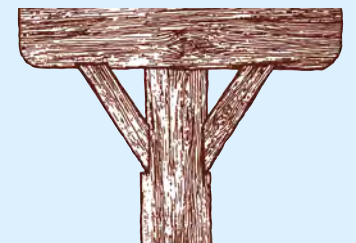


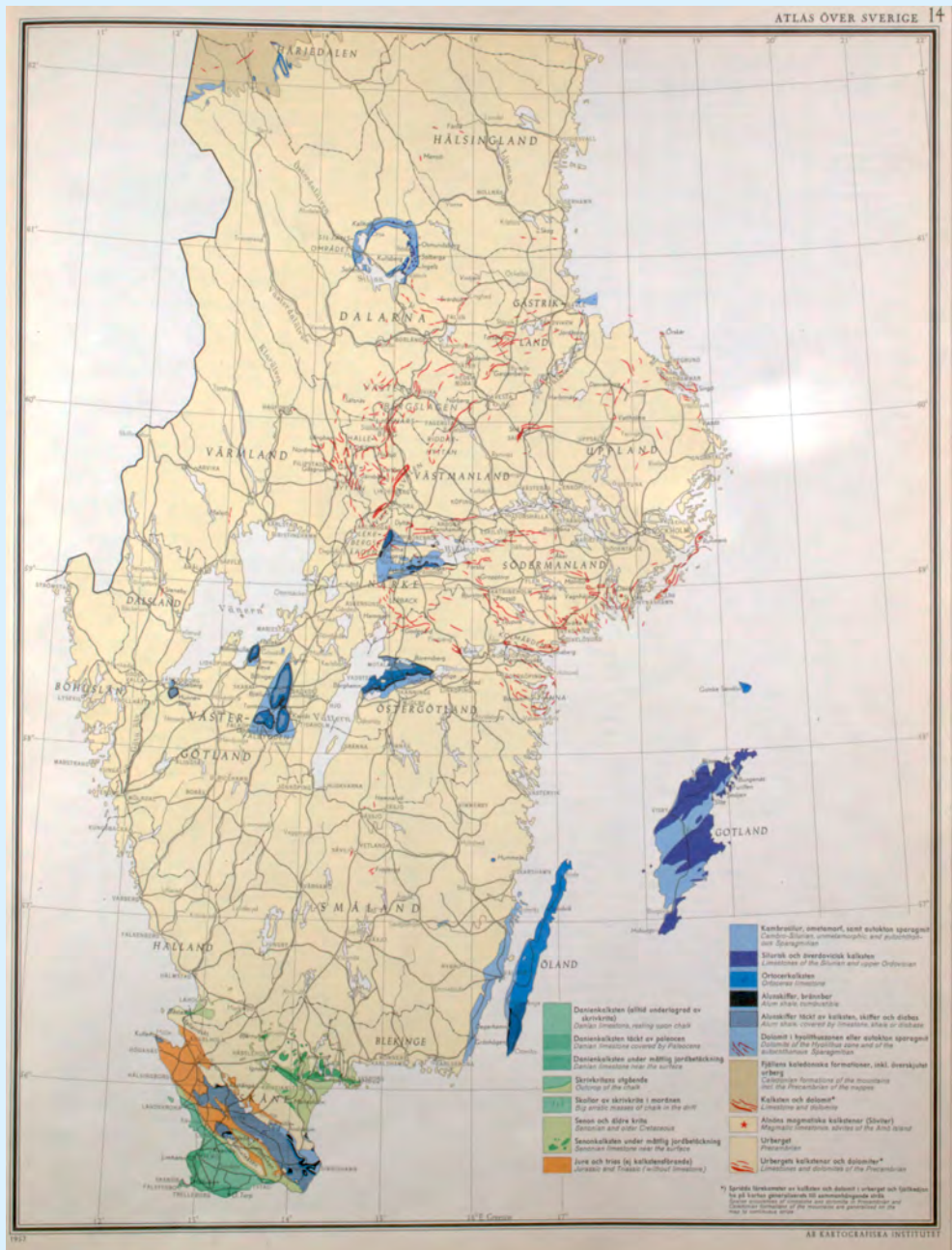
Produktion och användning av hydrauliskt kalkbruk i Norden från 1030 till 1977 -En översikt i tid och rum-



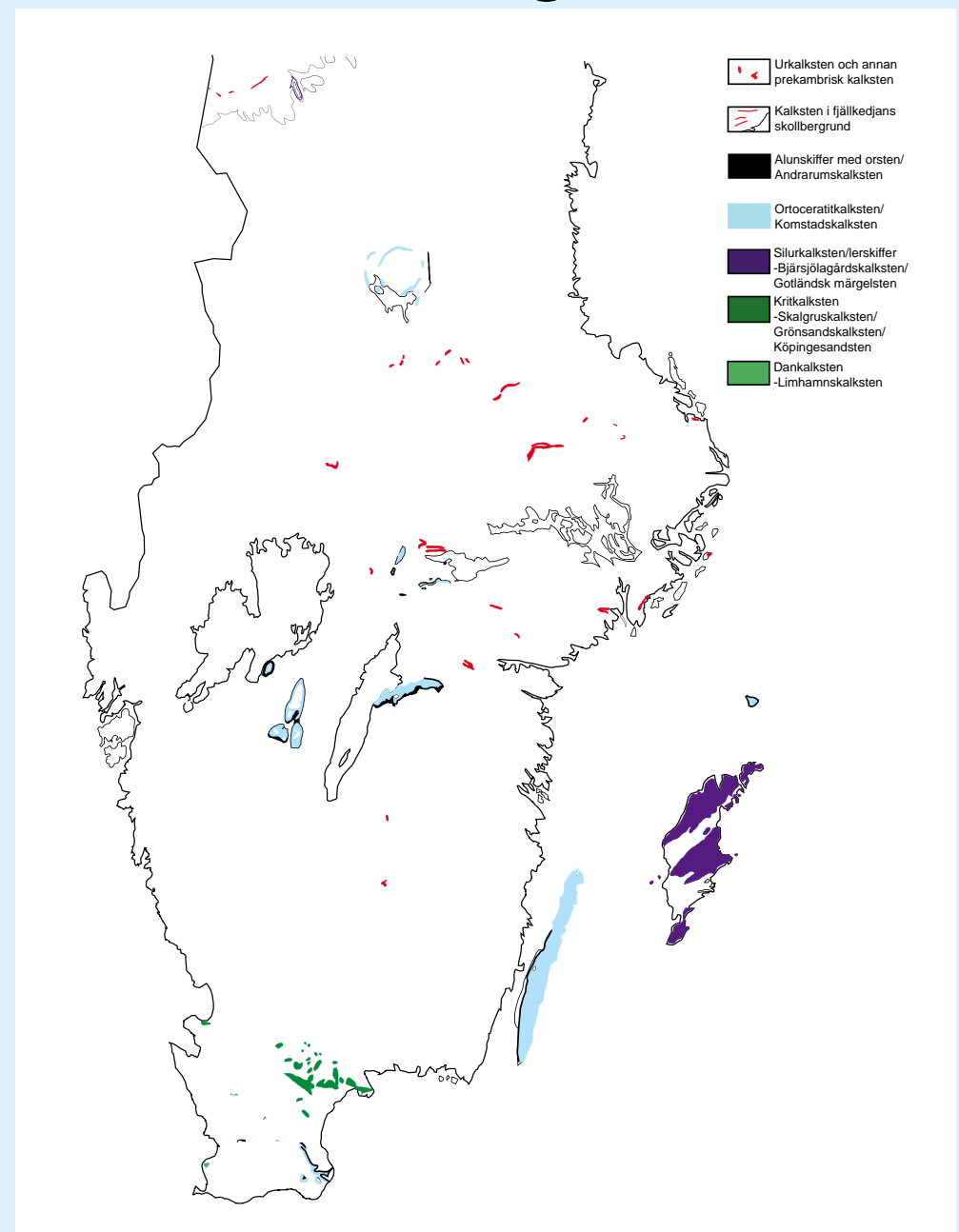
Sölve Johansson



Kalkförekomster i södra Sverige



Samtliga förekomster av kalk i södra delen av Sverige i Atlas över Sverige 1957.

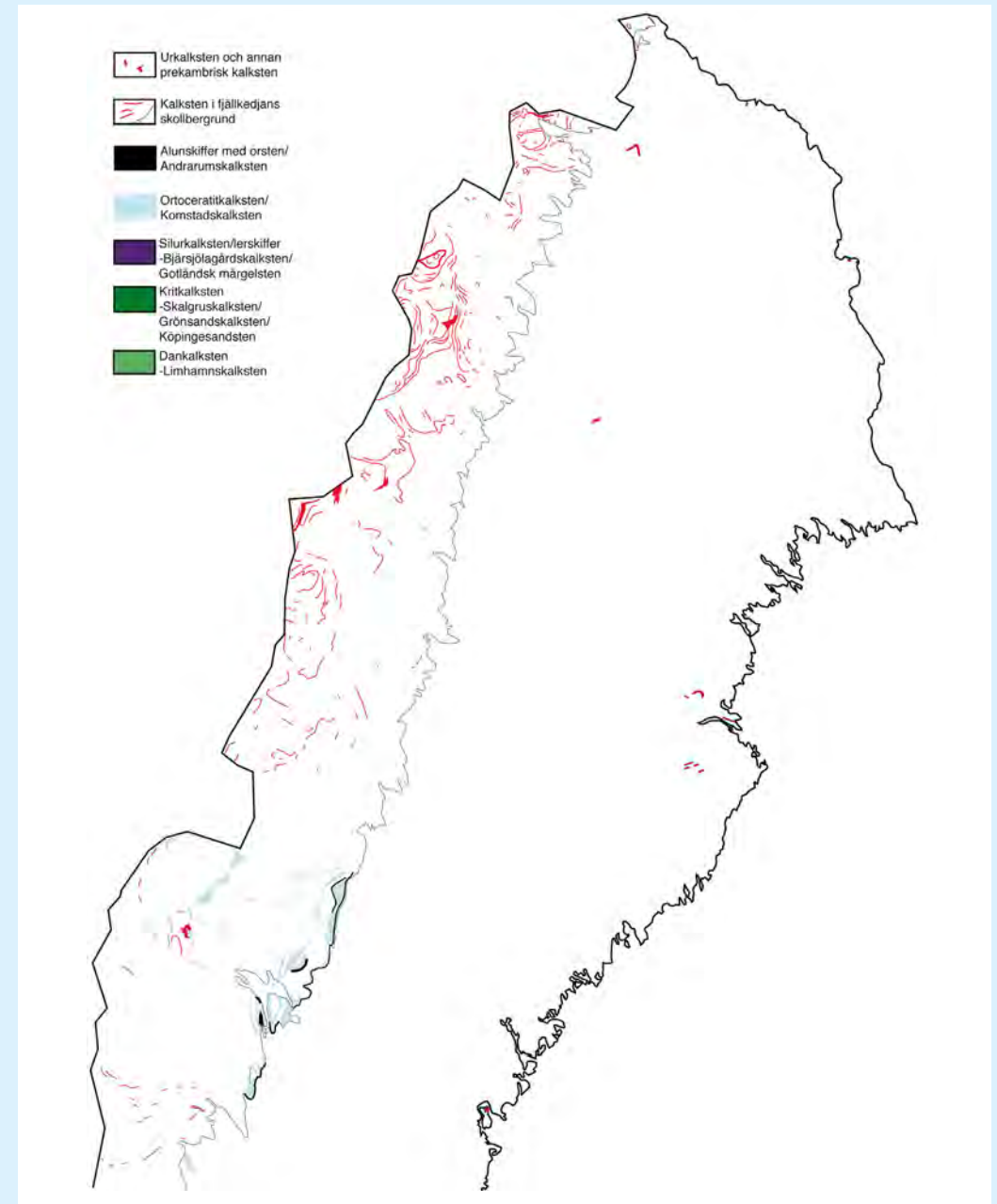


Förekomsten av kalk med hydrauliska komponenter och alunskiffer i södra delen av Sverige Sölve Johansson 2004, reviderad 2007.

Kalkförekomster i norra Sverige

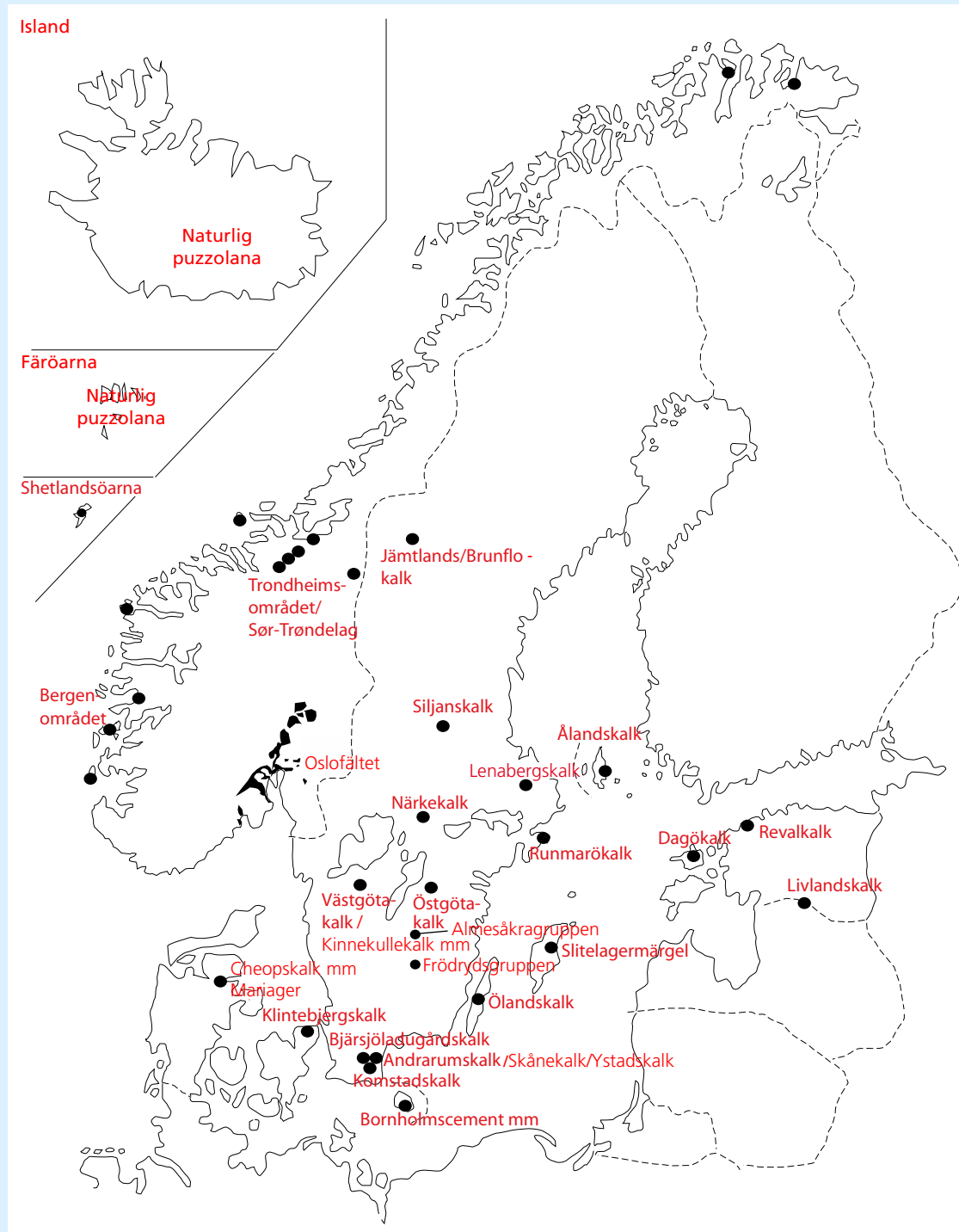


Samtliga förekomster av kalk i norra delen av Sverige i Atlas över Sverige 1957.



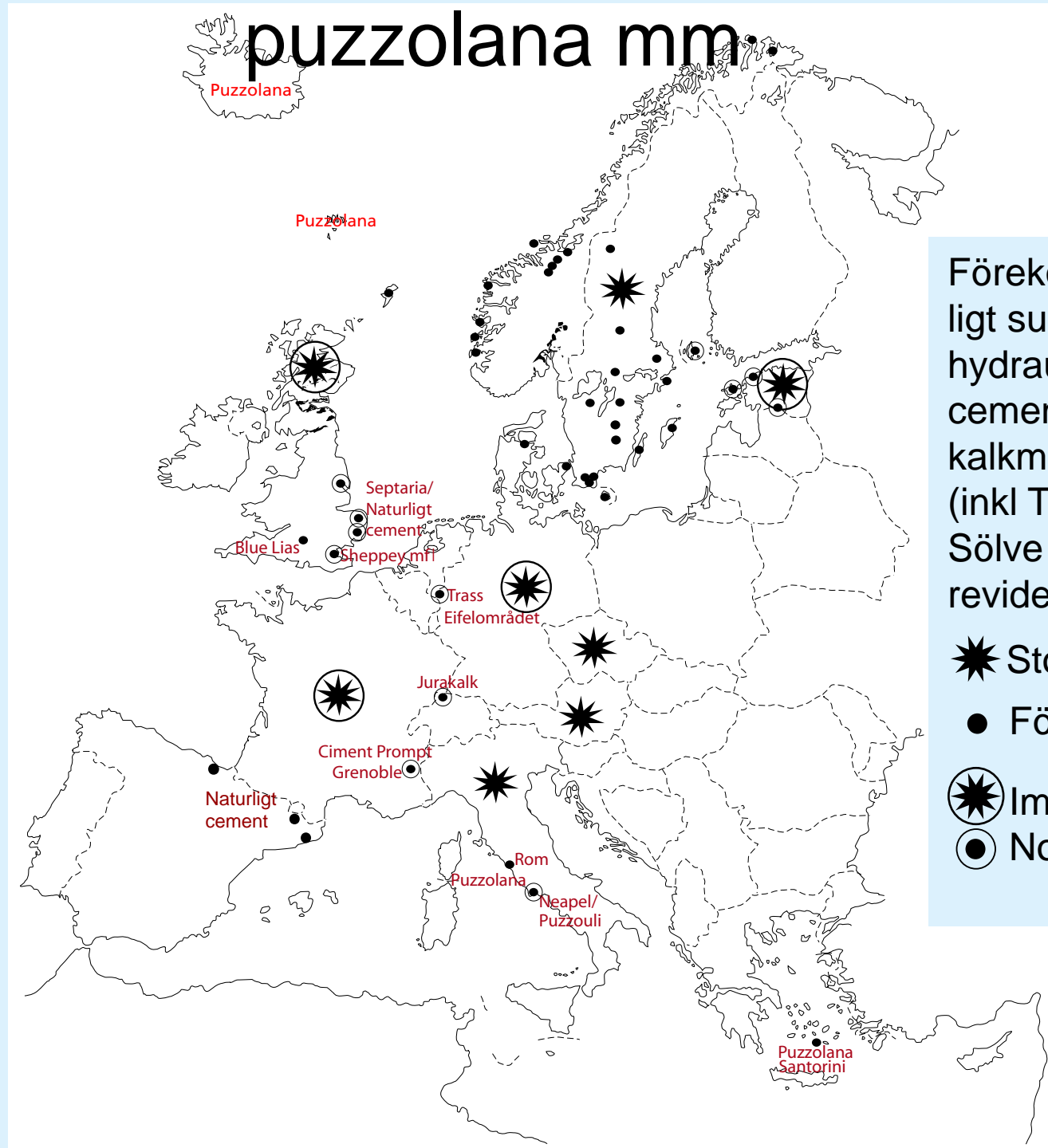
Förekomsten av kalk med hydrauliska komponenter och alunskiffer i norra delen av Sverige
Sölve Johansson 2004, reviderad 2007.

Hydraulisk kalk och puzzolana i Norden



Förekomster av naturligt subhydraulisk och hydraulisk kalk och naturlig puzzolana. Sölve Johansson 2007 reviderad 2013.

Import av hydraulisk kalk, naturligt cement, puzzolana mm.

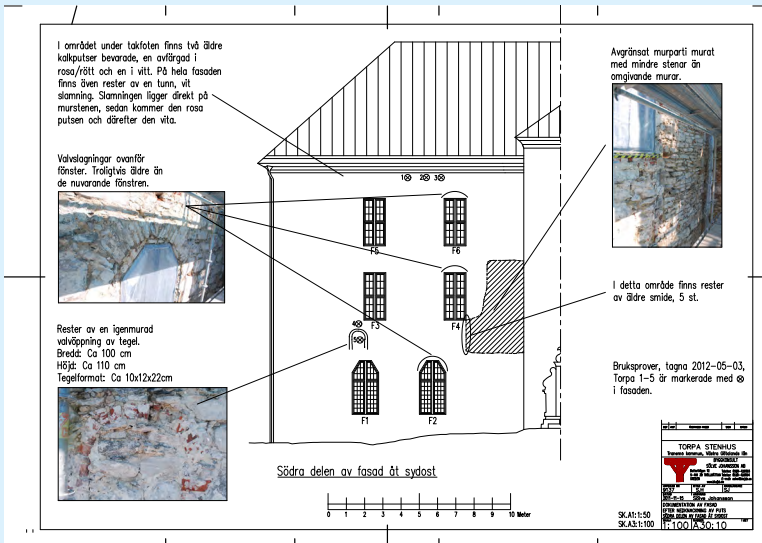


Förekomster av naturligt subhydraulisk och hydraulisk kalk, naturligt cement (septaria och kalkmargel), puzzolana (inkl Trass) m m. Sölve Johansson 2007 reviderad 2013.

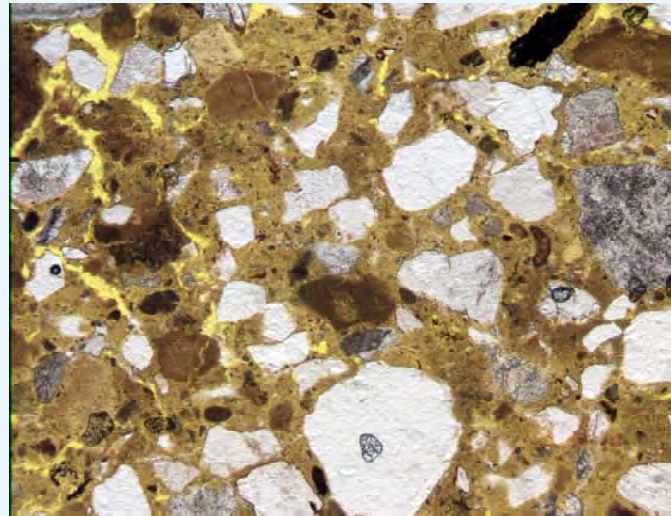
- ★ Stor potential
- Förekomst
- ★ (in circle) Importerad till Norden
- (in circle) Norden

Byggnadsarkeologi

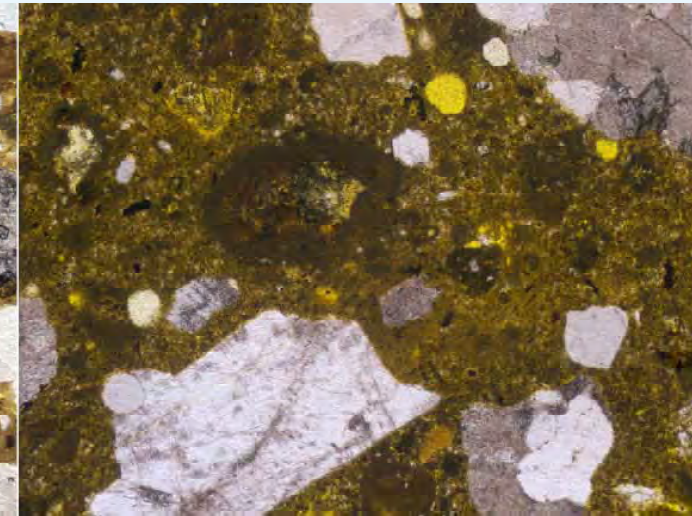
Metoder Mikroskopisk analys av tunnslip



Torpa stenhus i Västergötland



Luftkalkbruk från 1100-talet.



Subhydrauliskt kalkbruk från 1600-talet.

Kemisk analys - hydraulisk modul

Den hydrauliska modulen (eller cementindex CI) enligt Eckel beräknas enligt följande:

$$H_m = \frac{2,8x\%SiO_2 + 1,1x\%Al_2O_3 + 0,7x\%Fe_2O_3}{\%CaO + 1,4x\%MgO}$$

Den hydrauliska modulen för luftkalk är omkring 0-0,3, för svagt hydraulisk kalk 0,3-0,5, för moderat hydraulisk kalk 0,5-0,7, för höghydraulisk eller stark hydraulisk kalk 0,7-1,1 och för naturligt cement över 1,1. Här till kommer subhydraulisk kalk som har en hydraulisk modul av 0,15-0,3 enligt Jan Erik Lindqvist och Sölve Johansson.

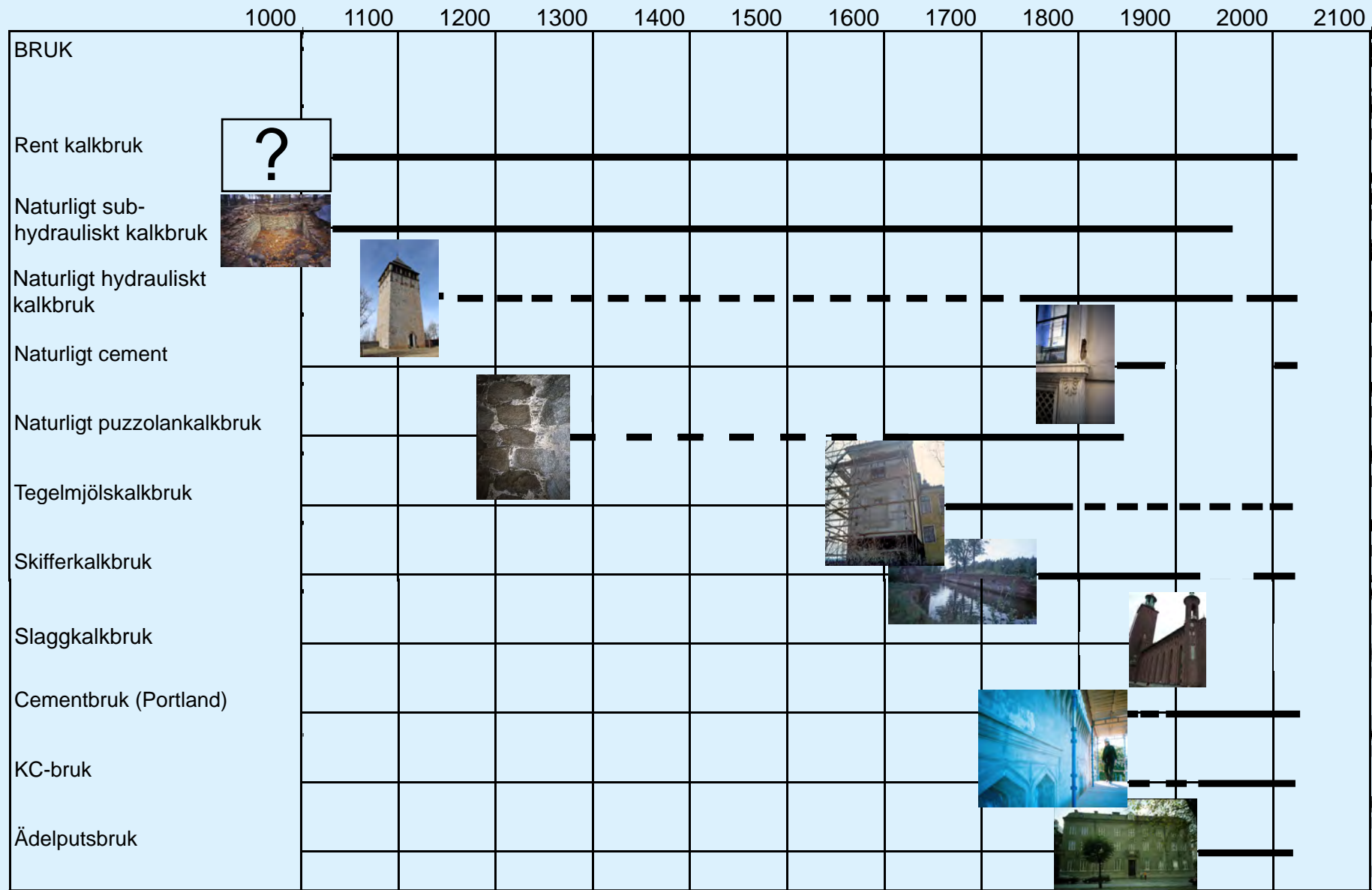
Hydrauliska komponenter

SiO ₂	=	Kiseldioxid
Al ₂ O ₃	=	Aluminiumoxid
Fe ₂ O ₃	=	Järnoxid

Kalk och magnesium

CaO	=	Kalciumoxid
MgO	=	Magnesiumoxid

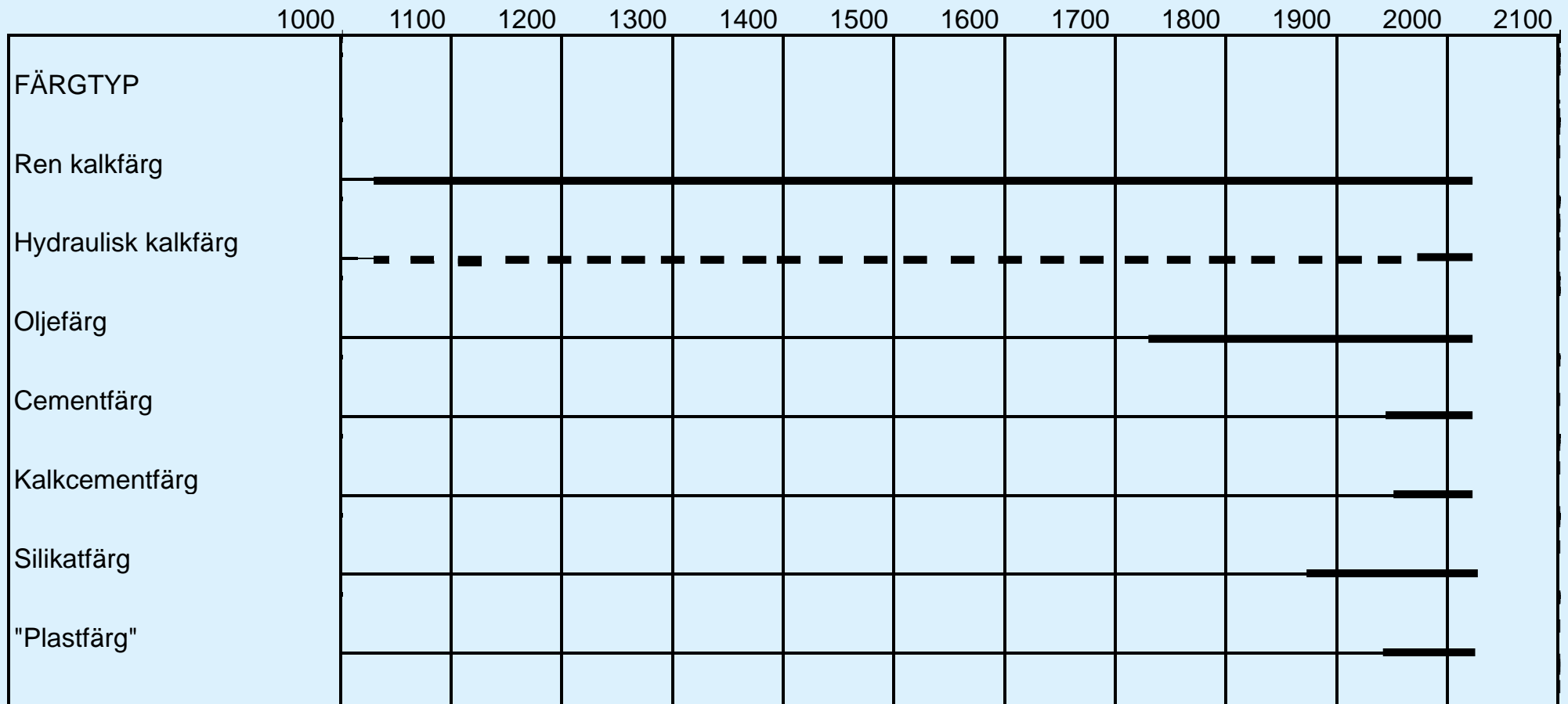
Brukens utveckling i Norden



Enligt Sölve Johansson 2013

Förklaringar:  Kontinuerlig utveckling.
 Sporadisk utveckling.

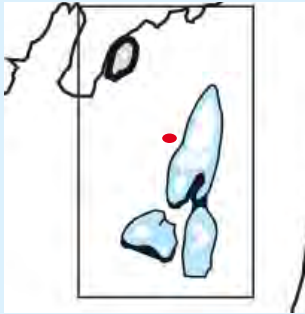
Putsfärgernas utveckling i Norden



Enligt Ingemar Holmström och Ove Hidemark 1990 kompletterad av Sölve Johansson 2013

Förklaringar:
—— Kontinuerlig utveckling.
- - - - Sporadisk utveckling.

Kalk från Billingen – Kyrkoruinen vid Varnhems kloster



Kyrkoruinen vid Varnhems kloster i Västergötland (ca 1030).

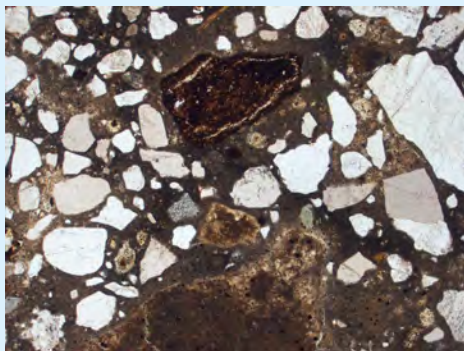
Murkärnebruk



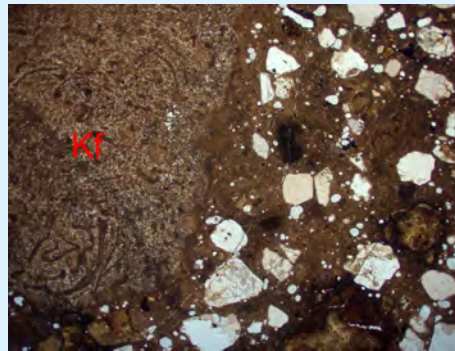
Mur/fogbruk



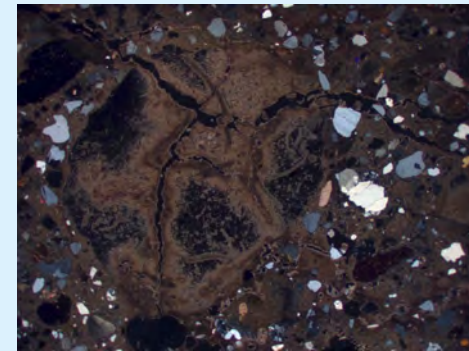
Putsbruk med kalkfärg



CBI



CBI



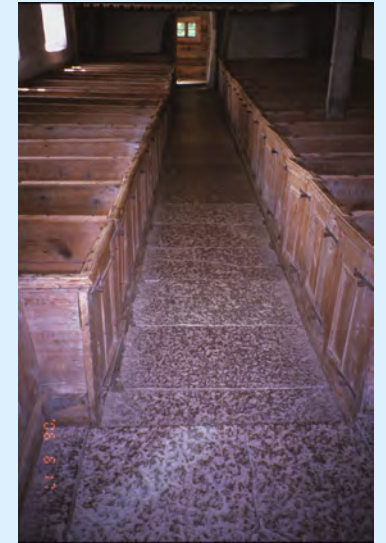
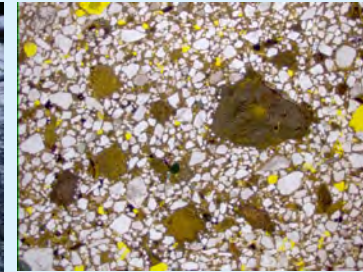
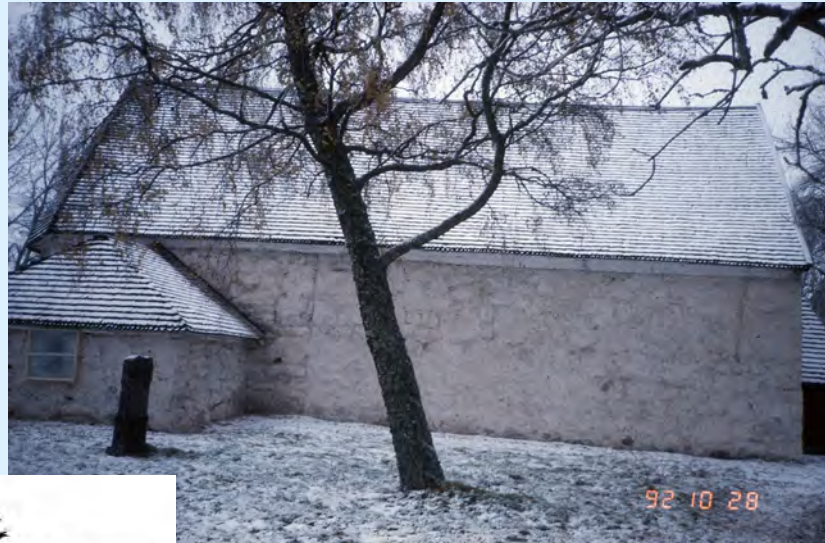
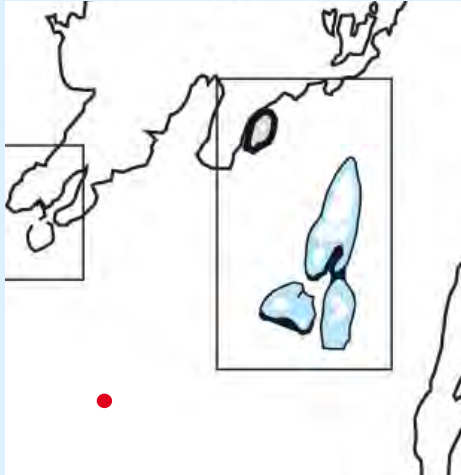
CBI

Gulbrunt till mörkt brungrått. Kalk med mörka kalkklumpar förmodligen från ortoceratitkalksten från västra Billingen. Subhydrauliskt bruk och subhydraulisk kalkfärg.

Hm = 0,20.

Hm (hydraulisk modul, cementindex) för subhydraulisk kalk är omkring 0,15-0,3.

Kinnekekalk - Ornunga gamla kyrka



Ortoceratitkalksten på Kinnekulle (Linnés Västgötaresa 1746).

Kalkugn med orsten och alunskiffer som bränsle på Kinnekulle (1994).



Ornunga gamla kyrka i Västergötland (ca 1200). Murbruk och utstruken fog. Brungrått. Kalk med mörka kalkklumpar med fossil från ortoceratitkalksten från Kinnekulle. Subhydrauliskt. Hm = 0,23. Lika kalkstensgolvet. På 1700-talet användes Kinnekullekalk baserad på orsten. Den gav ett rent kalkbruk.

Industritillverkad Kinnekullekalk - Olidans kraftstation



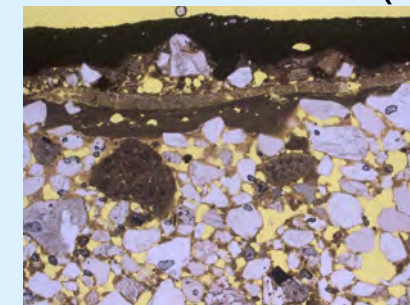
Råbäcks kalkstensbrott med kalkbränning på Kinnekulle (medeltiden-1930-talet).



Råbäcks, Hällekis och Hönsäters hamnar, den senare med cementfabrik. För utförsel av kalksten och kalk.



Olidans kraftstation i Trollhättan (1906-21).



Putsbruk. Mörkt. Kalk med homogen struktur från ortoceratitkalksten från Hällekis på Kinnekulle. Hydrauliskt bruk och hydraulisk kalkfärg. Industritillverkad.

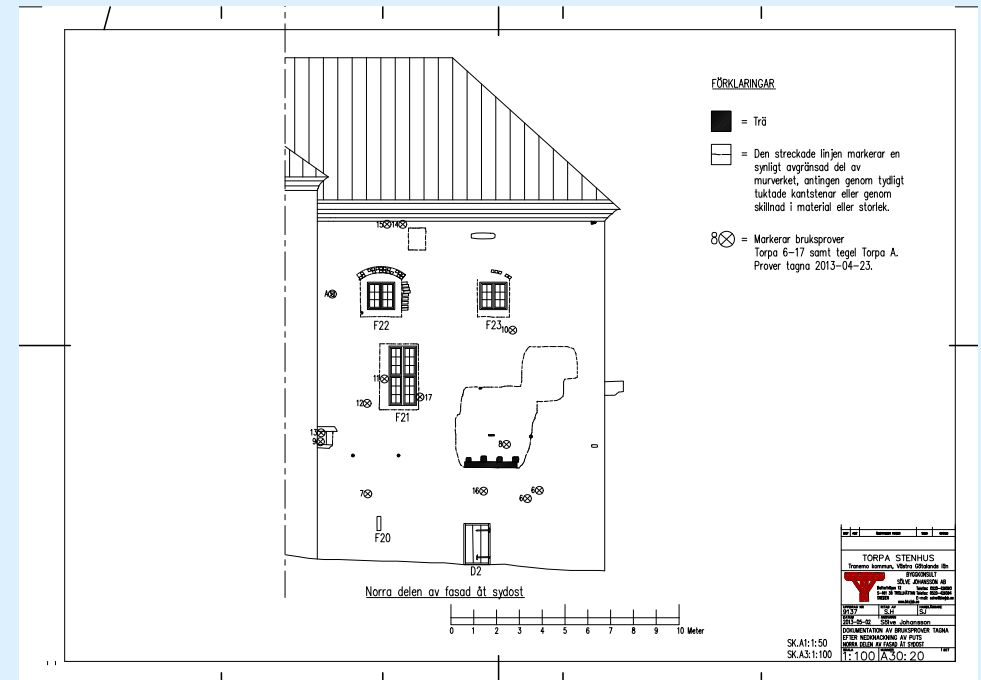
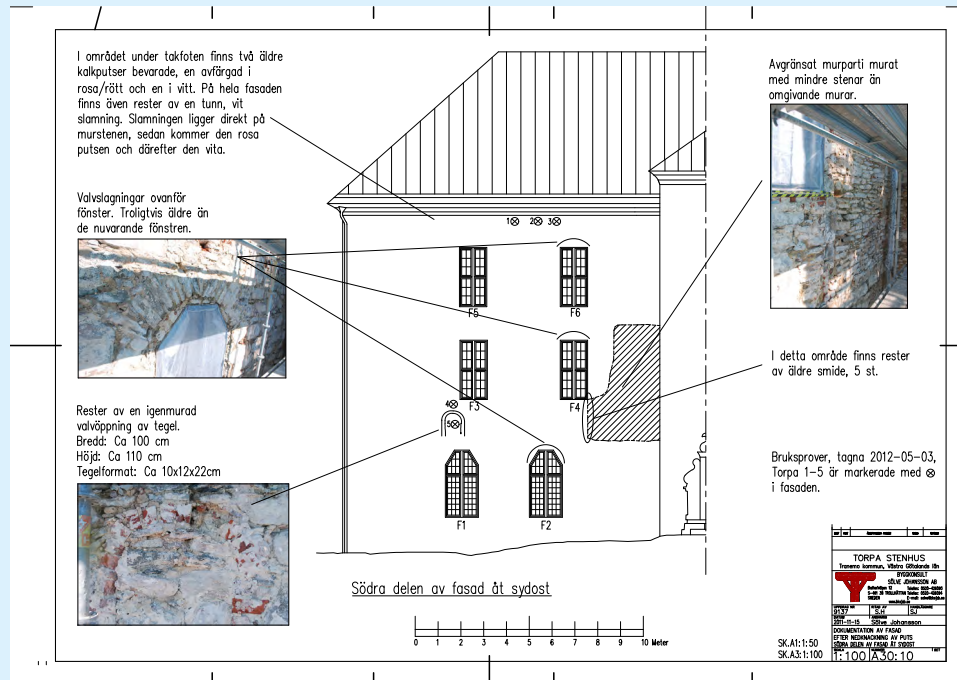


Hällekis stora kalkbrott vid Råbäck (1862-1979). Cementfabrik 1891-1979.

Kalk från Falbygden – Torpa stenhus

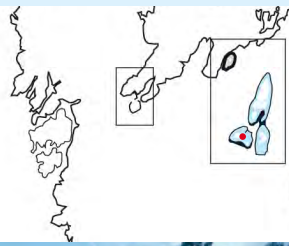


Torpa stenhus i Västergötland 1400-talets slut-1620



Gulbruna och brunaktiga mur-, fog- och putsbruk från kalk med hydrauliska kalkklumpar från ortoceratitkalksten från Falbygden.

Kalk från Falbygden - Tomurex D

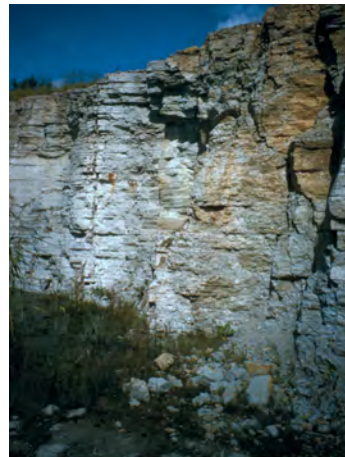


Tomtens kalkbruk vid Mösseberg i Västergötland (1913-74).

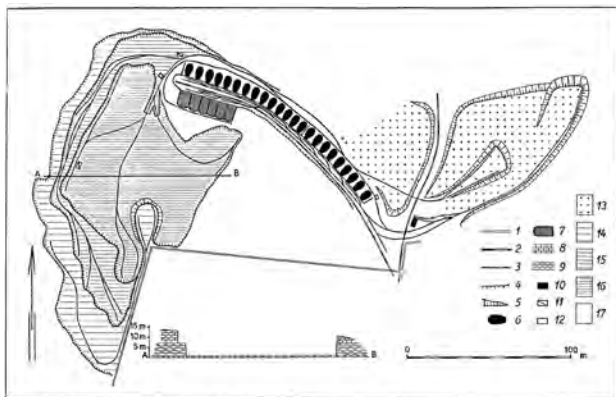


Mörkt alundufflager och ljus ortoceratitkalksten.

Tillverkning av den hydrauliska kalken Tomurex D 1954-74. Kalk från ortoceratitkalksten bränd med alunskiffer. Moderat hydraulisk. Hm = 0,61.



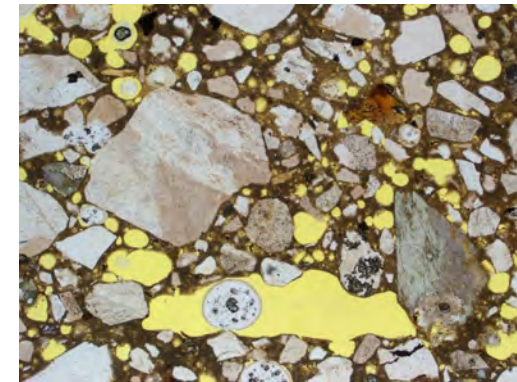
Ortoceratitkalksten.



Karta över Tomtens kalkbruk 1932 (Brodow 1941, s 15).



Kyrkbyn i Göteborg

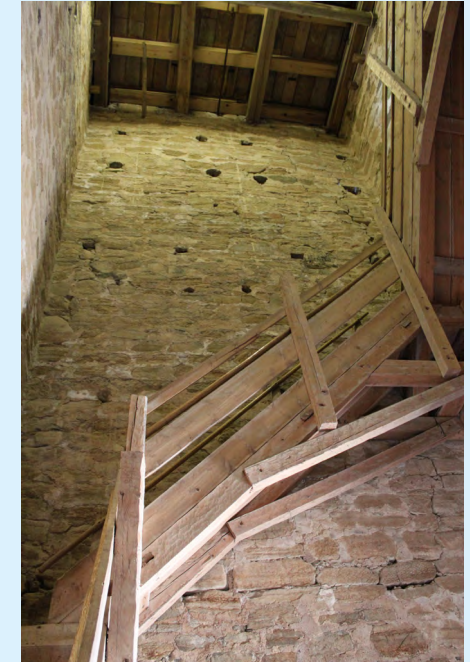
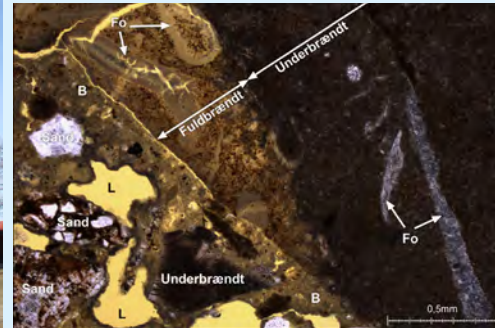


CBI

Silleruds kyrka

Användes av Ernström & Co bl a vid byggandet av Kyrkbyn på Hisingen i Göteborg (1950-talet) och vid renoveringen av Silleruds kyrka i Värmland (1956-57; uppfördes 1887-88). Brunaktigt grovputsbruk av Tomorex D och ytputs av Serponit ädelputsbruk.

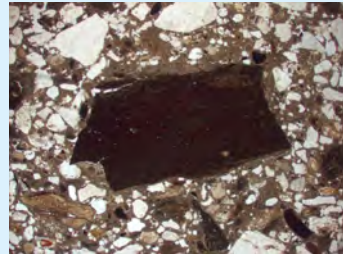
Jämtlandskalk/Brunflokalk - Från medeltid till 1900-tal



Brunflo kastal (1100-talet).

Seir

Mur- och fogbruk. Ljusbrunt. Kalk från ortoceratitkalksten från Brunfloområdet. Moderat hydrauliskt. Hm = 0,5-0,7. Motsvarar NHL 3,5.



CBI

Tornet på Näs kyrka (ca 1820).

Putsbruk. ljusbrunt. Kalk från ortoceratitkalksten från Brunfloområdet. Svagt hydrauliskt. Hm = 0,33.

Kalk från Tandsbyns kalkbruk vid Brunflo användes vid återuppbyggnaden av Sundsvall som stenstad 1890-1908.

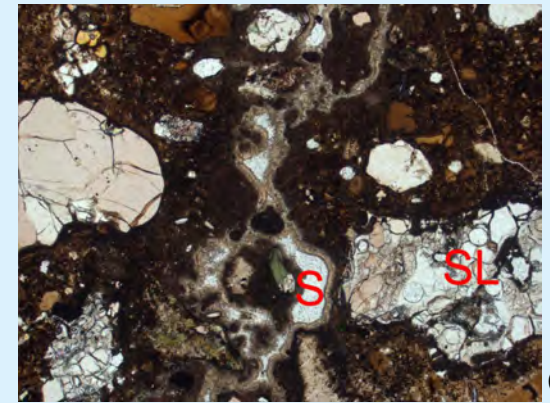
Lenakalk - Lenabergs kalkbruk



Lenabergs kalkbruk vid Vattholma i Uppland (1270-talet-1937). De sista kalkugnarna vid järnvägen i Stenby.



Alsnöhus ruin på Adelsö i Uppland (1251-79)

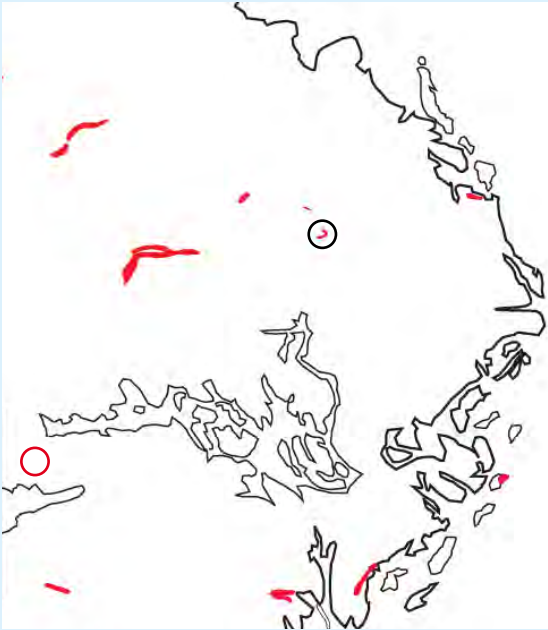


CBI

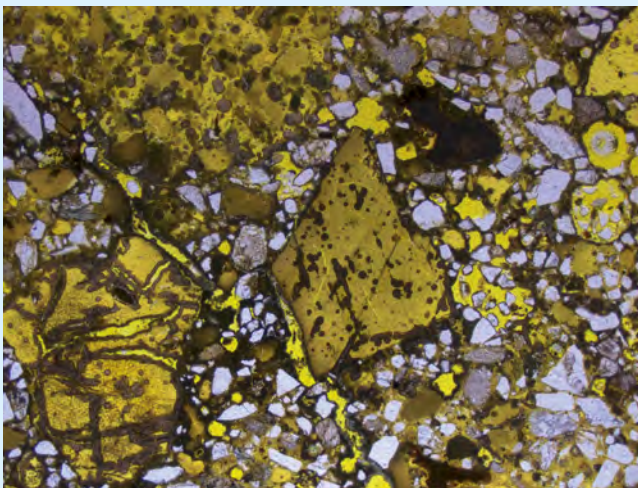
Murbruk. Gulbrunt till brunsvart. Kalk från urkalksten/dolomittisk kalksten förmodligen från Lenaberg och slaggmaterial. Starkt hydrauliskt. Hm =0,72



Lenakalk - Hjälmare kanal



Sluss i Gamla Hjälmare kanal i Västmanland (1770-76).



Murbruk. Vitt/gråvitt. Kalk med marmor från urkalksten/dolomitisk kalksten förmodligen från Lenaberg.

Moderat hydrauliskt. Hm = 0,51.

SP

Runmarökalk - Runmarö kalkbruk

Stockholm

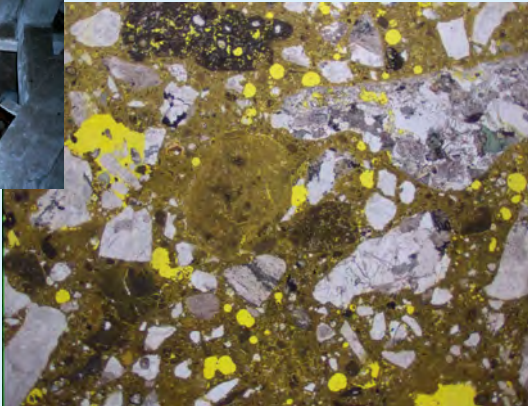


Runmarö kalkbruk i Stockholms skärgård (1288- ca 1900). Kalk från urkalksten. Subhydraulisk och hydraulisk.



Kalkugnsruinen på Storön vid Runmarö.

Berggrundskarta över Runmaröarkepelagen i Stockholms skärgård. Blåmarkering = kalksten (Sundius 1939, TavI).



SP

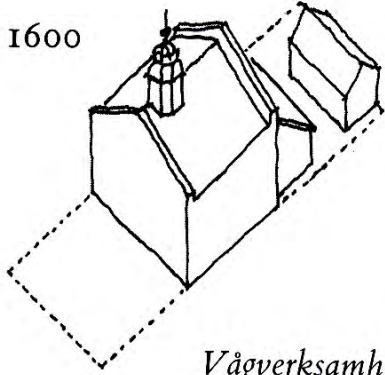
Franciskanerklostret i Stockholm (nuvarande Riddarholmskyrkan 1270-92).

Murbruk. Gulaktigt. Kalk med mörka och ljusa kalkklumpar från urkalksten från Runmarö. Subhydrauliskt. Hm = 0,17.

Runmarökalk, Ålandskalk, Dagökalk - Våghuset/Södra Bancohuset



1600



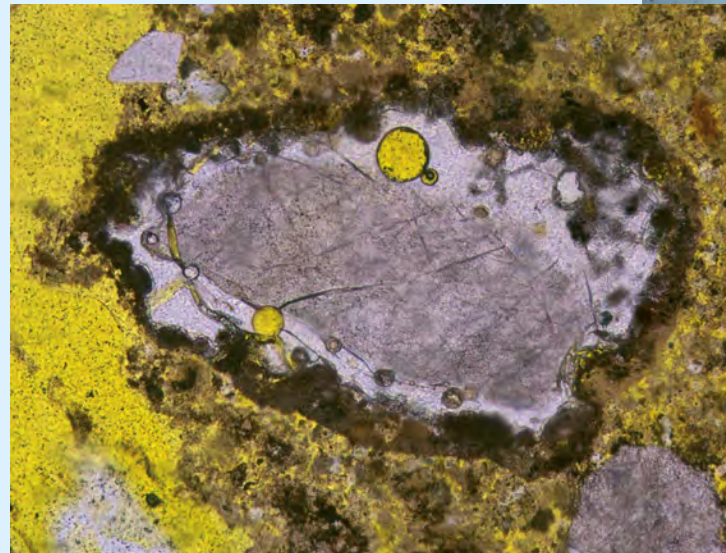
*Vågen byggs på
med två våningar.
Ombyggnaden
färdig 1603.*

*Vågverksamheten flyttar 1662 till
södra stadsgraven.*

Våghuset i Stockholm (1595-1603).
Ingår i Södra Bancohuset (1676-88).



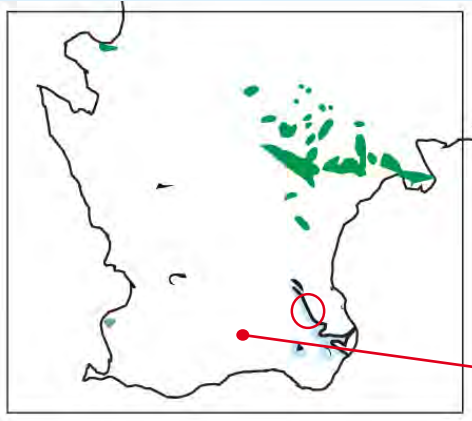
Bevarad del av Våghuset.



SP

Murbruk. Vitt. Kalk med hydrauliska kalkklumpar från urkalksten från Runmarö, ordovicisisk kalksten från Åland eller ortoceratitkalksten från Dagö i Estland. Svagt hydrauliskt.
Hm = 0,37.

Andrarumskalk/Skånekalk/Ystadkalk - Andrarums kalkbruk



Andrarums kalkbruk
i Skåne (1550-1642).



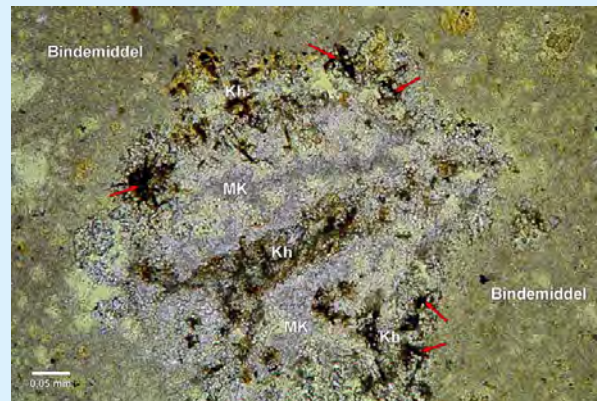
Kastalen vid
Benestads kyrka
i Skåne (1650-1549).



Kalk från orsten i kambriskt alunskifferlager
i Stora brottet vid Andrarums alunbruk.
Subhydraulisk och hydraulisk.

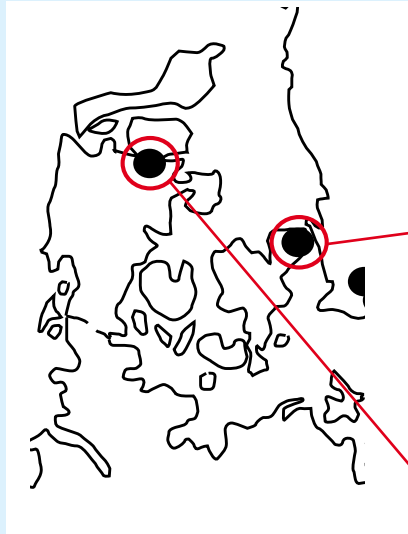


Mur- och fogbruk.
Brunaktigt.
Kalk med hydrauliska
kalkklumpar från orsten
från Andrarum.
Subhydrauliskt.
 $H_m = 0,26$.



Kalk från Andrarums
kalkbruk transporte-
rades till bl a Själland.

Danmark - Klintebjergskalk och Cheopskalk



Mariager Cheopskalk
(1914-1945-?).

Brunaktig, vit.
Starkt hydraulisk/naturligt
cement. Hm = 1,59.

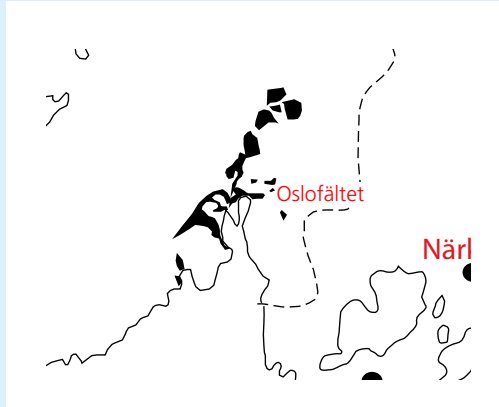


Klintebjergs kalkbruk på Sjælland
(1752-1957).



Gulaktig kalk från kalkblock.
Starkt hydrauliskt. Hm = 0,80.

Norge - Hydraulisk kalk från Oslofältet



Steens kalkbruk i Furuberget vid Hamar (1894-1977). Här tillverkades den sista hydrauliska kalken i Norden.



Kalkugnarna på Karljohansvern Örlogsstation i Horten vid Oslo (1852 och 1854). Kalkstenen togs från Langöns kalkstensbrott nyttjat sedan 1600-talet. Ger hydraulisk kalk.

Naturligt cement - Från Englands östkust till Västsverige



Naturligt cement - Från Englands östkust till Västsverige. Septaria vid Harwich i östra England användes för produktion av Romancement.

Naturligt cement från östra England exporterades till Västsverige (1848-1887).

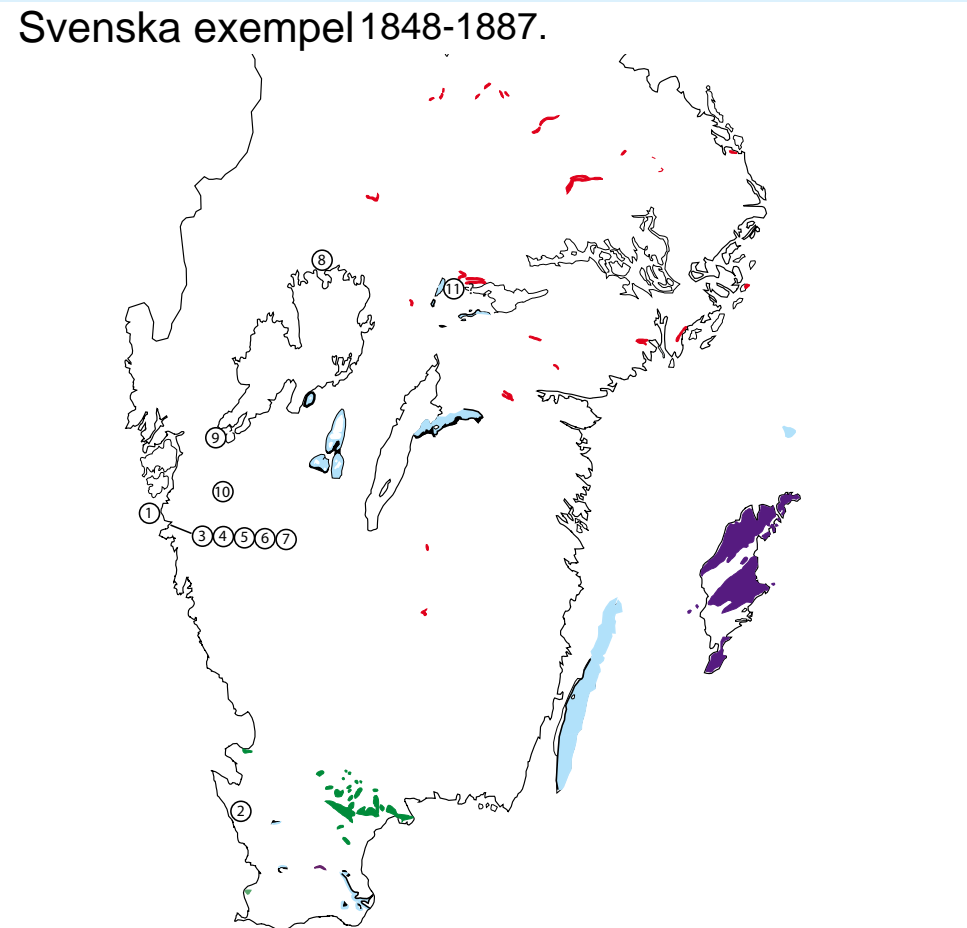


Fig. 4:69. Karta med naturcementsobjekt behandlade i doktorsavhandlingen.

Förklaringar:

B = Bruksundersökning utförd L = Litteraturuppgift e.d.

- | | |
|--|--|
| 1 Rådhuset i Marstrand (B). | 6 Chalmerska slöjdskolan i Göteborg (B). |
| 2 Essenska villan i Helsingborg (B). | 7 Kvarteret Almen 2:1 i Vasastaden i Göteborg (B). |
| 2 Essenska villan i Helsingborg (B). | 8 Rådhuset i Karlstad (B). |
| 3 Börshuset i Göteborg (L). | 9 Gamla lasarettet byggnad 1:1 i Vänersborg (B). |
| 4 Residensets tredje våning i Göteborg (L) | 10 Nolhaga slott i Alingsås (B). |
| 5 Stora teatern i Göteborg (L). | 11 Stortorget 16 i Örebro? (L). |

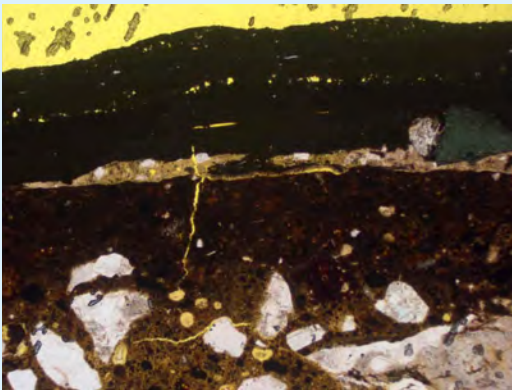
Naturligt cement

Tidiga svenska exempel.

Essenska villan i Helsingborg (1846-48).
Arkitekt G F Hetsch Danmark.



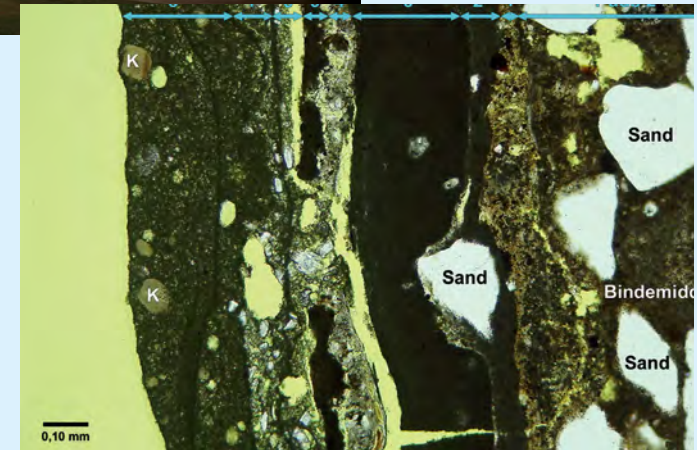
Börshuset i Göteborg (1844-49).
Arkitekt P J Ekman.



CBI



Putsbruk och fasadornament. Rödbrunnt.
Naturligt cement från Hull i England.
Murarna kom från Hamburg.
Starkt hydrauliskt. $H_m = 0,75?$



Seir

Putsbruk och fasadornament.
Rödbrunnt. Förmodligen Bornholm cement.
Moderat hydrauliskt. $H_m = 0,53?$

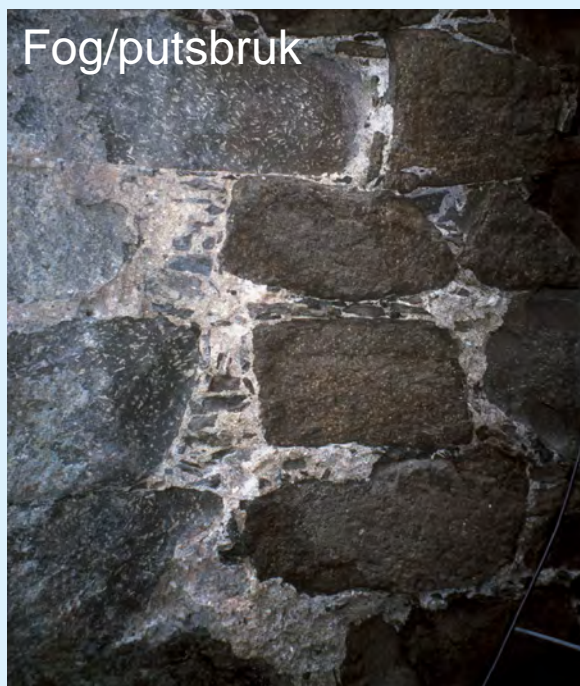
Puzzolan - Naturligt puzzolankalkbruk



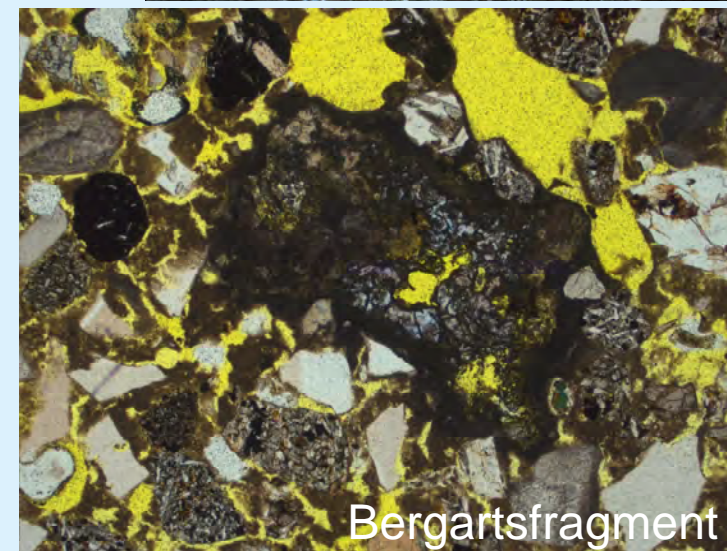
Borrprov med murkärnebruk



Murbruk



Fog/putsbruk



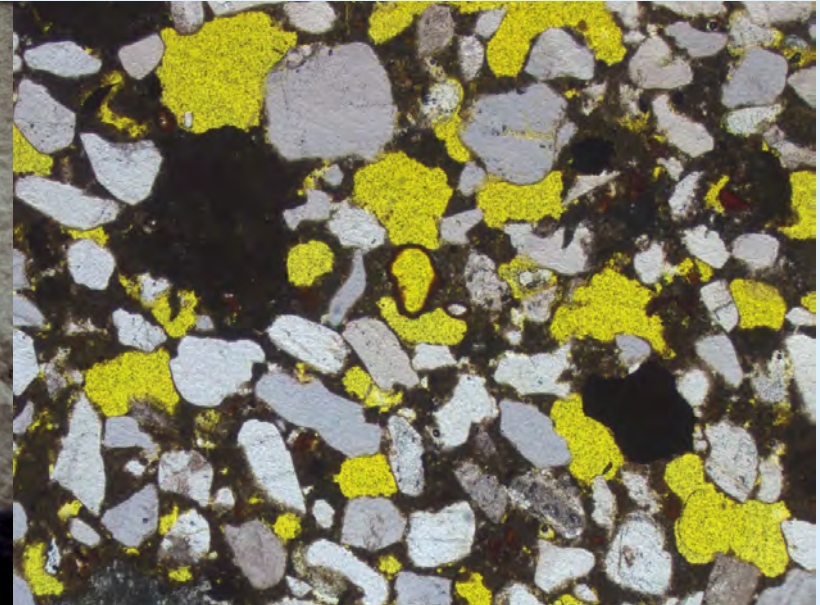
Bergartsfragment

CBI

Katedralen i Kirkjubøur på Färöarna (ca 1300).

Murkärnebruk, murbruk, fogbruk och putsbruk. Ljust. Kalk från musselskal (ren kalk) tillsammans med puzzolana från vulkaniska bergarter på Färöarna. Rent till moderat hydrauliskt. $H_m = 0,1 - 0,63$.

Puzzolan - Tegelmjölkskalkbruk



Ulriksdals slott i Stockholm (1671-1715). Arkitekt Nicodemus Tessin d ä. ^{SP}

Putsbruk. Brunrött. Okänd kalk med tillsats av finmald tegelmjöl.
Subhydrauliskt. $H_m = 0,22$.

Puzzolan - Skifferkalkbruk

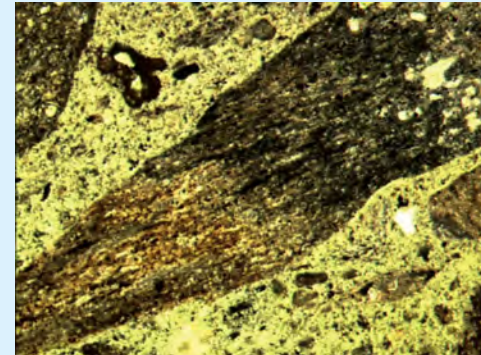
”Det svenska cementet” från 1770 till Örebro-putsen på 1920-talet



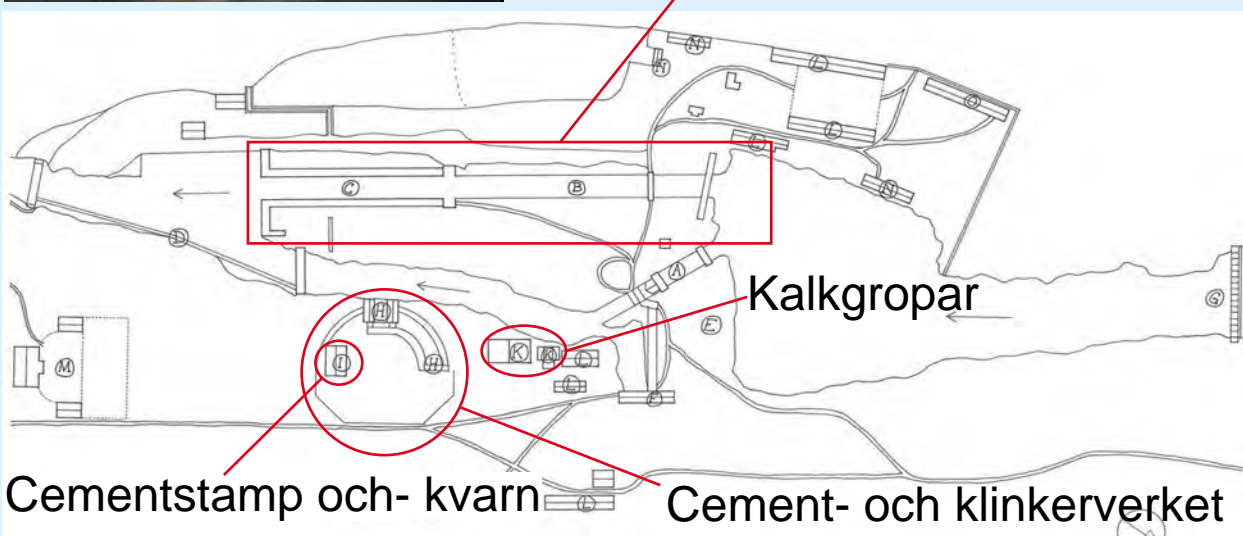
Bränd alunskiffer.



Gustafs slussar.



JBJ



Brinkebergsskulle i Göta älv på 1770-talet med bl a Cement- och klinkerverket (1761- ca 1800) och Gustafs slussar (1772-78).

Fogbruk. Rödbrunnt. Kalk från orsten (ren kalk) med tillsats av bränd finmald alunskiffer från Hunneberg. Starkt hydrauliskt. Hm = 0,74.



Centralpalatset i Örebro med Örebroputs (1912-13) med tillsats av bränd alunskiffer.

Puzzolan - Slaggkalkbruk



Stockholms stadshus (1911-23).
Gulaktigt murbruk från kalk med
tillsats av masugnsslagg.
Hydrauliskt.

Tidigt portlandcement



Oskarshall på Bygdøy vid Oslo (1847-52).

Arkitekt: J H Nebelong.

Fasadputsbruk. Ljugrått.
Mycket starkt.

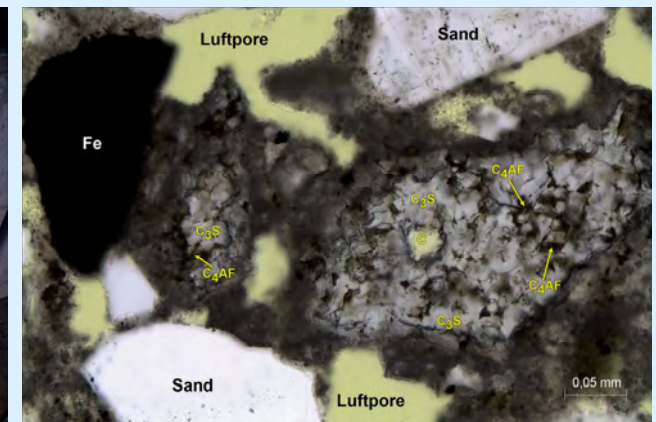


Gamla rådhuset i Skövde (1775-76; ombyggt 1852-53). Seir

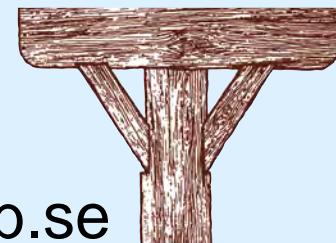
Arkitekt: Hjalmar Wijnblad.

Fasadputsbruk. Ljugrått. Mycket starkt.

Inte långt från kyrkoruinen vid Varnhems kloster från ca 1030.



Tack!



www.bksjab.se