The diverse Norwegian lime mortars

Research project

Increasing the knowledge of mortars at medieval stone churches

Per Storemyr, Rune Langås, Øystein Aa. Digre and Torben Seir

NIDAROS DOMKIRKES RESTAURERINGSARBEIDER

FABRICA kulturminnetjenester as

SEIR materialeanalyse A/S

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE - NGU -

The project

3 years (2025-2027)

Partners

- Restoration Workshop of Nidaros Cathedral (owner)
- Fabrica Kulturminnetjenester AS (scientific coordinator)
- SEIR Materialieanalyse AS
- Geological Survey of Norway

Reference group

- 10 institutions/users of mortar information (practitioners, church owners, authorities)

Financing

- Norwegian Church Preservation Fund (*Kirkebevaringsfondet*)

The aims: Collect information. Spread knowledge!

Build infrastructure

- Public archive of mortar samples, thin sections and analytical reports
- Open database for mortar analyses
- Thesaurus for description of mortars
- Guidelines for sample collection
- Vision: Mandatory for future mortar analyses

Cultural history

- Technology of burning, mixing and application
- Transportation and trade networks for lime

Survey and crafts

- Condition survey. How do different mortars degrade?
- Restoration work. Which mortars might be compatible for repair?
- Micro lime burning. What raw materials to burn?

The crafts perspective: Which limes to burn? How to mix and apply?

Increased focus on micro limeburning

- Now burning easily available raw materials (often rather pure)
- **More selective procurement?**

Hotmix under establishment as Best Practice

- Encompasses variety of traditions
- **How in medieval Norway?**

Kloster Schönau, 16th century

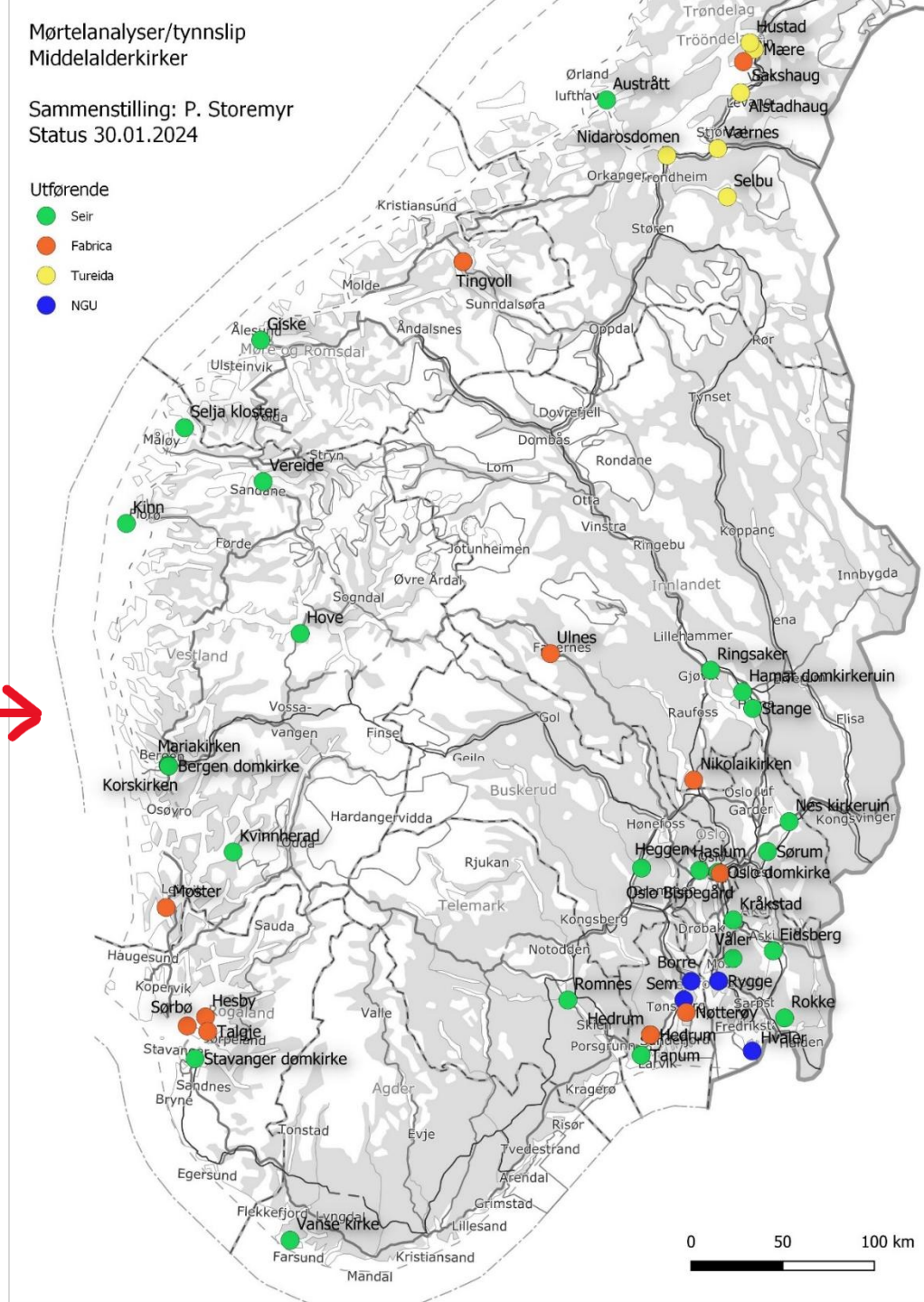
The work methods

Hundreds of medieval mortar types and thousands of repair mortars

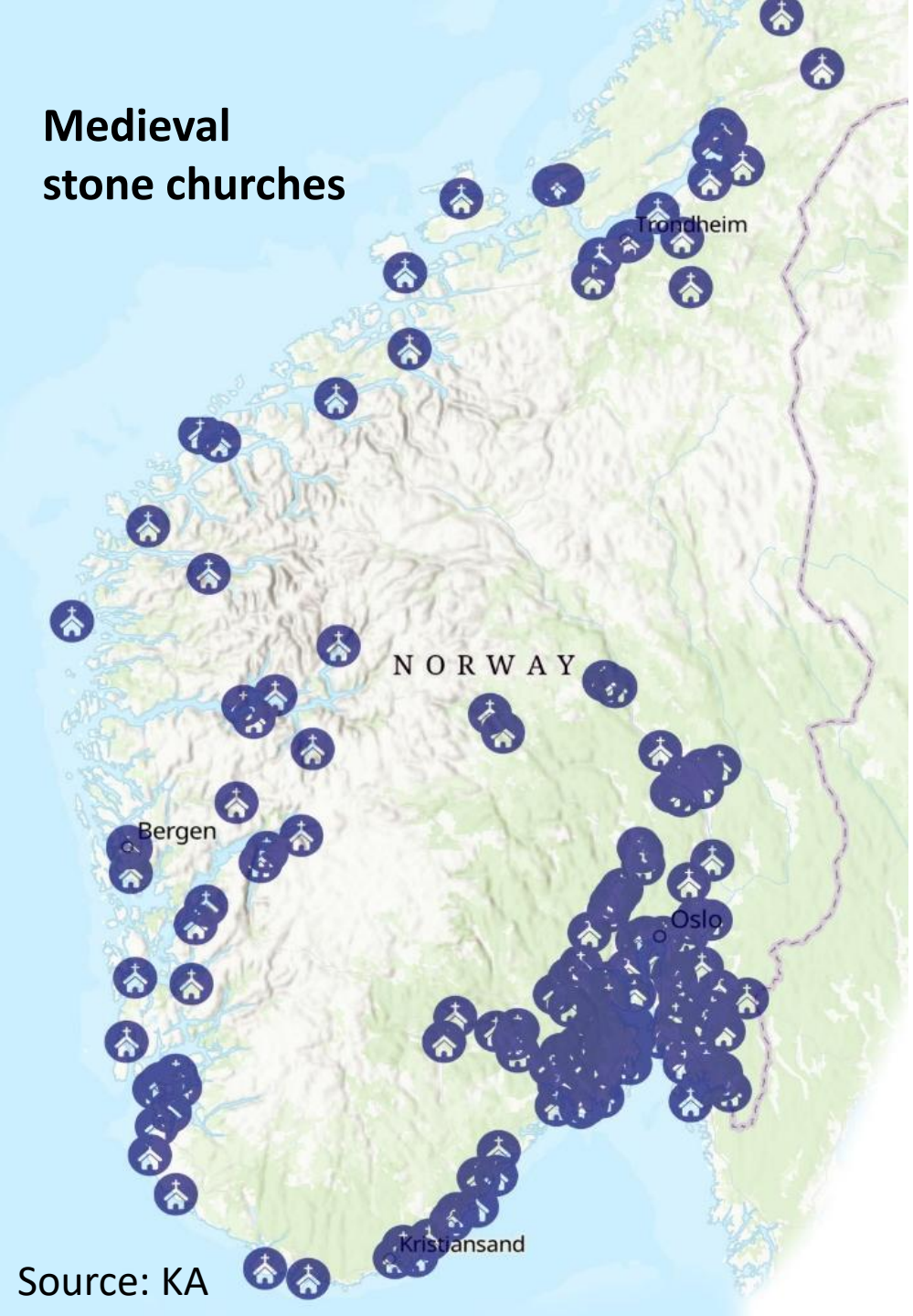
Focus on medieval mortars:

- Systematic inventory of samples and data from analyses already done
- New case studies in select regions
- Inspiration: Systematic work in Scotland

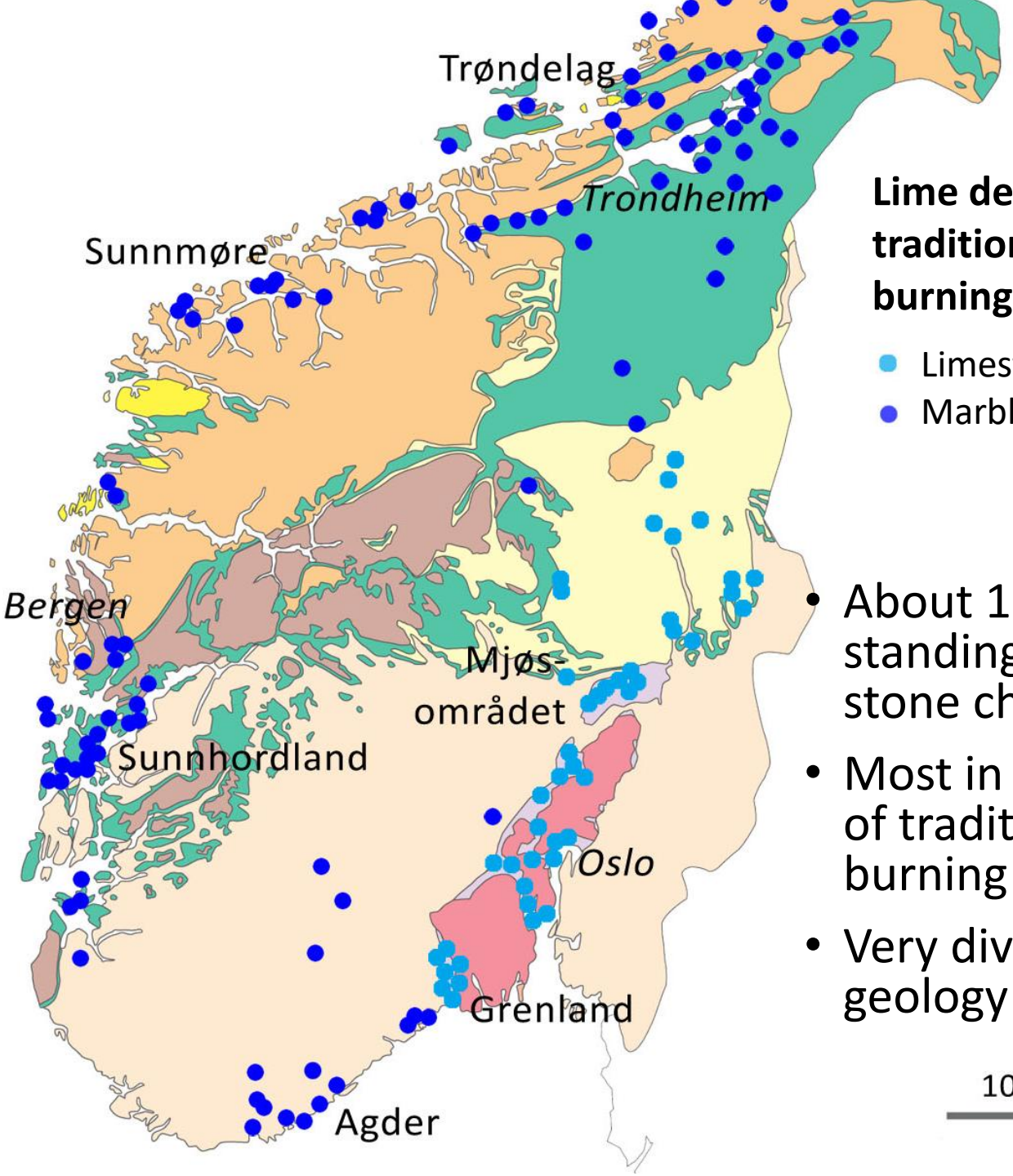
Project core: Microscopy and database



Medieval stone churches



Source: KA



Lime deposits/ traditional lime burning regions

- Limestone
- Marble

- About 160 standing medieval stone churches
- Most in provinces of traditional lime burning
- Very diverse geology

Norwegian deposits used for historical lime burning

Marble • Limestone • Lime-rich schist (• Shell)

Non-metamorphic • Contact • Regional metamorphic

Calcitic (Ca-rich) ↔ Dolomitic (Mg-content)

Pure ↔ «Dirty»

Open structure ↔ Dense structure

= **Very diverse raw materials**


Burnt, pure marble


Burnt, impure limestone

Quality of mortars

A key parameter:

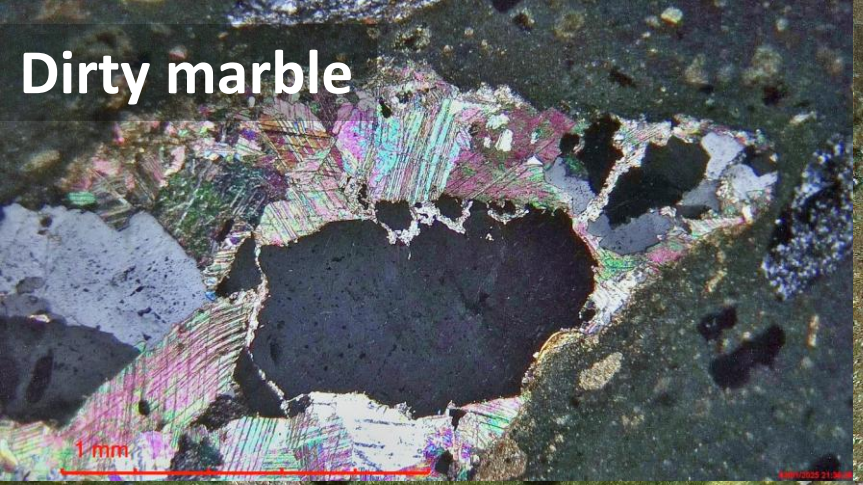
- Raw materials

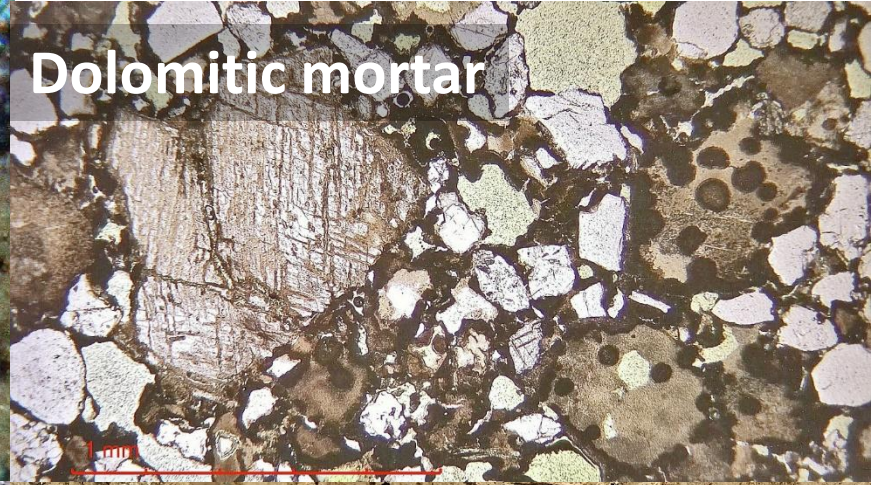
Also strongly dependent by diversity in craft traditions:

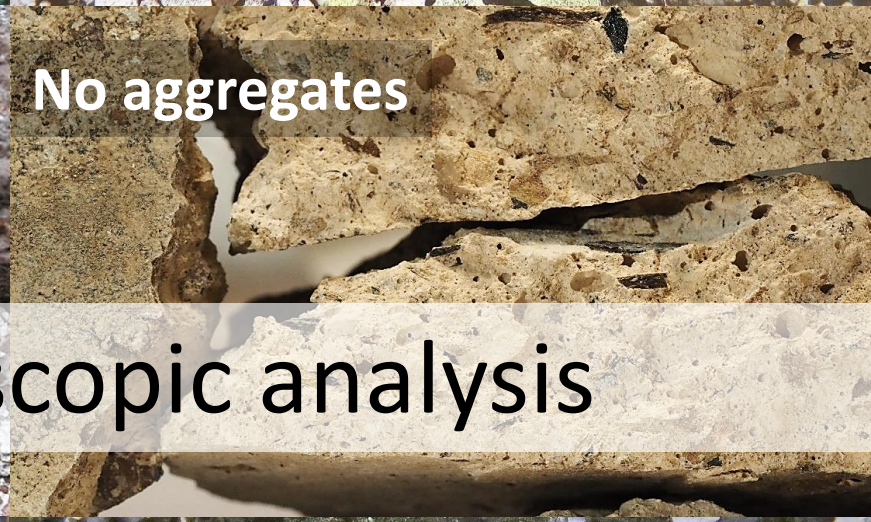
- Burning
- Mixing
- Application

Degradation affected by:

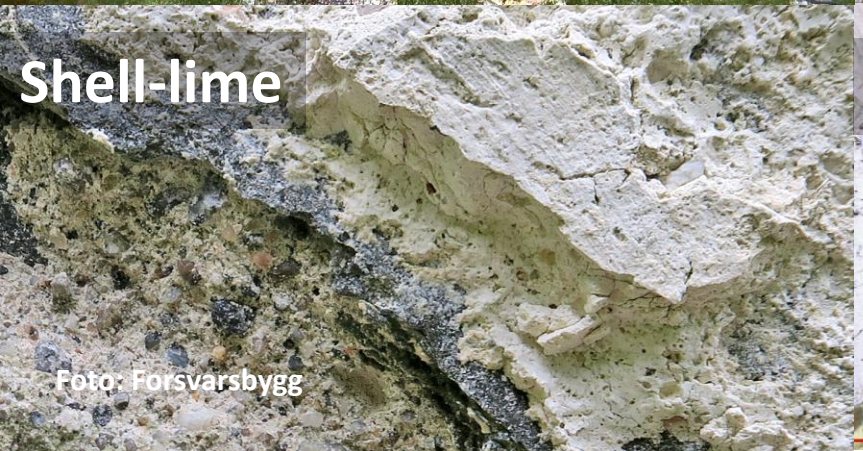
- Mortar properties
- Architectural context
- Maintenance and repair
- Climate

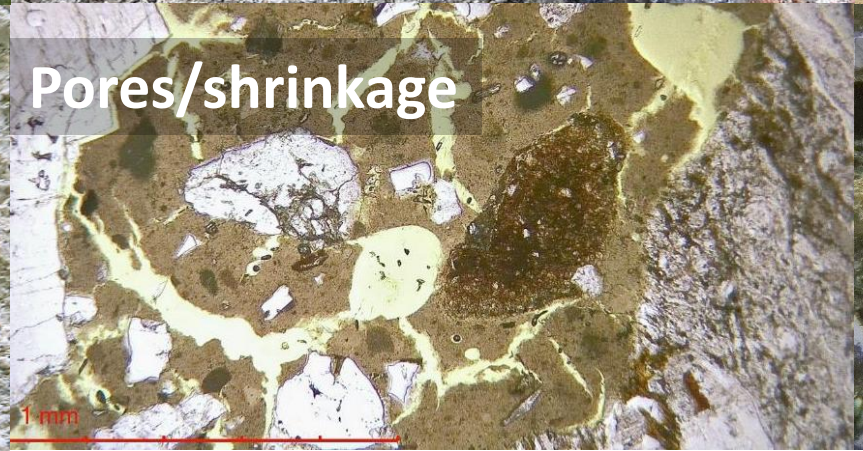






Much to learn: Visual and microscopic analysis





Project core: The database (*testing almost finished)*

Historiske kalkmørtler i middelalderske steinkirker

Database med prøver og analyser av kalkmørtler.

Ulnes

KulturminneID: 85720-1

Vis prøver / analyser

Tanum kirke Larvik

KulturminneID: 85609-1

Vis prøver / analyser

+ Legg til ny bygning

Historiske kalkmørtler i middelalderske steinkirker

Database med prøver og analyser av kalkmørtler.

Tanum kirke Larvik

KulturminneID: 85609-1

Prøve ID

TA1-Fabrica Vis prøve / analyse

TA2-Fabrica Vis prøve / analyse

+ Legg inn ny prøve/analyse

+ Duplisert markert prøve

Historiske kalkmørtler i middelalderske steinkirker

Database med prøver og analyser av kalkmørtler.

Tanum kirke Larvik. Prøve ID: TA1-Fabrica 1 av 2

Prøve | Råstoff, kalkbrenning og bindemiddel | Tilslag og tilsats | Porøsitet | Blanding og blandingsforhold | Kjemisk omvandling | Oppsummerende beskrivelse

Prøvedata | Prøvested | Prøvebeskrivelse | Datering

Sample data

Bygningens navn

Tanum kirke Larvik

KulturminneID

85609-1

Prøve ID

TA1-Fabrica

Dato

Navn og institusjon

Navn / Institusjon

Tynnslip ID

TA1

Tynnslip preparering

- ○ Ikke impregnert
- ○ Ikke impregnert polert
- ○ impregnert
- ◉ impregnert polert
- ○ Annet

Arkiv

Fabrica kuiturminnetjenester AS, Per

Location

Reanalyse ved innlegging i database

○ Full ○ Delvis ◉ Nei

Innlegging database

Per Storemyr, Fabrica

Kvalitetssikring

Navn & institusjon

Referanse supplerende analyser

F.eks. SEM-EDX, XRD

Kommentar

Direkte innlegging ved mikroskopi/analyse

Dato innlegging database

30.08.2025

Per Storemyr

Description

Knytt rapport til prøve

Rapporter knyttet til prøven

Dating

Strong focus on sample context/ visual description

Historiske kalkmørtler i middelalderske steinkirker

Database med prøver og analyser av kalkmørtler.

Tanum kirke Larvik. Prøve ID: TA1-Fabrica 1 av 2

Bygningsdel: Apsis

☐ Vegg ☐ Gulv ☐ Hvelv ☑ Annet

☐ Ute ☑ Inne ☐ Loft ☐ Kjeller ☐ Annet

☐ Nord ☐ Sør ☐ Vest ☐ Øst ☑ Annet

Beskrivelse lokalisering: Mørtel fra overkant av fuge i toppen av hvelvet i apsis

Foto som viser prøvested

Prøvestedet er i fuge mot toppen av hvelvet

Dra og slipp foto, eller høyreklikk

Historiske kalkmørtler i middelalderske steinkirker

Database med prøver og analyser av kalkmørtler. Et samarbeidsprosjekt blablabla

Tanum kirke Larvik. Prøve ID: TA1-Fabrica 1 av 2

Type	Murmørtel
Overflatestruktur	Ikke relevant
Farge	Grålig
Fasthet	Løs-smuldrende
Beskrivelse	Lys, beige-grå, litt smuldrende mørtel, porøs, varierende størrelse tilslag, en del kullbiter, ikke godt synlige skjellfragmenter, men de kan være der. Eldste/eneste mørtel i fuge

Foto av bit

En av flere små prøvebiter. Kullbit i midten (mm-skala)

Dra og slipp foto, eller høyreklikk

Historiske kalkmørtler i middelalderske steinkirker

Database med prøver og analyser av kalkmørtler.

Tanum kirke Larvik. Prøve ID: TA1-Fabrica 1 av 2

Prøve | Råstoff, kalkbrenning og bindemiddel | Tilslag og tilsats | Porøsitet | Blanding og blandingsforhold | Kjemisk omvandling | Oppsummerende beskrivelse

Raw material/burning/binder | Aggregate | Porosity | Mixing | Alteration | Summary

Råstoff for bindemiddel

Hovedråstoff
Kalkstein

Renhet anslag
Litt uren 80-90%

Hovedmineralogi
Kalsittisk

Metamorfose
Dels kontaktmetamorf

Hypotese proveniens
Regional (innen fylke/nabofylke)

Beskrivelse
Kalkstein med en del skjellfragmenter, mulige rester av få sjøliljestilker. Sannsynlig dels kontaktmetamorf, men store kalsittkorn kan også representere sparitt. Det finnes en del små kvartskorn i kalksteinen. Kalksteinen fremstår relativt ren til tross for det ganske brungrå

Brenning

Anslått temperatur
Lav <900°C

Indikator høy temperatur
f.eks. slagg, mangel på underbrente korn, annet

Indikator lav temperatur
Underbrente korn

Bindemiddel

Karbonatisering
Fullstendig

Generell farge i lupe / visuelt
Lys brunt

Homogenitet
Ujevnt

Kalkkorn synlighet
(●) Visuelt synlige ( ) Visuelt ikke-synlige

Kalkkorn mengde, anslag av bindemiddel
(●) Mange >30% ( ) Noen 10-30% ( ) Få <10%

Kalkkorn størrelse
Middels 0,1-1 mm

Kalkkorn farge
Varierende

Synlige hydrauliske komponenter
Sannsynlig noen hydrauliske komponenter fra skiferlignende korn og brent kvarts i kalksteinen, men brenntemperaturen har vært relativt lav og det

Hydraulisitet anslag
Sub

Beskrivelse
Bindemiddelet er preget av mange kalkkorn, som relikter fra relativt lavbrente kalksteinskorn. Noen kalkkorn har

Mikrofoto

Ubrent kalksteinskorn med skjellfragmenter i en mikrittisk grunnmasse. Stengelen til venstre kan være en sjøliljestilk. PPL

Work with database

In project

- Populate with up to 100 existing and new analyses
- Develop tools for statistics and reports
- Focus now: Medieval mortars

Future

- Build modules for plasters/paints and Post-Reformation mortars
- Provenance (sourcing) and dating

Vision

- For all new mortar analyses related to medieval churches in Norway –
- **A public treasure trove**

A newly discovered treasure trove of medieval mortars at Nidaros cathedral

Current knowledge/***hypotheses***

Early Middle Ages

- Opportunistic, local raw materials, lime burning at variable temperatures, great diversity

High Middle Ages

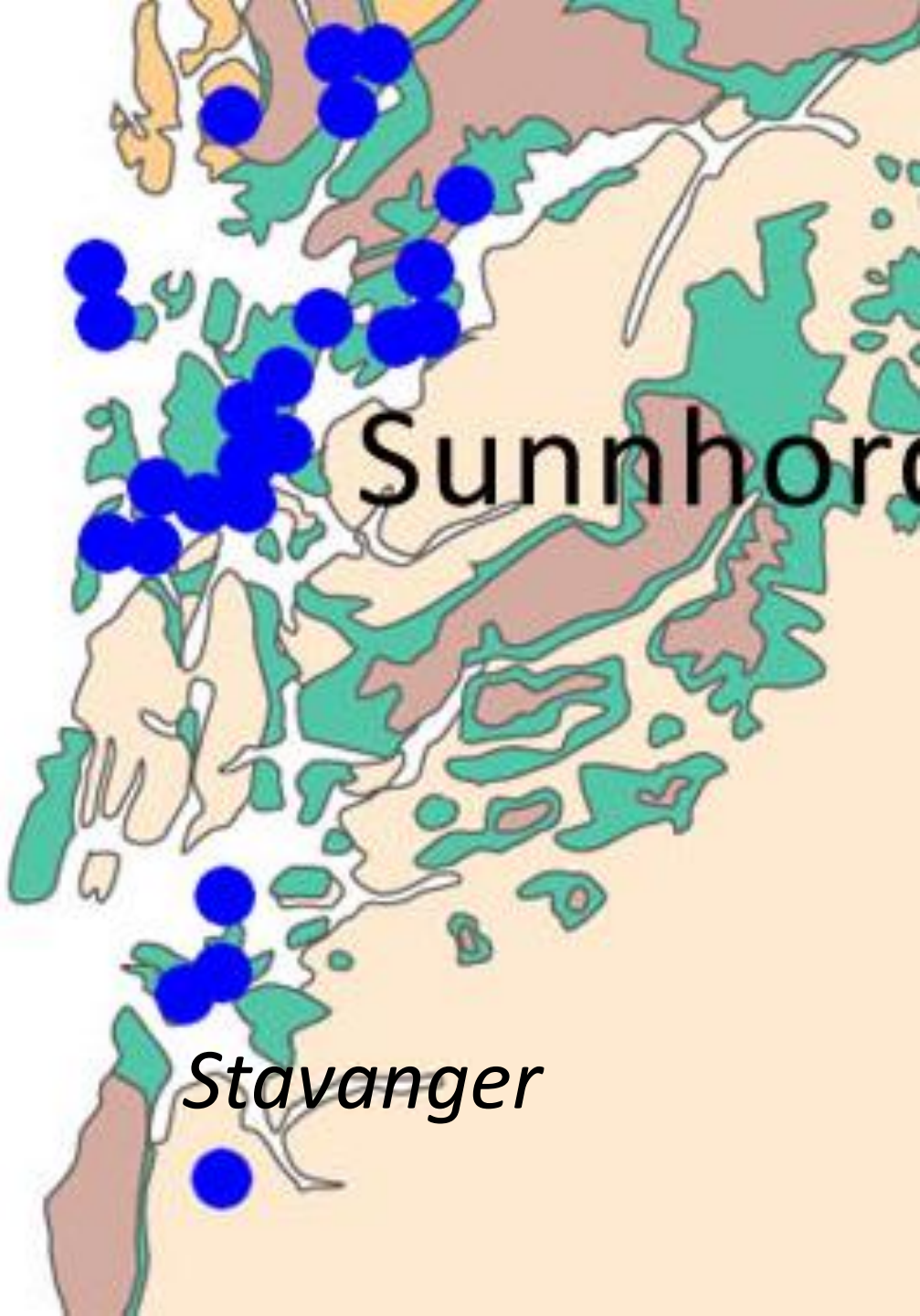
- Lime burning centres established, purer lime, domestic trade along the coast

Late Middle Ages/Early Post-Reformation Period

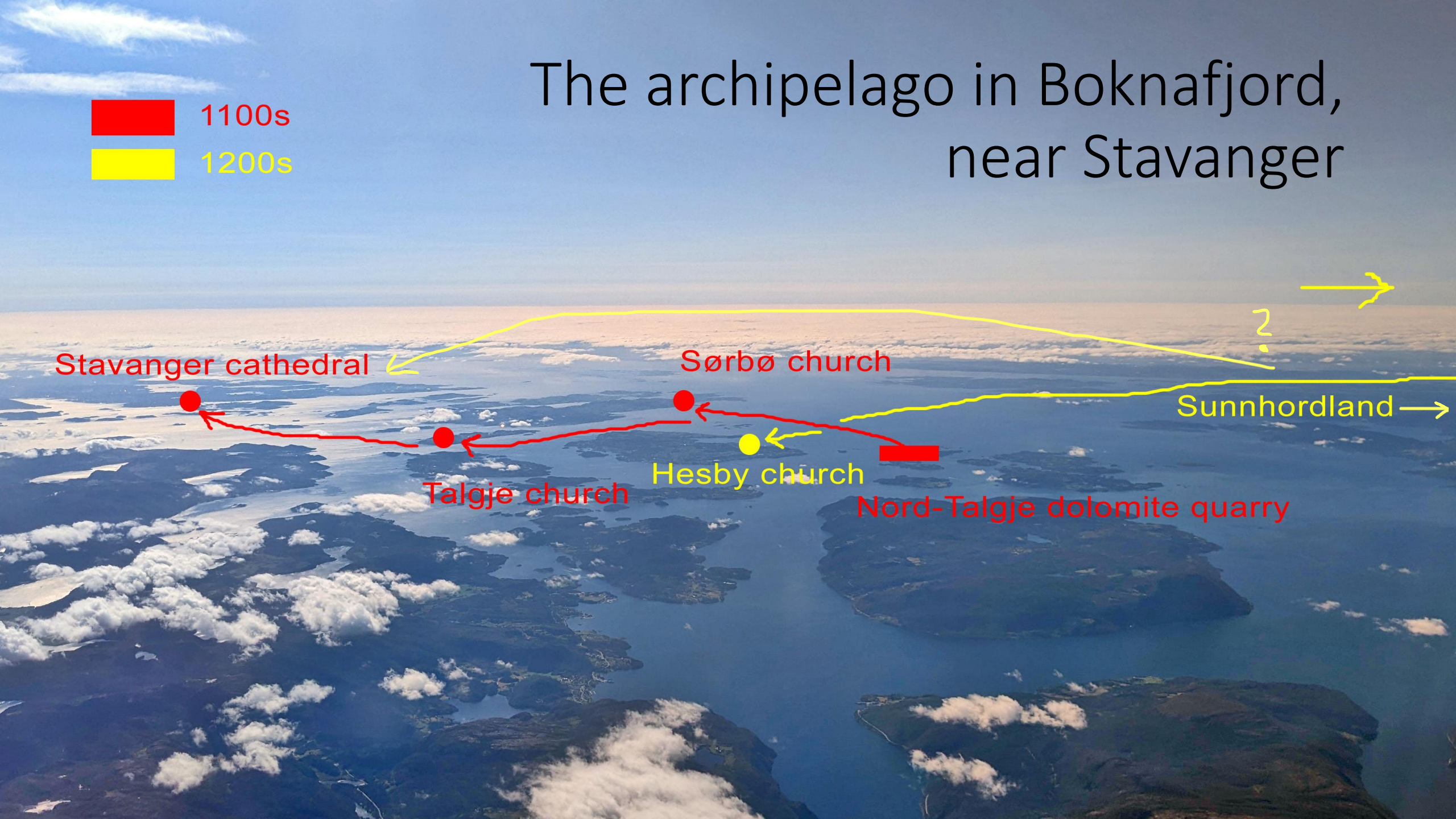
- Tradition from Midle Ages broken. Diversity.

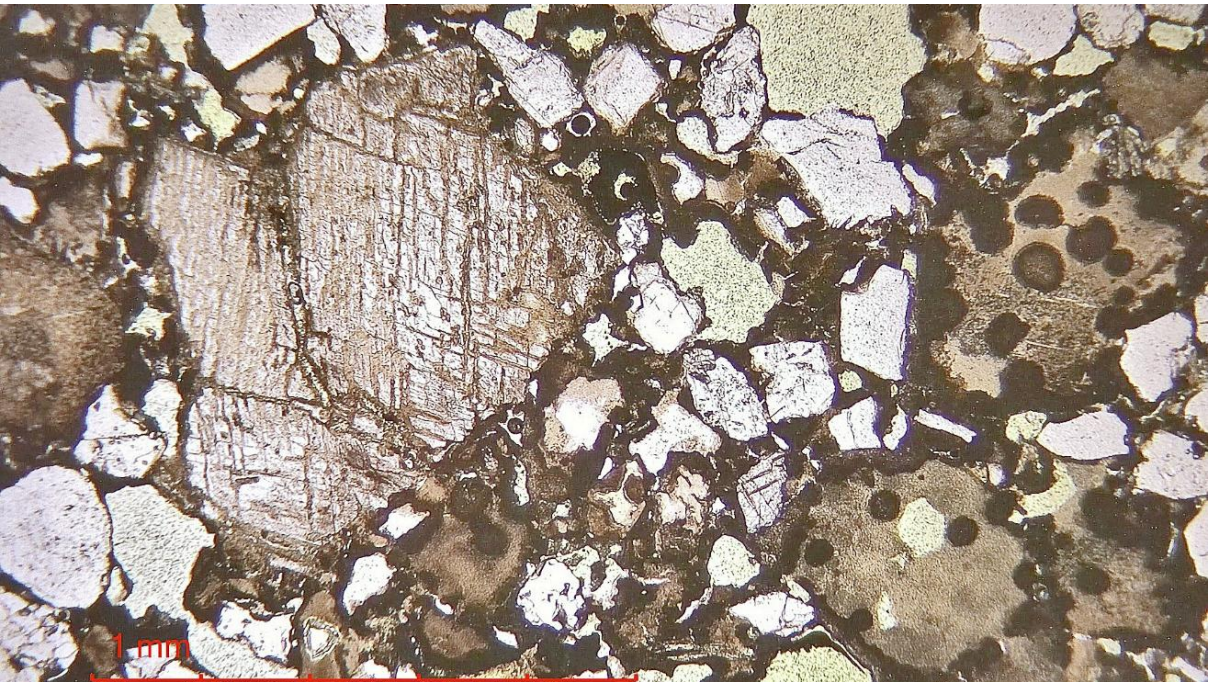
Post-Reformaton Period (prior to industrialisation)

- Lime centres, domestic trade along coast/rivers. Foreign trade (Sweden, Denmark, Scotland, Germany)



The archipelago in Boknafjord, near Stavanger





Splendid dolomitic lime
A mason’s dream
Not used anymore