

Tetting av lekkende borhull med injeksjonsmasse

STATENS VEGVESENS RAPPORTER

Nr. 704



Tittel

Tetting av lekkende borhull med injeksjonsmasse

Undertittel

Forfatter

Elisabeth Gundersen
Eigil Haugen

Avdeling

Fagressurser Utbygging

Seksjon

Geofag Utbygging

Prosjektnummer

Rapportnummer

Nr. 704

Prosjektleder

Eigil Haugen

Godkjent av

Veslemøy Gardå, Frode Oset

Emneord

artesiske poreovertrykk geoteknikk totalsondering

Sammendrag

Statens vegvesen utfører store mengder geotekniske undersøkelser hvert år. Av og til gir totalsonderinger artesiske lekkasje. Mindre lekkasjer tettes ofte nokså greit med bentonittstaver og staur, men noen lekkasjer, spesielt de der det kommer ut mye vann, har vært veldig vanskelig å tette. Konsekvensene av å ikke tette et lekkende borhull kan bli meget store, spesielt hvis lekkasjen vasker ut masser fra grunnen. I Statens vegvesen har vi i perioden 2018-2019 gjennomført et FoU-prosjekt der et av målene var å finne en enkel og sikker metode for tetting av artesiske lekkasjer som skyldes totalsonderinger. I løpet av prosjektet har vi funnet at injeksjonsmasse med anti-utvaskingsstoffer fungerer godt til å tette lekkasjer permanent når den injiseres i laget som lekkasjen kommer fra. Injeksjonen kan utføres med boreriggen som utførte undersøkelsen og borstenger for totalsondering, men krever bl.a. en pumpe egnet for injeksjonsmasse. Med metoden har tre lekkende borhull blitt tettet. Metoden fremstår som sikker og har en enkel praktisk utførelse.

Title

Sealing leaking boreholes with grout

Subtitle

Author

Elisabeth Gundersen
Eigil Haugen

Department

Planning and Engineering Services

Section

Geomechanics

Project number

Report number

No. 704

Project manager

Eigil Haugen

Approved by

Veslemøy Gardå, Frode Oset

Key words

artesian porepressure geotechnics total sounding

Summary

NPRA conducts numerous geotechnical surveys each year. Occasionally total soundings cause artesian leaks. Minor leaks are often successfully sealed with bentonite rods and a wooden pole. However, some leaks with high flows have been very difficult to seal. The consequences of a leaking borehole can be severe, and particularly if the flow causes erosion within the soil. NPRA has in 2018-2019 conducted a research program where one on the aims was to find a practical and robust method for sealing leaking boreholes caused by total soundings. The resulting method is based on grouting with cement for underwater repair works. Leaks are stopped when grout is injected directly into the leaking formation with total sounding equipment. The sealing can be done with the drilling rig for total soundings, which made the leak, but requires a suitable grout pump. 3 leaks have been sealed and this method it appears both robust and is easily executed.

Innholdsfortegnelse

Innledning.....	1
Fremgangsmåte for tetting med injeksjonsmasse	3
Virkemåte	3
Planlegging av tetting	5
Utstyr og materiell.....	6
Gjennomføring	8
Etterarbeid	8
Positive og negative erfaringer	8
Prosjekteksempel 1 – Simostranda	9
Innledning.....	9
Grunnforhold og setting.....	10
Tidligere tetteforsøk.....	11
Utførelse av tetting	12
Prosjekteksempel 2 – Veblungsnes	13
Innledning.....	13
Grunnforhold og setting.....	13
Utførelse av tetting	13
Prosjekteksempel 3 – Lier	15
Innledning.....	15
Grunnforhold og setting.....	15
Utførelse av tetting	16
Avslutning og konklusjoner	17
Referanser	18

Vedlegg

Vedlegg 1 Mapei datablad 50 UV-T

Vedlegg 2 Mai NT400

Vedlegg 3 Kjemisk analyse av vann ved Simostranda

Innledning

Sonderboringer kan av og til føre til artesiske lekkasjer. Statens vegvesen støter årlig på et ti-talls av disse når geotekniske undersøkelser utføres. Mindre lekkasjer tettes ofte nokså greit, men noen lekkasjer, spesielt de der det kommer ut mye vann, har vært veldig vanskelig å tette. Normal prosedyre for tetting har lenge vært å tette lekkende borhull med bentonittstaver og staur (Statens vegvesen, 2014). Dette har fungert bra i mindre lekkasjer, men ikke når vannstrømmen opp av hullet

er stor eller i tilfeller der lekkasjen vasker ut finstoff. I den senere tid har tetting med bruk av polyuretan, som injiseres rundt det lekkende borhullet, gitt gode resultater. Metoden krever egne injeksjonsstag som blir stående igjen etter at lekkasjen er tett. Frem til nå ansees polyuretan injisering som den sikreste metoden. Ulempen er en relativt høy kostnad.

Det er viktig at slike grunnvannslekkasjer tettes raskt, spesielt i områder nære bebyggelse og infrastruktur. Dersom lekkasjen pågår over lenger tid kan det få flere alvorlige konsekvenser som:

- Utvasking av sedimenter fra jordlag kan føre til at terrengoverflaten synker inn i flate områder eller sprekker opp i skrånninger. Denne utviklingen kan igjen føre til en fullstendig kollaps. (Statens vegvesen, 1989), (Statens vegvesen, 2011)
- Punkteringer og utvasking kan føre til store setningsskader på nærliggende konstruksjoner. (Statens vegvesen, 2008)
- Poretrykket senket i et område rundt lekkasjepunktet som tilsvarer «senketrakten» inn mot hullet der vannet kommer opp. Dersom grunnvannssenkningen er større enn naturlige variasjoner vil denne senkningen gi setninger. (NGU, 2019)
- Lekkasjevann med utvasket finstoff, som kommer ut i nærliggende elv og vassdrag, vil føre til en blakking av elvevannet. De største partiklene sedimenteres på elvebunnen, mens finere partiklene fraktes videre, ofte ut til sjø eller innsjø. Massene som sedimenteres kan være forstyrrende for livet i elva.
- Vann i terreng er ofte uønsket (f.eks. på jorder, inn i hager o.l.).
- Lekkasje kan ødelegge vannkilder og forurense drikkevannskilder og nærliggende brønner.

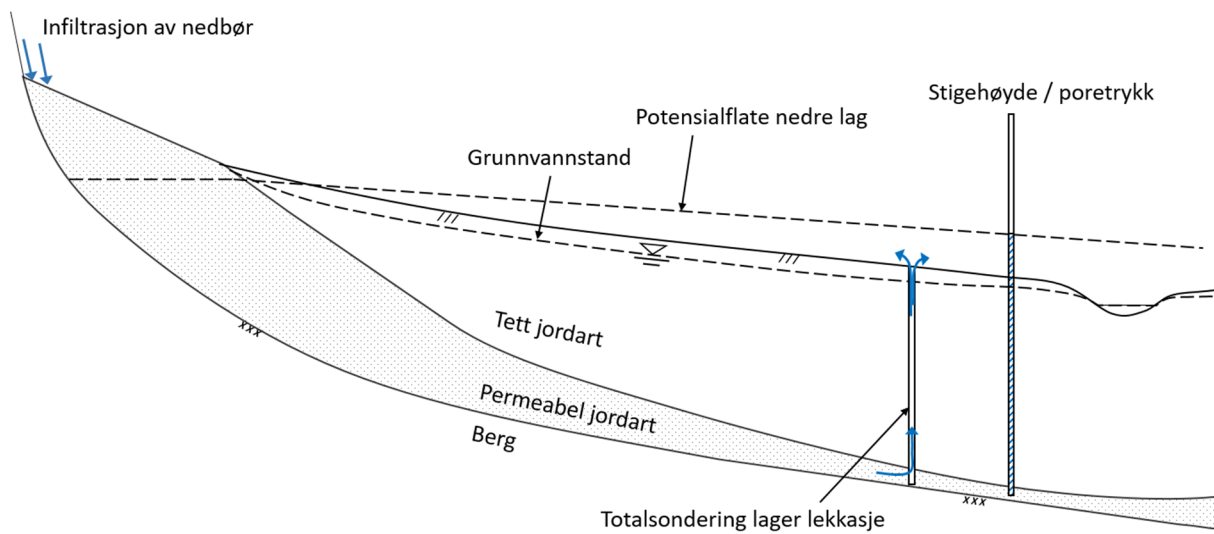
I Statens vegvesen har vi i perioden 2018-2019 gjennomført et FoU-prosjekt der et av målene var å finne en enkel og sikker metode for tetting av artesiske lekkasjer som skyldes totalsonderinger. Erfaring har vist at de aller fleste punkteringer skjer etter en totalsondering. Totalsonderinger er den grunnboringsmetoden som brukes mest og er den første metoden man starter med i et område.

For å kunne startet tettingen raskt etter at lekkasjen har oppstått er det en fordel å kunne bruke den geotekniske boreriggen og mannskapet som allerede er på plassen. Dette er også en viktig forutsetning for å holde kostnadene nede. Metoden er derfor basert på bruk av egen rigg med noen tilpasninger. I korthet går metoden ut på å injisere i, eller nære det lekkende borhullet med en injeksjonsmasse som stopper lekkasjen permanent. Underveis i prosjektet ble boreslam av bentonitt og barytt benyttet. Disse klarte å stoppe lekkasjen, men var ikke bestandige nok, slik at lekkasjen kom tilbake etter et par dager. Årsaken til dette tror vi skyldes at boreslammet ikke stivner helt, men blir til en gele. Erosjon i grenseflaten mellom boreslam og grunnvann gjør at boreslam gradvis blir fortennet og mister dermed densitet og viskositeten som trengs for å holde grunnvannet tilbake.

Etter flere mislykkede tetningsforsøk med boreslam fant vi frem til en spesialmørtel med høy egenvekt, antiutvaskingsstoffer og som stivner helt. Mørtelen hadde i tillegg en konsistens som var egnet for injisering gjennom geotekniske borstrenger og krone. Antiutvaskingsstoffene som hindrer at injeksjonsmassen blandes med strømmende grunnvann gjør at injeksjonsmassen blir liggende i ro etter avsluttet injisering. Vi tror at denne egenskapen er viktig i tetteprosessen.

I løpet av 2020 ble metoden benyttet i tettingen av tre ulike grunnvannslekkasjer. I alle tilfellene har tettingen vært vellykket. Det ble brukt samme type borerigg som utførte totalsonderinger og gjennomføringen av tetningsarbeidet har vist seg, etter litt utprøving og tilpassing, å være enkel.

Denne rapporten gir en beskrivelse av metoden og de tre tilfellene.



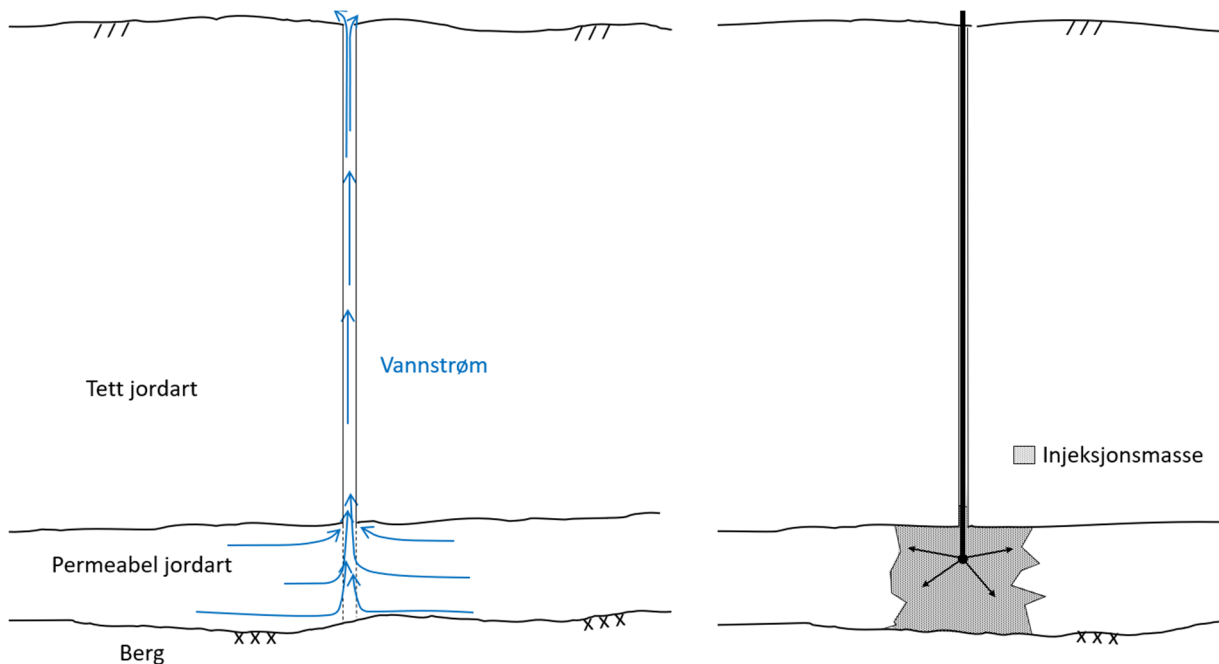
Figur 1 Typisk profil som kan gi artesisk lekkasje.

Metoden er tiltenkt lekkasjer fra lukkede akviferer forårsaket av totalsonderinger. Det er vanlig at de vannførende lagene ligger rett over berg ettersom bergoverflaten ofte er en foretrukket strømningsvei. Over ligger det lag med en vesentlig lavere permeabilitet, ofte tette marine leirer. De vannførende lagene står i kontakt med åser og berg i området rundt, som mater akviferen med grunnvann med et høyere poretrykk (se Figur 1). I ett av tilfellene som beskrives her var det vannførende laget en sleppe i berg, og ikke i løsmassene over.

Fremgangsmåte for tetting med injeksjonsmasse

Virkemåte

Metoden går ut på å injisere injeksjonsmasse ned i det borrhullet som lekker og inn i det laget man antar er kilden til lekkasjen. Også lekkasjeveien opp mot terreng fylles med injeksjonsmasse et stykke oppover som en ekstra sikring (Figur 2).

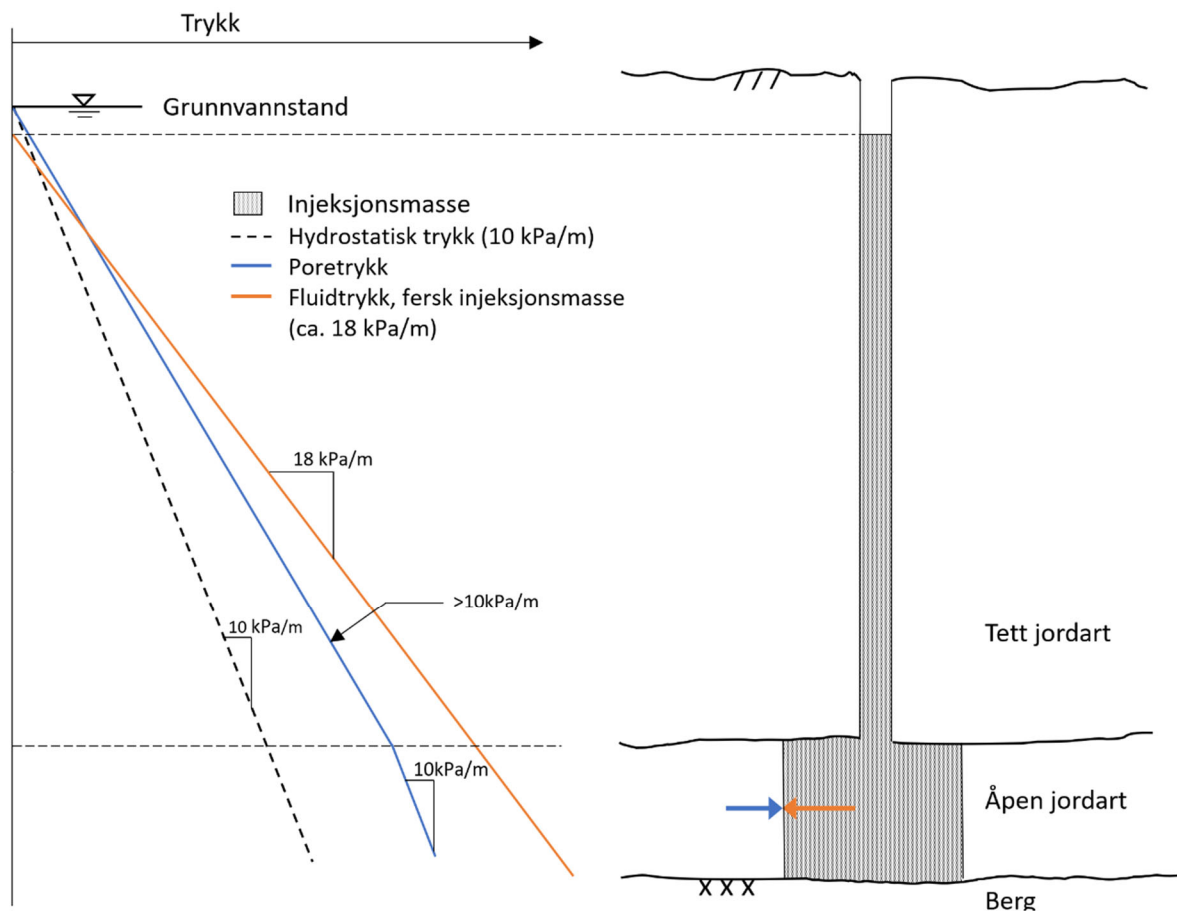


Figur 2 Til venstre vises en typisk lekkasje med vannstrømning. Til høyre vises hvor injeksjonsmassen skal injiseres.

Injeksjonsmassen vi har benyttet i alle de tre tetteforsøkene beskrevet her er en spesialmørtel som er utviklet for reparasjonsarbeider under vann. Den har også blitt brukt som gysemørtel langs stålkjernepeler der heft langs pelene er viktig i opptak av laster. Anti-utvaskingsstoffene gjør at faren for utvasking er redusert. Denne egenskapen mener vi har vært helt avgjørende for at injeksjonsmassene har blitt værende i borhullet under og etter injiseringen, og ikke blandet seg med det strømmende lekkasjevannet.

Injiseringen starter fra bunnen i det antatt vannførende laget og går oppover. Åpninger og porer fylles opp med injeksjonsmasse der poreåpningene er såpass store at injeksjonsmasse kommer inn. Injeksjonsmassen har en viskositet og densitet større enn vann og dette bidrar til å fortrenge vannet under injiseringen. Ved et blandingsforhold som gitt i databladet (Vedlegg 2) har injeksjonsmassen en spesifikk egenvekt på 1,8. Etter at hele det antatt vannførende laget er fylt fortsetter man å injisere etter hvert som stengene strekkes slik at det meste av borhullet fylles.

Stigehøyden opp mot terreng gir et fluidtrykk fra den ferske injeksjonsmassen som er høyere enn det artesiske trykket til vannet i formasjonen. Mottrykket er langt høyere enn vanntrykk vi har målt i ulike prosjekter (se Tabell 1). Denne trykkforskjellen vil bidra til å stoppe lekkasjen før injeksjonsmassen har herdet.



Figur 3 Poretrykk og fluidtrykk fra injeksjonsmasse. Figuren viser høyere trykk fra fersk injeksjonsmasse enn fra vannet. Injeksjonsmassen vil trenge inn i porene hvis poreåpningen er større enn kornstørrelse til injeksjonsmassen.

Etter at injeksjonsmassen er ferdig herdet, vil den være helt fast. Lekkasje blir permanent tett, med en barriere både i formasjonen med poreovertrykk og opp langs det opprinnelige borhullet.

Tabell 1 Målte poretrykk ved noen utvalgte artesiske lekkasjer.

Sted	Poreovertrykk i forhold til grunnvannstand i terreng	Økning i poretrykk per dybdemeter	Referanse
Adalsbekken, Horten	70 kPa	13,5 kPa/m	(Statens vegvesen, rapport under utarbeidelse)
Slagendalen, Tønsberg	34 kPa	11,4 kPa/m	Ikke rapportert
Stanghelle, Vaksdal	66 kPa	14,1 kPa/m	Ikke rapportert
Breivikeidet bru	43 kPa	14,8 kPa/m	(Statens vegvesen, 2011)
Smørberg, Tønsberg	24 kPa	11,5 kPa/m	(Statens vegvesen, 2020)
Lindelien ved Krødern	30 kPa	15,0 kPa/m	(Statens vegvesen, 2020, 2)
Valebøveien	42 kPa	(14,2 kPa/m)	(Statens vegvesen, 1989)
Linnes (år 2000)	46 kPa	12,5 kPa/m	(Sweco, 2013)

Hvis vannstrømmen eroderer/vasker ut sedimenter er det viktig at det ikke går for lang tid mellom punktering og tetting. Utvaskingen vil fjerne masser langs borhullet og i det vannførende laget. Dette kan føre til at det dannes større ustabile hulrom der det er størst utvasking. Sedimentering av de største partiklene opp gjennom borhullet kan føre til at opprinnelig borhull tettes delvis slik at lekkasjen finner nye veier opp til overflaten. Dette kan sees i områder der det øverste laget under terreng består av åpne masser, for eksempel en utlagt fylling eller en tørrskorpeleire. I slike situasjoner er det kanskje spesielt viktig å tette lekkasjen i det vannførende laget. En tetting kun i overflaten kan føre til at vannet finner nye veier opp slik at lekkasjen er tilbake etter en stund og da kanskje kommer ut i et punkt man ikke hadde forventet.

Mislykkede tetteforsøk, der man har forsøkt å tette med trestokker og andre hindringer i borhullet, kan gi problemer for nye tetteforsøk.

Planlegging av tetting

Når en lekkasje har oppstått må man først prøve å bestemme hvilken avsetning lekkasjen kommer fra. Typisk vil det være fra grove, åpne friksjonsmasser under en tett marin leiravsetning. Lekkasjen kan komme fra ett eller flere permeable lag imellom leire. Vi har også truffet på lekkasjer fra slepper i berg. Slike punkteringer kan oppstå hvis man har utført bergkontrollboring eller der totalsonderingen går 3 m ned i berg, slik kravet er for en sikker bergpåvisning. De antatt vannførende lagene finner man først og fremst ved å studere resultatene fra totalsonderingen som forårsaket lekkasjen. Denne bør ses i sammenheng med andre undersøkelser i nærheten og terrenget rundt boringen.

Dersom en er usikker på hvor lekkasjen kommer fra kan man sette ned poretrykksmålere i ulike dybder nære det lekkende borhullet. Dette kan være nyttig i områder der de antatt vannførende lagene er små i en ellers antatt relativ tett avsetning. Man bør starte med de grunneste piezometere og være forsiktig med forboring for å unngå nye lekkasjer. Hvis man mistenker at årsaken til lekkasjen ligger grunt bør man sjekke om det kan være gamle avløpsrør eller jordbruksdrenering i området.

For å få mer informasjon om vannkilden kan man ta en vannprøve av lekkasjevannet. Prøven analyseres med hensyn på ulike ioner og bakterier. Den kjemiske sammensetningen av vannet kan gi en indikasjon på hvor vannet kommer fra. En metode for å klassifisere vannkjemien til en vannprøve er gitt kap. 14 i håndbok V220. pH, alkalitet og eventuelt bakterieinnhold gir en indikasjon på om vannet er overflatenært eller kommer fra dypere lag. Har vannet hatt en lengre oppholdstid i berg

og/eller løsmasser er vanligvis det meste av oksygenet i vannet brukt opp i reaksjon med andre ioner. Høye kloridverdier kan for eksempel indikere at vannet har vært i kontakt med marine avsetninger. Vannkjemi kan gi en indikasjon på om vannet er påvirket av mineraler fra berggrunnen eller typiske mineraler fra løsmassene i området. Er det bakterier i vannprøven er det ikke grunnvann, men overflatenært vann i den umettede sonen.

Geofysiske metoder (seismikk/resistivitet) kan si noe om utbredelsen av akviferen, hvis man mistenker at denne er stor.

Utstyr og materiell

I forsøkene som omtales i denne rapporten har vi brukt egen borerigg for geotekniske undersøkelser til å tette lekkasjene. For å unngå at injeksjonsmassen går gjennom borhammeren har vi laget en egen adapter som kobler injeksjonsslange fra betongpumpen til toppen av borstengene. Borstangen kan fortsatt rotere med denne tilkoplet. Se Figur 5.

Den sementbaserte mørtelen med antiutvaskingsstoffer som har blitt brukt er *Mapei 50UV-T* (se datablad i vedlegg 1). Denne er først og fremst tenkt for undervannsstøp, men egenskapene har vist seg å være gunstige for tetting av lekkende borhull også.

Injeksjonen bør utføres i én kontinuerlig operasjon. Både fordi en halvferdig tetting kan føre til at vannet finner nye veier langs den utlagte injeksjonsmassen, og ettersom injeksjonsmassen stivner må stenger og annet utstyr vaskes før herdeprosessen er avsluttet. Mørtelen kommer i sekker som blandes med vann på stedet. Blandingsforholdet er gitt i databladet.

I de tre forsøkene beskrevet her har det blitt injisert 750 liter, 969 liter og 1125 liter ferdig blandet injeksjonsmasse. Hvor mye injeksjonsmasse som trengs for å tette en lekkasje varierer veldig. I Tabell 2, er det forsøkt å beregne hvor langt ut i den lekkende formasjonen injeksjonsmassen har kommet og volum injeksjonsmasse per høydemeter til den lekkende avsetningen. Generelt kan det sies at en lekkasje med utvasking vil kreve mer mørtel, og mengden vil være økende med hvor lenge utvasking har pågått. En tykk avsetning som lekker vil kreve mer mørtel enn en tynn, ellers lik avsetning.

Tabell 2 Volum injisert mørtel på Simostranda, Veblungsnes og i Lier. Porøsiteten er antatt å være 0,4 på Veblungsnes og 0,3 i Lier.

	Totalt volum injeksjonsmasse (m ³)	Volum injeksjonsmasse i lekkende formasjon (m ³)	Høyde på vannførende formasjon (m)	Injisert radius (m)	Volum mørtel per høydemeter vannførende formasjon (m ³ /m)
Simostranda	0,750	0,391			
Veblungsnes	0,969	0,813	0,7	0,38	1,16
Lier	1,125	0,375	2,5	0,12	0,15



Figur 4 En av Statens vegvesen sine borerigger som ble brukt til å tette en artesiske lekkasje med injeksjonsmasse. Modell Geotech 607.



Figur 5 Adapter for å koble slange fra betongpumpe på totalsondering-borstenger (R32-gjenger).



Figur 6 Betongpumpe. Modell Mai NT400.



Figur 7 Morenetestetaker produsert av Geosafe.

Injeksjonsmassen pumpes gjennom totalsonderingsstenger. Borkronen som ble brukt har enten vært ordinær krone for totalsondering, der kule/tilbakeslagsventil har vært tatt ut, eller det har blitt brukt en morenetestetaker fordi denne har større spylehull. For å pumpe injeksjonsmasse ble det brukt en betongpumpe av type *Mai NT-400* (vedlegg 2), se også Figur 6. Pumpen har et kammer man fyller på med tørr mørtel. Pumpa kobles til vann og blander dette sammen i det injeksjonsmasse injiseres. For å sikre rett konsistens bør blandingen kontrolleres. Det anbefales også at man har testet pumpa før

første oppdrag. Pumpa som beskrives her trenger et eget aggregat for å sikre tilstrekkelig strømforsyning. Det finnes andre enklere pumper som også er egnet.

Gjennomføring

Tettingen utføres gjennom borstrengen direkte i den vannførende formasjonen, fortrinnsvis gjennom det lekkende borhullet. Hvis man av ulike årsaker ikke finner igjen eller kommer ned i det opprinnelige hullet borer man et nytt hull tett opp til det man mener er det opprinnelige hullet. Problemer med å finne igjen hullet kan typisk være tilfelle hvis boringen starter i en fylling av grovere masser. Hvis det vannførende laget er rett over bergoverflaten, borer man ned til denne, løfter kroma 5 – 10 cm og starter injiseringen.

Man injiserer til man ser en tydelig reduksjon av lekkasjevann ut av hullet eller en økning av trykket i injeksjonsslangen. Deretter heves borstrengen og man fortsetter å injisere slik at man fyller hele det antatt vannførende laget. Man bør da se at lekkasjen avtar. Borstrengen trekkes så forsiktig og borhullet etterfylles med injeksjonsmasse helt opp til terreng eller gjennom det antatt tette laget over. I noen tilfeller er det et topplag med veldig åpne masser. Her kan det være vanskelig og ofte helt unødvendig å injisere hvis lekkasjelagene ligger dypt. Hvis lekkasjen nå har stoppet kan borhullet forlates. Injeksjonsmassen vil herde og tettingen vil bli permanent.

Hvis lekkasjen ikke har stoppet må det injiseres mer, f.eks. i nytt hull like ved siden av. Flere borhull rundt, og injisere alle samtidig kan også forsøkes. I de tilfellene som beskrives i denne rapporten har en runde med injisering vært tilstrekkelig.

Benyttet utstyr (pumper/borstenger) må vaskes etter avsluttet tetting, før injeksjonsmassen herder. Anti-utvaskingsstoffene gjør injeksjonsmassen mer kohesiv enn en vanlig sementblanding, rengjøringsjobben blir derfor mer krevende. En høytrykksspyler på en kost som tres gjennom stengene kan lette jobben noe.

Etterarbeid

Det bør kontrolleres at borhullet holder tett over tid, etter at injeksjonsmassen har herdet. Injeksjonsmassen krymper noe som teoretisk kan gjøre at lekkasje kommer tilbake, men vi har ikke opplevd dette. Flere etterkontroller anbefales, f.eks. etter 1 dag, 1 uke og 1 måned.

Etter at tettejobben er utført bør det skrives en feltrapport. Noen viktige punkter som bør inkluderes er:

- Hvordan og når lekkasjen oppstod
- Koordinater til borhullet
- Antatt dybde til lekkasjens kilde
- Utstrømning (f.eks. i enhet *liter/min*)
- Mengde utvasking av masser fra grunnen (f.eks. i enhet *masse/liter lekkasjevann*)
- Tetteметодikk
- Gjennomføring
- Mengde tettemateriale som ble brukt
- Etterkontroller

Positive og negative erfaringer

Nedenfor er det listet opp noen positive (+), nøytrale (0) og negative (-) sider med å tette artesiske lekkasjer med injeksjonsmasse:

- + Metoden fremstår meget effektiv. I 3 av 3 tilfeller har metoden tettet lekkasjer på første forsøk, uten problemer med utførelsen.
- + Samme borerigg som forårsaket lekkasjen kan utføre tettingen. Det vil spare tid, forenkle logistikk/organisering av jobben og spare kostnader i forhold til om annet utstyr og/eller mannskap må utføre tettingen.
- + Bruk av totalsondering til tetting gjør at man kan bore seg gjennom hindringer i borhullet og nå nødvendig dybde i alle tilfeller.
- 0 Ordinær portlandsement kan gi vellykket tetting (Statens vegvesen, 1984), men vi kjenner ikke til i hvilke tilfeller det vil være tilstrekkelig. Vi mener imidlertid at anti-utvaskingsstoffene i injeksjonsmassen er en viktig egenskap, spesielt når vi har en lekkasje med høy vannhastighet. Det kan også føre til at den totale mengden som injiseres blir mindre, da man ikke trenger å ta høyde for uttynning av sementblandingen underveis. Tettemetode med sement og en blanding av sement og bentonitt er beskrevet i bl.a. (NCHRP, 1995).
- 0 Metoden krever egnet blander/pumpe, som ikke er standardutstyr på en geoteknisk borerigg. Metoden krever også en egen tilkobling fra pumpe til borstreng.
 - Metoden er foreløpig kun testet på 3 punkteringer.
 - Noe krevende å vaske utstyret etter at tettejobben er avsluttet.

Prosjekteksempel 1 – Simostranda

Innledning

Prosjektet *Fv. 287 Linderud - Sundbakken* fikk en artesisk lekkasje i forbindelse med boring av totalsondering nr. 89 den 26.02.2019 (Norconsult, 2019). Etter avsluttet sondering ble det ikke observert vann fra borhullet, og det ble kun fylt med sand/grus. Lekkasjen ble først oppdaget noen dager senere av grunneier som så at det kom vann opp av hullet. Vannmengden ble målt til 14 l/min. Vannet som kom opp så helt klart ut, men noe utvasking har periodevis skjedd ettersom man observerte avsatt finstoff i terrenget rundt borhullet. Trykket i lukkede akviferer, enten de er i løsmasser eller berg, reagerer ofte raskt på trykkendringer i forbindelse med nedbør. Økt trykk i laget vil føre til en raskere vannhastighet opp gjennom hullet og dermed øke vannets evne til å ta med seg finstoff.



Figur 8 Borhull 89. Bilder tatt 07.10.2019. (foto Ingard Jensen, tidl. Statens vegvesen)

Grunnforhold og setting

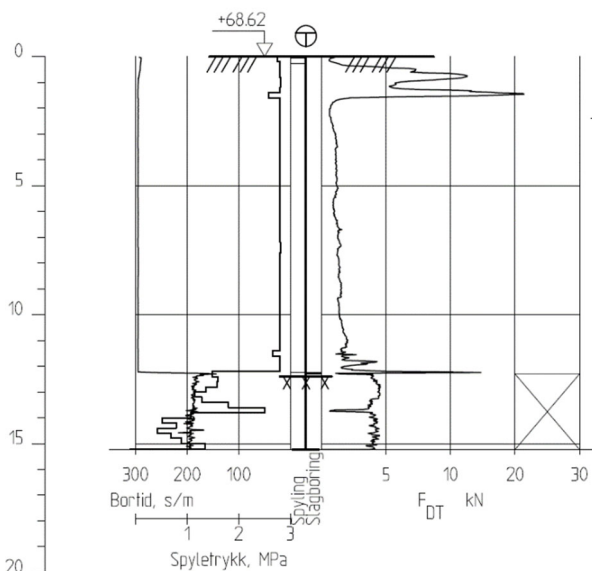
Totalsondering 89, som forårsaket lekkasjen er vist i **Figur 9**. Terrenget er vist i **Figur 10**.

Grunnforholdene ble beskrevet slik av Norconsult:

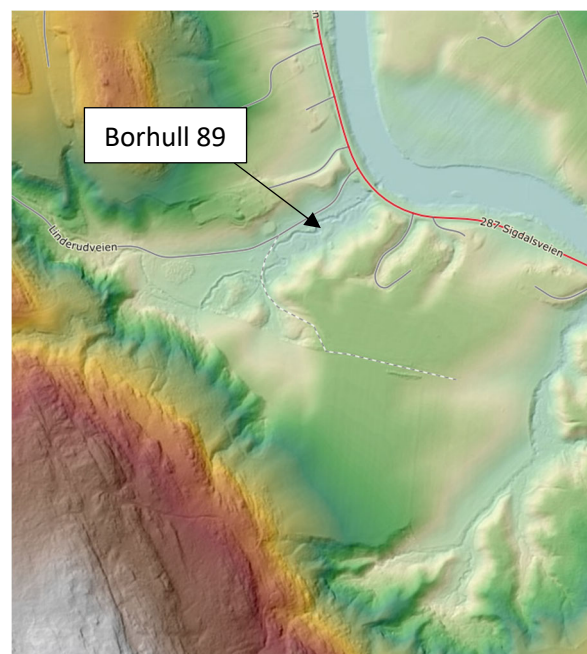
Terrenget er målt til ca. 68,6 i borpunkt nr. 89. Borpunktet ligger nær en bekk/liten elv (på ca. kote 68 i samme snitt som borpunkt nr. 89) som renner ned til «Storelva». Terrenget heller slakt ned mot «Storelva» eller «Simoa» med to åser på hver side (kotenivå for topp åser ca. 77-80). Fv. 287, som skiller bekken/den lille elven fra «Storelva» ligger på ca. kote 72. Storelva ligger på ca. kote 67.

Sonderingen viser at grunnen består av et øvre ca. 1,5 m tykt lag med løst til middelsfast lagrede masser. Derunder er det registrert et lag med meget bløte masser, antatt leire/kvikkleire, ned til antatt fjell i ca. 12 m dybde. I den siste meteren over antatt fjell er det registrert et lag som har en noe annen karakter enn resten av profilet. Det kan tyde på at dette er lag med noe sand/silt og som kan være noe mer vannførende. (Norconsult, 2019)

Det ble tatt to vannprøver som ble analysert for å undersøke vannkjemi og utvalgte bakterier. En prøve ble tatt av vannet som kom opp fra borhullet og en prøve fra bekken ca. 20 m ifra borhullet. Noen av analyseparametere er vist i **Tabell 3**. Se vedlegg 3 for komplett rapport. Resultatene viste at vannet som kom fra borhullet hadde høyere innhold av jern, mangan og natrium, mens vannet fra bekken hadde innhold av koliforme bakterier og E.koli. Dette indikerte at vannet fra borhullet var grunnvann med oppholdstid i berggrunnen. Grunnvann har ofte et høyere mineralinnhold enn overflatevann. Det er også fritt for bakterier. Vannprøven fra bekken viste et typisk overflatevann som i tillegg var påvirket av landbruk og forurenset av bakterier. Det ble dermed fastslått at lekkasjen ikke hadde en grunn kilde (f.eks. jordbruksdrenering) og det var trolig heller ikke grunnvann fra løsmasser. Vannanalysen bekreftet dermed mistanken om at lekkasjen kom fra en sleppe i berg på 14,2 m dybde. Sleppen kommer tydelig frem på totalsonderingen.



Figur 9 Totalsondering 89 (opptegning av sondering mangler skravur for spyling og slagboring).



Figur 10 Simostranda. (Kartverket, 2021)

Tabell 3 Analyseresultater fra vannprøver fra borhull 89 og bekken.

Parameter	Måleenhet	Borhull 89	Bekk
Koliforme bakterier	MPN/100ml	<1	>200
E.koli	MPN/100ml	<1	>200
Klorid	mg Cl/l	5,1	1,8
Natrium, Na	mg/l	28	2,1
Jern, Fe	µg/l	1300	220
Mangan, Mn	µg/l	190	16

Tidligere tetteforsøk

Lekkasjen ble først forsøkt tettet med bentonittpellets og en staur til 1-1,5 m dybde. Dette førte til at borhullet ble beskrevet som tett ved kontroll 03.04.2019, men det ble observert at det lakk igjen den 26.04.2019.

Den 24.06.2019 ble borhullet forsøkt tettet med bentonittstaver til 6 m dybde. For å få stavene ned ble det bruk et foringsrør som gikk 3 m ned under terreng. Foringsrøret ble trukket opp etter som stavene ble plassert. Dette var tett ved etterkontroll en uke senere, men 09.08.2019 lakk det igjen som før. Alle de nye lekkasjepunktene lå tett inn mot opprinnelig borhull.

En sannsynlig forklaring på at de første tetteforsøkene ikke fungerte antas være at poreovertrykket fra i underkant av leira vil stå direkte imot tettepluggen, og at denne ikke hadde nok motstand til å holde imot. Bentonittstaver sveller i kontakt med vann, men denne prosessen tar litt tid, vanligvis flere dager. Det er derfor sannsynlig at vannet har funnet nye veier opp langs bentonittstavene.

Borhullet ble forsøkt tettet med boreslam den 06.11.2019. Slammet var vannbasert og tilsatt bentonitt og barytt. Slammet hadde høy viskositet og tetthet (Marsh t ca. 300 sek, og densitet = 1,4 kg/l), som antas være nær det maksimale våre borerigger kan greie å injisere. Det ble boret et nytt hull mellom opprinnelig hull og der lekkasjen nå kom, til sleppen i berg, som ses på Figur 9 på 14,2 m dybde. Slammet ble injisert direkte inn i sleppen. Til å begynne med så man at lekkasjevannet inneholdt fortynnet slam, og at det etter hvert ble mer og mer konsentrert. Injeksjonen fortsatte til ufortynnet slam kom opp av lekkasjen. Da pumpen ble skrudd av var det ingen strømning ut av borhullet. Borhullet ble også etterfylt med slam da borstanga ble trukket. Totalt ble det injisert 750 liter slam. Dette holdt tett mellom en og to uker. Lekkasje ble observert igjen 20.11.2019

Mulig årsak til at bentonitt/baryttslam ikke fungerte over tid kan være at viskositeten/statisk styrke til bentonitt-blandinger er veldig sensitivt for bentonitt/vann-konsentrasjonen og påvirkes også av urenheter i vannet, som salt (Praetorius & Schöber, 2017). En annen sannsynlig forklaring er erosjon i grenseflaten mellom vann og boreslam. Vanntrykket nede i sleppa har vært så høyt at vannet har trengt inn i bentonitt/barytt-blandingen slik at boreslammet gradvis ble fortynnet og vannstrømmen klarte å presse seg oppover mot overflaten. En ulempe med boreslammet er at det blir helt stivt, men får konsistens som en gele.

Ettersom lekkasjen kom fra en sleppe i berg og ikke en porøs løsmasse er det nærliggende å anta at vannstrømmen var mer konsentrert.

Erfaringene fra det mislykkede tetteforsøket med støttevæske førte til at vi skjønnte at den massen som må brukes til injeksjon må ha egenskaper som hindrer at den blandes med vann og den bør herde til et fast stoff. En mørtel med anti-utvaskings stoffer (AUV-stoffer) kom derfor opp som en god kandidat.

Utførelse av tetting

Den 17.12.2019 ble lekkasjen tettet med injeksjonsmasse med anti-utvaskingsstoffer, beregnet for reparasjonsarbeider under vann. I forkant hadde vi diskutert ulike sementblandinger med betongkyndige i SVV og ansatte hos Mapei. Undervannsmørtelen Mapei 50 UV-T hadde de egenskapene vi var ute etter.

Til tettejobben ble det kjøpt inn 48 stk. 25 kg sekker med Mapei 50 UV-T. Det var kaldt, rundt -10 °C den dagen hullet ble tettet. Sekkene med tørrstoff ble blandet på stedet med vann som hadde stått inne i lastebilen og derfor holdt en høyere temperatur. Det ble boret mellom det opprinnelige hullet og der lekkasjen kom fra, som på denne tiden, etter flere mislykkede tetteforsøk var ca. en halv meter fra opprinnelig lekkasje. Ca. 1 m ned i berg merket man at borkrona kom inn i sleppa. Deretter ble krona løftet 10-15 cm og injiseringen startet. Injeksjonsmassen ble injisert på ca. 5 bar trykk. Når trykket økte opp mot 7-8 bar ble borkrona løftet litt og injiseringen fortsatte. Når det var tydelig at lekkasjen hadde avtatt ble pumpa slått av for å sjekke om det var tett. Etter at sleppen var fylt, ble det også injisert på vei oppover.

Ettersom dette var første gang vi injiserte med denne mørtelen, og man før dette hadde gjennomført flere mislykkede tetteforsøk ble det bruk rikelig med mørtel for å sikre et godt resultat. Halvparten av mørtelen ble injisert i sleppen (ca. 375 liter) og den andre halvparten ble injisert i borhullet, mens borstrengene ble trukket.

Etterkontroller dagen etter og 06.01.2020 bekreftet at lekkasjen er permanent tettet.



Figur 11 Tetting av borhull 89 med injeksjonsmasse ved Simostranda.



Figur 12 Pumpa som ble brukt til å blande sement og vann og pumpe dette gjennom totalsonderingsstenger og inn i sleppa, som var den antatte kilden til lekkasjen.



Figur 13 Tettet borhull.

Prosjekteksempel 2 – Veblungsnes

Innledning

Prosjektet E136 gjennom Veblungsnes i Rauma kommune utførte geotekniske undersøkelser for reguleringsplan høsten 2020. Totalsonderinger nr. 4014, utført den 06.10.2020, fikk en artesisk lekkasje (*Statens vegvesen, under utarbeidelse*). Vannet fra lekkasjen var tydelig blakket, dvs. det ble vasket ut løsmasser fra grunnen. I samme området gikk det et kvikkleireskred i 2011 og flere kvikkleiresoner er kartlagt i nærområdet. Kombinasjonen med utvasking og rashistorikk, gjorde situasjonen prekær. Strømning ble anslått til å være mellom 5 og 10 l/min.

Grunnforhold og setting

Borhull 4014 (Figur 16) har Setnesfjellet på sørsiden og et platå med løsmasser på nordsiden, se Figur 17. 16 Boringen ble utført i et område med en tykk marin havavsetning, med et grovere lag under med varierende tykkelse. Den marine havavsetningen antas å bestå av normalkonsolidert kvikkleire. Dybde til berg er 23 m. Borhull 4014 er plassert på en vegfylling som er bygget opp av grov rundet stein.

I foten av Setnesfjellet finnes urmasser. Infiltrasjon av overflatevann ned i urmassene langs bergsidene og inn i lagene under den marine leira er en sannsynlig årsak til poreovertrykket.



Figur 14 Bilde viser boreriggen plassert på borhull 4014 og grunnvann som strømmer ut fra steinfyllingen etter punkteringen.



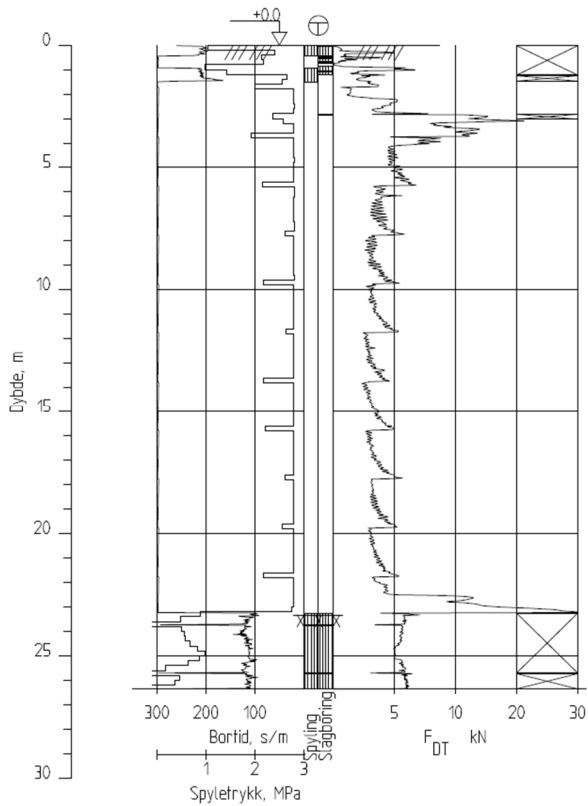
Figur 15 Bekken nedstrøms lekkasjen ble blakket av utvaskede masser.

Utførelse av tetting

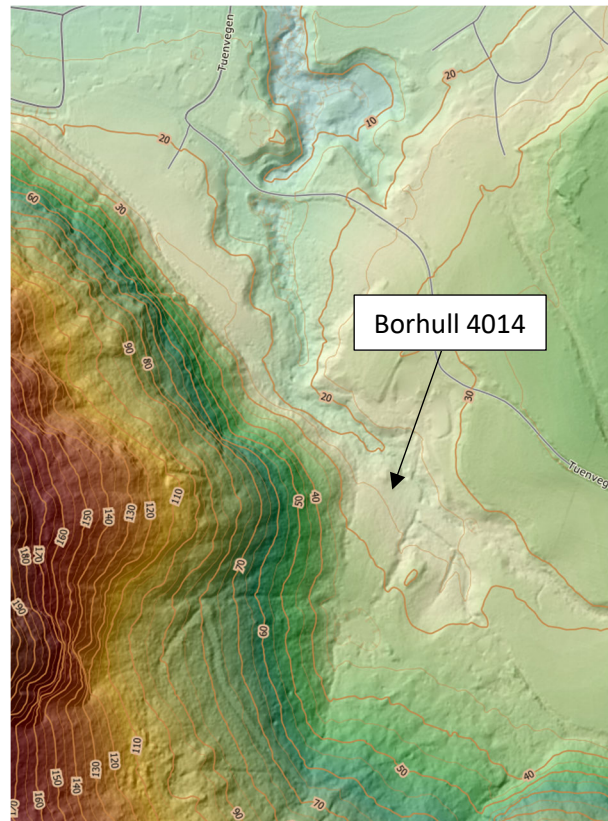
Sannsynlig dybde for lekkasjen ble antatt være et grovt lag på ca. 22,5 m dybde, mellom leire og berg. Etter lekkasjen oppstod ble pumpe, injeksjonsmørtel og annet utstyr hentet fra Drammen.

Foringsrør med diameter 120 mm ble installert til 6,85 m dybde gjennom et øvre lag med fylling og antatt åpne masser og ned, til antatt tett leire. Foringsrøret ble satt ned for å være sikker på at lekkasjen kunne observeres og holdes i det opprinnelige borhullet. Tettingen startet 09.10.2020, kl.

21. Ca. 810 liter injeksjonsmasse ble injisert på 22,5 m dybde, til pumpetrykket økte. Deretter ble borhullet etterfylt med 150 liter. Dette stoppet lekkasjen. Grunneieren sjekket daglig at borhullet var tett i 1 måned det ble tettet.



Figur 16 Totalsonderinger 4014.



Figur 17 Terrenget rundt totalsondering nr. 4014. (Kartverket, 2021)



Figur 18 Veblungsnes. Tetting av borhull 4014 med injeksjonsmasse.



Figur 19 Bilde fra etterkontroll av borhull 4014, 03.11.2020. Foto: Roe Setnes, grunneier.

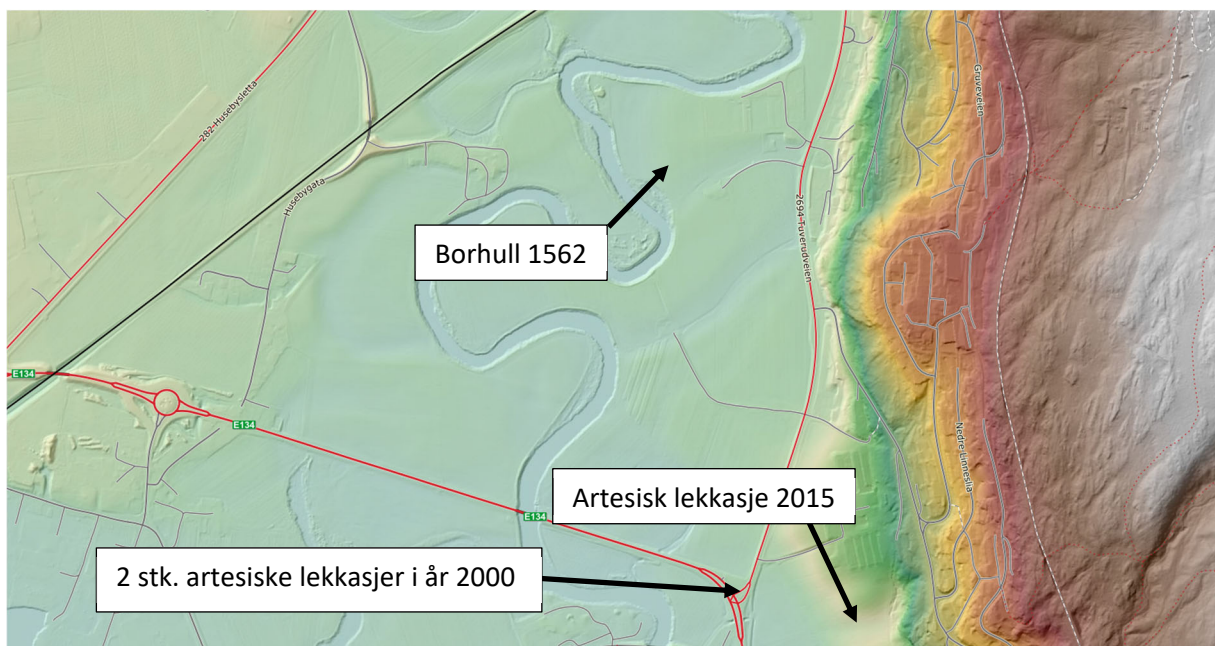
Prosjekteksempel 3 – Lier

Innledning

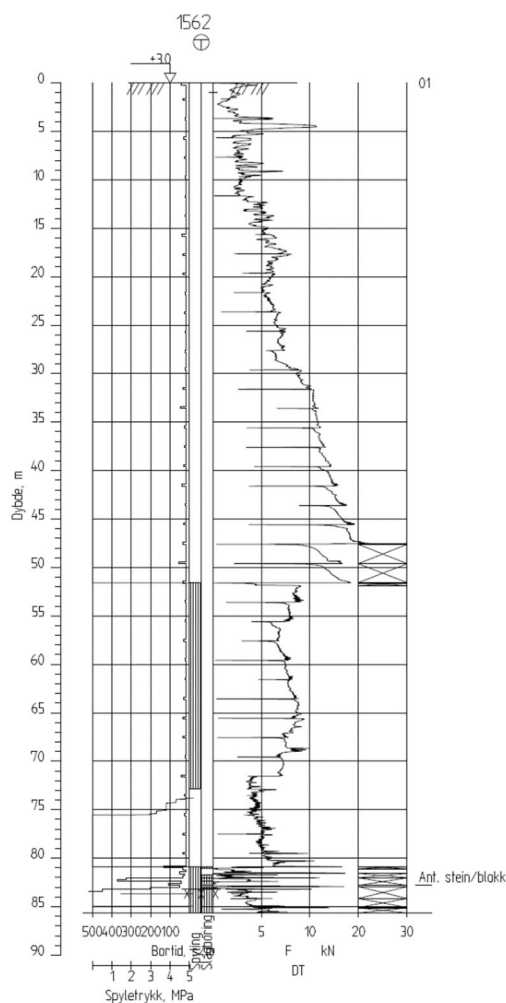
Prosjektet E134 Dagslett E18 i Lier utførte geotekniske undersøkelser, og totalsondering nr. 1562 (Figur 21), boret høsten 2020, fikk en artesiske lekkasje (Norconsult, 2020). Dette er et område der det tidligere har vært utført store mengder geotekniske undersøkelser og vi er kjent med 5 tidligere tilfeller av artesiske lekkasjer. Den første lekkasjen skjedde rundt 1990. Det kom blakket vann fra lekkasjen. Borhullet kollapset etter få dager og etterlot et ca. 10 m bredt, 1,5 m dypt søkk. Dette tettet lekkasjen. (pers. komm. Hagberg, 2021). I år 2000 ble det to lekkasjer etter totalsonderinger i samme område (Sweco, 2013). Den 4. lekkasjen skjedde i 2015 og ble tettet med polyuretan, etter at flere forsøk med bentonittstaver ikke hadde fungert. (Huth & Wien Engineering AS, 2015) Den siste lekkasjen skjedde i forbindelse med etablering av en energibrønn. Usikker plassering. Strømningen til lekkasjen i borhull nr. 1562 ble målt til ca. 30 l/min. Lekkasjevannet var noe blakket.

Grunnforhold og setting

I Lier finnes en dyp marin havavsetning, som omringes av berg i øst og nordvest, og Drammensfjorden i vest og sør (Figur 20). Lierelva har gravet seg ned i sedimentene i takt med landhevingen. Totalsondering 1562 tolkes som at det finnes løst lagrede sandige masser fra terreng til omkring 17 m dybde. Under dette finnes en marin havavsetning av bløt leire /siltig leire til 79 m dybde. Grove masser med høy boremotstand er registrert fra 79 m dybde. Berg er påvist på 83 m.



Figur 20 Kartet viser plassering til borhull 1562 som lagde en artesiske lekkasje.



Figur 21 Totalsondering 1562.



Figur 22 Borerigg plassert på borhull 1562.

Utførelse av tetting

Borhull 1562 ble tettet den 05.11.2020. Det ble antatt at lekkasjen kom fra de grove massene under leira, på 79-83 m dybde. Selve lekkasjen vasket ut finstoff. I samtale med bonden under arbeidet fortalte han at de også fikk en artesisk lekkasje ved installasjon av en energibrønn. Vann fra denne lekkasjen ble ledet ut til Lierelva.

Tettingen startet med at man gikk ned i samme hull, helt ned til antatt bergoverflate, krona ble løftet litt og injiseringen startet. Til å begynne med ble det brukt en litt tynnere injeksjonsmasse fordi en fryktet mye motstand i borstrengen kunne føre til tetting inne i tappene som kobler to stenger sammen. Men, dette var ikke tilfelle. Da det viste seg å gå greit, ble normalt blandingsforhold brukt. Injeksjonen pågikk i underkant av en time, da var lekkasjen tett. Underveis ble det observert at lekkasjen avtok, noe som var et godt tegn på at man hadde truffet rett lag. Injeksjonen tettet borhullet permanent. Etterkontroll dagen etter, og ca. en uke senere bekreftet dette.

Til sammen ble det injisert 1125 liter mørtel, hvorav ca. 400 liter var i avsetningen lekkasjen kom fra. I borhullet ble det fylt ca. 4 ganger mer mørtel enn det et totalsonderingshull bør romme. Det kan tyde på utvasking i borhullet, trolig i de øvre 20 meter som fremstår grovere enn leire.



Figur 23 Tetting av borhull 1562.

Hvis man skal gjennomføre nye sonderinger i et område der man har opplevd punkteringer tidligere bør man ha med mørtel og pumpe slik at man er forberedt for eventuelle nye punkteringer. Et alternativ er å injisere alle nye borhull etter hver boring for å unngå sug i borhullet når stengene trekkes. En slik kontinuerlig injisering kan gjøres med boreslam. Vi har ikke opplevd punkteringer i hull som ble kontinuerlig injisert. En slik preventiv injisering tar litt tid og er derfor best egnet hvis det kun er snakk om et mindre antall borhull.

Avslutning og konklusjoner

Tetting av artesiske lekkasjer som oppstår i forbindelse med totalsoneringer kan være utfordrende, spesielt hvis det kommer mye vann og lekkasjevannet vasker ut finstoff langs borhullet. Høye kostnader i forbindelse med flere tettejobber og ikke alltid gode resultatet gjorde at Statens vegvesen gjennomførte et FoU-prosjekt der målet var å finne en sikker og rimelig metode som kan utføres raskt med egen utsyr og mannskap. Løsningen ble å injisere borhullet med en injeksjonsmørtel med anti-utvaskingsstoffer. I løpet av 2019 - 2020 ble 3 lekkasjer tettet ved å bruke denne metoden. I alle tilfellene ble lekkasjen permanent stoppet etter en runde med injisering. Med litt tilleggsutstyr, som beskrevet over, er metoden enkel å utføre med egen borerigg.

Erfaringer og merknader

- Tetting må gjøres i vannkilden som lekkasjen kommer fra, dvs. i det vannførende laget, eller i slepper/sprekksoner i berg. Tetting fra terreng og ned i overliggende lag kan føre til at vannet finner nye veier langs «pluggen» i toppen slik at man ikke oppnår en permanent tetting.
- Hvis lekkasjen vasker ut masser fra jordlagene under er det spesielt viktig å tette raskt. Utvasking vil føre til store setninger og at området det vaskes fra til slutt synker inn eller kollapser.
- Mislykkede tetteforsøk kan komplisere for nye tetteforsøk hvis man har trykket ned flere staur/stokker som gjør det vanskeligere å bore seg ned i samme hull, eller at et tetteforsøk har ført til at lekkasjeveiene har endret seg.
- Injeksjonsmasse med anti-utvaskingsstoffer, injisert ved lekkasjepunktet, har fungert som tette metode i 3 av 3 tilfeller, uten spesielle vanskeligheter. Dette fremstår som en praktisk

enkel gjennomførbar metode, og anbefales som et standard førstevalg for tetting i fremtiden.

- Selv om metoden har vært vellykket i tre nokså ulike tilfeller med punkteringer så kjenner vi ikke til begrensningene.
- Vi har ikke funnet noen sammenhenger mellom vannstrøm ut av lekkasjen, grad av utvasking og hvor mye injeksjonsmasse som må til for å få det tett. Dette er en metode der man må prøve seg frem for hver gang. Det er nærliggende å tenke seg at mengden man injiserer ned i hullet er avhengig av størrelsen på det vannførende laget, hvor mye vann som kommer opp og grad av utvasking.

Referanser

Huth & Wien Engineering AS. (2015). *Notat Rv. 23 Linnes, COWI og SVV*. Dokumentnr HWE15005. 17.12.2015.

Kartverket. (2021). *Høydedata*. <https://hoydedata.no/LaserInnsyn/>.

NCHRP. (1995). *Report no 378. Recommended guidelines for sealing exploratory boreholes*. Washington: NATIONAL ACADEMY PRESS.

NGU. (2019). *InterCity-prosjektet, Østfoldbanen Fredrikstad - Sarpsborg. Faglig radgivning rundt geologiske forhold i Fredrikstad*. Dokumentenummer 2019.028, Oppdragsnummer ICP-16-A-00017, rev. 01A. 20.09.2019.

Norconsult. (2019). *Fv. 287 Linderud bru - Sundbakken. Geotekniske grunnundersøkelser. Datarapport*. Dokumentnr RIG01, Oppdragsnr 5184551. 21.08.2019.

Norconsult. (2019). *Notat. Tetting av borhull som lekker*. Dokumentnr RIG-02, Oppdragsnr 5184551. 09.05.2019.

Norconsult. (2020). *E134 Dagslett - E18. Kommunedelplan med konsekvensutredning. Geoteknikk datarapport*. Dokumentnr.: R-103 Versjon: A02, Oppdragsnr.: 5198650. 10.12.2020.

Praetorius, S., & Schöber, B. (2017). *Bentonite Handbook, Lubrication for Pipe Jacking*. Wilhelm Ernst & Sohn, Verlag für Architektur und technische Wissenschaften GmbH.

Statens vegvesen. (1984). *Innfartsåre til Fredrikstad, Kryss ved Rolvsøyveien, Observasjoner*. Oppdragsnummer B218A-8. 08.06.1984.

Statens vegvesen. (1989). *Fv. H44 Valebøvegen. Artesisk grunnbrudd*. Dokumentnr H-231A nr. 1. 20.04.1989.

Statens vegvesen. (2008). *Rv.110 Innfartsåre til Fredrikstad, Steffensjordet bru, Setninger / skader*. Dokumentnr 2008235650-1. 09.12.2008.

Statens vegvesen. (2011). *2010000802 Punktering av artesisk lag og utvasking av siltige masser på Breivikeidet*. Teknologiavdelingen, Vegdirektoratet. Geoteknikk- og skredseksjonen.

Statens vegvesen. (2014). *Geoteknikk felthåndbok - råd og metodebeskrivelser. Nr. V222 i Statens vegvesens håndbokserie*. ISBN: 978-82-7207-621-3.

Statens vegvesen. (2018). *Feltundersøkelser. Nr. R211 i Statens vegvesens håndbokserie*. ISBN: 82-7207-439-7.

Statens vegvesen. (2020). *Ny Fastlandsforbindelse fra Færder, Geoteknisk datarapport Smørberg*. Dokumentnr GEOT-04, Oppdragsnr B11253. 08.07.2020.

Statens vegvesen. (2020, 2). *Etablering av dreinsvei for artesisk hull ved Lindelien strand*. 18.05.20.

Statens vegvesen. (under utarbeidelse). *Geoteknisk datarapport*. Dokumentnr GEOT-R1, Oppdragsnr. 40127.

Sweco. (2013). *Grunnundersøkelser og geoteknisk rapport*. Dokumentnummer RIG-1 rev. A, Oppdragsnr 255104.



50 UV-T

Undervannsmørtel

PRODUKTBEKRIVELSE

50 UV-T er en sementbasert spesialmørtel med spesielt beregnet for reparasjonsarbeider under vann. Mørtelen er tilsatt antiutvasknings stoff, slik at faren for utvasking er redusert. Mørtelen tåler til en viss grad, fritt fall i vann uten nevneverdig utvasking og reduksjon i fasthet, men best resultat oppnås ved å minimalisere fritt fall i vann.

50 UV-T er en sementbasert spesialmørtel med D_{max} 0,2 mm.

50 UV-T er velegnet til oppfylling og utstøping av skadeområder under vann eller i områder der normal reparasjonsmørtel vil bli vasket ut.

TEKNISKE EGENSKAPER

50 UV-T er svært kohesiv og virker seig og treg i blanderen, men har svært gode flyteegenskaper. Dersom det benyttes forskaling må denne være helt tett for å unngå at fersk mørtel lekker ut.

50 UV-T er i samsvar med prinsippene beskrevet i NS-EN 1504-9 «Produkter og systemer for reparasjon av betongkonstruksjoner: Definisjoner, krav, kvalitetskontroll og evaluering av samsvar. Allmenne regler for bruk av produkter og systemer», og kravene beskrevet i NS-EN 1504-6 «Forankring av armeringsstål».

BRUKSANVISNING

Forarbeid

Overflatene skal rengjøres for slam, støv, fett og løse partikler samt andre elementer som kan redusere heft til underlag. Ved bruk av forskaling må denne være tett og dimensjonert for hele støpetrykket.



Blanding

50 UV-T skal kun tilsettes vann, ca 12 liter pr 25 kg sekk og blandes i minimum 3 minutter. Egnert blandeutstyr avhenger av størrelsen på arbeidet. Økt vannmengde utover dette gir fare for separasjon.

Utførelse

50 UV-T plasseres fortrinnsvis med pumping, men ved mindre arbeider kan massen helles på plass via trakt/rør. Ved pumping under vann anbefales det å støpe med neddykket rør.

FORBRUK

Ca. 1,6 kg per liter som skal fylles opp.

RENGJØRING

Fersk mørtel kan vaskes av med vann, herdet materiale må fjernes mekanisk.

EMBALLASJE

50 UV-T leveres i 25 kg sekker.

LAGRING

50 UV-T kan lagres i 12 måneder fra produksjonsdato i uåpnet original emballasje på innplastet pall under tørre forhold. Sekker som er åpnet bør brukes omgående.

Produktet er i samsvar med krav i Annex XVII i (EC) N. 1907/2006 (REACH), del 47.

TEKNISKE DATA (typiske verdier)			
PRODUKTIDENTITET			
Type:	CC		
Konsistens:	pulver		
Farge:	grå		
D _{max} (mm):	0,2		
Tørrestoff (%):	100		
BRUKSEGNSKAPER (ved + 20 °C og 50 % RF)			
Farge etter blanding:	grå		
Blandingsforhold:	Ca 12 liter vann per 25 kg sekk		
Blandingens densitet (kg/m ³):	1800		
Kloridione innhold - minimumskrav < 0,05 % - ihht. EN 1015-17 (%):	< 0,005		
Brukstemperatur:	fra +5°C til +35°C		
Brukstid:	ca. 1 time		
SLUTTEGENSKAPER (48% vannmengde):			
Mekaniske egenskaper	Testmetode	Minimumskrav ihht. EN 1504-3 for R4 klasse mørtel	Produktegenskaper
Trykkfasthet (N/mm ²):	EN 12190	80% av deklarerert verdi	> 18 (etter 1 dag) > 30 (etter 7 dager) > 40 (etter 28 dager)
Bøyestrekfasthet (N/mm ²):	EN 196-1	Ingen	> 3 (etter 1 dag) > 4 (etter 7 dager) > 5 (etter 28 dager)
Uttrekkskraft:	EN 1881	Forskyvning < 0,6 mm ved en last på 75 kN	0,014
Brannmotstand:	Euroclass	Deklarerert av produsent	A1

SIKKERHETSINSTRUKSJONER FOR KLARGJØRING OG BRUK

For instruksjon vedrørende sikker håndtering av våre produkter, vennligst se siste utgave av sikkerhetsdatablad på vår nettside www.mapei.no

PRODUKT FOR PROFESJONELL BRUK.

MERK

De tekniske anbefalinger og detaljer som fremkommer i denne produktbeskrivelse representerer vår nåværende kunnskap og erfaring om produktene.

All overstående informasjon må likevel betraktes som retningsgivende og gjenstand for vurdering. Enhver som benytter produktet må på forhånd forsikre seg om at produktet er egnet for tilsiktet anvendelse. Brukeren står selv ansvarlig dersom produktet blir benyttet til andre formål enn anbefalt eller ved feilaktig utførelse.

Alle leveranser fra Mapei AS skjer i henhold til de til enhver tid gjeldende salgs- og leveringsbetingelser, som anses akseptert ved bestilling.

Vennligst referer til siste oppdaterte versjon av teknisk datablad som finnes tilgjengelig på vår webside www.mapei.no

JURIDISK MERKNAD

Innholdet i dette tekniske databladet kan kopieres til andre prosjektrelaterte dokumenter, men det endelige dokumentet må ikke suppleres eller erstatte betingelsene i det tekniske datablad, som er gjeldende, når MAPEI-produktet benyttes. Det seneste oppdaterte datablad er tilgjengelig på vår hjemmeside www.mapei.no
ENHVER ENDRING AV ORDLYDEN ELLER BETINGELSER, SOM ER GITT ELLER AVLEDET FRA DETTE TEKNISKE DATABLADET, MEDFØRER AT MAPEI SITT ANSVAR OPPHØRER.

Alle relevante referanser for produktet er tilgjengelige på forespørsel og fra www.mapei.no



BUILDING THE FUTURE

MAI®400NT

The MAI®400 NT is a fully automatic mortar mixing pump for continuous processing of any type of pumpable anchor mortars and site cements. The material is mixed in one pass by a single main motor and delivered without a problem in the desired quantity. The mixed and delivered quantity can and may be varied at will using worm pumps with different dimensions. The patented and time-tested MAI mixing/conveying technology ensures top mixing results.



MAI®CODUR

INNOVATIVE
TECHNOLOGY
INSIDE

APPLICATIONS

The grout mixing pump MAI®400 NT developed especially for extremely stressful underground conditions. It has been used successfully around the world in mining, tunnel construction, civil engineering and shoring of slopes, hill sides and building excavations.

AREAS OF USE

The proven mixing and delivery technology is especially suitable for:

- Injection work
- Re-injection grouting
- Drill hole filling
- Back filling
- Anchor mortar

INDESTRUCTIBLE

Thanks to its high quality, achieved through the most modern manufacturing methods available, and its service-friendly modular construction, the MAI®400 NT stands apart with its long service life, low susceptibility to error and economy.

SCOPE OF DELIVERY

- Spur gear motor 6 kW / 200 rpm
- Vibrator
- Worm pump MP3 „L“ (standard equipment) 600 l/h
- 20 m high pressure mortar hose NW25 with quick release couplings
- Automatic phase changing device
- Automatic screen safety feature
- Tools
- Cleaning equipment
- Water pump - optional
- digital water flow meter - optional

TECHNICAL SPECIFICATIONS

Operating voltage:	400V/3/PE/50Hz
Nominal power:	6,2 kW
Fusing:	25 A
Feed capacity:	6 to 35 l/min
L x W x H:	173 x 57 x 96 cm
Filling height:	96 cm

WEIGHT

Transport weight basic unit:	120 kg
Pump unit:	27 kg
Mixer:	4 kg
Driving unit:	57 kg
Safety screen with bag opener:	5 kg
Total weight:	213 kg

Statens Vegvesen, Reg Sør
Bataljonsveien 15
3734 SKIEN

Att: Lene Roughvedt

Dato: 14.09.2019
Prøve ID: 2019-16178
ver 1

ANALYSERESULTATER

Prøvemottak: 27.08.19

Analyseperiode: 27.08.19 - 14.09.19

2019-16178-1

Resipientvann

Tatt ut: 27.08.19 - 27.08.19

Referanse: Sigdalsveien - Vannførende lag

Parameter	Resultat	Enhet	Metode	Måleusikkerhet
Kimtall 22°C	10	kde/ml	NS-EN ISO 6222	5 - 19
Koliforme bakterier	<1	MPN/100ml	NS-EN ISO 9308-2	0 - 2
E.coli	<1	MPN/100ml	NS-EN ISO 9308-2	0 - 2
pH	8.1		NS-EN-ISO 10523	±0,2
*) Temperatur ved pH-måling	24.4	°C		
Alkalitet	0.861	mmol/l	Intern	±0.13
TOC, total organisk karbon	⁸³⁾ <1.0	mg/l	SS-EN-1484 utg. 1	±0.2
Klorid	⁸³⁾ 5.1	mg Cl/l	SS-EN ISO10304-1:2009	
Natrium, Na	⁸³⁾ 28.00	mg/l	SS-EN ISO 11885:2009	
Jern, Fe	⁸³⁾ 1300	µg/l	SS-EN ISO 17294-2	
Mangan, Mn	⁸³⁾ 190	µg/l	SS-EN ISO 17294	
Kalsium, Ca	⁸³⁾ 12	mg/l	SS-EN ISO 11885:2009	
Magnesium, Mg	⁸³⁾ 5.0	mg/l	SS-EN ISO 11885:2009	
Nitrat	⁸³⁾ <0.050	mg N/l	SS-EN ISO 10304	±0.008

2019-16178-2

Resipientvann

Tatt ut: 27.08.19 - 27.08.19

Referanse: Sigdalsveien - Oppstrøms, bekk

Parameter	Resultat	Enhet	Metode	Måleusikkerhet
Kimtall 22°C	>3000	kde/ml	NS-EN ISO 6222	
Koliforme bakterier	>200	MPN/100ml	NS-EN ISO 9308-2	
E.coli	>200	MPN/100ml	NS-EN ISO 9308-2	
pH	8.0		NS-EN-ISO 10523	±0,2
*) Temperatur ved pH-måling	24.6	°C		
Alkalitet	1.91	mmol/l	Intern	±0.29
TOC, total organisk karbon	⁸³⁾ 7.0	mg/l	SS-EN-1484 utg. 1	±1.4
Klorid	⁸³⁾ 1.8	mg Cl/l	SS-EN ISO10304-1:2009	
Natrium, Na	⁸³⁾ 2.10	mg/l	SS-EN ISO 11885:2009	
Jern, Fe	⁸³⁾ 220	µg/l	SS-EN ISO 17294-2	
Mangan, Mn	⁸³⁾ 16	µg/l	SS-EN ISO 17294	
Kalsium, Ca	⁸³⁾ 6.1	mg/l	SS-EN ISO 11885:2009	
Magnesium, Mg	⁸³⁾ 1.4	mg/l	SS-EN ISO 11885:2009	
Nitrat	⁸³⁾ 0.600	mg N/l	SS-EN ISO 10304	±0.090

*) Laboratoriet er ikke akkreditert for denne analysen

< betyr: Mindre enn, > betyr: Større enn

⁸³⁾ Utført av Synlab AB - Linköping ISO17025:2005 SWEDAC 1006

Med hilsen



Marianne Hansen
Laboratorieleder/Lab.manager

Kopi til
Siv Renate Nilsen (E-post)



Statens vegvesen
Pb. 1010 Nordre Ål
2605 Lillehammer

Tlf: (+47)22073000
firmapost@vegvesen.no

ISSN: 1893-1162

vegvesen.no

Trygt fram sammen