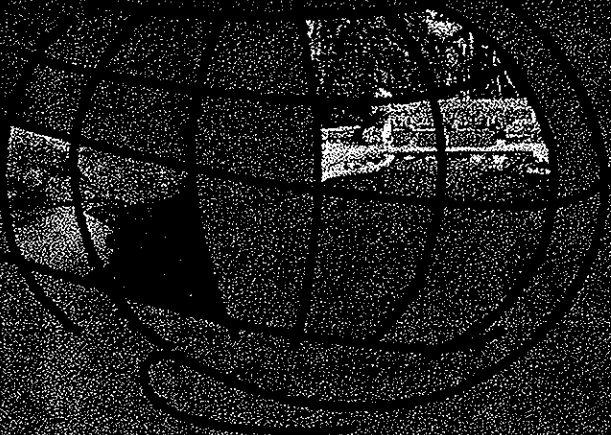




Fauske kommune

**Oppsamling av sigevann fra Dampen
avfallsfylling**

Alternativer for overløp for Farvikbekken



Statkraft Grøner

RAPPORT



Statkraft Grøner

POSTADRESSE: PO Box 400,
1327 LYSAKER
TELEFON: 67 12 80 00
TELEFAKS: 67 12 58 40
E-POST: post@statkraftgroner.no

Dato:
05.10.00

Prosjekt nr.: 175921

Prosjekt navn: **Sigevann Dampen - Grøft Farvikbekken**

Klient: **Fauske kommune, Sektor drift/teknisk**

Oppsamling av sigevann fra Dampen avfallsfylling Alternativer for overløp for Farvikbekken

Geotekniske forhold og forslag til løsninger

Emneord: Deponi, sigevann, geoteknikk, stabilitet, leire

Sammendrag:

Statkraft Grøner har etter oppdrag fra Fauske kommune utført 2 oppgaver:

- En vurdering av hvordan man skal samle opp sigevann fra Dampen avfallsfylling
 - En vurdering av hvordan man skal anlegge et overløp for Farvikbekken gjennom myrområdet vest for E6.
- Geotekniske undersøkelser utført ved maskingraving, skovlboring, vinge-boring og laboratorietesting har vært en viktig del av begge oppgaver.

For **Dampen** avfallsfylling er det behov for å stabilisere fyllingen før det graves oppsamlingsgrøft for sigevann langs foten av deponiet. Det bør også sørges for et bedre toppdekke for å redusere sigevannsmengdene. Eksisterende kulvert under fyllingen er til dels ødelagt ved utrasing, og bekken som nå går igjennom kulverten, bør i stedet ledes i kanal utenom fyllingen. En pukksteinsgrøft med drenerør foreslås som hovedsystem for sigevannsoppsamling. I nord bør effekten av bedre toppdekke erfares før oppsamlingssystemet planlegges i detalj. I sydvest renner sigevannet ut i bekkenivå, og her må bekken skilles fra sigevannet med en voll for at det skal være mulig å samle sigevannet.

For **Farvikbakkens overløp** er det utredet 2 alternativer, kulvert og åpen kanal. Begge alternativer vil omfatte kompliserte gravearbeider i myr og bløt leire, inklusive flyting av store massevolumer. Arbeidet må utføres når marka er frossen. Innkjøp og legging av 600 m kulvert med Ø 1400 mm blir svært kostbart, og en så stor kulvert kan også bli komplisert å få lagt. Betong vil være det best egnede materiale for kulverten. Kanalalternativet omfatter enda større gravearbeider, men det er ikke så dyrt, og vil sannsynligvis medføre færre komplikasjoner. Dette alternativet anbefales. Arbeidet med kulvert er anslått å ville koste 4,42 mill kr., mens en kanal antas å ville koste 2,42 mill kr. For begge alternativer anbefales det i tillegg å regne med 25 % for uforutsette kostnader.

	Rev.	Dato	Sign.
Utarbeidet av: A. Gaut (Dampen) R Duncumb (Farvikbekken)	0	05.10.00	
Kontrollert av: R. Duncumb (Dampen) A. Gaut (Farvikbekken)	0	05.10.00	
Prosjektleder: Amund Gaut, Miljø- og kommunalteknikk	Ansvarlig Statkraft Grøner:		

INNHold

INNHold	3
VEDLEGGSLISTE	3
1. OPPDRAG	4
2. UTFØRTE OPPGAVER.....	5
3. Dampen AVFALLSFYLLING.....	6
3.1 SITUASJONSBEKRIVELSE - GRUNNFORHOLD	6
3.2 MOMENTER I VURDERINGEN AV SIGEVANNSPROBLEMET	8
3.3 TILTAK SOM BØR GJENNOMFØRES FØR PROSJEKTERING AV SIGEVANNSOPPSAMLING	10
3.3.1 Innmåling av deponiområdet	10
3.3.2 Stabilisering av fyllingen	10
3.3.3 Etablering av nytt, tett toppdekke	10
3.3.4 Omlegging av sidebekk som nå går i kulvert	10
3.4 HÅNTERING AV SIGEVANN	11
3.4.1 Sigevann i kulvert og utslag oppstrøms kulverten	11
3.4.2 Sigevann syd for kulvertens utløp	12
4. OVERLØP FOR FARVIKBEKKEN.....	14
4.1 INNLEDNING	14
4.2 GEOLOGISKE OG GEOTEKNISKE FORHOLD	15
4.3 ALTERNATIVE LØSNINGER - GRØFT ELLER KULVERT	17
4.3.1 Momenter i vurderingen	17
4.3.2 Diskusjon	18
4.4 ALTERNATIV 1 – ÅPEN GRØFT / KANAL	18
4.4.1 Beskrivelse av løsningen	18
4.4.2 Gjennomføring av arbeidet med grøft / kanal	19
4.4.3 Kostnadsoverslag	20
4.5 ALTERNATIV 2 – KULVERT	21
4.5.1 Beskrivelse av løsningen	21
4.5.2 Gjennomføring av arbeid med kulvert	22
4.5.3 Kostnadsoverslag	23
4.6 KONKLUSJON OG BEHOV FOR YTTERLIGERE ARBEID	25
4.6.1 Konklusjoner	25
4.6.2 Full skala prøveutgravning	25

Vedleggsliste

VEDL. 1	GEOTEKNISKE FELTUNDERSØKELSER Dampen
VEDL. 2	GEOTEKNISKE FELTUNDERSØKELSER FARVIKBEKKEN
VEDL. 3	GEOTEKNISKE LABORATORIEUNDERSØKELSER

1. OPPDRAG

Etter oppdrag fra Fauske kommune har Statkraft Grøner gjennomført to oppgaver:

- En vurdering av hvordan man skal kunne samle opp sigevann fra Dampen avfallsfylling. Det er registrert betydelig utsig av sigevann til Farvikbekken, som renner rett igjennom Fauske sentrum.
- Planlegging av et omløp for Farvikbekken gjennom myrområdet vest for E6 rett nedstrøms Dampen. I flomsituasjoner er ikke kulvertene i Fauske sentrum store nok til å ta unna alt vannet, og det er behov for et omløp i slike situasjoner.

2. UTFØRTE OPPGAVER

Statkraft Grøner har gjennomført en befaring 21.06.00, og utført 3 dagers feltarbeid i perioden 22-24.08.00. Feltarbeidet har i det vesentlige bestått av geotekniske undersøkelser for   vurdere stabilitet av myr og leire. Det er foretatt prøvegraving med gravemaskin der det har vært mulig   komme til, og det er benyttet håndholdt skovlb r og vingebor både i gravde groper og på myromr d ne hvor det ikke var mulig   komme til med tungt utstyr.

I forbindelse med Dampen avfallsfylling er det gravet 17 pr vegrop r med inntil 3,6 m dybde og utført 2 skovlb ringer med inntil 4 m dybde. Skjærstyrken er målt med vingebor i begge skovlb ringene og noen av pr vegrop ne. Pr vegraving er foretatt langs foten av fyllingen, mens skovlb ringene er foretatt  st for deponiet langs traséen for planlagt omlegging av bekken som renner gjennom kulvert under deponiet. I tillegg er alle synlige utslag av sige vann registrert.

I traséen for omløpet til Farvikbekken er det foretatt prøvegravinger i hver ende til hhv. 3,8 og 4,4 m dybde. I tillegg er det gjennomført 3 skovlb ringer som er inntil 5,5 m dype, og myrdybden er peilet ved ytterligere 7 punkter. Skjærstyrken er målt med håndholdt vingebor, både i pr vegrop ne og skovlb ringene. Kunnskap om myrdybder er også innhentet fra Jordforsks arkiver i Bodø.

Det er gjennomført laboratorieundersøkelser av kornfordeling og plastisitetsindeks på hhv. 4 og 8 utvalgte prøver.

Kart over de undersøkte omr d ne med inntegning av målepunkter og kildeutslag for Dampen er vist i tegning 001. Målepunktene for overløpet for Farvikbekken er vist i tegning 002. Resultater fra de geotekniske feltundersøkelsene er gjengitt i vedlegg 1 og 2, og resultatene av geotekniske laboratorieundersøkelser er samlet i vedlegg 3.

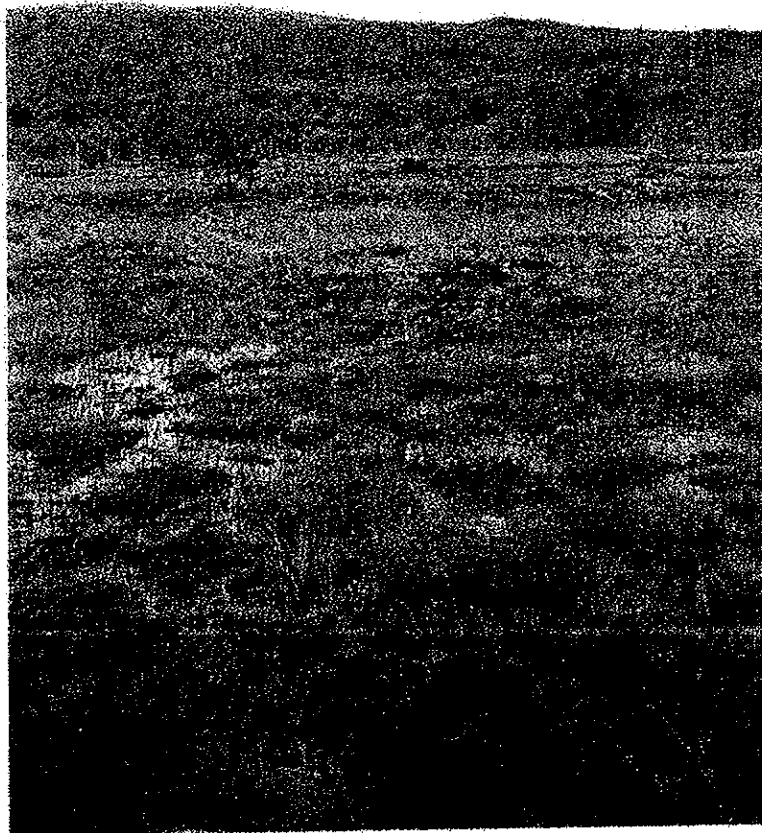
Statkraft Gr ners arbeide   utført av Richard Duncumb og Amund Gaut. Geotekniske laboratorieundersøkelser er utført hos NOTEBY i Oslo. Tor J rgen Aandahl ved Jordforsks Bod kontor har bidratt med opplysninger og nyttige diskusjoner om Fauskemyrene.

4. OVERLØP FOR FARVIKBEKKEN

4.1 Innledning

Den planlagte traséen til overløpet for Farvikbekken krysser E6, går gjennom Fauskemyra vest for E6, krysser vei nord for Søbbesva industriområde og går ned til ravinen i vest. Avstand fra E6 over myra til veien forbi industriområdet er på ca 600 m og det er denne delen av traséen, hvor dybde på overløpet antas til å være ca. 5 m, som er tema for vurderingen. Vest for veien forbi industriområdet faller terrenget mot ravinen og den nødvendige dybden på overløpet avtar relativt raskt. Traséen for overløpet er vist på tegning 002.

Oppgaven er å utarbeide 2 alternative prinsipp-løsninger for å krysse myrområdet basert på hhv. åpen grøft eller kulvert. Det skal også utarbeides kostnadsoverslag.



Figur 3 - Fauskemyra vest for E6

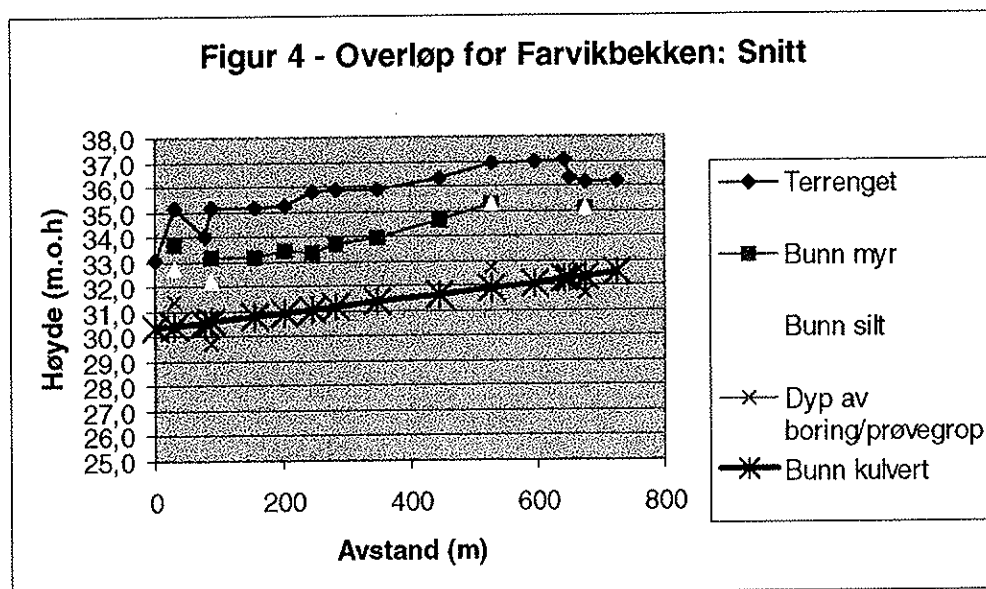
4.2 Geologiske og geotekniske forhold

Hele strekningen fra E6 til veien ved Søbbesva industriområde er et myrområde. I de første 50 - 100 m vest for E6 er det en del bjørkeskog hvor det tidligere har foregått torvuttak. Myra her er noe drenert. Lengst vest er det også en strekning på ca. 50 m hvor myra er tørrere og det vokser noe skog. Derimot er det sentrale partiet på ca. 500 m svært våt, med grunnvannsspeil helt opp i overflaten. Det er vanskelig å komme frem selv til fots (figur 3).

Grunnundersøkelsene viser at myra stort sett er 1,5 - 2,0 m dyp, noe grunnere lengst øst, og med maksimum dybde på 2,45 m nær kraftlinjene i midten av traséen.

I den vestlige del av traséen finnes det et siltlag med opptil 1 m mektighet under myra. Her finnes det også lag med skjell og stedvis innslag av grus og stein. Under siltlaget er det bløt siltig leire, men fortsatt med enkelte større korn av grus og stein.

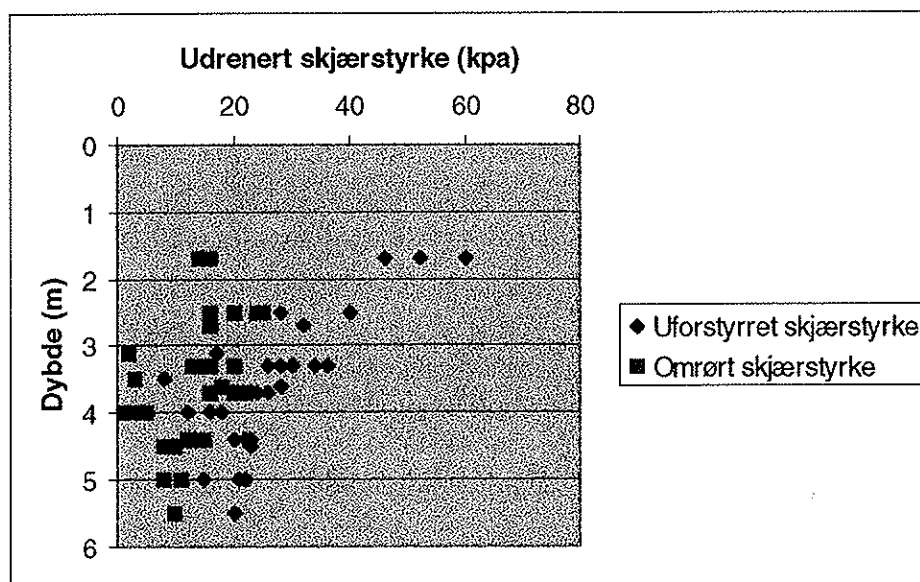
Et geologisk snitt langs traséen er vist i figur 4. Overløpsnivået er 32,5 moh. ved oppstrøms enden av traséen. Fallet er 3:1000.



Figur 4 - Geologisk lengdesnitt langs overløpstraséen

Målinger med håndholdt vingebor i leira viser uforstyrret, udrenert skjærstyrke mellom 20 og 30 kPa med noen lavere verdier. Figur 5 viser at både uforstyrret og omrørt udrenert skjærstyrke varierer med dypet. De laveste verdier kan være upålitelige på grunn av sammenrasing av borehullet og behovet for korreksjon for

friksjonen langs borstrengen. De relative høye skjærstyrkene i omrørt tilstand tilsier at leira er lite sensitiv.



Figur 5 - Geotekniske egenskaper for leire langs traséen for overløpet

Laboratorieundersøkelsene viser følgende:

Siltlaget: Leirig og sandig.
Vanninnhold 25 - 33 %
Plastisitetsindeks 0 - 3.

Leire: Siltig.
Vanninnhold 30 - 37 %
Plastisitetsgrense 22 - 27 %
Flytegrense 30 - 37 %

Disse resultatene er typiske for marine leirer, og viser at leira har relativt liten plastisitet.

Under utgravning av TP 1 og TP 2 var det ikke vesentlig innsig av vann, verken fra myra eller underliggende leire. Gropa holdt seg også åpen helt ned til 4,4 m, og det tok opptil en time før den begynte å rase sammen. Likevel må det nevnes at begge prøveutgravninger var gjennomført på kanten av myra hvor den allerede var delvis drenert. Det vil sannsynligvis bli mer vanninnslag i en tilsvarende utgravning i midten av myra.

4.3 Alternative løsninger - grøft eller kulvert

4.3.1 Momenter i vurderingen

Etableringen av det planlagte overløpet vil innebære utgravning til over 5m dybde i et område hvor grunnforholdene er svært dårlig og grunnvannstanden er ved terrengets nivå. Dette medfører store utfordringer, spesielt i gjennomføringsfasen, som ikke lar seg vurdere kun på basis av teoretiske beregninger.

Momenter som gjelder begge alternativene

- Hvordan skal man komme frem på myra? I hvilken grad kan problemer unngås ved å gjøre arbeidet vinterstid?
- I hvilken grad vil utgravningen holde seg stabil og hvordan skal man håndtere vannet? I hvilken grad kan problemene reduseres ved å gjøre arbeidet vinterstid?
- Hvordan skal man lage en vei over myra for å gi adgang for vedlikehold sommer og vinter?

Momenter som gjelder åpen grøft /kanal

- Hvilke sideskråninger må man bruke for å oppnå et profil som er stabilt over lang tid?
- Om arbeidet gjøres vinterstid, hva vil skje nå telen løsner?
- Hvilke tiltak for erosjonsbeskyttelse vil være nødvendige langs kanalen?
- Hva skal gjøres med massene som graves ut?

Momenter som gjelder kulvert

- Hvordan skal man sørge for at det er trygt å arbeide i byggegropa og samtidig sørge for at kulverten på 1,4 m diameter kan fysisk plasseres i gropa?
- Hvordan skal man sørge for at kulverten blir stabil og ikke setter seg for mye i de bløte leirmassene?

For å evaluere disse momentene er det foretatt både teoretiske beregninger og diskusjoner med entreprenører med erfaring fra tilsvarende arbeid. Når det gjelder drenering av myr har Jordforsk i Bodø mye erfaring og denne del av arbeidet er også diskutert med dem.

Mest relevant er antageligvis erfaringer fra utbygging av Søbbesva Industriområde syd vest for overløpet, hvor myrmassene måtte fjernes og utbygging av ledningsanlegget enkelte steder medførte utgravning ned til 5 - 6 m.

Ifølge Jan Nystad, som var kommunens ansvarlige for dette arbeidet, måtte arbeidet gjennomføres om vinteren. Bare på den måtte kunne de komme frem på myra, og når de gravde ned til toppen av leira, kunne de også kjøre

anleggstrafikken på den etter at frosten hadde satt seg i bakken. De opplevde at selv utgravninger i leira fort frøs til, slik at det meste av ledningsanlegget kunne legges uten avstivning for utgravningen. Bare i de dypere partier (4 – 5 m) var det nødvendig å bruke grøftekasser for å sikre byggegropa.

Tilbakemelding fra andre entreprenører har stort sett støttet påstanden om at arbeidet bør gjennomføres om vinteren.

4.3.2 Diskusjon

Erfaringene fra utbyggingen av Søbbesva Industriområde er oppmuntrende med tanke på arbeidet på overløpet. Det er imidlertid to vesentlige forskjeller mellom arbeidet som ble gjennomført der og det planlagte overløpet. For det første skulle myra ved Søbbesva fjernes. For det andre var ledningsanlegget av vesentlig mindre dimensjon enn den planlagte kulverten, og grøftene var stort sett grunnere. Det kan bli svært vanskelig å sikre byggegropa f.eks. med grøftekasser og samtidig ha tilstrekkelig arbeidsrom for plassering av en kulvert med diameter på 1,4 m.

Av alle momentene anses adkomst, stabilitet og håndtering av vann for å være de mest kritiske. Den eneste sikre måten for å evaluere hvilke metoder som er best egnet for gjennomføringen, er å foreta noen prøveutgravninger med samme dimensjoner som de planlagte alternativene. Dermed kan man skaffe seg direkte erfaring for hvordan massene kan forventes å oppføre seg, slik at arbeidet kan planlegges på mest kostnadseffektiv måte. Forslag til slike prøveutgravninger beskrives i avsnitt 4.6.2.

4.4 Alternativ 1 – åpen grøft / kanal

4.4.1 Beskrivelse av løsningen

Profil

Stabilitetsberegninger viser at for å være stabil på lang sikt, må sideskråninger til en slik grøft i leira ikke være brattere enn 1:2,5 til 1:3 avhengig av hvor mye og hvor fort grunnvannsstanden senkes på hver side.

Det forventes at myra blir vesentlig sammentrykket når den dreneres. Når den først er drenert, vil sideskråningene antageligvis stå vesentlig brattere enn i leira f.eks. 1:1,5. Det vil imidlertid være fornuftig å ha en avsats ved overkanten av leira for å avlaste leirskråningen. En slik avsats kunne også brukes for en anleggsvei til vedlikehold av kanalen.

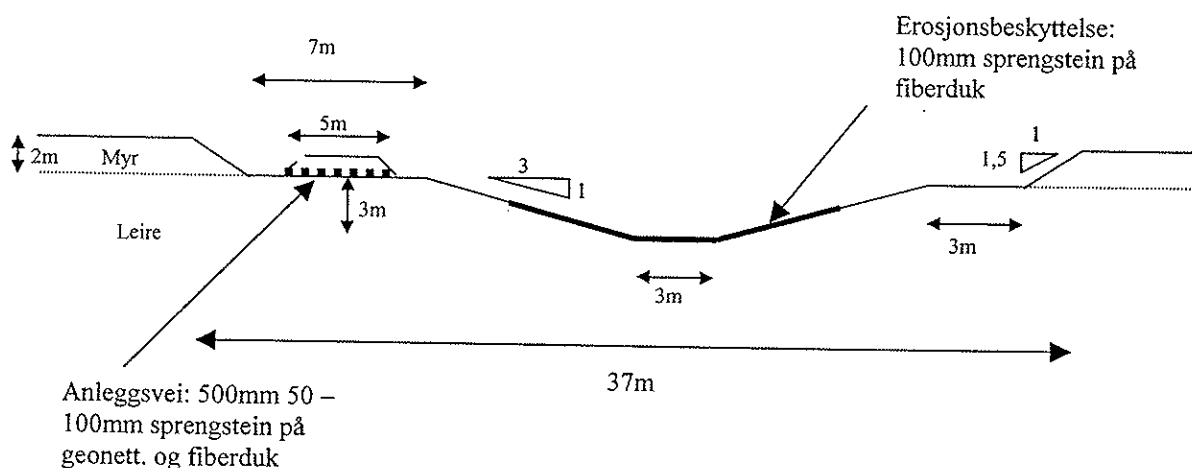
Erosjonsbeskyttelse

På grunn av til dels stor vannføring i overløpet vil det være nødvendig å beskytte kanalbunnen og sidene mot erosjon. Dette kan antageligvis gjøres mest kostnadseffektivt med fiberduk og steinlag.

Anleggsvei

Vi har vurdert behovet for å anlegge en permanent adkomstvei for vedlikeholdsarbeid langs kanalen, men har kommet til at det ikke er så nødvendig at det vi forsvare de antatte kostnader. For å konstruere en anleggsvei, som ville være kjørbare sommer og vinter med f.eks. en gravemaskin, ville den måtte bygges av sprengstein på geonett og fiberduk.

Et tverrsnitt med detaljer over, profil, erosjonsbeskyttelse og eventuell anleggsvei er vist på Figur 6. Kostnader for anleggsvei er imidlertid ikke medtatt i kostnadsoverslaget.



Figur 6 – Tverrsnitt av åpen grøft

4.4.2 Gjennomføring av arbeidet med grøft / kanal

For å kunne gjennomføre løsningen skissert i forrige avsnitt, er det en forutsetning at det er mulig å komme frem med anleggsutstyr, og at vannet som siger inn i byggegropa kan håndteres.

Det forutsettes at arbeidet gjennomføres vinterstid slik at det kan kjøres på myroverflaten med de aktuelle gravemaskiner / lastebiler. Likevel er det lite trolig at myra bunnfryser, og uten forhåndsdrenering av myrområdet kan det forventes stort innsig av vann etter at man har gravd gjennom det frosne laget.

For å hindre dette foreslås at det i forkant av hovedarbeidet graves en drengroft på hver side av den planlagte traséen ned til toppen av leirlaget (f.eks. ca 35 m fra hverandre). Disse drengroftene må være brede nok, og med slake nok sideskråninger til å holde seg åpne. For at dette skal fungere, er det viktig at det finnes et utløp for vannet, og at grøfta vest for myra ned til ravinen er gjort klar på forhånd. Dette forberedende arbeidet må også gjøres vinterstid, og ideelt sett skulle det vært gjort et år før hovedarbeidet.

Den foreslåtte fullskala prøveutgravningen (avsnitt 4.6.2) vil kunne avklare de nødvendige dimensjonene på drengroftene, og hvor lenge de må stå for å være effektive.

Etter at mye av vannet er drenert ut av myra langs traséen, kan hovedarbeidet påbegynnes. Den beste måten å gjennomføre arbeidet på er antageligvis å grave ut mellom drengroftene ned til leirlaget med utstyr plassert på frossen mark på hver side eller foran utgravningen. Arbeidet må startes fra nedstrøms ende.

Når myra er fjernet mellom drengroftene, vil toppen av leirlaget antageligvis også fryse slik at det kan kjøres på.

Det er usikkert hva skal gjøres med de utgravde massene men et alternativ er at myrmassene fra utgravningen kan legges til side på myra mens leira anvendes som toppdekke på Dampen fyllplass.

4.4.3 Kostnadsoverslag

Kostnadsoverslaget er basert på beskrivelsene i foregående avsnitt. Overslaget er forbundet med betydelig usikkerhet, siden enkelte faktorer er ukjente. For eksempel er det ikke sikkert hvor utgravde masser skal plasseres, og man vet heller ikke hvorfra stein til erosjonsbeskyttelse av kanalen kan skaffes. Vi har regnet 25 kr/m³ som en gjennomsnittlig kostnad for fjerning av masse og 150 kr/m³ for levering og utplassering av stein til erosjonsbeskyttelse. Fiberduk klasse 4 er regnet til 15 kr/m². Postene i kostnadsoverslaget samt forutsetninger er forøvrig beskrevet i tabellen nedenfor. Det er tillagt 25 % for å ta høyde for usikkerheter forbundet med gjennomføring av gravearbeidene. De foreslåtte prøvegravninger vil kunne redusere disse usikkerheter. Tallene er avrundet.

Post	Kommentarer / forutsetninger	Kostnads- overslag
Forberedende arbeid		
Grøfter for forhåndsdrainering av myra.	2 kanalaler a 600m. Utgravning av 10 m ³ pr. løpemeter. Massene deponeres på myrområdet innen 50m fra drengrofta.	310.000
Hovedarbeid		
Utgravning av overløpskanal, inklusive transport av leire til Dampen	Gjennomsnittlig 70 m ³ myr og 37 m ³ leire pr. løpende m.	1.600.000
Erosjonsbeskyttelse	Inkl. konstruksjon. 10m ² fiberduk og 3 m ³ stein pr. løpende meter.	360.000
Rigg og drift		150.000
Totalt		2.420.000
Uforutsett 25 %		600.000
Totalt inkl uforutsette kostnader		3.020.000

4.5 Alternativ 2 – kulvert

4.5.1 Beskrivelse av løsningen

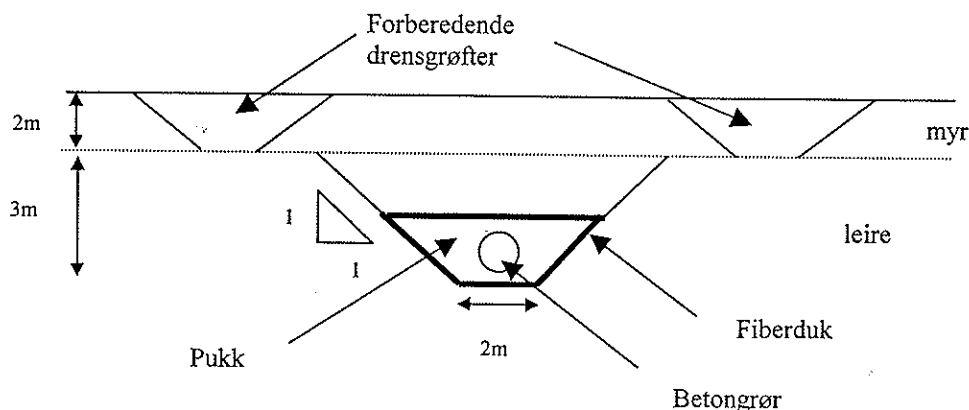
Det legges til grunn at kulverten skal ha en diameter på 1,4m og skal anlegges med samme dybde som kanalen beskrevet i foregående seksjon. Det vil si at bunnen av kulvert skal være ca. 5,0 m under terrengnivå.

Vi forutsetter at grøfta kan graves med noe brattere vegger enn det som er nødvendig for en varig kanal, men prøvegravinger er nødvendige for å gi sikrere tall. Behov for spunting eller grøftekasser vil gjøre arbeidet dyrere, og også gi praktiske problemer for plasseringen av kulverten-

Kulverten bør bygges av betongelementer. Alternativene GUP-rør eller korrugerte PE rør er vurdert, men forkastet. Slike rør er lettere å håndtere enn betongrør, men krever omhyggelig tilbakefylling av tilkjørte friksjonsmasser for ikke å bli ødelagt. I tillegg er disse rørene så lette at det er fare for oppdrift i et vannmettet myrområde. Innkjøpskostnadene er heller ikke mye mindre enn for betongrør, og arbeidet med å legge dem kan under de rådende forhold bli nokså

tidkrevende. Etter våre vurderinger vil derfor betongrør gi best kvalitet for den minste totalkostnaden.

Betongkulverten må legges i seng av pukk, og det må benyttes fiberduk for å skille denne fra leira. Et tverrsnitt gjennom kulverten er vist på Figur 7.



Figur 7 - Tverrsnitt av kulvert

4.5.2 Gjennomføring av arbeid med kulvert.

For å kunne gjennomføre løsningen skissert i forrige avsnitt, er det en forutsetning at det er mulig å komme frem med anleggsutstyr, og at vannet som siger inn i byggegropa kan håndteres.

Det forutsettes at arbeidet gjennomføres vinterstid, slik at det kan kjøres på myroverflaten med de aktuelle gravemaskiner og lastebiler. Likevel er det lite trolig at myra bunnfryser, og uten forhåndsdrainering kan det forventes stort innsig av vann etter man har gravd gjennom det frosne laget.

For å hindre dette foreslås det samme forberedelsesarbeid som for kanal-løsningen, dvs. at det i forkant av hovedarbeidet graves en drengroft på hver side av den planlagte traséen ned til toppen av leira. For kulvertalternativet bør drengroftene være nærmere hverandre enn for kanalalternativet (f.eks. ca 15 m fra hverandre).

Etter det meste av vannet er drenert ut av myra langs traséen, kan hovedarbeidet påbegynnes. Den beste måte å gjennomføre arbeidet er antageligvis å grave ut mellom dreneringsgroftene ned til leirlaget med utstyr plassert på frossen mark på hver side av, eller foran utgravningen. Arbeidet må startes fra nedstrøms ende.

For å unngå problemer med sikring foreslås det at byggegropa graves med slake nok sideskråninger til å stå uten sikring lenge nok for installasjon av kulverten. Prøveutgraving i full skala er nødvendig for å avdekke hvor bratte sidekantene kan være for slikt vinterarbeid. Ettersom disse prøveutgravninger ikke er foretatt, legger vi i beregningene til grunn at sideskråninger på 1:1 kan benyttes. Ustabile skrån timer vil til en viss grad kunne stabiliseres ved å trekke myrmassene bort fra kanten av byggegropa.

For å unngå setninger av røret blir det viktig å sørge for at byggegropa er ren for snø og is før installasjonen. Det vil også være fordelaktig at gropa stå åpen i kortest mulig tid for å redusere inntrenging av frost i leirmassene under kulverten.

4.5.3 Kostnadsoverslag

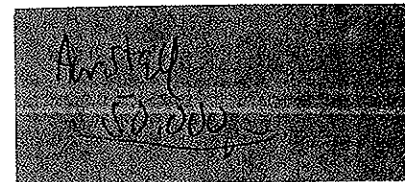
Kostnadsoverslaget er basert på beskrivelsene i foregående avsnitt. Overslaget er forbundet med betydelig usikkerhet, både når det gjelder volumet av masser som må graves ut og praktiske problemer med legging av rør. Kostnadene for rørene er såpass høye at størrelsen på de rabatter som kan oppnås vil bety mye for prosjektets total kostnad.

Vi har i nedenstående beregninger ført opp listeprisen for rør, kr. 3.500 pr m, og regnet at fraktkostnader og håndtering går opp i opp med de rabatter som vil kunne oppnås pga. den store lengden av kulverten. Bodø Betong AS oppgir til sammenligning pris kr. 7.200 pr. 2-meter levert kai Finneid, men regner med å kunne redusere noe i en konkurranse. For plassering av kulverten i grøfta er regnet 10.000 kr pr 14 m, som anses for en god dagsjobb.

For utgraving har vi regnet 20 kr/m³ masse. Siden grøfta i dette tilfelle vil bli smalere enn ved åpen kanal, regner vi at det kan bli noe enklere å ta ut massene, og vi regner ingen vesentlig transport av disse. Fiberduk klasse 4 er regnet til 15 kr/m² og for tilbakefylling er regnet til 5 kr/m³. For levering av stein til omfylling har vi regnet 150 kr/m³. Postene i kostnadsoverslaget samt forutsetninger er forøvrig beskrevet i tabellen nedenfor. Det er tillagt 25 % for å ta høyde for usikkerheter forbundet med gjennomføring av gravearbeidene og legging av rør. De foreslåtte prøvegravninger vil kunne redusere disse usikkerheter. Tallene er avrundet.

Post	Kommentar / forutsetninger	Kostnads- overslag
Forberedende arbeid		
Grøfter for forh�ndsdr�nering av myra.	2 kanalaler a 600 m. Utgravning av 10 m ³ pr. løpende meter. Massene deponeres på myrområdet innen 50m av dr�neringsgr�fta.	310.000
Hovedarbeid		
Utgravning av kulvert	Gjennomsnittlig 22 m ³ myr og 15 m ³ leire pr. løpende meter. Massene deponeres på myrområdet innen 50m fra traséen	450.000
Fiberduk	Inkl. plassering. 11 m ² løpende meter.	100.000
Stein under og rundt røret	Inkl. plassering. 8 m ³ pr løpende meter.	720.000
1,4m diameter betong r�r, inkl. frakt.	600m � kr. 3.500	2.100.000
2 stk. kummer		20.000
Legging av rør		430.000
Gjenfylling over røret med utgravde masser (myr og leire).	Dosing - kr.5,- pm m ³	90.000
Rigg og drift		200.000
Totalt		4.420.000
Uforutsett 25 %		1.100.000
Total inklusive uforutsette utgifter		5.520.000

4.6 Konklusjon og behov for ytterligere arbeid



4.6.1 Konklusjoner

Både de antatte kostnader, usikkerhetene i kostnadsoverslagene og praktiske forhold vedrørende etablering og fremtidig vedlikehold tilsier at en åpen kanal er det beste alternativet. Til tross for behovet for en bred utgraving er denne løsningen vesentlig billigere, og er lettere å gjennomføre. I tillegg kan leirmassene som graves ut benyttes som toppdekke på Dampen fyllplass.

4.6.2 Full skala prøveutgravning

På grunn av den store usikkerhet rundt gjennomføringen ansees det nødvendig å foreta fullskala prøveutgravninger før arbeidet gjennomføres. Disse prøveutgravninger skal planlegges slik at de avdekker følgende problemstillinger:

Forberedende drenasje av myra

- Hvor brede og med hvor skrå vegger må de forberedende drengrøftene graves for å holde seg åpne?

Alternativ 1 – åpen grøft / kanal

- Kan massene graves vinterstid uten stort vanninnslag?
- Er sidekanter med helning 1:3 nødvendig eller er det nok med 1:2.5?
- Hva skjer med sidekantene når telen løser?

Alternativ 2 – kulvert

- Kan man grave i massene vinterstid uten å få stort vanninnslag?
- Hvor bratte kan sidekantene være uten å rase inn mens kulverten legges?

En forutsetning for disse prøveutgravninger er at vannet kan dreneres bort fra arbeidsstedet.

Vedlegg 2

Geotekniske feltundersøkelser

Overløp for Farvikbekken

Fauske Kommune – Overløp for Farvikbekken

Logg for prøveutgravninger og skovlboringer

TP = utgravning

S = skovlboring

P = dybdesondering

TP 1

0 – 1,5 m Myr. Noenlunde uttørket av drenggrøft ved siden av

1,5 – 2,5 m Leirig silt med skjellag ved 1,6 og 2,4 m

Prøve ved 2,4 m

2,5 – 3,8 m Siltig leire

Håndholdt vingebor ved 2,7 m; 32/16 og 32/16

Prøve ved 3,2 m

Håndholdt vingebor ved 3,7m; 26/16, 26/22, 24/20, 22/16.

Lag med små stein ved 3,8 m

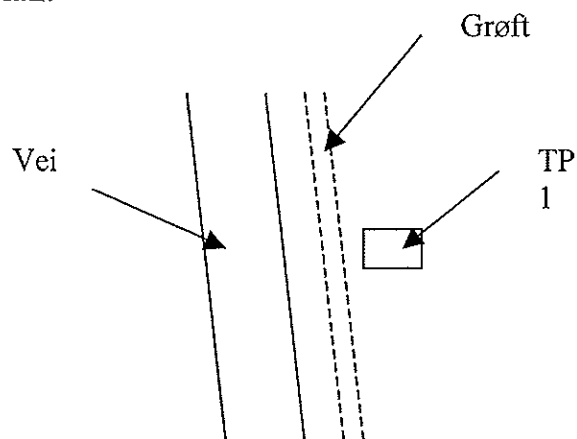
Andre kommentarer:

Sakte vanninsig fra silt ved 2,4 m

Sidene av utgravningen relativt stabile. Mindre avskalling mot bunn.

Minste vingestørrelse benyttet. Resultatene er ganget med to for å gi skjærstyrke. Første tall er uforstyrret skjærstyrke, andre tall er skjærstyrke i omrørt tilstand, f.eks. 32/20.

Plan:



TP 2

0 – 1,0 m Noenlunde uttørket myr

1,0 – 1,3 m Leire med mye silt

1,3 – 4,4 m Siltig leire

Håndholdt vingebor ved 1,7 m: 60/14, 46/14, 52/16 (minste vinge – resultater ganget med 2)

Håndholdt vingebor ved 2,5 m: 28/16, 28/24, 28/20 (minste vinge – resultater ganget med 2)

Prøve 3,1 m

Håndholdt vingebor ved 3,3 m: 28/16, 28/20, 36/20 (minste vinge – resultater ganget med 2)

Håndholdt vingebor ved 3,3 m: 30/15, 34/14, 26/13 (middels stor vinge)

Håndholdt vingebor ved 4,4 m: 23/12, 20/15, 20/12, 22/14 (middels stor vinge)

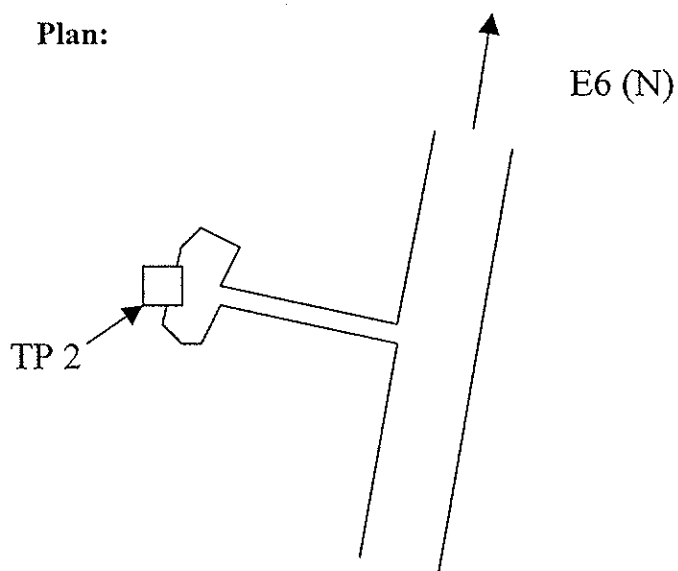
Leiren inneholder enkelte steiner helt opp i til 20 cm størrelse

Andre kommentarer:

Sakte vanninsig fra silt ved 1,3 m, ytterligere mindre innsig fra sprekker i leiren lenger ned.

Sidene av utgravningen ustabil med betydelig avskalling og utrasing etter 1 time.

Plan:



S1

0 – 2,0 m Myr

2,0 – 3,0 m Silt / leirig sil. Enkelte lag med skjell

Prøve ved 2,1 m

Vingeboring (middels stor vinge) ved 2,5 m, 55/40. Dummymåling uten vinge ga 15 ved samme nivået, som tilsvarer styrke 40/25. Resultatene av tvilsom betydning på grunn av høy silt innhold.

3,0 – 5,0 m Bløt siltig leire

Prøver ved 3,0 og 4,2 – 5,0 m

Vingeboring (middels stor vinge) ved 3,1 m, 33/18. Dummy ga 16 ved samme nivået som teoretisk tilsier styrke på 17/2

Vingeboring (middels stor vinge) ved 4,5 m, 33/18, 33/20. Dummy ga 10 ved samme nivået som teoretisk tilsier styrke på 23/8, 23/10.

Vingeboring (middels stor vinge) ved 5,0 m, 32/22. Dummy ga 12 og 10 ved samme nivået som tilsvarer styrke på ca. 21/11.

Vingeboring (middels stor vinge) ved 5,5 m, 32/22. Dummy ga 12 og 13 ved samme nivået som tilsvarer styrke på ca. 20/10.

Andre kommentarer:

Vanskelig å ta opp prøver under 3,0 m.

Vanskelig å finne igjen samme hull etter uttak av prøve (skyldes bløte masser og sannsynlig sammenrasing av hullet).

Skovlen kan rammes ned uten å vri den etter 3,0 m.

Skjærstyrken under bunnen av hullet er unøyaktig på grunn av høy stangfriksjon som antagelig skyldes sammenrasing av hullet.

S2

0 – 1,6 m	Myr
1,6 – 4,2 m	Bløt siltig leire

Prøve ved 2,8 m

Vingeboring (middels stor vinge) ved 3,5 m, 28/18, Dummy ved samme dybde ga 20/15. Teoretisk gir dette en styrke på 8/3 men høy stang friksjon gjør disse resultatene upålitelig.

Vingeboring (middels stor vinge) ved 4,0 m, 36/18 og ved 4,25 32/16. Bruk av samme dummy verdier vil gi 16/3 og 12/1 men høy stang friksjon gjør også disse resultatene upålitelig.

Andre kommentarer:

Vanskelig å ta opp prøve under 2,5 m.

Vanskelig å finne igjen samme hull etter uttak av prøve (skyldes bløte masser og sannsynlig sammenrasing av hullet).

Skovlen kan rammes ned uten å vri den etter 1,6 m.

S8

0 – 2,45 m	Myr
2,45 – 3,5 m	Leirig silt

Vingeboring (middels stor vinge) ved 3,6 m, 38/18. Ved 4,0 m 28/15, og ved 5,0 m 25/18 og 32/21. Dummymåling uten vinge ga skjærstyrke 10 ved et forsøk på 4,0 m. Hvis denne friksjonsverdien trekkes fra blir styrkene som følger:

3,6 m 28/18

4,0 m 18/5

5,0 m 15/8 og 22/11

Andre kommentarer:

Vanskelig å ta opp prøve under 3,5 m.

Vanskelig å finne igjen samme hull etter uttak av prøve (skyldes bløte masser og sannsynlig sammenrasing av hullet).

Skovlen kan rammes ned uten å vri den etter 2,45 m.

Skjærstyrken under bunnen av hullet er unøytaktig på grunn av høy stangfriksjon som antagelig skyldes sammenrasing av hullet.

P2

Myrðybde 1,65 m

P3

Myrðybde 1,65 m

P4

Myrðybde 1,95 m

P5

Myrðybde 2,2 m

P6

Myrðybde 2,0 m

P7

Myrðybde 1,9 m

Vedlegg 3

Geotekniske laboratorieundersøkelser

TERRENGKOTE	DYBDE m	PRØVE	VANNINNHOOLD OG KONSISTENSGRENSER				n	O _{Na}	γ	UDRENERT SKJÆRSTYRKE					S _t			
										S _u (kN/m ²)								
S 1			20	30	40	50	%	%	kN m ³	10	20	30	40	50				
ILT, FINSANDIG	Uren/Skjellrester	■																
TERRENGKOTE																		
S 2		0																
LEIRE, SILTIG	Spør av Torv	■																
TERRENGKOTE																		
S 8		0																
LEIRE, SILTIG	Spør av Uren	■																
TERRENGKOTE																		
S 10		0																
LEIRE, SILTIG	Noe forvitret	■																

PR= Ø 54 mm
SK=SKOVLBORING
PG=PRØVEGROP
LAB.BOK 1903
BORBOK

○ VANNINNHOOLD
— W_L FLYTEGRENSE
— W_p PLASTISITETSGRENSE

n = PORØSITET
O_{Na} = HUMUSINNHOOLD
O_{gl} = GLØDETAP
γ = TYNGDETETHET

▽ KONUSFORSØK
○ TRYKKFORSØK
15-5 % DEFORMASJON VED BRUD
• OMRØRT SKJÆRSTYRKE
S_t SENSITIVITET

Ø-ØDOMETERFORSØK P=PERMEABILITET K=KORNGRADERING T=TREKSIALLFORSØK

SKOVLBORING

STATKRAFT GRØNER
FAUSKE - ANALYSE AV PRØVER

NOTEBY AS
Rådgivende ingeniører MRIF

Oppdrag nr.

101338

Borpunkt nr.

S1/2/8/1

Tegnet

JMO

Rev.

Borplan nr.

-1

Kontr.

Kontr.

Boret dato

31.08.2000

Dato

20.09.00

Dato

Tegning nr.

11

Rev.

Side

1 av 1

TERRENGKOTE TP 1	DYBDE m PRØVE	VANNINNHold OG KONSISTENSGRENSE					n %	O _{Na} %	γ kN/m³	UDRENERT SKJÆRSTYRKE S _u (kN/m²)					S _t
		20	30	40	50					10	20	30	40	50	
SILT, LEIRIG OG SANDIG Noe org.materiale	K		10												
	K		10												
LEIRE, STERKT SILTIG Spor av Skjellrester															
TERRENGKOTE TP 2	0														
LEIRE, SILTIG															
TERRENGKOTE TP 3	0														
TØRRSK.LEIRE, STERKT SILTIG Uren/Sandkorn	K		10												
TERRENGKOTE	0														
	20														

PR= Ø 54 mm
SK=SKOVLBORING
PG=PRØVEGROP
LAB.BOK 1903
BORBOK

○ VANNINNHold
→ W_L FLYTEGRENSE
└ W_P PLASTISITETSGRENSE

n = PORØSITET
O_{Na} = HUMUSINNHold
O_{gl} = GLØDETAP
γ = TYNGDETETTHET

▽ KONUSFORSØK
○ TRYKKFORSØK
15-○-5 % DEFORMASJON VED BRUD
e OMRØRT SKJÆRSTYRKE
S_t SENSITIVITET

Ø-ØDOMETERFORSØK P=PERMEABILITET K=KORNGRADERING T=TREAKSIALFORSØK

SKOVLBORING

STATKRAFT GRØNER
FAUSKE - ANALYSE AV PRØVER

NOTEBY AS
Rådgivende ingeniører MRIF

Oppdrag nr.

101338

Borpunkt nr.

TP1/2/3

Borplan nr.

-1

Boret dato

31.08.2000

Tegning nr.

10

Tegnet

JMO

Kontr.

Dato

11.09.00

Rev.

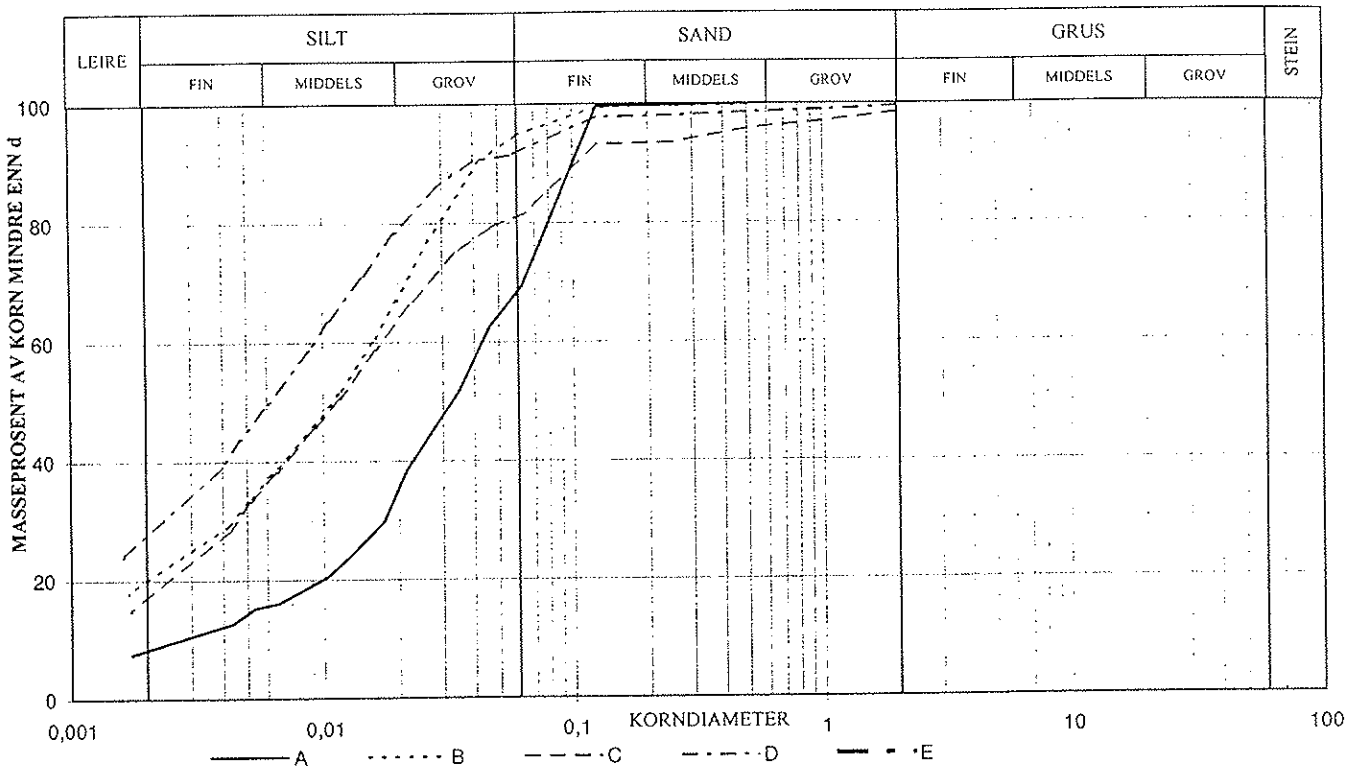
Rev.

Kontr.

Dato

Side

SYM BOL	SERIE NR.	DYBDE (kote)	JORDARTS BETEGNELSE	ANMERKNINGER	METODE		
					TS	VS	HYD
A	TP 1	2,40	Silt, leirig og sandig			X	X
B	TP 1	3,20	Leire, sterkt siltig			X	X
C	TP 3	2,5	Leire, sterkt siltig			X	X
D	S 10	2,5-3,0	Leire, siltig			X	X
E							



SYMBOL:

Ogl. = Glødetap (%)

Ona. = Humusinnhold (%)

Perm. = Permeabilitet (m/s)

$$C_z = \frac{D_{30}^2}{(D_{60})(D_{10})}$$

$$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}$$

METODE:

TS = Tørr sikt

VS = Våt sikt

HYD = Hydrometer

SYM BOL	Vanninnhold %	Humus Ogl %	< 0.075mm %	< 0.02mm %	C_z	C_u	D_{10} mm	D_{30} mm	D_{50} mm	D_{60} mm
A				35,1			0,003	0,018	0,033	0,044
B				67,3				0,004	0,011	0,016
C				63,3				0,005	0,011	0,017
D				78,8				0,003	0,006	0,009
E										

KORNGRADERING

STATKRAFT GRØNER
FAUSKE - ANALYSE AV PRØVER

Konstr./Tegnet

Kontrolert

Dato

Godkjent

11.09.00



NOTEBY AS

Rådgivende ingeniører MRIF

OPPDRAG NR.

101338

TEGN.NR.

60

REV.