

Fra: Alsvik Mette[mette.alsvik@vegvesen.no]
Dato: 26.02.2014 15:19:39
Til: Hualand, Einar; Bendixen, Marit Sundsvik
Kopi: Eiterjord Gunnar; Gilje Anne-Merete
Tittel: Tillegg til utfyllingssøknad Buøy

Fylkesmanen i Rogaland
Miljøvernavdelingen
Postboks 59
4001 STAVANGER

Behandlerenhet:
Region vest

Saksbehandler/innvalgsnr:
Mette Alsvik - 51911432

Vår referanse:
2013/068258-016

Deres referanse:

Vår dato:
26.02.2014

Tillegg til utfyllingssøknad Buøy

I forbindelse med Rv13 Ryfast skal det fylles ut med tunnelmassar vest for Buøy. Det vises til *Utfyllingssøknad Buøy [E03] – Næringsområde Buøy og Anleggsveg Bangarvågen (SHA/YM-038)* som ble sendt inn til Fylkesmannen i Rogaland i 2013, samt kommunikasjon mellom fylkesmannen og Statens vegvesen i forbindelse med denne saken.

Vedlagt er et tillegg til søknaden.

Med hilsen

Mette Alsvik

Prosjekt: Prosjekt E39 Eiganestunnelen rv.13 Ryfast
Postadresse: Statens vegvesen Region vest, Askedalen 4, 6863 LEIKANGER
Besøksadresse: Tjodolvs gate 23, 4010 STAVANGER
Mobil: +47 95170804 **e-post:** mette.alsvik@vegvesen.no
www.vegvesen.no **e-post:** firmapost-vest@vegvesen.no

Statens vegvesen region vest

Tillegg til Utfyllingssøknad Buøy (E03/E05)

Rv13 Ryfastsambandet

Rev E02

2014-02-27 Oppdragsnr.: 5111687



E02	2013-02-27	Revidert etter kommentarar SVV frå møte FM/SVV	Jokjo/SHY	Bebre	Bjkle
E01	2013-02-10	Til godkjenning Fylkesmann	Jokjo	Bebre	Bjkle
Rev.	Dato:	Omtale	Utarbeidet	Fagkontroll	Godkjent

Dette dokumentet er utarbeida av Norconsult AS som del av det oppdraget som dokumentet omhandlar. Opphavsretten tilhøyrer Norconsult. Dokumentet må berre nyttast til det formål som framgår i oppdragsavtalen, og må ikkje kopierast eller gjerast tilgjengeleg på annan måte eller i større utstrekning enn formålet tilseier.

Innhald

1	Tillegg til Utfyllingssøknad Buøy	4
1.1	Bakgrunn	4
1.2	Areal og volum	5
1.3	Alternativ Tildekking med fiberduk	6
1.4	Sikringstiltak i Bangarvågen	6
1.5	Motfylling	7
1.6	Stabilitet	7
1.7	Botnfylling	8
1.8	Blakking	8
1.9	Endring i Utleggingsmetode av tildekkingsmassar	8
1.10	Overvaking	9
1.11	Kartlegging av sjøbotn	9
2	Vedlegg	10
	Vedlegg A – Teikningar	11
	Vedlegg B – Risikovurdering (Norconsult)	12
	Vedlegg C – Multiconsult rapport	13
	Vedlegg D – Stabilitetsberekningar	14
	Vedlegg E – Sjøbotnkartlegging (Parker Maritime)	15
	Vedlegg F – Agder Marine referanseliste	16

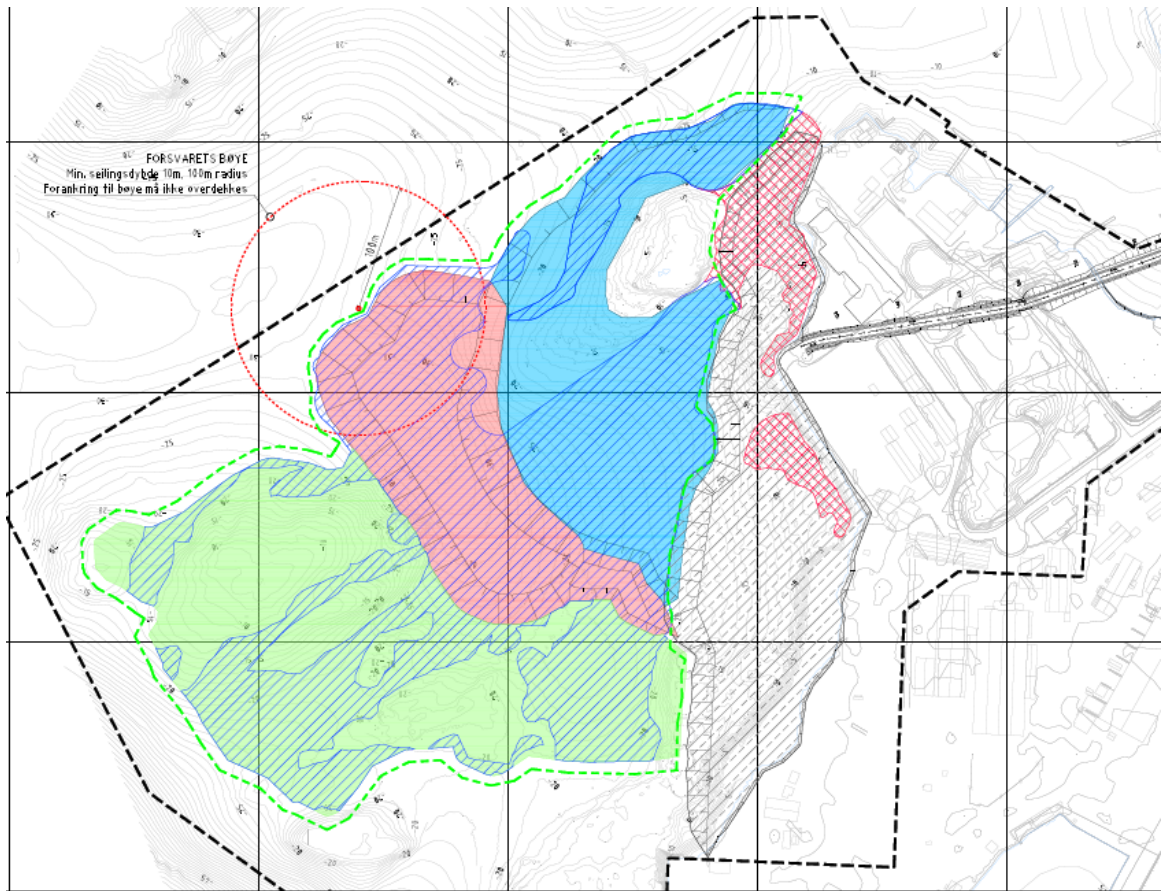
1 Tillegg til Utfyllingssøknad Buøy

1.1 BAKGRUNN

I samband med Rv13 Ryfast skal det deponerast tunnelmassar vest for Buøy. Det synest til *Utfyllingssøknad Buøy [E03] – Næringsområde Buøy og Anleggsveg Bangarvågen (SHA/YM-038)* som vart sendt inn til Fylkesmannen i Rogaland i 2013, samt kommunikasjon mellom fylkesmannen og Statens vegvesen i høve denne saka. Dette er eit tillegg til søknaden.

Etter kvart som prosjekteringa av både fyllinga og prosjektet som heilheit skrid fram, har det kome endringar på utfyllingsbehov, fyllingsgeometri og utfyllingsrekkefylgje. Dette notatet oppsummerar endringane:

- Utvida utfyllingsareal og volum (som fylgje av etablering av mot- og botnfylling)
- Mogleg tildekking med fiberduk i staden for morenemassar i områder nær land i E05.
- Bruk av siltgardin i staden for tildekkingsmassar for anleggsvegutfylling inst i Bangarvågen.
- Etablering av motfylling;
- Botnfylling (delvis med silthaldige morenemassar).
- Endring i metode for utlegging av tildekkingsmassar.



Figur 1 Oversikt utfylling Buøy (hovudfylling i blått og grått, motfylling i raudt og botnfylling i grønt). Ref teikning 03-Y01-601

1.2 AREAL OG VOLUM

Fylling	Prosjektert Areal (m ²)	Prosjektert Volum (m ³)
Hovedfylling	113 274	Ca 1 500 000
Motfylling	Ca 37 000	Ca 470 000
Bunnfylling	Ca 75 000	Ca 180 000
Havbotn tildekka med morenemassar	Ca 100 000	Ca 60 000
Havbotn tildekka med fiberduk eller morenemassar	Ca 11 000	-

Sjå vedlagde teikningar:

- 03-Y01-601 Faseplaner fylling i sjø Buøy
- 03-V01-601 Geoteknikk fylling i sjø Buøy
- 03-V06-602 til 603 Snitteikningar fylling i sjø Buøy (E03)
- 05-V06-601 og 604 Snitteikningar fylling i sjø Buøy (E05)

1.3 ALTERNATIV TILDEKKING MED FIBERDUK

Forslag om potensiell alternativ tildekking av forureina sediment med fiberduk:

I utfyllingssøknaden var det opphavleg lagt opp til at forureina sediment skulle tildekkast med morenemassar frå Hundvåg fyrst, og deretter fyller opp med sprengstein til ein viss kote. Dette skulle gjerast med lekter i entreprise E03. Entreprise E05 skulle deretter fyller opp det resterande frå land.

Av anleggstekniske omsyn kjem E05 til å starte utfyllinga frå land (eller flytande rampe) før E03 er ferdig med utfylling frå lekter. Utfyllinga vert gjort frå endetipp med dumper og doser, og landarealet gradvis utvida.

Det kan vere aktuelt å la entreprenøren i E05 dekke til dei områda med forureina sediment nærast eksisterande land med fiberduk. Desse områda er relativt små og på mindre enn 10 m djupne, og soleis eigna for tildekking med duk. Dette gjeld to områder på til saman ca 11 000 m².

Områder som i so fall skal dekkast til med fiberduk er vist på teikning 03-Y01-601.

Norconsult har gjort ei risikovurdering av å nytte duk samanlikna med tildekkingsmasser. Ved å bruke ein kraftig duk vil ein forhindre vesentleg spreiring av forureina sediment. Det første laget med sprengsteinsmassar oppå fiberduken må skje kontrollert.

Syner til vedlegg B *SHA/YM-066 Risikovurdering av endringer i utfylling Buøy*.

Dersom det vert anleggsteknisk hensiktsmessig, kjem desse områda til å verte tildekka med eigna morenemassar slik som skildra i opphavleg utfyllingssøknad.

1.4 SIKRINGSTILTAK I BANGARVÅGEN

I utfyllingssøknaden var det opphavleg lagt opp til at området for anleggsveg inst i Bangarvågen skulle tildekkast med morenemassar, på lik linje med hovudutfyllinga.

Tildekking av sediment i Bangarvågen er vanskeleg å gjennomføre i praksis, då det ikkje er rom for lekter, og eventuell tildekking med langarma gravemaskin vil vere særst tidkrevjande. Sidan forholda ligg godt til rette for bruk av siltgardin, er det lagt opp til å nytte dette i staden.

Norconsult har gjort ei risikovurdering av utfylling i Bangarvågen utan tildekking, med siltgardin, som syner at miljørisikoen for spreiring er akseptabel.

Alternativt, viss det likevel vert stilt krav om tildekking, søkast det om å dekke til med fiberduk i staden for massar, sidan arealet er relativt lite og det skal fyllast ut inst i ei bukt på mindre enn 10m djupne.

Syner til vedlegg B *SHA/YM-066 Risikovurdering av endringer i utfylling Buøy*.

1.5 MOTFYLLING

Multiconsult har vurdert stabilitetsforholdene for ny utforming av fylling i sjøen, Multiconsult rapport 216366-RIG-RAP-003_rev00 Rv 13 Ryfast – *Sjøfylling Buøy: Stabilitet Beregningsrapport*. Vurderingane av stabiliteten av planlagt utfylling fann det var trong for etablering av motfylling. Denne er vist på planteikningar i Vedlegg A.

Motfyllinga er soleis naudsynt for etableringa av hovudfyllinga. Motfyllinga kan etablerast av steinmassar eller morenemassar som ikkje er godkjent som tildekkingsmassar.

Motfyllinga vil på lik linje med resten av utfyllinga dekke til forureina sediment. Dette vil hindre vidare spreiding frå eksisterande forureining, og bidra til betre vasskvalitet i Stavangerfjorden.

Multiconsult sin rapport er i Vedlegg C.

1.6 STABILITET

Etter at Multiconsult utarbeidet rapport 216366-RIG-RAP-002_rev 00 om stabilitetsforholdene har fyllingens geometri endret seg. Endringene består av forenklet fyllingsmetode og øket høyde på topp fylling, for å gjøre området bebyggelig etter nye krav til byggehøyde. Topp fylling er kote +3,0, en meter høyere enn tidligere forutsatt. Ved fylling fra land blir skråningshelning for utfylling av steinmasser i sjø erfaringsmessig inntil 1:1,5. Slakere helning (1:3 eller slakere) kan kun oppnås ved fylling med lekter. For å sikre at hovedfyllingen har tilstrekkelig stabilitet må motfylling etableres i områdene vist på tegning. Motfylling gir også størst mulig vandybde inn mot hovedfyllingen i forhold til en slakere helning på hovedfyllingen (tidligere 1:3 og slakere).

Ved bløte leirmasser på sjøbunn er det også behov for større motfylling for å tilfredsstillende gjeldende krav til sikkerhet mot brudd. Topp motfylling skal ikke være høyere enn kote -10,7 for å sikre tilstrekkelig vandybde i området utenfor hovedfyllingen. Motfyllingene legges horisontalt inn mot hovedfyllingen og avsluttes med helning 1:1,5. Dette gir god stabilitet av fyllingen.

Motfylling legges vesentlig i det dypereliggende område mellom hovedfyllingen og Ulsnesgrunnen, men det må også legges motfylling i mindre omfang lenger mot sør i områder der det er registrert sedimentbunn (snitt B og F på tegning 03-V01-601).

Norconsult har laget et notat som viser de stabilitetsberegninger som er utført, både for å dokumentere tilfredsstillende krav til sikkerhet i utfyllingsfasen og for permanent fylling samt bestemme rekkefølge av fyllingsarbeidene. Notatet er et supplement til tidligere rapporter utarbeidet av Multiconsult.

Stabilitetsberegninger er lagt ved i Vedlegg D.

1.7 BOTNFYLLING

Prosjektet søker også om å få etablere ei botnfylling vest for hovudfyllinga, som vist i grønt området på Figur 1 og på planteikningar i vedlegg A. Botnfyllinga skal fyllast opp etter behov i E03 og E05.

Fyllinga vil bestå av tunnel- og morenemassar, reine morenemassar frå dagsonen på Hundvåg som ikkje er kvalifisert som tildekkingsmassar (grunna kornstorleik – massane er for fine iht TA2143 (vedlegg 3 til *SHA_YM-038 Søknad om utfylling Buøy*)).

Det skal fyrst leggest tildekkingsmassar (der det finst forureina sediment), deretter andre lausmassar og sprengstein, opp til maksimalt 2,5m over eksisterande sjøbotn.

Fordelane med å dekke til arealet med tunnelmassane i dette området er:

- Området er regulert til utfyllingsformål i reguleringsplanen for Buøy, og det er eit eigna område utan nærliggande sårbare naturverdiar.
- Tildekking av forureina sediment. På lik linje med resten av utfyllinga, vil botnfyllinga dekke til forureina sediment. Dette vil hindre vidare spreining frå eksisterande forureining, og bidra til betre vasskvalitet i Stavangerfjorden.

1.8 BLAKKING

Både tunnelstein og lausmassar inneheld finstoff som kan mobiliserast i vatn og forårsake auka turbiditet (blakking) i sjøen. Ved dumping frå splittlekter ligg massane allereie 3-5m under vassoverflata, og blakkinga vert soleis ikkje like synleg som ved tipping frå land. Då omfanget av utfyllinga er stort, vil blakkinga truleg i periodar verte synleg i delar av Bangavågen, alt etter straum, vind og verforholda. Finstoffa inneheld ikkje miljøgifter, og det er ikkje sårbare biotopar eller andre verdifulle naturverdiar i nærleiken. Mellombels blakking som fylgje av utfyllingsmassane vurderast difor som akseptabelt.

1.9 ENDRING I UTLEGGINGSMETODE AV TILDEKKINGSMASSAR

Det er i opphavleg søknad lagt opp til at tildekkingsmassar skal påførast med foringsrøyr for å sikre korrekt plassering. Etter nye vurderingar i prosjektet leggest det i staden opp til at tildekkingsmassane leggest ut med fallbunnslekter.

Fallbunnslekter er utstyrt med hydraulisk opererte og 5 m breie tverrstilte luker som slepp ut tildekkingsmassane. Ved djupner på 10-20 m vert spreinga på botnen ca 10m i gjennomsnitt, med størst lagtjuknad i midten og mindre mot sidene.

Området som skal tildekkast delast opp i eit rutenett, og kvart lag leggest vinkelrett på det førre, for å sikre at tildekkinga vert som jamn som råd. Det nyttast eit Olex 3D-kartplottingsystem med GPS for å navigere. Dimensjonane på rutenettet er eit multipel av lukebreidda, slik at ein enkelt kan berekne kor mange slepp i kvar rute som trengst for å oppnå endeleg mektigheit på tildekkingslaget. I tillegg vert tidspunkt og rutenummer loggført for kvart enkelt slepp.

Fordelane med fallbunnslekter kontra foringsrøyr

- Tidlegare erfaringar med å legge ut tildekkingslag ved bruk av fallbunnslekter syner at ein får eit jamt lag som er enklare å kontrollere enn med foringsrøyr.

- Mindre oppkvervling av botnsedimenta, sidan utlegginga vert mindre konsentrert og tildekkingsmassane har lågare fart.
- Enklare å legge jamne, tynne lag, som betrar kontroll på innkapsling av forureina sediment.

Ulemper:

- Meir sårbart i områder med sterk straum, som kan føre til større spreining av tildekkingsmassane. Dette kan avbøtast med ekstra slepp ved behov. Mektigheit på tildekkingslaget skal uansett dokumenterast før utfylling med tunnelstein tek til.

Agder marine skal utføre utfyllinga som underentreprenør til hovudentreprenør AF, og har god erfaring med å nytte fallbunnslekter i fleire tidlegare prosjekt for både offentlege og private oppdragsgjevarar. Referanseliste er lagt ved i Vedlegg F.

1.10 OVERVAKING

Det skal utarbeidast eit spesifikt overvakingsprogram for utfyllinga.

1.11 KARTLEGGING AV SJØBOTN

Parker Maritime har utført ei tilleggskartlegging av sjøbotnen utanfor det området som er tidlegare kartlagt. Dette vert brukt til å avgjere kva områder som vert rørt av botnfyllinga inneheld sediment og må tildekkast (tilsvarande som for hovudutfyllinga).

Rapport frå Parker Maritime er lagt ved i Vedlegg E.

2 Vedlegg

Vedlegg A – Teikningar

Vedlegg B – Risikovurdering (Norconsult)

Vedlegg C – Multiconsult rapport

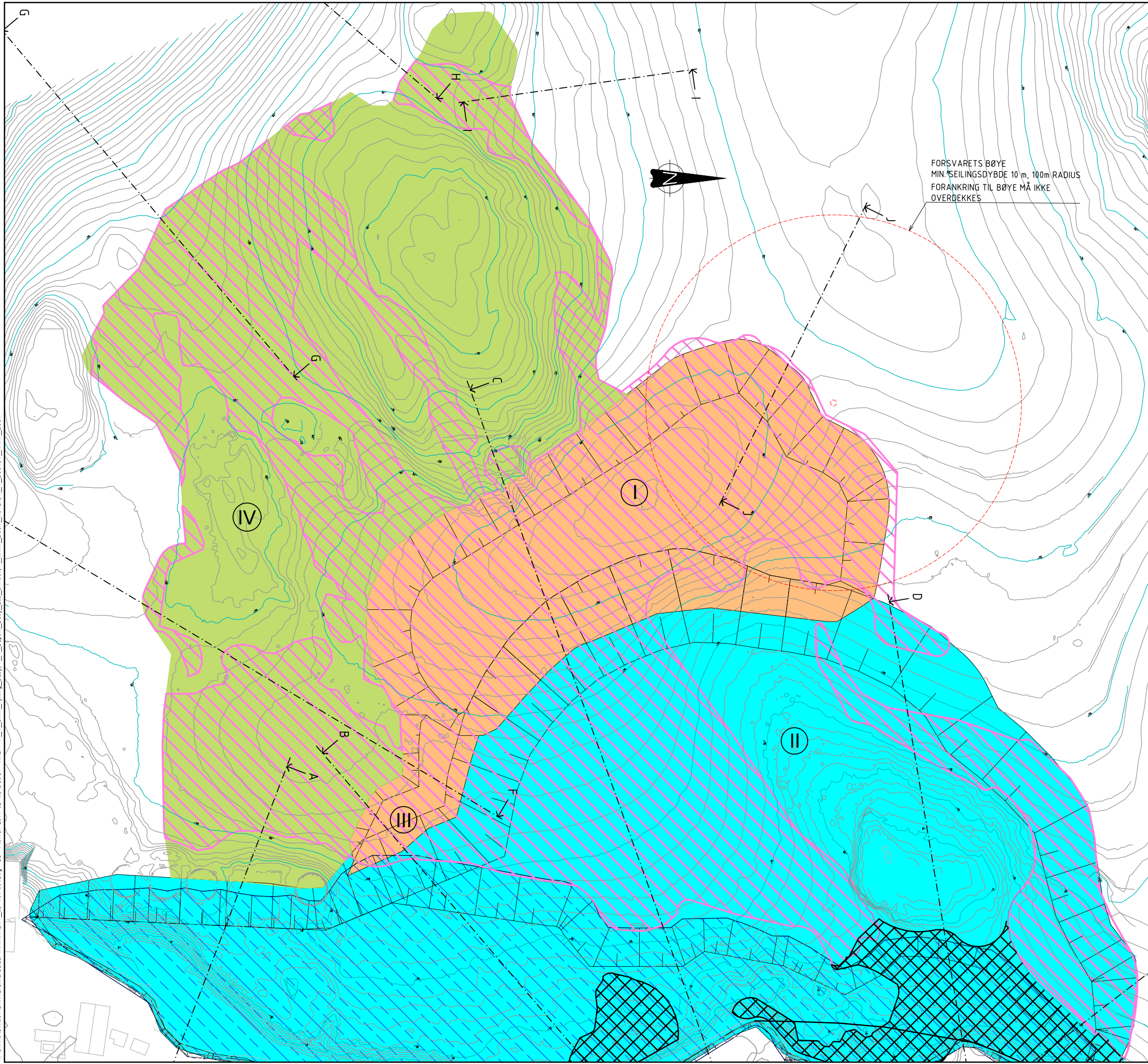
Vedlegg D – Stabilitetsberekningar

Vedlegg E – Sjøbotnkartlegging (Parker Maritime)

Vedlegg F – Referanseliste Agder Marine

VEDLEGG A – TEIKNINGAR

"N:\511687\DKK\Grunnarbeider\Arkiv\LAY_03-V01-601.dwg - EG - Plottet: 2014-02-19, 13:38:37 - XREF = A_V_snitt_fylling_Buøy_T_V_Depotil_Buøy_T_V_KART_Buøy_KOTER_T_V_Buøy_T_V_KART_Buøy"



FORSVARETS BØYE
MIN SEILINGSDYBDE 10 m, 100m RADIUS
FORANKRING TIL BØYE MÅ IKKE
OVERDEKkes

TEGNFORKLARING

- Havbunn tildekket med tildekkingsmasser E03.
- Område fylles i E03 med leker opp til kt. -10 og i E05 over kt. -10.
- Motfylling fylles i E03.
- Bunnfylling fylles i E03.
- Havbunn tildekket med fiberduk E05/tildekkingsmasser i E03.
- Område fylles i E05.

ANVISNINGER

1. Tildekkingsmasser skal legges ut til 5 m utenfor fyllingsfot.
2. Det øverste 2 m laget i område ① og ② fylles fra land og utover.

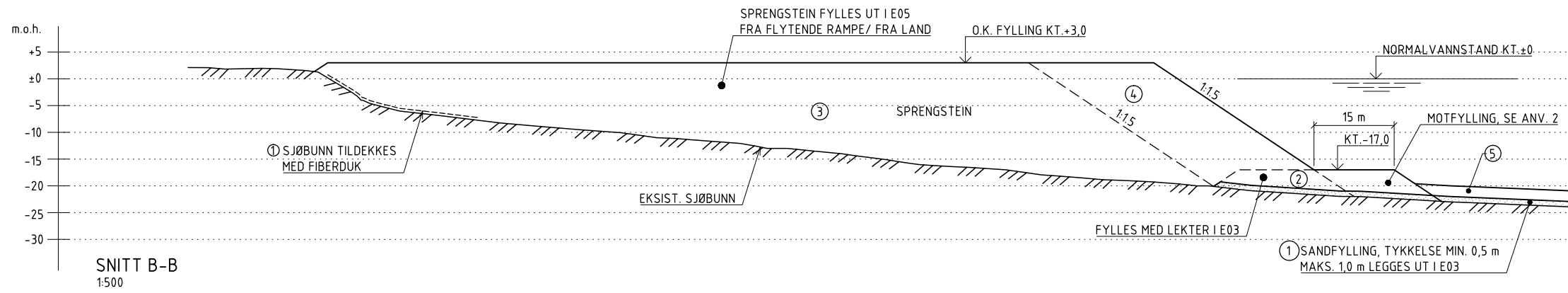
ARBEIDSREKKEFØLGE

- ① Område fylles først. Det skal fylles i 2 m lag med leker med start i det dypeste område.
- ② Område fylles parallelt med ①
- ③ Motfylling opp til kt. -17 må fylles før hovedfylling.
- ④ Område fylles til slutt.

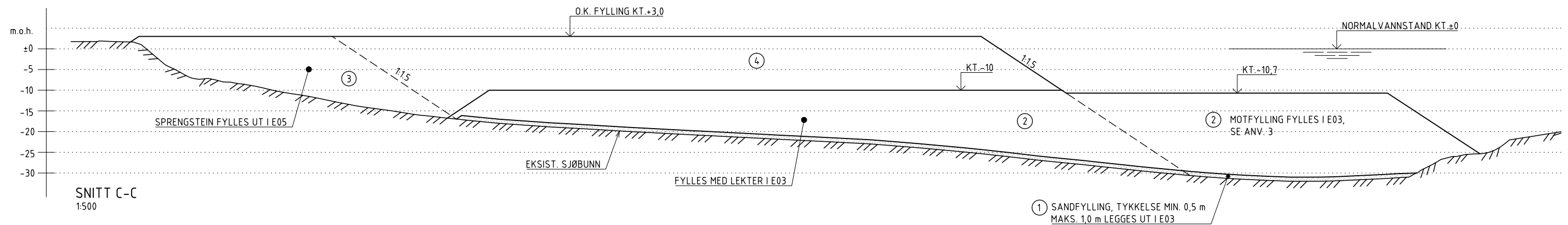
HENVISNINGER

Fylling i sjøen Buøy, plan	03-Y01-601
Fylling i sjøen Buøy, prinsipsnitt	03-V06-601
Fylling i sjøen Buøy, snitt	03-V06-602 og 603
Utfyllingssøknad	SHA-YM-038

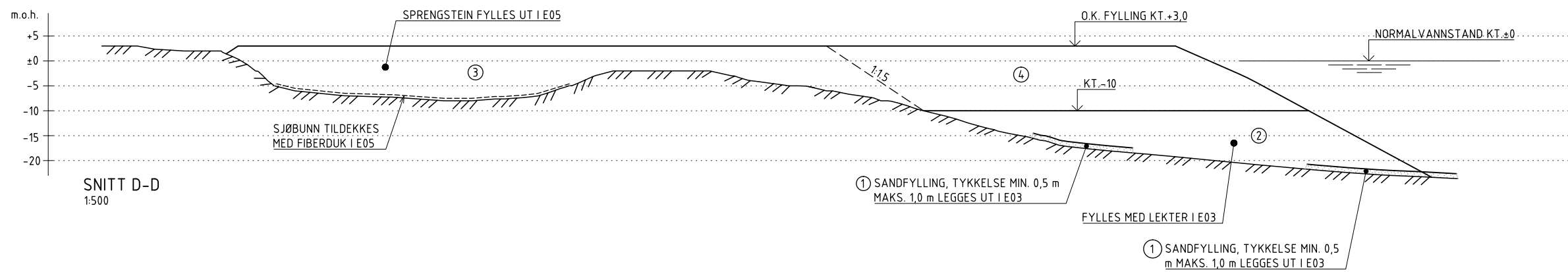
A	Arbeidstegning	OMTro	SHY	BjKle	2014-02-19
Revisjon	Revisjonen gjelder	Utarb	Kontr	Godkjent	Rev dato
-	-	Arkivert	-	-	-
Rv. 13 Ryfast		Tegningsdato 2014-02-11			
ENTREPRISE 03		Bestiller B.C. Grassdal			
SOLBAKKTUNNELN FRA HUNDVÅG NORD		Produsert for Region vest			
Geoteknikk		Produsert av Norconsult			
Fylling i sjøen, Buøy		Prosjektnummer 300465			
Plan, tildekkning av sjøbunn		PROF-nummer 11R0013B_027			
		Arkivnummer -			
		Byggesaksnummer -			
		Målestokk A1 1:1000			
		Tegningsnummer			
Utarbeidet av	Kontrollert av	Godkjent av	Konsulentarkiv	Revisjon	
OMTro	SHY	BjKle	511687	03-V01-601 A	



SNITT B-B
1:500



SNITT C-C
1:500



SNITT D-D
1:500

ANVISNINGER:

1. Prinsipp for utfylling, se tegning 05-V06-601.
2. Bunnfylling opp til kt.-17 må legges ut i 15 m lengde nærmest hovedfyllingen.
3. I motfylling kan det legges siltige morenemasser opp til kt.-25 event. blandet med sprengstein opp til kt.-20. Ytterste 10 m av motfyllingen skal bestå av sprengstein.

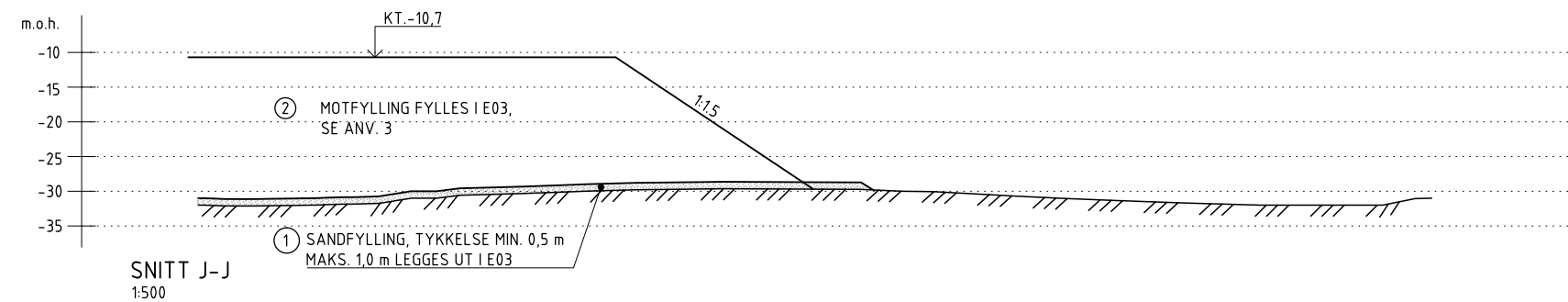
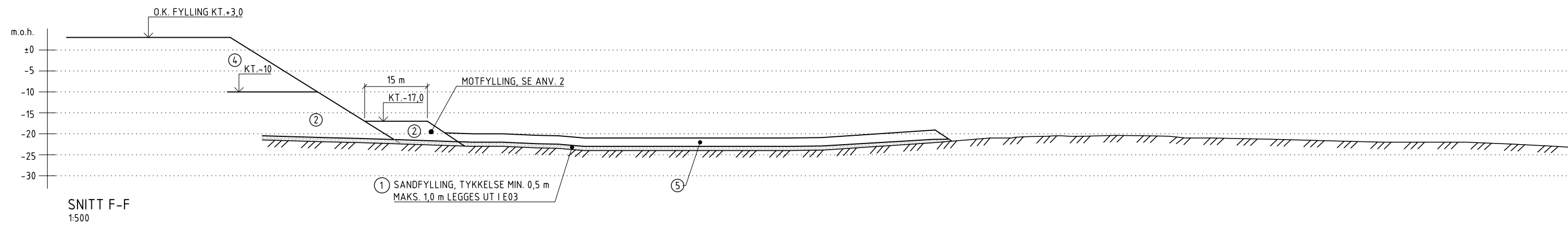
Arbeidsrekkefølge:

- ① Sjøbunn tildekkes med tildekkingsmasser av sand.
- ② Motfylling og hovedfylling fylles med lekter i 2 m tykke lag over tildekkingsmasser.
- ③ Sprengstein fylles i E05.
- ④ Det fylles opp til kt.+3 i E05.
- ⑤ Bunnfylling fylles i E03 og E05 ved behov.

HENVISNINGER:

- | | |
|-----------------------------|------------|
| Plan fylling | 03-Y01-601 |
| Plan, tildekking av sjøbunn | 03-V01-601 |
| Prinsippsnitt | 03-V06-601 |

A	Arbeidstegning	OMTro	SHY	BjKle	2014-02-17
Revisjon	Revisjonen gjelder	Utarb	Kontr	Godkjent	Rev dato
-	-	Arkivref	-	-	-
Rv. 13 Ryfast		Tegningsdato		2014-02-11	
ENTREPRISE 03		Bestiller		B.C. Grassdal	
SOLBAKKTUNNELLEN FRA HUNDVÅG NORD		Produsert for		Region vest	
Geoteknikk		Produsert av		Norconsult	
Fylling i sjøen. Buøy		Prosjektnummer		300465	
Snitt B-B, C-C og D-D		PROF-nummer		11R0013B_027	
		Arkivnummer		-	
		Byggeværksnummer		-	
		Målestokk A1		1:500	
		Tegningsnummer		03-V06-602	
		Revisjon		A	
Utarbeidet av	Kontrollert av	Godkjent av	Konsulentarkiv		
OMTro	SHY	BjKle	511687		



ANVISNINGER:

1. Prinsipp for utfylling, se tegning 05-V06-601.
2. Bunnfylling opp til kt.-17 må legges ut i 15 m lengde nærmest hovedfyllingen.
3. I motfylling kan det legges siltige morenemasser opp til kt.-25 event. blandet med sprengstein opp til kt.-20.
Ytterste 10 m av motfyllingen skal bestå av sprengstein.

Arbeidsrekkefølge:

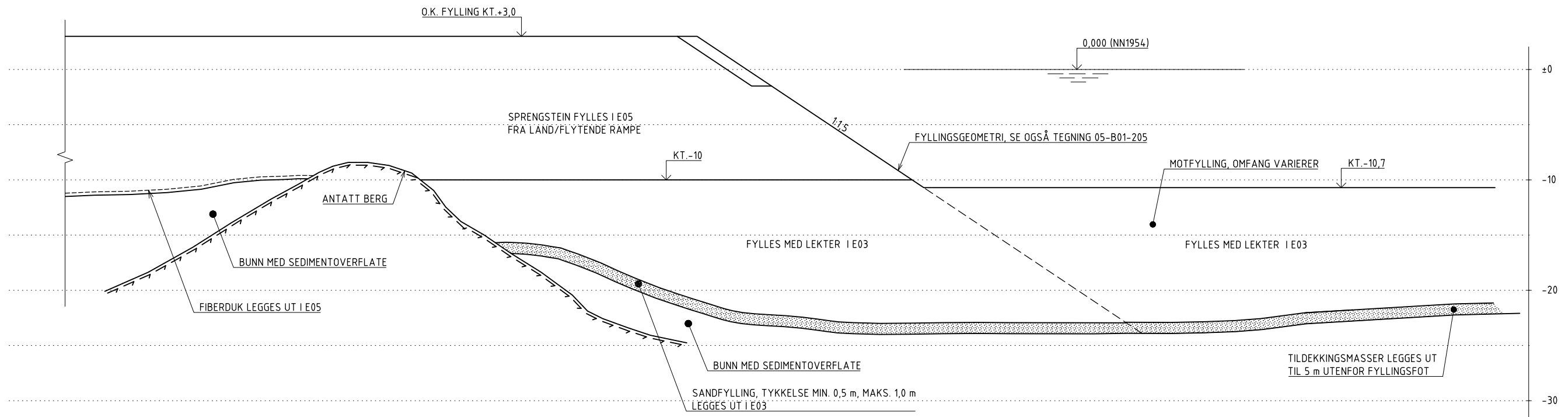
- ① Sjøbunn tildekkes med tildekkingsmasser av sand.
- ② Motfylling og hovedfylling fylles med lekter i 2 m tykke lag over tildekkingsmasser.
- ③ Sprengstein fylles i E05.
- ④ Det fylles opp til kt.+3 i E05.
- ⑤ Bunnfylling fylles i E03 og E05 ved behov.

HENVISNINGER:

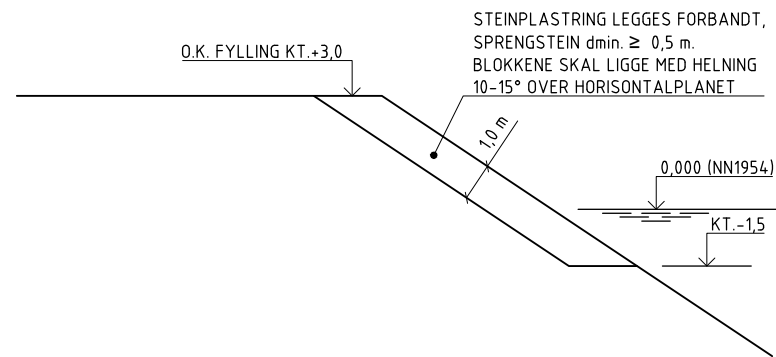
- | | |
|-----------------------------|------------|
| Plan fylling | 03-Y01-601 |
| Plan, tildekking av sjøbunn | 03-V01-601 |
| Prinsippsnitt | 03-V06-601 |

A	Arbeidstegning	OMTro	SHY	BjKle	2014-02-17
Revisjon	Revisjonen gjelder	Utarb	Kontr	Godkjent	Rev dato
-	-	Arkivref	-	-	-
Rv. 13 Ryfast		Tegningsdato	2014-02-11		
ENTREPRISE 03 SOLBAKKTUNNELLEN FRA HUNDVÅG NORD		Bestiller	B.C. Grassdal		
Geoteknikk		Produsert for	Region vest		
Fylling i sjøen. Buøy		Produsert av	Norconsult		
Snitt F-F, G-G og J-J		Prosjektnummer	300465		
		PROF-nummer	11R0013B_027		
		Arkivnummer	-		
		Byggeværksnummer	-		
		Målestokk A1	1:500		
		Tegningsnummer	03-V06-603		
Utarbeidet av	Kontrollert av	Godkjent av	Konsulentarkiv	Revisjon	
OMTro	SHY	BjKle	511687	A	

"N:\511687\03\Grunnarbeider\Arkiv\LAY_03-V06-603.dwg - EG - Plottet: 2014-02-16 10:40:13 - LAYOUT = 03-V06-603 - XREF = Vtem_snit_fylling_buoy_511687"



FORENKLET TYPISK SNITT, BUØY
1:200



FIGUR B
DETALJ MIDLERTIDIG PLASTRING

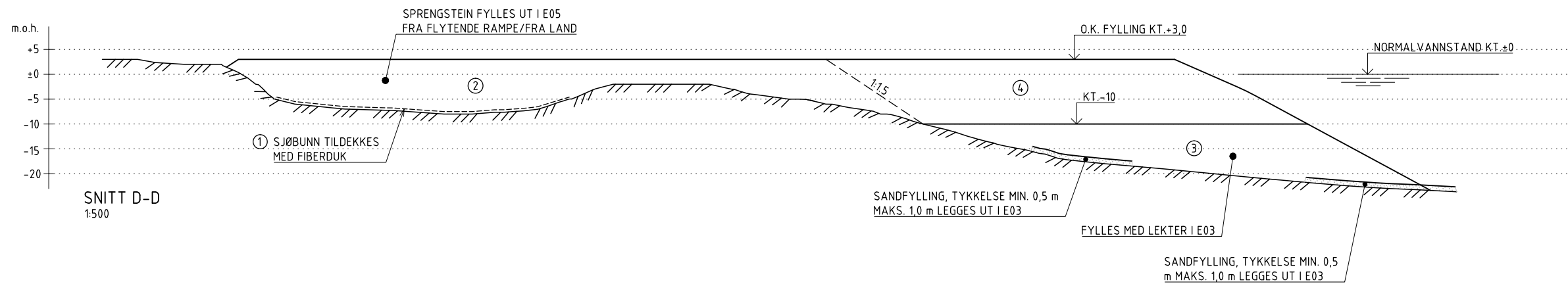
ANVISNINGER:

HENVISNINGER:

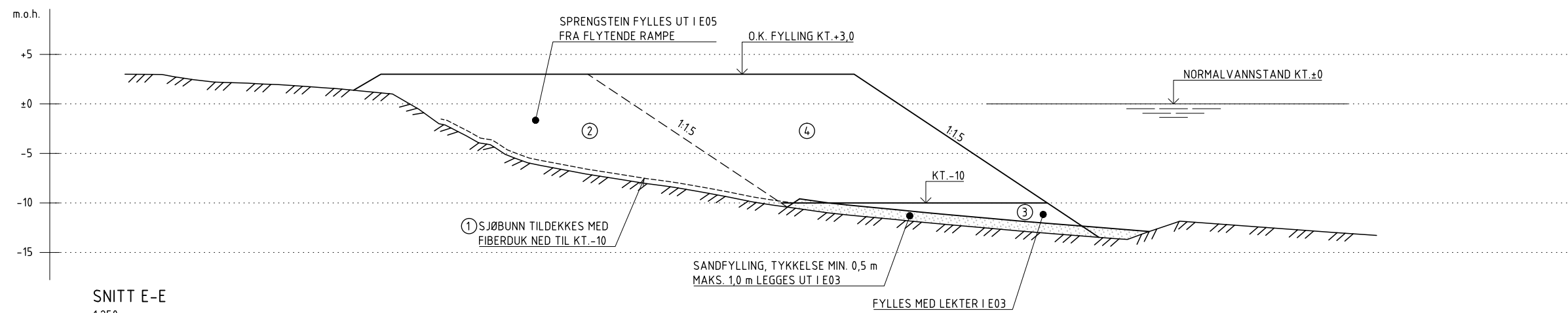
Plan fylling 05-B01-205 og 05-Y01-601
 Plan tildekking av sjøbunn 05-V01-601
 Fylling i sjøen, snitt 05-V01-602, -603 og -604

KONKURRANSEGRUNNLAG 2013-12-06

Revisjon	Revisjonen gjelder	Utarb	Kontr	Godkjent	Rev dato
-	-	Arkivert	-	-	-
Rv. 13 Ryfast		Tegningsdato 2013-12-06 Bestiller B.C. Grassdal Produsert for Region vest			
ENTREPRISE 05 HUNDVÅGTUNNELEN FRA BUØY Geoteknikk Fylling i sjøen, Buøy Prinsippsnitt Konkurransesgrunnlag		Produsert av Norconsult Prosjektnummer 300465 PROF-nummer 11R0013B_027 Arkivnummer - Byggeværksnummer - Målestokk A1 1:200 Tegningsnummer 05-V06-601 Revisjon			
Utarbeidet av	Kontrollert av	Godkjent av	Konsulentarkiv		
DMTro	SHY	BjKle	511687		



SNITT D-D
1:500



SNITT E-E
1:250

KONKURRANSEGRUNNLAG 2013-12-06

ANVISNINGER:

1. Prinsipp for utfylling, se tegning 05-V06-601.

Arbeidsrekkefølge:

- ① Fiberduk legges på sjøbunn som vist på tegn. 05-V01-601.
- ② Sprengstein fylles fra flytende rampe ved dybder over 10 m. Fyllingsfot øst for området som skal dekkes i E03.
- ③ Sprengstein fylles fra lekker i 2 m tykke lag opp til kt.-10 over tildekkingsmasser utføres i E03.
- ④ Det fylles opp til kt.+3.

HENVISNINGER:

Plan fylling 05-B01-205 OG 05-Y01-601
Plan, tildekking av sjøbunn 05-V01-601
Prinsippsnitt 05-V06-601

Revisjon	Revisjonen gjelder	Utarb	Kontr	Godkjent	Rev dato
-	-	Arkivert	-	-	-
Rv. 13 Ryfast		Tegningsdato 2013-12-06			
ENTREPRISE 05		Bestiller B.C. Grassdal			
HUNDVÅGTUNNELN FRA BUØY		Produsert for Region vest			
Geoteknikk		Produsert av Norconsult			
Fylling i sjøen. Buøy		Prosjektnummer 300465			
Snitt D-D og E-E		PROF-nummer 11R0013B_027			
Konkurransegrunnlag		Arkivnummer -			
		Byggeværksnummer -			
		Målestokk A1 1:500, 1:250			
		Tegningsnummer			
Utarbeidet av	Kontrollert av	Godkjent av	Konsulentarkiv	Revisjon	
OMTro	SHY	BJKle	511687	05-V06-604	

VEDLEGG B – RISIKOVURDERING (NORCONSULT)

Til: Statens vegvesen
Fra: Norconsult v/gaute Rørvik Salomonsern
Dato: 2014-01-15

Risikovurdering av endringer i gjennomføring av utfylling Buøy

Det er ønskelig med vurdering av to endringer i forhold til innsendt søknad til Fylkesmannen i Rogaland *Utfyllingssøknad Buøy [E03] – Næringsområde Buøy og Anleggsveg Bangarvågen* (SHA/YM-038).

1. Endringer i spredningsreducerende tiltak ved anleggsveg i Bangarvågen (kapittel 2.5.2.3 i søknaden)
2. Endringer i tildekkingsmetode for deler av hovedutfyllingen Buøy (kapittel 2.5.2.1 i søknaden).

Disse er omtalt i avsnittene nedenfor.

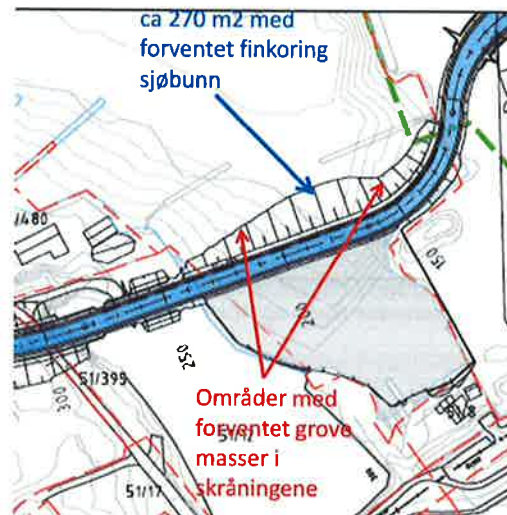
Endringer i spredningsreducerende tiltak ved anleggsveg i Bangarvågen

Det er beskrevet at området skal tildekkes med sand og grus før det kan dumpes sprengsteinsmasser i dette området (figur 1). I tillegg skal området avstenges av en siltgardin i hele dumpeperioden.

Landområdet rundt utfyllingsområdet er utfylte masser og skråningene ned i sjø er derfor sprengsteinsmasser (grove masser). Av figur 1 vises at det kun er et lite område med sjøbunn hvor det kan forventes å ligge sedimenter (ca 270 m²).

Det er ikke blitt tatt prøver i utfyllingsområdet. Området i Bangarvågen er betydelig forurenset (Tiltaksplan for opprydding i forurensete sedimenter i Stavanger havn 2002) og utfylling på de finkornige massene i utfyllingsområdet vil kunne føre til spredning av partikkelbundet forurensing. Analyser utført ifm tiltaksplan for Stavanger havn (2002) viser at de nærmeste stasjonene er forurenset av kvikksølv og PCB i klasse 3 og PAH i klasse 4. Kornfordelingen viser at 30 til 40 % er silt og leire som har potensial for lengre transport. (Tiltaksområdet ligger på grunnere vann som normalt har grovere sediment). Hvis vi antar at utfyllingen fører til at topp 10 cm av sedimentet oppvirvles, vil ca 27 m³ sediment kunne bli oppvirvlet (ca 43 tonn ved antatt egenvekt 1,6). Av dette har ca 35% potensial for lengre transport, ca 15 tonn. Ut fra dette er det potensial for at 22 g kvikksølv, 1,2 g PCB og 73 g PAH kan spres uten spredningsreducerende tiltak.

Grunnet områdets størrelse som blir berørt og forurensingssituasjonen i resten av Bangarvågen anser Norconsult at en siltgardin vil gi tilstrekkelig beskyttelse.



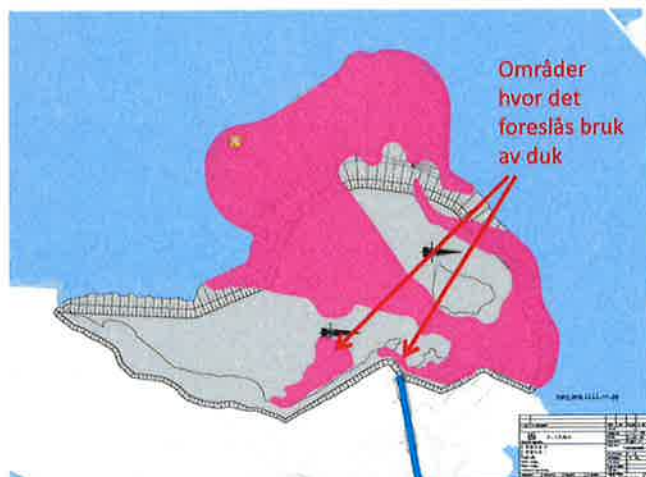
Figur 1. Viser utfyllingsområdet for tilførsels vei med bunn koter. Kartet indikerer hvor det kan være løse sedimenter

Endringer i tildekkingsmetode for deler av hovedutfyllingen Buøy

Tiltaket er beskrevet som at områdene vist i figur 2 med rosa farge skal tildekkes med sand og grus fra leker i entrepriser E03 før sprengstein legges oppå massene. Massene kommer fra forskjellige entrepriser. Det viser seg at entrepriser E03 ikke er ferdig før entrepriser E05 skal starte utfylling fra land. Det foreslås derfor at entrepriser E05 dekker til to områder med bløte sedimenter (Figur 2) med duk.

Hvis vi antar konservativt at dumping av masser fører til at topp 10 cm av sedimentet spres ved dumping av sprengstein fra land på disse sedimentene, samt at områdenes størrelse vil være ca 5000m² vil dette utgjøre ca 500 m³ sediment som kan spres (ca 800 tonn ved antatt egenvekt 1,6). Områdene er prøvetatt av Norconsult i 2011, og er forurenset av kobber i klasse 2 og 4, PAH i klasse 3 og TBT i klasse 4. Kornfordelingen viser at 25 til 50 % er silt og leire som har potensial for lengre transport. Hvis vi antar at 38% vil ha potensial for lengre transport, er dette ca 300 tonn sediment. Ut fra dette er det potensial for at 15 kg Kobber, 1,2 kg PAH og 18 g TBT spres uten spredningsreducerende tiltak. Dette er så mye at spredningsreducerende tiltak er nødvendig. Strømforholdene umuliggjør bruk av siltgardin.

Det foreslås at det legges en geoduk på bunnen for å holde massene på plass under utfyllingen. Duken må være sterk (klasse 5) siden det ikke er mulig å legge beskyttende masser over duken. Duken kan skades under utleggingen men det er trulig at den likevel vil klare å holde tilstrekkelig mengde sediment på plass til at tiltaket kan aksepteres.



Figur 2. Viser utfyllingsområdet. Kartet indikerer hvor det kan være løse sedimenter med rosa farge som skal tildekkes med lektet. Pilene viser områder som ikke vil bli tildekket med sand og grus fra lektet.

Horten, 2014-01-15

Gaute R Salomonsen

Norconsult v/Gaute Rørvik Salomonsen

VEDLEGG C – MULTICONSULT RAPPORT

Rapport_

Statens vegvesen Region vest

OPPDRA

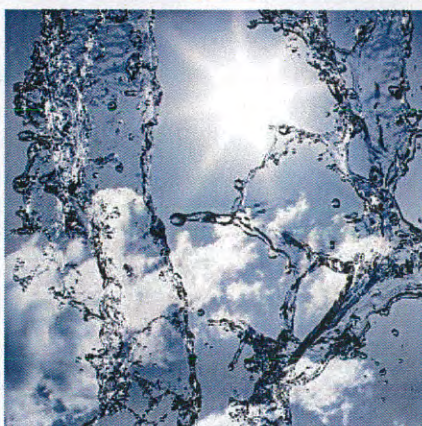
Rv. 13 Ryfast- Sjøfylling Buøy

EMNE

Stabilitet. Beregningsrapport

DOKUMENTKODE

216366-RIG-RAP-003_rev00





Oversiktskart Buøy

Med mindre annet er skriftlig avtalt, tilhører alle rettigheter til dette dokument Multiconsult.

Innholdet – eller deler av det – må ikke benyttes til andre formål eller av andre enn det som fremgår av avtalen. Multiconsult har intet ansvar hvis dokumentet benyttes i strid med forutsetningene. Med mindre det er avtalt at dokumentet kan kopieres, kan dokumentet ikke kopieres uten tillatelse fra Multiconsult.

RAPPORT

OPPDRAK	Rv. 13 Ryfast- Sjøfylling Buøy	DOKUMENTKODE	216366-RIG-RAP-003_rev00
EMNE	Stabilitet. Beregningsrapport	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAKSGIVER	Statens vegvesen Region vest	ANSVARLIG ENHET	2112 Stavanger Geoteknikk
KONTAKTPERSON	Gunnar Eiterjord		Marina Saga

SAMMENDRAG

Beregningene viser utilfredsstillende sikkerhet mot brudd for fylling utformet iht. til aktuell fyllingsplan. Under vannivå må fyllingsskråninger legges med helninger ikke brattere enn 1:1.5.

I profilene hvor sikkerheten er for lav, selv med fyllingshelning 1:1.5, må det etableres motfyllinger/slakere fyllingsskråninger i foten av fyllingen.

I nord (profilene nr. 1-3) innebærer dette etablering av mindre motfyllinger/slakere fyllingsskråninger.

I profilene nr. 4-6, hvor det er påtruffet størst mektighet av løse masser (sand/silt/leire), må det etableres større motfyllinger. Eventuelt må fyllingen flyttes lenger inn mot land, slik at fyllingsfoten ikke legges på leire/silt.

I syd (profilene nr. 8 og 9) er det registrert større mektigheter med løst lagrede masser i dybden. Her må det også etableres motfylling/slakere fyllingsskråninger for å oppnå tilfredsstillende sikkerhet.

Det forutsettes at fyllingen utlegges lagvis over flere måneder slik at undergrunnen får tid til å konsolidere for hvert enkelt lagutlegg.

00	05.11.13	Klar for utsendelse	marms	ach	ach
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV

INNHOLDSFORTEGNELSE

1	Innledning	5
2	Grunnforhold.....	5
3	Geoteknisk prosjektering.....	7
3.1	Regelverk.....	7
3.2	Krav til prosjektering - geoteknisk kategori.....	7
3.3	Konsekvensklasse/pålitelighetsklasse (CC/CR).....	7
3.4	Kvalitetssystem	7
3.5	Prosjekterings- og utførelseskontroll	7
3.6	Lastforutsetninger.....	8
3.6.1	Trafikk- og terrenglaster.....	8
3.6.2	Jordskjelvlaster.....	8
3.6.3	Grunnvann - poretrykk.....	8
3.7	Dimensjoneringsmetode.....	9
3.8	Grensetilstander og partialfaktorer	9
3.8.1	Grensetilstander.....	9
3.8.2	Partialfaktorer for geotekniske parametere/jordparametere	9
3.8.3	Partialfaktorer for påvirkninger.....	9
3.8.4	Partialfaktorer for motstand	9
4	Stabilitetsanalyser - generelle forutsetninger og valg.....	10
4.1	Grunnlag.....	10
4.2	Lagdelinger.....	10
4.4	Jordparametere	11
4.4.1	Fylling	11
4.4.2	Sand.....	11
4.4.3	Leire/silt	11
4.4.4	Sand/morene	11
4.4.5	Oppsummering jordparametere	11
4.5	Poretrykk/grunnvann	12
4.6	Laster.....	12
5	Stabilitetsanalyser - analysemetoder	13
5.1	Analysemetoder og glideflater	13
6	Stabilitetsanalyser - beregninger og resultater.....	14
6.1	Resultater beregningsprofil 1.....	15
6.2	Resultater beregningsprofil 2.....	16
6.3	Resultater beregningsprofil 3.....	17
6.4	Resultater beregningsprofil 4.....	18
6.5	Resultater beregningsprofil 5.....	19
6.6	Resultater beregningsprofil 6.....	20
6.7	Resultater beregningsprofil 7.....	21
6.8	Resultater beregningsprofil 8.....	22
6.9	Resultater beregningsprofil 9.....	23
7	Sammendrag resultater	24
7.1	Kommentar til beregningsresultater.....	25
8	Geoteknisk vurdering.....	26
8.1	Fyllingsarbeider generelt.....	26
8.2	Viktige og kritiske momenter.....	26
8.3	Egensetninger i fylling	26
8.4	Fundamentering på fylling	26
9	Konklusjon.....	27

1 Innledning

I forbindelse med reguleringsplan for Rv.13 Ryfast er området vest for Buøy aktuelt deponiområde for tunnelmasser.

I vår rapport nr. 216366-RIG-RAP-001_rev00 foreligger resultatene av utførte grunnundersøkelser og beskrivelse grunnforholdene.

Det er utført stabilitetsberegninger i rapport nr. 216366-RIG-RAP-002_rev00 for tidligere utforming av sjøfyllingen.

Multiconsult AS er engasjert av Statens vegvesen til å vurdere stabilitetsforholdene til ny utforming av fyllingen i sjøen. Denne rapporten inneholder resultatene av stabilitetsberegningene for den aktuelle fyllingen.

2 Grunnforhold

Det refereres til rapport nr. 216366-RIG-RAP-001_rev00 av 04.10.12 for beskrivelse av grunnforholdene i området. Sammendraget i rapporten sier følgende, kfr. også utsnitt av borplan og tidligere utforming av fylling, figur 1 på neste side:

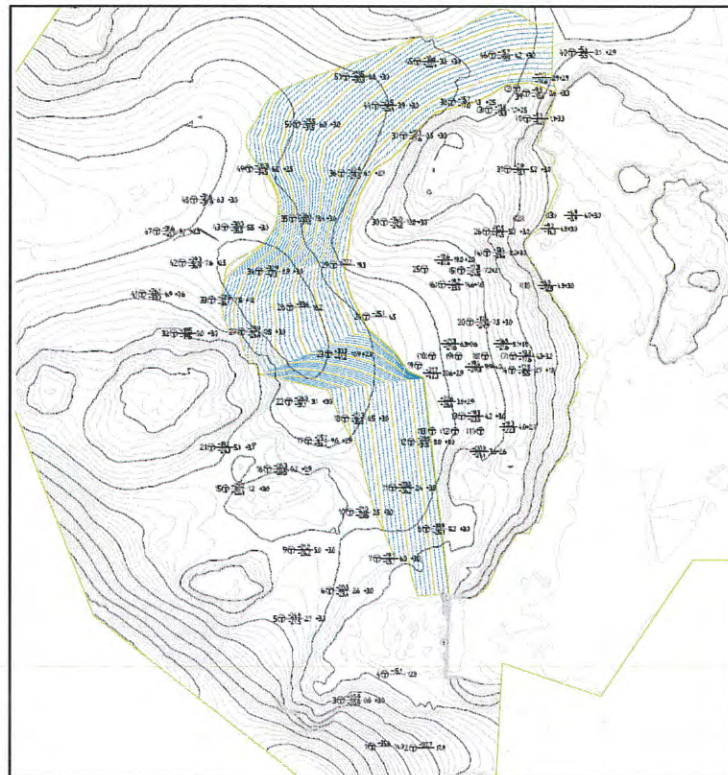
«Sjøbunnen i det planlagte utfyllingsområdet ligger på det dypeste på vel kote minus 33 i nordvestre del, i en forsenkning mellom Ulsnesgrunnen på ca. kote minus 8 i vest og Ringskjeret på ca. kote 0 i nordøst. Sjøbunnen forøvrig ligger for en stor del på kote minus 15-25. Sjøbunnen ligger generelt med svakt fall mot vest. Brattere partier finnes i følge bunnkotecartet i stigningen opp mot/øst for Ulsnesgrunnen og nordvest for Ringskjeret. Nord og vest for kaien i syd, hvor senkkassene står, ligger sjøbunnen i store trekk på kote minus 12-15. Syd for dette området faller sjøbunnen med helning ca. 1:3 ned til ca. kote minus 54 (dvs. utenfor selve utfyllingsområdet).

Generelt er det i sonderingene i de sydvestre og nordre delene av det planlagte utfyllingsområdet, samt i sonderingene nær dagens strandlinje i øst, registrert små løsmassemektigheter (0-6 m). Løsmassemektighetene øker vesentlig inn mot den tidligere omtalte forsenkningen mellom Ulsnesgrunnen og Ringskjeret. I punktene nr. 28 og 29 er det boret 16.2 m og 19.3 m i løsmasser uten at fjell er påvist.

Generelt er det registrert et øvre 0-2 m tykt lag av løse masser. Derunder er det, med unntak av i borpunktene i den omtalte forsenkningen, i sin helhet påvist enten antatt fjell eller fast lagrede masser ned til antatt fjell. I forsenkningen er det lokalt registrert løse/bløte masser ned til nærmere 10 m dybde. Derunder er det, som ellers, i sin helhet påvist enten antatt fjell eller fast lagrede masser ned til antatt fjell.

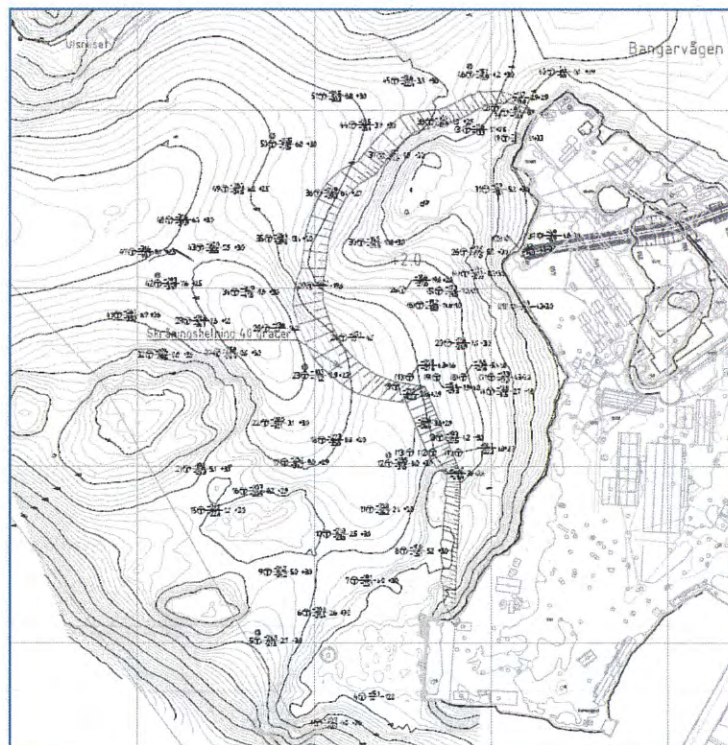
Prøvetakingene viser at det 0-2 m tykke laget av løse masser i hovedsak består av fin sand med varierende innhold av silt og grus, og de er stedvis noe gytjige. De underliggende, løse massene i forsenkningen består av siltig og sandig leire. Leiren kan karakteriseres som bløt til middels fast. De faste massene videre i dybden antas å bestå av sandige og siltige morenemasser.»

Sjøbunnskotene i borpunktene er bestemt med utgangspunkt i høydefastmerke referert til NN 1954 satt ut av Geomatikk AS.



Figur 1: Borplan, kfr. rapport nr. 216366-RIG-RAP-002_rev00

Nå aktuell utforming av deponiet er vist i utsnitt av fyllingsplanen, figur 2.



Figur 2: Aktuell fyllingsplan

Med grunnlag i resultatene av undersøkelsene og den nå aktuelle utformingen av deponiet har vi etablert 9 typiske fyllingsprofiler, med beliggenhet som vist på figur 3 i kapittel 4. Disse profilene danner grunnlaget for våre beregninger av stabilitetsforholdene.

Vi har benyttet digitalt kartgrunnlag 1899_Kart_Autocad.dwg mottatt fra Dimensjon AS ved utarbeidelsen av beregningsprofilene. Det er opplyst at sjøbunnskotene på kartgrunnlaget er referert til NN 1954.

3 Geoteknisk prosjektering

3.1 Regelverk

Prosjektering skal følge Statens vegvesens krav, gitt gjennom Statens vegvesens håndbøker og regelverk. Statens vegvesens håndbok 016 er bygget opp for å tilfredsstille kravene i NS-EN 1997-1:2004+NA:2008 (Eurokode 7) og NS-EN 1990-1:2002+NA:2008 (Eurokode 0).

3.2 Krav til prosjektering - geoteknisk kategori

NS-EN 1997-1:2004+NA:2008 stiller krav til prosjektering ut fra tre ulike geotekniske kategorier. Valg av kategori gjøres ut fra standardens punkt 2.1 "Krav til prosjekteringen".

Prosjektet innebærer utfylling i sjø.

Det er utført undersøkelser i form av totalsonderinger og prøvetakinger. På utvalgte prøver er det utført treaksial- og ødometerforsøk.

Kjente grunnforhold tilsier at utfyllingsprosjektet kan klassifiseres i geoteknisk kategori 2 som omfatter konvensjonelle arbeider uten unormale risikoer eller vanskelige grunn- eller belastningsforhold.

Dette innebærer at prosjekteringen bør omfatte kvantitative geotekniske data og analyser for å sikre at de grunnleggende kravene blir oppfylt. Rutinemessige prosedyrer for felt- og laboratorieprøving og for prosjektering og utførelse kan da benyttes for prosjekteringen.

3.3 Konsekvensklasse/pålitelighetsklasse (CC/CR)

NS-EN 1990:2002+NA:2008 definerer byggverks plassering med hensyn til konsekvensklasse og pålitelighetsklasse (CC/CR). Konsekvensklasser er behandlet i standardens tillegg B (informativt), mens veiledende eksempler på klassifisering av byggverk i pålitelighetsklasser er vist i nasjonalt tillegg NA (informativt), tabell NA.A1 (901).

Geoteknisk kan prosjektet plasseres i pålitelighetsklasse (CC/RC) 2 (kfr. også figurene 0.1 og 0.7 i håndbok 016).

3.4 Kvalitetssystem

NS-EN 1990:2002+NA:2008 krever at ved prosjektering av konstruksjoner i pålitelighetsklasse 2, 3 og 4 skal et kvalitetssystem være tilgjengelig, og at dette systemet skal tilfredsstille NS-EN ISO 9000-serien for konstruksjoner i pålitelighetsklasse 4. Multiconsult AS sitt system tilfredsstiller sistnevnte, og kravet er ivaretatt også for konsekvensklasse 2.

3.5 Prosjekterings- og utførelseskontroll

NS-EN 1990:2002+NA:2008 gir føringer for krav til omfang av prosjekteringskontroll og utførelseskontroll avhengig av pålitelighetsklasse.

I henhold til tabell NA.A1 (902) og NA.A1 (903) i NS-EN 1990-1:2002+NA:2008 legges kontrollklasse N (Normal) til grunn for geotekniske arbeider i pålitelighetsklasse 2.

Normal prosjekteringskontroll innebærer at det utføres grunnleggende kontroll og i tillegg kollegakontroll.

Normal utførelseskontroll innebærer at det skal utføres basiskontroll og intern systematisk kontroll.

3.6 Lastforutsetninger

3.6.1 Trafikk- og terrenglaster

Karakteristiske trafikk- og terrenglaster velges i henhold til håndbok 016, underkapittel 0.3.5.

Ved stabilitetsberegninger benyttes jevnt fordelt last F_{rep} på 10 kPa over hele vegens planeringsbredde hvis ugunstig (0 hvis gunstig), banketter inkludert. Tilsvarende gjelder for gang- og sykkelveger. For terreng uten vegtrafikk benyttes en jevnt fordelt last F_{rep} på 5 kPa hvis ugunstig (0 hvis gunstig), som skal dekke mulig belastning fra jordbruksrelaterte aktiviteter, snølast og lignende.

3.6.2 Jordskjelvlaster

I henhold til underkapittel 4.3.7 under kapittel 4 «Stabilitet» i håndbok 016 vil treghetsinduserte horisontalkrefter måtte tas hensyn til ved stabilitetsberegninger.

NS-EN 1998-5:2004+NA:2008 (Eurokode 8-5) omfatter *konstruksjoner*. I henhold til punkt 4.1.3.1 (1)P i denne kreves det utført stabilitetsanalyser hvor jordskjelvlaster må hensyntas *dersom det skal oppføres konstruksjoner i eller nær skråninger*. Slike analyser skal sikre at sikkerheten og/eller konstruksjonenes funksjonalitet er ivaretatt.

Dette innebærer at om skråningens stabilitet har innvirkning på konstruksjoner, stiller standarden krav til at tilstrekkelig sikkerhet og/eller funksjonalitet under seismisk påvirkning skal dokumenteres med beregninger.

Hittil er dette tolket slik at jordskjelvvurderinger utelates dersom skråningen ikke påvirker konstruksjoner. Det er således pr. i dag ikke vanlig praksis å ta hensyn til jordskjelvlaster ved beregninger av skråningsstabilitet.

3.6.3 Grunnvann - poretrykk

Ved beregningene er laveste lavvann (dvs. kote minus 0.85 NN54) benyttet som referanse for hydrostatisk poretrykk.

Når et mettet jordmateriale belastes med en tilleggslast q (i dette tilfellet vekt fra fyllmasser og eventuelle overflatelaster), oppstår spenningsforandringer i jorda. Dersom pålastningen q skjer på sand, blir lasten direkte opptatt av kornskjelettet, som får en effektiv spenningsøkning $\Delta\sigma' = q$ (porevannet presses ut etter hvert slik at setningene δ kommer i takt med pålastningen). Setningene er i store trekk utviklet når pålastningen er avsluttet.

Dersom pålastningen skjer på mettet silt/leire, vil tilleggslasten q i første omgang i stor grad bæres av økt poretrykk Δu . Praktisk sett gjør dette silten/leiren svakere, og sikkerheten mot grunnbrudd reduseres. Det oppståtte poreovertrykket Δu medfører en gradvis utpressing av porevann, og kornskjelettet presses sammen. Denne dreneringen gjør at poreovertrykket Δu gradvis avtar igjen, med det resultat at lasten q gradvis overføres til kornskjelettet, med gradvis økt effektivspenning $\Delta\sigma'$ til følge. Dette betyr at silten/leiren vil få tilbake sin opprinnelige styrke, men dette er normalt en tidkrevende prosess. Denne tar i størrelsesorden måneder til mange år - avhengig av tykkelsen på silt-/leirlaget og av hvor tett silten/leiren er.

3.7 Dimensjoneringsmetode

NS-EN 1997-1:2004+NA:2008 angir tre ulike dimensjoneringsmetoder i geoteknikk, dvs. tre ulike metoder for hvordan forholdet mellom dimensjonerende lastvirkning og dimensjonerende motstand skal avveies. Ved geoteknisk prosjektering benyttes i Norge dimensjoneringsmetode 3 i henhold til NS-EN 1997-1:2004+NA:2008, med unntak av for peler der det benyttes dimensjoneringsmetode 2.

For fyllingsarbeidene benyttes derfor dimensjoneringsmetode 3.

I denne metoden benyttes partialfaktorer på påvirkninger eller på lastvirkninger fra konstruksjonen og på grunnens fasthetsparametere.

Det skal påvises at en grensetilstand for brudd eller for stor deformasjon ikke vil oppstå hvis følgende kombinasjon av sett med partialfaktorer er brukt:

Kombinasjon: (A1* eller A2**) "+" M2 "+" R3"

* På konstruksjonslaster

** På geotekniske laster

3.8 Grensetilstander og partialfaktorer

3.8.1 Grensetilstander

I stabilitetsberegningene er bruddgrensetilstanden dimensjonerende.

3.8.2 Partialfaktorer for geotekniske parametere/jordparametere

Et eventuelt brudd i fyllingen kan karakteriseres som «nøytralt brudd».

Krav til partialfaktor (M2) for dette prosjektet kan da fastlegges til $\gamma_m \geq 1.4$ både med hensyn på effektivspennings- og totalspenningsanalyser (kfr. figur 0.3 i håndbok 016).

Størrelsen på partialfaktoren γ_m viser om det er nok sikkerhet mot brudd.

3.8.3 Partialfaktorer for påvirkninger

Aktuelle laster defineres som trafikklaster og konstruksjonslaster (mulig fremtidig kai og regulert industriområde).

I henhold til håndbok 016, underkapittel 0.3.5, skal det ved stabilitetsberegninger benyttes en partialfaktor (A2) for trafikklaster på $\gamma_F = \gamma_Q = 1.3$ (eller 0 hvis lasten har gunstig virkning) i henhold til dimensjoneringsmetode 3. For konstruksjonslaster benyttes $\gamma_F = \gamma_Q = 1.5$.

3.8.4 Partialfaktorer for motstand

Partialfaktor (R3) for motstand, γ_R , bestemmes ut fra tabell NA.A.14 i NS-EN 1997-1:2004+NA:2008 (for skråninger og områdestabilitet). Tabellen gir $\gamma_{R,e} = 1.0$.

Dette betyr at motstanden i løsmassene ikke skal reduseres utover det som framkommer ved å legge partialfaktor på geotekniske parametere.

4 Stabilitetsanalyser - generelle forutsetninger og valg

4.1 Grunnlag

Fyllingsområdet og beliggenheten av beregningsprofilene er vist på figur 3. Profilenes plassering er valgt ved å vektlegge grunnforhold hvor massene er løst lagret og/eller hvor løsmassemektigheten er stor, samt fyllingens beliggenhet og utforming.



Figur 3: Plassering beregningsprofiler

4.2 Lagdelinger

Med basis i utførte grunnundersøkelser i området er følgende generelle lagdeling lagt til grunn for stabilitetsanalysene:

- Lag 1: Fylling over kote minus 0.85 (Blå)
- Lag 2: Fylling under kote minus 0.85 (Lys grå)
- Lag 2: Sand (Grønn)
- Lag 3: Leire (Gul) (hvor slike masser er registrert)
- Lag 4: Sand/morene (Orange)

4.4 Jordparametere

4.4.1 Fylling

De geotekniske parameterene for fyllmassene er basert på anbefaling gitt i e-post av 29.10.12 fra Statens vegvesen Region vest, hvor disse erfaringsmessig er vurdert til karakteristisk friksjonsvinkel $\phi' = 40^\circ$, tyngdetetthet $\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$, attraksjon $a' = 0 \text{ kPa}$ (under vann) og 5 kPa over vann.

4.4.2 Sand

Parametere for sanden er valgt med grunnlag i erfaringer og forslag til slike gitt i figur 2.39 i Statens Vegvesens håndbok 016, samt treaksialforsøk på sanden (kfr. rapport nr. 216366-RIG-RAP-001_rev00). Det er således benyttet karakteristisk friksjonsvinkel $\phi' = 33^\circ$, tyngdetetthet $\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$ og attraksjon $a' = 0 \text{ kPa}$.

4.4.3 Leire/silt

Konusforsøk på opptatte leirprøver (kfr. rapport nr. 216366-RIG-RAP-001_rev00) indikerer at den siltige og sandige leiren har en initiell udrenert skjærfasthet s_u på ca. 20-40 kPa. Vi har valgt å benytte 25 kPa.

Leiren vil konsolidere i takt med overfyllingen. Ved full konsolidering kan det erfaringsmessig legges til grunn at leirens skjærfasthet øker med i størrelsesorden 20 % av effektiv fyllingsvekt (kfr. underkapittel 4.4 i håndbok 016). Ved å legge til grunn at leiren har en konsolideringskoeffisient c_v på $10 \text{ m}^2/\text{år}$ (kfr. ødometerforsøk i rapport nr. 216366-RIG-RAP-001_rev00) og at fyllingen bygges opp lagvis over en periode på minimum 9 måneder, fås at laget da vil være konsolidert for ca. 50 % av effektiv fyllingsvekt. Skjærfastheten vil da ha økt med 10 % av aktuell effektiv fyllingsvekt.

I totalspenningsanalysene er det således lagt til grunn at laget av siltig og sandig leire har en udrenert skjærfasthet på 25 kPa utenfor og i foten av fyllingen. Inn under fyllingen øker den så med 10 % av effektiv fyllingsvekt som følge av konsolideringseffekten.

Effektive skjærfasthetsparametere for dette laget er valgt med grunnlag i erfaringer og forslag til slike gitt i figur 2.39 i Statens Vegvesens håndbok 016, samt treaksialforsøk på leiren (kfr. rapport nr. 216366-RIG-RAP-001_rev00). Det er således benyttet karakteristisk friksjonsvinkel $\phi' = 22^\circ$, tyngdetetthet $\gamma = 18 \text{ kN/m}^3$ og attraksjon $a' = 5 \text{ kN/m}^2$.

4.4.4 Sand/morene

Parameterne for sand/morene i dybden er erfaringsmessig valgt til karakteristisk friksjonsvinkel $\phi' = 37^\circ$, tyngdetetthet $\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$ og attraksjon $a' = 0 \text{ kN/m}^2$.

4.4.5 Oppsummering jordparametere

Parameter	Friksjons-vinkel $\phi' [^\circ]$	Attraksjon $a' [\text{kN/m}^2]$	Udrenert skjær- fasthet $S_u [\text{kN/m}^2]$	Tyngdetetthet $\gamma [\text{kN/m}^3]$
Jordart				
Fylling over kote -0.85	40	5		19
Fylling under kote -0.85	40	0		19
Sand	33	0		19
Leire/silt	22	5	$25+(0.1 \cdot \Delta p')$	18
Sand/morene	37	0		19

Tabell 1: Jordparametere benyttet i beregningene

4.5 Poretrykk/grunnvann

Laveste lavvann (LLV) i Stavanger er benyttet som ytre vannstand ved stabilitetsberegningene. Poretrykk er regnet hydrostatisk fra kote minus 0.85.

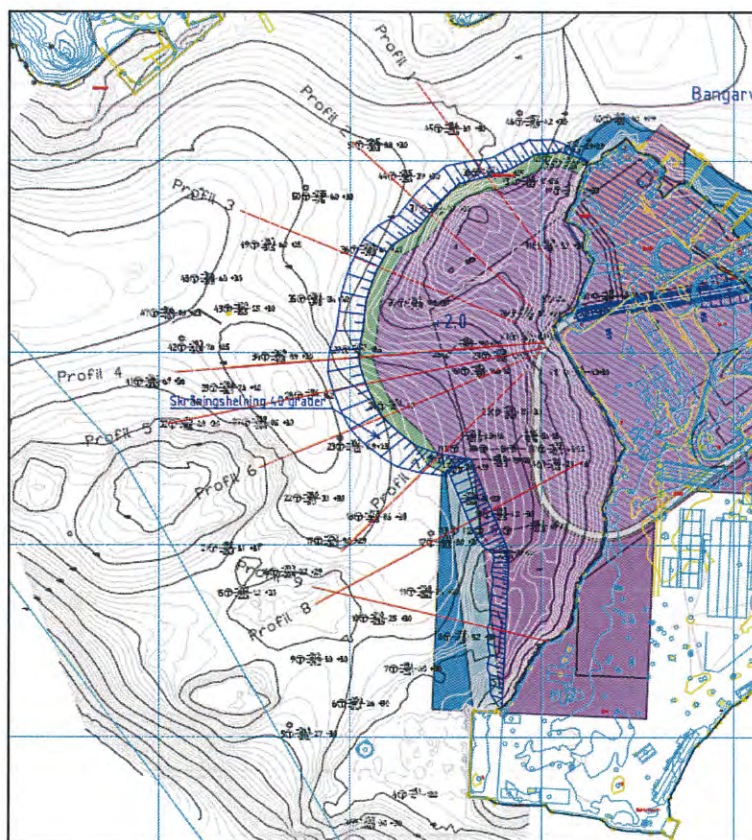
I beregningene på effektivspenningsbasis er det utført analyser for en mulig poreovertrykkoppbygging på 50 % av endelig fyllingsbelastning (dvs. fra ok. ferdig fylling ned til opprinnelig sjøbunn) langs den delen av kritisk glideflate som går gjennom leire. Fyllingsarbeidene vil pågå over flere år, slik at grunnen i betydelig grad vil konsolidere for de økte belastningene. Det er derfor vår vurdering at 50 % av endelig fyllingsbelastning er et konservativt anslag på maksimal mulig poreovertrykkutvikling (kfr. også avsnitt 4.2.3).

4.6 Laster

Reguleringsplanen viser at ytre del av fyllingen skal utformes som et 15 m bredt grøntbelte. Det er i beregningene derfor benyttet en jevnt fordelt last på $5 \text{ kPa} \cdot 1.3 = 6.5 \text{ kPa}$ på topp av fyllingen i dette området (snølaste ol.).

Området innenfor grøntbelte er regulert for industriområde. Det er derfor benyttet en jevnt fordelt last på $10 \text{ kPa} \cdot 1.5 = 15 \text{ kPa}$ i dette området.

I profil nr. 8 og 9 er det regulert for (mulig) kaiområde (tidligere benyttet last er 50 kPa). Det er derfor utført beregninger for terreglast 50 kPa (og lastfaktor 1.5) på området bak fyllingen (5 m fra fyllingskant).



Figur 4: Reguleringsplan

5 Stabilitetsanalyser - analysemetoder

Stabilitetsberegningene er utført med beregningsprogrammet GeoSuite Stabilitet versjon 5.0.7 med beregningsmetode Beast 2003. Beregningsmetoden er basert på grenselikevektsmetoden, og den anvender en versjon av lamellemetoden som tilfredsstillende både kraft- og momentlikevekt. Programmet søker selv etter kritisk sirkulærsylindrisk glideflate for definerte variasjonsområder av sirkelsentrum. Videre kan egne, sammensatte, ikke sirkulærsylindriske glideflater defineres i programmet.

5.1 Analysemetoder og glideflater

I stabilitetsvurderingen av utfyllingen er det to forhold som er undersøkt:

- Stabilitet i utfyllingsfasen (totalspenningsanalyse/med poreovertrykksoppbygging i eventuell leire)
- Stabilitet i permanenttilstanden (uten poreovertrykksoppbygging i eventuell leire/etter utdrenering av et eventuelt poreovertrykk i leire)

Analysemetoder og typer glideflater er vist i tabellene 2 og 3.

Analysemetoder	
I	Korttid, s_u - totalspenningsanalyse med <u>udrenert</u> (U) tilstand for leire
II	Korttid, $a-\phi$ - effektivspenningsanalyse med poreovertrykk i eventuell leire tilsvarende 50 % av effektiv fyllingsvekt
III	Langtid, $a-\phi$ - effektivspenningsanalyse med <u>drenert</u> (D) tilstand for eventuell leire

Tabell 2: Analysemetoder

Glideflater	
i	Sirkulærsylindriske selvsøkende glideflater
ii	Dyptgående, manuelt innlagte glideflater

Tabell 3: Glideflater

Som vist i tabell 3, er det beregnet partialfaktorer for to typer glideflater. Glideflate type (i) er sirkulærsylindriske glideflater for skråningsfronten ned mot sjøbunnen, mens glideflate type (ii) er sammensatte, lengre og dyperegående glideflater.

6 Stabilitetsanalyser - beregninger og resultater

Det er utført stabilitetsberegninger i 9 profiler. I det følgende kapitlet gjengis resultatene av beregningene for disse, samt tiltak for å øke stabiliteten/sikkerhet mot brudd.

Resultater av utregnet partialfaktor γ_m fra de ulike tilfellene er innlagt i tabellene i kapitler nr. 6.1-6.10 (krav $\gamma_m \geq 1.4$).

Skråningshelning på foreslått fyllingsplan er 40° (ca. 1:1.2). Det er anbefalt skråningshelning ikke brattere enn 1:1.5 under vannivå.

Det er i profilene beregnet med skråningshelning på 1:1.2 (ca. 40°) fra topp fyllingskant til laveste vannstand (kote minus 0.85). Videre er det lagt inn skråningshelning 1:1.5 (ca. 34°).

I profilene hvor det ikke er tilstedeværelse av leire er det gjort effektivspenningsanalyser (permanenttilstand).

I profilene hvor det er registrert/antatt leire er det i tillegg til effektivspenningsanalyser også utført totalspenningsanalyse og effektivspenningsanalyse (utvikling av poreovertrykk).

6.1 Resultater beregningsprofil 1

Rødt = ikke tilfredsstillende sikkerhet mot brudd Sort = tilfredsstillende sikkerhet mot brudd

Permanenttilstand, III (a-φ, Δu=0 %)

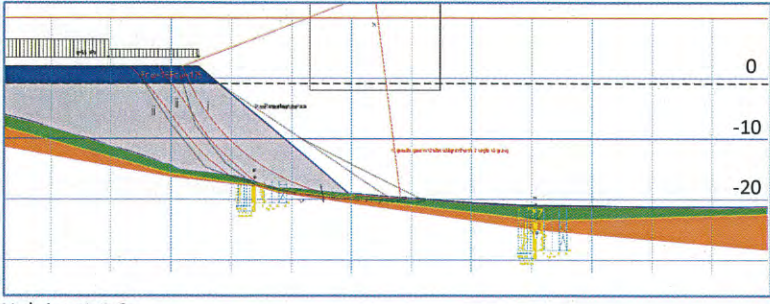
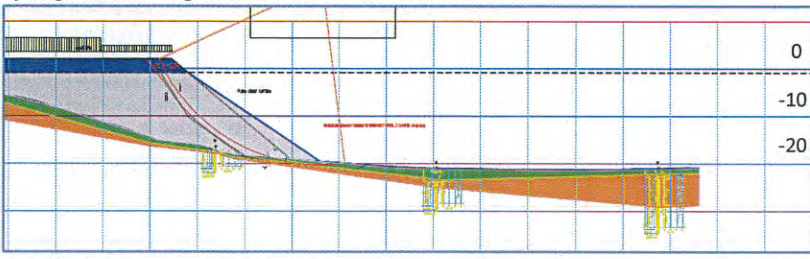
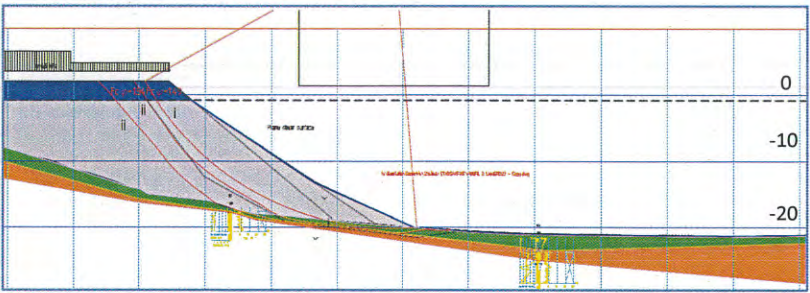
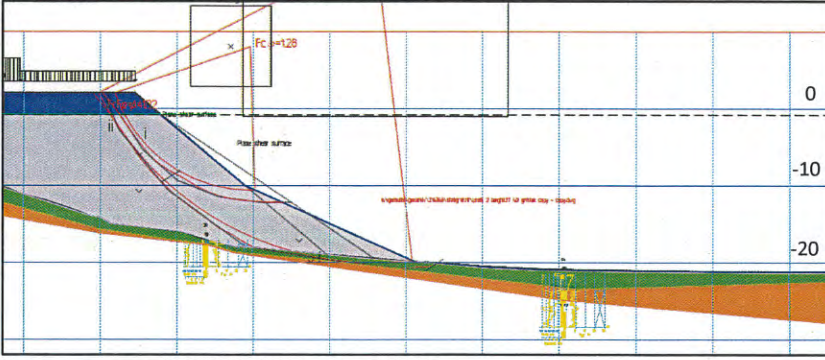
	i	ii
<p>Fylling iht. foreslått fyllingsplan</p> <p>Helning 1:1.2</p>	1.20	1.28
<p>Fylling med helning 1:1.5 under laveste vannstand</p> <p>Helning 1:1.5</p>	1.36	1.36
<p>Stabiliserende tiltak for fylling med helning 1:1.5</p> <p>Helning 1:1.5 og slakere helning, 1:2 fra ca. kote -10</p>	1.43	1.42
<p>Stabiliserende tiltak for fylling med helning 1:1.2</p> <p>Helning 1:1.2, slakere helning, 1:4 fra kote 11.5 Fyllingshelning på 1:1.2 vil ikke gi tilfredsstillende sikkerhet over motfylling</p>	1.36	1.28

Tabell 4: Resultater beregningsprofil 1

6.2 Resultater beregningsprofil 2

Rødt = ikke tilfredsstillende sikkerhet mot brudd Sort = tilfredsstillende sikkerhet mot brudd

Permanenttilstand,
 III (a-φ, Δu=0 %)

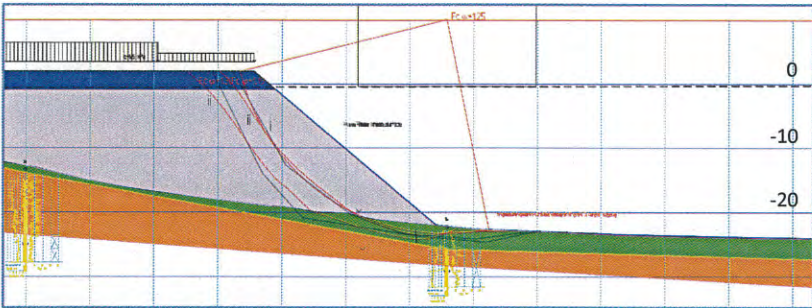
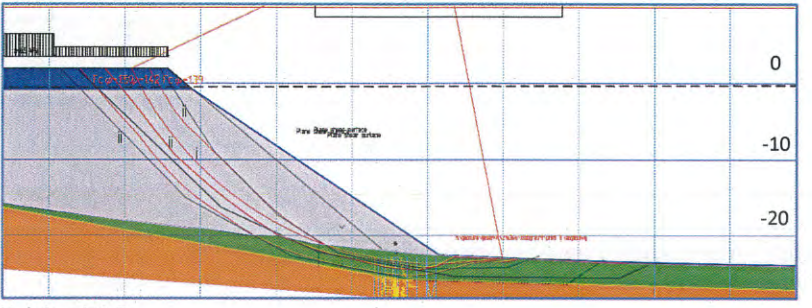
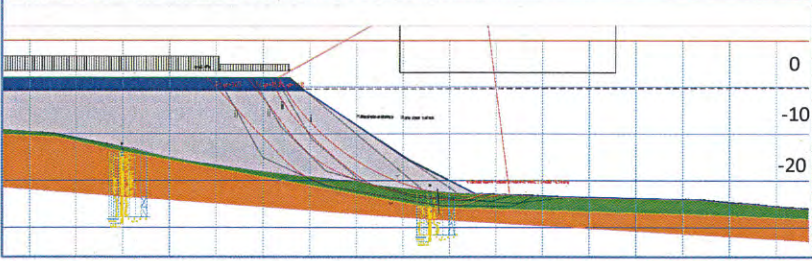
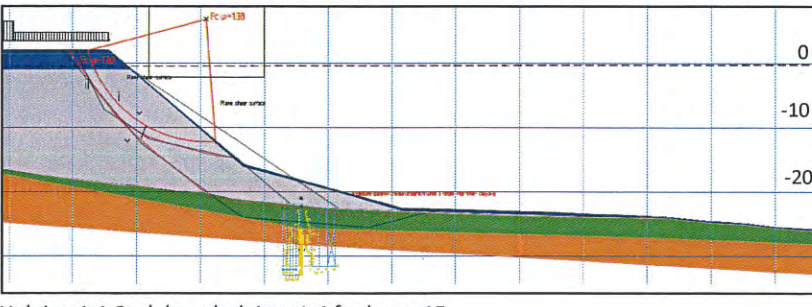
	i	ii
<p>Fylling iht. foreslått fyllingsplan</p>  <p>Helning 1:1.2</p>	1.22	1.25
<p>Fylling med helning 1:1.5 under laveste vannstand</p>  <p>Helning 1:1.5</p>	1.39	1.39
<p>Stabiliserende tiltak for fylling med helning 1:1.5</p>  <p>Helning 1:1.5 og slakere helning, 1:2 fra ca. kote -13</p>	1.49	1.49
<p>Stabiliserende tiltak for fylling med helning 1:1.2</p>  <p>Helning 1:1.2, slakere helning, 1:4 fra kote 10.0 <u>Fyllingshelning på 1:1.2 vil ikke gi tilfredsstillende sikkerhet over motfylling</u></p>	1.37	1.38

Tabell 5: Resultater beregningsprofil 2

6.3 Resultater beregningsprofil 3

Rødt = ikke tilfredsstillende sikkerhet mot brudd **Sort = tilfredsstillende sikkerhet mot brudd**

Permanenttilstand,
III (a-φ, Δu=0 %)

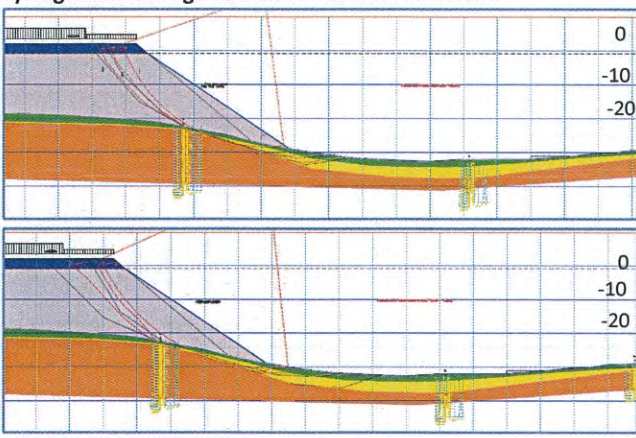
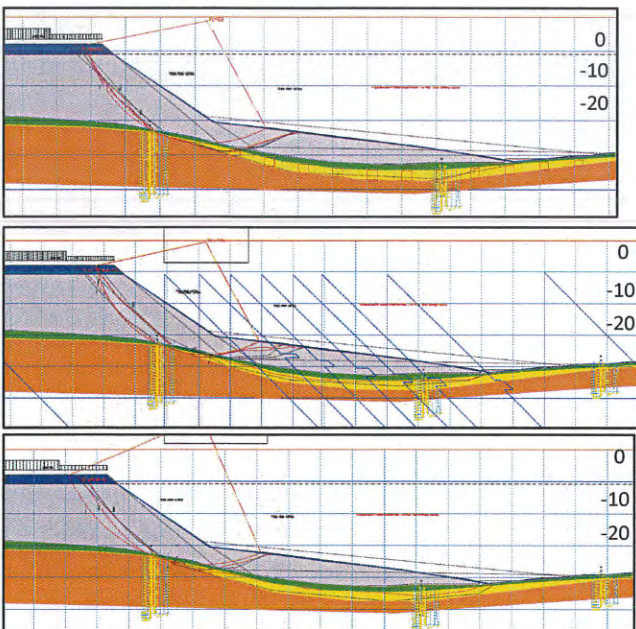
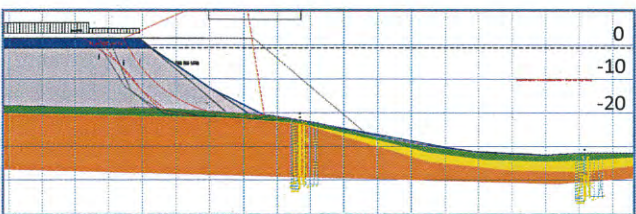
	i	ii
<p>Fylling iht. foreslått fyllingsplan</p>  <p>Helning 1:1.2</p>	1.25	1.19
<p>Fylling med helning 1:1.5 under laveste vannstand</p>  <p>Helning 1:1.5</p>	1.43	1.39
<p>Stabiliserende tiltak for fylling med helning 1:1.5</p>  <p>Helning 1:1.5 og slakere helning, 1:2 fra ca. kote -15</p>	1.49	1.48
<p>Stabiliserende tiltak for fylling med helning 1:1.2</p>  <p>Helning 1:1.2, slakere helning, 1:4 fra kote -15 Fyllingshelning på 1:1.2 vil ikke gi tilfredsstillende sikkerhet over motfylling</p>	1.38	1.39

Tabell 6: Resultater beregningsprofil 3

6.4 Resultater beregningsprofil 4

Rødt = ikke tilfredsstillende sikkerhet mot brudd Sort = tilfredsstillende sikkerhet mot brudd

Korttidstilstand, I (su) Korttidstilstand, II (a-φ, Δu=50 %) Permanenttilstand, III (a-φ, Δu=0 %)

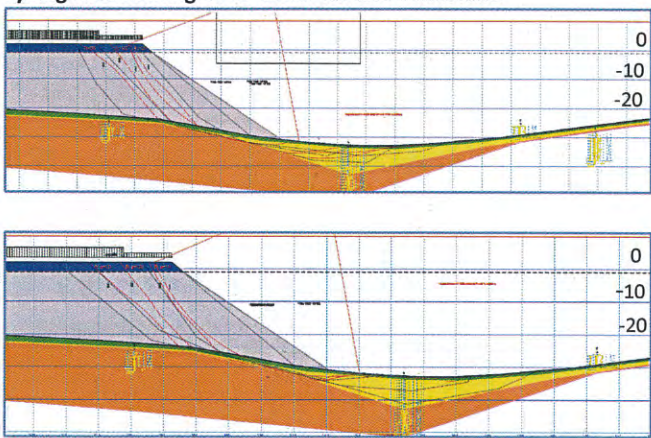
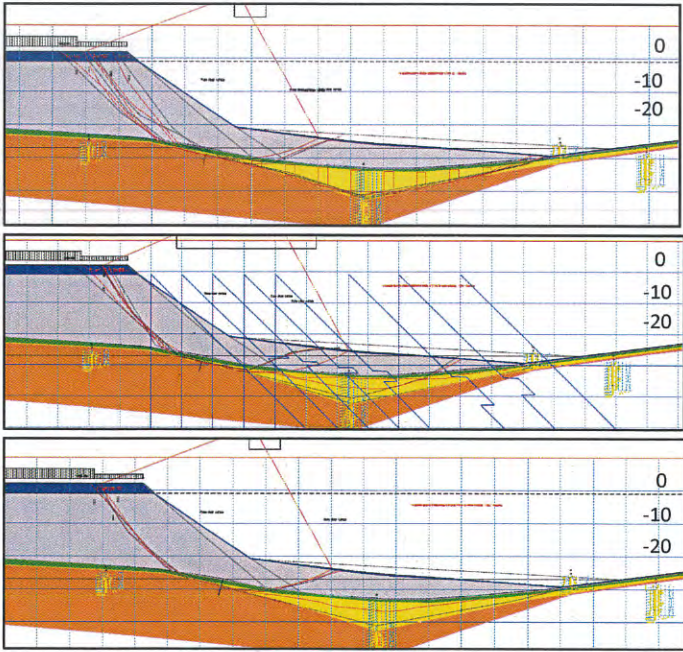
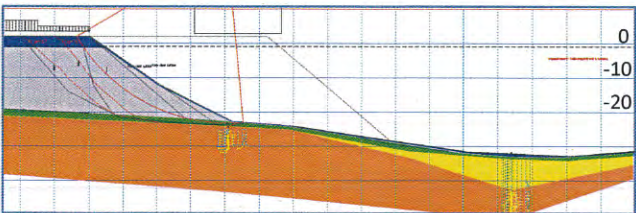
	i	ii	i	ii	i	ii
<p>Fylling med helning 1:1.5 under laveste vannstand</p>  <p>Helning 1:1.5</p>	1.10	1.09			1.12	1.06
<p>Stabiliserende tiltak med motfylling</p>  <p>Helning 1:1.5 til kote -20, helning 1:8 ned til sjøbunn (kote -32)</p>	1.53	1.46	1.44	1.36*	1.67	1.61
<p>Alternativt, flytte fylling mot land</p>  <p>Helning 1:1.5 med mindre motfylling</p>					1.51	1.44

Tabell 7: Resultater beregningsprofil 4

6.5 Resultater beregningsprofil 5

Rødt = ikke tilfredsstillende sikkerhet mot brudd Sort = tilfredsstillende sikkerhet mot brudd

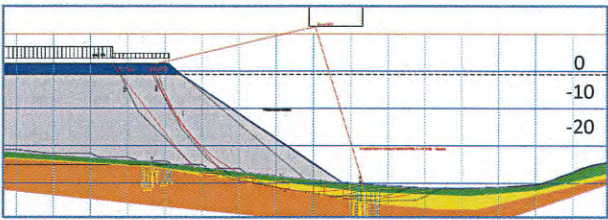
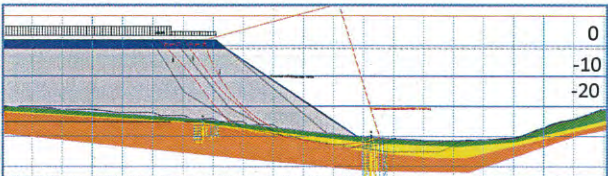
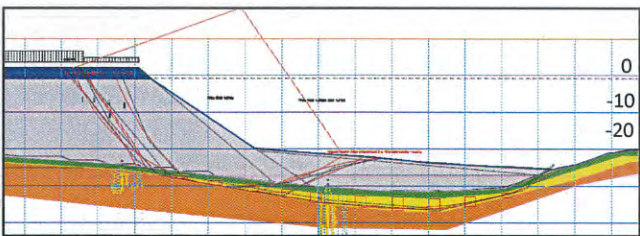
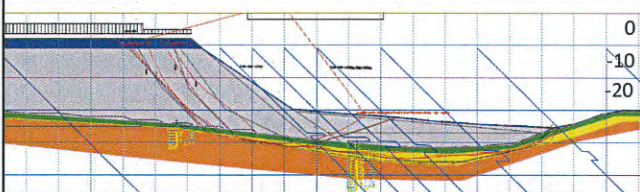
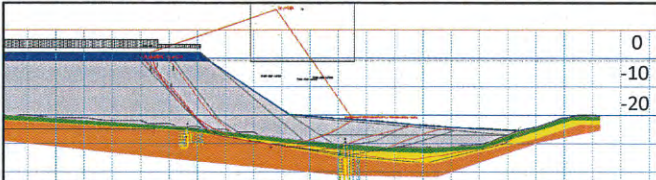
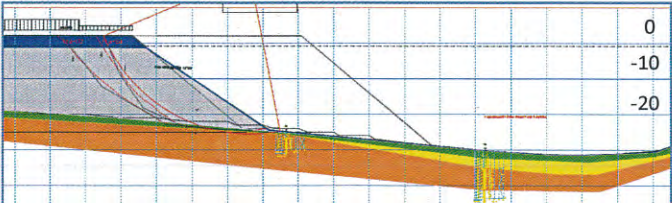
Korttidstilstand, Korttidstilstand, Permanenttilstand,
I (su) II (a-φ, Δu=50 %) III (a-φ, Δu=0 %)

	i	ii	i	ii	i	ii
<p>Fylling med helning 1:1.5 under laveste vannstand</p>  <p>Helning 1:1.5</p>	1.10	1.02			1.20	1.11
<p>Stabiliserende tiltak, med motfylling</p>  <p>Helning 1:1.5 til kote -20.5, helning 1:14 ned til sjøbunn (kote -30)</p>	1.65	1.42	1.65	1.41	1.84	1.74
<p>Alternativt, flytte fylling mot land</p>  <p>Helning 1:1.5 med mindre motfylling</p>					1.52	1.51

Tabell 8: Resultater beregningsprofil 5

6.6 Resultater beregningsprofil 6

Rødt = ikke tilfredsstillende sikkerhet mot brudd **Sort = tilfredsstillende sikkerhet mot brudd**

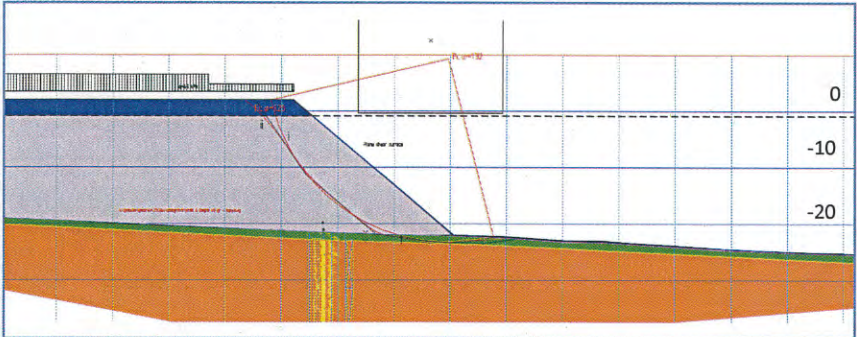
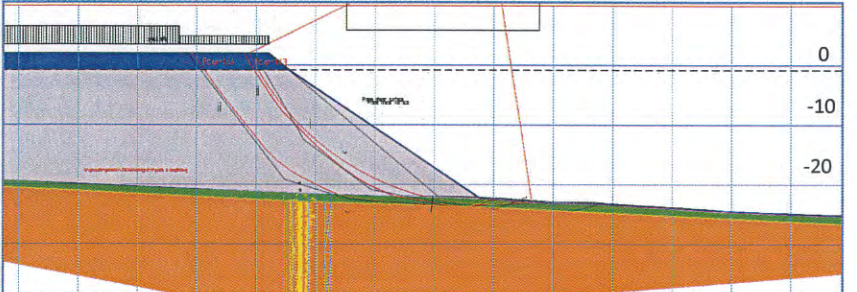
	Korttidstilstand, I (su)		Korttidstilstand, II (a-φ, Δu=50 %)		Permanenttilstand, III (a-φ, Δu=0 %)		
	i	ii	i	ii	i	ii	
Fylling med helning 1:1.5 under laveste vannstand   Helning 1:1.5	1.07	0.93			1.22	1.18	
Stabiliserende tiltak med motfylling    Helning 1:1.5 til kote -20, helning 1:14 ned til sjøbunn (kote - 25)	1.76	1.41		1.75	1.59	2.01	1.96
Alternativt, flytte fylling mot land 					1.53	1.54	

Tabell 9: Resultater beregningsprofil 6

6.7 Resultater beregningsprofil 7

Rødt = ikke tilfredsstillende sikkerhet mot brudd Sort = tilfredsstillende sikkerhet mot brudd

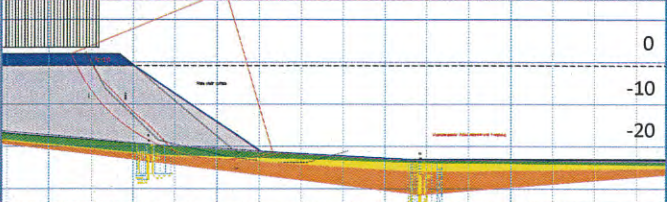
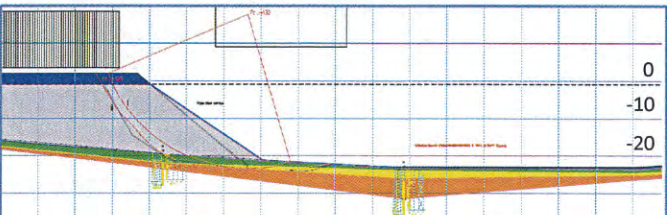

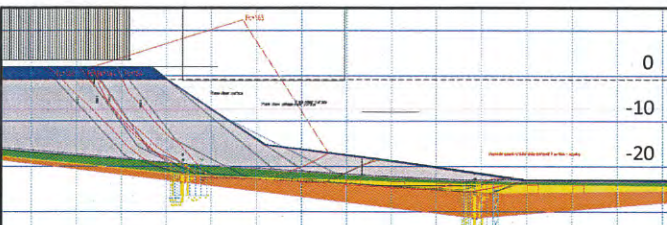
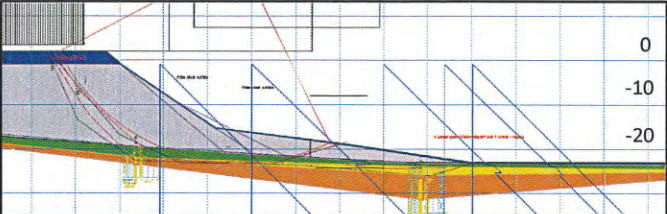
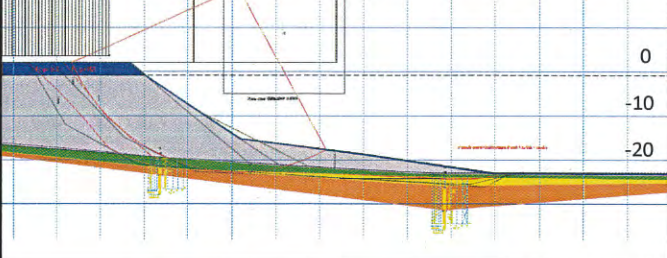
Permanenttilstand,
 III (a-φ, Δu=0 %)

	i	ii
<p>Fylling iht. foreslått fyllingsplan</p>  <p>Helning 1:1.2</p>	1.23	1.32
<p>Fylling med helning 1:1.5 under laveste vannstand</p>  <p>Helning 1:1.5</p>	1.43	1.44

Tabell 10: Resultater beregningsprofil 7

6.8 Resultater beregningsprofil 8

Rødt = ikke tilfredsstillende sikkerhet mot brudd Sort = tilfredsstillende sikkerhet mot brudd

	Korttidstilstand, Korttidstilstand, Permanenttilstand, I (su) II (a-φ, Δu=50 %) III (a-φ, Δu=0 %)					
	i	ii	i	ii	i	ii
Fylling med helning 1:1.5 under laveste vannivå 	1.28	1.11				
Helning 1:1.2 					1.32	1.28
Helning 1:1.5 						
Stabiliserende tiltak, motfylling 	1.65	1.44				
			1.56	1.31*		
					1.73	1.68

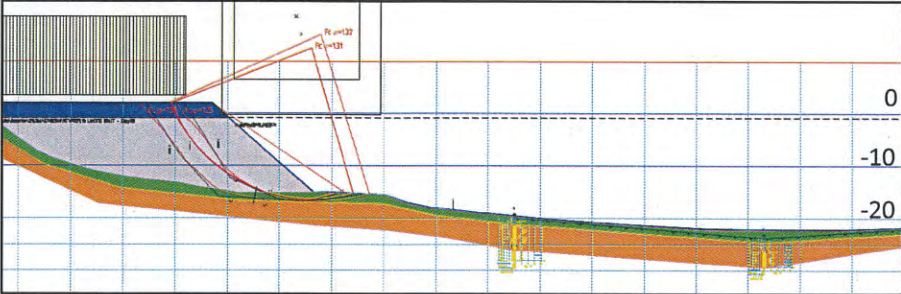
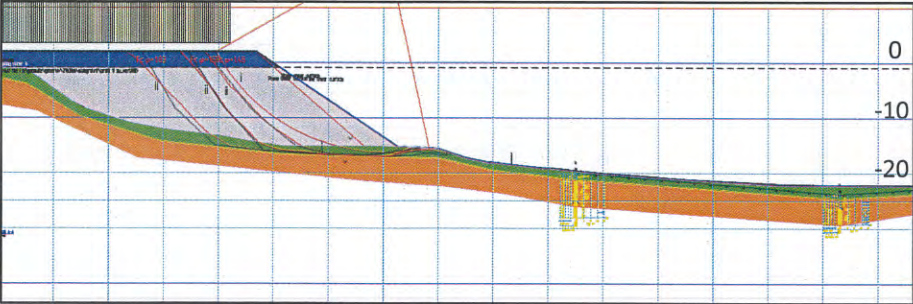
Tabell 11: Resultater beregningsprofil 8

Det presiseres at det for dette profilet (hvor det eventuelt skal etableres kai i fremtiden), må utføres nye stabilitetsberegninger dersom det blir utført ytterligere utfyllinger for en ny kai. Beregningene i dette profilet gjelder bare for aktuell fyllingsplan.

6.9 Resultater beregningsprofil 9

Rødt = ikke tilfredsstillende sikkerhet mot brudd Sort = tilfredsstillende sikkerhet mot brudd

Permanenttilstand,
 III (a-φ, Δu=0 %)

	i	ii
<p>Fylling iht. foreslått fyllingsplan</p>  <p>Helning 1:1.2</p>	1.31	1.25
<p>Fylling med helning 1:1.5 under laveste vannstand</p>  <p>Helning 1:1.5</p>	1.47	1.48

Tabell 12: Resultater beregningsprofil 9

Det presiseres at det for dette profilet (hvor det eventuelt skal etableres kai i fremtiden), må utføres nye stabilitetsberegninger dersom det blir utført ytterligere utfyllinger for en ny kai. Beregningene i dette profilet gjelder bare for aktuell fyllingsplan.

7 Sammendrag resultater

Rødt = ikke tilfredsstillende sikkerhet mot brudd

Sort = tilfredsstillende sikkerhet mot brudd

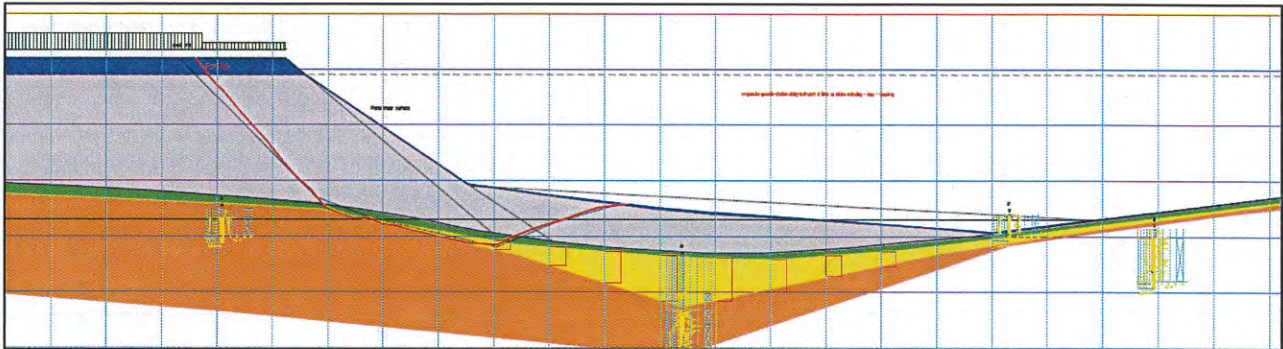
Profil nr.	Fylling med skråningshelning på 1:1.5 under vannivå		Kommentar	Stabiliserende tiltak med motfylling		Kommentar	
	Korttids-tilstand	Permanent-tilstand		Korttids-tilstand su	Permanent-tilstand a-φ		
1		1.36	Ikke ok			1.42	Ok
2		1.39	Ikke ok			1.49	Ok
3		1.39	Ikke ok			1.48	Ok
4	1.09	1.06	Ikke ok	1.46	1.36*	1.61	Ok
5	1.02	1.11	Ikke ok	1.42	1.41	1.74	Ok
6	0.93	1.18	Ikke ok	1.41	1.59	1.96	Ok
7		1.43	Ok				
8	1.11	1.28	Ikke ok	1.44	1.31*	1.68	Ok
9		1.47	Ok				

*tilfredsstillende dersom prosedyre i kapittel 9 følges

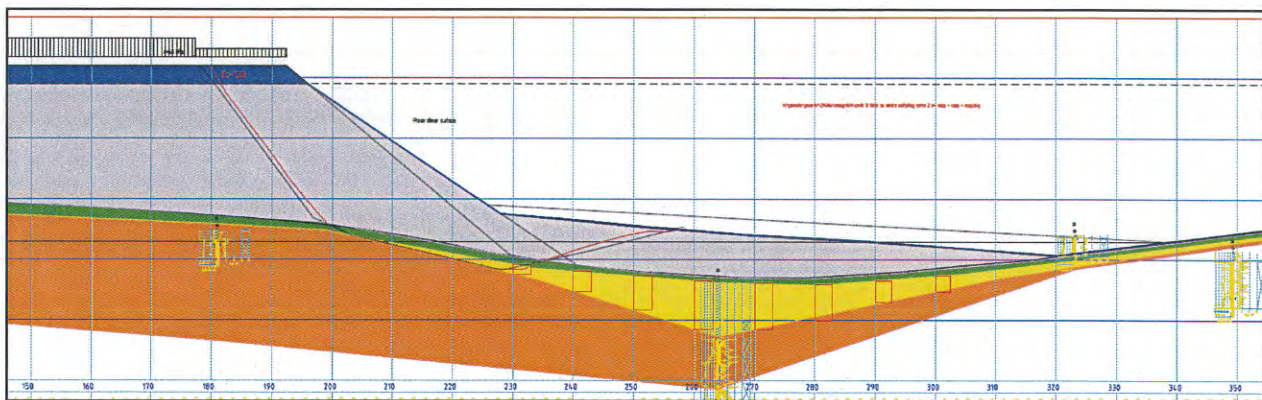
7.1 Kommentar til beregningsresultater

Stabiliteten til fyllingen (profilene nr. 4-6 og nr. 8) er **meget sensitive** for endringer i nivået for motfyllingen. En senkning (reduisert utfylling/setning) i nivået av motfylling på ca. 2 m vil redusere sikkerheten betraktelig.

Se utsnitt fra kontrollberegninger fra profil nr. 5 i figurene 5 og 6 nedenfor.



Figur 5: Partialfaktor $\gamma_m=1.46$, motfylling profil nr. 5



Figur 6: Partialfaktor $\gamma_m=1.28$, motfylling profil nr. 5. Motfylling senket 2 m.

8 Geoteknisk vurdering

8.1 Fyllingsarbeider generelt

Utfyllingsarbeidene må utføres på en slik måte at risiko for mannskap og utstyr begrenses til et minimum. Utfylling med lekter opp til et høyest mulig/praktisk nivå er da et vesentlig element. Utfyllingsarbeidene utføres lagvis, fra laveste nivå i utfyllingsområdet. Lagtykkelsen tilpasses aktuelt lekterutstyr, men bør være i størrelsesorden 2-3 m.

Det antas at arbeidene vil strekke seg over adskillige måneder/år og at hvert lag fullføres over hele området før neste påfylling, slik at undergrunnen får tid til i betydelig grad å konsolidere for hvert enkelt lagutlegg.

8.2 Viktige og kritiske momenter

De utførte undersøkelsene gir begrensede opplysninger om leiren/siltens dreneringsegenskaper, dvs. i hvor stor grad poreovertrykk utvikles som følge av tilleggsbelastninger fra oppfylling, og hvor lang tid det vil ta å konsolidere grunnen for de aktuelle lastene.

Dette er hensyntatt i beregningene, ved at det er lagt til grunn et poreovertrykk (50 % av effektiv fyllingsvekt) kan tillates å oppstå under utfyllingsarbeidene.

Beregningsresultatene viser imidlertid at utfyllingsarbeidene ikke kan utføres ukritisk, og skråningshelninger må etableres som angitt.

Det forutsettes at utfyllingsarbeidene følges opp nøye med gjentatte mengde- og nivåkontroller. Vi ser for oss at det utarbeides loddeprofiler/loddekart for kontroll av at hvert lag i hele området er etablert som forutsatt, før utleggingen av neste lag igangsettes. Det bør derfor utarbeides detaljerte planer for utfyllingsarbeidene, som deretter bør følges opp av kvalifisert personell.

8.3 Egensetninger i fylling

Størrelsen på egensetninger i fyllingen vil avhenge av dens sammensetning og i hvilken grad den blir komprimert under fylling. Ved fylling i sjø lar det seg normalt ikke gjøre å komprimere massene under sjøvannstanden utover den dybdeeffekten som kan oppnås ved å benytte tungt komprimeringsutstyr i overflaten når fyllingen har kommet opp i vann- nivå.

Normalt vil egensetningene i en ukomprimert sjøfylling bli i størrelsesorden 1-2 % av fyllingsmektigheten, hvorav noe vil bli utviklet i fyllingsperioden og det resterende i løpet av 1-2 år etter avsluttet fylling. Over vann, hvor fyllingen kan legges ut og komprimeres lagvis, kan det påregnes å bli utviklet setninger på i størrelsesorden 0.25-0.5 %.

I dette tilfellet, med fyllingsmektigheter på inntil 20 m i vann, innebærer dette at det må forventes å bli utviklet egensetninger i fyllingen på i størrelsesorden 20-40 cm. Utfyllingsarbeidene forventes å ville pågå i over lang tid/flere år. Egensetningene vil således i praksis resultere i et merforbruk av masser i fyllingen utover teoretisk volum, og registrerte setninger i overflaten (i løpet av de første 1-2 årene etter at fyllingen er avsluttet) vil bli mindre synlige.

8.4 Fundamentering på fylling

Dersom det skal oppføres byggverk på fyllingen, vil disse bli utsatt for setninger som følge av at fyllmassene vil sette seg for tilleggslastene de påføres. Ved ytterligere tilleggslast fra bygget kan disse setningene bli store og skadelige for byggverkene.

Tiltak kan da være enten å pele byggene eller å dypkomprimere de delene av fyllingen som ønskes bebygget. Det antas at fyllmassene vil inneholde noe stor stein og blokk, slik at ramming av

konvensjonelle betongpeler vil bli vanskelig/umulig. For bygg med begrenset grunnflate kan rammede stålrørspeler (avhengig av innholdet av stor stein/blokk) være aktuelt, eventuelt kan borede stålrør/stålkjernepeler til fjell være et alternativ.

Ved bygging av slike større fyllinger i kystnære strøk er ofte direktefundamentering etter forutgående dypkomprimering et godt alternativ både teknisk og økonomisk. Metoden medfører at fyllingens fasthets- og setningsegenskaper forbedres vesentlig.

Dynamisk dypkomprimering med fall- lodd går i korthet ut på å slippe et tungt lodd fra stor høyde ned på terrenget i et rutemønster, og deretter gjenta prosessen til komprimeringskravet er oppfylt. Metoden er benyttet for fyllingsmektigheter opp til 40 m. Normalt oppnås en volumreduksjon av fyllingen på i størrelsesorden 5-10 %, og forventede setninger reduseres til 20-30 % av hva de ville ha blitt uten dypkomprimering.

Metoden har sine begrensninger ved at den kan påføre eventuelle nabokonstruksjoner vibrasjoner og deformasjoner, samt at den ikke gir tilstrekkelig stor effekt i sonene av fyllingen med skråning. Metoden egner seg godt over store flater.

Det forventes at eventuelle langtidssetninger i underliggende leirelag blir små.

9 Konklusjon

Beregningene viser utilfredsstillende sikkerhet mot brudd for fylling utformet iht. til aktuell fyllingsplan. Under vannivå må fyllingsskråninger legges med helninger ikke brattere enn 1:1.5.

I profilene hvor sikkerheten er for lav, selv med fyllingshelning 1:1.5, må det etableres motfyllinger/slakere fyllingsskråninger i foten av fyllingen.

I nord (profilene nr. 1-3) innebærer dette etablering av mindre motfyllinger/slakere fyllingsskråninger.

I profilene nr. 4-6, hvor det er påtruffet størst mektighet av løse masser (sand/silt/leire), må det etableres større motfyllinger. Eventuelt må fyllingen flyttes lenger inn mot land, slik at fyllingsfoten ikke legges på leire.

I syd (profilene nr. 8 og 9) er det registrert større mektigheter med løst lagrede masser i dybden. Her må det også etableres motfylling/slakere fyllingsskråninger for å oppnå tilfredsstillende sikkerhet.

Det forutsettes at fyllingen utlegges lagvis over flere måneder slik at undergrunnen får tid til å konsolidere for hvert enkelt lagutlegg.

For profilene nr. 8 og 9 (hvor det eventuelt skal etableres kai i fremtiden), må det utføres nye stabilitetsberegninger dersom det blir utført ytterligere utfyllinger for en ny kai. Beregningene i disse profilene gjelder bare for aktuell fyllingsplan.

VEDLEGG D – STABILITETSBEREKNINGAR

Til: Statens vegvesen Region Vest v/Bjørn Chr. Grassdal

Fra: Norconsult AS v/Andreas Brathetland *Andreas Brathetland*

Kontr. av.: Norconsult AS v/Sigrun Hernes Ytterbø *Sigrun H. Ytterbø*

Dato: 2014-02-10, revidert 2014-02-18

Kopi til: SVV v/Mette Alsvik, Anne-Merete Gilje
NO v/Bjørn Kleppestø, Jan Erik Johansson, Jostein Kjørstad, Rune Berentsen

Rv. 13 Ryfast – stabilitetsberegninger for utfylling Buøy

BAKGRUNN

I forbindelse med Rv. 13 Ryfast, skal det deponeres tunnelmasser vest for Buøy. Multiconsult AS har tidligere utført stabilitetsberegninger for fyllingen, men fyllingsgeometrien har endret seg noe i ettertid. Norconsult AS er engasjert av Statens vegvesen for å vurdere stabiliteten av sjøfyllingen i utfyllingsfasen for oppdatert fyllingsgeometri. Da både entreprise E03 og E05 skal benytte deponiet, er det i beregningene tatt hensyn til den planlagte arbeidsrekkefølgen.

Dette notatet inneholder resultatene av beregningene for stabilitet i utfyllingsfasen.

GRUNNFORHOLD

Multiconsult AS har utført grunnundersøkelser i utfyllingsområdet (se Multiconsult rapport nr. 216366-RIG-RAP-001_rev00, datert 2012-10-04). I den sørlige delen av fyllingen ligger sjøbunnen på ca. kote -12 til -15. I nordvestre del av fyllingen er det en forsenkning hvor sjøbunnen ligger på ca. kote -33. Ulsnesgrunnen og Ringskjeret ligger henholdsvis ca. på kote -8 og kote 0. I resten av fyllingsområdet varierer sjøbunnen fra ca. kote -15 til -25 med svakt fall mot vest.

Generelt er det små løsmassemektheter (0-6 m) i de sydvestre og nordre delene av fyllingsområdet. Løsmassemekthetene øker betraktelig inn mot forsenkningen mellom Ulsnesgrunnen og Ringskjeret. Generelt er det registrert 0-2 m løsmasser som består av fin sand med varierende innhold av grus og silt, og stedvis gytje. Derunder er det i all hovedsak registrert berg eller faste morenemasser over berg. I forsenkningen består løsmassene av siltig og sandig leire ned til ca. 10 m på det dypeste. Under dette er det berg eller faste morenemasser ned til berg.

FORUTSETNINGER

Med utgangspunkt i grunnundersøkelsene og tidligere beregninger utført av Multiconsult AS er det valgt følgende jordparametere for stabilitetsberegningene:

Fylling:

Friksjonsvinkel, $\varphi' = 40^\circ$

Tyngdetetthet, $\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$

Attraksjon, $a' = 0 \text{ kPa}$

Sand (tildekkingsmasser):Friksjonsvinkel, $\varphi' = 33^\circ$ Tyngdetetthet, $\gamma = 17 \text{ kN/m}^3$ Attraksjon, $a' = 0 \text{ kPa}$ Sand:Friksjonsvinkel, $\varphi' = 33^\circ$ Tyngdetetthet, $\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$ Attraksjon, $a' = 0 \text{ kPa}$ Leire:Tyngdetetthet, $\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$ Skjærfasthetsprofil, $s_u = (15 \text{ kPa}) + 0,2 \cdot p_0'$, hvor p_0' er overlagingstrykketMorene:Friksjonsvinkel, $\varphi' = 36^\circ$ Tyngdetetthet, $\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$ Attraksjon, $a' = 0 \text{ kPa}$ Siltig morene (fyllmasser):Friksjonsvinkel, $\varphi' = 33^\circ$ Tyngdetetthet, $\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$ Attraksjon, $a' = 0 \text{ kPa}$

Lagdelingen som er benyttet i de ulike snitt er basert på resultatene fra utførte grunnundersøkelser. Valgte lagdelinger og løsmassemektheter i de ulike snittene er noe usikre der det er stor avstand mellom borer.

Det er tatt utgangspunkt i materialfaktor $\gamma_m = 1,4$. Dvs. at en sikkerhetsfaktor på 1,4 i beregningene kreves for at stabiliteten vurderes som tilfredsstillende.

Entreprise E03 og E05 utfører ulike deler av fyllingsarbeidene. E03 har ansvaret for å legge tildekkingsmasser, etablere bunnfylling og motfylling, samt å fylle ut deler av hovedfyllingen opp til kote -10. E05 har ansvaret for å legge fiberduk der dette kreves, samt å fylle ut resten av hovedfyllingen.

Beregninger er utført for midlertidig situasjon med noen unntak. Maks. fyllhøyde for hovedfyllingen er begrenset til kote -1 i beregningene for midlertidig situasjon da det antas at siste del av hovedfylling utføres etter at bunnfylling og motfylling er etablert. Videre er det benyttet skråningshelning 1:1,5 i beregningene. Muligheten for bruk av siltig morene som fyllmasse i motfyllingen er også vurdert.

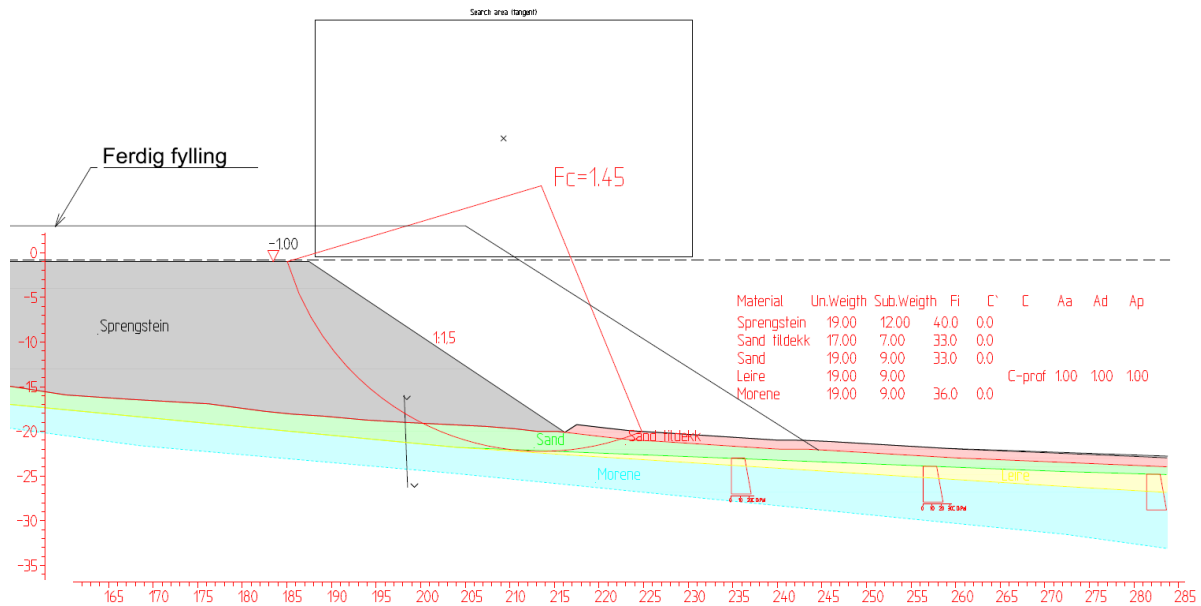
Laveste lavvann (LLV) i Stavanger (kote -0,85) er benyttet som vannstand i beregningene.

STABILITETSBEREGNINGER

Stabilitetsberegningene er utført i GeoSuite Stabilitet med Beast 2003 som beregningsmetode. Ulike snitt er vurdert. I beregningene er det tatt hensyn til arbeidsrekkefølgen for å sikre at stabiliteten er ivaretatt i alle utfyllingsfaser. Nedenfor vises beregninger for utvalgte kritiske snitt. Disse snittene er vist i plan i vedlegg 1.

Snitt B:

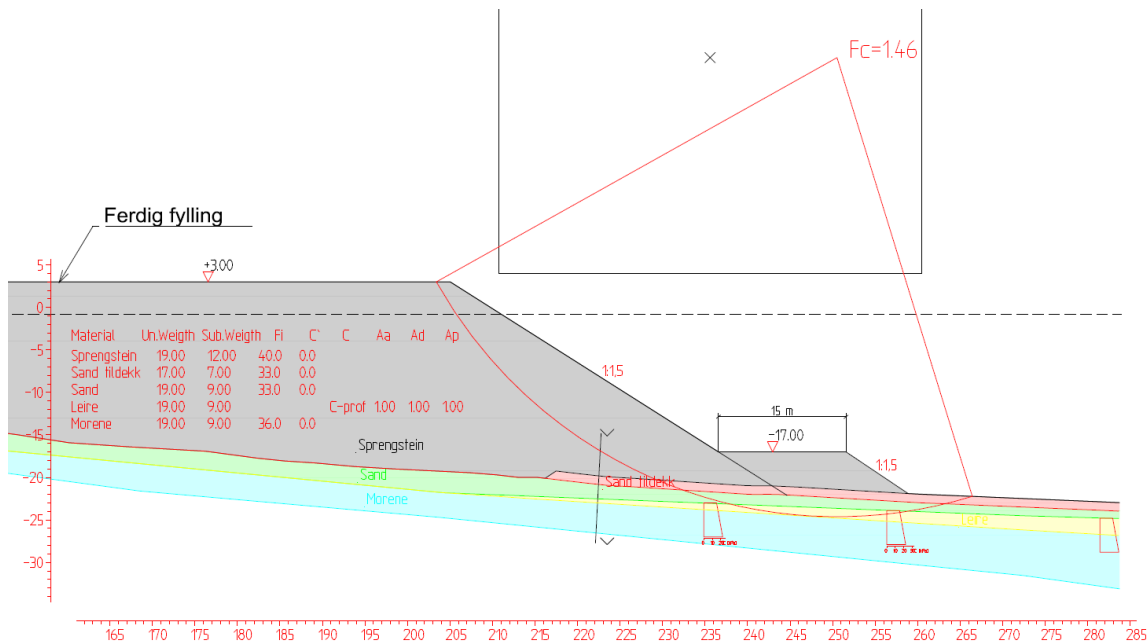
Figur 1 viser oppfylling til kote -1, uten motfylling. Sikkerhetsfaktor = 1,45 --> OK.



Figur 1: snitt B, oppfylling til kote -1, uten motfylling

Motfylling må etableres før resten av hovedfylling legges ut.

Figur 2 viser stabilitet for permanenttilstand for hovedfylling med 15 m bred motfylling som etableres opp til kote -17. Sikkerhetsfaktor = 1,46 --> OK



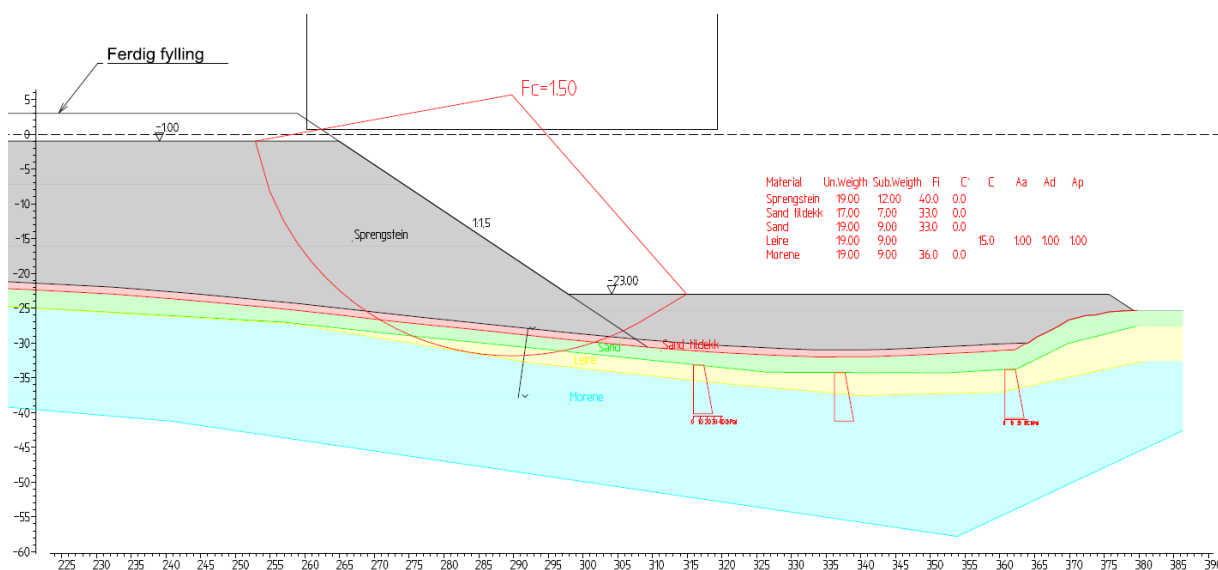
Figur 2: snitt B, oppfylling til kote +3, 15 m bred motfylling opp til kote -17

Motfyllingen skal være minimum 15 m bred, og fylles opp til minimum kote -17 for permanenttilstanden.

Snitt C:

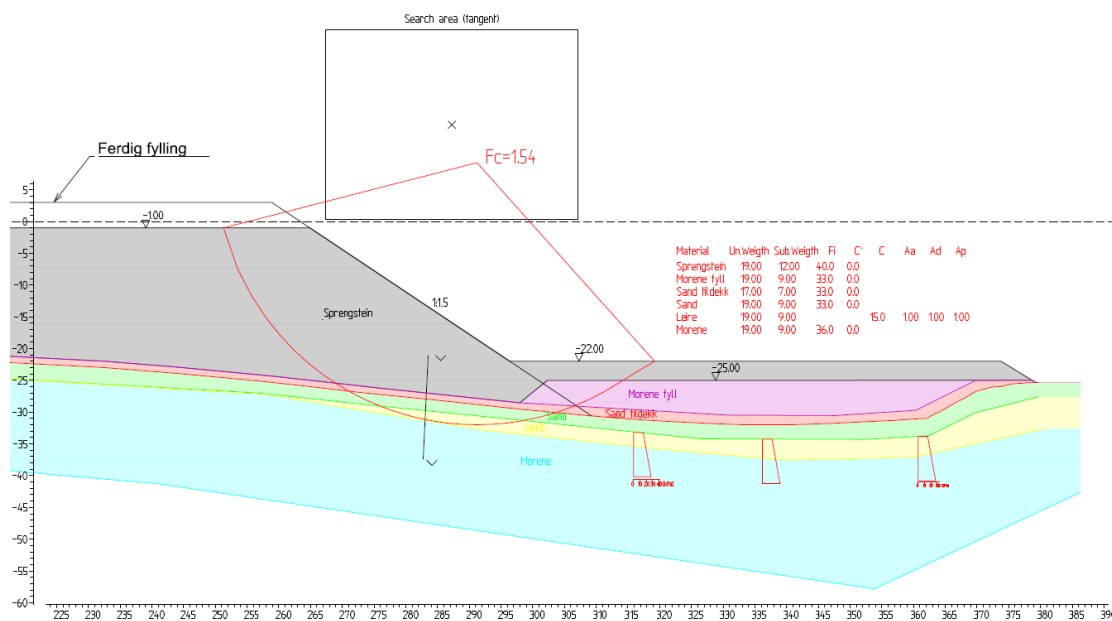
Figur 3 viser oppfylling til kote -1, med motfylling til kote -23. Sikkerhetsfaktor = 1,50 --> OK

Her skal motfyllingen fylles opp til minimum kote -23 før det fylles for hovedfyllingen. Motfylling fylles med lekter som vist på tegninger for entrepriser E05 og E03.



Figur 3: snitt C, oppfylling til kote -1, motfylling til kote -23

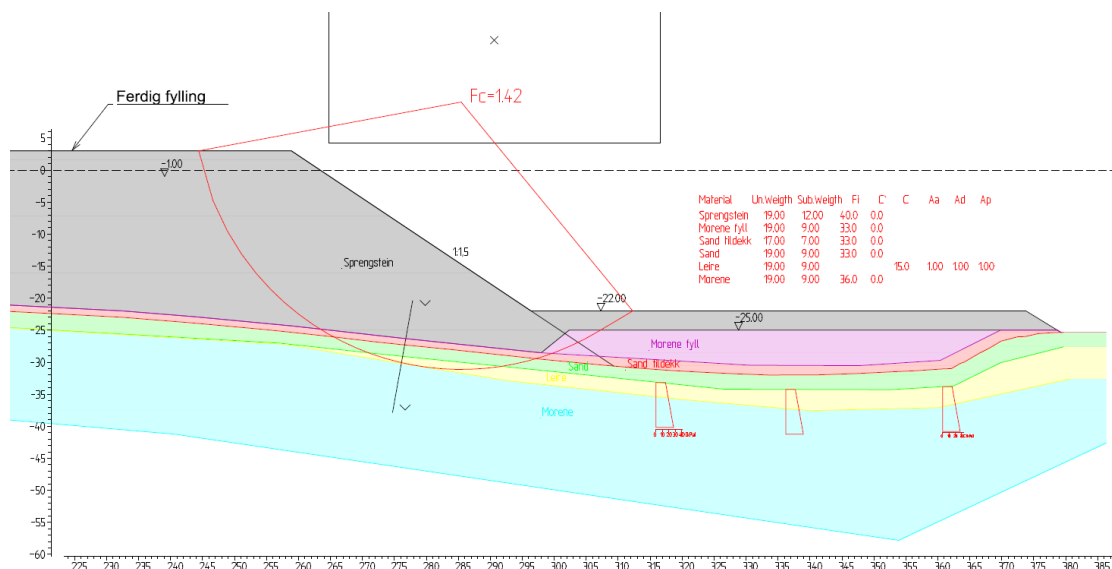
Figur 4 viser oppfylling til kote -1, med motfylling til kote -22 og morene-fyllmasser til kote -25.
 Sikkerhetsfaktor = 1,54 --> OK



Figur 4: snitt C, oppfylling til kote -1, motfylling til kote -22 med siltige morenemasser til kote -25

Hvis siltige morenemasser brukes, skal motfyllingen etableres opp til kote -22 som vist i Figur 4.

Figur 5 viser stabilitet for økt fylling på kote +3, med motfylling til kote -22 og siltige morenemasser i motfyllingen til kote -25. Sikkerhetsfaktor = 1,42 --> OK

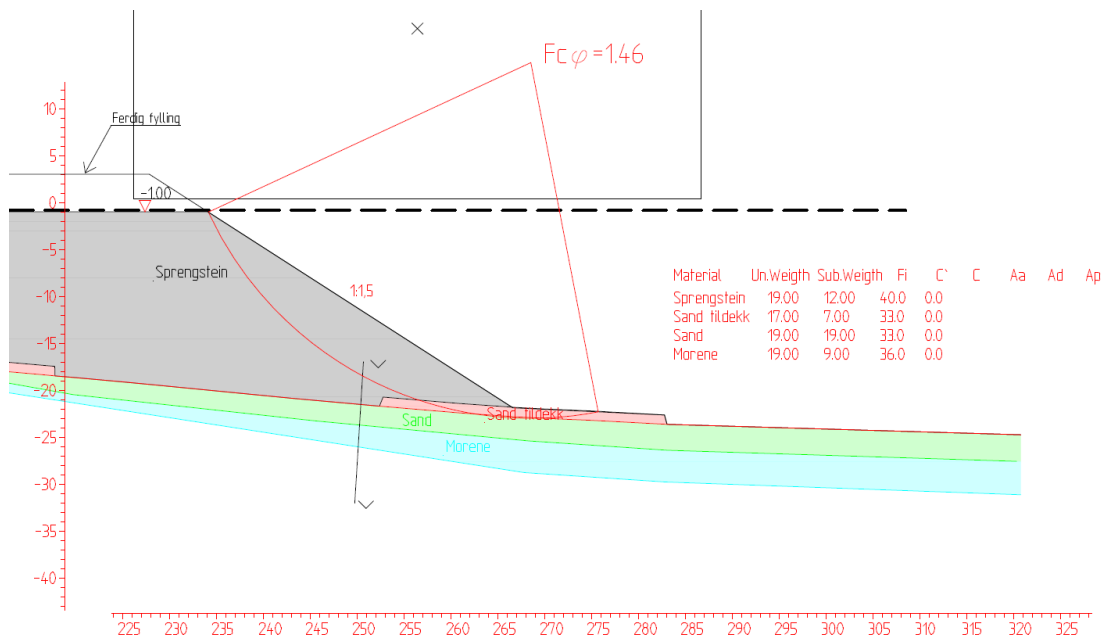


Figur 5: snitt C, permanenttilstand, motfylling til kote -22 med siltige morenemasser til kote -25

Motfyllingen skal etableres til minimum kote -22 for permanenttilstand. Det kan fylles med siltige morenemasser opp til maks. kote -25. Det kan fylles med mer morenemasser dersom høyden på motfyllingen økes.

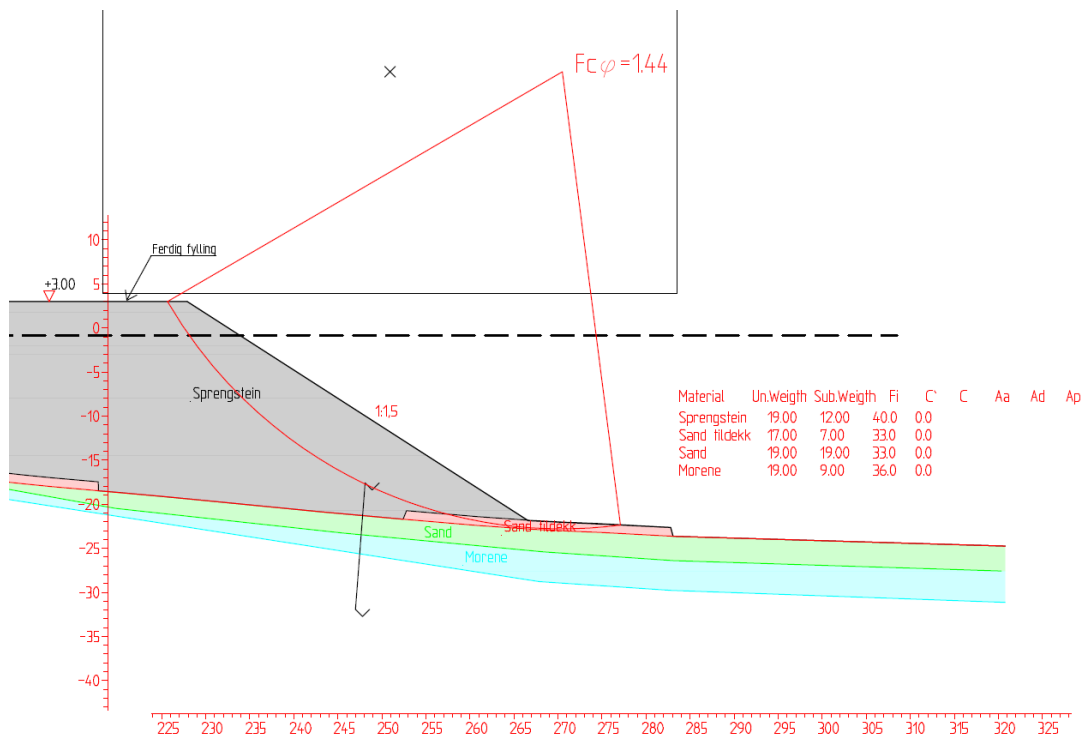
Snitt D:

Figur 6 viser oppfylling til kote -1. Sikkerhetsfaktor = 1,46 --> OK



Figur 6: snitt D, oppfylling til kote -1

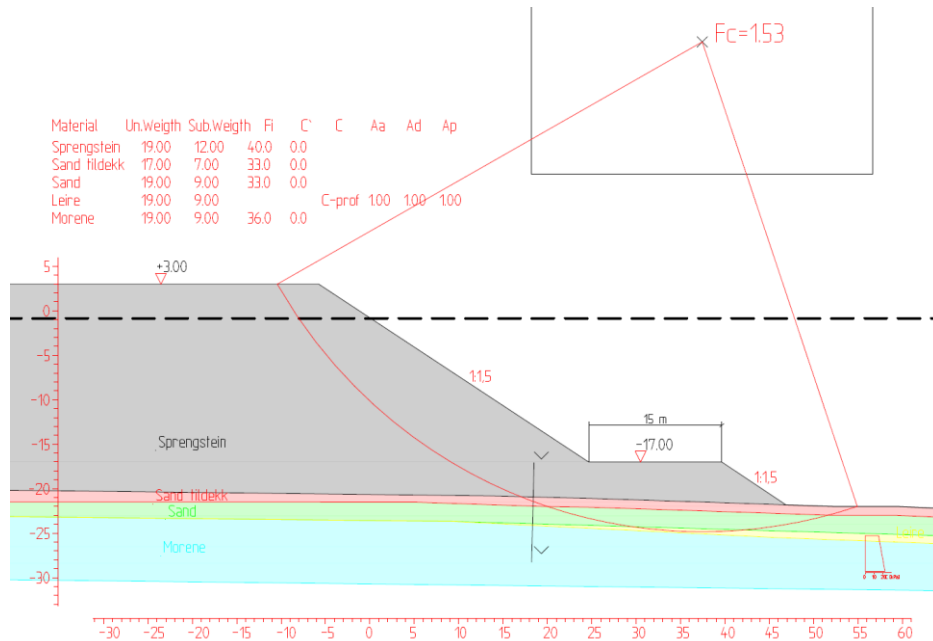
Figur 7 viser stabilitet for permanenttilstand for hovedfyllingen. Denne beregningen er utført fordi det ikke er planlagt motfylling på denne delen av hovedfyllingen. Sikkerhetsfaktor = 1,44 --> OK



Figur 7: snitt D, permanenttilstand hovedfylling

Snitt F:

Figur 8 viser stabilitet for permanenttilstand for hovedfyllingen med 15 m bred motfylling som etableres opp til kote -17. Sikkerhetsfaktor = 1,53 --> OK

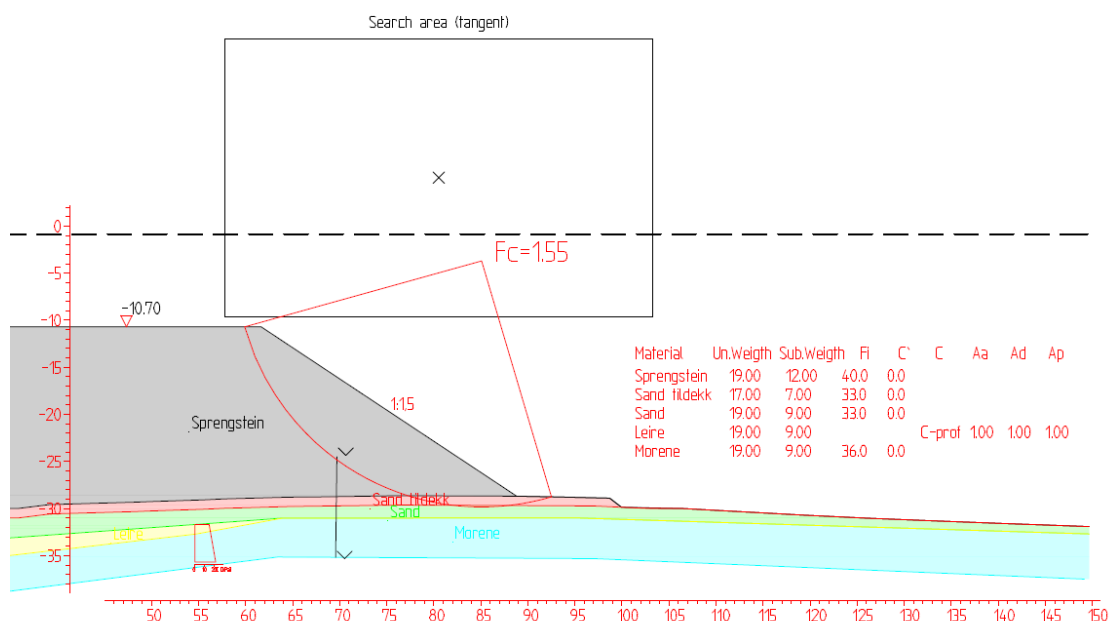


Figur 8: snitt F, oppfylling til kote +3, 15 m bred motfylling opp til kote -17

Motfyllingen skal være minimum 15 m bred, og fylles opp til minimum kote -17 for permanenttilstanden.

Snitt J:

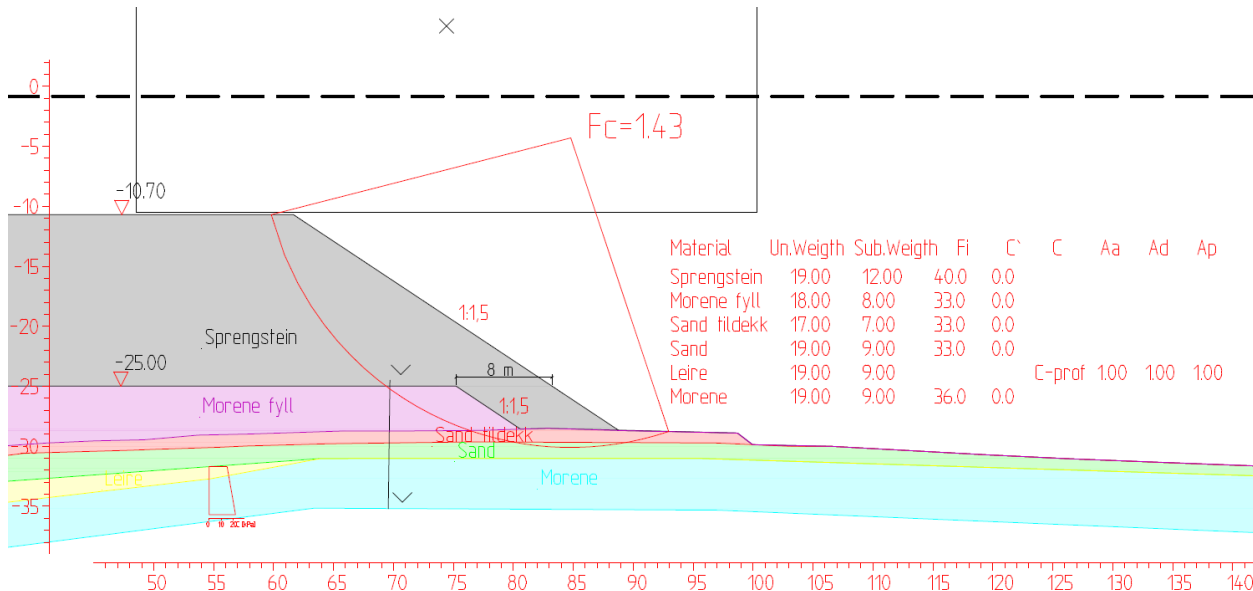
Figur 9 viser stabilitet av ferdig motfylling. Sikkerhetsfaktor = 1,55 --> OK



Figur 9: snitt J, stabilitet motfylling

Figur 10 viser stabilitet av ferdig motfylling med siltig morene-masser opp til kote -25. Morene-fyllmassene legges som en kjerne i motfyllingen, og avsluttes 8 m ifra fronten av motfyllingen

Sikkerhetsfaktor = 1,43 --> OK



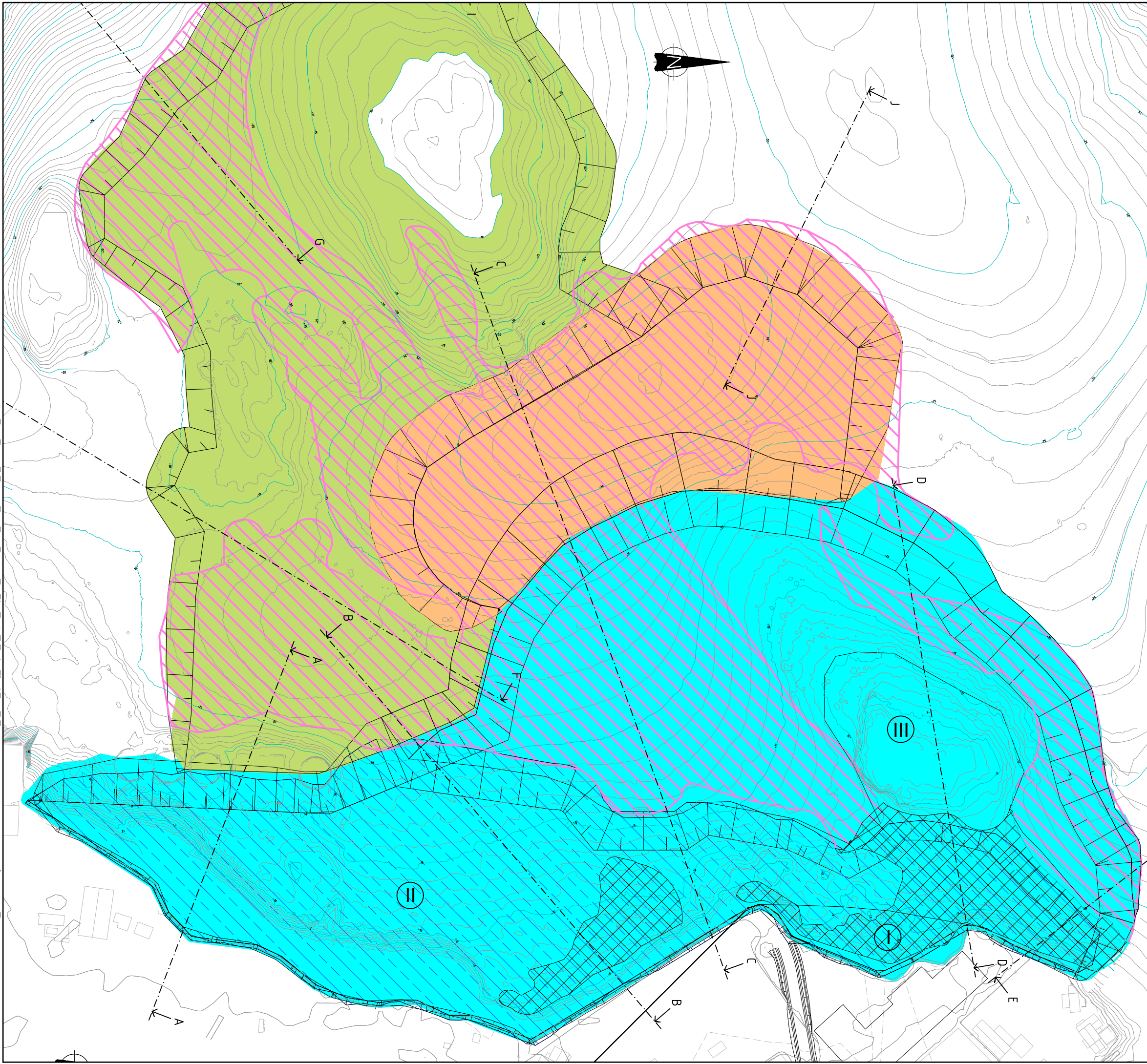
Figur 10: snitt J, stabilitet motfylling med siltige morene-masser til kote -25







KONKLUSJON

Beregningene viser at sikkerheten er tilstrekkelig i samtlige snitt. Snitt C viser at det er nødvendig å etablerere motfyllingen opp til minimum kote -23 (kote -22 hvis siltige morene-masser brukes) før plassering av masser for hovedfyllingen starter.

For snitt D er det utført en kontrollberegning for permanenttilstanden. Denne beregningen viser at det ikke er nødvendig med motfylling i dette området av fyllingen.




I snitt C og J er det utført beregninger for motfylling med siltige morene-masser (se henholdsvis Figur 4 og Figur 10). Disse beregningene viser at siltige morene-masser kan brukes i motfyllingen, men kan kun fylles opp til maks. kote -25 med de forutsetninger som er vist i beregningene. Fylling med siltige morene-masser avsluttes minimum 8 m fra fronten av motfyllingen.



- TEGNFORKLARING**
-  Havbunn tildekket med fiberduk E05.
 -  Havbunn tildekket med tildekkingsmasser E03.
 -  Område fylles i E03 med lekter opp til kt. -10 og i E05 over kt. -10.
 -  Motfylling fylles i E03.
 -  Bunnfylling fylles i E03.
 -  Område fylles i E05. Flytende rampe ved dybder større enn 10 m.

ANVISNINGER

1. Tildekkingsmasser skal legges ut til 5 m utenfor fyllingsfot.


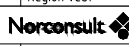
- ARBEIDSREKKEFØLGE**
-  Område fylles først.
 -  Område fylles fra sør fra land/ flytende rampe.
 -  Område fylles over kt. -10 i E05.

HENVISNINGER

Fylling i sjøen Buøy, plan	05-B01-205 og 05-Y01-601
Fylling i sjøen Buøy, prinsippsnitt	05-V06-601
Fylling i sjøen Buøy, snitt	05-V06-602, -603 og -604
Utfyllingssøknad	SHA-YM-030

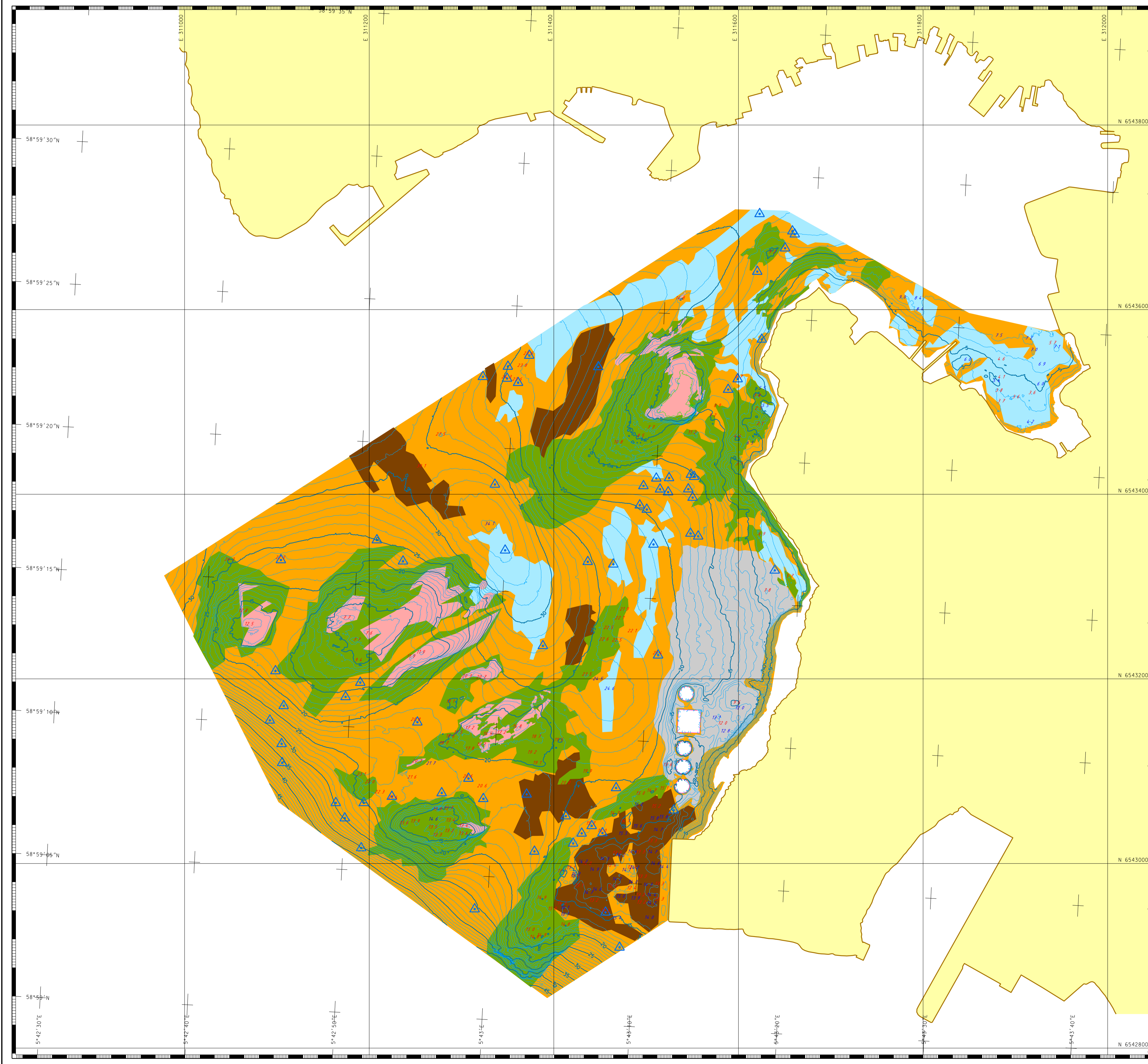
Vedlegg 1

KONKURRANSEGRUNNLAG 2013-12-06

Revisjon	Revisjonen gjelder	Utørb	Kontr	Godkjent	Rev. dato
-	-	Arkivert	-	-	-
 Rv. 13 Ryfast		Tegningsdato	2013-12-06		
ENTREPRISE 05 HUNDVÅGTUNNELN FRA BUØY Geoteknikk		Bestiller	B.C. Grassdal		
Fylling i sjøen, Buøy		Prosjekt for	Region vest		
Plan, tildekning av sjøbunn		Prosjekt av			
Konkurransegrunnlag		Prosjektnummer	300465		
Utørb		PROF-nummer	11R0013B_027		
EG		Arkivnummer	-		
SHY		Byggesaksnummer	-		
BJKle		Målestokk A1	1:1000		
5111687		Tegningsnummer	05-V01-601		
-		Revisjon	-		

"N:\5111687\DK\Grunnarbeider\Arkiv\LAY_05-V01-601.dwg - AnBr - Plottet 2014-02-07 13:22:26 - XREF = A_V_smit_fylling_Buoy_T_V_Deponi_Buoy_T_V_KART_Buoy_KOTER_T_V_Buoy_T_V_KART_Buoy"

VEDLEGG E – SJØBOTNKARTLEGGING (PARKER MARITIME)



TEGNFORKLARING

- Kystlinje (MHV)
- 0 linje (Vref)
- Dybdekonturer
- 12.5 Toppunkt
- 12.5 Dyppunkt
- Middels hard bunn
- Hard bunn
- Fjell og stein
- Undervannskabel
- Rørledning
- Boyer og staker
- Lykter
- Hurtigbåtmærke
- Bløt bunn
- Oppstikkende fjell
- Steinfylling
- PP1000 RTK referansestasjon med høyde (ref. NN54) H=5.620
- Oppmåling grense mot land
- Betongfundamenter
- Gruntområde
- Steinblokker

Tegnforklaring er felles for alle Parker Maritime AS prosjekter, variasjoner kan forekomme.

BESKRIVELSE

OPPMÅLINGSPERIODE: Januar 2013 og januar 2014
 VANNSTAND: Stavanger
 - Sted: Stavanger
 - Kilde: Kartverket, Sjødivisjonen
 FARTOY: S/L Bintang
 POSISJONERING: SatRef C-POS
 - overflate
 - undervanns
 RTK REF. STASJON: Kartverk, Honefoss
 - øst: 0
 - nord: 0
 - høyde: 0
 EKKOLODD: EM3002
 - multistråle
 - enkeltstråle
 BEVEGELSESSENSORER: Scaph 330 RTK
 - gyro
 - attitude

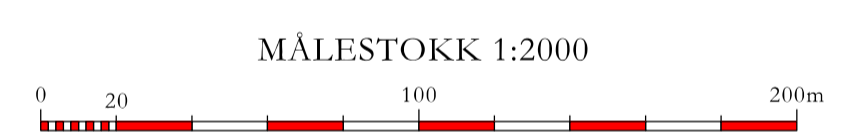
Karttype: Bunnklassifisering (sediment)

MERKNADER

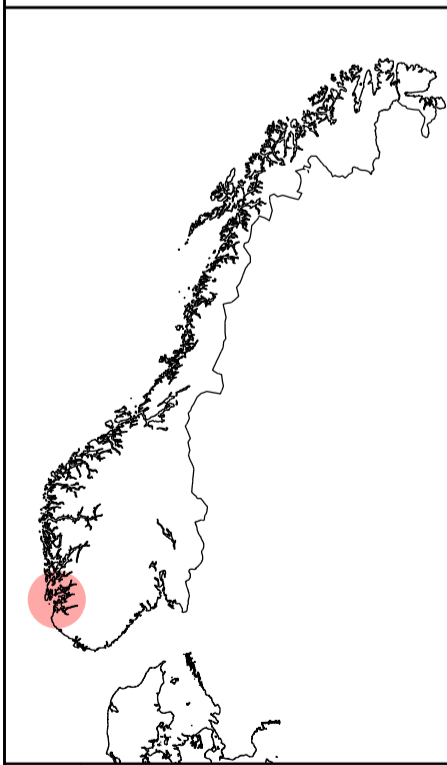
Dybdekonturer generert fra digital terreng med 0,5 x 0,5m rutenett.

Derimot annet ikke er oppgitt, er all data prosessert ved bruk av programpakken Neptune fra Kongsberg Simrad AS. Digital terrengmodellering og kartprosjektering er utført ved bruk av programpakken CMap fra CMap-AS. Kartframstilling og kartografisk redigering er utført i MicroStation.

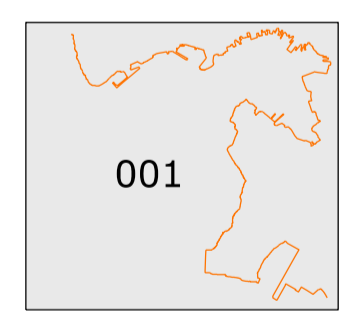
IKKE FOR NAVIGASJON



Koordinatsystem: EUREF89 / UTM Sone 32
 Vertikal referanse: NN1954



KARTBLADINDEKS



0	Revisjon 0	03.02.2014	IMG	TK	RUE
REV	REVISJON	DATO	AV	KONTROLL	Godkjent



Norconsult
 KUNDE PROSJEKT: Tilleggskartlegging av dumpeområder for Ryfast
 TITTEL: Dybdekartlegging

PROSJEKT Nr:	1402002	NT-FAKAV:	00_Charts_no.dgn	DNØKE:	Bangavågen og vestre Buøy
Kontroll Nr:		Prosjekt Nr:		Dwg. Kode:	
		Dwg. System:		Dwg. Kode:	
		Tege. Kode:		Sev. Nr:	
				SM001	0

Originalt sheet: A3

VEDLEGG F – AGDER MARINE REFERANSELISTE



Tildekking

Ved tildekking av forurenset sjøbunn etableres en ny sjøbunn over de forurensete sedimentene. Tildekkingen skal hindre spredning og sørge for at miljøgifter i de forurensete sedimentene ikke blir tilgjengelige for marine organismer. Utlegging av dekkmasse må skje på en måte som forårsaker minst mulig oppvirvling av partikler. Viktige parametre å vurdere vil være type dekkmasse, antall lag og total tykkelse av tildekking. Vanlige dekkmasser er sand eller grus, som legges ut i total tykkelse på 20 - 40 cm. For å oppnå en best mulig spredning av dekkmasse bør tildekkingen skje ved hjelp av en fallbunnslekter.

Erosjonssikring.

Ved rasfare i nærliggende landområder vil det ofte bli behov for erosjonssikring i sjø eller elv. Løsningen kan da være å tildekke grov pukk eller stein i større lagtykkelser. Ved enkelte kaianlegg hvor det er fare for erosjon på grunn av høy propellstrøm kan det også bli behov for å erosjonssikre ved hjelp av betongmadrasser.

Fiberduk.

Der hvor det er svært myke sedimenter kreves det en meget forsiktig tildekking med tynne lag. Det kan også være nødvendig å først legge en fiberduk, eller geotekstil, over den forurensete sjøbunnen for at dekkmassene ikke skal synke ned i de forurensete sedimentene.

Agder Marine har totalt utført ca. 20 større eller mindre tildekkingsoppdrag i løpet av de siste 5 år.



Tildekking med leire i Oslo havn. Bildet viser tromler for oppmaling av leire i fallbunnslekter.



Erosjonssikring i Skjenselva.

Eksempler fra Agder Marines tidligere oppdrag:

År	Oppdragsgiver	Prosjekt
2014	Oslo Havn KF	Tildekking av 25.000 m2 sjøbunn ved Revierkaia i Oslo havn.
2013	Stangeland Maskin AS	Utfylling i sjø utenfor kai ved Veritashammeren.
2013	Norges Geotekniske Institutt	Pilotprosjekt tynnsjiktstildekking ved Fagervika i Trondheim kommune.
2012	AF Gruppen Norge AS	Bygging av skipsstøtvoll rundt Sørenga i Oslo havn. Tildekking med geotekstil, sand og 100.000 m3 sprengstein.
2012	Sandås Anlegg AS	Tildekking av forurenset sjøbunn med geotekstil, sand og stein i Eydehavn, Arendal havn.
2010	Rolf Grohs AS	Tildekking med 7.000 m3 sand i Gunneklevfjorden.
2010	Secora AS	Tildekking med sand på Malmøykalven i Oslo havn.
2010	AS Nymo	Utlegging av 4stk.løsmassefundamenter på kote -35 m, samt montasje av 8 stk. piezometere. Fundamentene med kjerne av grus med omkringliggende oppbygging av sprengstein.
2010	Hjelmeland kommune	Tildekking av ca. 20.000 m2 sjøbunn med 30 cm sand/grus, samt utlegging av 4.000 m2 geotekstilduk.
2010	Strøm Gundersen AS	Mudring, erosjonssikring og diverse sjøarbeider i forbindelse med bygging av Øvre Sunde bru over Drammenselva.
2009	Jotun AS	Mudring og tildekking av forurensete sedimenter foran kaianlegg i Sandefjord Masser til NOAH på Langøya
2009	Secora AS/Oslo Havn KF	Tildekking av Lohavn i Oslo havn med 20 cm rene sandmasser.
2008	Risa Rock AS	Tildekking av 27.000 m2 sjøbunn ved Scana Steel med 50 cm knust masse.
2008	Secora AS/Oslo Havn KF	Mudring og tildekking av Pipervika i Oslo havn. Mudringsmasser deponert på Malmøykalven.
2007	Skanska Norge AS	Tildekking av 23.000 m2 sjøbunn med 40 cm sand ved Tjuvholmen.
2007	AF Bjørvikatunnelen	Tildekking med ca. 100.000 m3 rene leirmasser i Oslo havn, min. 40 cm
2007	Hæhre Entreprenør AS	Utfylling og erosjonssikring i Drammenselva med fiberduk og 35.000 m3 pukk og stein.
2006	Veidekke Entreprenør AS	Tildekking av Sjursøybukta i Oslo, 7.000 m2 fiberduk, og 40 cm sand over 23.000 m2 areal, samt utfylling med 150.000 m3 sprengstein

m2 areal, samt utfylling med 100.000 m3 sprengstein.

2006	NVE/Trafikk & Anlegg AS	Tildekking og erosjonssikring med 56.000 m3 stein i Porsgrunnselva.
2005	Dokken AS	Tildekking med 30 cm sand av 9.000 m2 samt utfylling av 40.000 m3 sprengstein ved Tjuvholmen, Oslo.
2005	Veidekke Entreprenør AS / Kristiansand kommune	Lektertransport og bygging av strandkantdeponi i Kongsgårdbukta, totalt utlagt 12.000 m2 filterduk, samt 270.000 m3 pukk og stein.
2004	Rolf Grohs AS/Norsk Hydro ASA	Strandkantdeponi Gunneklevfjorden. Tildekking med 12.000 m2 fiberduk og 25 cm sand, samt montasje av piezometere i sjøbunnen.
2004	Kristiansand kommune	Opprydding på sjøbunn, fjerning av 3 stk. lektervrak, samt tildekking med 30 cm sand i Kongsgårdbukta, Kristiansand
2003	NVE/Trafikk & Anlegg AS	Rassikring og erosjonssikring med 70.000 m3 sprengstein i Skienselva.
2003	Falconbrigde Nikkelverk AS	Tildekking ved kai med 30 cm betongmadrasser, 7.500 m2 geokompositt, samt 25 cm sand og 40 cm pukk.
2003	Fina Norway AS	Tildekking av forurensede sedimenter, ca. 8.000 m2 ved Lysaker tankanlegg med 40 cm sand.
2003	Statens Vegvesen Vest-Agder	Transport og tildekking av forurensede sedimenter med 183.000 m3 sand i Hannevikbukta, Kristiansand. Totalt tildekket areal 330.000 m2.
2002	NCC Anlegg AS	Tildekking av 10.000 m2 forurenset havbunn med 30 cm sand og pukk. Nytt kaianlegg for Nidarå Trelast, Arendal.
2001	Scandinavian Rock Group AS	Tildekking av 10.000 m2 havbunn ut forbi Lagmannsholmen, Kristiansand, samt opplasting, transport og dumping av 50.000 m3 sprengstein
2001	Kristiansand kommune	Tildekking av ledninger for poretryksmålere i Kongsgårdbukta, Kristiansand