

4. MATERIALPARAMETERE

4.1 Tyngdetetthet

Tyngdetetthet er bestemt på grunnlag av rutineundersøkelser ref./1/ og erfaringsparametere. Benyttet tyngdetetthet er oppgitt i tabell 1.

Tabell 1: Tyngdetetthet

Løsmasse	Romvekt, γ [kN/m^3]	Grunnlag
Sprengstein	19	Erfaringsparametere
Skjellsand	16	Rutineundersøkelser
Leire	21	Rutineundersøkelser
Silt	20	Rutineundersøkelser
Faste masser (antatt sand- og grusdominert)	18 *	Erfaringsparametere

*minimumsverdi brukt i beregningene. Reell verdi er trolig større.

4.2 Udrenert skjærfasthet

4.2.1 Tolkning

Udrenert skjærfasthet i leire er tolket fra trykksonderinger (CPTU) og skjærfasthetsmålinger utført på uforstyrrede 54 mm prøver i laboratoriet.

Registrerte skjærfasthetsverdier fra rutineundersøkelsene er tolket som direkte skjærstyrke med anisotropiforhold $Cu^D=0,63Cu^A$. Det er plottet aktiv skjærfasthet fra forsøkene i CPTU-tolkningen (målt skjærfasthet i lab er delt på 0,63).

CPTU er tolket iht. Karlsrud et. al. 2005 ref./7/ med følgende N-verdier:

$$N_{\Delta U} = 6.9 - 4 \cdot \log OCR + 0.07 I_p \quad \text{for } St < 15$$

$$N_{\Delta U} = 9.8 - 4.5 \log OCR \quad \text{for } St > 15^*$$

$$N_{KT} = 7.8 \cdot 2.5 \log OCR + 0.082 I_p \quad \text{for } St < 15$$

$$N_{KT} = 8.5 + 2.5 \log OCR \quad \text{for } St > 15^*$$

*ikke aktuelle i dette tilfellet

I tillegg har CPTU-tolkningen en tolkning med $N_{\Delta U} = 4 + 4.5 B_q$ for sammenligning. Det er en kurvetilpasning (Eggereide) basert på korrelasjoner mellom blokkprøver og målt poretrykksrespons (B_q) presentert i ref. /8/.

Benyttet tyngdetetthet og I_p i CPTU tolkningene er oppgitt i tabell 2.

Tabell 2: Benyttet tyngdetetthet og I_p i CPTU tolkninger

CPTU-tolkning	Tyngdetetthet [kN/m^3]	I_p [%]
11	21	11
21	21	7
23	20	4,5
26	21	4,9

Overkonsolideringsgraden (OCR) er tolket fra utførte ødometerforsøk presentert i ref. /1/. OCR er tolket til å være i størrelsesorden 1,1-1,8 i området. Dette tilsvarer et tidligere terrengnivå på ca. -2,5 m.

For å beregne poretrykksforhold i CPTU-tolkningen er det tatt utgangspunkt i målt vanndybde ved tidspunkt for boring.

4.2.2 Designverdi

Skjærfasthetsprofil er valgt ut fra tolkede trykksonderinger (CPTU). Designverdiene er presentert i CPTU tolkningene, se vedlegg 5.

4.2.3 Anisotropi og tøyingskompatibilitet

Leiras udrenerte skjærfasthet varierer med hovedspenningsretningene. For å ivareta dette anisotropiforholdet er det brukt følgende forhold mellom fasthetsverdiene:

- $Cu^C =$ målt styrke ved CPTU eller treaks
- $Cu^D = 0,63 * Cu^C$
- $Cu^P = 0,35 * Cu^C$

Anisotropiforholdet er anbefalt i NIFS rapport 14/2014 ref./9/.

4.3 Effektiv skjærfasthet

Effektivspenningsparametere er bestemt på grunnlag av treaksialforsøk og erfaringsparametere.

Det er i stabilitetsberegningene benyttet følgende parametere:

- *Sprengstein*
Friksjonsvinkel, $\tan\phi = 0,9$
Stabilitetsberegninger: Attraksjon, $a=5$ (kohesjon, $c=4,5$)
Spuntberegninger: Attraksjon, $a=0$ (kohesjon, $c=0$)
(erfaringsparametere)
- *Skjellsand*
Friksjonsvinkel, $\tan\phi = 0,65$
Attraksjon, $a=0$ (kohesjon, $c=0$)
(erfaringsparametere)
- *Silt*
Friksjonsvinkel, $\tan\phi = 0,6$
Attraksjon, $a=0$ (kohesjon, $c=0$)
(erfaringsparametere)
- *Leire, siltig, sandig*
Friksjonsvinkel, $\tan\phi = 0,6$
Attraksjon, $a=0$ (kohesjon, $c=0$)
(tolket fra treaksialforsøk)
- *Faste masser, antatt sand og grus*
Friksjonsvinkel, $\tan\phi = 0,7$
Attraksjon, $a=10$ (kohesjon, $c=7$)
(erfaringsparametere)

4.4 Kvalitet av grunnundersøkelser

54 mm sylindrerprøver av siltig, sandig leire, tatt med stål- og plastsylindere ligger i henholdsvis kvalitetsklasse 1-2 og 2-3, iht. NGFs veiledning for prøvetaking, ref. /10/. Tilbakemeldinger fra vårt laboratorium er at leirprøvene inneholder så mye sand og gruskorn at alle prøvene må regnes som noe forstyrret.

Vurdering av kvaliteten av treaksialforsøkene i ref. /1/ er vist i tabell 3. Bestemmelse av prøve kvalitet er basert på endring i porettall iht. tabell 6 i ref. /10/.

Tabell 3: Kvalitetsklasse treaksialforsøk

Prøve	OCR	$\Delta V[\%]$	$\Delta e/e_0$	Kvalitetsklasse
Punkt 13 lab 3, dybde 4,25 m	1,4	3,7	0,083	Dårlig
Punkt 13 lab 3, dybde 4,35 m	1,4	3,3	0,118	Dårlig
Punkt 21 lab 11, dybde 5,3 m	1,1	2,9	0,070	God til brukbar
Punkt 21 lab 11, dybde 5,55 m	1,1	3,0	0,069	God til brukbar
Punkt 21 lab 13, dybde 9,45 m	1,1	4,5	0,124	Dårlig
Punkt 21 lab 13, dybde 9,55 m	1,1	5,4	0,147	Veldig dårlig
Punkt 26 lab 16, dybde 6,45 m	1,8	3,6	0,088	Dårlig
Punkt 26 lab 16, dybde 6,55 m	1,8	6,7	0,160	Veldig dårlig

Trykksonderinger (CPTU) tilfredsstillende anvendelsesklasse 1 iht. ref./11/. Kvalitetsskjema for utførte trykksonderinger er gitt i ref. /1/.

4.5 Lagdeling

Løsmassene består hovedsakelig av et topplag av skjellsand over siltig, sandig leire ned til faste masser over fjell. Det siltige leirelagets definisjon varierer mellom silt og leire i ulike borpunkt, hovedsakelig defineres massene som leire. Vi tolker dette som samme masse med lokale variasjoner og i stabilitetsberegningene ved totalspenningsanalyser er det derfor benyttet udrenert skjærfasthet (c-profil) for å angi styrke i siltlaget og ikke effektivspenningsparametere.

5. STABILITETSFORHOLD

5.1 Kritiske snitt

5.1.1 Fylling vest for molo

Planlagt fylling vest for molo er lik i alle fyllingsalternativene. Her er det valgt å se på to profil, profil 1 og 2, som vurderes som de mest kritiske. Profil 1 og 2 går henholdsvis sørøst-nordvest og øst-vest fra fyllinga og ut i sjøen. Profilenes beliggenhet er vist på situasjonsplan, tegning 202.

5.1.2 Alternativ 1

Fyllinga inne i moloen skal avsluttes med en kai mot nord, stabiliteten i den retningen vil være ivaretatt av profil 8. For kontroll av stabiliteten av fyllinga mot øst og vest er det valgt å regne på 3 profil. Profil 3 og 4 er tatt ytterst på fyllinga henholdsvis vest mot øst og øst mot vest. Profil 5 går nærmere land fra øst mot vest. Profilenes beliggenhet er vist på situasjonsplan i tegning 202.

5.1.3 Alternativ 2

For alternativ 2 er det nødvendig med stabilitetsberegninger i 1 profil, profil 6. Kontroll av stabilitet for resten av fyllingsalternativet er dekket av profil 4, 5, 3 og 8. Profil 6 er tegnet inn på situasjonsplan i tegning 202.

5.1.4 Alternativ 3

Kontroll av stabiliteten for fyllingsalternativet er ivaretatt i beregningsprofil 4,5, 6 og 8.

5.1.5 Alternativ 4

Stabilitetsforholdene i fyllinga vil være tilsvarende som for alternativ 1. Det må i beregningsprofil 6 gjøres beregninger for en situasjon med molo.

5.1.6 Alternativ 5

Stabilitetsforholdene i fyllinga vil være tilsvarende som for alternativ 1. For planlagte kai innenfor moloen, vest for Grøntvedts Pelagics eksisterende kai, må det utføres stabilitetsberegninger for dagens situasjon. Stabilitetsberegninger for kai er utført i profil 7. Profil 7 er tegnet inn på situasjonsplan i tegning 202.

5.2 Beregningsgrunnlag og forutsetninger

Stabilitetsberegninger er utført i dataprogrammet GeoSuite Stability som er en del av GeoSuite-pakken. GeoSuite Stability baserer seg på en likevektsbetraktning av potensielle bruddflater. Styrkefordelingen for anisotropiforhold langs skjærflaten er automatisk i dataprogrammet GeoSuite Stability.

Krav til sikkerhetsnivå for fyllingene er vurdert med bakgrunn i Statens vegvesens håndbok V220 ref./12/. som baserer seg på Eurocode 7 ref./5/. For kai og havnearlegg er det antatt konsekvensklasse er antatt CC2, konsekvensgrad alvorlig. Løsmassene tilsier at aktuell bruddmekanisme er nøytralt brudd. CC2 og nøytralt brudd medfører at det stilles krav til materialfaktor $\gamma_m \geq 1,4$. Disse forutsetningene må detaljvurderes for senere planfaser.

I stabilitetsberegningene er det benyttet laveste observerte vannstand kote -1,93 (NN1954) og hydrostatisk poretrykksfordeling med dybden.

5.3 Resultat stabilitetsberegninger

Det er utført totalspenningsanalyse for udrenert tilstand og effektivspenningsanalyse for drenert tilstand. Beregninger i profil 1-8 er utført for situasjoner med fylling og beregning i profil 7 er utført for dagens situasjon. Det er utført beregninger med sirkulære skjærflater, men det er utført kontrollberegninger for sammensatte skjærflater der dette er vurdert som hensiktsmessig. Resultat fra stabilitetsberegninger er gitt i tabell 4.

Tabell 4: Resultat stabilitetsberegninger

Profil	Situasjon	Tegningsnr.	Spenningstilstand	Materialfaktor
1	Fyllingsalt. 1-5	203	Totalspenning	0,63
1	Fyllingsalt. 1-5 med motfylling	204	Totalspenning	1,41
1	Fyllingsalt. 1-5 med motfylling	205	Effektivspenning	2,19
2	Fyllingsalt. 1-5	206	Totalspenning	0,72
2	Fyllingsalt. 1-5 med motfylling	207	Totalspenning	1,43
2	Fyllingsalt. 1-5 med motfylling	208	Effektivspenning	2,0
3	Fyllingsalt. 1, 4 og 5	209	Totalspenning	0,64
4	Fyllingsalt. 1-5	210	Totalspenning	0,63
4	Fyllingsalt. 1-5 med motfylling	211	Totalspenning	1,41
4	Fyllingsalt. 1-5 med motfylling	212	Effektivspenning	2,4
5	Fyllingsalt. 1-5	213	Totalspenning	0,66
6	Fyllingsalt 2	214	Totalspenning	0,64
6	Fyllingsalt. 4	215	Totalspenning	0,67
7	Dagens situasjon, alt. 5	216	Totalspenning	2,99
7	Dagens situasjon, alt. 5	217	Effektivspenning	2,29
8	Fyllingsalt. 1-5	218	Totalspenning	0,42

5.4 Vurdering av stabilitetsforhold

5.4.1 Profil 1 og 2, stabilitet for fylling vest for molo

Stabilitetsberegninger for planlagte utfylling vest for moloen, profil 1 og 2 viser at for å få tilstrekkelig stabilitet er det nødvendig med tiltak. Vi foreslår en løsning med motfylling for å bedre stabiliteten i fyllingsfoten. Nødvendig motfylling i profil 1 er i 2 trinn med en utstrekning i størrelsesorden 50 m, se illustrasjon i tegning 204-205. I tillegg er det gjort en overslagsberegning av stabiliteten i marbakken i profil 1. Her har vi fått materialfaktor 1,5, det vil si god nok stabilitet.

I profil 2 er det også behov for motfylling for å bedre stabilitetssituasjonen. I profil 2 er det skissert en løsning med motfylling i 1 trinn med en utstrekning i størrelsesorden 30 m, se illustrasjon i tegning 206-207.

5.4.2 Profil 3, stabilitet mot nordøst for fylling innenfor molo

Stabilitetsberegninger i profil 3 viser at det er ikke tilstrekkelig sikkerhet mot nordøst for den planlagte fyllinga inne i moloen. En motfylling ved fyllingsfoten er ikke aktuelt, da det er forutsatt at det ikke skal fylles lenger øst for planlagte fyllingskant. Det er sett på løsninger med å redusere fyllingas omfang og etablere en motfylling, men vi har ikke funnet en løsning som gir tilfredsstillende sikkerhet. Alternative løsninger er skissert i kapittel 9.

5.4.3 Profil 4 og 5, stabilitet mot vest for fylling innenfor molo

For å få tilstrekkelig stabilitet i profil 4 må det etableres ca. 70 m motfylling, se tegning 210 og 211. Det er ikke tatt hensyn til om motfyllinga kommer i konflikt med båttrafikk eller andre aktiviteter i område. Dette avgjør om en løsning med motfylling er aktuelt.

Stabilitetsberegninger i profil 5 gir ikke tilfredsstillende sikkerhet mot utglidning, se tegning 212. Det er sett på muligheter med motfylling og å redusere fyllingsomfanget, disse løsningene ga ikke tilstrekkelig stabilitet. Alternative muligheter er skissert i kapittel 9.

5.4.4 Profil 6, stabilitet mot nordvest for fyllingsalternativ 2 og for molo fyllingsalternativ 4

Sikkerheten mot nordvest for fyllingsalternativ 2 og for molo i fyllingsalternativ 6 er ikke god nok. Under planlagte fylling og molo ser det ut til å være bare 2-6 m ned til faste masser. Et mulig tiltak kan da være at det bløtere laget mudres vekk og at fyllingsfronten/moloen etableres direkte på det faste laget. Dette må undersøkes nærmere på grunnlag av supplerende grunnundersøkelser om alternativet blir aktuelt.

5.4.5 Profil 7, kontroll av stabilitet i forbindelse med alternativ 5, utbygging av kai

Stabilitetsberegninger viser tilfredsstillende materialfaktor for dagens situasjon.

5.4.6 Profil 8

Det er ikke god nok sikkerhet for planlagte utfylling i profil 8. Alternative løsninger er skissert i kapittel 9.

6. KAI

Det er i de 5 fyllingsalternativene skissert flere alternativer med kai. Vi har vurdert følgende kailøsninger, spunkai og tradisjonell kai med fylling og peler, vi har også nevnt cellespunkai.

6.1 Spunkai i forbindelse med fylling innenfor moloen (profil 8)

Det er utført en overslagsberegning for en enkeltforankret spunt på nordsiden av planlagte fylling innenfor moloen. Dette gjelder for alle fyllingsalternativene. Spunten må dimensjoneres/kontrolleres i senere planfaser.

Forutsetninger:

- Det er tatt utgangspunkt i fylling til kote +3 fra sjøbunn på kote -2,9, og nivå kote -9 foran spunten.
- Det er antatt en nyttelast bak spunten lik 50 kPa.
- Materialfaktor, $F=1,4$
- Forankringsstag til plate eller forankringsspunt på kote +0,5.

Benyttede materialparametere er oppgitt i tabell 5.

Tabell 5: Materialparametere for spuntberegning

Dybder	Materiale	Tyngdetetthet [kN/m ³]	Skjærfasthet [kPa]	Friksjonsvinkel [°]	Attraksjon [kPa]
0-6m	Steinfylling	20		42	0
6-8m	Skjellsand	16		32	0
8-12m	Leire	21	20		
12-21m	Leire	21	28		
Under 21m	Morene	21		39	5

Resultat:

- Dimensjonerende moment i spunt: 6340 kN/m³.
- Lengde spuntmåler, $l=24m$
- Dimensjonerende stagkraft, kote+0,5, $Q=1042$ kN/m

Dette krever en ekstremt kraftig spunt. Nødvendig motstandsmoment blir ca. 21000 cm³/m. Største standard profil har 4800 cm³. Det er imidlertid mulig å konstruere en spuntpelevegg med tilstrekkelig styrke. For eksempel har Arbed CBZP motstandsmoment, $W=23200$ cm³/m. Denne har stålvækt 562 kg/m², det vil si at det vil være behov for ca. 13,5 tonn stål per løpemeter spuntvegg.

Det kan være mulig å redusere spuntdimensjonen noe ved å benytte flere stagnivå, men undersjøiske stag er meget kostbare. Det er også mulig å benytte lette fyllmasser bak spunten og på denne måten redusere spuntdimensjonen noe. Sikkerhet mot oppdrift ved høyvann vil begrense omfanget av lette masser.

Ved spuntløsning bør det utføres supplerende grunnundersøkelser for å forhåndsbestemme spuntlengdevariasjonene langs veggen. Det kan for eksempel utføres sonderinger hver 3-5 m langs spuntlinjen.

6.2 Tradisjonell kailøsning for fylling innenfor moloen

En tradisjonell kailøsning innebærer fylling bak kaia med stabil skråning ned til kaifront og pelefundamentert kaidekke. Utførte stabilitetsberegninger viser at det ikke er tilfredsstillende stabilitet for fylling bak kaikanten. Dette medfører at en tradisjonell kailøsning ikke er gjennomførbar med de rådende terreng- og grunnforhold.

Cellespункtai er mest aktuelt der det er gode grunnforhold og behov for å ta opp store kailaster. I bløt leire vil ikke en slik konstruksjon kunne benyttes.

6.3 Kaier ved Holmhaugen (dagens fabrikkområde for Grøntvedt Pelagic, nordøst for molo)

Det er planlagt kai mot nordøst i moloen, mot Holmhaugen, som en forlengelse av eksisterende kai. Det er etter avtale med arkitekt kun sett på en løsning med kai for den østre delen av skissert kai i fyllingsalternativ 5. Det vil si den delen av kaia der det er tegnet et blått bygg på figur 5. Stabilitetsberegninger for dagens situasjon viser at det er god stabilitet og at det her kan benyttes et pelet betongdekke.

Det er planlagt kai nord for Holmhaugen. Vi har ikke grunnlag for å si noe om dette er gjennomførbart. Vi har fått opplyst at det nylig er fylt øst for kaikanten. Det er rimelig å anta at dersom denne fyllinga er utført med tilstrekkelig sikkerhet skal det være mulig å oppføre planlagte kai med tilstrekkelig sikkerhet.

7. UTNYTTELSE AV OPPFYLTE OMRÅDER

7.1 Setninger på grunn av oppfyllingene

Setninger er beregnet med utgangspunkt i ødometerforsøk samt lagdeling tolket fra sonderinger. Grunnen består i hovedsak av et topplag på opptil ca. 2 m med skjellsand, og derunder er det funnet bløt/middels fast leire, enkelte steder under silt. Under leirlaget er det sand/grus ned til fast berg. Setningene er i hovedsak antatt å oppstå i topplaget og leir/siltlaget. Det er regnet med fyllingshøyde opptil kote +3, og det er utført overslagsberegninger for vurdering av setninger for de ulike fyllingsalternativene. Det er ikke tatt hensyn til nyttelast.

Det forventes setninger av størrelsesorden 0,5 m for fyllinga planlagt vest for moloen, alternativ 1-5. Det er forventet å oppstå større setninger i nordre/nordøstre del av fyllinga enn for søndre del, der det er forventet setninger av størrelsesorden 0,1 m.

For den planlagte fyllinga øst for småbåthavna (fyllingsalternativ 1-5), er det forventet setninger av størrelsesorden 0,6 m i nordre/nordøstre del, mens det nærmere land forventes mindre setninger.

Fyllingsalternativ 2 innebærer å fylle opp nordøstre del av moloen i tillegg til å utvide eksisterende kai. Sonderinger indikerer at det er grunt til fast berg i nordøstre del av moloen, inkludert delen som skal fylles opp i forbindelse med utvidelse av eksisterende kai, og det forventes relativt små setninger under denne fyllinga.

Fyllingsalternativ 3 inkluderer også å fylle opp nordøstre del av moloen, men inkluderer ikke utvidelse av eksisterende kai. Det er forventet relativt små setninger under fyllinga i nordøstre del av moloen.

Fyllingsalternativ 5 inkluderer utvidelse av eksisterende kai og oppfylling av området i bakkant av den nye kaikanten. Dette innebærer fyllingshøyde opptil 12 m som resulterer i setninger av størrelsesorden 0,4 m.

Setningsberegninger er generelt usikre og de angitte størrelser gir bare et grovt anslag av en sannsynlig størrelsesorden. Tid for konsolideringssetning øker med kvadratet av tykkelsen av leiravsetningen. For de største tykkelser kan setningene pågå i flere år, med avtagende hastighet.

7.2 Fundamenteringsforhold

Det vil være god bæreevne for direkte fundamentering av bygninger med flere meter mektig steinfylling under fundamentene. Setningsforholdene kan imidlertid medføre at pelefundamentering blir nødvendig. Dette gjelder for eksempel for store enkeltlaste (siloeer o.l.), setningsømfintlige bygg/konstruksjoner og for bygninger som oppføres før det meste av konsolideringssetningene fra oppfyllingene er påløpt. For betydelige laster over større områder, for eksempel dimensjonerende nyttelaster på vei/areal, vil stabilitetsforhold kunne kreve pelefundamentering.

8. VURDERING AV FYLLINGSALTERNATIV

I dette kapittelet er det gjort en vurdering av de ulike fyllingsalternativene. Fyllinga vest for moloen er lik i alle alternativene, og behandles derfor for seg selv.

8.1 Fylling vest for moloen

Den planlagte fyllinga vest for moloen har tilstrekkelig stabilitet med motfylling som beskrevet i kapittel 5.4. Orienterende setningsberegninger indikerer setninger størrelsesorden 0,5 m i den nordre delen av fyllinga og i størrelsesorden 0,1 m i den søndre delen av fyllinga. For å redusere/kontrollere setningsforløpet er det hensiktsmessig med lagvis utfylling som beskrevet i kapittel 9. Differansesetninger er ikke forventet å bli et problem på en fylling med denne utstrekningen.

8.2 Alternativ 1

Planlagte oppfylling innenfor moloen har ikke tilfredsstillende stabilitet mot øst, vest eller nord.

Mot øst er det ca. 15 m leire ned til faste masser. Spunt er en teoretisk løsning, men kostbart, se kapittel 6.1. Med en spuntløsning vil det dessuten oppstå problemer i hjørnet mot kaia på fyllinga, der det heller ikke er tilstrekkelig stabilitet.

Mot vest er det skissert en løsning med motfylling i profil 4. På grunn av terreng- og grunnforhold er ikke denne løsningen mulig i profil 5. En mulighet i profil 5 er å mudre vekk det øvre bløte laget i et bredt belte og etablere fyllingsfoten på fylling ned til faste masser. En utfordring i forhold til mudring er at mektigheten av det bløte laget øker utover i sjøen mot profil 4. Det må utføres supplerende grunnundersøkelser for å se på overgangen mellom profil 4 og 5. Stabilitet etter mudring må deretter kontrolleres.

Langs fyllingskanten i nord er det planlagt kai. Her er det ikke god nok stabilitet for fylling til kote +3. Stabilitetsutfordringene medfører at en tradisjonell kailøsning med fylling og pelet betongdekke ikke er aktuell her. Orienterende spuntberegninger viser at det ikke er mulig å benytte standard spuntdimensjoner og at en spunkai vil være kostnadskrevende.

Det kan forventes setninger opp mot 0,6 m. Differansesetninger er ikke forventet å bli et problem på en fylling med denne utstrekningen.

En mulighet for å bedre grunnforholdene inne i moloen kan være grunnforsterkning med kalksementpeler. Vi har ikke vurdert om dette er mulig i Uthaug havn. Grunnforsterkning med kalksementpeler er nærmere beskrevet i kapittel 9.

Med de gitte forutsetninger blir fyllingsalternativ 1 innenfor moloen vanskelig. Det kan være mulig, men vil være tids- og kostnadskrevende.

8.3 Alternativ 2

For den vestre delen av fyllingsalternativ 2 innenfor moloen gjelder de samme utfordringer for stabilitet og kailøsning som for fyllingsalternativ 1.

For den østre delen av fyllinga er det relativt grunt til fjell. I grunnen under fyllinga er det 2-6 m ned til faste masser, her kan det bløtere laget trolig mudres vekk slik at fyllingsfoten etableres direkte på det faste laget. Det er ikke forventet setninger av betydning i den østre delen av fyllinga.

Det er planlagt kai mot nordøst i moloen som en forlengelse av eksisterende kai. Stabilitetsberegninger for dagens situasjon viser at det er god stabilitet og at det her kan benyttes et pelet betongdekke.

I fyllingsalternativ 2 er det skissert en utfylling øst for Grøntvedt Pelgics fabrikkområde på Holmhaugen. Vi har fått opplyst at det er grunt til fjell og at fyllinga skal ligge på fjell. Forutsatt at dette er korrekt vil det være gjennomførbart med ei fylling her.

8.4 Alternativ 3

For den vestre delen av fyllingsalternativ 2 inne i moloen gjelder de samme utfordringer for stabilitet og kailøsning som for fyllingsalternativ 1.

For en løsning med kai ved fyllingsfoten i den østre delen av fyllinga gjelder de samme utfordringer som for kai i fyllingsalternativ 1.

8.5 Alternativ 4

For fyllingsalternativet innenfor moloen gjelder de samme utfordringer for stabilitet og kailøsning som for fyllingsalternativ 1.

Den planlagte moloen mellom fyllinga og Holmhaugen kan fundamenteres på faste masser som beskrevet i kapittel 5.4. Ved fundamentering på faste maser vil det ikke oppstå setninger av betydning.

Utvidelse av kai gjelder som for fyllingsalternativ 2, det er god stabilitet for dagens situasjon og det kan benyttes et pelet betongdekke.

8.6 Alternativ 5

For fylling øst for Grønvedt Pelagics fabrikkområde på Homhaugen gjelder det samme som beskrevet i alternativ 2. Forutsatt at det er grunt til fjell og at fyllinga skal ligge på fjell vil det være gjennomførbart med ei fylling her.

Det er planlagt kai nord for Holmhaugen, vi har ikke grunnlag for å si noe om dette er gjennomførbart. Det er imidlertid rimelig å anta at dette er mulig siden det er mulig å fylle mellom Holmhaugen og Klettskjæret.

Det bør ikke være geotekniske problemer knyttet til ny utvidet kaikant sørvest for Holmhaugen.

9. FORSLAG TIL MULIGE TILTAK

Planlagte oppfyllinger er ikke gjennomførbare med dagens terreng- og grunnforhold uten ekstratiltak. Det er sett på ulike tiltak som kan gjøre ei oppfylling innenfor moloen mulig. Dette er både tids- og kostnadskrevende løsninger og vi kan ikke garantere at dette er løsninger som vil gjøre ønsket oppfylling gjennomførbar.

9.1 Etappevis oppfylling

Dette er en løsning som av og til benyttes på meget bløt grunn, men med den nåværende skjærfasthet på ca. 20-25 kPa kreves en effektiv overlaging av størrelse minst 100-120 kPa før overlaginga gir langtidsstyrkeøkning. Etappevis oppfylling med ventetid mellom hver etappe er derfor et mulig tiltak bare om det er god nok sikkerhet for en første etappe som har vekt høyere enn dette. Etappevis oppfylling er derfor et lite aktuelt tiltak her.

9.2 Grunnforsterkning med kalksementpeler

Grunnforsterkning med kalksementpeler kan benyttes for å oppnå bedre stabilitetsforhold og for å redusere setninger. Kalksementpeler installeres i sjøbunnen, kalk og sement reagerer med jordmaterialet og øker på denne måten leiras skjærfasthet og stivhet. Erfaringer med kalksementpeler i sjø er kun gjort i lune farvann, vi har ikke undersøkt om Uthaug havn er et egnet område for denne løsningen. Hvis løsningen skal vurderes må gjennomførbarheten av k/c-stabiliseringen vurderes av entreprenører som gjennomfører slikt arbeid. En slik løsning krever supplerende grunnundersøkelser og detaljprosjektering.

9.3 Pelet betongdekke som erstatning for fylling

En teknisk mulig løsning er å pele et betongdekke for hele fyllingsarealet. Dette er et kostnadskrevende alternativ.

10. OPPSUMMERING/KONKLUSJON

Fylling vest for moloen er gjennomførbart med motfylling som stabiliserende tiltak. Det er forventet setninger i størrelsesorden 0,5 m.

Den planlagte oppfyllinga på grunnen innenfor moloen er stabilitetsmessig meget vanskelig. Det kan være gjennomførbart, men vil kreve omfattende og kostbare tiltak.

I den sørøstre delen av moloen, øst for grunnen, er det i fyllingsalternativ 2 skissert en utfylling. Her kan det være mulig å mudre vekk det bløtere laget i grunnen og etablere fyllingsfoten på faste masser. Et alternativ med utfylling bare her er ikke vurdert. Dersom dette er aktuelt må stabiliteten mot grunnen i vest kontrolleres. Her er det rimelig å tro at det er rom for motfylling og at denne løsningen kan være gjennomførbar.

Planlagte kailøsninger i fyllingsalternativ 5 kan trolig utføres med bruk av pelet betongdekke. Vurdering av kai nord for Holmhaugen og utvidelse av hele kailengden sørvest for Holmhaugen er ikke utført i denne rapporten. Dette må utføres før en endelig konklusjon kan bestemmes.

11. SENERE PLANFASER

Det må uansett valg av løsning, utføres supplerende grunnundersøkelser for detaljprosjektering

I senere planfaser må det utføres kontroll av forutsetninger som er gitt i denne rapporten. Dette gjelder spesielt krav til sikkerhetsnivå og antatt nyttelast.

Ved utførelse vil det blant annet være krav om oppfølging av geotekniker, kontroll av setningsforløp og poretrykksoppbygging.



0	15.05.2015		AKM	JHET	EHL
Rev	Dato	Tekst	Utarb	Kontr	Godkj

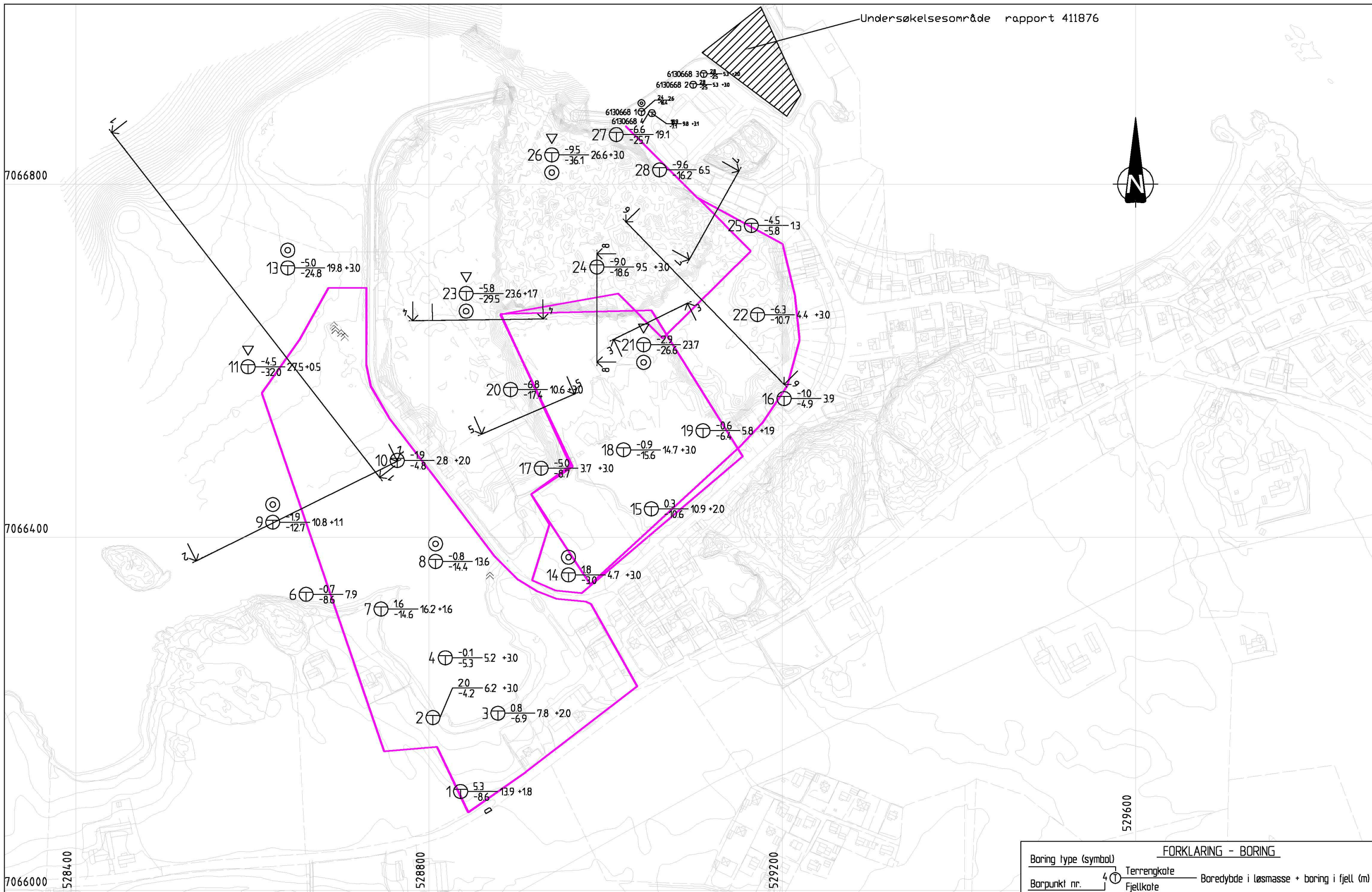
Oppdrag nr: 1350008896 Målestokk: 1: 50 000 Status:

Uthaug havn
Ørland kommune

OVERSIKTSKART
UTM32 (Euref89): 05290 70665

RAMBOLL
Rambøll AS - Region Midt-Norge
P.b. 9420 Sluppen
Mellomila 79, N-7493 Trondheim
TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60

Tegning nr: 201 Rev: 0



FORKLARING - BORING	
Boring type (symbol)	Terrengkote
Borpunkt nr.	Fjellkote
	Boreddybde i løsmasse + boring i fjell (m)

REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
00	29.5.2015		EHL	OAR	OAR
TEGNINGSSTATUS					

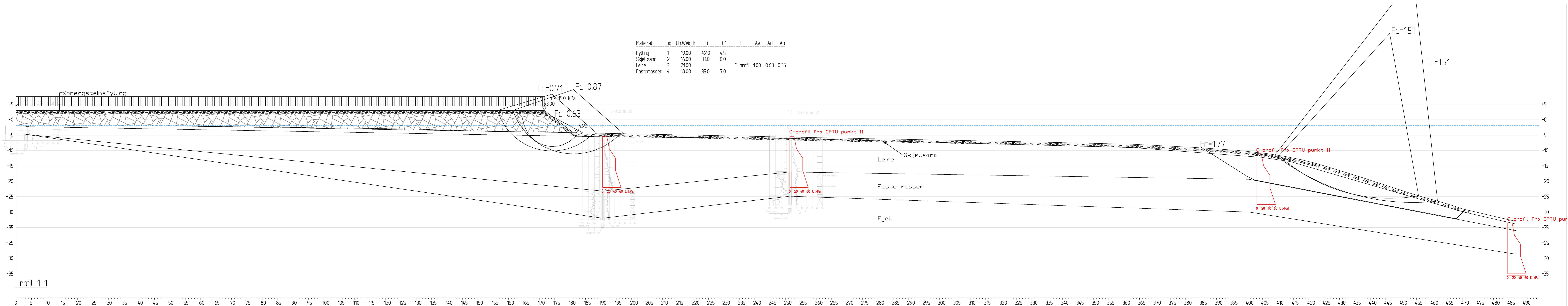
RAMBOLL
 Rambøll AS - Region Midt-Norge
 P.b. 9420 Sluppen
 Mellomila 79, N-7493 Trondheim
 TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60
 www.ramboll.no

OPPDRAG
Uthaug havn
 OPPDRAGSGIVER
Ørland kommune

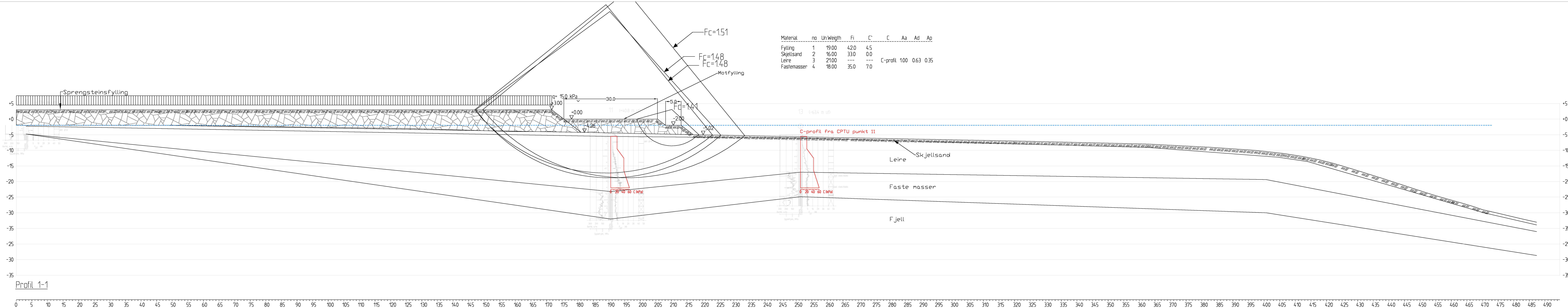
INNHOOLD
SITUASJONSPLAN
 Grunnundersøkelser
 Profiler
 Fyllingsalternativer

OPPDRAG NR.	MÅLESTOKK	BLAD NR.	AV
1350008896	1:4000		
TEGNING NR.			REV.
202			

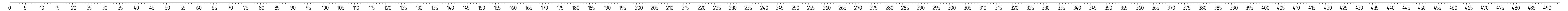
Material	no	Un	Weight	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Fylling	1	19.00	42.0	4.5					
Skjellsand	2	16.00	33.0	0.0					
Leire	3	21.00	---	---					
Fastemasser	4	18.00	35.0	7.0					

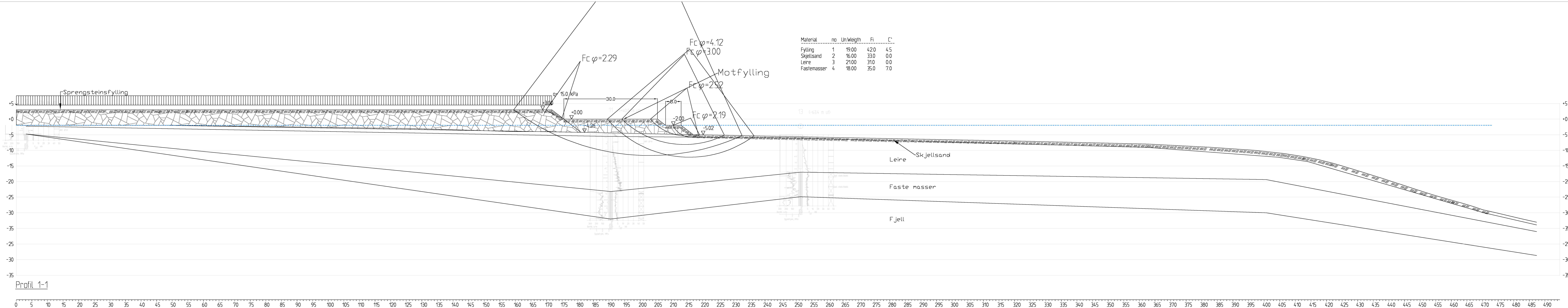


Profil 1-1

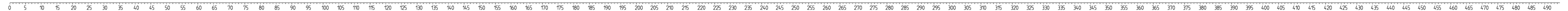


Profil 1-1

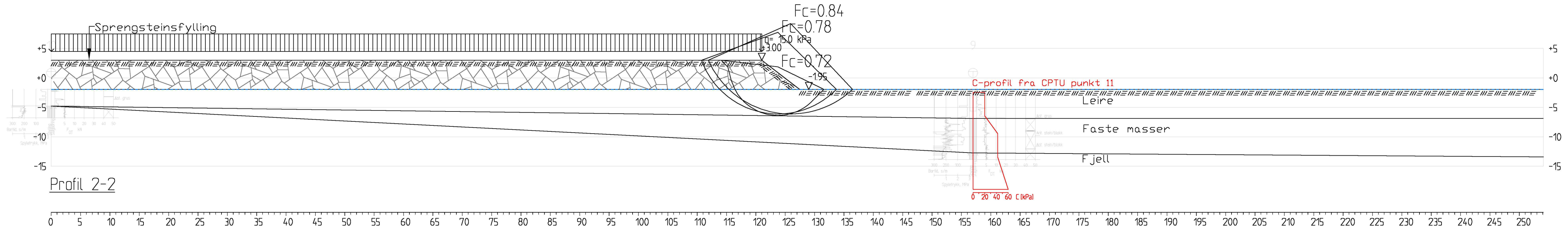




Profil 1-1



Material	no	Un.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Fylling	1	19.00	42.0	4.5				
Leire	2	21.00	---	---	C-profil	1.00	0.63	0.34
Fastemasser	3	18.00	35.0	7.0				



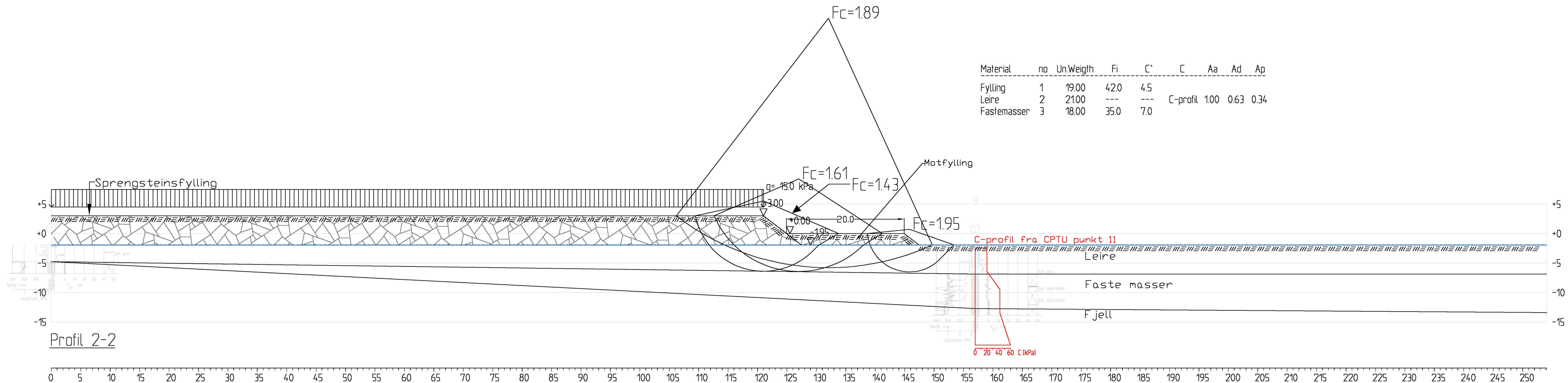
REV.	28.5.2015	ENDRING	EHL	EHU	OAR
TEGNINGSSTATUS			TEGN	KONTR	GODKJ

RAMBOLL
 Ramboll AS - Region Midt-Norge
 P. b. 9420 Sluppen
 Mellomila 79, N-7493 Trondheim
 TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60
 www.ramboll.no

OPPDAG
 Reguleringsplan Uthaug havn
 OPPDRAGSGIVER
 Ørland kommune

INNHOOLD
 STABILITETSBEREGNING
 Profil 2
 Totalspenningsanalyse
 Fyllingsalt. 1-5

OPPDAG NR. 1350008896	MÅLESTOKK 1:400	BLAD NR.	AV
		TEGNING NR. 206	REV.



Profil 2-2

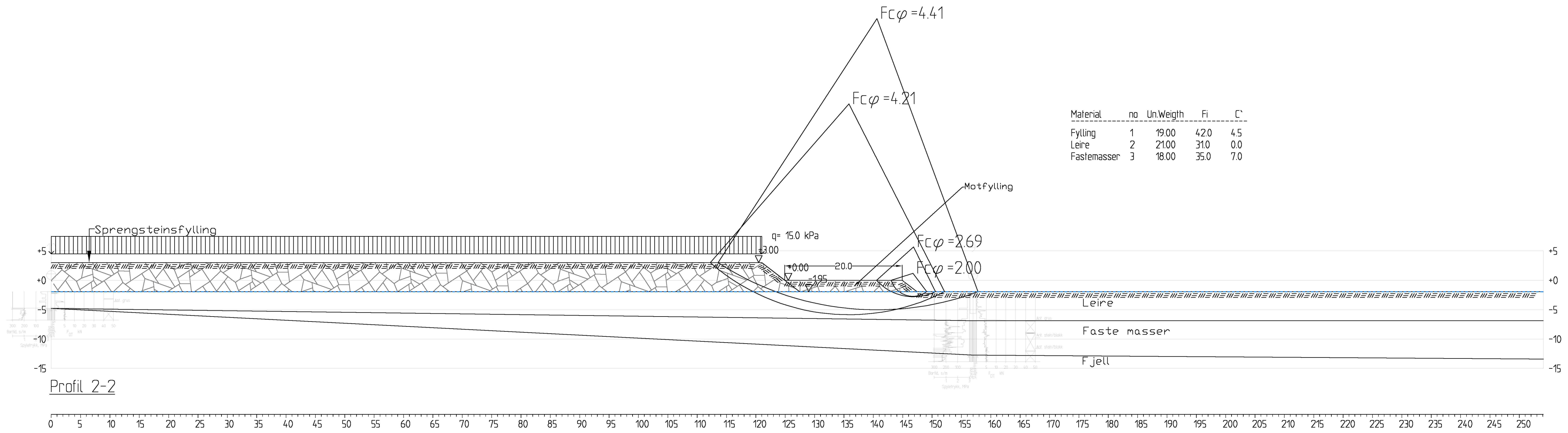
REV.	DATE	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
	28.5.2015		EHL	EHU	OAR
TEGNINGSSTATUS					

RAMBOLL
 Ramboll AS - Region Midt-Norge
 P.b. 9420 Sluppen
 Mellomila 79, N-7493 Trondheim
 TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60
 www.ramboll.no

OPPDRAG
Reguleringsplan Uthaug havn
 OPPDRAGSGIVER
Ørland kommune

INNHOOLD
STABILITETSBEREGNING
 Profil 2
 Totalspenningsanalyse
 Fyllingsalt. 1-5 med motfylling

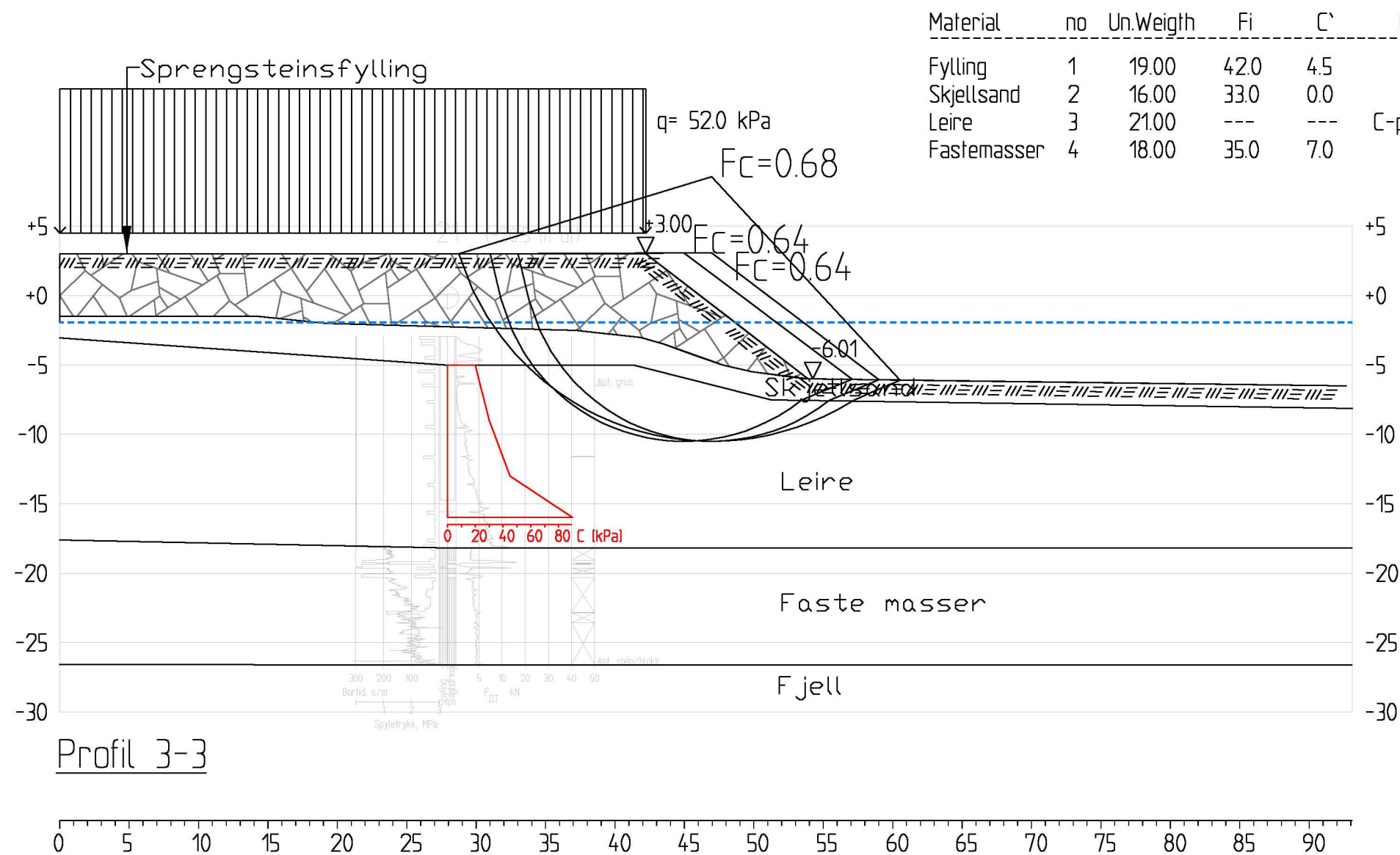
OPPDRAG NR. 1350008896	MÅLESTOKK 1:400	BLAD NR.	AV
		TEGNING NR. 207	REV.



Material	no	Un.Weigth	Fi	C'
Fylling	1	19.00	42.0	4.5
Leire	2	21.00	31.0	0.0
Fastemasser	3	18.00	35.0	7.0

Profil 2-2

<table border="1"> <tr> <td>REV.</td> <td>DATE</td> <td>ENDRING</td> <td>TEGN</td> <td>KONTR</td> <td>GODKJ</td> </tr> <tr> <td></td> <td>28.5.2015</td> <td></td> <td>EHL</td> <td>EHU</td> <td>OAR</td> </tr> </table>			REV.	DATE	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ		28.5.2015		EHL	EHU	OAR	<p>Ramboll AS - Region Midt-Norge P. b. 9420 Sluppen Mellomila 79, N-7493 Trondheim TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60 www.ramboll.no</p>	OPPDRAG Reguleringsplan Uthaug havn	INNHOLD STABILITETSBEREGNING Profil 2 Effektivspenningsanalyse Fyllingsalt. 1-5 med motfylling	OPPDRAG NR. 1350008896	MÅLESTOKK 1:400	BLAD NR. 208	AV
REV.	DATE	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ																
	28.5.2015		EHL	EHU	OAR																
TEGNINGSSTATUS			OPPDRAGSGIVER Ørland kommune	TEGNING NR. 208	REV.																



REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
	28.5.2015		EHL	EHU	OAR
TEGNINGSSTATUS					

RAMBOLL
 Rambøll AS - Region Midt-Norge
 P.b. 9420 Sluppen
 Mellomila 79, N-7493 Trondheim
 TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60
 www.ramboll.no

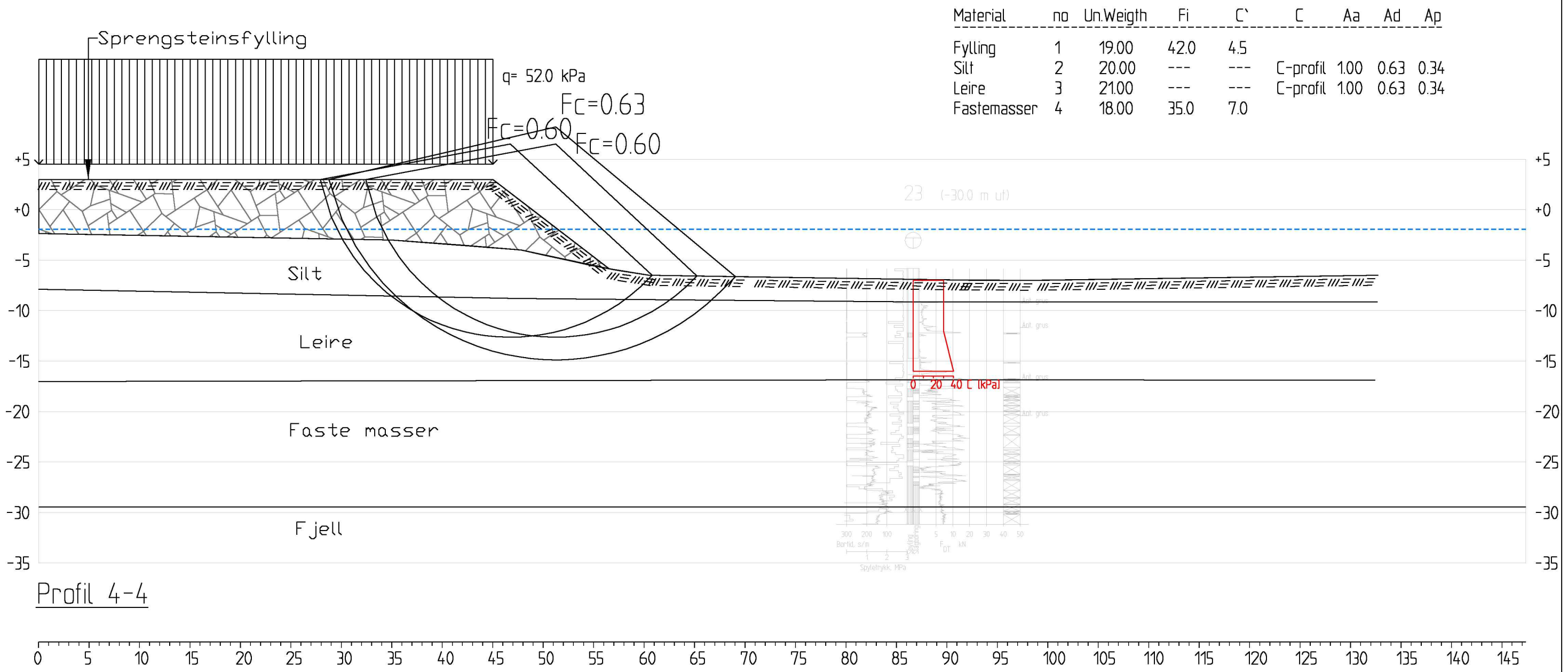
OPPDRAG
 Reguleringsplan Uthaug havn

OPPDRAGSGIVER
 Ørland kommune

INNHold
 STABILITETSBEREGNING

Profil 3
 Totalspenningsanalyse
 Fyllingsalt. 1, 4 og 5

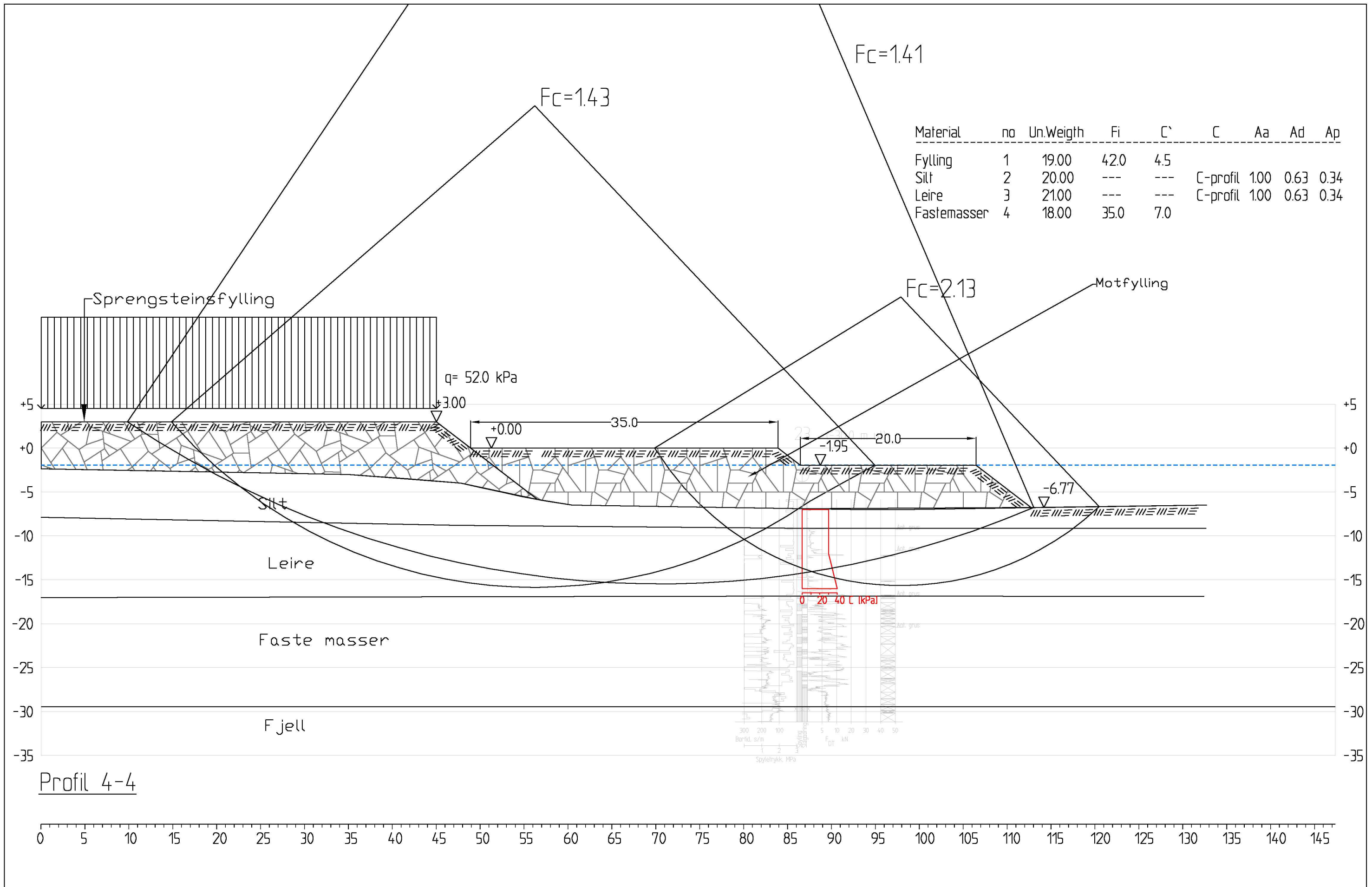
OPPDRAG NR. 1350008896	MÅLESTOKK 1:400	BLAD NR.	AV
TEGNING NR. 209		REV.	




Material	no	Un.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Fylling	1	19.00	42.0	4.5				
Silt	2	20.00	---	---	C-profil	1.00	0.63	0.34
Leire	3	21.00	---	---	C-profil	1.00	0.63	0.34
Fastemasser	4	18.00	35.0	7.0				

Profil 4-4

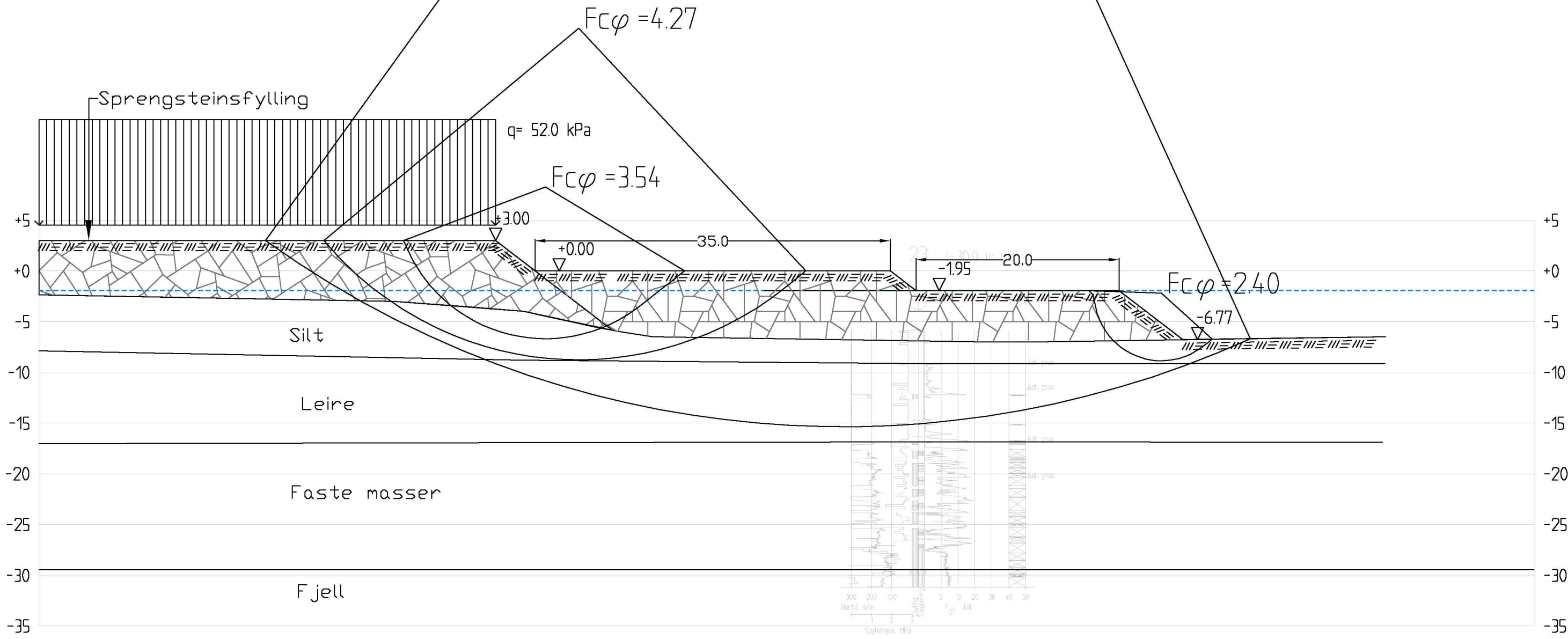
			OPPDRAG Reguleringsplan Uthaug havn			INNHOLD STABILITETSBEREGNING			OPPDRAG NR. 1350008896		MÅLESTOKK 1:400		BLAD NR. AV	
Rambøll AS - Region Midt-Norge P.b. 9420 Sluppen Mellomila 79, N-7493 Trondheim TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60 www.ramboll.no			OPPDRAGSGIVER Ørland kommune			Profil 4 Totalspenningsanalyse Fyllingsalt. 1-5			TEGNING NR. 210					
REV. DATO ENDRING			EHL EHU OAR TEGN KONTR GODKJ			TEGNINGSSTATUS								



Profil 4-4

<table border="1"> <tr> <td>REV.</td> <td>DATO</td> <td>ENDRING</td> <td>TEGN</td> <td>KONTR</td> <td>GODKJ</td> </tr> <tr> <td></td> <td>28.5.2015</td> <td></td> <td>EHL</td> <td>EHU</td> <td>OAR</td> </tr> </table>			REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ		28.5.2015		EHL	EHU	OAR	 Ramboll AS - Region Midt-Norge P.b. 9420 Sluppen Mellomila 79, N-7493 Trondheim TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60 www.ramboll.no		OPPDRAG Reguleringsplan Uthaug havn OPPDRAGSGIVER Ørland kommune		INNHOLD STABILITETSBEREGNING Profil 4 Totalspenningsanalyse Fyllingsalt. 1-5 med motfylling		OPPDRAG NR. 1350008896		MÅLESTOKK 1:400		BLAD NR. 211		AV 	
REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ																							
	28.5.2015		EHL	EHU	OAR																							
TEGNINGSSTATUS						TEGNING NR. 211						REV.																

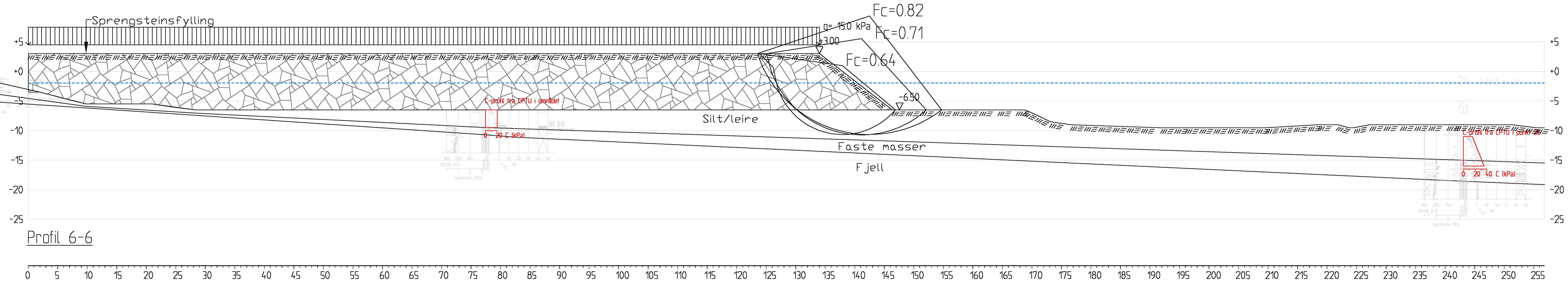
Material	no	Un.Weighth	Fi	C'
Fylling	1	19.00	42.0	4.5
Silt	2	20.00	31.0	0.0
Leire	3	21.00	31.0	0.0
Fastemasser	4	18.00	35.0	7.0



Profil 4-4

<table border="1"> <tr> <td>REV.</td> <td>DATO</td> <td>ENDRING</td> <td>TEGN</td> <td>KONTR</td> <td>GODKJ</td> </tr> <tr> <td></td> <td>28.5.2015</td> <td></td> <td>EHL</td> <td>EHU</td> <td>OAR</td> </tr> </table>			REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ		28.5.2015		EHL	EHU	OAR	<p>RAMBOLL</p> <p>Ramboll AS - Region Midt-Norge P.b. 9420 Sluppen Mellomila 79, N-7493 Trondheim TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60 www.ramboll.no</p>		<p>OPPDRAG</p> <p>Reguleringsplan Uthaug havn</p> <p>OPPDRAGSGIVER</p> <p>Ørland kommune</p>		<p>INNHold</p> <p>STABILITETSBEREGNING</p> <p>Profil 4 Effektivspenningsanalyse Fyllingsalt 1-5 med motfylling</p>		<p>OPPDRAG NR.</p> <p>1350008896</p>		<p>MÅLESTOKK</p> <p>1:400</p>		<p>BLAD NR.</p> <p>AV</p>	
REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ																					
	28.5.2015		EHL	EHU	OAR																					
TEGNINGSSTATUS						TEGNING NR.						REV.														
						212																				

Material	no	Un.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Fylling	1	19.00	42.0	4.5				
Silt/leire	2	21.00	---	---	C-profil	100	0.63	0.34
Fastemasser	3	18.00	35.0	7.0				



Profil 6-6

REV.	28.5.2015	ENDRING	EHL	EHU	OAR
TEGNINGSSTATUS			TEGN	KONTR	GODKJ

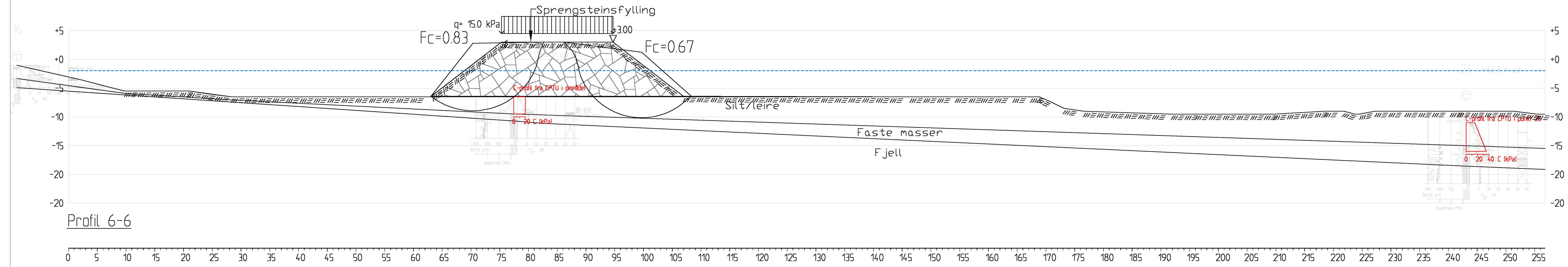
RAMBOLL
 Ramboll AS - Region Midt-Norge
 P.b. 9420 Sluppen
 Mellomila 79, N-7493 Trondheim
 TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60
 www.ramboll.no

OPPDRAG
Reguleringsplan Uthaug havn
 OPPDRAGSGIVER
 Ørland kommune

INNHOOLD
STABILITETSBEREGNING
 Profil 6
 Totalspenningsanalyse
 Fyllingsalt. 2

OPPDRAG NR. 1350008896	MÅLESTOKK 1:400	BLAD NR.	AV
		TEGNING NR. 214	REV.

Material	no	Un.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Fylling	1	19.00	42.0	4.5				
Silt/leire	2	21.00	---	---	C-profil	100	0.63	0.34
Fastemasser	3	18.00	35.0	7.0				



Profil 6-6

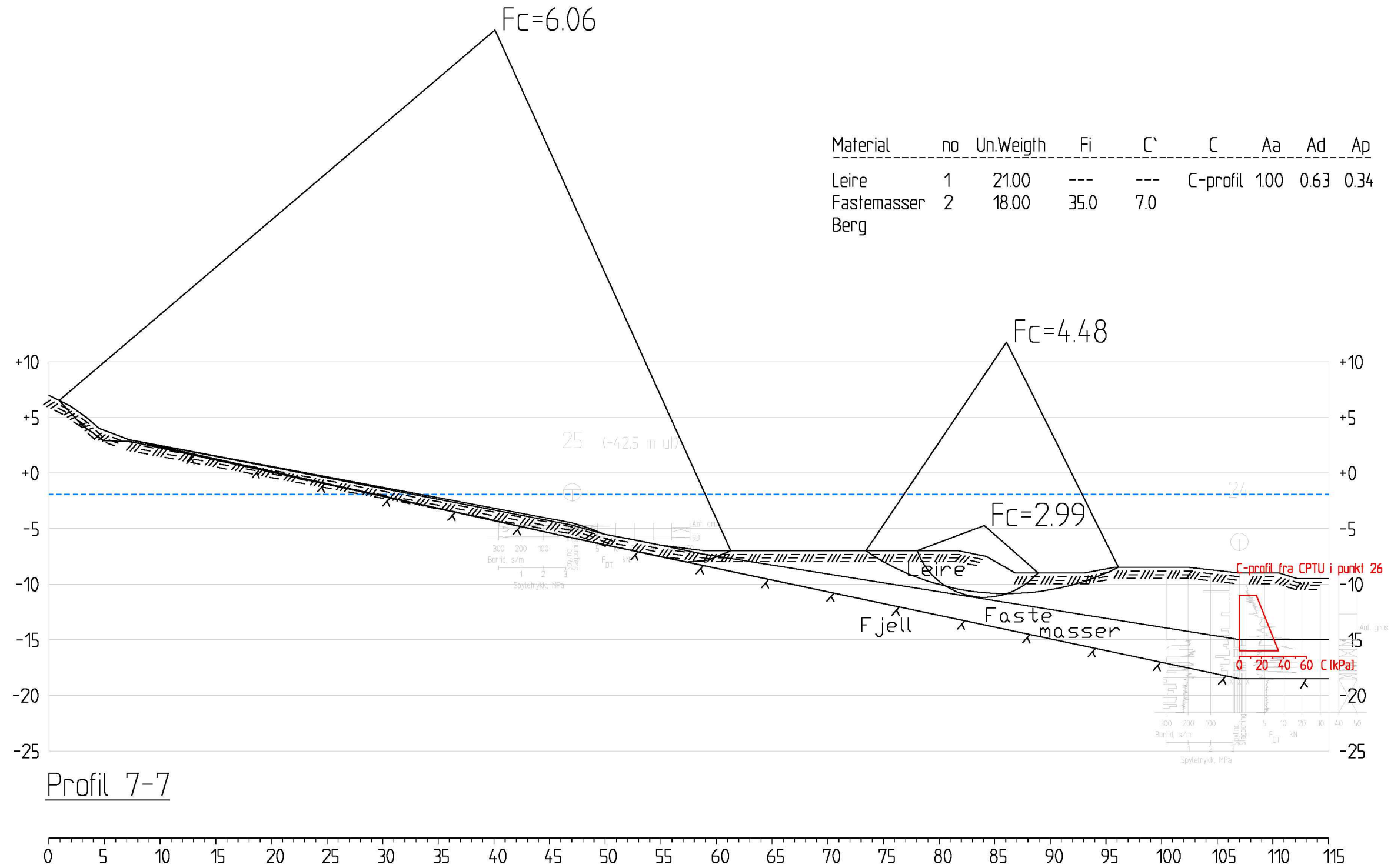
REV.	28.5.2015	ENDRING	EHL	EHU	OAR
TEGNSSTATUS			TEGN	KONTR	GODKJ

RAMBOLL
 Ramboll AS - Region Midt-Norge
 P.b. 9420 Sluppen
 Mellomila 79, N-7493 Trondheim
 TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60
 www.ramboll.no

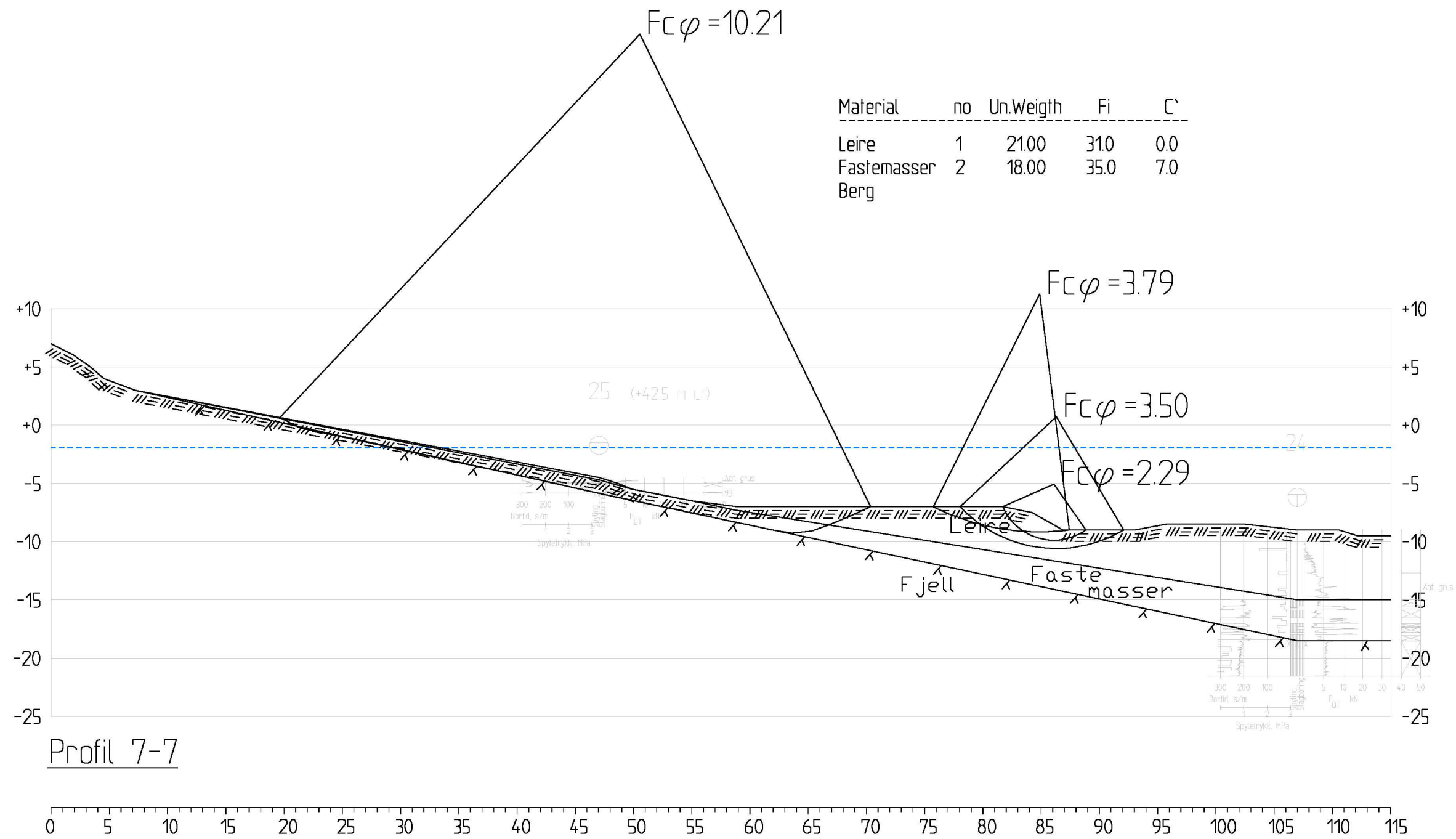
OPPDRA
Reguleringsplan Uthaug havn
 OPPDRAGSGIVER
 Ørland kommune

INNHO
STABILITETSBEREGNING
 Profil 6
 Totalspenningsanalyse
 Fyllingsalt. 4

OPPDRA NR.	MÅLESTOKK	BLAD NR.	AV
1350008896	1:400		
TEGNING NR.			REV.
215			



			OPPDRAG Reguleringsplan Uthaug havn		INNHOLD STABILITETSBEREGNING		OPPDRAG NR. 1350008896	MÅLESTOKK 1:400	BLAD NR. AV
Rambøll AS - Region Midt-Norge P.b. 9420 Sluppen Mellomila 79, N-7493 Trondheim TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60 www.ramboll.no			OPPDRAGSGIVER Ørland kommune		Profil 7 Totalspenningsanalyse Dagens situasjon, alt. 5		TEGNING NR. 216		REV.
REV.	DATO	ENDRING	EHL TEGN	EHU KONTR	OAR GODKJ	TEGNINGSSTATUS			



Profil 7-7

						OPPDRAG Reguleringsplan Uthaug havn			INNHOLD STABILITETSBEREGNING			OPPDRAG NR. 1350008896	MÅLESTOKK 1:400	BLAD NR. 	AV
REV. 	DATO 28.5.2015	ENDRING 				EHL 	EHU 	OAR 	OPPDRAGSGIVER Ørland kommune			Profil 7 Effektivspenningsanalyse Dagens situasjon, alt. 5			TEGNING NR. 217
TEGNINGSSTATUS			Rambøll AS - Region Midt-Norge P.b. 9420 Sluppen Mellomila 79, N-7493 Trondheim TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60 www.ramboll.no												

VEDLEGG 1

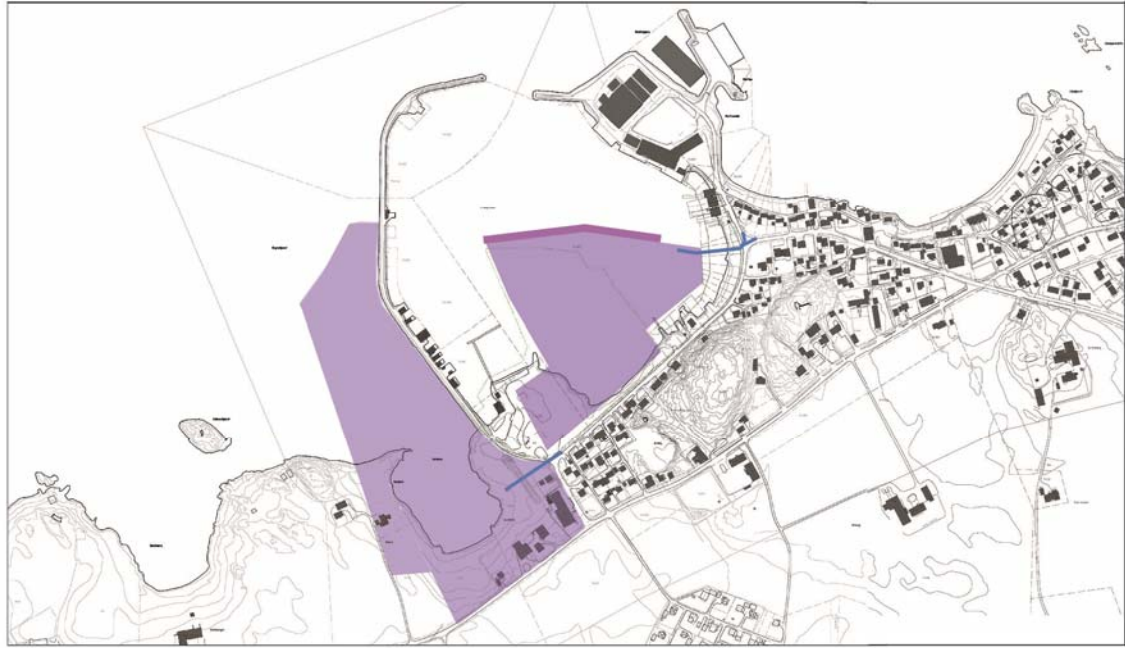
Fyllingsalternativer



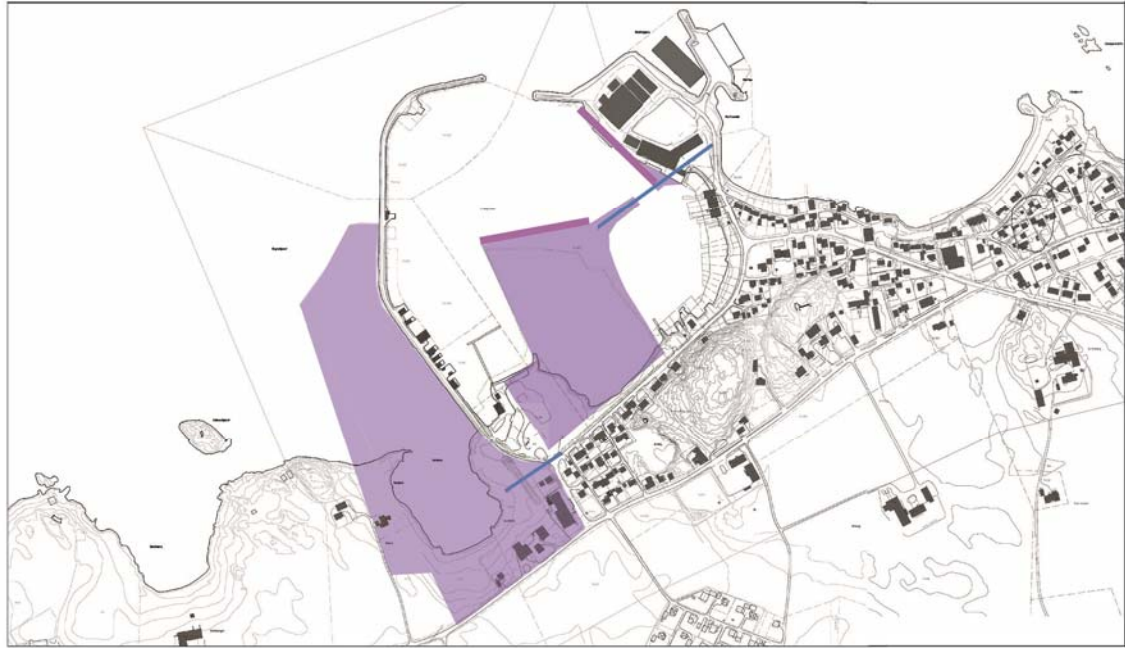
Figur 1: Fyllingsalternativ 1



Figur 2 Fyllingsalternativ 2



Figur 3: Fyllingsalternativ 3



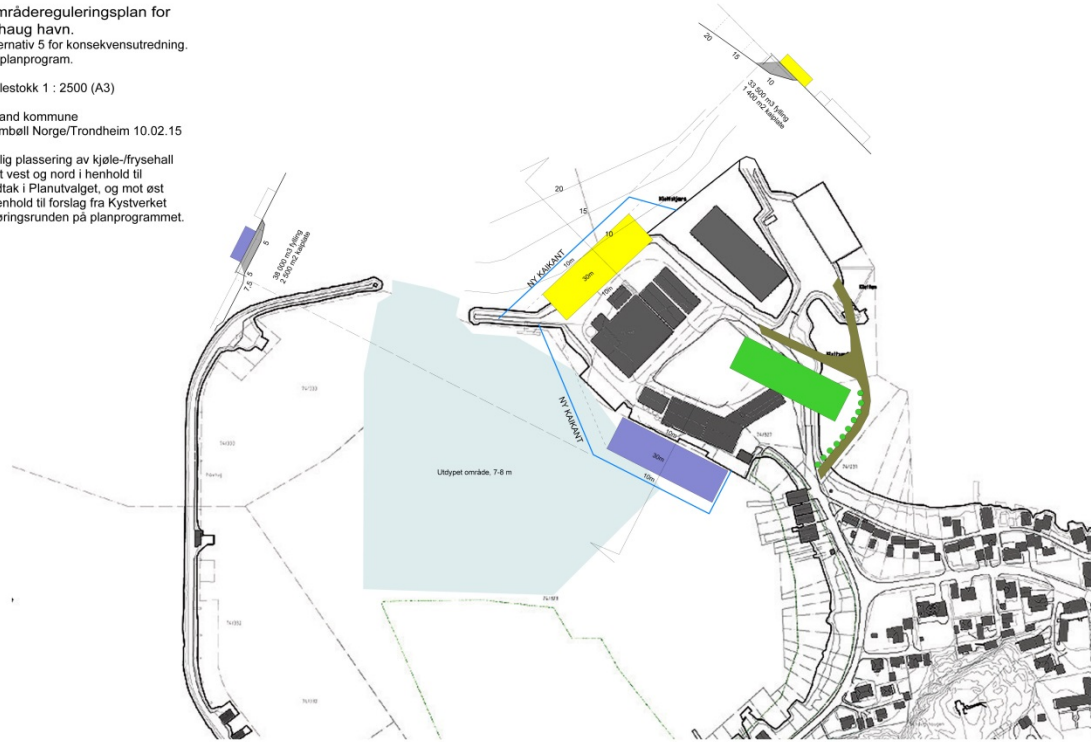
Figur 4: Fyllingsalternativ 4

Områdereguleringsplan for
Uthaug havn.
Alternativ 5 for konsekvensutredning.
jfr. planprogram.

Målestokk 1 : 2500 (A3)

Ørland kommune
Rambøll Norge/Trondheim 10.02.15

Mulig plassering av kjøle-/frysehull
mot vest og nord i henhold til
vedtak i Planutvalget, og mot øst
i henhold til forslag fra Kystverket
i høyringsrunden på planprogrammet.



Figur 5: Fyllingsalternativ 5

VEDLEGG 2

Bilder fra befaring 20.8.2014



Bilde 1: Fra land i sørøst mot molo i nord



Bilde 2: Fra land i sørøst mot molo i nordvest



Bilde 3: Fra land i sørøst mot Holmhaugen i nordøst



Bilde 4: Fra land i sørøst mot Holmhaugen i nordøst



Bilde 5: Bilde fra land mot molo og Holmhaugen, grunna i forkant



Bilde 6: Bilde tatt fra naustområde øst innenfor moloen

VEDLEGG 3

Bilder observert fjell i dagen.



Bilde 1: Innmålt fjell i dagen, punkt F1-F4 i G-rap-01 1350008896



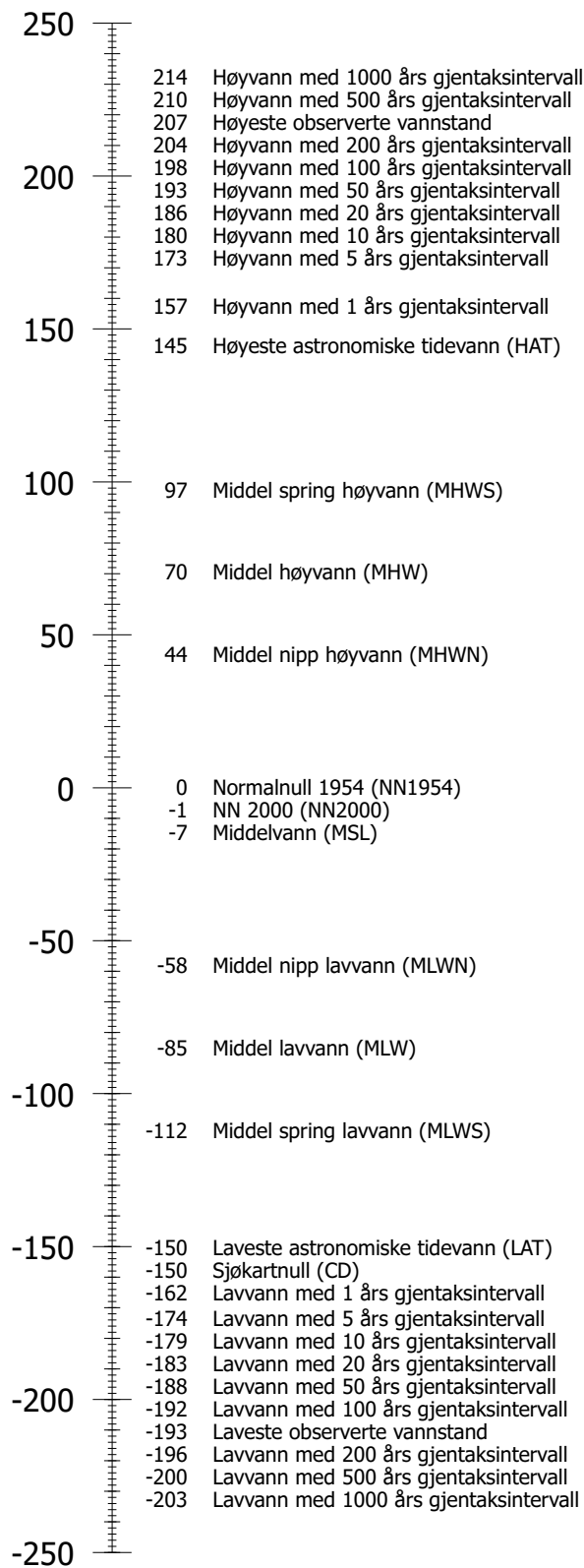
Bilde 2: Observert fjell i dagen, koordinater 7066356 528866 (UTM sone 32)

VEDLEGG 4

Vannstandsnivå Uthaug havn

Uthaug havn

Nivåskisse med de viktigste vannstands nivåene og ekstremverdier



Lavvann med 1000 års gjentaksintervall

Statistiske beregninger av hvor hyppig et ekstremt lavvann av en viss størrelse vil opptre. I gjennomsnitt når lavvannet dette nivået en gang i løpet av gjentaksintervallet. Det betyr at et ekstremt lavvann med for eksempel 50 års gjentaksintervall i gjennomsnitt vil opptre en gang per 50 år. Gjentaksintervall kalles også returperiode.

Sjøkartnull

Nullnivå for dybder i sjøkart og høyder i tidevannstabellen. Sjøkartnull er fra 1. januar 2000 lagt til laveste astronomiske tidevann (LAT). Langs Sørlandskysten og i Oslofjorden er tidevannsvariasjonene små i forhold til værrets virkning på vannstanden (vind, lufttrykk og temperatur). Sjøkartnull er derfor av sikkerhetsmessige grunner lagt 20 cm lavere enn LAT langs kysten fra svenskegrensen til Utsira og 30 cm lavere enn LAT i indre Oslofjord (innenfor Drøbaksundet).

Laveste astronomiske tidevann

Laveste mulige vannstand under midlere meteorologiske forhold, det vil si uten påvirkning fra blant annet vind, lufttrykk og temperatur. I praksis bestemmes LAT ved å lage tidevannstabeller for 19 år og plukke ut det laveste tidevannet. Tidevannet har blant annet en periode på 18,6 år.

Middel spring lavvann

Gjennomsnittet av observerte lavvann omkring ny- eller fullmåne (springperiode). I praksis brukes harmoniske konstanter som en tilnærming. I tiden omkring ny- eller fullmåne vil tidevannsamplitudene øke siden tidevannskreftene fra sol og måne virker i samme retning. Dette fører til lavere lavvann enn ellers.

Middel lavvann

Gjennomsnittet av alle observerte lavvann i en periode på 19 år. Kartverket bruker middelvann minus amplituden til den harmoniske konstituenten M2 som en god tilnærming.

Middel nipp lavvann

Gjennomsnittet av observerte lavvann i tiden omkring halvmåne (nipperiode). I praksis brukes harmoniske konstanter som en tilnærming. Ved halvmåne, når månen er i første eller tredje kvarter, vil tidevannsamplituden bli mindre siden tidevannskreftene fra sol og måne motvirker hverandre. Dette fører til høyere lavvann enn ellers.

Middelvann

Gjennomsnittlig høyde av sjøens overflate på et sted over en periode på 19 år. Middelvann beregnes som gjennomsnittet av vannstandsobservasjoner foretatt med faste tidsintervall - fortrinnsvis over en periode på 19 år. Dagens middelvann er beregnet over perioden 1979 til 1997.

NN 2000

Normalnull 1954

Nullnivå i og navn på det nasjonale høydesystemet fra 1954 som fortsatt er i bruk i Norge. Normalnull 1954 (NN1954) er også fysisk knyttet til et bestemt fastmerke ved Tregde vannstandsmål (nær Mandal). Høyden på dette fastmerket er basert på en utjevning fra 1954 av middelvannstandsberegningene for vannstandsmålerne i Oslo, Nevlunghavn, Tregde, Stavanger, Bergen, Kjølisdal og Heimsjø. NN1954 avløses innen år 2015 av Normalnull 2000 (NN2000).

Middel nipp høyvann

Gjennomsnittet av observerte høyvann i tiden omkring halvmåne (nipperiode). I praksis brukes harmoniske konstanter som en tilnærming. Ved halvmåne, når månen er i første eller tredje kvarter, vil tidevannsamplituden bli mindre siden tidevannskreftene fra sol og måne motvirker hverandre. Dette fører til lavere høyvann enn ellers.

Middel høyvann

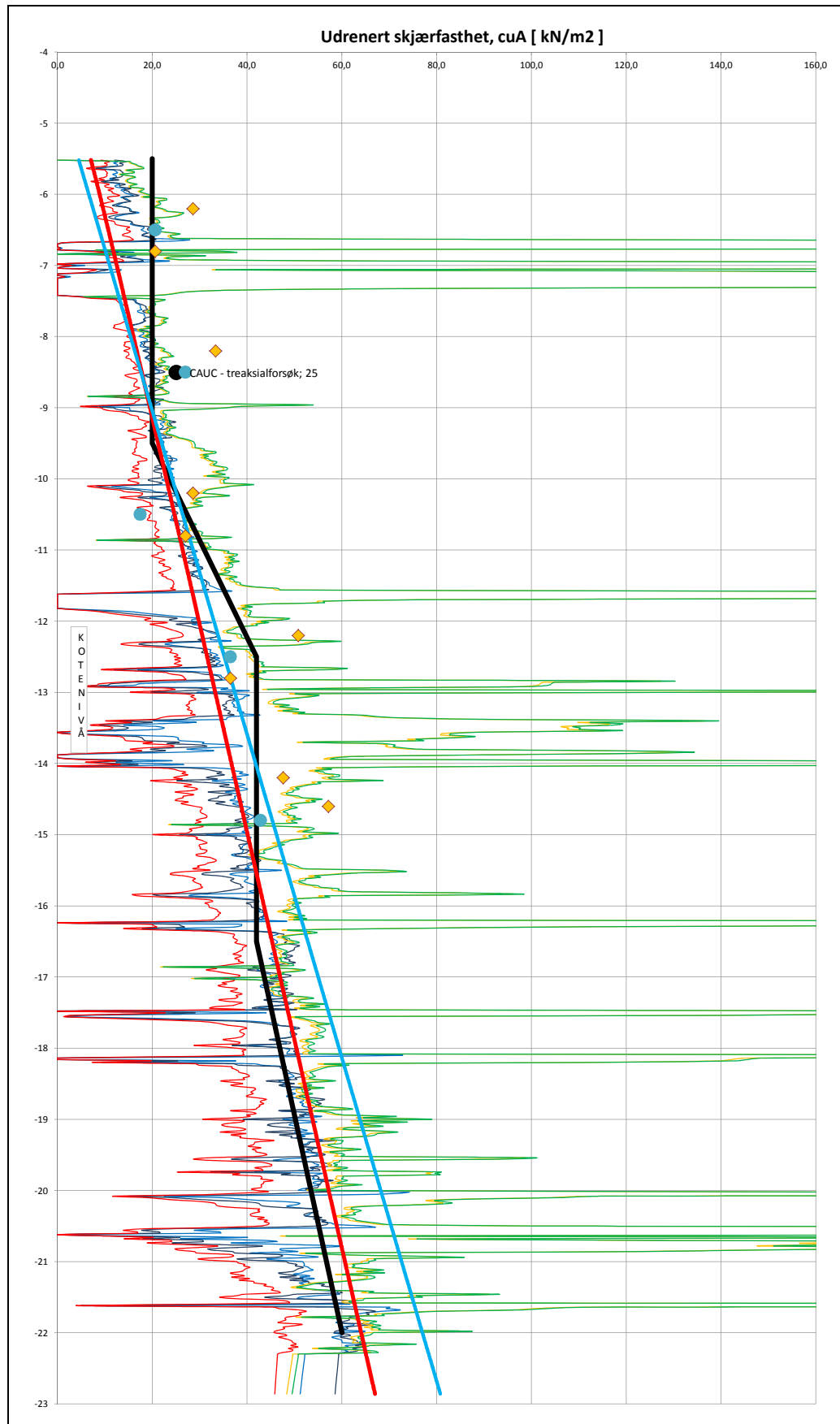
Gjennomsnittet av alle observerte høyvann i en periode på 19 år. Kartverket bruker middelvann pluss amplituden til den harmoniske konstituenten M2 som en god tilnærming.

Middel spring høyvann

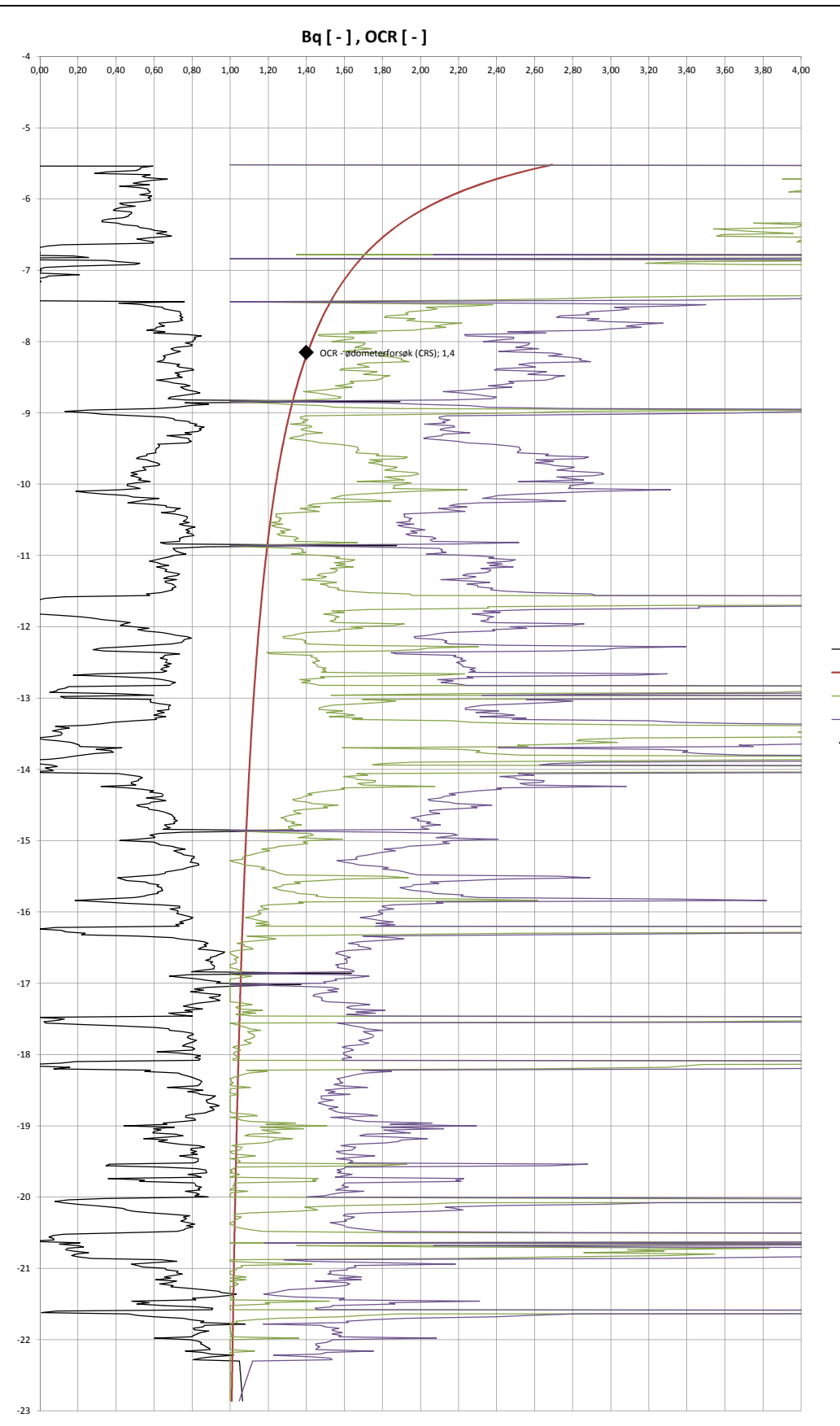
Gjennomsnittet av observerte høyvann i tiden omkring ny- eller fullmåne (springperiode). I praksis brukes harmoniske konstanter som en tilnærming. I tiden omkring ny- eller fullmåne vil tidevannsamplitudene øke siden tidevannskreftene fra sol og måne virker i samme retning. Dette fører til høyere høyvann enn ellers.

Høyeste astronomiske tidevann

Høyeste mulige vannstand under midlere meteorologiske forhold, det vil si uten påvirkning fra blant annet vind, lufttrykk og temperatur. I praksis bestemmes HAT ved å lage tidevannstabeller for 19 år og plukke ut det høyeste tidevannet. Tidevannet har blant annet en periode på 18,6 år.



- $N_{du}=4.5 \cdot Bq$
- $N_{du}=6.9-4.0 \cdot \log OCR+0.07 \cdot I_p$ - $St < 15$
- $N_{kt}=7.8+2.5 \cdot \log OCR+0.082 \cdot I_p$ - $St < 15$
- $N_{du}=9.8-4.5 \cdot \log(OCR)$ - $St > 15$
- $N_{kt}=8.5+2.5 \cdot \log OCR$ - $St > 15$
- CAUC - treksialforsøk
- Designlinje
- ◆ Konus/0,63
- Enaks/0,63
- SHANSEP
- $SuA=0.40 \cdot p_o'$

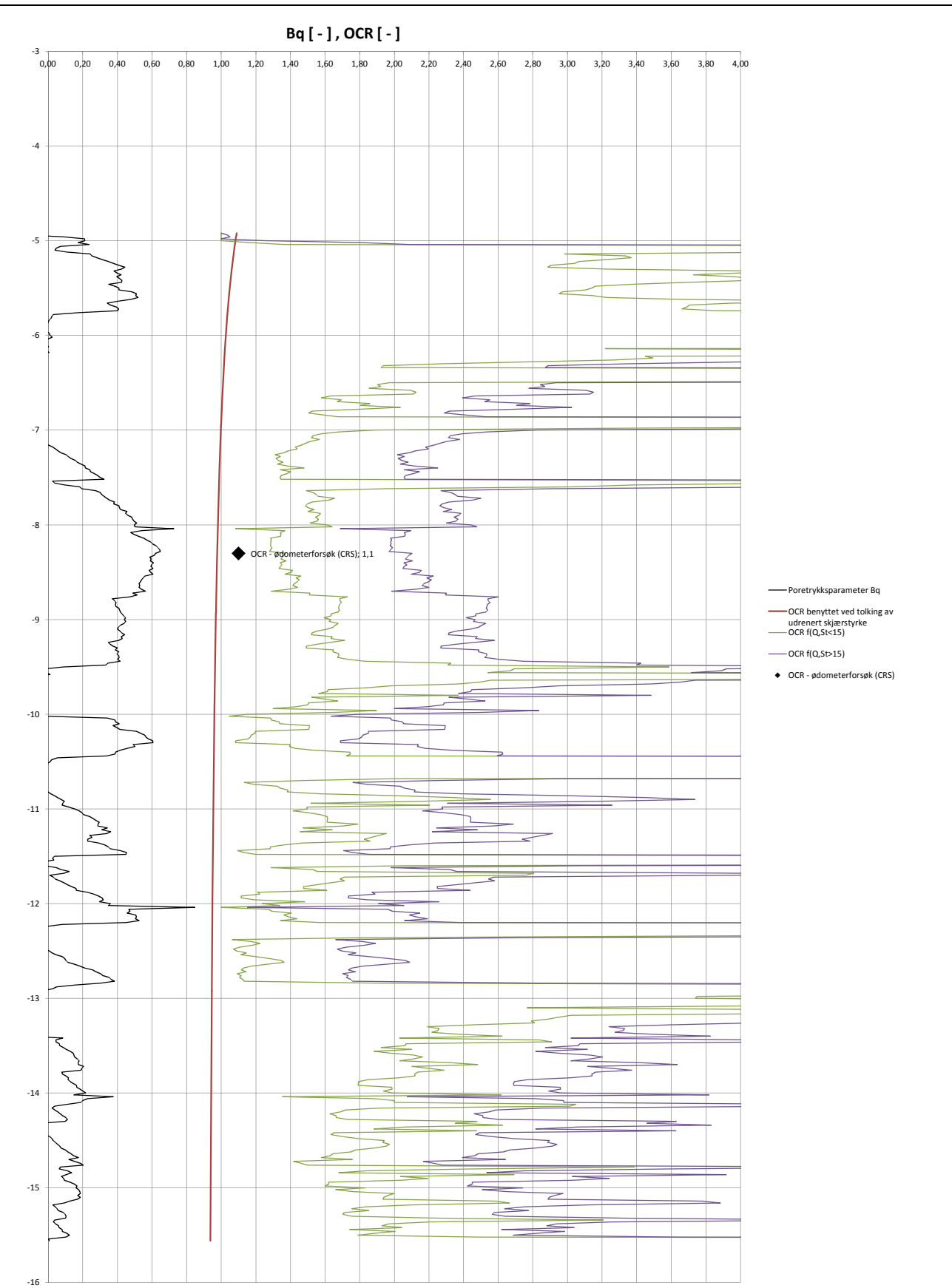
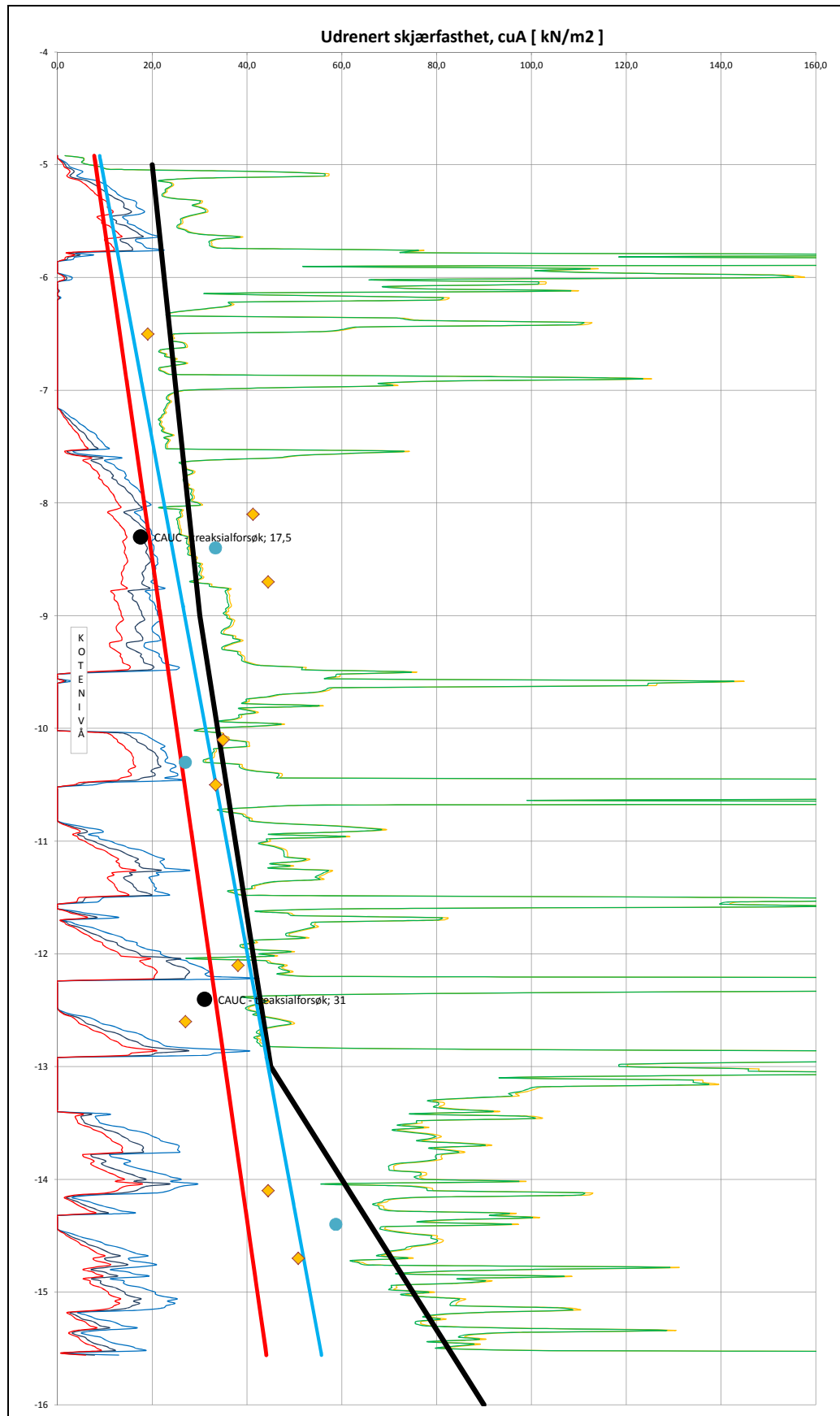


- Poretrykksparameter Bq
- OCR benyttet ved tolking av udrenert skjærstyrke
- OCR f(Q,St<15)
- OCR f(Q,St>15)
- ◆ OCR - ødometerforsøk (CRS)

Antatt tidligere terreng: kote -2,5
 Vanndybde ved boring: 3,7 m
 Labresultater fra punkt 13m, til dels forstyrret



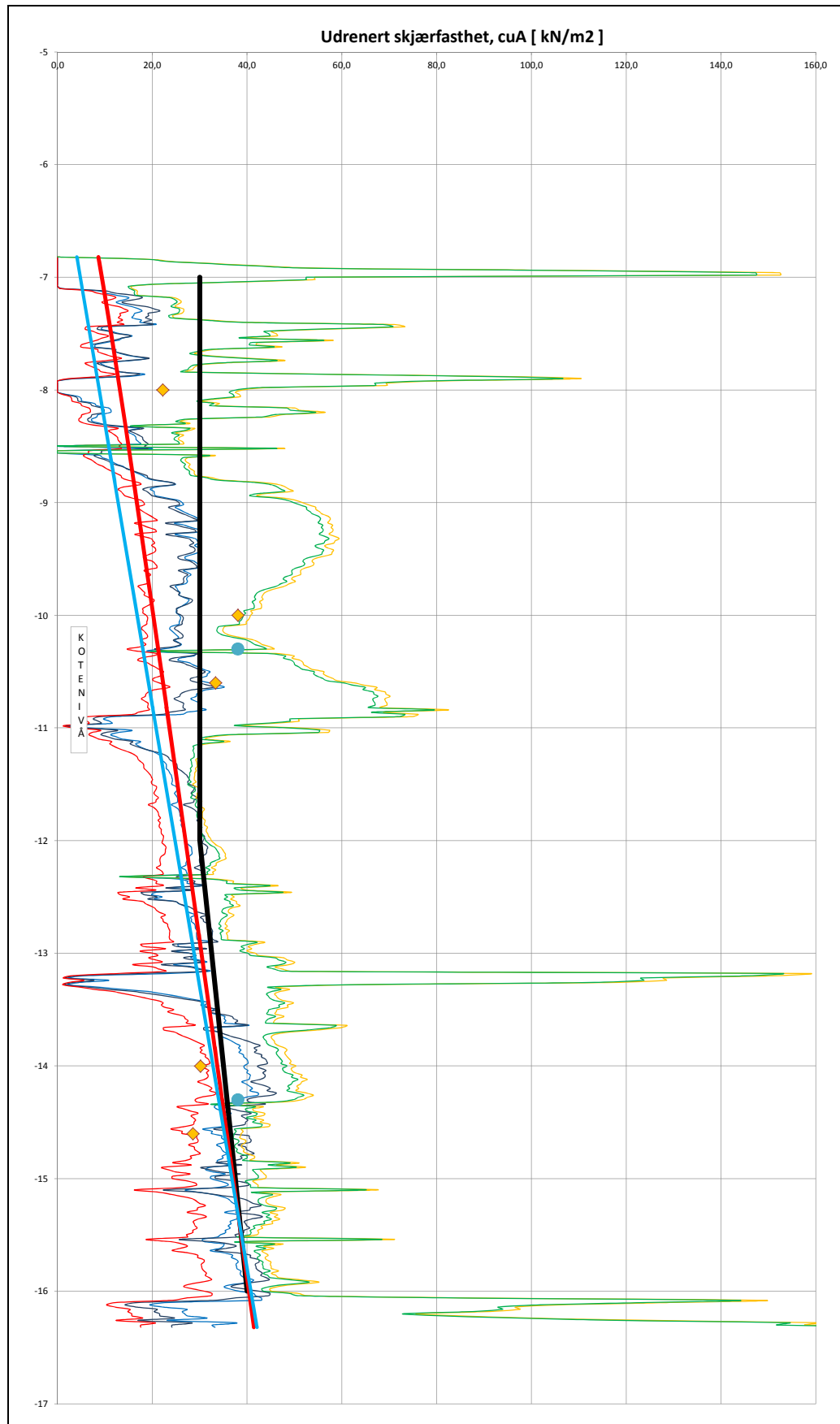
Ørland kommune		Oppdrag
Uthaug havn		1350008896
Borpunkt: 11	Terrengekote: -4,5	Tegn./kontr. EHL/EHU
Tolking/presentasjon av CPTU Udrenert skjærfasthet og OCR		Vedlegg 5A
		Dato 20.05.2015
		Tegn. Nr. -



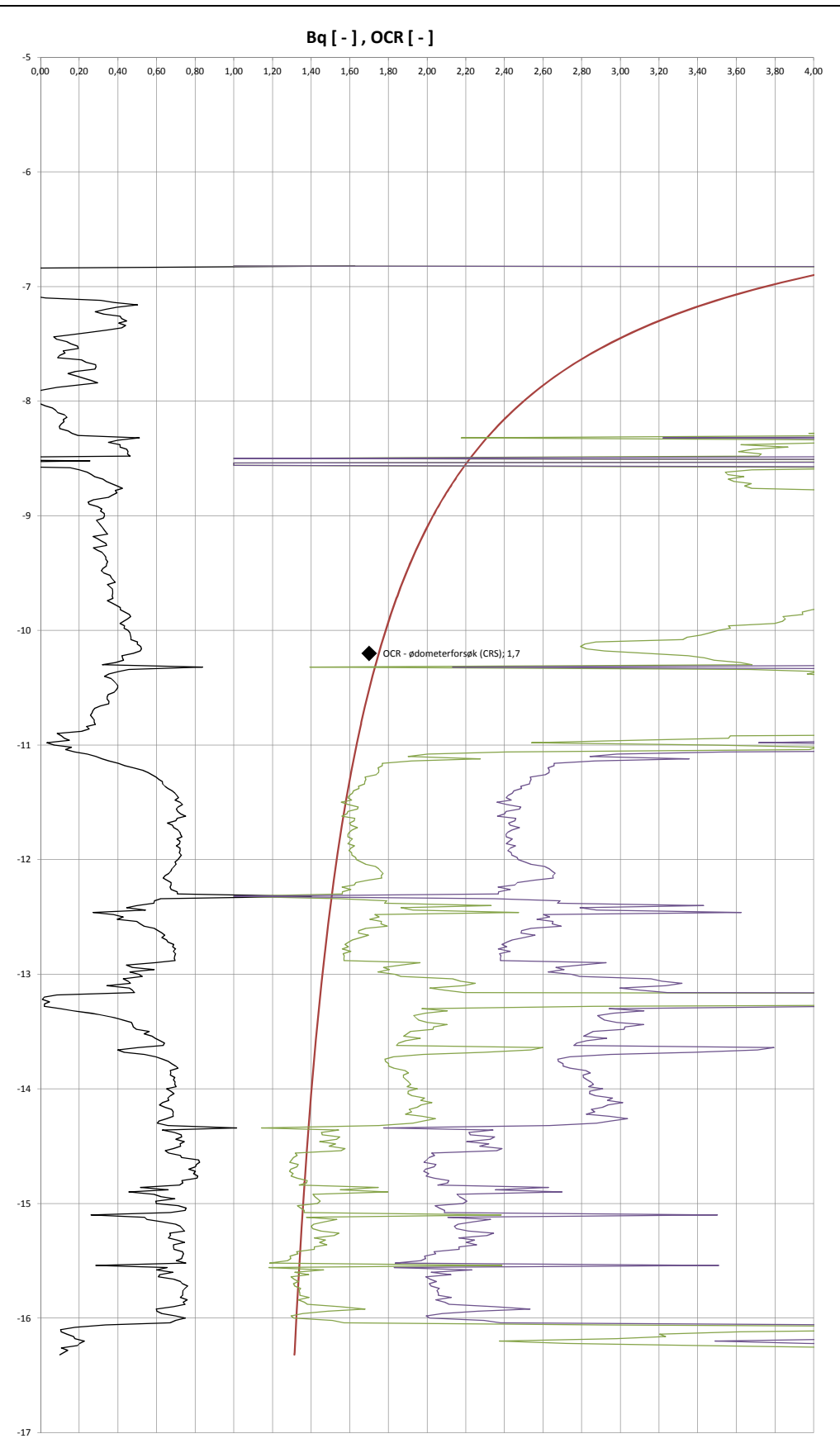
Antatt tidligere terreng: kote -2,5
 Vanndybde ved boring: 2,6 m



Ørland kommune		Oppdrag
Uthaug havn		1350008896
Borpunkt: 21	Terrengekote: -2,9	Tegn./kontr. EHL/EHU
Tolking/presentasjon av CPTU Udrenert skjærfasthet og OCR		Dato 20.05.2015
		Vedlegg 5B
		Tegn. Nr. -



- $N_{du}=4.5 \cdot B_q$
- $N_{du}=6.9-4.0 \cdot \log OCR+0.07 \cdot I_p$ - St<15
- $N_{kt}=7.8+2.5 \cdot \log OCR+0.082 \cdot I_p$ - St<15
- $N_{du}=9.8-4.5 \cdot \log(OCR)$ - St>15
- $N_{kt}=8.5+2.5 \cdot \log OCR$ - St>15
- CAUC - treksialforsøk
- Designlinje
- ◆ Konus/0,63
- Enaks/0,63
- SHANSEP
- $S_uA=0.40 \cdot p_{oi}$



- Poretrykksparameter Bq
- OCR benyttet ved tolking av udrenert skjærstyrke
- OCR f(Q,St<15)
- OCR f(Q,St>15)
- ◆ OCR - ødometerforsøk (CRS)

Antatt tidligere terreng: kote -2,5
 Vanndybde ved boring: 5,5 m



Ørland kommune		Oppdrag
Uthaug havn		1350008896
Borpunkt: 23	Terrengekote: -5,8	Tegn./kontr. EHL/EHU
Tolking/presentasjon av CPTU Udrenert skjærfasthet og OCR		Vedlegg 5C
		Dato 20.05.2015
		Tegn. Nr. -

SØKNAD OM UTFYLLING I SJØ

Vedlegg 6. Rambøll 2017a. Uthaug havn. Miljøtekniske undersøkelser i sjø.

Beregnet til
Ørland kommune

Dokument type
Datarapport

Dato
Juni, 2017

UTHAUG HAVN MILJØTEKNISKE SEDI- MENTUNDERSØKELSER OG TILTAKSPLAN



**UTHAUG HAVN
MILJØTEKNISKE SEDIMENTUNDERSØKELSER OG
TILTAKSPLAN**

Revisjon **000**
Dato **2017/06/29**
Utført av **Hanne Vidgren**
Kontrollert av **Maria Mæhle Kaurin**
Godkjent av **Aud Helland**
Beskrivelse **Miljøtekniske sedimentundersøkelser og tiltaksplan**

Ref. 1350023040

Forsidebilde hentet fra Norge i bilder.

Rambøll
Hoffsveien 4
Postboks 427 Skøyen
0213 Oslo
T +47 22 51 80 00
F +47 22 51 80 01
www.ramboll.no

FORORD

I forbindelse med planlagt utfylling I Uthaug Havn har Rambøll gjennomført en kartlegging av mulig forurensning innenfor området og utarbeidet en tiltaksplan. Planlagt utfylling i sjø i Uthaug havn krever søknad til Fylkesmannen. Undersøkelsene og foreliggende rapport skal danne grunnlag for søknad om utfylling i sjø.

ANSVAR

Rambøll har utført de miljøtekniske grunnundersøkelsene og utarbeidet tiltaksplan i henhold til gjeldende regelverk, veiledere og standarder. Denne rapporten gir ingen garanti for at all forurensning i tiltaksområdet er avdekket og dokumentert. Rapporten gir en oversikt over påvist forurensning og håndtering av denne. Rambøll påtar seg ikke ansvar dersom det ved arbeider eller i ettertid avdekkes ytterligere eller annen forurensning enn det som er beskrevet i denne rapporten.

INNHALDSFORTEGNELSE

1.	INNLEDNING	1
1.1	Bakgrunn	1
1.2	Områdebeskrivelse og historikk	1
2.	MATERIALE OG METODE	4
2.1	Eksisterende data	4
2.3	Kjemiske analyser	6
2.4	Risikovurdering	6
3.	RESULTATER OG DISKUSJON	6
3.1	Beskrivelse av sedimentene	6
3.2	Kornfordeling og total organisk karbon	6
3.3	Kjemiske analyser av alle prøver fra undersøkelser utført i 2014 og 2017	9
3.4	Tiltaksplan i anleggsfasen	12
4.	KONKLUSJONER	14
5.	REFERANSER	14

VEDLEGG

Vedlegg 1. Analyseresultatene

1. INNLEDNING

1.1 Bakgrunn

Ørland kommune planlegger utfylling i sjø i Uthaug havn med formålet å utvikle eksisterende næringsområde. Det skal blant annet etableres en ny dypvannskai og kaiområdet skal utvides for nytt fiskemottak. Det er tidligere utarbeidet en reguleringsplan, konsekvensutredning, geotekniske undersøkelser og miljøtekniske undersøkelser for et større planområde i Uthaug havn. På grunn av at tidligere planalternativer vil gi utfordringer når det gjelder stabilitet og kailøsninger, er planområdets størrelse redusert. Det er to separate områder som planlegges å fylle ut (se Figur 1). Det største området, i den sørlige delen av havnen, omfatter ca. 37.400 m², og det mindre området, sør for Holmhaugen, omfatter ca. 500 m² (se henholdsvis Figur 2a og Figur 2b). Det største arealet på ca. 37.400 m² defineres som et stort tiltak (> 30 000 m²) i henhold til Miljødirektoratets veileder M-350 "Håndtering av sedimenter, 2015".

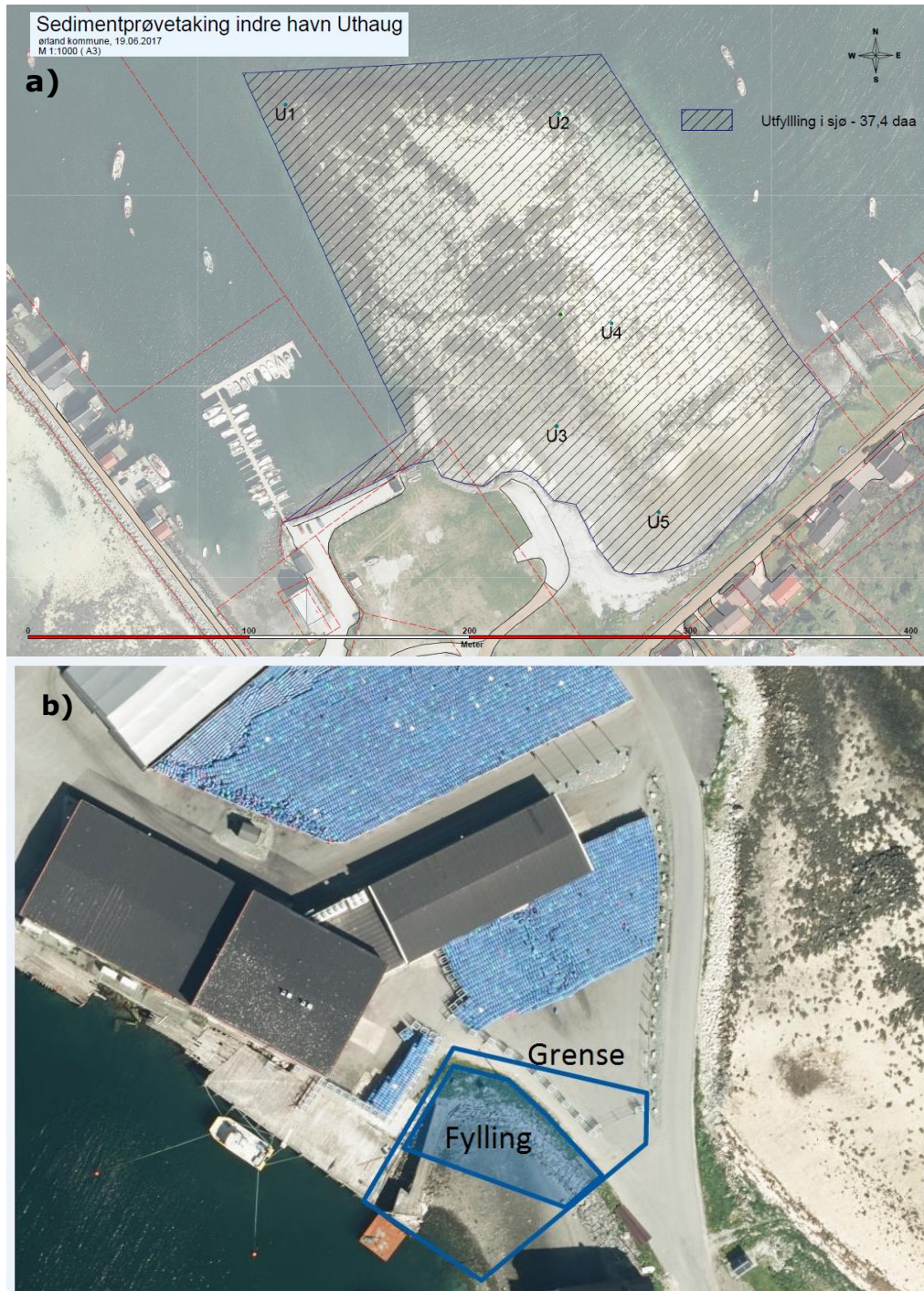
1.2 Områdebeskrivelse og historikk

Uthaug havn er lokalisert på sørsiden av Bjugnfjorden, nord for Ørland lufthavn i Ørland kommune. Området er avgrenset av Havneveien i sør, fiskeindustribedrift Grøntvedt Pelagic på Holmhaugen og kulturvernområdet Sjøgata i øst og en molo i vest/nordvest. Nærmeste resipient er Bjugnfjorden. Områdets historikk er tidligere beskrevet av Rambøll (2014a). Havneområdet har vært regulert til industriformål siden 90-tallet. Østre deler av Holmhaugen omfatter en tidligere havn fra 1869, dampskipskaia. Byggingen av nåværende havn (Uthaug nye havn) ble påbegynt i 1912 med ferdigstilling i 1924. Uthaug havn var på sin tid Norges 3. største fiskerihavn.

Store deler av sørlig/sentralt planområde er lokalisert i tidevannssonen, og blir tørrlagt under fjære sjø. Ortofoto fra 1969 og 2012 i Figur 2 viser at området har endret seg mye i løpet av de siste 45 årene. Store deler av det eksisterende næringsområdet ved Holmhaugen ligger på fylling i sjø. Den nordvestlige delen av havna ble mudret opp for 9-10 år siden, og på bassengets nordside ble det etablert en dypvannskai med seilingsdyp på ca. 5,5-7,5 m (Rambøll, 2014b, se Figur 3). Utover dette er vanddypet mellom 4 og 5 m i bassenget. I tillegg til dypvannskai er det snuplass for større båter og en småbåthavn. Kommersiell skipstrafikk består i dag for det meste av transport av råstoff til sildefabrikken (Grøntvedt Pelagic AS) og sementstøperiet (Utsem AS).



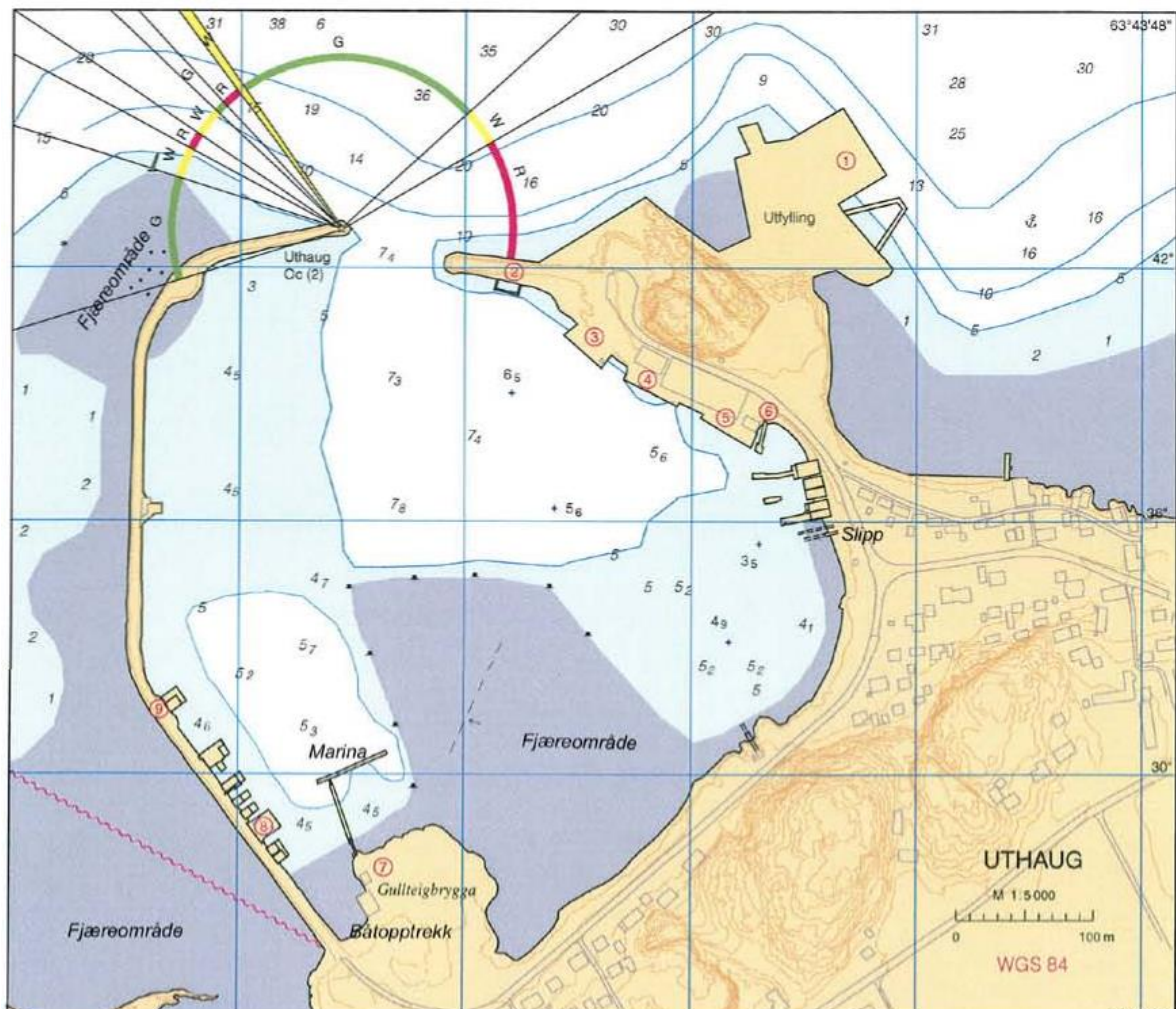
Figur 1. Kart over tiltaksområder. a) Tiltaksområdet i fjæresone i den sørlige delen av havnen, planlagt område for fylling er tegnet inn med rødt. b) Planlagt område for fylling sør for Holmhaugen er tegnet inn med rødt.



Figur 2. a) Detaljkart over tiltaksområdet i den sørlige delen av havnen som viser alle prøvepunkter tatt i 2017. Planlagt område for fylling er tegnet inn med blå skravur. b) Detaljkart over området for mindre utfylling. Planlagt område for fylling sør for Holmhaugen er innenfor blå linjer.



Figur 3. Ortofoto fra 1969 til venstre og fra 2012 til høyre. Kilde: Norge i bilder.



Figur 4. Kart som viser vanddybder i Uthaug Havn, kart er hentet fra Rambøll (2014b).

2. MATERIALE OG METODE

2.1 Eksisterende data

Det er ikke registrert lokaliteter med forurenset grunn i området rundt Uthaug havn (Miljødirektoratets grunnforurensningsdatabase). NIVA har tidligere foretatt uttak og analyser av sedimentprøver ved tre stasjoner ved Uthaug havn (Miljødirektoratet, 2005). Analyseresultatene viser markert forurensning av TBT og PAH (tilstandsklasse III) i overflatesedimentene.

Rambøll gjennomførte miljøtekniske undersøkelser i Uthaug havn i 2014 (Rambøll, 2014). Det ble tatt ut prøver fra 6 stasjoner (S1-S6) med en 20 liters Van Veen grabb. For hver stasjon ble det laget en blandprøve, sammenstilt av fire parallelle enkeltprøver tatt i tilfeldige posisjoner innenfor arealet for stasjonen. Blandprøvene fra hver stasjon representerte overflatesediment (0-10 cm) i området. Konsentrasjonen av miljøgifter i prøvene ble klassifisert i henhold til Miljødirektoratets veileder TA-2229 som var gjeldende regelverk i 2014. I dag er gjeldende regelverk Miljødirektoratets veileder M-608, som er benyttet i foreliggende rapport for å klassifisere miljøgiftinnholdet i sedimentene i tiltaksområdet. Planområdet er blitt redusert etter at Rambøll utførte undersøkelsene i 2014, men resultatene fra undersøkelsen benyttes likevel i foreliggende rapport for å vurdere tilstand i havnen.

2.2 Sedimentundersøkelser - innsamling av nytt prøvemateriale

Siden forrige prøvetaking i 2014 er tiltaksområdet redusert til å omfatte kun det indre området markert a) i Figur 2 og det grunne området sentralt i havna markert b) i Figur 2. Det er derfor innsamlet nye og flere sedimentprøver fra områdene som nå er aktuelle å fylle ut (Figur 5).

Sedimentprøvetakingen ble utført av miljørådgiver Harriet de Ruiten fra Ørland kommune. Det er totalt tatt 9 nye prøver (U1-U5 fra område a), G1-G3 i område b)). Prøvetaking ble utført 20.08.14 i henhold til Miljødirektoratets veileder for risikovurdering av forurenset sediment (Miljødirektoratet, 2015). Veileder M-409 angir at miljøkvaliteten skal dokumenteres med minimum 5 sedimentprøver ved store arealer (> 30 000 m²), der hver stasjon maksimalt skal representere et areal på 10 000 m². Hver prøve består av sediment fra det bioaktive laget (normalt 0-10 cm) fra 4 punkter innenfor arealet sedimentprøven representerer.

I fjæresonen ble det tatt fem prøver med økende avstand fra stranden (prøvene U1 til U5). Ved stasjonene U1 og U2 er vanddypet cirka 1 m og sedimentprøvene ved disse stasjonene er tatt fra båt med en 250 cm² Van Veen grabb. Sedimentprøvene U3, U4 og U5 er tatt med spade ved fjære sjø (0-10 cm, 4 delprøver). Prøvene G1-G3 er tatt med spade ved fjære sjø (0-10 cm, 4 delprøver).



Figur 5. Kart over alle stasjoner for uttak av sedimentprøver i Uthaug havn, Ørland kommune, i 2014 (rød) og 2017 (grønn).

Tabell 1. UTM-koordinater (WGS 84, UTM-sone 32) og vanddyb for alle av stasjonene for uttak av sedimentprøver i Uthaug havn (2014 og 2017).

Stasjon	Øst	Nord	Vanddyb (m)
U1	528899	7066635	fjæresone
U2	529023	7066631	fjæresone
U3	529022	7066489	fjæresone
U4	529047	7066536	fjæresone
U5	529068	7066450	fjæresone
G1	529206	7066746	fjæresone
G2	529195	7066757	fjæresone
G3	529200	7066759	fjæresone
S1	528951	7066844	5,2
S2	529081	7066775	4,6
S3	529172	7066708	3,4
S4	529155	7066589	3,3
S5	528990	7066694	6,3
S6	528998	7066558	1,4

2.3 Kjemiske analyser

Sedimentprøvene U1-U5 og G1-G3 er analysert for de samme kjemiske parameterne som prøvene fra stasjonene S1-S6 i 2014:

- Arsen (As) og tungmetallene krom (Cr), kobber (Cu), nikkel (Ni), kadmium (Cd), sink (Zn), bly (Pb) og kvikksølv (Hg).
- Tributyltinn (TBT)
- Polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH)
- Polyklorerte bifenyler (PCB)
- Totalt organisk karbon (TOC)
- Kornfordeling: leire (< 2 µm), silt (> 2 µm og < 63 µm) og sand, grus (> 63 µm)

Kjemiske analyser er utført av Eurofins Norge AS, som er akkreditert for alle utførte analyser. Fullstendig analyserapport fra Eurofins er gitt i Vedlegg 1.

2.4 Risikovurdering

Trinn 1 risikovurdering er gjennomført i henhold til Miljødirektoratets veileder M-409/2016 som er å sammenligne konsentrasjonene av de ulike metallene og organiske miljøgiftene fra de kjemiske analysene med grenseverdier angitt i Miljødirektoratets veileder M-608 «Grenseverdier for klassifisering av vann, sediment og biota». Prøvene tatt i 2014 er også tatt med i trinn 1 vurderingen.

3. RESULTATER OG DISKUSJON

3.1 Beskrivelse av sedimentene

Sedimentet på stasjonene U1-U5 bestod hovedsakelig av sand (skjellsand) med stein. På grunn av grove sedimenter på stasjonene U1 og U2 var det kun cirka 3 cm sediment i grabbprøvene fra disse stasjonene. Prøvene tatt fra fjæresone (U1-U5) var påvirket av sementslam, tilslammingen var særlig synlig i prøvene U3 og U5 som ligger nærmest strandsonen. Sør i området ligger det et sementstøperi (Utsem) som over flere år har sluppet ut sementrester og bilvaskevann. Dette er en trolig årsak til sementslammet observert i sedimentene. Substratet på stasjonene G1 - G3 bestod hovedsakelig av sand og stein, og det ble registrert blåskjell på overflaten. Det ble ikke registrert lukt fra prøvene fra stasjonene U1 til U5 og G1 til G3.

Prøvene S1 til S6 er tidligere beskrevet av Rambøll (2014). Enkeltprøvene fra alle stasjonene S1-S6 viser liten grad av variasjon i kornstørrelse, konsistens, farge og lukt. På stasjonene S2, S3, S4 og S5 (vanddyp 3,3-6,3 m) er det registrert sediment med høyt innhold av sand. På stasjon S1 (seilingsleden) og S6 (fjæresone) er det registrert noe grovere sedimenter.

3.2 Kornfordeling og total organisk karbon

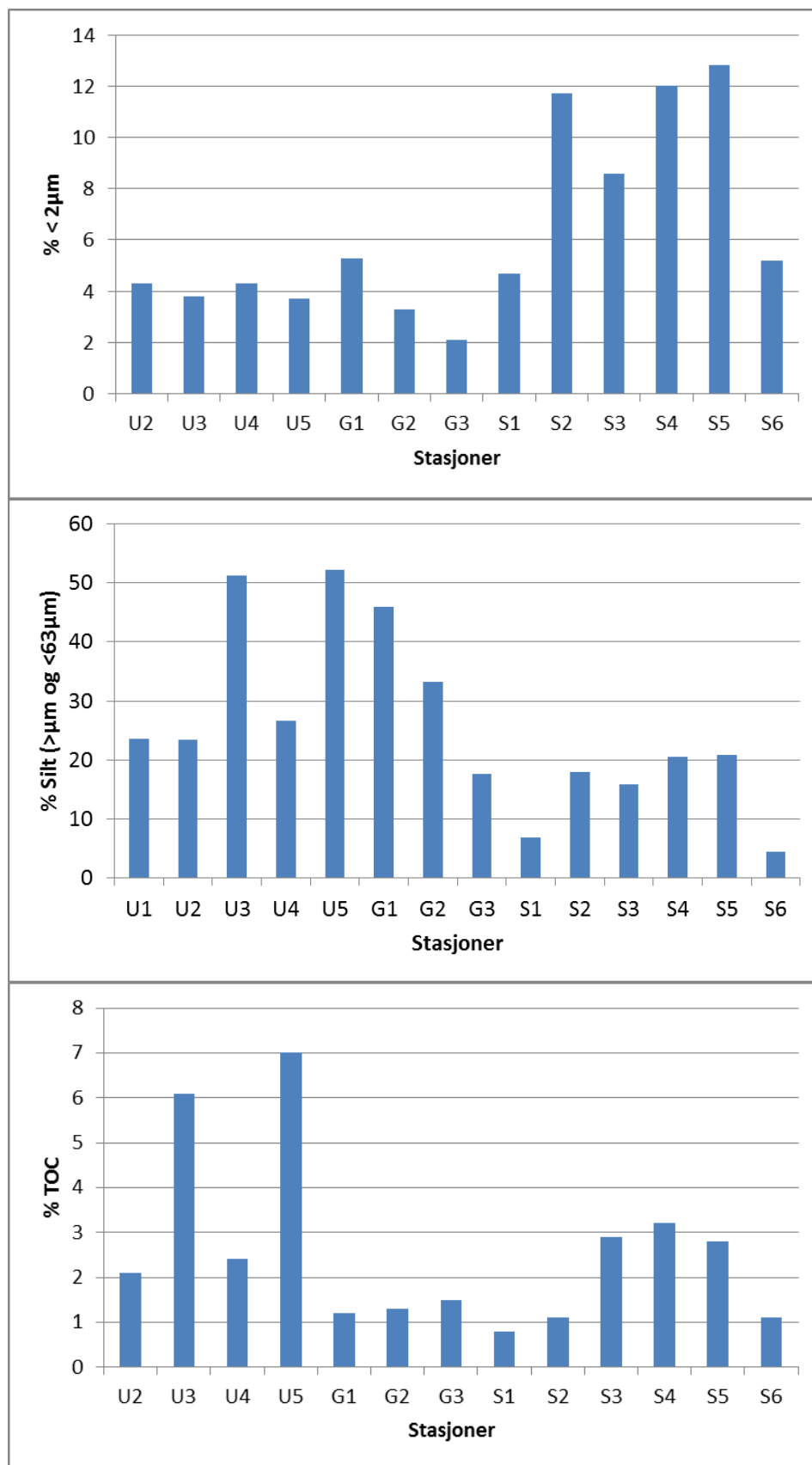
Resultatet av kornfordeling i prøvene tatt i Uthaug havn viser variasjoner i kornfordeling i det øverste laget av bunnsediment ved tiltaksområdet (Tabell 2). Mengde finstoff (partikler mindre enn 63 µm) i alle prøver (totalt 14) varierer mellom 9,6 og 66,0 %, antall leire (partikler mindre 2 µm) varierer mellom 2,1 og 12,8 % (se Figur 6). Det er ikke gjort ytterligere fraksjonering for å skille evt. grus fra sand, og sediment over 63 µm omtales som sand. I fjæresonen hvor det planlegges utfylling (prøver U1-U5 og S6) varierer andel finstoff mellom 9,6 og 66,0 %, i dypere områder (prøver S1-S5) mellom 11,5 og 33,6 %, og i området for mindre utfylling (prøver G1-G3) mellom 19,7 og 51,3 %. Høyest innhold av leire er registrert ved stasjonene S2, S4 og S5, der andel leire er større enn 10 %.

Høy konsentrasjon av totalt organisk karbon (TOC) betyr at innholdet av organiske materiale er høyt, som igjen tyder på dårlige nedbrytningsforhold eller høy tilførsel. Stor tilførsel av organisk karbon kan medføre lavt oksygeninnhold i sedimentet, som er med å bestemme nedbrytnings-

hastigheten. Organiske miljøgifter (hydrofobe), men også metaller bindes lett til partikler/organiske partikler. Høyt TOC-innhold kan derfor innebære at organiske miljøgifter er godt bundet til sedimentene, og således er mindre tilgjengelige for marine organismer. Innholdet av total organisk karbon (TOC) varierer mellom 0,8 og 7,0 %. Høyet innhold av TOC er registrert ved stasjonene U3 og U5, henholdsvis 6,1 og 7,0 %. Prøvene fra øvrige stasjonene viser mindre forskjell i TOC innhold mellom dypere havn og ved fjæresone. Konsentrasjon av TOC er generelt lav på stasjonene G1 til G3 og mellom 1,2 og 1,5 %.

Tabell 2. Kornfordeling og totalt organisk karbon (TOC) på stasjoner U1-U5, G1-G3 og S1-S6 i Uthaug havn. Resultatene er angitt i enhet % av torrstoff (TS).

Stasjon	Sand (> 63 µm, % TS)	Silt (> 2 µm og < 63 µm, % TS)	Leire (< 2 µm, % TS)	Totalt organisk karbon, TOC (% TS)
U1	72,3	23,6	4,1	2,0
U2	72,3	23,4	4,3	2,1
U3	44,9	51,3	3,8	6,1
U4	69,1	26,6	4,3	2,4
U5	44,0	52,3	3,7	7,0
G1	48,7	46,0	5,3	1,2
G2	63,4	33,3	3,3	1,3
G3	80,3	17,6	2,1	1,5
S1	88,5	6,8	4,7	0,8
S2	70,3	18,0	11,7	1,1
S3	75,6	15,8	8,6	2,9
S4	67,5	20,5	12,0	3,2
S5	66,4	20,8	12,8	2,8
S6	90,4	4,4	5,2	1,1



Figur 6. Innhold av a) leire, b) silt og c) total organisk karbon (TOC) på stasjoner U1-U5, G1-G3 og S1-S6 i Uthaug havn. Resultatene er angitt i enhet % av torrstoff (TS).

3.3 Kjemiske analyser av alle prøver fra undersøkelser utført i 2014 og 2017

Tabell 3, 4 og 5 viser analyseresultater for alle prøver tatt i årene 2014 og 2017 (U1-U5, G1-G3 og S1-S5). Miljøgiftkonsentrasjonen i alle prøvene er klassifisert i henhold til Miljødirektoratets veileder M-608, som angir fem tilstandsklasser basert på forurensningsgrad (tilstandsklasse I - V).

Analyseresultatene viser at det er store forskjeller i forurensningsgrad mellom de ulike områdene i Uthaug havn. Prøvene tatt i fjæresone (U1-U5, S6), hvor det er planlagt utfylling, viser generelt lavere konsentrasjoner av miljøgifter enn prøvene tatt i dypere deler av havnen (S1-S5). Høye konsentrasjoner av miljøgifter ble også registrert i området sør for Holmhaugen hvor det planlegges en mindre fylling på ca. 500 m² (stasjoner G1-G3).

For sedimentprøvene tatt i fjæresonen (U1-U5 og S6, Tabell 1) viser analyseresultatene konsentrasjoner av organiske forbindelser innenfor tilstandsklasse II, tilsvarende god tilstand. Prøver tatt på stasjonene U3 og U5 viser konsentrasjoner av metaller over grenseverdien for tilstandsklasse II. Ved U5 tilsvarende konsentrasjonen av tungmetallene kobber og sink henholdsvis tilstandsklasse V (svært dårlig) og III (moderat). I prøven fra stasjon U3 tilsvarende konsentrasjon av sink tilstandsklasse III, «moderat tilstand».

Tabell 3. Analyseresultater fra overflatesedimenter (0-10 cm) fra stasjoner U1-U5 og S6 i Uthaug havn. Prøvene ble tatt i 2014 og 2017. Resultatene er fargekodet etter tilstandsklasser i henhold til Miljødirektoratets veileder M-608 Grenseverdier for klassifisering av vann, sediment og biota.

Parameter	Enhet	Tilstandsklasser					
		U1	U2	U3	U4	U5	S6
Grabprøver tatt fra fjæresone i 2017 (U1-U5) og 2014 (S6)							
Arsen	mg/kg	4,3	2,3	6,8	1,5	17	2,5
Bly	mg/kg	2,3	2,5	12	2,3	36	2,2
Kobber	mg/kg	2,8	1,6	61	1,4	160	1,9
Krom	mg/kg	5,6	4,9	36	3,8	46	2,5
Kadmium	mg/kg	0,19	0,18	0,16	0,22	0,37	0,14
Kvikksølv	mg/kg	0,006	0,002	0,027	0,002	0,054	0,005
Nikkel	mg/kg	4,3	3,3	22	2,3	31	1,4
Sink	mg/kg	12	9,1	160	8,6	280	12
Naftalen	mg/kg	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
Acenaftalen	mg/kg	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
Acenaften	mg/kg	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
Fluoren	mg/kg	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
Fenantren	mg/kg	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
Antracen	mg/kg	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
Fluoranthen	mg/kg	< 0,010	0,021	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
Pyren	mg/kg	< 0,010	0,015	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
Benzo[<i>a</i>]antracen	mg/kg	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
Chrysen	mg/kg	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
Benzo[<i>b</i>]fluoranten	mg/kg	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
Benzo[<i>k</i>]fluoranten	mg/kg	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
Benzo[<i>a</i>]pyren	mg/kg	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
Dibenzo[<i>ah</i>]antracen	mg/kg	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
Benzo[<i>ghi</i>]perylene	mg/kg	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
Indeno[123 <i>cd</i>]pyren	mg/kg	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
PAH16	mg/kg	nd	0,036	nd	nd	nd	ND
PCB7	mg/kg	nd	nd	nd	nd	nd	ND
TBT Effektbasert	µg/kg	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
TBT forvaltningsmessig	µg/kg	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001

Prøvene fra stasjonene G1 til G3 i området hvor det planlegges en mindre utfylling i sjø inneholdt (Tabell 2) arsen og tungmetaller i konsentrasjoner innenfor tilstandsklasse II (forurensningsgrad «god»), mens konsentrasjoner av flere organiske forbindelser overstiger grenseverdien for tilstandsklasse II. ΣPAH16 er påvist innenfor tilstandsklasse IV «dårlig» på stasjon G2, innenfor tilstandsklasse III «moderat» på stasjon G3 og innenfor tilstandsklasse II «god tilstand» på stasjon G1. I tillegg er det påvist overskridelser av enkeltforbindelser av PAH tilsvarende tilstandsklasse III (moderat) og IV (dårlig) ved alle tre stasjoner, og tilstandsklasse V (svært dår-

lig) ved G2. Konsentrasjon av Σ PCB7 tilsvarer tilstandsklasse III ved stasjon G3, mens det ikke ble detektert PCB komponenter ved stasjonene G1 og G2. Påviste konsentrasjoner av TBT (effektbasert) tilsvarer tilstandsklasse V ved alle stasjoner (G1 til G3).

Tabell 4. Analyseresultater fra overflatesedimenter (0-10 cm) fra stasjoner G1-G3 i Uthaug havn. Prøvene ble tatt i 2017. Resultatene er fargekodet etter tilstandsklasser i henhold til Miljødirektoratets veileder M-608 Grenseverdier for klassifisering av vann, sediment og biota.

		Sedimentprøver tatt i 2017		
Parameter	Enhet	G1	G2	G3
Arsen	mg/kg	2,6	2,9	2,2
Bly	mg/kg	9,7	12	10
Kobber	mg/kg	20	24	13
Krom	mg/kg	15	18	18
Kadmium	mg/kg	0,13	0,1	0,13
Kvikksølv	mg/kg	0,031	0,013	0,007
Nikkel	mg/kg	10	14	9,1
Sink	mg/kg	47	48	54
Naftalen	mg/kg	< 0,010	0,016	< 0,010
Acenaftylene	mg/kg	0,011	0,055	0,027
Acenaften	mg/kg	< 0,010	0,051	< 0,010
Fluoren	mg/kg	< 0,010	0,086	< 0,010
Fenantren	mg/kg	0,063	1	0,19
Antracen	mg/kg	0,023	0,15	0,053
Fluoranthen	mg/kg	0,22	2,5	0,47
Pyren	mg/kg	0,21	1,5	0,35
Benzo[a]antracen	mg/kg	0,09	0,44	0,18
Chrysen	mg/kg	0,069	0,62	0,17
Benzo[b]fluoranten	mg/kg	0,14	0,66	0,23
Benzo[k]fluoranten	mg/kg	0,045	0,18	0,079
Benzo(a)pyren	mg/kg	0,087	0,32	0,15
Dibenzo[ah]antracen	mg/kg	0,014	0,052	0,021
Benzo[ghi]perylene	mg/kg	0,065	0,23	0,099
Indeno[123cd]pyren	mg/kg	0,062	0,22	0,083
PAH16	mg/kg	1,1	8,1	2,1
PCB7	mg/kg	nd	nd	0,014
TBT Effektbasert	µg/kg	0,1	0,059	0,039
TBT forvaltningsmessig	µg/kg	0,1	0,059	0,039

I prøvene tatt utenfor tiltaksområdet på større vanddyp (S1 til S5, Tabell 3) påvises konsentrasjoner av metaller (arsen og tungmetallene krom, nikkel, bly, sink og kvikksølv) og Σ PCB7 innenfor tilstandsklasse II ved alle fem stasjoner. Påviste konsentrasjoner av Σ PAH16 på stasjonene S3 og S4 klassifiseres innenfor tilstandsklasse IV, mens konsentrasjon av Σ PAH16 på stasjonene S1, S2 og S5 er i tilstandsklasse I eller II. Kjemiske analyser av enkeltparametere av PAH viser at flere PAH komponenter (antracen, fluoranten, krysen, benzo(b)fluoranten, benzo(k)fluoranten, benzo(a)pyren, benzi(ghi)perylene, indeno(123cd)pyren) påvises i konsentrasjoner opp til tilstandsklasse IV ved stasjonene S2 til S5. Ved stasjon S1 er konsentrasjonen av alle PAH komponenter innenfor tilstandsklasse I eller II. Prøve S1 er tatt nord for utfyllingsområdet (ved seilingsleden), bedre vannutskifting i området kan være en årsak til lavere konsentrasjoner av miljøgifter på stasjonen. Analyseresultatene viser konsentrasjoner av TBT innenfor tilstandsklasse V (forurensningsgrad «svært dårlig») på alle stasjoner S1 til S5.

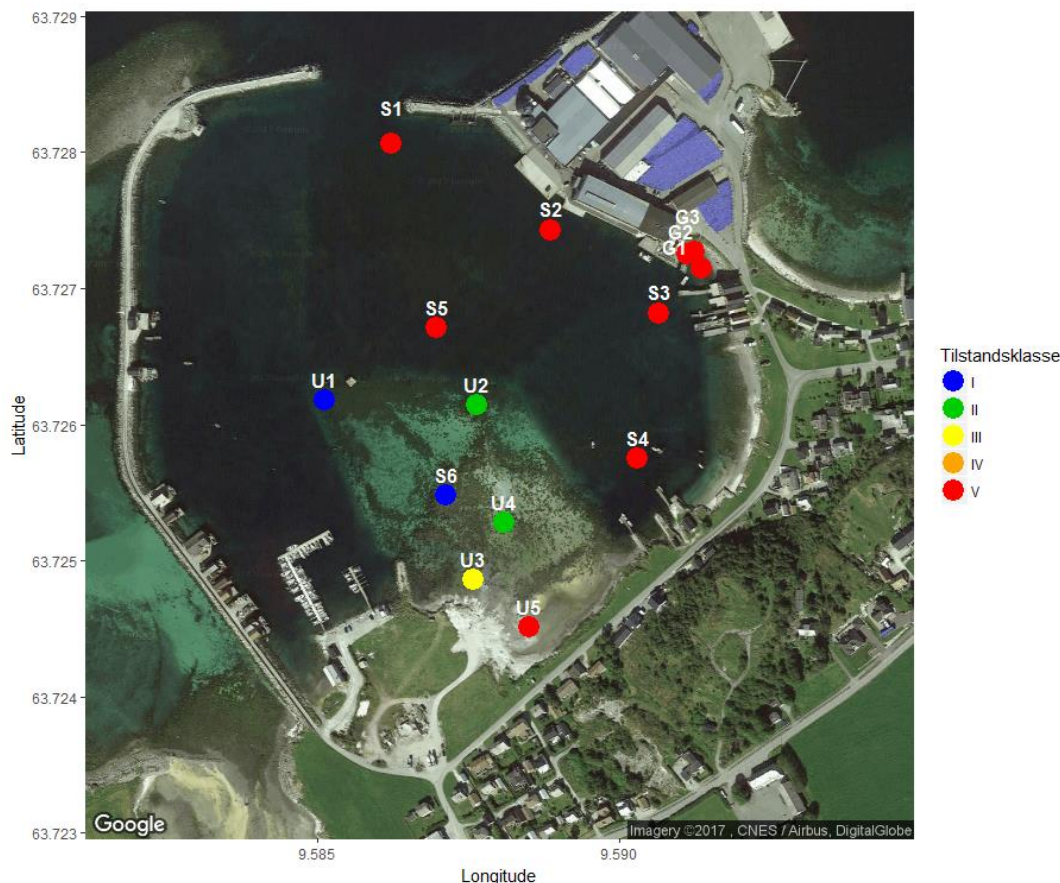
Tabell 3. Analyseresultater fra overflatesedimenter (0-10 cm) fra stasjoner S1-S5 i Uthaug havn. Prøvene ble tatt utenfor tiltaksområdet i 2014. Resultatene er fargekodet etter tilstandsklasser i henhold til Miljødirektoratets veileder M-608 Grenseverdier for klassifisering av vann, sediment og biota.

		Tilstandsklasser				
		Grabbprøver tatt 2014				
Parameter	Enhet	S1	S2	S3	S4	S5
Arsen	mg/kg	6,6	7,6	7,8	8,3	7,1
Bly	mg/kg	3,5	9,7	25	24	12
Kobber	mg/kg	6,9	33	40	51	33
Krom	mg/kg	10	40	36	42	40
Kadmium	mg/kg	0,2	0,2	0,57	0,8	0,56
Kvikksølv	mg/kg	0,105	0,032	0,046	0,051	0,027
Nikkel	mg/kg	7,1	26	22	25	25
Sink	mg/kg	16	82	98	110	79
Naftalen	mg/kg	<0,010	<0,010	0,02	0,011	<0,010
Acenaftylene	mg/kg	<0,010	0,014	0,025	0,02	<0,010
Acenaften	mg/kg	<0,010	0,014	0,025	0,02	<0,010
Fluoren	mg/kg	<0,010	0,014	0,051	0,025	<0,010
Fenantren	mg/kg	<0,010	0,13	0,38	0,23	0,054
Antracen	mg/kg	<0,010	0,049	0,16	0,1	0,034
Fluoranthen	mg/kg	0,013	0,34	0,82	0,62	0,18
Pyren	mg/kg	<0,010	0,28	0,66	0,52	0,14
Benzo[a]antracen	mg/kg	<0,010	0,16	0,36	0,27	0,081
Chrysen	mg/kg	<0,010	0,18	0,36	0,37	0,088
Benzo[b]fluoranten	mg/kg	<0,010	0,24	0,56	0,43	0,13
Benzo[k]fluoranten	mg/kg	<0,010	0,085	0,18	0,15	0,041
Benzo(a)pyren	mg/kg	<0,010	0,14	0,31	0,23	0,066
Dibenzo[ah]antracen	mg/kg	<0,010	0,012	0,056	0,019	<0,010
Benzo[ghi]perylene	mg/kg	<0,010	0,049	0,17	0,078	0,037
Indeno[123cd]pyren	mg/kg	<0,010	0,064	0,22	0,1	0,042
PAH16	mg/kg	0,013	1,8	4,4	3,2	0,9
PCB7	mg/kg	ND	ND	0,003	ND	ND
TBT Effektbasert	µg/kg	0,0078	0,1	0,05	0,049	0,013
TBT forvaltningsmessig	µg/kg	0,0078	0,1	0,05	0,049	0,013

Figur 7 viser høyeste tilstandsklasse i sedimentene på de ulike prøvestasjonene i Uthaug havn. Påvist forurensning i Uthaug havn omfatter TBT, PAH, PCB, kobber og sink. Forurensningen er hovedsakelig forårsaket av utslipp fra maritim og industriell virksomhet. TBT har vært i bruk i bunnstoff på båter siden 60-tallet, men ble totalforbudt i 2008. TBT finnes derfor ofte i høye konsentrasjoner i havnesedimenter på grunn av høy persistens mot nedbrytning.

Påviste enkeltparametere av PAH-forurensning sees i sammenheng med bruk av tjære til impregnering av trekaier, trebåter og drivstoff til kjøretøy. Det ligger en trekai både på nordvest- og sørsiden av den mindre utfyllingen (stasjonene G1 til G3). Konsentrasjonene av PAH komponenter er høyest ved prøvepunktet G2, som er plassert noen få meter fra kaia.

To prøver tatt i fjæresonen (U3 og U5) var visuelt synlig påvirket av sementslam, og forhøyede konsentrasjoner av kobber og sink kan skyldes vaskevannutslipp fra sementstøperiet.



Figur 7. Kart over stasjoner for sedimentprøvetaking i Uthaug Havn. Sedimentprøvene S1-S6 er tatt av Rambøll (2014), og prøvene U1-U5 og G1-G3 i 2017 av Ørland kommune. Kartet er fargekodet etter høyest forekommende tilstandsklasse (M-608).

3.4 Tiltaksplan i anleggsfasen

Sedimentene i Uthaug havn har en andel silt og leire som kan spres under utfylling og føre til spredning av forurensning utenfor tiltaksområdet som følge av oppvirvling fra sjøbunn. I tillegg kan utvasking av finstoff fra selve utfyllingsmassene føre til spredning av partikler. Overordnet miljømål i anleggsfasen skal være at arbeidene ikke skal medføre forurensning som kan være til skade eller ulempe for miljøet, eller kan ha negative konsekvenser for liv og helse. Påvirkninger på miljøet bør derfor minimeres av hensyn til vannforekomsten. Utfylling i Uthaug havn vil utløse krav til overvåking og kontroll under arbeidene.

Under fyllingen i begge utfyllingsområdene bør det gjøres tiltak for å hindre utvasking av finstoff mens arbeidene pågår. For å redusere spredning som følge av utfylling anbefales det å legge en voll av grove masser rundt området først med gradvis finere masser innover i kombinasjon med geotekstil for å hindre partikkelflukt ved videre utfylling innenfor vollen. Ved videre utfylling vil geotekstilen og de graderte massene fungerer som filter. Massene innenfor vollen vil etter hvert bli mindre utsatt for tidevannsstrøm og spredningen av finstoff vil derfor være begrenset.

Ved den større utfyllingen er det påvist forurensning spesielt i den sørligste delen av området (dvs. prøvepunkt U3 og U5). For å redusere spredning av miljøgifter til nærliggende områder, anbefales det derfor å begynne fyllingen fra den ytterst delen av tiltaksområdet. Dette vil gjøre at eventuelle oppvirvlede forurenset partikler vil holde seg innenfor vollen når arbeidene flyttes videre til det forurensete området.

Store deler av tiltaksområdene som planlegges å fylles ut ligger i området som blir tørrlagt ved fjære sjø, noe som reduserer partikkelspredning ytterligere. Det anbefales at arbeidene som kan føre til spredning av miljøgifter gjennomføres i størst mulig grad ved fjære sjø. Sedimentene i

området for den mindre utfyllingen øst i havn (stasjonene G1 til G3) er sterkt forurensset, særlig av TBT. Området blir tørrlagt i sin helhet under fjære sjø. Det anbefales derfor at utfyllingen gjøres i perioder når området er tørrlagt.

I de områdene der det er påvist forurensning i sedimentet vil utfyllingen isolere forurensete sedimenter og hindre spredning av forurensning fra sjøbunnen til nærmiljøet, og føre til en forbedring av miljøtilstanden på lokaliteten.

Området hvor utfyllingen skal gjennomføres ligger innenfor moloene noe som reduserer muligheten for spredning til ytre deler av fjorden. Strømstyrken innenfor moloene er trolig relativt lav, hvilket bidrar til å redusere spredningen videre. I sedimentprøvene tatt i de dypere delene av havnen (stasjoner S2 til S5) er det påvist høye konsentrasjon av organiske miljøgifter. Det er derfor liten sannsynlighet at tilstanden i sediment forringes dersom små mengder av oppvirket bunnsedimenter fra fjæresonen spres til området innenfor moloen.

Spredning av partikler og forurensning under utfyllingen vil ytterligere kunne begrenses ved bruk av siltgardiner rundt utfyllingsområdet. Det er imidlertid mye båttrafikk i tiltaksområdet og det kan derfor være vanskelig å benytte siltgardin i seilingsleden for å hindre spredningen av partikler utenfor moloene

I utfyllingsmassene som består av sprengstein kan det være rester av sprengstoff (nitrogenforbindelser), og det kan også være mindre mengder olje og PAH fra anleggsmaskinene. Sprengstein kan også inneholde armeringsfiber, skyteledninger eller annet avfall fra spredningsarbeidene. Det må forutsettes at disse fjernes fra massene før utfyllingen i sjøen. Alternativt kan det vurderes å bruke plastfrie armeringsfiber og skyteledninger i sprengningsarbeidene som ikke vil medfører ulemper i miljø.

I anleggsperioden kan akutt forurensning oppstå for eksempel som en følge av uhellsslipp fra anleggsmaskiner, spill fra drivstofftanker, under påfylling av anleggsmaskiner og drivstofftanker. Før arbeidene blir igangsett må det utarbeides beredskapsplaner for å sikre at skade på miljø blir mest mulig redusert dersom noe uforutsett skulle oppstå. Beredskapsplan må lages i samarbeid med utførende entreprenør.

Etter ferdigstillelse av utfyllingen må det lages en sluttrapport som oppsummerer gjennomført tiltak, resultatene fra overvåking og eventuelle avvik oppstått i kontroll. Det vurderes ikke som nødvendig å undersøke miljøtilstanden i sedimentet etter gjennomført utfylling.

4. KONKLUSJONER

Prøvetatte sedimenter fra stasjon S1 til S5 og G1 til G3 klassifiseres i tilstandsklasser høyere enn II (forurensningsgrad «god») i henhold til Miljødirektoratets klassifiseringssystem for sedimenter, og er dermed å anse som forurenset. Tiltaket utløser krav om søknad eller tillatelse til/fra forurensningsmyndighet (Fylkesmannen). Påvist forurensning omfatter TBT, PAH, PCB, kopper og sink knyttes til finkornede, gjerne organiske partikler i sedimentet i indre havn. Forurensningen er hovedsakelig forårsaket av utslipp fra havneaktivitet og industriell virksomhet. TBT har vært i bruk i bunnstoff på båter siden 60-tallet, men ble totalforbudt i 2008. TBT finnes derfor ofte i høye konsentrasjoner i havnesedimenter på grunn av høy persistens mot nedbrytning.

Utfyllingsarbeidene må planlegges slik at spredningen av partikler og miljøgifter blir minst mulig. Etablering av en voll av grove masser ved yttergrense av tiltaksområdet ansees som en effektiv metode for å redusere flukt av finstoff og forurensning utenfor tiltaksområdet. Det anbefales også at arbeidene i størst mulig grad gjennomføres ved fjære sjø for å hindre spredning av partikler og miljøgifter.

5. REFERANSER

Klima- og forurensningsdirektoratet (2007). Veileder for klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. TA-2229.

Miljødirektoratet (2005). Forurensning i bunnsedimenter i sjøområder med havner i Hordaland, Møre og Romsdal, og Sør Trøndelag 2004. TA-2142.

Miljødirektoratet (2015). Veileder M-409, Risikovurdering av forurenset sediment. 106 s.

Miljødirektoratet (2015). Veileder M-350, Håndtering av sedimenter. 103 s.

Miljødirektoratet (2016). Veileder M-608, Grenseverdier for klassifisering av vann, sediment og biota. 24 s.

Rambøll (2014a). Uthaug Havn. Sedimentundersøkelser – datarapport. Rambøll rapport M-rap-001-6130512.

Rambøll (2014b). Næringsutvikling på Uthaug, Ørland kommune: Planprogram og reguleringsplan. Situasjonsbeskrivelse og analyse. Rev. Utdrag 3.06.2014.

Vedlegg 1. Analyseresultatene, prøvene U1-U5 og G1-G3.

Analyseresultatene for prøvene S1 til S6 er tidligere rapportert av Rambøll (2014a).



eurofins



Eurofins Environment Testing Norway

AS (Moss)

F. reg. 965 141 618 MVA

Møllebakken 50

NO-1538 Moss

Tlf: +47 69 00 52 00

Fax: +47 69 27 23 40

Ørland kommune

Postboks 401

7129 Brekstad

Attn: Harriet De Ruiter

AR-17-MM-005083-01



EUNOMO-00160931

Prøvemottak: 27.02.2017

Temperatur:

Analyseperiode: 27.02.2017-14.03.2017

Referanse: Sedimentprøver

ANALYSERAPPORT

Tegnforklaring:

* Ikke omfattet av akkrediteringen LOQ: Kvantifiseringsgrense MU: Måleusikkerhet
<: Mindre enn >: Større enn nd: Ikke påvist Bakteriologiske resultater angitt som <1, <50 e.l. betyr 'ikke påvist'.

Opplysninger om måleusikkerhet og konfidensintervall fås ved henvendelse til laboratoriet.
Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).



Prøvenr.:	439-2017-02270136	Prøvetakingsdato:	23.02.2017	
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver	
Prøvemerkning:	U1	Analysestartdato:	27.02.2017	
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ MU	Metode
c) Arsen (As)	4.3	mg/kg TS	0.5 30%	NS EN ISO 17294-2
c) Bly (Pb)	2.3	mg/kg TS	0.5 40%	NS EN ISO 17294-2
c) Kadmium (Cd)	0.19	mg/kg TS	0.01 25%	NS EN ISO 17294-2
c) Kobber (Cu)	2.8	mg/kg TS	0.5 30%	NS EN ISO 17294-2
c) Krom (Cr)	5.6	mg/kg TS	0.5 30%	NS EN ISO 17294-2
c) Kvikksølv (Hg)	0.006	mg/kg TS	0.001 20%	028311mod/EN ISO17852mod
c) Nikkel (Ni)	4.3	mg/kg TS	0.5 30%	NS EN ISO 17294-2
c) Sink (Zn)	12	mg/kg TS	2 30%	NS EN ISO 17294-2
c) PCB(7)				
c) PCB 28	< 0.00050	mg/kg TS	0.0005	EN 16167
c) PCB 52	< 0.00050	mg/kg TS	0.0005	EN 16167
c) PCB 101	< 0.00050	mg/kg TS	0.0005	EN 16167
c) PCB 118	< 0.00050	mg/kg TS	0.0005	EN 16167
c) PCB 153	< 0.00050	mg/kg TS	0.0005	EN 16167
c) PCB 138	< 0.00050	mg/kg TS	0.0005	EN 16167
c) PCB 180	< 0.00050	mg/kg TS	0.0005	EN 16167
c) Sum 7 PCB	nd			EN 16167
c) PAH(16)				
c) Naftalen	< 0.010	mg/kg TS	0.01	ISO 18287, mod.
c) Acenaftylen	< 0.010	mg/kg TS	0.01	ISO 18287, mod.
c) Acenaften	< 0.010	mg/kg TS	0.01	ISO 18287, mod.
c) Fluoren	< 0.010	mg/kg TS	0.01	ISO 18287, mod.
c) Fenantren	< 0.010	mg/kg TS	0.01	ISO 18287, mod.
c) Antracen	< 0.010	mg/kg TS	0.01	ISO 18287, mod.
c) Fluoranten	< 0.010	mg/kg TS	0.01	ISO 18287, mod.
c) Pyren	< 0.010	mg/kg TS	0.01	ISO 18287, mod.
c) Benzo[a]antracen	< 0.010	mg/kg TS	0.01	ISO 18287, mod.
c) Krysen/Trifenylen	< 0.010	mg/kg TS	0.01	ISO 18287, mod.
c) Benzo[b]fluoranten	< 0.010	mg/kg TS	0.01	ISO 18287, mod.
c) Benzo[k]fluoranten	< 0.010	mg/kg TS	0.01	ISO 18287, mod.
c) Benzo[a]pyren	< 0.010	mg/kg TS	0.01	ISO 18287, mod.
c) Indeno[1,2,3-cd]pyren	< 0.010	mg/kg TS	0.01	ISO 18287, mod.
c) Dibenzo[a,h]antracen	< 0.010	mg/kg TS	0.01	ISO 18287, mod.
c) Benzo[ghi]perylen	< 0.010	mg/kg TS	0.01	ISO 18287, mod.
c) Sum PAH(16) EPA	nd			ISO 18287, mod.
a) Tributyltinn-Sn (TBT-Sn)				
a) Tributyltinn (TBT) - Sn	< 1	µg/kg TS	1	Internal Method 2085
b) Kornstørrelse <2µm				
b) Kornstørrelse <2 µm	4.1	%	1	Internal Method 6
b) Kornstørrelse <63µm				
b) Kornstørrelse < 63 µm	23.6	%	0.1	Internal Method 6
TOC kalkulert				
Totalt organisk karbon kalkulert	2.0	% TS	12%	Intern metode
c) Total tørrstoff glødetap	3.5	% tv	0.1 10%	EN 12879

Tegnforklaring:

* Ikke omfattet av akkrediteringen LOQ: Kvantifiseringsgrense MU: Måleusikkerhet
 <: Mindre enn >: Større enn nd: Ikke påvist. Bakteriologiske resultater angitt som <1,<50 e.l. betyr 'ikke påvist'.

Opplysninger om måleusikkerhet og konfidensintervall fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).



c) Total tørrstoff	68.5 %	0.1	10%	EN 12880
--------------------	--------	-----	-----	----------

Tegnforklaring:

* Ikke omfattet av akkrediteringen LOQ: Kvantifiseringsgrense MU: Måleusikkerhet
<: Mindre enn >: Større enn nd: Ikke påvist. Bakteriologiske resultater angitt som <1, <50 e.l. betyr 'ikke påvist'.

Opplysninger om måleusikkerhet og konfidensintervall fås ved henvendelse til laboratoriet.
Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).



Prøvenr.:	439-2017-02270137	Prøvetakingsdato:	23.02.2017	
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver	
Prøvemerkning:	U2	Analysestartdato:	27.02.2017	
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ MU	Metode
c) Arsen (As)	2.3	mg/kg TS	0.5 30%	NS EN ISO 17294-2
c) Bly (Pb)	2.5	mg/kg TS	0.5 40%	NS EN ISO 17294-2
c) Kadmium (Cd)	0.18	mg/kg TS	0.01 25%	NS EN ISO 17294-2
c) Kobber (Cu)	1.6	mg/kg TS	0.5 30%	NS EN ISO 17294-2
c) Krom (Cr)	4.9	mg/kg TS	0.5 30%	NS EN ISO 17294-2
c) Kvikksølv (Hg)	0.002	mg/kg TS	0.001 20%	028311mod/EN ISO17852mod
c) Nikkel (Ni)	3.3	mg/kg TS	0.5 30%	NS EN ISO 17294-2
c) Sink (Zn)	9.1	mg/kg TS	2 30%	NS EN ISO 17294-2
c) PCB(7)				
c) PCB 28	< 0.00050	mg/kg TS	0.0005	EN 16167
c) PCB 52	< 0.00050	mg/kg TS	0.0005	EN 16167
c) PCB 101	< 0.00050	mg/kg TS	0.0005	EN 16167
c) PCB 118	< 0.00050	mg/kg TS	0.0005	EN 16167
c) PCB 153	< 0.00050	mg/kg TS	0.0005	EN 16167
c) PCB 138	< 0.00050	mg/kg TS	0.0005	EN 16167
c) PCB 180	< 0.00050	mg/kg TS	0.0005	EN 16167
c) Sum 7 PCB	nd			EN 16167
c) PAH(16)				
c) Naftalen	< 0.010	mg/kg TS	0.01	ISO 18287, mod.
c) Acenaftylen	< 0.010	mg/kg TS	0.01	ISO 18287, mod.
c) Acenaften	< 0.010	mg/kg TS	0.01	ISO 18287, mod.
c) Fluoren	< 0.010	mg/kg TS	0.01	ISO 18287, mod.
c) Fenantren	< 0.010	mg/kg TS	0.01	ISO 18287, mod.
c) Antracen	< 0.010	mg/kg TS	0.01	ISO 18287, mod.
c) Fluoranten	0.021	mg/kg TS	0.01 25%	ISO 18287, mod.
c) Pyren	0.015	mg/kg TS	0.01 25%	ISO 18287, mod.
c) Benzo[a]antracen	< 0.010	mg/kg TS	0.01	ISO 18287, mod.
c) Krysen/Trifenylen	< 0.010	mg/kg TS	0.01	ISO 18287, mod.
c) Benzo[b]fluoranten	< 0.010	mg/kg TS	0.01	ISO 18287, mod.
c) Benzo[k]fluoranten	< 0.010	mg/kg TS	0.01	ISO 18287, mod.
c) Benzo[a]pyren	< 0.010	mg/kg TS	0.01	ISO 18287, mod.
c) Indeno[1,2,3-cd]pyren	< 0.010	mg/kg TS	0.01	ISO 18287, mod.
c) Dibenzo[a,h]antracen	< 0.010	mg/kg TS	0.01	ISO 18287, mod.
c) Benzo[ghi]perylen	< 0.010	mg/kg TS	0.01	ISO 18287, mod.
c) Sum PAH(16) EPA	0.036	mg/kg TS		ISO 18287, mod.
a) Tributyltinn-Sn (TBT-Sn)				
a) Tributyltinn (TBT) - Sn	< 1	µg/kg TS	1	Internal Method 2085
b) Kornstørrelse <2µm				
b) Kornstørrelse <2 µm	4.3	%	1	Internal Method 6
b) Kornstørrelse <63µm				
b) Kornstørrelse < 63 µm	23.4	%	0.1	Internal Method 6
TOC kalkulert				
Totalt organisk karbon kalkulert	2.1	% TS	12%	Intern metode
c) Total tørrstoff glødetap	3.7	% tv	0.1 10%	EN 12879

Tegnforklaring:

* Ikke omfattet av akkrediteringen LOQ: Kvantifiseringsgrense MU: Måleusikkerhet
 <: Mindre enn >: Større enn nd: Ikke påvist. Bakteriologiske resultater angitt som <1,<50 e.l. betyr 'ikke påvist'.

Opplysninger om måleusikkerhet og konfidensintervall fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).



c) Total tørrstoff	72.3 %	0.1	10%	EN 12880
--------------------	--------	-----	-----	----------

Tegnforklaring:

* Ikke omfattet av akkrediteringen LOQ: Kvantifiseringsgrense MU: Måleusikkerhet
<: Mindre enn >: Større enn nd: Ikke påvist. Bakteriologiske resultater angitt som <1,<50 e.l. betyr 'ikke påvist'.

Opplysninger om måleusikkerhet og konfidensintervall fås ved henvendelse til laboratoriet.
Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).