

Analyse af betontegl, Vesterlund

Tyndslibsanalyse af overfladebehandling på betontegl

April 2026



TEKNOLOGISK
INSTITUT



**TEKNOLOGISK
INSTITUT**

Analyse af betontegl, Vesterlund

Tyndslibsanalyse af overfladebehandling på betontegl

Rekvirent:

DANSK BYGGERI - TAGMALERGRUPPEN
H.C. Andersens Boulevard 18
1553 København V

Udarbejdet af:

Teknologisk Institut
Gregersensvej 4
2630 Taastrup
Byggeri og Anlæg

Louise Kjær Knudsen

Sagsansvarlig: Louise Kjær Knudsen, tlf. 7220 2584, lkk@teknologisk.dk
Kvalitetssikring: UHJ

Opgavenr.: 363159

Versionsnr.: 014

Versionsændring grundet tilføjelse af nye rekvirent oplysninger.
Rettelse af tastefejl.

30. april 2026

Resultater af Institutets opgaveløsning beskrevet i denne rapport, herunder fx vurderinger, analyser og udbedringsforslag, må kun anvendes eller gengives i sin helhed, og må alene anvendes i denne sag. Institutets navn eller logo eller medarbejderens navn må ikke bruges i markedsføringsøjemed, medmindre der foreligger en forudgående, skriftlig tilladelse hertil fra Teknologisk Institut, Direktionssekretariatet.



Indhold

1.	Objekt.....	4
2.	Baggrund.....	4
3.	Formål.....	4
4.	Data og modtagne informationer.....	4
5.	Analyse- og målemetoder.....	4
6.	Sammenfatning af resultater.....	5
7.	Vurdering.....	8
8.	Fotoregistrering af tagplader.....	10
9.	Mikroanalyse.....	13



1. Objekt

Objekt for undersøgelsen er to betontegl modtaget d. 29. oktober 2025 på Teknologisk Institut.

De to plader er i henhold til rekvirentens oplysninger nedtaget fra to forskellige tage på to forskellige adresser: Vesterlund 94 og Vesterlund 100, 7830 Vinderup. På Vesterlund 94 er taget ikke blev afrenset eller malet, men muligvis algebehandlet på et ukendt tidspunkt. På Vesterlund 100 er taget blev rensset og malet i 2013. Begge tage er opført i 1983.

De to plader er nummereret af laboratoriet på Teknologisk Institut:

- 260043: Teglstenen fra tag, der er ikke afrenset og malet. Vesterlund 94.
- 260044: Teglstenen fra tag, der er afrenset og malet. Vesterlund 100.

2. Baggrund

Rekvirenten ønsker med denne undersøgelse at påvise forskelle i tagpladernes tilstand (ikke-behandlet og behandlet) og relatere dette til den potentielt beskyttende virkning, som malebehandlingen af en af de to betontegl har undergået.

3. Formål

Ifølge aftale med rekvirenten havde undersøgelsen følgende formål:

- At efterprøve rekvirentens hypotese: "at rensning og den rigtigt udførte overfladebehandling beskytter betontegl mod vejrligets påvirkninger og dermed kan forlænge tagets levetid og bevare et æstetisk tilfredsstillende udseende."

4. Data og modtagne informationer

Rekvirenten har oplyst følgende:

- Rygningsretning SSV-NNØ.
- IBF-Double S betontegl
- De behandlede teglsten er rensset med højtrykspuler før overfladebehandling.
- De testede betonteglsten er behandlet efter DI Byggeri Tagmalergruppens behandlingsanvisning.

Rekvirenten har udleveret følgende:

- Fotodokumentation af udtagningssteder.

5. Analyse- og målemetoder

Der er fremstillet 4 tyndslib af hver teglsten. Tyndslibet er et ~45 mm langt tværsnit gennem pladen, som er slebet ned til en tykkelse på 0,02 mm. Herved kan pladens mikrostruktur analyseres i detalje på et petrografisk mikroskop (for nærmere detaljer se dokumentationsbilag, afsnit 9).

To tyndslib er placeret henholdsvis på tværs af bølgedal og bølgetop i et område, hvor overfladen har været eksponeret mod vejret, og de to andre tyndslib er til sammenligning fremstillet af den ikke-eksponerede del, hvor der har været overlæg fra en anden teglsten.



6. Sammenfatning af resultater

I det følgende gives en kortfattet sammenfatning af resultater fra de gennemførte undersøgelser. For en mere detaljeret beskrivelse af resultater henvises til dokumentationsafsnittet.

De to betonteglsten adskiller sig fra hinanden ved at denne ene, Vesterlund 94, har været eksponeret for vind og vejr siden opsætning og den anden, Vesterlund 100, er blevet afrenset og overfladebehandlet i 2013.

Ved prøveregistreringen blev der observeret organisk begroning over hele den eksponerede del af teglstenen på Vesterlund 94 (ubehandlede) mens den eksponerede del af Vesterlund 100 (behandlet) fremstår "nymalet" om end med en ru overflade.

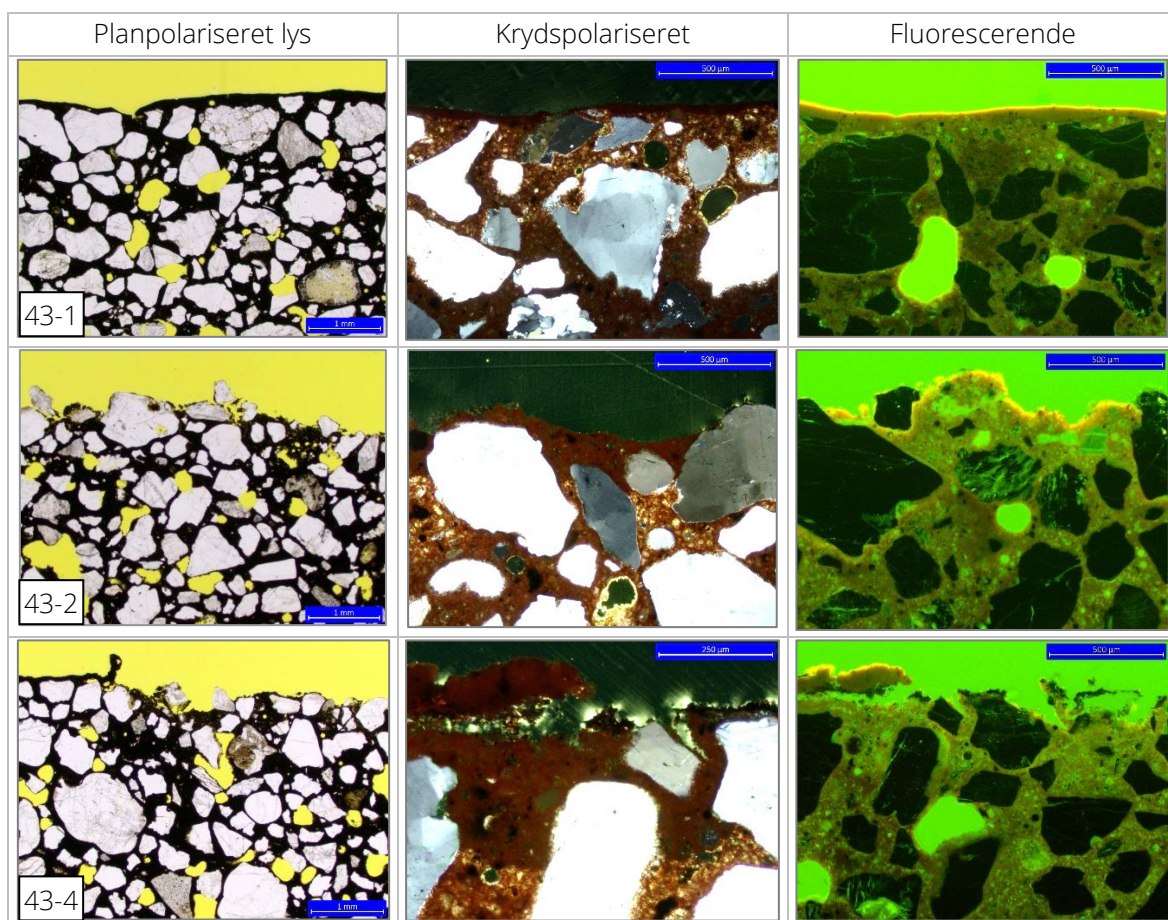
De 2 teglsten er udført med en Portland cement med en del flyveaske og rødt pigment. Sammensætningen i de to teglsten er ens men strukturen forskellig, hvorfor udvalgte forskelle observeret i mikroanalyserne er sammenfattet i Tabel 1.

Tabel 1: Sammenfatning af observationer fra mikroanalysen. Alle mål er maksimale dybder i mm. E = eksponeret. *Tværsnittets tykkelse målt i bund af bølgedal og top af bølgetop i tyndslibet. Os = overside, Us = underside.

	ID	Placering	Tykkelse*	Malingstykkelse	Karbonatisering	Defekter/zonering
V94	43-1	Bund	11.4	Oprindeligt 0.02-0.13	Os: 1.3 Us: 5.4	Plastiske defekter øverst i mørtlen.
	43-2	Bund, E	10.9	Fuld afskallet -	Os: 1.3 Us: 2	Organisk begroning. Min. afskallet materiale: 0.5.
	43-3	Top	15.3	Oprindeligt 0.03-0.2	Os: 1.5 Us: 1.5	Plastiske initiale defekter øverst i mørtlen.
	43-4	Top, E	13.2	Kraftigt afskallet 0.05-0.16	Os: 1.4 Us: 2	Min. afskallet materiale: 0.8. Organisk begroning.
V100	44-1	Bund	11.5	Oprindeligt 0.03-0.1	Os: 4 Us: 3.3	Plastiske initiale defekter øverst i mørtlen.
	44-2	Bund, E	11.8	To nye lag 0.02-0.1 og 0.02-0.2	Os: 3.5 Us: 4.8	Afrenset ujævn overflade, plastiske defekter fjernet. Uensartede malingstykkelser men overvejende dækkende den afrensede overflade.
	44-3	Top	12.9	Oprindeligt 0.02-0.15	Hele tværsnittet Delvist karbonatiseret	Plastiske initiale defekter øverst i mørtlen.
	44-4	top, E	13.8	To nye lag 0.03-0.1 og 0-0.3	Os: 3 Us: 1.8	Afrenset ujævn overflade, plastiske defekter fjernet. Uensartede malingstykkelser men overvejende dækkende den afrensede overflade.

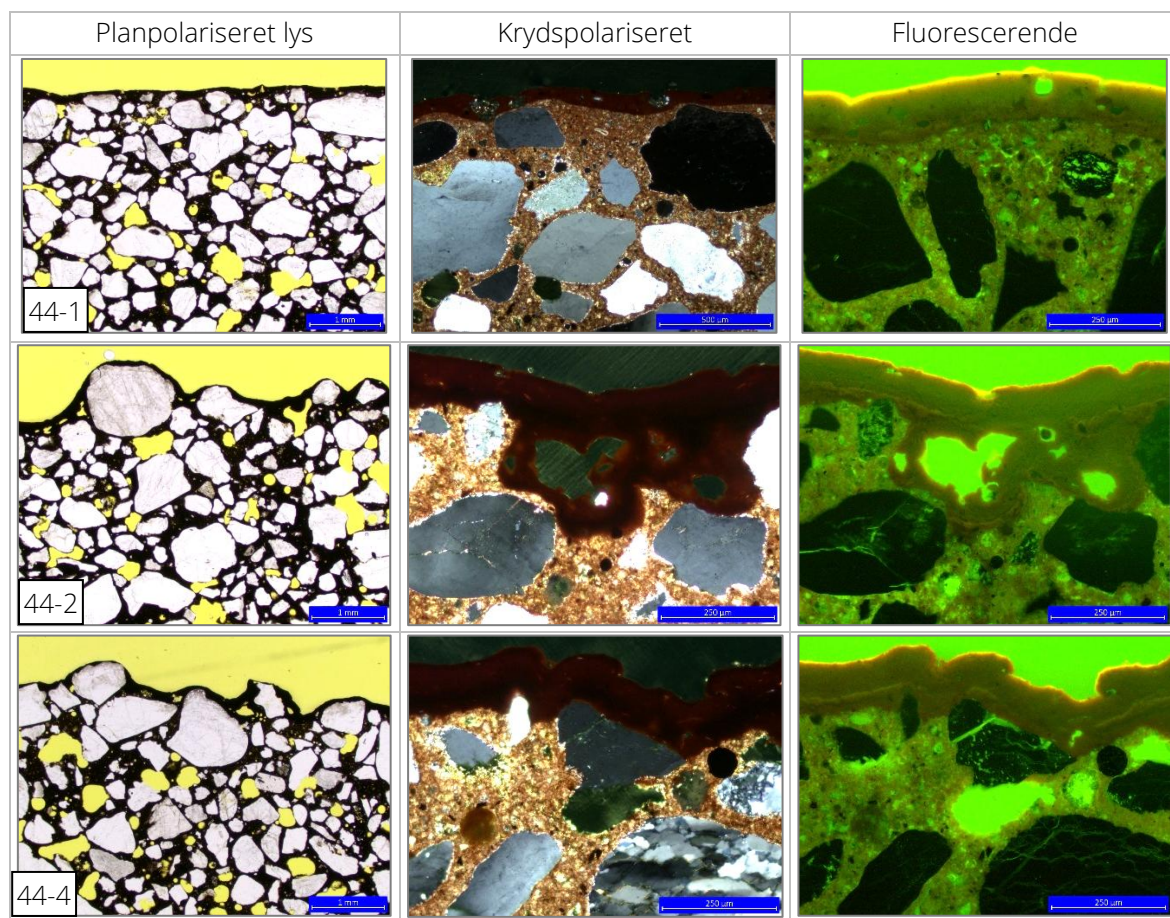
Cementpastaens kapillarporøsitet er tilsyneladende middel til lav. Karbonatiseret cementpasta nær overflader fremstår dog med en højere kapillarporøsitet end ikke-karbonatiseret pasta. Det røde pigment i mørtlen kan influere den vurderede kapillarporøsitet.

Overfladen på den ubehandlede, ikke eksponerede del af betonteglen er intakt. Overfladen på den ubehandlede eksponerede del af teglstenen, fremstår forvitret og afskallet. Malingslaget er kraftigt til helt afskallet og der er organisk begroning (Figur 1). Der er generelt observeret den del små plastiske initialdefekter i de øverste ca. 1 mm af teglens overflade.



Figur 1. Vesterlund 94, Ubehandlet. Øverste række er ikke-eksponeret overflade (reference, bølgedal). Midterste række er eksponeret bølgedal og nederste række eksponeret bølgetop.

Overfladen af den ikke eksponerede del af den afrensede teglsten fremstår intakt. Overfladen af den eksponerede del fremstår efter afrensning meget ujævn. Dette har medført at de to påførte malingslag udviser relativt stor variation i malingsstykkelserne: tykkere malingslag i lavpunkter og tyndere over toppunkter af tilslag, samt nogen eksponering af sandkorn i teglens overflade (Figur 2). Initialdefekterne, som er observeret i den ubehandlede tegl, er generelt fjernet i forbindelse med afrensning.



Figur 2. Vesterlund 100. Behandlede teglsten. Øverste række er ikke-eksponeret overflade (reference, bølgedal). Midterste række er eksponeret bølgedal og nederste række eksponeret bølgetop.



7. Vurdering

På baggrund af den udførte undersøgelse kan følgende vurderes:

Betonteglene synes at være født med den del små, plastiske initialdefekter i overfladen. Det vurderes at disse er medvirkende til den observerede nedbrydning af overfladerne.

I forbindelse med afrensning af teglens overflade, fjernes dels forvitnings-/frostskeer, dels hvad der er tilbage af initialdefekter, efterladende overfladen ujævn med eksponerede sandkorn.

Det ny-påførte malingslag, kommer pga. den ujævne afrensede overflade til at fremstå med en varierende tykkelse, dog generelt dækkende med enkelte eksponerede sandkorn.

Overfladebehandlingen blev udført i 2013 og har således på nuværende tidspunkt været eksponeret i 13 år uden tegn på nedbrydning.

Det vurderes samlet set, at overfladebehandlingen vil forlænge betonteglens levetid. Den udførte analyse giver dog ikke grundlag for at fastlægge en generel forventet levetidsalder.



Dokumentation



8. Fotoregistrering af tagplader

Udført

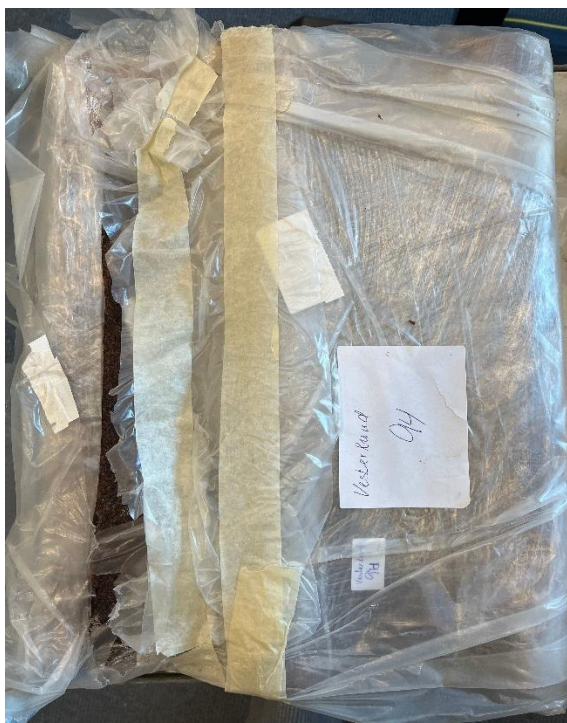
De modtagne tagplader er registreret og fotograferet ved Louise Kjær Knudsen, 3. februar 2026.

Omfang

2 tagplader er registreret.

Resultat

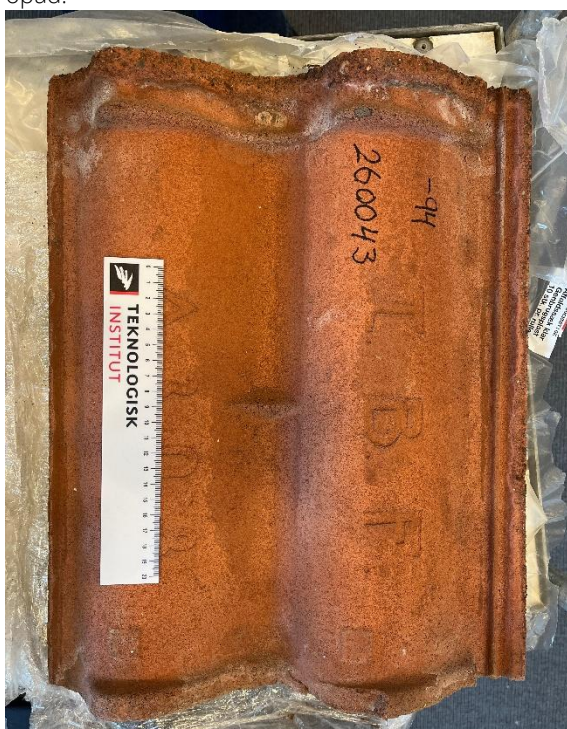
Resultatet fremgår af efterfølgende sider:



Som modtaget. Overkanten af pladen, med overlæg opad.



Som modtaget, organisk begroning. Overkanten af pladen, med overlæg opad.



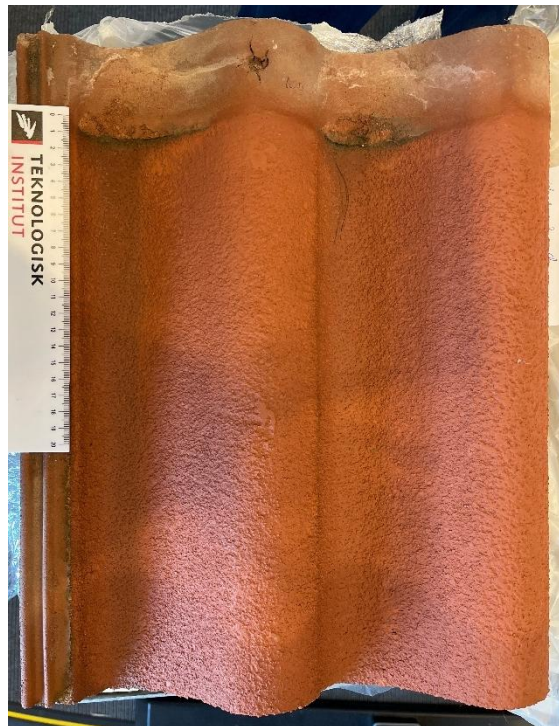
Som modtaget, bagside. Overkanten af pladen, med overlæg opad.



Organisk væks delvist fjernet. Prøveplacering markeret med sort. Overkanten af pladen, med overlæg opad.



Som modtaget. Overkanten af pladen, med overlæg opad.



Som modtaget, organisk begroning. Overkanten af pladen, med overlæg opad.



Som modtaget, bagside. Overkanten af pladen, med overlæg opad.



Organisk væks delvist fjernet. Prøveplacering markeret med sort. Overkanten af pladen, med overlæg opad.



9. Mikroanalyse

Udført

Mikroanalyse af tyndslib er udført den 16-20. marts 2026 af Louise Kjær Knudsen.

Metode

Pladestykker er udsavet med vandkølet udstyr fra betonteglstenene. Alle stykker er udtaget over henholdsvis bølgedale og -toppe; for hver teglsten er der udtaget to stykker fra den beskyttede del i toppen (under overlæg) og to stykker fra den eksponerede del i bunden af teglstenen.

De udtagne stykker er udtørret og vakuumimprægneret med epoxy tilsat et fluorescerende farvestof. Tyndslib fremstilles af de imprægnerede prøver, der nedslibes til en tykkelse på ca. 0,02 mm. Et tyndslib dækker et ca. 35-45 mm langt tværsnit gennem tagpladen. Tyndslib analyseres i polarisations- og fluorescensmikroskop.

Kvalitative mængdevurderinger:

Grad	Mængde
0	Ingen eller lidt
1	Nogle eller noget
2	En del
3	Meget

Revneviddebenævnelser:

Revnevidde	Benævnelse
>0,1 mm	Grove revner
0,01-0,1 mm	Fine revner
<0,01 mm	Mikrorevner

Omfang

Der er foretaget mikroanalyse af 8 stk. tyndslib udtaget fra følgende prøver:

	Tyndslib	Placering	Objekt
V94	260043-1	På tværs af bølgedal, under overlæg, ~15mm fra toppen.	Betontegl
	260043-2	På tværs af bølgedal, eksponeret, ~125mm fra toppen.	Betontegl
	260043-3	På tværs af bølgetop, under overlæg, ~15mm fra toppen.	Betontegl
	260043-4	På tværs af bølgetop, eksponeret, ~125mm fra toppen.	Betontegl
V100	260044-1	På tværs af bølgedal, under overlæg, ~15mm fra toppen.	Betontegl
	260044-2	På tværs af bølgedal, eksponeret, ~125mm fra toppen.	Betontegl
	260044-3	På tværs af bølgetop, under overlæg, ~45mm fra toppen	Betontegl
	260044-4	På tværs af bølgetop, eksponeret, ~125mm fra toppen.	Betontegl

Resultat



Prøvebeskrivelse

Tyndslib 260043-1 er placeret på tværs af bølgedal under overlæg (ikke eksponeret).

Tyndslib 260043-2 er placeret på tværs af bølgedal i eksponeret område.

Sammensætning

Prøven består af en Portlandcement, rødt pigment, en del flyveaske og lidt restkul. Sandet består af kantafrundede til afrundede kvarts, feldspat, granit, flint (tæt og porøse) og lidt skalfragmenter og sandsten.

Overflade

43-1: Overfladen er dækket af et 0,02-0,13 mm tyndt intakt malingslag. Der ses et par luftindeslutninger i malingen. Der er fuld kontakt mellem maling og mørtel. Malingen indeholder pigment. Begroning er ikke observeret.

Undersiden er ikke malet.

43-2: Malingslaget er fuldt afskallet sammen med en del af mørtlen. Afskalningerne er op til 0,5 i dybde. Overfladen er delvist dækket af organisk begroning. Organisk begroning ses i mørtlen ned til 0,9 mm dybde.

Undersiden er ikke malet.

Zoneringer, porøsiteter og revner

43-1: Cementpastaen er delvist karbonatiseret i de øverste 0,17-1,3 mm af pladen. Herunder følger en 5,7-9,5 mm bred ikke-karbonatiseret zone. De nederste 0,5-5,4 mm af pladen er delvist karbonatiseret.

I de øverste ~1 mm ses en del initiale plastiske defekter i pastaen.

Cementpastaen fremstår inhomogen. Kapillarporøsiteten varierer, vurderet medium-høj.

Omfanget af mindre hulrum og porøsiteter (<2 mm) er relativt lavt. Den indesluttede luft er irregulær og relativt velfordelt i pastaen. Der ses ingen større hulrum.

Der ses ingen revner.

43-2: Cementpastaen er opalin i de øverste 0,2-0,6 mm. De efterfølgende 0,2-0,8 mm (0,3-1,3 mm total dybde inkl. opalin zone) er karbonatiseret. Herunder følger en 7,4-10,4 mm bred ikke-karbonatiseret zone. De nederste 0,3-2 mm af pladen er delvist karbonatiseret. Der ses delvist karbonatisering langs luftporer gennem hele tværsnittet.

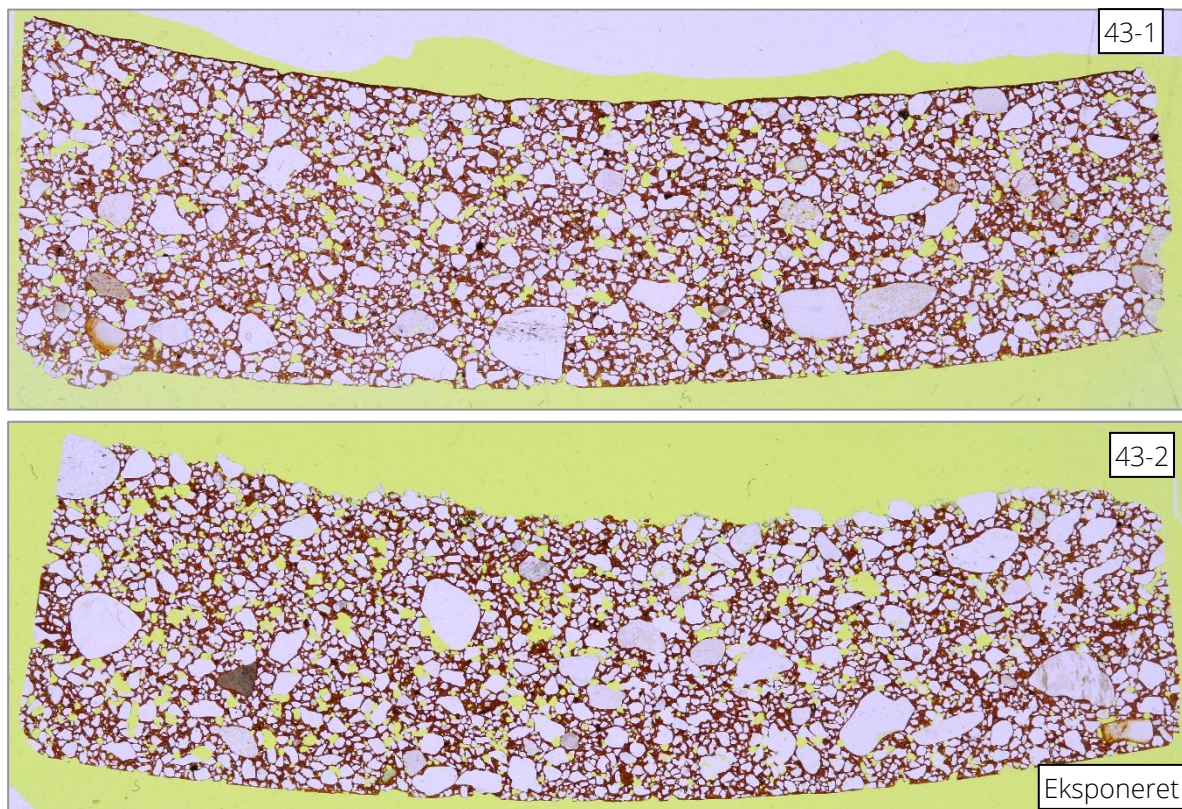
I de øverste ~1 mm ses en del initiale plastiske defekter i pastaen.

Cementpastaen fremstår inhomogen. Kapillarporøsiteten varierer, vurderet medium-høj. Den karbonatiserede del af cementpastaen fremstår med en lav Kapillarporøsitet. Sekundære fugtbetingede udfældninger i form af ettringit er observeret i luftporer i oversiden i mindre grad.

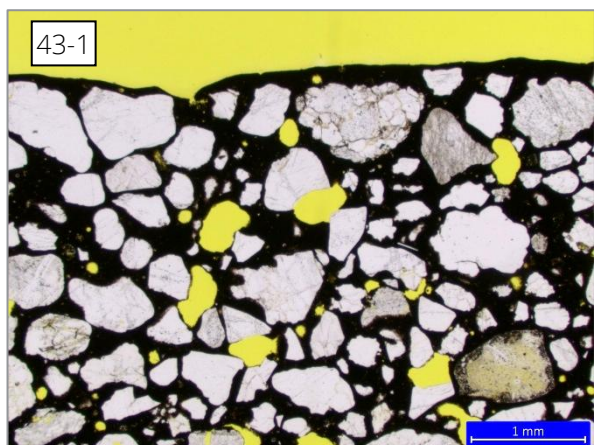
Der ses calcitutfældninger i luftporer.

Omfanget af mindre hulrum og porøsiteter (<2 mm) er relativt lavt. Den indesluttede luft er irregulær og relativt velfordelt i pastaen. Der ses ingen større hulrum.

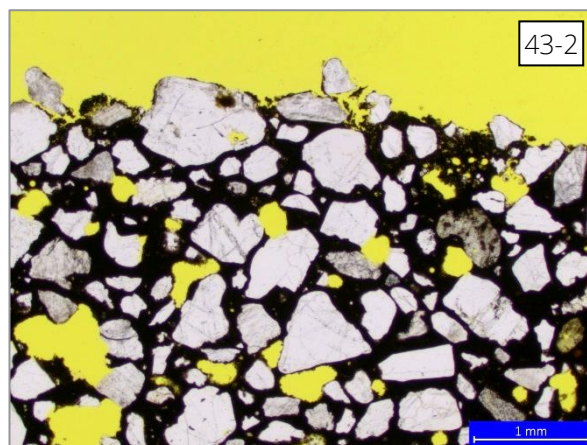
Der ses ingen revner.



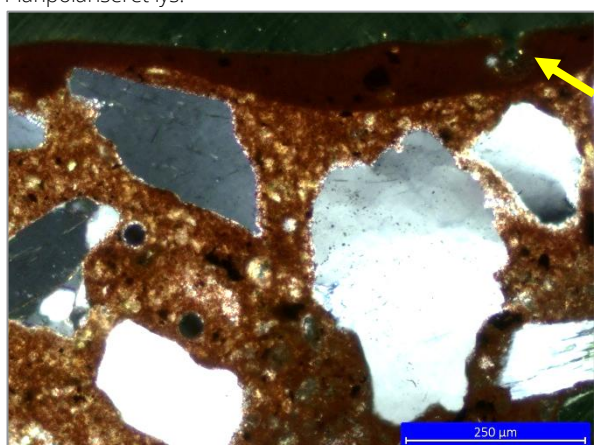
Figur 1: Fotos af tyndslib nr. 260043-1 (øverst, ikke eksponeret) og 260043-2 (nederst, eksponeret) fra tagplade nr. 260043 (Vesterlund 94) set i almindeligt lys. Oversiden af teglstenen er vendt op. Bredden af billedet svarer til ~35 mm.



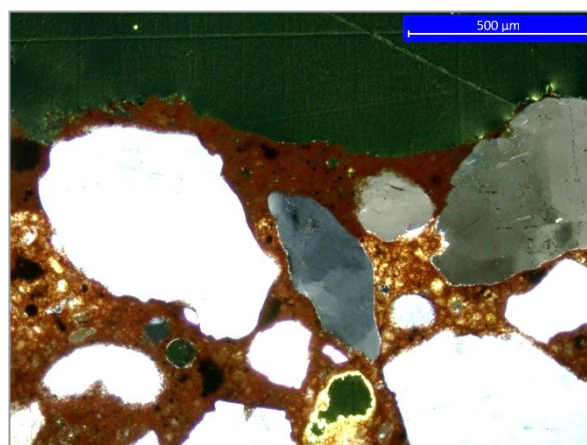
Stort udsnit af ikke eksponeret overflade, malingslaget, som er intakt, har fuld kontakt til underliggende mørtel. Planpolariseret lys.



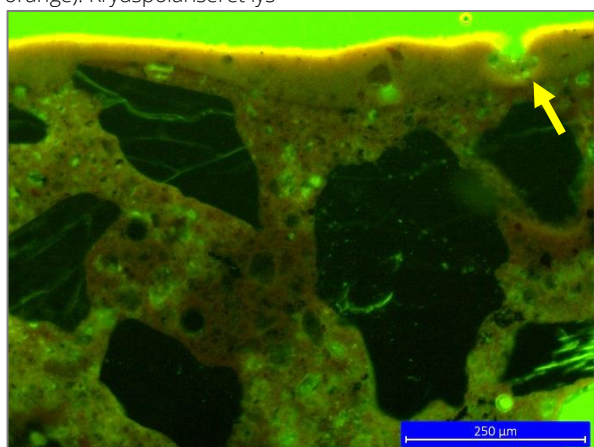
Stort udsnit af den eksponerede overflade, malingen er fuld afskallet, sandkorn blottet. Planpolariseret lys.



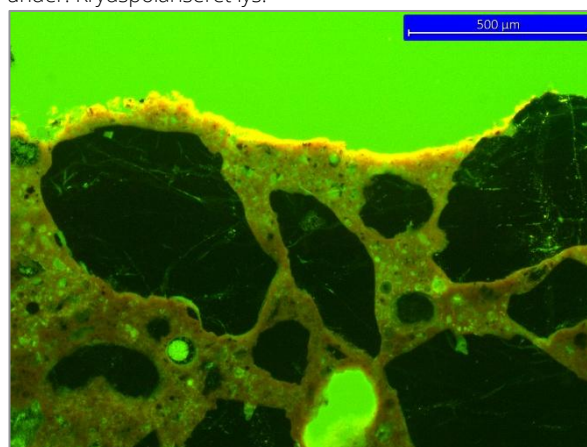
Udnyt af ikke eksponeret overflade. Malingslag med luftindeslutning (pil) og delvist karbonatiseret pasta (spættet orange). Krydspolariseret lys



Udnyt af eksponeret overflade. Malingen er forsvundet. Opalin pasta øverst, delvist karbonatiseret pasta (spættet orange) under. Krydspolariseret lys.

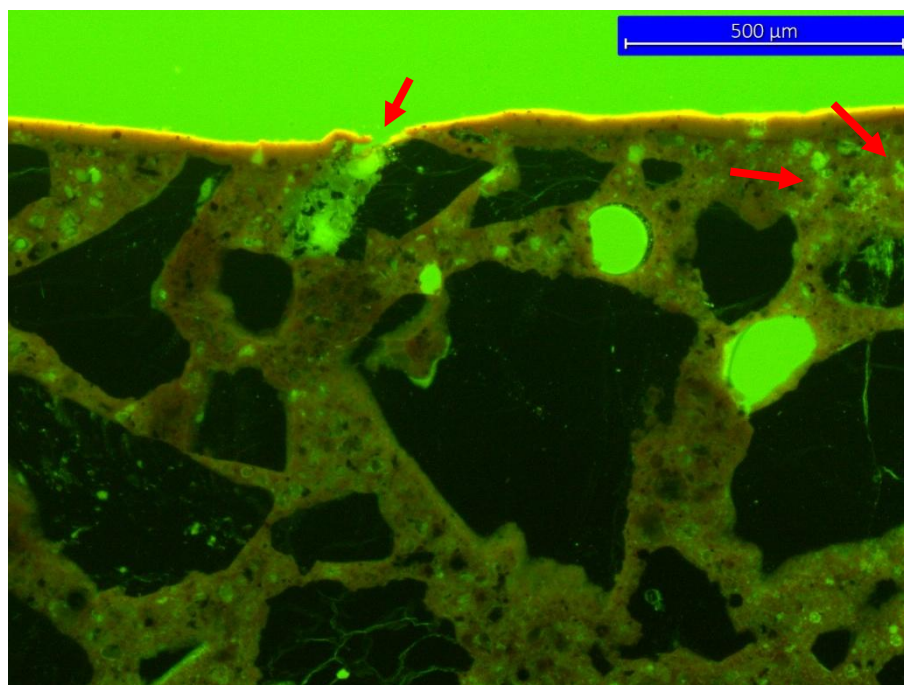


Samme fotofelt som ovenfor set i fluorescerende lys. Kapillarpørøsiteten fremstår tættere hvor pasta er karbonatiseret.

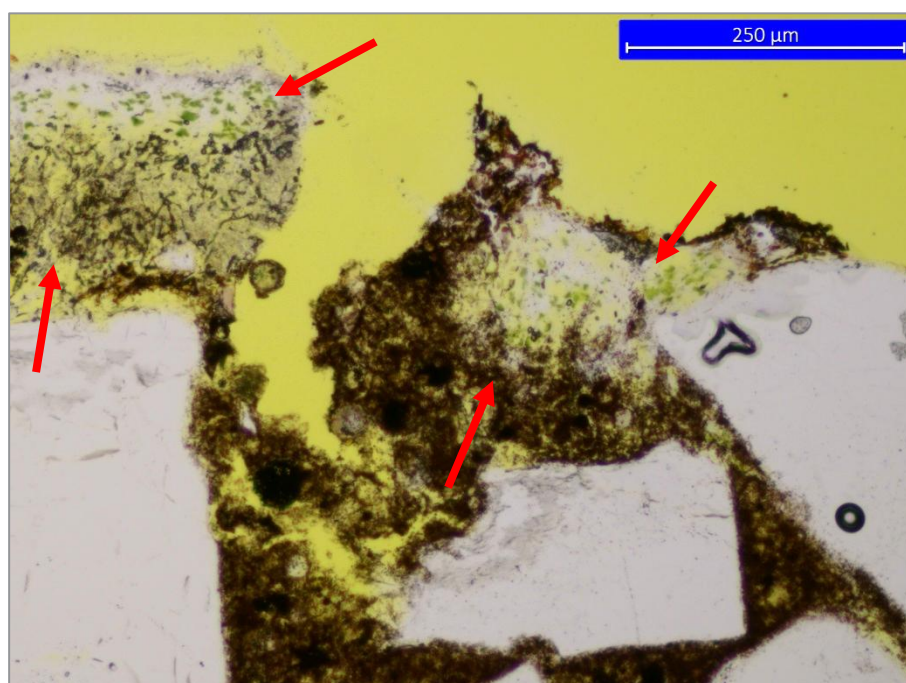


Samme fotofelt som ovenfor set i Fluorescerende lys. Forhøjet kapillarpørøsitet i de øverste 0,2-0,6 mm (opalin zone). Der ses små plastiske defekter i overfladen.-.

Figur 2: Udsnit fra tyndslib 43-1 er vist til venstre og 43-2 til højre.



Figur 3: Tyndslib 260043-1 Udsnit af ikke eksponeret overflade. Plastiske defekter ses i pastaen nær overfladen enkelte defekter i maling. Fluorescerende lys.



Figur 4: Tyndslib 260043-2. Udsnit af den ødelagte, eksponerede overflade med organisk begroning (pile). Set i planpolariseret lys.



Prøvebeskrivelse

Tyndslib 260043-3 er placeret på tværs af bølgetop under overlæg (ikke eksponeret).

Tyndslib 260043-4 er placeret på tværs af bølgetop i eksponeret område.

Sammensætning

Prøven består af en Portlandcement, rødt pigment, en del flyveaske og lidt restkul. Sandet består af kantafrundede til afrundede kvarts, feldspat, granit, flint og lidt skalfragmenter og sandsten.

Overflade

43-3: Overfladen er dækket af et 0,03-0,2 mm tyndt malingslag. Der ses et par luftindeslutninger i malingen, et par åbne luftporer med CaCO_3 udfældninger i. Der er fuld kontakt mellem malingslaget og mørtlen. Malingen indeholder pigment. Begroning er ikke observeret.

Undersiden er ikke malet

43-4: Malingslaget er kraftigt afskallet sammen med lidt af mørtlen. Afskalningerne er op til 0,8 mm i dybde. De steder malingen stadig er delvist fastsiddende, ses flere steder organisk begroning mellem maling og mørtel. Overfladen er delvist dækket af organisk begroning. Organisk begroning ses i mørtlen ned til 0,9 mm dybde.

Undersiden er ikke malet.

Zoneringer, porøsiteter og revner

43-3: Cementpastaen er karbonatiseret i de øvre 0,09-1,5 mm af pladen. Herunder følger en 11 mm bred ikke-karbonatiseret zone. De nederste 0,32-1,5 mm af pladen er karbonatiseret.

I de øverste 0,3-1 mm ses en del initiale plastiske defekter i pastaen.

Cementpastaen fremstår inhomogen. Kapillarporøsiteten varierer, vurderet medium-høj. I et område uden rødt pigment ses små anhedrale $\text{Ca}(\text{OH})_2$ krystaller i pastaen og Kapillarporøsiteten fremstår høj.

Der ses små CaCO_3 udfældninger i luftporer gennem hele slibet og på overfladen.

Der er observeret gel i enkelte luftporer. Årsagen til gelen kan ikke direkte identificeres. Gelen har ikke en skadelig effekt på mørtelen.

Omfanget af mindre hulrum og porøsiteter (<2 mm) er relativt lavt. Den indesluttede luft er irregulær og relativt velfordelt i pastaen. Der ses ingen større hulrum.

Der ses ingen revner.

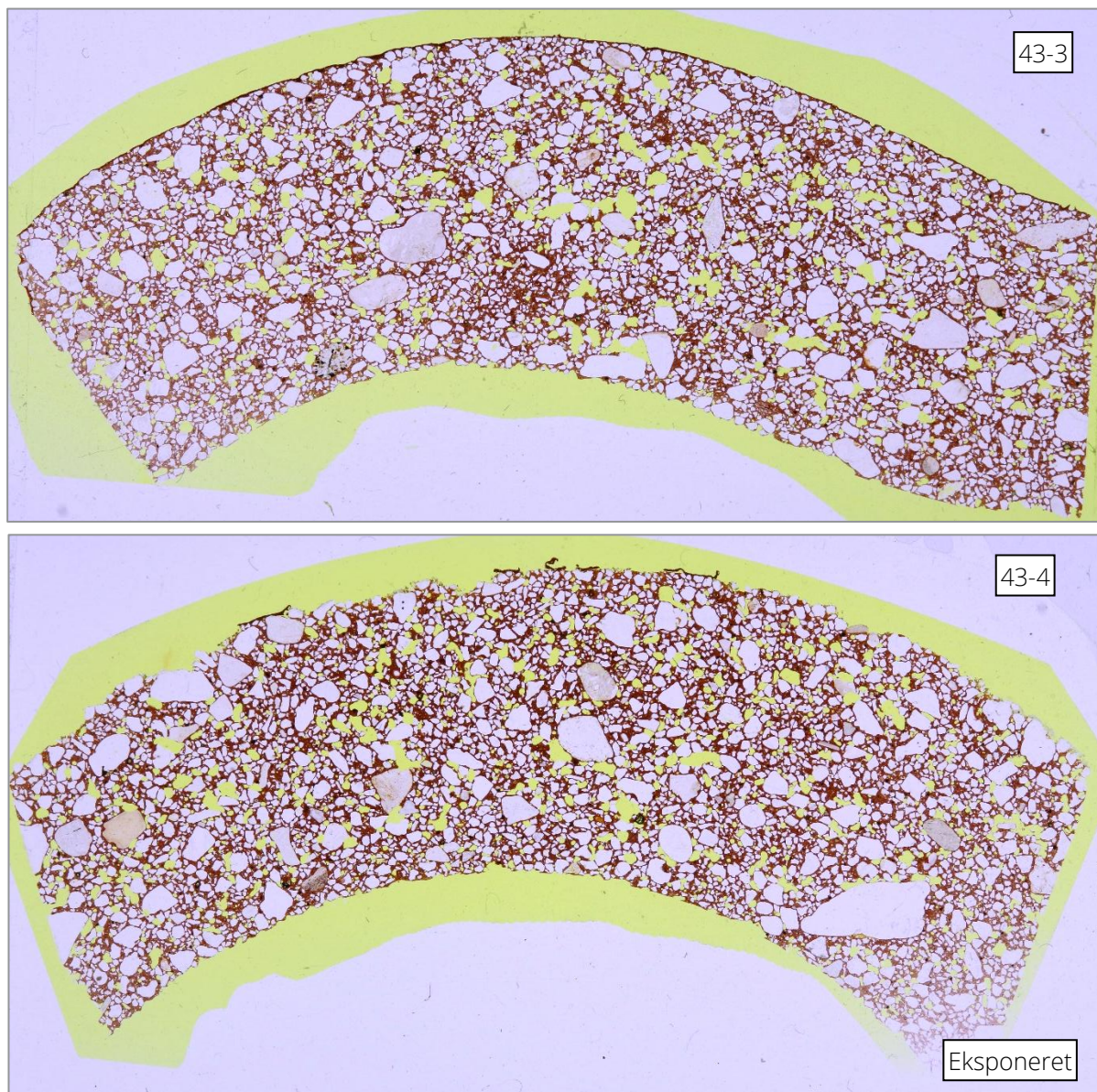
43-4: Cementpastaen er opalin i de øverste 0,1-1 mm. De efterfølgende 0,2-0,9 mm (0,75-1,4 mm total dybde inkl. opalin zone) er delvist karbonatiseret. Herunder følger en 7,7-12,5 mm bred ikke-karbonatiseret zone. De nederste 0,5-2 mm af pladen er delvist karbonatiseret. Der ses delvist karbonatisering langs luftporer gennem hele tværsnittet.

I de øverste 0,3-1 mm ses en del initiale plastiske defekter i pastaen.

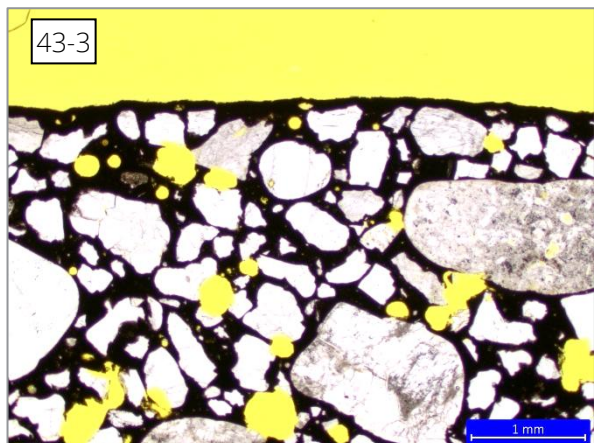
Den karbonatiserede del af cementpastaen fremstår med en relativt lav Kapillarporøsitet. Der ses små CaCO_3 udfældninger i luftporer gennem hele slibet. Få små nåleformede ettringit krystaller ses i enkelte luftporer i overfladen.

Omfanget af mindre hulrum og porøsiteter (<2 mm) er relativt lavt. Den indesluttede luft er irregulær og relativt velfordelt i pastaen. Der ses ingen større hulrum.

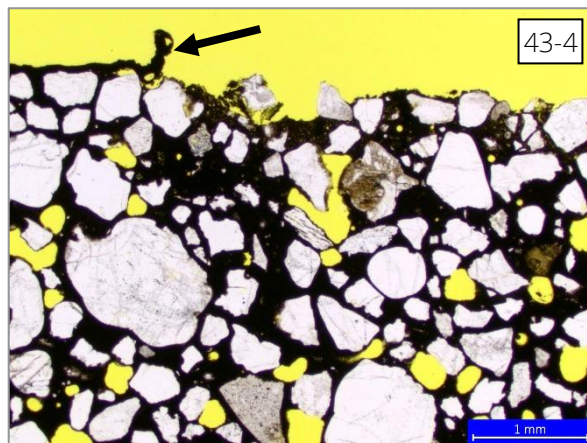
Der ses ingen revner.



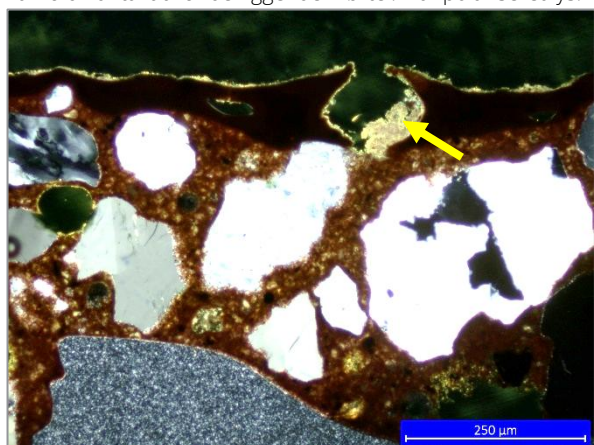
Figur 5: Fotos af tyndslib nr. 260043-3 (øverst, ikke eksponeret) og 260043-4 (nederst, eksponeret) fra tagplade nr. 260043 (Vesterlund 94) set i almindeligt lys. Oversiden af teglstenen er vendt op. Bredden af billedet svarer til ~35 mm.



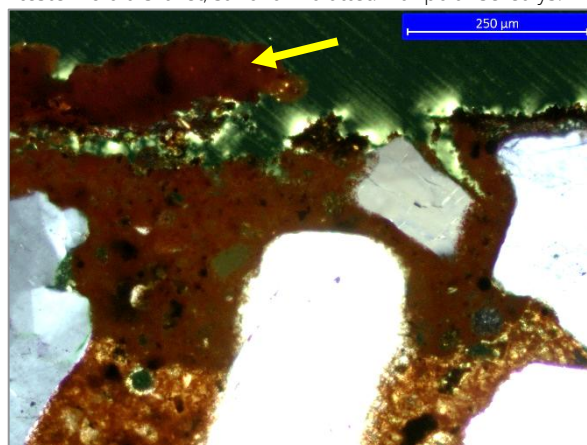
Stort udsnit af ikke eksponeret overflade, intakt malingslag har fuld kontakt til underliggende mørtel. Planpolariseret lys.



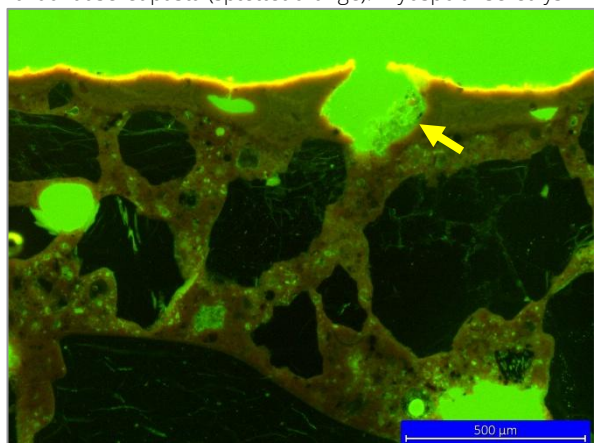
Stort udsnit af den eksponerede overflade, malingen er næsten fuld afskallet, sandkorn blottet. Planpolariseret lys.



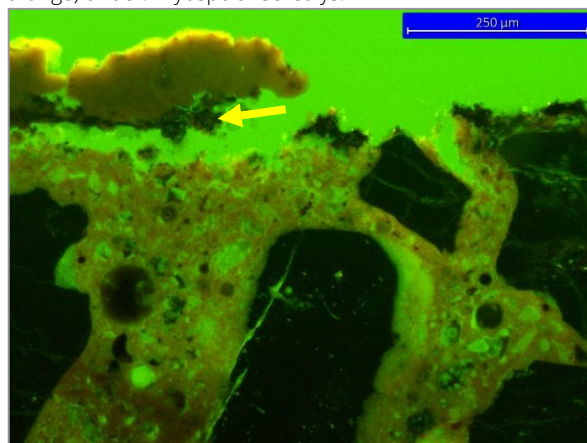
Udnit af ikke eksponeret overflade. Malingslag med enkelte åbne luftindeslutning med calcit udfældninger (pil) og delvist karbonatiseret pasta (spættet orange). Krydspolariseret lys.



Udnit af eksponeret overflade. Delvist afskalende maling (pil). Opalin pasta øverst, delvist karbonatiseret pasta (spættet orange) under. Krydspolariseret lys.

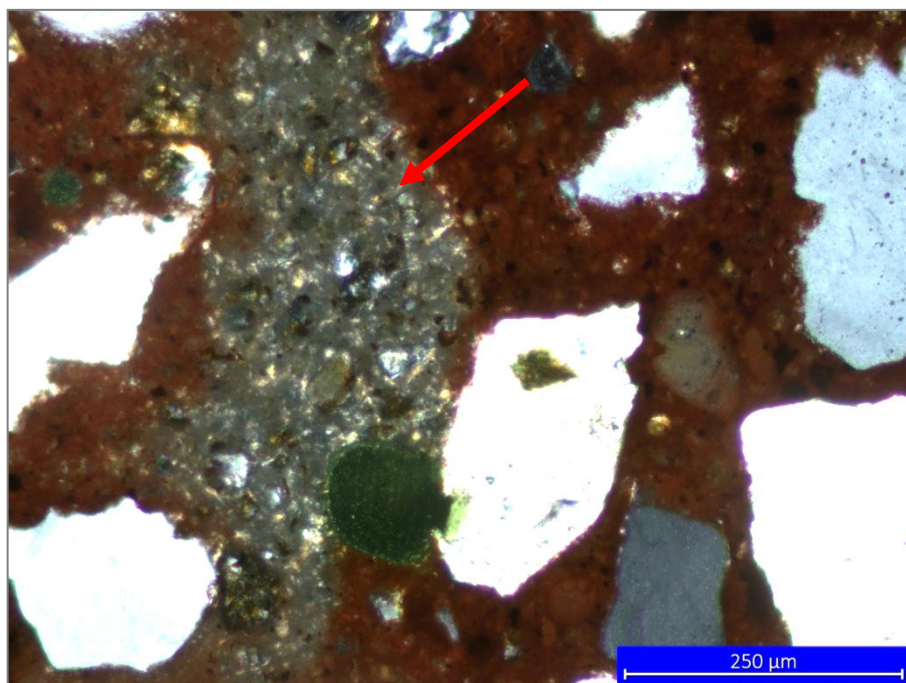


Samme fotofelt som ovenfor set i fluorescerende lys. Kapillarporøsiteten fremstår fortættet hvor pasta er karbonatiseret.

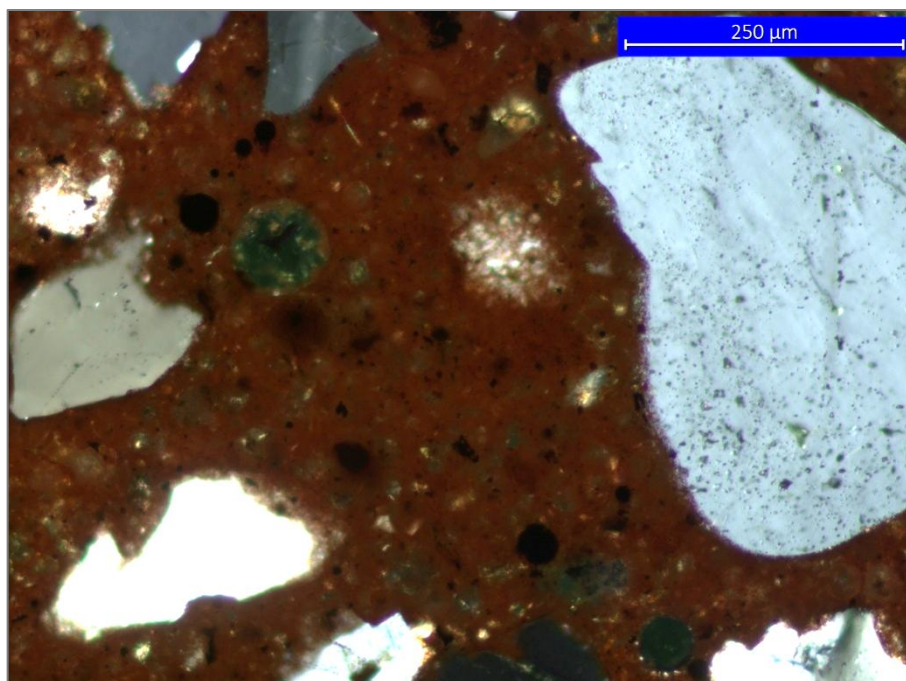


Samme fotofelt som ovenfor set i fluorescerende lys. Organisk begroning under maling (pil). Forhøjet kapillarporøsitet i de øverste 0,1-1 mm (opalin zone).

Figur 6: Udsnit fra Tyndslib 260043-3 er vist til venstre og 260043-4 til højre.



Figur 7: Tyndslib 43-3. Udsnit af ikke-karboniseret cementpastaen med et område uden rødt pigment (pil). Krydspolariseret lys.



Figur 8: Tyndslib 43-4. Udsnit af den ikke-karboniserede del midt i teglstenen. Krydspolariseret lys.



Prøvebeskrivelse

Tyndslib 260044-1 er placeret på tværs af bølgedal under overlæg (ikke eksponeret).

Tyndslib 260044-2 er placeret på tværs af bølgedal i eksponeret område.

Sammensætning

Prøven består af en Portlandcement, rødt pigment, en del flyveaske og lidt restkul. Sandet består af kantafrundede til afrundede kvarts, feldspat, granit, flint og lidt skalfragmenter og sandsten.

Overflade

44-1: Overfladen er dækket af et 0,03-0,1 mm tyndt malingslag. Der er næsten fuld kontakt mellem maling og mørtelen. Der ses flere luftindeslutninger i malingen, nogle af dem giver åben adgang til mørtelen.

Undersiden er ikke malet.

44-2: Overfladen er dækket af to lag maling. Det yderste lag 0,02-0,1 mm tyndt, det inderste 0,02-0,2 mm tyndt. Der er overvejende god vedhæftning imellem de to malingslag og relativ god vedhæftning mellem det inderste malingslag og mørtelen. Der ses nogle luftindeslutninger mellem malingslagene og en del indeslutninger i det inderste malingslag.

Mørteloverfladen under malingen er meget ujævn med blottede sandkorn (efter afrensning), minimum 1 mm materiale mangler. Malingslagene fremstår med stor variation i tykkelser; tyndest hen over blottede tilslag og tykkest i fordybninger.

Undersiden er ikke malet.

Zoneringer, porøsiteter og revner

44-1: Cementpastaen er karbonatiseret i de øvre 3-4 mm af teglstenen. Herunder følger en 6-8,2 mm bred ikke-karbonatiseret zone. De nederste 1,4-3,3 mm af pladen er karbonatiseret.

I den øverste ~1 mm ses en del initial plastiske defekter.

Pastaen fremstår inhomogen. Kapillarporøsiteten varierer en del, generelt medium-lav. I en mindre zone uden rødt pigment fremstår kapillarporøsiteten høj.

Der ses små CaCO_3 udfældninger i luftporer i den karbonatiserede pasta. Få små nåleformede ettringit krystaller ses i enkelte luftporer i overfladen. Der er observeret en del gel i et par luftporer. Årsagen til gelen kan ikke direkte identificeres. Gelen har ikke en skadelig effekt på mørtelen.

Omfanget af mindre hulrum og porøsiteter (<2 mm) er relativt lavt. Den indesluttede luft er irregulær og relativt velfordelt i pastaen. Der ses ingen større hulrum.

Der ses ingen revner.

44-2: Cementpastaen er karbonatiseret i de øvre 1-3,5 mm af teglstenen. Herunder følger en 3,8-8,6 mm bred ikke-karbonatiseret zone. De nederste 1,8-4,8 mm af pladen er karbonatiseret.

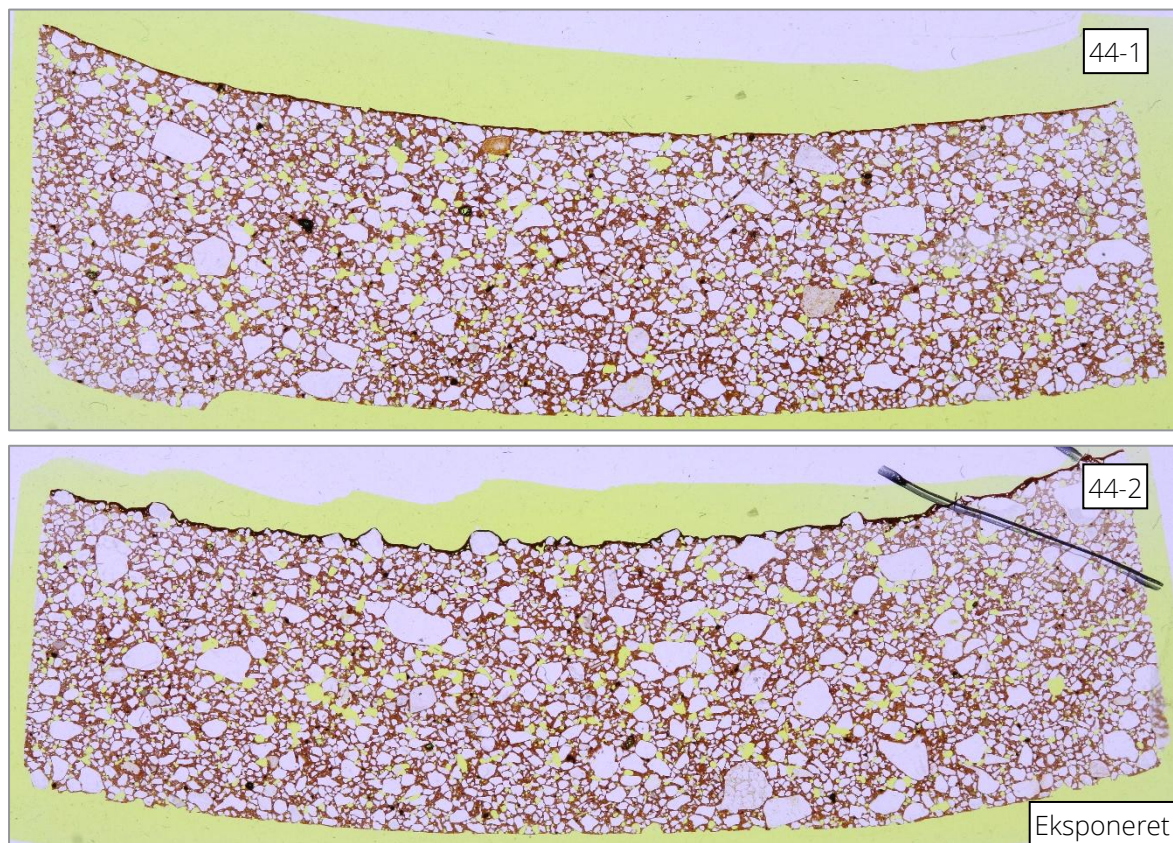
Der ses ikke initial plastiske defekter i overfladen, disse synes fjernet ved afrensning.

Pastaen fremstår inhomogen. Kapillarporøsiteten varierer en del, generelt medium-lav.

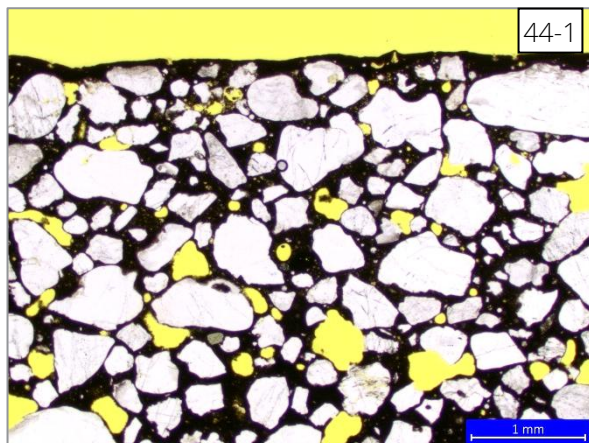
Der ses små CaCO_3 udfældninger i luftporer i den karbonatiserede pasta. Få små nåleformede ettringit krystaller ses i enkelte luftporer i overfladen.

Omfanget af mindre hulrum og porøsiteter (<2 mm) er relativt lavt. Den indesluttede luft er irregulær og relativt velfordelt i pastaen. Der ses ingen større hulrum.

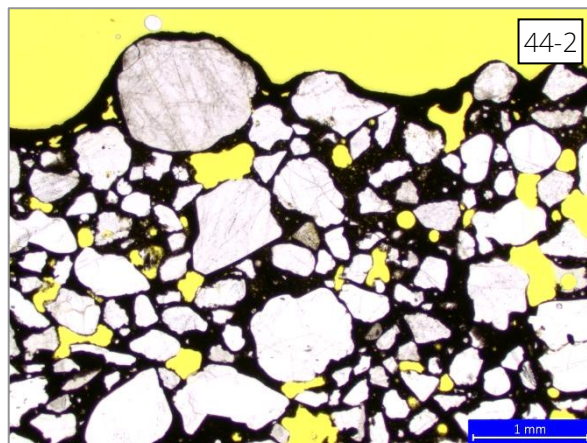
Der ses ingen revner.



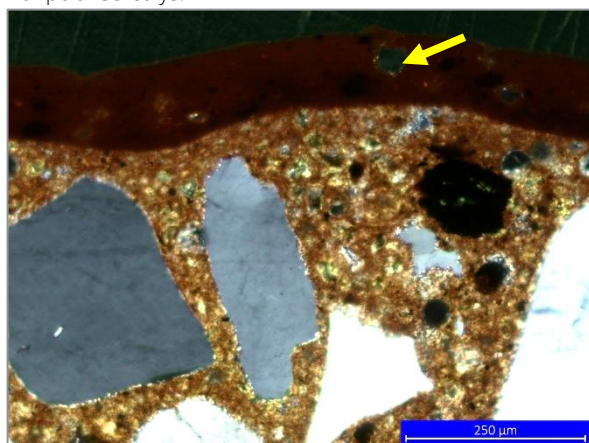
Figur 9: Fotos af tyndslib nr. 260044-1 (øverst, ikke eksponeret) og 260044-2 (nederst, eksponeret) fra tagplade nr. 260044 (Vesterlund 100) set i almindeligt lys. Oversiden af teglstenen er vendt op. Bredden af billedet svarer til ~35 mm.



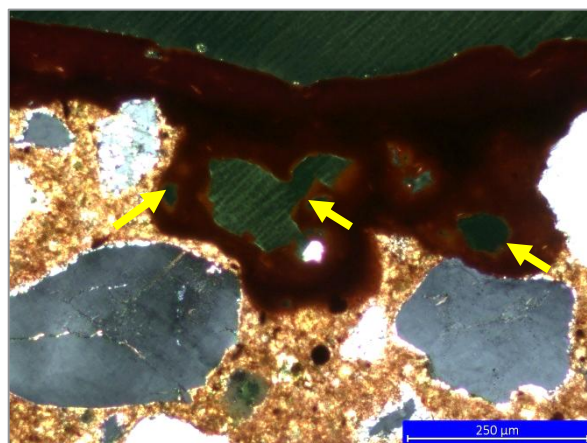
Stort udsnit af ikke eksponeret overflade, det intakte malingslag har fuld kontakt til underliggende mørtel. Planpolariseret lys.



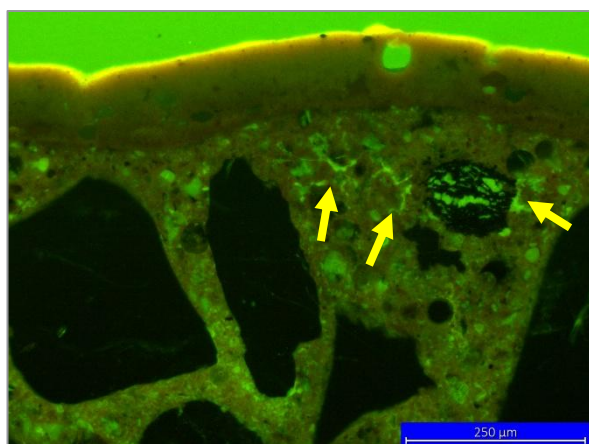
Stort udsnit af den afrensede og malede overflade. Meget ujævn overflade efter afrensning. Planpolariseret lys.



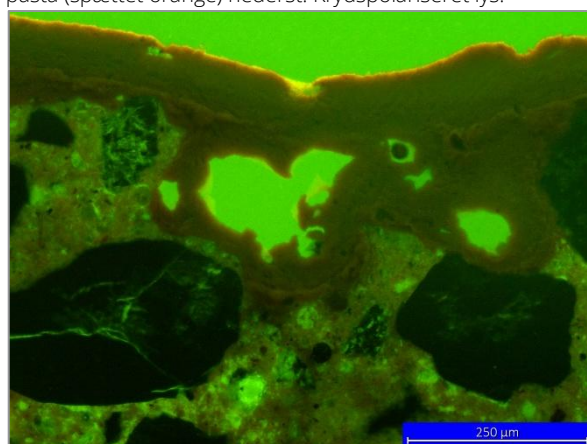
Udnit af ikke eksponeret overflade. Et malingslag med luftindeslutning (pil) og delvist karbonatiseret pasta (spættet orange). Krydspolariseret lys.



Udnit af afrenset, malet, eksponeret overflade. To lag maling. En del luftindeslutninger i det inderste lag. God vedhæftning malingslagene imellem og til mørtelen. Delvist karbonatiseret pasta (spættet orange) nederst. Krydspolariseret lys.

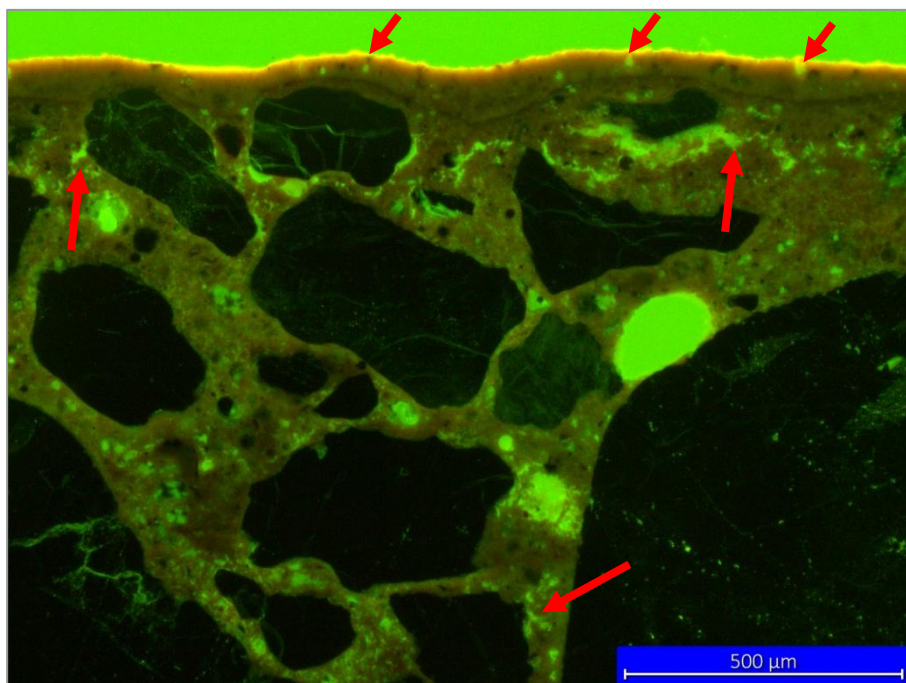


Samme fotofelt som ovenfor set i fluorescerende lys. Plastiske defekter i mørteloverfladen (pile).

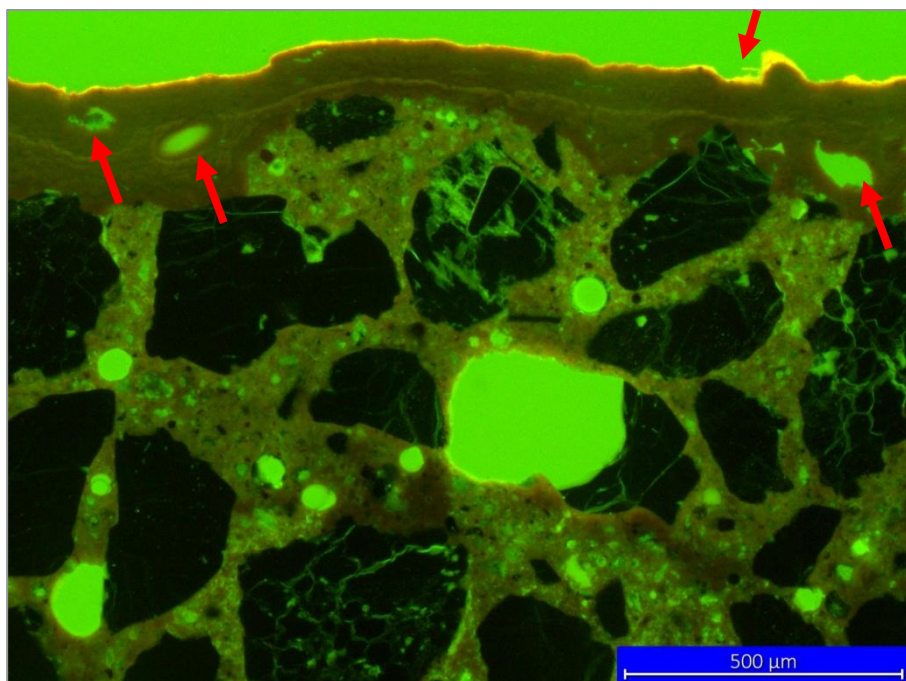


Samme fotofelt som ovenfor set i fluorescerende lys. Plastiske defekter er væk efter afrensning.

Figur 10: Udsnit fra Tyndslib 260044-1 er vist til venstre og 260044-2 til højre.



Figur 11: Tyndslib 260044-1 Udsnit af den ikke eksponerede overflade. Plastiske defekter i pastaen nær overfladen og små luftindeslutninger i malingen. Fluorescerende lys.



Figur 12: Tyndslib 260044-2-1 Udsnit af afrenset, malet, eksponeret overflade. Enkelte luftindeslutninger i begge malingslag. Ydre malingslag har en relativt ujævn overflade. Fluorescerende lys.



Prøvebeskrivelse

Tyndslib 260044-3 er placeret på tværs af bølgetop under overlæg (ikke eksponeret).

Tyndslib 260044-4 er placeret på tværs af bølgetop i eksponeret område.

Sammensætning

Prøven består af en Portlandcement, rødt pigment, en del flyveaske og lidt restkul. Sandet består af kantafrundede til afrundede kvarts, feldspat, granit, flint og lidt skalfragmenter og sandsten.

Overflade

44-3: Overfladen er dækket af et 0,02-0,15 mm tyndt, intakt malingslag. Der er næsten fuld kontakt mellem maling og mørtelen. Der ses flere luftindeslutninger i malingen, enkelte af dem giver åben adgang til mørtelen.

Undersiden er ikke malet.

44-4: Overfladen er dækket af to lag maling. Det yderste lag 0,03-0,1 mm tyndt, det inderste 0-0,3 mm tyndt. Der er overvejende god vedhæftning imellem de to malingslag og relativ god vedhæftning mellem det inderste malingslag og mørtelen. Der ses nogle luftindeslutninger mellem malingslagene og en del indeslutninger i det inderste malingslag. Oversiden på det yderste lag fremstår let forvitret/ujævn i overfladen.

Mørteloverfladen under malingen er meget ujævn (efter afrensning) med blottede sandkorn, minimum 0,9 mm materiale mangler. Malingslagene fremstår med stor variation i tykkelser; tyndest hen over blottede tilslag og tykkest i fordybninger.

Undersiden er ikke malet.

Zonerings, porøsiteter og revner

44-3: Cementpastaen er helt til delvist karbonatiseret gennem hele tværsnittet. Der ses et par lommer med ikke-karbonatiseret pasta mod midten af tværsnittet.

I den øverste ~1 mm ses en del initial plastiske defekter.

Pastaen fremstår inhomogen. Kapillarporøsiteten varierer en del, generelt medium-lav.

Der ses små CaCO_3 udfældninger i luftporer gennem hele tværsnittet. Der er ikke observeret ettringit.

Omfanget af mindre hulrum og porøsiteter (<2 mm) er relativt lavt. Den indesluttede luft er irregulær og relativt velfordelt i pastaen. Der ses ingen større hulrum.

Der ses ingen revner.

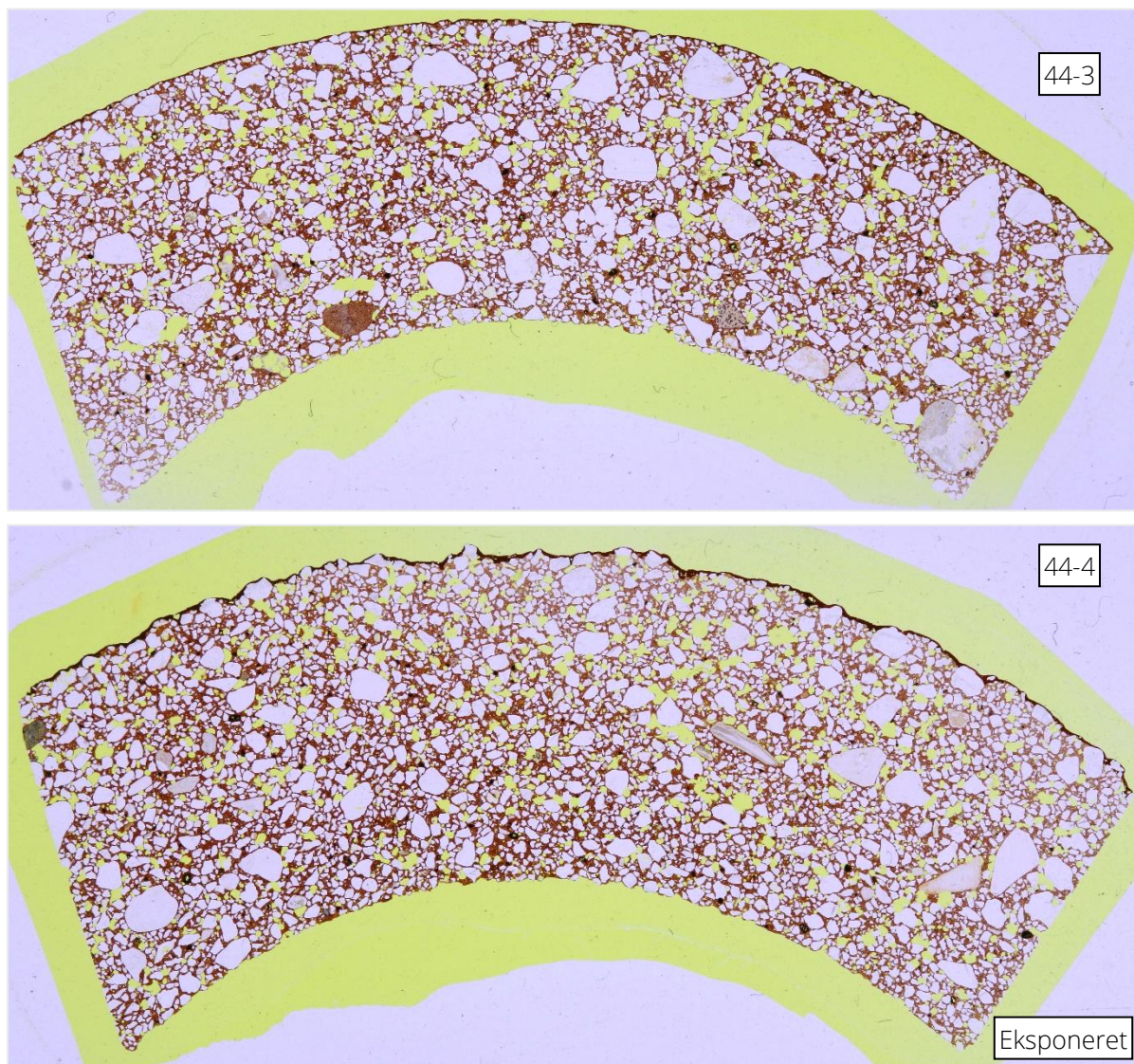
44-4: Cementpastaen er karbonatiseret i de øvre 0,4-3 mm af teglstenen. Herunder følger en 7,7-9,3 mm bred ikke-karbonatiseret til let karbonatiseret luftrig zone. De nederste 0,8-1,8 mm af teglstenen er karbonatiseret. Der ses ikke initial plastiske defekter i overfladen, disse vurderes fjernet i forbindelse med afrensning.

Pastaen fremstår inhomogen. Kapillarporøsiteten varierer en del, generelt medium-lav.

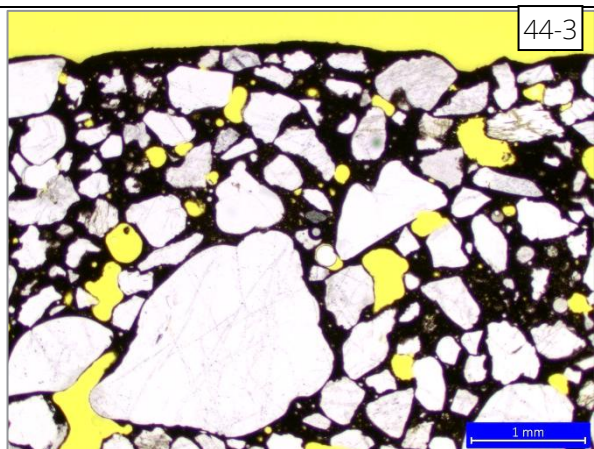
Der ses små CaCO_3 udfældninger i luftporer i den karbonatiserede pasta. Få små nåleformede ettringit krystaller ses i enkelte luftporer i overfladen.

Omfanget af mindre hulrum og porøsiteter (<2 mm) er relativt lavt. Den indesluttede luft er irregulær og relativt velfordelt i pastaen. Der ses ingen større hulrum.

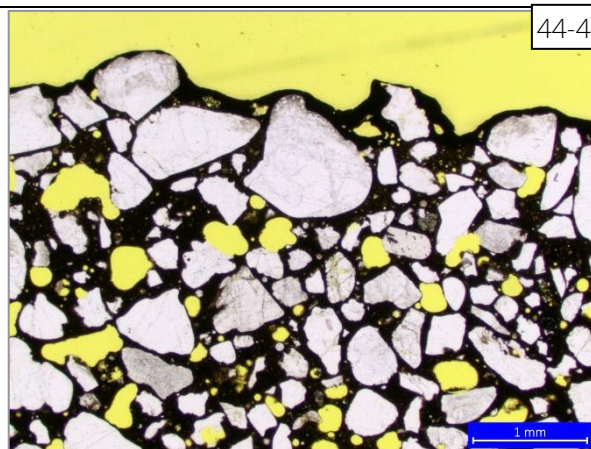
Der ses ingen revner.



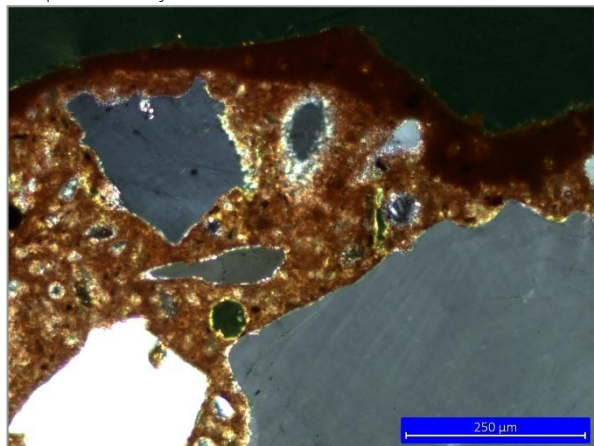
Figur 13: Fotos af tyndslib nr. 260044-3 (øverst, ikke eksponeret) og 260044-4 (nederst, eksponeret) fra tagplade nr. 260044 (Vesterlund 100) set i almindeligt lys. Oversiden af teglstenen er vendt op. Bredden af billedet svarer til ~35 mm.



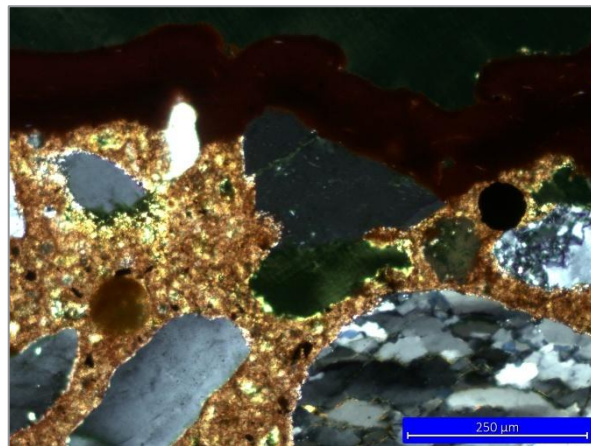
Stort udsnit af relativt jævn, ikke eksponeret overflade. Malingslaget har fuld kontakt til underliggende mørtel. Planpolariseret lys.



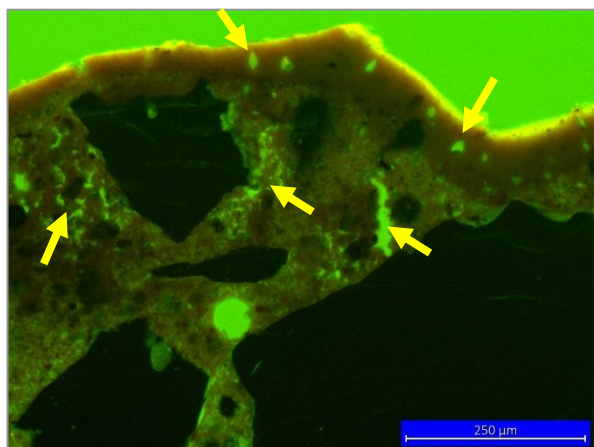
Stort udsnit af den afrensede og malede overflade. Meget ujævn overflade. Planpolariseret lys.



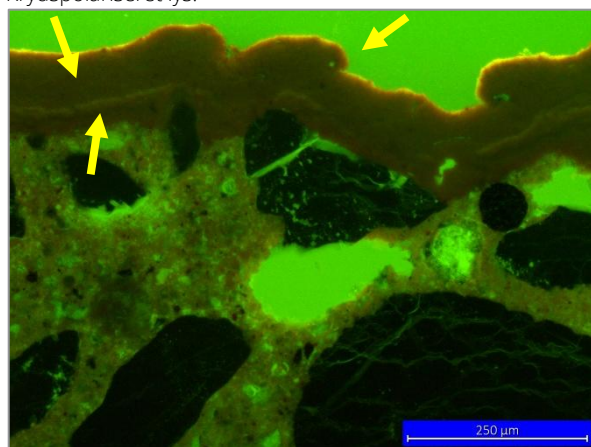
Udnit af ikke eksponeret overflade. Et malingslag øverst og delvist karboniseret pasta (spættet orange). Krydspolariseret lys.



Udnit af afrenset, malet, eksponeret overflade. To lag maling. God vedhæftning malingslagene imellem og til mørtelen. Delvist karboniseret pasta (spættet orange). Krydspolariseret lys.

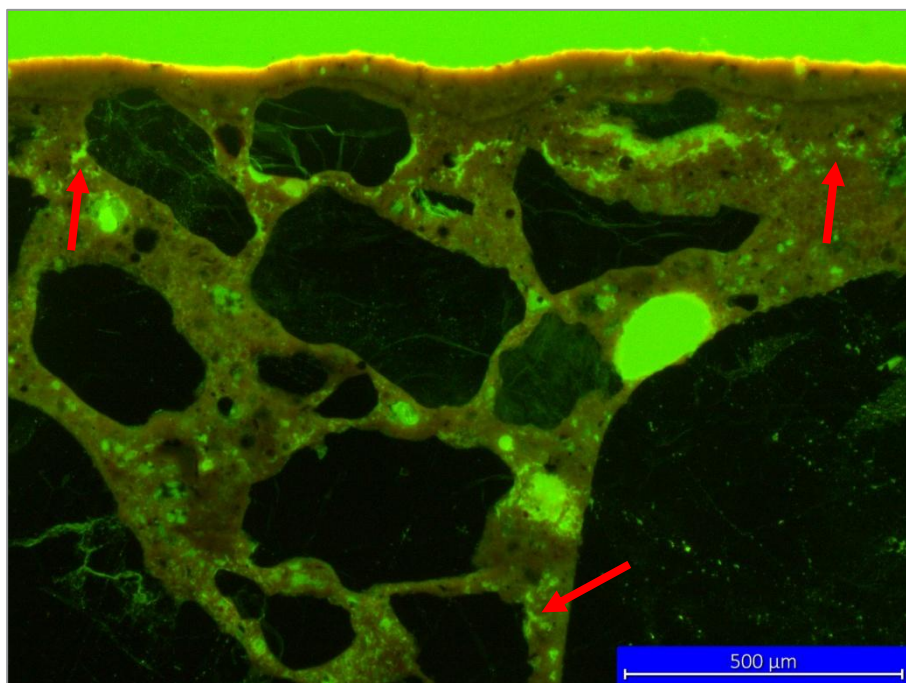


Samme fotofelt som ovenfor set i fluorescerende lys. Et malingslag med luftindeslutning (pil). Plastiske defekter i mørteloverfladen (pile).

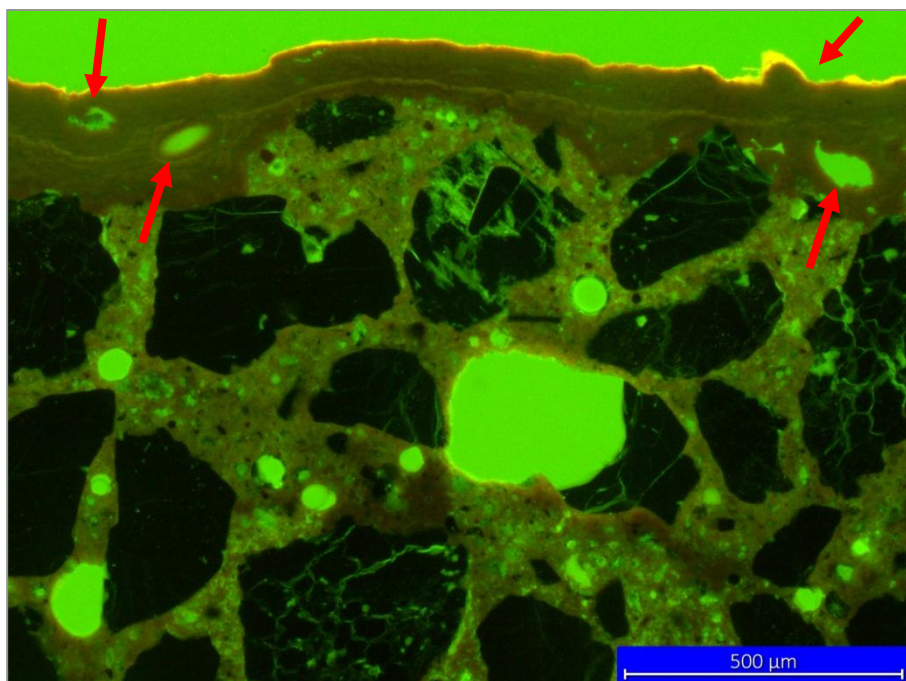


Samme fotofelt som ovenfor set i fluorescerende lys. To lag maling (pil). Ydre malingslag har en ujævn overflade. God vedhæftning malingslagene imellem og til mørtelen.

Figur 14: Udsnit fra Tyndslib 260044-3 er vist til venstre og 260044-4 til højre.



Figur 15: Tyndslib 260044-3. Udsnit af ikke eksponeret overflade. Plastiske defekter i pastaen nær overfladen. Fluorescerende lys.



Figur 16: Tyndslib 260044-4. Udsnit af afrenset, malet, eksponeret overflade. Luftindeslutninger i begge malingslag. Ydre malingslag har en ujævn overflade. De fleste initialdefekter er forsvundet ifb. med afrensning. Fluorescerende lys.