

Oppdragsgiver
Ørland kommune

Rapporttype
Geoteknisk vurdering

29.5.2015

REGULERINGSPLAN UTHAUG HAVN GEOTEKNISK VURDERING

UTHAUG HAVN GEOTEKNISK VURDERING

Oppdragsnr.: 1350008896
 Oppdragsnavn: Reguleringsplan
 Dokument nr.: 2
 Filnavn: G-rap-02 1350008896

Revisjon	0			
Dato	29.5.2015			
Utarbeidet av	EHL <i>Finn Heddal</i>			
Kontrollert av	OAR <i>Odd Arne Rye</i>			
Godkjent av				
Beskrivelse				

Revisjonsoversikt

Revisjon	Dato	Revisjonen gjelder

INNHOOLD

1.	INNLEDNING	7
2.	GRUNNLAG	8
2.1	Kartgrunnlag	8
2.2	Grunnundersøkelser	8
2.3	Befaring	8
2.4	Myndighetskrav	8
3.	TERRENG OG GRUNNFORHOLD	9
3.1	Kvartærgeologisk kart.....	9
3.2	Topografi	9
3.3	Grunnforhold	10
3.4	Erosjon	10
3.5	Havnivå	10
4.	MATERIALPARAMETERE	11
4.1	Tyngdetetthet.....	11
4.2	Udrenert skjærfasthet.....	11
4.3	Effektiv skjærfasthet.....	12
4.4	Kvalitet av grunnundersøkelser	13
4.5	Lagdelling	13
5.	STABILITETSFORHOLD	14
5.1	Kritiske snitt.....	14
5.2	Beregningsgrunnlag og forutsetninger	14
5.3	Resultat stabilitetsberegninger	15
5.4	Vurdering av stabilitetsforhold.....	15
6.	KAI	17
6.1	Spunkai i forbindelse med fylling innenfor moloen (profil 8).....	17
6.2	Tradisjonell kailøsning for fylling innenfor moloen	18
6.3	Kaier ved Holmhaugen	18
7.	UTNYTTELSE AV OPPFYLTE OMRÅDER	19
7.1	Setninger	19
7.2	Fundamenteringsforhold.....	19
8.	VURDERING AV FYLLINGSALTERNATIV	20
8.1	Fylling vest for moloen	20
8.2	Alternativ 1	20
8.3	Alternativ 2	21
8.4	Alternativ 3	21
8.5	Alternativ 4	21
8.6	Alternativ 5	21
9.	FORSLAG TIL MULIGE TILTAK	22
9.1	Etappevis oppfylling.....	22
9.2	Grunnforsterkning med kalksementpeler.....	22
9.3	Pelet betongdekke som erstatning for fylling	22
10.	OPPSUMMERING/KONKLUSJON	23
11.	SENERE PLANFASER	23

TEGNINGER

201	Oversiktskart	1: 50000
202	Situasjonsplan	1: 1000
203	Profil 1, med fylling, totalspenningsanalyse	1: 400
204	Profil 1, med fylling og motfylling, totalspenningsanalyse	1: 400
205	Profil 1, med fylling og motfylling, effektivspenningsanalyse	1: 400
206	Profil 2, med fylling, totalspenningsanalyse	1: 400
207	Profil 2, med fylling og motfylling, totalspenningsanalyse	1: 400
208	Profil 2, med fylling og motfylling, effektivspenningsanalyse	1: 400
209	Profil 3, med fylling, totalspenningsanalyse	1: 400
210	Profil 4, med fylling, totalspenningsanalyse	1: 400
211	Profil 4, med fylling og motfylling, totalspenningsanalyse	1: 400
212	Profil 4, med fylling og motfylling, effektivspenningsanalyse	1: 400
213	Profil 5, med fylling, totalspenningsanalyse	1: 400
214	Profil 6, med fylling, totalspenningsanalyse	1: 400
215	Profil 6, med molo, totalspenningsanalyse	1: 400
216	Profil 7, dagens situasjon, totalspenningsanalyse	1: 400
217	Profil 7, dagens situasjon, effektivspenningsanalyse	1: 400
218	Profil 8, med fylling, totalspenningsanalyse	1: 400

VEDLEGG

1. Fyllingsalternativ 1-5
2. Bilder fra befaringsplan 20.8.2014
3. Bilder observert fjell i dagen
4. Nivåskisse vannstands nivå (ref. /6/)
5. CPTU tolkninger
 - A. Punkt 11
 - B. Punkt 21
 - C. Punkt 23
 - D. Punkt 26

REFERANSER

1. G-rap-001 1350008896, Uthaug havn, Rambøll, 29.5.2015
2. G-rap-001 6130688, Uthaug; grunnundersøkelser og vurdering av fundamentering for tank, Rambøll, 7.6.2013
3. Rapport 411876-01, Industriområde Uthaug- fylling i sjø, Multiconsult, 18.4.2007
4. NS-EN 1990:2002 +NA:2008 (Eurocode 0)
5. NS-EN 1997-1:2004 +NA:2008 (Eurocode 7)
6. NS-EN 1998-1:2004 +NA:2008 (Eurocode 8)
7. Vannstands nivå Uthaug havn (www.sehavniva.no 22.5.2015)
[http://kartverket.no/sehavniva/sehavniva-lokasjonside/?cityid=939549&city=Uthaug havn#](http://kartverket.no/sehavniva/sehavniva-lokasjonside/?cityid=939549&city=Uthaug%20havn#)
8. CPTU correlations for clays, K. Karlsrud, T. Lunne, D.A kort og S. Strandvik, The Norwegian Geotechnical Institute, Norway 2005.
9. «En omforent anbefaling for bruk av anisotropifaktorer i prosjektering i norske leirer», NIFS, rapport 14/2014
10. NGF-melding11, utgitt 1997 rev. 2013: Veiledning for prøvetaking
11. NGF-melding 5, rev. Nr. 3, 2010: Veiledning for utførelse av trykksøndering
12. Statens vegvesen håndbok V220 Geoteknikk i vegbygging, vegdirektoratet juni 2014

1. INNLEDNING

Ørland kommune utarbeider en reguleringsplan for Uthaug havn. Det er i den forbindelse skissert 5 ulike fyllingsalternativer i havneområdet. Rambøll utfører på oppdrag av Ørland kommune grunnundersøkelser og geoteknisk vurdering for de ulike utbyggingsalternativene.

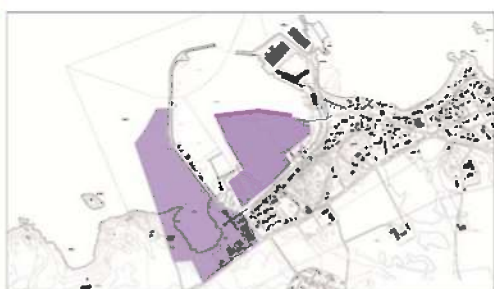
Det er foreslått 5 ulike fyllingsalternativer som er illustrert på figur 1-5 under. Lilla farge på illustrasjonene markerer fylling, tykk mørk strek markerer kaikant. Tegningene er mottatt fra arkitekt Svein Rasmussen i Rambøll. Fyllingsalternativene er i tillegg vist i vedlegg 1.



Figur 1: Alternativ 1



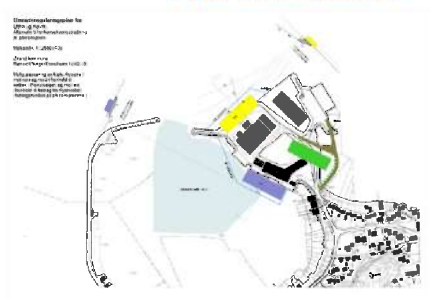
Figur 2: Alternativ 2



Figur 3: Alternativ 3



Figur 4: Alternativ 4



Figur 5: Alternativ 5

Det er planlagt utfylling på vestsiden av moloen i Uthaug havn samt 5 ulike alternativer for utfylling innenfor moloen. For fyllingsalternativ 1 og 4 i moloen er skissert fyllingsutbredelse mot nordøst inkludert fyllingskråning, det vil si at det viser begrensningen for utslaget på fyllingskråningen. Dette gjelder ikke ellers på illustrasjonene.

Iht. meddelelse fra arkitekt Rasmussen omfatter oppdraget bare de fargede områdene på skissene ovenfor. Det er ikke utført undersøkelser eller vurderinger for områdene nordøst for borpunkt 25,28 og 27.

For våre beregninger har vi antatt følgende forutsetninger

- Fylling til kote +3 (NN1954)
- Helning på fyllingsskråning 1:1,3 (reell helning må tilpasses plastrigsutførelse og blir trolig slakere)
- Fordelt nyttelast $q=15$ kPa (inkludert lastfaktor) på fyllingsområdet som ikke er kai
- Fordelt nyttelast $q=52$ kPa (inkludert lastfaktor) på fyllingsområdet for kai

2. GRUNNLAG

2.1 Kartgrunnlag

Følgende kartgrunnlag er benyttet:

- Landkart med høydereferanse NN1954.
- Sjøkart vest for molo. Basert på sjøbunnskartlegging utført av SeaScan for dette prosjektet. Høydereferanse NN1954.
- Sjøkart inne i molo. Opprinnelig referansesystem Gauss Akse 3, transformert til Euref 89, UTM sone 32. Opprinnelig høydesystem er antatt til sjøkartnull og transformert til NN1954.

Gjeldende høydesystem i Ørland kommune er NN2000. Siden vårt kartgrunnlag er i NN1954 er alle vurderinger i denne rapporten utført i NN 1954. Forholdet mellom NN1954 og NN2000 på Uthaug havn er følgende: $NN2000=NN1954+13,5\text{cm}$.

2.2 Grunnundersøkelser

Rambøll utførte i perioden april til mai 2015 grunnundersøkelser for prosjektet. Alle borpunkt er vist på situasjonsplanen på tegning 202. Rambøll har tidligere utført grunnundersøkelser Grøntvedt Pelagic AS sin kai i Uthaug havn. Grunnundersøkelsene er presentert i G- rap 01 6130688 ref. /2/. Multiconsult har utført grunnundersøkelser for utfylling mellom Holmhaugen og Klettskjæret. Disse undersøkelsene er presentert i rapport 411876 ref. /3/.

2.3 Befaring

Det er utført ei befaring i området 20.8.2014. Formålet var å få mer inngående kjennskap til terrenget i området. Bilder fra befaringa er vist i vedlegg 2.

2.4 Myndighetskrav

For geoteknisk prosjektering gjelder generelt:

- Plan- og bygningsloven
- NS-EN 1990:2002 +NA:2008 (Eurocode 0), ref. /4/
- NS-EN 1997-1:2004 +NA:2008 (Eurocode 7), ref. /5/
- NS-EN 1998-1:2004 +NA:2008 (Eurocode 8), ref. /6/

Eurocodene, ref. /4/ og /5/ stiller krav til prosjektering ut fra geoteknisk kategori, klassifisering av byggverk, konstruksjoner og konstruksjonsdeler samt graden av prosjekterings- og utførelseskontroll (kontrollklasse) hver for seg. Disse punktene samt seismisk klasse og grunntype, må avklares når mer detaljerte planer for utbygginga foreligger.

3. TERRENG OG GRUNNFORHOLD

3.1 Kvartærgeologisk kart

Kvartærgeologisk kart viser at grunnen i området hovedsakelig består av marin strandavsetning. Sørøst for havneområdet er det bart tynn hav-/strandavsetning. Den ytterste delen av moloen, dagens fabrikkområde (Holmhaugen) samt Leksaskjæret og Bukthaugen vest for havna består av bart fjell, stedvis tynt dekke. Den sørlige delen av moloen og området sør for småbåthavna ligger på fyllmasse. Se illustrasjon i figur 6 under.

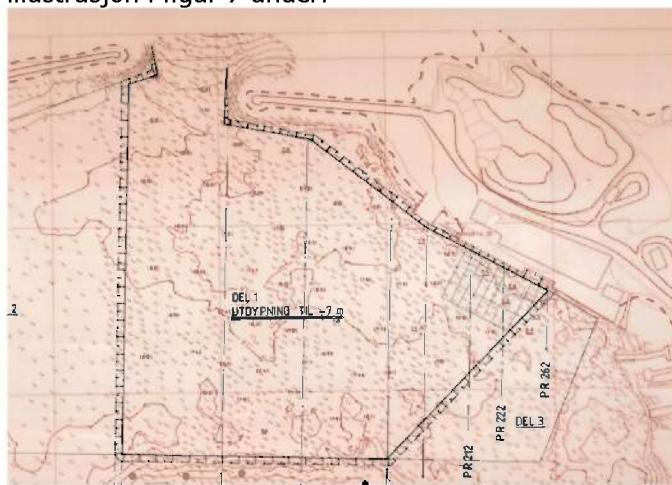


Figur 6: Kvartærgeologisk kart (www.ngu.no 13.5.2015)

3.2 Topografi

Sjøbunnen vest for moloen heller fra sørøst mot nordvest utover i sjøen. Fra land og ca. 400 m mot nordvest ligger terrenget mellom kote +0 og -3. Ved fyllingsfoten ca. 450 m fra land har sjøbunnen en helning på ca. 1:50.

Inne i moloen er det en grunne der fyllingsalternativ 1 er plassert. Her ligger terrenget på ca. kote +0 til -2,5. Store deler av grunnen er tørt ved fjære sjø. Rundt grunnen er terrenget ca. 5 m lavere og heller mot nordvest utover i sjøen. Utenfor kaia og innløpet i moloen er sjøbunnen utdypet i flere omganger. Senest i 1998/99 da kystverket utdypet til kote -8,5 m (NN1954), se illustrasjon i figur 7 under.



Figur 7: Utdyping Uthaug havn 1998/1999 (kart mottatt fra Kystverket 18.9.2014, høyderef. sjøkartnull)

3.3 Grunnforhold

3.3.1 Løsmasser

Grunnen består hovedsakelig av et topplag av skjellsand med siltig sandig leire under. Leira kan generelt klassifiseres som bløt/middels fast og er lite/middels sensitiv. Under leira er det i flere punkt faste masser som antas å ha morenekarakterer og å være grus-, sand og siltdominert (benevnt som grus/sand ellers i rapporten).

Vest for moloen fra land og ca. 400 m utover er terrenget relativt flatt, her er faste masser eller påtruffet fjell mellom ca. kote -4 og -7. Ved fyllingsfoten er det faste masser fra ca. kote -17/-20. Inne i moloen er forholdene mer varierte noe som kan skyldes utdyping i flere omganger.

Nordvest på Holmhaugen, viser Rambølls tidligere ref. /2/. et øvre lag med grovere masser (antatt fyllmasse) med varierende mektighet. I to punkt er det antatt fyllmasse ned til berg, og i to punkt er det et bløtere lag bestående av leire med mye sand og gruskorn under de grove massene.

For en mer detaljert beskrivelse av grunnforhold vises det til datarapporter i ref./1/ og ref. /2/

3.3.2 Berg i dagen

Observert berg i dagen målt inn og tegnet inn på situasjonsplan i tegning 202. Bilder er lagt ved i vedlegg 3.

3.4 Erosjon

Erosjonsforholdene i området er ikke kartlagt.

3.5 Havnivå

Som grunnlag for geotekniske vurderinger er det benyttet vannstands nivå fra sehavniva.no, ref. /7/. Nivåskisse for vannstands nivå er lagt ved i vedlegg 4.

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 laste over større områder, for eksempel dimensjonerende nyttelaste 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

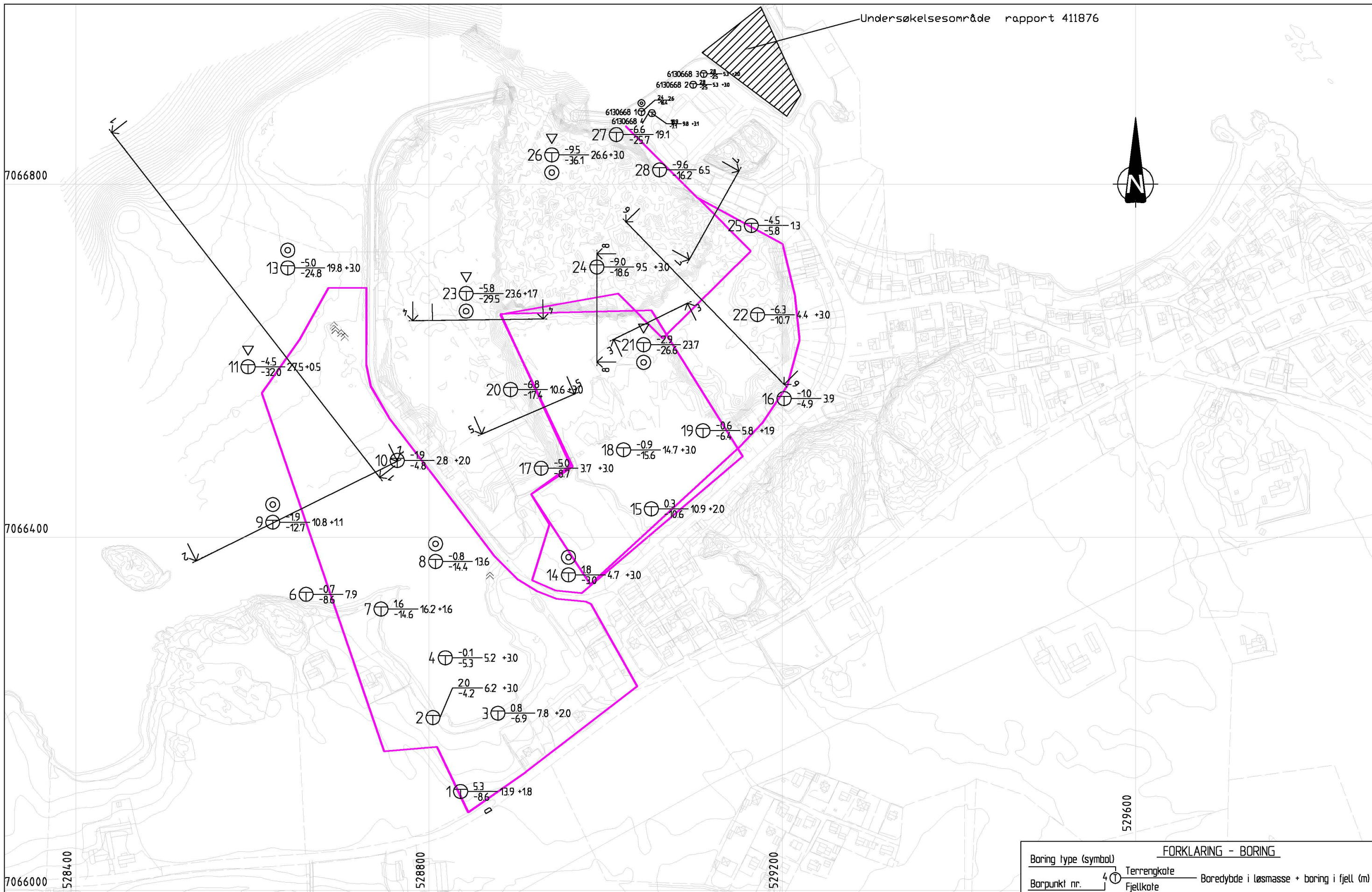
Oppdrag nr: 1350008896 Målestokk: 1: 50 000 Status:

Uthaug havn
Ørland kommune

OVERSIKTSKART
UTM32 (Euref89): 05290 70665

RAMBOLL
Ramboll 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
	Boredybde i løsmasse + boring i fjell (m)

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

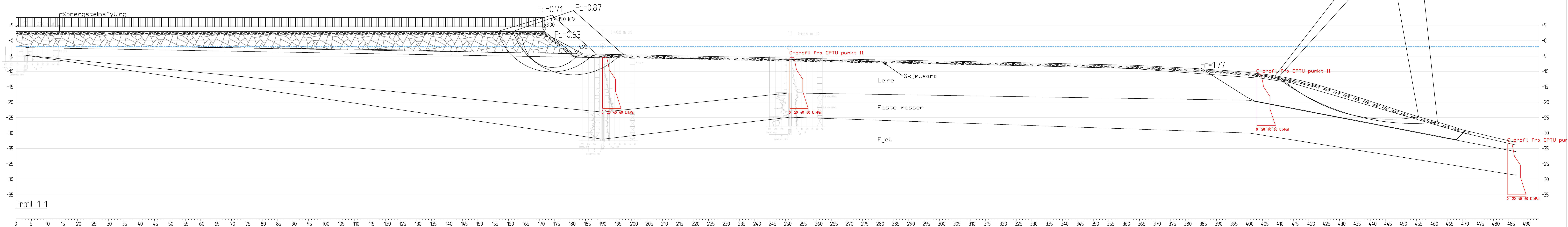
RAMBOLL
 Rambøll AS - Region Midt-Norge
 P.b. 9420 Sluppen
 Mellomila 79, N-7493 Trondheim
 TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60
 www.ramboll.no

OPPDRAG
Uthaug havn
 OPPDRAGSGIVER
Ørland kommune

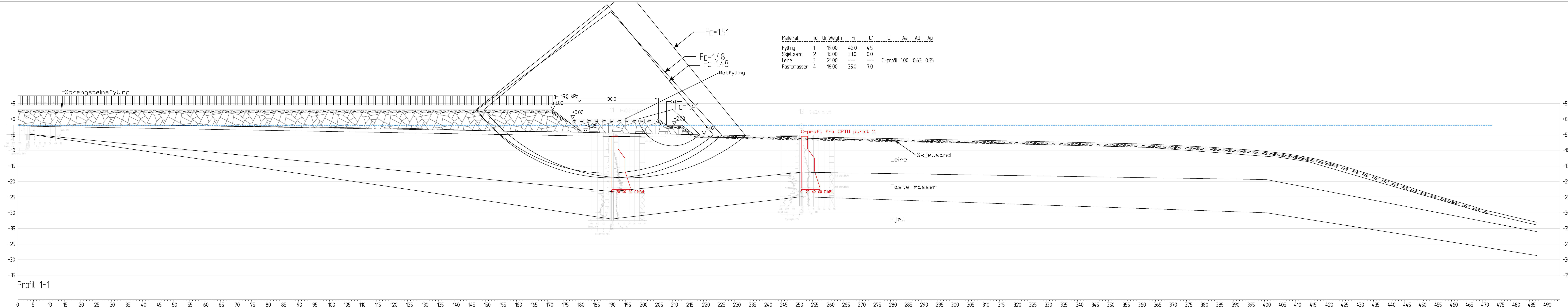
INNHOOLD
SITUASJONSPLAN
 Grunnundersøkelser
 Profiler
 Fyllingsalternativer

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

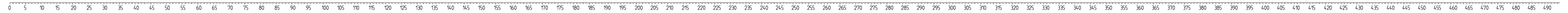
Material	no	Un	Weight	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Fylling	1	19.00	420	4.5					
Skjellsand	2	16.00	330	0.0					
Leire	3	21.00	---	---					
Fastemasser	4	18.00	35.0	7.0					

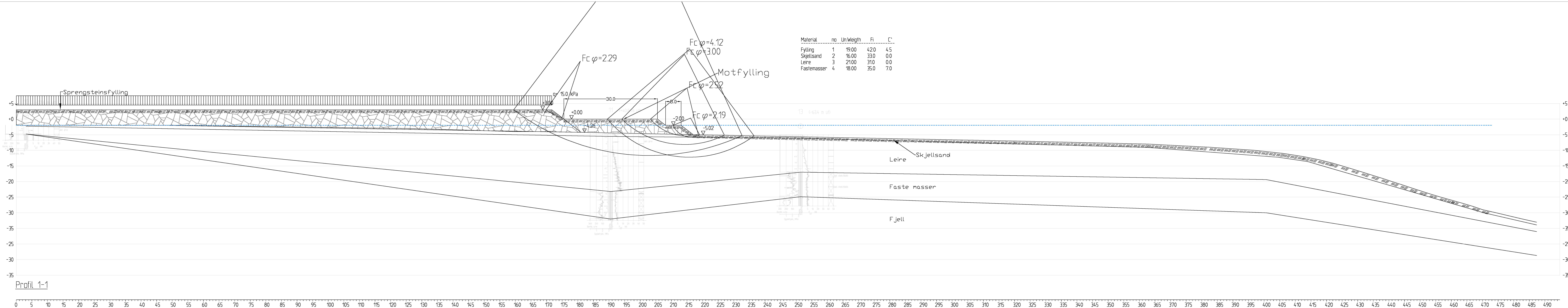


Profil 1-1

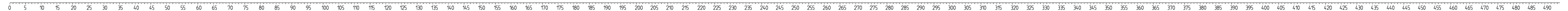


Profil 1-1

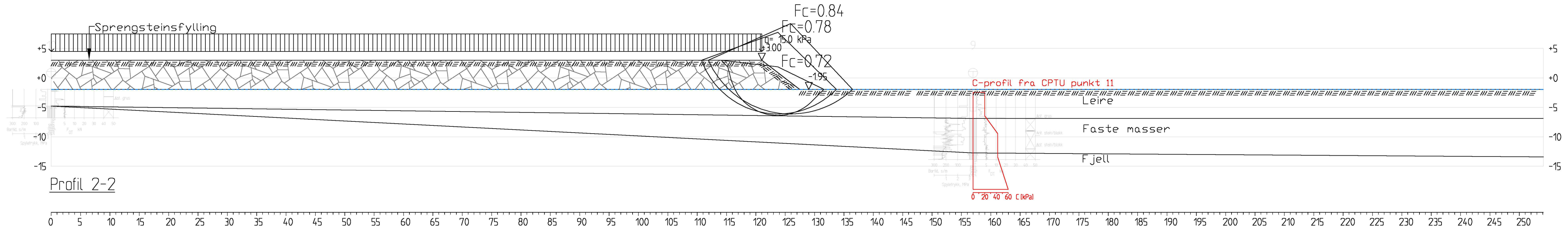




Profil 1-1



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

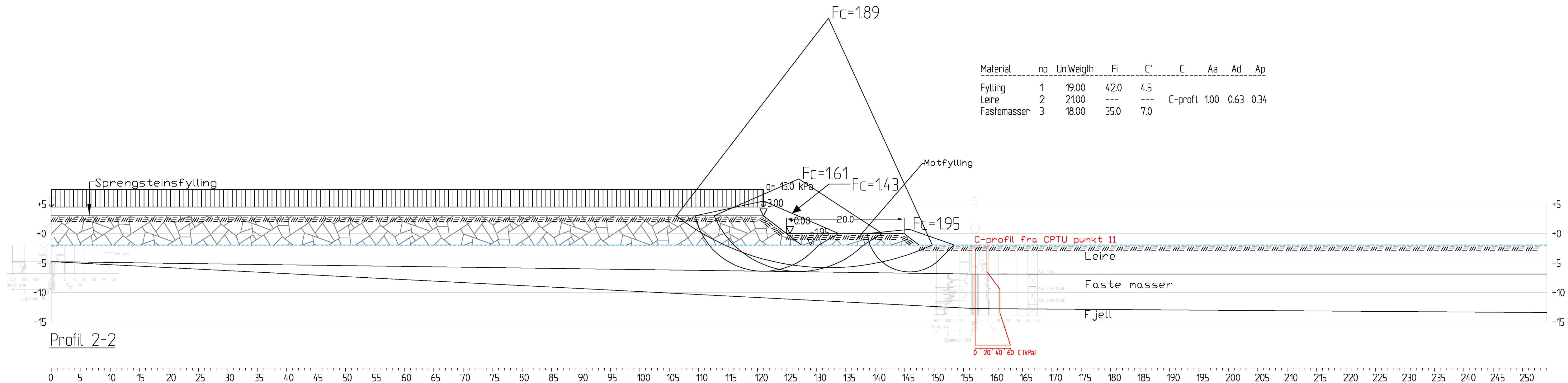
OPPDRAG
 Reguleringsplan Uthaug havn

OPPDRAGSGIVER
 Ørland kommune

INNHOOLD
 STABILITETSBEREGNING

Profil 2
 Totalspenningsanalyse
 Fyllingsalt. 1-5

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



Profil 2-2

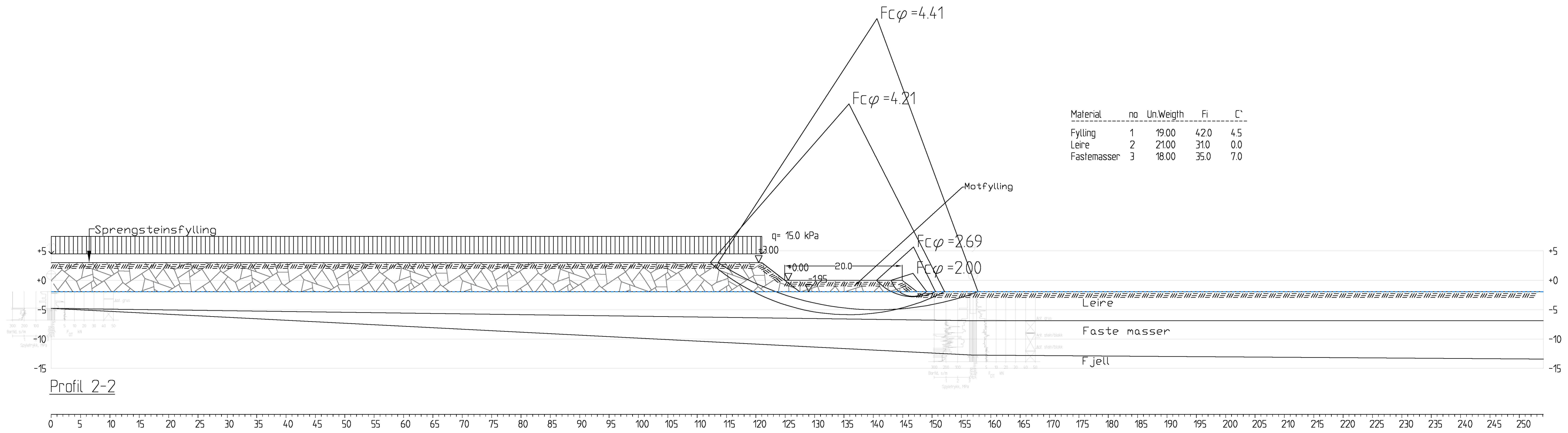
REV.	DATE	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
	28.5.2015		EHL	EHU	OAR
TEGNINGSSTATUS					

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

OPPDRAAG
Reguleringsplan Uthaug havn
 OPPDRAGSGIVER
 Ørland kommune

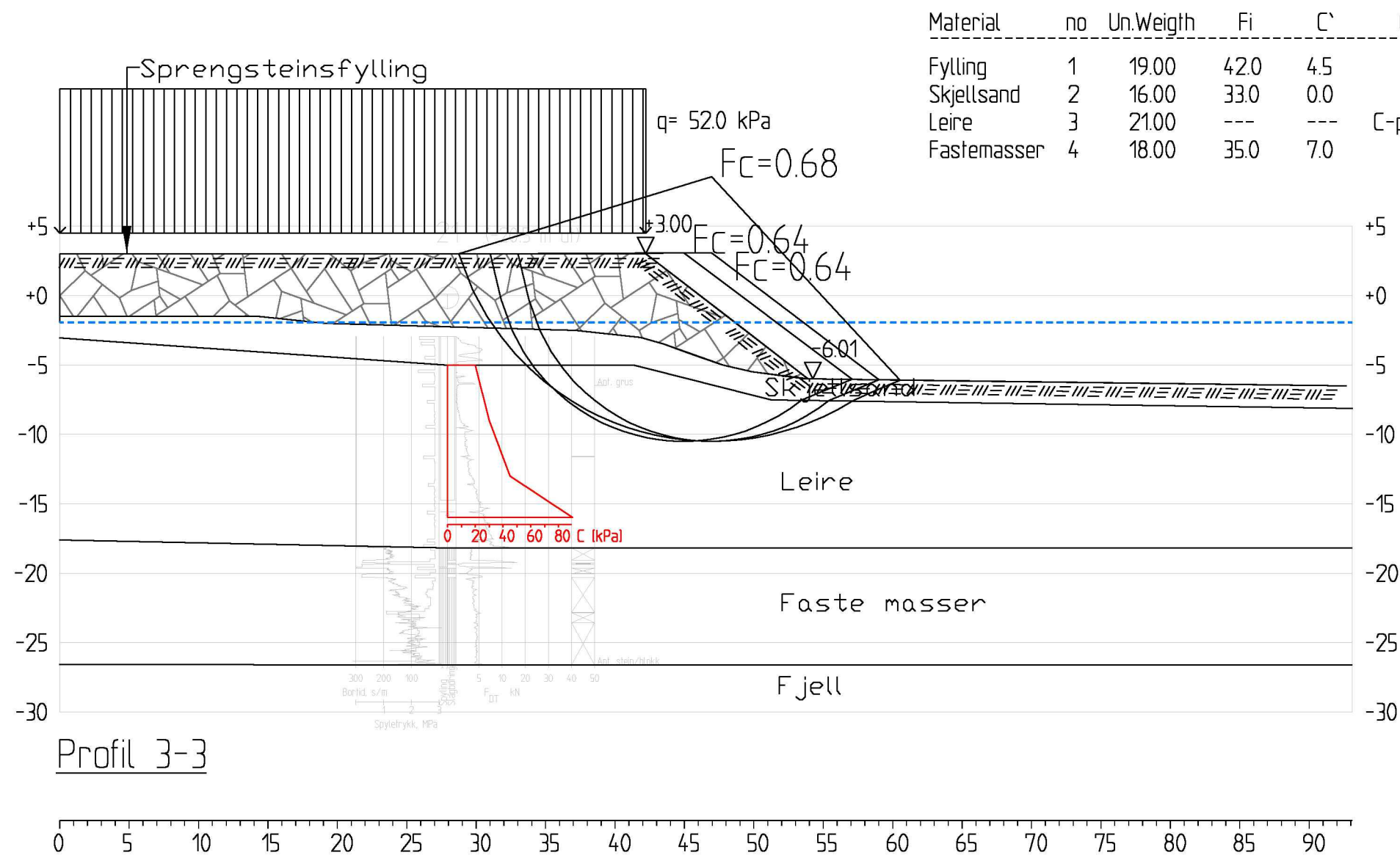
INNHOOLD
STABILITETSBEREGNING
 Profil 2
 Totalspenningsanalyse
 Fyllingsalt. 1-5 med motfylling

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



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.
REV.	DATE	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ																
	28.5.2015		EHL	EHU	OAR																
TEGNINGSSTATUS			OPPDRAGSGIVER Ørland kommune	TEGNING NR.																	



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

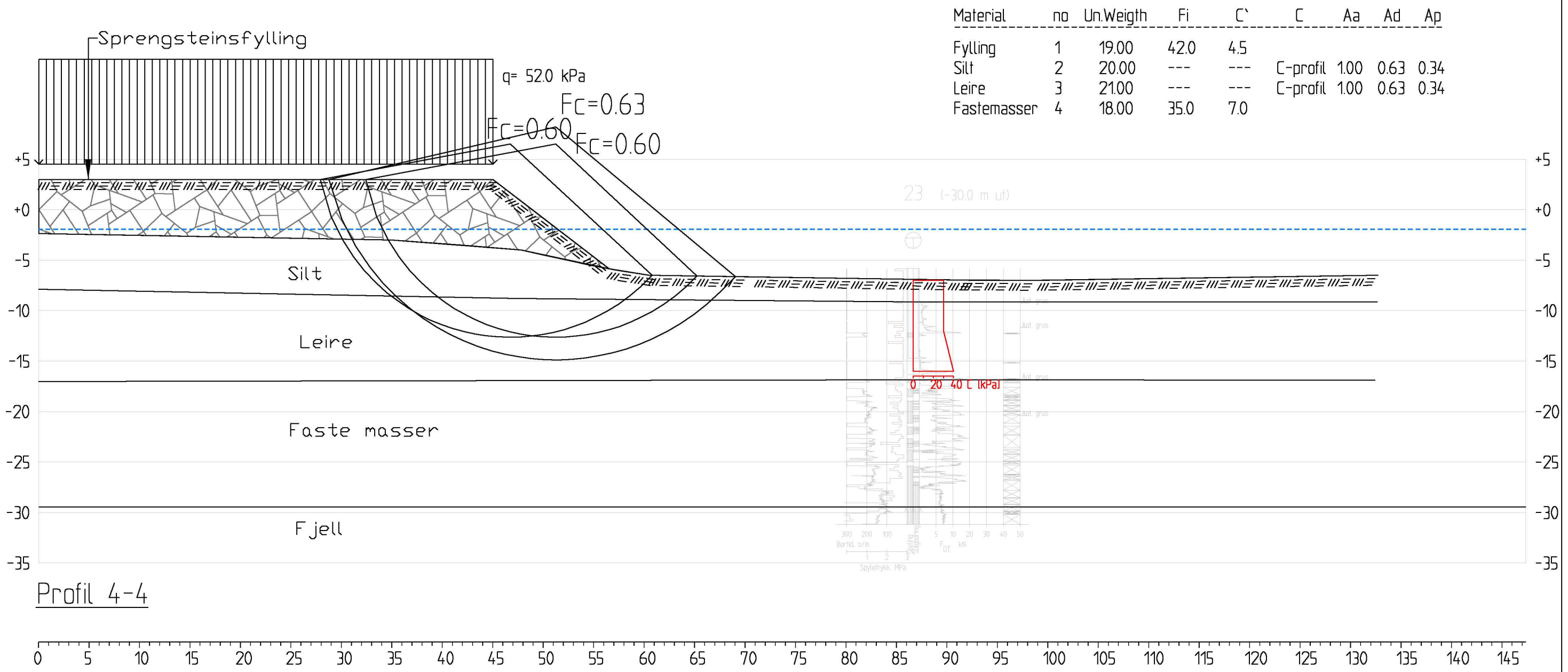
OPPDRAG
Reguleringsplan Uthaug havn

OPPDRAGSGIVER
Ørland kommune

INNHold
STABILITETSBEREGNING

Profil 3
 Totalspenningsanalyse
 Fyllingsalt. 1, 4 og 5

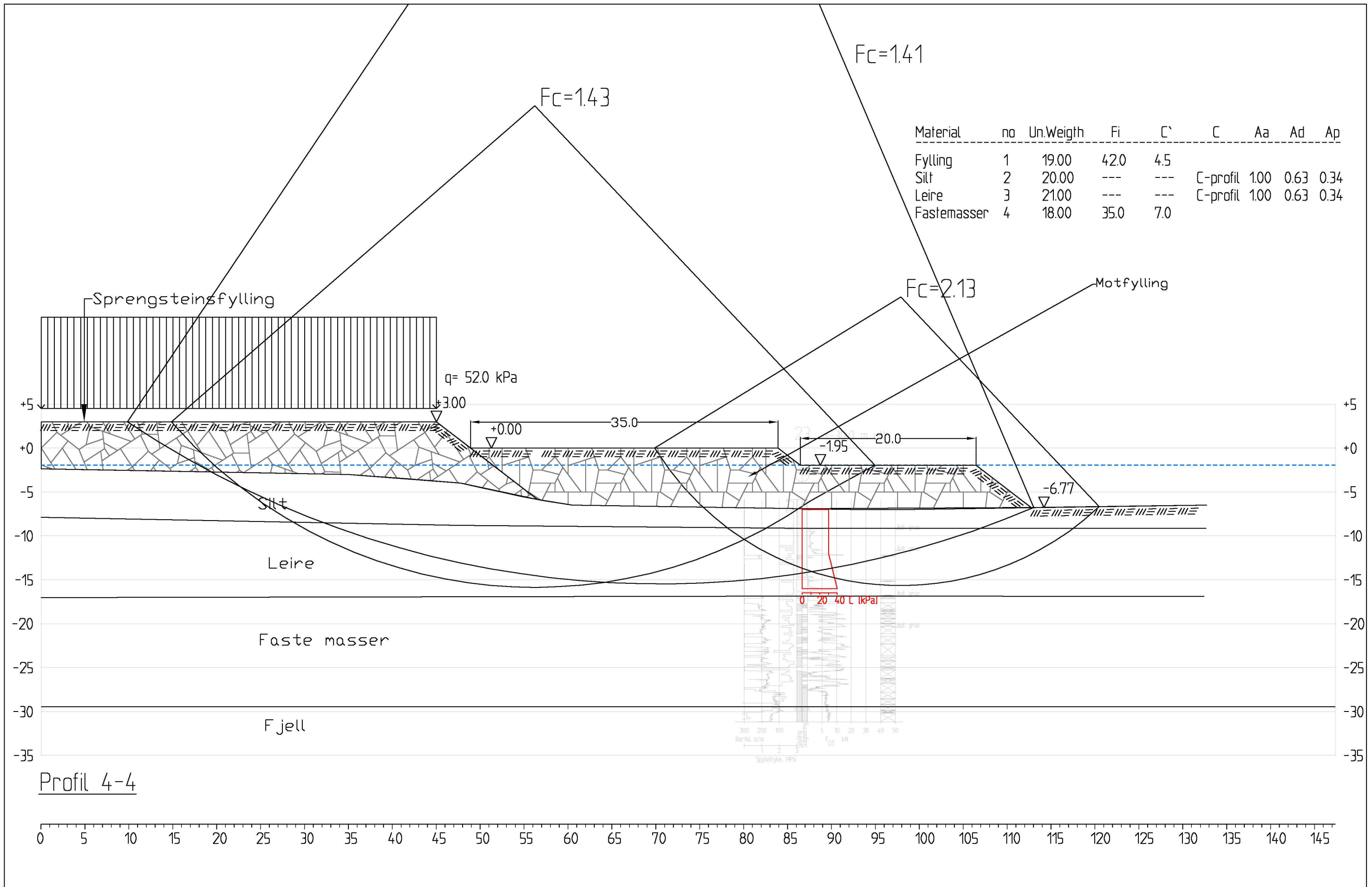
OPPDRAG NR. 1350008896	MÅLESTOKK 1:400	BLAD NR.	AV
TEGNING NR. 209		REV.	



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
REV.	DATO	ENDRING	EHL TEGN	EHU KONTR	OAR GODKJ	OPPDRAGSGIVER Ørland kommune			TEGNING NR. 210		
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			Profil 4 Totalspenningsanalyse Fyllingsalt. 1-5			REV.		

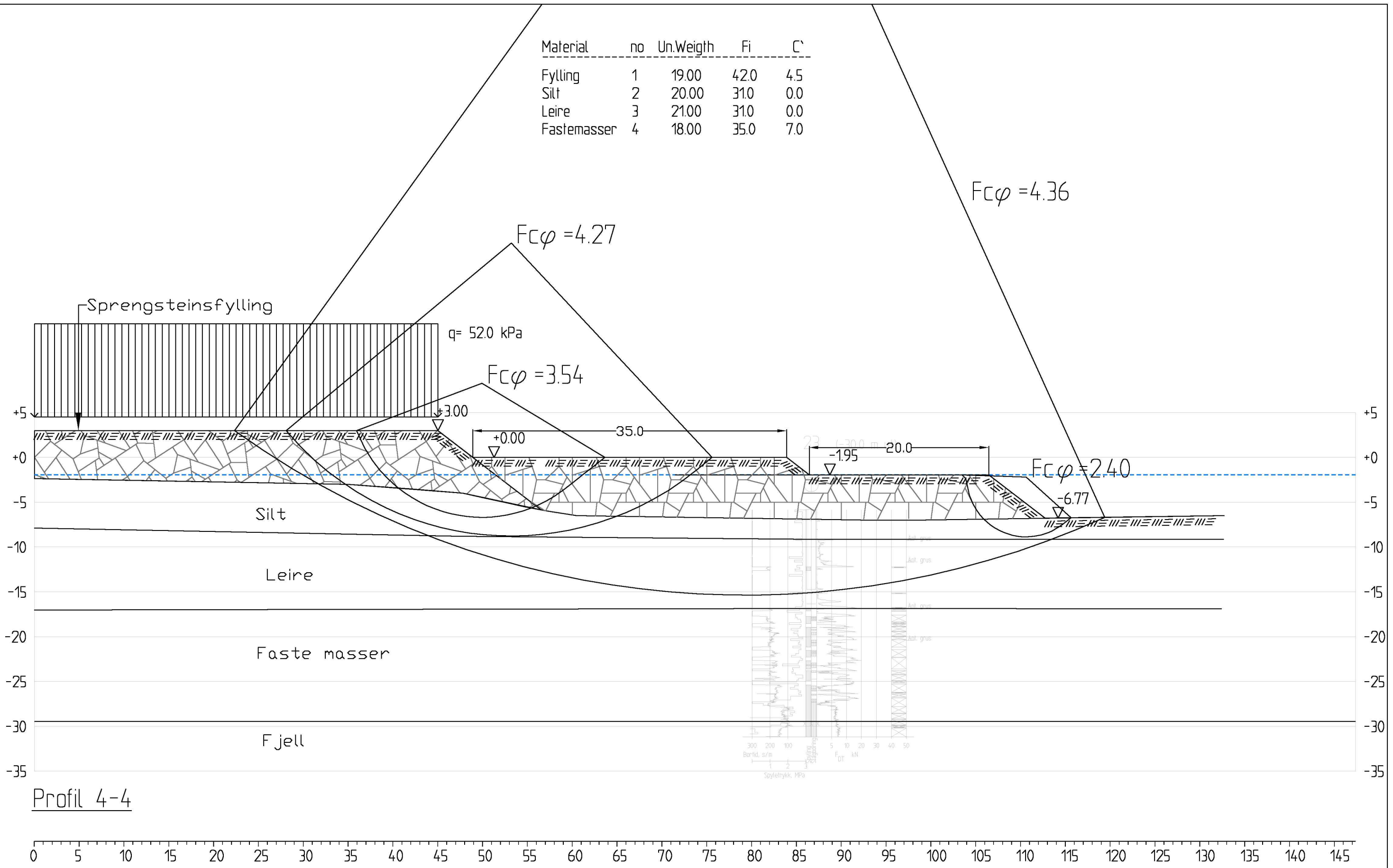


Material	no	Un.Weigh	Fi	C*	C	Aa	Ad	Ap
Fylling	1	19.00	42.0	4.5				
Silt	2	20.00	---	---	C-profil	1.00	0.63	0.34
Leire	3	21.00	---	---	C-profil	1.00	0.63	0.34
Fastemasser	4	18.00	35.0	7.0				

Profil 4-4

<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 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 Reguleringsplan Uthaug havn</p> <p>OPPDRAGSGIVER Ørland kommune</p>		<p>INNHOOLD STABILITETSBEREGNING</p> <p>Profil 4 Totalspenningsanalyse Fyllingsalt. 1-5 med motfylling</p>		<p>OPPDRAG NR. 1350008896</p> <p>MÅLESTOKK 1:400</p>		<p>BLAD NR. AV</p> <p>TEGNING NR. REV.</p> <p>211</p>	
REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ																			
	28.5.2015		EHL	EHU	OAR																			
TEGNINGSSTATUS																								

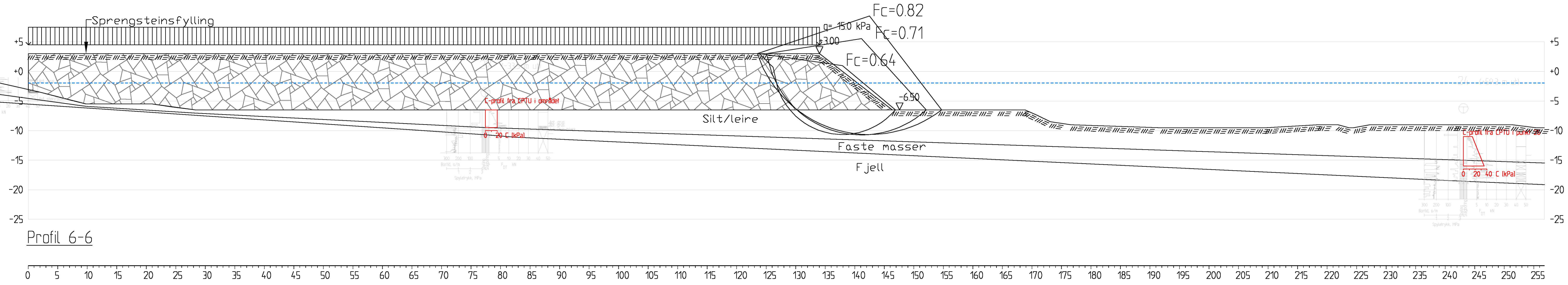
Material	no	Un.Weighth	Fi	C'
Fylling	1	19.00	42.0	4.5
Silt	2	20.00	31.0	0.0
Leire	3	21.00	31.0	0.0
Fastemasser	4	18.00	35.0	7.0



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

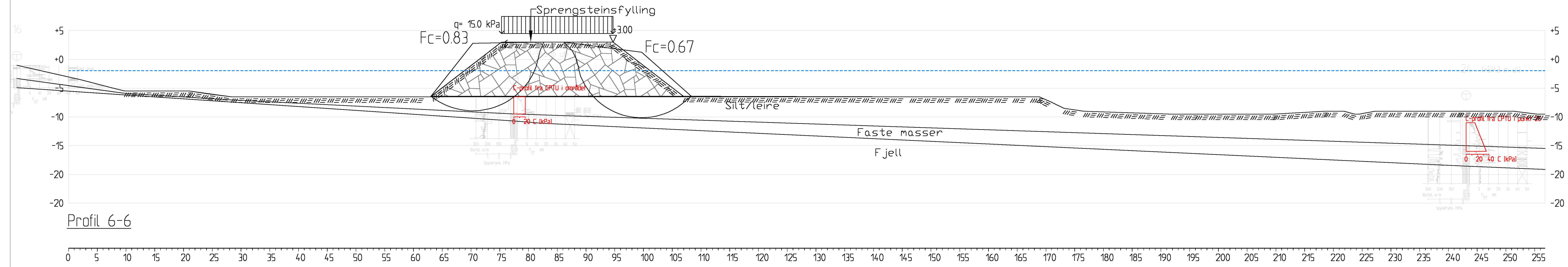
RAMBOLL
 Ramboll AS - Region Midt-Norge
 P.b. 9420 Sluppen
 Mellomila 79, N-7493 Trondheim
 TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60
 www.ramboll.no

OPPDRAG
Reguleringsplan Uthaug havn
 OPPDRAGSGIVER
 Ørland kommune

INNHOOLD
STABILITETSBEREGNING
 Profil 6
 Totalspenningsanalyse
 Fyllingsalt. 2

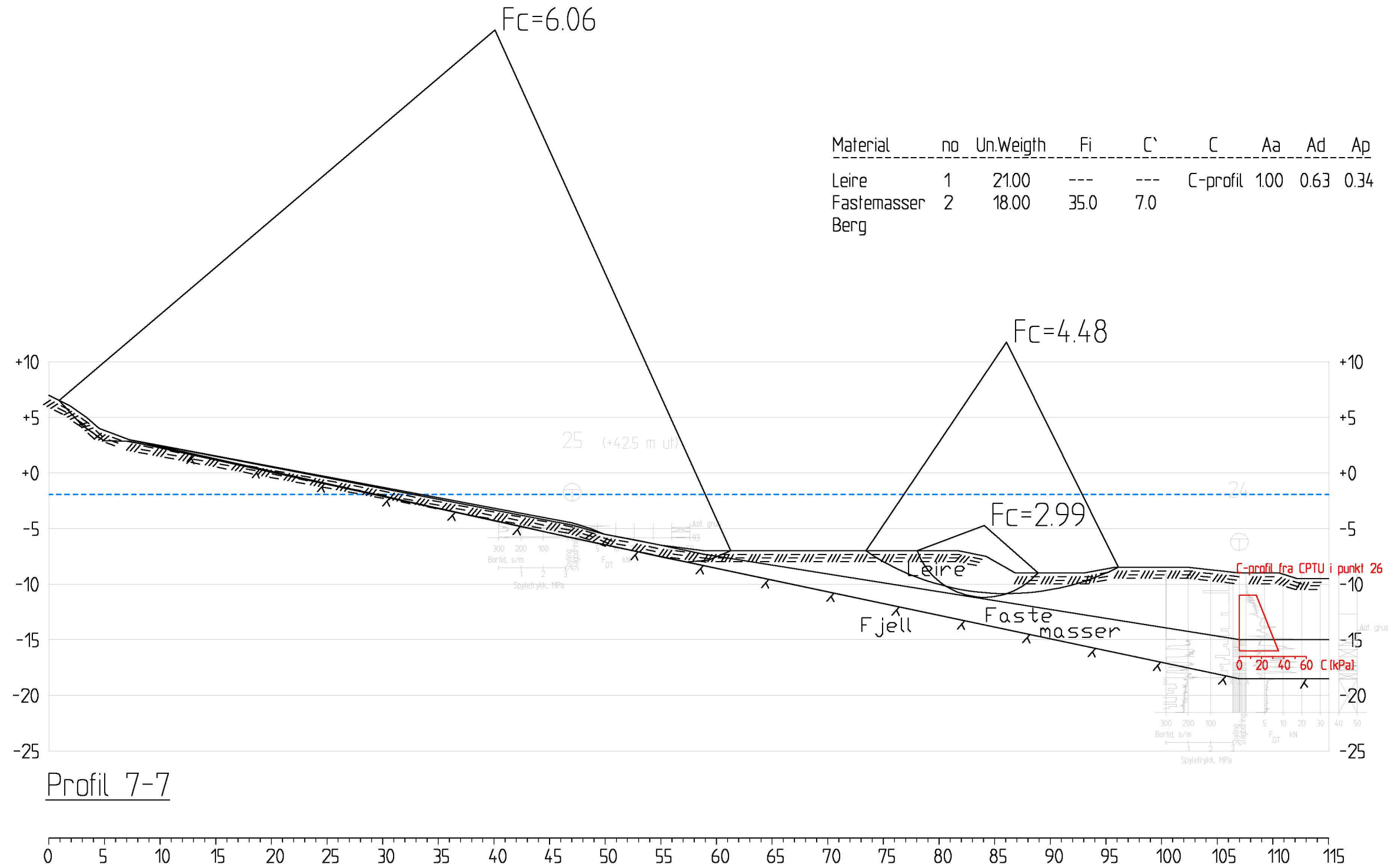
OPPDRAG NR. 1350008896	MÅLESTOKK 1:400	BLAD NR.	AV
		TEGNING NR. 214	REV.

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				

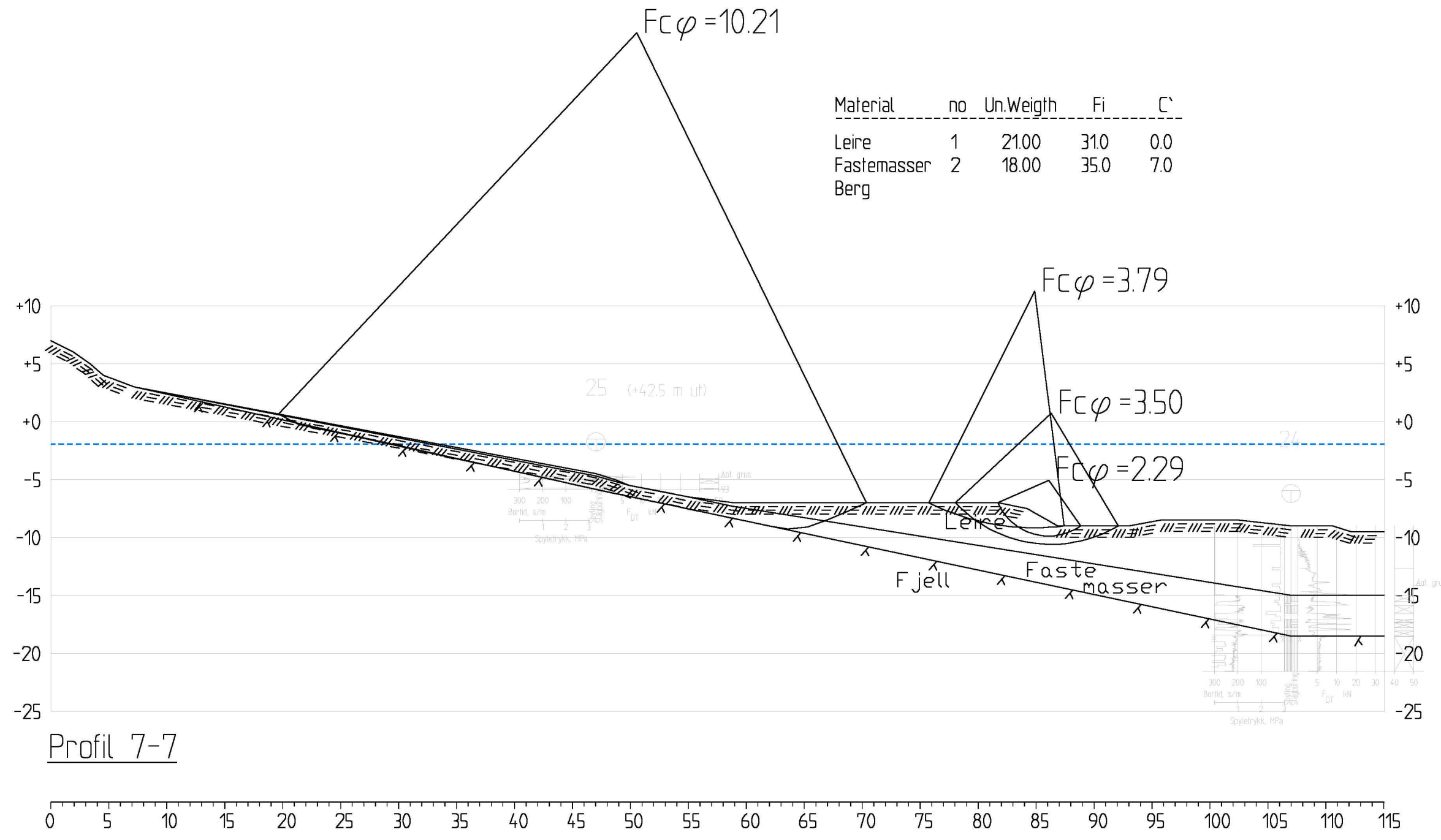


Profil 6-6

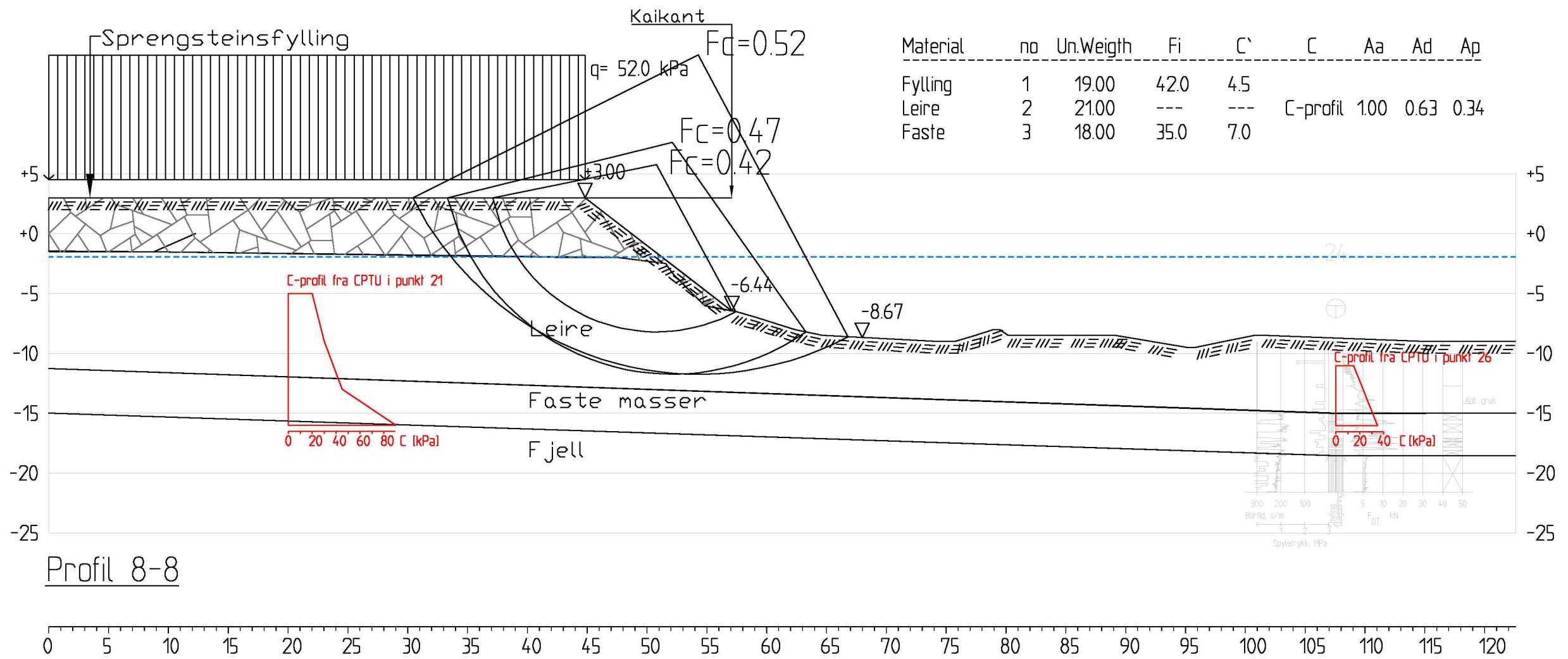
<table border="1"> <tr> <td>REV.</td> <td>DATO</td> <td>ENDRING</td> <td>TEGN</td> <td>KONTR</td> <td>GODKJ</td> </tr> <tr> <td></td> <td>28.5.2015</td> <td></td> <td>EHL</td> <td>EHU</td> <td>OAR</td> </tr> </table>			REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ		28.5.2015		EHL	EHU	OAR	<p>Ramboll AS - Region 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 6 Totalspenningsanalyse Fyllingsalt. 4	OPPDRAG NR. 1350008896	MÅLESTOKK 1:400	BLAD NR. 215	AV
REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ																
	28.5.2015		EHL	EHU	OAR																
TEGNINGSSTATUS			OPPDRAGSGIVER Ørland kommune	TEGNING NR. 215	REV.																



			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			
28.5.2015									



			RAMBOLL			OPPDRAG Reguleringsplan Uthaug havn			INNHOOLD STABILITETSBEREGNING			OPPDRAG NR. 1350008896	MÅLESTOKK 1:400	BLAD NR.	AV
28.5.2015			EHL	EHU	OAR	OPPDRAGSGIVER Ørland kommune			Profil 7			TEGNING NR.			
REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ				Effektivspenningsanalyse			REV.			
TEGNINGSSTATUS									Dagens situasjon, alt. 5			217			



Profil 8-8

<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 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 OPPDRAGSGIVER Ørland kommune		INNHOLD STABILITETSBEREGNING Profil 8 Totalspenningsanalyse Fyllingsalt. 1-5		OPPDRAG NR. 1350008896	MÅLESTOKK 1:400	BLAD NR. 218	AV
REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ																			
	28.5.2015		EHL	EHU	OAR																			
TEGNINGSSTATUS						OPPDRAGSGIVER Ørland kommune		TEGNING NR. 218		REV.														

VEDLEGG 1

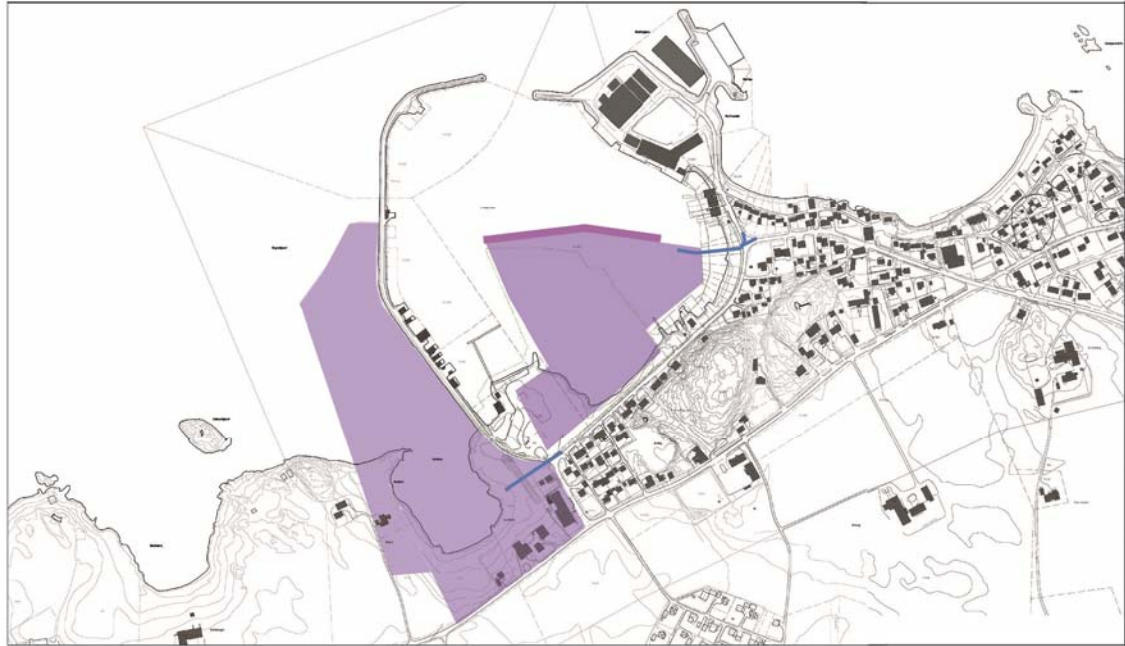
Fyllingsalternativer



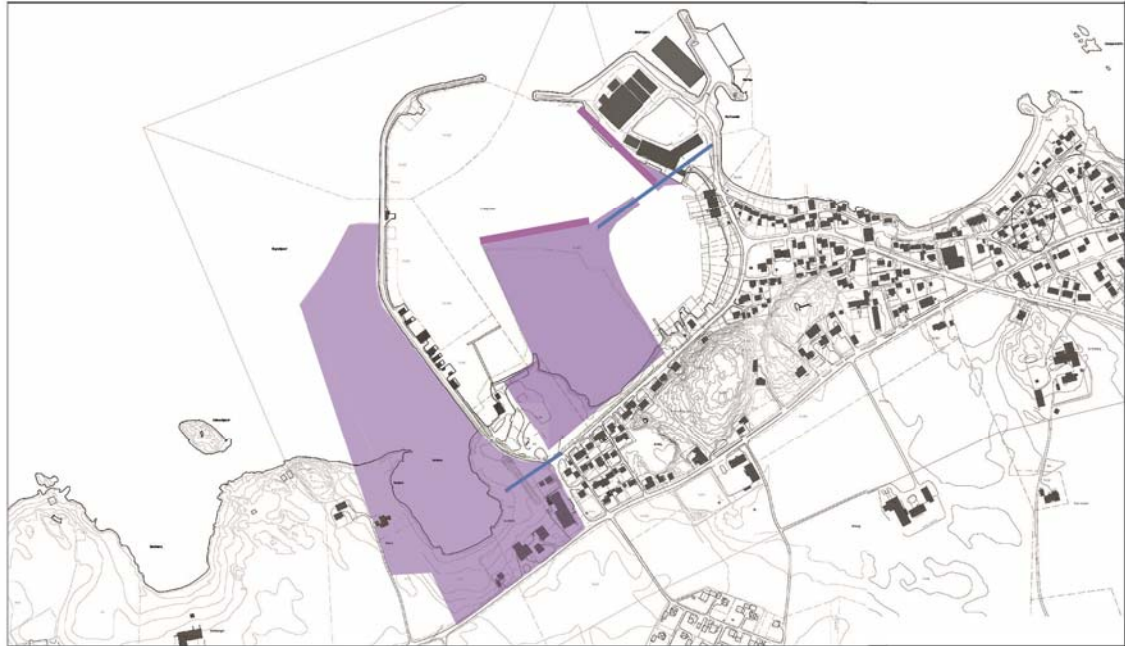
Figur 1: Fyllingsalternativ 1



Figur 2 Fyllingsalternativ 2



Figur 3: Fyllingsalternativ 3



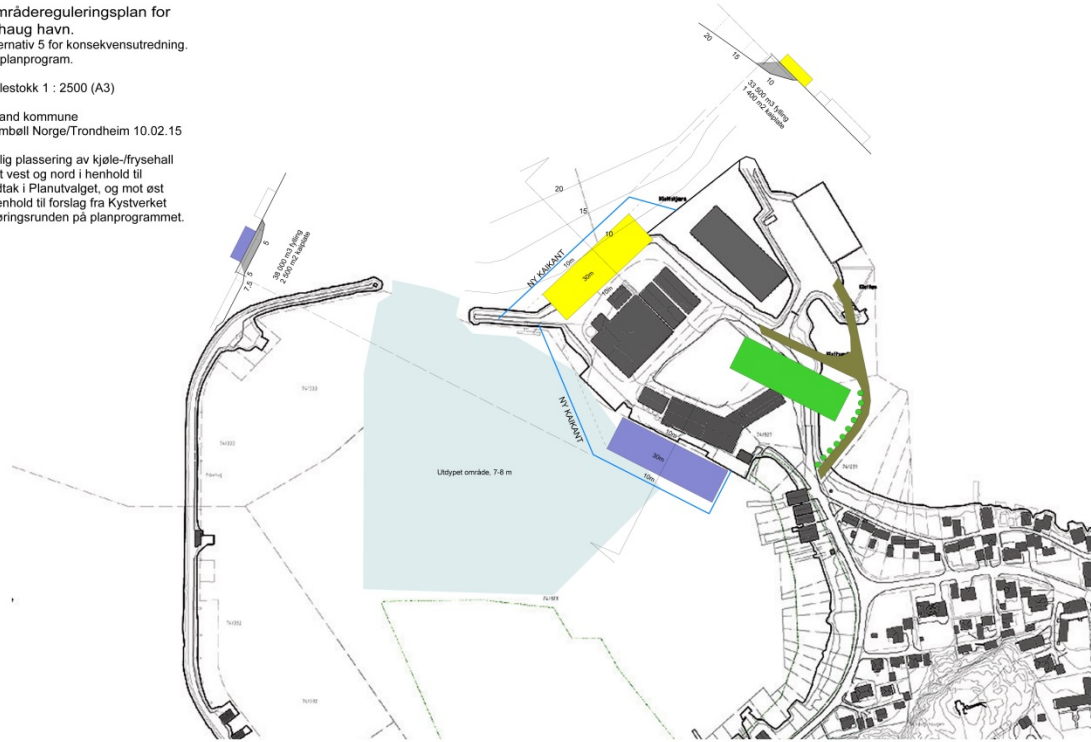
Figur 4: Fyllingsalternativ 4

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



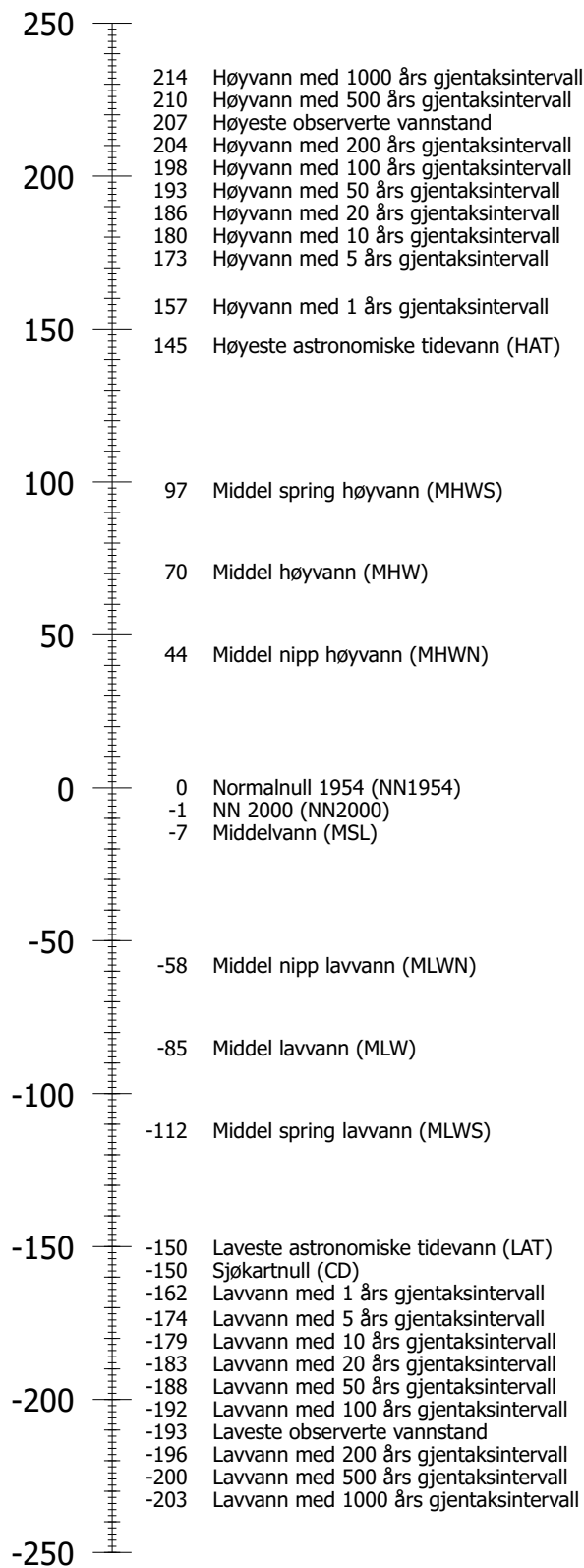
Bilde 2: Observert fjell i dagen, koordinater 7066356 528866 (UTM sone 32)

VEDLEGG 4

Vannstandsnivå Uthaug havn

Uthaug havn

Nivåskisse med de viktigste vannstands nivåene og ekstremverdier



Lavvann med 1000 års gjentakintervall

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 gjentakintervallet. Det betyr at et ekstremt lavvann med for eksempel 50 års gjentakintervall i gjennomsnitt vil opptre en gang per 50 år. Gjentakintervall 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

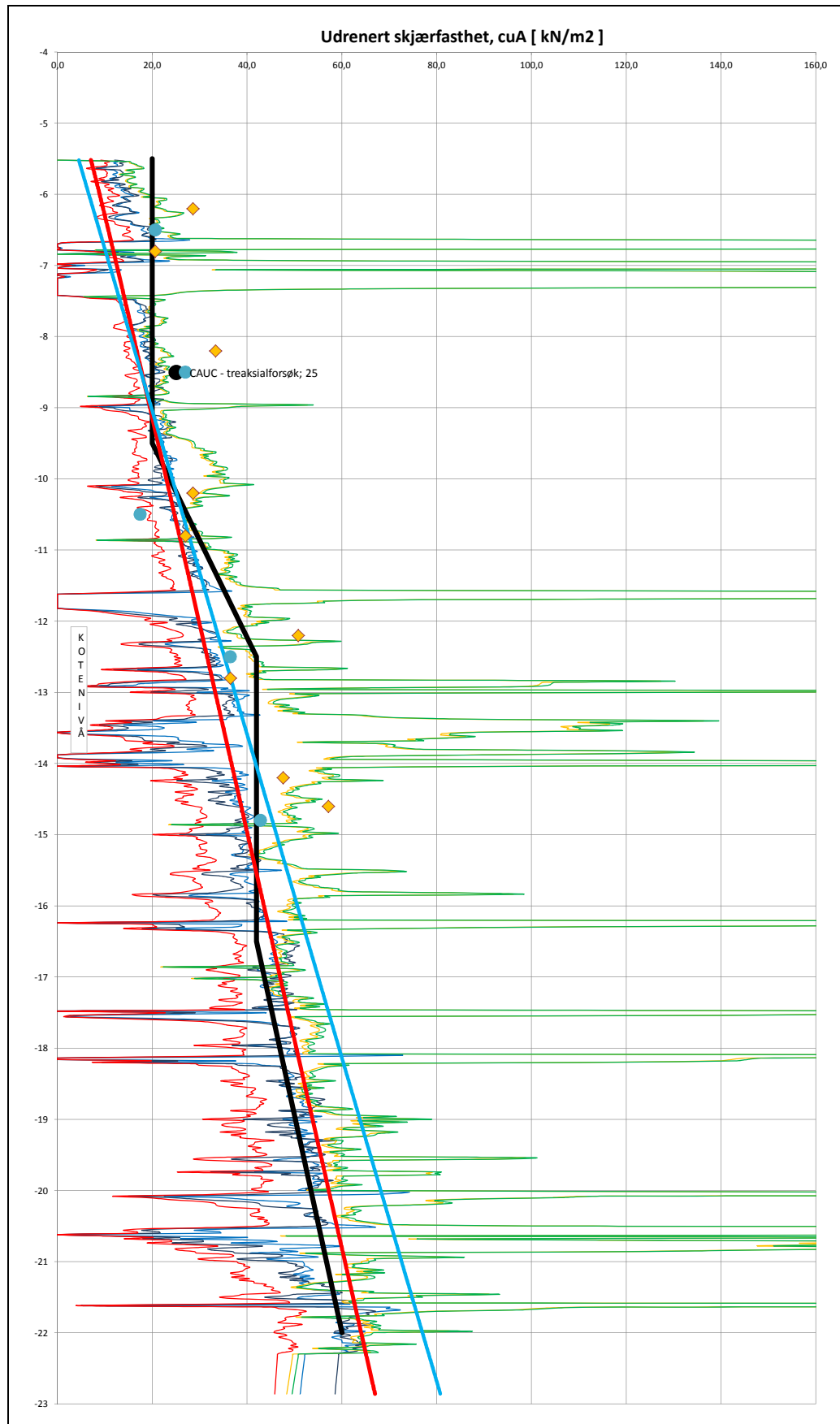
Gjennomsnittet av alle observerte høyvann i en periode på 19 år. Kartverket bruker middelvann pluss amplituden til den harmoniske konstituenten M2 som en god tilnærming.

Middel spring høyvann

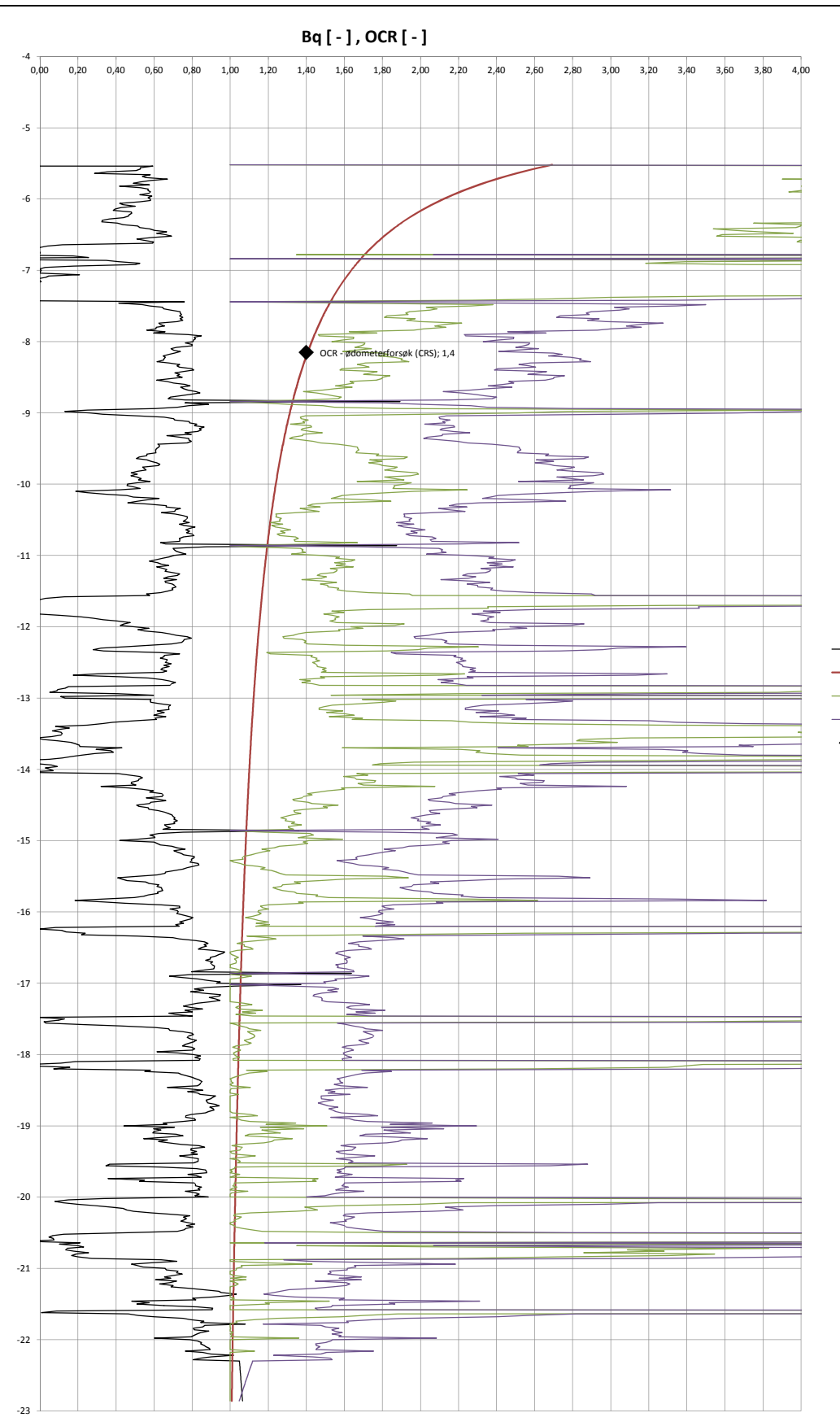
Gjennomsnittet av observerte høyvann i tiden omkring ny- eller fullmåne (springperiode). I praksis brukes harmoniske konstanter som en tilnærming. I tiden omkring ny- eller fullmåne vil tidevannsamplitudene øke siden tidevannskreftene fra sol og måne virker i samme retning. Dette fører til høyere høyvann 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
- $SuA=0.40 \cdot p_o'$

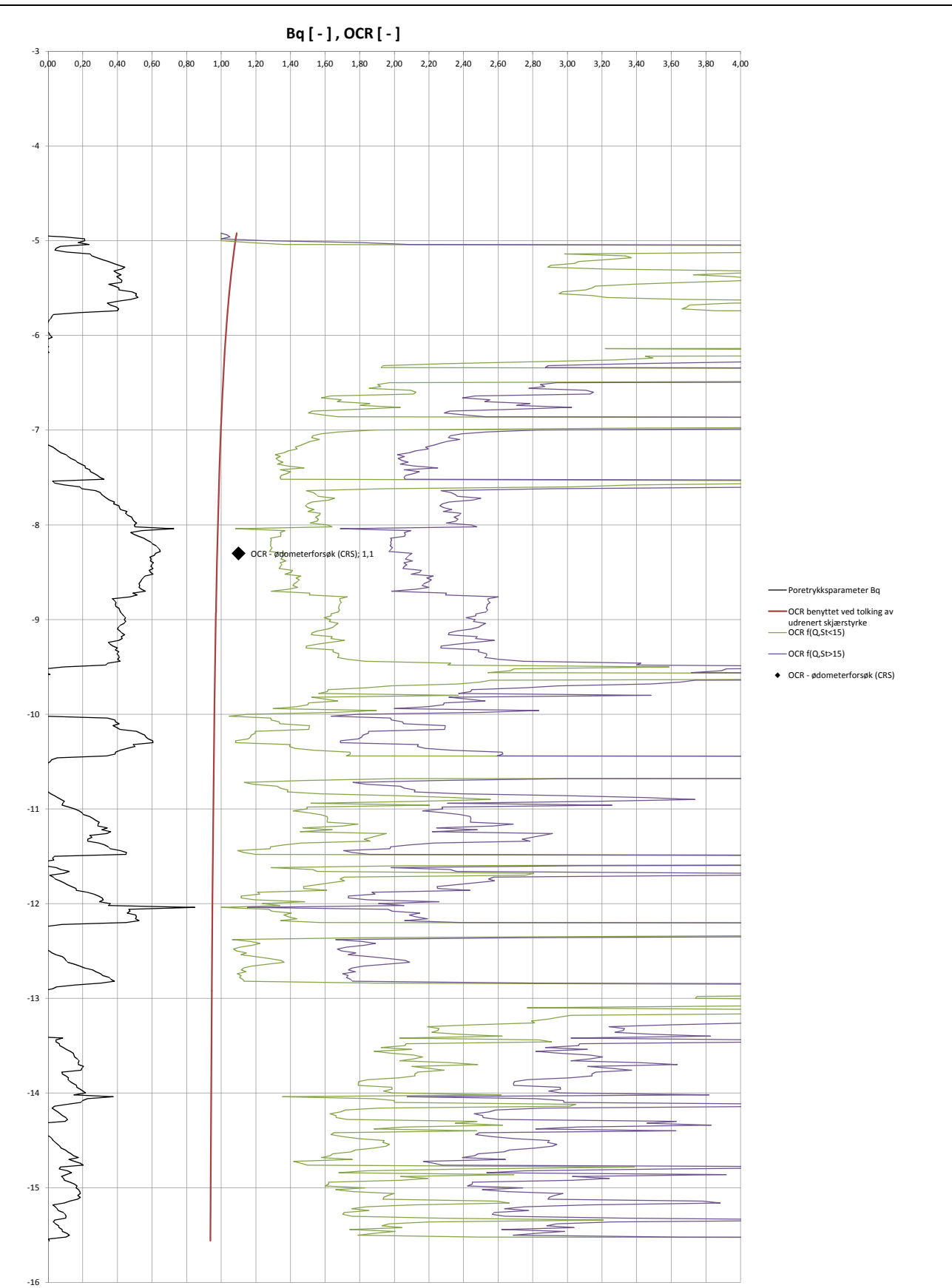
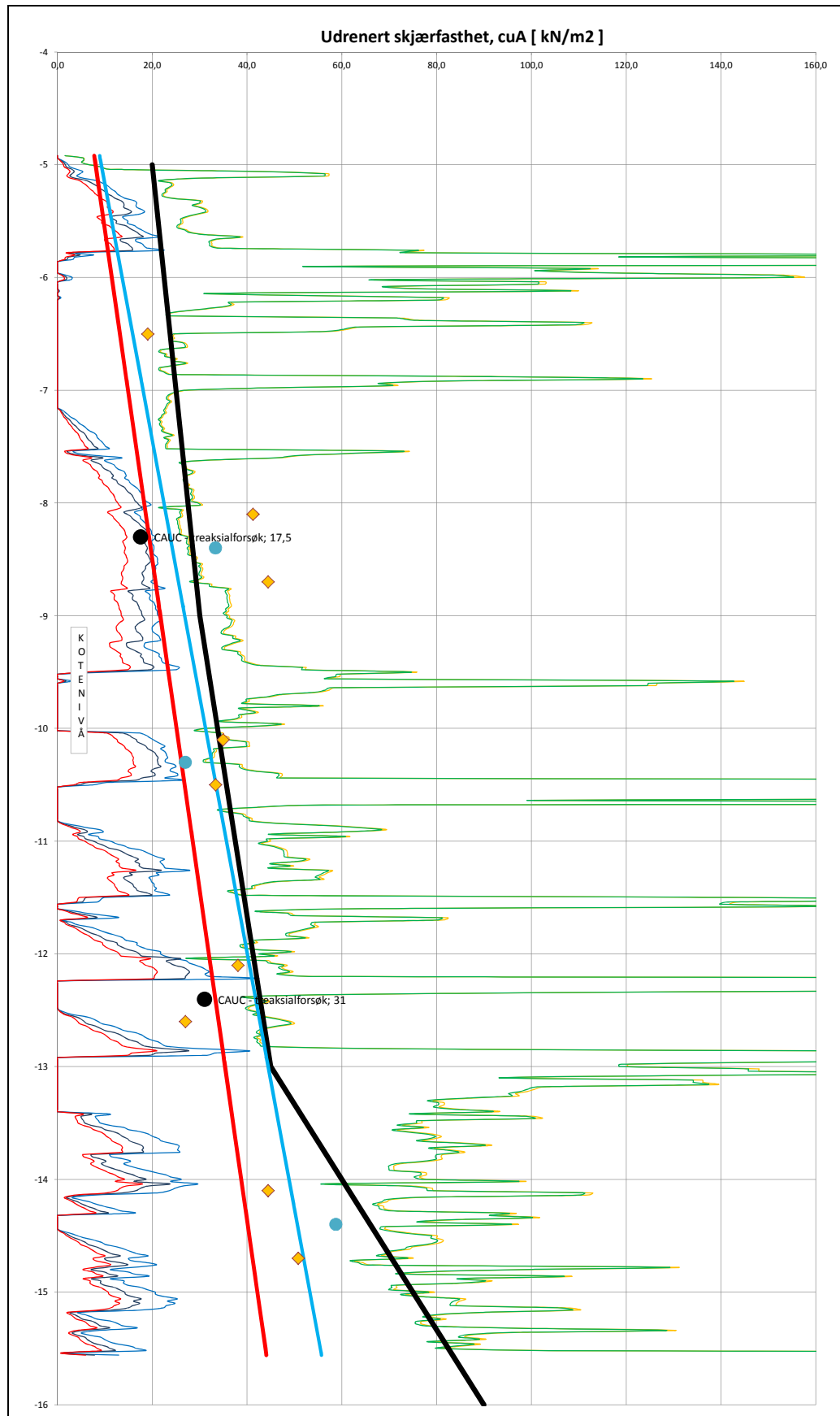


- Poretrykksparameter Bq
- OCR benyttet ved tolking av udrenert skjærstyrke
- OCR f(Q,St<15)
- OCR f(Q,St>15)
- ◆ OCR - ødometerforsøk (CRS)

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



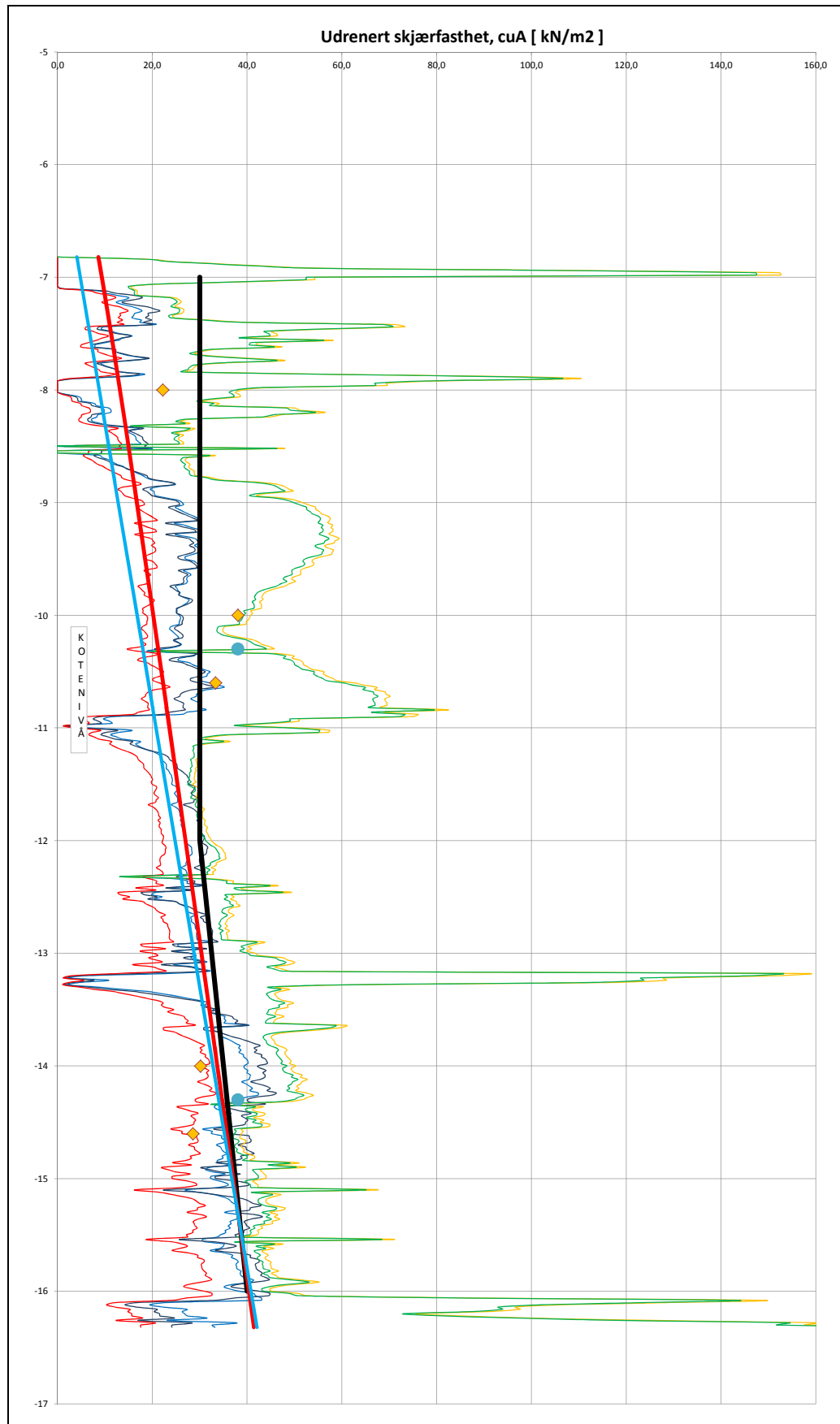
Ørland kommune		Oppdrag
Uthaug havn		1350008896
Borpunkt: 11	Terrengkote: -4,5	Tegn./kontr. EHL/EHU
Tolking/presentasjon av CPTU Udrenert skjærfasthet og OCR		Vedlegg 5A
		Dato 20.05.2015
		Tegn. Nr. -



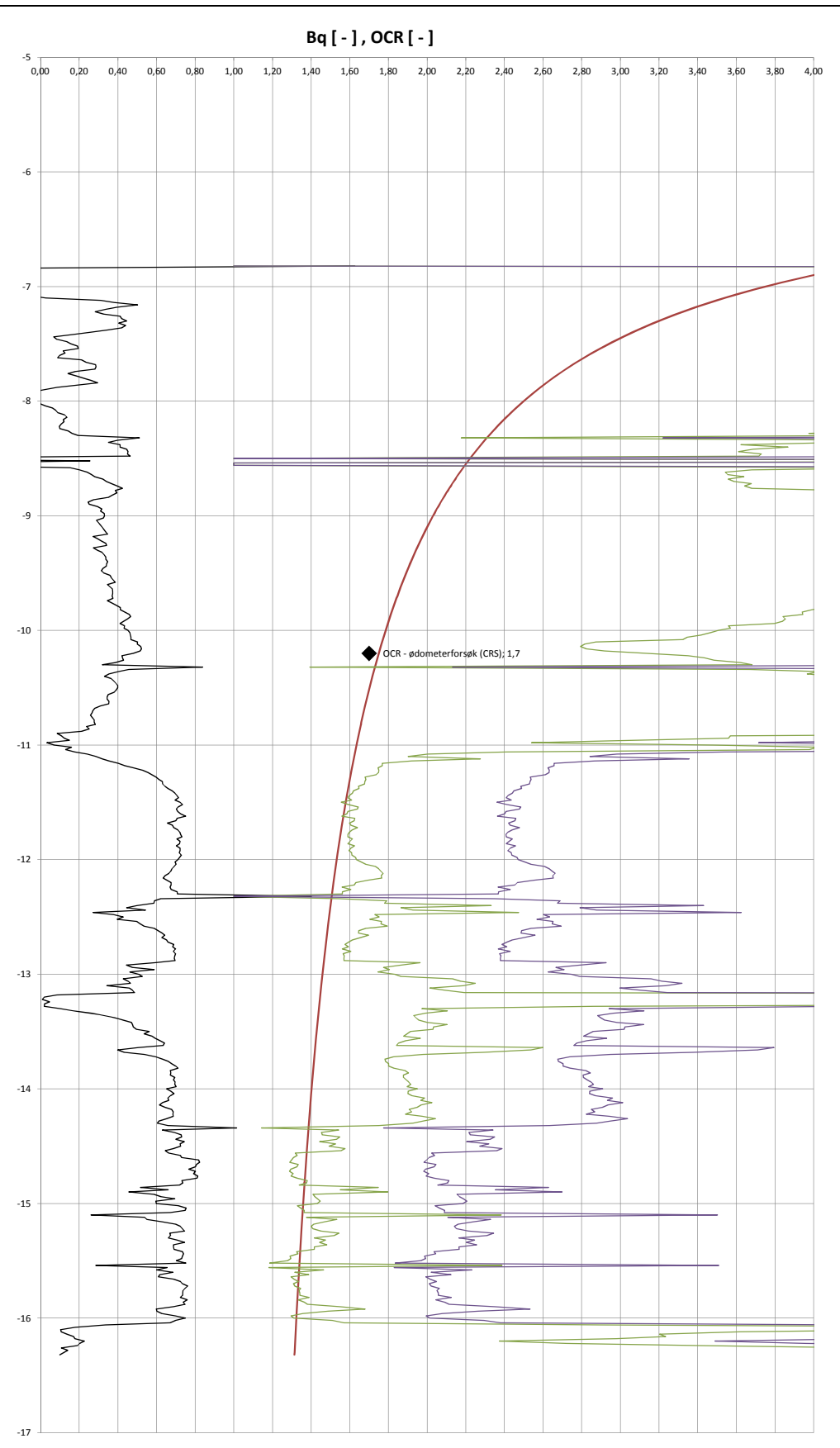
Antatt tidligere terreng: kote -2,5
 Vanndybde ved boring: 2,6 m



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
- $S_uA=0.40 \cdot p_{oi}$

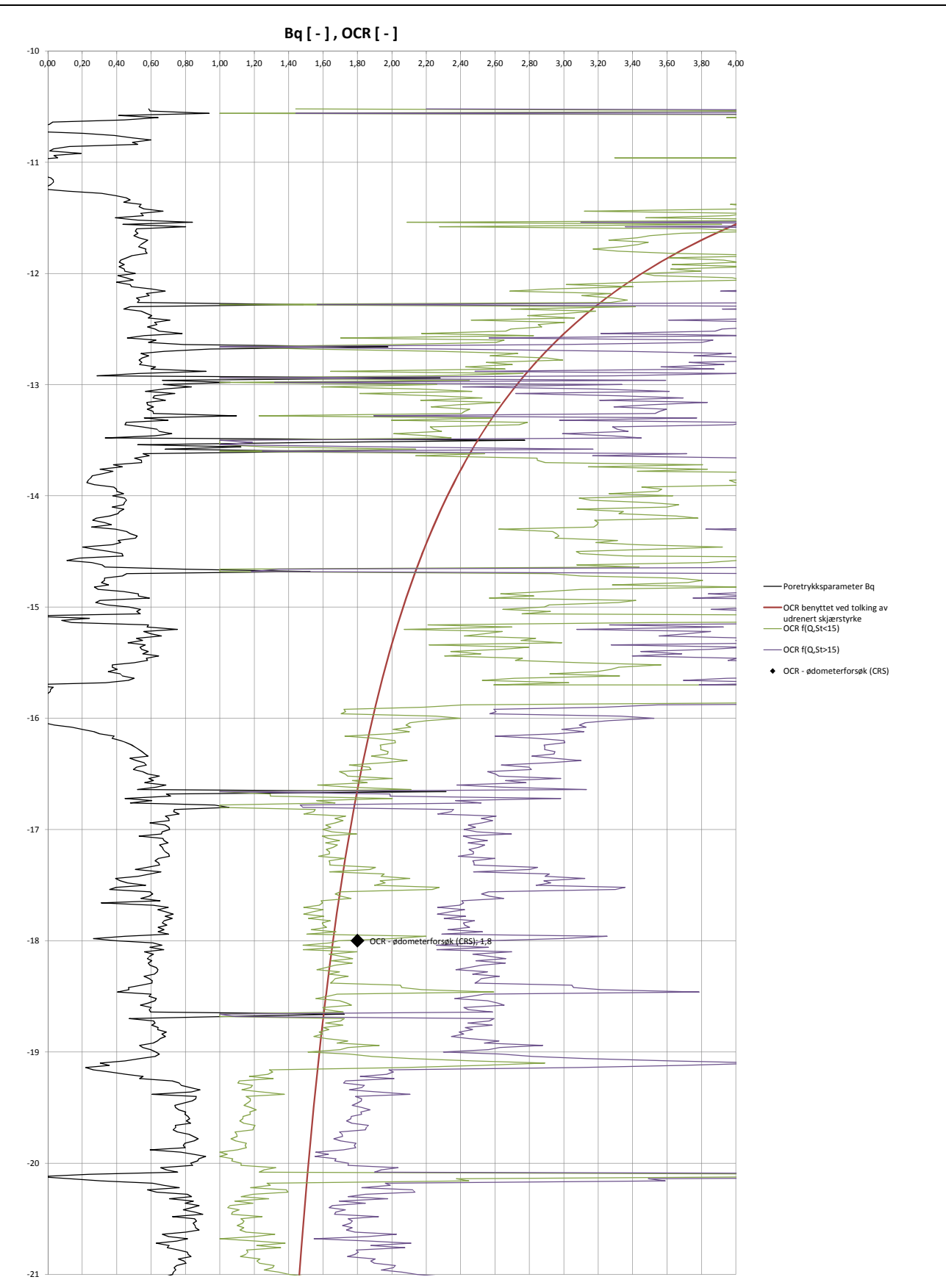
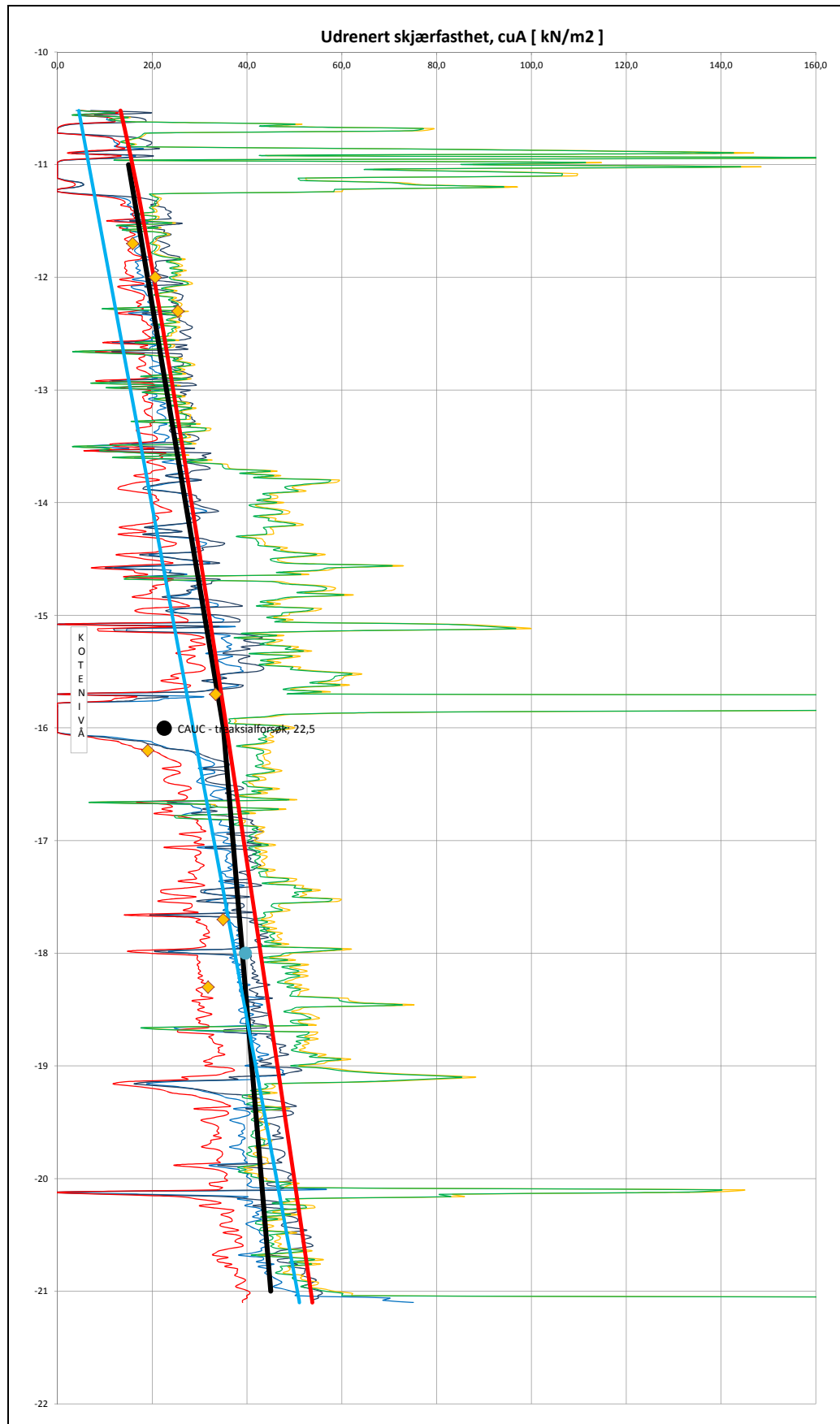


- Poretrykksparameter Bq
- OCR benyttet ved tolking av udrenert skjærstyrke
- OCR f(Q,St<15)
- OCR f(Q,St>15)
- ◆ OCR - ødometerforsøk (CRS)

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		Dato 20.05.2015
		Vedlegg 5C
		Tegn. Nr. -



Antatt tidligere terreng: kote -2,5
 Vanndybde ved boring: 9,1 m



Ørland kommune		Oppdrag
Uthaug havn		1350008896
Borpunkt: 26	Terrengekote: -9,5	Tegn./kontr. EHL/EHU
Tolking/presentasjon av CPTU Udrenert skjærfasthet og OCR		Dato 20.05.2015
		Vedlegg 5D
		Tegn. Nr. -