

# GOTLANDS KALK

Beskrivning av traditionell kalktillverkning i Hejnum—Djupqvior.

Byggforskningsrådet  
Riksantikvarieämbetet  
Byggnadshyttan på Gotland  
Gotlands fornsal

# GOTLANDS KALK

Beskrivning av traditionell kalktillverkning i Hejnum—Djupqvior.

RIKSANTIKVARIÉÄMBETET OCH STATENS HISTORISKA MUSEER  
**RAPPORT** **RAÄ 1987:7**  
THE CENTRAL BOARD OF NATIONAL ANTIQUITIES AND THE NATIONAL HISTORICAL MUSEUMS



# Förord

På Gotland startades under 1960-talet en kalktillverkning som utgick från traditionella tillverkningsmetoder.

Denna rapport är en dokumentation av den återupptagna traditionella kalktillverkningen på Gotland. Dokumentationen omfattar en beskrivning av tillverkningsprocessen, uppmättningsritningarna samt en redovisning av en temperaturmätning under bränningen.

Dokumentationen har flera skäl. Denna slags kalktillverkning har ett teknikhistoriskt intresse och har genom tiderna varit ett viktigt inslag i Got-

lands näringsliv. Tillverkningen skall vidare efter att ha pågått ett par decennier överföras till den nyligen instiftade byggnadshyttan varför det är lämpligt med en genomgång av den hittillsvarande verksamheten. Framför allt motiveras emellertid dokumentationen av att det idag finns ett stort behov av fördjupade kunskaper om äldre putsteknik för monumentvård, detta såväl på ett nationellt som ett internationellt plan.

Rapporten vänder sig till utbildningsanstalter och forskningsinstitut samt till tekniker, arkitekter, antikvarier och andra fackmän inom byggnadsminnesvården.

Henrik Kjellberg  
avdelningsdirektör  
Riksantikvarieämbetet



# INNEHÅLL

<b>Förord</b> .....	<b>3</b>
<b>Innehåll</b> .....	<b>5</b>
<b>Kalktillverkning på Gotland – allmän översikt</b> .....	<b>7</b>
Inriktning och omfattning (7), Tillverkningsteknik (7), Dagens kalktillverkning i Hejnum och Djupqvior (8), Den traditionella kalktillverkningens betydelse (8)	
<b>Kalktillverkningen i Hejnum och Djupqvior – processbeskrivning</b> .....	<b>11</b>
Råvara och brytning (11), Kalkugnen (13), Insättning (17), Bränning (21), Urtagning (25), Släckning (27), Lagring (31), Försäljning (35)	
<b>Sammanfattning</b> .....	<b>36</b>
<b>Summary</b> .....	<b>37</b>
<b>Bilaga</b> .....	<b>39</b>



Idag bränns kalk endast på fastlandet huvudsakligen i stora kol- eller oljeeldade roterugnar. Någon produktion av bränd kalk i stor skala vid sidan av cementtillverkningen förekommer numera inte på Gotland. Betydande mängder kalksten transporteras dock till en av de stora kalkugnarna på fastlandet, roterugnen i Köping.

De traditionella släckningsmetoderna har i viss mån varierat. Ett vanligt sätt i äldre tid har varit att släcka i markgravar varvid vatten har tillförts från marken runt graven. Det torde vara liknande metoder som avses då man förr talade om långa släckningstider. Ofta placerades gravarna nära byggobjektet. Släckning ägde också ibland rum direkt vid putsberedning vilket bl a innebar en risk för kalksprängningar i putsen genom kvarvarande osläckta rester.

## Dagens kalktillverkning i Hejnum och Djupqvior

Efter det senaste världskriget hotade den traditionsbundna tillverkningen av kalk att upphöra och under ett par år upphörde den också helt.

De som på Gotland var tongivande i arbetet att vårda öns unika bestånd av medeltida kyrkor tog på 1960-talet initiativ till att säkra en fortsatt produktion av traditionellt bränd och släckt kalk. De byggnadsmaterial som hade ersatt den traditionella kalken hade nämligen haft negativa följder för kyrkorna vid restaureringarna.

Man sökte genom studier av lokal tradition och hantverkserfarenhet efter ett kalkbrott med närliggande kalkugn där lämplig kalk fanns att tillgå. På så sätt kom man att välja kalkugnen i Hejnum med tillhörande kalkstensbrott. Hejnumkalken hade gott rykte eftersom den var så vit och väl lämpad för avfärgning.

Produktionen kom igång under senare delen av 1960-talet och har, fränsett de första åren, drivits av AMS platskontor i Visby fram till 1986, då verksamheten övertogs av Byggnadshyttan på Gotland.

Kalkugnen i Hejnum som är byggd under 1900-talet är av en typ som varit vanligt alltsedan medeltiden vid sidan av små enkla milor för husbehovsbränning. Ugnen eldas med ved. Den brända kalken våtsläcks med ett överskott av vatten i markgravar i Djupqvior, som ligger i utkanten av Visby.

## Den traditionella kalktillverkningens betydelse

Den återupptagna kalktillverkningen med bränning i vedeldad ugn och våtsläckning i markgravar utanför Visby har varit viktig för den renässanskal-



*Kalkugnarna vid Rings, Hejnum, såsom de såg ut innan de åter togs i bruk.*

ken har haft inom byggnadsvården i Sverige under de senaste decennierna. Kalken har också haft betydelse för monumentvården i våra nordiska grannländer.

Kalken har använts vid många putsrenoveringar och avfärgningsarbeten. Speciellt mycket har kalken betytt för avfärgningar såväl in- som utvändigt. Vid konservering av dekorativt kalkmåleri har den traditionella kalkfärgen varit en nödvändig förutsättning för ett kvalitativt tillfredsställande arbete.

Försöken att rekonstruera äldre putser med hjälp av Gotlandskalken har på ett avgörande sätt bidragit till utvecklingen av marknadens industri-tillverkade kalkbruk.

Gotlandskalken kommer även i fortsättningen att ha stor betydelse, för byggnadsvården liksom för vidare utvecklingsarbete.

Det är viktigt att kulturhistoriskt värdefulla byggnader bevaras som vittnesbörd om sin tids byggnadsskick och restaureras med utgångspunkt från de material och den teknik som kännetecknar byggnaderna. Många gånger är det av både kulturhistoriska och tekniska skäl mycket angeläget att lagningsputsen så nära som möjligt överensstämmer med den äldre, såväl när det gäller sammansättning som utseende. Tillgången på traditionellt framställd kalk är då nödvändig.

Vi har idag ofullständiga kunskaper om äldre putsteknik. Försöken att rekonstruera vissa äldre putser befinner sig bara i ett inledningsskede. Kunskapsinhämtningen är svår. De litterära källorna är få och går inte in på många viktiga frågor. Väsentliga delar av kunskapen om vilka faktorer som varit avgörande för kvaliteten hos äldre puts och kalkfärg måste av naturliga skäl byggas upp genom praktiska försök och studier. Kalk av traditionell typ är därvid en avgörande förutsättning.



Idag bränns kalk endast på fastlandet huvudsakligen i stora kol- eller oljeeldade roterugnar. Någon produktion av bränd kalk i stor skala vid sidan av cementtillverkningen förekommer numera inte på Gotland. Betydande mängder kalksten transporteras dock till en av de stora kalkugnarna på fastlandet, roterugnen i Köping.

De traditionella släckningsmetoderna har i viss mån varierat. Ett vanligt sätt i äldre tid har varit att släcka i markgravar varvid vatten har tillförts från marken runt graven. Det torde vara liknande metoder som avses då man förr talade om långa släckningstider. Ofta placerades gravarna nära byggobjektet. Släckning ägde också ibland rum direkt vid putsberedning vilket bl a innebar en risk för kalksprängningar i putsen genom kvarvarande osläckta rester.

## Dagens kalktillverkning i Hejnum och Djupqvior

Efter det senaste världskriget hotade den traditionsbundna tillverkningen av kalk att upphöra och under ett par år upphörde den också helt.

De som på Gotland var tongivande i arbetet att vårda öns unika bestånd av medeltida kyrkor tog på 1960-talet initiativ till att säkra en fortsatt produktion av traditionellt bränd och släckt kalk. De byggnadsmaterial som hade ersatt den traditionella kalken hade nämligen haft negativa följder för kyrkorna vid restaureringarna.

Man sökte genom studier av lokal tradition och hantverkserfarenhet efter ett kalkbrott med närliggande kalkugn där lämplig kalk fanns att tillgå. På så sätt kom man att välja kalkugnen i Hejnum med tillhörande kalkstensbrott. Hejnumkalken hade gott rykte eftersom den var så vit och väl lämpad för avfärgning.

Produktionen kom igång under senare delen av 1960-talet och har, fränsett de första åren, drivits av AMS platskontor i Visby fram till 1986, då verksamheten övertogs av Byggnadshyttan på Gotland.

Kalkugnen i Hejnum som är byggd under 1900-talet är av en typ som varit vanligt alltsedan medeltiden vid sidan av små enkla milor för husbehovsbränning. Ugnen eldas med ved. Den brända kalken våtsläcks med ett överskott av vatten i markgravar i Djupqvior, som ligger i utkanten av Visby.

## Den traditionella kalktillverkningens betydelse

Den återupptagna kalktillverkningen med bränning i vedeldad ugn och våtsläckning i markgravar utanför Visby har varit viktig för den renässanskal-



*Kalkugnarna vid Rings, Hejnum, såsom de såg ut innan de åter togs i bruk.*

ken har haft inom byggnadsvården i Sverige under de senaste decennierna. Kalken har också haft betydelse för monumentvården i våra nordiska grannländer.

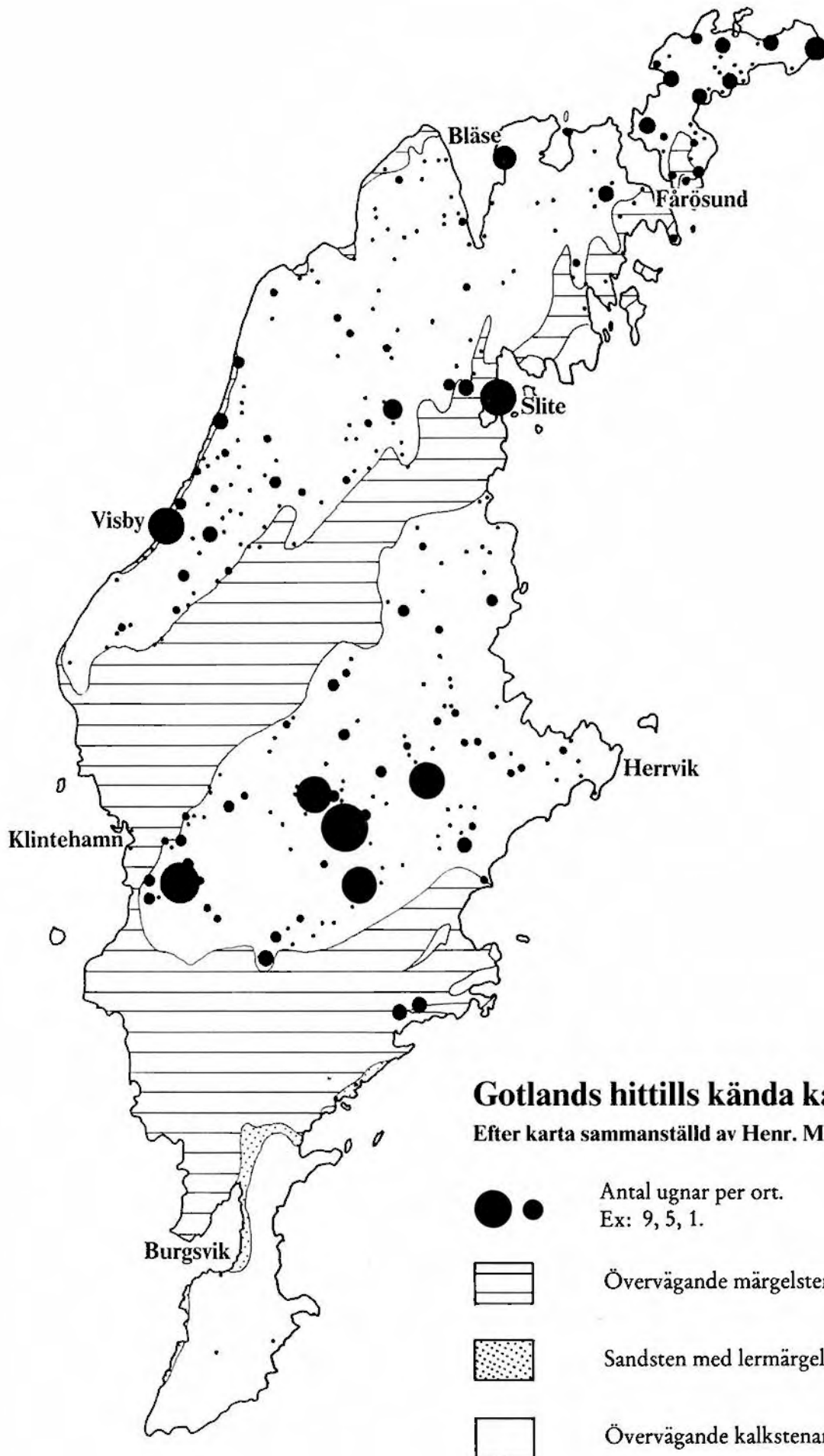
Kalken har använts vid många putsrenoveringar och avfärgningsarbeten. Speciellt mycket har kalken betytt för avfärgningar såväl in- som utvändigt. Vid konservering av dekorativt kalkmåleri har den traditionella kalkfärgen varit en nödvändig förutsättning för ett kvalitativt tillfredsställande arbete.

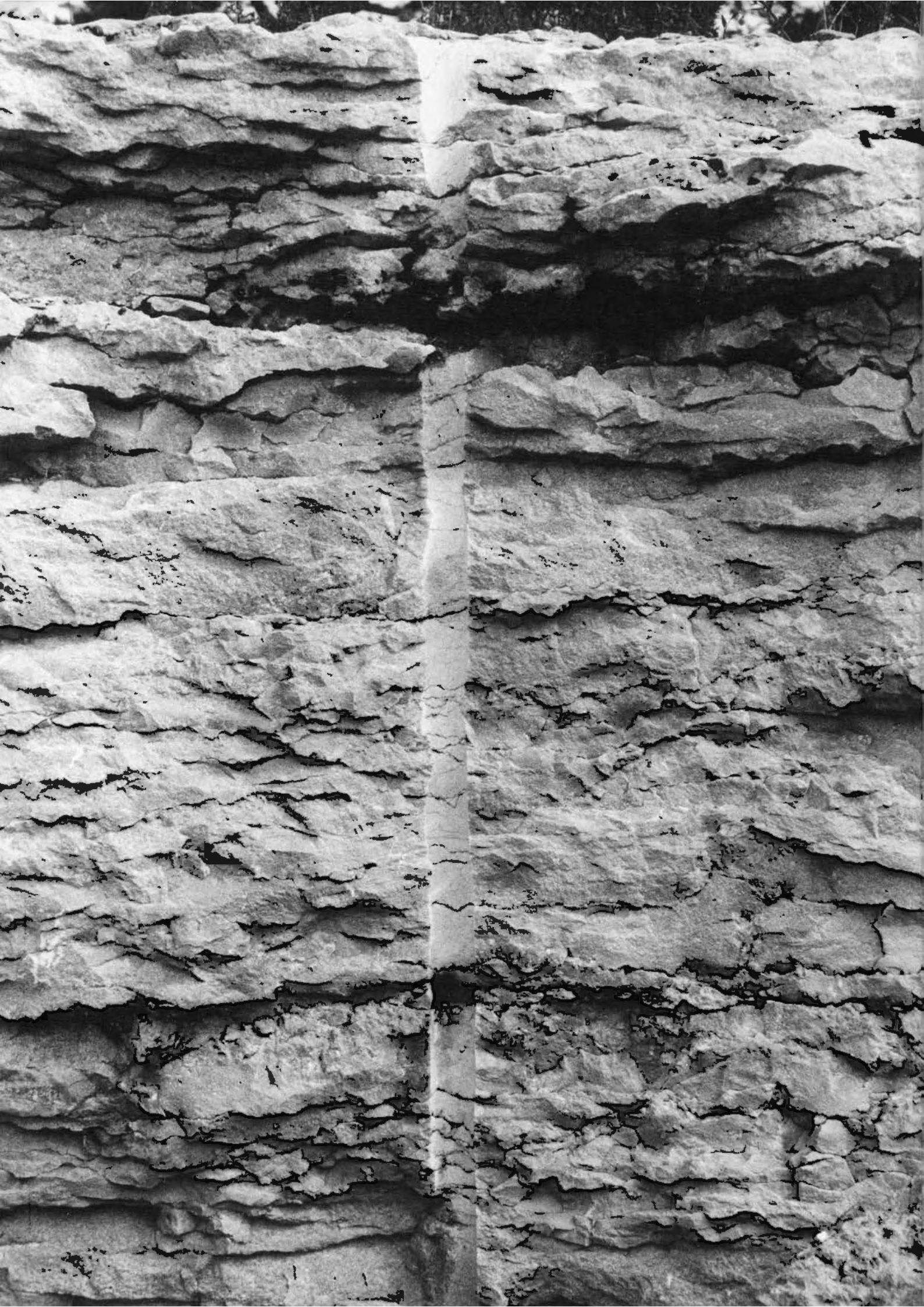
Försöken att rekonstruera äldre putser med hjälp av Gotlandskalken har på ett avgörande sätt bidragit till utvecklingen av marknadens industri-tillverkade kalkbruk.

Gotlandskalken kommer även i fortsättningen att ha stor betydelse, för byggnadsvården liksom för vidare utvecklingsarbete.

Det är viktigt att kulturhistoriskt värdefulla byggnader bevaras som vittnesbörd om sin tids byggnadsskick och restaureras med utgångspunkt från de material och den teknik som kännetecknar byggnaderna. Många gånger är det av både kulturhistoriska och tekniska skäl mycket angeläget att lagningsputsen så nära som möjligt överensstämmer med den äldre, såväl när det gäller sammansättning som utseende. Tillgången på traditionellt framställd kalk är då nödvändig.

Vi har idag ofullständiga kunskaper om äldre putsteknik. Försöken att rekonstruera vissa äldre putser befinner sig bara i ett inledningsskede. Kunskapsinhämtningen är svår. De litterära källorna är få och går inte in på många viktiga frågor. Väsentliga delar av kunskapen om vilka faktorer som varit avgörande för kvaliteten hos äldre puts och kalkfärg måste av naturliga skäl byggas upp genom praktiska försök och studier. Kalk av traditionell typ är därvid en avgörande förutsättning.





# Kalktillverkningen i Hejnum och Djupqvior - processbeskrivning

## Råvara och brytning

Kalkbrottet och kalkugnen ligger på traditionellt vis nära intill varandra. Korta transportsträckor var en fördel.

Alldeles öster om Rings i Hejnums socken på Gotland ligger kalkbrottet. Stenen i brottet är ren, d v s innehåller en ringa halt av föroreningar.

Gotlands berggrund består av silurisk kalksten. Den är skiktad i 13 olika lager med det äldsta lagret i Visby. Kalksten i Rings i Hejnum hör till Slitegruppen, nr 5 i lagerföljd.

Kalkstenen kan vara revkalksten eller sedimenterad kalksten. Stenen i Rings är sedimenterad och består av fragmenterad fossil.

Kalkstenen är av ljus biogen typ. Detta innebär att det förekommer såväl hålrum och sprickor som märengelfyllda fickor. Andelen kalciumkarbonat är hög, ibland ända upp till 98 %. I övrigt består den av lermineral.

När man vid mitten av 1960-talet inspekterade det då nedlagda brottet, låg brytningsdjupet på 100-130 cm, även om det tidigare säkerligen varit grundare. Sedan brytningen återupptogs 1963 har man sökt hålla brytningsdjupet på 100-130 cm, men ibland har man kommit något djupare, 150-160 cm.

Kalkstenen i Hejnum är lättåtkomlig. Jordlagret är mycket tunt. Stenen ligger skiktad i tunna skivor och inom brytningsdjupet kan man normalt urskilja fyra lager. Det översta, den så kallade solhällen, ansågs bland en del äldre kalkbrotsarbetare vara det bästa till murbruk, medan andra ansåg att solhällen var för urlakad. Det nedre, fjärde lagret, börjar bli lerhaltigare och därunder är lagren inte längre av tillräckligt god kvalitet för kalktillverkning.

Kalkstenen är lättbruten. Tidigare bände man upp med spett. Idag spränger man med Gurit, som är starkare än krut men svagare än dynamit. Kalkstensberget lyfter något vid sprängningen. Med hjälp av spett går det sedan att ta fram stora kalkstensblock. Dessa delas därefter upp ytterligare med hjälp av slägga och kilar till hanterbara kalkstensskivor.

Vid brottet sker också en grovsortering, för att undvika att kalksten med mycket föroreningar kommer med i bränningen.

Därefter sker transport till kalkugnen med hjälp av lastfordon.



*Jordlagret ovanpå kalkstenen i Hejnum är mycket tunt.*



*Brytningen sker i dagbrott. Brytningsdjupet varierar, men ligger normalt på 100-130 cm.*

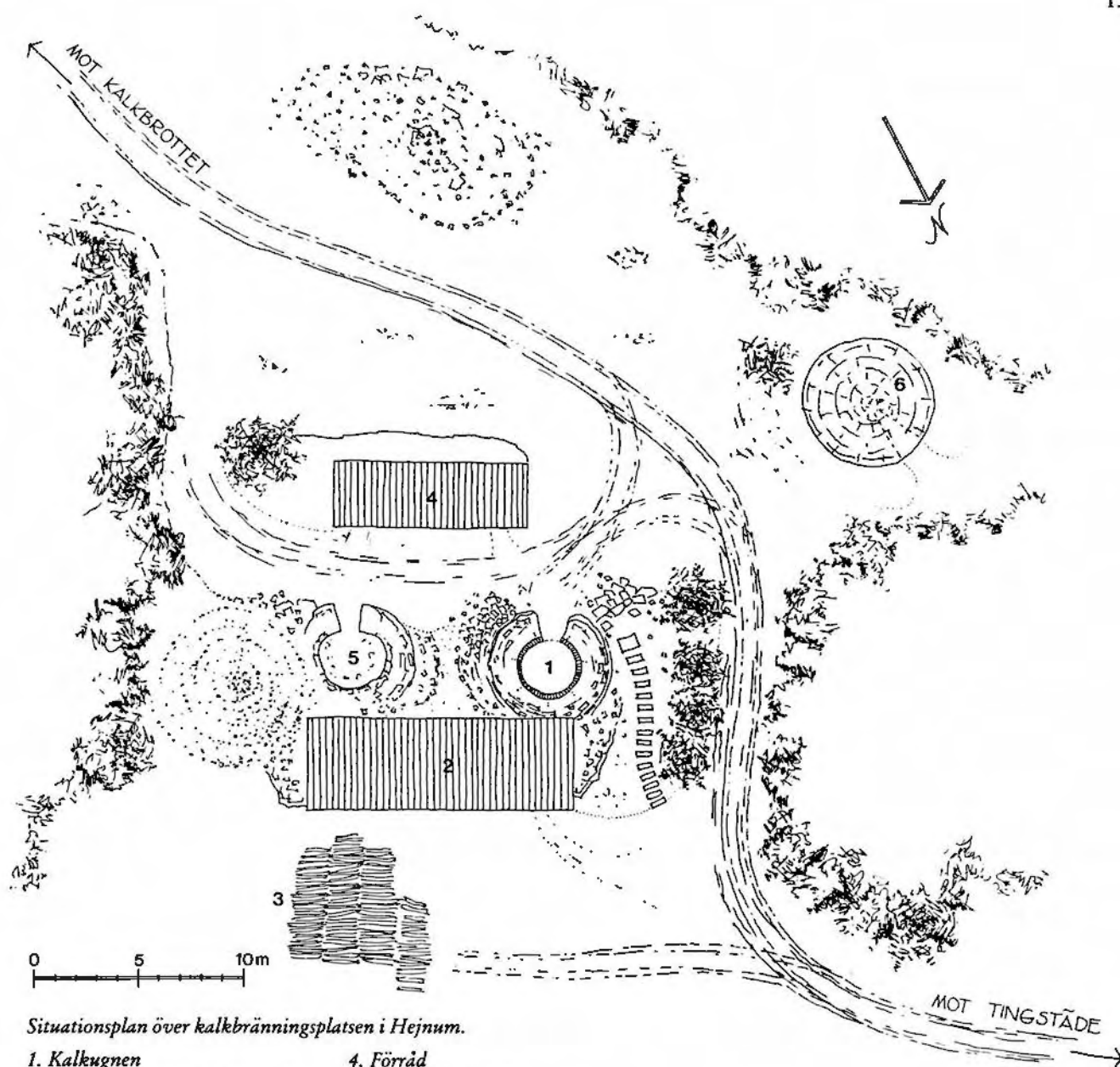


*Efter en försiktig sprängning tas stora kalkstensblock fram med hjälp av spett. Blocken delas sedan upp i mindre bitar med slägga och kilar.*



*Närbild från kalkstensbrottet i Hejnum. Kalkstenen är ljus och ren, d v s andelen kalciumkarbonat är hög. Stenen skiktas sig i tunna skivor.*





Situationsplan över kalkbränningsplatsen i Hejnum.

- |                                 |                                   |
|---------------------------------|-----------------------------------|
| 1. Kalkugnen                    | 4. Förråd                         |
| 2. Skyddstak ovan eldningsplats | 5. Raserad kalkugn                |
| 3. Vedupplag                    | 6. Tjärdal, "sojde" på gotländska |

## Kalkugnen

I trakten kring Hejnum finns lämningar efter flera kalkugnar. Redan i 1733 års rannsakan finns det uppgifter om två kalkmilor nära Hejnum, vilket visar att detta är en gammal kalkbränningsplats. Inte något ovanligt på Gotland, där det vid 1700-talets början var tätt mellan ugnar och milor.

På den av Henr. Munthe år 1942 sammanställda karta över *Gotlands alla hittills kända kalkugnar* finns det sammanlagt 15 ugnar redovisade inom Hejnums socken. Två av dessa var 1942 fortfarande i drift. Det är i en av dessa ugnar, den mindre, som driften nu återupptagits. Den andra ugnen är idag starkt förfallen. Ugnarna ligger strax öster om Rings, norr om Hejnums kyrka, och anlades 1935.

Kalkugnen är av en traditionell typ som blev vanlig vid mitten av 1800-talet. Tidigare hade man oftast lägre ugnar utan särskilt intag och utan en utbyggd ugnsmun. Redan på medeltiden förekom emellertid ugnstyper liknande den här aktuella. Ugnen är vedeldad och avsedd för periodisk drift. Den går således ej, som modernare ugnstyper, att driva kontinuerligt, utan eldningen måste avslutas och tömning ske, innan ugnen kan sättas på nytt.

Ugnen är uppmurad av stora kalkstenar i kallmur. Ugnspipan består av ett stort sett cylindriskt schakt med infodring murad av eldfast tegel. Pipans inre diameter är ca 265 cm och höjden nästan 350 cm. Då kalkugnen åter skulle tas i bruk 1968 nymurades pipans spruckna infodring. I början av sjuttioalet gjordes många bränningar i ugnen, vilket ledde till att infodringen åter murades om. Det eldfasta tegel som då användes hade suttit i Ce-

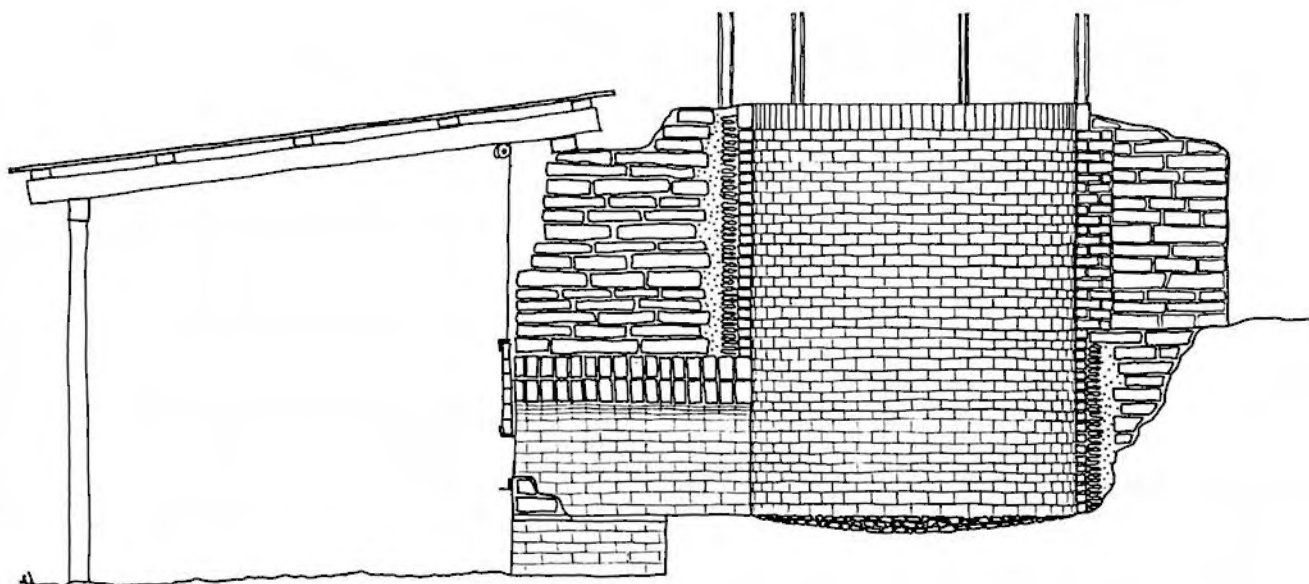


Kalkugnen i Hejnum sedd från söder mot intagsöppningen.

mentas roterugn. 1981 var det åter dags att se över infodringen. Detta gjordes då med eldfast tegel med 120 mm rockwool bakom och sedan en utjämnings mot kalkstenen med lecakulor i cement (se sektion).

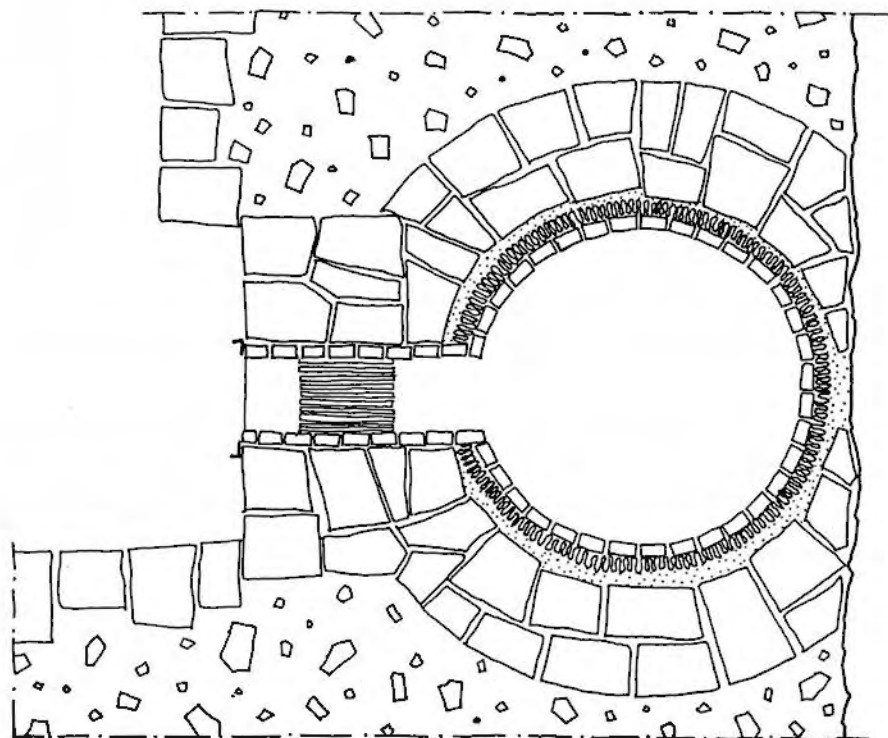
Jämfört med äldre uppgifter synes antalet om-murningar av infodringen i pipan vara få. Sålunda skriver Stephan Bennet år 1804 *Om Gottländska kalkbränningen* att en utbränd ugn oftast fick in-

fodras på nytt på hösten, inför kommande bränningssäsong. Särskilt illa åtgånget blev ugnbrös-tets mynning mot ugnspipan. Samma förhållande beskrivs av hemmansägare J P Larsson, som redogjort för arbetet vid en kalkugn i Norrlanda socken på Gotland under 1880-talet. Uppgifterna finns återgivna i *Den gottländska kalkbränningen* av L Way-Matthiesen 1945. Ugnen i Norrlanda mura-des om invändigt efter varje säsong och ugn-



Sektion genom kalkugnen i Hejnum.

0 1 2 3m



Horizontalsnitt genom ugnen i nivå med ugnsmunnen.

munnen blev så utbränd redan efter 4-5 gånger, att den då måste muras om. Infodringen bestod förr av kalksten och kalkbruk, ibland enbart av ett tjockt lager kalkputs. I det senare fallet måste omputsning ske före varje bränning.

Drygt 150 cm ovanför ugnspipans botten finns en intagsöppning. Den är ca 80 cm bred in mot pipan och sträcker sig upp till pipans krans. Genom denna öppning sker såväl inlastning av obränd kalksten som uttagning av bränd osläckt kalksten.

Kalkugnen är förlagd nedanför en klint, dvs en nivåskillnad i kalkstensberget. Det var ett vanligt sätt att placera ugnen, för att på effektivaste sätt ta hjälp av terrängen. Marken ansluter sålunda naturligt både till intagsöppningen på södra sidan och till den ca 1,5 meter längre ner belägna ugnsmunnen på motstående sida.

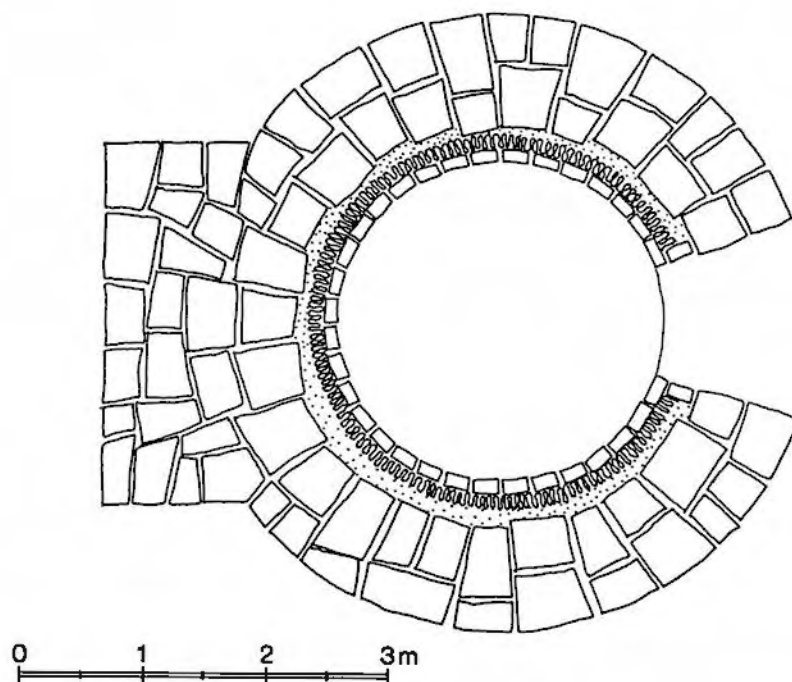
Vid botten av ugnspipan finns en ugnsmun, ca 90 cm hög och knappt 60 cm bred. Ugnsmunnen är utbyggd från själva pipan, och dess eldgång är klädd med eldfast tegel. Den är nära 2 meter lång och försedd med ett askgaller ungefär på mitten. Ugnsmunnen vetter mot ett utrymme under ett skyddande tak, från vilket inlastning av bränsle kan ske. Likaså kan askan rakas ut åt detta håll. Ugnsmunnen är här försedd med en lucka, bestående av eldfast tegel i en järnram. Denna kan lätt hissas upp och ner med hjälp av en motvikt.

Vid kalkugnens övre del finns antydning till en väderkrans, bestående av ett varv eldfast tegel ställt på höjkant. Denna har dock befunnits vara otillräcklig. Stephan Bennet skriver 1804 om att använda trädsruskor uppe på kransen mot vindriktningen, eller också skärmar av trä. Idag har man, för att förbättra skorstensverkan, murat in sju par rundjärn runt väderkransen. Mellan dessa sätts sedan korrugerade plåtar in under själva eldningen.

För att arbetet vid kalkugnen skall kunna fungera tillfredsställande har platsen närmast ugnsmunnen försetts med ett tak. Därifrån kan eldningsarbetet skötas. Utrymmet närmast ugnsmunnen fick vid många äldre kalkugnar utformningen av en primitiv byggnad med skyddande väggar, en "kurrä". När nu bränningen återupptogs, fungerar en mindre, till platsen ditflyttad manskapsbod som en sådan "kurrä".

I anslutning till kalkugnen behövs det också en stor upplagsplats för all den ved som åtgår till bränsle, vilket inte är några oansenliga mängder. Söder om ugnen finns det slutligen ett förråd för redskap etc.

Några hundra meter sydost om kalkugnen ligger själva kalkbrottet, och mellan dessa går en enkel väg. Likaså leder en liten väg västerut bort mot Rings och vägen till Hejnum. På denna transporteras den brända kalken bort till släckningsplatsen i Djupqvior, nära Visby.



Horizontalsnitt genom ugnen i nivå med intagsöppningen.





## Insättning

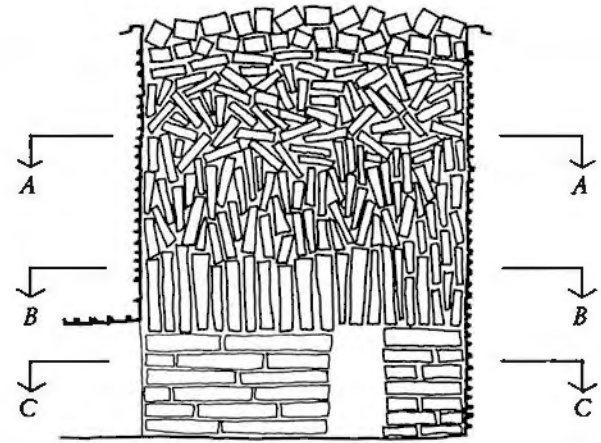
Innan själva bränningen påbörjas måste ugnspipan sättas. Metoden att sätta in kalkstenen i ugnen kan varieras och påverkar i sin tur bränningsprocessen. Temperaturfördelningen i ugnen under bränningen liksom andelen obränd och överbränd sten är exempel på faktorer som påverkas av på vilket sätt kalkstenen staplas i ugnspipan.

Det kan därför vara av intresse att här redovisa en del äldre uppgifter om hur insättningen av kalksten bör gå till.

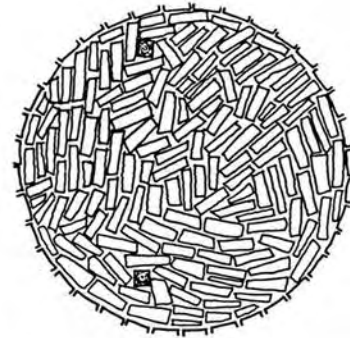
G J Billberg tar i sin *Om Gottländska kalkbränningen* från 1804 bland annat upp hur insättningen av kalksten skall göras. Detta sammanfattades 1945 av L Way-Matthiesen i *Den gotländska kalkbränningen ur teknisk-historisk synpunkt* på följande vis: "En riktig insättning av den för bränning avsedda kalkstenen är av största betydelse och skall utföras enligt bestämda regler. På ugnens botten bygges en "gata" av utvalda, större kalkstenblock. Den bör vara 1 aln bred åt eldsgången och 1 1/4 aln vid andra ändan. Vinkelrätt mot gatan görs en eller två smala rännor mellan de stenhögar, "pelare", som läggs upp. Här och var förenas pelarna med förbindningsstenar. När man icke kan få in mera sten genom eldsgången, igensättes "bakgaveln" eller gatans innersta del till 1 alns bredd med två stora, jämbreda stenar på lut mot pelarnas sidor. Mellan dessa stenars övre kant lägges en stor sten horisontellt.

Genom första lastporten fortsättes insättningen, och bakgaveln bygges inåt utmed ugnsmuren. I höjd med porten förstärkes gatan med några stora, flata och trekantiga stenar, "knipare". Dessa kilas fast mellan pelarna på jämna avstånd och med spetsen nedåt. Sådana rader av knipare insätts i gatan ungefär vid var annan aln i vertikal led. Då insättningen nått 3/4 av ugnshöjden, minskas gatans bredd till 1/2 aln, och något högre upp tilltäppes den alldeles med särskilt utvalda, kilformiga stenar. Därpå fylls ugnen med råge utan särskild ordning, förutom att man tar de större stenarna först, så att de minsta kommer att ligga överst. Det hela täckes med ett lager flisor, som också användas till insättning vid portarna. Dessa igenmuras efteråt med lösa stenar, mellan vilka packas torr, lös kalk till 1/2 alns tjocklek".

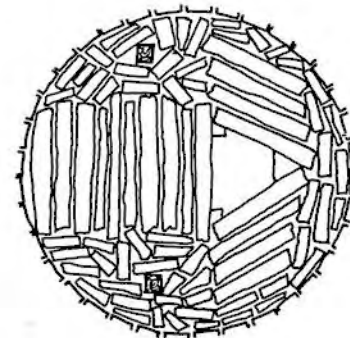
Även Stephan Bennet skriver om samma sak 1804, vilket Way-Matthiesen sammanfattar sålunda: "Kalkstenens insättning utfördes vid Kylej som följer. Gatan byggdes lika bred som eldsgången fram till bortre ugnsmuren. Runtom och utmed den senare utsparades 3 eller helst 5 dragrör, som följde mu-



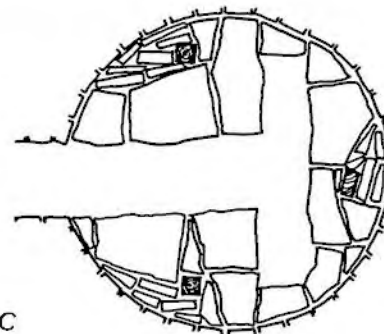
Snitt A-A



Snitt B-B



Snitt C-C



0 1 2 3m

Sektion och horisontalsnitt genom ugnspipan, utvisande hur kalkstenen sattes in vid bränning hösten 1983.

I botten av ugnen läggs kalkstenar på flatan på så sätt att det mellan dem bildas en T-formad kanal. Mellan stenarna sätts dragstockar (snitt C-C). Ovanpå kanalen ställs stora kalkstensskivor på högkant, för att förhindra att kanalen fylls igen under bränningen (snitt B-B).

Därefter slängs kalksten in utan någon särskild staplingsprincip, tills ugnen i stort sett är fylld (snitt A-A).

På toppen läggs slutligen två lager med eldfast tegel.



Insättning av kalksten i ugnspipan i Hejnum. Den T-formade kanalen utgår från ugnsmunnen. Till vänster skymtar en dragstock.

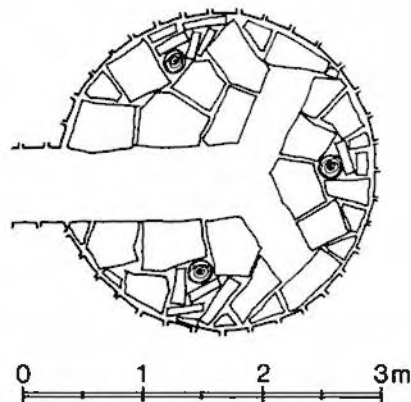
ren upp till ugnens kant. Gatan fortsattes uppåt i centrum av ugnen med ett koniskt valv, som på halva ugnshöjden avslutades med "en duktig spännsten för att hindra ras under bränningen". Hit upp insattes stenarna på kant och med spelrum för elden. Därefter lades stenen "på flaten", tills pipan blev full med råga".

Slutligen redovisar Way-Matthiesen också uppgifter från J P Larsson som på 1880-talet arbetade vid en kalkugn i Burs, Norrlanda socken: "Stenens inläggning anförtroddes åt några i konsten erkänt skickliga "inläggare" och följde alltid en bestämd plan med fyra kanaler från eldgatan, som slutade ungefär 2/3 in i ugnen. I mitten av kanalerna sattes rundtimmer, tagna ur famnveden. De brunno upp under eldningen och lämnade på så sätt dragrör genom stenmassan. Mursten inlades till höjd med valvet i eldgången. Hällar lades över dennas mynning i ugnen för att hindra ras av flisor. Ugnen rappades alltid invändigt för varje bränning".

När man i slutet på 1960-talet satte igång att bränna kalk i Hejnum, utfördes insättningen av kalkstenen på följande sätt:

Nedersta delen av ugnen fylldes med liggande kalkstensskivor, som lades så att de bildade en T-formad kanal, vilken anslöt till ugnsmunnen och där hade samma bredd som denna; ca 60 cm.

Den längre in tvärställda delen av kanalen gjordes något smalare, ca 40 cm. Kalkstensskivorna staplades upp till samma höjd som ugnsmunnen, ca



Horizontalsnitt genom ugnspipans nedre del.

Under de senaste åren har insättningen skett på något annorlunda sätt. Staplingen i botten utförs nu så att det bildas en Y-formad kanal. De tre "stenpelarna" blir därmed ungefär lika stora och förutsättningarna för en likartad bränning bättre.

90 cm, och på så sätt att den T-formade kanalens sidor blev relativt jämna. De kantutrymmen som blev kvar mot ugnspipans mur fylldes med mindre kalkstenar, som lades in både stående och liggande. Kanalen täcktes sedan med stora kantställda kalkstensskivor, som bildade ett valv ovan kanalen och förhindrade att denna fylldes igen under själva bränningen. Sedan sattes mindre kalkstenar in, även dessa på högkant för dragets skull, ungefär upp till den nivå där intagsöppningen börjar. Därefter slängdes kalkstenarna in utan att särskilt stap-



Kalkstenen staplas så att ugnsmunnens eldningskanal får en T-formad fortsättning in i botten av ugnspipan. Denna kanal täcks med stora kalkstensskivor ställda på högkant.

las, tills ugnen i stort var full. Mot den än så länge ej igenmurade intagsöppningen fick man vara uppmärksam, så att kalkstenar där inte trillade ut. Överst lades ett täckande skikt av kalkstenar på flatan och sedan täcktes hela insättningen med två lager eldfast tegel. Intagsöppningen murades igen med eldfast tegel i svagt KC-bruk. Igenmurningen var en sten tjock.

Under de år som kalkbränningen ägt rum i Hejnum har en del förändringar skett. Dessa grundar sig på de erfarenheter man gjort under åren, även om dessa erfarenheter ej har systematiskt dokumenterats. Någon metodisk kunskapsåterföring och därmed sammanhängande teknikutveckling har därför ej skett.

De förändringar som ändå genomförts är följande. Man har blivit noggrannare med hur insättningen av kalksten går till, för att få bättre värmefördelning och därmed bränning i ugnen. Kalkstenen slängs inte längre in, utan fördelas och staplas i hela ugnsippan med mindre stenar högst upp och så att de enskilda stenarna får hyggligt med luft omkring sig. Dessutom har man börjat med dragstockar, d v s trästockar som sätts in bland stenen och under eldningen brinner upp så att man får dragkanaler. För att få dessa dragkanaler mer likvärdigt fördelade i stenmassan, sker staplingen numera så att man får en Y-formad kanal i ugnen. Därmed blir de tre "kalkstenspelarna" ungefär lika stora, var och en med sin dragstock i mitten. Det



*När ugnsippan är fylld med kalksten täcks hela insättningen med två lager eldfast tegel.*

kan vara värt att notera att i J P Larssons beskrivning från kalkugnen i Burs sattes dragstockarna som en vertikal fortsättning på den horisontella kanalen i botten av ugnen. I Hejnum däremot sitter dragstockarna placerade med sten runt omkring sig i hela sin längd, utan direkt kontakt med bottenkanalen. Slutligen har man i Hejnum börjat ställa en mineralullsskiva, en s k markskiva, mot utsidan av den igenmurade intagsöppningen, för att på så vis minska förmeförlusterna.



*Slutligen muras intagningsöppningen igen. Ugnen är därmed klar att elda.*



Bränning av kalksten i Hejnumugnen. För att förbättra skorstensverkan placeras plåtar mellan järnstänger, infästa runt väderkransen.

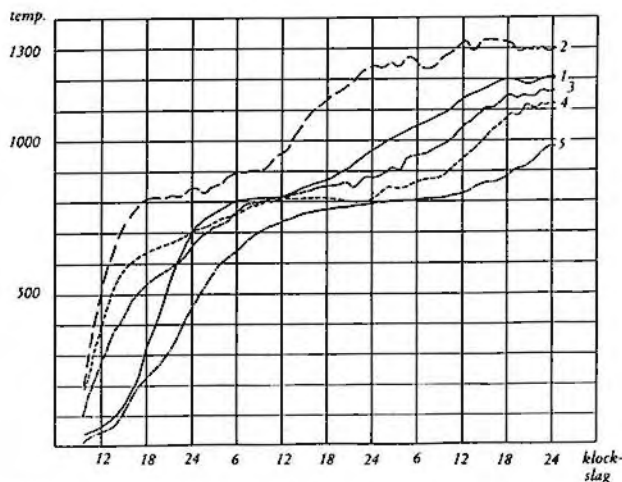


## Bränning

Kalkbränning är en relativt okomplicerad teknisk process. Det gäller att hetta upp kalksten ( $\text{CaCO}_3$ ) till  $900\text{--}1000^\circ\text{C}$  enligt vissa källor, enligt andra till  $700\text{--}900^\circ\text{C}$ , för att på så sätt få bort koldioxiden ( $\text{CO}_2$ ). Det som sedan återstår är bränd kalk, d v s kalciumoxid ( $\text{CaO}$ ), som efter släckning med vatten bildar kalciumhydroxid ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ), vilket är den kalk som används till mur- och putsbruk.

Konsten är att få en så stor del av kalkstenen i ugnen som möjligt genombränd. Detta ställer krav både på ugnen, kalkstens insättning i pipan och själva bränningen. En långsam bränning vid "låg" temperatur ger en finkristallin kalciumoxid medan en hastigare bränning vid "hög" temperatur ger en mer grovkristallin. Mycket tyder på att den finkristallina kalciumoxiden ger ett bruk med högre kvalitet.

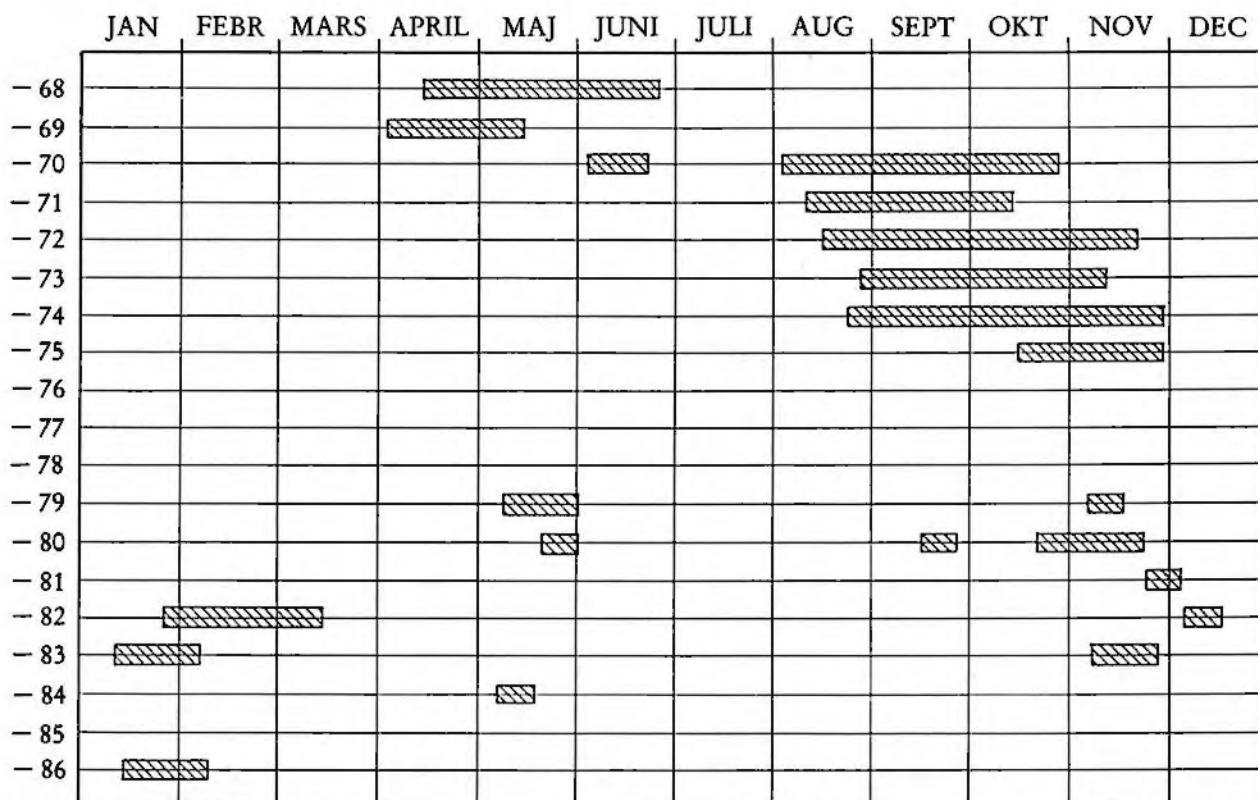
G J Billbergs uppgifter från 1804 om själva bränningen sammanfattas av Way-Matthiesen sålunda: "Man tänder med litet torr ved, och därefter eldas med rå ved under första dygnet. Härmed undvikas, att stenen i botten faller sönder och den ovanför insatta stenen faller ned och täpper till draget, vilket kan komma hela bränningen att misslyckas. Under andra dygnet eldas med rå ved i ugnsmunnen, och torr ved skjutes över denna inåt eldsgången för att



Bränningstemperaturens variationer i kalkugnen i Hejnum. Uppmätta med termoelement i fem mätpunkter den 7-10 maj 1984.

hindra uppkomsten av "kolbacke", en växande hög av kolad ved, som också lätt täpper draget. Eldningen fortsattes nu oavbrutet, tills stenen i ugnen anses genombränd. Detta ser man därav att den upptill befintliga flisen är klar och genomlysande. Bränningen tar 2-4 dygn, beroende på rådande vind och väderlek".

Stephan Bennets redogörelse från samma tid skiljer sig något från Billbergs och sammanfattas som följer: "Ugnens bränning börjas under första dygnet med eldning av torr ved på fotstenarna i "eldsloppet". Då veden tagit fyr, täppas draghål och eldsmun för att ugnen skall ta åt sig värme. Efter ett dygn öppnas draget och ved inskjutes efter hand.



Kalkbränningar utförda i kalkugnen i Hejnum 1968-86.

Om eldningen sköts på rätt sätt, ser man mot slutet av dygnet de översta stenarna röda på undersidan och svarta ovanpå. "Nu är luftsyran så upplöst att endast starkare hetta kan fullständigt afskilja den". Man eldar nu så mycket som möjligt, tills översta stenarna bli vita med ljusblå lågor. För att undvika att kalken nedtill i ugnen blir dödbränd genom sint-ring vid för hög temperatur, slutar man med eldningen, då blå lågor synas över hela ugnsmynningen. På stenarnas kanter uppträda vita, liksom ludna ränder, "Flores calcis".

Den bränning som nu sker i Hejnum går till på följande sätt. Man tändar ugnen, och sedan eldar man mycket och kontinuerligt under hela bränningen. Man anser att det gäller att ha så hög temperatur som möjligt hela tiden för att få en lyckad bränning. Luckan med eldfast tegel som täcker eldsmunnen hissas upp var gång ny ved skall läggas in, men hålls annars stängd. Efter tre, ibland fyra dygn är stenen genombränd. Tidpunkten för detta avgöres genom att titta på toppen av ugnen. När röken avtagit och det hoppar små blå lågor uppe på toppen, då börjar bränningen vara färdig. För att vara på säkra sidan tar man då en sten från toppen och slår isär, för att se om stenen är genombränd eller ej. Efter avslutad bränning har ugnssatsen i pipan sjunkit 10–15 cm.

I syfte att dokumentera själva kalkbränningsprocessen i Hejnum har tekniska institutionen och vårdbyråns utvecklingssektion, båda vid Riksantikvarieämbetet, genomfört temperaturmätningar i ugnen. Dessa gjordes i samband med en bränning i maj 1984. Uppläggningsen av mätningarna, hur de genomfördes och en fullständig presentation av



Eldningen sker kontinuerligt under de tre dygn som bränningen normalt varar. Två man arbetar tillsammans i 12-timmarspass. Veden stoppas in i ugnsmunnens eldgång.



När röken avtar och det syns små blå lågor, som verkar hoppa uppe på toppen av ugnssatsen, då börjar bränningen vara färdig.



Till en kalkbränning åtgår en stor mängd bränsle. Den läggs uppsågad i nära anslutning till eldningsplatsen under skyddstaket.

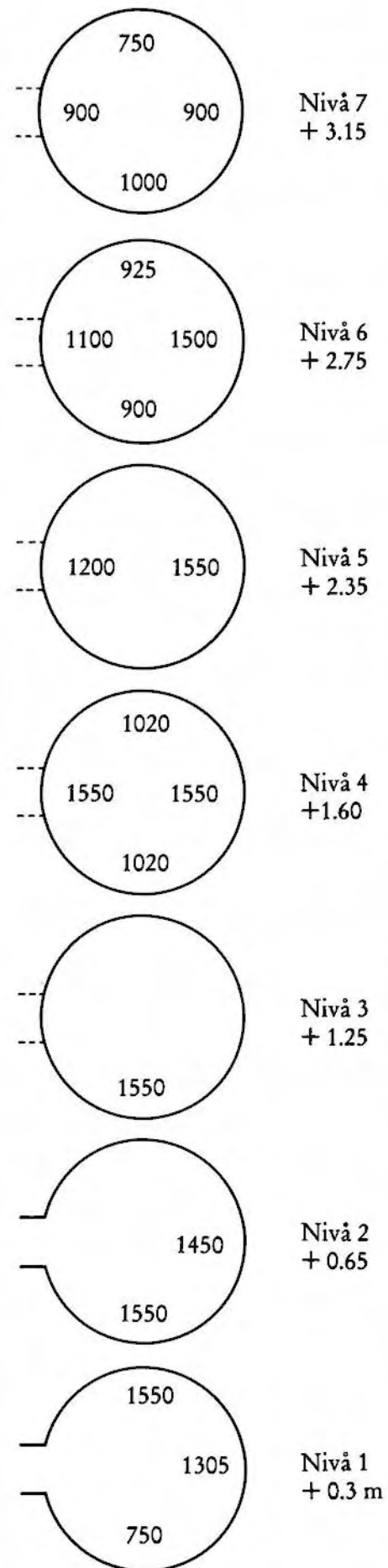
mätresultaten redovisas på annan plats i denna skrift. Här återges endast en sammanfattning av resultaten från temperaturmätningarna. Dessa visar att efter ett dygt dygn har temperaturen i ugnens nedre del stabiliserats kring 800° C, medan det tar lite längre tid, 1 1/2 dygn, för temperaturen att nå samma nivå i ugnens övre del. Då har temperaturen i ugnens nedre del hunnit stiga ytterligare. Under det dryga dygn som bränningen ytterligare fortgår, stiger temperaturen, men nu inte på ett likartat sätt. Detta innebär att temperaturfördelningen då bränningen avslutas är spridd och ojämn. Den varierar mellan knappt 1000° C och 1300° C. Under bränningen har temperaturen i enskilda mätpunkter t o m nått strax över 1500° C, medan den i andra ej överstigit 750° C. Den lämpliga bränningstemperaturen för kalksten ligger som tidigare påpekats mellan 700–1000° C. Temperaturen har således varit onödigt hög i flera delar av ugnen, vilket i första hand bör ha medfört överbränd, så kallad dödbränd sten.

De erfarenheter som dragits på platsen under de år som bränningarna pågått, baserar sig på hur stenen faktiskt ser ut efter bränningen. De slutsatser som detta lett till är att temperaturen måste vara högst ovanför den delen av kanalen, där den förgrenar sig till en T-form. Där har stenen blivit dödbränd. Anmärkningsvärt är dock att detta endast skett på ytan av stenen. Den har varit dödbränd ungefär 1/2 cm in, men på djupet har kalkstenen varit bränd på vanligt sätt. Man menar också att andelen dödbränd och obränd sten per bränning minskat under de senare åren.

Mätresultaten och de upplevda erfarenheterna på platsen leder således till olika slutsatser. Mätresultaten pekar på att en onödigt stor andel av stenen i ugnen borde vara dödbränd, men de upplevda erfarenheterna på platsen är att andelen dödbränd sten är begränsad och dessutom minskat.

Arbetet vid ugnen under bränningen måste bedrivas utan avbrott, eftersom eldningen sker kontinuerligt. Man arbetar två man i 12-timmarspass och byter av klockan 18 på kvällen respektive 06 på morgonen.

De redskap som används är få och enkla. I samband med eldningen används en raka, som är så pass lång, nära 3,5 meter, att den når ända in i den T-formade kanalens bakre del. Med rakan tar man bort eventuella nedfallna stenar, som annars kan blockera kanalen. Likaså används den för att underhand mata in ved och raka ut aska, så att eldningsgången inte fylls igen. När man tror bränningen är avslutad, tar man med hjälp av en räfsa med ca 15 cm långa tänder undan en del av det elfasta teglet på ugnens topp. Därefter tar man med en skyffel ur en kalksten, som slås isär så att bränningen kan kontrolleras. Samtliga redskap är av järn, för att inte ta skada av hettan.



Temperaturfördelningen i kalkugnen i Hejnum. Uppmätt på sju olika höjdnivåer ovan ugnsbotten, genom registrering av maximitemperatur med smältkoner.





## Urtagning

Efter det att kalkbränningen är avslutad och ugnen släckts, måste man låta den brända kalkstenen svalna något, innan den går att ta ut. Det är viktigt att inte vänta för länge, eftersom den brända kalken tar åt sig luftens fuktighet och så småningom börjar falla i mindre delar. Ungefär två till tre dygn brukar vara tillräckligt.

Det elfasta teglet avlägsnas från ugnens topp och igenmurningen av intagsöppningen rivs. Genom denna öppning tas den brända stenen ut. Detta sker genom att stenen plockas ut för hand, en efter en. Den läggs sedan på ett transportabelt rullband, som för stenen från intagsöppningen till en container. När containern är fylld täcks den med en skyddande presenning och transporteras sedan med bil till släckningsplatsen i Djupqvior utanför Visby.

I samband med att stenen plockas ur ugnen görs också en sortering, där dödbränd och obränd sten avlägsnas. Den dödbrända stenen känns igen genom att den är svart på ytan och dessutom har en grovporig ytstruktur som påminner om en tvätt-svamp. Det händer givetvis att en mindre del dödbränd sten inte upptäcks utan kommer med till släckningen. Vanligen gäller detta stenar där bara en begränsad del blivit dödbränd, vilket då kan va-



*Stenen plockas ut för hand, och samtidigt sorteras dödbränd och obränd sten bort. Den dödbrända stenen känns igen genom att den är svart på ytan. Obränd sten går däremot inte att urskilja med blicken, utan det är tyngden som avslöjar den.*

ra svårt att upptäcka. De dödbrända stenarna är som tidigare nämnts oftast dödbrända endast i sin yttre del, ungefär 1/2 cm in. De svarta, dödbrända partierna av stenen smulas lätt sönder och kan därför komma med ner i kalkgraven, där den släckta kalken förvaras. Den dödbrända kalken är inaktiv och påverkar därför inte den släckta kalken, utan fungerar helt enkelt som ballast. Man kan ibland urskilja den som enstaka mycket små svarta korn.



*Intagsöppningens igenmurnning rivs. Stenen läggs på ett rullband som mynnar i en container. När denna är fylld täcks den med presenning i väntan på transport till släckningsplatsen i Djupqvior.*



*Närbild av bränd kalksten precis innan den tas ur ugnen.*

Obränd sten går inte att urskilja med blotta blicken. Däremot känner man på tyngden om stenen är bränd eller ej.

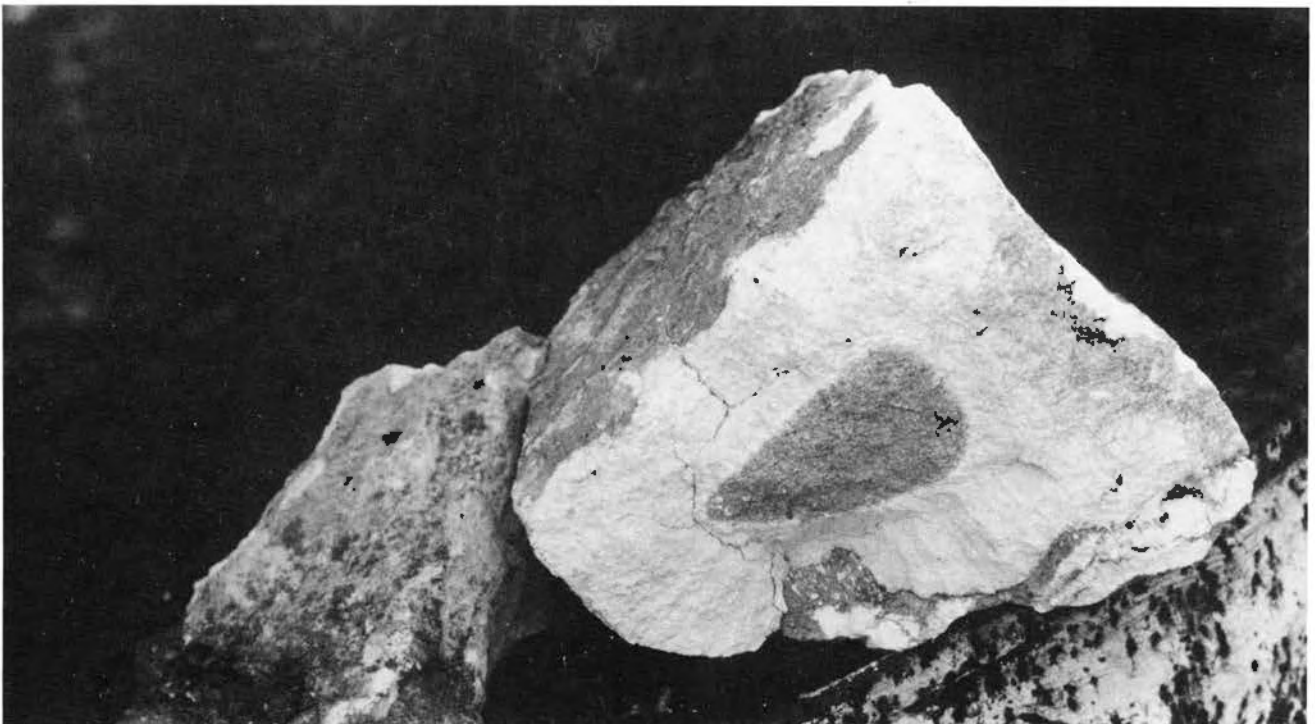
Kalkstenen förlorar ca en tredjedel av sin vikt vid bränningen och därför är det med lite erfarenhet ganska lätt att känna vilka stenar som inte blivit genombrända. Detta förutsätter att stenen plockas ut för hand och inte skyfflas ut. Misstänker man således att stenen ej är genombränd, är det lätt att slå itu den och kontrollera saken. Om det endast är en mindre del av stenen som är obränd, slår man av de

brända delarna och slänger endast mittdelen.

Arbetet med att ta ur den brända kalkstenen ur ugnen är mödosamt. Kalciumhydroxiden är starkt basisk och frätande. Arbetet görs som tidigare nämnts för hand. Ugnspipan och stenen är fortfarande ganska het. När den brända kalken börjar ta åt sig luftens fuktighet reagerar den. Den börjar falla sönder. Ju fuktigare luften är, desto snabbare sker detta. Allt detta innebär att det är viktigt med ordentliga skyddskläder när man arbetar för att skydda hud, ögon och andningsorgan.



*En genombränd kalksten har en vit, sockeraktig yta när den slås isär.*



*Misstänker man genom stenens tyngd att den är obränd inuti, då slås den itu för kontroll. Här är kalkstensens yttre genombränt medan mitten fortfarande är obränd.*

## Släckning

Principen för släckning av kalk är att den brända kalken tillföres vatten. Under värmeutveckling tar den åt sig vattnet och det bildas släckt kalk, kalciumhydroxid ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ).

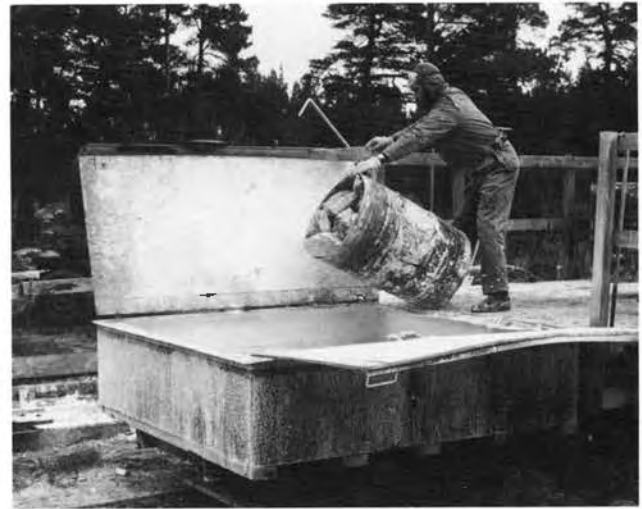
Tillvägagångssättet för att släcka bränd kalk varierar. Vid mitten av 1700-talet noterade Linné vid besök i Grankulla kalkbruk på Öland hur släckningen där gick till: *"den brände Kalcken bäres ut på kalckbotnarne, som äro lika med kolbotnar, fast af Kalck, då de stenar, som ei äro nog brände, bortkastas, hwilka — såwäl af deras tyngd som bruna skimmer kiännes. Nu war folket sysselsatt, at kiöra Watn utur hafwet, och förnötte hela dagen med Kalckens släckande.* Betydligt mer kortfattad är Linnés beskrivning från Kappelshamn på Gotland: *"Den brända kalken fördes sedermera neder uti ett hus vid stranden, där han släckes och kringröres. . ."*

P B Berndes beskriver i början av 1800-talet hur släckningen, eller läskningen går till, vilket Way-Matthiesen sammanfattat: *"Den fullbrända kalkstenen kärrias ut i läskladan, ett stort lider av bräder och korsvirke med tak men utan golv, och lägges i en hög i ena ändan. Ett i förhållande till antalet arbetare lämpligt parti forslas till ladans mitt. Från en pump med ränna fyllas ämbar med vatten, som i början stänkes på kalken och efter hand varsamt gjutes över. För var gång lämnas massan en stund att vittra och falla sönder. Därefter bearbetas den med hackor av trä med långa, glest sittande pinnar. Den färdigsläckta kalken skovlas efter hand till ladans andra ända. Om läskningen sker för hastigt, blir kalken grymig som groft grus".*

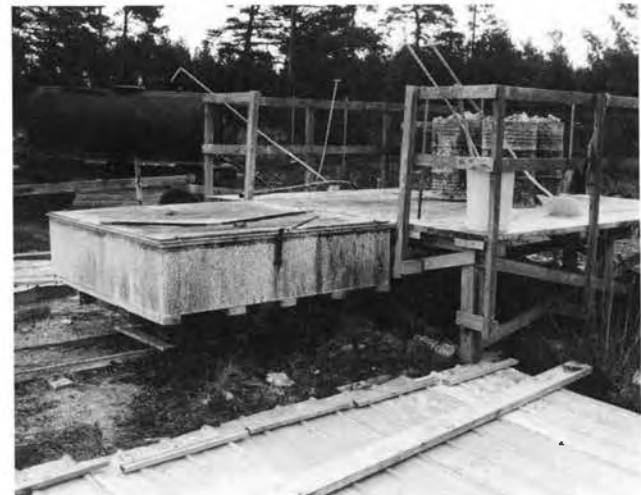
Den i Hejnum brända kalken transporteras till Djupqvior i utkanten av Visby, där den släcks. Den vanligaste metoden har varit våtsläckning. På detta sätt har merparten av kalken släckts. Våtsläckning innebär att man släcker med ett överskott av vatten, till skillnad från så kallad torrsläckning, som är det vanligaste vid fabriksstillverkning av kalk. Vid torrsläckning är vattenmängden anpassad till att ligga nära vad som teoretiskt behövs, och resultatet blir därmed ett torrt pulver.

Våtsläckningen i Djupqvior går till på följande sätt. Från den med bränd kalk fyllda containern läggs kalken över i tunnor, som rymmer ca 200 l/tunna. Dessa tunnor lyfts med hjälp av en traktorskopa upp på en arbetsplattform. Denna är uppbyggd i nivå med överkanten av ett stort plåtkar, ca 2x2 meter och 0,5 meter djupt. Plåtkaret är försett med hjul och går på räls.

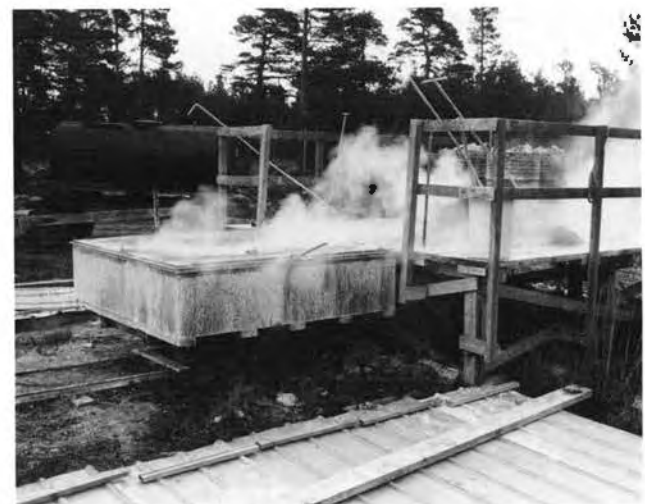
Plåtkaret fylls med ca 800 l vatten och 2 tunnor bränd kalksten töms i vattnet. Locket stängs till. Efter några minuter börjar kalkstenen falla sönder under relativt kraftig värmeutveckling. Det bubblar och ryker. Locket öppnas och två man arbetar med en typ av rakor för att röra om i karet, så att släckningen underlättas. Man använder också en långskaftad skyffel, för att få loss kalken, så att den



*Två tunnor bränd kalksten töms i ett plåtkar med ca 800 liter vatten.*

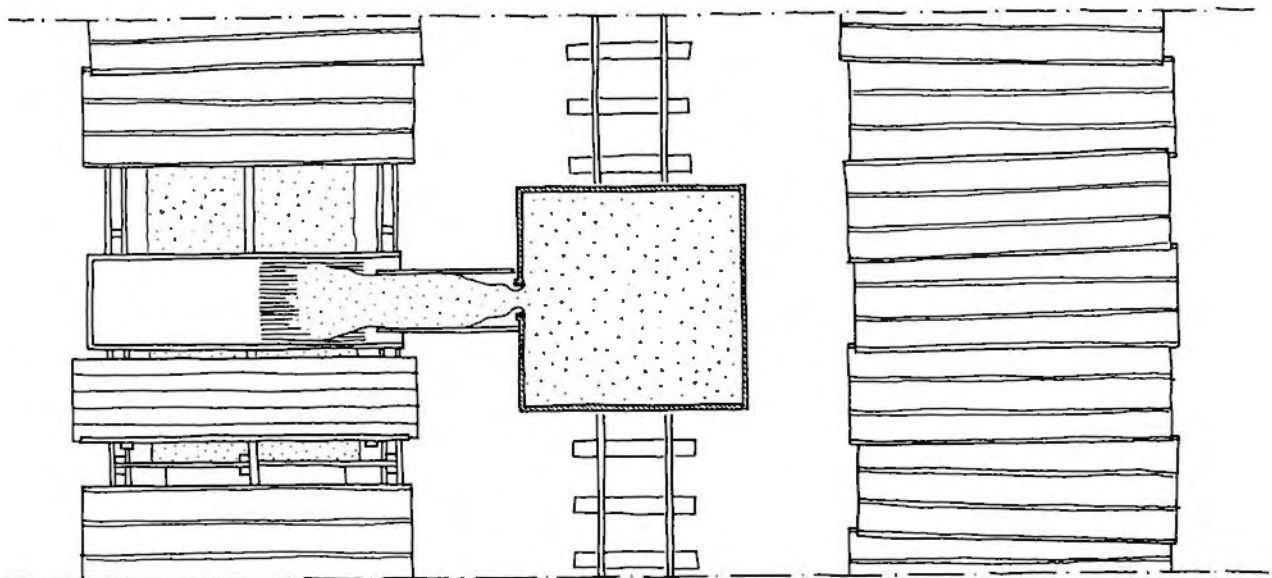
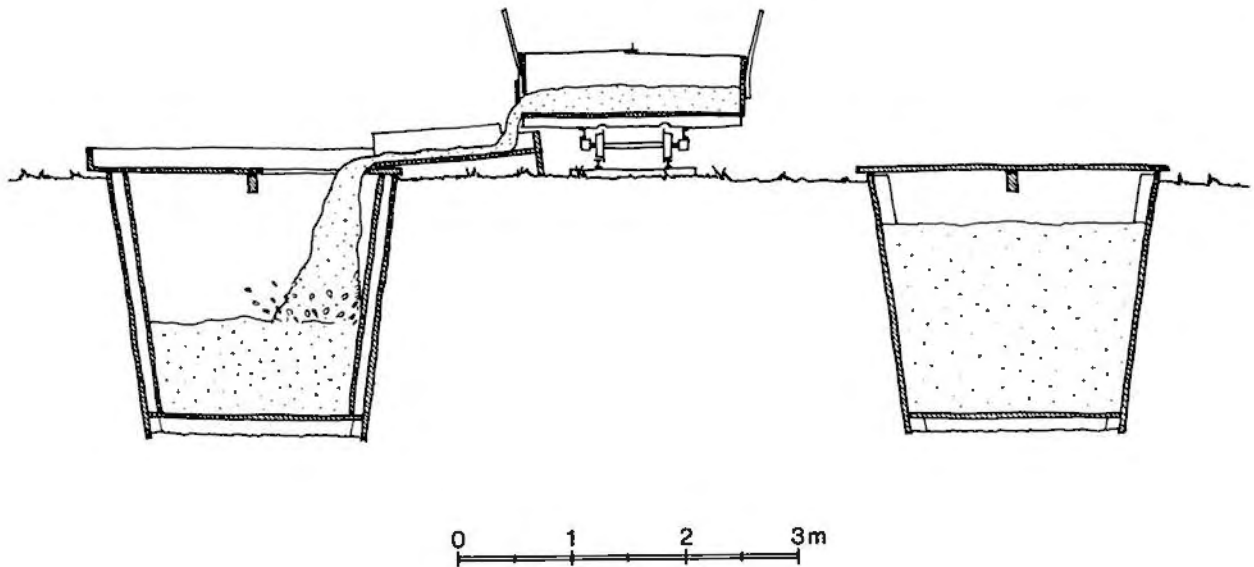


*Locket på plåtkaret stängs till.*



*Efter några minuter börjar den brända kalkstenen att under relativt kraftig värmeutveckling falla sönder.*





Plan och sektion av hur den släckta kalken tappas ur plåtkaret via en träränna ner i ett träkar med sil och vidare ner i kalkgraven.

inte bränner fast vid botten av karet. Så småningom blir kalken som en fin välling.

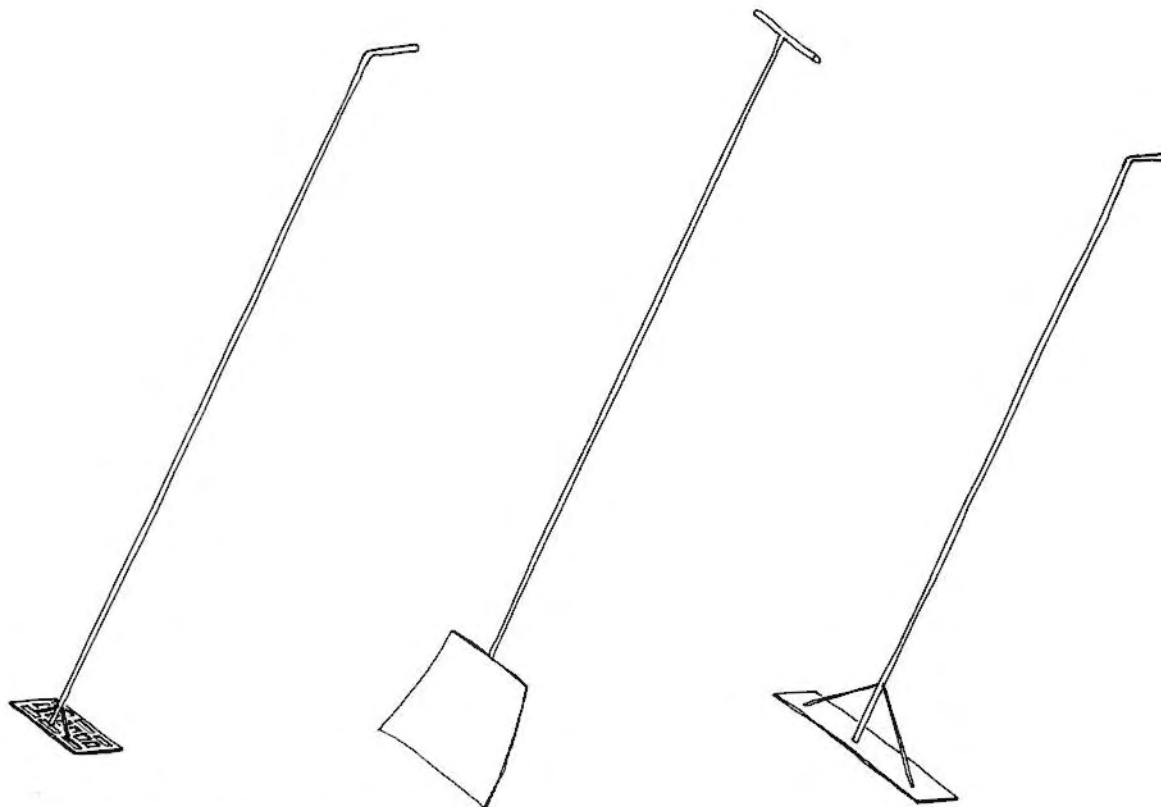
När kalken sålunda är släckt, rullas karet på rälsen fram till en tom kalkgrav. De pannplåtar som normalt täcker graven tas bort. En arbetsbrygga läggs över kalkgraven och intill denna ett lika långt, relativt grunt träkar. En del av botten på karet består av en sil i form av tätt liggande järnstänger. En träränna anbringas mellan detta silkar och plåtkarets sida, där det finns en höj- och sänkbar lucka. När denna lucka öppnas rinner den släckta kalken via trärännan ner i träkaret och vidare genom silen ner i kalkgraven. Med hjälp av en särskild raka med långsmalt blad ser man dels till att få ner all släckt kalk genom silen, dels rakar man undan klumpar av obränd kalk, föroreningar etc som samlats på silen.



En arbetsplattform läggs parallellt med träkaret tvärs över den kalkgrav som skall fyllas.



Detaljbild på den brända kalkstenen efter några minuters kontakt med vatten. Det bubblar och ryker.



Verktyg som används vid släckningsarbetet i Djupqvior.

1. Långskaftad raka. Används för att röra om och bearbeta kalkstenen i plåtkaret, så att släckningen underlättas.
2. Långskaftad skyffel. Även denna används vid själva släckningen, för att få loss kalksten från karets botten, där den annars kan brännas fast.
3. Långskaftad raka med långsmalt blad. Används i träkaret för att få ner all släckt kalk genom silen och samtidigt raka undan klumpar av obränd kalk, föroreningar etc.

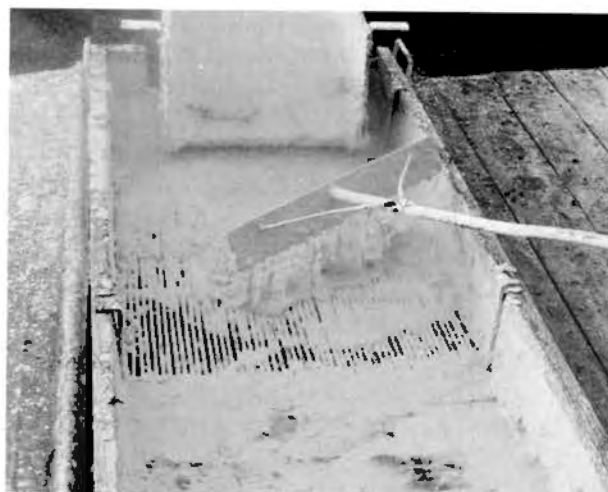
Detta spill avlägsnas med hjälp av en skyffel. Vid släckning av en ugnssats bränd kalk får man numera ungefär en skottkärva av sådant spill.

Vid Djupqvior har man även provat att jordsläcka kalk. Den brända kalkstenen läggs då direkt i kalkgraven, utan att man tillsätter något vatten. Jordens fuktighet tas succesivt upp av den brända kalken, som därmed långsamt släcks.



Den vällingliknande släckta kalken tappas via en lucka på plåtkarets sida.

Ytterligare ett släckningsförfarande har som experiment prövats, nämligen luftsläckning. Den brända kalken läggs då i en hög direkt på marken och täcks med ett skyddande lager av sand. Sanden vattenbegjutes, och fuktigheten från sanden tillförs den brända kalken som på liknande sätt som ovan långsamt släcks.



Utsnitt som visar trärännen, träkaret med sil samt rakan med långsmalt blad.



*Under den torra ytan har den våtsläckta kalken en krämig konsistens.*

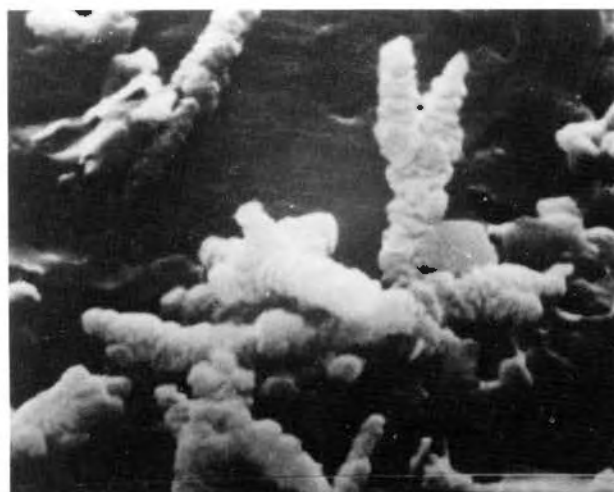
## Lagring

Vid släckningsplatsen i Djupqvier finns också de kalkgravar, där merparten av den släckta Hejnumkalken lagras. De första åren brändes mycket kalk i Hejnum. Tillsammans med en avtagande efterfrågan innebar detta att man vid mitten av 1970-talet hade alla kalkgravar fyllda med våtsläckt kalk från 1968 och framåt. Dessutom hade man en mindre kvantitet jordsläckt kalk från 1969 och 1972. Någon ytterligare bränning skedde därför inte på ett antal år.

När kalkgravarna var tömda återupptogs bränningen 1979, men i mer begränsad omfattning än tidigare. Man håller inte längre lika stort lager. 1986 fanns det således våtsläckt kalk från 1984 i fem kalkgravar och från vintern 1985-86 i fem kalkgravar. I en kalkgrav fanns det jordsläckt kalk från 1972 och i två jordsläckt kalk från 1982. Dessutom fanns en fritt liggande hög med jordsläckt kalk från vintern 1982-83. Övriga kalkgravar var tomma och merparten av dessa också förfallna.

Kalkgravarna i Djupqvier ligger nedsänkta knappt 2,5 meter i den mycket sandrika marken. Varje kalkgrav är ungefär 3 m lång och 2,5 m vid upptill. De brädklädda sidorna sluttar inåt så att botten är knappt 2 m bred. Idag är botten också inbräddad, men till en början var det helt enkelt sandbotten. En del förfallna kalkgravar har också försetts med ny invändig brädfodring, vilket innebär att de blivit något smalare.

När den våtsläckta kalken hålls i kalkgraven har den en vällingliknande konsistens. De osläckta korn som kan ha passerat silen bör vara släckta efter ca 2 veckor. Efter ca 2-3 månader är överskottsvattnet borta. På ytan ser kalken då alldeles torr ut, och den har också stora och djupa krympsprickor. Tar man ett tag med en spade visar det sig emellertid att kalkdegen i gravarna har en krämig, nästan smörliknande konsistens. Lagringstiden för den våtsläckta kalken varierar, men ett riktvärde är att den skall lagras minst ett år.



*Våtsläckt kalk från Hejnum (förstoring 21.000 X). Lagrad två år i markgrav.*





Detaljbild av ca ett år gammal våtsläckt kalk. Överskottsvatten är borta, ytan torr och har stora djupa krympsprickor.



Jordsläckning av kalk är en betydligt långsammare process. Eftersom den brända kalkstenen lagts i graven utan något vattentillskott, tar det tid innan all bränd sten tagit åt sig så mycket vatten att den släckts. De yttre partierna släckts först, varvid de inre snart omslutes av en tätande kalkdeg. Minst 7 år bör lagringstiden för jordsläckt kalk vara.

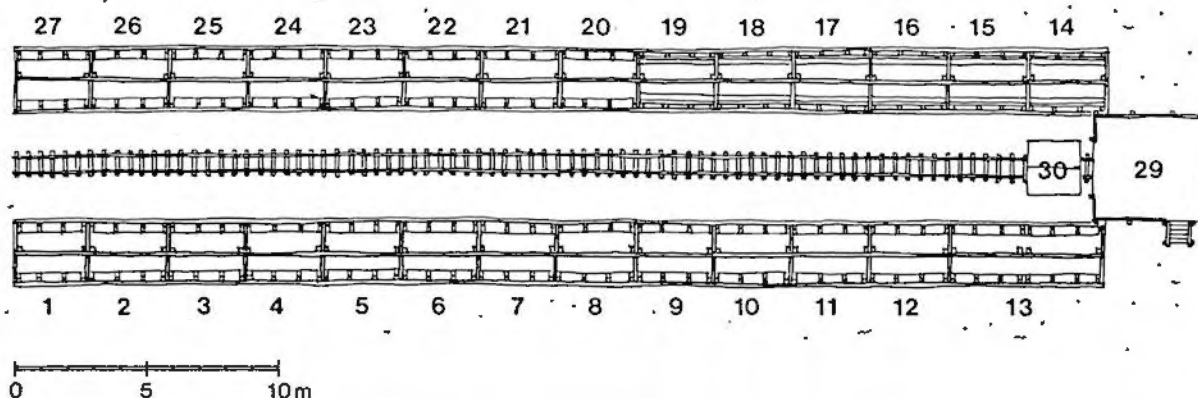
I samband med restaureringen av kyrkor på Gotland har man i flera fall stött på äldre kalkgravar, som använts i samband med kyrkans uppförande. Flera av gravarna har varit medeltida. Sidorna har varit klädda med kalkstenshällar, vilket vittnar om att de använts under en längre tid. I en del av dessa äldre kalkgravar, exempelvis den som upptäcktes vid Visby domkyrka i början av 1900-talet, har man funnit kalkdeg som fortfarande varit fullt användbar.

Den jordsläckta kalken har lägre vattenhalt än den våtsläckta. Konsistensen förefaller torr och grymig. Vid skakning eller bearbetning flyter den



Jordsläckt kalk i en tunna. Vattenhalten är lägre än i den våtsläckta kalken.

emellertid ut till en relativt tunnflytande deg, för att åter stelna till i vila. En slags tixotropi. Den jordsläckta kalken innehåller kalkklumpar, som eventuellt är identiska med dem man vid studier i mikroskop funnit i gammal medeltida kalkputs. Kalkklumparna har där fungerat som en del av ballasten, ett komplement till sanden medan resten av kalken fungerat som bindemedel.



Situationsplan över kalkgravarna i Djupqvior hösten 1986.

- |       |   |       |   |
|-------|---|-------|---|
| 1-2   | Förfallna, tomma kalkgravar.                                  | 20    | Kalkgrav med våtsläckt kalk från 1986.  |
| 3     | Förfallen kalkgrav med jordsläckt kalk från 1972.             | 21-25 | Förfallna, tomma kalkgravar.  |
| 4-8   | Förfallna, tomma kalkgravar.                                  | 26-27 | Förfallna kalkgravar med luftsläckt kalk från 1982. Kalken köptes från Nordkalk i Storugns. |
| 9-11  | Tomma kalkgravar.   | 28    | En hög med luftsläckt kalk från 1982-83, täckt med bräddor.                                 |
| 12    | Kalkgrav med våtsläckt kalk från 1984.                        | 29    | Arbetsplattform.  |
| 13    | Dubbel kalkgrav med våtsläckt kalk från 1984.                 | 30    | Släckningskar på räls.  |
| 14-15 | Kalkgravar med ny bräddfodring, med våtsläckt kalk från 1984. |       |   |
| 16-19 | Kalkgravar med ny bräddfodring, med våtsläckt kalk från 1986. |       |   |



VÅTSLÅ

GO

Den våtsläckta kalken fylls i plåtburkar om 20 liter.



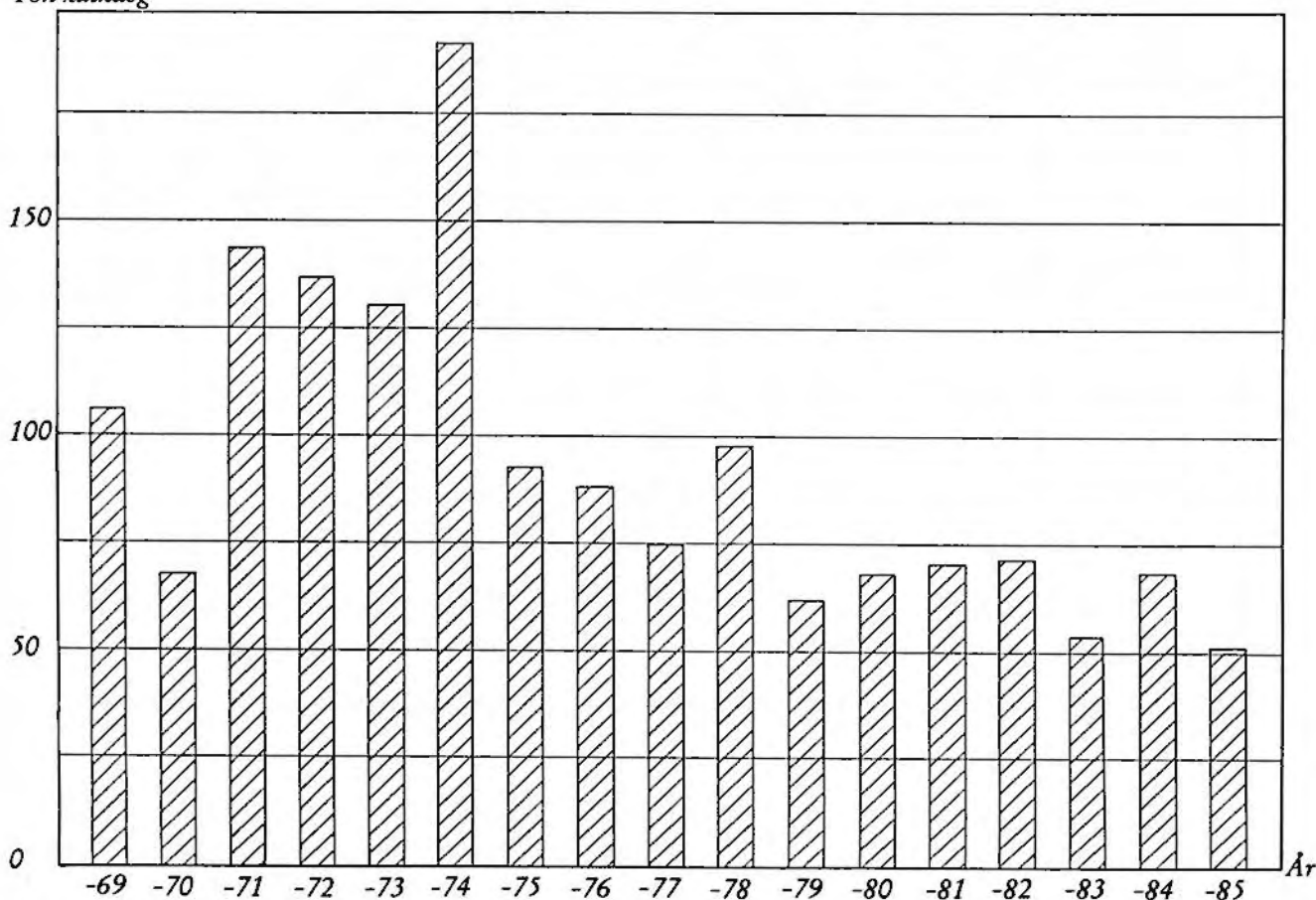
## Försäljning

Aterförsäljningen av den våtsläckta kalken från Hejnum framgår av vidstående diagram. Ett ton våtsläckt kalk motsvarar åtta hektoliter. Det bör dock framhållas att någon direkt jämförelse med äldre försäljningssiffror ej låter sig göras utan besvärliga och många gånger osäkra omräkningar. Den äldre släckta kalken var i princip torrsläckt och den osläckta kalken innehåller inte någon tillsats av vatten.

De första åren såldes den våtsläckta Hejnumkalken i första hand för att användas som putsbruk. Vid sjuttioalets mitt blev det allmän lågkonjunktur i byggbranschen. Den lägre sysselsättningen avspeglade sig också på försäljningssiffrorna för våtsläckt kalk. De gick ner, men har sedan dess också legat kvar på denna lägre nivå. Att en uppgång inte följt på de förbättrade konjunkturerna anser man dels bero på den ökade konkurrensen från tillverkarna av torrbruk, dels på att den våtsläckta kalken nu till största delen går till avfärgningsarbeten. För dessa går det inte åt lika stora kvantiteter. Försäljningen sker i första hand inom landet, men även till de övriga skandinaviska länderna.

Till en början försåldes kalken i plasttunnor om 60 kg. Dessa var dock arbetssamma att hantera och

*Ton kalkdeg*



Försäljning av våtsläckt gotlandskalk 1969-85, angivet i ton kalkdeg.



Från kalkgravarna fylls kalken på plåtburkar med hjälp av en skruvledning.

när priset på plast dessutom gick upp, övergick man 1982 till plåtburkar. Dessa är på 25 kg, vilket innebär att de rymmer 20 liter.

# Sammanfattning

Kalk för byggnadsändamål har tillverkats på Gotland sedan urminnes tider. Byggnadslämningar från 1000-talet visar att man redan då var väl insatt i konsten att mura, putsa och måla med kalk. Kalkproduktionen har haft stor betydelse. Periodiskt har stora mängder kalksten och bränd kalk exporterats till länderna runt Östersjön.

Tillverkningen av kalk med "traditionella" metoder har funnits på Gotland fram till slutet av andra världskriget. Då höll denna tillverkning helt på att försvinna. Samtidigt fanns emellertid ett uttalat behov av kalken, i första hand till restaureringar av öns många värdefulla medeltida kyrkor. Därför togs på 1960-talet initiativ till en fortsatt tillverkning efter äldre metoder, vilken har bedrivits i AMS regi. Idag står Byggnadshyttan på Gotland för verksamheten.

Kalksten bryts, speciellt för den nuvarande tillverkningen av kalk i Hejnum, i ett stenbrott som bedömts ha en lämplig sten för bränning av kalk till byggnadsändamål. Stenen har en obetydlig halt av föroreningar. Den bryts i skivor av varierande storlek.

## Bränning

Kalkugnen ligger i anslutning till stenbrottet. Stenen sorteras före liksom efter bränningen för att undvika föroreningar och förekomst av obränd eller överbränd sten. Ugnen är byggd under 1900-talet men är av en typ som använts sedan medeltiden. Invändigt är ugnen formad som en stående cylinder med ca 2,6 meters diameter och ca 3,5 meters höjd. Ugnen eldas nertill, med ved, och är öppen upptill. Ugnen rymmer 14 ton råsten. Stenen placeras i ugnen så att värmen skall bli så jämnt fördelad som möjligt.

Bränningen tar ungefär tre dygn. Temperaturen uppvisar relativt stora skillnader i olika delar av ugnen. Mängden obränd eller dödbänd kalk är dock liten. Till skillnad mot i de större ugnarna som togs i bruk på 1800-talet och i dagens olje- och koleldade ugnar kan bränningen inte ske i en kontinuerlig process.

## Släckning

Den brända kalken släcks på en plats i närheten av Visby. Kalken våtsläcks till skillnad från dagens industritillverkade kalk, som torrsläcks. Den brända kalkstenen tippas i ett stort plåtkar med mycket vatten. Den faller sönder under värmeutveckling, rörs ut till en välling, silas ner i markgravar, som är ca 2×3 meter och drygt 2 meter djupa samt har botten av sand och sidorna klädda med bräder. I gravarna avgår överskottsvattnet och kalkdegen får med tiden djupa torksprickor. Den färdiga kalken har pastakonsistens. Den levereras i 20 liters tunnor och kan beställas hos Byggnadshyttan på Gotland, telefon 0498-710 27.

## Unik tillverkning

Kalktillverkningen på Gotland efter äldre metoder har självfallet ett byggnadstekniskt-historiskt intresse. Kalken har stor betydelse för vården av kulturhistoriskt värdefulla byggnader, den har använts vid många restaureringar inte bara på Gotland och i övriga Sverige utan även i andra länder. Speciellt viktig har kalken varit för målningsarbeten både exteriört och interiört liksom vid renovering av dekorativt kalkmåleri. Produktionen har haft stor betydelse för utvecklingen av dagens fabrikstillverkade kalkputser och kalkfärger.

## Summary

Lime for building purposes has been produced in the island of Gotland from time immemorial. Remains of buildings from the 11th century show that even then people were very well acquainted with the art of building, plastering and painting by means of lime. The production of lime has been of great importance. In periods great quantities of limestone and burnt lime have been exported to the countries round the Baltic.

The production of lime through "traditional" methods has been going on in Gotland until the end of World War II. Then the manufacture was about to disappear totally. At the same time, however, there was a clear need of lime, at first hand for the restoration of the numerous valuable medieval churches of the island. Therefore, in the 1960s, initiatives were taken in continuing the production according to old methods. This production has been carried on by "AMS" (the Labour Market Board). Today the "Byggnadshytta" (building workshop) of Gotland is responsible for the enterprise.

Limestone is quarried, especially for the present production of lime at Hejnum, in a stone-pit, where the stone is considered suitable for burning lime for building purposes. The stone has a very small percentage of pollution. It is quarried in slices of varying size.

### Burning

The lime furnace is located in connection with the quarry. The stone is sorted before and after burning, to avoid pollution and the presence of unburnt or overburnt stone. The furnace has been built during the 20th century, but it is of a type that has been used since the Middle Ages. Internally the furnace is shaped like a standing cylinder and has the diameter of 2.6 metres and the height of 3.5 metres. The furnace is heated with wood at the bot-

tom and is open at the top. It holds 14 tons of unburnt stone from the quarry. The stone is placed in the furnace so that the heat shall spread as equally as possible.

The burning takes about three days. The difference of temperature is rather great between different parts of the furnace. The amount of unburnt or overburnt lime, however, is small.

### Slaking

The burnt lime is slaked at a place near Visby. The lime goes through a wet slaking process unlike the lime of today, industrially produced, which goes through a dry slaking process. The burnt limestone is tipped into a big tin tub, containing a large quantity of water. It decomposes under growing heat, is stirred into a gruel and is strained down into trenches, 2×3 metres in length and 2 metres in depth, with boarded sides and a bottom of sand. In the trenches the surplus of water vanishes, and gradually dry cracks appear in the lime dough. The consistency of the finished lime is like paste. It is delivered in barrels of 20 litres and can be ordered from Byggnadshyttan på Gotland, tel. 0498-710 27

### Unique production

Lime production according to old methods in Gotland is of course of great interest, both historically and in the area of building technology. Lime is of importance for the care of historic buildings of cultural value, it has been used in many restorations, not only in Gotland but also in the rest of Sweden and in other countries. Lime has been especially important for inside and outside painting as also for the restoration of decorative mural paintings. The production has been important for the development of industrially produced lime plaster and lime-wash today.



## **Bilaga**



Temperaturmätning vid traditionell kalkbränning i Hejnum,  
Gotland.

Mätningarna utförda i AMS kalkugn på Gotland vid Rings gård  
i Hejnum under tre dagar, 7-10 maj 1984.

## 1. INLEDNING

Som ett led i dokumentationen av AMS kalktillverkning på  
Gotland, har tekniska institutionen och vårdbyrån vid RAÅ  
utfört temperaturmätningar i ugnen under processen. Syftet  
var i första hand att dokumentera temperaturfördelningen  
under bränningen i en kalkugn av traditionell typ, då upp-  
gift härom saknas. Resultaten kan ligga till grund för  
utvärdering av processen i syfte att finna förklaringar  
till äldre kalkputsers positiva beteende i förhållande  
till senare tiders.

Resultatet visar att ugnens verkningsgrad är låg så som  
processen drivs idag. Fördelningen av värmen är ojämn med  
områden som har för låg temperatur, vilket ger en ofull-  
ständigt bränd sten och andra områden med för höga tempera-  
turer vilket ger dödbränd sten. I undersökningen deltog  
Ejnar Brydolf, Sven-Olof Hjort och Mille Törnblom.

## 2. METOD

Temperaturen i ugnen har mätts på två olika sätt, med  
pyrometriska smältkoner och med termoelement av typ K.

För mätning med smältkoner användes Orton Standard  
Pyrometric Cones, tillverkade av The Edward Orton  
Jr. Ceramic Foundation, Ohio, USA.

Följande koner användes:

Kon nummer 018 med smälttemperatur	715°C
015	805
09	925
05	1045
02	1120
6	1220
11	1305
15	1430
20	1550

Konerna, som är smala tresidiga pyramider med  
höjd ca 5 cm, ställdes i dräneringsrör av tegel  
i smälttemperaturordning. De fixerades med eld-  
fast cement (fig ). När ugnen fylldes med  
kalksten placerades sammanlagt 26 rör med vardera  
9 koner ut på olika nivåer i ugnen. Dessa mätningar  
ger den maximala temperaturen i varje mätpunkt, dvs  
temperaturen har varit högre än smälttemperaturen  
för vid högsta värdet smälta koner, men lägre än  
smälttemperaturen för nästa kon som klarat sig.

Temperaturmätningen med termoelement har utförts  
i fem fasta mätpunkter med termoelement typ K och  
en temperaturindikator som är linjär upp till 1200°C.  
Vid temperaturen 1370°C visar instrumentet 1360°C.  
Termotråden isolerades med två-håls-isolatorer i  
bottnade kantlör. Med tanke på de stora rörelserna  
i ugnen under bränningen nedfördes elementen uppi-  
från och fick sitta i under hela bränningen. För  
att kantlörerna och därmed termoelementen ej skulle  
skadas då ugnen fylldes nedsattes stålör, som led-  
rör för mättoner. Då ugnen var fylld nedfördes kan-  
talörerna med termoelementen, vilka anslöts till mät-  
utrustningen. Denna avlästes två gånger per timme  
under hela processen, liksom lufttemperaturen och  
vindriktningen. Under hela bränningen registrerades  
omgivningens temperatur och luftfuktigheten.

## UGNEN

Ugnen består av ett närmast cylindriskt schakt, in-  
vändigt beklätt med eldfast tegel.  
Cylinderns innermått är  $\varnothing$  2700 mm och höjd 3450 mm.  
På ena sidan av ugnsschaktet finns en 830 mm bred  
öppning som går uppför kranen och ned till en  
punkt 1600 mm från botten. Genom denna öppning fylls  
ugnen.

På motsatt sida i bottennivån finns eldningsöppningen  
vilken är 650 mm bred och 900 mm hög.

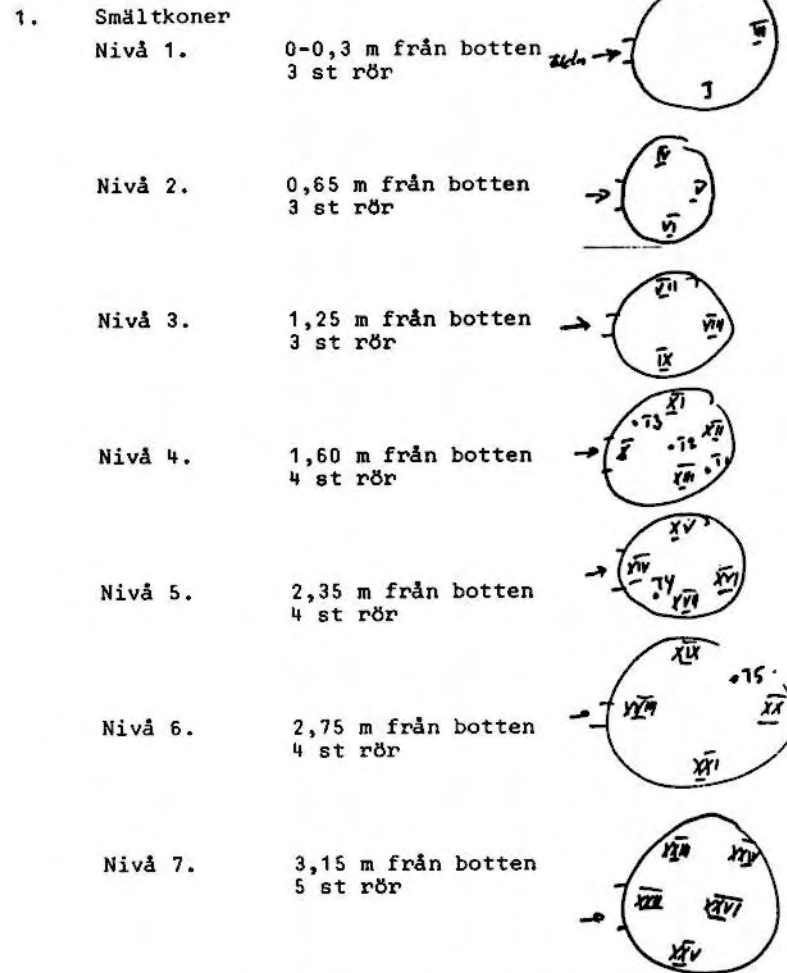
Ugnen fylls med liggande kalkstensskivor så att  
eldningsöppningen fortsätter i en kanal in i ugn-  
botten med samma bredd och höjd som öppningen. Denna  
kanal avslutas med en T-formad tvärkanal. När rätt  
höjd på kanalen erhållits (900 mm) ställs stora  
skivor av kalksten som ett valv över kanalen som så-  
lunda sluts.

Därpå fylls ugnen vidare med mindre kalkflis stående  
på kant för dragets skull. Chargeringen avslutas med  
att kalkflis åter läggs som ett lock vilket slut-  
ligen täcks med eldfast tegel.

Öppningen genom vilken ugnen fyllts muras igen med  
eldfast tegel och cement.

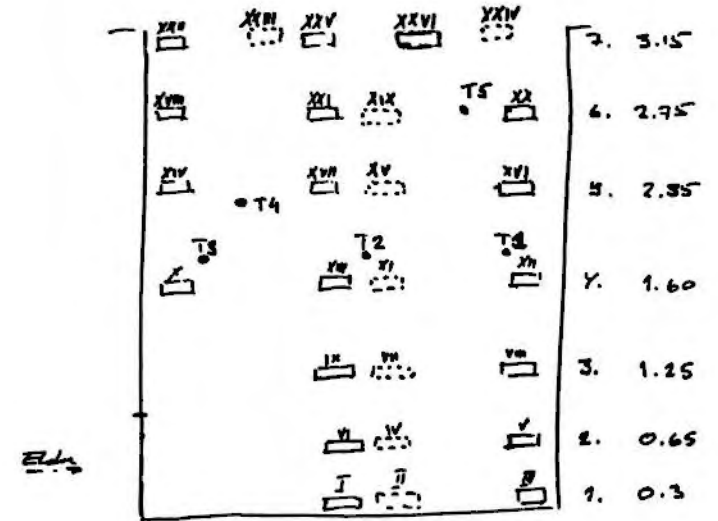
I ett försök att påverka draget i ugnen insattes tre  
klena trästockar vertikalt för att när dessa bränts  
bort ge dragkanaler. Diametrarna på dessa var 70, 80  
och 85 mm och längden ca 2000 mm.

MÄTPUNKTER



Alla rör har placerats ca 0,4 m från ugnsväggen. Över nivå 7 täcks ugnen med kalkflis och överst eldfast tegel.

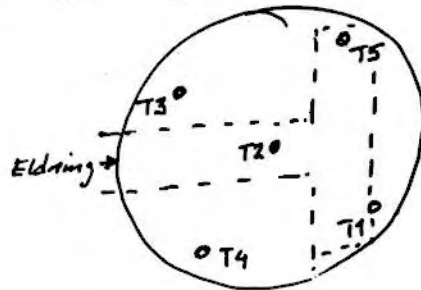
Smältkonernas placering vertikalt streckad markering innebär placering på bortsidan i ugnen.



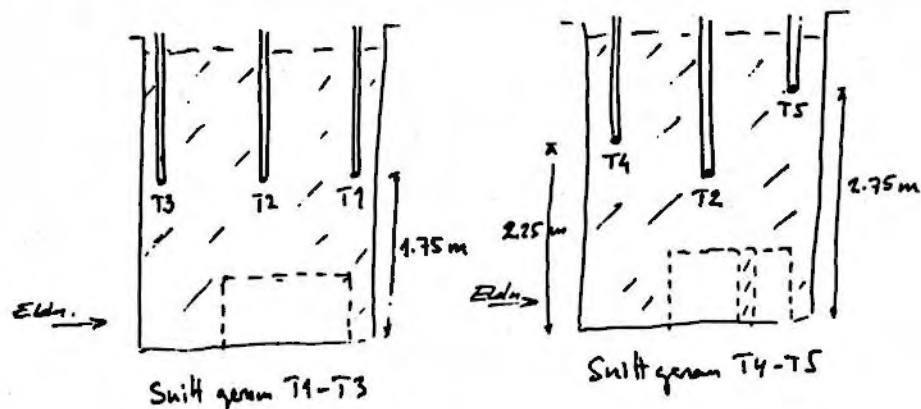
Lägena för termoelementens mätpunkter har lagts in även här, se vidare 4.2 nedan

## 4.2 Termoelementens mätpunkter

Termoelementen, numrerad T1 till T5 har olika längd och mäter således på olika nivåer i ugnen. T1, T2 och T3 mäter 1,75 m från botten, dvs mitt i ugnen längs en diameter.



T4 mäter temperaturen ca 2,25 m från botten och T5 ca 2,75 m från botten.



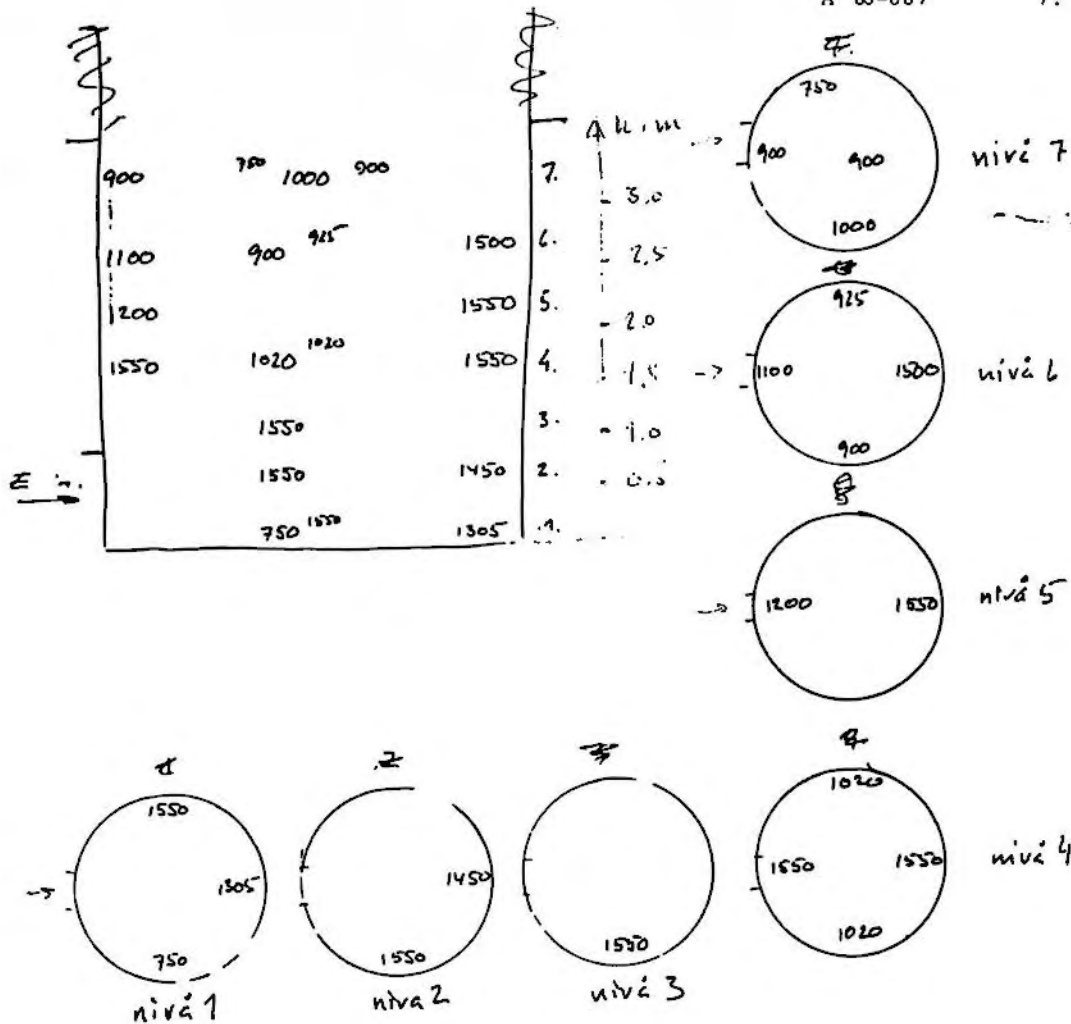
## 5. RESULTAT

Ugnen tändes 7 maj 1984 kl 08.00. Vinden var svag och sydlig, lufttemperaturen +5°C och relativa luftfuktigheten 82%. Bränningen avslutades 10 maj kl 00.30. Vinden var under hela bränningen svag men vindriktningen växlade varvet runt. Regn sammanlagt ca 1,5 tim på morgonen den 9 maj. Lufttemperaturen var mellan 0 och +15°C. Luftfuktigheten varierade kraftigt mellan 95% nattetid och 35% varmaste dagtid.

## 5.1 SMÄLTKONER

Sedan ugnen släckts ned och fått svalna, tömdes den. Keramrör med smältkoner identifierades och registrerades. Somliga rör hade smält fullständigt och runnit ner i ugnen värför de ej har kunnat lokaliseras. För de klart identifierade erhöles följande resultat.

Nivå 7	XXII	805-925
	XXIII	715-805
	XXV	925-1045
	XXVI	805-925
	XXIV	
Nivå 6	XVIII	1645-1120
	XIX	~ 925
	XX	~1500
	XXI	805-925
Nivå 5	XIV	1120-1220
	XV	
	XVI	>1550
	XVII	
Nivå 4	X	>1550
	XI	1020
	XII	~1550
	XIII	1020
Nivå 5	VII	
	VIII	
	IX	>1550
Nivå 2	IV	
	V	~1450
	VI	>1550
Nivå 1	I	715-805
	II	1550
	III	1305



Temperaturfördelningen i ugnen enligt registrering av maximitemperaturen med smältkoner.

## 5.2 TERMOELEMENT TYP K

Mätställen 2,3 och 4, dvs de delar av ugnen som ligger närmast eldningskanalens inlopp i ugnen, värms snabbast under inledningsskedet. Vid mätställe 1 och 5 stiger temperaturen till en början långsammare. Efter ungefär ett dygn har temperaturen i stort sett utjämnats så att mätställe 1, 2, 3 och 4 endast skiljer ca 150°. Temperaturen är nu omkring 800°C. Mätställe 5 som ligger högst upp i ugnen är ännu ca 100° kallare, dvs omkring 700°C. Under 12 timmar är temperaturen relativt stabil, utom vad gäller mätpunkt 2 som stiger kraftigt till 1150°C. Punkt 1, 3, 4 och 5 har en temperatur omkring 850°C. Ugnen har nu brunnit i 36 timmar och skall brinna ytterligare 28 timmar. Under dessa timmar skiljer sig temperaturkurvorna åter och stiger långsamt och närmast rätlinjigt till temperaturer mellan 1100 och 1300°C utom i punkt 5 där sluttemperaturen är strax under 1000°C.

## 5.3 KOMMENTAR

Temperaturkurvorna visar att man redan efter 24-30 timmars bränningstid nått en plåtå på ca 800°C och med en relativt jämn temperaturfördelning i ugnen utom i dess översta delar. Där nås plåtån först efter omkring 36 timmar. Vid denna tid är dock temperaturen i ugnens nedre delar högre men fortfarande väl samlade. Vid brännings slut, som bestäms av en visuell bedömning av packstensens överyta och de på ytan synliga lågornas färg, är temperaturen i de olika mätpunkterna mycket spridd och delvis mycket för hög.

Såväl mätningarna med smältkoner, som de med termoelement visar att packstenen i vissa delar av ugnen måste bli dödbänd och i andra ofullständigt bränd. Den lämpliga bränningstemperaturen ligger omkring 900-1 000°C.

Värmeekonomin i ugnen är dålig. En stor del av bränslet går åt för att överhätta packsten som därvid också i stor utsträckning förstörs.

En annan utformning av packstensens inplacering i ugnen kan ge en bättre fördelning av temperaturen så att uppvärmningen sker mer jämnt nerifrån och upp i hela tvärsnittet.

En mer övertänkt planering av själva eldningskanalen kan ge en bättre ekonomi. Plåtån vid ca 800°C som nås efter 30 timmar bör kunna höjas något och en minskad intensitet i eldningskanalen, dvs ett minskat drag genom ugnen bör kunna påverka värmedistributionen uppåt i packstenen.

A 83-067

En utveckling av ugnstyper förutsätter praktiska försök vid flera bränningar.

RIKSANTIKVARIÉÄMBETET OCH  
STATENS HISTORISKA MUSEER  
Tekniska Institutionen

Mille Törnblom



ISBN 91-7192-713-1

ISBN 978-91-7209-771-1 (PDF) 2016

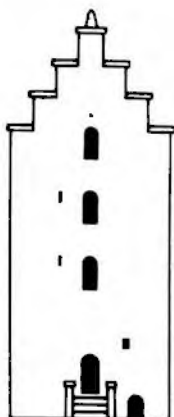
Denna rapport är en dokumentation av den sedan 1968 återupptagna traditionella kalktillverkningen på Gotland. I rapporten redovisas dels själva tillverkningsprocessen dels temperaturmätningar som utförts i ugnen under bränning.

Tillverkningsprocessen har beskrivits av Jan Lisiński, ARKSAM, som huvudförfattare samt Einar Brydolf och Henrik Kjellberg som medförfattare. Den senare har även haft det administrativa ansvaret för dokumentationen. Beskrivningen har faktagranskats av Ingmar Holmström, Riksantikvarieämbetet, Olle Jonsson, Åke G. Sjöberg och Torsten Eklund, Byggnadshyttan på Gotland, Jan Utas, Gotlands fornsal och David Simander, chef för Arbetsmarknadsstyrelsens förutvarande arbetsplats på Gotland. Temperaturmätningarna i ugnen har utförts av Mille Törnblom, Tekniska institutionen, samt Einar Brydolf och Sven Olof Hjort, Riksantikvarieämbetet.

Illustrationer, tabeller och kartor har utförts av Lars Björklund, Jan Lisiński och Stina Wedman. De båda senare har också svarat för skriftens layout.

Arbetet med rapporten har finansierats av Byggforskningsrådet, Riksantikvarieämbetet, Byggnadshyttan på Gotland och Gotlands fornsal.

**Utgivare:** Riksantikvarieämbetet  
**Tryck:** Nyströms Tryckeri AB  
Bollnäs 1987  
**Distribution:** Riksantikvarieämbetet  
Informationsenheten  
Box 5405, 114 84 Stockholm  
Telefon: 08-783 90 00



#### Våtsläckt GOTLANDSKALK

Kalken är bränd av gotländsk kalksten i vedeldad schaktugn, släckt med ett överskott av vatten och lagrad i markgravar enligt gammal metod.

Användningsområden: Målning av kalkputsade fasader  
Bindemedel till K-bruk.

**BYGGNADSHYTTAN på GOTLAND**  
Box 2095 621 02 Visby telefon: 0498-710 27

RIKSANTIKVARIÉÄMBETET OCH STATENS HISTORISKA MUSEER

**RAPPORT**

**RAÄ 1987:7**

THE CENTRAL BOARD OF NATIONAL ANTIQUITIES AND THE NATIONAL HISTORICAL MUSEUMS