

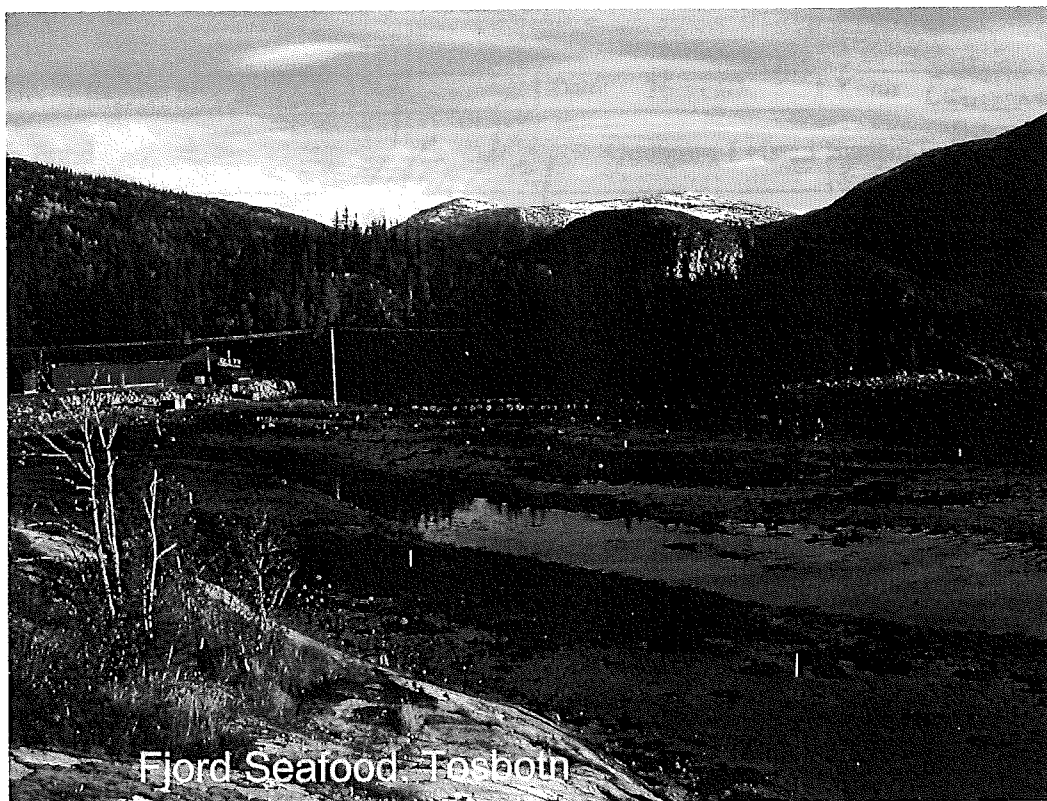
Fjord Seafood Norway AS Tosbotn klekkeri og settefiskanlegg

**Grunnundersøkelser
Geoteknisk vurdering**

630415A

Rapport nr.1

Dato 26.11.03



Fylke Nordland	Kommune Brønnøy	Sted Tosbotn	UTM (ED50) 04032 72463
Byggherre			
Oppdragsgiver Fjord Seafood Norway AS			
Oppdrag formidlet av Siv. ing. Jan Lian AS, Overhalla			
Oppdragsreferanse Oppdragsbekreftelse av 08.10.03			
Antall sider 7	Tegn.nr 101 - 112	Bilag.nr.	Antall tillegg 2

Prosjekt-tittel

**Fjord Seafood Norway AS
Tosbotn klekkeri og settefiskanlegg**

Rapport-tittel

**Grunnundersøkelser
Geoteknisk vurdering**

Oppdrag nr: 630415A	Rapport nr: 1	Rev:	Dato: 26.11.03	Kontr: <i>EMC</i>
Oppdragsleder: Eystein Enlid		Utarbeidet av: <i>[Signature]</i> Oddbjørn Lefstad/Eystein Enlid		
Sammendrag				
<p>Grunnundersøkelser i strandsonen ved Tosbotn klekkeri og settefiskanlegg viser sand og silt over leire og fjell. Lagpakkenes tykkelse øker generelt i retning mot fjorden, og dybden til fjell øker fra omkring 10 meter innerst og til henimot 25 meter ytterst. Leira er bløt og er til dels kvikk nærmest land.</p> <p>Planlagt oppfylling i 2 alternativer er stabilitetsmessig gjennomførbar, forutsatt at det benyttes lagvis oppfylling og avtrappet fyllingsfront hvor det forekommer kvikkleire. Av hensyn til usikker marbakkestabilitet og mulighet for bakovergrepene utvikling av skred startet i marbakken, anbefales fyllingskanten lagt minst 50 meter innenfor topp marbakke. Av samme grunn tilrås det ikke fylling over Leirelvas løp over fjærområdet, noe som vil endre strømforholdene og sedimentasjonen av masser i marbakken.</p> <p>Planlagt bebyggelse kan fundamenteres i steinfylling, men ved bygging umiddelbart etter oppfylling vil det bli merkbare setninger. Det tilrås noe opphold mellom fylling og bygging for å redusere setningene på bygg og andre installasjoner.</p>				

INNHOOLD

1	INNLEDNING.....	3
1.1	Prosjekt.....	3
1.2	Oppdrag.....	3
1.3	Rapportinnhold.....	3
2	UNDERSØKELSER	3
2.1	Feltundersøkelser	3
2.2	Oppmåling.....	3
2.3	Laboratorieundersøkelser	3
2.4	Resultater.....	4
3	GRUNNFORHOLD	4
3.1	Terreng/sjøbunn	4
3.2	Løsmasser.....	4
3.3	Fjell	5
4	GEOTEKNISK VURDERING.....	5
4.1	Generelt.....	5
4.2	Fyllingsstabilitet.....	5
4.3	Fundamentering på fyllingen	6
4.4	Videre utredning.....	7

TEGNINGER

Tegn. nr.	Rev. nr.	Tittel	Målestokk
101		OVERSIKTSKART	1 : 50 000
102		SITUASJONSPLAN	1 : 1000
103		BORERESULTATER, PROFIL 1	1 : 200
104		BORERESULTATER, PROFIL 2	1 : 200
105		BORERESULTATER, PROFIL 3	1 : 200
106		BORPROFIL, HULL 5	
107		BORPROFIL, HULL 6	
108		ØDOMETERFORSØK	
109		SITASJONSPLAN M. FYLLING OG BYGG	1 : 1000
110		PROFIL 1 M. LAGD., FYLLING OG BYGG	1 : 200
111		PROFIL 2 M. LAGD., FYLLING OG BYGG	1 : 200
112		PROFIL 3 M. LAGD., FYLLING OG BYGG	1 : 200

TILLEGG

- I MARKUNDERSØKELSER
- II LABORATORIEUNDERSØKELSER

1 INNLEDNING

1.1 Prosjekt

Fjord Seafood Norway AS har planer om å anlegge nytt klekkeri og settefiskanlegg ved sitt eksisterende anlegg i Tosbotn. Utvidelsen omfatter utfylling av et ca. 7 - 10 da stort område i strandsonen og nybygg av størrelse ca. 6000 m² oppå fyllingen. Nybygget skal ha 1 og delvis 2 etasjer og skal inneholde vannbasseng, fórlager, klekkeri, verksted og kontorer etc.

Utbyggingsområdets beliggenhet og plassering fremgår av tegning 101 og 102.

1.2 Oppdrag

Oppdraget omfatter grunnundersøkelser i strandsonen og geoteknisk vurdering av de foreliggende utbyggingsplanene.

Oppdraget er formidlet av Siv. ing. Jan Lian AS, som også har utført kartlegging av bunn- og terrengforhold samt fremskaffet grunnlagsmateriale for geotekniske vurderinger.

1.3 Rapportinnhold

Rapporten inneholder resultater fra grunnundersøkelser utført i september/oktober 2003 og beskrivelse av områdets grunnforhold.

I tillegg fremlegges geotekniske vurderinger spesielt knyttet til fyllingsstabilitet, setninger og fundamenteringsforhold.

2 UNDERSØKELSER

2.1 Feltundersøkelser

Det er utført totalsondering med hydraulisk borerigg i 8 punkt med plassering som vist på tegning 102 (situasjonsplan). Det er i tillegg tatt opp 13 stk. Ø 54 mm sylinderprøver fra 2 borehull.

Sonderingene ble ført til dybde mellom 8,4 og 23,6 meter og ble avsluttet i fast grunn eller mot antatt fjell. Prøvene er tatt opp mellom 0 og 14 meter under dagens terreng/sjøbunn.

2.2 Oppmåling

Borpunktene er innmålt i forhold til basislinje (profil 0) som er etablert med utgangspunkt i eksisterende bebyggelse. Se tegning 102. Terreng høyden i borepunktene er nivellert fra fastmerke topp rør ved adkomstveg/bekk med oppgitt høyde +1,12 i NGO høydesystem.

Basislinje og høydefastmerke er kontrollmålt av Siv. ing. Jan Lian AS.

2.3 Laboratorieundersøkelser

På samtlige 13 prøver fra henholdsvis hull nr. 5 og 6 er det foretatt beskrivelse, geoteknisk klassifisering og bestemmelse av vanninnhold. I tillegg er det foretatt måling av tyngdetetthet og udrenert skjærstyrke s_u i uforstyrret og omrørt tilstand.

Videre er det utført 1 stk konsolideringsforsøk i ødometer for å undersøke grunnens setningsegenskaper.

2.4 Resultater

Resultatene fra totalsonderingene og en enkel jordartoversikt i prøvehullene er vist grafisk i terrengprofiler på tegning 103 - 105. Profilene er tegnet på grunnlag av oppmåling ved Siv. ing. Jan Lian AS.

Resultatene fra laboratorieundersøkelsene er sammenstillet i borprofiler på tegning 106 og 107, mens diagrammer med resultater fra ødometerforsøk er vist på tegning 108.

Undersøkelsesmetoder og resultatfremstilling er ellers nærmere forklart i tillegg I og II bakerst.

3 GRUNNFORHOLD

3.1 Terreng/sjøbunn

Det aktuelle utfyllingsområdet går fra dagens fyllingskant på land og utover en slakt hellende strandsonen. Inne ved eksisterende fylling ligger terrenget mellom kote ± 0 og $+1,0$. Strandsonen faller utover, først veldig slakt og deretter tiltagende mot marbakken. Laveste nivå for borepunktene er målt til kote $-1,5$.

På sidene av det aktuelle utfyllingsområdet går det bekke-/elveløp. I øst kommer Leirelva mens en mindre bekk går utover området i vest. Løpene (kanalene) er ca. angitt på tegning 102 og kan sees som forsenkninger utover strandsonen.

Marbakken (ca. kote $-3,0$ - $-6,0$) ligger ca. 130 – 160 meter utenfor basislinjen. Utenfor marbakken er det ujevn bunntopografi og til dels meget steil bunn. I de bratteste partiene tilsier helningen at det må være tilnærmet bart fjell.

Se ellers kart over området, tegning 102.

3.2 Løsmasser

Boringene viser at det generelt er følgende lagdeling i grunnen:

- **Sand**, til dels siltig og med innslag av silt over
- **Leire**, til dels kvikk

Det øvre **sandlaget** er generelt tykkest sentralt i området og tynnere i ytterprofilene (profil 1 og 3). Inne ved land er tykkelsen på sandlaget 2 – 3 meter på sidene og 8 meter i midten.

Sandlaget tiltar ganske jevnt i tykkelse utover området, og maksimal tykkelse på sand/silt er tolket til ca. 18 meter i borepunkt 5, ytterst i midtprofilet.

Sonderingene viser varierende motstand i sandlaget og indikerer at sandlaget er lagdelt, men generelt ikke særlig fast lagret.

I alle sonderingspunktene er det en markert overgang til **leire** under sandlaget.

I hull 1 og 6 inne ved land indikerer sonderingene bløt/kvikk leire. Dette bekreftes av prøvetaking i hull 6 som viser bløt leire, som blir kvikk under ca. 5 meters dybde.

Målt udrenert skjærstyrke i leira i hull 6 varierer mellom 10 og 20 kN/m². Kvikkleira er siltig, mens den noe fastere leira over denne inneholder en del gruskorn.

Sonderingene lenger ute på området (65 – 100 m fra basis) indikerer at leira der er fastere og sannsynligvis ikke kvikk. Tykkelsen på leirlaget varierer innen 2 – 6 meter i borepunktene. Det er minst mektighet på leirlaget i øst, nærmest Leirelva.

Ødometerforsøk på siltig, kvikk leire viser middels kompressibel leire med modultall $m=50$ ($\sqrt{\quad}$ - tilpasning) og konsideringskoeffisient $c_v = 4 - 15 \text{ m}^2/\text{år}$, avhengig av spenningsnivå..

For nærmere detaljer ved løsmassene henvises ellers til tegningene.

3.3 Fjell

7 av 8 sonderinger antas stoppet mot fjell, mens den 8. er avsluttet i faste masser, sannsynligvis i liten dybde over fjell (siden det ikke er indikasjon på vesentlig bunnmorenelag over fjell i noen av de andre punktene).

Fjellet faller fra ca. kote -8 - -12 innerst til ca. kote -21 - - 25 ytterst.

4 GEOTEKNISK VURDERING

4.1 Generelt

Det er i utgangspunktet skissert 2 fyllingsalternativer med tilhørende bygninger (ca. 53 x 114 m²) som vist på tegning 109.

Dagens fyllingsnivå ligger på kote + 2,5 - +3,0, mens den nye fyllingen er planlagt avsluttet på kote + 3,5 (NGO). Oppfylt areal utgjør 7.000 (alt. 1) – 10.000 (alt. 2) m². Det er også ønske om å få vurdert en ytre grense for utfylling til kote +3,5.

Bygg skal utføres i høyde 6 meter i 1 etasje + delvis innskutt 2. etasje.

4.2 Fyllingsstabilitet

På tegning 110 - 112 er fyllingsalternativer og antatt lagdeling i grunnen vist i profiler. Profil 1 og 3 er mest anstrengt stabilitetsmessig, siden det er minst overdekning over leira i disse profilene.

Det fremgår at det er mindre avvik mellom målte høyder i borepunktene og profilene som er tegnet på grunnlag av kartet, men dette har minimal betydning for stabilitetsvurderingene.

Det er lagt til grunn følgende skjærstyrkeparametre for stabilitetsberegning:

Steinfylling: Friksjonskoeff. $t_{\phi} = 0,85$

Sand/silt: Friksjonskoeff. $t_{\phi} = 0,7$

Leire: Udrenert skjærstyrke $s_u = 10 - 20 \text{ kN/m}^2$, middelvei 15 kN/m²

I beregningene er det forutsatt LLV på kote -2,0 og at fyllingen ikke er fullt belastet med vannkar og store lagerlaster før grunnen er delvis ferdig konsolidert av fyllingsvekten.

Minimum materialkoeffisient γ_m (sikkerhetsfaktor mot brudd) i jorda er satt lik 1,4. Dette er også benyttet der det forekommer kvikkeleire, da denne ligger godt innenfor fyllingsfronten mot fjorden.

Beregningene viser tilfredsstillende stabilitet i front av fyllingen, med sikkerhetsfaktor >1,4 for begge fyllingsalternativer.

Med full oppfylling i ett trinn er det imidlertid lav sikkerhet inne ved land, hvor det er liten sandoverdekning over leira og der leira delvis er kvikk. Der må fyllingen utføres i etapper og ha avtrappet avslutning sideveis (kontrafylling). Avtrappingen foresås f.eks utført med et fyllingsrepos på kote + 1,5 i 10 - 15 meters bredde på siden av selve hovedfyllingen. Kravet til avtrappet fylling gjelder fram til omkring 60 meter fra basislinjen. Mot vest bortfaller evt. avtrappingen helt dersom fyllingen føres helt inntil land.

Det forutsettes ellers at steinfyllingen legges ut lagvis og komprimeres. Første lag kan bygges til kote +0,5, deretter benyttes 3 lag á 1,0 meter.

Når det gjelder en ytre grense for utfylling er denne etter vår vurdering avhengig av flere forhold, så som

- Lokal stabilitet av fyllingsfront
- Risiko for tilbakegripende undervannskred

Med så vidt stor sandoverdekning over leira fremover strandsonen, er lokal stabilitet av fyllingsfront tilfredsstillende for fylling nokså nært (ca. 20 meter avstand) marbakken.

Når det gjelder risiko for undervannskred, er det imidlertid i begrenset grad mulig å gjennomføre en beregningsmessig dokumentasjon. Ut fra tidligere beskrevne naturhendelser i norske fjorder kan det imidlertid ikke utelukkes at de øvre sand-/siltmassene kan være disponert for flyteskred. Det kan heller ikke sees bort fra at det kan forekomme kvikkleire under sanden utenfor marbakken.

Den naturlige marbakkestabiliteten kan ellers bli forverret ved endrede sedimentasjonsforhold utenfor vassdrag, og i så måte kan endring av utløpet til Leirelva være ugunstig. Fyllingsalternativ 2 vil måtte endre elvas løp gjennom strandsonen, derimot ikke alternativ 1.

På grunn av mulig risiko forbundet med endrede sedimentasjonsbetingelser tilrår vi å ikke forandre Leirelvas utløp, men sette en fyllingsgrense langs kanalen/elveløpet utover strandsonen. Vi mener også at det vil være riktig å trekke fyllingsfronten tilbake i forhold til marbakken for å sikre mot evt. konsekvens av skredvirksomhet som starter ute i sjøen.

Sikkerhetsavstanden fra fyllingsfront til marbakke er det vanskelig å vurdere eksakt, men skjønnsmessig er vi kommet til omkring 50 meters avstand som minimum, dersom det ikke gjennomføres nærmere grunn- og stabilitetsundersøkelser i selve marbakken. Slike undersøkelser vil bli relativt omfattende.

Ytre grense for fylling til kote + 3,5 er på dette grunnlaget skissert på tegning 109.

4.3 Fundamentering på fyllingen

Utfylling i det omfang som er planlagt her, vil medføre tilleggsbelastning på grunnen og derfor gi **setninger** under fyllingen. For setningsberegning er følgende parametre lagt til grunn, dels på grunnlag av ødometerforsøk og dels på grunnlag av erfaringstall:

Kompresjonsmodul:

Leire: Modultall $m = 50$ ($\sqrt{\quad}$ - tilpasning)

Silt/sand: Modultall $m = 150 - 250$ ($\sqrt{\quad}$ - tilpasning)

Konsolideringskoeffisient:

Leire: $c_v = 7 \text{ m}^2/\text{år}$

Silt/sand: $c_v = 200 - 300 \text{ m}^2/\text{år}$

Beregnet konsolideringssetning varierer innen området 9 – 15 cm, avhengig av fyllingstykkelsen og mektigheten på jordlagene i grunnen. Størst setning er beregnet for jordprofiler typisk for de ytterste borepunktene (punkt 5 og 8) og minst i øst ved Leirelva (punkt 2).

Det er leirlagene, og da særlig tykkelsen av disse, som styrer den tidsmessige utviklingen av setningene. Lagene er teoretisk ferdig konsolidert i løpet av 1 – 1,5 år. Imidlertid gjenstår bare 3 – 5 cm setning etter ca. 4 mnd.

Generelt viser beregningene økende setning utover på fyllingen i retning mot fjorden, men setningsforskjellene er ikke store beregningsmessig. Likevel viser erfaring at det i praksis gjerne registreres differenssetninger også under like forhold. Differenssetning på inntil 40 % av totalsetningene er nokså vanlig.

På bakgrunn av beregningene mener vi at de gjenstående setninger og differenssetninger etter 4 mnd. burde være innenfor en akseptabel grense. Således mener vi at området som sådan bør kunne regnes bebyggbart innen 4 mnd. etter oppfylling. Utstrekning i tid for både fylling og bygging vil ellers tilsi at oppholdet mellom utførelse av fyllingsarbeider og øvrige byggearbeider i praksis vil kunne reduseres.

Bæreevnen for fundamenter i steinfylling vil være avhengig av fundamentdimensjon og fundamenteringsdybde. For foreløpig dimensjonering kan det regnes med overført grunntrykk av størrelse 350 – 400 kPa (f.eks søylefund., dybde 0,6 m, bredde 1 – 2 m). Nøyaktig bæreevneberegning kan utføres når bygget er lastberegnet.

Nevnte grunntrykk gjelder for steinfylling med tykkelse minst 3 meter. For fundamenter for bygninger på land må det gjøres nærmere vurdering, og for disse må det regnes med dårligere bæreevne, spesielt om sandlagets mektighet over leira avtar videre innover land.

Ved fundamentering på fyllingen, vil bygningslasten i liten grad føre spenninger gjennom steinfylling og sandlag og ned i den kompressible leira og vil derfor gi lite tilleggssetning. Derimot vil vanntanker med diameter 8 og 12 meter, medføre spenningsøkning til større dybde. Størrelsen på totalsetningene av bassengene (tillegg til områdesetning) vil være avhengig av hvor tett disse plasseres, mens overslag for enkeltbasseng gir 2 – 3 cm setning. Vi antar dette bør være akseptabelt, men bør muligens vurderes nærmere.

4.4 Videre utredning



Rapportens vurderinger er gitt for planer som er utarbeidet på et tidlig stadium. Det vil således være detaljer som ennå ikke klarlagt og som krever nøyere geoteknisk vurdering.

Når fyllingsutstrekning og bygningsplassering inkl. innvendig arrangement og laster er nærmere avklart, bør det foretas geoteknisk gjennomgang av planene.

Dersom det er aktuelt å fylle utenfor angitt ytre grense for fylling må det foretas supplerende undersøkelser.

SE MEDLEDE A3

Terrengkote
① — Boret dybde i løsmasser
Kote antatt fjell

	FJORD SEAFOOD NORWAY AS TOSBOTN KLEKKERI OG SETTEFISKANLEGG	MALESTØKK 1:1000	OPPDRAG 630415
	SITUASJONSPLAN MED FYLING OG BYGG ① Totalsondering ② Prøveserie	TEGNET/KONTR. BSU/  DATO 24.11.03	BILAG TEGN. NR. 109