

Technical Note

Oppdragsnavn
Prosjekt nr. **1350054873**
Kunde **Trefoldighetskirken**
Notat nr. **01**
Versjon **00**
Til **Ragnar Osnes**
Fra **Erik Endre**
Kopi **Eirik Sandnes**

Utført av **Erik Endre**
Kontrollert av
Godkjent av **Erik Endre**

Trefoldighetskirken- Etablering av kulvert for drenering og pullertfundamenter

Dato 08.11.2024

1 Oppsummering-bakgrunn

Det forutsettes at løsninger som etableres er varig som sikrer Kirkens tiltak i grunnen mot forvitret alunskifer/svart leirskifer og stabiliteten til muren tilhørende Deichman. For å oppnå en varig løsning er det nødvendig å forsegle tverrsnittet som etableres i forbindelse med pullerter og opi kanal. Videre vil tverrsnittet kunne destabilisere muren til Deichman. Det er kjent at vann som ledes og kommer i kontakt med svart leirskifer medfører forvitring (mekanisk svekkelse og forurensning). Vannkjemi som kan oppstå når oksygenrikt overflatevann trenger ned i grunnen og kommer i kontakt med eksponerte flater av svart leirskifer tillates ikke sluppet ut på offentlig nett. Derfor må flater av eksponert svart leirskifer forsegles for å hindre spredning av forurensning. Løsningen må fremlegges både PBE og DSA for godkjenning. Dersom det ikke forsegles med en sandwich løsning, kan en varig stabil situasjon ikke garanteres

Rambøll
Harbitzalléen 5
Postboks 427 Skøyen
0213 Oslo

T +47 22 51 80 00
<https://no.ramboll.com>

2 Når svarte leirskifere som utgjør grunn

Svarte leirskifere må betraktes som både et mekanisk materiale og som et materiale med kjemiske egenskaper. Bakgrunn for dette er at svarte leirskifere er mekanisk svake bergarter og at de inneholder sulfidmineralene (jernsulfider) (pyritt, FeS_2) og magnetkis (pyrrhotitt, FeS_{1-x}).

Årsak til at slike leirskifere og svarte leirskifere især er mekanisk svake bergarter ligger i dannelseshistorien. Leirskifere (ligger i navnet «leir») har opptil 30 % leirmineraler, som er svake mineraler. I tillegg har svarte leirskifere rester av organisk materiale som er omdannet til karbonmineraler, som også er svake mineraler. Leirskifere er dannet av sedimenter som er komprimert. Da får de en lagdeling. Denne lagdelingen består av lag av ulik styrke og mineralsammensetning. Da lagdelingen ble komprimert for ca. 400-500 millioner år siden ble lagene så tynne at slike leirskifere og særlig svart leirskifer som alunskifer at strukturen beskrives som laminert og består av mindre enn 1 mm tynne lag.

Jernsulfidene vil ved eksponering for fukt/oksygen/overflatevann reagere kjemisk og danne svovelsyre. Nye mineraler som dannes har større volum enn jernsulfidene. Da oppstår et svelletrykk. Det er svært mange eksempler på at slikt svelletrykk gir betydelig skader på bygninger. Svovelsyre løser de fleste uorganiske forbindelser som mineraler. Avhengig av vann mengde og kontakttid med den svarte leirskiferen, vil det oppstå et kjemisk miljø med lav pH, ned mot pH 1-3.

Derfor kan svarte leirskifere forandre mekaniske egenskaper i løpet av ti-år, og brytes ned til mekanisk svekket materiale. De fleste bygninger i kvadraturen er refundamentert i flere omganger ettersom kunnskaper om alunskifer blir bedre.

Vann i kontakt med alunskifer som forvitrer og medfører at sulfidmineralene reagerer med fukt (vannmolekyler og oksygen) vil derfor få en kjemisk sammensetning med høye konsentrasjoner av de fleste grunnstoffer. I forurensningssammenheng fokuseres på «tungmetaller». Det er satt grenser for hvilke volumer og konsentrasjoner av tungmetaller og et utvalg andre grunnstoffer som kan slippes på offentlig nett. Uran inngår i hvilke grunnstoffer det er satt grenser for. Det er kjent at vannet i Oslofjorden har forhøyede urankonsentrasjoner.

PBE (Plan- og bygningsetaten) og DSA (Direktoratet for strålevern og atomsikkerhet) er myndighet for søknad om påslipp på offentlig nett.

3 Viktige prinsipper ved bygging i og på alunskifer og beslektede svarte leirskifere

Det er to viktige prinsipper som skal være ivarettatt ved bygging i og på alunskifer og beslektede svarte leirskifere.

1. Berggrunnen skal opprettholde mekanisk styrke
2. Det skal ikke skapes forurensning ved at vann/fukt er i kontakt med alunskifervolumer/alunskiferflater og/eller volumer/eksponerte flater av beslektede svarte leirskifere slik at vannet vil komme i bevegelse.

Oppsummert:

Vann i bevegelse skal ikke komme i kontakt med slike svarte leirskifere.

Alunskifer og beslektede svarte leirskifere er ikke tette bergarter.

Etableres skjæringsprofiler (topografiske høydesprang) som f.eks grøfter eller etablering av byggegrøper med skjæringsprofiler i slike svarte leirskifere, er det kun et tidsspørsmål før det vil komme vann ut på disse flatene. Dette vannet beveger seg gjennom alunskifervolumet og vil derfor ha lang kontakttid med alunskiferen.

Nødvendige tiltak:

I byggegrøper med topografiske høydeforskjeller som grøfter, skjæringer mm, må det etableres en vanntett barriere som skal hindre vann i bevegelse gjennom alunskifervolumer, eller komme i kontakt med eksponerte flater av alunskifer.

Dersom det er skjæringen som skal ta barrieren mot lekkasjer/vannsig, må denne utføres som en sandwich løsning. På vertikale/steile flater løses dette ofte med sandwich løsning av -sprøytebetong (stabiliserende sikringsprut) -sprøytbar membran som binder monolittiske til betong -beskyttelseslag av betong/sprøytebetong.

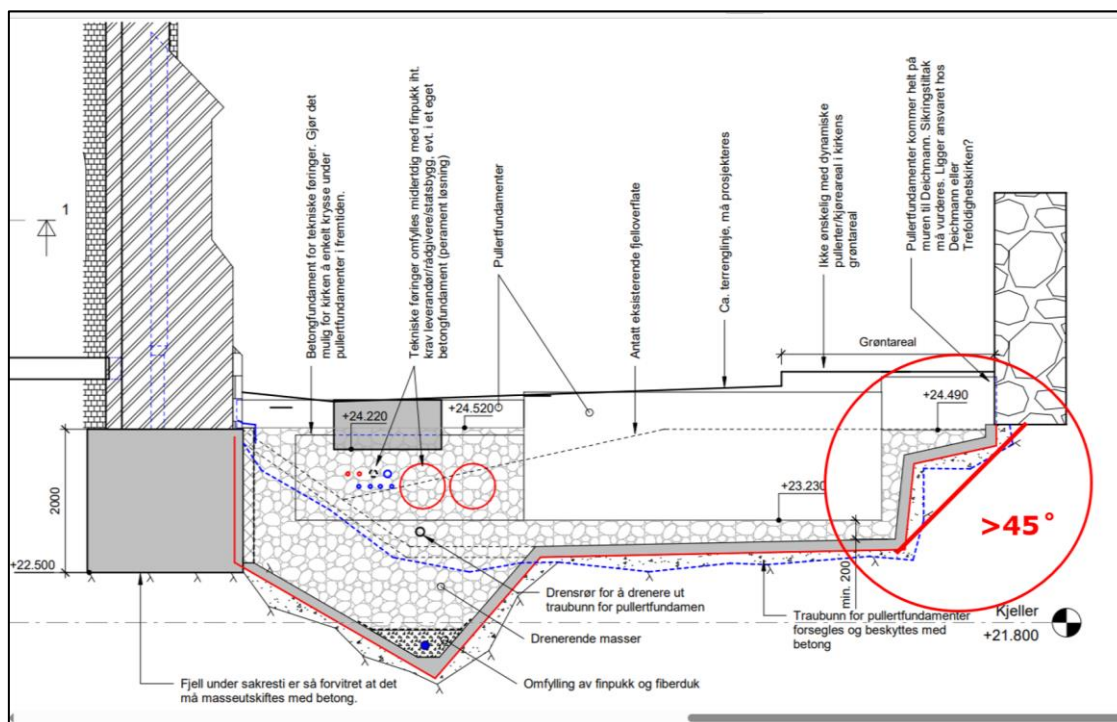
Dersom det er horisontale flater, løses dette ofte med

- avretting (> 10 cm betong, kvalitet SuR1
- membran som binder monolittisk
- påstøp/konstruktiv støp.

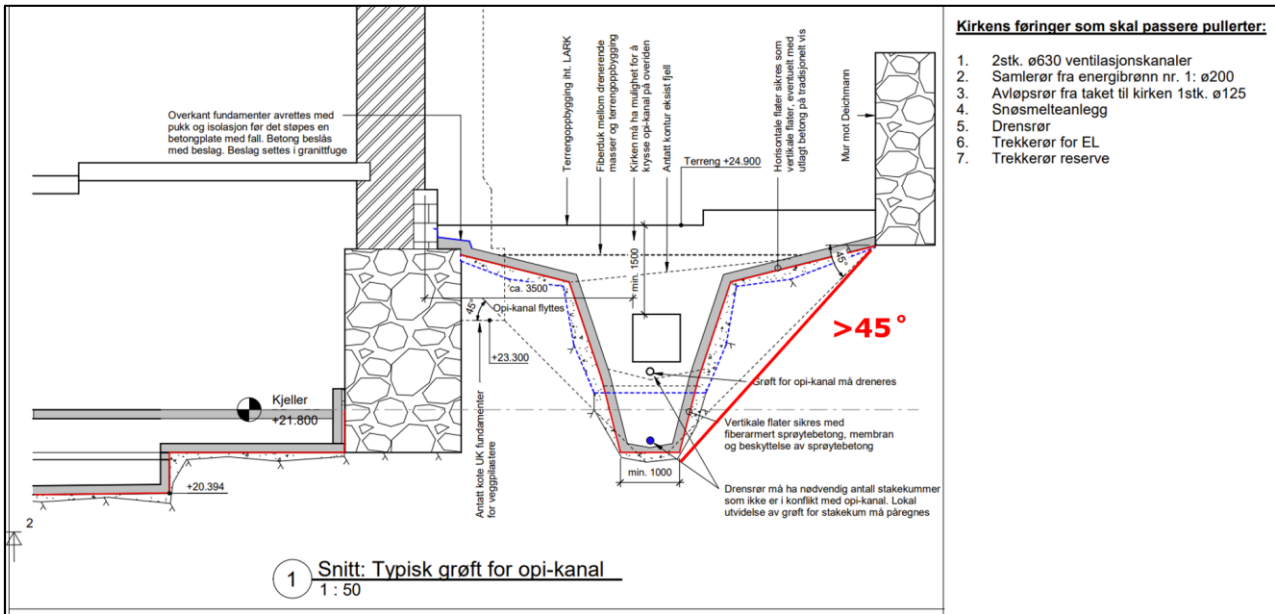
4 Situasjon ved Trefoldighetskirken

Det skal plasseres pullerter av sikkerhetshensyn for nytt Regjeringskvartal. Plassering i snitt er vist i Figur 1.

- Snittet viser en drenert løsning.
- Snittet viser også at det vil bli etablert en ikke tilfredsstillende situasjon mot muren til Deichmanske bibliotek (Møller eiendom). Grensesnitt mot Møller eiendom sin mur må bearbeides slik at muren får en tilfredsstillende stabil varig løsning. Figuren viser at det er en brattere vinkel enn 45° fra murens fundament og ned til traubunn for pullertfundamenter
- Snittet viser den anbefalte nødvendige sandwich løsningen for å sikre forvitring (nedbryting) av den eksponerte svarte leirskiferen. Dersom eksponerte flater av svart leirskifer ikke forsegles som vist i figur, vil fundamenter for kirken, fundament for Møller eiendom sin mur risikere en avkortet funksjonstid før rehabiliteringsbehov. I tillegg vil det bli en vannkjemi i vann som dreneres ut som ikke vil bli tillatt sluppet ut på offentlig nett.
- Tilsvarende situasjon er vist i Figur 2 for Deichman muren og grøftens bunnkote og plassering.



Figur 1. Snittet viser en drenert løsning. Snittet vil gå ned i svart leirskifer. Det er derfor nødvendig å forsegle overflaten av svart leirskifer/alunskifer som blir eksponert. Det er lagt inn en markering med rød linje som viser at det er en vinkel $> 45^\circ$ inn mot muren tilhørende Deichmanske bibliotek. Denne vinkelen er for bratt og uttaket for nært muren. Det må her i tillegg til forsegling av skiferoverflaten med sandwich løsning suppleres med bergbolter og/ eller en kantstøp eventuelt understøp av muren tilhørende Deichmanske bibliotek. Løsning må utarbeides. Det er Møller eiendom som nå rehabiliterer Deichman. Det må derfor avklares med Møller hvilken løsning som er akseptabel for en varig løsning for stabiliteten av muren og de som skal etablere innenfor muren.



Figur 2. Typisk snitt opi kanal. Snittet viser at vinkelen fra underkant mur ned til traubunn kan være for steil med tanke på varig stabilitet for muren til Deichmann. Snittet og eventuelle forsterkende tiltak må vurderes nærmere. Det er berggrunnen med sprekkesettens hyppighet og orientering som må vurderes for murens varige stabilitet.

5 Geologiske forhold



Figur 3. Deichman muren til venstre. Gul linje viser retningen på lagdelingen/skifriheten. Grønt rektangel viser orientering på ett av flere sprekkesett i leirskiferen i dette området. Over den gule linjen er det en mer kalkrik leirskifer. Under den gule linjen er det svart leirskifer. Til venstre for den gule sekken i bildet er den svarte leirskiferen forvitret til små fragmenter. Det er også vått i dette området. Fukt siger ut gjennom volumet til den svarte leirskiferen under den gule linjen. Kulverten som skal etableres vil gå ned i den svarte leirskiferen.



Figur 4. Fuktig område i svart leirskifer. Merk størrelsen på de flisige fragmentene. Utsnitt av bildet over er det er fukt i et område med svart leirskifer til venstre for den gule sekken.



Figur 5. Rustbrune flater viser sprekkesett/sprekkeflater i dette området. Det er minst tre sprekkesett med ulik orientering.

6 Stabilitet til Deichman muren

Det må vurderes om stabiliteten til Deichman muren er ivaretatt med det nødvendige tverrsnittet som må etableres for pullert og opi-kanal. Muren har også et jordtrykk fra bakkant som gir horisontale krefter ut mot kulverten. Dette må inn som underlag for prosjektering av muens stabilitet og i hvilken grad kulvertprofilen påvirker stabiliteten til murens fundament.

7 Vurdering

Profilen som etableres ved etablering av pullerter og opi kanal går ned i svart leirskifer. Det er nødvendig å forsegle profilen med en sandwich løsning for å sikre varig stabilitet og negativ påvirkning med mulig avkortning av funksjonstid for både fundamenter til Trefoldighetskriken og til Deichman muren.

Videre skal ikke overflatevann som ledes ned i grunnen komme i kontakt med eksponerte flater av svart leirskifer. Det vil medføre en vannkemi som forurenses og som det ikke vil tillates å slippes ut på offentlig nett. Det må beskrives og orienteres til både PBE og DSA om fremtidig situasjon (permanent løsning).