



# VARDØHUS FESTNING

Sluttrapport  
2011 — 2012

Ekstraordinært vedlikehold



# SLUTTRAPPORT

## Ekstraordinært vedlikehold på Vardøhus festning

Forsvarsbygg nasjonale festningsverk gjennomførte i 2007 en komplett tilstands-analyse av bygninger og fortifikasjoner på 14 nasjonale festninger. En rekke inventarer ble vurdert til å utgjøre en sikkerhetsrisiko for brukere og publikum. I desember 2008 fremla Forsvarsbygg et løsningsdokument og en plan for utbedring av inventarer som utgjorde en sikkerhetsrisiko. Et forprosjekt for arbeidene på Vardøhus festning ble godkjent av Forsvarsdepartementet og nødvendig finansiering av arbeidene ble stilt til rådighet over post 46 ekstraordinært vedlikehold.

Arbeidene ble gjennomført i perioden 2011 – 2012.

Sluttdokumentasjonen er utarbeidet av

Forsvarsbygg nasjonale festningsverk i samarbeid med Forsvarsbygg Utvikling

Tekstbidrag og foto fra innleid byggeleder Morten Langvik

Oslo, desember 2014

# INNHOLD

---

## 200201 Vardøhus festning

### Sluttdokumentasjon s. 5

1022 Latrine  
1025 Nordre redang  
1026 Vestre redang

---

### Vedlegg s. 17

---



**SLUTTDOKUMENTASJON  
FOR  
SIKRINGS- OG ISTANDSETTINGSPROSJEKTER  
2011**

<b>Prosjektnr</b>
<b>2435045                      Vardøhus Festning</b>
<b>DocuLivenr/ePhortenr/Kontraktsnr</b>
<b>2008/1359 – 2009/519 - 2012/3211</b>

<b>Inventarnr</b>	<b>Inventarnavn</b>
<b>1022</b>	<b>Latrine i Varsleren</b>
<b>1025</b>	<b>Nordre redang / forstøtningsmur Øien</b>
<b>1026</b>	<b>Vestre redang / forstøtningsmur Larsen</b>



Før utbedring (24.06.2011), mur Øien.



Før utbedring (24.06.2011) Latrinerom.

## INNLEDNING

### Bakgrunn for arbeidene

Nasjonale Festningsverk gjennomførte i 2007 en komplett tilstandsanalyse av bygninger og fortifikasjoner på de 14 nasjonale festningsverkene. En rekke inventarer ble vurdert til å utgjøre en sikkerhetsrisiko for brukere og publikum. I desember 2008 fremla Forsvarsbygg et løsningsdokument og en plan for utbedring av inventarer som utgjorde en sikkerhetsrisiko. Et forprosjekt for arbeidene på Vardøhus ble godkjent av Forsvarsdepartementet og nødvendig finansiering av arbeidene ble fremskaffet over post 46 ekstraordinært vedlikehold..

Indre festningsområde på Vardøhus er lite og trangt og besøksgrupper oppholder seg tett inntil murene. Murene er ca. tre meter høye og det er fare for utrasing av murpartier inn mot dette publikumsområdet. De inventarene som utgjør størst fare er latrinerom 1022 Varsleren med råteskadet tak og brekt bærebjelke, mur 1025 Øien og mur 1026 Larsen, som begge har kraftige sprekker, utbulinger og løse steiner.

### Kort relevant historikk for berørte inventarer

Festningsverkene ble ferdigstilt i år 1738.

I et brev fra kommandanten i 1761 ble det nevnt at murene trenger «udrapning». Dette er tolket som at murene opprinnelig kan ha vært rappet med et påkast av et tynt pusslag utvendig.

For øvrig ingen spesifikk historikk for de aktuelle inventarer.

Festningsmuren eller Revetementsmuren er en kistekonstruksjon bestående av et ytre murskall oppmurt i gråstein 1 alen tykk, og et indre murskall opprinnelig murt i leire 2 alen tykt. Mellom murene er det fylt opp med skjellsand fra stedet.

*Kilde: verneplan for Vardøhus Festning, 2006.*

### Godkjenninger og dispensasjoner fra myndigheter

#### Riksantikvaren

Vardøhus festning er fredet iht forskrift av 02.08.2007. Tiltakene kan klassifiseres som vanlig vedlikehold iht. møtereferat fra møte mellom Riksantikvaren og Forsvarsbygg 2.4.2009, og er dermed ikke søknadspliktige.

#### Plan- og bygningsetat (PBL)

Arbeidene er ikke forbundet med krav om kommunal saksbehandling.

#### Oversikt over bakgrunnsdokumenter (forprosjekt, prosjekteringsgrunnlag osv)

- Tilstandsanalyse av nasjonale festningsverk 2007, datert 20.5.2008.
- Løsningsdokument (felles for alle festningene) datert 15.12.2008.
- Befaring juni 2010 med oppfølgende notat datert 12.6.2010.
- Forprosjekt datert 10.1.2011.
- Arbeidene er beskrevet i kontrakt 430224. Som vedlegg til kontrakt ligger også oppmålingstegninger med skravur for de prosjekterte og utførte områder.

## BESKRIVELSE AV ARBEIDENE

### HVA

#### Hvilke typer arbeider er gjennomført? Beskrives på bygningsdelsnivå

Prosjektet omfatter i hovedsak de deler av festningsverket som har kraftige sprekker, utbulinger og løse steiner med fare for utrasing mot publikumsområder.

Entreprisen omfatter i hovedsak følgende arbeider:


- Etablering av riggplass med utstyr for klimatiske utfordringer.
- Fjerning av løsmasser på murkrone og i bakkant av mur som skal demonteres.
- Merking, demontering og oppmuring av festningsmur med gjenbruk av stein.
- Kvalitetssikring av murarbeider for å sikre gjenskaping av det visuelle uttrykk på muren.
- Reetablering av murkrone for å sikre avrenning av overflatevann på egnet måte.

Det var usikkerhet omkring murens oppbygning. Etter hvert som demontering fant sted viste det seg at indre murskall kun var tørrstabled. Det ble derfor lagt pukk bak muren for å drenere vekk ev. vanntrykk.

Muren Øien og Larsen er demontert og omstabled i de anviste (skraverte) områder. For øvrig er hele muren spekket, slemmet og kalkmalt for å gjenskape det tidligere uttrykk i gårdsrommet omkring kommandantboligen.

Portal og tak i latrinekonstruksjon under dagens saluttkanoner er fornyet. I den forbindelse ble det foretatt arkeologiske vurdering og registreringer.



Tilstand før tiltak	
<p><i>1022 Varsleren – Latrinerom</i></p> <p>For å opprettholde tilgjengelighet uten avsperringer foreslås det midlertidig å fjerne løsmasser på vollområdet foran saluttkanoner, fjerne skadet tak og bæresystem, reetablere murvegger i latrinerom og åpning, nytt bæresystem i tak utført iht godkjente antikvariske metoder og tilbakeføring av løsmasser. Tiltaket innebærer at avspærrede områder kan gjenåpnes for publikum.</p> <p><i>1025 Øien</i></p> <p>Tørrsteinsmur er spekket med sementbasert mørtel. Det er mange sprekker i spekkemørtel og det anses nødvendig å demontere mur for gjenoppmuring i en strekning på ca 15 m. Muren er der ca 20 cm ute av lodd. Dette utgjør ca 30 kvm. Banketten på toppen av muren må fjernes for å etablere en graveskråning for demontering av mur. Dette innebærer behov for mellomlagring av løsmasser, ca 50 kvm grøntområde vil bli berørt av dette.</p> <p><i>1026 Larsen</i></p> <p>Et mindre område ved gammel åpning sikres ved hel eller delvis demontering og ommuring. Dette må gjøres for å avklare stabiliteten på gjenmuringen av den gamle veien til dekningsrommet i bastionen. Dette vil utgjøre ca 15 kvm av muren. Sideveggen på øvre del av aprillen har en del løse steiner som skal sikres ved omstabling. Dette krever noe fjerning av løsmasser for å muliggjøre arbeidet. Anslår ca 6 kvm.</p>	
Tilstand som avdekkes under arbeidene	
<p>Prosjektet ble utført i tråd med forutsetningene.</p>	
HVOR	
Hvor på inventaret er arbeidene gjennomført /hvilke områder er det utført arbeid på? Henvis til skisser/foto med markering	
<p><b>1022 Latrine i Varsleren:</b></p>	
	<p>Oppgraving og eksponering av langsgående bærestokk</p>



Portal ut gjennom ytre murskall



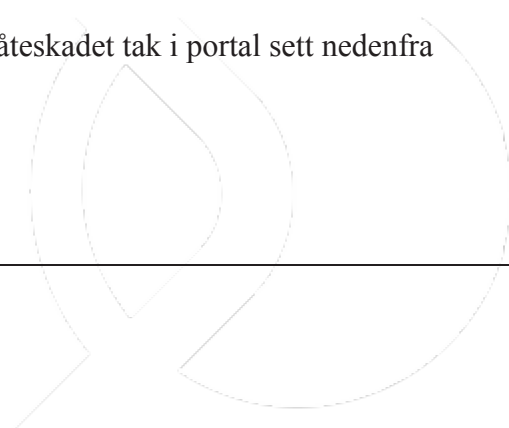
Råteskadet tak i portal sett nedenfra



Utgravet latrinekammer



Reetablert portaltak

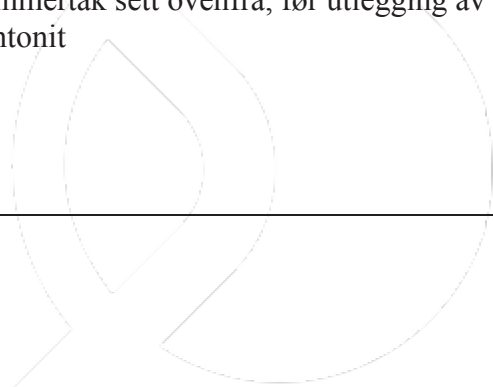




Reetablert kammertak sett nedenfra



Kammertak sett ovenfra, før utlegging av Bentonit



Jordvoll reetablert



Ny port montert. Kan låses med hengelås.

<p><b>1025 Mur Øien:</b></p>	
	<p>Bakgraving før demontering. Område for ommuring er innmålt på vedlegg.</p>
	<p>Demontering pågår</p> 
	<p>Demontering utført og bakkenivå avrettet</p>

	<p>Utlagt pukkseng før oppstart gjenoppmuring</p>
	<p>Tørrstabling pågår</p> 
	<p>Bakfylling med pukkk foregikk nivåmessig samtidig med tørrmuring.</p>
	<p>Ferdig. Regnværsbilde nov. 2012.</p>

**1026 Mur Larsen:**



Demontering og oppgraving i bakkant. Område for ommuring er innmålt på vedlegg.



Demontering sett ovenfra mot gammel åpning



Gjenoppmuring nesten ferdig

	<p>Re-stabling av gammel døråpning</p>
	<p>Spekking og slemming av mur utført. Gml. åpning ble senere etterspekket og -slemmet</p> 
	<p>Hele flaten ferdig kalkmalt som tillegg 2012.</p>
<p>Område for ommuring på Larsen og Øien er vist i vedlegg</p>	

<b>NÅR</b>
Gjennomføringsperiode, spesielt <u>når</u> de ulike arbeidene er gjennomført (for eks mørtelarbeid), tildekkingsperiode osv
<p>Hovedarbeidene ble gjennomført i perioden august-november 2011. Overtakelse ble holdt 12.12.2011.</p> <p>Slemming og maling bestilt som tillegg ble utført sommeren 2012.</p>
<b>HVEM</b>
Hvem har utført de ulike arbeidene (navn på firma)? Navneliste i vedlegg
<p>Arbeidene ble utført av Finnmark Entreprenør AS. Entreprenørens prosjektleder var Asbjørn Daugaard. Byggeplassformann var Niklas Karlsen.</p>
<b>HVORDAN</b>
Hvilke metoder er anvendt?
<p>Gravemaskin for løsmassearbeider. Beltegående trillebår for inn- og uttransport av løsmasser. Manuelt arbeid for øvrig.</p>
Hvilke materialer er brukt?
<p>Weber Cal 158, 0-4 mm for spekking av fuger og slemming. Weber kulekalk for maling av nyslemmede vegger. Malmfuru i treverk i latrine. Galvaniserte T-profiler for tverrbæring i latrinetak. Bentonitt for fuktsikring av murkrone og latrinetak. Gjenbruk av stedlige masser.</p> <p>Det vises til byggemøtereferater og entreprenørens FDV-dokumentasjon for nærmere materialspesifikasjon.</p>
Spesielle riggforhold?
<p>For mur, og spekkearbeider i november ble det reist et værtelt som klimabeskyttelse og isolert med Glavamatter for oppvarming.</p>



## HVORFOR

### Begrunnelse for løsninger

Stabilisering og optimal gjenskaping av opprinnelig (sist kjente) konstruksjonsløsning.

### Evaluering av prosessen og resultatet

Prosjektet ble gjennomført etter forutsetningene, men kom noe forsinket i gang. Det var noe diskusjon omkring valg av slemming og spekking av murverk som følge av klimatiske utfordringer. Prosjektet vurderes pr november 2012 som vellykket. Det er kun registrert et pr mindre avskallinger av maling/slemming.

## ANDRE FORHOLD

### Spesielle forhold eller funn gjort underveis

Det vises til egen rapport fra arkeolog med opptegning og beskrivelse av funn fra utgraving av latrine for reetablering av tak under jordvoll.

### Konklusjoner fra analyser av historisk materialbruk

Det foreligger rapport fra analyse av syv (7) materialprøver. Mørtelprøvene viser at det tidligere var benyttet KC-mørtel i spekking og slemming. Det ble ikke funnet tegn til leire i indre murskall, slik det er beskrevet i verneplanen.

## VEDLEGG

Vedlegg	Beskrivelse	Sider
1	Dokumentasjon av prøvetaking for materialanalyse, datert 4.6.2010	12
2	Rapport R100607 fra SEIR-materialanalyse A/S datert 13.7.2010	31
3	Vardøhus festning – forslag til rekonstruksjon av gammel latrine i Varsleren	2
4	Prøvefotomontasje av gammel latrinebygning i 2010-omgivelser	4
5	Teknisk sammendrag fra befaring ifbm utarbeidelse av forprosjekt juni 2010	3
6	Rapport etter dokumentasjon og oppmåling av latrinekonstruksjon m/2 vedlegg.	7+2
7	FDV-dokumentasjon fra Finnmark Entreprenør AS	-
8	Billedokumentasjon fra utførelsen (separat DVD)	-
9	Område for ommuring er innmålt på vedlegg for henholdsvis Larsen og Øien	



SEIR-materialeanalyse A/S  
H.P. Christensensvej 1  
DK-3000 Helsingør  
Danmark

Tlf: +45 4921 9716  
Mobil: +45 2142 5632  
e-mail: [tsh@seir-analyse.dk](mailto:tsh@seir-analyse.dk)

Oslo, 4.6.2010

### Vardøhus festning – dokumentasjon fra prøvetaking 04.06.2010

Mur-Sentret oversender 7 merkede poser med prøver som i dag er hentet fra Vardøhus festning i Finmark fylke øverst og nordøst i Norge. Festningen ble oppført i sin nåværende stjerneform under kong Christian 6. og sto ferdig ca år 1739. Se mer info på [www.nasjonalefestningsverk.no](http://www.nasjonalefestningsverk.no)

Enkelte områder på festningen står foran en begrenset utbedring og det er i den forbindelse ønskelig med materialanalyser som skal gi historisk informasjon og danne grunnlag for ev. materialvalg for utbedringen.

Jeg ber om en kort vurdering av dette notat og materialprøver som vi nå sender i posten, så kan vi på dette grunnlag avtale diskutere prøvemethoder og kostnader for dette. Det er ønskelig med en rapport med prøveresultater innen 12. juli.

Med vennlig hilsen  
Mur-Sentret AS

Morten Langvik  
Daglig leder

### Larsen – vestre redang

Muren antas å være oppført som en tørrstabelt natursteinsmur. Høyde er ca 2,3 m. Det er opplyst at det i forbindelse med 2.verdenskrig ble laget en åpning i muren som senere er lukket. Bildet viser omrisset av åpningen, samt et felt til venstre som kan være en lokal utrasing.



Uttak av prøve på Larsen 1



Prøve nr 1 antas å være en sementbasert gjenmuringsmørtel fra ca 1945.  
Hva slags sement og sand kan man finne her?

Larsen prøve nr 2 ble hentet fra veggfeltet til venstre for gjenmuringen. Bak en løs stein ble det i dybde ca 20 cm hentet ut lysere mørtelklumper som var annerledes enn den som er registrert som prøve 1. Kan dette være kalkmørtel?





Larsen prøve nr 2



### Øien – nordre redang

Veggen antas opprinnelig å være tørrmurt uten mørtel, mens den senere er spekket og kalket ved forskjellige høytidelige anledninger. Det kan også være spor av sementbasert puss/slemming. Muren har en kraftig utbuling ved personene på bildet og det er aktuelt å demontere for oppmuring





*Øien høyre del - prøve nr 1*

*Tykkere puss/slemmemørtel hentet fra utvendig side av skiferstein i tørmur*





Øien sandprøve nr 2 ønskes undersøkt for å avklare om det kun er materialer fra skjellsand i fylling bak tørrstabledet mur, eller om der finnes rester av gammel kalkmørtel som kan indikere at muren en gang tidligere har vært spekket og/eller har vært murt i mørtel. Utskrappingsdybde pulver var 5-15 cm.



*Øien venstre del - prøve nr 3*

*Spekkemørtel antas å være sementbasert mørtel og/eller med spor av tidligere mørtel fra forskjellige epoker, er hentet fra løs overflatefuge mellom steiner.*

*Det antas at prøve 1 og 3 har samsvarende rester av tidligere utførelse.*

**Krutthuset – gulvbelegg**

Deler av gulvet har en liten skade. Bruddstykker i prøve har fingertykkelse, og opplyses å være av bek. Det er ønskelig å avklare om det er mulig å fastsette mer nøyaktig hva slags materiale dette er og hvordan man kan produsere et tilnærmet likt produkt i dag.



*Gulvet i krutthuset*

### Krutthuset – puss på sørvegg

Det er opplyst at veggen er pusset med en mørtel som er iblandet knust teglstein, derav rødfargen. Veggen er overmalt flere ganger med forskjellige malingstyper.

Oppgaven her er å avklare hvilke malingstyper som kan spores i de forskjellige lag, og om det vil være nødvendig å hugge pussen fordi den har liten fasthet og trolig ikke tåler en malingsfjerning. Prøven består av en pose med en blanding av små mørtel- og malingsbiter.



Vedlegg  
1



*Puss og maling på krutthusets sørvegg*



Rekvirent:  
Mur-Sentret AS  
Postboks 124 Slemdal  
NO-0710 Oslo

Sag: 100607  
Rapport nr.: R100607

Dato: 13. juli 2010  
Side 1 af 31

Vedlegg  
2

# RAPPORT

Bygværk:

**Vardøhus festning**

Prøve(r):

**Puds- og mørtelprøver (7 stk.)**

Undersøgelse(r):

**Tyndslibsanalyse:  
■ Puds- og mørtel- og farveanalyser**

Oplæg.....	side 2
Sammenfatning og vurdering af resultater.....	side 4
Tyndslibsanalyser.....	side 8
Fotodokumentation .....	side 24

Torben Seir Hansen  
Geolog, Cand. Scient.

**SEIR-materialanalyse A/S**

H.P. Christensensvej 1, DK-3000, Helsingør

Tlf: +45 49 21 97 16  
E-mail: tsh@seir-analyse.dk

## Oplæg

### Rekvirent

Mur-Sentret AS  
Postboks 124 Slemdal  
NO-0710 Oslo

Kontaktperson: Morten Langvik

Tlf.: +47 478 22 890

E-mail: morten.langvik@mur-sentret.as

### Prøvemateriale

Prøvematerialet består af følgende prøver modtaget den 7. juni 2010:

Prøve nr.	Mærket	Prøvetagningssted (oplyst af rekvirent)	Prøvetype/prøvebeskrivelse	Undersøgelser
P100607-1	Larsen 1	Larsen – vestre redang. Lukket muråbning Gjenmuringsmørtel ca 1945	Brudstykke af finkornet, koksgrå mørtel Dimensioner: 30 x 45 x 60 mm	Tyndslibsanalyse
P100607-2	Larsen 2	Larsen – vestre redang. Muringsmørtel hentet ca. 20 cm inne muren	Brudstykker af finkornet, lysegrå mørtel Dimensioner: op til 20 x 25 x 75 mm	Tyndslibsanalyse
P100607-3	Krutthus, belegg gulv	Krutthus, belegg gulv	Flageformet brudstykke af sort, tjære/beg-lignende materiale Dimensioner: 55 x 65 mm Tykkelse: op til 14 mm	Tyndslibsanalyse
P100607-4	Krutthus, puss på sørvegg	Krutthus, puss på sørvegg	Mange brudstykker af lyserød, grå og hvidgrå mørtel med hvide farvelag på overfladen Dimensioner: op til 30 x 40 mm Tykkelse: op til 15 mm	Tyndslibsanalyse
P100607-5	Øien 1	Øien – nordre redang Tykkere puss/slemme-mørtel hentet fra utvendig side av skiferstein i tørrmur	Flageformet brudstykke af lysegrå mørtel (puds) med en tyk serie af hvide farvelag på overfladen Dimensioner: 75 x 85 mm Tykkelse: op til 10 - 20 mm	Tyndslibsanalyse
P100607-6	Øien 2	Øien – nordre redang fylling bak tørrstabet mur Utskrapningsdybde: 5-15 cm	Løst, sandlignende, lysebrunt pulver (ca. 100 g)	Tyndslibsanalyse
P100607-7	Øien 3	Øien – nordre redang Spekkemørtel	Aflangt, trekantet brudstykke af lysegrå mørtel med en tyk serie af hvide farvelag på overfladen Dimensioner: 50 x 155 mm Tykkelse: op til 30 mm	Tyndslibsanalyse

Skema 1: Beskrivelse og registrering af de modtagne prøver

## Undersøgelser

Der er fremstillet og analyseret tyndslib af alle prøverne. Analysen omfatter for hver prøve:

- Beskrivelse af prøvens opbygning
- Beskrivelse af mørtelens/pudsens bestanddele
- Bestemmelse af mørtelens/pudsens sammensætning; det vil sige bestemmelse af mængden af henholdsvis tilslag, bindemiddel og luft. Bestemmelsen er udført ved punkttælling
- Beskrivelse og bestemmelse af evt. forekommende farvelag
- Vurdering af bindemiddeltype (mørteltype)
- Vurdering af omdannelses- og nedbrydningstegn
- Fotodokumentation af udvalgte iagttagelser

Vedlegg  
2

## Resultater

Resultaterne af undersøgelsen fremgår af afsnittet: *Tyndslibsanalyser*. Resultaterne er endvidere sammenfattet i afsnittet: *Sammenfatning og vurdering*. Udvalgte fotos fra tyndslibsanalysen er bragt under afsnittet: *Fotodokumentation*.

## Forbehold

De anførte resultater er alene baseret på materialet i de undersøgte prøver og gælder kun for de pågældende konstruktioner som helhed, i den udstrækning de undersøgte prøver er repræsentative.



## Sammenfatning og vurdering af resultater

Der er undersøgt i at 7 prøver udtaget fra forskellige konstruktioner på Vardøhus festning. Undersøgelsen er udført ved mikroskopisk analyse (tyndslibsanalyse).

Resultatet af tyndslibsanalyserne fremgår af efterfølgende sider i rapporten. Nedenfor er sammenfattet de væsentligste resultater. Der er endvidere udført en vurdering af blandingsforholdet for de anvendte mørtler. Vurderingen er baseret på resultatet af udførte punkttællinger samt relevante materialeparametre, ligeledes vurderet på baggrund af tyndslibsanalyserne.

2  
Vedlegg

### Larsen 1: Vestre redang, gjenmuringsmørtel ca. 1945 (Lab nr.: P100607-1)

Prøven består af et brudstykke af koksgrå, finkornet mørtel med følgende sammensætning:

Mørtel	Kalkmørtel tilsat let-klinker og lidt cement
Bindemiddel:	Kalk (lufthærdende) tilsat lidt portlandcement
Tilslag:	Hovedsageligt let-klinker fremstillet ved sintring af formentligt silt-holdigt ler. Derudover er der tilsat lidt naturligt sand samt lidt kalkfiller. Største kornstørrelse for tilslaget er 2 mm
Blandingsforhold:	Skønsmæssigt som 1 del bindemiddel (kalk) til 3 dele tilslag. Derudover er der tilsat lidt portlandcement
Luftindhold:	10 vol%

De anvendte let-klinker består til stor del af amorf glas-fase, som vurderes at have haft pozzolane egenskaber i det basiske bindemiddel. En del af mørtelens styrke vurderes at stamme fra de anvendte let-klinker.

Det tilsatte naturlige sand er ikke af samme type som i de øvrige prøver, hvor der er anvendt kalkholdigt sand af formentligt lokal oprindelse.

### Larsen 2 Vestre redang, muringsmørtel (Lab nr.: P100607-2)

Prøven består af et brudstykke af lysegrå, finkornet mørtel med følgende sammensætning:

Mørtel	Kalkcementmørtel
Bindemiddel:	Kalk (lufthærdende) og portlandcement (grå)
Tilslag:	Finkornet, kalkholdigt sand med største kornstørrelse på 2 mm
Blandingsforhold:	Som KC 60/40/350
Luftindhold:	5 vol%

### Krutthus, belegg gulv (Lab nr.: P100607-3)

Prøven består af brudstykker af et sort asfalt- eller beg-lignende materiale med følgende sammensætning:

<b>Asfalt</b>	<b>Bitumen tilsat mineralsk fyldstof/tilslag</b>
Bindemiddel:	Bitumen
Fyldstof/tilslag:	Finkornet, kalkholdigt sand med største kornstørrelse på 1,5 mm, tilsat fint materiale (kalkfiller) med kornstørrelse mindre end 0,05 mm
Blandingsforhold:	Bitumen udgør skønsmæssigt mindre end 25 vol% af materialet
Luftindhold:	0 vol%

Vedlegg  
2

### Krutthus, puss på sørvegg (Lab nr.: P100607-4)

Prøven består af brudstykker af lyserød mørtel (puds 2), stedvis med hvidgrå mørtellag på overfladerne (puds 1 og 4), samt mere flageformede brudstykker af grå, finkornet mørtel (puds 3) med overvejende hvide farvelag på overfladen (farvelag 1 – 7). Derudover omfatter prøven enkelte tykke flager, som udelukkende består af hvide farvelag (farvelag 8 – 12). På baggrund af brudstykkerne i prøven kan der opstilles følgende lagvise opbygning af puds og farvelag:

<b>Farvelag 12</b> (yderst)	<b>Hvid kalkcement farve</b>
<b>Farvelag 8 - 11</b>	<b>Hvid kalkfarve tilsat meget lidt portlandcement</b> (4 lag)
<b>Puds 4, reparation</b>	<b>Kalkcementmørtel</b>
Bindemiddel:	Kalk (lufthærdende) og portlandcement (grå)
Tilslag:	Finkornet sand med største kornstørrelse på 0,5 mm
Blandingsforhold:	Ikke bestemt – skønsmæssigt i størrelsesordenen som KC 50/50
Luftindhold:	Ikke bestemt
<b>Farvelag 2 - 7</b>	<b>Hvid kalkfarve tilsat meget lidt portlandcement</b> (6 lag)
<b>Farvelag 1</b>	<b>Lysebrun kalkfarve, pigmenteret</b> (1 lag)
<b>Puds 3, tyndpuds</b>	<b>Kalkcementmørtel</b>
Bindemiddel:	Kalk (lufthærdende) og portlandcement (grå)
Tilslag:	Finkornet, kalkholdigt sand med største kornstørrelse på 0,5 mm
Blandingsforhold:	Som KC 10/90/200
Luftindhold:	6 vol%

*Fortsættes*

<b>Puds 2, lyserød</b>	<b>Kalkmørtel</b>
Bindemiddel:	Kalk (lufthærdende)
Tilslag:	Teglknus (rød) med største kornstørrelse på 2 mm, samt finkornet, kalkholdigt sand med største kornstørrelse på 0,6 mm
Blandingsforhold:	Som 4 del kalk (læsket) til 1 del sand og 2 dele teglknus (efter rummål)
Luftindhold:	3 vol%
<b>Puds 1</b> (inderst)	<b>Kalkmørtel</b>
Bindemiddel:	Kalk (lufthærdende)
Tilslag:	Finkornet, kalk- og silt-holdigt sand med største kornstørrelse på 1,5 mm
Blandingsforhold:	Ikke bestemt
Luftindhold:	Ikke bestemt

### Øien 1: Nordre redang, puss/slemmemørtel (Lab nr.: P100607-5)

Prøven består af et brudstykke med to lag lysegrå mørtel (puds 1 og 2), som på overfladen er påført en tyk serie af hvide farvelag. Sammensætningen af de enkelte lag er som følger:

<b>Farvelag</b> (yderst)	<b>Hvid kalkfarve tilsat meget lidt portlandcement</b> (ca. 24 lag)
<b>Puds 2</b>	<b>Kalkcementmørtel</b>
Bindemiddel:	Kalk (lufthærdende) og portlandcement (grå)
Tilslag:	Finkornet, kalkholdigt sand med største kornstørrelse på 0,7 mm
Blandingsforhold:	Som KC 30/70/300
Luftindhold:	6 vol%
<b>Puds 1</b> (inderst)	<b>Kalkcementmørtel</b>
Bindemiddel:	Kalk (lufthærdende) og portlandcement (grå)
Tilslag:	Finkornet, kalkholdigt sand med største kornstørrelse på 0,7 mm
Blandingsforhold:	Som KC 80/20/300
Luftindhold:	6 vol%

De to pudslag vurderes at være påført tidsmæssigt kort efter hinanden.

## Øien 2: Nordre redang, fylling bak tørrstabledt mur (Lab nr.: P100607-6)

Prøven består af et løst, lysebrunt pulver, som vurderes at stamme fra en mørtel med følgende sammensætning:

Løst pulver	Kalkcementmørtel
Bindemiddel:	Kalk (lufthærdende) og portlandcement (grå)
Tilslag:	Finkornet, kalkholdigt sand med største kornstørrelse på 0,5 mm
Blandingsforhold:	Ikke bestemt
Luftindhold:	Ikke bestemt

Sandet vurderes at være af samme oprindelse som det kalkholdige sand i de øvrige prøver.

## Øien 3: Nordre redang, spekkemørtel (Lab nr.: P100607-7)

Prøven består af et brudstykke med to lag lysegrå mørtel (puds 1 og 2), som på overfladen er påført en tyk serie af hvide farvelag. Sammensætningen af de enkelte lag er som følger:

Farvelag (yderst)	Hvid kalkfarve tilsat meget lidt portlandcement (ca. 7 lag)
<b>Puds 2</b>	<b>Kalkcementmørtel</b>
Bindemiddel:	Kalk (lufthærdende) og portlandcement (grå)
Tilslag:	Finkornet, kalkholdigt sand med største kornstørrelse på 0,7 mm
Blandingsforhold:	Som KC 30/70/300
Luftindhold:	7 vol%
<b>Puds 1 (inderst)</b>	<b>Kalkcementmørtel</b>
Bindemiddel:	Kalk (lufthærdende) og portlandcement (grå)
Tilslag:	Finkornet, kalkholdigt sand med største kornstørrelse på 0,7 mm
Blandingsforhold:	Som KC 50/50/250
Luftindhold:	8 vol%

De to pudslag vurderes at være påført tidsmæssigt kort efter hinanden.

## Supplerende vurderinger

Der er til mørtlerne i de fleste prøver anvendt et finkornet, kalkholdigt sand med mellem 48 og 58% kalkskaller. Sandet vurderes at have samme lokale oprindelse og er af marin oprindelse (strand-sand). I det inderste pudslag (puds 1) i prøven mærket *krutthus, puss på sørvegg* er det kalkholdige sand dog mere finkornet (filler-holdigt) end i de øvrige prøver.

## Tyndslibsanalyser

Prøve: **Larsen 1: Vestre redang, gjenmuringsmørtel ca. 1945** (Lab nr.: P100607-1)

Vedlegg  
2

### Makroskopisk beskrivelse

Prøven består af et brudstykke af koksgrå, finkornet mørtel af høj styrke. Prøvens eksponerede yderside fremstår ujævn (kornet) og med spredt begroning af lav/alger. Øvrige flader fremstår med aftryk af underlaget (natursten).

---

### Mikroskopisk beskrivelse af prøven set i tyndslibet

Der er fremstillet et tyndslib af prøven med orientering vinkelret på den eksponerede yderside. Set i tyndslibet kan der udskilles følgende bestanddele i mørtlen:

#### Tilslag 1 (sand): 11 vol%<sup>1)</sup>

Sand bestående hovedsagelig af kantrundede korn af sandsten og gneiss samt neddelte mineralkorn fra disse (hovedsageligt kvarts og feldspat). Største kornstørrelse i tyndslibet er 2 mm.

#### Tilslag 2 (ekspanderede letvægtsklinker): 51 vol%

Afrundede til kantrundede korn af ekspanderet silt-holdigt ler samt mange små brudstykker fra disse. Kornene har typisk en brunlig skal og et koksgråt indre. En stor del af kornene består af glasfase. Største kornstørrelse i tyndslibet er 1,5 mm.

#### Bindemiddel: 28 vol%

Inhomogen masse bestående af overvejende mikrokrystallin kalk med korn og klumper af følgende typer:

**Kalk uden urenheder:** Hvide, afrundede klumper på op til 0,2 mm bestående af ren mikrokrystallin kalk. Klumperne udgør mindre end 1 vol% af bindemidlet.

**Korn med formodede rester af cementklinker-mineraler:** Kantrundede korn på op til 0,05 mm (50 µm) med mørkebrun ferrit (C<sub>4</sub>AF) og fuldt hydratiserede rester, som muligvis stammer fra cementklinker-mineralerne alit (C<sub>3</sub>S) og belit (C<sub>2</sub>S). Kornene er ensartede i struktur, størrelse og sammensætning. De korn, som kan erkendes, udgør mindre end 1 vol% af bindemidlet.

**Korn af underbrændt kalksten:** Enkelte kantede korn på op til 0,1 mm af delvist brændt kalksten (marmor). Kornene udgør mindre end 1 vol% af bindemidlet.

**Kalkfiller:** Små kantede korn på op til 0,05 mm af knust kalksten/marmor. Kornene udgør omkring 1 vol% af bindemidlet.

Bindemidlet er fuldt carboniseret.

---

<sup>1)</sup> Mængdeangivelsen vol% betegner det rumfang (faststofrumfang + interne porøsiteter) den pågældende bestanddel optager i materialet

Luft: 10 vol%

Mørtelen indeholder noget luft i form af irregulære luftporer med tværmål op til 2 mm. Der ses ingen svindrevner.

---

## **Omdannelses- og nedbrydningstegn**

Bortset fra svag begroning af lav/alger på prøvens oprindeligt eksponerede yderside, er der ikke observeret tegn på anormal omdannelse eller nedbrydning.

Prøve: **Larsen 2: Vestre redang, muringsmørtel** (Lab nr.: P100607-2)

## Makroskopisk beskrivelse

Vedlegg  
2

Prøven består af brudstykker af lysegrå, finkornet mørtel af middel styrke. Brudstykkerne er dels omgivet af gråligt misfarvede ujævne flader, dels af brudflader og dels af flader med aftryk af underlaget (natursten). I sandet ses op til 5 mm store brudstykker af kalkskaller, men største kornstørrelse for sandet er generelt mindre end 2 mm. I bindemidlet ses op til 5 mm store hvide kalkklumper.

---

## Mikroskopisk beskrivelse af prøven set i tyndslibet

Der er fremstillet et tyndslib af prøven. Set i tyndslibet kan der udskilles følgende bestanddele i mørtlen:

### Tilslag (sand): 46 vol%

Sand bestående hovedsaglig af kalkskaller samt kantrundede korn af sandsten og gneiss samt neddelte mineralkorn fra disse (hovedsageligt kvarts og feldspat). Kalkskallerne udgør 55% af sandet. Største kornstørrelse for sandet i tyndslibet er 2 mm.

### Bindemiddel: 49 vol%

Inhomogen grundmasse bestående af dels mikrokrystallin kalk (calcit) og carbonatiseret cementgel i den yderste carbonatiserede del af mørtelen og dels af en amorf gel-lignende masse i den ucarbonatiserede del. I denne grundmasse kan der udskilles korn og klumper af følgende typer:

**Kalk uden urenheder:** Hvide, afrundede klumper på op til 0,2 mm bestående af ren mikrokrystallin kalk (calcit) i den carbonatiserede del og amorf til mikrokrystallin kalkhydrat i den ucarbonatiserede del. Klumperne udgør 2 vol% af bindemidlet.

**Korn med cementklinker-mineraler:** Kantede til kantrundede korn på op til 0,15 mm (150 µm). Kornene består af aggregater af cementklinker-mineralerne alit ( $C_3S$ ), belit ( $C_2S$ ) og ferrit ( $C_4AF$ ), som er karakteristiske for **portlandcement**. Kornene er let uensartede i struktur, størrelse og sammensætning. Indholdet af ferrit er relativt højt. Den største del af kornene er fuldt hydratiserede. De korn, som kan erkendes, udgør 6 vol% af bindemidlet.

Bindemidlet er kun carbonatiseret i de yderste 10 mm af det undersøgte brudstykkets ene flade.

### Luft: 5 vol%

Mørtelen indeholder noget luft i form af let irregulære luftporer med tværmål op til 0,7 mm. Der ses ingen svindrevner.

## Omdannelses- og nedbrydningstegn

Bortset fra tegn på fugtpåvirkning i form af kalkudfældninger i luftporer er der ikke observeret tegn på anormal omdannelse eller nedbrydning.



Prøve: **Krutthus, belegg gulv** (Lab nr.: P100607-3)

## Makroskopisk beskrivelse

Prøven består af et flageformet brudstykke af sort asfalt- eller beg-lignende materiale med hvidgrå mørtelrester på bagsiden.

## Mikroskopisk beskrivelse af prøven set i tyndslibet

Der er fremstillet et tyndslib af prøven med orientering vinkelret på overfladen.

## Beskrivelse af asfalt/beg-lignende materiale

Set i tyndslibet kan der udskilles følgende bestanddele:

### Fyldstof: min. 75 vol%

Delvist knust sand bestående hovedsaglig af brudstykker af kalkskaller samt kantrundede korn af sandsten og gneiss samt neddelte mineralkorn fra disse (hovedsageligt kvarts og feldspat). Kalkskallerne udgør 54% af sandet. Største kornstørrelse for sandet i tyndslibet er 1,5 mm. En meget stor del af sandet består af små nedknuste kalkkorn mindre end 0,05 mm. På grund af den lille kornstørrelse er mængden af fyldstof anført som en minimumsværdi.

### Bindemiddel: max. 25 vol%

Sort bitumen.

## Beskrivelse af mørtelrester på prøvens bagside

På bagsiden af det sorte asfalt/beg-lignende materiale ses der vedhængende rester af kalkmørtel med samme type sand som i asfalt-laget, dog ikke med indhold af nedknuste kalkkorn.

## Omdannelses- og nedbrydningstegn

Der er ikke observeret tegn på anormal omdannelse eller nedbrydning.

Prøve: **Krutthus, puss på sørvegg** (Lab nr.: P100607-4)

## Makroskopisk beskrivelse

Prøven består af hovedsageligt små brudstykker (type a) af lyserød mørtel (puds) af middel styrke med op til 2 mm store stumper af rød teglsten. Brudstykkerne har stedvis et tyndt lag hvidgrå finkornet mørtel på overfladen. Derudover ses der en del flageformede brudstykker (type b) af grå, finkornet mørtel af høj styrke med lysebrune og hvide farvelag på overfladen samt flere op til 5 mm tykke brudstykker af hvide farvelag (type c).

Vedlegg 2

## Mikroskopisk beskrivelse af prøven set i tyndslibet

Der er fremstillet et tyndslib omfattende brudstykker af type a, b og c. Tyndslibet er orienteret således at det omfatter snit vinkelret på overfladerne. Set i tyndslibet kan der opstilles følgende samlede lagdeling på baggrund af prøvematerialet:

	Betegnelse	Lagtykkelse	Beskrivelse
Yderst:	<b>Farvelag 8 – 12</b>	2,8 – 5,5 mm	Hvide farvelag (5 stk.) – brudstykke type c
	<b>Puds 4</b>	0,0 – 0,7 mm	Hvidgrå mørtel – på ydersiden af brudstykke type a
	<b>Farvelag 2 – 7</b>	0,2 – 1,2 mm	Hvide farvelag – på ydersiden af brudstykke type b
	<b>Farvelag 1</b>	0,0 – 2,1 mm	Lysebrunt farvelag – på ydersiden af brudstykke type b
	<b>Puds 3</b>	2,2 – 5,5 mm	Grå mørtel – brudstykke type b
	<b>Puds 2</b>	Op til 13 mm	Lyserød mørtel – brudstykke type a
Inderst:	<b>Puds 1</b>	max. 0,2 mm	Hvidgrå mørtel – på bagsiden af brudstykke type a

Placeringen af puds 4 er usikker, men pudsen vurderes på baggrund af den anvendte cementtype at være relativt ung.

## Beskrivelse af farvelag 8 – 12

Betegnelse	Lagtykkelse	Beskrivelse
Overflade		Let ujævn, kornet. Mat
Farvelag 12	0,00 - 0,10mm	<b>Mineralsk</b> Kulør: <b>Hvid</b> Bindemiddel:    Kalk (lufthærdende) og portlandcement (hvid) Fyldstof:        Marmorknus (70 µm) <sup>1)</sup> Pigment:         -

*Fortsættes*

<sup>1)</sup> Største kornstørrelse (1 mm = 1000 µm)

Farvelag 10-11	0,30 - 1,0 mm	<b>Mineralsk</b> Bindemiddel: Fyldstof: Pigment:	Kulør: <b>Hvid</b> Kalk (lufthærdende) og portlandcement (hvid) - -
Farvelag 8 - 9	2,8 - 5,5 mm	<b>Mineralsk</b> Bindemiddel: Fyldstof: Pigment:	Kulør: <b>Hvid</b> Kalk (lufthærdende) og meget lidt portlandcement (grå) Lidt marmorknus (150 µm) -

## Beskrivelse af puds 4

Puds 4 optræder som vedhængende rester af hvidgrå, finkornet mørtel med bindemiddel af ren kalk og relativt fint formalet portlandcement af en moderne type. Tilslaget (sandet) er af en anden type end i de underliggende pudslag og indeholder ikke kalkskaller. Største kornstørrelse i tyndslibet er 0,5 mm. Mørtelresten er for lille til at der kan udføres punkttælling.

## Beskrivelse af farvelag 1 – 7

Farvelag 2 - 7	0,95 - 1,20 mm	<b>Mineralsk</b> Bindemiddel: Fyldstof: Pigment:	Kulør: <b>Hvid</b> Kalk (lufthærdende) og meget lidt portlandcement (grå) - -
Farvelag 1	0,00 - 0,15 mm	<b>Mineralsk</b> Bindemiddel: Fyldstof: Pigment:	Kulør: <b>Lysebrun</b> Kalk (lufthærdende) - Orange pigment som okker (2 µm) - meget Rødt pigment som jernoxidrødt (3 µm) – lidt

## Beskrivelse af puds 3

Set i tyndslibet kan der udskilles følgende bestanddele i mørtlen som udgør pudsen:

### Tilslag: 34 vol%

Sand bestående hovedsaglig af kalkskaller samt kantrundede korn af sandsten og gneiss samt neddelte mineralkorn fra disse (hovedsageligt kvarts og feldspat). Kalkskallerne udgør 48% af sandet. Største kornstørrelse for sandet i tyndslibet er 0,5 mm.

#### Bindemiddel: 60 vol%

Inhomogen masse bestående af mikrokrySTALLIN kalk og carbonatiseret cementgel med korn og klumper af følgende typer:

**Kalk uden urenheder:** Hvide, afrundede klumper på op til 2 mm bestående af ren mikrokrySTALLIN kalk, stedvis med partier af underbrændt kalksten. Relikte spalteplaner er observeret. Klumperne udgør mindre end 1 vol% af bindemidlet.

**Korn med cementklinker-mineraler:** Kantede til kantrundede korn på op til 0,3 mm (300 µm). Kornene består af aggregater af cementklinker-mineralerne alit (C<sub>3</sub>S), belit (C<sub>2</sub>S) og ferrit (C<sub>4</sub>AF), som er karakteristiske for **portlandcement**. Kornene er uensartede i struktur, størrelse og sammensætning. Indholdet af ferrit er højt. Op til 70 µm store huller efter fri kalk samt korn af glas/slagge er observeret. En stor del af kornene er ufuldstændigt hydratiserede. De korn, som kan erkendes, udgør 28 vol% af bindemidlet.

Bindemidlet er fuldt carbonatiseret, dog ikke de største cementkorn.

#### Luft: 6 vol%

Pudsen indeholder noget luft i form af let irregulære til irregulære luftporer med tværmål op til 1,5 mm. Der ses ingen svindrevner.

---

## Beskrivelse af puds 2

Set i tyndslibet kan der udskilles følgende bestanddele i mørtlen som udgør pudsen:

#### Tilslag 1 (sand): 12 vol%

Sand af samme type som i puds 3. Kalkskaller udgør 57% af sandet. Største kornstørrelse for sandet i tyndslibet er 0,6 mm.

#### Tilslag 2 (teglknus): 32 vol%

Kantede til kantrundede korn af rød teglsten med største kornstørrelse i tyndslibet på 1,7 mm. Andelen af korn mindre end 0,1 mm er høj.

#### Bindemiddel: 53 vol%

Homogen masse bestående af mikrokrySTALLIN kalk med korn og klumper af følgende typer:

**Kalk uden urenheder:** Hvide, afrundede klumper på op til 2,5 mm bestående af ren mikrokrySTALLIN kalk. Enkelte klumper indeholder små korn af delvist smeltet kvarts. Relikte spalteplaner fra den anvendte kalksten forekommer. Klumperne udgør 12 vol% af bindemidlet.

**Korn af underbrændt kalksten:** Enkelte kantede korn på op til 0,25 mm af delvist brændt kalksten (marmor). Kornene udgør mindre end 1 vol% af bindemidlet.

Bindemidlet er fuldt carbonatiseret.

Luft: 3 vol%

Mørtelen indeholder noget luft i form af let irregulære luftporer med tværmål op til 0,6 mm. Der ses ingen svindrevner.

---

## Beskrivelse af puds 1

På bagsiden af puds 2 optræder en enkelt rest af hvidgrå, finkornet mørtel med bindemiddel af ren kalk med enkelte rester af delvist smeltet siltsten. Tilslaget (sandet) er mere finkornet og siltholdigt end tilslaget i til puds 2 og 3, og indeholder relativt få kalkskaller. Største kornstørrelse i tyndslibet er 1,5 mm. Mørtelresten er for lille til at der kan udføres punkttælling.

---

## Tidsmæssige relationer samt omdannelses- og nedbrydningstegn

Puds 2 er udført på den i forvejen afrensede overflade af puds 1, som muligvis kan repræsentere opmuringsmørtel fra den bagvedliggende mur.

Puds 3 er udført på den i forvejen nedbrudte/afrensede overflade af puds 2. Farvelag 1 vurderes at være påført tidsmæssigt kort herefter.

Farvelag 2 til 7 vurderes at være påført over en længere årrække på overfladen af de underliggende, forvitrede/nedbrudte farve- og pudslag.

Puds 4 er udført på den nedbrudte overflade af puds 2 og vurderes at være en yngre reparation på en del af væggen. Farvelag 8 vurderes at være påført kort herefter.

Farvelag 9 til 12 vurderes at være påført over en længere årrække på overfladen af de underliggende, forvitrede/nedbrudte farve- og pudslag.

Prøve: **Øien 1: Nordre redang, puss/slemmemørtel** (Lab nr.: P100607-5)

## Makroskopisk beskrivelse

Prøven består af et flageformet brudstykke med to lag lysegrå, finkornet af høj styrke. Pudsens overflade er påført en tyk serie af hvide farvelag. Pudsens bagside har aftryk af pudsens underlag (skifersten).

Vedlegg  
2

## Mikroskopisk beskrivelse af prøven set i tyndslibet

Der er fremstillet et tyndslib af prøven med orientering vinkelret på overfladen. Set i tyndslibet kan der opstilles følgende lagvise opbygning:

	Betegnelse	Lagtykkelse	Beskrivelse
Yderst:	<b>Farvelag</b>	2,0 – 5,0 mm	Hvide farvelag (ca. 24 stk.)
	<b>Puds 2</b>	0,5 – 2,0 mm	Lysegrå, finkornet mørtel
Inderst:	<b>Puds 1</b>	3,0 – 10,5 mm	Lysegrå, finkornet mørtel

## Beskrivelse af farvelag

Betegnelse	Lagtykkelse	Beskrivelse
Overflade		Let ujævn, mat
Farvelag	0,5 - 5,0mm	<b>Mineralsk</b> Kulør: <b>Hvid</b> Bindemiddel:    Kalk (lufthærdende) og meget lidt portlandcement (grå) Fyldstof:        - Pigment:         - Ca. 24 påføringer kan udskilles

## Beskrivelse af puds 2

Set i tyndslibet kan der udskilles følgende bestanddele i mørtlen som udgør pudsens:

Tilslag: 40 vol%

Sand bestående hovedsaglig af kalkskaller samt kantrundede korn af sandsten og gneiss samt neddelte mineralkorn fra disse (hovedsageligt kvarts og feldspat). Kalkskallerne udgør 56% af sandet. Største kornstørrelse for sandet i tyndslibet er 0,7 mm.

#### Bindemiddel: 54 vol%

Homogen masse bestående overvejende af mikrokrystallin kalk med korn og klumper af følgende typer:

**Kalk uden urenheder:** Hvide, afrundede klumper på op til 0,3 mm bestående af ren mikrokrystallin kalk. Relikte spalteplaner er observeret. Klumperne udgør 2 vol% af bindemidlet.

**Korn med cementklinker-mineraler:** Kantede til kantrundede korn på op til 0,2 mm (200 µm). Kornene består af aggregater af cementklinker-mineralerne alit (C<sub>3</sub>S), belit (C<sub>2</sub>S) og ferrit (C<sub>4</sub>AF), som er karakteristiske for **portlandcement**. Kornene er let uensartede i struktur, størrelse og sammensætning. Indholdet af ferrit er højt. Kornene er generelt fuldt hydratiserede. De korn, som kan erkendes, udgør 14 vol% af bindemidlet.

Bindemidlet er fuldt carbonatiseret.

#### Luft: 6 vol%

Pudsen indeholder noget luft i form af let irregulære luftporer med tværmål op til 0,5 mm. Der ses ingen svindrevner.

---

## Beskrivelse af puds 1

Set i tyndslibet kan der udskilles følgende bestanddele i mørtlen som udgør pudsen:

#### Tilslag: 42 vol%

Sand af samme type som i puds 2. Kalkskallerne udgør 55% af sandet. Største kornstørrelse for sandet i tyndslibet er 0,7 mm.

#### Bindemiddel: 51 vol%

Inhomogen grundmasse bestående af dels mikrokrystallin kalk (calcit) og carbonatiseret cementgel i den yderste carbonatiserede del af mørtelen og dels af en amorf gel-lignende masse i den ucarbonatiserede del. I denne grundmasse kan der udskilles korn og klumper af følgende typer:

**Kalk uden urenheder:** Hvide, afrundede klumper på op til 0,9 mm bestående af ren mikrokrystallin kalk (calcit) i den carbonatiserede del og amorf til mikrokrystallin kalkhydrat i den ucarbonatiserede del. Klumperne udgør 7 vol% af bindemidlet.

**Korn med cementklinker-mineraler:** Kantede til kantrundede korn på op til 0,2 mm (200 µm) af samme type **portlandcement** som i puds 2. De korn, som kan erkendes, udgør 2 vol% af bindemidlet.

Bindemidlet er kun carbonatiseret i de yderste 3 – 6 mm målt fra ydersiden af puds 2.

Luft: 7 vol%

Pudsen indeholder noget luft i form af let irregulære luftporer med tværmål op til 0,5 mm. Der ses ingen svindrevner.

---

## **Tidsmæssige relationer samt omdannelses- og nedbrydningstegn**

Puds 1 og 2 vurderes at være påført tidsmæssigt kort efter hinanden.

Farvelagene vurderes at være påført over en længere årrække på overfladen af de underliggende, forvitrede/nedbrudte farve- og pudslag.



Prøve: **Øien 2: Nordre redang – fylling bak tørrstablet mur** (Lab nr.: P100607-6)

## Makroskopisk beskrivelse

Prøven består af et lysebrunt fint pulver med største kornstørrelse omkring 2 mm.

## Mikroskopisk beskrivelse af prøven set i tyndslibet

Der er fremstillet et tyndslib pulveret i prøven. I tyndslibet ses det, at pulveret består af neddelte fragmenter af mørtel på max. 2 mm og løst sand med største kornstørrelse på 0,5 mm. Sandet består hovedsageligt af kalkskaller samt kantrundede korn af sandsten og gneiss samt neddelte mineralkorn fra disse. Pulveret er iblandet lidt organisk materiale i form af brunlige plantedele samt mikroskopiske kiselalger.

Bindemidlet i de små mørtelstykker består af en inhomogen grundmasse af dels mikrokrySTALLIN kalk (calcit) iblandet carbonatiseret cementgel, dels af en ucarbonatiseret, amorf gel-lignende masse. I denne grundmasse kan der udskilles korn og klumper af følgende typer:

**Kalk uden urenheder:** Hvide, afrundede klumper på op til 1 mm bestående af ren mikrokrySTALLIN kalk (calcit) i den carbonatiserede del. Mængden lader sig ikke bestemme.

**Korn med cementklinker-mineraler:** Kantede til kantrundede korn på op til 0,15 mm (150 µm). Kornene består af aggregater af cementklinker-mineralerne alit (C<sub>3</sub>S), belit (C<sub>2</sub>S) og ferrit (C<sub>4</sub>AF), som er karakteristiske for **portlandcement**. Kornene er let uensartede i struktur, størrelse og sammensætning. Indholdet af ferrit er højt. Kornene er fuldt hydratiserede. Mængden lader sig ikke bestemme.

Bindemidlet er kun delvist carbonatiseret i de løse mørtelklumper.

## Omdannelses- og nedbrydningstegn

Mørtelen viser tegn på omfattende fugtpåvirkning i form af kalkudfældninger i revner og sprækker.

Prøve: **Øien 3: Nordre redang, spekkemørtel** (Lab nr.: P100607-7)

## Makroskopisk beskrivelse

Prøven består af et aflangt, trekantet brudstykke med to lag lysegrå, finkornet mørtel af høj styrke. Prøvens overflade er påført en tyk serie af hvide farvelag og har pletvis begroning af orange lav. Bagsiden har vedhængende stumper af skifersten samt aftryk af samme.

Vedlegg  
2

## Mikroskopisk beskrivelse af prøven set i tyndslibet

Der er fremstillet et tyndslib af prøven med orientering vinkelret på overfladen. Set i tyndslibet kan der opstilles følgende lagvise opbygning:

	Betegnelse	Lagtykkelse	Beskrivelse
Yderst:	<b>Farvelag</b>	0,5 – 1,5 mm	Hvide farvelag (ca. 7 stk.)
	<b>Mørtel 2</b>	4 – 12 mm	Lysegrå, finkornet mørtel
Inderst:	<b>Mørtel 1</b>	0 – 14 mm	Lysegrå, finkornet mørtel

## Beskrivelse af farvelag

Betegnelse	Lagtykkelse	Beskrivelse
Overflade		Let ujævn, mat
Farvelag	0,5 - 1,5mm	<b>Mineralsk</b> Kulør: <b>Hvid</b> Bindemiddel:    Kalk (lufthærdende) og meget lidt portlandcement (grå) Fyldstof:        - Pigment:         - Ca. 7 påføringer kan udskilles – yderste påføring indeholder lidt sand

## Beskrivelse af mørtel 2

Set i tyndslibet kan der udskilles følgende bestanddele i mørtlen:

### Tilslag: 42 vol%

Sand bestående hovedsaglig af kalkskaller samt kantrundede korn af sandsten og gneiss samt neddelte mineralkorn fra disse (hovedsageligt kvarts og feldspat). Kalkskallerne udgør 58% af sandet. Største kornstørrelse for sandet i tyndslibet er 0,7 mm, enkelte kalkskaller er dog op til 1,7 mm store.

#### Bindemiddel: 51 vol%

Inhomogen grundmasse bestående af dels mikrokrystallin kalk (calcit) og carboniseret cementgel i den yderste carboniserede del af mørtelen og dels af en amorf gel-lignende masse i den ucarboniserede del. I denne grundmasse kan der udskilles korn og klumper af følgende typer:

**Kalk uden urenheder:** Hvide, afrundede klumper på op til 2 mm bestående af ren mikrokrystallin kalk (calcit) i den carboniserede del og amorf til mikrokrystallin kalkhydrat i den ucarboniserede del. Relikte spalteplaner er observeret. Klumperne udgør 7 vol% af bindemidlet.

**Korn med cementklinker-mineraler:** Kantede til kantrundede korn på op til 0,2 mm (200 µm). Kornene består af aggregater af cementklinker-mineralerne alit (C<sub>3</sub>S), belit (C<sub>2</sub>S) og ferrit (C<sub>4</sub>AF), som er karakteristiske for **portlandcement**. Kornene er let uensartede i struktur, størrelse og sammensætning. Indholdet af ferrit er højt. Kornene er generelt fuldt hydratiserede. De korn, som kan erkendes, udgør 12 vol% af bindemidlet.

**Korn af underbrændt kalksten:** Enkelte kantede korn på op til 0,5 mm af delvist brændt kalksten (marmor). Kornene udgør mindre end 1 vol% af bindemidlet.

Bindemidlet er kun carboniseret i de yderste 4 – 7 mm samt langs mørtelens kontakt mod sidestenen.

#### Luft: 7 vol%

Mørtelen indeholder noget luft i form af let irregulære luftporer med tværmål op til 0,5 mm. Der ses ingen svindrevner.

---

## Beskrivelse af mørtel 1

Set i tyndslibet kan der udskilles følgende bestanddele i mørtelen:

#### Tilslag: 35 vol%

Sand af samme type som i puds 2. Kalkskallerne udgør 54% af sandet. Største kornstørrelse for sandet i tyndslibet er 0,7 mm.

#### Bindemiddel: 57 vol%

Inhomogen grundmasse bestående af dels mikrokrystallin kalk (calcit) og carboniseret cementgel i den yderste carboniserede del af mørtelen og dels af en amorf gel-lignende masse i den ucarboniserede del. I denne grundmasse kan der udskilles korn og klumper af følgende typer:

**Kalk uden urenheder:** Hvide, afrundede klumper på op til 6 mm bestående af ren mikrokrystallin kalk (calcit) i den carboniserede del og amorf til mikrokrystallin kalkhydrat i den ucarboniserede del. Klumperne udgør 6 vol% af bindemidlet.

**Korn med cementklinker-mineraler:** Kantede til kantrundede korn på op til 0,2 mm (200 µm), enkelte dog op til 0,6 mm af samme type **portlandcement** som i puds 2. De korn, som kan erkendes, udgør 8 vol% af bindemidlet.

**Korn af underbrændt kalksten:** Enkelte kantede korn på op til 0,15 mm af delvist brændt kalksten (marmor). Kornene udgør omkring 1 vol% af bindemidlet.

Bindemidlet er kun carboniseret i de yderste 0,1 – 0,5 mm målt fra ydersiden af puds 1 samt langs mørtelens kontakt mod sidestenen.

Luft: 8 vol%

Mørtelen indeholder noget luft i form af let irregulære luftporer med tværmål op til 1,3 mm. Der ses ingen svindrevner.

Vedlegg  
2

---

## Tidsmæssige relationer samt omdannelses- og nedbrydningstegn

Mørtel 1 og 2 vurderes at være påført tidsmæssigt kort efter hinanden.

Farvelagene vurderes at være påført over en årrække på overfladen af de underliggende, forvitrede/nedbrudte farve- og mørtellag.

Der ses tegn på fugtpåvirkning i form af udfældning af kalkmineralerne calcit (calciumcarbonat) og portlandit (calciumhydroxid) i luftporer.

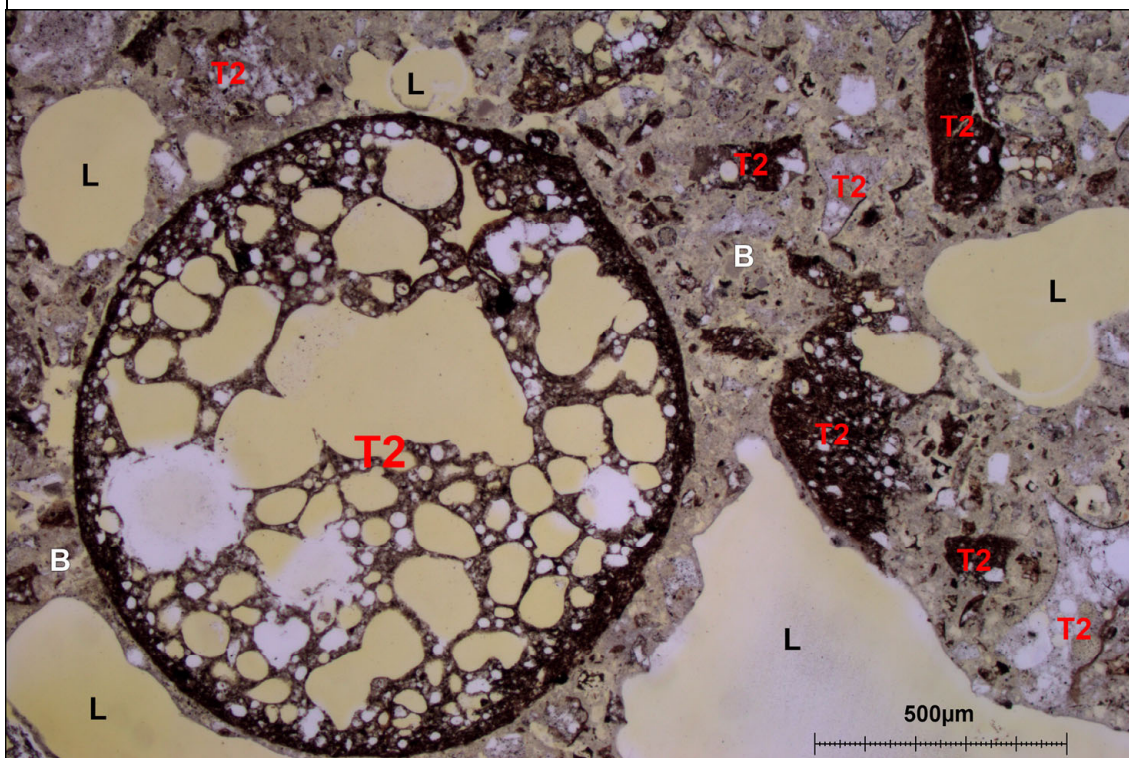
## Fotodokumentation

På efterfølgende sider bringes en serie billeder fra tyndslibet. Billederne er optaget ved brug af polarisationsmikroskop. Følgende filtre og belysningsteknikker kan være anvendt:

Filtre:	- <b>N</b>	Parallele polarisationsfiltre (svarende til alm. belysning)
	+ <b>N</b>	Krydsede polarisationsfiltre
	+ <b>G</b>	Krydsede polarisationsfiltre samt gipsblad indskudt i strålegangen
	<b>F</b>	Fluorescensmikroskopi
Belysning:	<b>A</b>	Gennemfaldende lys (refraktionsmikroskopi)
	<b>P</b>	Pålys (refleksionsmikroskopi)

Hvilken belysningsteknik og hvilket filter, der er anvendt, fremgår af hvert foto.

Det skal bemærkes, at farverne på billederne ikke er naturtro på grund af de anvendte filtre og belysningsteknikker.



Vedlegg  
2

Foto: 1 (F897-1) Type: Mikrofoto Prøve nr.: P100607-1 Belysning: A Filter: -N

Prøve: Larsen 1: Vestre redang, gjenmuringsmørtel ca. 1945. Billedet viser et udsnit mørtelen set i tyndslibet. I bindemidlet (B) ses et tilslagsmateriale (T2), som består af kugleformede korn og små brudstykker af samme materiale. Luftporer = L

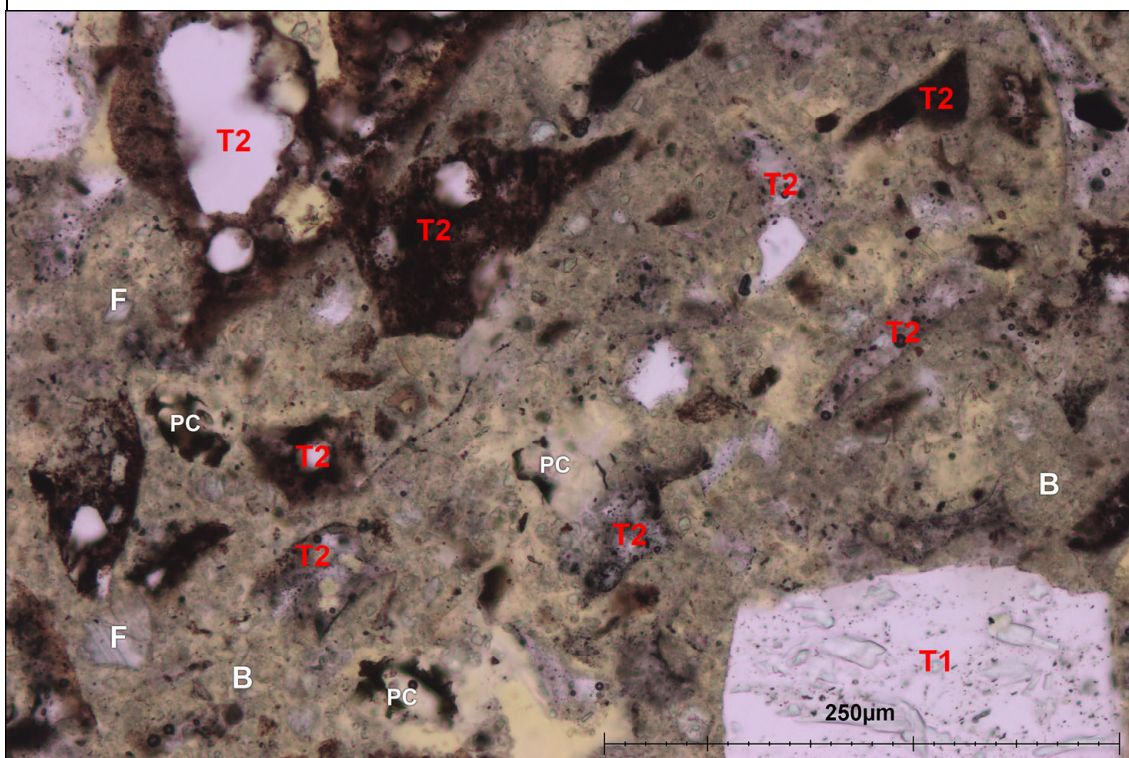
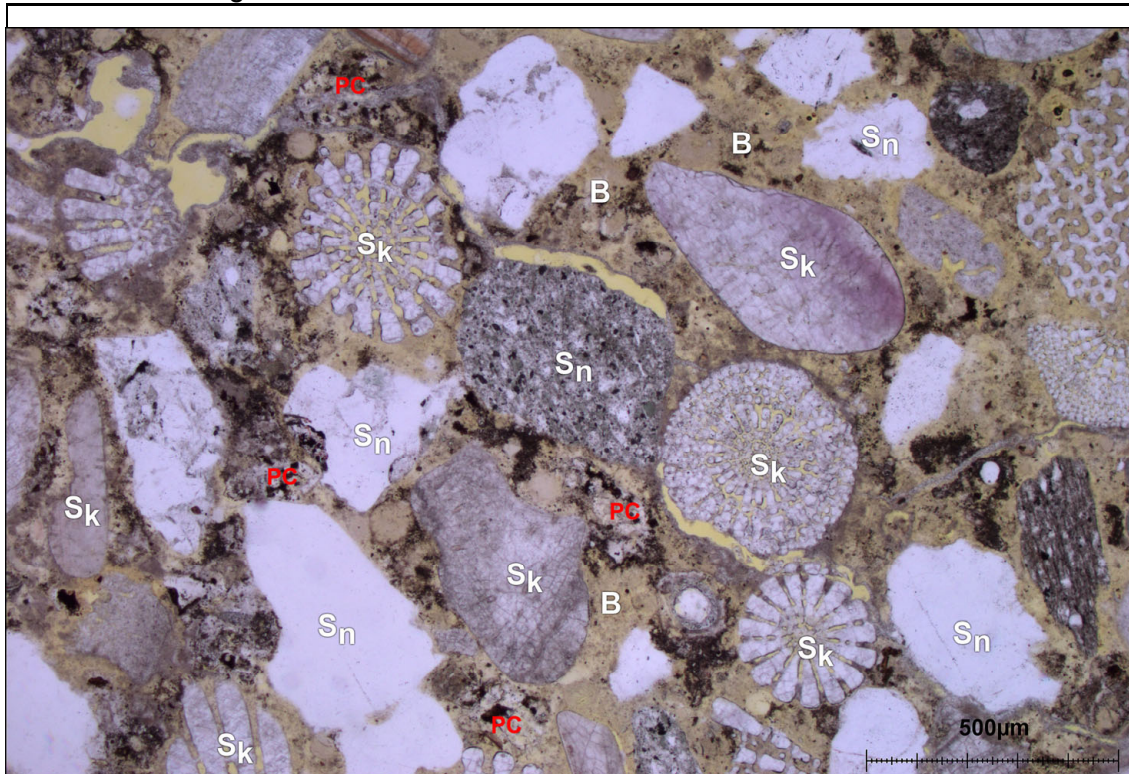


Foto: 2 (F875-2) Type: Mikrofoto Prøve nr.: P100607-1 Belysning: A Filter: -N

Prøve: Larsen 1: Vestre redang, gjenmuringsmørtel ca. 1945. Billedet viser et udsnit af mørtelen ved øget forstørrelse i forhold til foto 1. I bindemidlet (B), som domineres af kalk, ses enkelte rester af formodet portlandcement (PC). En stor del af tilslagsmaterialet T2 består af amorf glas-fase (på billedet let grålige partier i kornene). Tilslagskorn af naturligt sand = T1. Kalkfiller = F

Vedlegg  
2



**Foto: 3** (F897-3) **Type:** Mikrofoto **Prøve nr.:** P100607-2 **Belysning:** A **Filter:** -N

**Prøve: Larsen 2: Vestre redang, muringsmørtel.** Billedet viser et udsnit mørtelen set i tyndslibet. Til mørtelen er der anvendt et tilslagsmateriale bestående af almindeligt silikat-holdigt sand (**S<sub>n</sub>**) og brudstykker af små kalkskaller (**S<sub>k</sub>**). I bindemidlet (**B**) ses korn af portlandcement (**PC**)



**Foto: 4** (F875-4) **Type:** Mikrofoto **Prøve nr.:** P100607-2 **Belysning:** A **Filter:** +N

**Prøve: Larsen 2: Vestre redang, muringsmørtel.** Billedet viser samme udsnit af mørtelen som foto 3, men en anden type mikroskopi filter er anvendt, hvorved blandt andet carboniseret bindemiddel (→) får en gulbrun kulør. De mørke dele af bindemidlet er ikke carboniseret

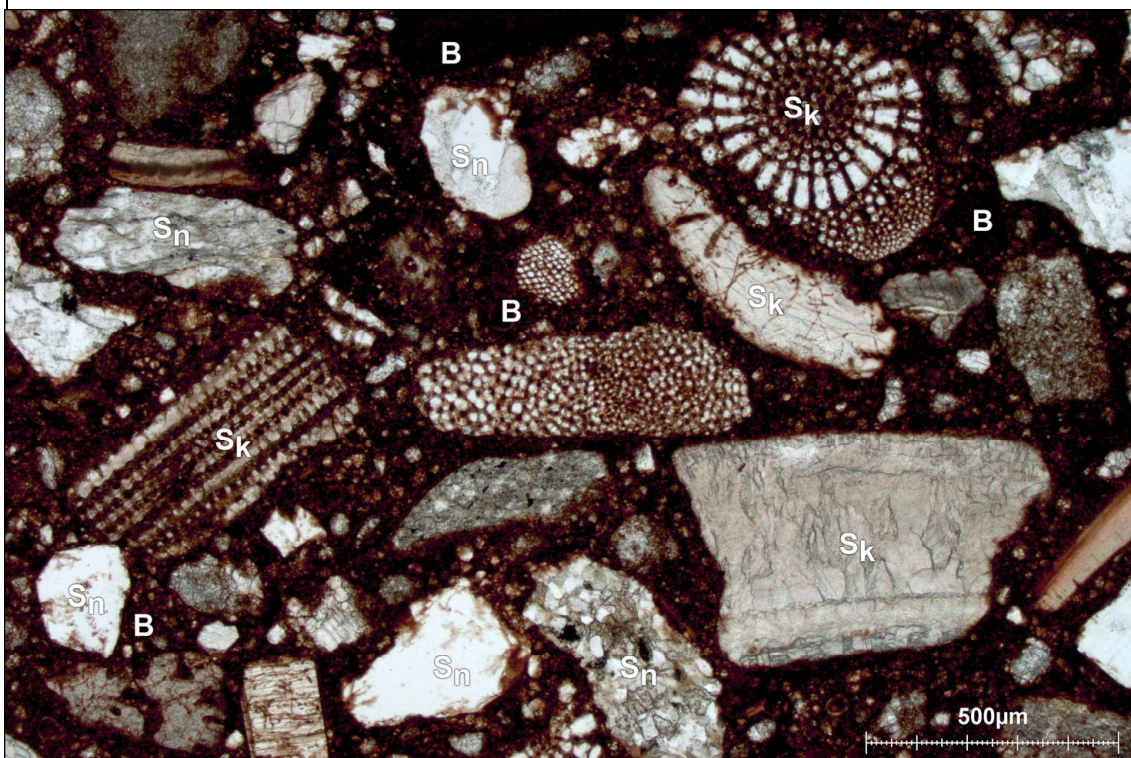


Foto: 5 (F897-5) Type: Mikrofoto Prøve nr.: P100607-3 Belysning: A Filter: -N

Prøve: Krutthus, belegg gulv. Billedet viser et udsnit af det sorte asfalt- eller beg-lignende materiale, som prøven består af, set i tyndslibet. Som tilslagsmateriale/fyldstof er der anvendt et tilslagsmateriale, som består af almindeligt silikat-holdigt sand ( $S_n$ ) og brudstykker af små kalkskaller ( $S_k$ ). Bindemiddel af bitumen = B

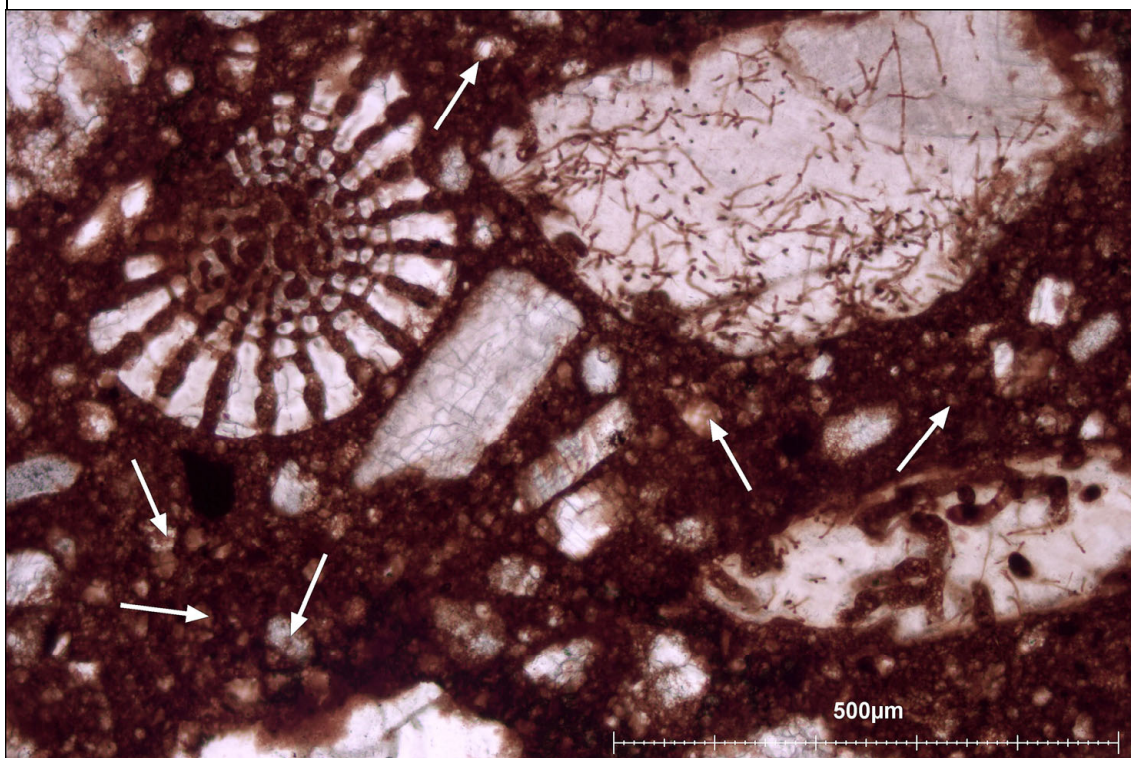


Foto: 6 (F875-6) Type: Mikrofoto Prøve nr.: P100607-3 Belysning: A Filter: -N

Prøve: Krutthus, belegg gulv Billedet viser et udsnit af materialet ved øget forstørrelse i forhold til foto 5. Udover de relativt store sandkorn ses der i bindemidlet mange små kalkkorn, som vurderes at være tilsat kalkfiller fremstillet ved knusning



Vedlegg  
2

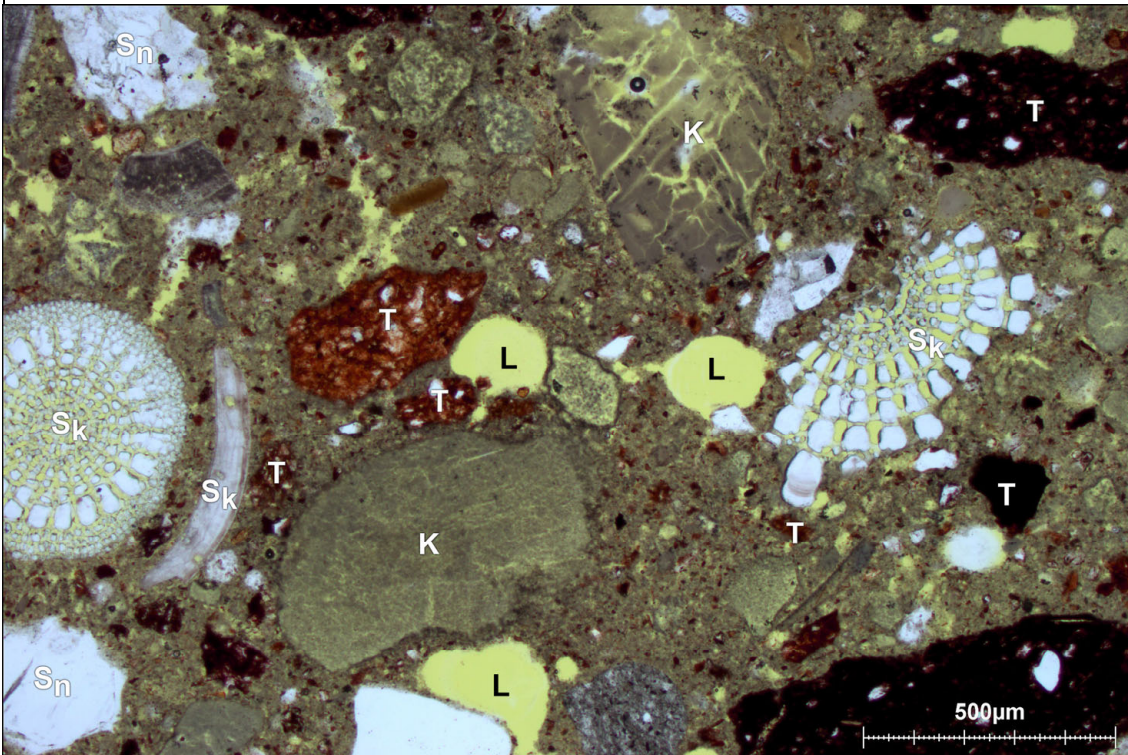


Foto: 7 (F897-7) Type: Mikrofoto Prøve nr.: P100607-4 Belysning: A Filter: -N

Prøve: Krutthus, puss på sørvegg. Billedet viser et udsnit af mørtelen, som udgør den lyserøde puss (puds 2) på væggen. Til mørtelen er der anvendt et tilslagsmateriale bestående af knust teglsten (T), almindeligt silikat-holdigt sand (S<sub>n</sub>) og brudstykker af små kalkskaller (S<sub>k</sub>). I bindemidlet (B) ses enkelte kalkklumper. Luftporer = L

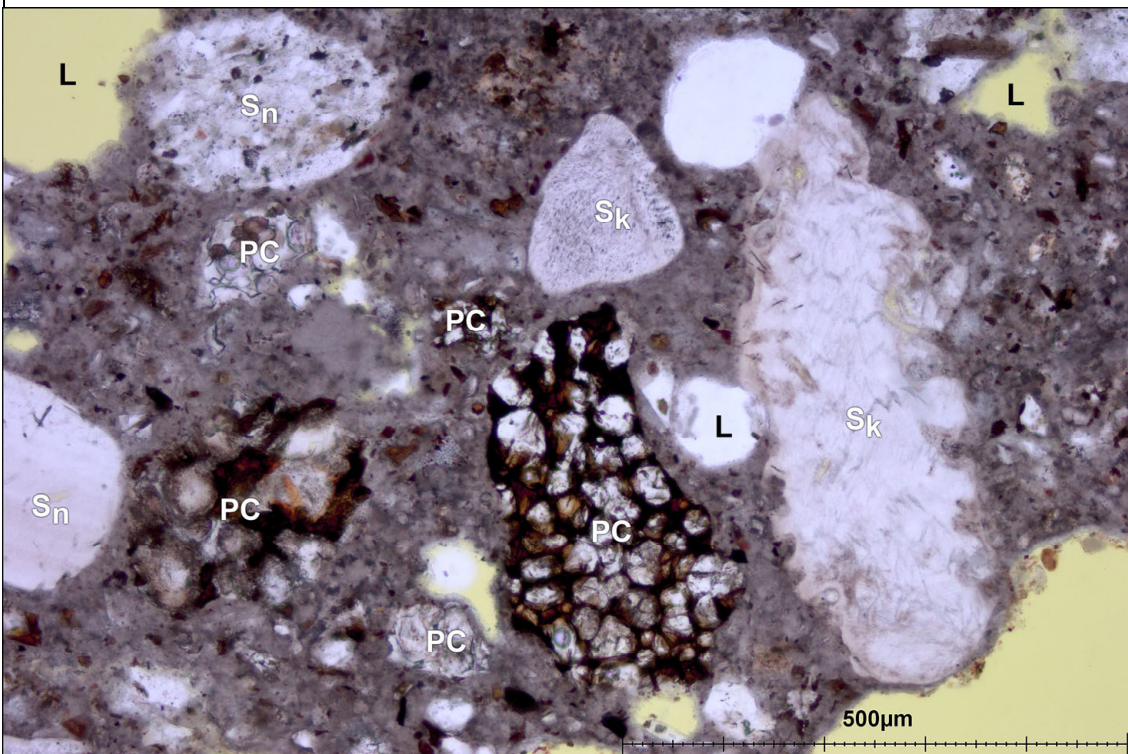


Foto: 8 (F875-8) Type: Mikrofoto Prøve nr.: P100607-4 Belysning: A Filter: -N

Prøve: Krutthus, puss på sørvegg. Billedet viser et udsnit af et af de ydre pudslag (puds 3) i prøven. Til mørtelen er der anvendt et tilslagsmateriale bestående af almindeligt silikat-holdigt sand (S<sub>n</sub>) og brudstykker af små kalkskaller (S<sub>k</sub>). I bindemidlet ses mange relativt store korn af portlandcement (PC). Luftporer = L

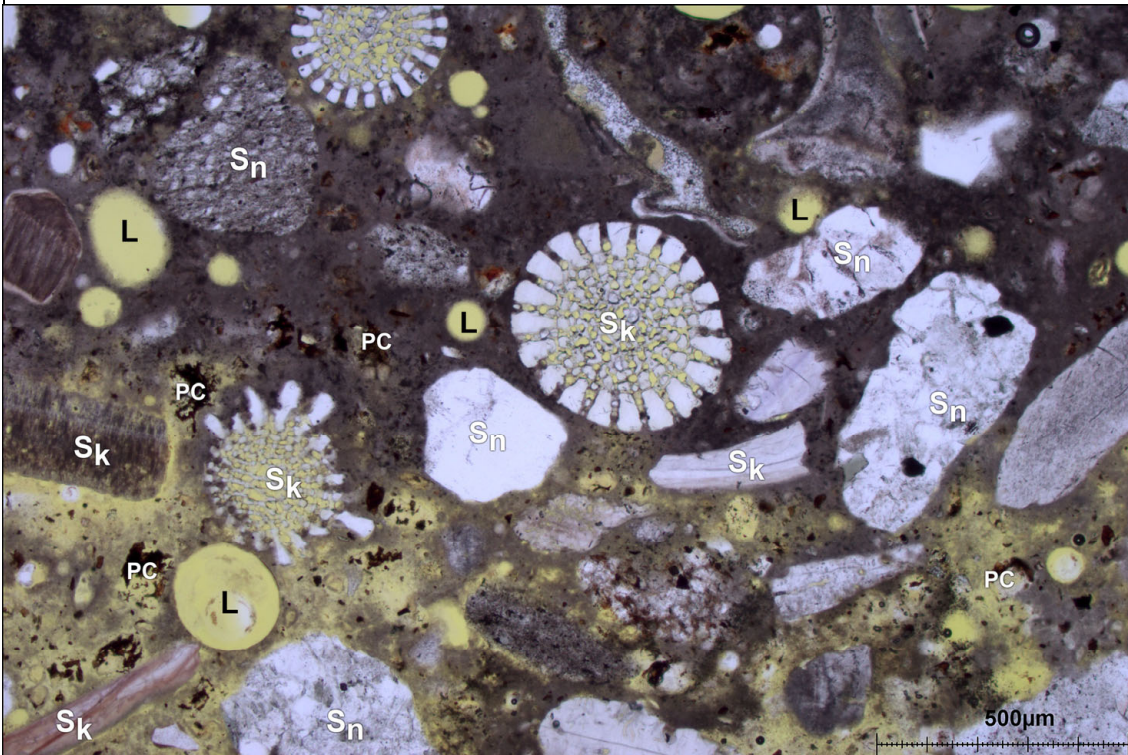


Foto: 9 (F897-9) Type: Mikrofoto Prøve nr.: P100607-5 Belysning: A Filter: -N

Prøve: Øien 1: Nordre redang, puss/slemmemørtel. Billedet viser et udsnit mørtelen set i tyndslibet. Til mørtelen er der anvendt et tilslagsmateriale bestående af almindeligt silikat-holdigt sand ( $S_n$ ) og brudstykker af små kalkskaller ( $S_k$ ). I bindemidlet ses korn af portlandcement ( $PC$ ). Luftporer =  $L$

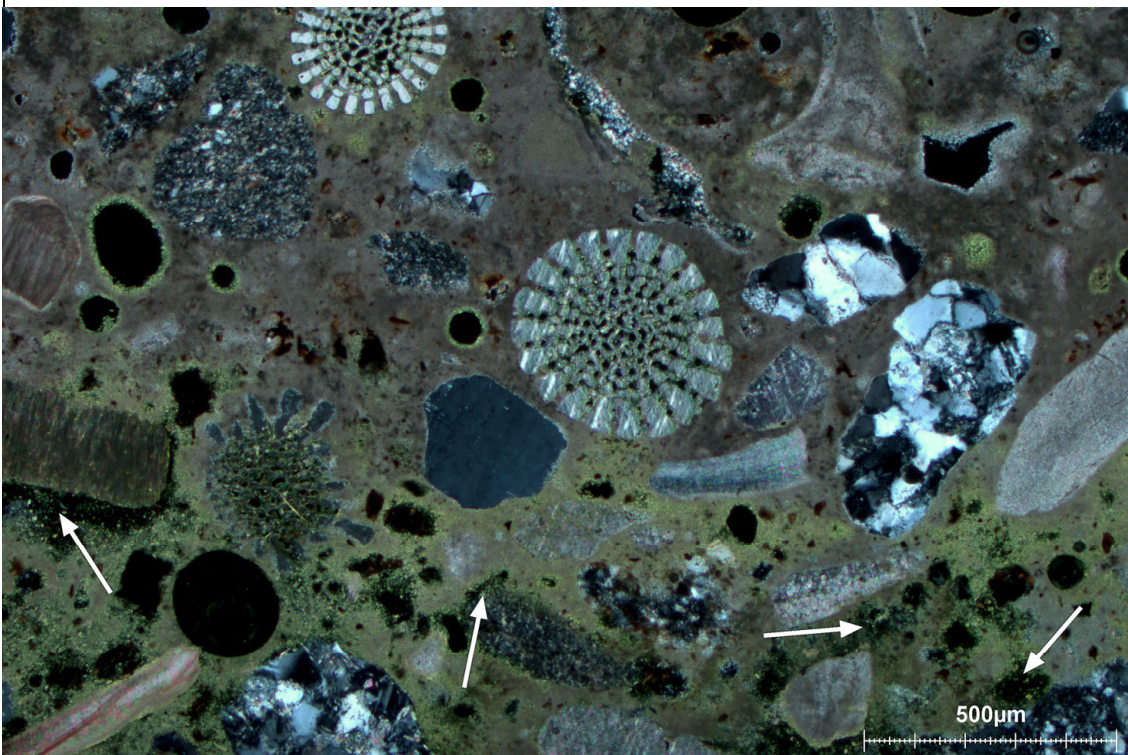


Foto: 10 (F875-10) Type: Mikrofoto Prøve nr.: P100607-5 Belysning: A Filter: +N

Prøve: Øien 1: Nordre redang, puss/slemmemørtel. Billedet viser samme udsnit af mørtelen som foto 9, men en anden type mikroskopi filter er anvendt, hvorved blandt andet carboniseret bindemiddel får en gul-brun kulør. De mørke dele af bindemidlet ( $\rightarrow$ ) er ikke carboniseret

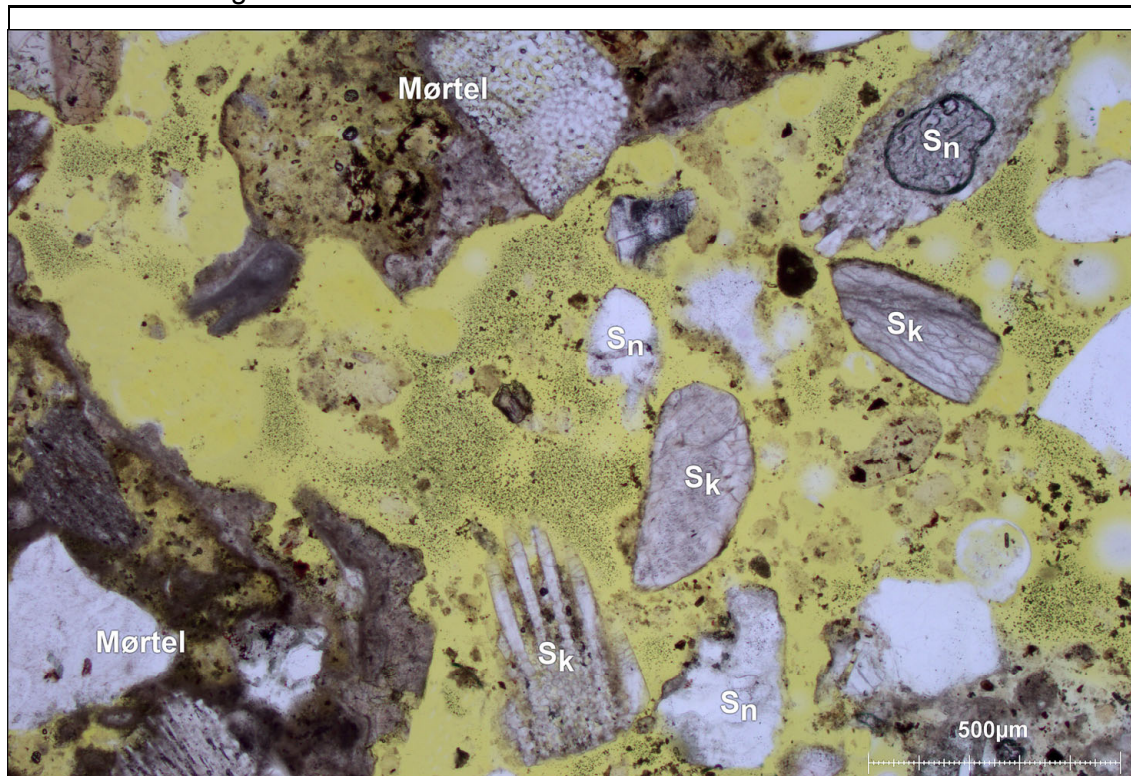


Foto: 11 (F897-11) Type: Mikrofoto Prøve nr.: P100607-6 Belysning: A Filter: -N

Prøve: Øien 2: Nordre redang – fylling bak tørrestablet mur. Billedet viser et udsnit af pulveret, som udgør den undersøgte prøve. Pulveret består af små brudstykker af mørtel samt mange løse tilslagskorn bestående af almindeligt silikat-holdigt sand ( $S_n$ ) og brudstykker af små kalkskaller ( $S_k$ )

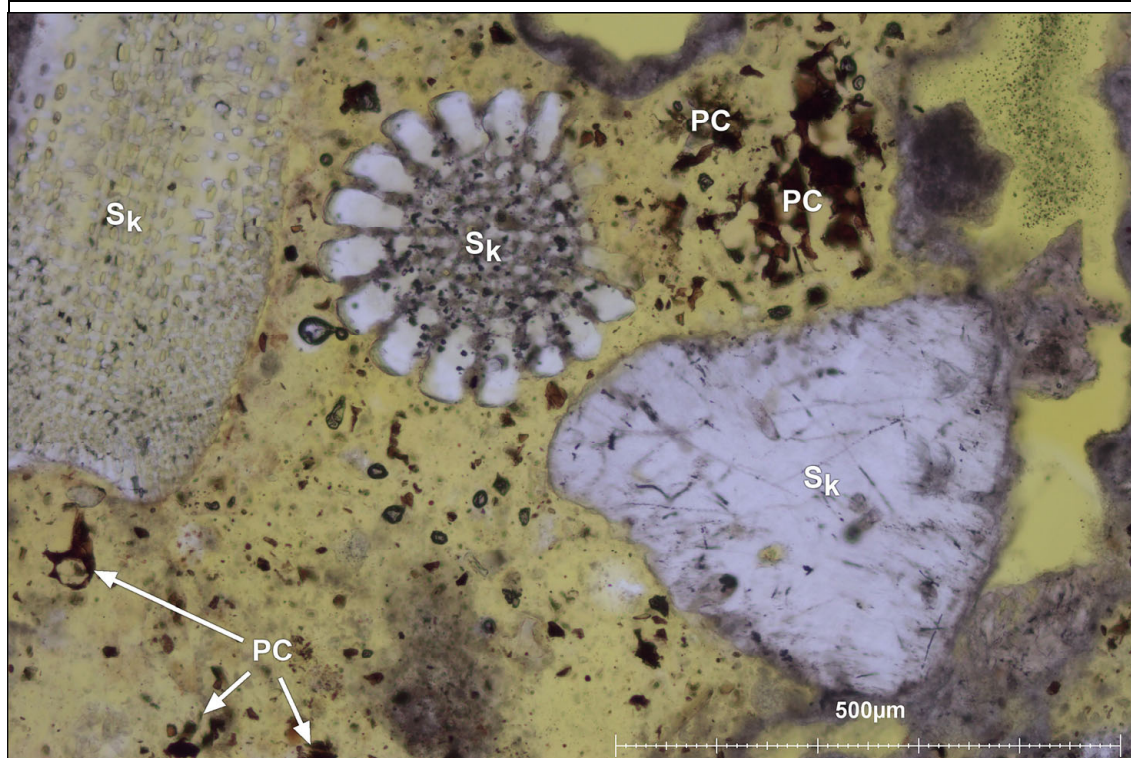
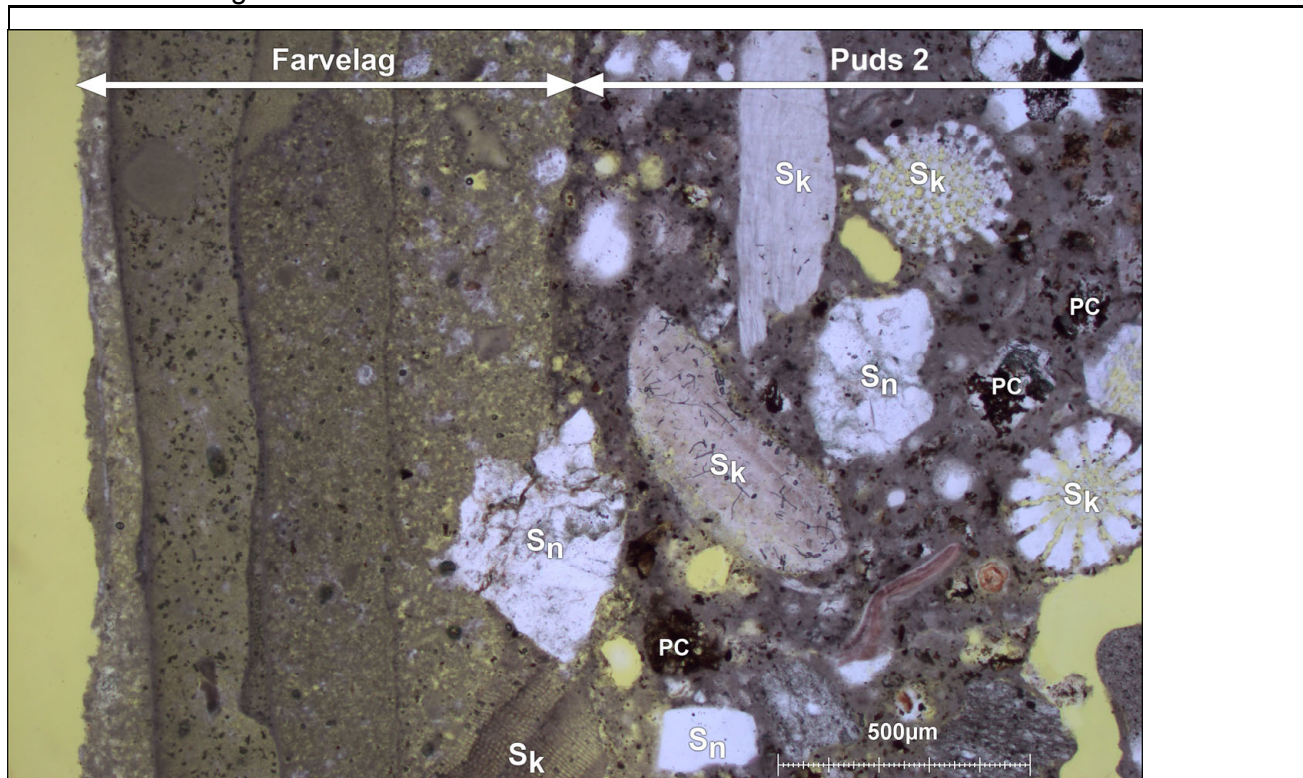


Foto: 12 (F875-12) Type: Mikrofoto Prøve nr.: P100607-6 Belysning: A Filter: -N

Prøve: Øien 2: Nordre redang – fylling bak tørrestablet mur. Billedet viser et udsnit af et af mørtelstykkerne i pulveret ved øget forstørrelse i forhold til foto 11. Til mørtelen er der anvendt et tilslagsmateriale bestående af almindeligt silikat-holdigt sand ( $S_n$ ) og brudstykker af små kalkskaller ( $S_k$ ). I bindemidlet ses rester af relativt store korn af portlandcement ( $PC$ )



Vedlegg  
2

Foto: 13 (F897-13) Type: Mikrofoto Prøve nr.: P100607-7 Belysning: A Filter: -N

Prøve: Øien 3: Nordre redang, spekkemørtel. Billedet viser et udsnit af prøvens overflade med de påførte kalkfarvelag. Derunder ses den yderste del af det yderste mørtellag (puds 2) i prøven. Til mørtelen er der anvendt et tilslagsmateriale bestående af almindeligt silikat-holdigt sand (S<sub>n</sub>) og brudstykker af små kalkskal-ler (S<sub>k</sub>). I bindemidlet ses korn af portlandcement (PC)

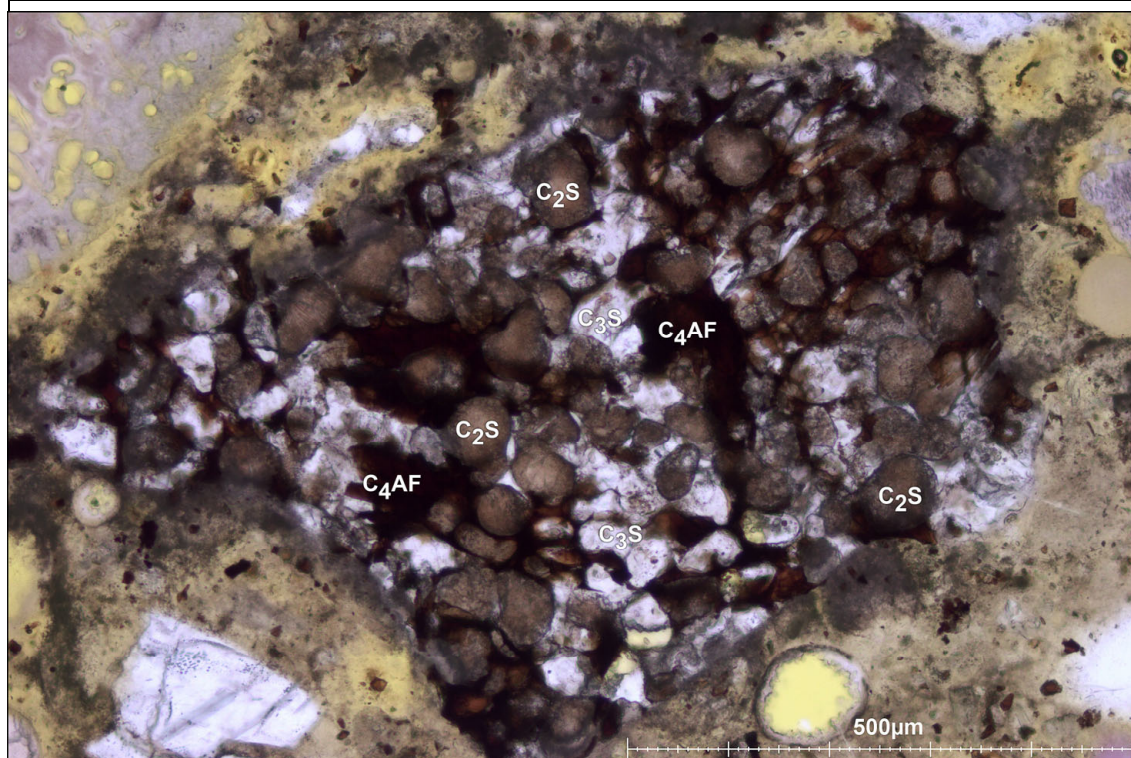


Foto: 14 (F875-14) Type: Mikrofoto Prøve nr.: P100607-7 Belysning: A Filter: -N

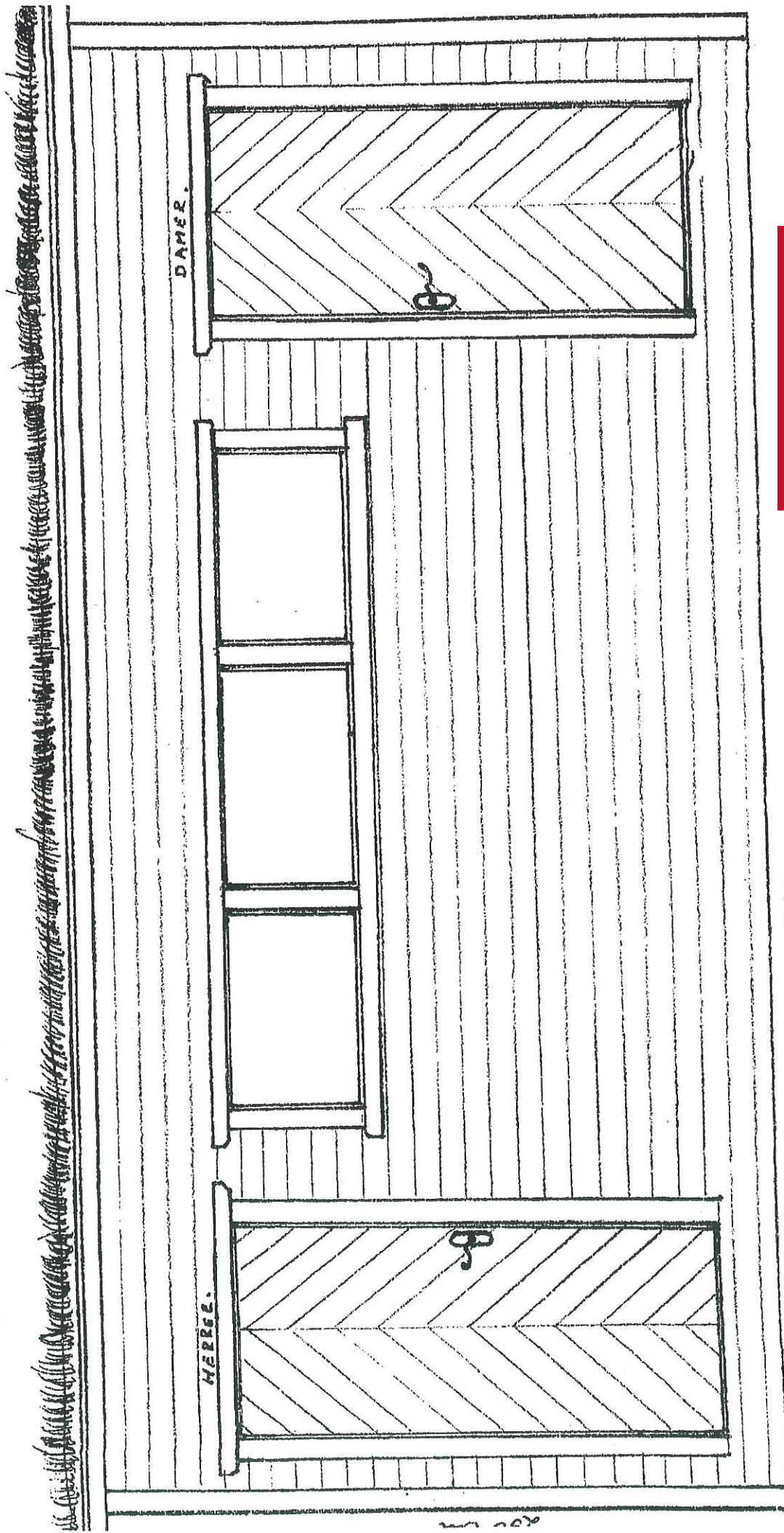
Prøve: Øien 3: Nordre redang, spekkemørtel. Billedet viser et udsnit af det inderste mørtellag i prøven ved øget forstørrelse i forhold til foto 13. Der ses et meget stort korn af portlandcement. Kornet består af cementklinker-mineralerne alit (C<sub>3</sub>S), belit (C<sub>2</sub>S) og ferrit (C<sub>4</sub>AF)



FESNINGSLÄSNE. (Sjögrens)

Utvändig bordledning på plå (laft med puttack av järn, never, och torv  
565 cm x 188 cm to rom öppbart borta i 1737, förändrat i 1891-92

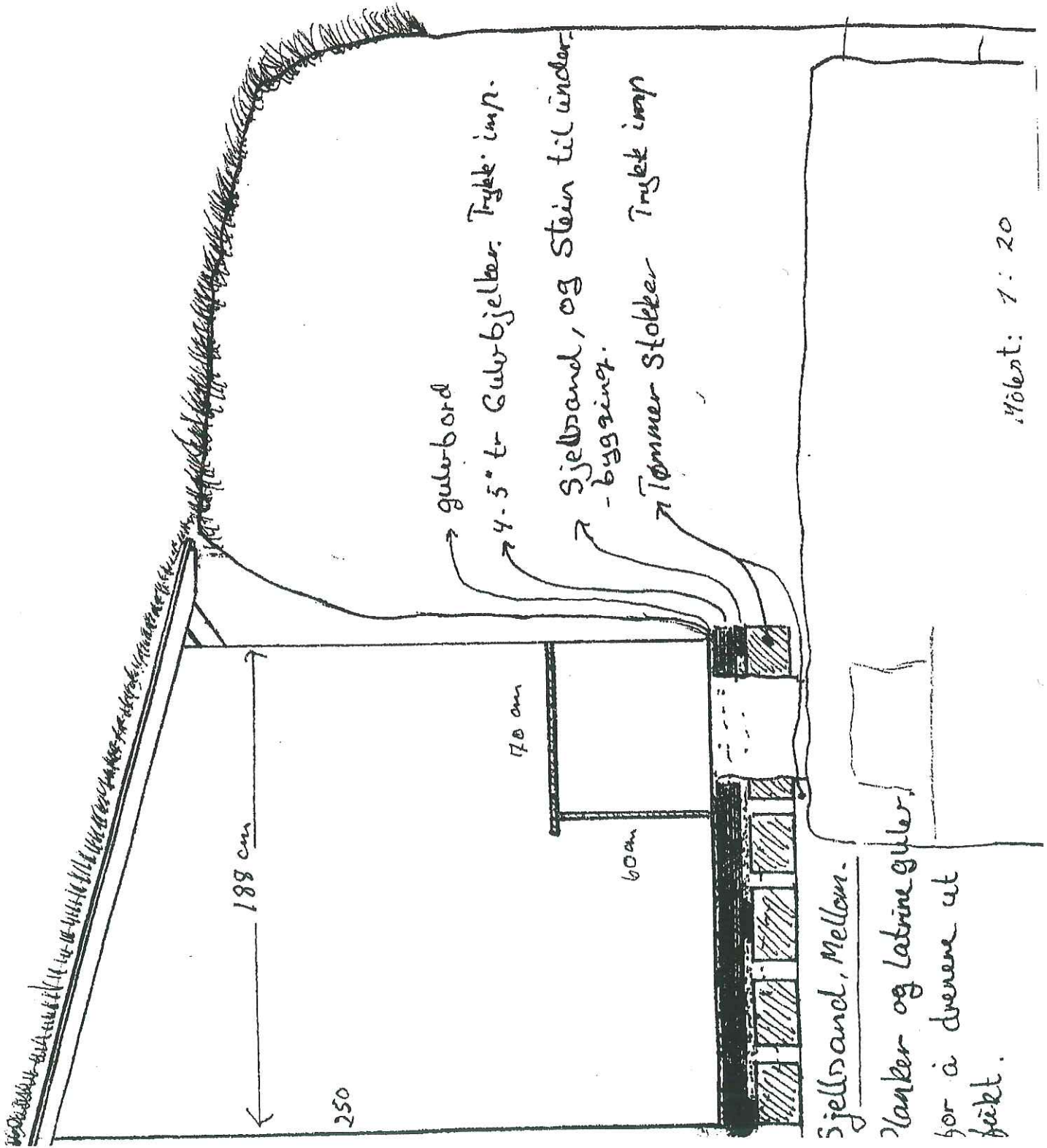
Damer & sätterhäll Primadonnahullet, Barnehället med bingar.  
Herrar



565 cm

Vedlegg  
3

1:20





Rev. I	Dato	Først	Kont.	Eiend.	

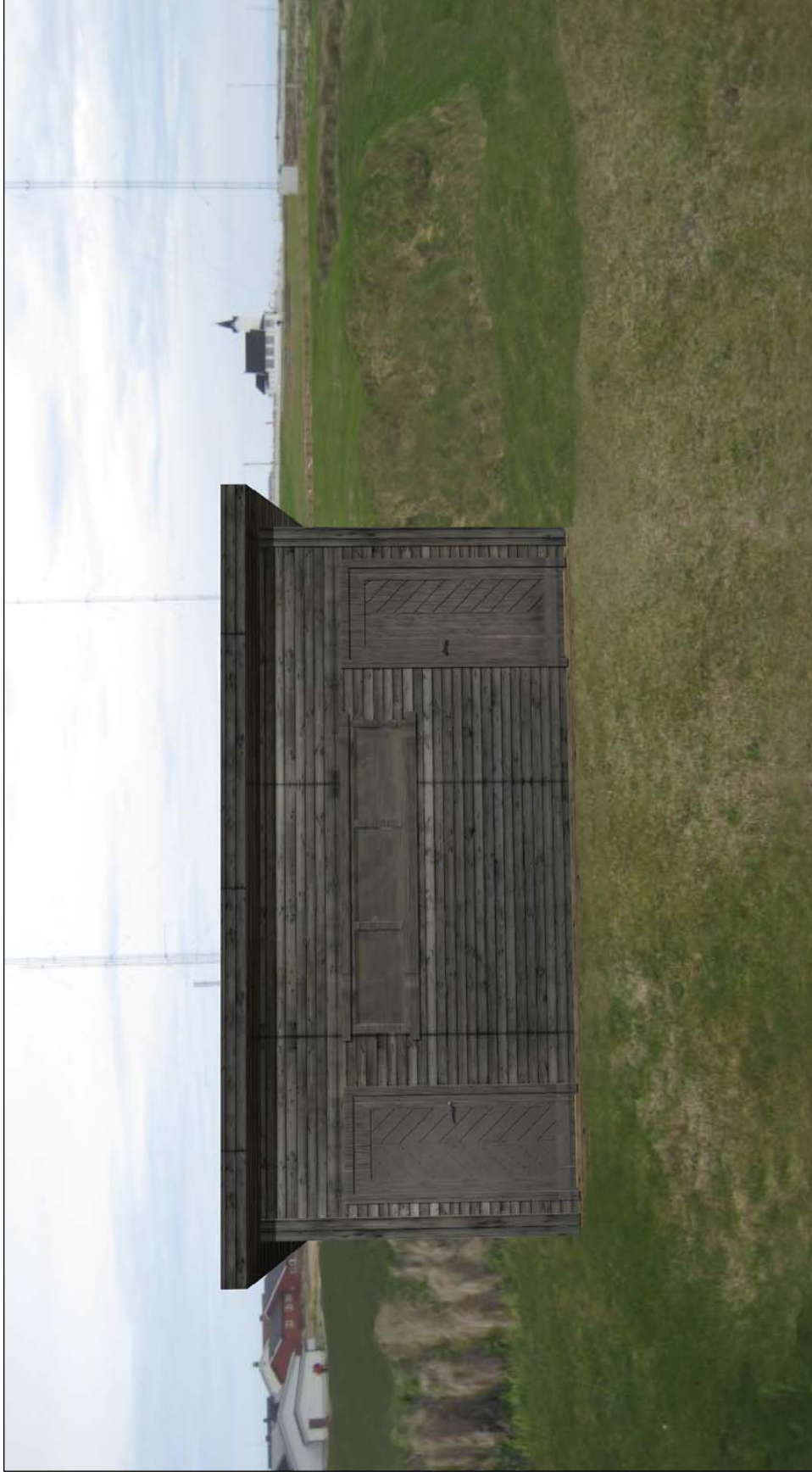


**Titel:** Vardøhus festning  
 Fotomontasje 1 av latrine revet ca. 1960

**Dato:** Juni 2010    **Tegnet:** IS    **Kont.:** ML    **Sum areal:**

**Inventar nr./litterat**  
 1022 - Varsleren- østre bastion





Rev.	Dato	Tegn.	Kont.	Etasje					



**Tittel:** Vardøhus festning  
Fotomontasje 2 av latrine revet ca. 1960

**Dato:** Juni 2010    **Tegnet:** IS    **Kont:** ML    **Sum areal:**

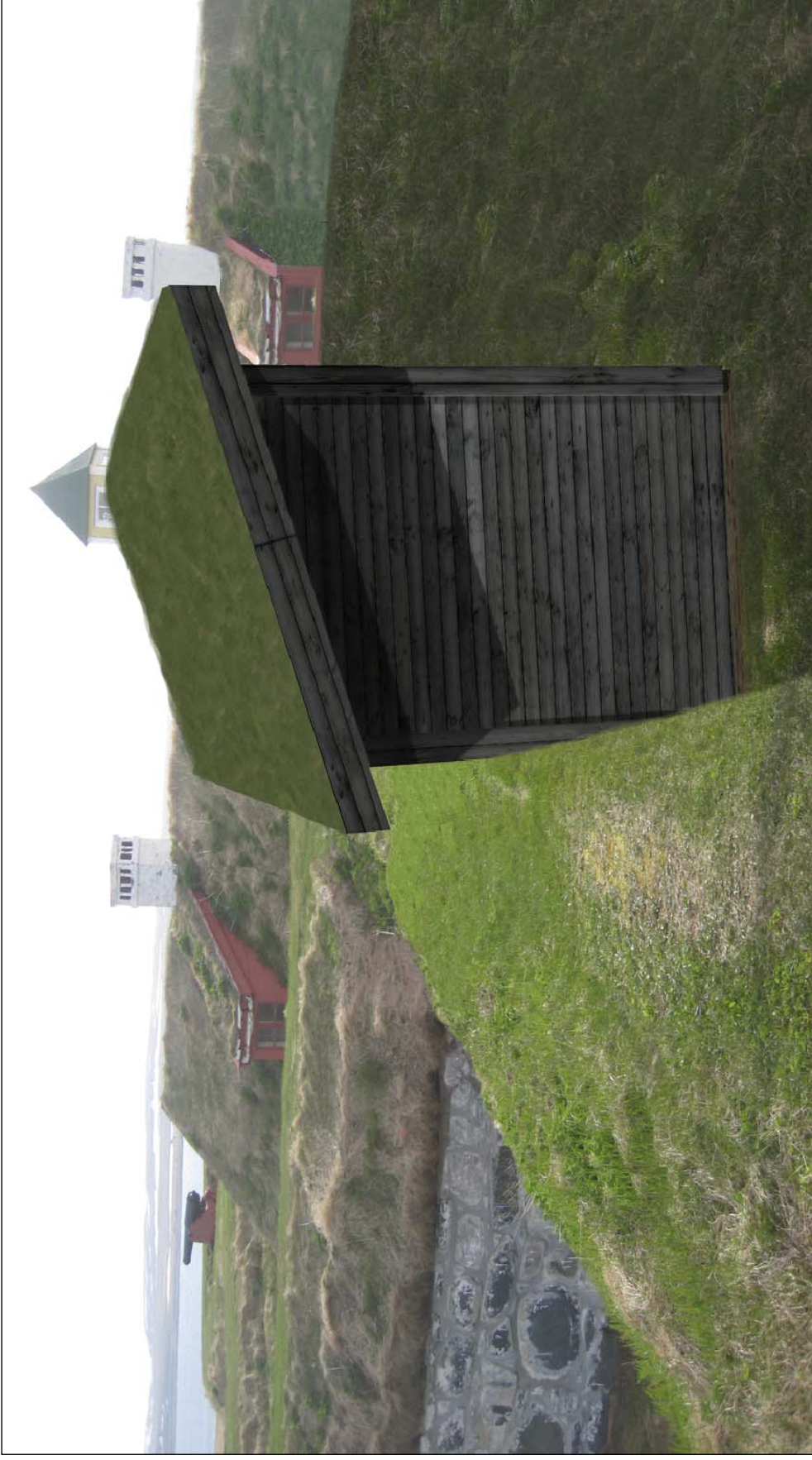
**Invester nr./fillet:**  
**1022 - Varsleren- østre bastion**



Rev.:	Dato:	Tegn.:	Kont.:	Eiending			



Tittel: Vardøhus festning							
Fotomontasje 3 av latrine revet ca. 1960							
Dato:	Juni 2010	Tegnet:	IS	Kont.:	ML	Sum areal:	
Inventar nr./tittel:							



Rev.	Dato	Teig.	Kont.	Erstat.				

**Forsvarsbygg**

Tittel: Vardøhus festning  
 Fotomontasje 4 av latrine revet ca. 1960

Dato: Juni 2010  
 Teignet: IS  
 Kont.: ML  
 Sum areal:

Inventar nr./fillett:  
**1022 - Varsleren- østre bastion**

Forsvarbygg Utvikling  
v/prosjektleder Morten Pettersen

Oslo, 12.6.2010

Vedlegg  
5

## **Vardøhus festning**

### **Teknisk sammendrag fra befaring ifbm utarbeidelse av forprosjekt juni 2010**

Mur-Sentret AS er engasjert av Forsvarbygg til prosjektering av sikringstiltak på Vardøhus festning. Morten Langvik og Eva Nybro Johnsrud fra Mur-Sentret gjennomførte befaring og stedlige registreringer på Vardøhus festning 2-4. juni 2010, med sikte på å etablere det tekniske og økonomiske grunnlaget for utarbeidelse av et forprosjekt for sikringstiltak. Tiltakene er i utgangspunktet basert på forutgående tilstandsanalyse, og tiltak som er prioritert gjennom fremsendte løsningsdokumenter.

Det er innledningsvis avtalt at man skal benytte Forsvarbyggs mal for forprosjekt slik den er tilgjengelig på [www.eprosjekt.no](http://www.eprosjekt.no) pr 16/2-2010. Prosjektleder syr sammen forprosjektet ihht malen (hovedpkt. 1, 8-14).

Mur-Sentrets oppdrag er avgrenset til å bidra med beskrivelsene under hovedpkt. 2-7. Det er først og fremst hovedpkt. 7 som er aktuell (festningsmurer=utomhusanlegg). I oppdraget inngår også å beregne entreprisekostnaden for det som skal utføres (kfr pkt.8). Forsvarbygg supplerer med øvrige kostnader på skjema for prosjektkostnader.

#### **Befaring 2. juni**

Med veiledning fra lokal representant Elnar Tørfoss ble de utvendige festningsmurene befart fra bakkenivå. Det ble holdt en summarisk gjennomgang av tidligere arbeider på murene som utført etter år 2000. Videre ble det holdt befaring av vollkroner, bastioner og redanger før dagen ble avsluttet med befaring av de innvendige murer som omslutter bygningene. En tabell over inventarnummer og tilhørende areal følger i eget vedlegg.

#### **Befaring 3. juni**

I morgenmøte med kommandanten ga prosjektleder innledningsvis en orientering om formål og mandat for befaringsene. Følgende inventar var på daværende tidspunkt påvist som potensielle TG3S-tiltak:

1. Utbuling på mur 1025 Øien
2. Utbuling på mur 1026 Larsen, inkl. topp aprille
3. Hjørne bak krutthuset på mur 1027 Hausken
4. Mage ved trapp på mur 1027 Hausken.
5. Hjørne bak og et par mindre områder langs slaveriet på mur 1028 Børve
6. Latrineåpning i utvendig festningsmur

De lokale representantene hadde ingen innvendinger til dette, selv om vedlikeholdsbehovet for andre inventar/bygninger ble ansett som mer påkrevet sett fra et brukerbehov.

Deler av mur 1017 ved Krutthuset ble påvist som en tørrstabet natursteinsforblending av en betongvegg. Det var ikke mulig å kartlegge omfanget av bakenforliggende betongvegg.

Det er generelt noe usikkert om alle redangmurer mot bygninger og tun opprinnelig var oppført som tørrstabilede natursteinsmurer.

Det ble også foretatt en befaring med båt til Reinøya der to gammer ble inspisert ifbm. med et skissert grøftetiltak for å redusere fuktinnslag i gammegulvene. Det var enighet om at et slikt tiltaket ligger utenfor TG3S-mandatet.

Avslutningsvis ble det foretatt en nøyere vurdering av Latinens tilstand i inventar 1022 Varsleren (Østre bastion) ved å åpne de etablerte sperringer. Det ble videre foretatt inspeksjon og skissering av åpning og latrinerom, samt at vollen ble befart for å lokalisere plassering av det tidligere overbygg basert, på tegninger mottatt av stedlig representant Trygg Øien.

#### **Befaring 4. juni**

Det ble foretatt oppmålinger av de fire innvendige revetementsmurer og foretatt avgrensninger for ev. TG3S-utbedring. Det ble hentet ut materialprøver som avtalt dagen før, og utarbeidet et notat med oversikt over prøveuttaket. En oppmålingstegning med skadeavgrensning for murene vil bli utarbeidet som del av forprosjektet.

Varanger museum ble besøkt for å søke etter ytterligere informasjon om latrinebygningen og den tidligere åpningen i revetementsmuren 1026 Larsen. Et luftfoto viser det gressdekkede taket på Latrinebygget. Dette samsvarer med det som er inntatt i verneplanen på side 60. Fotoet viser også at revetementsmur 1025 Øien synes å være hvitmalt allerede før 1940, og at flaggstangen hadde en plassering og fundament som samsvarer mer med lokalisering av dagens utbuling. Dette kan belyse årsakssammenhenger som er omtalt i tilstandsrapport fra 1985. Flyfotoet følger vedlagt sammen med skisser av det tidligere latrinebygningen.

#### **Oppsummering**

I diskusjonene var det enighet om å opprettholde klassifiseringen av avgrensede deler av inventarene 1016 Øien og 1019 Larsen som tilstandsgrad TG3S. I tillegg ble det diskutert å legge til den avspærrede latrinen som et TG3S-tiltak, mht fare for sammenrasing av voll og åpning. Mur-Sentret sammenholder bilder, tegninger og skisseoppmålingen for å vurdere risiko og TG3S-tiltak, ev. en min/max-løsning. En endelig beslutning om dette vil ev. bli medtatt i forprosjektet.

Med vennlig hilsen  
Mur-Sentret AS

Morten Langvik  
Daglig leder

**Vedlegg:****Vardøhus festning – foreløpig tabell over inventarnummer med areal for festningsmurer**

<b>Inventarnr.</b>	<b>Navn</b>	<b>Kommentar</b>	<b>Areal i kvm</b>
200201 1016	Putilov	Nordre bastion	130
200201 1017	Barents	Nordvestre redang	161
200201 1018	Ishavet	Vestre bastion	168
200201 1019	Stykkjunkereren	Sørvestre redang	185
200201 1020	Sto Ola	Søndre bastion	151
200201 1021	Ilderen	Sørøstre redang	115
200201 1022	Varsleren	Østre bastion	102
200201 1023	Armstrong	Nordøstre redang	115
		<i>Sum utvendig spekket mur</i>	<i>1127</i>
200201 1024	Fanejunkereren	Fremskutt utenverk/lynnette	Estimert 60
200201 1025	Øien	Nordre revetementsmur	
200201 1026	Larsen	Vestre revetementsmur	
200201 1027	Hausken	Søndre revetementsmur	
200201 1028	Bøvre	Østre revetementsmur	
		<i>Estimert sum innvendig mur</i>	
		<b>Sum totalt areal</b>	



# RAPPORT ETTER DOKUMENTASJON OG OPPMÅLING AV TAKKONSTRUKSJON I FESTNINGSVOLLEN PÅ VARDØHUS FESTNING

## 1 BAKGRUNN OG FORMÅL

I forbindelse med demontering av en takkonstruksjon i samme område hvor Latrina tidligere var lokalisert ble det besluttet å gjennomføre en arkeologisk dokumentasjon i forbindelse med riving av takkonstruksjonen og utgraving av jordmassene i ”gulvet”. Dvs i bunnen av latrina. Dette i tilfelle det skulle oppdages gjenstandsfunn eller hittil ukjente strukturer eller konstruksjonsdetaljer. Før rivingen skulle konstruksjonen måles opp og dokumenteres ved en grov feltskisse i tillegg til fotodokumentasjon og en feltrapport.

### 1.2. Tidsbruk

Undersøkelsen ble som forutsatt gjennomført innenfor en dag, tirsdag den 26.07.2011 kl 10.30 til kl 15.30. Etter at Finnmark Entreprenør AS v/ Nicklas Karlsen på forhånd hadde fjernet torva fra festningsvollen (og lagret) sammen med det meste av jordlaget over takkonstruksjonen, lå alt i utgangspunktet til rette for å gjennomføre dokumentasjon av takkonstruksjon og å grave ut jordmassene i ”gulvet” bunnen av latrina innenfor en dag. Det var imidlertid uforutsett at vi måtte stoppe arbeidene i ca 1 1/2 time pga saluttering i forbindelse med innsetting av ny kommandant på festningen.

## 2 OBSERVASJONER

### Topplaget i takkonstruksjonen

Toppen av takkonstruksjonen besto av et plankelag som var lagt på tvers av 15 stk stålprofiler som var ca 5mm tykke (Tykkelsen varierte alt etter hvor mye rust det var). Dimensjonen på plankene så ut til å variere fra 19 ½ cm – 21 ½ cm, men på grunn av langt fremskredet råte var mye av treverket blitt til jord og sånn sett vanskelig å definere.

Foruten av trerester og mold kunne en i jordmassene over stålprofilene også se små biter av tjærepapp. Taket har sannsynligvis vært dekket med papp før de la på jord og torv.

### ”Taktro”





### Stålprofiler

De 15 stålprofilene viste seg etter hvert å være gjenbrukte gjerdestolper som lå direkte på murkanten med ca 30 cm mellomrom. Gjerdestolpene var bøyd i den ene enden hvor det hadde vært feste for piggråd. Stålprofilene var festet i festningsmuren ved at ”Piggrådfestene” var kilt inn i muren.



### Bærende tømmerstokk

På langs, midt over latrinebunnen var taket avstivet med en tømmerstokk med en spennvidde på 430 cm og som var mellom 23 – 25 cm i diameter. De 15 stålprofilene hvilte på denne tømmerstokken.



## Utsparinger

Tømmerdrageren har utsparinger etter tidligere lafting fra perioden før stålprofilene ble lagt oppå kan tyde på at stokken enten er gjenbrukt etter å ha blitt flyttet hit fra en annen bygning, eller at den lå der også før stålprofilene ble lagt på 1950 - 60 tallet, og at den i så fall har vært del av den gamle latrine konstruksjonen.



## Avfallsluke/ Møkkaluke ?

Under takkonstruksjonen/ ”latrineåpningen” er det en åpning i festningsmurens SV side. Åpningen er ca 1 ½ m brei og ca 1 m høy. Festningsmurens topplag med stein hvilte over åpningen i stor grad på treverk. Dvs en del av steinen var murt slikt at de til en viss grad stabiliserte hverandre. Råteskader har imidlertid ført til brudd i så vel bærende trekonstruksjon som plankedekket på toppen. Her var det et tidsspørsmål før muren rundt latrineåpningen ville ha rast sammen. Åpningen er tolket som avfallsåpning i forbindelse med latrina på toppen av dagens takkonstruksjon. Det skurrer riktignok litt at åpningen er så liten når resten av latrina over var så stor.





### **Øvrige observasjoner og info som kan ha betydning for tolkningen**

Festningsmuren var under takkonstruksjonsnivået stabilisert ved hjelp av trekiler i murverket. Disse så ut til å være i overraskende god stand. Vi fant også diverse gjenstandsfunn i form av bygningsrester, jernbeslag, flasker, glass-skår og et militært drikkekrus med norsk logo som åpenbart er fra tiden etter 2 verdenskrig. Disse funnene lå i og ved muren i jordlaget på bunnen både over tak konstruksjonen, og lengre nede mot bunnen av latrina. I følge FBs mann på stedet, Elnar Tørrfoss skal siste restaurering av dette taket ha vært utført engang på 1960 tallet. Dette kan til en viss grad bekreftes av gjenstandsfunn som ble gjort i latrinebunnen. Det ser ellers ut til at dette rommet nærmest har blitt benyttet som ”skrothaug”.

### 3 OPPSUMMERING

Vi rakk ikke å grave oss helt ned til naturbakken (latrinebunnen) innenfor det tidsrommet vi hadde til rådighet. Vi avgrenset derfor oppdraget til å dokumentere og måle opp takkonstruksjonen med tanke på å kunne rekonstruere denne i etterkant. Ved å se på og dokumentere massene som lå oppå plankelaget og i bunnen av latrina sammen med gjenstandsfunn i form av bygningsrester (materialer), glass skår og et militært krus fra 1950 – 60 tallet, fikk vi et omtrentlig inntrykk av når og ikke minst hvordan taket var konstruert. Det var også tydelig at gjenbrukte byggematerialer var en sentral del i takets bærende konstruksjon. Man brukte det man hadde til rådighet.

Takkonstruksjonen besto således av gjerdestolper/ T –profiler 50x50, som hvilte på en langsgående tømmerstokk på ca 4,8 m. Litt usikkert hvorvidt tømmerstokken ble skiftet ut/ gjenbrukt fra en annen bygning ved siste restaurering, eller om den var del av den tidligere tak/ gulv konstruksjonen i den gamle latrina. Bordkledningen var lagt på stålprofilene og var tilsynelatende udimensjonerte materialer på 19 ½ - 21 ½ cm.

Etter at det ble klart at vi fikk dårlig tid mot slutten av dagen nedjusterte vi ambisjonsnivået noe i forhold til arkeologisk overvåking ved utgravning av massene i ”latrinebunnen”. Dvs vi rakk så vidt å fjerne noe av massen inntil vi kom ned på det vi først trodde var naturbakke, med skjellsand. Massene besto stort sett av jord med tre og bygningsrester og annet avfall (Flasker, diverse porselenskår fra kopper og kar o.l.) som delvis hadde falt ned under gravningen som allerede hadde skjedd i forkant. Undertegnede valgte derfor i samråd med prosjektledelsen v/ Håvard Christiansen å avslutte oppdraget. Avtalte derfor med Entreprenørens representant, Nicklas Karlsen at han skulle ta kontakt dersom det dukket opp noe under det videre arbeidet med å grave ut massene i latrinebunnen.

#### Gjenstander og bygningsavfall



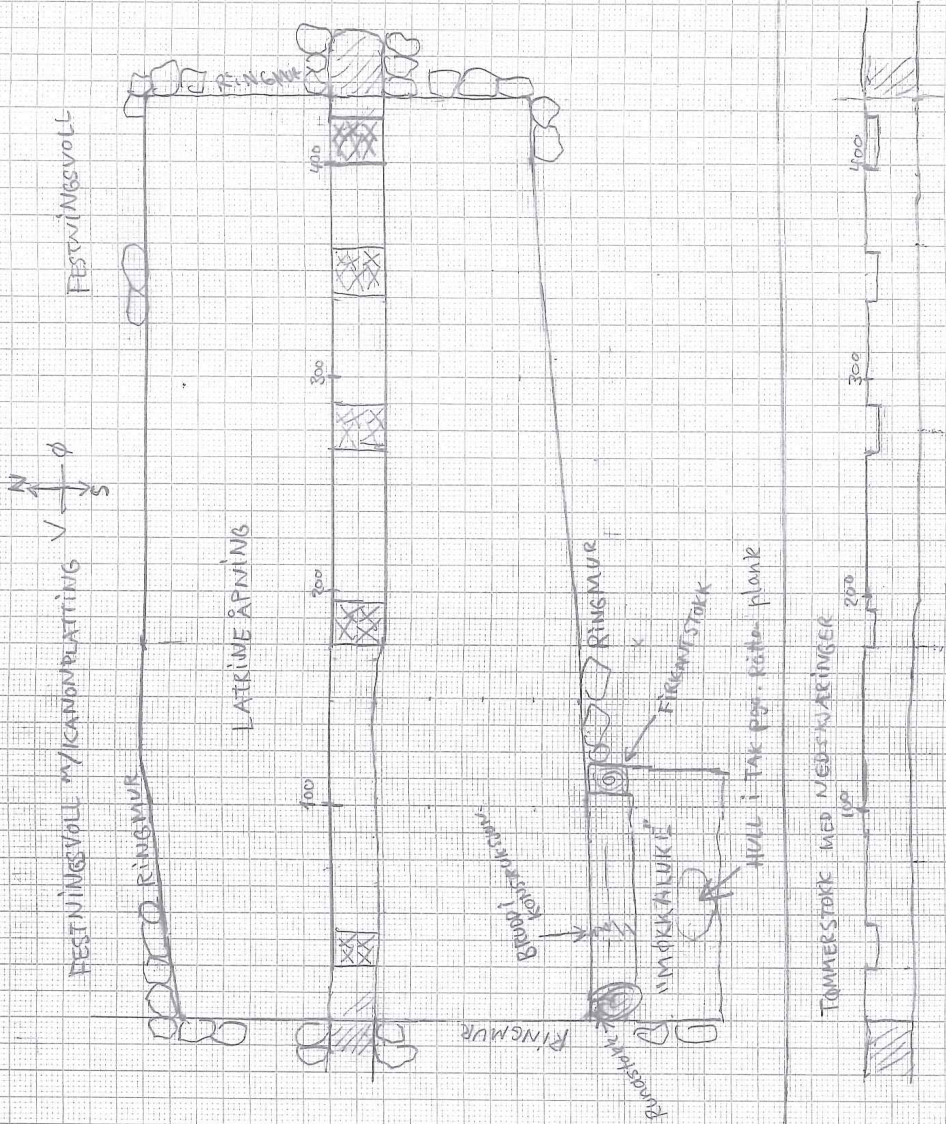


**VEDLEGG:**

Feltskisse 1. Takkonstruksjon/ gjenbrukte gjerdestolper i målestokk 1 – 25. Tegningen er nedkopierte fra A3.

Feltskisse 2. Takkonstruksjon, tømmerstokk med nedskjæringer

VARDØHUS + SKRINGSJILTAK LATERNE ÅPNING SKISSE 2.



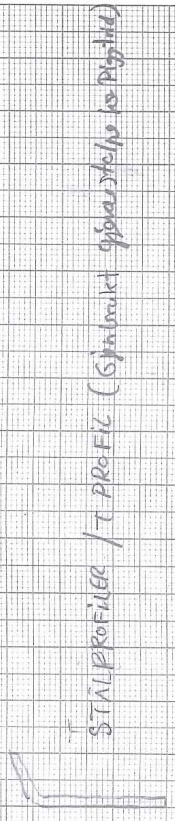
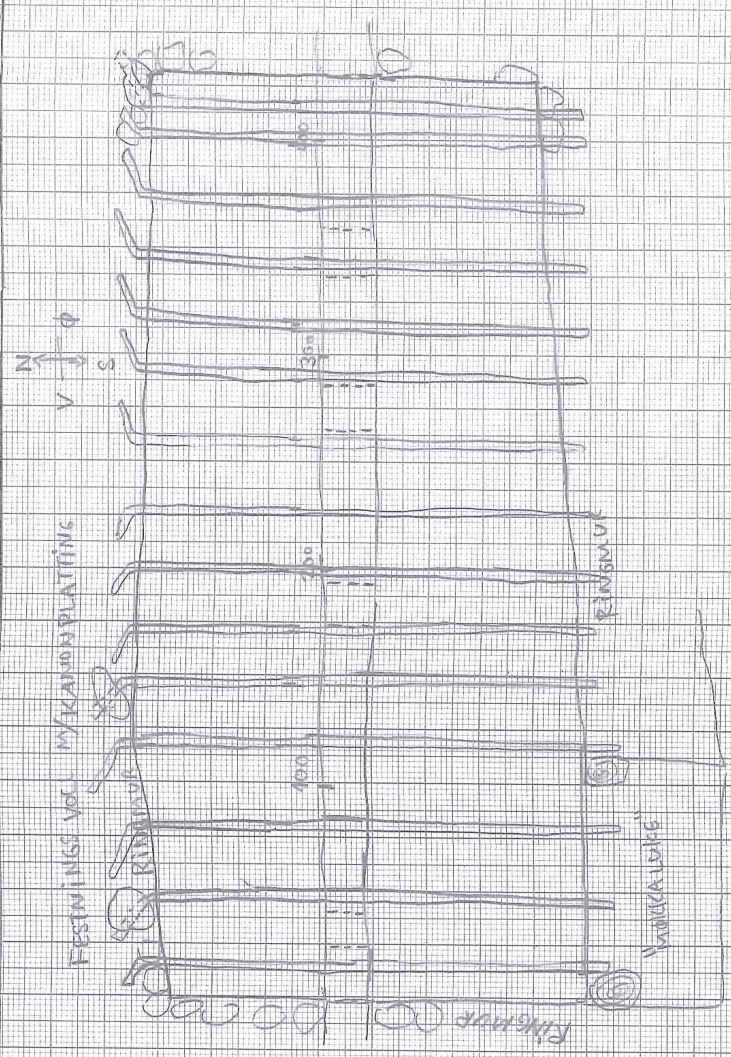
- TEGN FORKLÆNING:
- MÅLESTØKK 1cm = 25cm
  - - Stein i Festningsmur
  - ▨ - TØMMERSTØK PÅ FESTNINGSMUR
  - ▩ - NEDSKÅRNING I TØMMERSTØK

# VÅRDRØYS - SIKRINGSTREK - SKISSE 1: LATCINEÅPNING MED 15 STE STÅLPROFILER/TIMOFÅL

Dim 5 cm T-profil 5 cm tykk (TRIBLER STØRT PÅSTING)

## TEGNERKLARING

- MÅLESTØRTE 1cm = 25cm



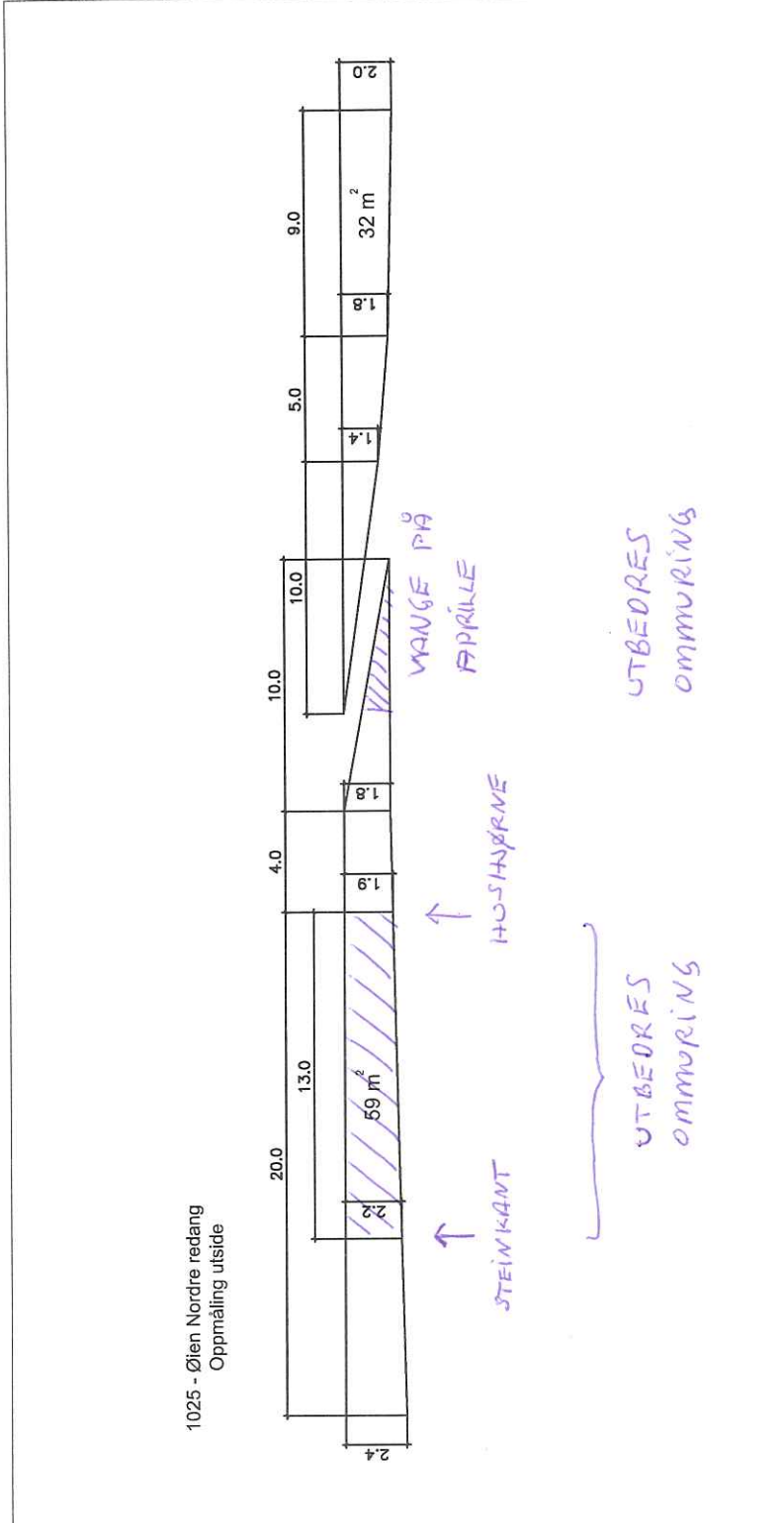
PS - NEDSKJÆRINGENE I TØMMERSTØKKEN HADDE INGEN FUNKSJON ETTER AT GJERDESTØRRENE BLE LAGT.

TOLKING - NEDSKJÆRINGEN DEL AV TIDLIGERE KONSTRUKSJON ELLER AT TØMMERSTØKKEN ER GJERDEBRUK FRA ANNEK UTSJNING 23

PÅ TOPPEN AV STÅLPROFISENE LÅ ET TAK AV TREPLANK MED TVERRETT DIM SOM VÅRIGGTE FRA 1972 cm W 212 cm

- TRETRAKET VAR SÅ DÅRLIG AT DET IKKE BLE ANSETT SOM HENSIKTSMESSIG Å TEGNE.





/// OMFANG AV  
MURUTBEDRING

Rev.	Dato	Oppr.	Kont.	Endring

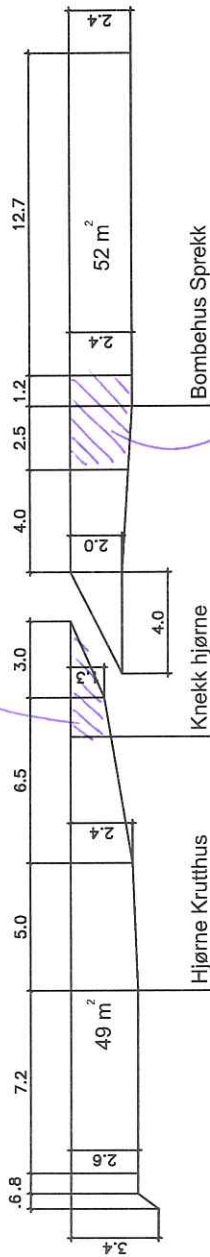
**Forsvarsbygg**

Tittel: Oppmåling av Vardøhus festning  
i forbindelse med tilstandskontroll for FBU

Dato: Juni 2010  
Inventar nr./tittel: 1025 - Øien Nordre redang

Tegnet: IS  
ML  
Sum areal: 91 m<sup>2</sup>

1026 - Larsen Vestre redang  
Oppmåling outside



OMSTABILING

OMMURING

/// OMFANG AV  
MURUTBEDRING

Rev.	Dato	Tegnet	Kont.	Endring



Titel: Oppmåling av Vardøhus festning i forbindelse med flislandskontroll for FBU

Dato:	Tegnet:	Kont.:	Sum areal:
Juni 2010	IS	ML	101 m <sup>2</sup>

Vedlegg Larsen Vestre redang

