35% akut skadade objekt (Södermanlands, Jämtlands, Kristianstads, Örebro, Värmlands samt Göteborgs- och Bohus län).

Skulpturer och ornament har större skadefrekvens än de släta fasadstenarna. Av det totala antalet profilerade objekt (typ B) har 38% akuta skador mot 22% av de oprofilerade (typ A), figur 6.

Tabell 4. Samtliga objekt och frekvens akuta skador, länsvis. (Länsbeteckning A representerar Stockholms stad, övriga se figur 1.)

*The total number of objects and frequency of acute damage, countywise. (County symbol A represents the city of Stockholm; for others see figure 1.)*

Län	Totalt	Akuta skador	%
A	5683	773	14%
AB	923	215	23%
AC	37	4	11%
BD	11	1	9%
C	308	101	33%
D	421	205	49%
E	1074	244	23%
F	372	78	21%
G	53	8	15%
H	445	112	25%
I	755	232	31%
K	171	25	15%
L	198	86	43%
M	701	220	31%
N	127	44	35%
O	815	305	37%
P	400	86	22%
R	764	263	34%
S	113	43	38%
T	465	196	42%
U	184	32	17%
W	97	13	13%
X	241	71	29%
Y	117	18	15%
Z	75	34	45%



■ Akuta skador □ Övriga skador

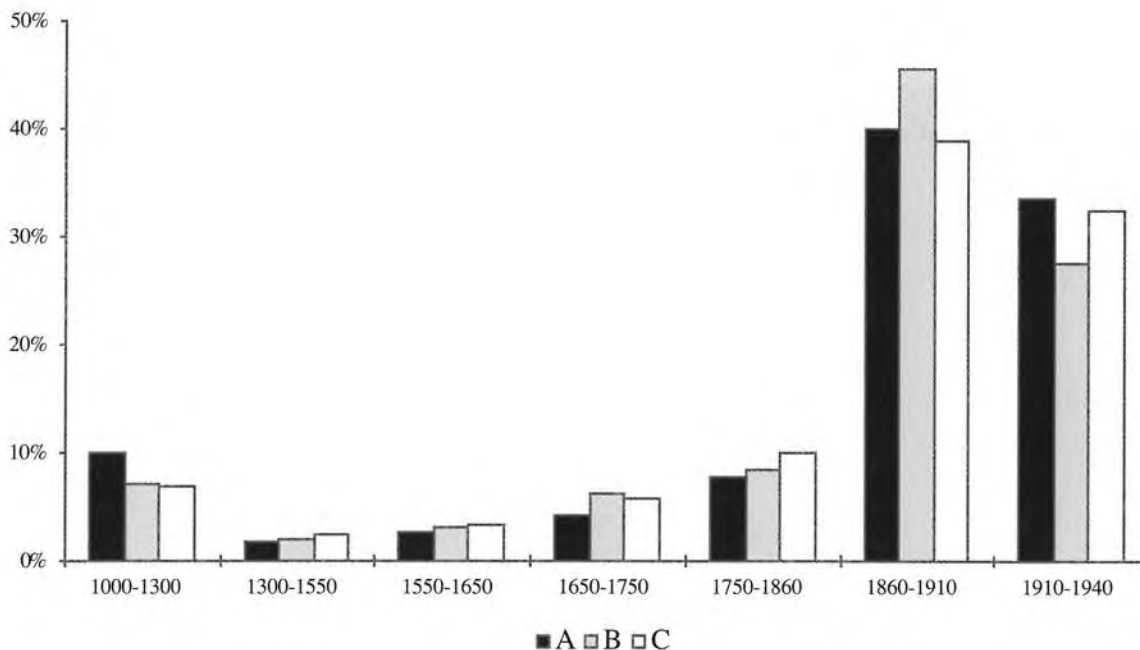
Figur 6. Procentuell fördelning av oprofilerade (A) och profilerade (B) objekt med akuta eller andra skador. Stockholms stad ingår ej.

*Percentage of acute and other damage to non-profiled, A, and profiled, B, objects. (The city of Stockholm excluded.) Akuta skador=Acute damage, Övriga skador=Others*

## Kronologisk översikt

Byggnaders kulturhistoriska värde bedöms utifrån en rad olika aspekter (Unnerbäck och Nordin 1995). Åldern har varit en av de viktigaste värdekriterierna – ju äldre desto mer värdefullt. Hög ålder hör också i regel ihop med graden av sällsynthet – ju sällsyntare desto värdefullare. Detta kan dessutom sättas i relation till regionala eller lokala förhållanden.

Ålder och sällsynthet är dock relativa begrepp. För att t.ex. förstå naturstenens användning i byggnaderna är det nödvändigt att se vad dessa byggnader – och stenen – representerar i olika tider och vad de representerar i olika områden. Vad kan dessa stenar säga oss om såväl den nationella som den regionala kulturhistorien? Och, inte minst, vad skall vi koncentrera oss på när det gäller val av åtgärder och vilken dokumentationsnivå skall eftersträvas?



Figur 7. Procentuell fördelning av antalet byggnader och objekt för de olika tidsperioderna, beräknad på A) antal byggnader efter byggnadsår, B) antal objekt efter deras ålder, C) antal byggnader efter objektens ålder.

*Percentage of buildings and objects from different periods, estimated as A) number of buildings according to age, B) number of objects according to age, C) number of buildings according to age of the objects.*

I detta sammanhang kan endast en översiktlig kronologisk beskrivning av naturstenen i byggnaderna presenteras. För att närmare kunna utnyttja den information, som en sådan ger, krävs fördjupade studier. I ett så långt historiskt perspektiv som inventeringen behandlar (1000–1940) framträder dock vissa frågor speciellt tydligt.

Vid inventeringen har såväl byggnaderna som stenobjekten daterats i den mån det varit möjligt. I andra fall har avsikten varit att försöka placera dem inom de sju tidsperioder, som bygger på tidigare kunskap om naturstenens användning i byggnader (se Andersson, K. 1993). Ibland har det varit svårt att med säkerhet avgöra om byggnaden eller objektet tillhör den ena eller andra perioden, vilket medfört en felkälla i åldersbestämningen.

Inventeringen innehåller inte uppgifter om olika typer av bearbetning av stenen något som kan vara en orsak till skadebilden och som dessutom är en viktig kulturhistorisk information (se Svanberg 1983 och Andersson 1993).

I flera byggnader har naturstensdetaljer tillkommit vid ombyggnader och restaureringar. Detta innebär att stendetaljerna och byggnaderna inte alltid är av samma ålder. Exempelvis kan ett slott, som är byggt på 1550-talet ha fått fem olika stenobjekt på

1670-talet, en vapentavla 1785 och tre inskriftstavor på 1860-talet. Vid en jämförelse mellan byggnadernas ålder, figur 7, stapel A, och objektens ålder, stapel B, blir variationerna särskilt tydliga i de sista tidsperioderna. Därför har jag valt att presentera antalet byggnader som har fått stendetaljer i olika perioder. Då utgår jag från varje objekts ålder men relaterat till en byggnad, figur 7, stapel C. I slottsexemplet innebär detta att slottet återkommer tre gånger i tre olika perioder. Under de äldsta perioderna är det förhållandevis få byggnader som har bearbetad natursten. En viss nedgång finner man dock under perioden 1300–1550. Därefter sker en sakt ökning fram till 1860–1910, då naturstenen får ett kraftigt uppsving. Ytterligare ökning av sten användningen i byggnader sker under perioden 1910–1940 (per år).

Den periodiska förändringen kan delvis skyllas på bevarandegraden – det finns inte så många äldre byggnader bevarade som yngre. Om alla byggnader vore bevarade skulle visserligen staplarna för de äldre perioderna vara högre, men de skulle med all sannolikhet aldrig nå upp till ens hälften av vad som finns i de yngsta.

Resultatet av inventeringen presenteras utifrån de perioder som valts. För ytterligare bakgrund hänvisas till övriga rapporter i serien *Natursten i byggnader*.



Figur 8. Portal och kvadermurverk av Höörsandsten, 1100-tal. Lunds domkyrka. Foto B. Sundnér 1995.  
*Portal and ashlars of Höör sandstone, 12th century. Lund Cathedral.*

### Perioden 1000–1300

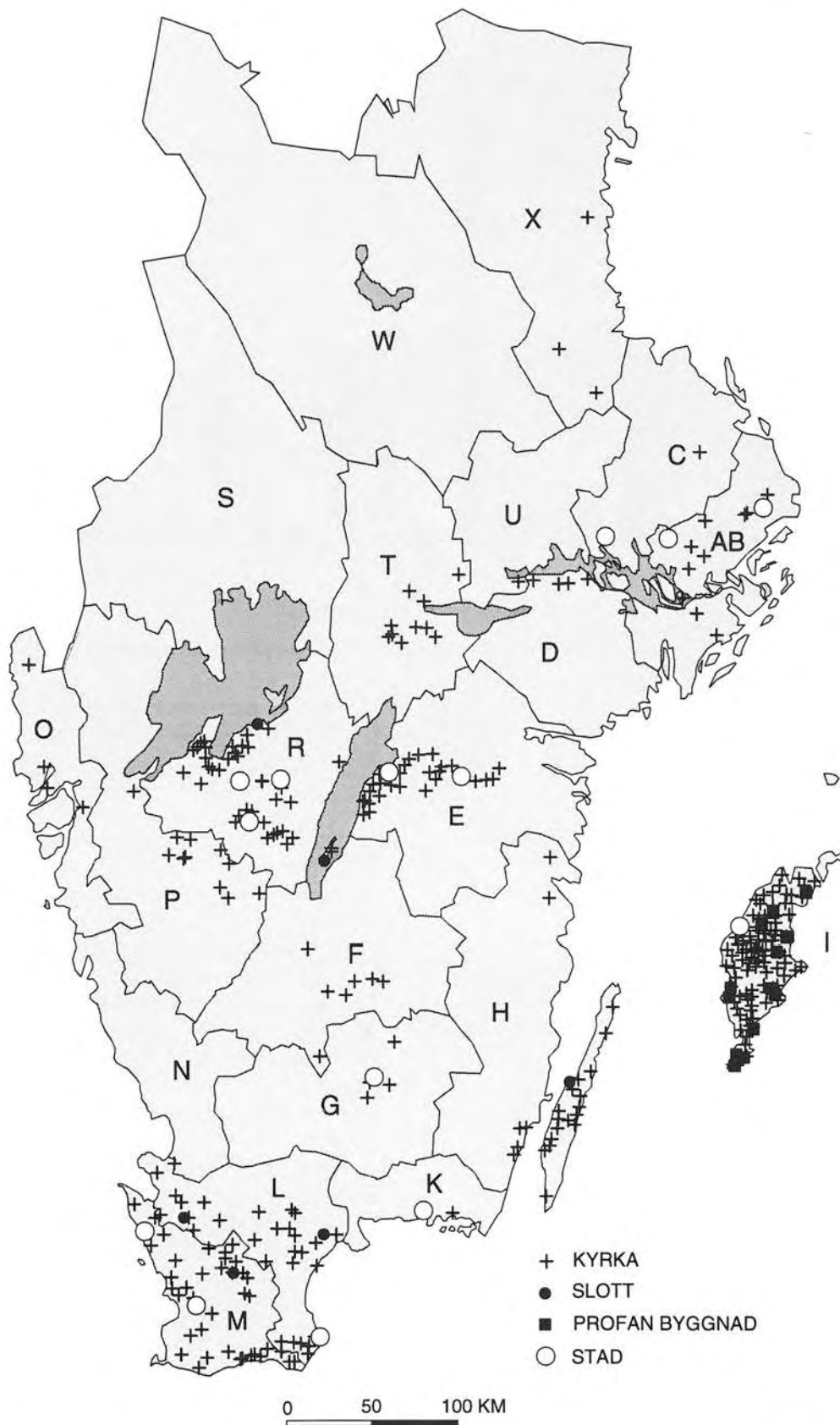
Bearbetning av natursten för byggnadsändamål påbörjades vid byggandet av de första stenkyrkorna vid mitten av 1000-talet. Dateringen av dessa äldsta kyrkor är dock ännu mycket osäkra. Under 1100- och 1200-talen utvecklades stembearbetningen alltmer. Portalerna blev de främsta bärarna av rik ornamentik och skulpturdetaljer. Men också själva murarna kunde vara helt och hållet byggda av huggen sten, figur 8. I deras mest utvecklade form, kvadertekniken, där stenarna skulle passas så väl mot varandra att någon mellanliggande fog knappt var synlig, krävdes specialister både för stenhuggning och murning, se figur 11.

Det var vid denna tid endast kyrkor och deras byggherrars (kungar, biskopar och stormän) bostäder, palats och borgar som murades med sten. Få profanhus är bevarade. I några områden finns fristående torn, kastaler, som i vissa fall kan ha fungerat som bostad, ofta i nära anslutning till kyrkorna.

Vid tiden omkring 1300 var den första byggnadsomgången med huggen natursten i de flesta områden avslutad. Därefter ersatte teglet naturstenen som omfattnings- och ornamentsten både i kyrkorna och i profanhusen. Här finns dock regionala variationer av vilka de gotländska kyrkorna är de allra tydligaste och mest speciella. Från 1280-talet och fram till ca 1350 förstörades många kyrkor på Gotland och den gotländska stenen utnyttjades i riklig omfattning (Natursten i byggnader. Gotlands län 1995, s. 35).

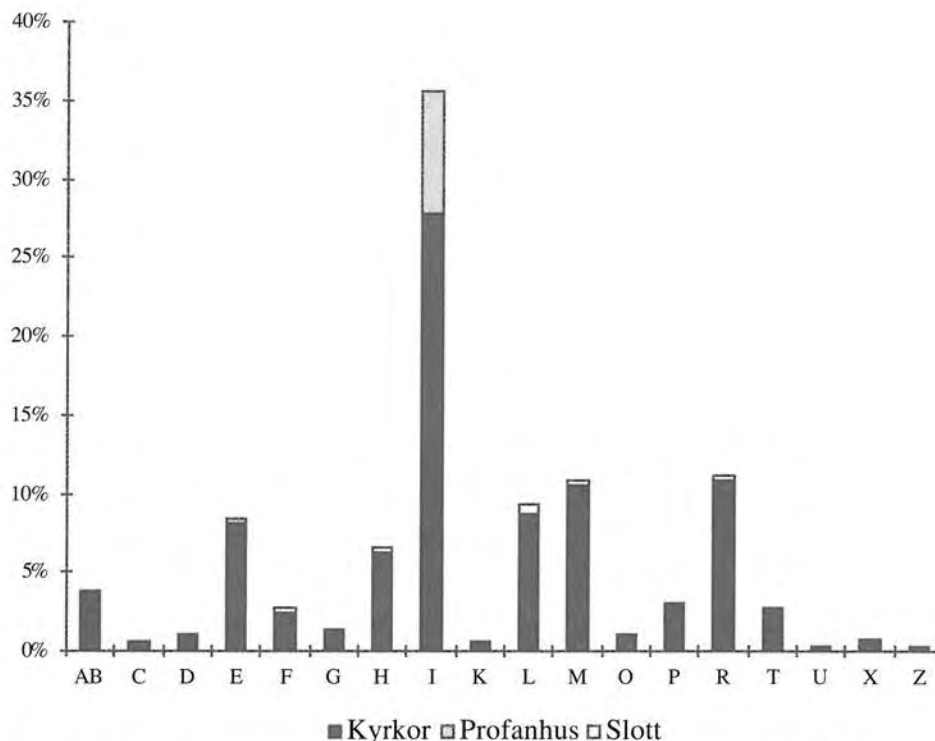
### Byggnader

Tidigmedeltida kvader- och ornamentsten finns i 368 byggnader fördelade på 18 län. Byggnaderna, främst kyrkor, är koncentrerade till vissa områden, figur 9. Gotland dominerar med 131 byggnader, dvs. 36% av samtliga, tabell 5 och figur 10. Skaraborgs och Malmöhus län har omkring 40 byggnader vardera, Kristianstads och Östergötlands län omkring 30 byggnader och Kalmar län 24



Figur 9. Geografisk fördelning av registrerade byggnader med naturstensobjekt från 1000–1300. (En byggnad i Jämtlands län är inte synlig på kartan.)  
*Geographical distribution of registered buildings with objects dated to 1000–1300. (One building in the county of Jämtland is not visible on the map.)* Kyrka=Church, Slott=Castle, Profan byggnad=Secular building, Stad=Town.





Figur 10. Byggnader med naturstensobjekt från perioden 1000–1300; procentuell fördelning av byggnadsgrupper länsvis. (Länsbeteckningar, se figur 1.)

*Buildings with objects of natural stone from the period 1000–1300; percentage of building categories countywise. (County symbols, see figure 1.) Kyrkor=Churches, Profanus=Secular buildings, Slott=Castles and manors.*

Tabell 5. Antal byggnader med naturstensobjekt från perioden 1000–1300. (Länsbeteckningar, se figur 1.) K=kyrkor, P=profanus, S=slott och herrgårdar.

*The number of buildings with objects of natural stone from the period 1000–1300. (County symbols, see figure 1.) Län=County, K=Churches, P=Secular buildings, S=Castles and manors, I städer=In cities.*

Län	K	P	S	Totalt	I städer
AB	14			14	4
C	2			2	1
D	4			4	
E	30	1		31	2
F	9		1	10	
G	5			5	1
H	23		1	24	
I	102	29		131	24
K	2			2	1
L	32		2	34	1
M	39		1	40	2
O	4			4	
P	11			11	
R	40		1	41	3
T	10			10	
U	1			1	
X	3			3	
Z	1			1	
Totalt	332	30	6	368	39

byggnader – de flesta på Öland – är närmast de mest företrädade länen med bearbetad natursten från perioden. Stockholms län har 14 byggnader medan Älvsborgs, Örebro och Jönköpings län har ca 10 byggnader vardera. I övriga län finns endast ett fåtal byggnader med huggen natursten från perioden. Nordligast ligger Brunflo kyrka i Jämtland och Hedesunda, Ovansjö och Söderala kyrkor i Gävleborgs län. Det finns endast 39 byggnader med natursten i städerna, representerande nio län.

Kyrkliga byggnader överväger, 332 st. (90%). De enda borgarna är Aranäs slottsruin i Skaraborgs län och borgen vid Näs på Visingsö i Jönköpings län. Två slott i Skåne är båda tidigare klosteranläggningar, Bosjökloster i Malmöhus län och Bäckaskog i Kristianstads län. Därutöver finns stendetaljer på Tommarps kungsgård i Kristianstads län, (i Solliden på Öland, Kalmar län, finns återanvända antika marmordetaljer, som egentligen inte tillhör perioden). Andra profana byggnader, totalt 29 stycken, finns på Gotland. En del är prästgårdar och andra är bostadshus för de välbesuttna storbönderna och köpmännen, både i Visby och på landsbygden. Vid några gotländska kyrkor finns dessutom fri-

stående torn, som vid inventeringen har definierats som profanhus. I kategorin profanhus ingår även Visby ringmur, som dock är ett befästningsverk. Samtliga profanhus från denna tid på Gotland kan dock antas vara byggda av storbönder, som kan jämföras med stormännen på fastlandet och därmed de byggnader som i övrigt kategoriserats som slott och borgar.

Endast 39 byggnader finns i städerna, de flesta i Visby där alla kyrkorna utom domkyrkan är ruiner. Även i Sigtuna finns bearbetade stendetaljer i två kyrkoruiner från 1100-talet liksom i Mariakyrkan från 1200-talets mitt. I övriga städer – Simrishamn, Helsingborg, Enköping, Ronneby, Norrtälje, Falköping, och Skövde samt domkyrkorna i Lund, Linköping, Skara och Växjö – har endast en kyrka respektive stad stendetaljer från perioden. I vissa byggnader har naturstenen utnyttjats enbart i mindre detaljer medan den i andra finns i riklig omfattning.

I många kyrkor har runstenar murats in i väggarna. Dessa har dock undantagits från denna inventering liksom alla senare inmurade gravstenar. Stenen bearbetades även till gravvårdar och dopfuntar under perioden.

Den geografiska fördelningen av naturstensdetaljer visar en klar koncentration till Gotland, se figur 9 och 10. Bilden är dock inte helt rättvisande för det ursprungliga förhållandet. Under framför allt 1800-talet förändrades kyrkstrukturen radikalt i de flesta län utom på Gotland. Kyrkorna byggdes om eller revs, fönster och portaler murades igen eller togs bort. I de skånska länen finns t.ex. endast 42 portaler bevarade (exteriört) varav endast 23 är intakta medan det finns ca 200 bevarade långhus som ursprungligen haft två portaler. I Skåne är således endast 10% av de romanska portalerna idag synliga i exteriören. Några är dock bevarade i vapenhus, som tillkommit under senare delen av medeltiden. På Gotland är situationen annorlunda. Här har alla de medeltida kyrkorna bevarats och ombyggnaderna ägde rum redan under medeltiden. I de gotländska kyrkorna är det vanligt med tre, ibland fyra portaler. Här är ca 390 medeltida portaler bevarade från perioden 1150–1300. Bortsett från Gotland ger dock spridningsbilden en antydning om situationen under tidig medeltid då de flesta stenkyrkorna byggdes i Skåne, Västergötland, Östergötland, Södermanland samt på Öland och längs Kalmarmarkusten. Dessa områden representerar centrala jordbruksområden där ägandet av

marken koncentrerats till större gårdar och där man kan anta att de äldsta kyrkorna utgjorde ett stormannabygge. I de norra landskapen kom stenkyrkobyggandet i allmänhet inte igång förrän mot slutet av 1200-talet då dekorativa detaljer oftast saknades och då teglet alltmer ersatte naturstenen.

I de medeltida städerna fanns ofta många kyrkor men de flesta revs redan vid reformationen. Lund hade t.ex. 29 kyrkor, idag finns endast en klosterkyrka (av tegel) och domkyrkan (av natursten) bevarad. Även här är Gotland rikt lottad. Trots att de flesta kyrkorna i Visby endast återstår som ruiner är de förhållandevis välbevarade. Här finns idag elva kyrkoruiner, alla med bearbetad natursten. De flesta städerna fick nya kyrkobyggnader under senare delen av medeltiden.

Förutom skulpturer och profilerade omfattningar har stenen bearbetats till kvadersten, figur 11, som i allmänhet använts som hörnmarkeringar. Det var endast vissa byggnader som uppfördes helt och hållet av välhuggna kvaderstenar. Sammanlagt har ett sjuttiofem medeltida byggnader med oputsade fasader av kvadersten i exteriören påträffats vid inventeringen. I vissa fall kan kvadermurverket ha putsats över vid senare restaureringar. Det kan ibland vara svårt att avgöra om



Figur 11. Skrädhuggen kvader av Höörsandsten, 1100-tal. Lunds domkyrka, Skåne. Foto Bengt A. Lundberg 1993.

*Boasted ashlar of Höör sandstone, 12th century. Lund Cathedral.*



Figur 12. Vreta klosterkyrka, Östergötland, byggd av lokal kalksten under olika perioder. De äldsta murarna från tidigt 1100-tal är av grovhuggen kalksten. På 1160-talet byggde cistercienserna ett nytt kor med tvärskepp av finhuggna kvaderstenar. Från 1600-talet härrör det åttkantiga gravkoret. Foto B. Sundnér 1994. *The abbey of Vreta, Östergötland, built of local limestone during different periods. The oldest walls from the early 12th century are built of roughly dressed stones, while the chancel and transepts of well dressed ashlar were added in the 1160s by the Cistercians.*

avsikten varit en helt utförd kvaderteknik eller grövre bearbetade stenar eftersom ytbehandlingen i många fall vittrat bort och fogarna förstörats genom vittring. De flesta byggnaderna uppförda av kvadersten är kyrkor, ofta dock enbart sekundärt tillfogade torn. Cistercienserna har i allmänhet ansetts vara de som introducerade kvadertekniken. Av de mer eller mindre bevarade klosterkyrkorna och ruinerna (totalt 15; Bonnier och Rittsel-Ullén 1994, s.73) har dock endast sex bevarat kvaderstensmurverk: Varnhem och Gudhem i Skaraborgs län, Nydala i Jönköpings län, Riseberga i Örebro län samt Alvastra och Vreta i Östergötlands län, figur 12.

Utöver kyrkor och kloster finns endast ett slott, Aranäs slottsruin i Skaraborgs län, som till största delen är byggt av kvadersten. På Gotland finns visserligen inte några slott eller borgar, däremot tornbyggnader som har kvadermurverk, som kastalen vid Sundre kyrka, och Fredome "slott".

Endast Gotland och Skaraborgs län har ett större antal oputsade kvaderstensbyggnader,

ett tjugotal vardera. Därefter kommer Östergötlands län med ca 10 oputsade kvaderstenskyrkor. I övriga län, Örebro, Malmöhus, Kristianstads, Kalmar, Jönköpings, Älvsborgs samt Jämtlands län finns endast enstaka kyrkor med synligt kvaderstensmurverk.

### Byggnadssten

Den sten som bröts för byggnadsändamål var i regel lokal, dvs. förekom i den närliggande regionen, ofta i anslutning till byggnaden. Många stenar bröts inte heller regelrätt utan fanns tillgängliga som lösa block. Totalt 30 olika bergartstyper har identifierats under denna period, tabell 6. Vissa förekommer endast i enstaka objekt. Nästan hälften av alla stenobjekt är av gotländsk kalksten, figur 13.

Gotländsk kalksten är den enda bergarten som visar större spridning. I Malmöhus län har tre romanska kyrkoportaler delar av gotländsk kalksten. På samma sätt har denna kalksten använts i ett par portaler i Kalmar län, bl.a. på Öland och slutligen har stenen

Tabell 6. Använda bergarter under perioden 1000–1300. (Länsbeteckningar, se figur 1.)

Rock types used in the period 1000–1300. (County symbols, see figure 1.) Län=County; Bergart=Rock, Benämning=Rock type, Akuta skador=acute damage; Annan=Other rock, Kalksten=Limestone, Sandsten=Sandstone, Urberg=Crystalline basement; Obestämd=Unclassified, Täljsten=Soapstone, Kalktuff=Tufa, Marmor=Marble, Skrivkrita=Chalk.

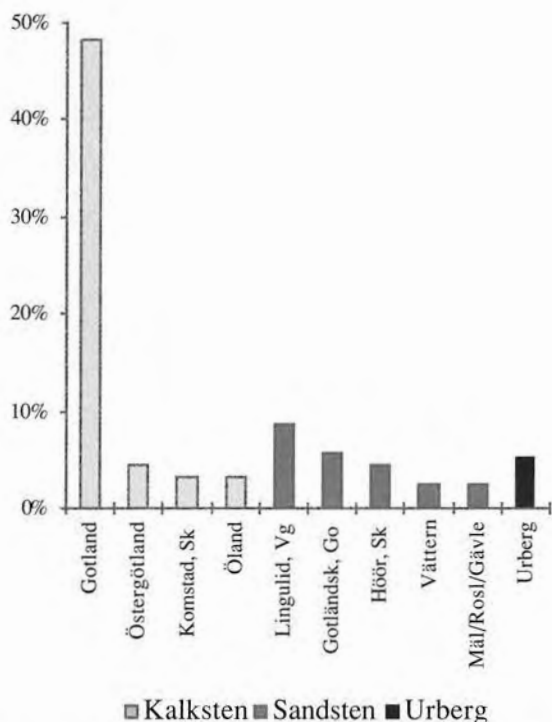
BERGART	BENÄMNING	LÄN																	Totalt	Akuta skador			
		AB	C	D	E	F	G	H	I	K	L	M	O	P	R	T	U	X			Z		
Annan	Obestämd Täljsten		1				1							3		1					1	5	1
Kalksten	Borghamn, Ög				13																13	4	
	Brunflo, Jä																	1	1		2	1	
	Dan, Sk-Dk												2								2	1	
	Gotland	3						3	485				3								494	129	
	Ignaberga, Sk											8									8	6	
	Kalktuff, Sk												1								1		
	Kinneulle, Vg															5					5	2	
	Komstad, Sk												16	18							34	17	
	Marmor, annan			1					1										3		5	3	
	Marmor, Sö				4																4		
	Marmor, Vatth. Up																2				2		
	Obestämd	1				2			2				1	1	1						8	3	
Skrivkrita, Sk													2							2	2		
Västergötland																13				13	5		
Yxhultsomr, Nä																				14	10		
Öland								33												33	6		
Östergötland					46															46	18		
Sandsten	Gotländsk, Go								58												58	42	
	Hardeberga, Skåne											2									2	16	
	Höör, Sk											14	31								45	15	
	Kalmarsund, Sm							9													9	3	
	Köpinge, Sk											1	11								12		
	Lingulid, Nä																				9	4	
	Lingulid, Vg														14	74					88	2	
	Lingulid, Ög				1																1		
	Mäl/Rosl/Gävle	23	1	1																	25	2	
	NV skånsk, Sk											4	11								15	12	
	Obestämd													2		5	1				8	7	
Vättern				4	20												1			25			
Öved, Sk													4							4	9		
Urberg		6	1		2	8	10	1			4	12			4		2	1			52	5	
Totalt		33	4	5	68	28	11	49	543		4	58	86	8	19	97	24	2	4	2	1045		
Akuta skador		5	1	1	23	3	2	9	167			25	44	2	1	22	17		2			324	

påträffats i Mariakyrkan i Sigtuna. Enligt arkivaliska uppgifter från bl.a. England var transporten av sten mera kostsam än själva stenen (Pounds 1990, s. 232 ff.). Naturligast var att frakta stenen vattenvägen, vilket har varit en självklarhet för den gotländska stenen. Dock är det anmärkningsvärt att man ansträngt sig att införskaffa gotländsk sten till områden där det redan finns lokala bergarter som används parallellt med den importerade, som i Skåne och på Öland.

I de fall man hade behov av en speciell typ av sten kunde stenen transporteras längre sträckor. Till de äldsta kvadermurarna (från 1080-tal) i Lunds domkyrka använde man t.ex. lättbearbetad sten både från sydöstra och nordvästra Skåne för att senare under 1100-talet helt övergå till den mera svårbear-

betade Höörsandsten. I Skåne finner man också att Höörsandstenen använts som skulptur- och ornamentsten över stora delar av landskapet trots att det finns mera närliggande stenbrott, vilket kan höra samman med ägandet av stenbrotten men också organisationen av stenhuggarna (Sundner, manus). I Jönköpings län ligger de flesta kyrkorna med sten från Vätternområdet i länets södra del, se figur 9, s. 23.

Från 1200-talets mitt uppträder de första stenhuggarmärkena i Lunds domkyrka (Cinthio 1957, s. 82 ff.). Stenhuggarna högg in sina bomärken i den färdighuggna stenen vilket kan höra samman med ett nytt betalningssystem, figur 14. Det kan också tyda på att det först är nu som stenhuggarna kom att fungera som en specialiserad hantverksgrupp.



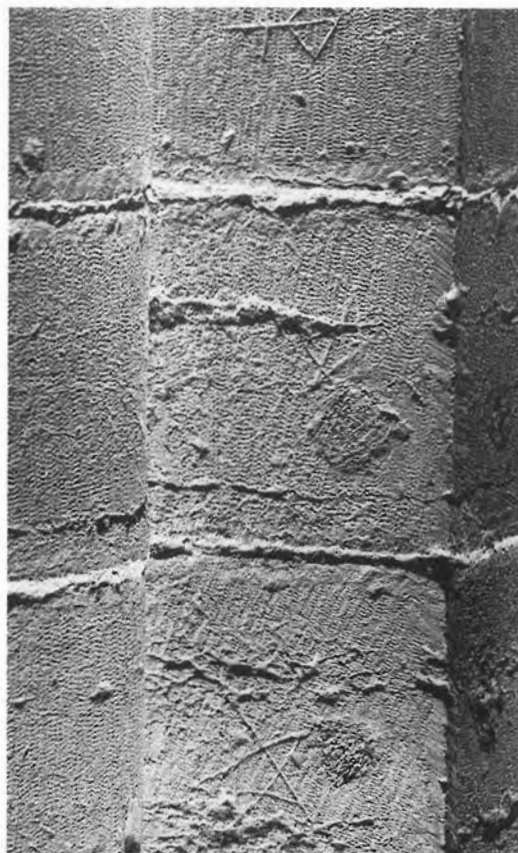
Figur 13. Procentuell fördelning av bergarter i objekt använda under perioden 1000–1300. Endast bergarter med fler än 20 objekt visas.

*Percentage of rock types (>20 objects) used in the period 1000–1300. Kalksten=Limestone, Sandsten=Sandstone, Urberg=Crystalline basement.*

Den vanligaste ytbearbetningen var den s.k. skrädhuggningen där stenen slutgiltigt finhögs med bredmejsel vilket resulterade i diagonala huggspår, se figur 11. Från mitten av 1200-talet uppträder tandad behuggning i Östergötland, figur 14, och på Gotland (Cnattinius 1987, s. 316). Rester av polykrom bemålning har påträffats på en del romansk stensulptur, t.ex. 1100-tals portalen i Hablingbo kyrka på Gotland (Eliasson 1993).

### Skador

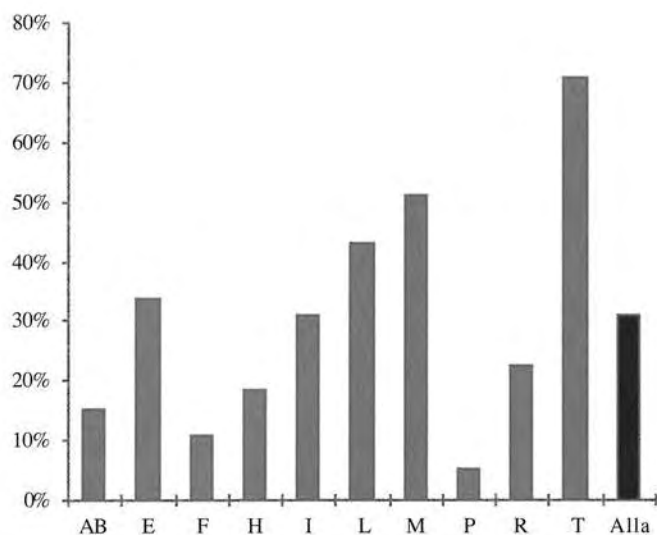
Akuta skador finns på 31% av samtliga objekt, figur 15. De län som har aktiva vittringsskador, s.k. akuta, på mer än hälften av objekten är Örebro (71%) och Malmöhus län (51%). Detta kan jämföras med de olika bergarternas vittringsbenägenhet. Yxhultskalkstenen, som under perioden endast finns i Örebro län (jämför tabell 6) är den mest skadade stentypen under perioden. Av de 17 akut skadade



Figur 14. Tandmejselhuggen kvader med stenhuggarmärken, lokal kalksten, 1300-tal. Linköpings domkyrka. Foto Sveriges Kyrkor 1986. *Clawtooled ashlar with masons marks, local limestone, 14th century. Linköping Cathedral.*

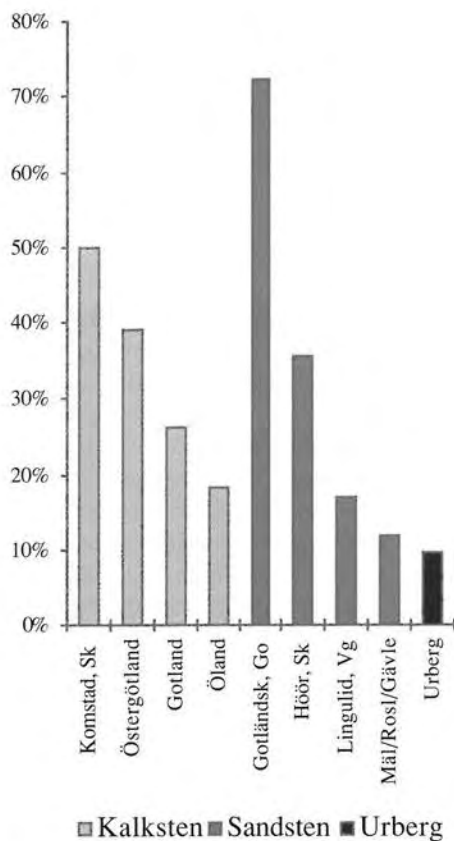
objekten i Örebro län är 10 av Yxhultskalksten medan övriga är av Lingulidsandsten. I Malmöhus län har mer än hälften av alla objekt av Köpingsandsten, Nordvästskånsk sandsten och Komstadskalksten akuta skador. Även gotländsk sandsten har en hög skadefrekvens. Under denna period förekommer stenen enbart på Gotland, där dock den mera motståndskraftiga kalkstenen dominerar. Av de stentyper som representerar mer än 20 objekt är den gotländska sandstenen mest skadad, figur 16.

Nästan 50% (163 st.) av samtliga kyrkor med stendetaljer från tidigmedeltid har pågående vittringsskador, tabell 7. På Gotland finns dessutom ett antal profanhus med akut skadad natursten.



Figur 15. Akut skadade objekt från 1000–1300. Procentuell fördelning länsvis (>20 objekt). (Länsbeteckningar, se figur 1.)

*Percentage of acute damage countywise to objects from the period 1000–1300 (>20 objects). (County symbols, see figure 1.)*



Figur 16. Bergarternas skadefrekvens. Procentuell fördelning av akuta skador på bergart med minst 20 objekt använd under perioden 1000–1300.

*Percentage of acute damage to different rock types (>20 objects) from the period 1000–1300. Kalksten=Limestone, Sandsten=Sandstone, Urberg=Crystalline basement.*

Tabell 7. Antal byggnader med akut skadade naturstensobjekt från perioden 1000–1300. (Länsbeteckningar, se figur 1.) K=kyrkor, P=profanhus, S=slott och herrgårdar.

*The number of buildings with acutely damaged objects of natural stone from the period 1000–1300. (County symbols, see figure 1.) Län=County; K=Churches, P=Secular buildings, S=Castles and manors.*

Län	K	P	S	Totalt
AB	4			4
C	1			1
D	1			1
E	17			17
F	3			3
G	1			1
H	8			8
I	64	11		75
L	19			19
M	24		1	25
O	1			1
P	1			1
R	12			12
T	6			6
X	1			1
Totalt	163	11	1	175



Figur 17. Vapentavla från 1534 huggen i Dankalksten, även kallad kritsten. Roseningehuset, Malmö. Foto M. Asp 1994.

*Armorial tablet of Dania limestone from 1534. The Roseninge house, Malmö.*

### Perioden 1300–1550

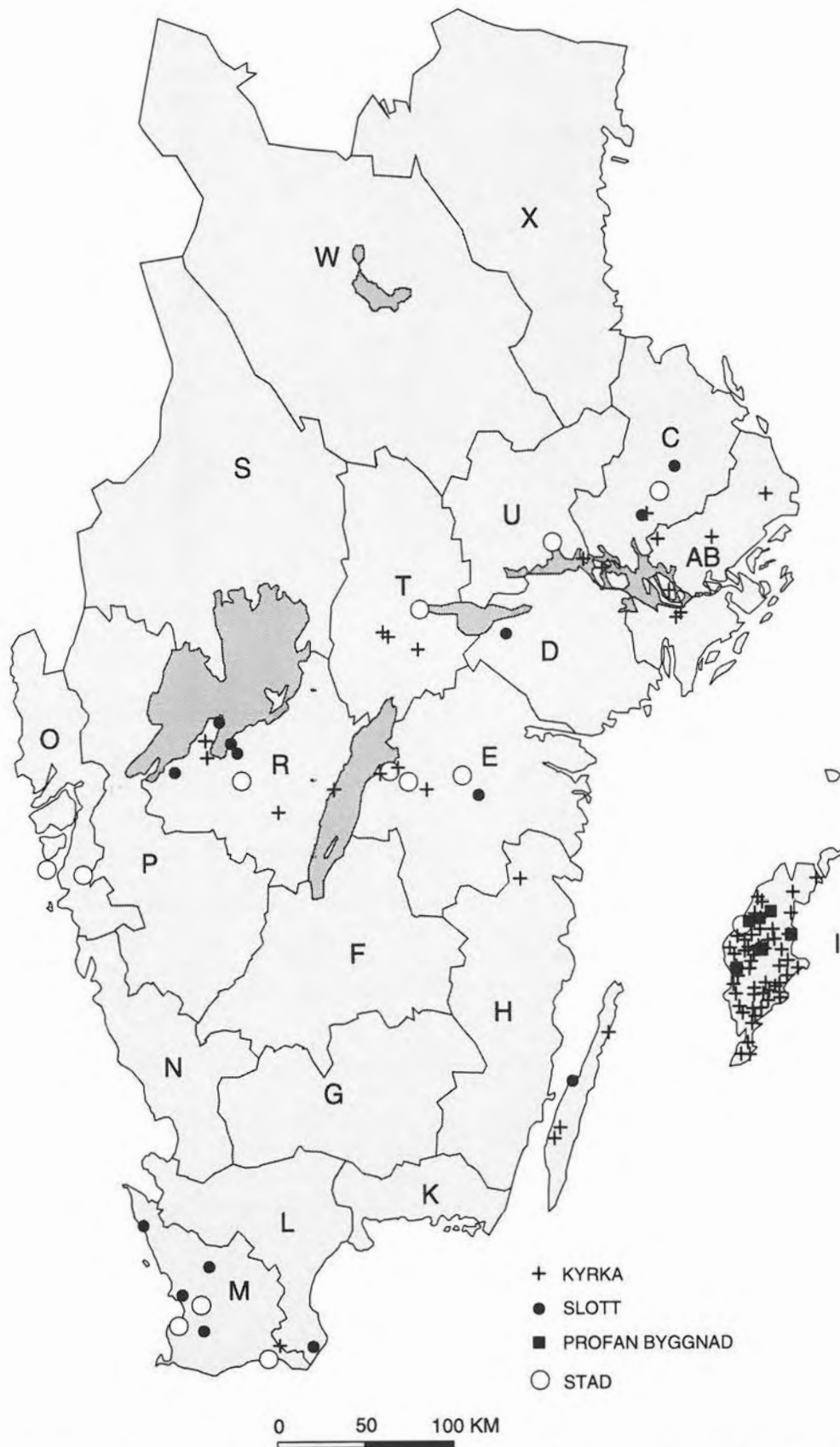
Under medeltidens slutskede förändrades inriktningen på byggandet. Det kyrkliga byggandet avtog medan borgar och slott ökade i antal. Från 1300-talets andra hälft byggdes en del slott som administrativa centra. Flera av de äldre slotten och borgarna byggdes om, huvudsakligen under slutet av perioden. Ett trettiotal orter fick stadsrättigheter och nya stadskyrkor byggdes. Fler bostadshus av sten började uppföras i städerna, men de innehades fortfarande av kyrkans män eller den nya köpmannaklass som alltmer etablerades under periodens senare del.

Efter hand blev tegelproduktionen mer omfattande och teglet kom att ersätta den bearbetade naturstenen. Skulpturala utsmyckningar blev inte längre så vanliga. Efter 1350-talet, då den stora ombyggnadsperioden av kyrkor på Gotland upphörde användes naturstenen huvudsakligen till masverksfönster och enklare omfattningar. Vid slutet av 1400-talet dyker de första vapen- och inskriftstavlor upp, figur 17.

### Byggnader

Perioden 1300–1550 visar en nedgång i användandet av natursten i byggnader, figur 18. Totalt har 126 byggnader påträffats i 12 län, tabell 8. Ännu tydligare än tidigare dominerar Gotland, som har hälften av alla inventerade byggnader, figur 19. Av övriga län är det endast Östergötland och Malmöhus som har fler än 10 byggnader med stendetaljer från perioden. Kyrkorna dominerar fortfarande, 88 stycken, medan slotten har ökat till 17 byggnader på bekostnad av övriga profanhus. Endast ett fåtal städer är representerade med sammanlagt 28 byggnader. Under denna 250-års period finns dock stora skillnader. Även om dateringen av byggnader och objekt inte är helt preciserad kan man ändå ana vissa förändringar under perioden.

*1300-tal.* Stendetaljer från 1300-talet har registrerats i 82 byggnader, varav 73 är kyrkor, 7 profanhus och 2 slott. De gotländska kyrkor (55 st.) från perioden tillhör om- och tillbyggnadsskedet från slutet av 1200-talet och fram till 1350-talet. Liknande byggverksamhet finns inte i någon annan del av landet vid denna tid. Stenhuggarkonsten utvecklade



Figur 18. Geografisk fördelning av registrerade byggnader med naturstensobjekt från 1300–1550  
*Geographical distribution of registered buildings with objects dated to 1300–1550.*  
*Kyrka=Church, Slott=Castle, Profan byggnad=Secular building, Stad=Town.*



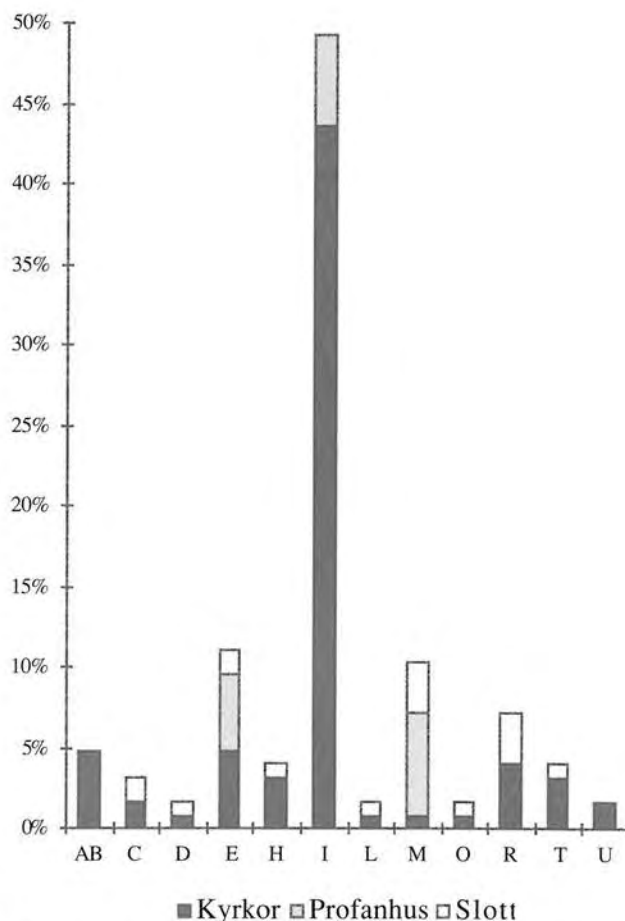
Tabell 8. Antal byggnader med naturstensobjekt från perioden 1300–1550. (Länsbeteckningar, se figur 1.) K=kyrkor, P=profanhus, S=slott och herrgårdar.

*The number of buildings with objects of natural stone from the period 1300–1550. (County symbols, see figure 1.) Län=County, K=Churches, P=Secular buildings, S=Castles and manors, I städer=In cities.*

Län	K	P	S	Totalt	I städer
AB	6			6	
C	2		2	4	1
D	1		1	2	
E	6	6	2	14	10
H	4		1	5	
I	55	7		62	2
L	1		1	2	
M	1	8	4	13	9
O	1		1	2	2
R	5		4	9	1
T	4		1	5	2
U	2			2	1
Totalt	88	21	17	126	28

des på ön till en högt driven teknik, skulpturerna var synnerligen rikt utformade, vilket särskilt uttrycks i den s.k. Egypticusverkstadsens portaler (Lagerlöf 1975), figur 20. Vid samma tid exporterades en mängd gotländska dopfuntar runt hela Östersjöområdet (Landen 1993). Därmed var Gotlands storhetstid över beträffande det storslagna byggandet. Tegelproduktionen tog till stora delar över naturstenen på fastlandet med undantag för de stora ombyggnaderna av domkyrkorna i Skara och Linköping där hela byggnaderna uppfördes av kvadersten. En del städer – Malmö, Marstrand, Skänninge och Örebro – fick stadskyrkor med naturstensdetaljer. Endast ett par borgar – Borgeby i Skåne och Bohus fästning i Bohuslän – har detaljer av huggen natursten medan profanhus med stendetaljer endast finns på Gotland.

*1400-tal.* 1400-talets stenhantverk blev mycket måttligt. Endast 26 byggnader har stendetaljer daterade till detta århundrade, 16 kyrkor, 5 profanhus och 5 slott. Stenen har oftast använts i portaler, fönster och socklar, ibland från ombyggnader som i Västerås och Uppsala domkyrka. Ett par stora stenbyggen i Östergötland var dock igång: den fortsatta tillbyggnaden av Linköpings domkyrka (1408–1500) samt Vadstena klosterkyrka (invid 1430). I båda dessa kyrkor har välhug-



Figur 19. Byggnader med naturstensobjekt från perioden 1300–1550; procentuell fördelning av byggnadsgrupper länsvis. (Länsbeteckningar, se figur 1.)

*Buildings with objects of natural stone from the period 1300–1550; percentage of building categories countywise. (County symbols, see figure 1.) Kyrkor=Churches, Profanhus=Secular buildings, Slott=Castles and manors.*

gen kvader använts för hela murverket, något som i övrigt är unikt vid denna tid. Stenproduktion i större skala tycks därmed vara koncentrerad till Östergötland. Huggen natursten i borgar och slott är däremot koncentrerad till Västergötland: Husaby, Läckö, och Gammalstorp. I Skåne byggdes Glimmingehus med bl.a. sten från Gotland. Många slott och borgar är dock antingen radikalt ombyggda eller rivna under senare perioder. Utsmyckningar var ännu inte så vanliga i dessa byggnadsverk, som i första hand var försvarsanläggningar. Bland övriga byggnader finns endast ett par hus i Vadstena, ett i Linköping och ett i Ystad. De representerar alla bostäder tillhörande medeltida stormän.



Figur 20. Kapitälband av gotländsk kalksten, 1300-tal, Egypticusverkstaden. Lye kyrka, Gotland. Foto R. Hejdström 1995, Gotlands fornsal.

*Capital frieze of Gotland limestone, 14th century. Lye Church, Gotland.*

1500–1550. Ännu i början av 1500-talet användes den huggna naturstenen sparsamt i byggnaderna. Endast 24 byggnader i åtta län har registrerats med natursten från perioden, 3 kyrkor, 10 profanhus och 11 slott och borgar, se figur 17. De flesta byggnaderna ligger i Malmöhus län där flertalet är bostadshus i städerna, dvs. i Malmö och Lund. Utöver dessa städer är det endast Vadstena som har bostadshus med detaljer av natursten, vanligen som kvaderband eller enklare dekorer i kombination med tegelmurverk. En del slott försågs med mindre detaljer av natursten som gesimser och enkla friser samt i några fall vapen- och inskriftstavlor. Den mesta bearbetade naturstenen har använts vid byggandet av riksborgarna i Vadstena och Örebro. Endast tre kyrkor har enstaka stendetaljer som solur och inskriftstavlor.

Under hela perioden var större mängd bearbetad sten begränsad till de gotländska kyrkorna, domkyrkorna i Linköping och Skara samt Vadstena klosterkyrka. I andra områden dominerade teglet. Produktion av såväl tegel som kvadersten i större mängd krävde väl organiserade byggnadsföretag och kan därför jämföras med varandra avseende bygg-

herrarnas ekonomiska och organisatoriska möjligheter. Stenhuggare hämtades från Tyskland i början av 1400-talet t.ex. mästern Gierlac från Köln i Linköpings domkyrka. Vid slutet av århundradet och början av 1500-talet var Adam van Düren, också från Köln, verksam både på Glimmingehus och vid domkyrkorna i Linköping och Lund. Utöver kvaderhuggning och skulpturtillverkning har stenen också använts till gravhällar och epitafier, om än i måttlig omfattning. De medeltida stenhuggarna kunde vara specialiserade på olika områden som skulptur, kvaderhuggning eller brytning (Kimpel 1985). I Linköping framgår dock genom stenhuggarmärkena att samma stenhuggare kan ha huggit såväl kvadersten som kolonner och kapitäl (Cnatingius m.fl. 1987, s. 100 ff.), figur 21.

### *Byggnadssten*

Flera av de tidigare använda bergarterna, totalt 9 typer, utnyttjas inte längre, tabell 9. Av de skånska bergarterna saknas t.ex. Ignabergakalksten, Nordvästskånsk sandsten, kalktuff, Köpingsandsten och Övedssandsten. Övriga stentyper som inte längre förekommer i de inventerade byggnaderna är



Figur 21. Bredmejselbehugning från 1400-talets slut med stenhuggarmärke. Lokal kalksten. Linköpings domkyrka. Foto R. Hintze, Sveriges Kyrkor 1986.

*Dressed stone of local limestone with mason's marks, late 15th century. Linköping Cathedral.*

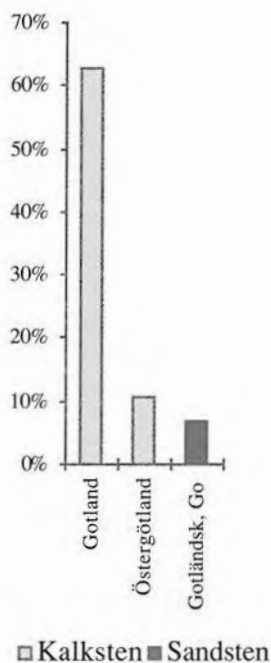
Vätternsandsten, Lingulidsandsten från Östergötland, Kalmarsundssandsten samt Brunflokalksten från Jämtland. Framför allt är det flera av de mjukare sandstentyperna som försvunnit. Den enda bergarten som har ökat i användning, om än måttligt, under senare delen av medeltiden är dankalksten. Den vita stenen har använts som dekorativa kvaderband i de skånska tegelhusen. Gotländsk kalksten intar ännu den ledande rollen som den vanligaste bergarten, figur 22.

Fortfarande är dock användningen av de olika bergarterna mycket lokal. Den gotländska sandstenen har dock börjat användas utanför Gotland i enstaka detaljer i Stockholms och Uppsala län (Uppsala domkyrka). Gotländska kalksten finns nu även i Uppsala, Västmanlands, Kristianstads, Malmöhus, Stockholms samt i Göteborgs och Bohus län, i regel som masverksfönster, vapentavlor och dylikt. På Gotland har kalkstenen använts i stor utsträckning till kvadersten i de tillbyggda koren men också i de skulpturala portalutsmäckningarna. Under 1300-talet har man främst brutit gotländsk kalksten och för byggandet av Skara domkyrka Lingulidsandsten från Västergötland. Kalkstenen från Öster-

Tabell 9. Använda bergarter under perioden 1300–1550. (Länsbeteckningar, se figur 1.)

*Rock types used in the period 1300–1550. (County symbols, see figure 1.) Län=County; Bergart=Rock, Benämning=Rock types; Akuta skador=acute damage; Annan=Other rock, Kalksten=Limestone, Sandsten=Sandstone, Urberg=Crystalline basement; Obestämd=Unclassified, Täljsten=Soapstone, Marmor=Marble, Skrivkrita=Chalk.*

BERGART	BENÄMNING	LÄN												Totalt	Akuta skador
		AB	C	D	E	H	I	L	M	O	R	T	U		
Annan	Obestämd					1								1	1
	Täljsten		2								2			4	
Kalksten	Borghamn, Ög				1									1	
	Dan, Sk-Dk								10					10	3
	Gotland	1	3					160	3	2	1		5	175	49
	Kinneulle, Vg										4			4	1
	Komstad, Sk								1					1	
	Marmor, annan					1								1	
	Marmor, Sö				1									1	1
	Marmor, Vatth. Up		3											3	
	Obestämd	1		1	2	1							1	6	
	Skrivkrita, Sk									1				1	1
Västergötland											2		2	2	
Yxhultsomr, Nä												8	8	1	
Öland						3							4	1	
Östergötland					30								1	30	9
Sandsten	Gotländsk, Go	2	1					16						19	12
	Höör, Sk								3					3	1
	Lingulid, Nä											1		1	
	Lingulid, Vg										8			8	1
	Mäl/Rosl/Gävle	7												7	1
Obestämd									1				1		
Urberg		2		1							1	4	1	9	
Totalt		11	11	2	34	6	176	4	17	3	15	13	8	300	
Akuta skador		4	2	1	9	2	52	1	6	1	3	1	2		84

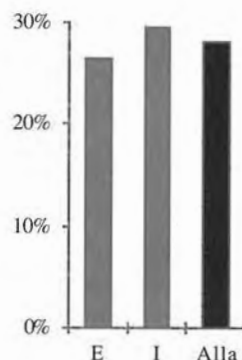


Figur 22. Procentuell fördelning av bergarter i objekt använda under perioden 1300–1550. Endast bergarter med fler än 20 objekt visas. *Percentage of rock types (>20 objects) used in the period 1300–1550. Kalksten=Limestone, Sandsten=Sandstone.*

götland har däremot haft omfattande produktion under såväl 1300-tal som 1400-tal vid byggandet av Linköpings domkyrka och Vadstena klosterkyrka (Andersson, I. 1991). Stenen finns på flera håll i områdena från Vreta kloster i öster till Borghamn vid Omberg i väster.

Behuggningstekniken är i stort sett densamma som under föregående period. Vid 1400-talets slut är en grövre behuggning med bredmejsel och i det närmaste lodräta spår synlig i Linköpings domkyrka, (Cnattingius m.fl. 1987, s. 102) och i Lunds domkyrka (Löfvendahl och Sundné, manus), se figur 21. Ibland slipades också den färdighuggna stenen (Cnattingius m.fl. 1987, s. 349; Lagerlöf 1975, s. 54).

Flera av de gotländska stensulpturerna och ornamenten har färgspår, vilket tyder på att de skulpturala stenarna varit målade, något som generellt kan antas ha varit fallet med ornamentsten under hela perioden. Det är dock ytterst lite bevarat, men i samband med konservering och rengöring finns det möjligheter att upptäcka färgspåren. Stenens färg kan också ha varit avgörande för valet av bergarter. Således framstår den vita dankalk-



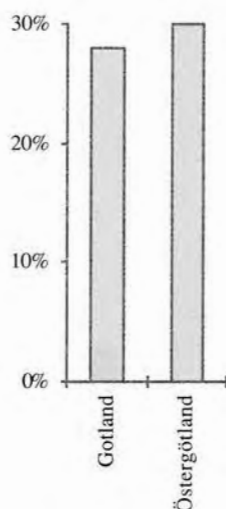
Figur 23. Akut skadade objekt från 1300–1550. Procentuell fördelning länsvis (>20 objekt). (Länsbeteckningar, se figur 1.) *Percentage occurrence of active damage county-wise to objects from the period 1300–1550 (>20 objects). (County symbols, see figure 1.)*

stenen och skrivkritan i de skånska tegelhusen som en medvetet vald färgeffekt och på Gotland finner man ofta en systematisk växling av röd och grå kalksten i kolonner och kvaderband.

### Skador

Den procentuella andelen akuta skador på stenobjekten är ungefär densamma som under föregående period, 28%, figur 23. Endast Gotland och Östergötland har fler än 20 objekt med ungefär lika stor andel akuta skador, jfr tabell 9. Dessa motsvaras av de två kalkstentyperna från de båda länen, figur 24. Dock har 12 av 19 objekt av gotländsk sandsten akuta skador, vilket är en förhållandevis hög andel, 63%, se tabell 9. Även om det inte finns så många objekt av Lingulidsandsten från Västergötland finns stenen i stor mängd i Skara domkyrka där den både på kvaderstenen och den profilerade stenen har akuta skador. Däremot finner man inte så många objekt med akuta skador av Yxhultskalksten, ett av åtta objekt.

Att det är de gotländska bergarterna som sammantaget har flest objekt och flest skador



Figur 24. Procentuell fördelning av akuta skador på gotländsk kalksten och kalksten Östergötland, använda under perioden 1300–1550.

*Percentage of acute damage to Gotland limestone and Östergötland limestone used in the period 1550–1650.*

syns också i den länsvisa fördelningen av skadefrekvensen på byggnaderna, tabell 10. De flesta skadade byggnaderna finns på Gotland, 36 stycken. I övrigt är det endast ett fåtal byggnader i varje län som har pågående vitt-ringsskador.

Tabell 10. Antal byggnader med akut skadade objekt från perioden 1300–1550. (Länsbeteckningar, se figur 1.) K=kyrkor, P=profanhus, S=slott och herrgårdar.

*The number of buildings with acutely damaged objects from the period 1300–1550.*

*Län=County, K=Churches, P=Secular buildings, S=Castles and manors.*

Län	K	P	S	Totalt
AB	3			3
C	2			2
D			1	1
E	2	3	2	7
H	1		1	2
I	34	2		36
L			1	1
M		3	3	6
O	1			1
R	1		1	2
T	1			1
U	1			1
Totalt	46	8	9	63

## Perioden 1550–1650

Medan de flesta slotten uppfördes under 1500-talet i det då danska Skåne, figur 25, där ett fåtal adelssläkter innehade stora jordegendomar, ägde det största slottsbyggandet i Mälarlanskapen rum under 1600-talet. I Skåne anlade den danske kungen nya städer som riksfästen, bl.a. Kristianstad. Under 1600-talets första hälft utvidgades Sverige till en betydande stormakt med Stockholm som huvudstad. Staden fick 1636 ett permanent organ för byggnadsfrågor och från samma år en stadsingenjör. Dessutom var det här det första och länge enda tillåtna stenhuggarämbetet bildades 1639. Landets styrning övergick till godsägararistokratin med Axel Oxenstierna som rikskansler. Högedeln blev oerhört rik bl.a. genom att krongods överfördes till adeln för att skaffa pengar till kriget. Överskottet användes i stor utsträckning till slottsbyggande, figur 26, och till storståtliga gravkapell vid kyrkorna. Stenbyggandet koncentrerades till Stockholm där högedeln manifesterade sig i uppförandet av stora bostadspalats och pampiga förvaltningsbyggnader liksom i slotten i Mälaronrådet. Utnyttjandet av naturresurser ökade och en ekonomisk välbärgad borgarklass och inflyttade utländska köpmän kunde markera sin rikedom i utsmyckning bl.a. av de gamla stenhusen i Gamla Stan i Stockholm, figur 27. Under såväl denna period som den följande blev det också allt vanligare med natursten i interiörerna, särskilt i kyrkorna. Stenen användes flitigt till gravmonument, dopfuntar, altaruppsatser och andra inredningsdetaljer, se t.ex. Uppsala domkyrka (Åhman 1975).

Med reformationen drogs kyrkogods in till kronan och många kloster revs eller förföll medan andra byggdes om till adelsslott, t.ex. Bäckaskog, Bosjökloster och Börringekloster i Skåne.

Renässansens stilideal med intryck från Holland, Tyskland och Frankrike kom att dominera perioden. Utländska byggare och stenhuggare – tyskar, holländare, italienare och fransmän – inkallades. 1500-talets och det tidiga 1600-talets arkitektur dominerades av tegelarkitekturen med dekorativ utsmyckning av natursten i gavlar, portaler och fönsteromfattningar. Fasaden blev en yta som var till för att dekoreras. Från 1630-talet dominerar den s.k. broskverksstilen.



Figur 25. Svenstorps slott, Skåne. Detalj av portal från 1596 av gotländsk sandsten. Tillverkad av Hans von Steenwinkel. Riklig kolonisering av grönalger och lavar. Foto B. Sundnér 1995.  
*Svenstorp Castle, Skåne. Detail of portal of Gotland sandstone from 1596. Cut by Hans von Steenwinkel.*

### Stenhuggarämbetet

Hantverkarna var sedan mitten av 1400-talet organiserade i skråsammanslutningar. Bland byggnadshantverkarna dominerade timmermännen men även murmästarna omfattade förhållandevis många hantverkare. Från 1500-talets andra hälft hämtades stenhuggare alltmer från utlandet, framför allt från Italien, Frankrike och Nederländerna, för att utföra speciella byggen för kungamakten (Axel-Nilsson 1950, s. 28). Detsamma gällde de danska landskapen. Vid Sunde kyrka på Gotland finns t.ex. en gravsten över stenhuggaren Peter Lifländer som dog 1565 (Ceder-gren 1991, s. 32 f.)

Stenhuggarämbetet instiftades i Stockholm 1639 motiverat av ökningen av dessa hantverkare och bristen på organisation. De sex första mästarna var alla från Tyskland: Jost Henne, Henrik Damer, Henrik, Gert och Didrik Blume samt Hans Fritz. I bestämmelserna framgår att man skilde på bildhuggare och stenhuggare. Även under fortsättningen av 1600-talet var de flesta mästarna och alla åldermännen utlänningar, främst tyskar (Axel-Nilsson 1950, s. 95 ff.). Många kom hit på

grund av trettioåriga krigets misär i hemlandet. De svenska stenhuggarna var oftast knutna till stembrotten och hade hand om brytningen och befann sig därmed i en lägre social ställning visavi tyskarna.

På Öland fanns en del stenhuggare som högg stenen färdig på ön varifrån den transporterades vidare. Detta ansågs dock inte lämpligt av myndigheterna som ville att Kalmar skulle ha del av denna näringsgren. Därför uppmanades de öländska stenhuggarna att flytta till Kalmar och där etablera ett stenhuggarämbete. Ett sådant kom dock inte till stånd förrän 1665. Man gick även så långt att stenhuggarna förbjöds att bearbeta stenen på Öland. Stenen skulle fraktas till Kalmar där stenhuggare från Stockholm skulle hugga den färdig. Men så småningom etablerades stenhuggeriet alltmer i Kalmar och stadgar för stenhandeln utformades. Trots detta förekom fortfarande en del handel direkt med bönderna på Öland (Axel-Nilsson 1950, s. 133 ff.).

Det fanns också bild- och stenhuggare som stod utanför ämbetet. Några var knutna direkt till kungen och kunde verka som s.k.



Figur 26. Omfattningen till trädgårdsportalen på Venngarns slott, Stockholms län, med ornament-huggen troligen importerad, kalksten från 1590- eller 1630-talet. Foto L. Kennerstedt 1990.  
*Venngarn Castle, the county of Stockholm. Chiselled limestone, probably imported, 1590s or 1630s.*

frihuggare, andra arbetade illegalt, s.k. bönhasar. Denna ansamling av stenhuggare till Stockholm innebar också att det var här de skulpturala stendetaljerna färdigställdes. Här fanns då flera verkstäder även om arbetet ibland utfördes på byggarbetsplatsen. Många skulpturdetaljer som sattes upp på slotten runt om i landet transporterades därför färdighuggna från Stockholm. Ett sådant exempel är den portal som 1649 kom från Stockholm till Göteborg där den skulle sättas upp på Torstenssonska palatset (Axel-Nilsson 1950, s. 108). Stenhuggarmärkena, som vi under medeltiden ser på de färdighuggna stenarna i byggnaderna, användes under 1600-talet till att märka råvaran som förvarades gemensamt för flera stenhuggare (Axel-Nilsson 1950, s. 105). Det är dock möjligt att detta endast gällde för Stockholm. På Hovrätten i Jönköping finns stenhuggarmärken, ofta som initialer, inhuggna i de färdiga kvaderstenarna som kronan förband sig att transportera från stenbrottet i Trånghalla utanför staden "när stenarne till fyllest väl huggne, slipade och förfärdigade äre" (Björkman 1907, s. 104).

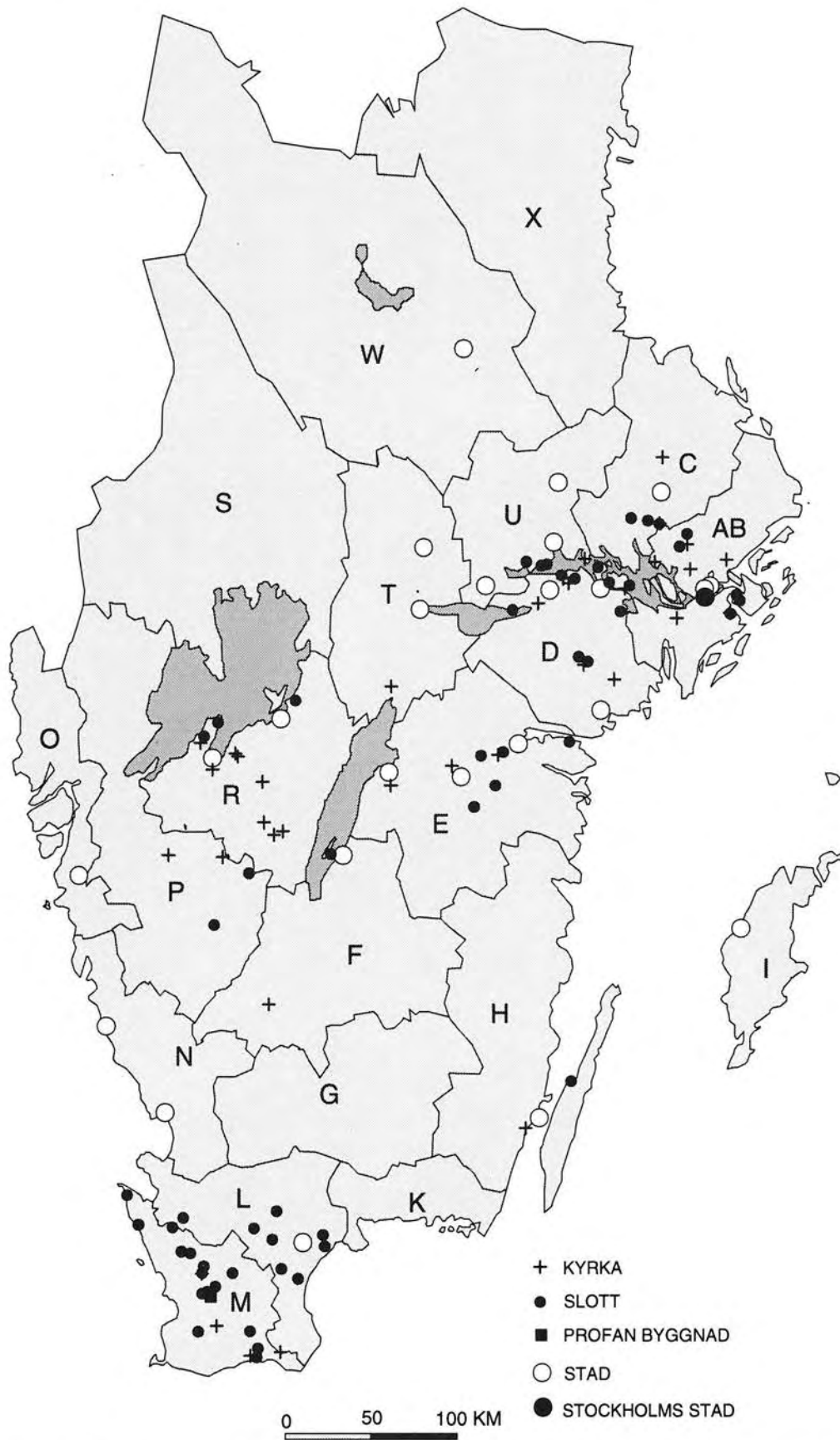
Efter hand krävdes mer kunskap om byggnadernas formgivning, något som utvecklades av olika typer av hantverkare. De ledande mästarerna i Stockholm var t.ex. bildhuggare Caspar Panten, timmerman Hans Jakob Kristler och murmästare Hans Fester (Hall m.fl. 1987, s. 49). Då allt fler böcker kunde tryckas blev de också tillgängliga för allt fler. Böcker om arkitektur och arkitekturteori studerades även av hantverkarna. Dessutom fanns ett stort antal mönsterböcker med olika dekorativa detaljer som kunde kopieras eller inspirera till nya varianter. Innan själva arbetet påbörjades skulle ritningar förfärdigas, åtgången på sten beräknas och kontrakt upprättas med beställaren. Som den förste egentlige arkitekten har man betecknat Simon de la Vallée, som utnämndes till kunglig arkitekt 1638. Därmed etablerades i högre grad en specialisering inom byggandet. Arkitekterna fjärmade sig alltmer från det egentliga praktiska byggandet. Murmästarna måste kunna bygga efter ritningar och kunna leda och organisera stora byggnadsföretag. Inom murmästarämbetet krävdes kunskap i att utföra byggnadsritningar (Hall m.fl. 1987, s. 50 ff.). Bild- och stenhuggarna blev skolade i skulptural utsmyckning, proportionslära och teckning (Axel-Nilsson 1950, s. 93).



Figur 27. Petersenska huset, Stockholm, med portaler från 1645–49 av goländsk sandsten tillverkade av Christian Julius Döteber från Leipzig. Skulpturen Minerva är nyhuggen på 1930-talet. Portalerna konserverades 1989–90 och 1994. Foto J.E. Olsson.

*Petersenska huset, Stockholm with portals of Gotland sandstone from 1645–49 cut by Christian Julius Döteber from Leipzig. The sculpture of Minerva was recut in the 1930s. The portals were conserved 1989–90 and 1994.*





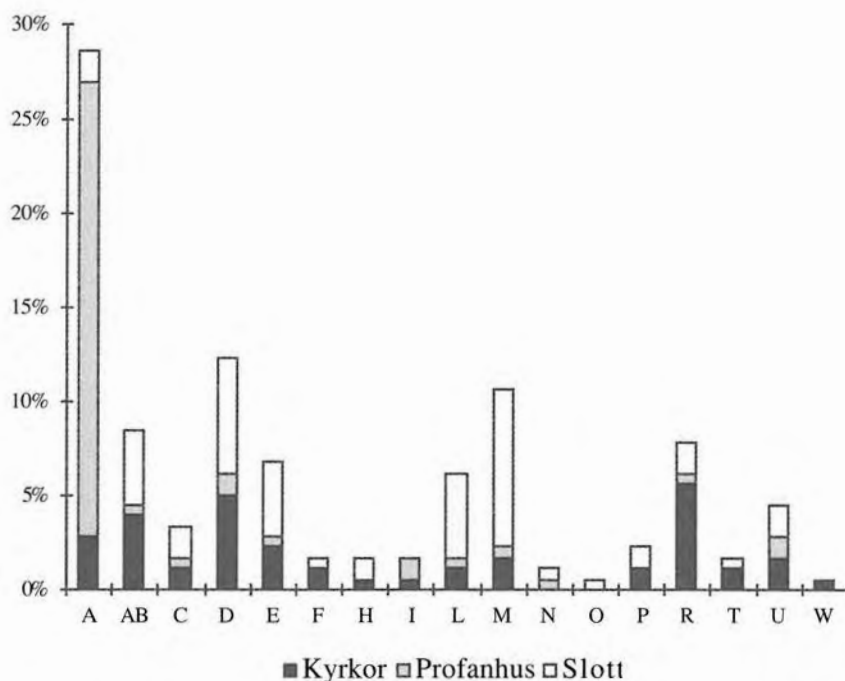
Figur 28. Geografisk fördelning av registrerade byggnader med naturstensobjekt från 1550–1650.  
*Geographical distribution of registered buildings with objects dated to 1550–1650.*  
*Kyrka=Church, Slott=Castle, Profan byggnad=Secular building, Stad=Town.*

## Byggnader

En tydlig geografisk förändring har inträffat då utbredningen av naturstensbyggnader har förskjutits från Gotland till Mälardalen och Skåne, figur 28. Fortfarande är det förhållandevis få byggnader men en viss ökning kan skönjas. Sammanlagt har 178 byggnader med bevarad natursten från 1550–1650 registrerats med förhållandevis jämn fördelning mellan de olika byggnadsgrupperna, tabell 11. Spridningen är något större än under föregående period och omfattar 16 län samt Stockholms stad, som nu gör entré och har de flesta stendekorerade byggnaderna, figur 29. Det nordligaste länet är Kopparberg. Till skillnad från föregående period är slotten den största gruppen. Profanhusens antal har mer än fördubblats, vilket är en direkt följd av tillkomsten av Stockholm. Skaraborgs och Södermanlands län har flest kyrkor medan Malmöhus län har de flesta slotten. Bortsett från Stockholm ligger de flesta byggnaderna på landsbygden. Endast 87 byggnader (varav 51 i Stockholm) hör till stadsbebyggelse. Den stora ökningen av natursten i byggnaderna inträder dock inte förrän med 1600-talets början.

Tabell 11. Antal byggnader med naturstensobjekt från perioden 1550–1650. (Länsbeteckning A representerar Stockholms stad, övriga se figur 1.) K=kyrkor, P=profanhus, S=slott och herrgårdar. *The number of buildings with objects of natural stone from the period 1550–1650. (County symbols, see figure 1.) Län=County, K=Churches, P=Secular buildings, S=Castles and manors, I städer=In cities.*

Län	K	P	S	Totalt	I städer
A	5	43	3	51	51
AB	7	1	7	15	4
C	2	1	3	6	1
D	9	2	11	22	7
E	4	1	7	12	4
F	2		1	3	1
H	1		2	3	
I	1	2		3	1
L	2	1	8	11	3
M	3	1	15	19	2
N			1	2	2
O			1	1	
P	2		2	4	1
R	10	1	3	14	3
T	2		1	3	2
U	3	2	3	8	4
W	1			1	1
Totalt	54	56	68	178	87



Figur 29. Byggnader med naturstensobjekt från perioden 1550–1650; procentuell fördelning av byggnadsgrupper länsvis. (Länsbeteckning A representerar Stockholms stad, övriga se figur 1).

*Buildings with objects of natural stone from the period 1550–1650; percentage of building categories countywise. (County symbol A represents the city of Stockholm; for others see figure 1.) Kyrkor=Churches, Profanhus=Secular buildings, Slott=Castles and manors.*

1550–1600. Stendetaljer från 1500-talets andra hälft har endast registrerats i 24 byggnader fördelade på 7 län samt Stockholms stad. Under denna period dominerar det danska Skåne, särskilt Malmöhus län, där bl.a. den danske kungens byggmästare, Hans van Steenwinkel d.ä., försåg Svenstorps slott med en rikt skulpterad portal, se figur 25, s. 37. De kungliga slotten i Vadstena, Kalmar och Borgholm på Öland, blir exempel på den stenhuggarverksamhet som tar ny fart efter nedgången under senmedeltiden. Utsmyckningen på slotten blir allt rikare, vilket främst är synligt i portalerna, t.ex. Venngarn i Stockholms län, se figur 26, s. 38. Få kyrkor förses med rikare stenornament, Genarps kyrka i Malmöhus län och den nya domkyrkan i Mariestad, Skaraborgs län, är några få undantag.

1600–1650. Under 1600-talets första hälft ökar användningen av sten som dekorativt element i byggnaderna markant. Enligt den översiktliga dateringen har 157 byggnader fått stendetaljer under denna period, fördela-

de på 16 län samt Stockholm, som nu tar ledningen över landets stenbyggande. I övrigt är ökningen koncentrerad till slotten. Axel Oxenstierna och Jacob de la Gardie var några av de främsta stenbyggarna. Tidö slott i Västmanland och Venngarn i Stockholms län, se figur 26, s. 38, är några exempel. Det är framför allt runt Stockholmsområdet som de stora palatsen med naturstensdekorer ligger, t.ex. Ulriksdal (Stockholms län), Strömsholm (Västmanlands län), Sundbyholm (Södermanlands län) och Bjärka Säby (Östergötlands län). Adeln byggde också ståtliga palats i Stockholm som Banérs, Stenbocks och Louis de Geers palats. Gustav II Adolfs gravkor, s.k. Gustavianska gravkoret, på Riddarholmskyrkan blev stilbildande för många adliga gravkor. Flera av de äldre slotten fick nya stenportaler, t.ex. Läckö slott i Skaraborgs län. Den nyanlagda danska staden Kristianstad fick en ny stadskyrka av tegel med kontrasterande natursten i portaler och masverksfönster, se figur 94, s. 119. Den mest tydliga

Tabell 12. Använda bergarter under perioden 1550–1650. (Länsbeteckning A representerar Stockholms stad, övriga se figur 1.)

Rock types used in the period 1550–1650. (County symbols, see figure 1.) Län=County; Bergart=Rock, Benämning=Rock types; Akuta skador=acute damage; Annan=Other rock, Kalksten=Limestone, Sandsten=Sandstone, Urberg=Crystalline basement; Obestämd=Unclassified, Täljsten=Soapstone, Marmor=Marble.

BERGART	BENÄMNING	LÄN																	Totalt	Akuta skador	
		A	AB	C	D	E	F	H	I	L	M	N	O	P	R	T	U	W			
Annan	Obestämd	15																		15	3
	Täljsten																			1	
Kalksten	Annan				1															1	1
	Borghamn, Ög						1													1	1
	Dan, Sk-Dk										1									1	1
	Gotland									1	2	4								7	3
	Kinnekulle, Vg														6	19				25	11
	Komstad, Sk										2	2								4	2
	Marmor, Kolm		1																	1	
	Marmor, Vatth. Up					2														2	1
	Obestämd	2	2		3	2					2	2				2			1	16	6
	Västergötland															3				3	2
Yxhultsomr, Nä	2			2												3		3	10	5	
Öland	20	3	2	2				15						1				2	45	10	
Östergötland					14														14	7	
Sandsten	Annan															1			1	1	
	Gotländsk, Go	65	25	6	19	9			3	13	14	3		1		1	8		167	101	
	Höör, Sk	2									5								7	1	
	Kalmarsund, Sm							2											2		
	Lingulid, Nä		1														1		2		
	Lingulid, Vg														3				3		
	Mäl/Rosl/Gävle	45	2	2	4														53	12	
	NV skånsk, Sk										2								2	1	
Obestämd	1		2	1		2				4				1				11	6		
Vättern					2	6													8		
Öved, Sk										1									1	1	
Urberg		16	5	1	2					2	3	2				2			2	36	4
Totalt		168	39	13	36	27	10	17	4	22	37	5	1	9	29	6	15	2	440		
Akuta skador		48	21	10	27	10	1		2	15	18	5		2	12	4	3	1		179	

förändringen under perioden bör dock Gotland ha genomgått. Härifrån exporterades den mesta stenen, både till de danska byggnadsverken och till den svenska huvudstaden där den gotländska stenen bearbetades av stenhuggare knutna till stenhuggarämbetet. Trots detta är det i stort sett enbart Visbys Mariakyrkas södra stiglucka som representerar denna period på ön. Behovet av skulpterad sten på Gotland tycks huvudsakligen ha avsett kyrklig inredning vid denna tid. Här finns såväl altaruppsatser som dopfuntar huggna av främst invandrade stenhuggare (Cedergren 1991, s. 49 ff.).

Även om stenen användes till stora och rikt dekorerade portaler och andra ornament är den i flera byggnader enbart representerad som vapen- och inskriftstavlor. Dessa finns såväl på bostadshus i städerna som på kyrkor och slott. De rikare dekorationerna är koncentrerade till Stockholm med omgivning. Den slåthuggna kvaderstenen finns nu huvudsakligen i sockelpartier.

### Byggnadssten

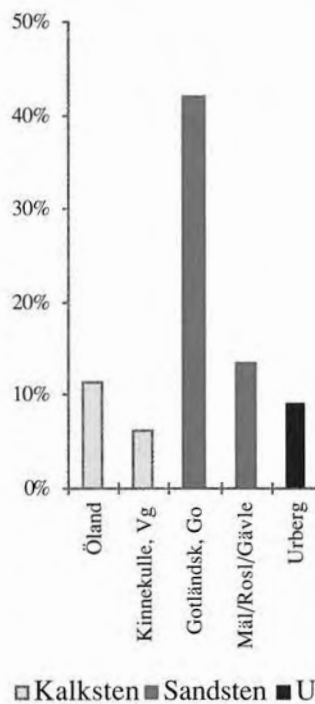
De flesta bergarterna användes fortfarande lokalt men den allt mera spridda gotländska sandstenen har fått större betydelse, tabell 12. Anledningen kan vara ägandeförhållanden, stenens kvalitet, dvs. dess lämplighet för de ändamål som avsågs och kanske inte minst de utländska stenhuggarnas vana vid bergarter av liknande typer.

Av de 24 bergartstyper som identifierats, är den gotländska sandstenen klart dominerande och finns i 42% av samtliga objekt, figur 30. Den har också störst geografisk spridning och förekommer i 11 län, från Skånelänen i söder till Uppsala län i norr. Ej oväntat finns de flesta stendetaljer av gotländsk sandsten i Stockholm (39%), därefter i Stockholms län (15%) och i Södermanlands län (11%). Trots tillgänglig lokal sten i Skånelänen dominerar den gotländska sandstenen även där. I övriga län finns sandstenen endast representerad i enstaka objekt, bl.a. endast i tre objekt på Gotland.

Förutom den gotländska sandstenen har den röda Mälars/Roslags/Gävlesandstenen varit den vanligaste stentypen i byggnaderna i Stockholm. I övrigt förekommer den sparsamt, se figur 30 samt tabell 12. Förhållandevis stor stenbrytning pågick också på Öland. Bland de största byggnadsverken av öländsk kalksten är Kalmar och Borgholms slott från

1550-talet. Den öländska stenen finns representerad i sex län samt Stockholm, de flesta vid östkusten (i Älvsborgs län har en gravhäll inmurad i Broddarps kyrka av misstag kommit med i registreringen). De flesta kalkstenarna från Öland finns i Stockholm och Kalmar län. Som tidigare nämnts förbjöds så småningom öläningarna att transportera stenen direkt till mottagaren utan detta skulle ske via Kalmar. Både den öländska och den gotländska kalkstenen användes också i stor utsträckning till golvplattor och trappstenar och förmodligen också till gravhällar, som dock inte ingår i denna inventering.

Andra stenar som användes mer än lokalt är gotländsk kalksten, som finns i Kristianstads län (vapentavlor på Vittskövle slott) och i Malmöhus län (vapentavlor i Bjersjöholms, Trollenäs och Knutstorps slott), men bara i en byggnad på Gotland (sockel och hörnedjor i ett bostadshus i Visby). De objekt av Hörsandsten som enligt tabell 12 finns i Stockholm har visat sig tillkomna vid nutida restaureringar. Mera naturlig spridning har Yxhultskalkstenen, som finns i de län som gränsar till stenbrotten.



Figur 30. Procentuell fördelning av bergarter i objekt använda under perioden 1550–1650. Endast bergarter med fler än 20 objekt visas.

*Percentage of rock types (>20 objects) used in the period 1550–1650. Kalksten=Limestone, Sandsten=Sandstone, Urberg=Crystalline basement.*

Liksom tidigare bör transporter vattenvägen ha varit de lämpligaste och mest använda. Även detta kan vara skäl till att den gotländska stenen fått en så stor spridning och bearbetats i Stockholm. Av den skånska stenen tycks Nordvästskånsk sandsten i Helsingborgsområdet vara den mest eftertraktade för den danske kungen. Det största byggnadsverket var Kronborgs slott, där hela den fyrålgade byggnaden kläddes med kvaderhuggen Nordvästskånsk sandsten, som var lätt att frakta över det trånga sundet mellan Helsingborg och Helsingör. Färdiga skulpturdetaljer och hela portaler kan i vissa fall ha transporterats på land. Många slott ligger dock vid vattenvägar eller i närheten av dessa.

Åtminstone de stora och attraktiva stenfyndigheterna ägdes av kungen. På Gotland hade den danske kungen monopol på sandstensbrytningen i Burgsvik på 1500-talet (Cedergren 1991, s. 36 och 52). Även den Nordvästskånska stenen var förbehållen kungen. Här fick kungens bönder inte bryta sten till andra förrän kungen fått det han behövde (Kanc. Brevb. 1898, 1551–1555). Detta framgår även av stenens användning i Danmark (Kirkeby 1995, s. 258). Kalkstenen användes inte enbart som byggnadssten utan i hög grad även till kalkbränning. Både kalksten från Gotland, Komstads- och Ignabergakalksten från Skåne samt kritstenen på Saltholm brändes till kalk av den danske kungen (Kanc. Brevb. 1898; Carlie 1985). Det kungliga monopoliet på stenen hindrade inte att även andra kunde få tillgång till den. 1552 fick t.ex. "Hans Albert af Meckilborg" tillstånd att bryta sten i Kullen (vid Helsingborg) på egen bekostnad och 1575 fick hertig Carl av Sverige tillstånd att få gotländsk sten (Kanc. Brevb. 1898). Liknande förhållanden fanns förmodligen även i de svenska landskapen. Vid Horns udde på Öland fanns t.ex. ett stenbrott med tillhörande stenhuggarverkstäder som tillhörde Kronan (Göransson 1955). När Gotland blev svenskt 1645 fick dock alla som ägde sandsten på sin mark fritt utnyttja den (Cedergren 1991, s. 66).

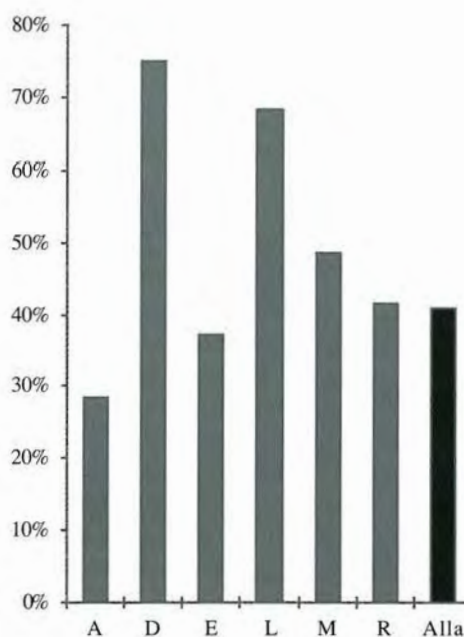
I omfattningar, som inte är skulpturala, högs kvadersten (främst gotländsk sandsten) med en för tiden typisk behuggningsteknik, lågerhuggning, dvs. genomgående spår, figur 31. Denna teknik kanske har inspirerats från antikens krenelerade kolonner och kan ses som en ytterligare dekoration av de enklare profilerade stenarna.

Till skillnad från det medeltida byggandet



Figur 31. Detalj av portal på Wiks slott, Uppsala län. Lågerhuggen gotländsk sandsten troligen utformad av stensemästare Christian Pfundt, vars gesäll Simon Larsson var verksam vid Wiks slott 1659–77. Notera de kraftiga exfolieringsskadorna. Foto L. Kennerstedt 1990.

*Detail of portal at Wik Castle, Uppsala county. Chiselled Gotland sandstone probably designed by the stonemason Christian Pfundt. His journeyman Simon Larsson worked at Wik Castle 1659–77. Note the extensive exfoliation surfaces.*



Figur 32. Akut skadade objekt från 1550–1650. Procentuell fördelning länsvis (>20 objekt). (Länsbeteckning A representerar Stockholms stad, övriga se figur 1).

*Percentage of acute damage countywise to objects from the period 1550–1650 (>20 objects). (County symbol A represents the city of Stockholm; for others see figure 1.)*

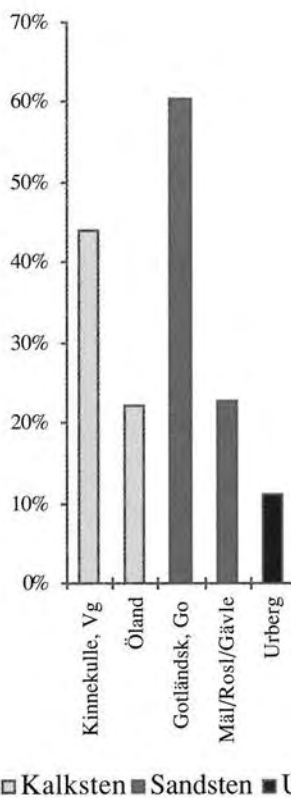
användes vanligen fasadstenen som beklädnad av en tegelstomme. Därvid förankrades ofta stenarna med järnkramlor (Andersson, K. 1993, s. 30 ff.).

Det var förmodligen snarare regel än undantag att den skulpterade stenen bemålades. Vapentavlorna fick sina heraldiska färger och andra detaljer kunde vara polykroma. I övrigt tycks stenen ha målats med grå oljefärg. Ännu saknas dock djupare kunskap om målning på natursten. Den mesta originalfärgen är numera borttagen (stendetaljer som täcks av färg ingår inte i inventeringen).

### Skador

Andelen objekt med akuta skador, 41%, har procentuellt ökat något i förhållande till föregående period. De län som har störst andel akuta skador är Södermanlands och Kristianstads län, figur 32. Detta kan förmodligen förklaras av att det mest är gotländsk sandsten i dessa områden. Denna bergart visar störst skadefrekvens – 60% av samtliga detaljer har akuta skador, figur 33. Även Kinnekullekalksten visar hög andel akut skadade objekt, 44%. Bättre bevarad är den öländska kalkstenen och Mälars/Roslags/Gävlesandstenen (den senare huvudsakligen i Stockholms stad). Men även Yxhultskalksten och kalksten Östergötland, som inte finns i så många objekt, har hög andel skador, se tabell 12.

Stockholms stad har flest byggnader med akut skadade objekt från perioden 1550–1650, tabell 13. I övrigt finns de mest skadade objekten på slott och kyrkor i Södermanlands och Stockholms län samt på slotten i Malmöhus län.



□ Kalksten ■ Sandsten ■ Urberg

Figur 33. Bergarternas skadefrekvens. Procentuell fördelning av akuta skador på bergart med minst 20 objekt använd under perioden 1550–1650.

*Percentage of acute damage to different rock types (>20 objects) from the period 1550–1650. Kalksten=Limestone, Sandsten=Sandstone, Urberg=Crystalline basement.*

Tabell 13. Antal byggnader med akut skadade objekt från perioden 1550–1650. (Länsbeteckning A representerar Stockholms stad, övriga se figur 1.) K=kyrkor, P=profanhus, S=slott och herrgårdar.

*The number of buildings with acutely damaged objects from the period 1550–1650. (County symbols, see figure 1.) Län=County, K=Churches, P=Secular buildings, S=Castles and manors.*

Län	K	P	S	Totalt
A	5	15	3	23
AB	6		5	11
C	2		3	5
D	8	1	9	18
E			5	5
F			1	1
I	1	1		2
L	2	1	6	9
M		1	10	11
N		1	1	2
P	1		1	2
R	4	1	2	7
T	2		1	3
U		1	1	2
W	1			1
Totalt	32	22	48	102



Figur 34. Kavaljersporten i Kalmar stadsmur från 1697, byggd av öländsk kalksten. Foto R. Lind 1996, Kalmar läns museum.

*The Cavalier Gate in the city wall of Kalmar from 1697, built of Öland limestone.*

### Perioden 1650–1750

Flera städer fick nya stadsplaner med rätvinkliga gator och byggandet koncentrerades alltmer till allmännyttiga byggnadsverk. Karlskrona med sin nya örlogsbas från 1680 blev rikets andra stad. Fästningsverk och institutionella byggnader blev de nya stenhusen, figur 34–36.

Högadeln fortsatte sitt intensiva byggande på slotten. Riksmarskalk Magnus Gabriel de la Gardie lät bygga om alla sina slott och förlänningar och Hedvig Eleonora utökade byggandet. Med Karl XI:s reduktion minskade högadelns ekonomiska makt vilket medförde en viss nedgång av slottsbyggandet under perioden 1680–1720 (Edenheim 1994, s. 98). Däremot såg adeln till att försäkra sig om värdiga minnemärken genom att bygga storslagna gravkapell vid kyrkorna, i synnerhet i Mälardalen. Borgarklassen, köpmännen och hantverkarna övertog till viss del adelns livsstil i städerna, som, framför allt i

Stockholm, markerades med rikt skulpterade stenportaler i bostadshusen.

Stockholm var fortfarande centrum för byggandet där byggnadsverksamheten kulminerade under 1660- och 70-talen. Kungliga arkitekter som holländaren Philip Vingboons ledde det fortsatta byggandet av Ridarhuset, se figur 36. Denne ersattes 1656 av Jean de la Vallée. Sedan slottet brunnit 1697 påbörjades det stora byggandet av Kungliga Slottet med Nicodemus Tessin d.y. och senare Carl Hårleman som slottsarkitekter. Dessa utökade senare sin verksamhet till övriga delar av landet.

Kolonner och pilastrar markerade fasaderna och bottenvåningarna blev ofta rusticerade. Den rika stendekorationen minskade efterhand, vilket kan ses som ett allt mindre behov av yttre manifestering. Byggnadernas praktiska funktion blev avgörande.

För skulpturutsmyckningar användes nu oftare inkallade konstnärer och skulptörer.



Figur 35. Göta Hovrätt, Jönköping. Fasad av släthuggen kvader av Vätternsandsten med målad vapentavla. Uppförd av Simon de la Vallée 1639–65, ombyggd 1781. Foto A. Franzén, Jönköpings läns museum 1996.

*Göta High Court, Jönköping, the county of Jönköping. Façade of fine-dressed ashlars of Vättern sandstone with painted armorial tablet. Built by Simon de la Vallée 1639–65, rebuilt 1781.*

Stenmästarna tillhörande stenhuggarämbetet fick alltmer direkt hantverksmässiga uppgifter (Axel-Nilsson 1950, s. 349). Nu ville man dock utveckla det inhemska hantverket och nya institutioner som skulle svara för utbildning och handläggning av byggnadsfrågor inrättades: Kungl. Ritareakademien 1735, Överintendentämbetet och Kungl. Byggnadsstyrelsen, 1752. Alla ritningar till offentliga byggnader skulle granskas av överintendenten, dvs. chefen för slottsbygget.



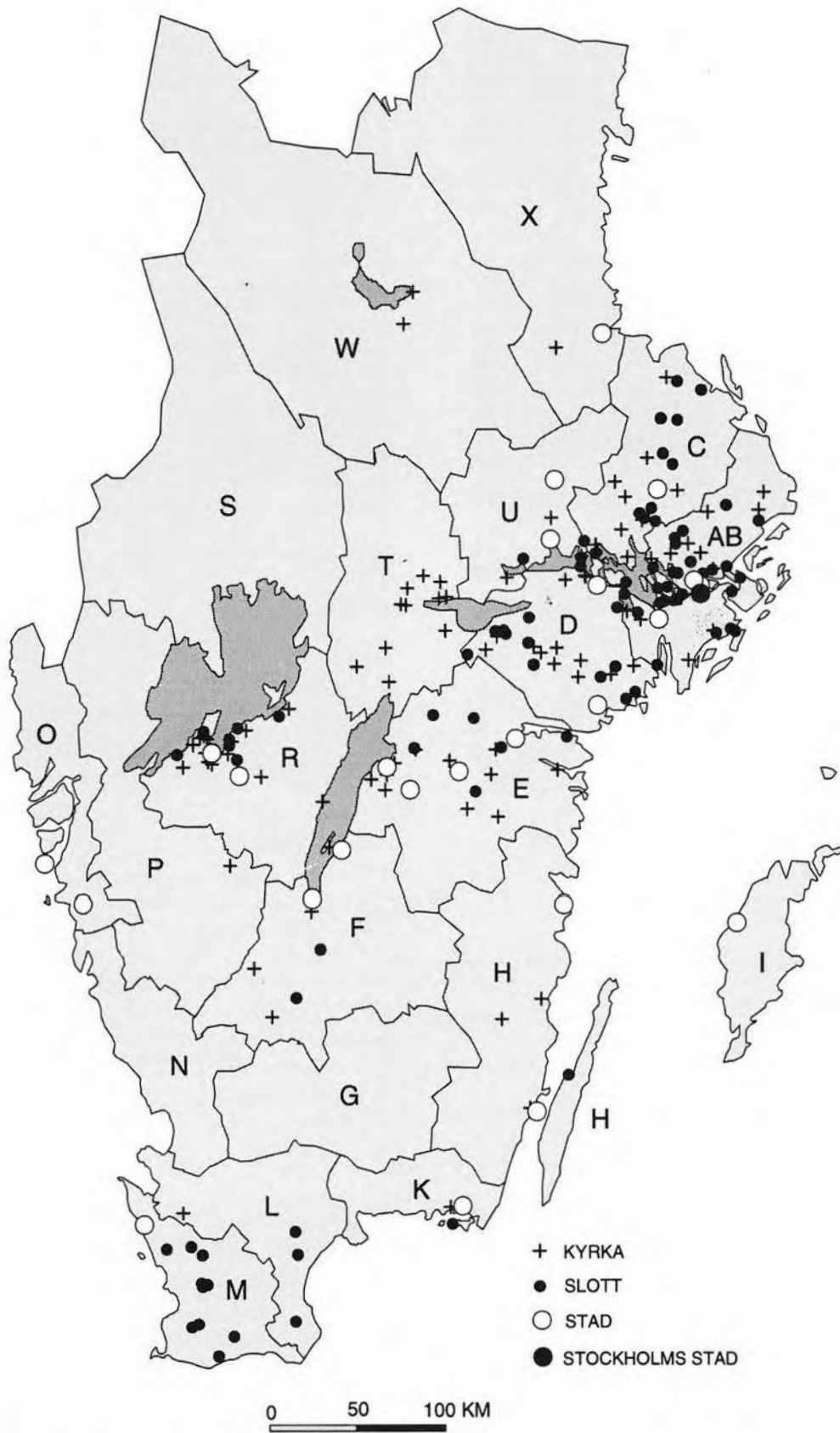
Figur 36. Ridarhuset i Stockholm. Uppfört 1641–74 efter ritningar av Simon de la Vallée, H. Wilhelm, J. Vingboons och Jacob de la Vallée. Byggt av tegel med rik dekor av gotländsk sandsten och sockelparti av Mälars/Roslags/Gävle-sandsten. Foto R. Löfvendahl 1996.

*The House of the Nobility in Stockholm, erected in 1641–74 and designed by Simon de la Vallée, H. Wilhelm, J. Vingboons and Jacob de la Vallée. It is built of brick richly decorated with Gotland sandstone and a socle of Mälars/Roslags/Gävle sandstone.*

### Byggnader

Koncentrationen av byggnader till Mellansverige, särskilt området runt Stockholm är påtaglig, figur 37. Efter 1650 sker en kraftig ökning av byggnader med naturstensdetaljer. Fördelningen mellan de olika byggnadsgrupperna är fortfarande förhållandevis jämn men det har blivit något fler kyrkor och profanhus i förhållande till slott och herrgårdar, tabell 14.





Figur 37. Geografisk fördelning av registrerade byggnader med naturstensobjekt från 1650–1750.  
 Geographical distribution of registered buildings with objects dated to 1650–1750.  
 Kyrka=Church, Slott=Castle, Profan byggnad=Secular building, Stad=Town.

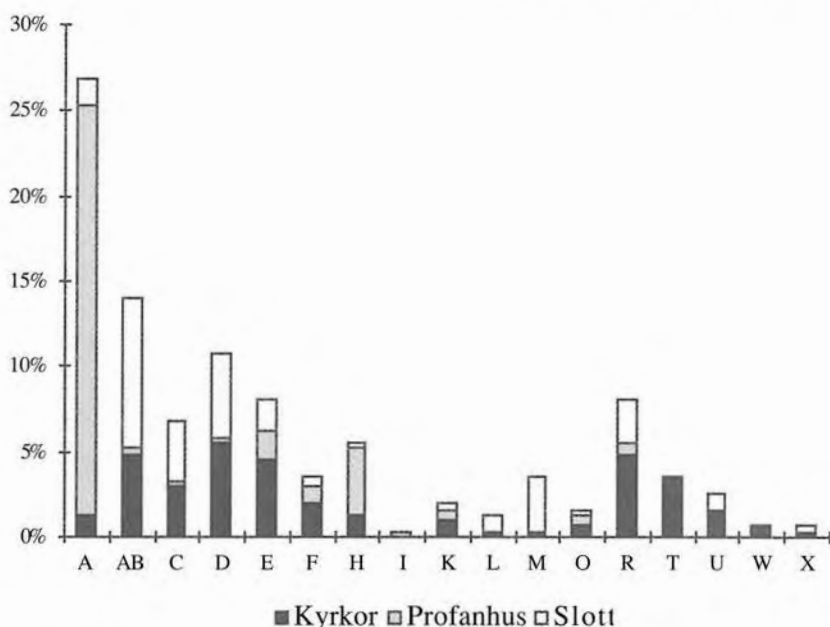
Tabell 14. Antal byggnader med naturstensobjekt från perioden 1650–1750. (Länsbeteckning A representerar Stockholms stad, övriga se figur 1.) K=kyrkor, P=profanhus, S=slott och herrgårdar. *The number of buildings with objects of natural stone from the period 1650–1750. (County symbol A represents the city of Stockholm; for others see figure 1.) Län=County, K=Churches, P=Secular buildings, S=Castles and manors, I städer=In cities.*

Län	K	P	S	Totalt	I städer
A	4	74	5	83	83
AB	15	1	27	43	5
C	9	1	11	21	1
D	17	1	15	33	4
E	14	5	6	25	8
F	6	3	2	11	4
H	4	12	1	17	13
I		1		1	1
K	3	2	1	6	4
L	1		3	4	
M	1		10	11	1
O	2	2	1	5	5
R	15	2	8	25	3
T	11			11	
U	5		3	8	2
W	2			2	
X	1		1	2	1
Totalt	110	104	94	308	135

Naturstenen är representerad i 308 byggnader fördelade på 16 län samt Stockholms stad, figur 38. Den största koncentrationen ligger fortfarande i Stockholm som har 27% av samtliga byggnader med natursten, dvs. 83 stycken, följt av Stockholms län med 14%, dvs. 43 byggnader. Södermanlands, Östergötlands, Skaraborgs och Uppsala län har mellan 20–30 byggnader med natursten. I Kalmar län har naturstenen i byggnaderna blivit betydligt vanligare än tidigare. Blekinge och Gävleborgs län har tillkommit. Trots att stenens funktion i byggnaderna förändrades under perioden 1650–1750 finner man ingen märkbar förändring av antalet byggnader inom denna hundraårsperiod.

I ännu högre grad än tidigare har byggnaderna försetts med ornament och portaler. Dessutom har inskriftstavlornas antal ökat.

I Mälardalen fick många kyrkor gravkor med naturstensdetaljer, vanligen vapentavlor men också portaler och ornament. Särskilt i Södermanland försåg många ur militäradeln kyrkorna med imponerande gravkor, som t.ex. riksmarsken och generalfältherren Lars Kagg i Floda kyrka. Endast ett fåtal kyrkor nybyggdes under perioden, bland dessa kan nämnas Askersunds landsförsamlings kyrka i Örebro län. Den nya staden Karlskrona fick två stora nya kyrkor, Fredrikskyrkan



Figur 38. Byggnader med naturstensobjekt från perioden 1650–1750; procentuell fördelning av byggnadsgrupper länsvis. (Länsbeteckning A representerar Stockholms stad, övriga se figur 1.) *Buildings with objects of natural stone from the period 1650–1750; percentage of building categories countywise. (County symbol A represents the city of Stockholm; for others see figure 1.) Kyrkor=Churches, Profanhus=Secular buildings, Slott=Castles and manors.*

och Heliga Trefaldighetskyrkan, båda ritade av Nicodemus Tessin d.y. I flera städer byggdes fästningsanläggningar, som dock inte så ofta har bearbetad natursten, t.ex. Skansen Kronan i Göteborg, Carlstens fästning i Marstrand och Drottningsskärs kastell i Karlskrona. I Kalmar blev dock de nya stadsportarna dekorerade med huggen sten, se figur 34, s. 46.

Till skillnad från kyrkobyggandet var det stor aktivitet på nya slottsbyggen, de flesta i Stockholms och Södermanlands län, t.ex. Tullgarn (Stockholms län) och Mälsåker (Södermanlands län). I Uppsala län nybyggdes bl.a. slotten Salsta och Sjöo och i Västmanlands län Strömsholm. De flesta nybyggda slotten var uppförda efter ritningar av Nicodemus Tessin d.ä. Mariedals slott i Skaraborgs län är ett exempel på Jean de la Vallées skapelser.

I städerna dekorerades en del bostadshus med stendetaljer men framför allt byggdes administrativa byggnader som rådhus, t.ex. i de nya städerna Göteborg, Kalmar och Falun. I Jönköping byggdes Göta Hovrätt, förmodligen landets äldsta ännu fungerande institutionsbyggnad, se figur 35, s. 47 (Björkman 1907; Karlsson, 1984). Västervik fick ett fattighus, Cederflychtska, ritat av Jean de la Vallée och i Uppsala byggdes Botaniska huset, nu Linnémuseum. En viss ökning av naturstensförsedda byggnader i städerna även utanför Stockholm har inträffat, se tabell 14.

Förutom nybyggnader av Kungliga Slottet fortsatte palatsbyggandet i Stockholm med bland andra Bondeska och Wrangelska palatsen. Som exempel på de nya institutionsbyggnaderna kan Riddarhuset och Gamla riksbanken nämnas. Riksbanken är en av de första bankbyggnaderna i norra Europa.

Tabell 15. Använda bergarter under perioden 1650–1750. (Länsbeteckning A representerar Stockholms stad, övriga se figur 1.)

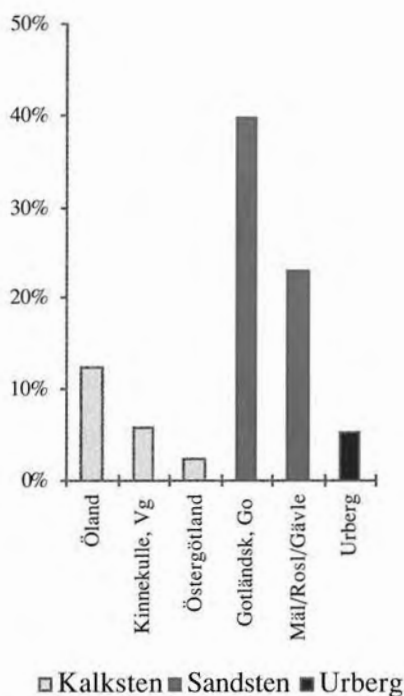
Rock types used in the period 1650–1750. (County symbol A represents the city of Stockholm; for others see figure 1.) Län=County; Bergart=Rock, Benämning=Rock types; Akuta skador=acute damage; Annan=Other rock, Kalksten=Limestone, Sandsten=Sandstone, Urberg=Crystalline basement; Obestämd=Unclassified, Täljsten=Soapstone, Marmor=Marble.

BERGART	BENÄMNING	LÄN																	Totalt	Akuta skador	
		A	AB	C	D	E	F	H	I	K	L	M	O	R	T	U	W	X			
Annan	Obestämd	22																		22	1
	Täljsten			2																2	
Kalksten	Annan																			4	4
	Borghamn, Ög					1	5													1	7
	Gotland	4	4									2								4	4
	Ignaberga, Sk		1																	1	10
	Kinneulle, Vg													2	44	1				1	1
	Komstad, Sk										1	1								2	20
	Marmor, annan		1				1													2	2
	Marmor, Kolm		5	1		1														7	1
	Marmor, Sö				2															2	3
	Marmor, Vatth. Up		1																	1	1
	Obestämd	2	1	1	1	6	2	5		1	1	7	1	5	2		5			40	16
	Västergötland													5						5	3
	Yxhultsomr, Nä	1			2										13					16	8
	Öland	26	14	7	13			24		13	1				2	2				102	38
	Östergötland					20														20	7
Sandsten	Gotländsk, Go	130	83	23	52	5	2	3	1	3		3	3		3	10		2	323	151	
	Höör, Sk		1																	1	1
	Kalmarsund, Sm							1												1	1
	Lingulid, Nä				2											2				4	3
	Lingulid, Vg					3								2	6					8	2
	Mäl/Rosl/Gävle	66	73	12	23	3										7		3	187	48	
	Obestämd		4		4	1	1					2		3						15	2
	Tyskland										1									1	1
	Vättern	1		1		2	13													17	1
	Öved, Sk											1								1	1
Urberg		17	7	4	2			1		2		1	3	4		2				43	3
Totalt		269	195	51	101	39	24	34	1	19	4	17	11	67	24	21	9	5		891	
Akuta skador		67	78	18	58	13	6	15	1	4	2	8	6	25	9	2	6	1			319

Kalmar är den stad som, förutom Stockholm, har flest profanhus med naturstensportaler vilket till stor del hör samman med det stenhuggarämbete som etablerades där 1655 med de dominerande stenhuggarfamiljerna Goldtsmidt och Bergsten. Trots stenhuggarämbetets monopol uppträder även lokala stenhuggare som Simon Hack i Dalarna, vars portaler i Leksands och Rättviks kyrkor är unika för regionen.

### Byggnadssten

Mängden använda bergarter är densamma som föregående period. Det finns totalt 23 identifierade sand- och kalkstenstyper samt täljsten och urberg, tabell 15. Samma bergartstyper som dominerade föregående period fortsätter att vara mest representerade under denna hundraårsperiod. De finns nu i långt fler antal objekt. Liksom tidigare är gotländsk sandsten den mest använda bergarten och finns i 40% av alla objekt, figur 39. Mälar/Roslags/Gävlesandstenen har fått större användning och förekommer i drygt 20%



Figur 39. Procentuell fördelning av bergarter i objekt använda under perioden 1650–1750. Endast bergarter med fler än 20 objekt visas.

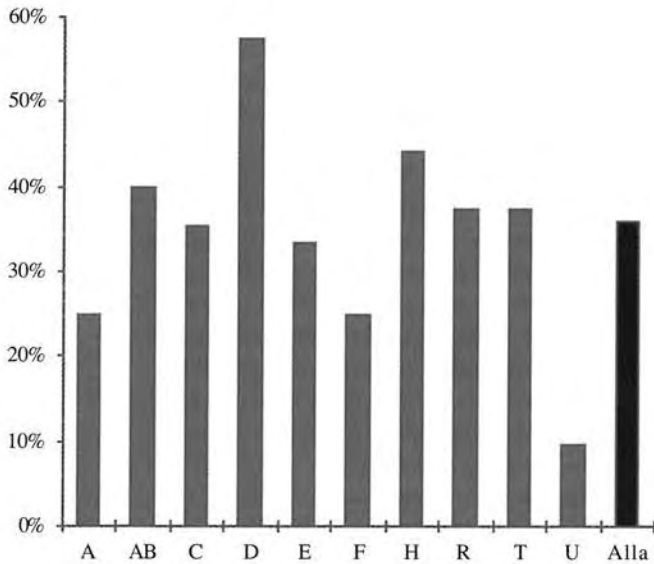
*Percentage of rocktypes (>20 objects) used in the period 1650–1750. Kalksten=Limestone, Sandsten=Sandstone, Urberg=Crystalline basement.*

av alla objekt från perioden. Gotländsk sandsten har spritt sig till ytterligare två län, Göteborgs och Bohus län samt Gävleborgs län. Utanför Stockholms, Uppsala och Södermanlands län förekommer dock stenen sparsamt, bl.a. endast i ett fåtal objekt i det nu svenska Skåne. I Stockholms stad är däremot nästan hälften av alla stendetaljer av denna sandsten. Öländsk kalksten har fått något större spridning än tidigare. I Blekinge har tillkomsten av Karlskrona medfört ett behov av den närbelägna öländska stenen. Gotländsk kalksten, som inte längre finns i byggnader på Gotland, har använts i Stockholm samt i Stockholms och Malmöhus län. Några av de tidigare använda stentyperna, dankalksten och Nordvästskånsk sandsten, förekommer inte längre, medan andra som Ignabergakalksten och marmor från Södermanland, har återkommit. Den enda helt nytillkomna bergarten är tysk sandsten, som dock endast finns i en vapentavla i Kvidinge kyrka, Kristianstads län. Bergartsbestämningen är dock tveksam.

Det var förmodligen inte längre självklart att Kronan ägde stenbrotten. På Gotland fick ju så snart ön blev svensk bönderna själva utnyttja stenen. Och på Öland var förhållandet likartat. I vissa fall kunde ägandet vara knutet till ett adels gods, som på så sätt kunde utnyttja den egna stenen. En del stenbrott var dock fortfarande i Kronans ägo. Så t.ex. låg stenbrotten i Yxhultsområdet på kronoallmänning (Yxhult 1963). Detsamma gällde marmorfyndigheterna i Kolmårdsområdet. 1673 fick Nicolaus Millich, Henrik Cletscher och David Klöcker ensamrätt att för 25 år framåt köpa och sälja marmor i främmande land, samt frihet från stadstull m.m. samt söka marmor på alla orter "som kronan immediate tillhör" (Elgeskog och Ask Lund 1955, s. 25).

Den ökade spridningen av öländsk kalksten hör delvis samman med den i Kalmar verksamma stenhuggarfamiljen Goldtsmidt. Ett tvistemål rörande en leverans av portaler till Bondeska palatset i Stockholm avslöjar bl.a. släktförhållandet mellan stenhuggarna och stenhuggarna på Öland (Axel-Nilsson 1950, s. 355).

Lågerhuggningen var fortfarande under hela perioden den vanligaste ytbehuggningen, framför på allt gotländsk sandsten. Den numera förekommande marmorn slipades och polerades oftast så att stenens färg och struktur framträdde tydligare (Andersson, T. 1993,



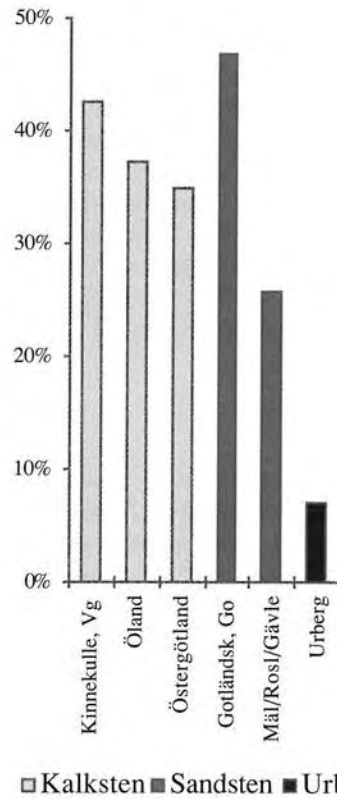
Figur 40. Akut skadade objekt från 1650–1750. Procentuell fördelning länsvis (>20 objekt). (Länsbeteckning A representerar Stockholms stad, övriga se figur 1.)

Percentage of acute damage countywise to objects from the period 1650–1750 (>20 objects). (County symbol A represents the city of Stockholm; for others see figure 1.)

Tabell 16. Antal byggnader med akut skadade objekt från perioden 1650–1750. (Länsbeteckning A representerar Stockholms stad, övriga se figur 1.) K=kyrkor, P=profanhus, S=slott och herrgårdar.

The number of buildings with acutely damaged objects from the period 1650–1750. (County symbol A represents the city of Stockholm; for others see figure 1.) Län=County, K=Churches, P= Secular buildings, S=Castles and manors.

Län	K	P	S	Totalt
A	2	31	5	38
AB	6	1	20	27
C	4		8	12
D	12	1	9	22
E	5	2	3	10
F	5			5
H	3	7		10
I		1		1
K	1	1	1	3
L			2	2
M	1		6	7
O	1	2		3
R	12	1	4	17
T	7			7
U	1			1
X	2			2
W	1			1
Totalt	63	47	58	168



Figur 41. Bergarternas skadefrekvens. Procentuell fördelning av akuta skador på bergart med minst 20 objekt använd under perioden 1650–1750.

Percentage occurrence of active damage in different rock types (>20 objects) from the period 1650–1750. Kalksten=Limestone, Sandsten=Sandstone, Urberg=Crystalline basement.

s. 51). Dock var förmodligen fortfarande den mesta ornamentstenen bemålad, men kanske ännu mera än tidigare med grå oljefärg.

### Skador

En viss minskning av andelen akuta skador, 36% av samtliga objekt, är skönjbar, figur 40. Fortfarande är Södermanlands län det område som procentuellt har flest akut skadade objekt, 57%.

Den tydligaste förändringen finner man på den gotländska sandstenen där andelen akut skadade objekt har minskat till 47%, figur 41. Däremot ser man en ökad skadefrekvens på öländsk kalksten där 37% av objekten är akut skadade. Övriga bergarter har en likartad skadefrekvens som tidigare.

Totalt sett är det flest skador på kyrkorna, främst i Södermanlands och Skaraborgs län, tabell 16. Men även ett flertal slott i Stockholms län har akuta skador. De flesta skadade profanhusen ligger ej oväntat i Stockholm.



Figur 42. Övedskloster, Skåne, byggt efter ritningar av Carl Hårleman och Jean Eric Rehn 1756 med bottenvåning av kvaderhuggen röd Övedssandsten. Foto B. A. Lundberg 1992.

*Övedskloster, Skåne, built after plans by Carl Hårleman and Jean Eric Rehn in 1756 with basement of red Öved sandstone.*

### Perioden 1750–1860

Under 1700-talets andra hälft var det kungliga hovet centrum för kulturlivet. En rad olika kulturella institutioner skapades, Kungliga Vitterhets Historie och Antikvitets Akademien (1786), Musikaliska Akademien (1771) och Kungliga Målar- och bildhuggarakademien (1773).

Saklighet och stringens, inga fantasiägande utvidgningar kan sägas känneteckna de nya byggnaderna. Fasaderna putsades och stendetaljernas ornamentik var måttlig, oftast pilastrar och kolonner och enklare profileringar i portalomfattningar, med undantag för vissa publika byggnader som Gustav III:s Kungl. Opera i Stockholm.

Det offentliga byggandet blev reglerat 1759. Alla ritningar skulle granskas av Överintendentämbetet, som också kunde utföra ritningar, och godkännas av Kungl. Maj:t. Detta kom att uttryckas särskilt tydligt i det kyrkliga byggandet som fick en ny renässans under perioden. Den medeltida sockenkyrkan ersattes av stora ljusa kyrkor där predikan skulle stå i centrum. Dessutom ville

man försäkra sig om brandsäkerhet och krävde brandsäkra stentorn. Behovet av nybyggda kyrkor förknippas i allmänhet med ett praktiskt krav på ökat utrymme i samband med befolkningsökning men kan även ses i samband med den kyrkliga myndighetens krav på kontroll där biskoparna spelade en viktig roll (Fernlund 1982, s. 136 f.). Exteriört blev dessa kyrkor putsade och endast ibland försedda med enkel stendekor. Däremot fick de nästan alltid inskriftstavlor som angav ombyggnadsåret.

Utöver kyrkobyggandet kom det offentliga byggandet att koncentreras till städernas rådhus, skolor och sjukhus, många dock utan stendekor. Adeln fortsatte sitt slottsbyggande och byggde till de gamla, figur 42. Nya krav på bekvämlighet i inredningen innebar större eller mindre ombyggnader.

Stenbyggandet i större skala utvecklades under 1770-talet av de militära ingenjörerna med Karlskrona som centrum. Härifrån vidarebefordrade de sitt kunnande till andra områden i Sverige, figur 43. Den första detaljerade handboken i byggnadskonstruktion



Figur 43. Karlsborgs fästning vid Vätterns västra strand i Västergötland, byggd 1832–1845 av bl.a. armékapten Johan af Kleen. Byggnaden är uppförd av Borghamnskalksten, som bröts i stora mängder på andra sidan Vättern. Notera den nyhuggna fönsterbågen. Foto M. Johnson 1995.

*Karlsborg fortress on the western shore of Lake Vättern in Västergötland, built 1832–1845 by the fortification officer Johan af Kleen. The building was erected of Borghamn limestone on the opposite side of the lake. Note the new window arch.*

skrevs av en militärofficer, Carl Stål, 1834. Med det stora byggnadsprojektet Trollhätte och Göta kanal (1800–1832) skapades ett stort behov av utbildade stenhuggare och ingenjörer, som kunde hantera stora kvantiteter sten. Göta kanal fick 1816 monopol på kalkstensbrytningen i Borghamn. Ombygget av Carlstens fästning på Marstrand (1834–57) markerar början på en omfattande industriell utveckling av granitindustrin på Malmön i Bohuslän (Ringbom 1987, s. 28 f.).

### Byggnader

En påtaglig ökning av antalet byggnader med natursten har inträffat, figur 44. Totalt finns 530 byggnader med den största ökningen bland kyrkor och städernas profanhus, tabell 17. Stockholms stad har visserligen fortfarande flest byggnader men färre än under föregående period. Skillnaden i förhållande till andra områden är inte heller så stor, figur

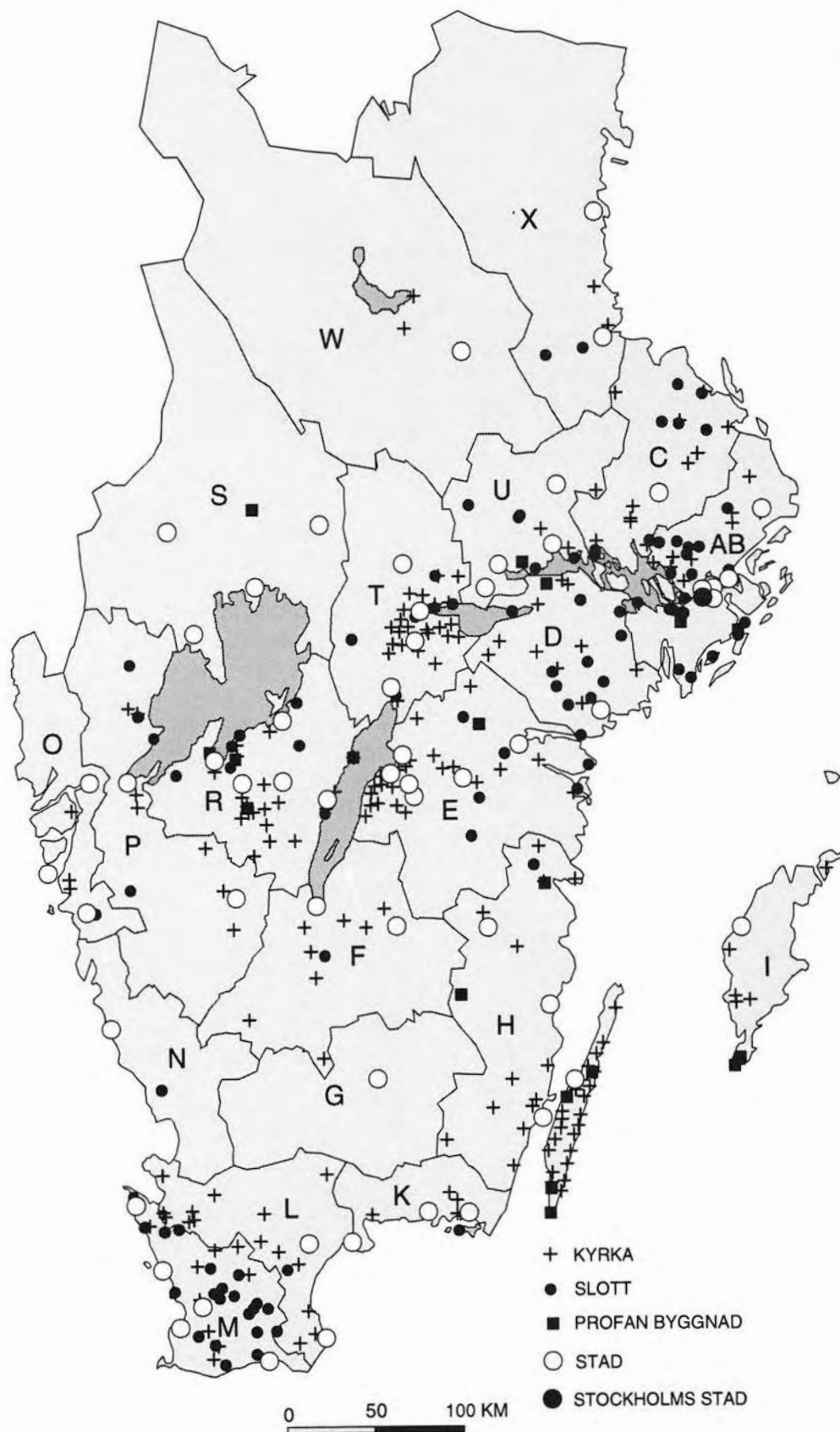
Tabell 17. Antal byggnader med naturstensobjekt från perioden 1750–1860. (Länsbeteckning A representerar Stockholms stad, övriga se figur 1.) K=kyrkor, P=profanhus, S=slott och herrgårdar. *The number of buildings with objects of natural stone from the period 1750–1860. (County symbol A represents the city of Stockholm; for others see figure 1.) Län=County, K=Churches, P=Secular buildings, S=Castles and manors, I städer=In cities.*

Län	K	P	S	Totalt	I städer
A	3	59	2	64	64
AB	16	6	28	50	15
C	12	10	8	30	12
D	10	3	11	24	
E	27	13	6	46	17
F	10	2	1	13	3
G	1	2		3	3
H	38	13	2	53	10
I	5	6		11	3
K	7	10	3	20	11
L	15	5	2	22	6
M	12	10	20	42	11
N			2	2	1
O	10	10	2	22	18
P	6	3	4	13	3
R	22	10	7	39	8
S		5		5	4
T	24	9	6	39	10
U	3	6	6	15	6
W	3	1		4	2
X	7	1	2	10	4
Y		2		2	2
Z	1			1	
Totalt	232	186	112	530	213

45. Dessutom har det skett en förändring i den geografiska fördelningen. Kalmar län har efter Stockholm flest byggnader medan Södermanlands län har fått färre och bytt plats med Malmöhus län. Ännu fler kyrkor, har fått stendetaljer på bekostnad av slott och herrgårdar. Fler län har fått profanhus, vilket hör samman med att det nu är allt fler städer som är representerade. Stockholm svarar nu endast för 12% av samtliga byggnader.

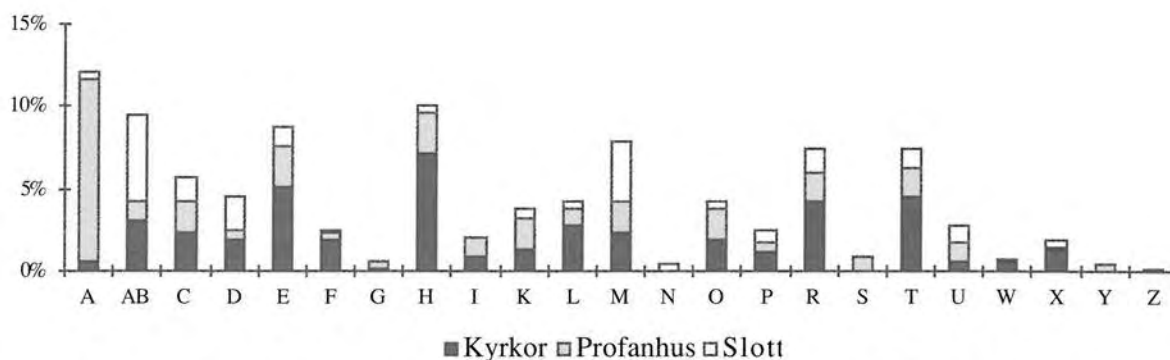
Någon större kronologisk förändring av det totala antalet byggnader med natursten är inte synlig under den aktuella perioden. Däremot finns det vissa regionala skillnader.

Även under 1700-talets andra hälft fortsatte adeln att bygga slott och herrgårdar samt gravkor på kyrkorna. I Stockholm fortsatte byggandet av Kungliga Slottet. Slottsarkitekterna från Stockholm reste runt i landet och ritade nya bostäder till adeln. Som exempel kan nämnas Carl Härlemans slott i



Figur 44. Geografisk fördelning av registrerade byggnader med naturstensobjekt från 1750–1860.  
 Geographical distribution of registered buildings with objects dated to 1750–1860.  
 Kyrka=Church, Slott=Castle, Profan byggnad=Secular building, Stad=Town.





Figur 45. Byggnader med naturstensobjekt från perioden 1750–1860; procentuell fördelning av byggnadsgrupper länsvis. (Länsbeteckning A representerar Stockholms stad, övriga se figur 1.)

*Buildings with objects of natural stone from the period 1750–1860; percentage of building categories countywise. (County symbol A represents the city of Stockholm; for others see figure 1.) Kyrkor=Churches, Profanus=Secular buildings, Slott=Castles and manors.*

Övedskloster, Malmöhus län, se figur 42. Andra slott och herrgårdar med rik stendekor är Drottningholm som byggdes om av Hårleman liksom Erstaviks herrgård i Stockholms län, Thorönsbergs herrgård i Östergötlands län samt ombyggnaden av Fiholm i Västmanlands län. Fästnings- och kasernbyggnaden fortsatte i några städer, framför allt Karlskrona, men även Kristianstad och Marstrand kan nämnas. I städerna byggdes många nya administrationsbyggnader som rådhus och länsresidens med stendetaljer, t.ex. rådhusen i Falun, Sala, Gävle och länsresidenset i Härnösand. I Göteborg grundades Ostindiska kompaniet, som lät bygga ett stort kontorshus mitt i staden. I Stockholm kan offentliga byggnader som Börshuset (1778) och Nationalmuseum (1850-tal) nämnas.

Under 1800-talets första hälft upphörde i stort sett byggandet med natursten i Stockholm; endast sex byggnader med stendetaljer från perioden har registrerats. Bland dessa kan nämnas Nationalmuseum, vars byggnadsledare armékaptenen Johan af Kleen, hade lärt sig att hantera kalksten vid byggandet av Karlsborgs fästning i Skaraborgs län, se figur 43. Även om många städer är representerade i inventeringen är antalet byggnader mycket begränsat. Till skillnad från Stockholm finner man dock en viss ökning under 1800-talets början i de flesta städerna. Mera allmännyttiga byggnader blir vanligare, som skolor, fattighus och fängelser. Exempel på några är Carolina Rediviva i Uppsala, Rudbeckianska skolan i Västerås, cellfängelserna i Karlskrona och Växjö samt Frimurarlogen och Chalmerska huset i Göteborg.

Kyrkobyggandet innebar nya kyrkor, främst i Kalmar län. I Östergötlands län finns också många kyrkor med stendetaljer från perioden, de flesta tillhör ombyggnader. Även andra områden fick nya kyrkor (jfr Kyrkobyggnader 1760–1860, del 1 och 2), men det är främst i dessa två län stenen har använts som dekorativa element, dock i ringa omfattning. Här finns också lättillgänglig kalksten, vilket kan vara en förklaring till varför just dessa områden dominerar i antalet registrerade kyrkor. I Kalmar län ligger t.ex. de flesta kyrkorna med stendetaljer från perioden på Öland, se figur 44.

Det byggdes inte längre så många nya slott och herrgårdar under 1800-talets början, däremot genomgick många omfattande ombyggnader. Ett nytt intresse för den medeltida byggnadstraditionen väcktes till liv vilket tydligast kom till uttryck i ombyggnader av slott och kyrkor. Periodens slutskede förebådar en ny inriktning på byggandet, framför allt nya byggherrar och nya användare.

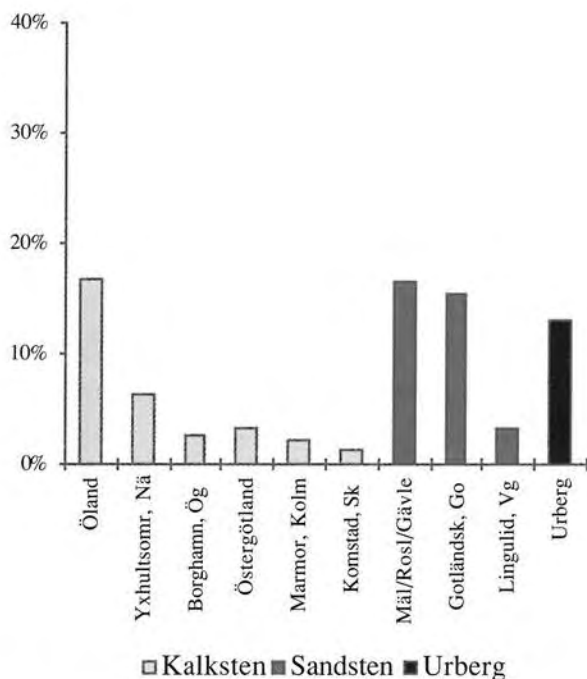
### Byggnadssten

Nya bergartstyper har tillkommit under perioden: skiffer, kalksten från Billingen, sandsten från England, Orsasandsten och Älvdalskvarnsit från Dalarna. Andra har återkommit efter ett uppehåll: Brunflokalksten från Jämtland och Nordvästskånsk sandsten från Skåne. Alla finns dock endast i enstaka objekt i regel lokalt, tabell 18. Den engelska sandstenen förekommer endast i Göteborg.

Öländsk kalksten, Målar/Roslags/Gävle-sandsten och gotländsk sandsten är de mest använda bergarterna liksom under föregående

Tabell 18. Använda bergarter under perioden 1750–1860. (Länsbeteckning A representerar Stockholms stad, övriga se figur 1.)  
 Rock types used in the period 1750–1860. (County symbol A represents the city of Stockholm; for others see figure 1.) Län=County;  
 Bergart=Rock, Benämning=Rock types; Akuta skador=acute damage; Annan=Other rock, Kalksten=Limestone, Sandsten=Sandstone,  
 Urberg=Crystalline basement; Obestämd=Unclassified, Skiffer=Schist, Täljsten=Soapstone, Marmor=Marble.

BERGART	BENÄMNING	LÄN																				Totalt	Akuta skador				
		A	AB	C	D	E	F	G	H	I	K	L	M	N	O	P	R	S	T	U	W			X	Y	Z	
Annan	Obestämd	25	2		1							1							1						30	3	
	Skiffer	1													2	4									7		
	Täljsten			1																					1		
Kalksten	Billingen, Vg					9	4										1		1						2	1	
	Borghamn, Ög	4															12								29	17	
	Brunflo, Jä		2																					1	3	1	
	Gotland	6	2			1			7			1		1					1						19	6	
	Ignaberga, Sk	1	1			2		2			2	1								1					10		
	Kinnekuile, Vg	1		3										1	14	13	25	1	1		1				59	18	
	Komstad, Sk										8	6													14	4	
	Marmor, annan	3	6					1																	10	3	
	Marmor, Eke. Nä		1																						1		
	Marmor, Kolm	6		1	10	5	1		1																24	3	
	Marmor, Sö				3																				3		
	Marmor, Vatth. Up			1																					1		
	Obestämd	2	9	2	12	11	3		7		9	8	7			2	8	2	3	1	2				88	33	
Västergötland																14								14	8		
Yxhultsomr, Nä	3	2	2	6	3	1					1								49					67	36		
Öland	13	31	10	5		3		80		29	2	3												180	51		
Östergötland					35																			35	9		
Sandsten	Annan									2															2	1	
	England														6										6	6	
	Gotländsk, Go	48	38	16	12	8	1		2	5	2	4	10		3				6	7		2	2		166	87	
	Höör, Sk	1											12												13		
	Kalmarsund, Sm								2																2		
	Lingulid, Nä																		16						16	6	
	Lingulid, Vg														11		24								35	17	
	Lingulid, Ög					1																			1		
	Mäl/Rosl/Gävle	53	64	20	9	6			1						1						14		10		178	22	
	NV skånsk, Sk											1	8												9	7	
	Obestämd		2	1	1							2	2												10	2	
	Orsa, Dr																					1				1	
	Tyskland												6													6	3
Vättern	1	2	2		2	8																		19	2		
Älvdalen, Dr														1							1	1			2		
Öved, Sk											2	11												13	10		
Urberg		20	26	18	5	10	6	1	3		7	1	2	1	11	3	4	3	10	4	3	3			141	5	
Totalt		188	188	77	63	94	27	4	95	12	50	30	71	2	50	22	90	6	90	32	6	17	2	1	1217		
Akuta skador		35	50	20	29	16	3		21	4	9	18	32	1	26	4	43	3	39	2	1	4		1		361	

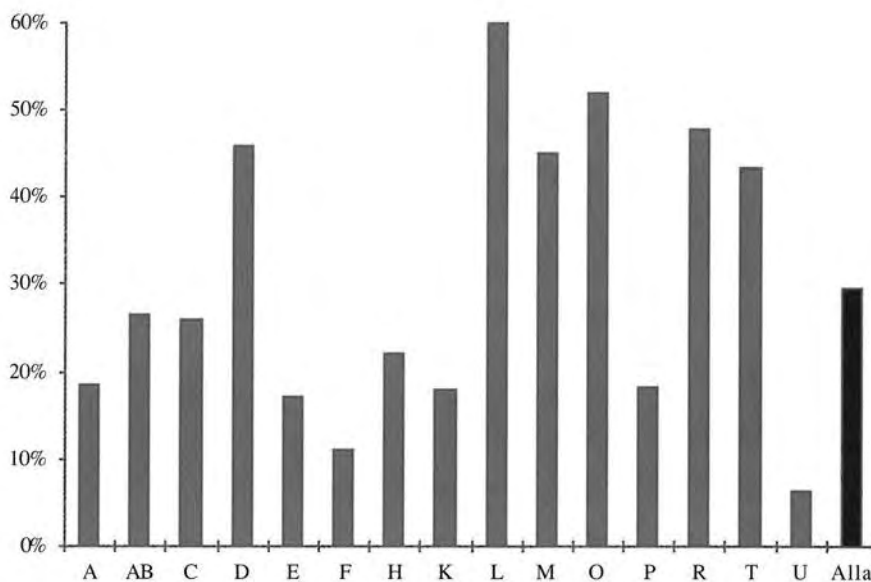


Figur 46. Procentuell fördelning av bergarter i objekt använda under perioden 1750–1860. Endast bergarter med fler än 20 objekt visas.

*Percentage of rock types (>20 objects) used in the period 1750–1860. Kalksten=Limestone, Sandsten=Sandstone, Urberg=Crystalline basement.*

de period, figur 46, även om de procentuellt sett inte är lika dominerande, jfr figur 39, s. 51. Urbergsmaterial förekommer i nästan lika stor utsträckning. Fortfarande är den gotländska sandstenen mest spridd och finns nu i 16 län, nordligast i Västernorrlands län, se tabell 18. Mälars/Roslags/Gävlesandstenen har spritt sig till Blekinge i söder och den öländska kalkstenen finns nu även i Malmöhus län. Den omfattande brytningen av Borghamns-kalksten till Göta kanal framgår inte här, eftersom detta byggnadsverk inte ingår i inventeringen. Däremot användes kalksten på 1840-talet i stor omfattning till byggandet av Karlsborgs fästning på andra sidan Vättern i Skaraborgs län, se figur 43, s. 54. Då hade också staten återtagit ägandet från Götakanal-företaget (Ringbom 1987, s. 29). Även gotländsk kalksten, Ignabergakalksten från Skåne, Kinnekullekalksten från Västergötland, Kolmårdsmarmor, Yxhultskalksten från Närke och Vätternsandsten har fått större spridning än tidigare. Samtliga finns företrädda i Mälaramrådet.

Mot slutet av perioden började även urbergsmaterialet användas i större omfattning och finns i stora delar av landet. I Bohuslän startade Carl August Kullgren 1842 en av de



Figur 47. Akut skadade objekt från 1750–1860. Procentuell fördelning länsvis (>20 objekt). (Länsbeteckning A representerar Stockholms stad, övriga se figur 1.)

*Percentage of acute damage countywise to objects from the period 1750–1860 (>20 objects). (County symbol A represents the city of Stockholm; for others see figure 1.)*

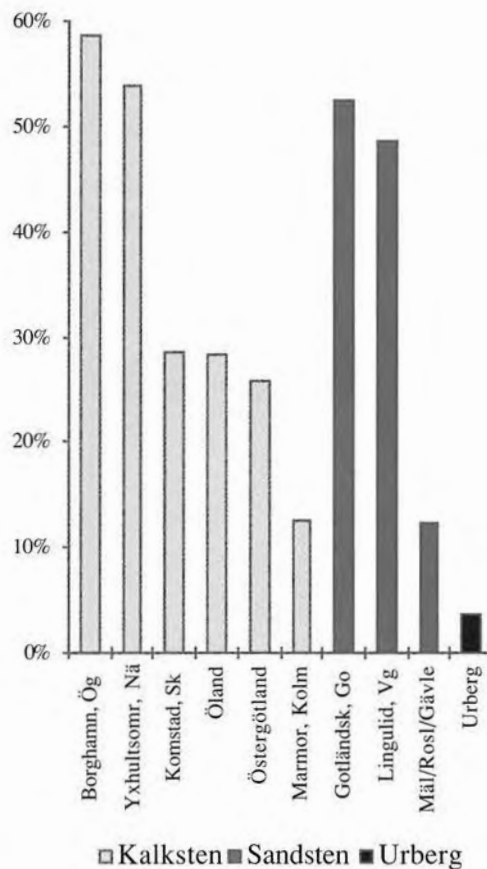
största stenfirmorna i Sverige genom brytning av granit på Malmön utanför Lysekil. Stenen bröts främst för export till Tyskland, där ett omfattande byggande samt utvidgning av hamnarna var på gång. Stenen kom så småningom att användas i stor skala även till byggnader, av vilka Carlstens fästning i Marstrand är ett tidigt exempel. Även graniten i Blekinge blev attraktiv för de nordtyska hamnprojekten där "Bauinspektor" F. H. Wolff, fick tillstånd att bryta sten från 1853. Han importerade ny teknik och även utbildad arbetskraft, bl.a. hundra bayerska stenhuggare som bosatte sig med sina familjer i Blekinge. Stenen exporterades mest som gatsten (Ringbom 1987, s. 28 ff.). Granit hade dock redan tidigare brutits för kronans byggnader, men endast som tuktad sten (Frykman 1969, s. 48).

Sand- och kalkstenen målades, men kunde ibland få framträda i sin ursprungliga färg, som Övedssandstenen på Övedskloster, se figur 42, s. 53. Den röda sandstenen, som var mode i Frankrike, eftersträvades även här (Edenheim 1994, s. 100). Ett exempel på hur stenen kunde behandlas 1789 visar anvisningarna till Sophia Albertinas palats (sedermera Arvfurstens palats och nuvarande Utrikesdepartementet) i Stockholm: "alt af sten 4 gånger med ljus oljefärg struken" (ATA). Här framgår också att engelskt bly användes för att gjuta fast järnkrampor i sockelstenarna. Något senare, 1831, behandlades sandstenen på samma byggnad med oljedränkning tre gånger samt oljemålning 5 à 6 gånger "allt efter behof med aldeles enahanda färger som å Operahusets Pelare, listverk och Soubasement är anbragte" (Överintendentämbetets handlingar, Riksarkivet).

### Skador

Ytterligare en svag minskning av antalet akut skadade objekt kan skönjas – 30% av samtliga objekt från perioden har pågående vitt-ringsskador, figur 47. Kristianstads län toppar nu skadefrekvensen med 60% akut skadade objekt. Övriga län med förhållandevis hög skadeprocent är Göteborgs och Bohus län (52%), Skaraborgs (48%), Södermanlands (46%), Malmöhus (45%) och Örebro län (43%).

Den skånska Övedssandstenen har störst andel akut skadade objekt, 10 av 13 liksom kalkstenen från Västergötland, 8 av 14, se tabell 18. Övriga bergarter som är represente-



Figur 48. Bergarternas skadefrekvens. Procentuell fördelning av akuta skador på bergart med minst 20 objekt använd under perioden 1750–1860.

*Percentage of acute damage to different rock types (>20 objects) from the period 1750–1860. Kalksten=Limestone, Sandsten=Sandstone, Urberg=Crystalline basement.*

rade i fler objekt där omkring hälften har akuta skador är Borghamnskalksten, Yxhultskalksten, gotländsk sandsten och Lingulidsandsten från Västergötland, figur 48.

Den akut skadade naturstenen finns framför allt på kyrkor, tabell 19. Flest skadade kyrkor finns i Skaraborgs och Örebro län. Skadade profanhus dominerar i Stockholms stad medan Malmöhus län har flest slott med akuta skador.

Tabell 19. Antal byggnader med akut skadade objekt från perioden 1750–1860. (Länsbeteckning A representerar Stockholms stad, övriga se figur 1.) K=kyrkor, P=profanhus, S=slott och herrgårdar.

*The number of buildings with acutely damaged objects from the period 1750–1860. (County symbol A represents the city of Stockholm; for others see figure 1.) Län=County, K=Churches, P=Secular buildings, S=Castles and manors.*

Län	K	P	S	Totalt
A	1	16	1	18
AB	5	2	6	13
C	4	1	3	8
D	3		4	7
E	6	3		9
F	2			2
H	7	3	1	11
I	1	2		3
K		3		3
L	7	4	1	12
M	4	5	11	20
N			1	1
O	5	8	1	14
P	1	1	1	3
R	11	7	2	20
S		2		2
T	12	5	3	20
U			1	1
W	1			1
X	2	1		3
Z	1			1
Totalt	73	63	36	172

## Perioden 1860–1910

Industrialismens stora förändringar återverkade även på utnyttjandet av naturstenen. August Wilhelm Hoffstedt vid Sveriges Geologiska Undersökning (SGU), framhöll de nya möjligheter en förändring av verktyg, maskiner och arbetsmetoder kunde innebära för stenhandeln. Han startade *Teknisk Tidskrift* 1872, där han bl.a. presenterade maskiner för stembearbetning från världsutställningen i Philadelphia 1876. I Bohuslän ersattes den manuella granithantering av nya maskiner mot slutet av 1880-talet hos stenfirman C. A. Kullgrens Enka och i Yxhult utvecklades en industriell hantering av kalksten 1879, Yxhults Stenhuggeri Aktiebolag (Ringbom 1987, s. 30 f.; Yxhult 1963).

Med järnvägarnas utbyggnad under 1850–1860-talen förenklades stentransporterna. Även Göta kanal fick stor betydelse för frakt av sten. I städerna byggdes mer än någonsin



Figur 49. Sundsvalls sparbank, Sundsvall, byggd 1891–92. Fasad och portal av Yxhultskalksten från Närke samt mindre detaljer av gotländsk sandsten. Foto 1966 av P. Lindgren, Sundsvalls museum.

*Sundsvall Sparbank, Sundsvall, built in 1891–92. Façade and portal of Yxhult limestone and some details of Gotland sandstone.*

och även i områden där träbebyggelse dominerade byggde man åtminstone något stenhus med naturstensdetaljer.

Tidens arkitekturideal förändrades. Nu ville man på nytt återuppta de gamla medeltidsstilarna. Många medeltidsbyggnader restaurerades, bl.a. domkyrkor, där man inte bara ville efterhära stilen utan också byggnadstekniken och stenhantverket. Ruiner återskapades, ja, t.o.m. konstruerades, i romantikens anda. För att skaffa sig kunskap om det medeltida byggandet skickades restaureringsarkitekter utomlands för att hämta kunskap. Så sändes t.ex. Helgo Zettervall ut på en långvarig resa, som bekostades av Lunds domkyrka, innan han påbörjade domkyrkans ombyggnad – vilken arkitekt får en sådan möjlighet idag (Zettervall 1806–1901)?

Mot slutet av 1800-talet, då de stora förändringarna i städerna ägde rum, blev fasadernas utformning det väsentligaste, figur 49. Städerna, som ofta fick nya stadsplaner, blev i ännu högre grad än tidigare hela arkitektoniska skapelser. Paris stora förändring blev en viktig inspirationskälla också för de svenska stadsplanerarna och arkitekterna, bl.a.



Figur 50. Skånebanken i Stockholm uppförd 1897–1900 av Övedssandsten, ritad av arkitekt G. Wickman. Observera figurer med häradsdräkter, skulpterade av Christian Ericsson. Ytan på de grovt huggna kvadrarna är delvis bortvittrad. Foto B. A. Lundberg 1996.  
*Skånebanken in Stockholm of Öved sandstone, built in 1897–1900 and designed by the architect G. Wickman. Notice the figures in local attire, sculpted by Christian Ericsson. The surface of the coarsely cut ashlars is partly delaminated.*

efterbildades esplanadsystemet med paradbyggnader. Arkitekturteoretiska diskussioner fördes i tidskrifter och tidningar och arkitektävlingar utlystes och debatterades.

Det äkta byggnadsmaterialet, dvs. naturstenen, eftersträvades. Samarbeta mellan geologer, ingenjörer och arkitekter utvecklades. Geologerna vid SGU intresserade sig särskilt för att finna lämplig svensk byggnadssten. Nya stenbrott togs upp och gamla utvidgades. Regionala samband mellan sten och arkitektur förespråkades av bl.a. arkitekt Gustaf Wickman, som använde den skånska Övedssandstenen i Skånebanken, figur 50, och Ekebergsmarmor från Närke i Örebro Enskilda Bank, båda i Stockholm. Den regionala byggnadsstenen fann också sina förespråkare bland geologer, särskilt Hjalmar Lundbohm, som blev inspirerad av den brittiska byggnadstraditionen (Ringbom 1987, s. 57). Från sekelskiftet kom graniten i allt

större omfattning att ersätta sand- och kalkstenen, se figur 54, s. 67. Den industriella utvecklingen tillät massproduktion av den hårda stenen, som också bättre motstod den ökande luftföroreningen (Ringbom 1987, s. 52). Arkitekten Gustaf Sjöberg beklagade t.ex. att Nationalmuseum inte hade byggts av granit i stället för kalksten, som redan 1886 hade börja vittra – tjugo år efter det att byggnaden var färdig (Ringbom 1987, s. 53). Till stor del kom impulserna till granitarkitekturen från Skottland, främst Aberdeen. Hit åkte både arkitekter och geologer på studieresor, vilka bl.a. resulterade i Lundbohms artikel *Skotska byggnadssätt för naturlig sten* (Lundbohm 1891).

Tekniska handböcker beskrev alltmer ingående stenhantverket, vilket kan följas i de olika utgåvorna av E. E. von Rothstein, *Handledning i Allmänna byggnadsläran* (Rothstein 1865, 1875, 1890).

## Byggnader

Till denna period, som endast omfattar 50 år, hör nästan 40% av alla byggnader med stendetaljer, totalt 2051 byggnader. Den största förändringen av kartbilden visar de allt fler städerna, figur 51. Alla län är nu representerade. Norrbottens, Västerbottens, Kronobergs och Gotlands län har mindre än 10 byggnader, tabell 20. På Gotland, som levererar sten till övriga landet, skedde aldrig någon större industrialisering (Jonsson m.fl. 1987, s. 7 ff.). Det ända sedan medeltiden avstannade stenybyggandet återupptogs endast i ett fåtal byggnader, t.ex. fyren på Stora Karlsö. Av samtliga byggnader som fått stendetaljer under perioden är 85% profanhus varav 37% ligger i Stockholm, som har återtagit sin ledande roll. Flertalet profanhus finns i städerna, men en del finns även i mindre tätorter, ofta järnvägsorter samt kraftanläggningar och andra industribyggnader på landsbygden. Kyrkorna utgör endast 12%, men har totalt sett ökat, 247 stycken, medan slott och herrgårdar i långt mindre utsträckning är representerade. Endast 3% av alla byggnaderna, dvs. 52 stycken, är slott och herrgårdar. Totalt ligger 1762 byggnader, dvs. 86% av samtliga med sten från perioden, i städerna.

Förutom Stockholm etablerades Göteborg, Malmö och Norrköping som de stora industristäderna. Det är också i dessa län naturstensbyggnaderna dominerar, figur 52. Även i Skaraborgs och Örebro län har många byggnader fått natursten i fasaderna. Bland de första byggnaderna som får rikstensutsmyckning i städerna är bankerna, se figur 49 och 50. I stort sett har alla städer minst en bank med stendetaljer. Skolor, brandstationer, stadshotell, apotek, saluhallar, post, elverk och nya rådhus är några av de offentliga byggnader som representerar staden. Nya orter får stadsrättigheter, andra blir kvar som tätorter. Hallsberg, i Örebro län, får alla de stadsindikerande byggnaderna och blir en viktig järnvägsknut men dock aldrig stad.

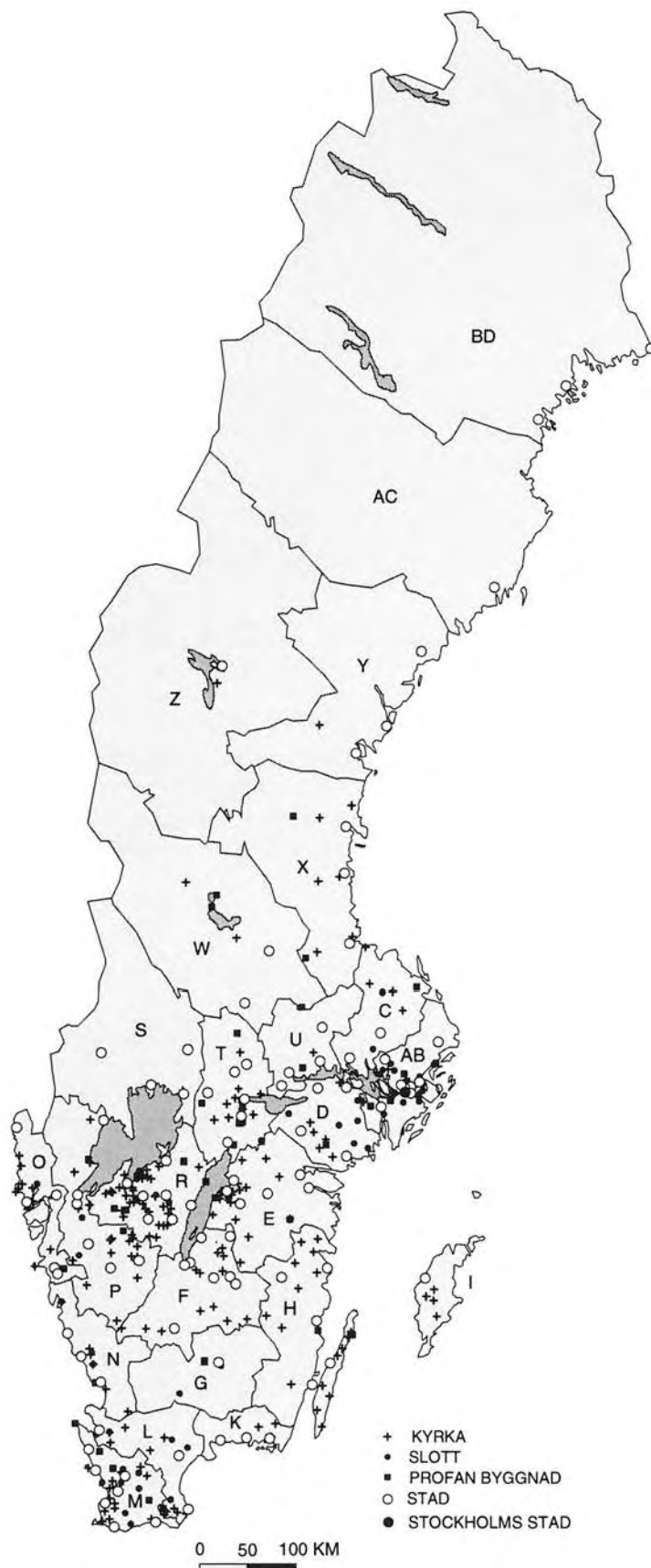
Många lantkyrkor utvidgades och flera medeltidskyrkor revs. Även många kyrkor nybyggdes och flera uppfördes av natursten, framför allt i norra Bohuslän, där arkitekten Adrian Peterson ritade flera nya granitkyrkor. Graniten hämtades dock inte från de stora industriella stenbrotten utan bröts och bearbetades lokalt (Ringbom 1987, s. 191 f.). I övrigt var det vanligare med putsade fasader eller tegel. Naturstenen förbehölls portaler, inskriftstavlor, fönsterbänkar och socklar.

I Tjolöholm i norra Halland byggde den skotske redaren James Dickson ett privatpalats inspirerad av den skotska granitarkitekturen och ritat av Lars I. Wahlman. I övrigt var det endast ett fåtal slott och herrgårdar som nybyggdes med naturstensdetaljer. Där emot byggdes många om och försågs liksom kyrkorna med nya portaler, fönsteromfattningar och inskrifts- eller vapentavlor i natursten.

Nu blev det också vanligt med hela fasader i natursten, som kunde ta sig olika uttryck. Den rustikt huggna kvaderstenen uppträder såväl i granitarkitekturen som i kalkstens- och sandstensbyggnader, se figur 50. Men också slåthuggen kvader förekommer, ibland med dekorativa detaljer som i det från spansk gotik inspirerade Holmbergsska huset i Lund, ritat av Nils Arwidius. I Stockholm

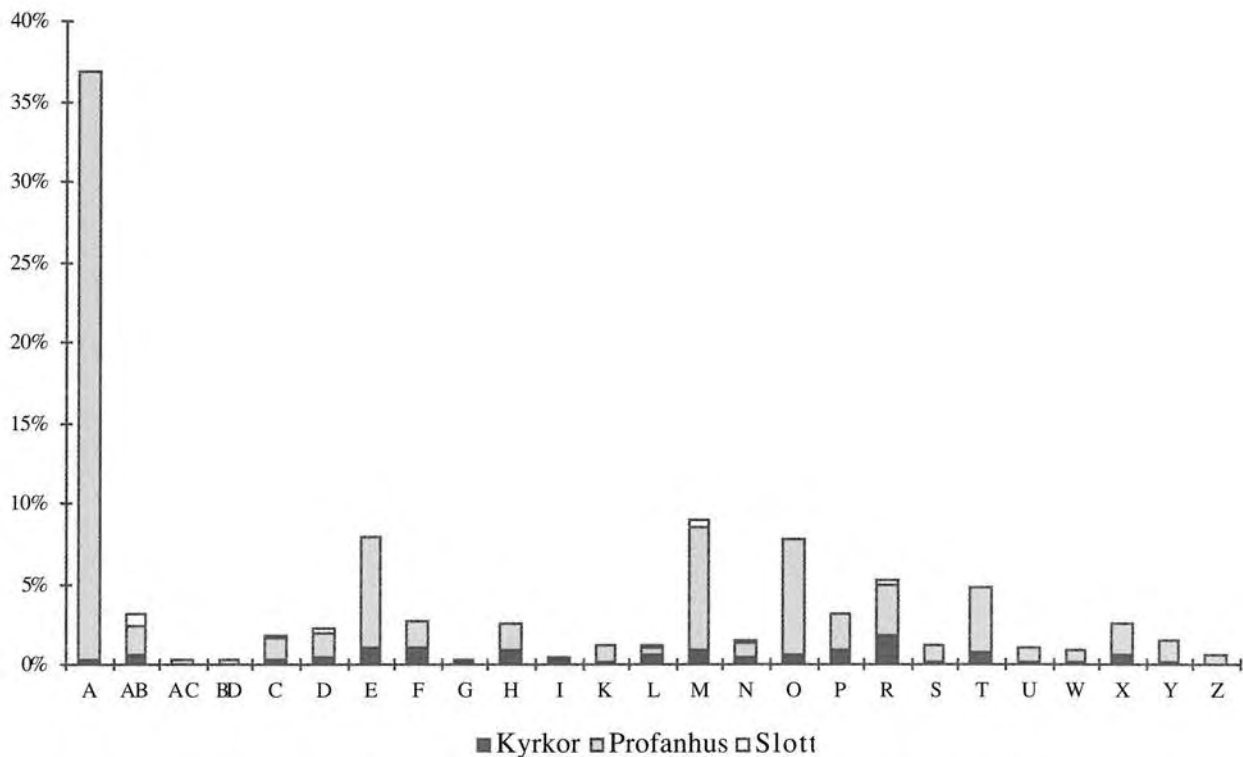
Tabell 20. Antal byggnader med naturstensobjekt från perioden 1860–1910. (Länsbeteckning A representerar Stockholms stad, övriga se figur 1.) K=kyrkor, P=profanhus, S=slott och herrgårdar. *The number of buildings with objects of natural stone from the period 1860–1910. (County symbol A represents the city of Stockholm; for others see figure 1.) Län=County, K=Churches, P=Secular buildings, S=Castles and manors, I städer=In cities.*

Län	K	P	S	Totalt	I städer
A	7	749		756	756
AB	11	39	14	64	41
AC		7		7	7
BD		6		6	6
C	5	29	2	36	29
D	8	31	6	45	32
E	22	140		162	141
F	20	36		56	40
G		4	2	6	2
H	19	34		53	33
I	5	4		9	5
K	4	19	1	24	20
L	11	10	5	26	9
M	17	158	8	183	157
N	9	20	3	32	22
O	13	147	1	161	148
P	19	44	2	65	45
R	38	62	6	106	58
S	2	21		23	22
T	15	82	2	99	74
U	4	17		21	19
W	4	13		17	12
X	11	42		53	45
Y	2	28		30	29
Z	1	10		11	10
Totalt	247	1752	52	2051	1762



Figur 51. Geografisk fördelning av registrerade byggnader med naturstensobjekt från 1860–1910.  
*Geographical distribution of registered buildings with objects dated to 1860–1910.*  
*Kyrka=Church, Slott=Castle, Profan byggnad=Secular building, Stad=Town.*





Figur 52. Byggnader med naturstensobjekt från perioden 1860–1910; procentuell fördelning av byggnadsgrupper länsvis. (Länsbeteckning A representerar Stockholms stad, övriga se figur 1.)

*Buildings with objects of natural stone from the period 1860–1910; percentage of building categories countywise. (County symbol A represents the city of Stockholm; for others see figure 1.) Kyrkor=Churches, Profanus=Secular buildings, Slott=Castles and manors.*

byggdes många av de stora monumentalbyggnaderna helt och hållet i natursten, t.ex. Nordiska museet (I. G. Clason 1892–1907), Operan (Axel Anderberg 1891–98), Riksdagshuset och Riksbanken (Aron Andersson 1894–1906) samt Dramaten (Fredrik Liljekvist 1901). Naturstenen användes särskilt som rustikt huggen kvader i bottenvåningarnas fasader men var även vanlig i omfattningar runt fönster och portaler liksom lister, socklar och friser. Vissa byggnader försågs dessutom med reliefer och skulpturer formgivna av konstnärer som t.ex. Skånebankens figurer av skulptören Christian Ericsson, se figur 50, s. 61.

### Byggnadssten

Även om brytningen koncentrerades till vissa stenbrott finns det lika många bergartstyper som tidigare, vilket delvis kan bero på behovet av att exponera det regionala byggnadsmaterialet, tabell 21. Mest företrätt är nu urbergsmaterial, i regel granit, som också finns i samtliga län utom Gotlands och repre-

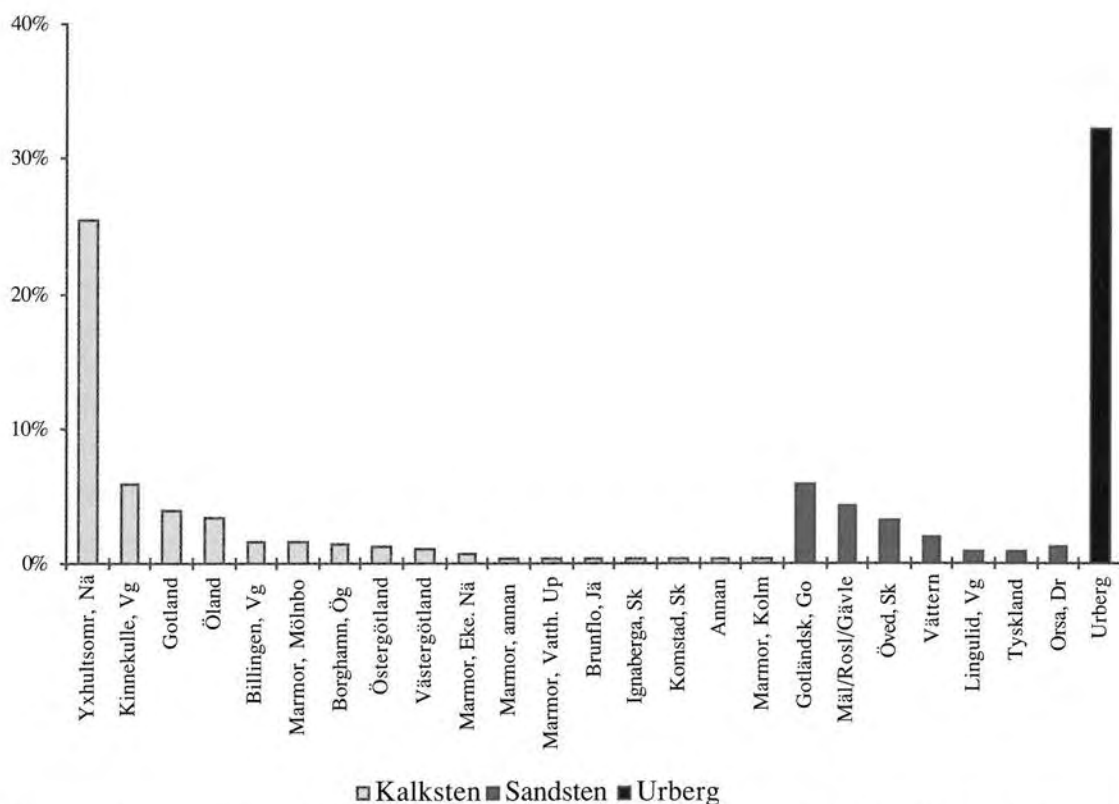
senteras i 31% av samtliga objekt, figur 53. Av övriga bergarter dominerar Yxhultskalksten med 24% som endast saknas på Gotland och i Skaraborgs län. Alla övriga bergarter finns i mindre än 10% av samtliga objekt. Den gotländska sandstenen förekommer nu i alla län utom Värmlands och Norrbottens län. Mer än hälften av alla objekt av gotländsk sandsten finns dock i Stockholm. Övriga mera spridda bergarter är kalksten från Billingen och Kinnekulle i Västergötland samt från Öland liksom sandsten från Vätternområdet och Övedssandsten från Skåne. Målar/Roslags/Gävlesandsten har framför allt använts i många Stockholmsbyggnader. I Stockholmsområdet blev marmor nu mera vanlig och en ny typ, Mölnbomarmor, dyker upp. Till samma område importerades en del sandstensdetaljer från England och Skottland medan tysk sandsten blev tämligen flitigt använd i Skåne.

Flera bergarter som även tidigare utnyttjats som byggnadssten fick nu en renässans. Tidigare nedlagda stenbrott eller nya i angränsande områden togs upp. Ny brytnings-

Tabell 21. Använda bergarter under perioden 1860–1910. (Länsbeteckning A representerar Stockholms stad, övriga se figur 1.)

Rock types used in the period 1860–1910. (County symbol A represents the city of Stockholm; for others see figure 1.) Län=County; Bergart=Rock, Benämning=Rock types; Akuta skador=acute damage; Annan=Other rock, Kalksten=Limestone, Sandsten=Sandstone, Urberg=Crystalline basement; Obestämd=Unclassified, Skiffer=Schist, Täljsten=Soapstone, Marmor=Marble.

BERGART	BENÄMNING	LÄN																								Totalt	Akuta skador		
		A	AB	AC	BD	C	D	E	F	G	H	I	K	L	M	N	O	P	R	S	T	U	W	X	Y			Z	
Annan	Obestämd	10																									11		
	Skiffer	1						1										1									3		
	Täljsten	4												1			1									3		9	2
Kalksten	Annan	11	1				1																				17	5	
	Billingen, Vg	20	1														3	1									104	46	
	Borghamn, Ög								43	42							10	11		45		1		1			93	40	
	Brunflo, Jä	1	1						1														1		2	16	22	10	
	Gotland	185	10			3	1	3	1		1	12		2	11	1	12									4	246	48	
	Ignaberga, Sk	14	3					1	1				1	1												1	22	2	
	Kinnekulle, Vg	138				2	2										99	49	65	11	5					1	374	184	
	Komstad, Sk								1					12	6												19	12	
	Marmor, annan	13	4						3					1	3	1	1								1		28	4	
	Marmor, Eke. Nä	35	1										1				1										42	4	
	Marmor, Kolm	4	1				1	5	4			1															17	2	
	Marmor, Mölnbo	77	8			2	3	4									2							1			97	11	
	Marmor, Vatth. Up	25																									25		
	Obestämd	32	6			3	18	37	20	6	12		5	6	15	4	29	14	14	1	1	1			2	8	234	93	
	Västergötland							2									14	11	40								67	31	
Yxhultsomr, Nä	940	29	6	1	23	54	133	27	3	9		13	1	36	2	40	16			8	162	38	2	26	44	1614	652		
Öland	126	8		3	1	1						6		4	7	1							4			215	59		
Östergötland							76									4			1							81	26		
Sandsten	England	5																								5	2		
	Gotländsk, Go	223	24	3		16	21	15	2	1	24	1	4	2	5	1	1	3	5			4	1	1	6	9	2	374	163
	Hardeberga, Skåne													2													2		
	Höör, Sk													3	15												18	2	
	Lingulid, Nä	9					1																		1		17	7	
	Lingulid, Vg																4	4	43	2					5		53	22	
	Mäl/Rosl/Gävle	216	15			2		2							1									3	38		277	25	
	NV skånsk, Sk														1												1	1	
	Obestämd	10	2			1		1	2					1	9				1			1				2	30	3	
	Orsa, Dr	65			3																					6	4	83	11
	Skottland	8	3																									11	2
	Tyskland														3	53												56	18
Vättern	74	7			2		9	12	4	1				7					1			1			1	120	14		
Älvdalen, Dr		1																									6		
Öved, Sk	106	12			4		4						6		58	4	2					2	4			202	76		
Urberg	946	95	6	3	25	35	145	56	5	42		24	11	99	55	178	95	55	28	17	16	25	48	30	3	2042	79		
Totalt	3298	232	15	10	84	138	486	184	19	145	13	60	45	324	75	402	206	278	50	205	62	43	135	106	22	6637			
Akuta skador	555	37	4	1	41	71	114	53	4	48	4	10	14	102	32	195	62	96	25	89	19	5	47	18	10		1656		



Figur 53. Procentuell fördelning av bergarter i objekt använda under perioden 1860–1910. Endast bergarter med fler än 20 objekt visas.  
*Percentage of rock types (>20 objects) used in the period 1860–1910. Kalksten=Limestone, Sandsten=Sandstone, Urberg=Crystalline basement.*

teknik gav också andra möjligheter. Stenbrytningen var inte längre förbehållen de lokala ägarna utan nu kunde andra och större stenfirmor ta över brytning på nya platser. Som exempel kan nämnas Övedssandstenen, som började brytas i regelbundna stenbrott på 1750-talet men fick inte någon större användning än under en kort period kring 1700-talets mitt. Först 1896 öppnades ett nytt stenbrott i Övedsområdet med brytning i gruvgångar. Men även i angränsande områden där stenen gick i dagen tog man upp nya stenbrott. Vid Ringsjön t.ex. bröt ett Göteborgsföretag Övedssandsten i några få år runt sekelskiftet (Sivhed och Erlström 1991, s. 27f.).

För bearbetning av sten i större skala användes ångdrivna sågar och hyvlar. I kalkstensbrottet i Borghamn var två hyvelmaskiner igång dag och natt under sex år för produktion av byggnadssten till Nationalmuseum i Stockholm (Hesselman 1945, s. 56). Tryckluftstekniken underlättade brytningen och i vissa fall även behuggningen av stenen. Men även manuell behuggning var vanlig ända fram till 1950-talet (Johansson 1995). Ytbearbetningen av stenen var i stort sett

densamma som tidigare. Gradhammaren (även kallad krysshammare och stockhammare) var förmodligen det enda nya verktyg som tillkom under perioden. Liknande verktyg kan dock ha använts tidigare. Gradhammaren ägnade sig särskilt väl för behuggning av graniten men användes även på andra bergarter, figur 54. Den stora skillnaden mellan tidigare perioder var snarare att olika tekniker blandades och utnyttjades i dekorativt syfte (jfr Andersson, T. 1993, s. 51). Stenens egen karaktär skulle nu vara synlig. Detta blev ödesdigert för många av de äldre stenornamenten och skulpturerna vars målning avlägsnades.

### Skador

Andelen akut skadade objekt är 25%, dvs. en minskning i förhållande till föregående period, figur 55. Nu har en viss förändring i den geografiska spridningen av skadorna inträffat. Värmlands, Hallands och Jämtlands län sällar sig till de mest skadefrekventa områdena dit fortfarande Södermanlands, Uppsala, Göteborgs och Bohus samt Örebro län hör,

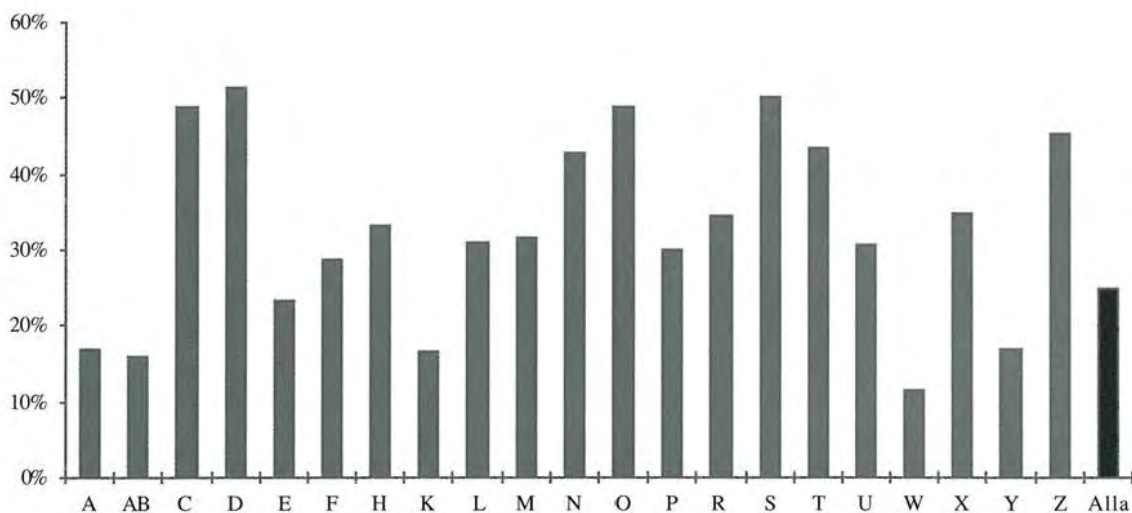


Figur 54. Narvavägen 8, Stockholm, detalj av gradhuggen (krysshamrad) granit med ornament, 1904–09. Foto Bengt A. Lundberg.  
*Narvavägen 8, Stockholm, detail of granite tooled with a bouchard hammer and with carved ornaments, 1904–09.*

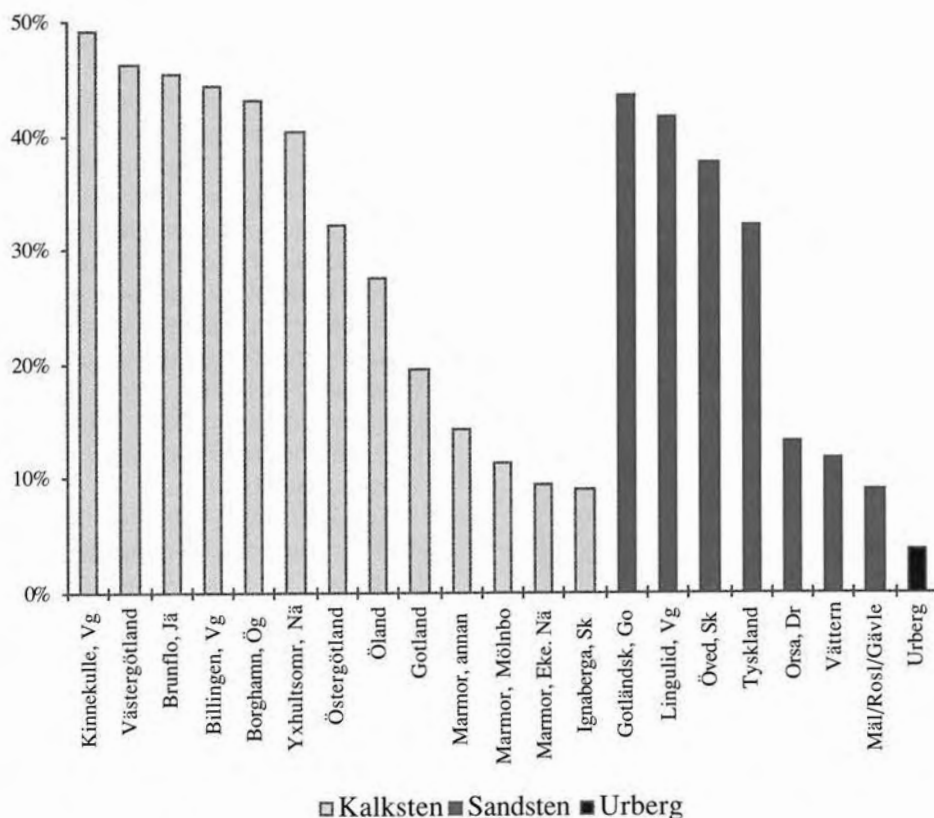
alla med 40–50% akuta skador. Detta visar inte något entydigt samband med storstads-länen, vilket ur luftföroreningssynpunkt kunde ha varit naturligt.

Fler bergartstyper har större procent akuta skador än tidigare, figur 56. Endast Komstads kalkstenen har mer än 50% akut skadade stendetaljer, men förekommer blott i 19 objekt, se tabell 21. De mest skadade stentyperna, Kinnekullekalksten, kalksten Västergötland, Brunflokalksten, Billingenkalksten, Borghamnskalksten och Yxhultskalksten samt gotländsk sandsten och Lingulidsandsten från Västergötland, har en skadefrekvens mellan 40–50%.

De allra flesta byggnader med natursten som har akuta skador är profanhus, tabell 22. Göteborgs och Bohus län har näst efter Stockholms stad flest skadade profanhus. Men även Malmöhus, Östergötlands och Örebro län har många skadade profanhus, vilka företrädesvis ligger i städerna. Skaraborgs län toppar listan på skadade kyrkor.



Figur 55. Akut skadade objekt från 1860–1910. Procentuell fördelning länsvis (>20 objekt). (Länsbeteckning A representerar Stockholms stad, övriga se figur 1.)  
*Percentage of acute damage countywise to objects from the period 1860–1910 (>20 objects). (County symbol A represents the city of Stockholm; for others see figure 1.)*



Figur 56. Bergarternas skadefrekvens. Procentuell fördelning av akuta skador på bergart med minst 20 objekt använd under perioden 1860–1910.

Percentage of acute damage in different rock types (>20 objects) from the period 1860–1910. Kalksten=Limestone, Sandsten=Sandstone; Marmor=Marble, Urberg=Crystalline basement.

Tabell 22. Antal byggnader med akut skadade objekt från perioden 1860–1920. (Länsbeteckning A representerar Stockholms stad, övriga se figur 1.) K=kyrkor, P=profanus, S=slott och herrgårdar.

The number of buildings with active damaged objects from the period 1860–1910. (County symbol A represents the city of Stockholm; for others see figure 1.) Län=County, K=Churches, P=Secular buildings, S=Castles and manors.

Län	K	P	S	Totalt
A	3	305		308
AB	4	13	8	25
AC		2		2
BD		1		1
C	3	22	1	26
D	7	25	4	36
E	5	69		74
F	3	23		26
G		3		3
H	7	24		31
I	1	2		3
K		8		8
L	5	4	2	11
M	9	64	5	78
N	9	10	3	22
O	3	111		114
P	8	22	1	31
R	20	36	4	60
S	1	15		16
T	7	54	1	62
U	2	11		13
W		4		4
X	4	21		25
Y	2	12		14
Z		6		6
Totalt	103	867	29	999



Figur 57. Gas- och elektricitetsverket i Örebro från 1911. Bottenvåningen och omfattningar av Yxhultskalksten. Foto M. Modin Örebro Länsmuseum 1992.  
*The gas and electricity works in Örebro from 1911, partly built of Yxhult limestone.*

### Perioden 1910–1940

I städerna var nu bostadsbyggandet viktigast. Hyreshus byggdes först i städernas centrala delar men mot slutet av perioden i ytterområdena. Banker, skolor, sjukhus, järnvägsstationer, el- och vattenverk samt andra offentliga byggnader blev de monumentala byggnadsverken, figur 57. Men också den rika överklassens storslagna villor i städernas ytterområden kunde få monumental utformning. Kyrkogårdar utvidgades och framför allt i städerna uppfördes gravkapell. På landsbygden byggdes i vissa områden nya kyrkor, ofta som kapell till de gamla sockenkyrkorna. Många slott och herrgårdar restaurerades eller fick nya tillbyggnader. Däremot var det inte så många som nyuppfördes.

Med 1910-talet inträder en ny stenbyggnadsarkitektur där ornamentik och skulpturutsmyckningar alltmer försvinner, figur 58. Strävan efter det äkta materialet kolliderar med tekniska problem. Byggnader helt uppförda av granit visar stora fuktskador. Man förespråkar alltmer naturstenen som beklädnad. Putsarkitekturen får på nytt en renässans och när natursten används behandlas den som släthuggna kvadrar för att uppnå en jämn, lät yta (Ringbom 1987, s. 232 ff.). Dekorationerna kan bestå av mindre figurer med årtal,



Figur 58. Torsgården i Skara, ritad av Ingvar Lindberg med portal från 1911 av Kinnekullekalksten. Foto Ulf Nordh Skaraborgs Länsmuseum 1996.  
*Torsgården, Skara, designed by Ingvar Lindberg with portal from 1911 of Kinnekulle limestone.*

medaljonger och liknande. Efter hand förpassas stenen till skivbeklädnad. Hantverksmässigt huggen sten blir allt sällsyntare under mellankrigstiden för att i det närmaste upphöra under 1940–50-talen.

### Byggnader

Till denna period, som endast omfattar 30 år, hör 1717 byggnader, dvs. flest byggnader per år jämfört med tidigare perioder, tabell 23. Som framgår av kartan är den största förändringen en minskning av antalet byggnader på landsbygden i förhållande till föregående period, figur 59 (jfr figur 51, s. 63). Geografiskt förekommer naturstenen i samma områden som tidigare och fördelningen är i stora drag densamma. Göteborg har dock fått

Tabell 23. Antal byggnader med naturstensobjekt från perioden 1910–1940. (Länsbeteckning A representerar Stockholms stad, övriga se figur 1.) K=kyrkor, P=profanhus, S=slott och herrgårdar. *The number of buildings with objects of natural stone from the period 1910–1940. (County symbol A represents the city of Stockholm; for others see figure 1.) Län=County, K=Churches, P=Secular buildings, S=Castles and manors, I städer=In cities.*

Län	K	P	S	Totalt	I städer
A	5	560		565	565
AB	13	89	11	113	76
AC	3	9		12	11
BD		1		1	1
C	1	43		44	36
D	3	28	3	34	27
E	11	122	4	137	122
F	4	40	2	46	39
G	3	9		12	10
H	4	38	1	43	34
I		4		4	3
K	2	17	1	20	19
L	2	16	1	19	13
M	3	94	5	102	94
N		24		24	23
O	7	158		165	161
P	6	61	2	69	57
R	6	87	9	102	81
S	3	29		32	28
T	4	49	1	54	47
U	2	17	3	22	17
W	2	16		18	16
X	2	43	2	47	35
Y		6		6	6
Z	1	25		26	25
Totalt	87	1585	45	1717	1546

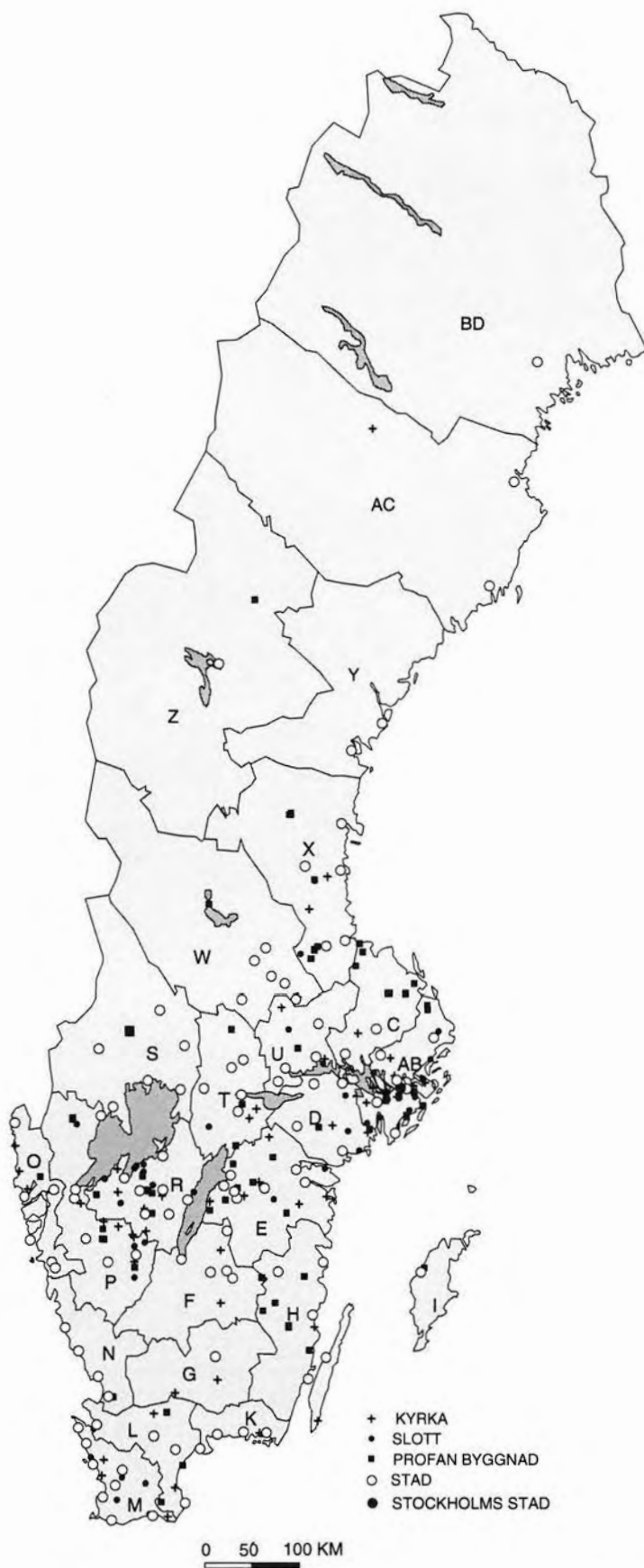
fler byggnader med stendetaljer medan Malmö har gått tillbaka, figur 60. I Malmö användes i högre grad konststen, kanske beroende på närheten till Limhamns cementfabrik. Staden blev dessutom en utpräglad arbetarstad där bostadshusen inte blev så påkostade. I Göteborg härskade nu de stora redarna, som byggde stora kontorshus, t.ex. Transatlantic. Nästan alla svenska städer har någon eller några byggnader med natursten, sammanlagt 99 städer med 1546 byggnader. En del av dessa var nyblivna städer oftast utvecklade vid järnvägsknutar som Eslöv, Nässjö och Katrineholm.

Naturstenen används sparsamt i byggnaderna, vars murar ofta är av oputsat tegel. Socklar och bottenvåningarna är i regel av sten, vanligen av råhuggen kvader och allt oftare av granit. Nya stadshus och rådhus byggdes i flera städer, t.ex. Stockholm, Göteborg, Strömstad och Östersund. Förutom bostadshus, skolor, banker, telegrafstationer och liknande fick också en del av de nya fabriksbyggnaderna stendekorer, t.ex. Gamlestadens fabrik i Göteborg, liksom de första stora varuhusen som Nordiska Kompaniet i Stockholm. I utkanten av städerna byggde den förmögna borgarklassen arkitekturade villor. Som exempel kan nämnas Tillbergskas villan (nu Dansmuseet) vid Djurgårdsbrunnsviken i Stockholm, ritad av Ivar Tengbom. Det nya kyrkobyggandet var i städerna vanligen gravkapell på de utvidgade kyrkogårdarna, som Backens gravkapell i Umeå men också helt nya kyrkobyggnader som stadskyrkan i Skellefteå, vilken försågs med stendetaljer. Även på landsbygden uppfördes en del nya stenkyrkor som i Bohuslän där de expanderande fiskelägena fick nya kyrkor, oftast helt och hållet av granit, exempelvis Havstenssunds kapell.

Slottsbyggandet var nu på nedgång men några nya slott och herrgårdar blev ändå byggda: Nådhammar i Stockholms län, Stjärneborg i Jönköpings län och Bjertorp i Skaraborgs län. I övrigt var det mest ombyggnader av de redan existerande slotten liksom av kyrkorna som innebar tillskott av naturstensdetaljer.

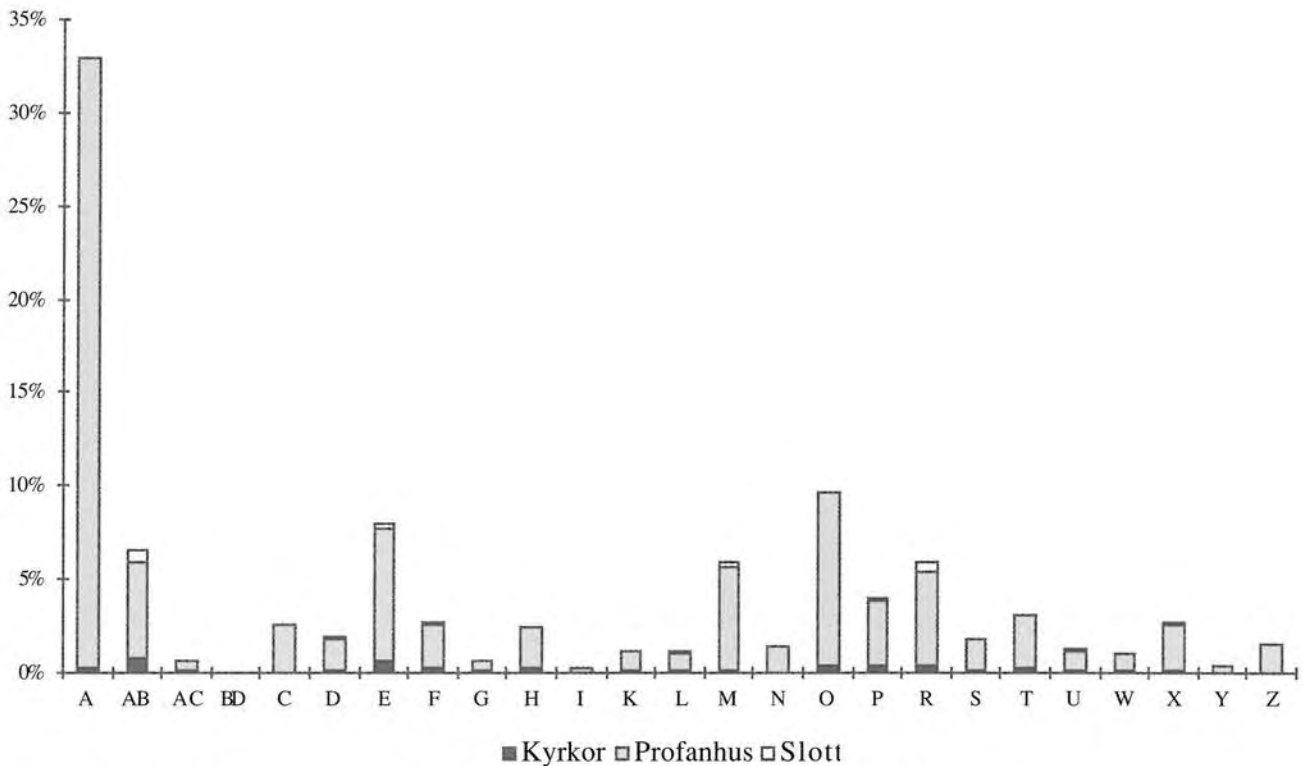
### Byggnadssten

Några av de tidigare använda bergarterna förekommer inte längre i inventeringsmaterialet. Nu finns 27 olika bergarter representerade, tabell 24. Urbergsmaterial har relativt



Figur 59. Geografisk fördelning av registrerade byggnader med naturstensobjekt från 1910–1940.  
 Geographical distribution of registered buildings with objects dated to 1910–1940.  
 Kyrka=Church, Slott=Castle, Profan byggnad=Secular building, Stad=Town.





Figur 60. Byggnader med naturstensobjekt från perioden 1910–1940; procentuell fördelning av byggnadsgrupper länsvis. (Länsbeteckning A representerar Stockholms stad, övriga se figur 1.)

*Buildings with objects of natural stone from the period 1910–1940; percentage of building categories countywise. (County symbol A represents the city of Stockholm; for others see figure 1.) Kyrkor=Churches, Profanus=Secular buildings, Slott=Castles and manors.*

sett ökat och finns nu i drygt 60% av samtliga objekt, figur 61. Ökningen har särskilt skett på bekostnad av sandsten som inte längre finns i så många variationer som tidigare. Av de sedimentära bergarterna är Yxhultskalkstenen mest använd följd av Ignabergakalksten, gotländsk sandsten och Kinnekullekalksten. Utöver urbergsmaterialet är Yxhultskalkstenen mest spridd och finns i nästan hela landet. Den skånska Ignabergakalkstenen finns främst i Stockholms stad och län medan den västgötska Kinnekullekalkstenen är mera lokalt koncentrerad till Göteborgs och Bohus län samt Skaraborgs och Älvsborgs län. De flesta bergarterna är företrädda i Stockholm med undantag för bl.a. kalksten från Billingen i Västergötland och Borghamnskalksten. Av marmorbergarterna har Kolmårdsmarmor ökat i betydelse. Fortfarande importerades en del tysk sandsten till skånska byggnadsdetaljer.

Kalkstenen är nu oftare maskinellt tandhuggen eller slipad, se figur 87, s. 105 (Andersson, T. 1993, s. 53).

### Skador

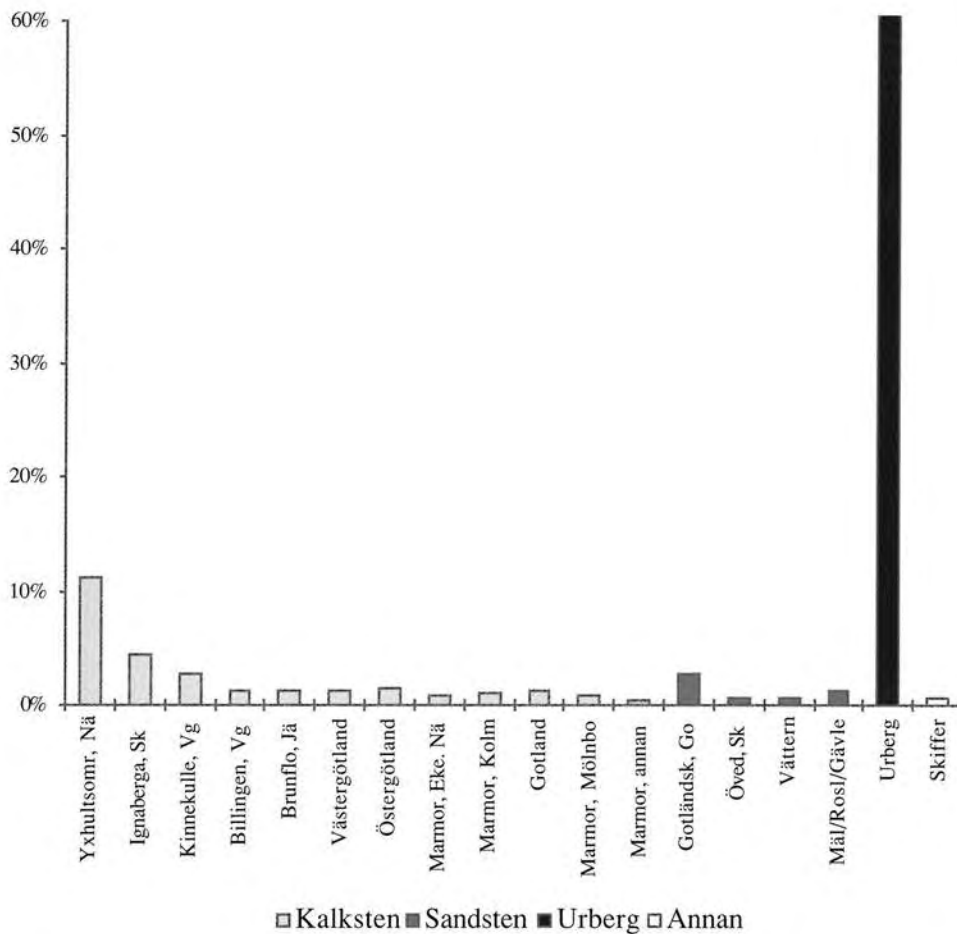
Andelen akuta skador har sjunkit markant till endast 12%, vilket till stor del hör samman med den alltmer använda motståndskraftiga graniten, figur 62. Även om skadefrekvensen generellt är mycket lägre än tidigare har några län större skadefrekvens än andra. Jämtlands län har procentuellt flest akut skadade objekt (46%) därefter kommer Örebro län (36%), Skaraborgs län (33%) och Kristianstads län (31%).

De bergartstyper som tidigare har haft stor andel akuta skador visar inte längre lika omfattande skadefrekvens, figur 63, jfr figur 56, s. 68. Stor procent akuta skador, 40–50%, finns hos Billingenkalksten, Brunflokalksten och kalksten Västergötland. Störst förändring finner man hos den gotländska sandstenen vars andel akut skadade objekt har sjunkit till 28%. Yxhultskalkstenen och Kinnekullekalksten har dock förhållandevis hög skadefrekvens, drygt 35%. Återigen är sambandet mellan bergart och akuta skador i viss mån tydligt – Brunflokalkstenen i Jämtlands

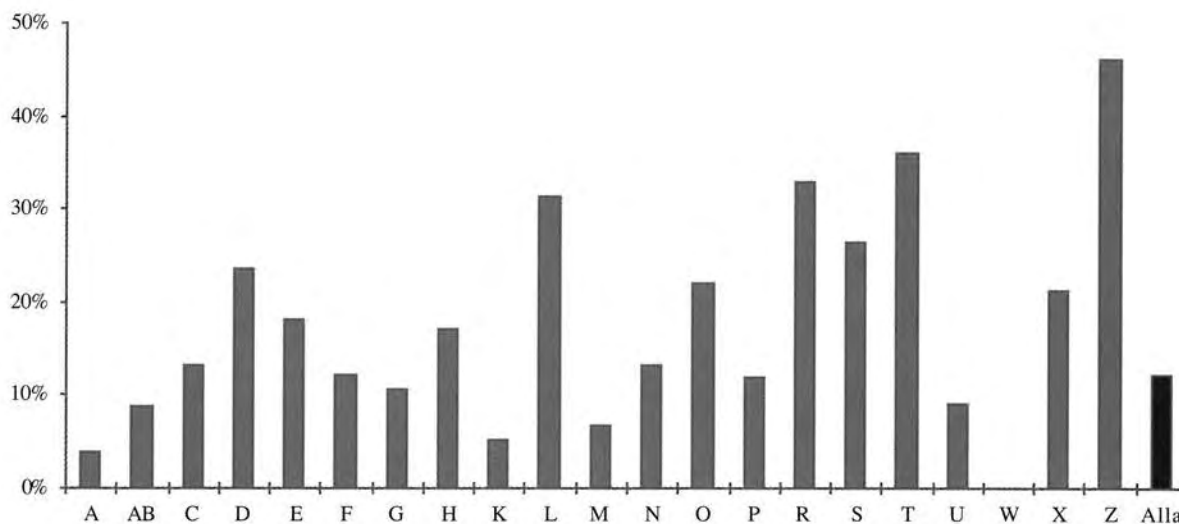
Tabell 24. Använda bergarter under perioden 1910–1940. (Länsbeteckning A representerar Stockholms stad, övriga se figur 1.)

Rock types used in the period 1910–1940. (County symbol A represents the city of Stockholm; for others see figure 1.) Län=County; Bergart=Rock, Benämning=Rock types; Akuta skador=acute damage; Annan=Other rock, Kalksten=Limestone, Sandsten=Sandstone, Urberg=Crystalline basement; Obestämd=Unclassified, Skiffer=Schist, Täljsten=Soapstone, Marmor=Marble.

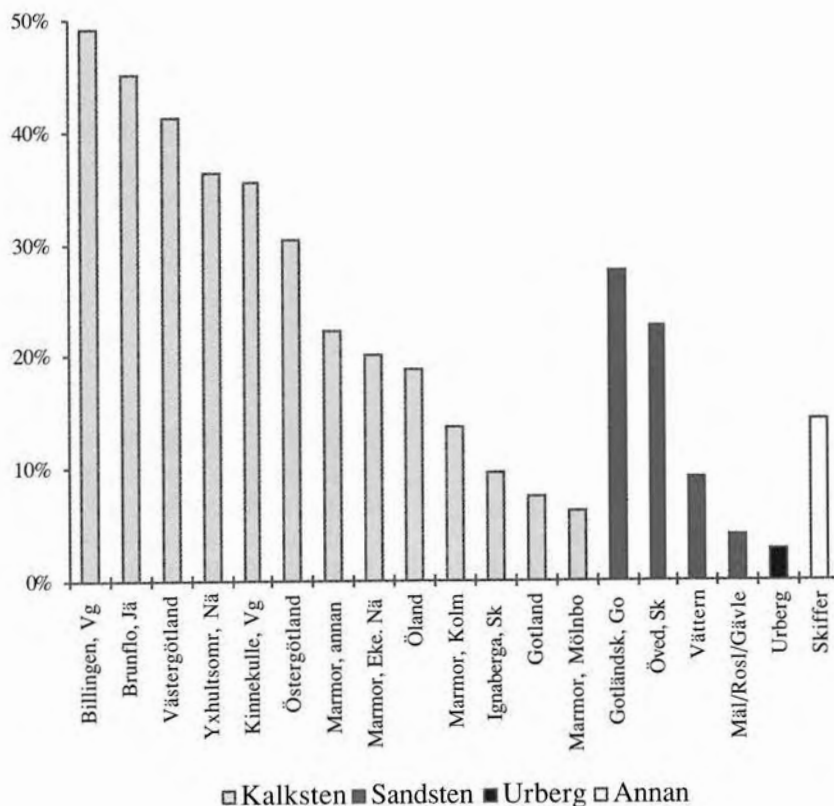
BERGART	BENÄMNING	LÄN																				Totalt	Akuta skador							
		A	AB	AC	BD	C	D	E	F	G	H	I	K	L	M	N	O	P	R	S	T			U	W	X	Y	Z		
Annan	Obestämd	4	4														2			1									11	1
	Skiffer	3				2		3	4							1	1			3					4				21	3
Kalksten	Billingen, Vg								3									8	41				1					53	26	
	Borghamn, Ög							8	1																			9	1	
	Brunflo, Jä	6	3			1	1																2	2	1	35	51	23		
	Gotland	36	2			1	1				6	2	1					2			2						53	4		
	Ignaberga, Sk	141	13			1		3				7		4			1	3				1	1				175	17		
	Kinnekulle, Vg	4					2										35	18	44		1						104	37		
	Komstad, Sk	1											2	6													9	2		
	Marmor, annan	6		1		1	1	1			1			1				1					2				18	4		
	Marmor, Eke. Nä	11	1			1	6	1			1							4			1	1		2		1	30	6		
	Marmor, Kolm	18	1	1		4	4	11								1				1				2		1	44	6		
	Marmor, Mölnbo	27	1			1	2									1											32	2		
	Obestämd	17	3			1	8	20	1		5		3	2	11			2	5	12		1		1		1	93	33		
	Travertin, It																	1						1				2		
	Västergötland																	1	3	42								46	19	
Yxhultsomr, Nä	135	19	2		18	12	95	14	3	3		4	6	4	1	2	5	1	15	65	14	4	15	1		438	159			
Öland	13	8			1	2	1	4	1	43		2		1	1	1					1	1				80	15			
Östergötland				1			55																				56	17		
Sandsten	Gotländsk, Go	71	15			3	3	1	3		7									1	1	2					109	30		
	Hardeberga, Skåne												4														4			
	Höör, Sk													1													1			
	Lingulid, Nä		1									1										5					7			
	Lingulid, Vg																	2									2			
	Mäl/Rosl/Gävle	23	12			1																	2		11	49	2			
	Obestämd	6	3												2				1				1			17	2			
	Orsa, Dr	2								3													1				4	1		
	Tyskland														8												8	3		
	Vättern	5						6	11																		22	2		
Öved, Sk	10	2										5	5													22	5			
Urberg	1221	137	17	1	32	34	121	58	12	39		19	14	106	40	289	98	47	35	26	21	23	43	3	14	2450	66			
Totalt	1760	225	22	1	68	76	326	99	19	99	6	38	35	149	45	340	144	188	57	103	44	37	80	9	50	4020				
Akuta skador	68	20			9	18	59	12	2	17	2	2	11	10	6	75	17	62	15	37	4		17		23		486			



Figur 61. Procentuell fördelning av bergarter i objekt använda under perioden 1910–1940. Endast bergarter med fler än 20 objekt visas.  
*Percentage of rock types (>20 objects) used in the period 1910–1940. Kalksten=Limestone, Sandsten=Sandstone, Urberg=Crystalline basement.*



Figur 62. Akut skadade objekt från 1910–1940. Procentuell fördelning länsvis (>20 objekt). (Länsbeteckning A representerar Stockholms stad, övriga se figur 1.)  
*Percentage of acute damage countywise to objects from the period 1910–1940 (>20 objects). (County symbol A represents the city of Stockholm; for others see figure 1.)*



Figur 63. Bergarternas skadefrekvens. Procentuell fördelning av akuta skador på bergart med minst 20 objekt använd under perioden 1860–1910.

Percentage of acute damage to different rock types (>20 objects) from the period 1860–1910. Kalksten=Limestone, Sandsten=Sandstone, Urberg=Crystalline basement.

län, Yxhultskalkstenen i Örebro län och de lokala kalkstenarna i Västergötland visar allvarliga skador.

I ännu högre grad än tidigare är det profanhusen som dominerar skadebilden, tabell 25. Göteborgs och Bohus län har nu fler skadade profanhus än Stockholm, vilket även Östergötlands län har. Endast ett fåtal kyrkor och slott är representerade.

Tabell 25. Antal byggnader med akut skadade objekt från perioden 1910–1940. (Länsbeteckning A representerar Stockholms stad, övriga se figur 1.) K=kyrkor, P=profanhus, S=slott och herrgårdar.

The number of buildings with acutely damaged objects from the period 1910–1940. (County symbol A represents the city of Stockholm; for others see figure 1.) Län=County, K=Churches, P=Secular buildings, S=Castles and manors.

Län	K	P	S	Totalt
A		45		45
AB	1	11	2	14
C		8		8
D		12	1	13
E		47		47
F		10		10
G		2		2
H		14		14
I		1		1
K		2		2
L	1	6		7
M	1	7	1	9
N		6		6
O		54		54
P	1	9	1	11
R	2	40	2	44
S		10		10
T	2	22		24
U		3	1	4
X		10		10
Z		16		16
Totalt	8	335	8	351

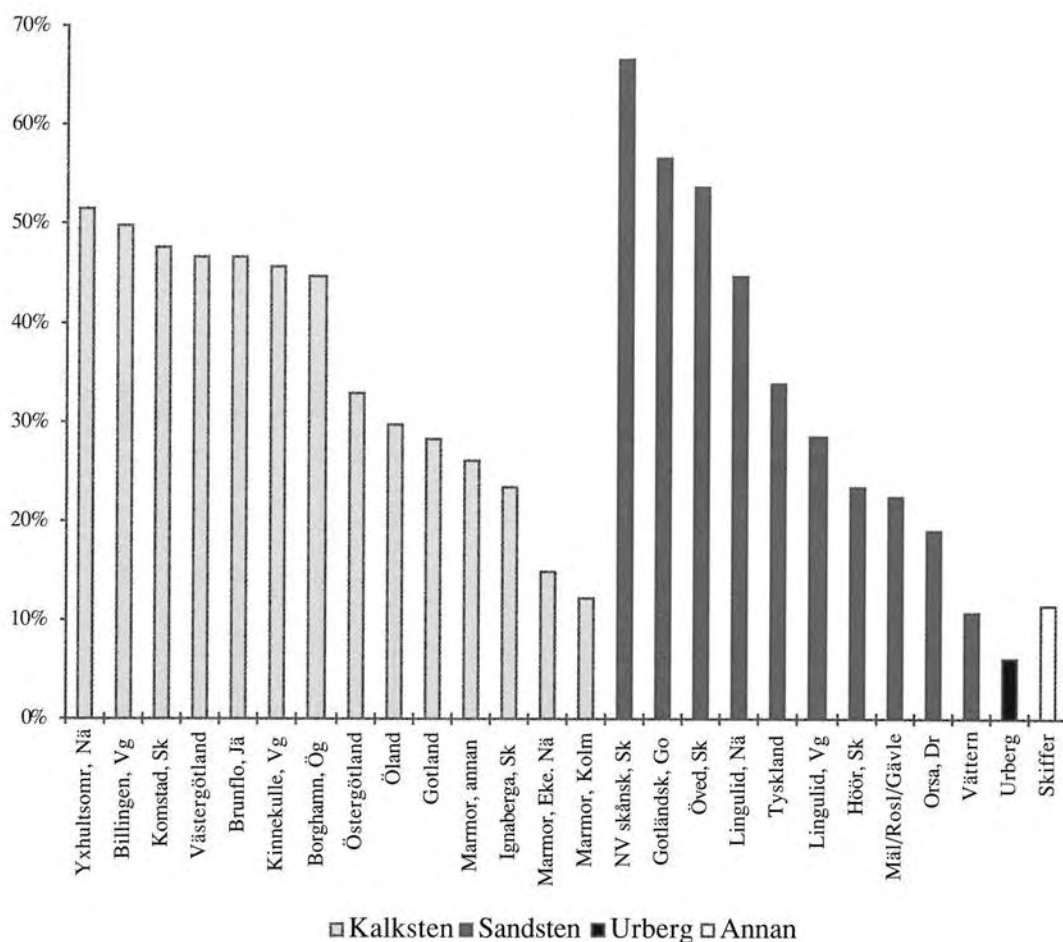
## Skadeförhållanden

Att vissa bergarter är mera vittringskänsliga än andra har stenbyggare förmodligen alltid känt till. Var det en av anledningarna till att man bytte ut känsligare bergarter mot den mera motståndskraftiga när Knut den heliges kyrka i Lund byggdes ut till den nuvarande domkyrkan omkring år 1100? Och vad betydde målningen på den skulpterade stenen? Ännu finns inte någon systematisk undersökning av målning på natursten. Fram till 1700-talet målades den skulpterade stenen i flera färger, något som kan ses som ett rent dekorativt och estetiskt uttryck. Men färgen kanske också gav ett visst skydd. Under 1700-talet tycks polykromin alltmer ersättas av gråa färgtoner, dvs. stenens egen färg – ett till synes onödigt arbete om inte färgen var till för att skydda den vittringskänsliga got-

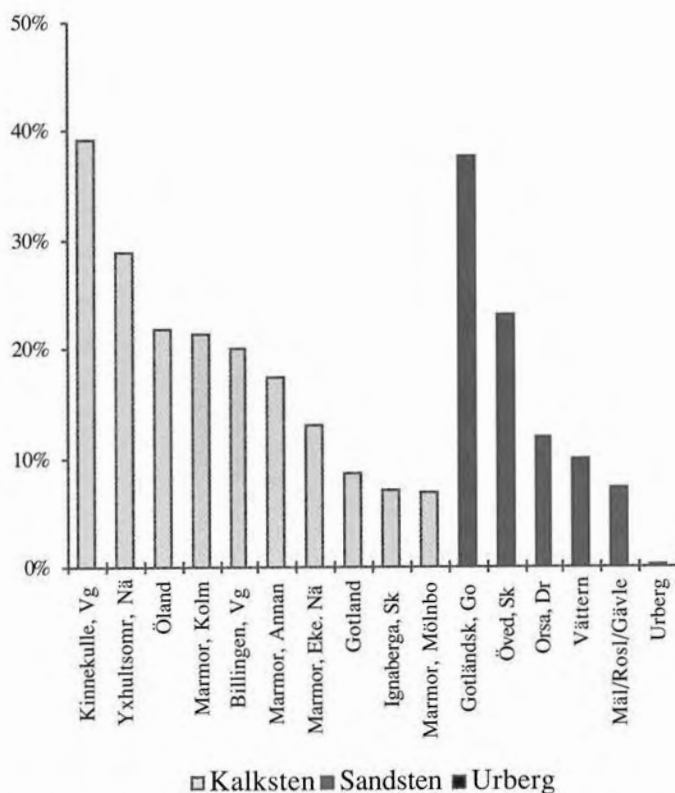
ländska sandstenen? När man på nytt efter ett uppehåll började använda natursten i byggnader i riklig omfattning vid sekelskiftet 1900 målades den inte längre – det äkta materialet skulle synas. Man blev dock även då medveten om sand- och kalkstenarnas vittringskänslighet. Granit användes t.ex. ofta i sockelpartier och efter hand blev den det vanligaste stenmaterialet.

### Skador – bergart

Man kan inte generellt påstå att kalksten är mera vittringsbenägen än sandsten utan det varierar för varje enskild bergartstyp. Inventeringsresultatet visar t.ex. att de mest känsliga stentyperna är Nordvästskånsk sandsten, gotländsk sandsten och Övedssandsten följt av Yxhultskalksten, figur 64. (I redovisningen av skadade objekt har materialet från Stock-



Figur 64. Akuta skador i procent (>20 objekt) på samtliga bergarter. (Stockholms stad ingår ej.)  
 Percentages of all rock types with acute damage (>20 objects). (The city of Stockholm excluded.)  
 Kalksten=Limestone, Sandsten=Sandstone, Urberg=Crystalline basement, Annan=Other rock type (shist).

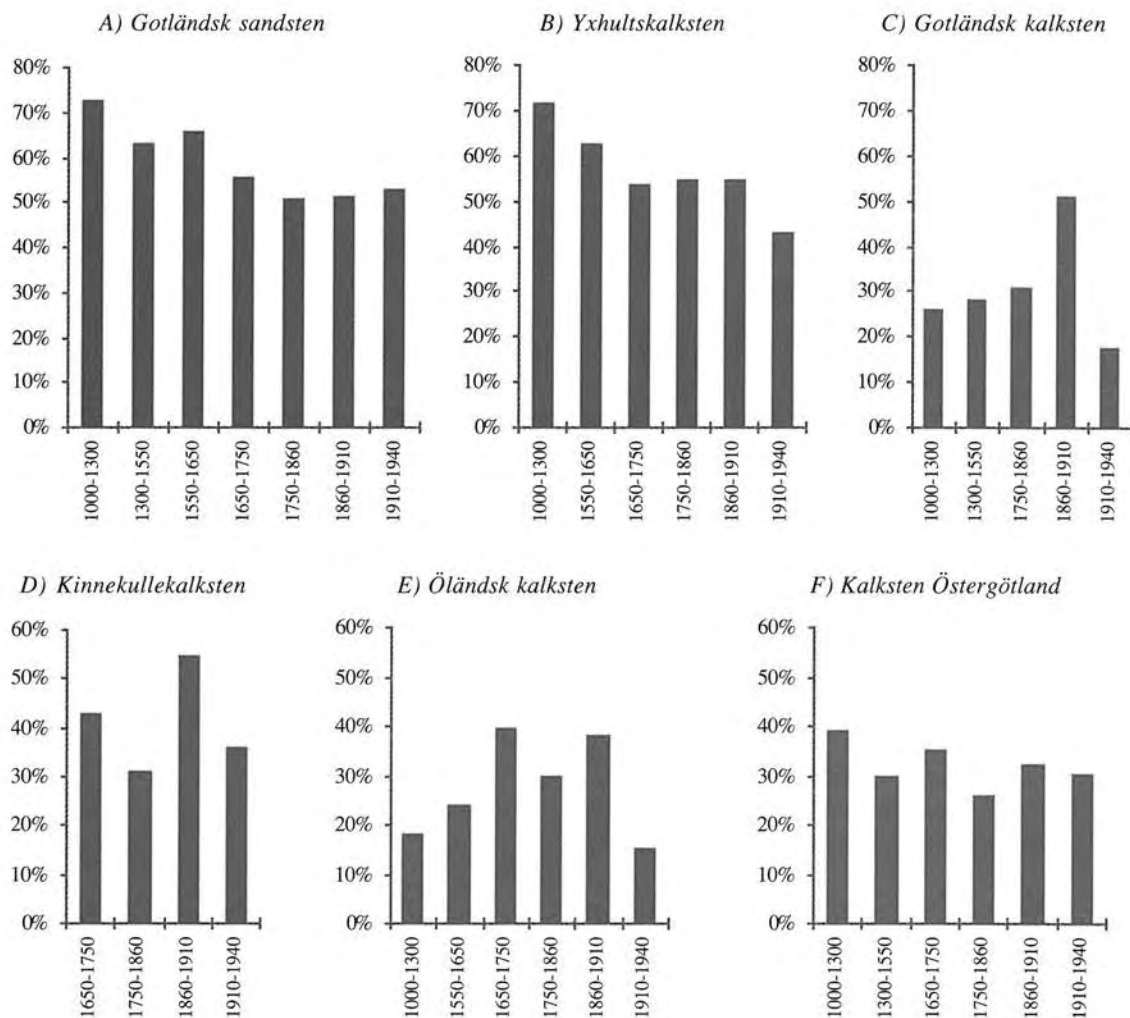


Figur 65. Akuta skador i procent (>20 objekt) på bergarter i Stockholms stad.  
 Percentages of rock types with acute damage (>20 objects) in the city of Stockholm. Kalksten=Limestone, Sandsten=Sandstone, Urberg=Crystalline basement.

holms stad tagits bort eftersom skadebedömningen inte är helt jämförbar med övriga landets, se Inledning s. 11). Mer än hälften av byggnads- och ornamentstenen av dessa bergarter har aktivt pågående vittring. De stentyper som har mellan 40 och 50% akuta skador är främst olika kalkstenar: Billingenkalksten, Komstadskalksten, kalksten Västergötland, Brunflokalksten, Kinnekullekalksten, Borghamnskalksten samt Lingulidsandsten från Närke. De sand- och kalkstenar som är mest motståndskraftiga (dvs. har mindre än 20% akut skadade objekt), är Ekebergsmarmor, Kolmårdsmarmor, Orsandsandsten och Vätternsandsten. Allra bäst har urbergsmaterial, i regel granit, klarat sig med bara 7% akut skadade objekt. Vid jämförelse med resultatet från Stockholm finner man här en generellt lägre skadefrekvens. Mellan bergarterna är förhållandet i stora drag detsamma, figur 65. Stockholmsmaterialen är även på annat sätt inte jämförbart med helhetsbilden över landet. De flesta byggnadsdetaljerna är från sekelskiftet och samtliga ligger i mera luftföroreningsutsatt stadsmiljö.

### Skador – ålder

Det är rimligt att anta att de äldre stenobjekten, som längre varit utsatta för klimat och luftföroreningar, är mera skadade än de yngre. Eftersom endast några bergarter har använts under hela perioden i sådan omfattning att det finns tillräckligt statistiskt underlag (minst 20 objekt) är detta en osäkerhetsfaktor. Andra bergarter förekommer rikligt endast i några perioder. Vid jämförelse av skadefrekvensen per tidsperiod för sex olika bergarter: gotländsk sandsten, Yxhultskalksten, gotländsk kalksten, Kinnekullekalksten, öländsk kalksten och kalksten Östergötland, figur 66 A–F, ser man endast ett tydligt samband mellan skador och ålder för de två förstnämnda bergarterna. Här kan dock andra faktorer störa bilden. De äldre stenarna, åtminstone de skulpterade, har sannolikt varit målade. Så länge färgen underhölls har den troligen skyddat stenen. När man senare tog bort färg från stensulpturer kan själva borttagningen bidragit till skador. Likaså kan den förändrade behuggningstekniken ha haft viss betydelse för skadebilden. Och inte minst – valet av stenen i stenbrottet – hur noggrann



Figur 66. Skadefrekvens av olika bergartstyper i förhållande till objektens ålder. (Stockholms stad ingår ej.)  
*Damage frequency of different rock types related to the ages of the objects. (The city of Stockholm excluded.)*  
 A) Gotland sandstone, B) Yxhult limestone, C) Gotland limestone, D) Kinnekulle limestone, E) Öland limestone, F) Östergötland limestone.

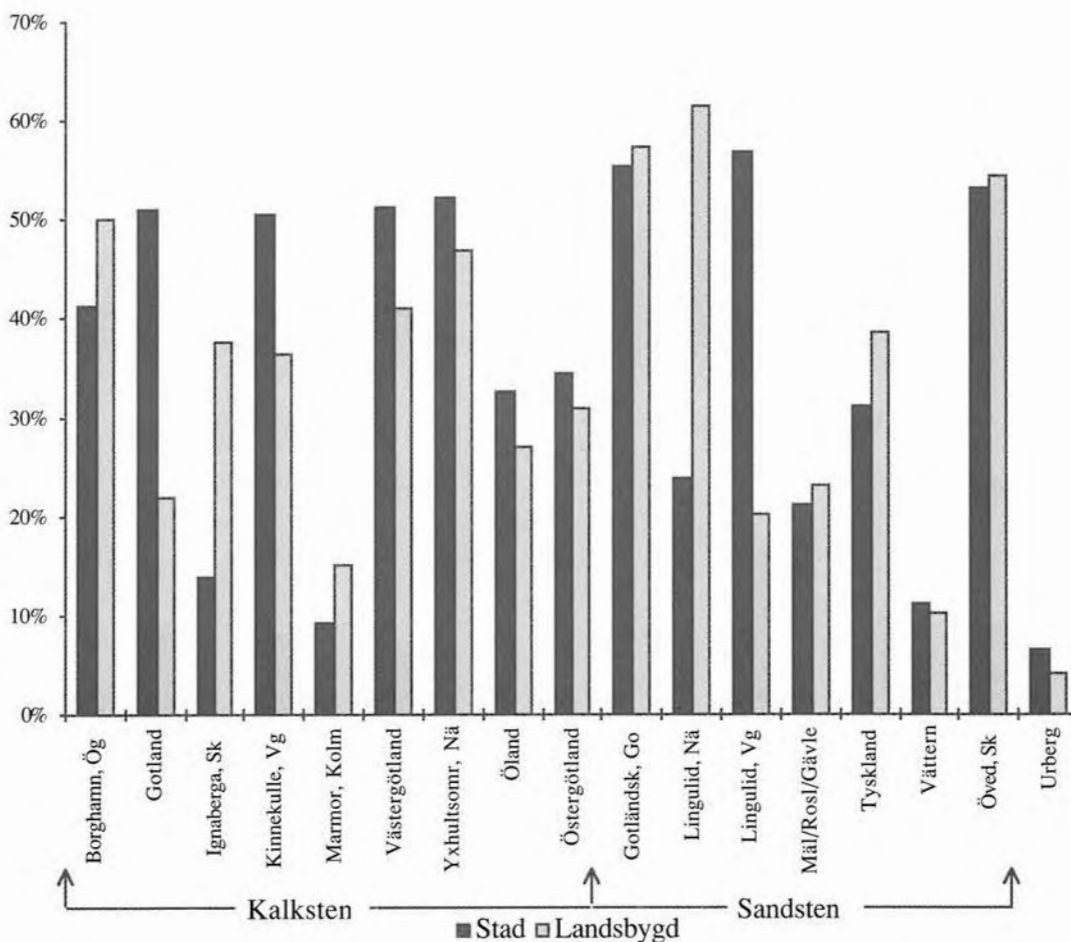
var man? Det finns anledning att misstänka att man under vissa perioder var mindre nogräknad än under andra och likaså att vissa byggnader inte gavs samma noggranna urval av sten. Som exempel kan nämnas Fuglie kyrka i Malmöhus län. Vid sekelskiftet var man angelägen om att riva den gamla medeltidskyrkan och ersätta den med den ny. 1901 beslöt man att sätta igång eftersom byggnadsmaterialet just då var billigt. Redan efter ett par år började både teglet i väggarna och den nya portalen av Övedssandsten att vittra sönder (Frostin 1959). Valet av lämpligaste sten kan också bero på tillgången till, dvs. ägandet av, den bästa stenen. Hörsandstens kvalitet varierar t.ex. avsevärt i sten-

brotten. Vid byggandet av Lunds domkyrka på 1100-talet valdes en förhållandevis jämn och tät sten medan den samtida kyrkan i Vä till stora delar har fått nöja sig med en grövre och mera vittringsbenägen Hörsandsten (Sundnér m.fl. 1990). Utöver stenen i sig själv och dess ålder kan även hanteringen av stenen vara avgörande för skadebilden. Bland annat har tidigare underhåll och åtgärder varit viktiga faktorer, något som vi inte har någon större kunskap om (jfr kapitlet Skador och orsaker).

## Skador – stad/landsbygd

I städerna har sedan industrialismen luftutsläpp förorenat miljön. Många byggnader blev svarta av smuts. Men smutsen fäste olika på olika sten. På grund av sina granitbyggnader beskrevs 1872 Aberdeen i Skottland som en av de renaste och fräschaste städerna i Storbritannien (Ringbom 1987, s. 56). Höörsandstenen i Lunds domkyrka var svart redan 1809 då man började renhugga vissa partier innan man insåg att det var meningslöst eftersom stenen svartnade omedelbart igen (Brunius 1854, s. 408). De mest skadade stendetaljerna borde därför finnas i stadsmiljö. Resultatet av inventeringen visar dock inte ett sådant entydigt samband, även om man jämför de olika bergarterna individuellt, figur 67.

Visa bergarter är t.o.m. bättre bevarade i städerna än på landsbygden, t.ex. Lingulidsandsten från Närke, Borghamnskalksten, Ignabergakalksten, Kolmårdsmarmor och tysk sandsten. Andra visar ingen påtaglig skillnad, t.ex. gotländsk sandsten, Övedssandsten, Mälars/Roslags/Gävlesandsten och Vätternsandsten. Största skillnaderna finner man hos Lingulidsandsten från Närke med närmare 40% fler akut skadade objekt på landsbygden än i städerna samt hos Lingulidsandsten från Västergötland och gotländsk kalksten som har 30–40% fler akut skadade objekt i städerna än på landsbygden. Denna jämförelse tar dock inte hänsyn till stendetaljernas ålder, vilket också bör ingå i bedömningen.



Figur 67. Jämförelse mellan akut skadade objekt på olika bergarter på landsbygden och i städerna (>20 objekt; Stockholms stad ingår ej.)

Comparison of acute damage to different rock types in urban and rural areas (>20 objects; the city of Stockholm excluded.) Kalksten=Limestone, Sandsten=Sandstone; Urberg=Crystalline basement; Landsbygd=Rural area, Städer=Urban area.



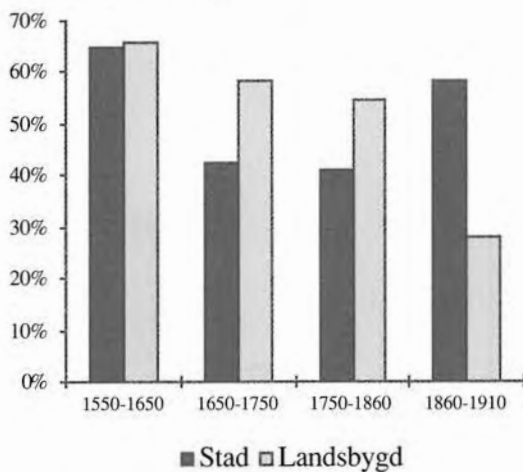
## Skador – bergart – ålder – stad/landsbygd

För att få en mera nyanserad bild vid jämförelse av skadorna mellan stad och landsbygd måste man jämföra samma bergart av samma ålder, figur 68 A–D. Eftersom de flesta bergarterna endast är representerade i vissa perioder i båda miljöerna kan inte alla perioder jämföras. Den gotländska sandstenen, figur 68 A, visar inte någon skillnad i skadebild i sten från 1550–1650, däremot är den betydligt bättre i stadsmiljö under de två efterföljande perioderna för att bli avsevärt sämre i stadsmiljö under perioden 1860–1910. Yxhultskalkstenen, däremot, har ge-

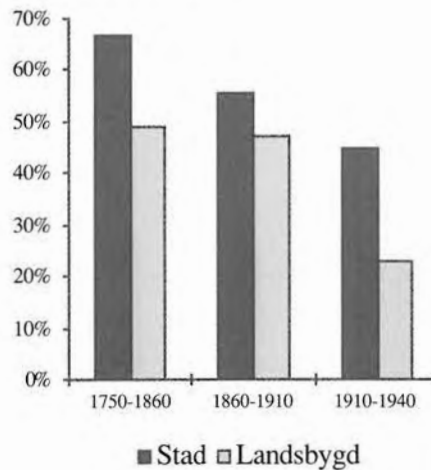
nomgående högre skadefrekvens i stadsmiljö än på landsbygden, figur 68 B. Samma förhållande gäller också Kinnekullekalkstenen, dock inte i perioden 1650–1750, figur 68 C. Öländsk kalksten är något bättre i städerna under perioden 1650–1750, men yngre stenar är mera skadade i städerna än på landsbygden, figur 68 D.

Det är således svårt att dra några generella slutsatser kring skadefrekvensen mellan stadsmiljö och landsbygd. Det tycks finnas en tendens till att de yngre naturstensdetaljerna, dvs. från tiden kring sekelskiftet 1900, har större skadefrekvens i städerna. Det är dock nödvändigt att påpeka att det statistiska underlaget inte är helt jämförbart då det finns

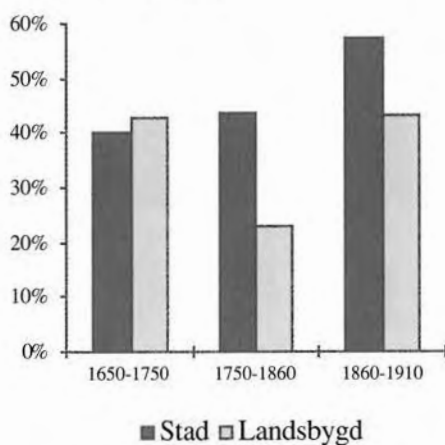
A) Gotländsk sandsten



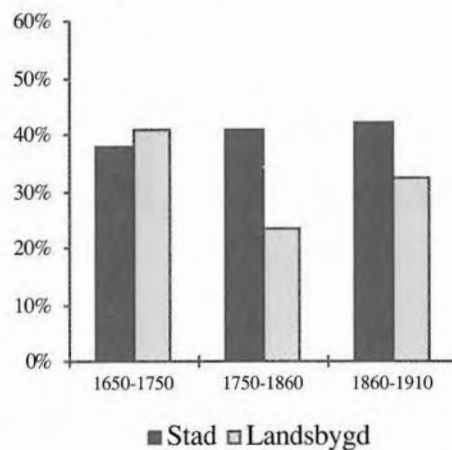
B) Yxhultskalksten



C) Kinnekullekalksten



D) Öländsk kalksten

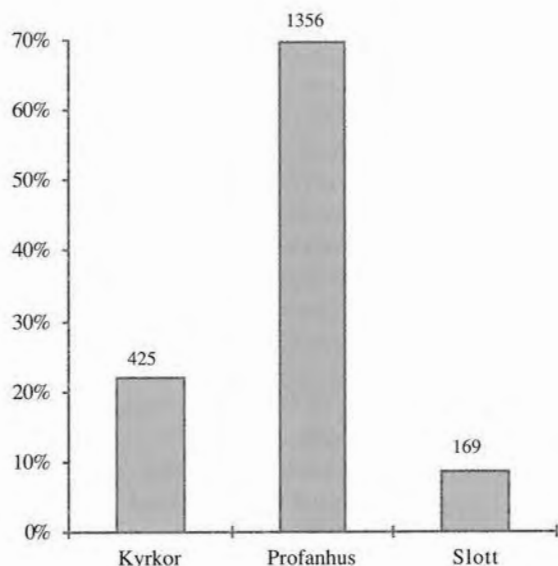


Figur 68. Några vanliga bergarters skadefrekvens i förhållande till objektens ålder och stad–landsbygd. (Stockholms stad ingår ej.)

*Damage frequency of different rock types related to the age of the objects, whether urban or rural. (The city of Stockholm excluded.) A= Gotland sandstone, B=Yxhult limestone, C=Kinnekulle limestone, D=Öland limestone.*

betydligt fler objekt i städerna från dessa senare perioder – och omvänt fler objekt på landsbygden i de äldre. Dessutom visar skadebilden situationen vid inventeringens genomförande. Det framgår därför inte i hur hög grad stenen tidigare underhållits eller åtgärdats. I vissa fall kan ursprunglig sten ha ersatts av nyhuggen, något som inte alltid har varit lätt att upptäcka vid denna översiktliga inventering.

Inventeringen har visat att det inte finns några entydiga förklaringar till skadebilden. Tidsaspekten, brytning, behugning, målning, val av bra eller dålig sten i stenbrotten och luftföroreningar (både tidigare och senare) är alla viktiga faktorer att ta hänsyn till. Det är synnerligen viktigt vid fortsatta åtgärder att noggrant reda ut de olika skadefaktorerna innan man bestämmer vad som skall göras. Vi har ännu endast fragmentarisk kunskap om hur naturstenen behandlats under äldre perioder.



Figur 69. Kyrkor, profanhus och slott med akut skadade objekt i procent.

*Churches, secular buildings and castles with percentage of acutely damaged objects. Kyrkor=Churches, Profanhus=Secular buildings, Slott=Castles.*

## Prioritering och värdering

Naturstensdetaljer som har pågående vitt-ringsskador finns i 1950 byggnader (425 kyrkor, 1356 profanhus och 169 slott och herrgårdar), dvs. 41% av alla inventerade, figur 69 och tabell 26. De flesta skadade byggnader finns i de län som har flest byggnader. Flest skadade kyrkor har Gotland, Stockholms län har flest skadade slott och Stockholms stad flest skadade profanhus. Alla akut skadade objekt behöver inte omedelbart åtgärdas. Åtgärderna kan dessutom vara av vitt skilda slag – från enkel lagning av sprickor till mera avancerad konservering. För att kunna bedöma vilka åtgärder som är nödvändiga måste en stenkonservator anlitas. Det finns dock ingen möjlighet att göra detta på alla de byggnader som har akut skadade objekt. Först

Tabell 26. Det totala antalet byggnader med akut skadad natursten. (Länsbeteckning A representerar Stockholms stad, övriga se figur 1.) K=kyrkor, P=profanhus, S=slott och herrgårdar.

*The total number of buildings with acutely damaged objects of natural stone. (County symbol A represents the city of Stockholm; for others see figure 1.) Län=County, K=Churches, P=Secular buildings, S=Castles and manors.*

Län	K	P	S	Totalt
A	11	415	9	435
AB	27	27	39	93
AC		2		2
BD		1		1
C	15	32	13	60
D	24	41	26	91
E	31	125	8	164
F	11	32	1	44
G	1	5		6
H	28	47	3	78
I	78	20		98
K	1	13	1	15
L	29	14	11	54
M	36	80	28	144
N	9	17	5	31
O	11	174	1	186
P	12	32	4	48
R	49	85	13	147
S	1	28		29
T	32	82	4	118
U	5	15	3	23
W	3	4		7
X	8	31		39
Y	2	12		14
Z	1	22		23
<b>Totalt</b>	<b>425</b>	<b>1356</b>	<b>169</b>	<b>1950</b>

måste ett urval av vilka skadade byggnader och objekt som anses ha störst kulturhistoriskt värde göras. Vilka värden skall prioriteras? Är det de äldsta byggnaderna och objekten, eller är det slotten hellre än profanhusen i städerna eller...? På Gotland finns de flesta medeltida och rikast utformade kyrkoportaler – skall dessa prioriteras framför de enstaka stenornamenten i Norrlandslänen? Eller är mångfalden på Gotland speciellt viktig att bevara just på grund av sin mångfald – eller på grund av att de är de enda i sitt slag från perioden i hela landet? Detta är ett tillspetsat synsätt som kan synas vara irrelevant. I verkligheten kommer prioriteringen att göras utifrån de länsvisa bedömningarna. Men dessa kan och bör också kunna utgå från byggnadernas/objektens specifika värde i relation till deras representativitet i hela landet.

Bedömningen av det kulturhistoriska värdet grundar sig på vilken kunskap man har om de enskilda objektens historiska betydelse. Med inventeringen som grund har vi kunnat visa några aspekter på naturstens betydelse i olika perioder och i olika områden. Vissa förhållanden var kanske tidigare kända, andra kunde lyftas fram genom den helhetsbild som skapats. Utgångspunkten för det kulturhistoriska värdet förändras när kunskapen ökar och när tidsaspekten förändras.

Skadorna på stenen kan i regel lagas. Ibland kan man också bromsa vittringsförloppet genom olika slags behandlingar. Vi lagar och konserverar för att bevara vårt kulturarv. Men vad är det vi bevarar när vi tillsätter olika medel, kanske tar bort senare lagningar för att kunna komma åt att konservera den vittrade stenen eller när vi behandlar stenen med nya medel eller kanske byter ut större eller mindre partier? Varje tid har sin syn på bevarandet – restaurerandet. För närvarande har vi i Sverige en idé om att endast göra det allra nödvändigaste för att säkerställa byggnaden eller målningen, stenen eller vad det kan vara så att den bevaras. Autenticitet har blivit ett viktigt kriterium i den kulturhistoriska bedömningen. Med detta förstås i regel det ursprungliga – detaljen, behandlingen eller ytan. Men det är kanske inte alltid detta som är det viktigaste att ta hänsyn till. Byggnader har ändrats utifrån olika tiders såväl estetiska som tekniska och ideologiska utgångspunkter. Varje förändring har därför också ett historiskt innehåll, som vi måste ta ställning till. Dessutom har byggnader

också en funktion och ett symboliskt innehåll. I vissa fall är symbolinnehållet av särskild betydelse och kan ha blivit otydligt eller gått förlorat på grund av uppkomna skador. En rekonstruktion kan vara nödvändig för att återföra det symboliska värdet. Varje ingrepp måste således värderas utifrån medvetna ställningstaganden (jfr Unnerbäck och Nordin 1995).

Vi prioriterar också vad vi lagar och konserverar. Skulpturer är viktiga, de är tydliga, de syns, försvinner de förändras helhetsintrycket. De innehåller också en konstnärlig kvalitet (jfr Nørgaard 1995). Men kvaderstenen i muren, där ytan spjälkas av, behandlas inte med samma omsorg. Konservering blir sällan aktuell, däremot kan stenen lagas eller huggas om och få ny ytbehugning så att helhetsintrycket bevaras, se figur 77, s. 95.

Bevarandet innebär inte bara det fysiska bevarandet. Det kan också innebära ett kunskapsbevarande, en dokumentation av information (se t.ex. Gardelin 1995). Vi vet egentligen väldigt lite om naturstenen i byggnaderna, dess historiska betydelse, hur den har hanterats, brutits, huggits m.m. Genom inventeringen har vi kunnat visa hur stenen i ett långt historiskt och ett stort geografiskt perspektiv varierar både avseende frekvens, byggnadsgrupper och stentyper. Variationerna är inte tillfälliga, de betyder någonting. Finns det t.ex. kontinuitet i stenhantverket – det finns det inte alltid när det gäller bergarterna. Och det beror inte på att stenen tagit slut utan brytningen upphör ibland utan märkbar orsak. Varför tog man in tyskar vid byggandet av Linköpings domkyrka på 1400-talet eller till 1600-talets Stockholm eller 1800-talets granitindustri? Sverige är rikt på sten, men för att råvaran finns behöver inte kunskapen att använda den vara inhemsk.

Den stora distributionen av den gotländska sandstensskulpturen på 1600-talet skedde från Stockholm, inte från Gotland, där den i huvudsak endast användes till gravstenar och kyrklig inredning. Och graniten började brytas på 1840-talet som gatsten för export till Tyskland. Impulser till användningen av granit i byggnaderna gick via Skottland, inte via det egna granitområdet.

De skriftliga uppgifterna vi finner från dessa senare perioder ger tydliga exempel på att stenen inte används bara för att den finns naturligt. Det måste först finnas ett behov. De kan också tyda på att det kanske inte alls finns någon inhemsk kontinuitet i stenhantverket

från medeltiden (dvs. för byggnadssten). Stenen i sig, behuggningen, brytningen, ytbehandlingen, sammanfogningen m.m. innehåller information som kan ge oss mera kunskap om stenens historiska samband. Denna information finns främst i den huggna stenens yta, den yta som först försvinner och som inte alltid kan räddas. Detta gäller både kvadersten som skulptur. Men eftersom kvaderstenen med all sannolikhet aldrig varit målåd, kan behuggningen här ha tillkommit i annat syfte än på den målåde skulpturstenen.

Också stenbrotten är viktiga informationskällor. Endast ett fåtal har lämningar från stembrytning före industrialismens stora byggboom. Flera kan ha varit stora hantverkscentra med lämningar som kan säga oss något om stenhuggarnas livsvillkor, smedjor för verktygens vidmakthållande, bostäder eller enkla övernattningsplatser. Vi saknar också kunskap om vilken brytningsteknik man tillämpade på olika bergarter under olika tider. För att kunna finna dessa spår måste vi veta vad vi skall iakttä. Fortfarande finns det stenhuggare som bär med sig generationers kunskap om den hantverksmässiga stenhandlingen och den tidiga industriella brytningen. Det är deras kunskap vi måste ta vara på. Återigen börjar naturstenen i byggnader bli aktuell, gamla stembrott återupptas och nya brytningstekniker används. Man schaktar bort de överskottslagren, de lager som kanske innehåller spår efter de tidigare stenhuggarna. Inventeringen av stembrott omfattar totalt 911 brott. De flesta är övergivna, många svåra att identifiera och de flesta har använts för brytning under nyare tid. Endast två stembrott är idag skyddade som fornlämningar, ett medeltida kalkstensbrott på Gotland och ett kalkstensbrott i Komstadsområdet, Kristianstads län. I det senare länet har dock ingångarna till det underjordiska stembrottet i Ignaberga klassats som fornlämning. I Malmöhus län planeras stembrotten i Höör-Vittserödsområdet att fornlämningsförklaras.

Den kunskap vi kan få fram genom dokumentation kan också användas för utveckling av konserveringsmetoder och för bedömning av vad som skall göras och hur. Att detta inte tidigare har gjorts beror på att man endast har sett stenens betydelse som ett konsthistoriskt och arkitekturhistoriskt uttryck – inte som en historisk källa. En dokumentation kan inte göras utan att man vet vad man skall dokumentera och varför.

Vid konservering av natursten används

olika metoder som delvis väljs utifrån stentyp. Sandsten behandlas med andra metoder än kalksten och med andra kemiska tillsatser som anses nödvändiga för vissa ingrepp. När vi nu vet vilka bergarter som är mest vittringsbenägna och den stora variation som dessa visar är det kanske för de mest hotade bergarterna konserveringsmetoder skall utvecklas.

De byggnadsstensbergarter som är mest vittringsbenägna är svåra att bevara. De som har högsta frekvensen geografiskt och kronologiskt utgör ett centralt problem. Är det på dessa bergarter vi skall koncentrera utvecklingen av konserveringsmetoder? I tabell 27, har de bergarter som har hög skadefrekvens (mer än 40% akuta skador beräknat på minst 20 objekt undantaget Stockholms stad) särskilt markerats. Vissa av dessa har dessutom stor geografisk spridning och finns i flera perioder. Endast gotländsk sandsten och Yxhultskalksten finns i 24 län (Stockholms stad räknas här som ett län). Dessa två bergartstyper finns dessutom i samtliga perioder, dock med övervikt för tiden 1860–1940 för Yxhultskalksten och för tiden 1550–1910 för gotländsk sandsten. Kinnekullekalkstenen har också stor kronologisk och geografisk spridning. Även Övedssandstenen och Brunflo-kalkstenen förekommer i flera län men mer sparsamt i äldre objekt.

Om man t.ex. satsar på Yxhultskalkstenen och den gotländska sandstenen skulle resultatet ändå bli en prioritering av vissa byggnadsgrupper och vissa regioner, figur 70 och 71. Yxhultskalkstenen finns i städernas sekelskiftesbyggnader samt i de medeltida kyrkorna och slotten i Örebro län, tabell 28. Den gotländska sandstenen är mera allmänt förekommande från 1600-talet slut och fram till det senaste sekelskiftet, dvs. slott och gravkapell i de tidigare perioderna och sekelskiftesbyggnader i städerna, tabell 29. Men detaljer från medeltiden finns bara på Gotland. Eller skall man prioritera det mest unika? Som exempel kan nämnas Köpingsandsten, en vittringskänslig bergart där alla objekt har akuta skador. Den finns endast i ett fåtal tidigmedeltida kyrkor i Skåne som mindre skulpturala detaljer och som kvadersten i enstaka kyrkor (se figur 84, s. 101). Stenen är egentligen en kalkmargel, som kanske kräver en annan konserveringsmetod än den vi nu använder. Den skadade stenen i byggnaderna kräver att en mångfald aspekter uppmärksammas vid prioritering och värdering.

Tabell 27. Byggnadsstenens kronologi. Kolumnen längst till höger anger hur många län de förekommer i. Stockholms stad räknas som ett län. Obestämda bergarter ingår inte i tabellen.

*The chronology of building stone. Limestones are underlined, sandstones in roman, crystalline basement in bold lettering and other types in italics.*

\*=>40% objects with acute damage to >20 objects (Except the city of Stockholm).

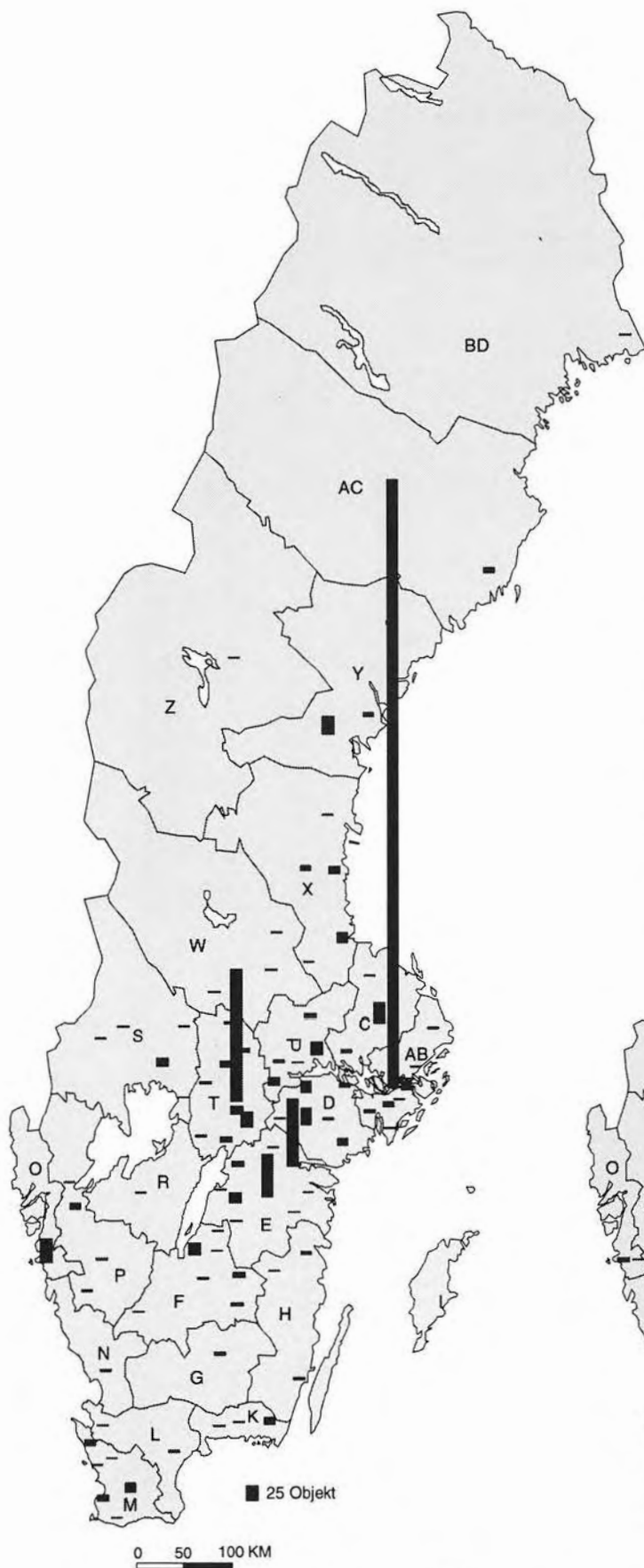
\*\*=>40% objects with acute damage including >10 counties.

Benämning=Rock types, Antal län=Number of counties; Annan=Other, Urberg=Crystalline basement, Skiffer=Schist, Täljsten=Soapstone, Marmor=Marble.

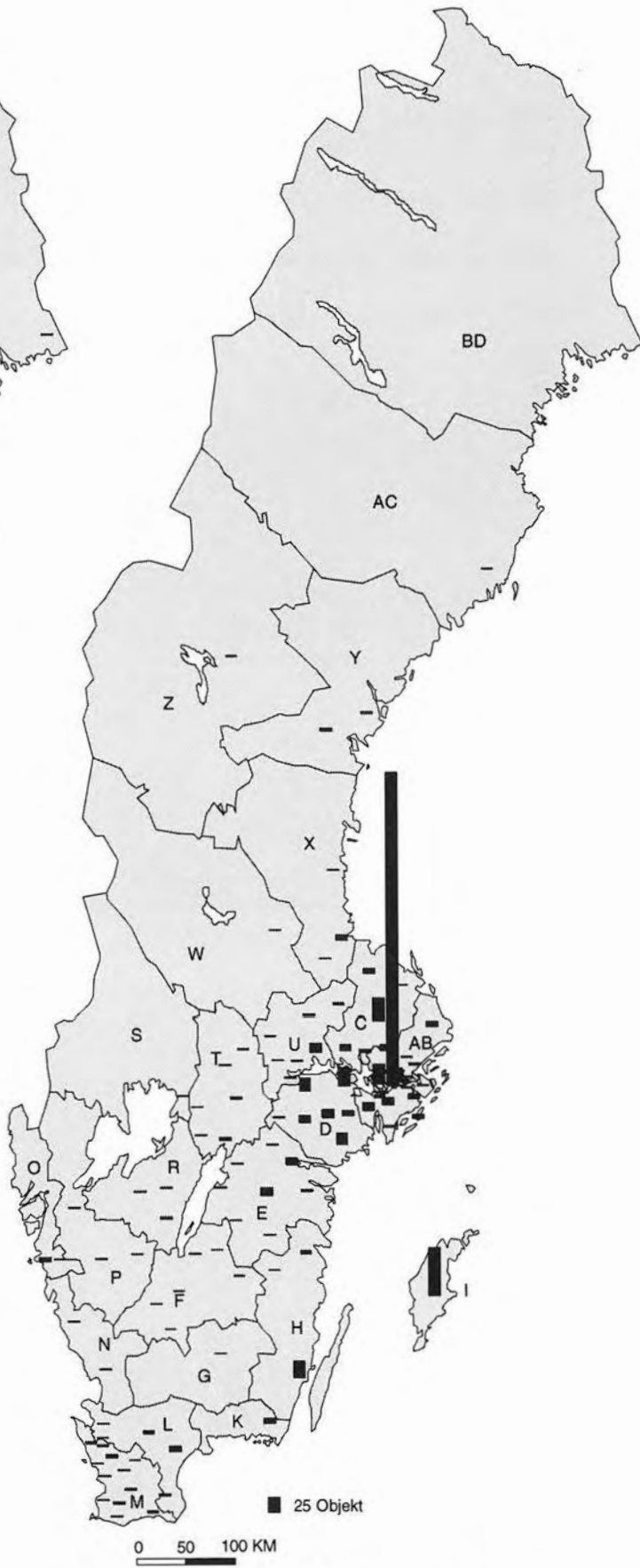
BENÄMNING	1000-1300	1300-1550	1550-1650	1650-1750	1750-1860	1860-1910	1910-1940	Totalt	Antal län
<u>Kalktuff, Sk</u>	1							1	1
<u>Köpinge, Sk</u>	12							12	2
<u>Skrivkrita, Sk</u>	2	1						3	1
<u>Dan, Sk-Dk</u>	2	10	1					13	1
Kalmarsund, Sm	9		2	1	2			14	1
Marmor, Sö	4	1		2	3			10	1
Lingulid, Ög	1				1			2	2
* NV skånsk, Sk	15		2		9	1		27	2
<i>Täljsten</i>	5	4	1	2	1	9		22	6
Marmor, Vatth. Up	2	3	2	1	1	25		34	4
** <u>Kinnekulle, Vg</u>	5	4	25	47	59	374	104	618	10
* <u>Komstad, Sk</u>	34	1	4	2	14	19	9	83	3
* <u>Västergötland</u>	13	2	3	5	14	67	46	150	4
* <u>Borghamn, Ög</u>	13	1	2	7	29	93	9	154	5
** <u>Yxhultsomr, Nä</u>	14	8	10	16	67	1614	438	2167	24
<u>Öland</u>	33	4	45	102	180	215	80	659	18
<u>Östergötland</u>	46	30	14	20	35	81	56	282	4
<u>Gotland</u>	494	175	7	10	19	246	53	1004	17
Höör, Sk	45	3	7	1	13	18	1	88	4
** <u>Gotländsk, Go</u>	58	19	167	323	166	374	109	1216	24
Lingulid, Nä	9	1	2	4	16	17	7	56	8
Lingulid, Vg	88	8	3	8	35	53	2	197	4
Mäl/Rosl/Gävle	25	7	53	187	178	277	49	776	11
<b>Urberg</b>	52	9	36	43	141	2042	2450	4773	24
Marmor, annan	5	1		2	10	28	18	64	17
Vättern	25		8	17	19	120	22	211	13
** <u>Öved, Sk</u>	4		1	1	13	202	22	243	11
<u>Ignaberga, Sk</u>	8			1	10	22	175	216	15
** <u>Brunflo, Jä</u>	2				3	22	51	78	10
Hardeberga, Skåne	2					2	4	8	1
<u>Annan, Kst</u>			1	4		17		22	6
<u>Marmor, Kolm</u>			1	7	24	17	44	93	13
Annan, sst			1		2			3	2
Tyskland				1	6	56	8	71	2
Orsa, Dr					1	83	4	88	1
Älvdalen, Dr					2	6		8	5
<u>Marmor, Eke, Nä</u>					1	42	30	73	12
<u>Skiffer</u>					7	3	21	31	9
* <u>Billingen, Vg</u>					2	104	53	159	8
England					6	5		11	2
Skottland						11		11	2
<u>Marmor, Mölnbo</u>						97	32	129	8
<u>Travertin, It</u>							2	2	2
<b>Totalt</b>	<b>1028</b>	<b>292</b>	<b>398</b>	<b>814</b>	<b>1089</b>	<b>6362</b>	<b>3899</b>	<b>13882</b>	

\* = > 40% akut skadade objekt på > 20 objekt (utom Stockholms stad) \*\* = > 40% akut skadade objekt omfattande > 10 län

Kursiv = annan bergart; Fet = urberg; Understruken = kalksten; Övriga = sandsten



Figur 70. Geografisk fördelning av objekt med Yxhultskalksten  
*Geographical distribution of objects with Yxhult limestone.*



Figur 71. Geografisk fördelning av objekt med gotländsk sandsten.  
*Geographical distribution of objects with Gotland sandstone.*

Tabell 28. Yxhultskalksten, länsvis fördelning på objektens ålder. (Länsbeteckning A representerar Stockholms stad, övriga se figur 1.)

*Yxhult limestone, countywise distribution by the ages of the objects. (County symbol A represents the city of Stockholm; for others see figure 1.)*

Län	1000-1300	1300-1550	1550-1650	1650-1750	1750-1860	1860-1910	1910-1940	Totalt
A			2	1	3	940	135	1081
AB					2	29	19	50
AC						6	2	8
BD						1		1
C					2	23	18	43
D			2	2	6	54	12	76
E					3	133	95	231
F					1	27	14	42
G						3	3	6
H						9	3	12
K						13	4	17
L						1	6	7
M					1	36	4	41
N						2	1	3
O						40	2	42
P						16	5	21
R							1	1
S						8	15	23
T	14	8	3	13	49	162	65	314
U			3			38	14	55
W						2	4	6
X						26	15	41
Y						44	1	45
Z						1		1
Totalt	14	8	10	16	67	1614	438	2167

Tabell 29. Gotländsk sandsten, länsvis fördelning på objektens ålder. (Länsbeteckning A representerar Stockholms stad, övriga se figur 1.)

*Gotland sandstone, countywise distribution by the ages of the objects. (County symbol A represents the city of Stockholm; for others see figure 1.)*

Län	1000-1300	1300-1550	1550-1650	1650-1750	1750-1860	1860-1910	1910-1940	Totalt
A			65	130	48	223	71	537
AB		2	25	83	38	24	15	187
AC						3		3
C		1	6	23	16	16	3	65
D			19	52	12	21	3	107
E			9	5	8	15	1	38
F				2	1	2	3	8
G						1		1
H				3	2	24	7	36
I	58	16	3	1	5	1		84
K				3	2	4		9
L			13		4	2		19
M			14	3	10	5		32
N			3			1		4
O				3	3	1		7
P			1			3		4
R						5		5
S							1	1
T			1	3	6	4	1	15
U			8	10	7	1	2	28
W						1		1
X				2	2	6	2	12
Y					2	9		11
Z						2		2
Totalt	58	19	167	323	166	374	109	1216



# Stenbrott och byggnadssten

RUNO LÖFVENDAHL

## *Stenbrytning*

Brytning av sten ur fast berg har skett i Sverige åtminstone sedan 1000-talet, men påbörjades förmodligen tidigare. Behuggen gotländsk sandsten i ekerhjulsgravar på Barshaldarfältet på södra Gotland kan vara från 300-talet e.Kr. och är troligen bruten ur fasta berget. Gravfältet ligger nämligen vid det viktigaste nutida sandstensbrottet på Gotland. De gotländska bildstenarna, figur 72, av vilka de äldre typerna härrör från åtminstone 400-talet e.Kr. är vanligen utförda i kalksten; endast ett fåtal bildstenar i sandsten är kända. Manneke har dock påträffat en trolig bildstensrot i sandsten på Barshaldarfältet som han åtminstone vill hänföra till 300-talet e.Kr. (Manneke 1984). Generellt anses dock bild-

stenarna tillvaratagits som block som huggits och formats. Fornborgar på Öland och Gotland är uppbyggda av lokal kalksten som brutits loss från närliggande klintar. Marksten, främst granit, som transporterats till ön infrusen i inlandsisen och sedan dumpats när isen smält har även utnyttjats för detta ändamål. Vid Hällabrottet i Närke utnyttjades ortocerkalkstensplattor i gånggrifter och hällkistor under sen stenålder (Lindström och Sylwan 1989).

Denna byggnadsinventering klargör inte vilka stentyper som bröts tidigast, eftersom den enbart omfattar exteriört synlig och bearbetad sten. Den tidigast utnyttjade stenen är råbruten och föga bearbetad. Runstenarna från vikingatid har troligen insamlats som större lämpliga flyttblock som formats av inlandsisen. En del, som t.ex. Garnsviken U



Figur 72. Fem bildstenar i grå gotländsk kalksten på Bunge friluftsmuseum, norra Gotland. Foto R. Löfvendahl 1993.

*Five picture stones of grey Gotland limestone at the Bunge Open-air Museum, northern Gotland.*

459 (beteckning enl. Sveriges Runinskrifter), torde dock brutits loss ur fasta berget. I flera fall har runstenarna också isslipade och isräfflade ytor, t.ex. sten U 455 i Näsby, Uppland samt en av stenarna (Dr 345) vid Simris kyrka i Skåne.

Mera omfattande stenbrytning började i och med att de första stenkyrkorna byggdes på 1000-talet eller början av 1100-talet i södra Sverige. De stentyper som då bröts var olika sand- och kalkstenar. Den genomförda inventeringen visar att nästan enbart rent lokal sten utnyttjades under tidig medeltid. Mindre objekt, som dopfuntar av t.ex. gotländsk sandsten och kalksten (Landen 1993) samt täljsten från Østfold och Västsverige (Hallbäck 1978) kunde dock transporteras längre sträckor.

Allmänt sett är det lätt att hitta spår av stenbrytning. Att datera brytningen är betydligt svårare då bryttekniken för byggnadssten förblev i stort sett likartad fram till 1800-talet. Bearbetningstekniken skiftade däremot, så det fordras att man hittar spår av bearbetning i brotten. Spåren efter gamla brott döljs snabbt i vårt land. De växer igen och täcks av vegetation. Fortsatt drift förintar dessutom ofta spåren efter tidigare brytning. Indicierna på gamla stenbrott är handborrhål, spår efter



Figur 73. Stenbrott i grå kalksten med spår av flatkilar, möjligen medeltida, Dacker vid Bro, Gotland. Foto R. Hejdström Gotlands fornsal 1995.

*Quarry of grey Gotland limestone with imprints of wedges, possibly medieval, Dacker in Bro, Gotland.*

flatkilmärken, figur 73, och låga brytningsfronter samt kvarlämnade skulpturdetaljer.

I samband med industrialismens genombrott omkring 1850 övergick man till maskinell brytning och bearbetning. Härmed kunde man också utnyttja hårda bergarter som granit och diabas. I denna inventering har vi emellertid främst intresserat oss för sand- och kalkstenar. Även marmor, som är en metamorf kalksten, ingår i inventeringen.

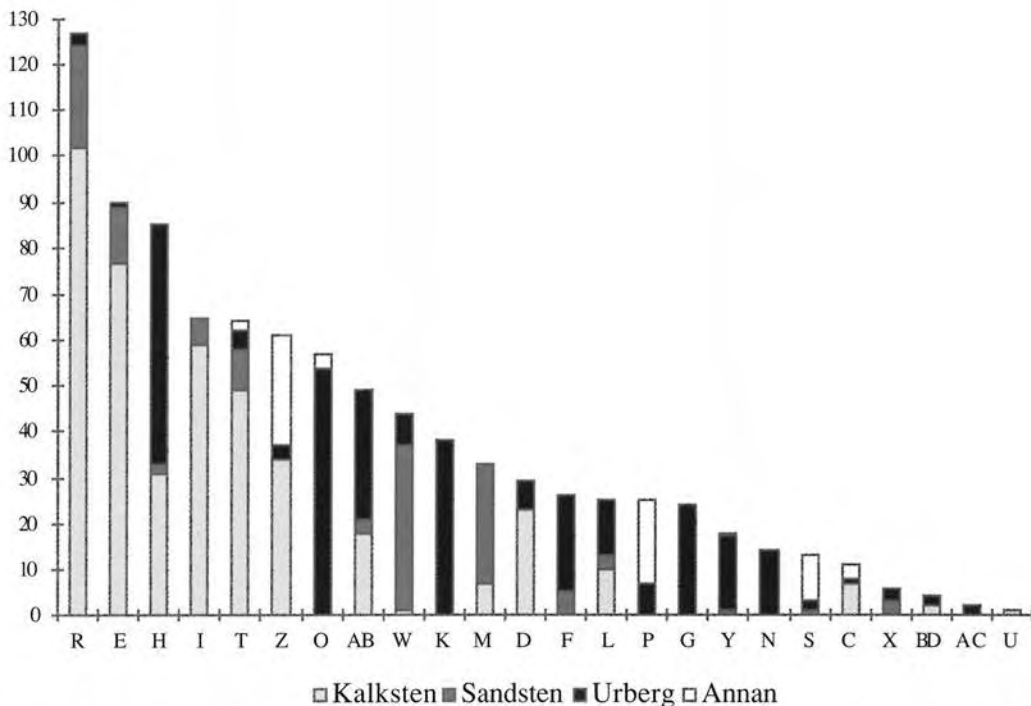
Det skapade registret med förmodade och säkra byggnadsstenbrott omfattar 911 lokaler, tabell 30. Detta är långt från alla byggnadsstenbrott som utnyttjats. Vi redovisar bara de brott som är lokaliserade och kända genom skriftliga geologiska källor eller har besökts. Inom vissa områden, t.ex. Brunflo-trakten i Jämtland och på Kinnekulle, är de flesta brotten registrerade. På Gotland å andra sidan är bara 66 brott registrerade, se figur 2, s. 15, medan geologiska kartor över Gotland från förra hälften av detta århundrade redovisar ca 540 brott. Många av dessa brott har emellertid utnyttjats för att tillvarata kalksten för kalkbränning, som jordbrukskalk eller annat syfte. För de redan utgivna delarna om Skåne och Gotland har registret kompletterats. Registret är uppdaterat till våren 1995, så i stort sett alla nu öppna brott (Sten 1995) finns medtagna. Alla stenbrott är också koordinatsatta. Dessa torde i allmänhet vara lokaliserade med en noggrannhet bättre än  $\pm 100$  meter i både x- och y-led. Vissa brott vi ej besökt kan dock vara helt och hållet igenväxta eller felinlagda. Det är ej heller självklart att alla de upptagna brotten utnyttjats som byggnadssten, speciellt inte kalkstensbrotten. Vidare är många äldre brott i urberg, främst granit, ej upptagna i registret. (Utförlig beskrivning av stenbrotten presenteras i de regionala rapporterna, Natursten i byggnader.)

Vissa län, som Gotlands, Kalmar och Östergötlands är rikligt försedda med sedimentära byggnadsstenar, medan andra, som Blekinge, Kronobergs, Hallands samt Göteborgs och Bohus endast har urbergsmaterial, figur 74.

Tabell 30. Samtliga stenbrott fördelade på bergart och bergartstyp.

*All the quarries in the survey, classified by rock and type.*

Bergart	Benämning	Öppna	Övriga	Totalt
Annan	Skiffer, glimmer	2	30	32
	Skiffer, ler	2	8	10
	Täljsten	1	18	19
Annan Totalt		5	56	61
Kalksten	Annan		1	1
	Billingen, Vg		6	6
	Brunflo, Jä	9	25	34
	Dan, Sk-Dk		3	3
	Gotland	5	54	59
	Ignaberga, Sk		3	3
	Kalktuff, Sk		2	2
	Kinnekulle, Vg	1	81	82
	Komstad, Sk		7	7
	Marmor, Annan		15	15
	Marmor, Eke. Nä	6	17	23
	Marmor, Kolm	3	64	67
	Marmor, Mölnbo		9	9
	Marmor, Sö		15	15
	Marmor, Vatth. Up		6	6
	Skrivkrita, Sk		2	2
	Västergötland	1	13	14
Yxhultsomr, Nä		19	19	
Öland	11	20	31	
Östergötland	2	21	23	
Kalksten Totalt		38	383	421
Sandsten	Annan	1		1
	Gotländsk	2	4	6
	Hardeberga, Sk		3	3
	Höör, Sk		11	11
	Kalmarsund, Sm		2	2
	Köpinge, Sk		5	5
	Lingulid, Vg		1	1
	Lingulid, Nä	1	7	8
	Lingulid, Vg		21	21
	Mäl/Rosl/Gävle		7	7
	NV skånsk, Sk		5	5
	Orsa, Dr	2	19	21
	Vättern	1	17	18
	Älvdalen, Dr	1	14	15
Öved, Sk		5	5	
Sandsten Totalt		8	121	129
Urberg	Charnockit		1	1
	Diabas	6	50	56
	Diorit		10	10
	Gabbro		2	2
	Gnejs	6	28	34
	Granit	34	154	188
	Norit		1	1
	Porfyr		7	7
Ultramafit		1	1	
Urberg Totalt		46	254	300
Totalt		97	814	911



Figur 74. Byggnadsstenbrott – de fyra bergartsgrupperna fördelade länsvis. Antalet medräknade brott är 911 st.

*Distribution of the 911 quarries with building stone. The four major stone types distributed countywise. Kalksten=limestone, Sandsten=sandstone, Urberg=Crystalline basement, Annan=Other rock type.*

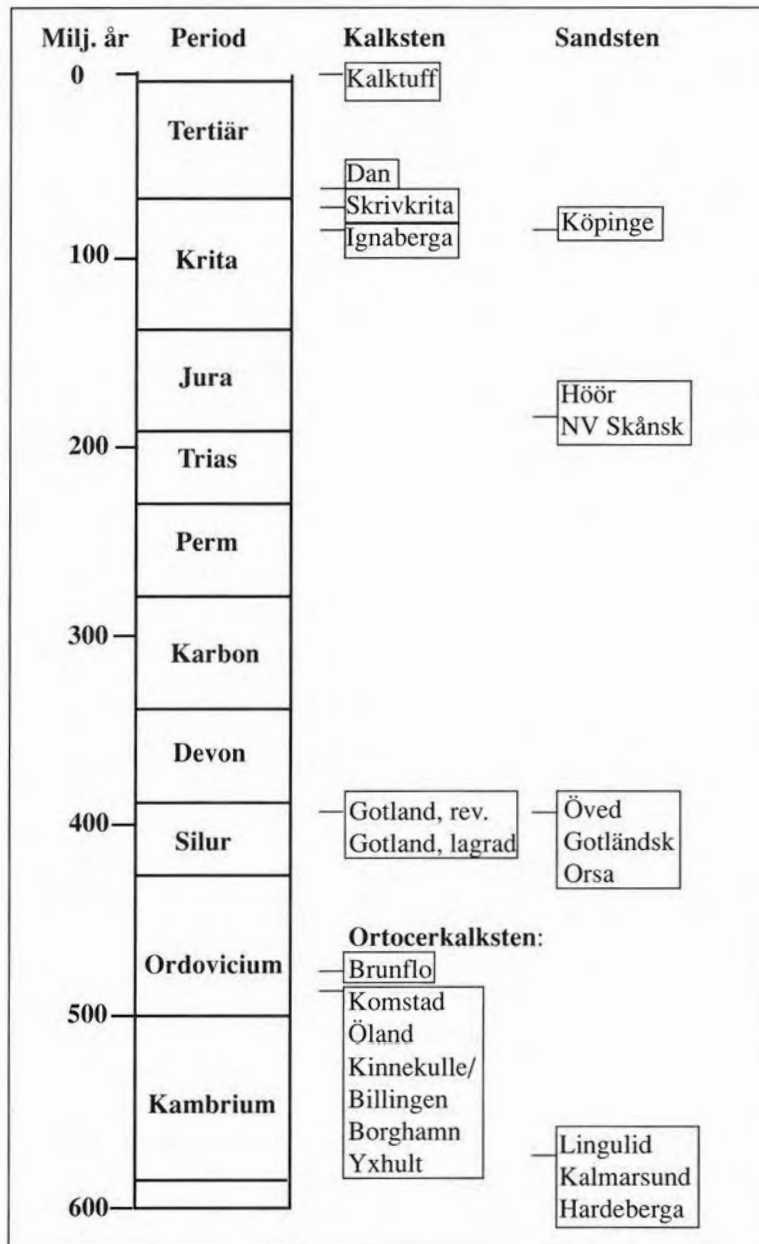
## Sandstenar

Sandsten är som namnet antyder förhårdnad sand, som bildats kustnära på grunt havsvatten eller i sötvatten. Sandstenar varierar starkt i sammansättning. Mycket mogna, rena sandstenar består av rundade kvartskorn som hålls ihop av sekundärt bildad kvarts. Dessa rena kvartssandstenar är mycket motståndskraftiga mot kemisk vittring. De är så hårda att de ej bearbetades av medeltidens stenhuggare. Dessa använde istället mjukare, lokala typer, som gotländsk sandsten och Köpingsandsten. Rena sandstenar som utsätts för ökat tryck och ökad temperatur under jordytan övergår till kvartsiter, som är mycket hårda, täta och kompakta. Kvartsiter är dock mekaniskt spröda och spricker därför lätt. Den sandsten som brutits i Lemunda norr om Motala är en mycket ren kvartssandsten, liksom t.ex. Hardebergastenen utanför Lund och på Österlen i Skåne, som närmar sig kvartsit i omvandlingsgrad (se Hadding 1929, s. 78–85).

Många sandstenar är emellertid betydligt orenare, och innehåller en mängd olika mineral. Vanliga är olika fältspater, glimrar och

lermineral. Sandstenarna kan vara hopkittade med sekundär kvarts, men andra mjukare mineral som lermineral och kalcit förekommer också som bindemedel mellan kvartskornen. Speciellt kalcit är känsligt för kemisk vittring. Exempel på sådana orena sandstenar är gotländsk sandsten och Övedssandsten. En del sandstenar är så kalkrika att de kan kallas kalksandstenar. En sådan sandsten är Köpingsandstenen. Generellt kan man säga att svenska sandstenar är relativt unga bergarter bildade fr.o.m. kambriumperioden, figur 75, medan kvartsiterna i Sverige är äldre.

Det är flera egenskaper än hårdhet som skiljer sandsten och kvartsit. En av de viktigaste i detta sammanhang är porositeten, porernas storlek samt om porerna hänger ihop eller är isolerade. Sandstenar kan vara mycket porösa och ha porositeter mellan 10–25%. Kvartsiter är däremot mycket täta och kompakta och kan ha porositeter på under en procent. Det är emellertid inte bara porositeten utan även porernas storlek som är viktig för kapillariteten och därmed vattnets stighöjd i stenen. Bergarter med små porer fylls lätt med vatten, som sedan spränger stenen när vattnet fryser. Bergarter med stora porer däremot suger vatten sämre och porerna fylls



Figur 75. Schema över de olika Postkambriska byggstenarnas ålder.  
*Ages of Postcambrian building stones used in Sweden. Milj. år=Million years.*

aldrig helt med vatten. De fryser därför inte sönder vid frost. Gränsstorleken för detta fenomen ligger under tio  $\mu\text{m}$  (Fagerlund 1991).

Konserveringen utförd eller finansierad av RIK har främst varit inriktad på olika sandstenar men även kalkstenar, tabell 31. Rengöringen är vanligen det mest tidsödande steget. Den kan utföras kemiskt genom inpackning med fuktig lera, med eller utan kemikalier, mekaniskt genom slipning eller blästring eller som en kombination av dessa,

typ våtblästring. Lagning av lossnade partier görs med stenlagningsbruk med akrylatdispersion som bindemedel. Lösa partier limmas med epoxy- eller polyesterlim. Objekt med svaga ytor konsolideras med kiselsyraester. Numera diskuteras alltmer möjligheterna att använda traditionella metoder för att skydda stenen, som målning av sandsten med linoljefärg (se Andersson, T. 1991).

Tabell 31. Konserverade naturstensobjekt som finansierats och/eller utförts av Riksantikvarieämbetet perioden 1980–1995. \* Under början av femtonårsperioden kunde den åtgärdade stenen ibland ej identifieras.

*Conservation work to objects of natural stone, financed by the Central Board of National Antiquities in the period 1980–1995. \*At the start of the 15-year period it was sometimes not possible to identify the stone that was treated.*

Bergart	Antal objekt	Antal byggnader	Omkonserverade under perioden
Gotländsk sandsten	100	60	8
Gotländsk kalksten	54	32	
Kalksten Öland	10	10	
Obestämd kalksten*	10	7	
Kalksten Yxhult	10	6	
Lingulidsandsten, Vg	8	6	
Övedssandsten	8	3	1
Mälar/Roslags/Gävlesandsten	7	7	
Kalksten Komstad	7	3	1
Kritsten	4	3	
Kalksten Kinnekulle	3	3	
Kalksten Borghamn, Ög	3	3	
Obestämd marmor*	3	3	
Köpingsandsten	3	3	
Obestämd sandsten*	3	3	
Dankalksten	2	2	
Urberg	2	2	
Kalksten Västergötland	1	1	
Kalksten Siljan	1	1	
Marmor Södermanland	1	1	
Carraramarmor	1	1	
NV skånsk sandsten	1	1	
Vätternsandsten	1		
	243	164	10

## Gotländsk sandsten

Denna sandsten, även kallad Burgsvikssandsten, har varit en av de viktigaste byggnadsstenarna i Sverige från tidig medeltid och in på 1900-talet, se tabell 27, s. 84. Den har utnyttjats för flerfaldiga ändamål som skulpturer, byggnadssten, inomhusspisar, dopfontar, altaruppsatser, slipstenar, takflis och brynen. Sandstenen går i dagen i en 35 km lång zon på södra Gotland och har en maximal mäktighet av 7 meter. Den är av silurisk ålder och har bildats relativt strandnära i havsmiljö (Stel och de Coö 1977), närmare bestämt som en sandrygg utanför kusten på knappt tio meters djup (Long 1993). Den är en finkornig mosten med i genomsnitt knappt 0,1 mm stora kantiga mineralkorn av kvarts, fältspater och glimrar. Kalcit förekommer som diskreta korn i sandstenen men även som bindemedel. Förutom kalcit binder även kvarts ihop denna sandsten (Kumpulainen 1995). Den är föga kompakterad och har en porositet

på ca 20% (Wessman 1995). Sandstenen är ganska homogen, men kalcithalten ökar åt nordost. Det är de mellersta bankarna i sandstenen, max. 5 m tjocka, som har brutits. Det finns 100-tals stenbrott utefter nästan hela horisonten; de flesta ligger i sydvästra delen, från Hoburgen och efter västkusten upp mot Burgsvik (Munthe 1921).

Under tidig medeltid utnyttjades stenen för dopfontstillverkning samt byggande av kyrkor i närområdet (se Natursten i byggnader. Gotlands län 1995, figur 3). Under 1300- och 1400-talet var stenbrytningen obetydlig, men tog fart igen vid mitten av 1500-talet, då den danske kungen sände stenhuggare till Gotland (Cedergren 1991). Från första hälften av 1600-talet var brytningen intensiv. Sten sändes i stor omfattning till Mälaronrådet, där adeln lät bygga åtskilliga slott i slutet av och efter det trettioåriga kriget. Brytningen trappades successivt ned, men pågick i relativt stor omfattning ännu vid början av

1900-talet, då huvudsakligen för slipstens-tillverkning. Ännu under andra världskriget var ett flertal brott öppna. För närvarande bryts sten för restaureringsändamål i Uddvide söder om Grötlingbo kyrka samt i ett annat mindre brott i Botvide vid Burgsvik för tillverkning av brynen och andra mindre föremål.

Den gotländska sandstenen är mjuk, och kan vittra ned ganska snabbt. Kvaliten varierar i olika delar av sandstensområdet. Dessutom är variationen mellan de olika lagren betydande; de kvalitativt bästa anses bankarna nummer två och tre i lagerföljdens mitt vara. I praktiken testade stenhuggarna den brutna stenens kvalitet genom att låta den ligga ute över vintern. Klarade stenen denna test var den lämplig för skulpturala ändamål och som byggnadssten. Generellt sett bör mjuka stenar, som gotländsk sandsten få hårdna och torka i luft innan de bearbetas (Johansson 1995).

Man bör hålla i minnet ett antal faktorer när det gäller användningen av den gotländska sandstenen som byggnadssten. Stenen är både porös och ganska näringsrik, vilket innebär att lavar, alger och mikroorganismer trivs på/i stenen i de flesta miljöer. Speciellt på södra Gotland kan stenen helt täckas av skorp-lavar, främst släktena *Aspicilia*, *Caloplaca*, *Dirina*, *Lecanactis* och *Tephromela*. Detta är speciellt påtagligt på nordsidan av byggnader, där även alger av släktet *Trentepohlia* samt andra blågrönalger är mycket vanliga. Lavarna tycks generellt sett ej speciellt skadliga för stenytan. Undantag är dock arterna *Tephromela atra* och *Dirina massiliensis*, som luckrar upp stenens yta.

Andra svagheter hos stenen är dess starka kapillära vattenupptag och den låga teoretiska frostbeständigheten (Fagerlund och Wessman 1992; Wessman 1995). Stenen har förmågan att suga upp nederbörds- och markvatten flera meter över markytan. I gotländsk sandsten är de flesta porerna runt 10 µm i diameter (Wessman 1993), vilka nästan helt kan fyllas med vatten vid slagregn. Om stenen fryser när den är vattenmättad sprängs den sönder. Dessutom innehåller vattnet ofta föroreningar och saltkomponenter, som kan ge omfattande exfolieringsskador vid vattenindunstning med åtföljande saltkristallisation. I Gamla Stan i Stockholm ser man flerfaldiga exempel på saltkristallisation med åtföljande vittring. Det i stenen cirkulerande syreförande vattnet oxiderar de kismineral,

främst järnsulfiden pyrit ( $\text{FeS}_2$ ), som finns naturligt i stenen. Vid oxidation fallts järnet ut som rost och missfärgar stenen medan svavlet oxideras till sulfat under frigörande av försurande vätejoner. Detta ger en sur mikromiljö, som ökar upplösningen av mineralen i stenen. Sulfatet förenas med från kalciten frigjord kalcium och bildar i regnskugga mineralet gips. Gipsen tar betydligt större plats än den upplösta kalciten, varför stenytan riskerar att sprängas sönder vid gipsbildningen. På regnexponerade partier löses gipsen lätt, eftersom den är ganska löslig i vatten (ca 2,4 g/l enl. Weast 1976, s. B 101). I regnskyddade partier bildas en permanent gipskrusta som ofta blir svart då biologiska pigment fallts ut samtidigt som smutspartiklar och sot tas upp från atmosfären. Gipskrustan är vanligen vårtig och oregelbunden och förvanskar ytan.

De flesta orena sandstenarna vittrar främst på regnexponerad yta, varvid denna kan bli ojämn med håligheter. Denna vittringstyp kallas selektiv vittring och övergår i extremfall i s.k. alveolvittring, figur 76. Denna är ett naturligt fenomen och påträffas i sandstensbranter världen över. Desutom skalas tunna blad och skal av stenytan, man säger att stenen exfolierar. Liknande skador har åstadkommit i laboratoriet genom frysning av stenen i koksalttrikt vatten (Wessman 1995). Kvarvarande skadade partier är ofta mycket lösa och sandkornen faller bort när stenytan vidröres – man säger att stenen sandar. Ovanstående visar att det är viktigt att skydda den



Figur 76. Alveolvittring av gotländsk sandsten. Sten-gårdsgård vid Kättelviken på södra Gotland. Foto R. Löfvendahl 1992.

*Alveolar weathering of Gotland sandstone. Stone wall at Kättelviken in southern Gotland.*

gotländska sandstenen från regn/snö och vatten generellt. Det är mycket viktigt att vatten avleds via takrännor och stuprör ned till marken. Stenen bör också skämmas från uppstigande vatten underifrån. Den omgivande miljön bör hållas ren och öppen. Svavelhalterna bör hållas låga, eftersom svaveldioxid eller sulfat i vattenlösning reagerar med i stenen ingående kalcit och bildar gipskrustor.

Den allmänna skadebedömning som gjorts vid inventeringen visar att andelen akuta skador ökar med ökande ålder, se figur 66 A, s. 78. Däremot ser man inga signifikanta skillnader mellan land och stad utom för de två senaste tidsperioderna, se figur 68 A, s. 80. Man måste vara medveten om de många okända faktorer som spelar in. Vi vet t.ex. inte alls om stenen bytts ut eller vilka underhållsåtgärder som utförts tidigare, eftersom dokumentation generellt saknas. Först in på 1980-talet har rengöring och konservering dokumenterats regelbundet. Totalt har 100 objekt på 60 byggnader med gotländsk sandsten, finansierade av Riksantikvarieämbetet åtgärdats, se tabell 31, s. 93. Av dessa har dessutom 8 objekt konserverats om under perioden 1980–95. I en del fall tyder allt på att hela eller delar av portaler bytts ut eller varit målade under en del av sin historia. I flera fall där äldre dokumentation spårats, t.ex. byggnaden vid Lantmäteribacken i Stockholm, visar det sig att stenen i 1600-talsportalen bytts ut under 1900-talet. Dessa och andra faktorer måste naturligtvis vägas in i nuvarande skadebild. Denna översiktliga inventering kan emellertid inte ge direkt svar på dessa frågor.

## Övedssandsten

Övedssandstenen, figur 77, utgör en 5–10 meter tjock, röd och lös sandstensbank högt upp i en ca 200 m mäktig översilurisk sedimentpacke i centrala Skåne. Sandstenen har huvudsakligen brutits i Övedsområdet. Två andra områden där man tagit byggnadssten är Ramsåsa och Klinta (Sivhed och Erlström 1991). Stenen är vackert ljusröd till färgen p.g.a. finfördelade oxiderade järnföreningar, främst hämatit. Enligt Hadding (1929, s. 193) är horisonten som använts till byggnadssten en tjockbankad jämnkornig kvartscementerad sten med en genomsnittlig kornstorlek av 0,05 mm. Förutom kvarts förekommer fältspater, glimrar och kalcit. Byggnadsstenen



Figur 77. Övedskloster, Skåne; detalj i slottets loggia i Övedssandsten med ilusade och omhuggna ytor. De utskjutande partierna har kantslag och är gradhuggna, de infällda är lågerhuggna. Notera att den ursprungliga stenytan mörknat betydligt efter över 200 års exponering i luft. Foto B.A. Lundberg 1992.

*Övedskloster, county of Malmöhus. Detail of Öved sandstone with replaced and recarved stone surfaces. The protruding ashlar with cut rims are chiselled with a bouchard hammer, the inset ones furrowed. Note that the exposed surface has darkened after over 200 years' exposure.*

har kvarts och kalcit samt mycket finkornig hämatit som bindemedel. Underordnat förekommer även brun goethit (Sivhed och Erlström 1990). Fältspaterna är delvis omvandlade till lermineralet kaolinit. Bergarten är hårdare att bearbeta än gotländsk sandsten. När stenen togs upp ur brotten var den fuktig men hårdnade något vid torkning i luft.

Stenen bröts i liten skala på 1700-talet, då slottet Övedskloster uppfördes, se figur 42, s. 53. Några objekt från tidig medeltid har Övedssandsten, där stenen dock troligen var marksten som transporterats och deponerats



av inlandsisen. År 1896 öppnades ett nytt underjordsbrott, kallat Nya Helvetesgraven, i Övedsområdet, vilket bröts fram till ca 1914. Stenen användes under det senaste sekelskiftet i ett stort antal praktbyggnader, främst banker, posthus och privatpalats i södra Sverige och Stockholm, men även i Köpenhamn. Byggnader med denna sten förekommer främst i Stockholmsområdet samt i Skåne, se tabell 2, s. 18. Den uppvisar skadefrekvens av samma omfattning som gotländsk sandsten, se figur 64, s. 76.

Övedssandstenen var uppenbarligen av ganska ojämn kvalitet. Vissa byggnader började redan efter kort tid vittra; ett exempel på detta är portalen på Fuglie kyrka i Skåne (se s. 78). Några andra byggnader uppvisar grava exfolieringsskador och sandning samt missfärgning och svärtning. Andra, som de stora bankpalatsen på Drottninggatan i Stockholm är i betydligt bättre skick, även om också här skador kan noteras. Ett antal byggnader har rengjorts och konserverats det senaste decenniet, se tabell 31, t.ex. Skånska banken i Malmö, Övedsklosters slott, se figur 77, och Postens huvudkontor i Stockholm. Det är för närvarande omöjligt att ersätta förstörd sten med originalsten. Orsasandstenen, som fortfarande bryts, är emellertid mycket lik Övedssandstenen och kan därför ersätta denna vid behov.

### Orsasandsten

Denna lätt röda sandsten liknar mycket Övedssandstenen och är liksom denna avlagrad under övre Silur. Trots likheten har sandstenarna vissa särskiljande drag. Den Orsasandsten som använts som byggnadssten är generellt något ljusare samt varierar något mera i färg. Stenen har vanligen vindlande millimeter tunna helt läkta ljusa sprickor. Dessutom innehåller den ofta runda några mm stora lerkulor, som lätt vittrar ut och bildar små gropar i ytan.

Orsasandstenen förekommer tillsammans med kalksten i den s.k. Siljansringen norr om Siljan. Den har dels brutits för slipstenstillverkning men även som byggnadssten, främst i trakten av Kallmora nära Orsa (Hjelmqvist 1966, s. 177). Orsasandstenen är ganska finkornig och innehåller förutom kvarts även fältspat, glimmer och lermineral. Sandstenen har kvarts eller calcit som bindemedel.

Som byggnadssten har bergarten utnyttjats sedan 1850-talet, se tabell 27, s. 84,



Figur 78. Orsasandsten med linsformade håligheter efter urvittrade lerfragment. Handelsbanken vid Gustav Adolfs torg 16 i Stockholm. Foto R. Löfvendahl 1996.

*Orsa sandstone with lens-shaped cavities after clay fragments. Handelsbanken at Gustav Adolfs Torg 16 in Stockholm.*

företrädesvis i Stockholm och Norrlandslänen, se tabell 2, s. 18. Ibland har Öveds- och Orsasandsten blandats i byggnader, förmodligen när man tvingats ersätta skadad sten. Exempel på detta är Skånska banken i Malmö och flera byggnader i Stockholm. I Storbritannien förekommer en liknande röd sandsten, kallad "Old red sandstone". Orsasandstenen har dock främst använts som slipsten (Hadding 1929, s. 194). Stenen bryts fortfarande i Orsatrakten och är alltså tillgänglig vid utbyte av Orsasandsten. Den är relativt motståndskraftig mot vittring. De skador som uppkommer är selektiv vittring av lerkulorna, figur 78, samt exfoliering och viss missfärgning.



Figur 79. Utbredningen av jotnisk sandsten med numrering: 1. Mälars-, 2. Roslags- och 3. Gävlesandsten samt 4. Älvdalskvartsit (Dalasandsten). Krysset markerar läget för Mälarsandsten i fast klyft på öarna Ekerö och Midsommar. Trianglarna markerar utbredningen av större istransporterade block som använts som byggnadssten m.m.  
*The distribution of Jotnian sandstone, i.e. 1. Mälaren, 2. Roslagen, 3. Gävle sandstone and 4. Älvdalen quartzite in Sweden. The cross indicates outcropping Mälaren sandstone on the islands of Ekerö and Midsommar in Lake Mälaren. The triangles represent glacial boulders which were formerly used as building stone. Sandsten, fast berg=Outcropping sandstone; Sandsten, block i morän=Glacial boulders of sandstone.*

### Älvdalskvartsit

Älvdalskvartsiten kallas också Dalasandsten. Den täcker stora delar av nordvästra Dalarna, figur 79. Den tillhör samma geologiska formation som Mälars/Roslags/Gävlesandstenen och är ca 1300 miljoner år gammal. Dessa sandstenar kallas ibland Jotniska sandstenar. Som byggnadssten har Älvdalskvartsiten huvudsakligen brutits i undre delen av formationen nära Mångsbodarna öster om Transtrand. Här bryts byggnadssten fortfarande.

Den brutna byggnadsstenen är en rödlätt, medel-grovkornig kvartsitisk sandsten med kvarts och fältspat samt bergartsfragment av porfyr m.m. Sandstenen har kvarts, fältspat och i vissa lager kalcit som bindemedel. Den röda färgen orsakas av finfördelad hä-

matit. Porositeten är ganska låg. Ofta förekommer sedimentationsstrukturer som kors-siktning och böljeslagsmärken. Stenen är ej sällan vitfläckig p.g.a. sfäriska gårdar med reducerat järn, figur 80.

Älvdalskvartsiten har haft liten betydelse som byggnadssten före vårt sekel. De senaste decennierna har den dock utnyttjats i ett flertal större byggnader, bl.a. i Göteborg och Stockholm. Vi har inte så stor erfarenhet av denna stens motståndskraft mot vittring, eftersom den använts som byggnadssten relativt kort tid. Utgående från dess egenskaper, främst höga kvartshalt och låga porositet, torde den vara mycket motståndskraftig mot vittring.





Figur 81. Svärtning och kalkkrinningar från fogar på Kungl. Slottets nordvägg mot Slottskajen. Bergart Roslagssandsten. Foto B.A. Lundberg 1991.

*Black staining and calcite crusts formed by leaching from joints on the northern wall of the Royal Palace in Stockholm. The ashlars are of Roslagen sandstone.*

oxideras ger stenen gul till brun färg. Fossil är sällsynta men den lilla brakiopoden *Lingula* har givit stenen dess namn. Sandstenen har ett likartat utseende i Närke och Östergötland (Hadding 1929, s. 132) och det är svårt att direkt särskilja de olika regionala Lingulidsandstenarna. Identifiering av de olika Lingulidsandstenarna har främst skett indirekt. Under tidig medeltid användes främst lokal sten. I t.ex. byggnader i Närke från tidig medeltid antar vi därför att använd Lingulidsandsten är av lokalt ursprung.

I Västergötland har Lingulidsandstenen använts flitigt redan från tidig medeltid vid kyrkobyggnation, figur 82. Åtskilliga kyrkor vid Kinnekulle och även Billingenområdet är helt eller delvis uppförda i denna sten. Den ha



Figur 82. Sydportalen på Österplana kyrka, Kinnekulle, Västergötland i Lingulidsandsten med spridd fläckig svart missfärgning. Foto R. Löfvendahl 1996.

*The southern doorway of Österplana Church on Kinnekulle, county of Skaraborg. Lingulid sandstone with patchy black staining.*

också i viss utsträckning använts i västra Sverige söder och sydost om Väneren, se tabell 2, s. 18. Den har brutits under alla tidsperioder, med dominans under tidig medeltid, se tabell 27, s. 84. Sten finns fortfarande tillgänglig, men alla brott är nu nedlagda. I Östergötland har stenen bara använts lokalt, medan Närkestenen förutom i Örebrotrakten även utnyttjats i Stockholm. Närkestenen har brutits under alla sju tidsperioderna, se tabell 27.

Lingulidsandstenen borde vara relativt vittringsbeständig. Detta tycks dock ej stämma, då inventeringen, se figur 64, s. 76 och figur 67, s. 79, indikerar att såväl Närke- som Västgötastenen är ganska vittringsbenägen. Den har en klar tendens att svartna med tiden.

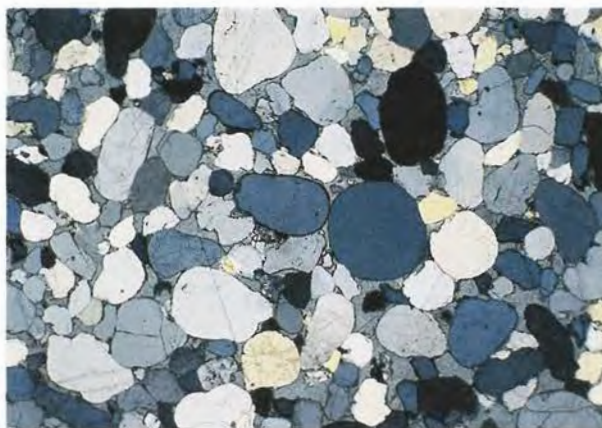
Orsaken till detta tycks vara stenens järninnehåll – ju större järninnehåll desto svartare blir stenen vid exponering i luften. Denna svarta beläggning är alltid anrikad på järn och svavel (Nord och Tronner 1991, s. 35; Kathol m.fl. 1990) Försök att hugga bort den svarta ytan kan vara framgångsrik, men ofta återkommer den svarta beläggningen efter några år. Även selektiv vittring i form av mineralvittring samt exfoliering förekommer.

### Vätternsandsten

Denna sandsten avlagrades före Kambriumperioden och torde vara drygt 900 miljoner år, dvs. äldre än Lingulidsandstenen. Sandstenen ingår i den s.k. Visingsöformationen och förekommer i södra delen av Vättern på Visingsö samt i trakten av Gränna–Jönköping. De sandstenar som brutits i dessa områden kallas ofta Gränna- eller Visingsösandsten. Den har några mindre isolerade förekomster, bl.a. i Lemundatrakten norr om Motala, och kallas då Lemundasandsten.

Sandstenen skiljer sig betydligt åt i det södra området jämfört med Lemundaområdet i norr. På Visingsö och i Gränna–Jönköpingstrakten har stenen främst utnyttjats före 1800-talet. Stenen i södra området är en parallellskiktad, gul, ibland rödaktig fältspatförande och relativt okonsoliderad sandsten, som dock i vissa horisonter är en ganska ren kvartssandsten (Hadding 1929, s. 144). Den består av rundade ca 0,4 mm stora korn av kvarts med en betydande porositet. Stenen har brutits sedan tidig medeltid och även använts för viss skulptural utsmyckning. Den vittrar påtagligt med selektiv vittring, exfoliering, ren materialförlust samt även missfärgning som typiska skador. Stenen har praktiskt taget uteslutande använts lokalt.

Lemundastenen har främst brutits sedan mitten av 1800-talet, se tabell 27, s. 84. Den är en ställvis ren kvartssandsten med rundade kvartskorn sammanbundna med sekundär kvarts, figur 83. Porositeten är relativt låg, ca 10%. Stenen är i ovittrat tillstånd ljusgrå men brukar gulna med tiden och uppvisar då vindlande gula ränder av oxiderade järnföreningar. Stenen har det senaste seklet använts ganska flitigt som byggnadssten, inte minst i Stockholm; flera av de byggnader i vilken stenen använts är yngre än det tidsintervall denna inventering omfattar, dvs. 1940-tal eller yngre. En hel del har också exporterats till främst



Figur 83. Mikroskopbild av Lemundasandsten (Vätternsandsten) i 25 gångers förstoring och korsade nicoller. Kvartskornen är väl rundade och av varierande storlek i denna rena sandsten. Foto R. Löfvendahl 1996.

*Microscopic picture of Lemunda (Vättern) sandstone, 25 times magnification. This pure sandstone has rounded quartz grains with large variation in size.*

Tyskland. Ett stenbrott är fortfarande öppet i Lemunda, men endast obetydliga kvantiteter bryts nu som byggnadssten.

Lemundasandstenen är betydligt vittringsbeständigare än övrig Vätternsandsten. Den genomgår viss färgförändring och tenderar att svärtas. Eftersom byggnader med Lemundastenen är ganska nya har andra skadetyper inte hunnit framträda.

### Höörsandsten

Höörsandstenen förekommer i centrala Skåne och är av jurassisk ålder, dvs. knappt 200 miljoner år, se figur 75, s. 92. Två olika stratigrafiska nivåer har brutits; en undre som kvarnsten och en övre som byggnadssten. Den senare kallas även skellingstenen. Av denna skiljer man på två typer, en hårdare Vittserödstyp och en mjukare Höörstyp (Sivhed och Erlström 1991, s. 15). Byggnadsstenen som brutits är en ljus ren kvartssandsten med delvis rundade, 0,1 mm stora kvartskorn. Stenen innehåller fläckvis små pyritkorn, som gulfärgas vid oxidation.

Byggnadsstenen har brutits i två områden, nämligen sydväst om Höör samt norr om Stockamöllan längre åt nordväst. Stenen har sedan tidig medeltid utnyttjats mer eller mindre kontinuerligt fram till vår tid. Den har i stort sett bara använts lokalt i Skåne, se tabell 2, s. 18. Inga brott är nu öppna men ersätt-



Figur 84. Bjäresjöes 1100-talskyrka i Skåne med gulaktig Köpingsandsten och spridda kvadrar av mörkgrå kalktuff. Foto B. Sundnér 1988.

*The 12th century Bjäresjö Church in southern Skåne. The ashlars consist of yellowish Köpings sandstone and dispersed dark grey tufa.*

ningssten kan erhållas från Dalby stenhuggeri. Stenen är generellt vittringsbeständig, även om selektiv vittring och missfärgning förekommer. Speciellt den senare typen, i form av svarta hinner har varit besvärande, t.ex. på Lunds domkyrka (jfr Lingulidsandsten). Försök att avlägsna den svarta hinnan medelst nedhuggning på domkyrkan har misslyckats (Löfvendahl och Sundnér, manus). Hinnan återkom efter några år och är troligen bunden till järninnehållet i sten på samma sätt som hos Lingulidsandstenen.

### Andra svenska sandstenar

En handfull andra sandstenar har främst haft helt lokal betydelse. Dessa är Nordvästskånsk sandsten, Köpingsandsten och Hardebergasandsten alla i Skåne samt Kalmarsundsandsten från Kalmarsund, Småland.

Nordvästskånsk sandsten har varit den viktigaste av dessa. Den har brutits i Helsingborgsområdet (Sivhed och Erlström 1991) och kallas även Helsingborgssandsten. Stenen är en ljusgrå oren relativt svagt konsoli-

derad sandsten med kvarts och fältspater delvis bundna med kalcit och siderit. Det senare järnförande mineralet gör stenen gulaktig när stenen vittrar. Denna sandsten har, liksom Hörsandstenen, en ålder av ca 180 miljoner år. Stenen har använts sedan tidig medeltid fram till det senaste sekelskiftet, se tabell 27, s. 84, i kyrkor m.m. i västra Skåne samt även i Kronborgs slott utanför Helsingör i Danmark. Stenen verkar föga vittringsbeständig och uppvisar omfattande vittringsskador.

Köpingsandstenen är en ca 75 miljoner år gammal oren sandsten som även kallas Lyckåsmärgel p.g.a. sitt höga kalcitinnehåll. Den är också rik på lermineral och fossil samt det gröna mineralet glaukonit. Stenen bröts bara under tidig medeltid, se tabell 27, för byggnadsändamål och förekommer främst i kyrkor i Ystadorrådet. De gamla blottningar som finns utefter Nybroån nordost om Ystad, där stenen troligen bröts, är igenrasade (Sivhed och Erlström 1991, s. 9). Stenen uppvisar kraftiga vittringsskador med påtagliga materialförluster, figur 84.

Hardebergasandstenen förekommer hu-

vudsakligen på Österlen i Simrishamnstrakten samt i Hardeberga öster om Lund. Den är en underkambrisk rent vit kvartsitisk sandsten, som påträffas som tuktad byggnadssten i många medeltidskyrkor i Lundaområdet, men ofta dold av puts. Den har även använts lokalt som byggnadssten i Simrishamnstrakten. Det är en mycket hård och kemiskt motståndskraftig sten, som dock kan spricka sönder. Stenen bryts fortfarande öster om Lund, men för andra ändamål än byggnadssten.

Likåldrig med Hardebergasandstenen är Kalmarsundssandstenen, som förekommer i en smal zon på fastlandssidan utefter Kalmarsund. Det är en kvartsitisk ljus sandsten, där en karakteristisk horisont har spår i form av vertikalstående cylindrar efter grävande organismer, s.k. Scolithus (Hadding 1929 s. 114). De rena kvartsitiska horisonterna är vittringsbeständiga. Stenen har främst använts i kyrkor under tidig medeltid. Det är inte helt klarlagt om den brutits i fast häll, t.ex. på Runnö, eller om den tillvaratagits som block. Den har även använts som kvarnsten.

### Utländska sandstenar

En del utländska sandstenar har importerats från Skottland, England och framför allt Tyskland. Det är främst i Malmö man hittar tysk sten i byggnader från 1800-talet. Den viktigaste av dessa är ljusgrå Obernkirchnersandsten (Bremersandsten) från Hannovertrakten i Niedersachsen. Den är en väl sorterad, medelkornig ljusgrå kvartsrik sandsten med små bergartsfragment och en porositet på ca 20%. Den karakteriseras av gula vindlande rostskikt (Grimm 1990, sten nr. 120; Suenson 1942). I Danmark har den använts flitigt i Köpenhamn, även som ersättningssten för vittrad gotländsk sandsten (Nørregaard 1911, s. 571f.; Kirkeby 1995). Stenen anses vara vittringsbeständig.

En annan tysk sandsten som förekommer i Skåne är Cottasandsten (Saxisk sandsten), som bryts i Elbes dalgång i Sachsen och är av kretaceisk ålder. Den varierar mera i färg än Obernkirchnersandstenen och innehåller lermineral och även svavelkis. Den är betydligt mjukare och något mindre motståndskraftig än Obernkirchnersandstenen (Suenson 1942, s. 120).

### Annan sandsten

Till denna kategori räknas totalt tre objekt med svenska sandstenar, som ej med säkerhet kunnat identifierats. En tillhör gruppen Lingulidsandstenar medan två är underkambrisk sandsten av okänt ursprung.

### Obestämd sandsten

Obestämd sandsten är sandstensobjekt som ej kunnat identifieras överhuvudtaget. Totalt utgör dessa cirka tre procent av alla sandstensobjekt. Man kan förutsätta att de flesta av dessa, som ofta ej kunnat studeras på närhåll p.g.a. placering uppe på fasader eller liknande är av mer eller mindre lokalt ursprung.

## Kalkstenar

Kalkstenar är sedimentära bergarter, som huvudsakligen består av kalciumkarbonat,  $\text{CaCO}_3$ . Kalciumkarbonatet har antingen bildats kemiskt och fällts ut i vatten eller biologiskt som organismer med kalkskal i havet. När dessa dör och faller till botten bildar de kalkiga sediment, som med tiden hårdnar till bergart. De flesta kalkstenar har bildats i havsvatten. De kan också bildas i sötvatten eller fällas ut från ur marken uppträngande grundvatten. I det senare fallet kallas de travertin eller kalktuff. Innan de hårdnat till en bergart kallas sedimenten bleke eller kalkbleke och är vanliga i Sveriges kalkstensområden. De flesta kalkstenar har bildats efter Kambriumtiden, dvs. är yngre än 500 miljoner år.

När kalksten genomgår metamorfos, dvs. utsätts för ökat tryck och temperatur i jordskorpan, kompakteras den och blir hård och tät. Den kommer då att kallas marmor. Svensk marmor kan vara kalcitisk eller mer eller mindre dolomitisk, dvs. bestå av mineralet kalcit eller dolomit  $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ . Kalkstenar är sällan helt rena utan innehåller ofta lermineral, kiseldioxid av olika typ (kvarts, flinta, agat), fältspater, svavelkis och andra föreningar. Medan ren kalcit är helt genomskinlig, är kalksten ofta vit. Med ökad föroreningsgrad blir kalkstenen färgad, ofta grå eller röd av järn i olika oxidationstillstånd. Porositeten i kalkstenar kan variera kraftigt. Medan okonsoliderade typer kan ha porositeter över

10%, har många av de som används som byggnadssten 1–5% porositet. Ortocerkalkstenar och gotländsk kalksten ligger inom detta porositetsintervall. Kalksten har brutits av en mängd olika orsaker. Förutom som byggnadssten användes och används den för kalkning av åkerjord, kalkning av försurade vatten, kalkbränning, murbruk samt bl.a. inom stål-, cement- och pappersindustrin. Det är därför ofta svårt att i fält (i brotten) avgöra för vilket ändamål en kalksten brutits. Banktjockleken är dock ofta ett bra indicium. Tunnbankade kalkstenar har näppeligen använts som byggnadssten. För att användas som byggnadssten bör de kompakta bankarna vara en decimeter eller mera. I vissa områden, som t.ex. östra Skåne, har man dock använt tunnare flis, som kan vara 3–10 centimeter tjock.

De svenska kalkstensförekomsterna har utnyttjats i större skala sedan folkvandringstid. Det första användningsområde som krävde större mängder fast sten torde vara bildstenar på Gotland från 400-talet e.Kr. Under samma period har också kalksten använts för att uppföra stenborgar, t.ex. de öländska och gotländska. På 1000-talet utnyttjades kalksten även för runstenar på Öland, men det är inte troligt att regelrätta brott redan då togs upp. Snarare bröt man loss lämpliga stenar på markytan eller bergytan mer eller mindre på den plats stenen restes.

Först in på 1100-talet blev behovet så stort att verkliga stenbrott togs upp. Dessa kunde förse det närmaste omlandet med sten till byggnation av kyrkor och deras utsmyckning samt inte minst för kalkbruksframställning. De bergarter som då utnyttjades var olika typer av kalkstenar i södra och sydöstra Sverige. Viktiga var ortocerkalksten i Skåne, Västergötland, Östergötland och Närke samt på Öland, den siluriska kalkstenen på Gotland, samt skrivkrita och dankalksten i sydvästra Skåne. Marmor har utnyttjats sedan tidig medeltid men blev viktigt först på 1700-talet.

### Ortocerkalkstenar

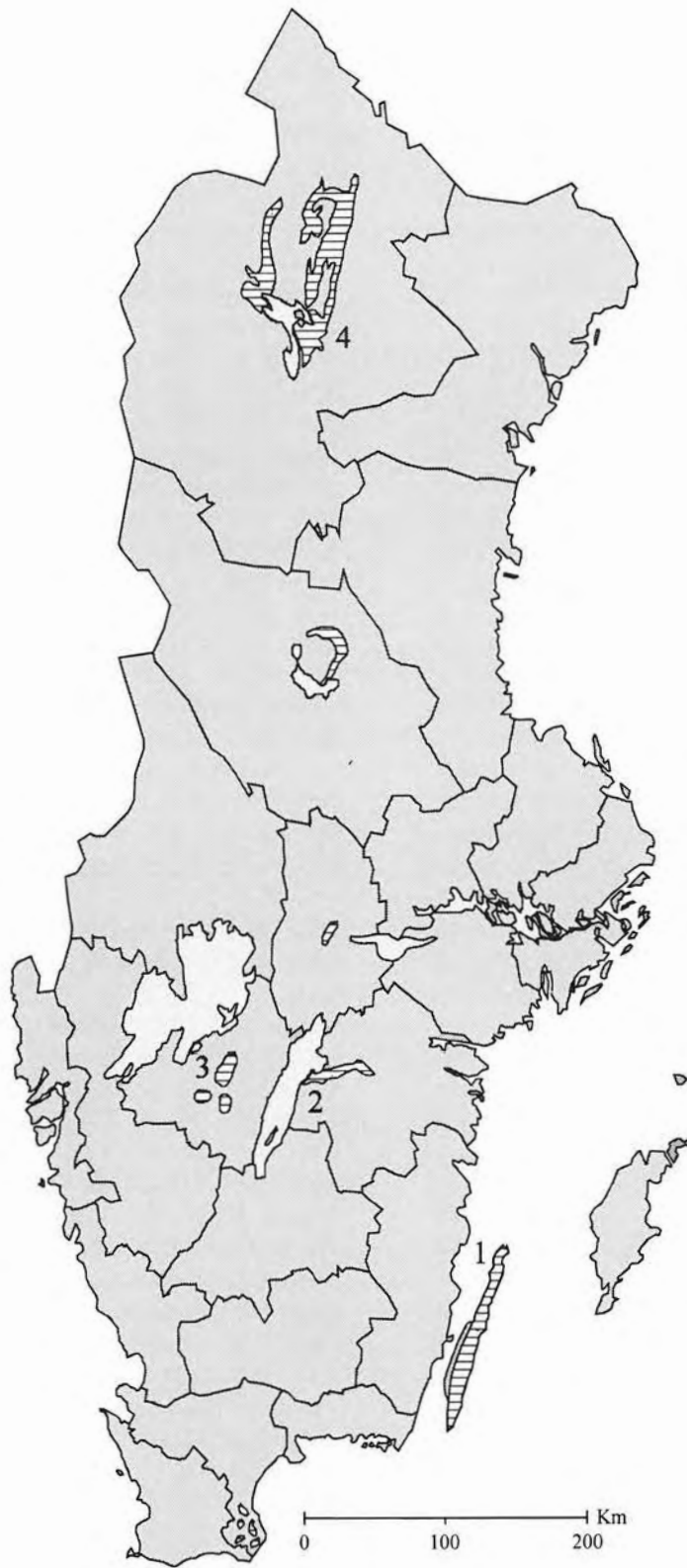
Den ordoviciska kalkstenen är den vanligaste svenska byggnadsstenen och utgör ungefär 30%, se tabell 2, s. 18, av alla objekt. Den har brutits i flera områden i Sverige från Skåne i söder till Jämtland i norr, figur 85. Skenbart är stenen från de olika områdena likartad och

svår att särskilja, men specialister kan genom att studera färg och struktur särskilja stenen från olika områden och stratigrafiska nivåer. Lindström (1991) har utarbetat ett examinationschema för kalkstenar med tyngdpunkten lagd på identifikation av de olika ortocerkalkstenar som använts i byggnader.

Ortocerkalkstenen är av ordovicisk ålder, dvs. knappt 500 miljoner år, se figur 75, s. 92, och har avsatts i havsmiljö på intermediärt djup. Den är en mer eller mindre tätbankad kalksten av varierande färg, som kännetecknas av förekomsten av upp till halvmeterlånga raka koner, som utgjort skalet av ett utdött bläckfisksläkte, *Ortoceras*. Även andra fossilrester som trilobiter och conodoner är vanliga i vissa lager. Det viktigaste för bergartens användning som byggnadssten är dess banktjocklek. Bergarten består nämligen av lager av relativt ren kalksten avbruten av lerrikare mjukare skikt, figur 86. För att vara användbar som byggnadssten måste kalkskikten ha en mäktighet av minst en decimeter. De ur byggstenssynpunkt viktigaste ortocerkalkstenarna har varit Yxhultsstenen från Närke, sten från Östergötland, speciellt från Borghamn vid Omberg, sten från Kinnekulle och Billingen i Västergötland, Ölandssten, sten från Komstadsområdet i östra Skåne samt sten från Brunflotrakten i Jämtland, se figur 85.

En kalksten i kontakt med vatten och nederbörd bryts med tiden ner. Kalciumkarbonat har nämligen en löslighet av ca 14 mg/l i rent kallt vatten (Weast 1976). Lösligheten ökar med ökande halt koldioxid i vattnet, men minskar med ökande temperatur. Den främsta förutsättningen för bevarande är därför att kalkstenen i största möjliga utsträckning skyddas för vatten och nederbörd. Förutom ren kemisk upplösning kan kalkstenen drabbas av ett antal andra skador. De lerskikt som finns i stenen bryts undantagslöst ned snabbare än kalken. Resultatet blir att lerlagren framträder som urgröpta fåror på ytan om lagringen placeras horisontellt. Om lagringen (och lerlagren) placeras vertikalt riskerar lerytan att flagas av efter lerskiktet. Denna framträder då vanligen som en grågrön oregelbunden yta, där fossila vindlande maskspår syns tydligt. Stenen är ett utmärkt substrat för kalkälskande lavar av släktena *Caloplaca* och *Aspicilia*. Kalkstenslaven, *Aspicilia calcarea*, kan täcka kvadratdecimeterstora ytor om den lämnas att växa fritt. I många fall skyddar dessa lavar stenytan från





Figur 85. De streckade partierna visar ortocerkalkstenens utbredning i Sverige. I de numrerade områdena – 1. Norra Öland, 2. Borghamn, Östergötland, 3. Österplana, Västergötland; 4. Brunflo, Jämtland – bryts stenen fortfarande.

*The hatched areas show the distribution of Ordovician limestone in Sweden. In the numbered areas – 1. Northern Öland 2. Borghamn, county of Östergötland 3. Österplana, Kinnekulle, county of Skaraborg 4. Brunflo, county of Jämtland – the stone is still quarried.*



Figur 86. Röd ortocerkalksten från Borghamn i Östergötland på Nationalmuseum i Stockholm med urvittrade lerskikt. Foto R. Löfvendahl 1994.

*Red Ordovician limestone from Borghamn in Östergötland at the Museum Art Gallery in Stockholm with strongly weathered clay horizons.*

att vittra ned. Däremot döljer, eller i alla fall försvårar, de tolkningen av inristad text eller relief/behuggning.

Kalksten tar lätt upp svaveldioxid från atmosfären. I fuktig miljö och närvaro av lämpliga katalysatorer oxideras svaveldioxiden och reagerar med kalcit under bildning av mer eller mindre knottriga gipskrustor. Dessa har en benägenhet att ta upp smutspartiklar eller bli svartfärgade av substanser utsondrade av mikroorganismer. Exfoliering, figur 87, och fjällning av kalkstensytor, inte minst på sådana som är låger- eller tandhuggna är mycket vanlig

Vid konservering rengörs stenen ofta kemiskt genom lerinpackning med vatten (med eller utan tillsats av kemikalier). Lågtrycksblästring med en vatten-/pulverblandning förekommer också, främst på större släta fasadytor. Något effektivt konsolideringsmedel för kalksten finns ej. De objekt som rengjorts, se tabell 31, s. 93, har i vissa fall vaxats. Tidigare förekom även bstrykning med kalkvatten, tunn puts eller bemålning. Försök med kiselsyraester har varit föga effektiva. I vissa fall är den bästa metoden vid ytavspjälkning eller uppkomst av bomparti nedhuggning av släta ytor till ursprungligt utseende. Denna lösning har bl.a. använts på tornportalen på Vetlanda kyrka.



Figur 87. Tandhuggen Yxhultskalksten på Vetlanda kyrkas västportal, från 1903, med sprickor, bompartier och ett exfolieringssår. Foto R: Löfvendahl 1993.

*Clawtooled Yxhult limestone on the western doorway of the Vetlanda Church, from 1903, county of Jönköping. The surface is fissured, with hollow parts and an exfoliated surface.*

### *Yxhultsområdet, Närke*

Sten för byggnadsändamål har brutits i ett dussin brott i området sydost om Kumla. Motsvarande horisonter har också brutits för byggstensindustrin i Lannaområdet väster om Örebro samt i Askerområdet sydost om Örebro. Dessa kalkstenar består av något leriga, fem till tio centimeter tjocka, grönaktigt grå skikt som växellagrar med liktjocka svagt röda skikt. De senare avslutas abrupt uppåt med diskontinuitetsytor, som är knottriga med några millimeter tjocka runda cylindriska grävspår. De grönaktigare skikten innehåller lermineral som glaukonit och är mera vittningsbenägna än de röda kalkrika skikten. Ortoceratiter och trilobiter är relativt ovanliga. Denna sten med växlande färg har främst använts som byggnadssten och finns i en ca fyra meter tjock horisont (Lindström och Sylwan 1989, fig. 3a och b). Kemiska analyser (Shaikh m.fl. 1989, s. 200–211) visar att kalkstenen innehåller 80–90% kalcit. Resten består av kvarts och andra silikater. Sulfider, dvs. svavel, förekommer generellt i låga halter, men ökar nedåt i lagerföljden. En annan ovanligare variant som brutits för byggnads-

ändamål är en homogenare ljus gröngrå variant med millimetertjocka grävspår i skikt-yterna.

Stenen bröts redan på tidig medeltid, se tabell 27, s. 84, och användes då lokalt för områdets kyrkor. Brytningen tog på allvar fart på 1800-talet och sedan Yxhult stenhuggeri AB bildats 1879 blev denna sten den dominerande byggnadsstenen i hela Sverige. Under perioden 1860–1910 användes den i 24%, se figur 53, s. 66, av alla objekt som byggdes, samt utgjorde 35% av använda sedimentbergarter. Huvudorsaken till detta var dels byggandet av Stambanan på 1860-talet, vartill Yxhult anslöts via ett stickspår 1883 (Nilsson 1994, s. 5), samt uppenbarligen en mycket effektiv marknadsföring. Speciellt flitigt användes Yxhultsstenen i Stockholm samt naturligtvis i Örebro län, se tabell 2, s. 18. Brytningen av denna sten avslutades år 1966. Flera av stembrotten är fortfarande tillgängliga, men ersättningssten tas numera från andra områden i landet. Den stentyp som bäst överensstämmer med Yxhultsstenen är den s.k. godstenen från Gillberga på Öland (Lindström 1991).

Yxhultsstenen som bröts från 1860-talet och framåt är vanligen tandhuggen, se figur 87. Huvudproblemet med stenen är exfoliering av upp till kvadratdecimeterstora tunna skal, som börjar med att bomparti uppstår. Det är praktiskt taget ogörligt att fästa dessa lossnade partier på underlaget genom injicering av limmande medel i mellanrummen. En möjlighet är att hugga ned den avflagnande stenytan under omgivningens nivå samt tandhugga ytan igen. Detta kan vara acceptabelt på släta ytor men naturligtvis omöjligt på skulpturala partier. En annan möjlighet är att byta ut den exfolierade stenen mot ny sten. En annan vanlig skadetyper är selektiv vittring, där lerigare svagare skikt faller bort och lämnar en ränna. Reaktion mellan luftens svaveldioxid och stenen som resulterar i gipsbildning, är ett vanligt fenomen på stenytor i regnskugga. Gipsomvandlade partier får ett knottrigt och vårtigt utseende samt svärtas ofta genom upptag av smuts från atmosfären eller biologisk aktivitet på och i stenen.

### *Västergötland*

Ortocerkalksten har främst brutits i Kinnekulle och Billingen, men brytning har förekommit även i flera av de andra västgötabergen. Stenen har använts åtminstone sedan 1000-

talet, t.ex. i runstenen Vg 55 på Källbyås. Regelrätt brytning påbörjades dock troligen först på 1100-talet och stenen användes då lokalt. Det har varit på Kinnekulle som kalkstenen brutits kontinuerligt från medeltid. Först på 1800-talet började sten från Billingen säkert användas, se tabell 27, s. 84. Även kalkstenen från andra västgötaberg som Möseberg och Ålleberg, här kallad kalksten Västergötland, har utnyttjats under hela tidsperioden, se tabell 27. De viktigaste stembrotten har varit Hällekis och Österplana på Kinnekulle. På Kinnekulle har man i betydande omfattning brutit den s.k. rödstenen som bildar ett undre och ett övre lager. Det mellanliggande grå lagret kallas täljstenen, figur 88. Under medeltiden utnyttjades främst denna sten för byggnation. Rödstenen är i allmänhet relativt homogent röd till brunröd, ofta något fläckig. Ortoceratiter förekommer, vilka ofta är mörka, men i vittrat tillstånd gulockra till färgen. Sandkornstora fossilfragment är mycket vanliga. Kvadratdecimeterstora fläckar förekommer och är starkt flammiga med mörka grävspår. Under dessa fläckar finns s.k. skiktsvackor (se Lindström m.fl. 1989, s. 17). Den s.k. täljstenen är grå till färgen och har skiktstruktur. Kemiskt överensstämmer Västergötlands kalkstenar med de i Yxhultsområdet; kalcit utgör 80–90% medan halten av kvarts och aluminiumsilikater är låg. Svavelhalten är generellt låg, men vissa horisonter, främst i Billingen, för flera procent pyrit.

Ortocerkalkstenen från Västergötland har ej använts lika mycket i landet som Yxhultsstenen. Från Kinnekulle har dock sten distribuerats till hela centrala Sverige; Stockholm har varit en viktig avnämare vid sidan av Västergötland och näraliggande län, vilket i mindre utsträckning även gäller sten från Billingen, se tabell 2, s. 18. Sten från övriga ej definierade kalkstensförekomster i Västergötland har huvudsakligen använts lokalt. Under medel- och stormaktstiden användes kalkstenen från Västergötland, inklusive Kinnekulle och Billingen, huvudsakligen lokalt, men i och med industrialismen blev Stockholm en viktig marknad. Det är idag möjligt att hitta ersättningssten från Kinnekulle, eftersom ett brott fortfarande är öppet vid Österplana.

Kalkstenarna från Västergötland visar generellt upp samma skadetyper som övriga ortocerkalkstenar, t.ex. Närkestenen. Dock syns exfoliering vara ett något mindre problem än för Närkestenen. Detta kan möjligen



Figur 88. Naturlig polykromi med grå och röd ortocerkalksten från Österplana, Kinnekulle på Strandvägen 11 i Stockholm. Byggnaden uppfördes 1894-97 efter ritningar av G. Lindgren och K. Sahlin. Foto B.A. Lundberg 1991.

*Natural polychromy with grey and red Ordovician limestone from Österplana, Kinnekulle, county of Skaraborg at Strandvägen 11 in Stockholm. The building was erected in 1894-97.*

bero på skillnaderna i ytbearbetning. Medan Närkestenen vanligen är tandhuggen, har Kinnekullestenen ofta slät maskinhyvrad yta. Västgötastenen har dessutom vanligen bara använts som slät fasadsten, och är mindre vanlig i skulpturala sammanhang. Gipsbildning, missfärgning och lavpåväxt är vanliga ytförändringar på Västergötlands kalkstenar.

### Öland

På Öland har kalksten brutits sedan tidig medeltid. Regionalt fick den dock betydelse först på 1500-talet, främst för att den lätt kunde transporteras på båt. Stenen distribuerades runt hela södra Östersjöområdet. Flera brott är fortfarande öppna på norra delen av ön, som Alböke, Gillberga och Horns udde. Hela Öland är uppbyggt av ett några tiotal meter tjockt kalktäckte som ligger ganska horisontellt med svag stupning åt öster. Den brutna horisonten är fem–sex meter mäktig och består av ett tiotal olika lager som av stenhuggarna kallats hålögat, sjutumsläget,

kvarnstenen, trebladet, bassläget, blodläget, godstenen och blommiga bladet (Lindström 1991). Dessa lager finns i brotten i Gillberga och Horns udde. Brotten på södra och mellersta Öland har huvudsakligen utnyttjats för andra syften än byggnadssten. Ju längre norrut man kommer på Öland, desto vanligare blir de röda typerna. Godstenen är genomgående mörkröd och finkornig med fossilfragment och rotformiga ljusare grävspår. Andra horisonter – blommiga bladet – har spår av borrhningar med gulockra färg. Blodläget och hålögat är grå till grundfärgen med gulockra ytor eller mindre röda droppformade fläckar.

Den öländska kalkstenen håller vanligen höga halter av kalcit; ofta runt 90%. Övriga beståndsdelar är silikater som kvarts och olika lermineral. Glaukonit förekommer ojämnt, ju högre halt desto grönare nyans har stenen. Svavelhalterna i stenen är generellt mycket låga. De olika lagren av Ölandssten skiljer sig påtagligt vad beträffar vittringsresistens. Den mera tjockbankade godstenen är vittringsresistentare än de mera tunnskiktade typerna

blommiga bladet och blodläget. I dessa angränsningar ofta de gula och röda hämatitrika partier av selektiv vittring. Även exfoliering är en viktig process. Speciellt destruktiv blir den om stenen monterats med lagringen vertikalt och lerskikt alldeles under ytan. I dessa fall skalas ofta stenen av efter lerskiktet. Hörnavrundning är inte heller ovanlig på Ölandssten. I övrigt bildas ofta gipskrusta med åtföljande missfärgning. Även kolonisering av lavar är vanlig. Vi har registrerat fall där kalkstenslav skyddat stenen från att vittna. Det bästa exemplet är en gravsten från 1600-talet vid Källa gamla kyrka, där stenens status 1899 (foto av G. Holm) och 1990 är praktiskt taget identisk.

Ölandsstenen är ungefär lika frekvent i byggnader i Sverige som stenen från Kinnekulle, se tabell 2, s. 18, men är betydligt mera spridd även till perifera områden. Ölandskalkstenen började utnyttjas tidigare, med proportionellt mera sten från medel- och stormaktstid. Ölandsstenen kan alltså i stor utsträckning ersättas med färsk sten av de flesta i byggnader förekommande typer.

### Östergötland

I Östergötland finns ortocerkalkstenen i området mellan Roxens östra strand och Vättern mellan Motala och Omberg, se figur 85. Tidigare, under medel- och stormaktstid bröts stenen främst i Vreta klosterområdet i östra delen av kalkstensförekomsten. Alla dessa brott är nu emellertid igenlagda och täckta med jord. I väster är emellertid två brott öppna i Borghamn vid Vättern. Ett brott i Tornby nordost om Skänninge har brutits till början av 1970-talet. Kalksten har brutits i området åtminstone sedan början av 1100-talet; den tidigast kända användningen är Herrestads kyrka som dendrodaterats till  $1112 \pm 5$  (Sjömar 1990). Kalkstenen från Östergötland är genomgående grå och ganska homogen. Lerskikt förekommer; de homogena kalkbankarna är maximalt 16 centimeter tjocka. Längst i sydväst i Borghamn förekommer ljus rödbrun sten med ungefär samma banktjocklek som den grå. Kalcithalten är högst i de övre lagren, medan underliggande har ett kalcitnehåll på 80–90% (Shaikh m.fl. 1990). Övriga ingående mineral är silikater som kvarts samt olika lermineralfaser typ illit och klorit. Svavelhalterna är generellt låga utom i vissa skikt, där de kan uppgå till en procent.

Lerskikten är mycket lättvittrade och brukar ofta falla bort ur stenen. De har en gröngrå färg med rikligt med millimeterbredda grävspår. Skadetyperna är desamma som för övriga ortocerkalkstenar. Stenen förekommer huvudsakligen lokalt i byggnader, se tabell 2, s. 18, även om Borghamnstenen har något större spridning. Stenen har nyttjats under alla tidsperioderna sedan tidig medeltid, se tabell 27, s. 84.

### Östra Skåne

Ortocerkalkstenen har brutits på ett flertal ställen på Österlen i Skåne, centrerat kring Komstad (Sivhed och Erlström 1991), förutom en mindre förekomst i Fågelsångsdalen nordost om Lund. Kalkstenen är upp till 13 m mäktig i området. I de flesta brotten har stenen utnyttjats för andra ändamål än byggnadssten. Brottet i Komstad är fortfarande tillgängligt och bryts sporadiskt. Kalkstenen i området är mörk, grå till svart, p.g.a. sitt höga innehåll av organiskt material. Den är relativt homogen och fattig på fossil. Den har huvudsakligen brutits för lokala ändamål, främst som tuktad fasadsten men även skulpturdetaljer. De flesta objekten i Skåne med denna sten härrör från tidig medeltid, se tabell 27, s. 84. Stenen på dessa objekt har vittrat påtagligt med exfoliering, materialförlust i form av avrundade kanter och gipsbildning/missfärgning som synliga resultat.

### Jämtland

Ortocerkalkstenen går i dagen i ett större område i Jämtland, se figur 85, s. 104. Stenen har under lång tid brutits runt Brunflo sydost om Östersund. Här finns en röd variant (Rödberget), men den brytbara stenen är huvudsakligen grå eller svart (Grå- resp. Svartberget). Den mörkröda stenen är finkornig med rörformade spår av grävande organismer. De grå typerna har ljusare noder och klumpar i en mörkare mellanmassa. De svarta varieteterna är något förskiffrade med mörkgrå till svarta skikt med några millimeter tjocka ljusa grävspår fyllda med vit kalcit (Lindström m.fl. 1989). Stenen har brutits sedan tidig medeltid; möjligen låg brotten öde under senare medeltid och stormaktstid, se tabell 27, s. 84, för att åter tas upp på 1800-talet. För närvarande är tre brott kontinuerligt öppna i Brunflotrakten; alla färgvarianter är tillgängliga.

Den jämtländska ortocerkalkstenen anses

vara ganska beständig p.g.a. sin homogenitet. Den uppvisar samma typer av förändringar och skador som övriga ortocerkalkstenar. Många av de inventerade stenobjekten i Jämtlands län utgöres av denna kalksten. Detta län ligger har också flest skador, men skadorna är ej närmare utvärderade i detta fall.

### *Annan ortocerkalksten*

Denna rubriceras "kalksten, annan" i tabellerna. Ortocerkalksten förekommer även i den s.k. Siljansringen i centrala Dalarna. Här är dock stenen deformerad och rubbad p.g.a. ett meteoritnedslag. Stenens banking är därför störd, med rikligt med sprickor. Denna lokala ortocerkalksten finns i portalerna till Rättviks och Leksands kyrkor, och har troligen brutits i Bodatrakten.

### **Gotländsk kalksten**

Gotländsk kalksten har brutits i en mångfald brott över hela ön. Öns kalkstenar är ca 400 miljoner år gamla och alltså yngre än ortocerkalkstenen, se figur 75, s. 92. Gotlands berggrund kan delas in i 12 olika stratigrafiska enheter. Kalksten för byggnation har brutits i minst fem av dessa och över 400 stenbrott i kalksten är markerade på de geologiska kartorna av Munthe m.fl. från första hälften av detta århundrade. Det är generellt svårt att avgöra var stenen i en byggnad med gotländsk kalksten tagits, eftersom stenmaterialet i de olika stenbrotten kan vara ganska likartad. Vi har grovt skiljt ut två typer, revkalksten och lagrad kalksten. All gotländsk kalksten är av organiskt ursprung, dvs. består av lämningar av organismer och deras skal. Dessa organismer har bildat rev – liknande nutidens korallrev – bestående av koraller, alger, musslor, sjöiljor, urdjur och armfotingar som genom vågerosion och andra nedbrytande processer fragmenterats. Detta nedbrutna material har bildat lagrade kalkstenar efter kompaktering. Här och var står dock delvis intakta revkroppar kvar. Både de lagrade kalkstenarna och revkalkstenarna har utnyttjats till byggnadssten. Vissa av lagren har dock så typiskt utseende att de lätt kan urskiljas, t.ex. den skära revkalkstenen från Hoburgsområdet. De viktigaste brytningsområdena har varit Slitelagret på centrala och nordöstra Gotland och Storsudrets röda kalkstenar.

Redan under folkvandringstid, från 400-

talet e.Kr. utnyttjades kalkstenen för bildstenstillverkning. Denna bröts eventuellt från naturliga burgar eller togs som lösa block. Kalkstenar har brutits åtminstone sedan 1100-talet för uppförande av kyrkor. Även materialet för dessa är helt lokalt. Från tidigt 1200-tal bröts också kalksten för dopfontstillverkning. Dessa dopfontar spreds över hela södra Östersjöområdet (Landen 1993). Fontarna fordrade tjocka bankar för sin tillverkning, och togs troligen från brott med sten av speciellt hög kvalitet och mäktiga homogena bankar på minst några decimeter. Från samma brott kan också skulptural utsmyckning av kyrkorna som kapitelband och liknande i portaler komma. Vilka dessa brott var är emellertid ej närmare utrett. Mycket få kvarvarande medeltida brott är kända, men på Stora Karlsö, i Brotrakten, figur 73, s. 89, samt på Storsudret är troliga sådana lokaliserade (Natursten i byggnader. Gotlands län 1995, s. 20).

Förutom gotländsk sandsten och Yxhultskalksten är gotländsk kalksten den vanligaste sedimentära byggnadsstenen i Sverige, se tabell 2, s. 18. Den är naturligtvis vanligast på Gotland, men finns även i Stockholm med omgivningar. Den förekommer också i de flesta övriga svenska län, se tabell 2. Cirka 50% av alla stenobjekt från medeltid är byggda i gotländsk kalksten, se tabell 27, s. 84. Redan under tidig medeltid finner vi gotländsk kalksten på fastlandet, och brytningen pågick kontinuerligt med en sekundär topp under senare delen av förra århundradet. Stenen bryts fortfarande på en handfull platser i Slitelagret och är främst av typen lagrad kalksten. Den röda s.k. Hoburgsmarmorn tycks dock vara mer eller mindre utbruten, men en ljusare typ bryts fortfarande på södra Gotland.

Ur vittringssynpunkt skiljer sig de lagrade kalkstenarna och revkalkstenarna åt. De lagrade innehåller liksom ortocerkalkstenen leriga skikt som är vittringsbenägna och förlorar material. Dessutom uppvisar de samma nedbrytningseffekter som andra kalkstenar med gipsbildning, missfärgning och biologisk påväxt. Revkalkstenarna påverkas något annorlunda. Fossilresterna är ofta omvandlade till mycket kompakt kalcit, vilket innebär att de är motståndskraftigare än den porösare mellanmassan, figur 89. Fossilerna på en vitttrad stenyta står därför ut som kullar medan mellanmassan bildar dalar. Dessutom är fossilerna, speciellt på södra Gotland, i den färska



Figur 89. Kolonner av röd gotländsk kalksten, s.k. Hoburgsmarmor, Konstakademien i Stockholm. Tydlig urvittring efter leriga lagringsplan samt vittringsbeständiga vita fossilavtryck. Foto B.A. Lundberg 1991.

*Columns with red Gotland limestone (Hoburg marble) at the Royal Academy of Fine Arts in Stockholm. Distinct material loss from clayey layering surfaces and weathering-resistant white fossil imprints.*

bergarten rödare än mellanmassan. Vid exponering bleks dock dessa kraftigt och hela stenytan blir ljusare. På socklarna av många Gotlandskyrkor i kalksten ser man ett karakteristiskt ådringsmönster. Detta har bildats innan kyrkorna fick takrännor och stuprör, då vattnet rann direkt av taken och träffade och kanaliserades på de utstickande socklarna, figur 90. Vattnet har löst ut kalken och bildat vindlande rinnådror. Många av de medeltida gotländska kyrkorna har utsmyckning i gotländsk kalksten. På totalt 54 objekt i 32 byggnader har centralt finansierad konservering utförts sedan 1980, se tabell 31, s. 93.

### Ignabergakalksten

I Skåne har ett antal kalkstenar brutits för byggnadsändamål. Den enda av dessa som brutits under senare tid är den kretaceiska Ignabergakalkstenen. I början av 1900-talet användes den ganska flitigt, speciellt i Stockholm, se tabell 2, s. 18 och tabell 27, s. 84. Stenen är snarast av typen litifierat skalgrus och består av mer eller mindre välbevarade skalrester från bläckfiskar och stora musslor (Sivhed och Erlström 1991). Den bröts och bryts fortfarande i Kristianstadsområdet, numera dock för andra ändamål än byggnadssten. Stenen var mjuk och porös när den bröts och förvarades därför ofta exponerad för atmosfären någon tid. Den cementerades därvid och blev betydligt hårdare.

Stenen uppvisar skador som selektiv vittring, gipsutfällning och missfärgning. Skadorna är dock relativt begränsade, vilket delvis kan bero på dess relativt sena användning samt att den sällan använts för rent skulpturala ändamål.

### Andra svenska kalkstenar

Dessa benämns "kalksten, annan" i tabellerna. Främst i södra och sydvästra Skåne men även på Själland i Danmark finns ett antal lokalt använda kalkstenar, nämligen dankalksten, skrivkrita och kalktuff. De två förstnämnda förekommer vid Öresund; på svenska sidan kan de studeras i brotten vid Limhamn och Klagshamn, på danska sidan på Saltholm och i Stevns klint (Magnusson m.fl. 1963; Suenson 1942, s. 128–129). Dankalksten och skrivkrita är nästan likåldriga och svåra att särskilja. De har därför ibland helt enkelt rubricerats som kritsten.

Dankalksten, på danska kallad limsten, består av små bryozoaer (mossdjur) och är vanligen ljusgul till färgen. Den är ganska finporös och mjuk men hårdnar efter exponering i luften. Den kan innehålla flintbollar. Stenen bildades för drygt 60 miljoner år sedan och underlagras av den s.k. skrivkritan, som alltså är något äldre och tillhör kritperioden. Stenen förekommer i byggnader i västra Skåne, se figur 17, s. 30, främst i Malmöområdet och är vanlig i medeltida kyrkor på Själland (Jacobsen 1986). Den utnyttjades huvudsakligen under medeltid, se tabell 27, s. 84, i skulptural utsmyckning. På Själland har dock dankalksten brutits betydligt senare både på Stevns klint, i Faxe kalkbrott och på



Figur 90. Sockel i grå gotländsk kalksten på Väskinde kyrka, Gotland. Tydligt urvittrade sprickor efter de horisontellt lagda lagringsplanen samt vertikala rinnådror orsakade av regnvatten från taket. Foto B.A. Lundberg 1991.

*Socle of Väskinde Church, Gotland, of grey Gotland limestone. Characteristic weathered layering planes and vertical trickle paths caused by rainwater from the roof.*

Saltholm. Inte minst i Köpenhamn finns sten i byggnader från alla dessa lokaler (Suenson 1942, s. 129–131). Vi vet inte om den skulpturala stenen i västra Skåne är lokalt skånsk eller kommer från Danmark.

Ren skrivkrita är vit till färgen och så mjuk att den kan färgas av vid beröring med finger. Denna är alltså något äldre än danskalkstenen och bildar en flera hundra meter mäktig horisont, som bl.a. kunnat studeras i nedre delen av Limhamnsbrottet, vilket dock numera är partiellt vattenfyllt. De fåtal förekomsterna i byggnader i Malmöområdet är av tidigmedeltida ålder, se tabell 27, s. 84. Stenen är mjuk och ömtålig och tål ej direkt regnexponering.

Kalktuff består av kemiskt utfälld kalciumkarbonat. Vanligen har den bildats där källvatten tränger upp till markytan. Avgång av koldioxid gör att lösligheten av kalciumkarbonat minskar, varvid kalk kan fällas ut direkt på vegetationen. Dessa kalkförekomster har främst bildats under och efter den

senaste nedisningen och bildas i vissa fall fortfarande, t.ex. vid Benestad i sydöstra Skåne. Även i Danmark, där den kallas frådsten, finns betydande avlagringar, t.ex. vid Maglekilde nära Roskilde (Suenson 1942, s. 130). Den skiljer sig från de andra yngre kalkstenarna genom att ha en viss skiktning, stora hålrum och rikligt förekommande avtryck av landfossil, främst växter. På grund av sin höga porositet är kalktuff mycket lätt och har därför använts i tidigmedeltida valv och liknande i skånska kyrkor. I Danmark är den betydligt vanligare och finns t.ex. i ett 100-tal kyrkor, främst på Själland och östra Jylland (Jacobsen 1986). Stenen grånar påtagligt vid exponering, men är betydligt motståndskraftigare än t.ex. Köpingsandstenen mot vitt-ring, vilket tydligt framgår om man studerar Bjäresjö kyrka, se figur 84, s. 101.



## Utländska kalkstenar

Även dessa sorterar under ”kalksten, annan” i tabellerna. Vid sidan av eventuella danska kalkstenar från Danien och Krita förekommer ett litet antal utländska kalkstenar i svenska byggnader. Den vanligaste av dessa torde vara travertin, även om bara två objekt noterats vid inventeringen, se tabell 27, s. 84. Orsaken är att den främst använts efter 1940 som plattsten på fasader, inte minst i Göteborg och Borås. Färsk travertin är mycket ljus gul, men blir med tiden mörkare, gulbrun. Den karakteriseras av centimeterstora hålrum utdragna i lagringsriktningen. Den till Sverige införda stenen kallas Alvianotravertin och bryts utanför Rom. Den har bildats på samma sätt som kalktuff. Stenen är förvånansvärt resistent mot vittring. Färgförändring är den påtagligaste effekten på stenen utomhus.

Savonnierekalksten är en gulvit kompakt fossilförande byggsten från Lorraine i Frankrike, som använts även i Sverige. I Stockholm finns fyra byggnader med denna, t.ex. Strandvägen 1–3. Enligt Suenson (1942, s. 130) är stenen inte alltid frostbeständig, även om den hårdnar vid exponering i luft.

Portlandsten är en ljus gulvit kalksten med fossilifierade musslor. Den bildades under Juratiden och bryts på Englands sydkust. Det är en i södra England, inte minst i London, mycket använd byggsten, som även ofta utnyttjas för internationella exponeringsstudier. Den förekommer i Köpenhamn (Suenson 1942, s. 133) samt i Konstföreningens hus nära Stureplan i Stockholm. Den anses vara en ganska lättvittrad sten.

## Obestämd kalksten

Det finns närmare 500 objekt med obestämda kalkstenar, se tabell 27, s. 84, vilket utgör knappt 8% av alla kalkstensobjekt. De flesta av dessa är från 1800-talet eller senare. Majoriteten finns i Östergötland, Stockholms stad, Södermanland, Skåne (Malmöhus län) och Västergötland. De är ofta dolda av färglager eller sitter så avigt till att de ej kan närmare studeras utan stege e.dyl. En del har också förblivit obestämda eftersom de ej inventerats av geolog. Många av dessa torde vara lokala ortocerkalkstenar, eftersom de flesta obestämda stenarna finns i trakter med förekomster av ordoviciska kalkstenar.

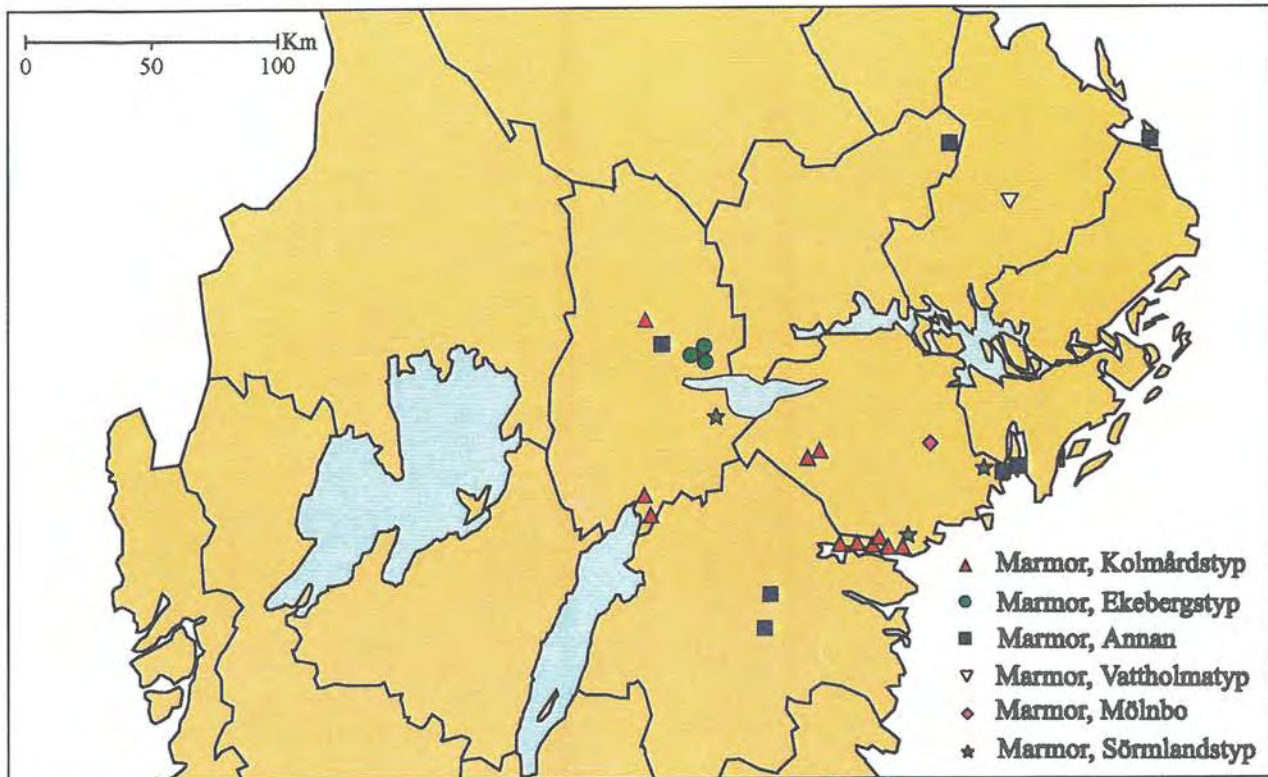
## Marmor

Här inkluderar vi marmor under begreppet kalksten. Rent kemiskt är detta korrekt, men egentligen är marmor en metamorf bergart som utsatts för högt tryck och temperatur och därvid omkristalliserats. Begreppen kalksten och marmor är geologiskt väldefinierat, men inom byggbranschen har begreppen använts betydligt vidare, speciellt i Sydeuropa. Många av de marmortyper som är kända från Medelhavsområdet är geologiskt sett kalkstenar.

Alla svenska marmortyper är gamla och tillhör urberget, dvs. är äldre än 570 miljoner år. De flesta av dem har en ålder av närmare 2 000 miljoner år. Kalkstenarna däremot är alla yngre än 500 miljoner år. Förutom åldern skiljer sig dessa grupper i ett par avseenden. Marmor är ofta dolomitisk, dvs. hälften av kalciumet i mineralet kalcit ersätts med magnesium, varvid man får mineralet dolomit,  $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ . I svensk marmor förekommer dessutom inga fossil synliga för blotta ögat medan kalkstenarna i huvudsak är uppbyggda av organismer eller deras skal.

Den svenska marmor som brutits som byggnadssten finns huvudsakligen i centrala Sverige; främst landskapen Södermanland, Närke, Östergötland och Uppland, figur 91. Den kan delas in i ett antal grupper efter färg och struktur (Kathol 1992a). Denna indelning med senare modifieringar (Kathol 1995) följer vi också här. Svensk marmor är ofta grön i olika nyanser då den innehåller mineralgrupperna amfibol och pyroxen eller mineralet serpentin. De gröna marmortyperna delas här in i marmor av Kolmårdstyp samt Mölnbomarmor. Marmor av Sörmlandstyp är vanligen ljus liksom marmor från Ekebergsområdet i Närke som dock kan ha svagt gul eller grön anstrykning. En annan mer eller mindre rödfärgad marmortyp har brutits i Vattholmaområdet i Uppland. Övriga marmortyper sammanfattar vi under begreppet annan marmor. Till dessa räknas röd Dyltamarmor, oidentifierade gröna och vita typer samt utländsk vit marmor, främst Carrara.

Över 75% av alla marmorobjekt är yngre än 1860, men marmor förekommer i byggnader sedan tidig medeltid, se tabell 27, s. 84. Vittringen av marmor är vanligen av typen homogen vittring, sandning, missfärgning/färgförändring och biologisk påväxt. Marmor i regnskugga blir svartfärgad genom att gipskrustor tar upp sot och smuts men även befrämjar biologisk kolonisering. Marmor



Figur 91. De viktigaste marmorförekomsterna i Sverige som utnyttjats som byggnadssten.

*The major marble occurrences in Sweden used as building stone. Marmor, Kolmårdstyp=Marble, type Kolmården etc.*

med starkare färger bleknar generellt med tiden och får ofta ett sockerkornigt utseende, medan ljus marmor ofta gulnar. Marmor är generellt beständigare mot vittring än kalksten p.g.a. sin homogenitet, kompaktet och därmed sammanhängande låga porositet.

### *Marmor av Ekebergstyp*

Ekebergsmarmorn förekommer i två urkalkstensstråk nära Glanshammar öster om Örebro. Den uppvisar en viss färgvariation. Den renaste marmorn är ljusgrå till vit, ofta något gråflammig med små gröna linser. Inte sällan innehåller stenen några centimeter långa grågula tremolitkristaller (ett amfibolmineral). Stenen är en massformig dolomitmarmor, men ofta bankad med upp till två meter tjocka bankar. De gula och blå typerna innehåller sparsamt med amfiboler, främst tremolit (Shaikh m.fl. 1989, s. 176–182). De orenare typerna är ljusgrå–ljusgröna till färgen och kan innehålla 5–30 cm långa mörka linser (Gamla Lillkyrkabrottet). Ekebergsmarmor började brytas i större skala omkring år 1903 för uppförandet av Dramatiska teatern i Stockholm. Numera används stenen främst inom-

hus. Det är främst i Göteborg och Stockholm stenen använts i byggnader. Fortfarande är ett flertal brott i Glanshammarsområdet öppna.

Stenen förändras vid exponering i atmosfären. Den smutsas och får en svartad yta. Dolomiten vittrar och ger bergarten ett sockerkornigt utseende medan ingående amfiboler är motståndskraftigare och står ut från ytan efter längre regnexponering. Färgen förändras också och de klara färgnyanserna blir svagare. Denna marmor måste dock betraktas som relativt vittringsbeständig, se figur 64, s. 76 och figur 65, s. 77.

### *Marmor av Kolmårdstyp*

Grön marmor bildar en grupp, som främst kommer från Kolmården på gränsen mellan Södermanland och Östergötland, se figur 91. Detta är äkta Kolmårdsmarmor. Till denna typ föres också marmor från Gropptorp vid Marmorbyn i Katrineholmstrakten. Dessutom räknas marmorn från brotten Brännlyckan och Läggesta nära Askersund till Kolmårdsgruppen liksom Mårdhyttan norr om Örebro. Dessa marmor typer kan även ha bruna och svarta inslag. Om stenen sågas paral-

lellt med lagringen fås en randig yta, om stenen sågas vinkelrät lagringen blir ytan istället fläckig eller flammig. Kemiskt är detta huvudsakligen kalcitmarmor som brotten i Kolmårdsområdet och Brännlyckan eller blandad kalcit-/dolomitmarmor som i Marmorbyn. Ingående mineral förutom kalcit, dolomit och amfibol är diopsid, glimmer samt kvarts. Det är amfibolerna som ger den gröna, bruna eller svarta färgen. Äkta Kolmårds-marmor är ofta grönsvartfläckig och påtagligt ådrad.

Stenen har brutits åtminstone sedan 1200-talet. Mera kontinuerligt har stenen brutits från 1600-talet fram till nutid. Den största brytningen skedde efter det senaste sekelskiftet. Två brott har på nytt öppnats i Kolmården. Främst har stenen utnyttjats i Östergötland, Södermanland och Stockholmsområdet, se tabell 2, s. 18. Marmor av Kolmårds-typ förändras påtagligt vid vittring. De ljusare mineralen kalcit och dolomit löses upp av regn, medan de hårdare starkare färgade amfibolrika skikten står kvar. Dessa bleknar dock tydligt med tiden, så stenen blir ljusare men ofta även smutsigare på regnskyddade ytor. Marmor är ej sällan sprickig; både större spricksystem och mindre partier med mikrosprickor framträder så småningom.

### *Marmor från Mölnbo*

I Mölnbo i centrala Södermanland har man brutit en distinkt grön dolomitmarmor i ett flertal brott. Stenen är finkornig med homogent fördelad grön serpentin, som ger stenen ett karakteristiskt utseende. Ställvis är stenen småveckad med grå band samt svagt gula inslag. Den har ofta centimeterstora vita och ljusbruna fläckar. Brytningen i området påbörjades 1893 och fortsatte till mitten av 1960-talet då den lades ned. Den hade sin storhetstid under de två första decennierna av detta århundrade, se tabell 27, s. 84. Den användes både utomhus i fasader och inomhus som trappsten och fönsterbänkar. Stenen uppvisar samma typer av skador och liknande motståndskraft mot vittring som föregående marmortyper.

### *Marmor av Sörmlandstyp*

Detta omfattar homogent kristallina medeltill grovkorniga typer från olika områden i östra Södermanland. De brott som lokaliserats är Bonneråd A–E, Pumptorp A–F, Oaxen i Himmerfjärden samt Lännäs söder om

Hjälmarén, se figur 91. Denna marmortyp är vit till grå och blir brunare vid vittring. Redan under medeltid användes den lokalt i kyrkor. Den förekommer även i ett fåtal byggnader från 1600- till 1800-tal, se tabell 27, s. 84. Under senare tid, innan brotten lades öde utnyttjades denna marmortyp huvudsakligen för industriella ändamål på platser som Stora Vika och Oaxen.

### *Marmor av Vattholmatyp*

Marmor, som även kallas urkalksten, uppträder i ett stråk i Vattholmatrakten norr om Uppsala. Den består av en massformig, medelkornig något dolomitisk marmor, som även kallades Lenamarmor tidigare. Den är ljusgrå till svagt grönaktig till färgen med decimeterlånga rödlätta flammor. Den uppvisar en betydande variation i färg; gröna till mörka partier förekommer. Dessa marmorförekomster bearbetades från tidig medeltid och fram till början av 1900-talet och har bl.a. använts i Uppsala domkyrka i flera skulpturer från skiftet 1500- till 1600-tal. Alla brotten är nu nedlagda och de flesta är vattenfyllda.

### *Annan marmor*

Under denna rubrik sorterar ett antal marmortyper med avvikande utseende. Flera av dem är röda i olika nyanser. Marmor från Dylta i Närke tillhör en ljus typ som har större partier med homogent skär färg, medan marmor från Harbonäs i Uppland är en medelkornig marmor med decimeterlånga röda och ljusgröna flammor. En vit, ibland rödlätt marmor har även brutits vid Gistad och nära Lenbergsvik på västra stranden av sjön Glan i Östergötland. På Singö norr om Grisslehamn har en medelkornig grå dolomitmarmor troligen utnyttjats. Alla dessa brott är nu nedlagda.

### *Andra bergarter*

Under denna rubrik sorterar täljsten och skiffer, som båda är metamorfa bergarter. Täljsten är en mjuk grönaktig bergart som består av mineralen talk, klorit och amfiboler. Den är mjuk och därmed lätt att bearbeta. Denna stentyp är mycket vanlig i våra grannländer Norge och Finland som byggnadssten och i skulpturala detaljer. Nidarosdomen i Trond-

heim är helt byggd i täljsten från en stor mängd olika stenbrott. Även i Sverige har täljsten utnyttjats vid skulptural utsmyckning. Under tidig medeltid var denna sten mycket populär för tillverkning av dopfuntar. Råmaterialet till dopfuntar i Skandinavien kommer huvudsakligen från Østfold i Norge samt angränsande delar av Sverige, främst Dalsland (Hallböck 1978). Täljsten bröts under medeltiden även vid Löddby i Uppland samt senare även vid Töcksfors i Värmland. Numera bryts täljsten endast i Handöl i västra Jämtland för tillverkning av eldfasta grytor, kaminer, mortlar och andra smärre husgerädsartiklar.

Av skiffer finns två huvudtyper av intresse för byggnation, nämligen lerskiffer och glimmerskiffer. Skifferna är metamorfoserade leror, som är mycket täta och finkorniga. De har vanligen en utpräglad skifferighet, som gör att stenen lätt spricker upp i tunna släta skivor. I Sverige har svart lerskiffer huvudsakligen brutits i Grythyttan i Närke och i centrala Dalsland. I ingen av dessa områden bryts skiffer längre, men finns fortfarande tillgänglig för utbyte av söndervittrade skifferplattor. Glimmerskiffer är en grönaktig, silverglänsande bergart med lätt ondulerande yta som huvudsakligen använts som takplattor, men numera utnyttjas även som trädgårdsplattor och inne i byggnader. Glimmerskiffer har brutits och bryts fortfarande i Glava i västra Värmland, liksom i Offerdals-trakten i Jämtland. Vi har ej närmare undersökt dessa bergarter ur vittringssynpunkt, men de torde vara relativt motståndskraftiga.

## Urberg

Under denna beteckning hamnar ett flertal olika äldre hårdare bergarter, som huvudsakligen utnyttjats efter industrialismens genombrott. De är generellt hårda, kompakta och så svårbearbetade att de endast lämpar sig för maskinell hantering. De viktigaste är graniter av en mångfald typer, diabas, hyperit och gabbro som alla tre kallas svart granit i stenarbetskretsar samt metamorfa gnejser, porfyrier och amfiboliter. Graniter och gnejser utnyttjades redan under vikingatid för runstens-tillverkning, men bearbetades i allmänhet föga. Redan under folkvandringstid samt senare under tidig medeltid användes granit och liknande, men samlades då in som lösa block som isen dumpat i de lösa avlagringarna. Mycket vanliga är stenkyrkor i granit på Jylland (Noe-Nygaard 1985; Jacobsen 1986). Urberg, dvs. främst granit, utgör en tredjedel av alla i Sverige inventerade objekt, se tabell 2, s. 18. Av dessa är nästan 95% från tiden efter 1860. Vi har inte närmare studerat och åtgärdat urbergssten. Skadefrekvensen är dock lägre än för alla andra bergartstyper, se figur 64, s. 76, och uppgår bara till drygt 5%. De skadetyper som är vanligast är selektiv vittring, exfoliering och missfärgning. Även diabas (svart granit) är mycket vittringsbeständig liksom porfyr från Dalarna.

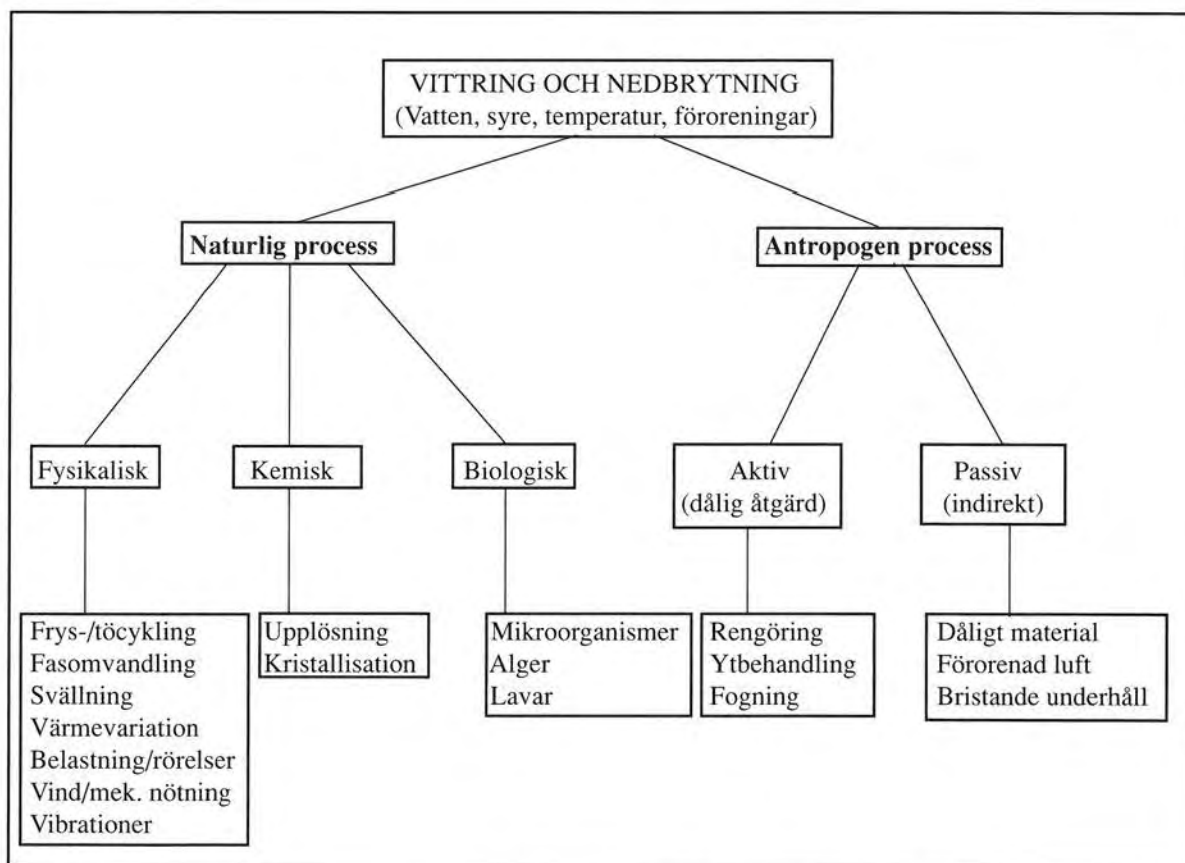
# Skador och orsaker

RUNO LÖFVENDAHL

Likt levande organismer är också oorganisk materia underordnad förändring. Ett kulturföremål i sten, vare sig en byggnad eller en ristning kan sägas ha födelse eller en tillblivelsetidpunkt som kulturföremål, nämligen när byggnaden eller ristningen stod färdig. Detta är föremålets optimum, när det har maximal ordning. Kulturföremålet genomgår sedan en mer eller mindre kontinuerlig regress, där förändringshastigheten kan variera starkt med tiden. Processer av fysikalisk, kemisk och biologisk natur knaprar på föremålet som hela tiden förändras. I den biologiska vittringen ingår också mänskligt inflytande; såväl ökad nedbrytning som bromsning av förändringen kan inräknas i denna antropogena påverkan.

Även om vi i allmänhet ej kan tillskriva föremålet en definitiv dödsdag, när det så småningom ett tillstånd där dess ursprung som kulturföremål ej längre framgår. Utökad mänsklig kunskap kan dock göra att föremålet återtar något av sin identitet och ej bara betraktas som skapat av naturen. Jag tänker här söka definiera de olika processer som påverkar våra kulturföremål, figur 92, främst i sten.

Den viktigaste faktorn är föreningen  $H_2O$  i alla dess former; is, vatten och vattenånga. Utomhus är den viktigaste faktorn vatten som regn, som faller vertikalt i vindstilla väder eller kan karakteriseras som slagregn vid starkare vind. Det vatten som träffar stentan tas delvis upp av stenen och kan tränga



Figur 92. Naturliga och antropogena faktorer som styr vittring och nedbrytning av byggnadssten.  
*Natural and anthropogenic factors governing weathering and destruction of building stone.*

in under ytan. När regnet upphört avdunstar vattnet som tagits upp av stenen mer eller mindre snabbt, vi har alltså en växling mellan fuktning och torkning. Regnet som träffar ytan löser delvis upp stenen. Omfattningen beror på regnets kemi och de i stenen ingående mineralen. Förutom den rent kemiska upplösningsprocessen tillkommer fysikaliska (och biologiska) processer. Farliga episoder är när temperaturen sjunker så lågt under fryspunkten att vattnet i stenen (eller annat material) övergår till is. En vattenmättad sten kan då frysa sönder. Om nederbörden dessutom innehåller salter, t.ex. klorid eller sulfat penetrerar dessa stenen. När vattnet sedan avdunstar under torrperioder anrikas salterna i avdunstningszonen på eller nära ytan. När saltmättnad uppkommit kristalliserar salt ut med åtföljande skador.

Både kemiska och biologiska processer är beroende av vattnets närvaro. Det är huvudsakligen fysikaliska processer som kan försiggå i torrt tillstånd, nämligen värmeutvidgning vid stigande temperatur, vindpåverkan med åtföljande mekanisk nötning, markrörelser samt vibrationer. Även vissa andra, direkt eller indirekt antropogena, processer förekommer. Till dessa kan räknas val av dåligt material och ren vandalism.

För flera av skadetyperna är sambandet orsak-verkan klart, i andra fall är skadeorsaken oklar. I många fall är orsaken till skadan säkert flerfaldig. Som utgångspunkt använder vi den indelning av skadetyper som presenterats i *Natursten i byggnader. Svensk byggnadssten och skadebilder* (1994, s. 54–65). Jag diskuterar också de processer som orsakar de olika skadorna.

## *Skadetyper*

### **Reliefvittring**

Reliefvittring är mycket vanlig på byggnader och är primärt kemisk till sin natur. Med tiden drabbas all sten utomhus av denna vittringsform. Den har ett tidsmässigt förlopp, som börjar omärkligt men med tiden antar markerade former, som dock drabbas olika bergartsmaterial med olika hastighet. Mineral löses olika snabbt i vatten och har alltså mycket varierande kemisk motståndskraft. Eftersom bergarter i allmänhet innehåller flera olika mineral, blir resultatet att en ursprungligen slät yta blir ojämnare med tiden, eftersom de

lättlösligare mineralen försvinner snabbare. Upplösningen ökar för de flesta mineral när pH-värdet avviker starkt från neutralt; vid pH-värden under fyra ökar den vanligen kraftigt. Den förändras också vid förekomst av andra joner i lösning. Höga halter löst koldioxid ger en kraftigt ökad upplösning av kalcit; fältspater påverkas på samma sätt (Svensson 1942, s. 77; Sjöberg m.fl. 1995). Närvaro av fosfat däremot minskar påtagligt upplösningen av kalcit. Samma inverkan i mindre omfattning har också sulfat och t.ex. flera metallelement som järn, bly och scandium (Sjöberg 1978; Sjöberg m.fl. 1995). Plagioklas vittrar snabbare än kalifältspat under naturliga förhållanden medan kvarts är praktiskt taget olöslig (Drever 1982). Glimrar är också kemiskt svårlösliga. Emellertid visar studier av bergartsytor att glimrar och "glimmerpaket" ofta framträder som håligheter. Detta beror uppenbarligen på att glimrar, speciellt biotit, lätt spjälkas upp i bladform, då vatten trängt in mellan glimmerbladen, vilka sprängs sönder vid frysning. Få bergarter består av ett enda mineral. Dessutom betyder struktur och kornstorlek en del; små korn eller olika typer av kristalldefekter löses lättare (Berner 1978). Detta gör att även rena kalkstenar med fossilavtryck kan uppvisa stark reliefvittring, då fossilen oftare är tätare och motståndskraftigare än omgivande mellanmassa.

I princip leder denna kinetiska upplösning av mineral till ökad ojämnhet av den från början släta stenytan, vare sig denna är naturligt ispolerad eller hyvlad och slipad av människan. Med mikrokartering av stenfasader kan man numera approximativt definiera ytornas topografi (Swantesson 1992, Simon och Snethlage 1993). Ytornas ojämnhet är starkt beroende av bergartsmineralens storlek. Finkorniga bergarter får en mycket låg mikrorelief, där höjdskillnaden mellan resistent och lättvittrade mineral maximalt motsvarar kornstorleken (kornens diameter). Grovkorniga bergarter däremot kan få en yttopografi med höjdskillnader i cm-skala eller mera efter tillräckligt lång tid. Exempel på detta är kvartsådrade kalkstenar, där kvartsådrorna står upp som dm-höga ryggar. Denna typ av vittring i renodlad form kallas mineralvittring eller reliefvittring.

Reliefvittring kan utvecklas vidare till mera avancerade former som kallas hålvittring och alveolvittring. Hålvittringen karakteriseras av att större håligheter utvecklas på

stenytan, när det sammanhållande bindemedlet i stenen löses upp, varpå motståndskraftigare korn tappar fästet och faller bort. Skadetypen påträffas såväl naturligt på rena sandstenar som på bearbetad kultursten. Hålvittringen kan utvecklas vidare till s.k. alveolvittring. Då återstår bara åsar av den ursprungliga ytan, medan resten fallit bort. Ytan får då ett bikakeliknande utseende, se figur 76, s. 94.

En annan avancerad typ av reliefvittring är skikt- och suturvittring, som uppträder i rena sandstenar och kalkstenar, inte minst ortocerkalksten. I lagrade kalkstenar växellagrar ofta rena kalkstensbankar med tunna horisonter av lermineral, tunna asklager eller liknande. Dessa lager tar lätt upp vatten, sväller och spricker upp. Om stenen monterats horisontellt (som den avlagrats) och innehåller flera lerskikt, vittrar dessa ut och lämnar urgröpta ränder i stenen, se figur 86, s. 105. Vi antar att dessa skikt vittrar fysikaliskt. Ingående lermineral är ofta av illit- eller smektittyp. Lermineralen har egenskaper som skiljer dem från de vanliga bergartsbildande mineralen i två avseenden:

1. Lermineralen fungerar som jonbytare, dvs. tar upp och byter ut katjoner i kristallstrukturen (beroende på tillgången på joner). Mineralen ändrar därvid volym med åtskilliga procent, vilket gör att dessa lager sväller och faller ut. Resultatet blir en urgröpt ränna.

2. Lermineralen kan ta upp vatten och sväller därvid starkt, smektiten med över tio procent. Denna process ger samma resultat som jonbytesreaktionen, dvs. ytavfall.

Egenskapen att ändra volym vid vattenupptag eller jonbyte i vattenlösning skiljer dessa mineral från bergarternas huvudmineral vare sig dessa är fältspater, kalcit eller något annat. Huvudmineralen ändrar nämligen inte volym påtagligt vid denna påverkan. Det är troligen denna starka volymförändring som orsakar att lermineralskikten vittrar ut.

Hörn- och kantavrundning är ett vanligt vittringsfenomen på många bergarter, både i naturen och på kultursten. Nästan all profilerad sedimentsten påverkas av detta. Processen brukar inledas med avskalning (exfoliering) och bortfall av kanter och hörn, figur 93. Den uppkomna porösa stenytan fortsätter att sanda; på så sätt förloras material. I allmänhet är tillförsel av vatten kombinerat med torrpe-

rioder eller frysning de huvudsakliga nedbrytningsfaktorerna. Stenens porositet (och permeabilitet för vatten) spelar också en viktig roll.

Reliefvittring är alltså ett mångfacetterat begrepp. Till en början karakteriseras vittringsformen av ren upplösning, dvs. kemisk vittring. Vid fortsatt reliefvittring spelar också fysikaliska faktorer stor roll – när den kemiska sammanhållningen eliminerats är frost, saltkristallisation/sprängning och liknande processer betydelsefulla. Stenens porositet har vid vittringen ökat påtagligt i yt-zonen, vilket ger vatten och fukt möjlighet att tränga in i och under ytan.



Figur 93. Nedbrytning i form av kantavrundning samt lagat mörkt parti i Yxhultskalksten på Strandvägen 17, Stockholm. Foto B.A. Lundberg 1991.

*Extensive loss of edges and dark mending in Yxhult limestone at Strandvägen 17 in Stockholm.*

## Sandning och pulverisering

När stenytan tappat så mycket av sin sammanhållande kraft att mineralpartiklar faller bort vid minsta beröring säger man att stenen sandar. Detta fenomen är vanligt hos orena sandstenar. I princip samma fenomen förekommer på vissa graniter, men i detta fall är mineralkornen större, ofta centimeterstora. Denna vittringsform kallas då vanligen grusvittring. Den primära orsaken till fenomenet är kemisk vittring. Bindemedlet som kittar ihop bergarten kan vara kalcit eller andra mineral som är lösligare än de silikater bergarten normalt är uppbyggd av. När cementet försvunnit och korngränserna lösts upp saknar silikatmineralen förankring och faller alltså bort. I extrema fall, när nedbrytningen är snabb, finner man ett lager av mineralkorn nedanför den vittrade stenytan.

Om man försiktigt berör ytan av en vittrad sandsten med fingret dammar det och kvartskornen faller av. Speciellt under exfolierade stenytor och spruckna gipskrustor är materialet ofta pulveriserat och sitter löst, figur 94. Det är framför allt dessa stenytor som är i behov av konsolidering, dvs. att stenen görs fastare och hållbarare.

Ren upplösning av en homogen monomineralisk bergart som ren kalksten kan också förekomma. Detta är en rent kemisk process. I en homogen bergart med ett enda mineral borde detta ge en likartad upplösning av hela ytan. I praktiken är emellertid vittringen ofta selektiv även i kalkstenar, då t.ex. fossil är tätare och motståndskraftigare än mellanmassan och därför bildar uppstickande partier på en vittrad yta. Sandning är alltså en komplex process. Primärt underminerar kemisk vittring mineralkornens sammanhållning. Processen när korn och mineralkorn faller bort är fysikalisk, dvs. frysning samt tyngdkraftens inverkan.

## Exfoliering

Exfoliering eller avbladning är en mycket vanlig process som påtagligt skadar profilerad och skulptural sten. Fenomenet är mycket vanligt på de flesta bearbetade stenytor; såväl sand- och kalkstenar som graniter. Det karakteristiska för denna skadetyper är att tunna skal faller av stenytan. Storleken kan variera från kvadratmillimetersmå fjäll till kvadratdecimeterstora runda skal. Skadan börjar med att partier på ytan blir bom, dvs. fläckvis släpper



Figur 94. Konsol på västportalen, Trefaldighetskyrkan i Kristianstad, Skåne av gotländsk sandsten. Tät svart hinna på ytan där exfolieringen initierats från kanter och ger en ljus sandande yta. Foto B.A. Lundberg 1992.

*Scrolled bracket, the western doorway of the Trinity Church, Kristianstad, Skåne, of Gotland sandstone. Dense but thin blackish veneer on the surface, where the exfoliation starts at the edges of the bracket, leaving a whitish sanding surface.*

kontakten med underlaget. Diagnosen är att man hör ett ihåligt ljud vid knackning på ytan. Så småningom faller hela eller en del av bomytan bort. En exfolieringsskada har alltså uppkommit, se figur 31, s. 44. Denna tenderar att växa genom att utvidgas i periferin, se figur 87, s. 105 och figur 94.

Skadetyper har troligen flera orsaker. Viktigt är uppenbarligen fukt och frysning samt saltkristallisation. Skadetyper har åstadkommit i laboratorieförsök (Wessman 1995). Att exfolieringsskador uppkommit genom kristallisation av salt, inte minst natriumsulfat, har påvisats på flera ställen i Gamla Stan i Stockholm på gotländsk sandsten. Skadan har påträffats på andra sandstenar, kalkstenar



som Yxhultskalksten samt graniter, t.ex. Lunds domkyrkas västportal. I vissa fall sker exfoliering i flera generationer som på Ridarhuset i Stockholm (Natursten i byggnader. Svensk byggnadssten och skadebilder 1994, figur 61).

Beroende på den bortfallna ytans storlek kan man skilja mellan fjällning, avbladning och avskalning. Det är värt att notera att exfoliering sker helt oberoende av bergartens lagring. Det är alltså en strikt ytprocess. Förutom fukt, frysning och saltinnehåll kan också ytbehandling i form av konsolidering för att försegla ytskiktet samt s.k. svart beläggning (se under hinna) underlätta, ja t.o.m. orsaka exfoliering som på granitkolonnerna på Lunds domkyrkas västportal (Löfvendahl och Sundén manus). Vi skiljer alltså på exfoliering och klovsprickor, som är mycket vanliga i kalkstenar (Natursten i byggnader. Svensk byggnadssten och skadebilder 1994, figur 62). Såväl kornstorlek som porositet är viktiga faktorer att ta hänsyn till vid exfoliering. Exfolieringsskiktets tjocklek är beroende av bergartens kornstorlek och vattenupptagande förmåga (Fagerlund och Wessman 1992).

Denna typ av skador är mycket svår att laga och åtgärda. De försök som gjorts att permanent fästa bomparter vid underlaget har ej varit speciellt framgångsrika. I Tyskland t.ex. har man genom injicering med pastan *Ledan B* sökt fästa bomparterna (Snethlage 1993). Resultatet är dock mycket diskutabelt. Konventionell injicering med limmande substanser som paraloid har också varit relativt ineffektiva. I fall av tunna fjäll kan det vara möjligt att mjuka upp och fixera dessa mot underlaget med rispapper doppat i vattenlösning med följande impregneringar (Andersson, T. 1983, s. 138). En tredje möjlig väg är att partiellt hugga ner stenen i jämnhöjd med exfolieringens underyta, vilket bl.a. utförts på Vetlanda kyrkas västportal sommaren 1995. Resultatet verkar acceptabelt. Exfoliering är huvudsakligen en fysikalisk process.

### **Spricka och sprickbildning**

Sprickor kan ha varierande utseende och helt olika orsaker. Vissa är allvarliga för byggnaden medan andra är ofarliga och i stort sett bara skönhetsfel. Sprickor kan vara ursprungliga svaghetszoner i stenen, t.ex. lagrings-

sprickor eller bankningsplan. De kan också uppstå i byggnaden genom felaktig belastning, rörelser och/eller sättningar eller genom vibrationer.

Sprickorna kan ha olika omfattning. De kan vara tunna och grunda men även djupa, genomgående, jfr figur 90, s. 111. Sprickor kan vara öppna eller slutna med olika sekundärmineral. Öppna sprickor kan lätt vidgas genom att löst material ramlar ned och fyller dem kontinuerligt. Inte sällan utgör sprickorna en angreppspunkt för fortsatt materialförlust. Inte minst kan sprickornas kanter falla bort och ge grova ojämna sårytor.

Det är naturligtvis mycket viktigt att klargöra orsaken till att sprickorna uppkommit. För detta ändamål behöver ibland en statisk modell formuleras (Troelsgård 1990, s. 32–33). En korrekt modell skall generera ett sprickmönster som överensstämmer med byggnadens verkliga sprickmönster. När detta är fallet kan man få en uppfattning om sprickmönstrets orsaker. Genom mätning av sprickrörelser genom dubbningsmetoden kan man reda ut rörelsehastigheter och rörelseriktning (se Humble och Westerberg 1990, s. 159–161). Sprickor som utvecklats p.g.a. stenens egna egenskaper, t.ex. lagring, bankning eller andra inre egenskaper faller utanför denna modell. Sprickor på gamla byggnader orsakas ofta av rostande järndubbar, vilkas utvidgning ger olika, inte sällan radiella sprickmönster. I dessa fall måste dubben ersättas med ny dubb i rostfritt stål eller annat icke-oxiderande material.

Många sprickor är dock inaktiva och ofarliga. Öppna sprickor kan också förvärras genom att delar av sprickans väggar faller bort, varvid sprickan vidgas utan egentlig rörelse. När man eliminerat eller lindrat orsaken till sprickorna bör de lagas och fyllas igen för att förebygga ytterligare materialförlust och estetiska skavanker. Sprickor är generellt av fysikalisk natur.

### **Hinna och missfärgning**

Stenens yta förändras med tiden; den ändrar inte bara struktur utan även färg. Dels ger kemiska förändringar, framför allt oxidation olika färgförändringar, som i allmänhet är biologiskt katalyserande. Redoxelement som järn och koppar ändrar färg vid oxidation – järn: från grått till brunt/rött; koppar: från metallgult till grönt eller blågrönt. Färgför-

ändringen kan också utgöras av biologisk påväxt av alger som kan ge röda (*Trentepohlia*), gröna (blågrönalger) eller i torrt tillstånd svarta beläggningar, se figur 82, s. 99 och figur 94, s. 119. Dessa svarta hinnor, kallade *black staining* i England är ofta anrikade på järn och svavel (Nord och Tronner 1991). På kontinenten är hinnorna generellt biologiska till sin natur (Krumbein 1992a). Hansson (1995) har påvisat förekomst av svarta jästsvampar, vilka avger melaniner och bildar svarta hinnor på kalkstenar i Göteborg.

Patina är ett begrepp inom kulturvården som överlappar begreppet hinna och missfärgning, figur 95, men se även figur 43, s.54. Antikvariskt sett är det en central ingrediens på äldre byggnader och utgör en viktig och omistlig faktor (Unnerbäck och Nordin 1995) som indikation på ålder. Med patina menar vi dock generellt en förändring utan tillförsel av material. Det torde vanligen röra sig om oxidationsprocesser som ger patinan. Ofta blir stenytan gulare eller brunare och oxidation av järn från tvåvärd till trevärd form torde vara en av huvudprocesserna. Upptag av atmosfärgaser som svaveldioxid och kväveoxider eller lösta joner av sulfat och nitrat hör ej hit. Färgförändringarna kan också vara mer eller mindre biologiska och förändras med tiden p.g.a. miljöförändringar. Exempel på detta är Parthenon i Aten, vars yta ändrat färg genom de senaste seklen (Krumbein 1992b).

Gränsdragningen mellan hinna/missfärgning å ena sidan och patina å den andra är något oklar. Svarta, tunna hinnor är mer eller mindre vanliga på stenytor, speciellt på karbonatfria sandstenar och graniter (Kathol m.fl. 1990; Nord och Tronner 1991). I vissa fall betraktas dessa hinnor som starkt misspydande. Man har försökt avlägsna dem genom renhuggning av stenytan, t.ex. på Lunds domkyrka, men de återkom ganska snabbt (se s. 79). De svarta hinnorna är kemiskt relativt svåra att karakterisera. De innehåller som nämnts järn och svavel, även om dessa ämnen inte är helt korrelerade. När de förekommer tillsammans är det vanligen i form av mineralet jarosit (Kathol m.fl. 1990; Nord och Tronner 1991). Andra anrikade grundämnen är kol och fosfor. Det svarta pigmentet tolkas vanligen som sot, men har på kontinenten främst förknippats med biologiska processer (Krumbein 1992a, s. 446).

Att ta bort dessa svarta hinnor kan vara besvärligt. De kemiska metoder som används vid stenkonsivering är vanligen olika typer



Figur 95. Riksbanken i Vänersborg från sekelskiftet i oskadad Yxhultskalksten med svag patina. Foto L. Kennerstedt 1992.

*The Central Bank of Sweden in Vänersborg, county of Älvsborg; intact grey Yxhult limestone with inconspicuous patination.*

av s.k. inpackningar. I ren vattenlösning är hinnorna oftast olösliga, så man tillsätter någon komplexbindare som *EDTA* eller ammoniumföreningar. Problemet är introduktionen av lösliga kemiska ämnen i stenen. Även olika typer av blästring eller våtblästring har fått ökad användning liksom laserbehandling.

Traditionellt har också nedhuggning använts. Generellt måste man noga överväga om de svarta hinnorna verkligen behöver tas bort helt och hållet.

Andra utfällningar är lättare att klargöra orsaken till. De två vanligaste är gul- eller brunfärgning genom rostbildning, dvs. utfällning av oxiderat järn. Järnet kan komma från i stenen ingående järnmineral, oftast svavelkis,  $\text{FeS}_2$ . Vid oxidation löses detta

mineral, som är vanligt i många byggstenstyper, upp. Medan svavel transporteras bort, utfälls den svårlösliga järnjonen  $\text{Fe}^{3+}$  som rost eller liknande. I många fall kommer järnet också från tak, avtäckningar, dubbar eller spikar av järn. Gröna och blågröna kopparutfällningar bestående av mineralen *malakit*, *azurit* och *brochantit* är också vanliga. Deras ursprung är vanligen bronsstatyer, koppartak eller kopparavtäckningar på byggnaderna. Även en del andra metaller, t.ex. bly, ger sekundära utfällningar. Det intressanta är att många av dessa metallelement hämmar den kemiska nedbrytningen (Sjöberg m.fl. 1995).

Dessutom bör man vara medveten om att flera av dessa övergångsmetaller, inte minst koppar och bly, är giftiga för både växter och djur. Måttliga mängder löst i vatten färgar ej stenytan men håller tillbaka beväxning, vilket många gånger är en viktig uppgift. Ett lämpligt forskningsområde är att testa giftigheten och dokumentera effektiviteten av olika övergångsmetaller för att förhindra icke önskvärd biologisk kolonisering. Vissa av

dessa minskar också den kemiska vittringen. Alla dessa utfällningar kan mer eller mindre fullständigt avlägsnas med kemiska eller fysikaliska metoder, t.ex. lerinpackning med kemiska tillsatser eller blästring (torr och våt).

### Krusta

Krustor består vanligen av gips eller kalcit. De bildas på kalkstenar eller annan karbonatförande sten genom reaktion mellan stenen och atmosfärgaser. Gipskrustorna blir ofta grå- eller svartfärgade p.g.a. upptag av sot eller annan smuts. Kalcitutfällningar bildas oftast då vatten med hög koldioxidhalt tränger fram ur kalkrika fogar. Både gips- och kalcitutfällningar är ofta vårtiga och krusiga och kan växa till centimetertjocka lager, figur 96; jfr figur 83, s. 100. De är ofta misspyrdande men inte så lätta att avlägsna vare sig kemiskt eller mekaniskt. Speciellt gipsutfällningarna förekommer bara i regnskugga; på regnutsatta partier löses de av regnvatten. Krustor av andra mineral är ovanliga. Utfäll-



Figur 96. Svärtad vårtig gipskrusta och kvarvarande fäströtter av murgröna i grå gotländsk kalksten på S:t Nicolai kyrkoruin, Visby. Foto B.A. Lundberg 1991.

*Blackish and warty gypsum crust and remaining roots of ivy on grey Gotland limestone, the ruin of St Nicolaus Church, Visby.*

ning av kalcit kan i vissa fall vara till fördel för byggnadssten. Vissa typer, t.ex. Öveds-sandsten och Ignabergakalksten blir betydligt hårdare efter exponering och torkning i atmosfären. Vi känner ej närmare till orsaken till detta fenomen, men kristallisation och utfyllning av kalcit i porutrymmen när porvattnet avdunstar kan vara en förklaring. Notera att detta inte har något med karbonatisering av kalkbruk att göra. Vid karbonatisering är utgångsprodukten släckt kalk,  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , som inte finns närvarande i naturliga bergarter.

### Saltutfällningar

Vita saltutfällningar är inte ovanliga varken inomhus eller utomhus. Speciellt i porös kapillärsugande sten är fenomenet frekvent, figur 97. Den gotländska sandstenen är ofta utsatt för saltutfällningar med åtföljande skador (Löfvendahl och Asp 1995). Grunden till saltutfällning är vatten – grund-, mark- eller ytvatten – som innehåller kemiska komponenter som fälls ut när vattnet avdunstar.

De vanligaste lösta anjonkomponenterna är karbonat, sulfat, klorid och nitrat som bildar saltmineral med natrium, kalium, kalcium och magnesium. Dessa lättlösliga föreningar fälls i idealfallet ut i en viss ordning som dock sällan är för handen i Sverige. Salternas skadeverkningar är påtagliga och beskrivna (Arnold och Zehnder 1989) men skademekanismerna är fortfarande något oklara.

Saltkomponenterna kan ha olika ursprung. De kan komma från marken, från stenen själv eller från fogbruk (karbonat, klorid, natrium, kalcium), från havet (natrium, magnesium, klorid), från gödningsmedel i jordbruket (fosfat, nitrat, kalium, kalcium), vägsaltning (klorid, natrium), från luftföroreningar (sulfat och kväveföreningar), vara restprodukter av nedbrutet organiskt material (nitrat, fosfat) eller komma från rengöring/ytbehandling (nitrat, fosfat, kalium, natrium).

Salterna påverkar också stenmaterialet på andra sätt. Dels är många salter hygroskopiska och tar upp vatten från omgivningen. Vissa saltmineral, som natriumsulfat kan ha olika mängder bundet kristallvatten, som tas upp och avges beroende på luftfuktigheten. Vid frysning blir skadeverkningarna betydligt större om salter finns lösta i vattnet än i saltfritt vatten (Wessman 1995). Dessutom är upplösningshastigheten för konsoliderad ki-



Figur 97. Lågerhuggen gotländsk sandsten på Tyska kyrkan i Gamla Stan, Stockholm med en urvittrad hålighet orsakad av saltutfällningar. Vit natriumsulfat syns inne i håligheten. Foto R. Löfvendahl 1994.

*Furrowed Gotland sandstone on the German Church, Old Town in Stockholm. The cavity is caused by efflorescence of sodium sulphate.*

selsyra betydligt större i koksalthaltigt vatten än rent (Conradsson 1995; Sjöberg m.fl. 1995).

Allt detta innebär att vittring och nedbrytning av byggnadssten går betydligt snabbare i vatten med lösta salter (observera dock att upplösningen av kalcit ej ökar i koksalttrikt vatten; Cooke och Gibbs 1993). Det är därför klart att saltkomponenterna bör avlägsnas ur stenen innan någon konserveringsåtgärd utföres. De metoder som används bygger i allmänhet på inpackning med olika material samt följande intorkning av det fuktiga omslaget. Emellertid är denna metod ganska ineffektiv. Verkligt effektiva metoder, som att pressa rent vatten genom stenen, som drar ut salterna eller elektrokemiska metoder där man utnyttjar jonernas laddning (se Friese och Protz 1994) kan normalt ej användas. Problemet med salter är i verkligheten tvåfaldigt, nämligen för det första att avlägsna saltet ur stenen (och torka ur densamma) och sedan förhindra att salt på nytt transporteras in i stenen genom konstruktion av fuktspärrar (se Berggren 1990, s. 123–129). Vi går här inte närmare in på problemets lösning men konstaterar bara att avsaltning och att förebygga salttillförsel är ett i praktiken mycket svårt problem, där totallösningar vanligen ej finns. Saltbildning är en utpräglad fysikalisk process.



Figur 98. Gotländsk sandsten på kyrkogårdsmuren vid Sunde kyrka på Gotland. Döende avflagnande lavar (arten *Dirina massiliensis*) lämnar en sandande naken yta efter sig. Foto B.A. Lundberg 1991.

*Gotland sandstone in the cemetery wall of Sunde Church, Gotland. Dying, detaching lichens of the species Dirina massiliensis leave a bare, sanding surface.*

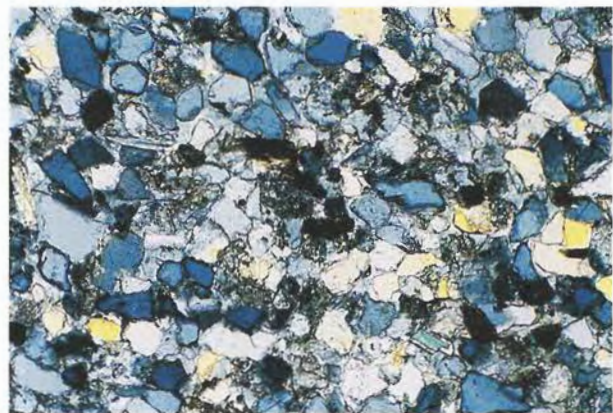
### Biologisk påväxt

En stenyta eller huggen sten är aldrig helt steril och fri från biologisk aktivitet. Mikroorganismer av olika typ finns alltid närvarande. Utomhus finns dessutom ofta alger, lavar, mossor och högre växter, inklusive trädplanter, figur 98, jfr figur 25, s. 37. Mikroorganismerna kan påvisas genom olika tester (Warscheid m.fl. 1990; Hansson 1995). Alger ger färgförändringar av stenytan. De förekommer i skuggigare miljöer, inte minst på nordsidan av byggnader, eftersom de är känsliga för ultraviolett ljus. De är ganska okänsliga för luftföroreningar. Deras utbredning tycks ha ökat något de senaste decennierna, möjligen på lavarnas bekostnad. De typer som är vanligast är grönalger (blågröna alger). Algsläktet *Trentepohlia*, som även utgör algkomponenten i flera lavararter, är i torrt tillstånd nästan svart men blir vinröd när den fuktas. Om man gnuggar en torr yta där denna alg växer färgas fingret saffransgult. Vi vet inte hur skadliga alger är för sten, men de är betydligt ofarligare än lavar.

Lavar koloniserar så småningom stenytan. Det är ej helt klarlagt hur olika lavararter påverkar stenen och dess yta. Generellt sett är antagligen koloniseringsstadiet skadligast. Då utvecklar laven hyfer som tränger in i stenen, figur 99 och 100. Därefter har laven ett lugnare livslopp; först när den dör och ev. ersätts av en ny lavindivid utsätts substratet för ytterligare påfrestning. I stadsmiljöer har la-

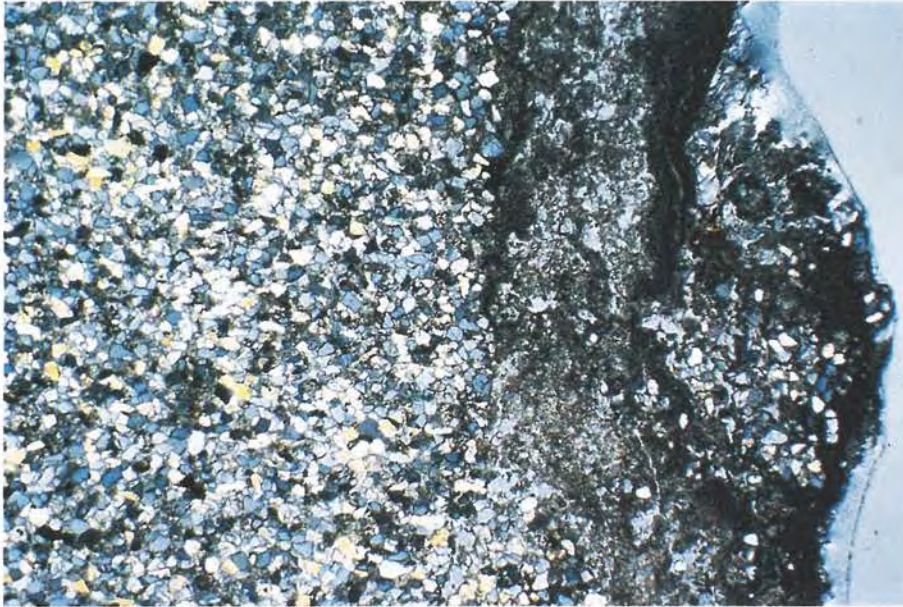
varna saknats de senaste decennierna p.g.a. luftföroreningar. De har nu börjat återkomma med den förbättrade luftmiljön; speciellt minskningen av svavelföreningar är gynnsam för lavars trivsel.

När nedbrytningen framskridit ytterligare och lämpligt underlag finns, börjar mossor kolonisera stenytan. Dessa fordrar normalt löst vittringsmaterial och fukt för sin tillväxt och återfinns därför ofta på mer eller mindre horisontella ytor. Övriga växter som koloniserar byggnader är både kryptogamer som murruta och springarter men även träd. Det är framför allt rötter och rottrådar som kan förstöra stenen. Ruiner är ett särskilt kapitel. Av flera skäl anses klättrande växter som murgröna och vildvin som värdefulla prydnader. Dessa har emellertid mycket effektiva klängrötter, som tränger in i sprickor och fogar, se figur 96. Förutom detta ger de också ökad beskuggning av vägg- och murytorna, vilket effektivt håller kvar fukt. Speciellt murgröna, som är åretruntgrön, skyddar också mot atmosfärisk nedsmutsning. Totalt sett utgör emellertid den ökade fuktigheten genom beskuggning gynnsam miljö för kemisk (upplösning i vatten) och fysikalisk (frysning) vittring. Om de positiva eller negativa faktorerna överväger måste avgöras i varje enskilt fall.



Figur 99. Mikroskopbild av färsk gotländsk sandsten vid 100 gångers förstoring och korsade nicoller. Bergarten består av små kantiga kvartskorn tillsammans med brun biotit och grönskimrande muskovit. Jämför Lemundasandstenen på figur 83. Foto R. Löfvendahl 1996.

*Microscopic picture of fresh Gotland sandstone at 100 times magnification, crossed nicols. The sandstone is composed of small subangular quartz grains, brown biotite and greenish muscovite. Compare figure 83.*



Figur 100. Mikroskopbild av gotländsk sandsten med lavbeväxt yta (svart i bilden) vid 25 gångers förstoring. Laven har assimilerat en hel del kvartskorn (ljusa och blå prickar i det svarta partiet) i sin bål. Provet kommer från Husryggens gamla stenbrott strax norr om Hoburgen. Foto R: Löfvendahl 1996.

*Microscopic picture of Gotland sandstone with the surface colonized by lichens (black in the picture) at 25 times magnification. The lichen body has assimilated quartz grains (whitish and bluish spots in the black area). The sample originates from the old quarry at Husryggen, just north of Hoburgen, southern Gotland.*

## Stenbortfall

I vissa fall har hela eller delar av kvaderstenar och stenplattor fallit bort. I ännu högre grad gäller detta utstickande ornament eller delar av skulpturer, figur 101 och 102. Det bortfallna partiet lämnar ett välavgränsat sår efter sig. Orsakerna till materialförlusten kan vara många, som oxidation och sprängning av metallföremål, dålig fastsättning/förankring eller differentialrörelser i byggnaden. I de flesta fall kan orsaken till skadan ganska lätt avgöras och bör därför också kunna åtgärdas. Om den urfallna stenen eller stenbiten försvunnit torde ersättning med liknande stentyp eller illusning vara aktuellt.

## Övriga skador

Ett stort antal ovanligare skador definieras ej närmare här. Till denna kategori räknas olika mekaniska skador som skrapnings- och påkörningsskador med fordon, smulning och försvagning av stenen genom brand (med eller utan åtföljande snabbsläckning). Byggnader som utsatts för beskjutning och bombardemang samt åsknedslag tillhör denna kategori. Dessutom förekommer ren huliga-

nism som sprayning med plastfärger och mekanisk åverkan.

Åtgärder av olika slag kan vara av ondo för stenen. Till dessa kan räknas kemisk behandling, varvid främmande aggressiva ämnen används för rengöring men sedan ej fullständigt avlägsnas. Också mekanisk eller mekanisk-kemisk rengöring med blästring och våtblästring kan felaktigt utförd leda till omfattande följdskador. Lagning av bortfallna fogar med cement har i många äldre byggnader lett till sprickbildning och bortfallet fogmaterial samt skador på stenkvadarnas kanter. Cementen har i många fall fäst alltför dåligt till stenen och av den orsaken fallit bort. Ofta har cementen varit hård och rigid vilket orsakat uppsprickning av fasadstenen. Många skador beror på val av dåligt material, inte minst under högkonjunkturer för stembrytningen. Försummat och bristande underhåll är mycket viktiga faktorer i detta sammanhang.

Nedbrytningen av våra kulturföremål styrs av klimatet, framför allt nederbörd och växlingar i temperaturen. Regn, som kan vara mer eller mindre förorenat, är den viktigaste faktorn. Om man kan skydda materialet från regn och fukt är mycket vunnet.



Figur 101. Överstycket på portalen, Rosendals slott i Skåne från 1756, med bemålad och starkt vittrad gotländsk sandsten. Foto B.A. Lundberg 1992.

*Crowning lintel on doorway, Rosendal Castle, Skåne, of painted Gotland sandstone, strongly weathered and damaged.*



Figur 102. Kvarstående rest av det vänstra lejonet på portalen, Rosendals slott i Skåne – jämför figur 101. Foto B.A. Lundberg 1992.

*Remaining parts of the western lion on the lintel, Rosendal Castle in Skåne. Compare figure 101.*

## Vittringsfaktorer

En rimlig modell av hur nedbrytningen av sten går till ser förenklat ut som följer. Generellt sett har vi en kontinuerlig kemisk upplösning och nedbrytning av i stenen ingående mineral. Denna nedbrytning kan vi med viss säkerhet kvantifiera och arbeten inom detta område pågår. De viktigaste mineralfaserna ur vittringssynpunkt är kalcit (i karbonatbergarter samt som bindemedel i orena sandstenar) plagioklas och glimrar (i graniter). Kvarts är ofta det dominerande mineralet, men då det är mycket svårslösligt i vatten vittrar det föga. Denna kemiska del av vittringen är den dominerande nedbrytningsformen i kalksten, men utgör kanske bara 10–20% av den totala vittringen i granit.

Vid sidan av den kontinuerliga kemiska vittringen verkar intermittent en biologisk vittring. Den kan vara relativt betydande för näringsrika bergarter men obetydlig i en silikatbergart som granit eller kvartsit.

Den fysikaliska vittringen är episodisk och slumpmässig till sin karaktär, eller med en matematisk term stokastisk. Den kemiska vittringen skapar hålrum och uppsprickning i stenytan, så att fysikaliska processer som issprängning, kristallisation av sekundära mineral m.m. kan verka. Dessa ger direkt syn- och mätbara materialförluster. Det är alltså dessa fysikaliska processer som ger de påtagligaste skadorna, inte minst i hårda bergarter som granit. I fallet kultursten har vi dessutom faktorn människan. Hon har visserligen en gång skapat och format kulturföremålet och/eller lämnat ett meddelande på materialet. Men människan kan antingen glömma och försumma kulturföremålet eller också utsätta det för sina omsorger. Med bristande kunskap leder det senare förhållningssättet till skador och åverkan.

Vittringsförloppet är alltså mycket komplext och komplicerat. Man kan dock försöka bena ut huvudfaktorerna och deras betydelse. Mest uppmärksamhet har den kemiska vittringen rönt och det är också inom detta område vi har mest kunskap. När man diskuterar byggnadssten måste man hålla isär kalkstenar, sandstenar och granitbergarter som är kemiskt och fysikaliskt mycket olika. Om vi börjar med kalksten så finns en mängd undersökningar. En klagörande sammanfattning, som behandlar byggnader i kalksten i England har givits av Cooke och Gibbs (1993).

Baserat på egna och publicerade undersökningar kan man göra kvalitativa och halvkvantitativa beräkningar av stenvittringen och dess orsaker. I första hand intresserar vi oss för sand- och kalksten, där vi har mest kunskap. Vi använder oss av indelningen kemisk, biologisk och fysikalisk vittring. S.k. antropogena processer räknas till biologisk vittring. De viktigaste antropogena delprocesserna är utsläpp av svaveldioxid i luft tillsammans med sot, kväveoxider och ozon förutom ett antal organiska föreningar. En särställning intar gasen koldioxid, som förekommer naturligt men även skapas vid förbränning av fossila bränslen. Andra antropogena orsaker är åtgärder som felaktig rengöring, ytbehandling och lagning eller fogning.

## Regnexponerad sten

När man diskuterar nedbrytning måste vi skilja på regnexponerad och regnskyddad sten, vilka uppvisar helt olika skadebild. För en regnexponerad vertikalyta måste man först kvantifiera den nederbördsmängd som träffar ytan. En vertikal yta träffas naturligtvis av betydligt mindre mängd regn än en horisontell. Cooke och Gibbs (1993, s.60) påpekar detta och anser att kanske så lite som 10% når vertikalytan. Detta varierar dock mycket, och beror främst på ytans geometri (Nevander och Elmarsson 1994, s.272).

Om vi uppehåller oss vid kemisk vittring, kvantifieras denna lämpligen genom exponering av stenplattor i miljöer med olika klimatologiska förhållanden. Sådana exponeringar har utförts i många fall. Vi följer här de arbeten som redovisats av Cooke och Gibbs (1993). Vid dessa engelska undersökningar har man renodlat vittringsfaktorerna som naturlig vittring p.g.a. koldioxid-karbonatsystemet i atmosfären och löst i regnvatten, halten svaveldioxid i lufthavet som deponeras på stenytor samt nederbördens surhet (vätejonkoncentration). Betraktar vi exponerad kalksten eller kalksandsten är det vittringen av kalciten som är det centrala problemet (om dessa sediment är avlagrade så att sedimentbergarten har stora kemiska variationer tillkommer ytterligare faktorer).

Den första faktorn är halten koldioxid i atmosfären. En exponerad kalksten i lantmiljö vittrar p.g.a. kemisk upplösning genom regn med löst koldioxid. Eftersom koldioxidhalten ökat i lufthavet från ca 280 miljondelar



under förindustriell tid till ca 360 miljondelar för närvarande, har den kemiska upplösningen (i regn) för en ren karbonatsten ökat. Eftersom lösligheten av kalcit ökar med kubikroten ur koldioxidtrycket (Holland 1978, s. 18–20) skulle denna 30%-iga ökning i koldioxidhalten ge en 9%-ig ökning i kalcitupplösningen. I detta fall är det bara koldioxid löst i (regn)vatten som spelar roll, torrdeponeringen av koldioxid på stenytor är försumbar. Den nuvarande årliga ökningen av koldioxid i atmosfären är ca 0,5%, trots att många industriländer, bl.a. Sverige nu minskar sina utsläpp (Anonymus 1992). Man kan räkna med att detta av karbonat buffrade regn ger en kalkstensvittring motsvarande en materialförlust på knappt 10  $\mu\text{m}/\text{år}$  (Cooke och Gibbs 1993, s. 34). Rumsrämsiga variationer av koldioxidhalten i atmosfären torde förekomma. Den kan vara betydligt förhöjd i städer med lokal förbränning. Hur höga halterna kan bli är emellertid ej studerat så noga. Nere i jord och sediment kan den dock vara många gånger högre än i atmosfären, speciellt där organiskt material bryts ned (Holland 1978).

Den andra kemiska vittringsfaktorn är luftens innehåll av svaveldioxid. Många undersökningar, både i laboratorium och som exponering av stenplattor har kvantifierat svavelupptag och vittringshastigheten (som materialförlust) på olika regnexponerade byggestyper (jfr Cooke och Gibbs 1993; Vlckova m.fl. 1994; Gullman 1995). Vi har dessutom kunnat följa den kraftiga minskningen av svaveldioxid i luft sedan slutet av 1960-talet. Cooke och Gibbs (1993, s. 35) beräknar en materialförlust av 0,4  $\mu\text{m}/\text{år}$  och  $\mu\text{g}$  svaveldioxid/ $\text{m}^3$  luft. Sulfatiseringen av svaveldioxid på karbonatstenytor, dvs. på kalcit, ökar med relativa luftfuktigheten samt halten ozon och mängden oxiderad järn och mangan på stenyten (Cooke och Gibbs 1993; Elfving 1994). Höga sulfathalter är emellertid inte bara till förfång för stenyten. En positiv effekt är att lavkolonisering förhindras, eftersom de flesta lavar är känsliga för högre svaveldioxid- och sothalter. Data tyder på att bladlavar ej tål högre halter än 0,25% (torrvikt) av svaveldioxid (Krog och Østhaugen 1980), motsvarande för skorplavar är betydligt högre (Tibell 1995). Svavels påverkan av alger tycks däremot ringa, deras optimala miljö motsvarar betydligt lägre pH-värden än för lavar.

Svavelutsläppen har generellt sett varit

låga och strängt lokala i Sverige fram t.o.m. 2:a världskriget. Undantag har varit sulfidgruvor där malmen rostats; det mest extrema exemplet är Falun, där utsläppen varit otroligt höga sedan 1500-talet slut (Löfgren och Hansbo 1995). Vid torget i centrala Falun torde svaveldioxidhalterna under en 300-årsperiod (ca 1610–1910) legat över 1000  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  som vintermedelvärde. Nu är vintermedelvärdet under 5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Man tycker därför att en undersökning av stenbyggnader i Faluns centrala delar borde visa grava skador. Detta är inte fallet. Dels är antalet stenbyggnader begränsat, dels finns inga data om och när man bytte sten eller underhöll byggnaderna på andra sätt. Lokala sotutsläpp och framför allt (stads)bränder har varit de verkliga hoten inte bara mot byggnader i trä. Vedeldning ger mindre svavelutsläpp, medan torveldning kan ge betydande mängder svavel. Detta betyder att man för olika byggnader i karbonatsten med känd ålder kan göra överslagsberäkningar av den kemiska nedbrytningen orsakad av luftföroreningar (svaveldioxid). Sådana beräkningar kan emellertid inte visa oss luftföroreningarnas del av den totala vittringen, eftersom vi inte känner vare sig den totala vittringen eller kvantifierat det biologiska och framför allt fysikaliska vittringsbidraget.

Den tredje faktorn som påverkar kemisk vittring är nederbördens surhet (vätejonkoncentration). Det är emellertid först när pH-värdet sjunker under 4 som vittringen av mineral som kalcit, plagioklas och biotit ökar påtagligt. Regnen i sydvästra Sverige har i genomsnitt pH-värden på drygt 4; värdet stiger åt nordost och är över 5 i norra Sverige. I England beräknas vittringen p.g.a. sur nederbörd till i genomsnitt ca 5% av den totala kemiska vittringen (Cooke och Gibbs 1993, s. 57). I Sverige torde den vara av samma storleksordning.

Ytterligare en meteorologisk, eller man skall kanske säga geografisk, faktor är av betydelse. Detta är avståndet till havet (eller saltrika omgivningar). Förekomsten av salt ökar nedbrytningen av stenmaterial påtagligt, vilket är väl känt sedan länge (se t.ex. Cooke och Gibbs 1993). Det är dock inte så att den kemiska nedbrytningen av kalksten ökar för att lösligheten av kalcit skulle vara större i salt än sött vatten. Istället torde det förhållandet att salt är hygroskopiskt göra att stenyten hålls fuktig längre perioder. Detta, samt att salt kristalliserar vid torrperioder torde vara de huvudsakliga vittringsorsaker-

na. Saltspridning på vägar utgöres främst av vanligt koksalt (NaCl) vilket är en mycket besvärande förorening. Omkring 1980 spred Vägverket 350 000 ton salt per år på våra vintervägar. Kvantiteten salt varierar starkt beroende på vintrarnas karaktär. Vintern 1993/94 spreds hela 420 000 ton och vintern 1994/95 spreds 295 000 ton, därav ca 19 000 ton i Stockholmsregionen (Axelsson 1995). Kommunerna sprider dessutom ca 40 000 ton årligen på gator, runt byggnader samt på gångvägar. Det förekommer också en naturlig spridning av saltpartiklar från havet. Västliga stormar deponerar stora mängder över land. Klorider är också mycket vanliga saltmineral på svenska byggnader (Nord och Tronner 1991; Löfvendahl och Asp 1995).

Trafikens inverkan är oklar. Motorfordon sprider flera skadliga föreningar. Av intresse är främst kväveoxider, partiklar och koloxid (jfr Nord 1990), som snabbt oxideras till koldioxid. Trafikens totala bidrag till de globala utsläppen av koldioxid är procentuellt sett större i Sverige än internationellt (Åtgärder mot klimatförändringar, 1992). Den ökade koldioxidhalten i luften ger emellertid ett försumbart vittringstillskott. Det är mera oklart vad som händer med kväveoxider, som huvudsakligen kommer från trafiken. Halten kvävedioxid i luft har legat ungefär stilla i Sverige de senaste åren. Den är högst i trafikintensiva områden, och ligger i stadsmiljö ofta på 20–30 µg/m<sup>3</sup> och är högst vintertid. Engelska undersökningar (Cooke och Gibbs 1993, s. 61) indikerar att kvävedioxidhalten inte har något samband med ökad materialförlust i sten. Vissa uppgifter, t.ex. från Athen, tyder dock på att nitrater kan bidra till stenvittringen på Akropolis. Svenska undersökningar (Nord och Tronner 1991, s. 61) visar att nitratsalter ej är ovanliga i källarutrymmen och liknande i stenhus. Analyser av saltlagningskompresser på gotländsk sandsten som tagits utomhus (Löfvendahl och Asp 1995) visar också att såväl nitrater som ammonium ej är ovanliga på byggnader, speciellt i Stockholm. Vi misstänker dock att det mesta kvävet frigöres i olika markprocesser eller kommer från urin och tas upp kapillärt av stenen. Detta problem kan lämpligen vidare belysas med isotopundersökningar (kväveisotoperna 14 och 15 fraktioneras bl. a. vid olika biologiska processer). Kvävet är ju också ett av de viktigaste biologiska näringsämnen och kan alltså befrämja biologisk aktivitet när det förekommer i högre halter.

Återstår de olika partiklar och sot som sprids från eller via trafiken. Det kan röra sig om avgaser, gummipartiklar från bildäck eller uppvirvlade markpartiklar. Dessa fastnar huvudsakligen på lätt fuktade ytor, men blir kvar enbart på regnskyddade ytor som smuts.

Man kan förutsätta att även färsk sten innehåller mikroorganismer, som snabbt ökar sig när stenen kommer i kontakt med luft och vatten. Regnexponerad sten koloniserar normalt snabbt av makroskopiska alger och lavar. Allt eftersom ytan vittrar och bryts ned kan mera avancerade och krävande organismer som mossor men även kryptogamer och fanerogamer frodas. De senare fordrar normalt långt gånget förfall och en rest av lossprängda mineralkorn där atmosfärpartiklar och jord fastnat. Lämpliga förhållanden uppträder främst på mer eller mindre horisontella ytor och i större sprickor. Beträffande mikroorganismer finns mycket begränsade data för svenska förhållanden. Hansson (1995) har identifierat några arter svarta jästsvampar och mögelsvampar på marmorföremål i främst Göteborg. Undersökningar av vit marmor på Dramatiska teatern i Stockholm visar att förekomsterna av mikroorganismer är mycket låga i relation till motsvarande bergarter på kontinenten.

Vi har betydligt mer data om lavar och deras utbredning. Ett flertal inventeringar har genomförts på svenska stenbyggnader på Gotlands landsbygd (Tibell 1991) samt domkyrkorna i Lund (Johansson 1993) och Linköping (Nordin 1995). I lantmiljö täcks praktiskt taget mer eller mindre alla regnutsatta stenytor med tiden av lavar. På kalkstensytor blir lavfloran ofta ymnig. Speciellt på gotländsk sandsten tycks vissa lavararter, framför allt svart kantlav (*Tephromela atra*) och *Dirina massiliensis* med tiden ge svåra skador, se figur 98, s. 124. När lavarna dör, brukar de centrala delarna släppa från underlaget och samtidigt ta med sig någon eller några millimeter av stenytan. Andra lavararter däremot tycks snarast skydda stenen när de väl etablerat sig. En sådan art är kalkstenslav (*Aspicilia calcarea*). Flera arter, som kalkstenslav, vit-skivlav (*Buellia alboatra*) och skuggklipplav (*Lecanactis dilleniana*) växer på kalksten och är rika på oxalsyra. När dessa dör, lämnar de stora vita fläckar som till stor del består av kalciumoxalater, främst weddellit (CaC<sub>2</sub>O<sub>4</sub>·2H<sub>2</sub>O). Stadskärnor däremot var i princip lavökna från 1950-talet (Skye 1968) och fram mot 1990-talet, vilket främst berod-

de på de höga svavelhalterna i luften. I Gamla Stan i Stockholm påträffades t.ex. inte en lav vid undersökningar på 1960-talet (Skye 1968). Endast ett fåtal tåliga arter, som stadskantlav (*Lecanora conizaeoides*) och murkantlav (*Lecanora dispersa*) växte då i liknande miljöer. Undersökningar på 1990-talet (Johansson 1993; Nordin 1995) och egna observationer visar att lavar börjat återkolonisera tidigare s.k. lavöknar i stadskärnor. Exempel på detta är statyerna "Förnuftet" och "Kärleken" i Gamla Stan i Stockholm (Tibell 1994) där olika kantlavar är vanliga, liksom på Riksvapnet på Utrikesdepartementets tak; skulpturerna utförda i gotländsk sandsten. Den specifika vittringsverkan orsakas troligen av oxalsyra och andra artspecifika syror som löser upp karbonat och andra mineral samt lavarnas sammandragning – utvidgning vid tork-/fuktcykler (Seaward m.fl. 1989).

Alger är alltså mindre känsliga för luftföroreningar. Speciellt grönalger tycks vara på frammarsch i södra och sydvästra Sverige (Tibell 1995). Det är svårt att kvantifiera den biologiska vittringen. Mikroorganismers påverkan av svensk byggnadssten vet vi mycket lite om. Det är helt uppenbart att vi behöver identifiera och även kvantifiera deras aktivitet i svenska stenbyggnader bättre. Även algers inverkan är oklar, men troligen ganska begränsad. Generellt sett torde däremot vissa lavar vara en ganska viktig vittringsfaktor för kalkstenar och kalkiga sandstenar.

Mänsklig påverkan, både aktivt som felaktiga åtgärder och passivt genom att tillåta igenväxning har orsakat svåra skador. De olika typer av rengöring och även konservering som utförts har inte sällan varit ytterst destruktiva. Den vanligaste skyddsmetoden har utan tvivel varit linoljebestrykning med eller utan följande bemålning. Den pigmenterade linoljefärgen har sedan underhållits och bättrats på när den tenderat att krackelera. Så länge underhållet fortgick skyddades stenytan mot nedbrytning. På 1800-talet och nästan hela 1900-talet blev det sedan kutym att stenytor på byggnader och skulpturer skulle framträda nakna, vilket inte minst de talrika exemplen på sekelskiftets naturliga stenpolykromi visar. En annan följd blev också att stenen betraktades som evig och oförstörbar, varför underhållet eftersattes. Så småningom noterade man dock växande skador. Genom detta började modernare artificiella lagnings- och konserveringsmedel introdu-

ceras. Skadade stenytor och fogar lagades med hård cement, som orsakade ökad sprickbildning av stenen själv. Rengöring genomfördes med aggressiva kemikalier som oorganiska syror och baser vilka effektivt angrep mineralen i stenen samt introducerade skadliga saltkomponenter. På 1900-talet började man använda vattenglas, ett alkalisilikat, vid konservering av stenytan. Flerkomponentlim och silikoner användes vid omfogning och när man fäste lösa partier. Alla dessa metoder har använts slentrianmässigt med mycket negativa resultat.

På lång sikt (decennier – sekel) spelar emellertid den fysikaliska vittringen den största rollen. Detta manifesteras på stenytan som exfoliering och avskalning av olika typ samt sandning och grusning. Det enda sättet att kvantifiera dessa skador är återkommande dokumentation av reella objekt som byggnader och skulpturer. Hämskon har främst varit den totala avsaknaden av tidigare bra dokumentation samt att vi saknat metoder att definiera stenytan och dess utseende. Med nya icke-förstörande metoder som fotogrammetri och lasermätning kan vi nu hysa visst hopp om att kvantifiera den totala vittringen av delar av eller hela föremål. Speciellt för orena skiktade sand- och kalkstenar liksom magmatiska och metamorfa silikatbergarter är fysikalisk vittring den kvantitativt viktigaste skadeorsaken. Man kan nog räkna med att 50–90% av materialförlusterna i dessa bergarter är fysikaliska till sin natur. Endast för lättlösligare homogena kalkstenar dominerar den kemiska vittringen. Både kemisk och biologisk vittring bereder vägen för och underlättar de fysikaliska processerna, typ vattenupptag, frysning och saltkristallisation.

### Regnskyddad sten

Regnskyddad sten uppvisar annorlunda reaktioner på åldrande och vittring jämfört med regnutsatt sten. Silikatbundna sandstenar och graniter klarar sig generellt mycket bra liksom även rena kalkstenar i lantmiljöer. Regnskyddad gotländsk kalksten är t.ex. ganska intakt och välbevarad på medeltida kyrkor. I dessa fall är ytbearbetningen fortfarande tydlig och färg och ytbehandling har delvis bevarats.

Regnskyddad kalksten och kalkig sandsten i tidigare förorenade stadsmiljöer har

däremot förändrats starkt. Svaveldioxid har torrdeponerats på stenytan och reagerat med stenens kalcit till gips. Gipsen uppträder som krustor och vårtor och har vanligen antagit en grå till svart färg av sot, smuts och biologisk aktivitet, se figur 96, s. 122. Under lång tid sitter dessa krustor kvar. Man kan skönja ytbearbetning på den ojämna ytan, som dock är förgrovd och förvanskad. Starkt svärtad gips är vanlig på karbonatförande sandstenar typ gotländsk och Öved. Alla typer av svenska kalkstenar visar samma bild.

Med tiden blir dessa gipskrustor allt porösare och faller så småningom bort. Gipskrustorna är också problematiska vid rengöring och konservering. Tidigare strävade man efter att avlägsna gipskrustorna och tillhörande svärtning av ytan genom lerinpackningar med kemikalier, typ ammoniumvätekarbonat. Numera används allt mildare metoder, där gipskrustan och svärtningen, som i

viss utsträckning kan ses som patina, delvis får vara kvar på ytan efter konserveringen.

I princip har denna inventering bara omfattat exteriör sten. Man skall emellertid inte tro att stenedbrytning bara är ett utomhusfenomen. I många fall uppträder skador även inomhus. De kan vanligen relateras till brister i tak och väggar som gör att vatten tränger in och påverkar materialet (Berggren 1990; Sandin 1994). Läckande tak, sönderspruckna väggar, fuktiga källare, bristfälliga hängrännor och stuprör samt dålig ventilation och kondensbildning är inte ovanliga. Dåligt genomtänkta uppvärmningsanordningar, inte minst i kyrkor, har varit och är ett centralt problemområde. Alla dessa brister leder till dålig luft, hussvamp och mögelförekomst samt olika typer av cykliska saltutfällningar vid stora relativa fuktighetsvariationer (se t.ex. Adamsson m.fl. 1970; Nevander och Elmarsson 1994) med åtföljande skador.

# Planering av åtgärder

KARNA JÖNSSON

Inventeringen *Natursten i byggnader* har ökat kunskapen om den bearbetade naturstenen på landets stenbyggnader. Den har också givit en uppskattning om skadornas omfattning och deras spridning i tid och rum samt vilka bergarter som är mest skadebenägna. Läns-museerna, i några fall länsstyrelser och stads-museer, har utfört inventeringen av byggnader och skador. Därigenom är kunskapen om inventeringsresultaten väl förankrade på länsplanet.

Ett av målen med inventeringen var att underlätta uppskattningen av åtgärdsbehovet och därmed museernas och länsstyrelsernas planering. Den var också avsedd att ge ett bättre underlag för konservatorernas arbete.

På 1980-talet uppmärksammades att den skulpterade stenen på våra nationalmonument vittrade kraftigt. 1986 startade en stenkonservatorsutbildning i Sverige och 1988 avsattes statliga medel för att minska luftföroreningarnas skadeverkningar på kulturarvet. Innan dess hade bara enstaka byggnader åtgärdats av konservator. Stenen restaurerades i regel av stenhuggare eller murare. Riksantikvarieämbetets institution för konservering, stenenheten, förkortat RIKs, upprättades då och fick ansvaret för landets stenkonservationsfrågor. Detta innebar bland många andra uppgifter konserverings- och restaureringsåtgärder på våra viktigaste och äldsta stenmonument enligt särskild prioritering. Efter lång tid av eftersatt underhåll var behoven stora och framförallt prioriterades skulpterade portaler och reliefer från medeltiden. De flesta konserveringsinsatserna gjordes på Gotland och i Skåne, tabell 32. En annan viktig kategori av byggnader som det satsades på var stormaktstidens adelspalats och gravkor med portaler och epitafier framför allt i Södermanland och i Stockholm.

Genom att insatserna var begränsade till vissa landskap och att arbetet utfördes som räddningsaktioner utan anslutning till övrig restaurering var det få antikvarier som medverkade vid besiktningar i samband med stenåtgärder. Kunskapen om sten spreds därför

dåligt utanför RIKs och kretsen av konservatorer.

I samband med inventeringsarbetet har ett stort intresse för bearbetad sten väckts i många fler län och bearbetad sten har uppmärksammas på andra kategorier av byggnader som t.ex. sekelskifteshus. De flesta av dessa omfattas inte av kulturmiljölagen och många restaureringar har därför tidigare utförts utan antikvarisk eller restaureringsteknisk medverkan.

En stor fördel med inventeringen är att all omålad bearbetad sten nu finns registrerad, alltså även byggnader som inte omfattas av kulturmiljölagen. Sannolikt kommer värderingarna att förändras i framtiden. Byggnader som vi idag inte bedömer vara så intressanta kanske värderas på annat sätt av nästa generation.

## *Uppföljning av inventeringen*

Eftersom det skulle vara alltför tidsödande och kostnadskrävande att fastställa åtgärdsbehovet för alla byggnader som i inventeringen bedömts ha akuta skador (1950 stycken, se tabell 26, s. 81) har vi i ett brev till länsstyrelserna bett om en prioritering av vilka kulturhistoriskt värdefulla byggnader som skall undersökas av en konservator. Konservatorns bedömning är nödvändig eftersom "akut" skada inte alltid behöver innebära omedelbar åtgärd (jfr s. 11).

Förutom byggnader med allvarliga skador är det byggnader med en förestående restaurering som besiktigas. På ett tidigt stadium går det då att projektera stenarbetena. Stenkonsivering kommer förhoppningsvis hädanefter att utgöra en naturlig del av fasadrestaureringen så att stenen framöver kommer att ingå i fasadens underhållsplan. Befintliga byggställningar kan då också utnyttjas.

I de flesta län har redan en konservator från RIKs bedömt skadorna. Med invente-

Tabell 32. Konserverade naturstensobjekt som finansierats av Riksantikvarieämbetet perioden 1980–1995. (Länsbeteckning A representerar Stockholms stad, övriga se figur 1.)

*Conserved objects of natural stone, financed by the Central Board of National Antiquities in the period 1980–1995. (County symbol A represents the city of Stockholm; for others see figure 1.)*

Konserv. år	Län																		Totalt
	A	AB	C	D	E	F	H	I	L	M	N	O	P	R	T	U	W	Y	
1980	1							1											2
1981		1																	1
1982	1	1		1							1								4
1983				1	1			5	1										8
1984					1			2		1					1				5
1985				1	1	1		3	2										8
1986			1					3		1									5
1987		1						1		1									3
1988	3		1					1		3				1		1			10
1989		2	2	1				1				1		4				1	12
1990	4	1	2	3			2	3					1						16
1991	7	1		2			4	3	1				2	2		1			23
1992	4			5	2	1	4	8	1	6					1				32
1993			1	3	1	1		6	1	4		2			2	1			22
1994	4			4	1		1	4	1	5		1					1		22
1995	4		1	1	2	1		5		2				1	4				21
Totalt	28	7	8	22	9	4	11	46	7	23	1	4	3	8	8	3	1	1	194

ringen har en ny bild av åtgärdsbehovet framkommit. Det är inte bara skulpterad sten som behöver åtgärdas utan även socklar, fönsteromfattningar m.m. Man diskuterar inte bara stenkonsivering, utan även byte av sten där gammal sten blivit alltför dålig. Konservatorn sammanställer besiktningsrapporter som skall ligga till grund för framtida åtgärder. Fastighetsägaren och länsstyrelsen tar del av besiktningsrapporten.

Inventeringen ger möjligheter till en helt annan framförhållning än tidigare och allvarliga skador kan åtgärdas i tid.

### Underlag för åtgärder

Efter beslut om åtgärd skall ett åtgärdsprogram formuleras samt ett konserveringstekniskt och antikvariskt underlag skrivas. Åtgärdens omfattning styrs i hög grad av byggnadens kulturhistoriska värde.

Eftersom länsinventeringen utförts samtidigt och med samma metod finns det möjlighet att bedöma den enskilda byggnadens kulturhistoriska särart i relation till byggnader i andra delar av landet; huruvida den är unik eller typisk. En portal kan vara enkel,

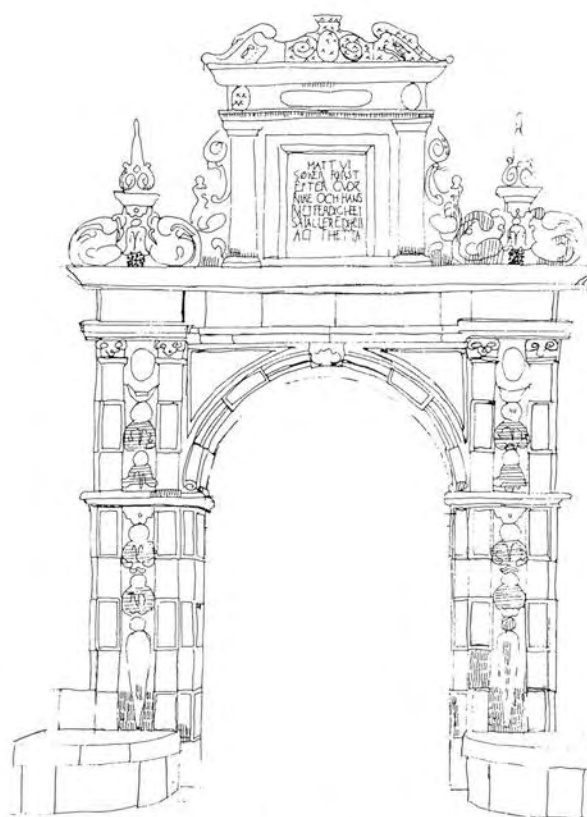
men gjord av en känd stenhuggare, i en annan kan stenmaterialet vara ovanligt för tiden, och det kan vara byggnader som är karakteristiska för vissa landsändar. Den konserveringstekniska och kulturhistoriska bedömningen gör det möjligt att bedöma hur mycket medel som skall gå till konserveringsinsatserna och vilken nivå de skall hålla. Konserveringskostnaderna kan därmed beräknas och pengarna kan avsättas i förväg.

En byggnadsarkeologisk undersökning är nödvändig för att förstå hur stenen monterats i muren och hur den behandlats genom tiderna. Portalen kan sitta på ursprunglig eller sekundär plats i muren eller vara helt omsatt. Ursprungliga ytor med huggspår måste dokumenteras innan de vittrar bort, figur 103. Många portaler har varit målade, ofta flera gånger. Vi vet mycket lite om färgsättningen under olika tider därför att färgen ofta har tagits bort. Resultatet av en byggnadsarkeologisk undersökning kan användas som underlag för hanteringen av olika detaljer vid konserveringsarbetet, då ytterligare iakttagelser kan göras.

Med utgångspunkt från det sammanställda underlaget kan konservatorn sedan skriva ett program och beräkna åtgärdernas omfattning.



■ KRUSTA  
■ HINNA/MISSFÄRGNING  
■ MATERIALFÖRLUST



Ytskikt: Hela portalen är lågerhuggen förutom på markerade skulpturala delar.

≡≡≡ Huggen med bredmejsel    |||| Ingen behuggning kvar,  
 x    Annan behuggningsteknik    förändrat ytskikt

Figur 103. Jakobs kyrka, Stockholm. Västportal huggen i öländsk kalksten 1643. Exempel på skadedokumentation och behuggningsspår, utförd av Gunilla Gardelin och Helén Hanes 1996 i samband med konservering. På andra ritningar har ursprungliga fogar, färgrester, stenbyte och lagningar dokumenterats.

*St James's church, Stockholm. The west portal made of Öland limestone in 1643. Example of documentation of damages and cuttings, made by Gunilla Gardelin and Helén Hanes 1996 in connection with conservation. Original joints, changes of stone and repairs are documented on other drawings. Krusta=crust; Hinna/missfärgning=black staining, chromatic alteration; Materialförlust=material loss; The portal is furrowed except the marked areas. Huggen med bredmejsel=boasted; Ingen behuggning kvar=no chiselling left; Annan behuggningsteknik=Other kind of chiselling.*

För konservatorns förberedande arbete betyder inventeringen att bergarterna nu är kända och konservatorerna kan få en uppfattning om hur skadorna ser ut och hur allvarliga de är. Prover för analys planeras och ritningar för skadedokumentation, se figur 103, och åtgärdsbeskrivning tas fram.

Utifrån inventeringen är det lättare att få ett underlag för åtgärder och man kan få en översikt som visar vilka likartade objekt som finns i trakten. För framtida bruk kan även åtgärder registreras. Då blir det möjligt att se hur åtgärder utförts, med vilka material och materialblandningar de gjorts samt, inte minst, hur dessa hållit och åldrats till idag. Tidigare konserveringsarbeten följs på det sättet upp.

## *Bidrag till konservering*

Det är lätt att genom inventeringen få fram uppgifter som är nödvändiga för en första information till fastighetsägaren. En beredskap är inte minst viktig när det gäller ekonomin. Att söka bidrag för arbetena kan ta sin tid, liksom att upprätta kontakt mellan alla inblandade, som konservatorer, antikvarier, fastighetsägare och anslagsbeviljande instanser. Konkret innebär inventeringen att länsstyrelserna har kännedom om konserveringsbehovet och kan därigenom på ett bättre sätt planera anslagsaskanden för konserveringsarbeten. Härigenom kan många otillräckligt underbyggda beslut undvikas.

Bidrag som exempelvis kyrkofondens kan planeras på ett helt annat sätt än tidigare. Kyrkofonden är kyrkans egna medel och är avsedda för kostnadskrävande underhåll och restaurering av kulturhistoriskt värdefulla kyrkor.

Från länsstyrelsen finns kulturstödspengar som är avsedda för restaurering av bostadshus och komplementbebyggelse i vid mening. Till övrig bebyggelse finns byggnadsvårdsbidrag. Från länsstyrelsen kan man också söka tidigareläggningsmedel av arbetsmarknadsskäl.

Riksantikvarieämbetet har sedan 1988 inom det så kallade luftföreningensprogrammet avsatt medel för att åtgärda skador på

skulpterad sten. Därvid har ca 10–25 objekt åtgärdats per år, se tabell 32, allt från stora portaler till mindre skulpterade utsmyckningar. Byggnaderna har i första hand valts ut av länsstyrelserna och läns museerna. Avsikten skall vara att konserveringsuppdragen är kopplade till metod- och materialutveckling. Eftersom det finns mycket skulpterad sten på Gotland och i Mälardalen görs fortfarande en hel del åtgärder här även om spridning i landet eftersträvas. Vid alla konserveringsarbeten som vi anslår medel till deltar antikvarier från respektive län, inte minst för att framöver bättre kunna handlägga och ge råd i stenfrågor.

Vad beträffar alla anslag måste det finnas en framförhållning. Med bidragen ställs krav på underlag och rapporter. Eftersom vi har stor erfarenhet av upphandling av konserveringsåtgärder hjälper vi till med rekommendationer om hur underlag samt dokumentation av utförda arbeten bör se ut, se figur 103. De utgör grunden för fortsatt underhåll och åtgärder och måste därför vara skrivna med speciella krav på metod och materialredovisning.

## *Påbyggnad av inventeringen*

Inventeringens stora värde ligger i att den ger en samlad redovisning av landets bestånd av byggnader med bearbetad natursten synlig i exteriören och att denna är dataregistrerad. Detta betyder också att inventeringen kan åjourhållas och kompletteras med nya uppgifter. Vid åtgärder kan nya detaljer komma fram som vid inventeringstillfället inte var kända och som kan innebära en justering av den information som finns i databasen.

Alla län kan erhålla ett exemplar av inventeringen på en datadiskett. Därmed blir det möjligt för läns museer och länsstyrelser att komplettera med uppgifter. Sådan komplettering kan t.ex. vara utförda åtgärder, besiktning eller liknande uppgifter. Huvudregistret kan sedan på detta sätt åjourhållas. Hur databasen skall uppdateras är än så länge bara på diskussionstadiet.



# Databas

STIG ENGLUND

Databasen utgår från de inventeringsblanketter, som finns för varje byggnad, figur 104. Varje ruta på blanketten skall kunna sökas i relation till andra rutor. Dessutom skall informationen om byggnaden (nr 1–4 och 11–13 på blanketten) kunna kombineras med information om objekten (nr 5–10). För att detta skall vara möjligt har registerkortet delats upp i två filer. Den ena innehåller uppgifter om byggnaden, fil 1, och den andra uppgifter om objekten, fil 2. Varje byggnad har fått ett individuellt löpnummer som utgör länk mellan fil 1 och fil 2. Eftersom en av målsättningarna med inventeringen har varit att kunna söka dateringsperioder för såväl byggnader som objekt har ett fältnamn innehållande de olika perioderna, PER, införts i databasen. Vidare har fält för kommentarer rörande bergarterna, BERGKOMM, samt för anmärkning rörande skador, SKADANM, lagts till.

De fält som endast innehåller siffror är numeriska, övriga är textformaterade. Filernas struktur framgår av tabell 33 och 34.

Från inventeringsblanketten registreras uppgifterna till Superbase där varje post ser ut som på tabell 35 och 36.

Ett program för länsrapporterna har konstruerats av Göran Strandberg, Interrupt Data, Romakloster. Följande rapporter genereras via detta program:

1. Städer (de städer som har benämningen "stad" efter ortsnamnet).
2. Samtliga städer inom länet.
3. Kyrkor på landsbygden.
4. Slott på landsbygden.
5. Övriga byggnader på landsbygden.
6. Sammanfattning för länet.

Rapporten körs i Superbase, länkas över till Excel, som öppnar en mall och lägger in värdena i den aktuella tabellen. Excel sparar filen som igenkänns av filnamnet. Det sparade filnamnet är länsbokstaven + de första sju bokstäden i vald rapport.

Redigering av länsrapporterna sker därefter manuellt. Rapporter för hela landet skapas

Tabell 33. Filstruktur för byggnader, fil 1.  
*File structure for buildings, file 1.*

Fältnamn	Beskrivning
Löpnr	Löpnummer för byggnad, unikt.
Invent	Inventeringen utförd av .....
Invdat	Inventeringsdatum
Kartnr	Kartnummer (varje län har egen serie)
Bergbest	Bergartsbestämningen utförd av ....
Län	Länsbokstav
Landsk	Landskapsförkortning
Kommun	Kommunens namn
Stad_sn	Stads- eller sockennamn
Snnr	Sockennummer
Fastigh	Fastighetsbeteckning
Benämn	Allmän benämning
Byggntyp	Byggnadstyp S, K eller P
Adress	Adress
Ägare	Ägare- i vissa fall
BKF	Byggnadsminne, Kyrka eller Fornminne
RiksReg	Riks- eller Regionalintresse
Byggår	Byggnadsår
Ombår	Ev. ombyggnadsår
Arkitekt	Arkitektens namn
RestByggn	Anteckning om byggnadsrestaurering
RestSten	Anteckning om stenrestaurering
Övrigt	Övriga kommentarer
Per	Period enligt indelningen 1 - 7
Akut	"A" för akut skada (hämtas från fil2)

Tabell 34. Filstruktur för objekt, fil 2.  
*File structure for objects, file 2.*

Fältnamn	Beskrivning
Löpn	Byggnadens löpnummer
Objekt	Objektbenämning
Dat	Datering
Datanm	Dateringsanmärkning
Typ	Profilerat eller oprofilerat objekt
Bergtyp	Bergartstyp Kst, Sst, Ub eller Ann
Bergbenämn	Bergartsbenämning
Bergkomm	Ev. kommentar till bergartsbestämningen
Skadtyp	Skadtyp 0, 1 eller 2
Grad	Grad = Akut eller ej = îAî eller tomt fält
Skadanm	Anmärkning betr. skadebestämningen
Foto	Ev. beteckning för befintligt foto.
Per	Period enl. indelningen 1 - 7

FÄLTKORT      NATURSTEN I BYGGNADER      ÖVERSIKTLIG INVENTERING

kartnr	Inventering utförd av		Datum	
	Bergartsbestämning utförd av			

1. Administrativa uppgifter

Län/landskap	kommun	stad/sn	sn nr	fastighetsbeteckning
benämning	typ	gatuadress	ägare/ förvaltare	värde

2.Byggn år	3.Ombyggn år	4.Arkitekt

5.Objekt	6.Datering	7.Typ	8.Bergart	9.Skador	10.Foto

11. Restaurering

byggnad:	sten:

12. Övrigt

13. Källor och litteratur

--	--

Figur 104. Inventeringsblankett.  
Inventory form used for documentation.

Tabell 35. Exempel på registrering av byggnad, fil 1.

*Example of registration of building, file 1.*

<b>Löpnr</b>	159
<b>Invent</b>	Sundnér, Barbro
<b>Invdat</b>	31856
<b>Kartnr</b>	43
<b>Bergbest</b>	Sivhed, Ulf
<b>Län</b>	M
<b>Landsk</b>	Sk
<b>Kommun</b>	Lund
<b>Stad_sn</b>	Lund stad
<b>Snnr</b>	1298
<b>Fastigh</b>	Botanicum 15
<b>Benäm</b>	Botaniska museet
<b>Byggntyp</b>	P
<b>Adress</b>	
<b>Ägare</b>	
<b>BKF</b>	B
<b>RiksReg</b>	Reg
<b>Byggår</b>	1911-13
<b>Ombår</b>	
<b>Arkitekt</b>	Wählin, Theodor
<b>RestBygg</b>	
<b>RestSten</b>	1989 Minnestavla av kalksten lagades. Mats Johansson
<b>Övrigt</b>	
<b>Per</b>	7

delvis med samma program, samt manuellt via sökningar i Superbase och överföring till Excel eller motsvarande verktyg.

Originalfilerna finns tillgängliga för varje län. Rapporter och formulär kan givetvis skapas efter vitt skilda önskemål och i ett flertal format och programvaror.

Inventeringen av stenbrotten har registrerats i en separat databas i Superbase. Filstrukturen framgår av tabell 37. Stenbrotten har registrerats dels efter bergart: sandsten, kalksten, urberg och annan bergart, dels efter benämning, t.ex. Övedssandsten (se avsnittet Stenbrott och byggnadssten), dels efter den geologiska stratigrafien. Deras geografiska läge kan sökas efter län, kommun eller socken men också efter koordinater.

Kartorna bygger delvis på handritat material och till stora delar ligger lantmäteriverkets digitala karta *Sverige 1000* som grund. Byggnader på landsbygden samt stenbrotten är koordinatsatta och kan upphämtas av lämpligt kartprogram. De handritade delarna överförs via scanner och vektorisering till digital

Tabell 36. Exempel på registrering av objekt, fil 2.

*Example of registration of object, file 2.*

<b>Löpnr</b>	159
<b>Objekt</b>	Inskriftstavla över Dr Thorild Wulf, död 1917
<b>Dat</b>	1917
<b>Datanm</b>	
<b>Typ</b>	A
<b>Bergtyp</b>	ub
<b>Bergbenäm</b>	granit
<b>Bergkomm</b>	
<b>Skadtyp</b>	0
<b>Grad</b>	
<b>Skadanm</b>	
<b>Foto</b>	
<b>Per</b>	7
<b>Byggntyp</b>	P
<b>Stad_sn</b>	Lund stad
<b>BKF</b>	B

Tabell 37. Filstruktur för stenbrott.

*File structure for quarries.*

<b>Fältnamn</b>	<b>Beskrivning</b>
<b>Nr</b>	Löpnummer i databasen
<b>Län</b>	Län
<b>Lokal</b>	Stenbrottets namn
<b>Kommun</b>	Kommun
<b>Socken</b>	Socken
<b>Bergtyp</b>	Bergart
<b>Bergbenäm</b>	Bergartsbenämning
<b>N_koord</b>	Y-koordinat
<b>O_koord</b>	X-koordinat
<b>Karta</b>	Kartbladsbeteckning
<b>Ruta</b>	Kartbladsbeteckning
<b>Status</b>	Öppet eller ej
<b>Stratigrafi</b>	Bergartsbeteckning enl. geologisk terminologi

form. Via konvertering (dxf) importeras de digitala kartorna till kartprogrammet *Map-Viewer*, där symboler (slott, kyrkor, stenbrott osv.) utsättes från koordinatlistor för resp. symbol. I databasen separeras de olika byggnadstyperna, skadegrader m.m. innan de importeras via koordinater till kartprogrammet. Den färdiga kartan redigeras sedan i programmet *Corel Draw* efter överföring via Windows klippbord. Kartan utskrivs till en Adobe Acrobatfil (pdf) som sedan skickas till beställaren.

# Forskning och problemområden

RUNO LÖFVENDAHL OCH BARBRO SUNDNÉR

De tydligaste lämningar vi har efter äldre samhällen och kulturer är byggnadsverk. Det kan vara allt från bronsålderns gravhögar till vår tids industribyggnader. Var och en har haft sin särskilda funktion och tillkommit av skilda orsaker. Idag förekommer de i det nutida kulturlandskapet men innehåller också information om sin tids kulturlandskap. Den mest påtagliga informationen ger de byggnadsmaterial som använts – trä, torv, jord eller sten. Utnyttjandet av naturresurserna har påverkat kulturlandskapet vilket tydligast syns i spåren efter uttaget material (t.ex. stenbrott) och bebyggelsens karaktär.

Den här genomförda inventeringen omfattar endast byggnader med exteriört synlig natursten som är bearbetad, antingen som kvader, ornament eller skulpturer. Trots dessa begränsningar har den såväl kronologisk som geografisk bredd. Därigenom kan vi tydligare se förändringar och geografiska variationer som på olika sätt ger oss kunskap om både byggandet och resursutnyttjandet.

Det inventerade stenmaterialet har brutits och bearbetats på många platser med olika traditioner och idéer under nästan 1000 år. Restaureringar, ombyggnader, målning m.m. har förändrat den ursprungliga stenyttan hos många av de äldre stendetaljerna. Idéer om stenens uttryck har initierat användning av olika bergarter, något som påverkat nyttjandet av naturresurserna under olika perioder. Resultatet visar att naturstenen är ett uttryck för såväl ideologiska som ekonomiska förutsättningar. Den antyder också förändringar av stenhantverket, såväl i bearbetningsmetoder som organisation.

Vi vet också att natursten skadas av olika orsaker. Detta är emellertid inte något nytt, utan redan på medeltiden kände man till detta. Ett exempel på detta är att flera skulpturer på portalkrönen på Gotlands kyrkor skyddats med överliggande stenplattor. Det senaste århundradet uppkom en egendomlig föreställning om att stenföremål ej behövde underhållas. Det är denna *laissez faire*-anda vi nu delvis betalar priset för. En central orsak till den nuvarande snabba nedbrytningen tor-

de vara det miserabla underhållet de senaste 50 åren. Det som idag är bevarat är endast en liten del av det som en gång har funnits från olika perioder. Och det bevarade är i sin tur hotat, en del mer än annat. Under de senaste åren har en hel del forskning kring skadornas orsaker liksom konserveringsmetoder utförts. En del ny kunskap har vi därmed fått och framför allt har vi börjat ana den stora mängd empirisk traditionell kunskap som gått förlorad.

## *Inventeringsresultat*

Den genomförda inventeringen har inte haft som mål att klargöra skadornas orsaker utan endast pröva vissa möjliga samband mellan skador, ålder och bergart samt tillståndet i tätort kontra landsbygd. Den har inte heller varit avsedd att ge en utförlig beskrivning av olika skadetyper. Däremot har den koncentrerats på att ta fram en översikt av hur naturstenen använts i byggnaderna under en nästan tusenårig tidsperiod för att ge en bild över dess kulturhistoriska samband. Den skall även vara en utgångspunkt för val av åtgärder och planering.

Översikten har givit oss en klarare bild av hur naturstenen använts geografiskt och under olika tidsperioder. Vi kan urskilja toppar i stenbyggandet: de medeltida kyrkorna, stormaktstidens slott och gravkor samt industrialismens stadsbebyggelse. Ännu tydligare skulle detta framgå om vi kunde använda ett mera preciserat dateringsunderlag än vad som varit möjligt för denna översikt. Vi har också sett att naturstenen i byggnaderna är koncentrerad till olika områden under olika perioder. Vi har fått en tydligare bild – om än bara partiell – av vad som är vanligt förekommande under olika perioder och vad som avviker. Denna bild ger upphov till en rad olika följdfrågor som kräver fördjupade studier, inte minst för att den kulturhistoriska värderingen skall förankras i adekvat kunskap.

Genom geologernas identifiering av ste-

nen i byggnaderna har vi nu kunskap om vilka stentyper som bearbetats till byggnads- och ornamentsten i hela landet. Kunskapen har också kunnat användas som utgångspunkt för var stenbrotten skall sökas. Därigenom har vi nu fått ett första register över vilka stenbrott som kan ha utnyttjats för byggnadsbrytning. Många stenbrott kan idag inte identifieras i terrängen, vilket kan bero på att de är helt övervuxna eller att stenen inte brutits ur egentliga brott. I flera fall bör skriftliga källor och äldre kartmaterial ge kompletterande upplysningar. Av antalet registrerade stenbrott (911) är knappt hundralet i drift idag, se tabell 30, s. 90.

Skadebilden visar ett tydligt samband mellan vissa bergartstyper och skador. Orsaken kan bl.a. ses i de olika stentypernas fysikaliska och kemiska sammansättning. Generellt kan man dock säga att karbonatiska sandstenar är mera vittringsbenägna än rena sandstenar. Porositeten spelar också roll; finporösa sandstenar med hög porositet är vittringskänsliga. Kalkstenarnas motståndskraft är tydligt relaterad till deras banktjocklek, då lerlagren är mycket vittringsbenägna.

### *Vittringsskador och orsaker*

Skador på sten uppkommer genom naturliga processer, men antropogen inverkan är också viktig. När det gäller den förstnämnda skilljer man på kemisk, fysikalisk och biologisk vittring. Dessa vittringstyper fungerar ej isolerat utan samverkar och avlöser varandra på olika sätt beroende på bergartstyp och miljö. Den kemiska vittringen påverkar alla mineral p.g.a. deras löslighet i vatten. Genom undersökningar vet vi nu ganska väl hur snabbt olika mineral löses och hur vattnets sammansättning påverkar upplösningen (Sjöberg m.fl. 1995). Den fysikaliska vittringen är central men svår att uppskatta, då den är närmast slumpmässig till sin karaktär. Till fysikalisk vittring räknas frysning, svällning, värmeutvidgning, rörelser, vibrationer och belastning med följande sprickbildning samt olika fasövergångar. Speciellt svällning av olika lermineral vid vattenupptag samt fasövergångar mellan saltmineral med och utan kristallvatten är centrala områden att studera för att förstå stenskadorna. Den biologiska vittringen bestäms av biota, dvs. levande organismer. När det gäller lavar, mossor samt faneroga-

mer och träd känner vi ganska väl deras utbredning och skadeverkan. Däremot har vi begränsade kunskaper om mikroorganismers och algers inverkan på stenmaterial. Dessa påträffas nästan överallt i stenmaterial (Krumbein 1988), i Sverige med sitt tempererade klimat dock i mindre omfattning än i varmare miljöer (se dock Ortega-Calvo m.fl. 1991).

För kalkstenar och marmor torde den kemiska vittringen vara dominant. Silikatbergarter som granit och sandsten däremot bryts huvudsakligen ned genom fysikalisk vittring efter att ha försvagats genom kemiska och biologiska angrepp. Att framställa en realistisk vittringsmodell för silikat- resp. karbonatbergarter torde dock vara en svår uppgift.

Den antropogena processen kan delas in i aktiv och passiv. Den aktiva uppkommer genom felaktig hantering av stenen. Detta kan ha skett redan vid brytningstillfället, ytbehandlingen eller vid uppsättningen och sammanfogningen av stenen i byggnaden. Det kan också höra samman med konstruktiva brister i byggnaden. Skador kan också uppkomma på grund av felaktiga rengörings- och konserveringsmetoder som ytbehandling av stenen. Den passiva antropogena processen hör ihop med dåligt material, t.ex. val av sämre stentyp eller sämre lager i stenbrotten. Även föroreningar och bristande underhåll hör till denna kategori.

Ingen av dessa olika processer kan ses isolerat. Uppkomna skador av en eller annan grundläggande orsak kan förändras av helt andra orsaker. Det är därför viktigt att vi är medvetna om komplexiteten av möjliga orsakssammanhang vid analys av skadebilden.

### *Forskningsinriktning – mål*

Inventeringen har utvecklats i ett nära samarbete mellan naturvetenskap och humaniora. Detta har resulterat i en medvetenhet om hur nödvändigt det är att utnyttja vitt skilda metoder och frågeställningar för att kunna bedöma såväl skador på sten som vilka åtgärder som skall prioriteras. Inventeringen visar att naturstenen inte kan ses som ett homogent material, varken ur geologisk eller kulturhistorisk synvinkel. Inventeringens resultat är en komplex och delvis svårtolkad bild med många luckor. Det är utifrån denna kunskap vi nu kan formulera problemområden som behöver närmare utredas. En del av dessa

diskuterades redan vid inventeringens inledning (Natursten i byggnader. Teknik och historia 1993), andra har tillkommit.

Den genomförda inventeringen skall ses som en del i en utvecklingsprocess, där det inventerade materialet kan analyseras utifrån delvis förutbestämda frågeställningar, som i sin tur skall ligga till grund för och initiera fördjupade undersökningar. Den är därmed det första forskningsområdet med humanistisk inriktning som Riksantikvarieämbetet finansierat (även om man inom Riksantikvarieämbetet normalt skiljer på forskning och inventering). I övrigt har koncentrationen på forskningsområden varit riktade mot frågor kring skadornas kemiska och fysikaliska orsaker och konserveringsmetodernas möjligheter. Oavsett inriktning arbetar vi med samma övergripande målsättning: att försöka bevara ett kulturarv som är hotat. Syftet blir att öka den historiska kunskapen kring bygandet och stenhandlingen, utveckla konserveringsmetoderna och utröna orsakerna till skadorna. För att uppnå dessa mål krävs ett nära samarbete mellan olika discipliner och inte minst mellan konservatorer, hantverkare, antikvariska handläggare och materialspecialister.

### *Nuvarande forskningsområden*

Utöver inventering av byggnader och stenbrott berör den grundläggande forskning som finansieras av Riksantikvarieämbetet/RIK huvudsakligen tre områden, som klargör skadeorsaker och skadeförlopp och har konsekvenser för konserveringsarbetet, nämligen:

- Frys-/töcyklars och saltrikt vattens nedbrytande effekt på byggnadssten, främst gotländsk sandsten.
- Svaveldioxid och andra föroreningars inverkan på stenytor.
- Upplösningen av bergartsbildande silikatmineral i vattenlösningar med olika kemisk sammansättning.

I fortsättningen finns förutsättningar att denna grundläggande forskning kan fortsättas med direkt praktisk inriktning på att begränsa nedbrytningen genom konkreta åtgärder. När de gäller rent kemisk vittring har vi nu goda kunskaper och även möjligheter att bromsa vittringen på olika sätt. Vi har också

fått ett mått på luftföroreningarnas inverkan, samt vilka föroreningar som är farliga för stenens fortbestånd. Halterna av svaveldioxid har minskat mycket kraftigt, liksom mängden sotpartiklar i luft, medan däremot utsläppen av kväveföreningarna först nu börjar plana ut. Även för fysikalisk vittring, speciellt frys-/töpåverkan med rent eller salthaltigt vatten vet vi nu ganska väl vad som skadar stenen. Motåtgärderna är av två slag, nämligen att minska halterna av de farliga ämnena eller skydda stenytan så att de ej tränger in och skadar stenmaterialet.

### *Framtida forskningsområden*

Baserat på de resultat som erhållits ur inventeringar och forskningsarbeten har vi lokaliserat ett antal centrala områden, där insatserna måste intensifieras. Dessa områden är:

- Stenmaterialets egenskaper, bearbetning och skadebild.
- Dokumentationsmetoder.
- Värdering av naturstensobjekt/byggnader.
- Mikrobiell stenedbrytning.
- Effekter av olika rengöringsmetoder.
- Ytbehandling.
- Identifiering av stenbrott.

#### **Stenmaterialets egenskaper, bearbetning och skadebild**

Detta område omfattar flera delområden som är direkt eller indirekt beroende av varandra.

#### *Bergarternas fysikaliska och kemiska egenskaper*

Skadetyper och skadefrekvens är i viss utsträckning specifika för varje bergart. För att bättre förstå orsakerna till denna variation krävs kompletterande undersökningar av de olika bergarternas fysikaliska och kemiska egenskaper. Detta har naturligtvis betydelse även för nu använda bergarter och bör kunna ske i samarbete med stenindustrin. Sådana undersökningar kan också ge bättre underlag för val och utveckling av konserveringsmetoder.

### *Bearbetningsteknik*

Stenens bearbetningsteknik liksom dess konstruktiva samband med byggnaderna kan ses i ett kronologiskt perspektiv men också relateras till olika bergarter. Denna kan t.ex. visa samband med olika hantverkstraditioner, som kan ge kunskap om hur stenhuggarna organiserats och rekryterats under olika perioder. Det kan också finnas ett samband mellan vissa skadetyper och ytbearbetning av stenen men också av hur stenen sammanfogats i byggnaden.

För att klargöra bearbetningsteknik krävs ett nära samarbete med stenhuggare. För att förstå de spår vi ser i äldre stenobjekt måste vi först förstå hur de kan ha tillkommit (se Sundnér 1993 och Bielawski 1993). Idag finns endast ett fåtal stenhuggare som bär med sig en hantverkstradition från tidigare generationer. Därför skulle dokumentation och sammanställning av äldre stenhuggares kunskaper och erfarenheter vara mycket värdefulla.

### **Dokumentationsmetoder**

Bearbetad sten innehåller många olika typer av information. Det är därför viktigt att utveckla byggnadsarkeologiska dokumentationsmetoder där bearbetning, val av stenmaterial, konstruktionssammanhang och historiska källor analyseras i ett historiskt sammanhang. Dokumentation är i sig ett bevarande av information.

Vid varje åtgärd krävs också en medvetenhet om denna komplexitet och därmed en adekvat dokumentation av den information som det aktuella objektet kan ge. Dokumentationen måste dock utgå från de frågeställningar som är relevanta både för val av dokumentationsmetoder och för val av åtgärd.

Dokumentationsarbetet i fält av ytbearbetning och definierade skadetyper bör digitaliseras på ritningar och foton med den teknik som utvecklas parallellt av RIK:s foto- och stenenhet. Genom att förvara dessa digitalt och tillgängligt såväl regionalt som centralt kan förändring och skadeutveckling följas kontinuerligt och åtgärder sättas in när behovet så kräver. Detta torde också leda till fördjupad forskning inom området.

### **Värdering av naturstensobjekt/ byggnader**

Inventeringsresultatet skall också kunna ge underlag för vilka värderingar man vill anföra när man skall välja vilka objekt som skall åtgärdas och vilka åtgärder som skall utföras. Resultatet är inte entydigt utan kan ses ur olika perspektiv. Vad det framför allt visar är att ökad kunskap ger en förändrad och fördjupad bedömning av det kulturhistoriska värdet.

Ett värderingssystem behöver utvecklas, vilket skall vara praktiskt användbart och väldefinierat. Ett antal olika system har presenterats, delvis som en följd av Venedigdokumentet från 1964 (Myklebust 1981; Larsen och Marstein 1994; Unnerbäck och Nordin 1995). Det är naturligtvis inte nödvändigt att värdera varje objekt som skall åtgärdas. För de värdefullaste bör man emellertid definiera vilka värden de representerar och vilket slutresultat åtgärden bör ge. Centrala frågor är t.ex. om hela eller delar av ytan skall rengöras, om patinan skall finnas kvar eller delvis eller helt avlägsnas, om tekniska och/eller estetiska lagningar är försvarbara eller ej, om växtlighet i form av alger, lavar, mossor och annat skall avlägsnas, om skadade eller fula fogar skall bytas ut eller ej eller om en tidigare bemålad yta åter skall bemålas. Dessa frågor är strikt antikvariska och behöver belysas och diskuteras mellan antikvarie, konservator, arkitekt och specialist.

I samband med kommunala byggnadsinventeringar har byggnaderna tilldelats olika kulturhistoriska värden. Bedömningen av dessa har varierat både i tid och rum. Från att först ha varit knutet till den enskilda byggnaden har hela byggnadskomplex medtagits vid bedömningen för att på senaste tiden omfatta hela kulturmiljön. Men när det gäller enskilda detaljer som t.ex. naturstensobjekt har bedömningen varierat. Ofta har en del av byggnaden, t.ex. portal, relieffornament, list eller liknande bedömts isolerat. Bedömningen kan också ha utgått från vitt skilda utgångspunkter. Vid inventeringen av Stockholms byggnader har t.ex. varje stenobjekt, dvs. skulpterad sten, bedömts utifrån en konsthistorisk värdering (Nilsson och Schönback 1993, s. 6). Trots att det finns vissa riktlinjer för bedömning av det kulturhistoriska värdet används dessa inte utsagt, utan formuleras mera allmängiltigt. Detta är naturligtvis orationellt; vi måste sträva efter helhetslösning-

ar. Detta innebär att delarna på en byggnad inte åtgärdas isolerat. En helhetsbedömning av hela byggnaden innan genomförande av åtgärd är överlägsen dellösningar. De senaste åren har också detta skett i ökande omfattning.

Ökad kunskap kommer också att underlätta valet av konserveringsåtgärd. De åtgärder som utförs på kulturföremål i sten är ofta relativt rutinmässiga, även om en utveckling skett de senaste åren. Det inte alltid försvarbart ur ekonomisk – eller ens ur kulturhistorisk – synpunkt att konservera ett objekt. Däremot bör man vara medveten om att dokumentation av den information som är tillgänglig och som är medvetandegjord också innehåller ett bevarandevärde.

### **Mikrobiell stenedbrytning**

För att få mera kunskap om mikroorganismers och algers inverkan på stenmaterial är det angeläget att kvantifiera algers och mikroorganismers utbredning och skadeverkan på svensk byggnadssten. Utöver att studera stenedbrytningen är en sådan undersökning väsentlig för hur man skall bedöma rengöringsbehovet. Vidare kan en identifiering av dessa mikroorganismer och deras utbredning ge oss information om luftföroreningssituationen över tiden – i den mån de kan ges en datering. I detta sammanhang är det också viktigt att utveckla medel som förhindrar kolonisering av organismer (både i mikro- och makroskala). Det är väl känt att vissa metaller, som koppar och bly är giftiga för alger och lavar. En utveckling inom detta område är av stort värde, inte bara för byggnader i sten.

### **Effekter av olika rengöringsmetoder**

Momentet rengöring av stenyta är ofta mycket skadligt. Fortfarande är det inte ovanligt att fasadreningsfirmor utnyttjar kemiska medel typ syra och lut eller rent mekanisk rengöring med högtrycksblästring med eller utan vätska. Dessa metoder har två fördelar; de är snabba och relativt billiga. Emellertid angriper och avlägsnar de en betydande del av stenyta. De kemiska metoderna lämnar dessutom kvar rester av den aggressiva kemikalien, vilken aldrig kan helt neutraliseras.

På skulptural sten används vanligen mildare metoder, som kan vara kemiska, mekaniska eller en kombination därav. Olika rent enzymatiska metoder är principiellt tilltalande men svåra att använda i praktiken. En helhjärtad satsning skulle dock förmodligen ge bra resultat, men fordrar uthållighet av den som vill utveckla en funktionell metod.

Vid dokumentationsarbetet vore det naturligtvis en fördel att veta vilken/vilka rengöringsmetod(er) som använts vid tidigare tillfällen. Detta är dock nästan alltid okänt – skriftlig dokumentation saknas alltid. Enda möjligheten är om någon som medverkat vid föregående ingrepp kommer ihåg vad som gjordes (att analytiskt klargöra tidigare rengöringsmetoder är vanligen omöjligt). Vid rengöring av skulptural sten används ofta kemiska metoder. Principen är att frigöra den biologiska påväxten samt lösa upp olika sekundära utfällningar, typ salter, metallföreningar och sot eller svärtning. Vatten ensamt eller kombinerat med kemikalier, inpackning med bentonitlera eller cellstoff liksom ångtvätt, ridåtvätt eller lågtrycksblästring med vatten och olika pulver är normalt. En mycket intressant och effektiv men dyr metod att ta bort missfärgning på kalksten och marmor är laserbehandling. Just rengöringssteget är ofta det mest tidsödande steget, som också i många fall skadar och avlägsnar delar av stenyta.

### **Ytbehandling**

Om och hur stenen målats eller behandlats kan lära oss något om hur man sett på naturen under olika perioder. Ytbehandlingen kan också ge oss en kompletterande datering av objektet. Ännu har man inte riktigt klarat ut hur olika ytbehandlingsmetoder har påverkat skadebilden, något som dock diskuteras och är synnerligen väsentligt för framtida behandlingsmetoder. Ytbehandlingen kan också vara sekundär och kan bli föremål för bedömning om den skall bevaras eller ej i en konserveringssituation.

Ytbehandlingsmedel skall stärka en porös och vittrad yta, skydda ytan mot ytterligare nedbrytning genom att applicera ett offer-skikt eller göra ytan vattenavstötande. Alla de olika medel och metoder som används skall alltså förhindra att vatten, som träffar stenen, reagerar med och förstör ytan. Det första man bör tänka på är alltså om man kan förhindra regn och nederbörd att träffa ytan



på något sätt. Detta kan åstadkommas genom att bygga takskydd eller andra attiraljer som ger regnskugga. En annan åtgärd är att sätta upp stuprör och takrännor som kanaliserar nederbörden bort från stenytan. Det är sedan också viktigt att underhålla vattenavledningssystemet, vilket det normalt slarvas otroligt med.

Under historiens lopp har många olika konserveringsmedel använts. Linolja har använts både som hydrofoberingsmedel (vattenavstötande) och tillsammans med pigment som offerskikt. Förutsatt att ingen fukt tränger in i stenen så att säga bakvägen samt att oljefärgen underhålls och bättras på så inga sprickor uppkommer, kan detta skydd vara mycket effektivt. Färgskikt har tidigare varit vanligt på portaler från stormaktstiden, men togs ofta bort under 1800-talet. De färgskikt som funnits kvar är inte sällan dåligt underhållna och sprickiga. Genom sprickorna tränger vatten in och löser upp mineralen i stenen samt ger grogrund för biologisk aktivitet. Dessutom måste man vara medveten om att en stenyta inte kan målas om hur många gånger som helst, eftersom färgskiktet blir för tjockt och spricker. Tunn kalkputs fungerar i princip på samma sätt som ett färgskikt. Traditionella hydrofoberingsmedel som använts är vax, såväl bivax som mikrokristallint vax samt, i modern tid, kiselsyraester med alkylradikaler. De senare tycks dock ge en del negativa effekter samt brytas ned ganska snabbt.

För sandstenar och silikatbergarter används kiselsyrastrar, främst *tetraetoxysilan* (TEOS) som konsolideringsmedel. Något motsvarande medel finns inte för kalkstenar. En av huvuduppgifterna är därför att utveckla ett bra konsolideringsmedel som kemiskt binder till karbonat, en nog så formidabel uppgift. Fosfat är en möjlig grupp som binder till karbonat och utveckling att ta fram lämpliga medel baserat på detta pågår (Potter 1995).

### Identifiering av stenbrott

Många stenbrott som idag är övergivna bör kunna betraktas som fasta fornlämningar. För att kunna göra bedömningar om datering m.m. krävs identifiering av äldre brytnings-spår något som måste ske med hjälp av stenhuggare. I många fall var det förmodligen inte fråga om regelrätt brytning medan man i andra fall hade en genomförd organiserad brytningsverksamhet. Hur stenhandlingen organiserats i ett historiskt perspektiv har betydelse för frågor om utnyttjandet av naturresurser, ägarförhållanden m.m. och inte minst var man bearbetat den slutliga produkten. Det kan också finnas ett samband mellan brytningsteknik och skador på sten, framför allt hur noggrann man varit vid val av bra eller dålig sten. Dessutom kan denna kunskap t.ex. innebära att man hittar förekomster av ersättningssten om stenbyte behövs.

# Källor och litteratur

- Adamsson, B. m.fl. 1970. *Fukt. Byggnadstekniska fuktproblem*. Programskrift 12. Statens råd för byggnadsforskning.
- Andersson, I. *Vadstena klosterkyrka*. 1991. Sveriges Kyrkor, volym 213.
- Andersson, K. 1993. *Bygga i sten. Teknik & Historia. Natursten i byggnader*.
- Andersson, T. 1983. *Stenkonsivering. Presentation av stenkonsivering*.
- Andersson, T. 1991. Traditional surface treatment of natural stone: An introduction. *Structural repair and maintenance of historical buildings II: Vol. 1. General studies, materials and analysis*. Sevilla, Spain.
- Andersson, T. 1993. *Hugga i sten. Teknik & Historia. Natursten i byggnader*.
- Antikvarisk topografiska arkivet, (ATA), Riksantikvarieämbetet.
- Arnold, A. & Zehnder, K. 1989. *Salt weathering on monuments. The Conservation of monuments in the Mediterranean Basin*. Bari, Italien.
- Axel-Nilsson, G. 1950. *Dekorativ stenhuggarkonst i yngre vasastil*. Lund.
- Axelsson, L. 1995. Muntligt meddelande från Statens vägverk, Borlänge.
- Berggren, K. 1990. *Fuktmekanik. Äldre murverkshus*. O. Humble (red.) Byggnadsforskningsrådet, Stockholm.
- Berner, R. A. 1978. Rate control of mineral dissolution under earth surface conditions. *American Journal of Science* 278.
- Bielawski, J. 1993. *Konsiveringsrapport. Sydportal, Hedeskoga kyrka i Skåne*. Pro-lithos Stenkonsivering AB.
- Björkman, R. 1907. *Göta Hofrätts hus. Meddelanden från Norra Smålands Fornminnesförening*. 1907.
- Bonnier, A.-C. & Rittsel-Ullén, M. 1994. *Våra kyrkor. Kulturminnen och kulturmiljövård. Sveriges Nationalatlas*. Höganäs/Italien.
- Brunius, C. G. 1854. *Nordens äldsta metropolitankyrka eller historisk och arkitektonisk beskrifning om Lunds domkyrka*. Lund.
- Bylund, C. & Hanes, H. 1995. *Bemålad natursten. Kulturmiljövård* 5–6. 95.
- Carlie, L. 1985. Underjordisk verksamhet i Ignaberga socken. *Västra Göinge Hembygdsförenings Skriftserie, XXXIII, 1985*.
- Cedergren, A. 1991. *Gotländsk sandsten i tid och rum*. Visby.
- Cinthio, E. 1957. *Lunds domkyrka under romansk tid*. Bonn/Lund.
- Cnatingius, B. m.fl. 1987. *Linköpings domkyrka, I*. Sveriges Kyrkor, volym 200. Stockholm.
- Conradsson, T. 1995. *Dissolution kinetics of silica esters. pH-dependence and effects of electrolytes*. Institutionen för geologi och geokemi, Stockholms universitet.
- Cooke, R. U. & Gibbs, G. B. 1993. *Crumbling heritage? Studies on stone weathering in polluted atmospheres. Naturion Power plc and Power Gen plc*.
- Drever, J. I. 1982. *The geochemistry of natural waters*. Prentice-Hall. Inc.
- Edenheim, R. 1994. *Borgar, slott och herrgårdar. Kulturminnen och kulturmiljövård. Sveriges Nationalatlas*. Höganäs/Italien.
- Eliasson, K.-G. 1993. *Konsiveringsrapport avseende Hablingbo kyrkas norra långhusportal, 1100-talet*. Riksantikvarieämbetet.
- Elfving, P. 1994. *Aspects on the Air Pollution Induced Deterioration of Calcareous Stone Material*. Doktorsavhandling. Institutionen för oorganisk kemi, Chalmers Tekniska Högskola och Göteborgs Universitet
- Elgeskog, V. & Asklund, B. 1955. *Marmorbruket på Kolmården*. Norrköping.
- Fagerlund, G. 1991. *Varför bryts våra byggnader ner? Kulturmiljövård nr. 1*.
- Fagerlund, G. & Wessman, L. 1992. *Frostnedbrytning av natursten. Lägesrapport mars 1992*. Rapport TVBM-3047. Lunds Tekniska Högskola.
- Fernlund, S. 1982. *"ett Herranom värdigt Tempel"*. *Kyrkorivningar och kyrkobyggen i Skåne 1812–1912*. Lund.
- Friese, P. & Protz, A. 1994. *Salzschäden an Ziegelmauerwerk und praktische Erfahrungen mit Ensatzungsverfahren*. Bautenschutz und Bausanierung, volym 17, nr. 8.
- Frostin, E. 1959. *Fuglie kyrka*. Trelleborg.
- Frykman, J. 1969. *Tjurkö – en stenhuggarö. Blekingeboken 1969*. Karlskrona.
- Gardelin, G. 1995. *Linköpings domkyrka. Värdering av domkyrkans exteriör. En byggnadsarkeologisk undersökning*. Rapport, Riksantikvarieämbetet/RIK.

- Grimm, W.-D. 1990. *Bildatlas wichtiger Denkmalgesteine der Bundesrepublik Deutschland*. Arbeitsheft 50. Landesamt für Denkmalpflege. München.
- Gullman, J. (red.) 1992. *Air pollution and the Swedish heritage. Progress 1988-91*. Konserveringstekniska studier, RIK 6. Riksantikvarieämbetet/Statens historiska museer, Stockholm.
- Gullman, J. 1995. Muntligt meddelande.
- Göransson, S. 1955. Från Kongl. Maj:ts stenhuggare vid Dälje till modern storindustri vid Sandvik. *Öländsk bygd 1955*.
- Hadding, A. 1929. *The Pre-quaternary sedimentary rocks of Sweden. III. Paleozoic and Mesozoic sandstones of Sweden*. Lunds universitets Årsskrift N.F. Avd. 2, band 25 nr. 3.
- Hagenfeldt, S. & Palm, R. Manuskript. *Runic sandstones in east central Sweden*.
- Hall, T. m.fl. 1987. *Murmestärne. Murmestärne embetet i Stockholm 1487-1987*. Udevalla.
- Hallbäck, S.-A. 1978. *Medeltida dopfuntar i västra Sverige*. Systematisk del. Skara.
- Hansson, H.-E. 1995. *Mikroorganismer och sten*. Examensarbete vid Institutionen för kulturvård, Göteborgs Universitet.
- Hesselman, G. 1945. *Från skråhantverk till byggnadsindustri. Om husbyggen i Stockholm 1840-1940*. Stockholm.
- Hjelmqvist, S. 1966. *Berggrundskarta över Kopparbergs län med beskrivning*. Sveriges Geologiska Undersökning, Ca 40.
- Holland, H. D. 1978. *The chemistry of the atmosphere and the ocean*. J. Wiley & Sons.
- Humble, O. & Westerberg, B. 1990. *Förundersökning. Äldre murverkshus*. O. Humble (red.) Byggforskningsrådet. Stockholm.
- Jacobsen, H. 1986. En statistik over de eksisterende middelalderkirker i Danmark. *Medeltiden och arkeologin. Festskrift till Erik Cinthio*. Lund Studies in Medieval Archaeology 1. Lund.
- Johansson, P. 1993. Lavformer på Lunds domkyrka. *Svensk Botaniska Tidskrift*, volym 87.
- Johansson, M. 1995. Muntligt meddelande.
- Jonsson, M., Lindquist, S.-O. & Hejdström, R. 1987. *Vägen till kulturen på Gotland*. Gotländskt arkiv 1987, årg. 59.
- Jönsson, K. & Fagerström, K. 1995. *Sten i evighet. Ett fördjupningshäfte till en utställning om bearbetad sten*. Riksantikvarieämbetet.
- Kancelliets Brevbøger vedrørende Danmarks indre Forhold. 1898. Udg. af C. F. Bricka m.fl.
- Karlsson, B. E. 1984. *Bebyggelse i Jönköping 1612-1870. Offentliga institutioner*. Småländska kulturbilder. 1984. Jönköping.
- Kathol, B. 1992a. *Byggstensforskning: Marmor i Stockholms innerstad*. Geologiska Institutionen, Stockholms Universitet. Rapport till Riksantikvarieämbetet.
- Kathol, B. 1992b. *Byggstensforskning: Proterozoisk och Silurisk sandsten i Stockholms innerstad*. Rapport till Riksantikvarieämbetet.
- Kathol, B., Sturkell, E. F. F. & Lindström, M. 1990. *Svartfärgning av Lingulidsandsten, byggstensstudier i Västergötland (Kinnekulle)*. Geologiska Institutionen, Stockholms Universitet. Rapport till Riksantikvarieämbetet.
- Kathol, B. 1995. Muntligt meddelande.
- Kimpel, D. 1985. L'Organisation de la taille des pierres sur les grandes chantiers d'églises du XIe au XIIIe siècle. *Pierre & métal dans le bâtiment au Moyen Age*. O. Chapelot & P. Benoit (ed.) Paris.
- Kirkeby, I. M. (red.) 1995. *Sandstensportaler i Danmark*. Köpenhamn.
- Krog, H. & Østhagen, H. 1980. *Lav og Luftforurensninger*. Rapport från Norsk Institutt for Luftforskning.
- Krumbein, W. E. 1988. Biotransformations in monuments – a sociobiological study. *Durability of Building Materials 5*.
- Krumbein, W. 1992a. Colour changes of building stones and their direct and indirect biological causes. *7th International Congress on the Deterioration and Conservation of Stone*. Lissabon.
- Krumbein, W. 1992b. Geomikrobiologie. Unheil unter blendender Fassade. *Einblicke, Wissenschaft und Forschung an der Carl von Ossietzky Universität Oldenburg*, nr. 15.
- Kumpulainen, R. 1995. *Fördelningen av karbonat i Burgsvikssandstenen*. Geologiska Institutionen, Stockholms Universitet. Rapport till Riksantikvarieämbetet.
- Kyrkobyggnader 1760-1860. Del 1. Skåne och Blekinge*. 1989. Sveriges Kyrkor, volym 210. Uppsala.
- Kyrkobyggnader 1760-1860. Del 2. Småland och Östergötland*. 1993. Sveriges Kyrkor, volym 216. Uppsala.

- Lagerlöf, E. 1975. *Gotländsk stensulptur från gotiken. En stenhuggarverkstad på 1300-talet*. Uddevalla.
- Lagerlöf, E. & Andersson, T. 1993. *Medeltida stensulptur på Gotland*. Konserveringstekniska studier, RIK 7. Riksantikvarieämbetet/Statens historiska museer, Stockholm.
- Landen, A. 1993. Dopfuntar så in i Norden. *Kulturmiljövård nr. 5*.
- Larsen, K. E. & Marstein, N. (Eds.) 1994. *Conference on authenticity in relation to the world Heritage Convention. Preparatory Workshop, Bergen 31.1–2.2 1994*.
- Lindborg, U. 1990. *Luftföreningar och kulturminnen. Handlingsplan 90*. Konserveringstekniska studier. RIK 1. Riksantikvarieämbetet/Statens historiska museer, Stockholm.
- Lindström, M. 1991. *Byggstensforskning: Projekt Öland*. Geologiska Institutionen, Stockholms Universitet. Rapport till Riksantikvarieämbetet.
- Lindström, M. & Sylwan, C. 1989. *Byggstensforskning: Projekt Yxhult*. Geologiska Institutionen, Stockholms Universitet. Rapport till Riksantikvarieämbetet.
- Lindström, M., Andersson, C. & Sturkell, E. 1989. *Byggstensforskning: Projekt Kinnekulle och Brunflo*. Geologiska Institutionen, Stockholms Universitet. Rapport till Riksantikvarieämbetet.
- Long, D. G. F. 1993. *The Burgsvik Beds, an upper Silurian storm generated sand ridge complex in southern Gotland, Sweden*. GFF 115.
- Lundbohm, H. 1891. Skotska byggnadssätt för naturlig sten. *Teknisk tidskrift 1891*.
- Lundegårdh, P. H. 1971. *Nyttosten i Sverige*. Stockholm.
- Löfgren, S. & Hansbo, K. 1995. *Potentiella lufthalter och torrdeposition av svaveloxid i Falun sedan 1200-talet*.
- Löfvendahl, R. & Asp, M. 1995. *Uppskattning av saltinnehåll i gotländsk sandsten med cellstoffslakning*. Rapport RIK/Riksantikvarieämbetet.
- Löfvendahl, R. & Sundnér, B. manus. *Lunds domkyrka. Stenmaterial och skadebild*.
- Magnusson, N. H., Lundqvist, G. & Regnell, G. 1963. *Sveriges geologi*.
- Manneke, P. 1984. En tidig bildsten i Grötlingbo? *Gotländskt Arkiv 56*.
- Munthe, H. 1921. *Kartbladet Burgsvik jämte Hoburgen och Ytterholmen*. Sveriges Geologiska Undersökning, Aa 152.
- Myklebust, D. 1981. Verditening – en arbetsmåte i bygningsvern. *Årbok, Foreningen till norske Forntidsmarkers Bevaring*.
- Natursten i byggnader:  
*Teknik & Historia*. 1993.  
*Svensk byggnadssten & Skadebilder*. 1994.  
*Malmöhus och Kristianstads län*. 1994.  
*Gotlands län*. 1995.  
*Göteborgs och Bohus län samt Hallands län*. 1995.  
*Jönköpings, Kalmar, Kronobergs och Blekinge län*. 1996.  
*Uppsala, Västmanlands och Örebro län*. 1996.  
*Skaraborgs och Älvsborgs län*. 1996.  
*Stockholms och Södermanlands län*. Manus.  
*Norrlandslänen*. Manus.  
*Värmlands och Kopparbergs län*. Manus.  
*Östergötlands län*. Manus.
- Nevander, L.-E. & Elmarsson, B. 1994. *Fukthandbok*. Svensk byggtjänst.
- Nilsson, U. 1994. *Den vittrade fasadstenens väl bibehållna förlagor*. Riksantikvarieämbetet/Statens Historiska Museer.
- Nilsson, U. & Schönback, H. 1993. *Dekorativ fasadsten på Stockholms malmar. En bergarts- och skadeinventering*. Stockholms Stadsmuseum.
- Noe-Nygaard, A. 1985. *Kirkekvader og kløvet klamp – en verden af sten*. København.
- Nord, A. G. 1990. *Bilavgaser och kulturminnen*. Konserveringstekniska studier. RIK 2. Riksantikvarieämbetet/Statens historiska museer, Stockholm.
- Nord, A. G. & Trønner, K. 1991. *Stone weathering*. Konserveringstekniska studier. RIK 4. Riksantikvarieämbetet/Statens historiska museer, Stockholm.
- Nordin, A. 1995. *Lavfloran på Linköpings domkyrka*. Rapport till Riksantikvarieämbetet.
- Nørregaard, E. M. 1911. Oversigt over naturlige bygningssten, anvendte i København. *Meddelelser fra Dansk Geologisk Forening, nr. 17*.
- Nørgaard, B. 1995. Den kunstneriske kvalitet – eller det, der er værre. *Sandstensportaler i Danmark*. I. Kirkeby (red.) København.

- Olsson, N. 1996. *Byggnadsminnen i sten. En material- och skadeinventering*. Riksantikvarieämbetet/Statens historiska museer.
- Ortega-Calvo, J. J., Hernandez-Marine, M. & Saiz-Jimenez, C. 1991. Biodeterioration of building materials by cyanobacteria and algae. *International Biodeterioration* 28.
- Potter, D. 1995. *Funktionella grupperns bindning till kalcit. Kvantifiering av organosilanolers bindning till kiselmineraler*. Lägesrapport 950331. Institutionen för oorganisk kemi, Chalmers Tekniska Högskola och Göteborgs Universitet till Riksantikvarieämbetet.
- Pounds, N. J. G. 1990. Buildings, Building Stones and Building Accounts in South-West England. *Stone. Quarrying and Building in England AD 43–1525*. D. Parsons (ed.) Rochester.
- Reis, J. von. 1994. Förvaltningens byggnader. *Kulturminnen och kulturmiljövård. Sveriges Nationalatlas. Höganäs/Italien*. Riksarkivet. Överintendentämbetet, BIA:17, 1831.
- Ringbom, S. 1987. *Stone, style & truth. The vogue for natural stone in Nordic architecture 1880–1910*. Helsinki.
- von Rothstein, E. E. 1865, 1875, 1890. *Handledning i Allmänna byggnadsläran*.
- Sandin, K. 1994. *Fuktsäkerhet i byggnader. Vattenavvisande fasadimpregnering*. Byggeforskningsrådet, T 15:1994.
- Seaward, M. R. D. m.fl. 1989. *The role of lichens in the biodeterioration of ancient monuments with particular reference to central Italy*. *International Biodeterioration*, volym 25.
- Shaikh, N. A. m.fl. 1989. *Kalksten och dolomit i Sverige. Del II. Mellersta Sverige*. Sveriges Geologiska Undersökning. Rapporter och meddelanden nr. 55.
- Shaikh, N. A. m.fl. 1990. *Kalksten och dolomit i Sverige. Del III. Södra Sverige*. Sveriges Geologiska Undersökning. Rapporter och meddelanden nr. 56.
- Simon, S. & Snethlage, R. 1993. The first stages of marble weathering, preliminary results after short-term exposure of nine months. *Conservation of stone and other materials*. M.-J. Thiel (ed.) Paris.
- Sivhed, U. & Erlström, M. 1990. *Petrografisk undersökning av Övedsandsten*. Sveriges Geologiska Undersökning, Lund. Rapport till Riksantikvarieämbetet.
- Sivhed, U. & Erlström, M. 1991. *Inventering av stenbrott i Skåne. Sedimentär berggrund*. Sveriges Geologiska Undersökning, Lund. Rapport till Riksantikvarieämbetet.
- Sjöberg, L. 1978. Kinetics and mechanism of calcite dissolution in aqueous solutions at low temperature. *Stockholm contributions in Geology, vol 32:1*.
- Sjöberg, L. m.fl. 1995. *Vittring av silikatmineral. Kinetiska studier och fältundersökningar*. Rapport till Riksantikvarieämbetet mars 1995.
- Sjömar, P. 1990. *Medeltida takkonstruktioner i kyrkor; en litteraturgenomgång*. Arbetsrapport, Sveriges kyrkor, Riksantikvarieämbetet.
- Skye, E. 1968. Lichens and air pollution. A study of cryptogamic epiphytes and environment in the Stockholm region. *Acta Phytogeographica Suecica, volym 52*. Uppsala.
- Snethlage, R. 1993. Muntligt meddelande.
- Stel, J.H. & de Coö, J.C.M. 1977. *The Silurian upper Burgsvik and lower Hamra-Sundre beds, Gotland*. *Scripta Geologica* 44.
- Sten 1995. Bilaga till tidskriften STEN 1/95 med förteckning av tillgängliga (nu brutna) naturstenar i Sverige och Norge.
- Storm, G. 1990. *Sten födde Borghamn*. Vadstena.
- Stål, C. 1834. *Utkast till lärobok i byggnadskonsten 1–2*. Stockholm.
- Suenson, E. 1942. *Byggmaterialer. III. Natursten*. Köbenhavn.
- Sundnér, B. Manus. *Byggnadssten i Skåne. Hikuin 22*.
- Sundnér, B. m.fl. 1990. *Undersökning av vittringsskador och stenmaterial i tio medeltida kyrkor i Skåne*. Rapport till Riksantikvarieämbetet.
- Sundnér, B. 1993. *Hedeskoga kyrka, sydportalen. Malmöhus län, Skåne*. Rapport. RIK/Riksantikvarieämbetet.
- Svanberg, J. 1983. *Medeltida byggmästare*. Uppsala.
- Swantesson, J. O. H. 1992. *Mikroartering av naturstensytor*. Arbetsrapport 92:6, Högskolan i Karlstad.
- Tekniska nomenklaturcentralen (arbetsgrupp) 1988. *Geologisk ordlista. Glossary of Geology. TNC 86*, Stockholm.
- Tibell, L. 1991. *Biologisk påväxt på kyrkofasader – översikt över fältarbeten*.

- Tibell, L. 1994. *Biologisk påväxt på statyerna "Förnuftet" och "Kärleken", Storkyrkan, Stockholm*. Skriftligt meddelande till RIK/Riksantikvarieämbetet.
- Tibell, L. 1995. Muntligt meddelande.
- Troelsgård, E. 1990. Bärande delar i samverkan. *Äldre murverkshus*. O. Humble (red.) Byggeforskningsrådet. Stockholm.
- Unnerbäck, A. & Nordin, E. 1995. Kulturhistoriskt värde? *Svenska hus. Kulturmiljövård nr 1-2*. 1995.
- Yxhult. *En historik*. 1963. Sammanställd av H. Julin. Örebro.
- Warscheid, T., Petersen, K. & Krumbein, W. E. 1990. A rapid method to demonstrate and evaluate microbial activity on decaying sandstone. *Studies in Conservation* 35.
- Weast, R.C. (Ed.) 1976. *Handbook of Chemistry and Physics*. 57th ed. CRC Press, Cleveland.
- Wessman, L. 1993. *Frostnedbrytning av natursten*. Rapport TVBM-7046, Lunds Tekniska Högskola. Lägesrapport till Riksantikvarieämbetet, mars 1993.
- Wessman, L. 1995. *Expansioner och avskalningar vid frysning av Gotländsk sandsten och Öländsk kalksten i NaCl och Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>-lösningar*. Rapport TVBM-7089, Lunds Tekniska Högskola.
- Vlckova, J. m.fl. 1994. *Influence of air pollution and other environmental factors on the degradation of materials during non-sheltered and sheltered exposure on historical buildings*. SVUOM, Prag. Rapport till Riksantikvarieämbetet.
- Zettervall, H. 1806–1901. *Byggnadsjournal*. Lunds domkyrkas arkiv.
- Åhman, E. 1975. *Naturstensmaterialet i Uppsala domkyrka*. Sveriges Geologiska Undersökning. Uppsala.
- Åtgärder mot klimatförändringar*. 1992. Naturvårdsverkets rapport 4120.
- Österlund, E. (ed.) 1996. *Degradation of materials and the Swedish heritage 1992–1995*. Konserveringstekniska studier. RIK 11.
- Överintendentämbetets handlingar. Riksarkivet.

# Medarbetare

## *Projektledare*

BARBRO SUNDNÉR  
RUNO LÖFVENDAHL (stenbrottsinventeringen)  
Riksantikvarieämbetet, Stockholm

## *Inventerare och rapportförfattare*

### **Blekinge län (K)**

ELISABETH LINDBERG  
Blekinge läns museum, Karlskrona

### **Gotlands län (I)**

ANNA MALMSTEN  
JAN UTAS  
ROGER ÖHRMAN  
Gotlands Fornsal, Visby

### **Gävleborgs län (X)**

JESPER LARSSON  
Länsmuseet i Gävleborgs län, Gävle

### **Göteborgs och Bohus län (O)**

TOMAS BRANDT  
LARS RYDBOM  
Bohusläns museum, Uddevalla

### **Göteborgs stad (O)**

KAROLINA VON MENTZER  
GUDRUN LÖNNROTH  
Göteborgs Historiska museum, Göteborg

### **Hallands län (N)**

HANS BERGFAST  
Hallands länsmuseum, Halmstad

### **Jämtlands län (Z)**

BJÖRN OLOFSSON  
Jämtlands läns museum, Östersund

### **Jönköpings län (F)**

ANDERS FRANZÉN  
Jönköpings läns museum, Jönköping

### **Kalmar län (H)**

RICHARD EDLUND  
ÖRJAN MOLANDER  
Länsstyrelsen i Kalmar län, Kalmar

### **Kopparbergs län (W)**

CARINA GUSTAFSSON  
Dalarnas museum, Falun

### **Kristianstads län (L)**

HANS ÅSTRÖM  
Kristianstads läns museum, Kristianstad

### **Kronobergs län (G)**

SVEN JÖNSSON  
Smålands museum, Växjö

### **Malmöhus län (M)**

BARBRO SUNDNÉR  
Riksantikvarieämbetet, Stockholm

### **Norrbottnens län (BD)**

LENNART FALK  
ANDERS FRANZÉN  
PER MORITZ  
Norrbottnens museum, Luleå

### **Skaraborgs län (R)**

ELISABET OREBÄCK KRANTZ  
Skaraborgs länsmuseum, Skara

### **Stockholms län (AB)**

KRISTINA PETTERSSON  
GUNILLA NILSSON  
Stockholms läns museum, Stockholm

### **Södermanlands län (D)**

AGNETA THORNBERG KNUTSSON  
Södermanlands läns museum, Nyköping

### **Uppsala län (C)**

ÅSA SANDSTRÖM  
YLVA SCHMIDT  
KARIN MALMBERG-WRETIN  
Stiftelsen Upplandsmuseet, Uppsala

### **Värmlands län (S)**

ELISABETH BACKMAN  
LENA MAGNUSSON  
Värmlands länsmuseum, Karlstad

### **Västerbottens län (AC)**

ANNIKA JÄRNANKAR  
ROLF SIXTENSSON  
Västerbottens Museum, Umeå

### **Västernorrlands län (Y)**

HJÖRDIS EK  
Länsmuseet Västernorrland, Härnösand

### **Västmanlands län (U)**

KRISTER STRÖM  
Västmanlands läns museum, Västerås

### **Älvsborgs län (P)**

JAN JOHANSSON  
Älvsborgs länsmuseum, Vänersborg

**Örebro län (T)**

MONICA MODIN

Länsstyrelsen i Örebro län, Örebro

**Östergötlands län (E)**

JAN ERIKSSON

ANITA LÖFGREN EK

JONNA STEVÉNIUS

Östergötlands läns museum, Linköping

SUNE LJUNGSTEDT

Linköping

**Stockholms stad**

URBAN NILSSON

HEDVIG SCHÖNBÄCK

Stockholms stadsmuseum, Stockholm

Utförd på uppdrag och bekostnad av Stockholms stad. En viss komplettering har bekostats av Riksantikvarieämbetet för denna publikation.

**Bergartsbestämning och stenbrottsinventering**

BENNO KATHOL (hela landet utom Skåne, Gotland och Norrbotten)

Geologiska institutionen, Stockholms universitet, Stockholm

RUNO LÖFVENDAHL (Gotland och Norrbotten)

Riksantikvarieämbetet, Stockholm

ULF SIVHED (Skåne)

Sveriges Geologiska Undersökning, Lund

*Dataregistrering och kartor*

STIG ENGLUND

INGVAR KARLSSON

PETER OLOFSSON

GUNBRITT RINGQVIST

Fornsalen Data, Visby

ROLF NÄSLUND

ANDERS SÄFSTRÖM

Riksantikvarieämbetet, Stockholm

*Övriga författare*

KARIN ANDERSSON

CHARLOTTA BYLUND

MARIANNE GUSTAFSSON-BELZACQ

KARNA JÖNSSON

BENGT A. LUNDBERG

ÅKE NISBETH

GÖRAN ÅBERG

Riksantikvarieämbetet, Stockholm

TORD ANDERSSON

Restaurator, Stockholm



# Summary

RUNO LÖFVENDAHL AND BARBRO SUNDNÉR

*Natural Stone in Buildings* is a project which was started to paint a general picture of the occurrence of worked natural stone in Swedish buildings from the period 1000–1940. The aim is also to estimate the extent of damage to the stone and to identify the buildings and areas that are in greatest danger. The survey has been conducted by antiquarians from each county. Geologists have identified the types of stone used in the buildings and localized the probable quarries from which they were taken.

The survey has assumed that exposed exterior stone is most subject to damage. We have also tried to study how the propensity to weathering varies depending on the kind of rock and the age of the stone details. To see whether environmental conditions can be significant for the extent of damage, buildings in the countryside have been compared with buildings in towns and cities. These questions also served as the point of departure for the compilation of the computer register, tables 33–36, pp. 136, 138, figure 104, p. 137.

The survey covered only buildings with worked natural stone (at least ashlars) which is visible on the exterior. The survey comprises all buildings in towns and all castles and churches in the countryside. Exceptions have been made for buildings which only have simple socle sections and window sills of natural stone, usually granite, and for churches which only have inscription tablets of natural stone. Moreover, the only rural buildings included in the survey are those of known cultural and historical significance.

The survey embraces a total of 4,756 buildings, table 1, p. 13. Each building may contain several stone details, which are called “objects” here. Stone details of the same age and the same rock, and also worked to the same degree, have been grouped as one object. A total of 14,550 objects have been registered.

Most of the buildings are in the south of the country, with a concentration in a belt from the Mälaren area towards Göteborg and in Skåne and the islands of Gotland and

Öland, figure 1, p. 14. The buildings are concentrated in towns, 77% (3,693 buildings), figure 3, p. 17. Stockholm has 32% (1,515) of all the buildings in the country. Most of the churches (640) and castles (248) are in the countryside. Gotland has most churches, while castles and manor houses are concentrated in the counties of Stockholm, Södermanland, and Malmöhus.

The rocks have been divided into the main groups crystalline basement, sandstone, limestone including marble, and other rocks (= schist and soapstone). The determination of rocks has concentrated on identifying the different types and, if possible, tracing them to specific quarries. A total of 22 different types of limestone have been identified, including six types of marble, and 18 types of sandstone, table 2, p. 18. The register of assumed and certain quarries comprises 911 localities, broken down into 129 sandstone quarries, 421 limestone and marble quarries, 300 quarries for crystalline basement, and 61 quarries for other types, table 30, p. 90. The locations of the quarries agree in large measure with those of the buildings, figure 2, p. 15.

*Sandstones* show great variation in composition. Pure sandstones consist of quartz and are highly resistant to chemical weathering. When they are subject to increased metamorphism, that is, to increased pressure and temperature in the earth’s crust, they become quartzites which are even more resistant. Hardeberga stone is one such quartzite sandstone. Many sandstones, however, contain a great deal of different minerals: quartz, clay mineral, and calcite; examples are Gotland sandstone and Öved sandstone. Some sandstones are so rich in calcium that they may be called calcareous sandstones. An example is Köpinge sandstone. In general, it can be said that Swedish sandstones are relatively young rocks formed since the Cambrian period, figure 75, p. 92, while quartzites in Sweden are older. The porosity and the size of the pores are important for the way the stone absorbs water. Rocks with small, connected pores are easily filled with water, which then

bursts the stone when it freezes. Sandstones can be highly porous, with a porosity between 10% and 25%; the porosity of Gotland sandstone usually lies around 20%.

*Limestones* are sedimentary rocks, mainly consisting of calcium carbonate. Most limestones were formed in sea water. They can also be formed in freshwater or be deposited by groundwater rising from the earth. In the latter case they are called travertine or tufa. Most limestones are younger than 500 million years, that is, Precambrian. Limestones often contain clay minerals, quartz, feldspar, pyrite, and other compounds. The porosity of limestones can vary greatly. Many types which have been used for buildings have only 1-5% porosity; examples are Ordovician and Gotland limestones.

We include marble under the term limestone. Marble is formed when limestones undergo metamorphosis. The limestone is then compacted and becomes hard and dense. Swedish marble can be calcitic or dolomitic, that is, rich in magnesium. All Swedish types of marble are more than 570 million years old, and most of them are almost 2,000 million years old. Swedish marble contains no fossils that are visible to the naked eye, unlike the limestones. The Swedish marble that has been quarried as building stone is mainly found in central Sweden, chiefly in the provinces of Södermanland, Närke, Östergötland, and Uppland, figure 91, p. 113. Swedish marble is often various shades of green, since it contains the mineral groups amphibole and pyroxene. The green marble types are classified here into Kolmården marble and Mölnbo marble. Marble of Södermanland type is usually white, as is marble from the Ekeberg area in Närke. The latter, however, can have a slight yellow or green tinge. Another, more or less reddish, type of marble has been quarried in the Vattholma area of Uppland. Other types of marble are grouped here under the term *other marble*. Marble is generally more resistant to weathering than limestone because of its homogeneity, compactness, and hence its low porosity.

Other rocks are *soapstone* and *schist*, which are both metamorphic types. Soapstone is a soft, greenish rock consisting of the minerals talc, chlorite, and amphiboles. Soapstone was quarried during the Middle Ages in Uppland and later also in Värmland. Shales are metamorphosed claystones which are very dense and fine-grained. They usually show a

pronounced schistosity, which make them easy to split into thin, smooth slices. In Sweden black schist has mainly been quarried in western Västmanland and central Dalarna. Mica schist is a greenish rock with a silver sheen, and a slightly wavy surface; it is mostly used for roofing slates. It is still quarried in western Värmland and in Jämtland.

Under the term *crystalline basement* we group a number of older, harder rocks. They are in general dense, compact, and so difficult to work that they are suitable only for machine treatment. The most important are granites of a great many types. We also find dolerite (diabase), hyperite, and gabbro, all of which are known by stonebreakers as black granite, and metamorphic gneisses, porphyries, and amphibolites. Crystalline basement, which mainly means granite, accounts for one-third of all the objects in the Swedish survey, table 2, p. 18.

Many rocks were used only locally, while others have a wider distribution. Table 2 shows the number of counties where each type of stone has been found. The stones that occur most frequently and with the widest geographical spread are Gotland sandstone and Yxhult limestone from Närke. Imported rocks are found only in a few details: sandstone from England, Scotland, and Germany, and travertine from Italy.

The assessment of damage is highly summary and was carried out by people of varying backgrounds. A three-grade scale was used: 0 = no noticeable damage, 1 = limited damage, with only small areas or parts of the object showing damage, 2 = extensive damage to much of the object. In addition, the term acute was used to refer to cases where the damage still seems to be actively in progress (in other cases the damage is not acute).

Stone details with no noticeable damage occur in 38% of all the studied objects, table 3A, p. 19. The acute damage affects 23% (3,409) of all the objects. This corresponds to 1,950 buildings, table 26, p. 81.

For the purposes of the survey, both buildings and stone objects were dated to the extent that this was possible. In other cases their age was estimated so that they could be grouped in one of the seven periods which were chosen on the basis of the most important stages in stone construction in Sweden: 1000–1300, 1300–1550, 1550–1650, 1650–1750, 1750–1860, 1860–1910, 1910–1940.

In several buildings, details of natural

stone have been added during rebuilding and restoration. This means that the age of the stone details does not always correspond to that of the buildings. A comparison of the percentage of buildings from different periods, column A in figure 7, p. 21, and of the objects distributed by periods, column B, nevertheless shows relatively good agreement. The diagrams showing the number of buildings in each period therefore refer to the number of buildings with objects from the respective period, as in column C in figure 7. In the oldest periods there are relatively few buildings with worked natural stone. From the 14th century there was a decline in the use of worked natural stone, but this was followed by a continual increase from the end of the 16th century, reaching a peak in the periods 1860–1940.

The objects in the oldest period, 1000–1300, mainly consist of rural churches. There are a total of 368 buildings, table 5, p. 24. The greatest concentration is in Gotland, figures 10–11, pp. 24–25. The stone was worked into well-hewn ashlar for the façades and sculpted for door surrounds. Several types of local rock were used, table 6, p. 27, with Gotland limestone representing almost 50% of all the objects, figure 13, p. 28. The greatest damage, however, is to Gotland sandstone, figure 16, p. 29.

In the period 1300–1550, the use of natural stone in buildings declined. There are a total of 126 buildings, predominantly Gotland churches, figures 18–19, pp. 31–32. The natural stone was replaced in large measure with brick for decorative details from the latter part of the Middle Ages, except in Gotland, where a unique stone technique was developed until about 1350. In the 15th century and the early 16th century it was, broadly speaking, only the occasional large cathedral and monastery that was built with worked natural stone in the façade. A small number of local rocks were used, table 9, p. 34. Gotland limestone still dominates, figure 22, p. 35. The damage is not as extensive as before. The greatest damage affects limestone from Östergötland, figure 24, p. 36.

From the period 1550–1650 we find an increase in the number of buildings with natural stone. The survey comprises a total of 178 buildings from this period, with a relatively equal distribution between churches, castles, and secular buildings, table 11, p. 41. Stonemasons were brought from abroad,

chiefly from Germany, especially to work on buildings for the crown. A stonemasons' office was instituted in Stockholm in 1639, occasioned by the increase in the number of craftsmen and the lack of organization. Stockholm now occupies a leading position, figures 28–29, pp. 40–41. Gotland sandstone is now found in more than half of all the objects, but Mälaren/Roslagen/Gävle sandstone and limestone from Öland also occur on a fairly large scale, table 12, p. 42. Gotland sandstone has the highest damage rate, figure 33, p. 45.

A doubling of the number of buildings, to 368, is found in the period 1650–1750, with a concentration in Stockholm and the surrounding countryside in the Mälaren area, table 14 and figures 37–38, pp. 48–49. In the 17th century Sweden developed into a great European power, with Stockholm as its centre. Natural stone was now used for palatial dwellings and administrative buildings, and a large number of castles were built in the countryside, richly decorated with natural stone for doorways and armorial tablets, while the masonry was often of unplastered brick. The aristocracy also furnished many churches with ornate sepulchral chapels. Roughly the same types of rock were used as in the preceding period, but quarrying increased in scope, table 15, p. 50. Gotland sandstone still shows the greatest damage, figure 41, p. 52.

A further small increase in the number of buildings occurred in the period 1750–1860, with a total of 530 buildings, table 17, p. 54. The geographical distribution is more even, figures 44–45, pp. 55–56. Public building was regulated in 1759, and this led to an increase. The stylistic ideal of the time meant that the buildings were often plastered and the ornamentation of the stone details was restrained. The nobility continued to build their castles. More kinds of rock came into use, including marble. Gotland sandstone underwent a decline in favour of Öland limestone and Mälaren/Roslagen/Gävle sandstone. Crystalline basement, primarily granite, is also among the common rocks, table 18, p. 57. Borghamn limestone, Yxhult limestone, Gotland sandstone, and Lingulid sandstone show the greatest proportion of damaged objects, figure 48, p. 59.

The great changes brought by industrialization also affected the use of natural stone. The period 1860–1910 shows the greatest increase, having a total of 1,762 buildings in the survey, table 20, p. 62, with a concentra-

tion of secular buildings in cities, especially Stockholm, figures 51–52, pp. 63–64. The construction of the railways in the second half of the 19th century made it easier to transport stone, and certain rocks, particularly Yxhult limestone, acquired a wide geographical spread, table 21, p. 65. A few kinds of new rock were used, while others disappeared. Limestone and hard granites were now quarried, while the significance of sandstone declined. Crystalline basement, mainly granite, and Yxhult limestone are the predominant types, but limestones from Västergötland and Öland also underwent an upswing, figure 53, p. 66. There is a high damage rate for several rocks, such as Yxhult limestone, Kinnekulle limestone, Borghamn limestone, and Gotland sandstone, figure 56, p. 68.

From the period 1910–1940 a total of 1,717 buildings have been registered, table 23, p. 70. Fewer buildings in the countryside are now built using natural stone, figure 59, p. 71. The city of Stockholm still dominates, figure 60, p. 72. The significance of Precambrian rocks has increased, figure 61, p. 74. Also important were limestones from Yxhult, Ignaberga, Kinnekulle, and Öland, and Gotland sandstone, table 24, p. 73. The greatest damage now occurs to Billingen limestone, Brunflo limestone, and limestone from Västergötland, figure 63, p. 75.

The chronological survey shows that certain rocks were only used for a brief period while others were used more or less continuously, table 27, p. 84. In the Early Middle Ages builders mainly took local limestones, and some sandstones in southern and south-eastern Sweden. Some softer, easily worked rocks were not used after 1300, while others did not come into use until 1550 or later. Of the Gotland rocks, limestone dominated until the 1550s, when it was almost totally replaced with the softer and more easily worked sandstone. From the second half of the 18th century and above all in the 19th century, new types of rock were used for building. Of the crystalline basement objects (mostly granite), almost 95% are from the time after 1860. In the Migration Period and later in the Early Middle Ages, granite and similar stone was likewise used, but then it was collected in the form of the stray blocks deposited by the ice. The choice of different rocks may have been prompted by several different factors, such as ownership of a quarry, transport facilities, craft traditions, and also ideological attitudes.

Rocks can also be seen as archaeological material which can serve as dating criteria. This should be even clearer with a more precise dating of stone objects. Renewed checks have shown, for instance, that some objects of rock that only occurs sporadically in certain periods were wrongly dated; they must have been added in connection with later restorations.

Most of the identified quarries are from the 19th-century quarrying activities. Many older quarries are not visible today, while others can be identified with the aid of archival sources. There has not yet been any archaeological investigation of quarrying and quarries in Sweden. Only one quarry can as yet be identified as likely medieval on the basis of an abandoned sculptural detail and imprints of wedges, figure 73, p. 89.

The total assessment of damage shows several differences between the rocks. Acute damage affecting 50% or more is seen on several sedimentary rocks, such as sandstone from Gotland and Öved, and Lingulid sandstone from Västergötland, and limestone from Yxhult, Billingen, Kinnekulle, Brunflo, and Gotland, figure 64, p. 76. The smallest amount of acute damage is found on crystalline basement, just over 5%. A damage rate of less than 20% is also seen on Ekeberg marble, Kolmården marble, and Ignaberga limestone, as well as Vättern sandstone. Stockholm shows a different rate of damage, the reason being that it was surveyed under the auspices of the Stockholm City Museum with somewhat different criteria, figure 65, p. 77. For Gotland sandstone and Yxhult limestone one can see an association between age and damage: the older the building, the more frequent the damage, figures 66A and 66B, p. 78. For Gotland and Öland limestone, however, there is no obvious relationship between age and damage, figures 66C and 66E. This is probably due to varying degrees of maintenance and possible changes of stone during the existence of the building. Since maintenance in the past was not documented, it is difficult to solve this problem.

Another central question is whether air pollution has been a major factor in damage. If this is studied on the basis of a comparison of urban and rural areas, with no regard for the age distribution of the buildings, this seems to be the case for some stone types but not for all, figure 67, p. 79. On the other hand, if the objects are grouped according to age,

this association is more obvious, figure 68, p. 80. For Gotland sandstone, however, damage is instead more extensive in the countryside for the periods between 1650 and 1860, while objects from the period 1860–1910 have greater damage in towns. This is because medieval objects of Gotland sandstone are not found in urban settings but might also be due in large measure to the quality of maintenance. For limestones the association between urban air pollution and damage seems clearer: objects after 1750 show greater damage in towns.

Damage to stone arises as a result of natural processes, but human impact is also important. Natural processes are divided into chemical, physical, and biological weathering. For limestones and marble, chemical weathering is probably the dominant type. Silicate rocks such as granite and sandstone, on the other hand, are mainly broken down by physical weathering after having been weakened by chemical and biological attack. It is difficult to compile a realistic model of weathering for silicate and carbonate rocks.

Human impact can be divided into active and passive components. Active impact arises through incorrect handling of the stone. This may have occurred when the stone was quarried, when it was hewn into shape, or when the stones were put together in the building. It may also be due to construction defects in the building. Damage may also arise because of incorrect methods for cleaning and conservation, and because of the surface treatment of the stone. Passive human impact is connected to poor material, for example, the choice of an inferior type of stone or a poorer layer in the quarry. Pollution and insufficient maintenance also belong to this category.

None of these processes can be seen in isolation. Damage arising as a result of one or other fundamental reason may subsequently be changed by completely different factors. It is therefore important that we should be aware of the complexity of possible causality when analysing the extent of damage. The survey was not intended to explain the causes of damage but merely to test some possible associations between damage frequency and type of rock, age, and urban versus rural environment.

The survey could be used as a basis for deciding priorities as to which objects require action. Apart from the information that

can be derived from the survey, however, we need both a technical assessment of the required action and an assessment from the viewpoint of cultural history. The choice of priority objects can be based on different evaluation criteria which must supplement one another. If one chooses, say, objects of the most badly damaged and widespread rocks, Yxhult limestone and Gotland sandstone, one finds that they represent different types of buildings from different periods, tables 28–29, pp. 86–87, figures 70–71, p. 85. Likewise, when choosing the conservation measure, a cultural-historical evaluation is necessary. Such an evaluation is always based on the available knowledge. Conservation does not just involve physical preservation but may also mean the conservation of knowledge, the documentation of information.

The survey has influenced the counties' choice of the priority to assign to buildings. Formerly the measures were concentrated on medieval churches and 17th-century castles. Now more work has been done on buildings from the turn of the century. In addition, natural stone has been deliberately taken into consideration in the planning of major restoration projects. Awareness of deficiencies in our knowledge of early stoneworking, surface treatment, painting, and the like has led to a need for more detailed documentation before conservation, figure 103, p. 134.

Conservation carried out or financed with grants from the Central Board of National Antiquities has mainly been concentrated on different types of sandstone, but also limestone, table 31, p. 93. Cleaning is usually the most time-consuming stage. It can be done chemically by packing the stone in damp clay or poultice, with or without chemicals, mechanically by grinding or blasting, or with a combination of these, such as wet-blasting. Repairs of loose parts are done using sandstone mortar with an acrylate dispersion agent. Weak sandstone surfaces are consolidated with silicic acid esters. At present there is increasing discussion of the possibility of using traditional methods to protect the stone, such as painting sandstone with linseed oil paint.

The survey shows that natural stone cannot be seen as a uniform material, whether from the point of view of geology or that of cultural history. The result of the inventory is a complex picture that is difficult to interpret because of the many lacunae. It is on the basis

of this knowledge that we can now formulate the problem areas that need further investigation.

The aim should be to find the causes of the damage, to increase our historical knowledge of bygone methods of building and handling stone, and to develop conservation methods. To achieve these goals requires close cooperation between different disciplines, not least between conservationists, craftsmen, antiquarian officials, and material specialists.

Apart from the survey of buildings and quarries, the basic research that is currently being financed by the Central Board of National Antiquities mainly concerns areas which shed light on causes and courses of damage and effects of conservation work. In the future there are good chances that this research can be continued with a direct practical concentration on how to limit damage by concrete measures. When it comes to purely chemical weathering, we now know a great deal and we have a chance to retard the weathering in various ways. We have also measured the effect of air pollution and the pollutants that are dangerous for the survival of the stone. Contents of sulphur dioxide have fallen radically, as has the amount of soot particles in the air, but it is only now that emissions of nitrogen oxides are beginning to

level off. For physical weathering, too, especially the effect of freezing and thawing with pure or salty water, we now have a fair knowledge of what causes damage to the stone. The counter-measures are of two kinds: reducing the contents of harmful substances, and protecting the surface of the stone so that they do not penetrate it and cause damage.

As a result both of the survey and of the conservation measures carried out hitherto, certain areas stand out as particularly important for further study:

- The properties of the stone, the way it was worked, and the extent of damage.
- Documentation methods.
- Evaluation of objects/buildings of natural stone.
- Microbial decomposition of stone.
- Effects of different cleaning methods.
- Surface treatment.
- Identification of quarries.

With this survey we have amassed a good knowledge of the distribution of early stone buildings in the country and the types of rock used for them. The register of buildings has been compiled as a computer database which can be kept up to date in future.

# Register

## A

Aberdeen 61, 79  
Agat 102  
Akropolis 129  
Alböke 107  
Alg 94, 109, 121, 124, 128,  
129, 130, 140, 142, 143  
Altaruppsats 36, 43, 93  
Alvastra 26  
Alveolvittring 94, 117, 118  
Alviano 112  
Amfibol 112, 113, 114  
Amfibolit. *Se Urberg*  
Ammonium 121, 129, 131  
Anderberg, Axel 64  
Andersson, Aron 64  
Annan kalksten. *Se Kalksten*  
Annan marmor. *Se Marmor*  
Annan sandsten. *Se Sandsten*  
Aranäs 24, 26  
Arvfurstens palats, Stockholm  
59  
Arwidius, Nils 62  
Asker 105  
Askersund 49, 113  
Aspicilia 94, 103, 129  
Athen 121  
Azurit 122

## B

Backens gravkapell, Umeå 70  
Banérs palats, Stockholm 42  
Barshaldar 88  
Behuggning 9, 28, 35, 44, 51,  
66, 77, 81, 82, 83, 105  
Benestad 111  
Bentonitlera 143  
Bergsten, stenhuggarfamilj 51  
Bildsten 88, 103, 109  
Billingen 16, 56, 64, 72, 99,  
103, 106  
Billingenkalksten. *Se Kalksten*  
Biologisk påväxt 109, 112, 121,  
124  
Biologisk vittring 127, 130, 140  
Biotit 117, 128  
Bjersjöholm 43  
Bjertorp 70  
Bjäresjö 111  
Bjärka Säby 42  
Bleke 102

Blekinge 51, 58, 59  
Blekinge län 20, 49, 89  
Blume, Didrik 37  
Blume, Gert 37  
Blume, Henrik 37  
Bly 59, 117, 122, 143  
Blågrönalg 94, 121  
Blästring 92, 105, 121, 122,  
125, 143  
Bodakalksten. *Se Kalksten*  
Bohus fästning 32  
Bohuslän 32, 54, 58, 60, 62, 70  
Bomparti 105, 106, 120  
Bondeska palatset, Stockholm  
50, 51  
Bonneråd 114  
Borgeby 32  
Borghamn 35, 54, 66, 103, 108  
Borghamnskalksten. *Se Kalk-  
sten*  
Borgholm 42, 43  
Borås 112  
Bosjökloster 24, 36  
Botaniska huset, Uppsala 50  
Botvide 94  
Brand 125  
Bredmejsel 28, 35  
Bro 109  
Brochantit 122  
Broddarp 43  
Broskverk 36  
Brunflo 24, 89, 103, 108  
Brunflokalksten. *Se Kalksten*  
Bryne 93, 94  
Bryozo 110  
Brytningslokal 16  
Bråviken 16  
Brännlyckan 113, 114  
Buellia 129  
Burgsvik 44, 93, 94  
Burgsviksandsten. *Se Sandsten*  
Bäckaskog 24, 36  
Böljeslagsmärke 97  
Bönhasar 38  
Börtingekloster 36  
Börshuset, Stockholm 56

## C

Caloplaca 94, 103  
Carlstens fästning 50, 54, 59  
Carolina Rediviva, Uppsala 56

Carrara marmor. *Se Marmor*  
Cederflychtska fattighuset,  
Västervik 50  
Chalmerska huset, Göteborg 56  
Clason, Isak Gustaf 64  
Cletscher, Henrik 51  
Conodont 103  
Cottasandsten. *Se Sandsten*

## D

Dalarna 16, 51, 56, 97, 109, 115  
Dalasandsten. *Se Sandsten*  
Dalsland 115  
Damer, Henrik 37  
Dankalksten. *Se Kalksten*  
Danmark 44, 101, 102, 110, 111  
Diabas. *Se Urberg*  
Dickson, James 62  
Diopsid 114  
Dirina 94, 129  
Djurgårdsbrunnsviken, Stock-  
holm 70  
Dokumentation 9, 10, 20, 82,  
83, 95, 130, 135, 141, 142,  
143  
Dolomit 102, 112, 113, 114  
Dopfund 25, 36, 43, 89, 93, 109,  
115  
Dramatiska teatern, Stockholm  
64, 113, 129  
Drottningholm 56  
Drottningsskärs kastell, Karls-  
krona 50  
Dubb 120, 122  
Düren, Adam van 33  
Dyltamarmor. *Se Marmor*

## E

EDTA 121  
Egypticus 32  
Ekebergsmarmor. *Se Marmor*  
Elbe 102  
Engelsk sandsten. *Se Sandsten*  
England 19, 27, 56, 112, 121,  
127, 128  
Enköping 25  
Eriksson, Christian 64  
Erstavik 56  
Ersättningssten 9, 98, 100, 102,  
106, 144  
Eslöv 70

Exfoliering 94, 96, 98, 100,  
105, 106, 108, 115, 118,  
119, 120, 130

## F

Falbygden 16  
Falköping 25  
Falun 50, 56, 128  
Fester, Hans 38  
Fiholm 56  
Finland 114  
Fjällning 105, 120  
Flatkil 89  
Flinta 102  
Floda 49  
Fogning 83, 127, 130, 140  
Fornborg 88  
Fosfor 121  
Fossil 99, 101, 103, 106, 107,  
108, 109, 111, 112, 117,  
119, 127  
Fotogrammetri 130  
Frankrike 36, 37, 59, 112  
Fredome 26  
Fredrikskyrkan, Karlskrona 49  
Frihuggare 38  
Frimurarlogen, Göteborg 56  
Fritz, Hans 37  
Frostbeständighet 94  
Frys-/töcykler 141  
Fuglie 78, 96  
Fuktspärr 123  
Fysikalisk vittring 130, 140  
Fågelsång 108  
Fältspat 91, 93, 95, 96, 97, 98,  
100, 101, 102, 117, 118  
Färg 52, 59, 76, 77, 92, 125,  
130, 133, 144  
Fönsterbänk 62, 114

## G

Gabbro. *Se Urberg*  
Gamla Riksbanken, Stockholm  
50  
Gamla Stan, Stockholm 36, 94,  
98, 119, 130  
Gamlestadens fabrik, Göteborg  
70  
Gammalstorp 32  
Gardie, Jacob de la 42  
Gardie, Magnus de la 46  
Garnsviken 88  
Genarp 42  
Gierlac från Köln 33  
Gillberga 106, 107  
Gips 94, 95, 105, 106, 107, 108,

109, 110, 112, 119, 122,  
131  
Gistad 114  
Glan 16, 114  
Glanshammar 113  
Glaukonit 101, 105, 107  
Glava 115  
Glimmer 96, 114, 115, 117  
Glimmingehus 32, 33  
Gnejs. *Se Urberg*  
Goldtsmidt, stenhuggarfamilj  
51  
Gotland 11, 13, 16, 22, 24, 25,  
26, 28, 30, 32, 34, 35, 36,  
37, 41, 43, 44, 51, 62, 64,  
81, 82, 83, 88, 89, 93, 94,  
103, 109, 110, 129, 132,  
135, 139  
Gotlands Fornsal, Visby 11  
Gotländsk kalksten. *Se Kalksten*  
Gotländsk sandsten. *Se Sand-*  
*sten*  
Gradhammare 66  
Granit. *Se Urberg*  
Gravmonument 12, 36  
Gravsten 25, 37, 82, 108  
Grisslehamn 114  
Gropptorp 113  
Grusvittring 119  
Grythyttan 115  
Gråberget 108  
Gränna 16, 100  
Grännasandsten. *Se Sandsten*  
Grönalg 124, 130  
Grötlingbo 94  
Gudhem 26  
Gustavianska gravkoret,  
Riddarholmskyrkan,  
Stockholm 42  
Gästrikland 98  
Gävle 56  
Gävleborgs län 24, 49, 51  
Gävlesandsten. *Se Sandsten*  
Göta Hovrätt, Jönköping 38, 50  
Göta kanal 54, 58, 60  
Göteborg 11, 13, 38, 50, 56, 62,  
66, 70, 97, 112, 113, 121,  
129  
Göteborgs och Bohus län 20,  
34, 51, 59, 66, 67, 72, 75,  
89

## H

Hablingbo 28  
Hack, Simon 51  
Hallands län 66, 89

Hallsberg 62  
Handborrhål 89  
Handöl 115  
Hans Albert af Meckilborg 44  
Harbonäs 114  
Hardebergasandsten. *Se Sand-*  
*sten*  
Havstenssund 70  
Heliga Trefaldighetskyrkan,  
Karlskrona 50  
Helsingborg 25, 44, 101  
Helsingborgssandsten. *Se*  
*Sandsten*  
Helsingör 44, 101  
Henne, Jost 37  
Herrestad 108  
Himmerfjärden 114  
Hinna 101, 120, 121  
Hjälmaren 114  
Hoburgen 93  
Hoffstedt, August Wilhelm 60  
Holland 36  
Holmbergska huset, Lund 62  
Horns udde 44, 107  
Husaby 32  
Hydrofob 144  
Hygroskopisk 123, 128  
Hyperit. *Se Urberg*  
Hyvling 66, 107, 117  
Hålvittring 117, 118  
Hårleman, Carl 46, 54, 56  
Hällabrottet 88  
Hällekis 106  
Hämatit 95, 97, 98, 108  
Härnösand 56  
Hörnkedja 43  
Höör 83, 100  
Höörsandsten. *Se Sandsten*

## I

Ignaberga 83  
Ignabergakalksten. *Se Kalksten*  
Illit 108, 118  
Injicering 106, 120  
Inpackning 92, 105, 121, 122,  
123, 131, 143  
Inskriftstavla 10, 21, 30, 33, 43,  
49, 53, 62  
Inventering 9, 10, 11, 12, 13,  
141, 142  
Isotop 129  
Italien 37

## J

Jarosit 121  
Jura 100, 112



- Jylland 111, 115  
 Jämtland 19, 20, 24, 34, 56, 89,  
 103, 108, 115  
 Jämtlands län 16, 26, 66, 72,  
 109  
 Järn 97, 98, 100, 101, 102, 117,  
 120, 121, 122, 128  
 Järnkrampa 59  
 Jästsvamp 121, 129  
 Jönköping 38, 50, 100  
 Jönköpings län 24, 26, 27, 70
- K**
- Kagg, Lars 49  
 Kalcit 91, 93, 94, 95, 96, 97,  
 101, 102, 105, 106, 107,  
 108, 109, 112, 114, 117,  
 118, 119, 122, 123, 127,  
 128, 131  
 Kalcium 94, 102, 103, 111, 112,  
 123  
 Kalifältspat 98, 117  
 Kalkbränning 44, 89, 103  
*Kalksten*  
 Annan 16, 109, 110, 112  
 Billingen 56, 64, 67, 72, 77,  
 103, 106  
 Boda 16  
 Borghamn 16, 58, 59, 67, 72,  
 77, 79, 103, 108  
 Brunflo 16, 19, 34, 56, 67,  
 72, 77, 83, 89  
 Dan 16, 34, 35, 51, 103, 110,  
 111, 112  
 Gotländsk 11, 16, 19, 26, 34,  
 43, 51, 58, 77, 79, 103,  
 109, 110, 130  
 Ignaberga 16, 19, 33, 44, 51,  
 58, 72, 79, 110, 123  
 Kalktuff 16, 33, 102, 110,  
 111, 112  
 Kinnekulle 19, 45, 58, 59, 64,  
 67, 72, 77, 80, 83, 106,  
 107, 108  
 Komstad 16, 28, 44, 67, 77  
 Lagrad 109, 118  
 Marmor. *Se Marmor*  
 Ortocer 16, 88, 103, 106,  
 108, 109, 112, 118  
 Portland 112  
 Revkalksten 16, 109  
 Savonnière 112  
 Skrivkrita 16, 35, 103, 110,  
 111  
 Travertin 102, 112
- Västergötland 16, 67, 72, 75,  
 77, 106, 107  
 Yxhult 16, 28, 35, 43, 45, 58,  
 59, 64, 67, 72, 75, 76, 77,  
 80, 83, 103, 105, 106, 109,  
 120  
 Öländsk 16, 43, 45, 51, 52,  
 56, 58, 77, 80, 107  
 Östergötland 16, 45, 77, 108
- Kalktuff. *Se Kalksten*  
 Kalkvatten 105  
 Kallmora 96  
 Kalmar 16, 37, 42, 43, 50, 51  
 Kalmar län 22, 24, 26, 43, 49,  
 54, 56, 89  
 Kalmarkusten 16, 25  
 Kalmarsundssandsten. *Se*  
*Sandsten*  
 Kambrium 91, 100, 102  
 Kantlav 130  
 Kaolinit 95  
 Karbonat 102, 103, 111, 121,  
 122, 123, 127, 128, 130,  
 131, 140, 144  
 Karlsborgs fästning 56, 58  
 Karlskrona 46, 49, 50, 51, 53,  
 56  
 Karlskrona cellfångelse 56  
 Kastal 22, 26  
 Katrineholm 16, 70, 113  
 Kemisk vittring 91, 118, 119,  
 127, 128, 141  
 Kinnekulle 16, 64, 77, 89, 98,  
 99, 103, 106, 108  
 Kinnekullekalksten. *Se Kalksten*  
 Kiseldioxid 98, 102  
 Kiselsyraester 92, 105, 144  
 Klagshamn 110  
 Kleen, Johan af 56  
 Klinta 95  
 Klorid 117, 123, 129  
 Klorit 108, 114  
 Kloster 13, 24, 25, 26, 32, 33,  
 35, 36, 108  
 Klöcker, David 51  
 Knutstorp 43  
 Koksalt 94, 123, 129  
 Kol 121  
 Koldioxid 103, 111, 117, 122,  
 127, 128, 129  
 Kolmården 113, 114  
 Kolmårdsmarmor. *Se Marmor*  
 Koloxid 129  
 Komstad 83, 103, 108  
 Komstadskalksten. *Se Kalksten*
- Konservering 9, 10, 11, 35, 81,  
 82, 83, 92, 95, 105, 110,  
 121, 123, 130, 131, 132,  
 133, 135, 139, 140, 141,  
 143, 144  
 Konststen 70  
 Koppar 120, 122, 143  
 Kopparbergs län 16, 20, 41  
 Korsskiktning 97, 98  
 Kristallvatten 123, 140  
 Kristianstad 16, 36, 42, 56, 110  
 Kristianstads län 20, 22, 24, 26,  
 34, 43, 45, 51, 59, 72, 83  
 Kristler, Hans Jakob 38  
 Kronborgs slott, Helsingör 44,  
 101  
 Kronobergs län 20, 62, 89  
 Krusta 94, 108, 122, 131  
 Krysshammare 66  
 Kullgren, Carl August 58  
 Kullgrens Enka 60  
 Kumla 105  
 Kungl. Byggnadsstyrelsen 47  
 Kungl. Målar- och bildhuggara-  
 kademien 53  
 Kungl. Ritareakademien 47  
 Kungl. Vitterhets, Historie och  
 Antikvitets Akademien 53  
 Kungliga Slottet, Stockholm 46,  
 50, 54  
 Kvader 22, 25, 26, 27, 32, 33,  
 34, 35, 38, 43, 44, 62, 64,  
 70, 82, 83, 125, 139  
 Kvarnsten 100, 102, 107  
 Kvarts 91, 93, 95, 96, 97, 98,  
 100, 101, 102, 105, 106,  
 107, 108, 114, 117, 127  
 Kvartsit 56, 91, 97, 98, 102, 127  
 Kvartsitisk sandsten. *Se Sand-*  
*sten*  
 Kvidinge 51  
 Kväve 123, 129, 141  
 Kvävedioxid 129  
 Kväveoxider 121, 127, 129  
 Källa gamla kyrka 108  
 Källbyås 106  
 Köln 33  
 Köpenhamn 96, 102, 111, 112  
 Köpingsandsten. *Se Sand-*  
*sten*
- L**
- Lagning 10, 81, 82, 92, 125,  
 127, 130, 142  
 Lagrad kalksten. *Se Kalksten*  
 Lanna 105

- Lantmäteribacken, Stockholm 95
- Laser 121, 130, 143
- Lav 94, 103, 107, 108, 124, 128, 129, 130, 140, 142, 143
- Lecanactis 94, 129
- Lecanora 130
- Ledan B 120
- Leksand 51, 109
- Lemundasandsten. *Se Sandsten*
- Lenbergsvik 114
- Lerinpackning 105, 122, 131
- Lermineral 91, 95, 96, 98, 101, 102, 105, 107, 108, 118, 140
- Liffländer, Peter 37
- Lilljekvist, Fredrik 64
- Limhamn 70, 110, 111
- Limsten 110
- Lingula 99
- Lingulidsandsten. *Se Sandsten*
- Linköping 25, 32, 33, 35, 82, 129
- Linköpings domkyrka 32, 33, 35, 82
- Linoljefärg 92, 130
- London 112
- Lorraine 112
- Louis de Geers palats, Stockholm 42
- Luftförorening 9, 10, 61, 67, 77, 81, 123, 124, 128, 130, 132, 135, 141, 143
- Lund 11, 25, 33, 62, 76, 91, 102, 108, 120, 121, 129
- Lundbohm, Hjalmar 61
- Lunds domkyrka 27, 35, 60, 78, 79, 101
- Lyckåsmärgel. *Se Sandsten*
- Lysekil 59
- Lågerhuggning 44, 51, 105
- Lågtrycksblästring 105, 143
- Läckö 32, 42
- Läggesta 113
- Lännäs 114
- Lödby 115
- M**
- Maglekilde 111
- Magnesium 112, 123
- Malakit 122
- Malmö 32, 33, 62, 70, 96, 102
- Malmöhus län 16, 22, 24, 26, 28, 30, 33, 34, 41, 42, 43, 45, 51, 54, 56, 58, 59, 67, 78, 83, 112
- Malmön 54, 59
- Mangan 128
- Mariakyrkan, Sigtuna 25
- Mariakyrkan, Visby 43
- Mariedal 50
- Mariestad 42
- Markrörelse 117
- Marksten 88, 95, 98
- Marmor*
- Annan 16, 19, 112, 114
- Carrara 112
- Dylta 112, 114
- Ekeberg 16, 19, 61, 77, 112, 113
- Kolmården 16, 19, 51, 58, 72, 77, 79, 112, 113, 114
- Mölbo 16, 64, 112, 114
- Södermanland 16, 51, 114
- Vattholma 112, 114
- Marmorbyn 16, 113, 114
- Marstrand 32, 50, 54, 56, 59
- Masverksfönster 30, 34, 42
- Materialförlust 100, 101, 108, 120, 125, 127, 128, 129, 130
- Mekanisk nötning 117
- Mekanisk skada 125
- Melanin 121
- Mikroorganism 94, 105, 124, 129, 130, 140, 143
- Millich, Nicolaus 51
- Mineralvittring 100, 117
- Missfärgning 96, 98, 100, 101, 107, 108, 109, 110, 112, 115, 120, 121, 143
- Mossa 124, 129, 140, 142
- Mosten 93
- Motala 16, 91, 100, 108
- Murgröna 124
- Murruta 124
- Musikaliska Akademien 53
- Mussla 109, 110, 112
- Målning 9, 28, 35, 45, 52, 59, 66, 76, 77, 81, 82, 83, 92, 95, 105, 130, 133, 139, 142
- Mångsbodarna 97
- Mårdhyttan 113
- Mälar/Roslags/  
  Gävlesandsten. *Se Sandsten*
- Mälardalen 41, 135
- Mälaronrådet 13, 16, 36, 46, 49, 58, 93, 98
- Mälarsandsten. *Se Sandsten*
- Mälsåker 50
- Mölbo 114
- Mölnbomarmor. *Se Marmor*
- Mörkö 16
- Mösseberg 106
- N**
- Nationalmuseum, Stockholm 56, 61, 66
- Natrium 119, 123
- Natriumsulfat 119, 123
- Nederländerna 37
- Nedhuggning 101, 105, 121
- Nidarosdomen, Trondheim 114
- Nitrat 121, 123, 129
- Nordiska Kompaniet, Stockholm 70
- Nordiska museet, Stockholm 64
- Nordvästskånsk sandsten. *Se Sandsten*
- Norge 16, 114, 115
- Norrbottnens län 16, 20, 62, 64
- Norrköping 62
- Norrland 82, 96
- Norrtälje 25
- Nya Helvetesgraven 96
- Nybroån 101
- Nydala 26
- Nådhammar 70
- Närke 16, 19, 58, 61, 77, 79, 98, 99, 103, 105, 112, 114, 115
- Näs 24
- Näsby 89
- Nässjö 70
- O**
- Oaxen 114
- Offerdal 115
- Offerskikt 143, 144
- Omberg 35, 103, 108
- Operan, Stockholm 53, 64
- Orsa 96
- Orsasandsten. *Se Sandsten*
- Ortoceras 103
- Ortocerkalksten. *Se Kalksten*
- Ostindiska kompaniet, Göteborg 56
- Ovansjö 24
- Oxalsyra 129, 130
- Oxenstierna, Axel 36, 42
- Oxidation 94, 98, 100, 102, 120, 121, 125
- Ozon 127, 128

## P

Panten, Caspar 38  
Paris 60  
Partikel 94, 105, 119, 129, 141  
Patina 121, 131, 142  
Peterson, Adrian Crispin 62  
pH 117, 128  
Philadelphia 60  
Pigment 94, 121, 130, 144  
Plagioklas 127, 128  
Plastfärg 125  
Polering 51  
Porfyr. *Se Urberg*  
Porositet 91, 93, 97, 98, 100,  
102, 103, 111, 113, 118,  
120, 140  
Portal 22, 25, 26, 28, 32, 34, 36,  
38, 42, 43, 44, 46, 49, 51,  
53, 62, 64, 78, 82, 95, 96,  
105, 109, 120, 132, 133,  
135, 139, 142, 144  
Portlandskalksten. *Se Kalksten*  
Postens huvudkontor, Stockholm  
96  
Pumptorp 114  
Pyrit 94, 98, 100, 106  
Pyroxen 112

## R

Ramsåsa 95  
Reliefvittring 117, 118  
Rengöring 10, 35, 92, 95, 123,  
125, 127, 130, 131, 140,  
141, 143  
Revkalksten. *Se Kalksten*  
Riddarholmskyrkan, Stockholm  
42  
Riddarhuset, Stockholm 46, 50,  
120  
Ridåtvätt 143  
Riksbanken, Stockholm 64  
Riksdagshuset, Stockholm 64  
Ringsjön 66  
Rinnådra 110  
Riseberga 26  
Risapper 120  
Rom 112  
Ronneby 25  
Roskilde 111  
Roslagen 16  
Roslagssandsten. *Se Sandsten*  
Rost 94, 102, 120, 121, 122  
Rothstein, E. E. von 61  
Roxen 108  
Rudbeckianska skolan, Västerås  
56

Ruin 13, 24, 25, 26, 60, 124  
Runnö 102  
Runsten 25, 88, 89, 98, 103,  
106, 115  
Råbruten sten 88  
Rättvik 51, 109  
Rödberget 108

## S

Sala 56  
Salsta 50  
Salt 94, 98, 117, 118, 119, 120,  
123, 128, 129, 130, 131,  
140, 141, 143  
Saltholm 44, 110, 111  
Sandning 96, 98, 112, 119, 130  
*Sandsten*  
Annan 64, 102  
Burgsvik 93  
Cotta 102  
Dala 97, 98  
Engelsk 56, 64, 102  
Gotländsk 16, 28, 34, 35, 43,  
44, 45, 51, 52, 56, 58, 59,  
64, 67, 72, 76, 77, 79, 80,  
82, 83, 88, 89, 91, 93, 94,  
95, 96, 102, 109, 119, 123,  
129, 130, 131, 141  
Gränna 100  
Gävle 16, 19, 43, 45, 51, 56,  
58, 64, 79, 97, 98  
Hardeberga 16, 91, 101, 102  
Helsingborg 101  
Höör 16, 27, 43, 78, 79, 100,  
101  
Kalmarsund 16, 34, 101, 102  
Kvartsit 56, 91, 97, 98, 102,  
127  
Köpinge 28, 33, 83, 91, 101,  
111  
Lemunda 91, 100  
Lingulid 16, 28, 34, 35, 59,  
67, 77, 79, 98, 99, 100,  
101, 102, 146  
Lyckåsmärgel 101  
Mälar 19, 43, 45, 51, 56, 58,  
64, 79, 97, 98  
Mälar/Roslags/Gävle 16, 19,  
43, 45, 51, 56, 58, 64, 79  
Nordvästskånsk 16, 28, 33,  
44, 51, 56, 76, 101  
Orsa 56, 77, 96  
Roslags 19, 43, 45, 51, 56,  
58, 64, 79, 97, 98  
Silurisk 16  
Skotsk 19  
Tysk 19, 51, 64, 72, 79, 102,  
120  
Visingsö 100  
Vättern 16, 19, 34, 58, 64,  
77, 79, 100  
Älvdalskvartsit 16, 97, 98  
Öved 16, 19, 33, 59, 61, 64,  
66, 76, 78, 79, 83, 91, 95,  
96, 123, 138  
Savonnièrekalksten. *Se Kalksten*  
Scolithus 102  
Sedimentär bergart 11, 16, 72,  
102  
Selektiv vittring 94, 96, 100,  
101, 106, 108, 110, 115  
Serpentin 112, 114  
Siderit 101  
Sigtuna 25, 27  
Silikon 130  
Siljan 16, 96  
Silur 93, 95, 96  
Silurisk sandsten. *Se Sandsten*  
Simris 89  
Simrishamn 25, 102  
Singö 114  
Sjukhus 53, 69  
Själland 110, 111  
Sjöberg, Gustaf 61  
Sjöo 50  
Skadeinventering 11  
Skansen Kronan, Göteborg 50  
Skara 25, 32, 33, 34, 35  
Skara domkyrka 34, 35  
Skaraborgs län 16, 22, 24, 26,  
41, 42, 49, 50, 52, 56, 58,  
59, 62, 64, 67, 70, 72  
Skellefteå 70  
Skiffer 16, 56, 114, 115  
Skivbeklädning 70  
Skorplav 94, 128  
Skotsk sandsten. *Se Sandsten*  
Skottland 61, 64, 79, 82, 102  
Skrivkrita. *Se Kalksten*  
Skråduggning 28  
Skulptur 20, 22, 25, 27, 28, 30,  
33, 34, 35, 38, 44, 46, 64,  
66, 69, 77, 82, 83, 89, 93,  
94, 98, 100, 106, 107, 108,  
109, 110, 111, 114, 115,  
119, 125, 130, 139, 143  
Skåne 11, 13, 16, 19, 24, 25, 27,  
32, 36, 41, 42, 43, 44, 51,  
56, 58, 64, 83, 89, 91, 95,  
96, 100, 101, 102, 103,  
108, 110, 111, 112, 132

- Skånebanken, Stockholm 61  
 Skånska banken, Malmö 96  
 Skänninge 32, 108  
 Skövde 16, 25  
 Slipning 35, 38, 51, 72, 117  
 Slipsten 93, 94, 96  
 Slite 109  
 Småland 101  
 Sockel 10, 43, 59, 70, 76, 98, 110, 133  
 Sollidens slott 24  
 Solur 33  
 Sophia Albertinas palats, Stockholm 59  
 Sot 121, 122, 127, 128, 129, 131, 141, 143  
 Sprayning 125  
 Sprickbildning 120, 125, 130, 140  
 Steenwinkel d.ä., Hans van 42  
 Stenbearbetning 9, 22, 60  
 Stenbocks palats, Stockholm 42  
 Stenbortfall 125  
 Stenbrott 9, 10, 11, 12, 13, 16, 27, 37, 43, 51, 61, 62, 64, 66, 77, 78, 81, 83, 89, 93, 98, 100, 103, 106, 109, 115, 138, 139, 140, 141, 144  
 Stenbrytning 9, 16, 33, 37, 43, 44, 54, 58, 59, 64, 66, 81, 82, 83, 88, 89, 93, 106, 109, 114, 125, 140, 144  
 Stenhuggare 10, 33, 36, 37, 38, 43, 51, 54, 59, 83, 91, 93, 132, 133, 142, 144  
 Stenhuggarmärke 27, 33, 38  
 Stenhuggarämbete 37, 43, 47, 51  
 Stenkonservering 9, 10, 121, 132, 133  
 Stenmästare 47, 51  
 Stevns klint 110  
 Stjärneborgs slott 70  
 Stockamöllan 100  
 Stockhammare 66  
 Stockholm 11, 13, 16, 19, 20, 36, 37, 38, 41, 42, 43, 44, 46, 47, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 56, 59, 61, 62, 64, 66, 67, 70, 72, 75, 76, 77, 81, 82, 83, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 106, 109, 110, 112, 113, 114, 119, 120, 129, 130, 132, 142  
 Stockholms län 16, 24, 42, 43, 45, 49, 50, 51, 52, 70, 81  
 Stockholms Stadsmuseum 11  
 Stora Karlsö 62, 109  
 Stora Vika 114  
 Storbritannien 79  
 Storsudret 109  
 Strandvägen, Stockholm 112  
 Strömsholm 42, 50  
 Strömstad 70  
 Stureplan, Stockholm 112  
 Stål, Carl 54  
 Sulfat 94, 95, 117, 119, 121, 123, 128  
 Sulfidgruva 128  
 Sundbyholm 42  
 Sunde 26, 37  
 Svartberget 108  
 Svavel 95, 100, 102, 105, 106, 107, 108, 121, 122, 124, 128, 130  
 Svaveldioxid 105, 106, 121, 127, 128, 131, 141  
 Svavelkis 102, 121  
 Svenstorps slott 42  
 Svällning 140  
 Svärtning 96, 98, 131, 143  
 Sågning 66  
 Söderala 24  
 Södermanland 25, 49, 51, 112, 113, 114, 132  
 Södermanland marmor. *Se Marmor*  
 Södermanlands län 16, 20, 41, 42, 43, 45, 49, 50, 51, 52, 54, 59, 66  
 Södertörn 16
- T**  
 Takflis 93  
 Tandhuggning 28, 72, 105, 106, 107  
 Tegel 25, 30, 32, 33, 34, 35, 36, 42, 45, 62, 70  
 Tengbom, Ivar 70  
 Tephromela 94, 129  
 Tessin d.y., Nicodemus 46, 50  
 Tessin d.ä., Nicodemus 50  
 Tetraetoxysilan 144  
 Thorönsberg 56  
 Tidö 42  
 Tillbergsska villan, Stockholm 70  
 Tjolöholm 62  
 Tommarps kungsgård 24  
 Tornby 108  
 Torstenssonska palatset, Göteborg 38
- Transatlantics hus, Göteborg 70  
 Transtrand 97  
 Travertin. *Se Kalksten*  
 Tremolit 113  
 Trentepohlia 94, 121, 124  
 Trilobit 103, 105  
 Trollenäs 43  
 Trollhätte 54  
 Trondheim 114  
 Trånghalla 38  
 Tullgarn 50  
 Tysk sandsten. *Se Sandsten*  
 Tyskland 33, 36, 37, 59, 82, 100  
 Täljsten 16, 51, 89, 114, 115  
 Töcksfors 115
- U**  
 Uddvide 94  
 Ulriksdal 42  
 Ultraviolettt ljus 124  
 Umeå 70  
 Underkambrisk sandsten 102  
 Uppsala 32, 34, 36, 50, 56, 114  
 Uppsala domkyrka 34, 36, 114  
 Uppsala län 16, 34, 43, 49, 50, 51, 66  
*Urberg*  
 Amfibolit 115  
 Diabas 89, 115  
 Gabbro 115  
 Gnejs 16, 115  
 Granit 16, 54, 59, 60, 61, 62, 64, 66, 69, 70, 72, 76, 77, 79, 82, 88, 89, 115, 119, 120, 121, 127, 130, 140  
 Hyperit 115  
 Porfyr 115  
 Utrikesdepartementet, Stockholm 59, 130
- V**  
 Vadstena 32, 33, 35, 42  
 Vadstena klosterkyrka 32  
 Vallée, Jean de la 46, 50  
 Vapentavla 21, 30, 34, 43, 45, 49, 51, 62  
 Varnhem 26  
 Vattenglas 130  
 Vattenverk 69  
 Vattholma 114  
 Vattholmamarmor. *Se Marmor*  
 Vax 105, 144  
 Venedigdokumentet 142  
 Venngarn 42  
 Vetlanda 105, 120  
 Vildvin 124

Vingboons, Philip 46  
Visby 11, 24, 25, 43  
Visingsö 16, 24, 100  
Visingsösandsten. *Se Sandsten*  
Vittseröd 83, 100  
Vittskövle 43  
Vreta 16, 26, 35, 108  
Vä 76, 78  
Vägsalt 123  
Vänern 99  
Värmeutvidgning 117, 140  
Värmlands län 20, 64, 66  
Västerbottens län 20, 62  
Västergötland 16, 19, 25, 32,  
34, 35, 58, 59, 64, 67, 72,  
75, 79, 98, 99, 103, 106,  
112  
Västergötland kalksten. *Se  
Kalksten*  
Västernorrlands län 20, 58  
Västervik 50  
Västerås 56  
Västmanlands län 20, 42, 50, 56  
Vättern 16, 27, 58, 100, 108  
Vätternsandsten. *Se Sandsten*  
Växjö 25, 56  
Växjö cellfängelse 56

## W

Wahlman, Lars Israel 62  
Weddellit 129  
Wickman, Gustaf 61  
Wolff, F. H. 59  
Wrangelska palatset, Stockholm  
50

## Y

Ystad 32, 101  
Ytbehandling 10, 26, 83, 120,  
123, 127, 130, 140, 141,  
143  
Yxhult 51, 60  
Yxhultskalksten. *Se Kalksten*

## Z

Zettervall, Helgo 60

## Å

Ålleberg 106  
Ångtvätt 143  
Åsknedslag 125

## Ä

Älvdalskvarnsit. *Se Sandsten*  
Älvsborgs län 24, 26, 43, 72

## Ö

Öland 13, 16, 24, 25, 26, 27, 37,  
42, 43, 44, 51, 56, 64, 88,  
103, 106, 107  
Öländsk kalksten. *Se Kalksten*  
Öppna stenbrott 11  
Örebro 16, 32, 33, 99, 105, 113  
Örebro Enskilda Bank, Stock-  
holm 61  
Örebro län 16, 20, 24, 26, 28,  
49, 59, 62, 66, 67, 72, 75,  
83, 106  
Öresund 110  
Östergötland 16, 22, 25, 26, 28,  
32, 34, 35, 77, 98, 99, 103,  
108, 112, 113, 114  
Östergötland kalksten. *Se  
Kalksten*  
Östergötlands län 26, 30, 42,  
49, 56, 67, 75, 89  
Österlen 91, 102, 108  
Östermalm, Stockholm 98  
Österplana 106  
Östersund 70, 108  
Østfold 89, 115  
Öved 66  
Övedskloster 56, 59, 95, 96  
Övedssandsten. *Se Sandsten*

*Rapporter i serien Natursten i byggnader*

**Utkomna**

Teknik & Historia. 1993.

Svensk byggnadssten & Skadebilder. 1994.

Malmöhus och Kristianstads län. 1994.

Gotlands län. 1995.

Göteborgs och Bohus län samt Hallands län. 1995.

Jönköpings, Kronobergs, Kalmar och Blekinge län. 1996.

Uppsala, Västmanlands och Örebro län. 1996.

Skaraborgs och Älvsborgs län. 1996

Stenen i tiden. Från 1000-talet till 1940. 1996.

**Planerade**

Norrbottnens, Västerbottnens, Västernorrlands, Jämtlands och Gävleborgs län

Södermanlands och Stockholms län

Värmlands och Kopparbergs län

Östergötlands län