

Naturligt hydrauliskt kalkbruk

Sölve Johansson

På flera platser i Sverige finns kalksten som ger naturligt hydraulisk kalk. Detta innebär att man många gånger erhöill hydrauliskt kalkbruk. I restaureringssammanhang är det viktigt att känna till detta och som utgångspunkt använda hydrauliskt kalkbruk där detta använts ursprungligen. Författaren redogör här för sin forskning presenterad i form av en licentiat- och doktorsavhandling i miljövetenskap vid Göteborgs universitet respektive Chalmers Tekniska Högskola (2004 resp. 2006).

Inledning

Avhandlingen i dess helhet, dvs. den 2006 presenterade doktorsavhandlingen jämte den 2004 framlagda licentiatavhandlingen, handlar om produktion och användning av hydrauliskt kalkbruk inklusive naturligt cement och puzzolankalkbruk vid byggande i de nordiska länderna, särskilt Sverige, från medeltid till nutid. Avhandlingen täcker ett fält där kunskaperna är bristfälliga.

Genom att den hydrauliska kalken innehåller hydrauliska komponenter, kiseldioxid SiO_2 , aluminiumoxid Al_2O_3 och järnoxid Fe_2O_3 , hårdnar den i samband med släckningen initialt genom tillsatsen av vatten, hydrati-

sering och vidare vid brukstillverkningen. Detta hydrauliska hårdnande går snabbt och leder till ett ökat mått av styrka i jämförelse med luftkalkbruk som hårdnar genom karbonatisering. Full hållfasthet ernås dock även för hydrauliskt kalkbruk genom långsam karbonatisering. Höghydrauliska bindemedel ger bruk som enbart hårdnar genom hydratisering (Tabell 1). På grund av att den kemiska processen för hydraulisk kalk skiljer sig från den för luftkalk blir även den förenklade kalkcirkeln annorlunda (Fig. 1).

Bindemedel	Grad av hydratisering	Grad av karbonatisering	Tryckstyrka
Luftkalk	0%	100%	2-3 N/mm ²
NHL2 Svagt hydraulisk kalk	45-50%	50-55%	2-7 N/mm ²
NHL3,5 Moderat hydraulisk kalk	75-80%	20-25%	3,5-10 N/mm ²
NHL5 Starkt hydraulisk kalk	80-85%	15-20%	5-15 N/mm ²
Portlandcement	100%	0%	35 N/mm ²

Den hydrauliska effekten kan beräknas bl.a. genom den hydrauliska modulen - även benämnd Cementindex CI - enligt Boynton m. fl., dvs. enligt följande:

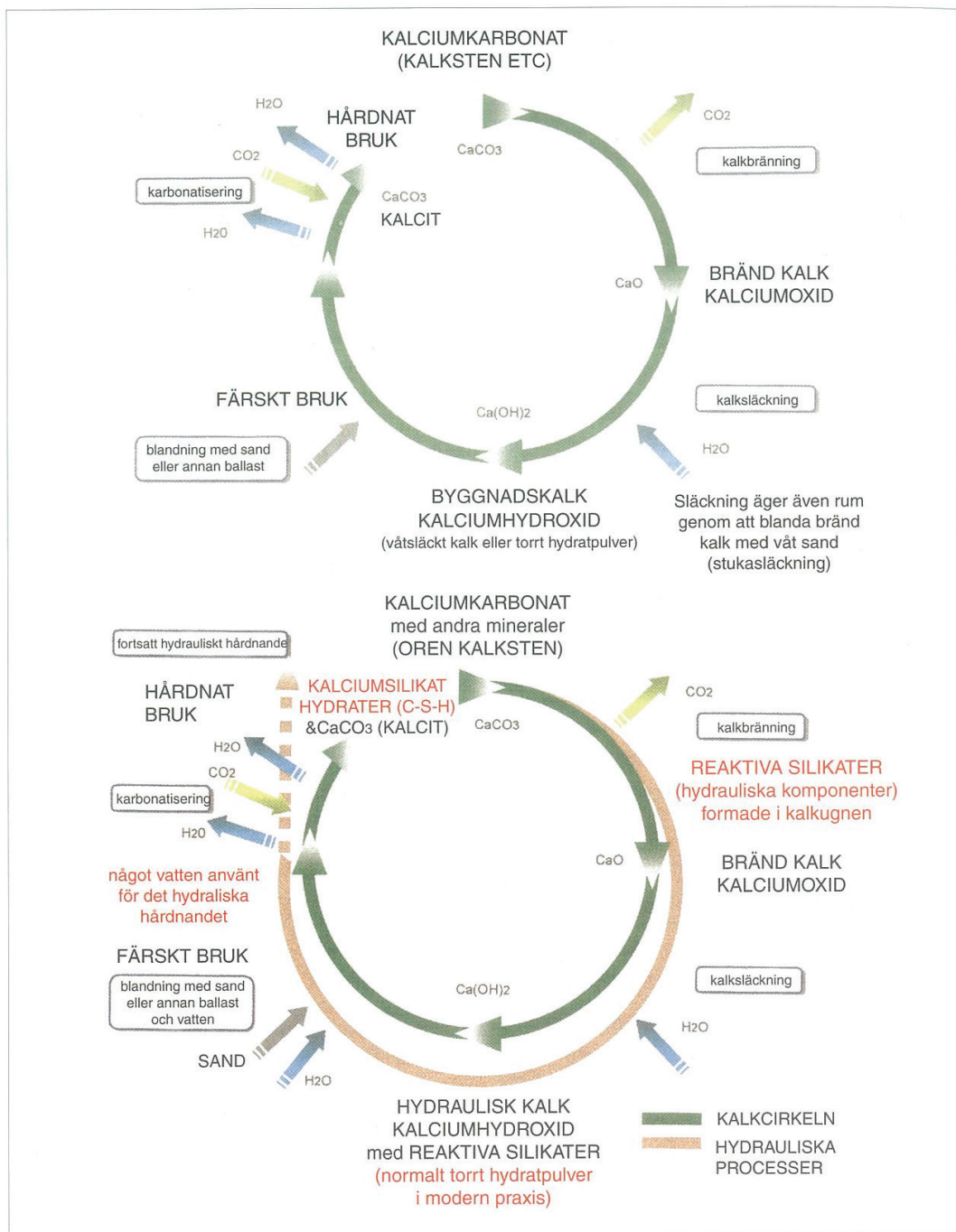
$$H_m = \frac{2,8 \times \% \text{SiO}_2 + 1,1 \times \% \text{Al}_2\text{O}_3 + 0,7 \times \% \text{Fe}_2\text{O}_3}{\% \text{CaO} + 1,4 \% \text{MgO}}$$

Den hydrauliska modulen för luftkalk är omkring 0-0,3, för svagt hydraulisk kalk 0,3-0,5, för moderat hydrau-

Tabell 1
Ungefärlig grad av hydratisering respektive karbonatisering enligt Alan M. Forster (Forster 2004, 4 Some considerations for carbonation).

Fig. 1

Den förenklade kalkcirkeln för luftkalk respektive hydraulisk kalk enligt Pat Gibbons (Gibbon 2003, Fig. 2 a och b).



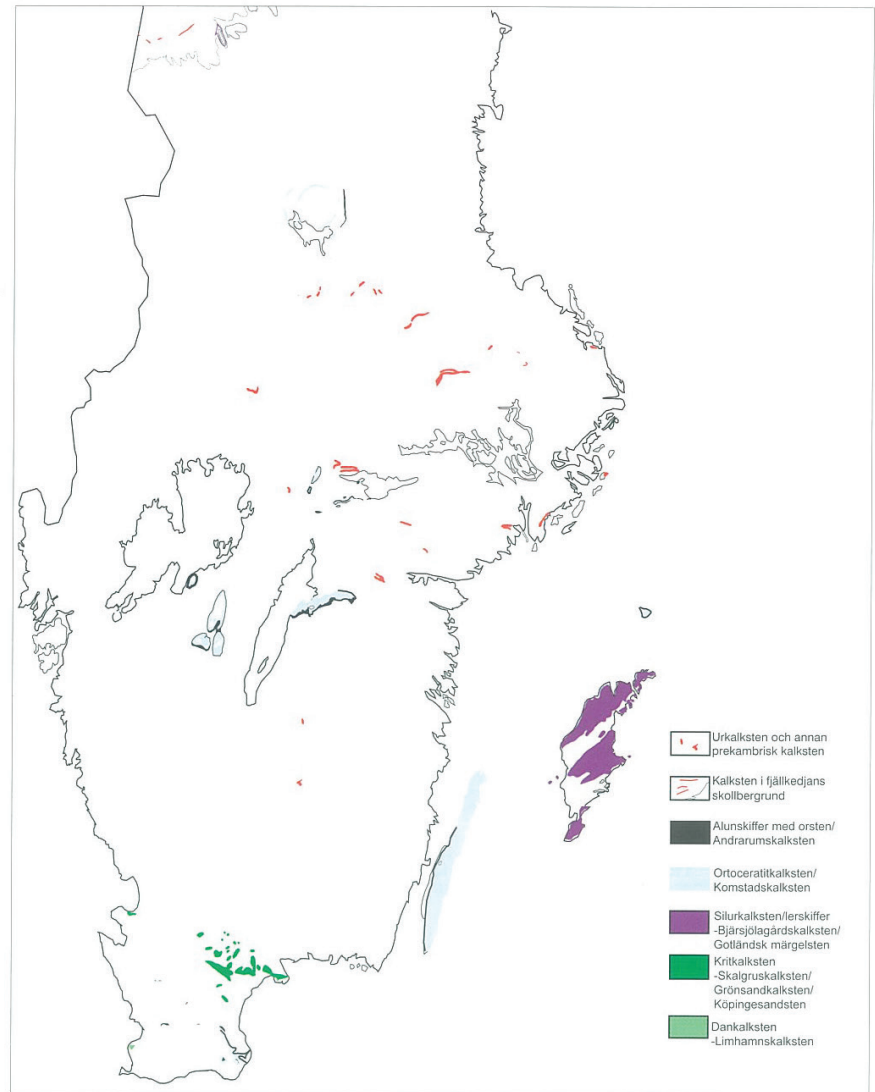
lisk kalk 0,5-0,7, för höghydraulisk eller stark hydraulisk kalk 0,7-1,1 och för naturligt cement över 1,1 (Se licentiatavhandlingen 2.4 Hydraulisk effekt). Härtill kommer subhydraulisk kalk som har en hydraulisk modul av 0,15-0,3 enligt Jan Erik Lindqvist och författaren.

Det fanns en allmän strävan att framställa bruk med hydrauliska egenskaper, som även ledde till utvecklingen av portlandcementet. Författaren är av den uppfattningen att det funnits en sådan strävan under lång tid, i Sverige åtminstone sedan 1700-talet. Detta undersöks och beläggs genom en kartläggning av produktion och användning av hydrauliskt kalkbruk samt naturligt cement och puzzolankalkbruk genom tiderna.

I licentiatavhandlingen ingår två undersökningar. Den första omfattar kunskaps- och forskningsläget rörande produktion och användning av hydraulisk kalk, hydrauliskt kalkbruk, naturligt cement och puzzolankalkbruk i ett historiskt perspektiv. Den andra omfattar förekomster och täkter med kalksten som har kunnat nyttjas för produktion av naturligt hydraulisk kalk, liksom av råvaror användbara för tillverkning av naturligt cement och puzzolankalkbruk såsom bl.a. tegel för tegelmjölskalkbruk och bränd alunskeer för skifferkalkbruk (Fig. 2:1-2). Den visar att det i Sverige finns en stor potential för produktion av hydrauliskt kalkbruk.

I doktorsavhandlingen knyts framställningen av kalk och övriga material till användningen i befintliga byggnader och anläggningar. Här ingår en detaljerad redogörelse för kalkbrukens sammansättning samt materialegenskaper liksom för produktion. Detta sker genom fyra delundersökningar, som omfattar fyra typer av bruk: (1) naturligt hydrauliskt och subhydrauliskt kalkbruk, (2) naturligt cement, (3) tegelmjölskalkbruk samt (4) skifferkalkbruk. Avsikten är att med undersökningarna karaktärisera och visa för vilka ändamål som dessa material har använts, dvs. till vilka objekt, med fördelning på användning som mur-, fog- och putsbruk, liksom för tillverkning av t.ex. fasaddekorationer. Naturligt hydrauliskt och subhydrauliskt kalkbruk användes redan under medeltiden. Huvudsakligen behandlas dock förhållandena under 1600-talets slut och under 17-, 18- och 1900-talen. Naturligt cement användes endast under 1800-talet.

De undersökningar som ingår i doktorsavhandlingen baseras på egna och andra tillgängliga byggnads- arkeologiska undersökningar och iakttagelser, samt bruksundersökningar. Byggnadsundersökningarna är gjorda i samband med restaureringsarbeten och fasadrenoveringar. Bruksundersökningarna består av kvantitativa och kvalitativa mikroskopiska analyser av tunnslip



samt kemiska analyser, så att den hydrauliska modulen kan beräknas, samt i begränsad omfattning SEM/EDS- och XRD-analyser (svepelektronmikroskopi/energidispersiv röntgenspektrometri och röntgendiffraktion).

Det omfattande antalet tunnslipsanalyser (78 stycken) och kemiska (39 stycken) analyser samt antalet analyserade komponenter är unikt för undersökningar av hydrauliska kalkbruk i Sverige. Analyserna ger därmed en helt ny information om dessa bruk.

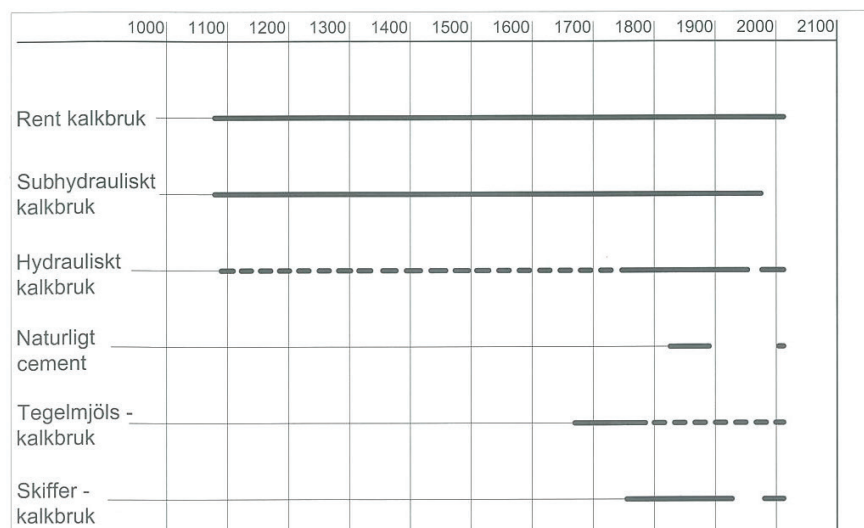
Fig. 2:1
Förenklad karta över förekomster av kalk med hydrauliska komponenter och det puzzolaniska materialet alunskeer. Södra Sverige. Atlas över Sverige 1957. Sölve Johansson 2004. Reviderad 2007.

Fig. 2:2
Norra Sverige.



Tabell 2
De äldre brukstypernas utveckling
i Sverige. Sölve Johansson 2007.

Förklaringar:
— Kontinuerlig utveckling
--- Sporadisk utveckling.



Undersökningarna visar att hydrauliskt kalkbruk är ett traditionellt byggnadsmaterial som har intagit en viktig roll vid byggandet i Sverige från medeltid till nutid. Samma sak gäller även för Danmark och Norge. Flertalet kalkbruk med hydrauliska komponenter före 1700-talet är subhydrauliska enligt föreliggande undersökningar. Under andra hälften av 1700-talet utvecklades kunskapen om hydrauliskt kalkbruk. Då kunde den hydrauliska effekten öka och 1770 uppfanns "det svenska cementet", skifferkalkbruket. Naturligt cement importerades från England under 1800-talet, huvudsakligen för tillverkning av fasaddekorationer. (Tabell 2).

Enligt kraven på autenticitet och kompatibilitet vid vården av kulturhistoriskt värdefulla byggnader är det viktigt att som utgångspunkt använda hydrauliskt kalkbruk vid de mureri- och putsarbeten där detta har använts ursprungligen.

Sammanfattning naturligt hydrauliskt kalkbruk, naturligt cement, tegelmjölkskalkbruk och skifferkalkbruk

Resultaten av gjorda undersökningar sammanfattas enligt följande uppställning för naturligt hydrauliskt kalkbruk, naturligt cement, tegelmjölkskalkbruk och skifferkalkbruk:

1. Karaktäristik och tekniska egenskaper hos bruken (hårdhet, täthet, homogenitet, styrka, volymandelar för olika komponenter såsom bindemedel - pasta, kalkklumpar m.m., ballast, puzzolaniska material m.m., övriga material och luftporer i de hårdnade bruken, blandningsförhållanden, ballastens storlek och utseende, delvis redovisade i tabellform).
2. Kemisk sammansättning av hydrauliska komponenter, kalciumoxid (CaO) och magnesiumoxid (MgO) samt hydraulisk modul redovisade i tabellform.
3. Brytning, bränning, släckning, blandning m. m.
4. Praktisk användning (mur- fog- och putsbruk m.m.)
5. Ytbehandling och avfärgning
6. Tidsepok, ålder
7. Geografisk utbredning inklusive kartor med objekt behandlade i doktorsavhandlingen med naturligt subhydrauliskt och naturligt kalkbruk, naturligt cement, tegelmjölkskalkbruk och skifferkalkbruk.
8. Byggherrar, arkitekter och hantverkare m.fl. samt deras betydelse i sammanhanget
9. Bevarande, skydd m. m.



Allmänna slutsatser och diskussion - naturligt hydrauliskt kalkbruk

I Sverige har kalkbruk producerats och använts sedan 1000- eller 1100-talet med hydrauliska komponenter, i regel som subhydrauliska eller svagt hydrauliska bruk. Detta gäller exempelvis det gulbeige murbruket på Gudhems kloster i Falbygden i Västergötland (C14-daterat till perioden 1019-1160), samt det vitgrå/svagt beige fog- och putsbruket till kalkmålningarna i Fornåsa kyrka i Östergötland (1100-talets mitt). Dessa är förmodligen subhydrauliska eller svagt hydrauliska.

I föreliggande undersökning ingår två murbruk från tidig medeltid som är subhydrauliska, nämligen det brungrå bruket på Ornungas gamla kyrka vid Vårgårda i Västergötland (1200-talets början), och det gråbeige/gulaktiga bruket på Franciskanerklostret i Stockholm (1270-92; Fig. 3, 4, 5 och 6). Kalken till det medeltida Ornungabruket hämtades förmodligen från ortoceratitkalkstenen på Kinnekulle, dvs. från samma typ av

kalksten som finns i Jämtland, medan det 1700-talsbruk som användes vid en tillbyggnad i Ornunga, av allt att döma härrör från Kinnekulles orstenslager. Orstenen ingår i den kambriska alunskifferformationen. Det är viktigt att slå fast att ortoceratitkalksten, framför allt före 1700-talet, användes både som byggnadssten och för kalkbränning, bl.a. med hänvisning till De La Gardies bygghverksamhet på Läckö slott vid mitten av 1600-talet. Av den tyska byggmästaren Frans Stimers bygghverksamhet från 1650-talet framgår att man här vid denna tid brände samma kalksten som användes som byggnadssten, dvs. ortoceratitkalksten. Orstensanvändningen hänger framför allt samman med att den kunde brännas med den omgivande oljehaltiga alunskiffern, vilket upptäcktes vid slutet av 1700-talet. Bruket i Franciskanerklostret i Stockholm härrör från dess urkalksten som finns vid Runmarö i Stockholms skärgård. Runmarö ägdes vid denna tidpunkt av Franciskanerklosterorden.

Det i undersökningen äldsta daterbara klart hydrau-

Fig. 3

Ornungas gamla kyrka vid Vårgårda i Västergötland. Norra fasaden med stötfog mellan 1700-talsmurverk åt öster och medeltida murverk. Murbruket i det medeltida murverket är ett naturligt subhydrauliskt kalkbruk som förmodligen är baserat på ortoceratitkalksten från Kinnekulle och det rena 1700-talsbruket från orstenen från samma berg. Foto: Sölve Johansson 1992.



Fig. 4
Riddarholmskyrkan f.d.
Franciskanerklostret i Stockholm åt
sydväst. Här användes Runmarökalk
för tillverkning av ett naturligt
subhydrauliskt kalkbruk vid
murningsarbeten 1270-92. Foto: Sölve
Johansson 2005.

liska kalkbruket är från tiden omkring 1600. Detta gäller det vita murbruket till Våghuset i Stockholm (1595-1603). Det är svagt hydrauliskt, men har förmodligen hanterats på samma sätt som luftkalkbruk och subhydrauliska bruk, t.ex. genom selektivt urval av kalkstenen i kombination med stukasläckning. Vid denna tid hade kalktillverkningen utvecklats till ett förindustriellt stadium. På Runmarö i Stockholms skärgård, varifrån kalken till Våghuset kan ha kommit, fanns på 1500-talet ett kalkbruk ägt av kronan för tillverkning i stor skala av kalk. Runmarökalken blev 1691 omtalad i positiva ordalag av lantmäteridirektör Gripenhjelms, med hänvisning till användningen på Slottet Tre Kronor.

I Stockholmsområdet finns en grupp subhydrauliska och svagt hydrauliska kalkbruk från 15- och 1600-talen. Den närmaste kalkproducenten var Runmarö kalkbruk, men kalken härifrån var förmodligen förbehållen kronans byggprojekt som t.ex. Slottet Tre Kronor pga. att kronan ägde detta kalkbruk och den stora kalkbristen i

Stockholm. Beroende på kalkbristen förekom en betydande import. Kalk med hydrauliska komponenter, känd som oren kalk, togs från Åland, Estland (Dagö), Livland och Öland. På Dagö och Öland finns ortocera-titkalksten som normalt ger hydraulisk kalk. I avhandlingen redovisas flera byggnader med sådan kalk såsom Rydboholms slott (1550-1730; Ålands-, Livlands- och Ölandskalk samt Gotlandskalk), valven i Jakobs kyrka (1642-43; Ölands- och Livlandskalk), Södra Bancohuset (1676-88; bl.a. Ålands- och Livlandskalk), södra flygeln på Ulriksdals slott (1690-talet), och Tessin d.y:s palats (1692-97; Ålands-, Ölands- samt Gotlandskalk). Det undersökta murbruket i Södra Bancohuset är subhydrauliskt liksom Ulriksdals slotts murbruk.

Den skånska Andrarumskalken har en karaktäristisk brunaktig färg, men kan även vara grå och vitgrå. Denna kalk härrör från orstenen i den alunskifferformation från kambrium som i Skåne finns bl.a. i Andrarum. Den spreder över en stor del av dåtida Danmark. Ett mur- och



fogbruk från kastalen vid Benestads kyrka har undersökts av författaren liksom ett liknande fog- och putsbruk av detta slag på Lillöhus borg vid Kristianstad (1570-talet). Jan Erik Lindqvist har undersökt två vita och gulvita bruk på Saxtorps kyrka (omkring 1500 respektive 1550), som anses vara baserade på Andrarumskalk. Härtill har de gråvita bruken på pannhuset m.fl. byggnader vid Andrarums alunbruk (ca 1750) undersökts av författaren. Samtliga bruk är subhydrauliska. I Skåne finns även

Komstadskalksten, motsvarande ortoceratitkalkstenen i övriga landet, som liksom Kinnekullekalkstenen användes både som byggnadssten och för kalkbränning. Komstadskalksten, som även finns på Bornholm, användes på 1800-talet för tillverkning av Bornholmscement, dvs. ett naturligt cement som är ett mycket starkt hydrauliskt bindemedel.

I samtliga fall tyder gjorda undersökningar och observationer, som redovisas i avhandlingen, på att bruken

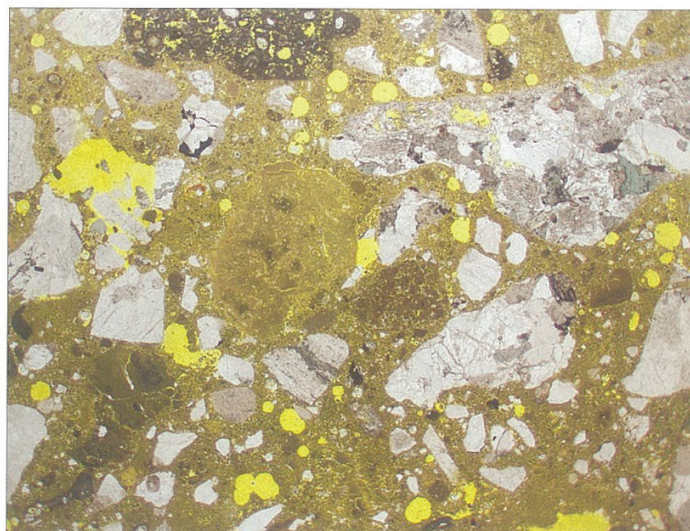


Fig. 5

Mikroskopifoto, Ormunga gamla kyrka prov hanband södra fasaden, dvs. ett medeltida murbruk. Bilden visar en kalkklump med kvarvarande fossil. Den senare tyder på att bruket tillverkats av kalk från ortoceratitkalkstenens täljstenslager. Bilden motsvarar ca 5,3 x 4,0 mm. Foto: SP.

Fig. 6

Mikroskopifoto, Franciskanerklostret prov. Bilden visar mörka hydrauliska och ljusa rena kalkklumpar samt i den övre bildkanten en slaggpartikel. Bildytan motsvarar ca 8,3 x 6,3 mm. Foto: SP.



Fig. 7

Västmanlands sluss i Gamla Hjälmare kanal, som reparerades 1770-76, ingår i delundersökningen om naturligt hydrauliskt kalkbruk pga. att hydraulisk Lenakalk från Uppland användes som murbruk vid denna reparation. Bruket är moderat hydrauliskt. Foto: Sölve Johansson 2003.

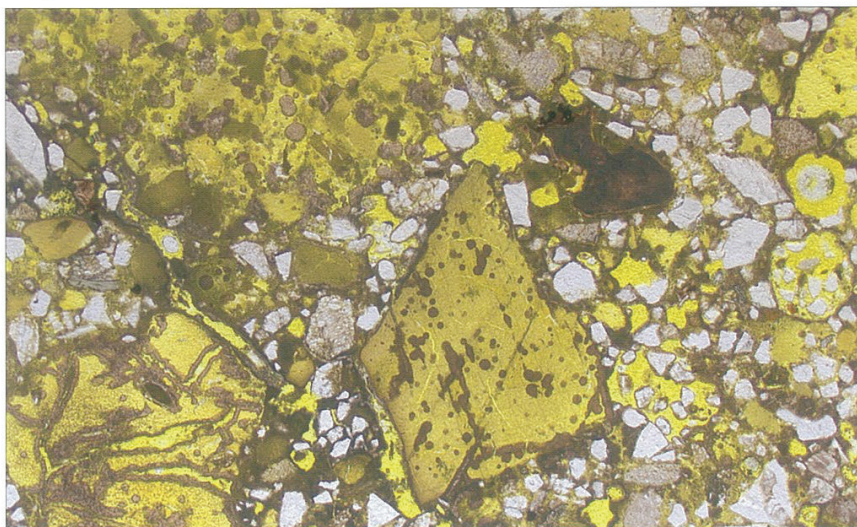


Fig. 8
Mikroskopifoto, Västmanlands sluss i
Gamla Hjälmar kanal prov. Bilden
visar kalkklumpar som har formen
av kalcitkristallernas spaltvinklar,
vilket visar att det är marmor, t.ex.
Lenakalksten, och inte kalksten som
använts vid kalkbränningen. Bildytan
motsvarar ca 5,3 x 4,0 mm. Foto: SP.

tillkommit genom god kunskap om produktion och användning. Denna uppfattning, om den generellt höga kvaliteten och hållfastheten hos bruken i gamla byggnader, delas av många forskare. En sådan forskare som tidigt beskrev brukens höga kvalitet under äldre tid i Sverige var Henrik Kreüger. Han visade i en uppsats 1916 att flera av dessa äldre bruk är mer eller mindre hydrauliska, liksom betonade betydelsen av långsam karbonatisering för hållfastheten. Den kalksten som kan antas ha nyttjats, dvs. ortoceratitkalksten i Väster- och Östergötland, och Runmarökalksten (urkalksten) i Stockholm, har normalt en hög hydraulisk modul och har förutsättningar för att resultera i hydrauliska bruk. Flertalet kalkbruk med hydrauliska komponenter före 1700-talet är subhydrauliska enligt föreliggande undersökning. Detta måste som antagits, innebära att rena kalkstenar valdes selektivt vid brytning för kalkbränning och att kalken brändes vid så låg temperatur och kort tid att de hydrauliska komponenterna inte aktiverades. Bruken innehåller kalkklumpar, delvis mörka hydrauliska klumpar vilka, tyder på att kalken släcktes genom stukasläckning. I övrigt kan denna kalk produceras och användas på samma sätt som ren luftkalk.

Enligt både Carl von Linnés och Petter Åhrstrands berättelser om kalkbränningen på Öland (1741 och 1768) kände man då till de orena kalkernas egenskaper, men man visste inte hur de skulle hanteras, och man insåg inte heller deras nytta. Under andra hälften av 1700-talet utvecklades, som ett led i frihetstidens

generösa och nyttoinriktade forskningspolitik som bl.a. ägnades åt kalkfrågan, kunskapen om hur de naturligt hydrauliska kalkbruken skulle tillverkas, och då kunde den hydrauliska styrkan öka. Vid vattenbyggnadsprojekt på 16- och första hälften av 1700-talet importerades både material och kompetens för sådana projekt, t.ex. trass från Holland med holländska byggmästare. I undersökningen ingår två bruk av detta slag med större styrka, mur- och fogbruken i Gamla respektive Nya Hjälmar kanal (1770-talet resp. 1819-22). Gamla Hjälmar kanals inhomogena bruk antas ha varit baserat på Lenakalksten (Vattholmamarmor?) från Uppland, samt Nya kanalens homogena bruk på ortoceratitkalksten, antingen från Närke eller Östergötland (Fig. 7 och 8). Dessa bruk är moderat hydrauliska, och särskilt det senare är av mycket hög kvalitet. Mikroskopianalyserna av bruken visar att hydratisering ägt rum, i det första bruket genom tillsats av vatten (se ballastkorn med alkalisk reaktion), och i det andra med hänvisning till att pastan endast delvis är karbonatiserad.

Östergötland, med Gustaf Erik Paschs undersökningar 1817-22 i samband med Göta kanal-projektet, blev vid denna tid ett centrum för den svenska kalkforskningen, och denna forskning kom att nyttjas även i andra sammanhang. Bruksforskningen ägnades både åt naturligt hydrauliskt kalkbruk, naturligt cement samt tegelmjöl- och skifferkalkbruk. Erfarenheterna spreds genom 1800-talets hand- och läroböcker. Enligt Otto Fahnehjelm, som 1879 redogjorde för sina undersökningar om möjligheterna att i Sverige producera portlandcement och hydraulisk kalk, var Pasch den ende som dittills hade gjort några mer omfattande undersökningar av hydraulisk kalk. Fahnehjelm hävdade vidare, att Pasch inte lyckades anträffa några större fyndigheter av god hydraulisk kalk. Det senare stämmer dock inte med författarens slutsatser.

Ett bruk som är svårt att definiera är 1853 års puts- och fasaddekorationsbruk på Gamla rådhuset i Skövde (Fig. 9 och 10). Det är antingen ett naturligt hydrauliskt kalkbruk eller en föregångare till portlandcement, dvs. ett s.k. Proto- eller Mesoportlandcement. Detta bruk är svagt hydrauliskt enligt den kemiska analysen, ett värde som förefaller vara alldeles för lågt. Ytterligare analyser planeras. Skövde ligger vid Billingen ett av Västgötabergen, varifrån kalken till rådhusbruket lär komma. Här användes framförallt ortoceratitkalksten.

Tomtens kalkbruk i Torbjörnstorp på Mösseberg i Västergötland tillverkade naturligt hydrauliskt kalkbruk av ortoceratitkalksten genom bränning med alunskiffer,



allt från starten 1913 till nedläggningen 1974. Ett bruk från 1913 (på fasaden till brukets disponentbostad) har undersökts, liksom ett bruk från 1969-70 (på sockenmagasinet vid Kungslenas kyrka; Tomurex D?), och de visar stora likheter. Dessa båda bruk är subhydrauliska. Det senare är mer homogent än det tidiga, vilket talar för att det är en industritillverkad produkt, till skillnad från det tidigare bruket som var hantverksmässigt tillverkat. Tomurex D var en hydraulisk kalk som tillverkades vid Tomtens kalkbruk 1954-74. Det var den sist tillverkade hydrauliska kalken i Norden. Den användes bl.a. i Kyrkbyn i Göteborg på 1950-talet. Den var moderat hydraulisk.

Sammanfattning

Sammanfattningsvis har naturligt hydrauliskt kalkbruk utvecklats under en mycket lång tid, från i huvudsak subhydrauliska bruk före 1700-talet, till svagt och moderat hydrauliska kalkbruk och puzzolankalkbruk på 17- och 1800-talen. Naturligt hydrauliskt kalkbruk används fortfarande, framför allt vid restaureringar. Användningen har varit mycket bred, framför allt som mur-, fog- och putsbruk i fuktutsatta lägen i husbyggnadssammanhang och som ingrediens i puzzolankalkbruk. Författarens slutsatser om de äldre brukstypernas utveckling i Sverige stämmer väl överens med bl.a. professor Franco Mas-sazzas slutsats om utvecklingen internationellt, att fram till 1800-talet, var kalkpuzzolanablandningar de enda hydrauliska bruk kapabla att hårdna under vatten.

Undersökningsbehov och fortsatt forskning

De i licentiatavhandlingen planerade fortsatta undersökningarna har i stor omfattning genomförts inom ramen för doktorsavhandlingen. Flertalet naturligt subhydrauliska och hydrauliska kalker och bruk av högt utforskningsvärde har undersökts av författaren. Detta gäller bl.a. *Runmarö- och Andrarumskalkerna* samt *Västgötabergets kalk* och *den kalk som använts i Hjälmare kanal* i begränsad omfattning, liksom *den kalk som använts i Bohuslän*. Den rikt använda *Ölandskalken* är väl känd genom andra forskares undersökningar.

Det aktuella forskningsläget har inte möjliggjort mer omfattande undersökningar av *Lenakalken*, vilken haft stor betydelse bl.a. för 1700-talets infrastruktur-satsningar. Bl.a. erfordras tillgängliga byggnadsarkeologiska undersökningar med bruksundersökningar av Gamla Upsala kyrka och Uppsala domkyrka. Forskningsläget tillåter inte heller undersökningar av hur *de potentiellt hydrauliska kalkerna i Östergötland, Närke, Siljansområdet och Jämtland* har nyttjats, och samma sak gäller *Komstads- och Bjärsjölagårdskalkerna i Skåne* samt *Slitelagermargeln och -kalkerna vid Slite på Gotland* under äldre tid. För den jämtländska kalkens del bör den förmodligen hydrauliska kalken från Tandsbyns kalkbruk i Brunfloområdet undersökas i förbindelse med dess användning för uppförandet av stenhusbebyggelsen i Sundsvall 1890-1908.

Att det använts hydraulisk kalk i Jämtland framgår bl.a. av den bruksundersökning av den invändiga bemå-

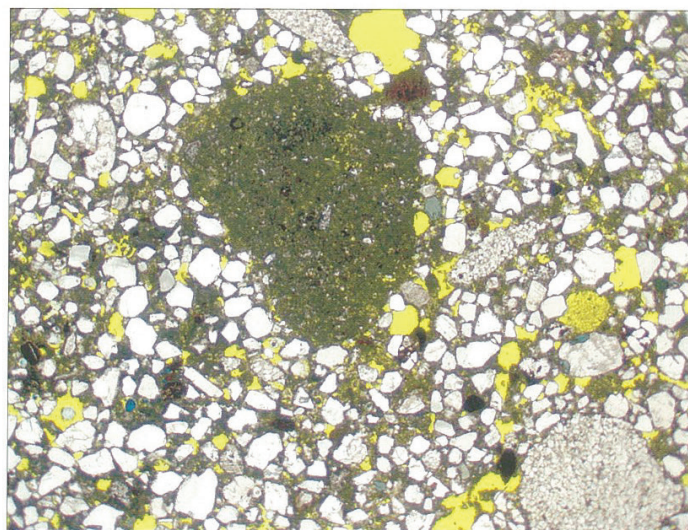


Fig. 9
Gamla rådhuset i Skövde i Västergötland efter en fasadrestaurering 2005. Här användes ursprungligen 1775-76 ett mur- och fogbruk som blev starkt hydrauliskt genom ett puzzolaniskt material, bränd alnskiffer, och 1853 då en ombyggnad genomfördes, ett naturligt hydrauliskt kalkbruk som fasadputsbruk. Det kan även vara en tidig typ av portlandcement. Foto: Sölve Johansson 2005.

Fig. 10
Mikroskopifoto, Gamla rådhuset i Skövde prov fasadputsbruk. Bilden visar en klump av hydrauliskt bindemedel i bruket. Bildytan motsvarar ca 5,3 x 4,0 mm. Foto: SP.

lade putsen i Ragunda gamla kyrka, som utförts genom konservator Misa Asp. Putsen tillkom då kyrkan försågs med kalkmålningar vid 1600-talets början och bedöms vara svagt hydraulisk. Det bör röra sig om kalk baserad på ortoceratitkalksten från Brunfloområdet. Ett liknande, förmodat hydrauliskt bruk användes även då kyrkan uppfördes omkring 1500. Detta bruk är fragmentariskt bevarat utvändigt, bl.a. vid ett par bomhål åt norr och väster, som förmodas vara från byggtiden.

Härtill kommer att kunskapen om de i denna avhandling behandlade kalkerna behöver fördjupas genom nya forskningsinsatser.

I några fall har författaren för avsikt att fortsätta med nya bruksundersökningar av ovan redovisade kalker. I flertalet fall måste denna forskning ske av andra, och i samarbete med andra engagerade forskare. Författarens avsikt har varit att stimulera intresset för sådana insatser.

Författaren har för avsikt att fortsätta undersökningarna av *Runmarökalken* med stöd bl.a. från det pågående marinarkeologiska Runmaröprojektet. Användningen av Runmarökalken bör kunna undersökas i t.ex. resterande delar av Slottet Tre Kronor. *Lenakalkens användning* står också högt på listan över sådana kalker. Det bör vara möjligt att undersöka bl.a. Sätuna säteri i Uppland i det hänseendet, liksom att fler undersökningar bör kunna ske av kalken i *Hjälmare kanal*. *Andrarumskalkens användning i hela dess spridningsområde*, dvs. i Danmark, bör undersökas genom samarbete med danska forskare. Utöver orstenen i Andrarum, dvs. Andrarumskalken, har författaren för avsikt att undersöka orstenen, dvs. *de bituminösa kalkstenbollarna i Motala*, som omtalas av bl.a. Pasch. För denna undersökning erfordras tillgång till råvaran.

Vidare finns det anledning för författaren att fördjupa undersökningarna av de bruk som förmodligen är exempel på *portlandcementets föregångare*, närmast Gamla rådhusets i Skövde fasadputsbruk från 1853. *I Norge uppfördes lustslottet Oscarshall på Bygdøy vid Oslo 1847-52 med ett fasadputsbruk av "cement". I samband med en förestående restaurering av Oscarshall pågår just nu bruksundersökningar för att se vad för cement som ursprungligen användes. En teori går ut på att det var portlandcement, dvs. en tidig typ av denna cementtyp. I så fall kan det vara en parallell till 1853 års fasad på Gamla rådhuset i Skövde.* I övrigt kommer författaren att insamla bruksprover från de framtida restaureringsuppdrag som kommer att genomföras. Detta gäller förmodligen huvudsakligen objekt i västra Sverige, och avser både

naturligt hydrauliskt kalkbruk och naturligt cement samt tegelmjöl- och skifferkalkbruk.

Stenhusstadens kalkbruk, dvs. det kalkbruk som användes i den svenska stenhusbebyggelsen under perioden 1880-1950, behandlas inte i doktorsavhandlingen framför allt pga. att underlagsmaterialet är alltför omfattande, och att författaren inte arbetat med denna slags bebyggelse i någon större omfattning. Här erfordras undersökningar som bl.a. kan baseras på bruksundersökningar utförda av SP i Borås. Utöver storstäderna Stockholm, Göteborg och Malmö är det i detta sammanhang intressant att utföra jämförande undersökningar av stenhusbebyggelsen i städer som exempelvis Helsingborg, Norrköping, Örebro, Uppsala och Sundsvall, dvs. städer med rik stenhusbebyggelse från perioden 1880-1950, och olika förutsättningar att utnyttja landets kalkstenförekomster.

I flera avseenden erfordras ny kunskap om brukens egenskaper ur bl.a. teknisk synpunkt och hur de har hanterats allt från brytning till applicering. Det är exempelvis viktigt att jämföra styrkan hos historiska subhydrauliska och hydrauliska kalker med de kalker som finns på marknaden nu för tiden.

Författaren påbörjade i samband med arbetet med föreliggande avhandling arbetet med att göra en *sammanställning av i Sverige tillgängliga hydrauliska kalker*. Denna sammanställning föreligger i en preliminär version för bearbetning och presentation i lämplig form. Ett stort problem utgörs av att några distributörer av hydraulisk kalk inte anger tillverkare och annan nödvändig information. Därför kommer denna att presenteras först i ett senare skede.

Det är även viktigt att *utveckla skyddet av kulturhistoriskt värdefulla brukstyper*. Det gäller bl.a. att ange *hur dessa bruk lämpligen vårdas, repareras och restaureras*. En viktig fråga är att utveckla metoder och material för konservering av historiska kalkbruk.

Försäljning av avhandlingen:

Avhandlingen ingår även i serien GÖTEBORG STUDIES IN CONSERVATION volym GSC nr 20 utgiven av ACTA UNIVERSITATIS GOTHOBURGENSIS.

Distribution: Acta Universitatis Gothoburgensis, P.O., Box 222, SE-405 30 Göteborg, Sweden.

www.ub.gu.se/service/acta/univ/gsc.xml

SØLVE JOHANSSON er restaureringsarkitekt i Byggkonsult Sølve Johansson AB. Artikkelens bygger på et foredrag på seminaret **Et seminar om kalkbruk med hantverks och materialperspektiv** som ble avholdt på Jamtli, 18. oktober 2006.

Byggnadstraditioner
i gränstrakter

Bygningstradisjoner
i grensetrakter

JAMTLI 
JÄMTLANDS LÄNS MUSEUM



STIFTELSEN
DOMKIRKEODDEN

2007