



RAPPORT

OPPDRAGSNAVN: Fv17 Holm Ferjeleie

EMNE: Prosjekterings rapport Geoteknikk

DOKUMENTKODE: 1001623-GEO-002-20220525





Med mindre annet er skriftlig avtalt, tilhører alle rettigheter til dette dokument **WSP Norge AS**.

Innholdet – eller deler av det – må ikke benyttes til andre formål eller av andre enn det som fremgår av avtalen. WSP Norge 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 WSP Norge.

RAPPORT

Oppdragsnavn:	Fv17 Holm Ferjeleie		
Oppdragsgiver:	Nordland fylkeskommune		
Kontaktperson:	Egil Bernhardsen		
Emne:	Prosjekterings rapport Geoteknikk		
Dokumentkode:	1001623-GEO-002-20220525		
Ansvarlig enhet:	Geo	Utført av:	FH, XVM & OS
Tilgjengelighet:	Åpen	Dato:	25.05.2022

SAMMENDRAG:

Vid prosjekteringen av fv.17 Holm ferjeleie (Bindal kommune, Nordland fylke), der ferjeleiet skal oppgraderes med blant annet større område for oppstillingsplasser og det vil være behov for å fylle ut i sjø, har geotekniske grunnundersøkelser och vurderinger utført

Inom området for oppstillingsplassene er det mellom 0 og 8 m siltig leire. Det er ikke påvist kvikkleire eller sprøbruddmateriale i undersøkelserne/prøveseriene.

Utførte stabilitetsberegningene viser at det inom den del av området vil være nødvendig med geotekniske tiltak for å oppnå tilstrekkelig stabilitet av planlagte fyllinger. I beregningene er dette oppnådd ved å legge ut en motfylling inntil fyllingsfot mellom ca. profil 130 til ca. profil 190.

Utførte setningsberegninger viser en forventet setning på maxisimalt ca. 20-25 cm hos utfyllingen. Setningen forventes skje relativt raskt og inom løpet av de første 12 månedene forventes ca. 90% av setningene ha skjedd. I hensyn til det forventede raske tidsforløpet for setningen hos utfyllingen anses setningernes størrelse vara akseptabel og håndterbar i byggefasen.

Ytan av utfyllingen ska bli utført med sikkring for bølgeerosjon av sprengstein. Midlere steindiameter for bølgeerosjonssikring skal være 600 mm.

REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV
0.0	25.05.2022	Prosjekterings PM Geoteknikk	Freja Hoflund / Ola Skepp	Xavier Miquel Vidal	Arild Eskildsen

INNHOLDSFORTEGNELSE

1.	Innledning.....	5
2.	Grunnlag.....	5
3.	GRUNNFORHOLD	6
3.1.	Kvartærgeologi	6
3.1.1.	Kvikkleire	6
3.1.2.	Berggrunn	7
4.	GEOTEKNISK VURDERING.....	7
4.1.	Geoteknisk kategori	7
4.2.	Geotekniske egenskaper og materialparametere.....	7
4.3.	STABILITETSVURDERINGER	9
4.3.1.	Sikkerhetskrav for stabilitetsvurderinger	9
4.3.2.	Beregningsverktøy	9
4.3.3.	Grunnlag for stabilitetsvurderinger	9
4.3.4.	Lokalstabilitet	10
4.4.	Setningsvurderinger	13
4.4.1.	Leirens setningsegenskaper	13
4.4.2.	Setningsberegninger og vurdering	13
5.	Sikring mot bølgeerosjon	15
6.	Rystelsekrav.....	16
7.	Referanser	18

VEDLEGG

A. *Stabilitetsberegninger (profil 100, 130, 160)*

1. INNLEDNING

WSP Norge AS er engasjert av Nordland fylkeskommune for at utføre geotekniske grunnundersøkelser og vurderinger i forbindelse med utbygging av Fv17 ved Holm ferjeleie.



Figur 1: Oversiktskart over tiltaksområdet.

Grunnundersøkelser ble utført av Statens vegvesen i uke 11 og 12 i 2022. Resultatene er presentert i en separat datarapport /1/.

Foreliggende rapport inneholder vurderinger av de geotekniske forholdene basert på utførte grunnundersøkelser.

Prosjektrapporten redegjør for følgende:

- Geotekniske forhold
- Stabilitet ved utbygging av ferjeleie
- Hvilke stabiliserende tiltak som er nødvendige
- Setninger ved utfylling i sjø
- Sikring mot bølgeerosjon

2. GRUNNLAG

Tidligere utførte grunnundersøkelser og produserte rapporter samt nye undersøkelser er brukt som grunnlag i denne rapportens vurderinger:

- Statens vegvesen. Geoteknikk – Detaljregulering for fv.17 Holm ferjeleie. 50932-GEOT-01. 13-06-2018.
- Statens vegvesen. Geologi – Fv. 17 Holm ferjeleie, Geologisk rapport til reguleringsplan. 50984-GEOL-01. 19-06-2018.
- WSP Norge AS. Datarapport geoteknisk grunnundersøkelse - Fv17 Holm Ferjeleie. 25.05.2022

3. GRUNNFORHOLD

3.1. KVARTÆRGEOLOGI

Det er hovedsakelig fjell-i-dagen og fyllmasser i veien og- oppstillingsområdet iht. NGUs kvartær-geologiske kart (jf. Figur 2) og utførte geotekniske grunnundersøkelser. Ved kulverten, i den nordre delen av oppstillingsområdet er det en leireforekomst (ca. 3-5 m) under veifyllingsmassene.

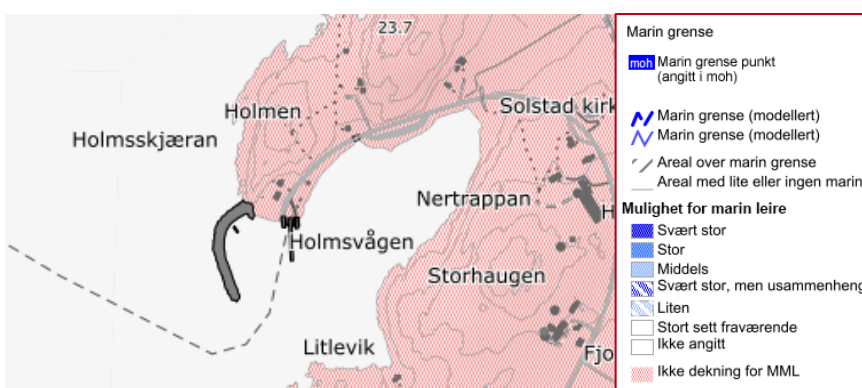


Figur 2: Løsmassekart fra NGU.no.

I sjøen består det øvre løsmasselaget av siltig leire etterfulgt av et lag med sand og grus over berg. Innenfor planlagt fyllingsområde er leiretykkelsen hovedsakelig 1-5 m, men med en lokalt forekommende leiretykkelse på opptil ca. 8 m ved profil 170-180 (ved kulverten) .

3.1.1. KVIKKLEIRE

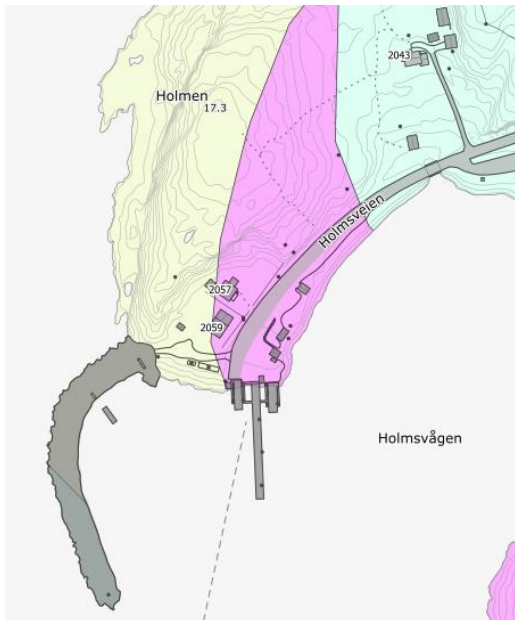
Området ligger på ca. kote +4 moh. og under marin grense som i området ligger på ca. kote +140 moh. NGUs kart viser ikke dekning for marin leire på land /4/. Det er heller ikke påvist noen forekomst av kvikkleire eller sprøbruddmateriale fra prøveseriene som ble tatt ved geotekniske undersøkelser.



Figur 3: Marin grense og mulighet for marin leire /4/.

3.1.2. BERGGRUNN

NGUs 1:50 000 kartserie beskriver bergarten i området som glimmerskifer, turmalinførende granitt og kalksilikatskifer med innslag av marmor. Statens vegvesen har tidligere utført en detaljert beskrivelse av berggrunn og berggrunnens egenskaper i geologisk rapport /8/.



Figur 4: Berggrunnskart viser utbredning bergarter i området. Glimmerskifer (gul), granitt (rosa), og kalksilikatskifer (turkis) /5/.

4. GEOTEKNISK VURDERING

4.1. GEOTEKNISK KATEGORI

I henhold til NS-EN 1997-1:2004+NA:2008 "Eurokode 7: Geoteknisk prosjektering, Del 1: Allmenne regler" og NS-EN 1997-2:2008 "Eurokode 7: Geoteknisk prosjektering, Del 2: Regler basert på grunnundersøkelser og laboratorieprøver" er konsekvens-/pålitelighetsklasse (CC/RC) satt til klasse 2. Dette medfører at det skal benyttes kategori 2 som geoteknisk kategori for dette prosjektet. Kontrollklasse er satt til normal (N) kontroll.

4.2. GEOTEKNISKE EGENSKAPER OG MATERIALPARAMETERE

Fyllmasser

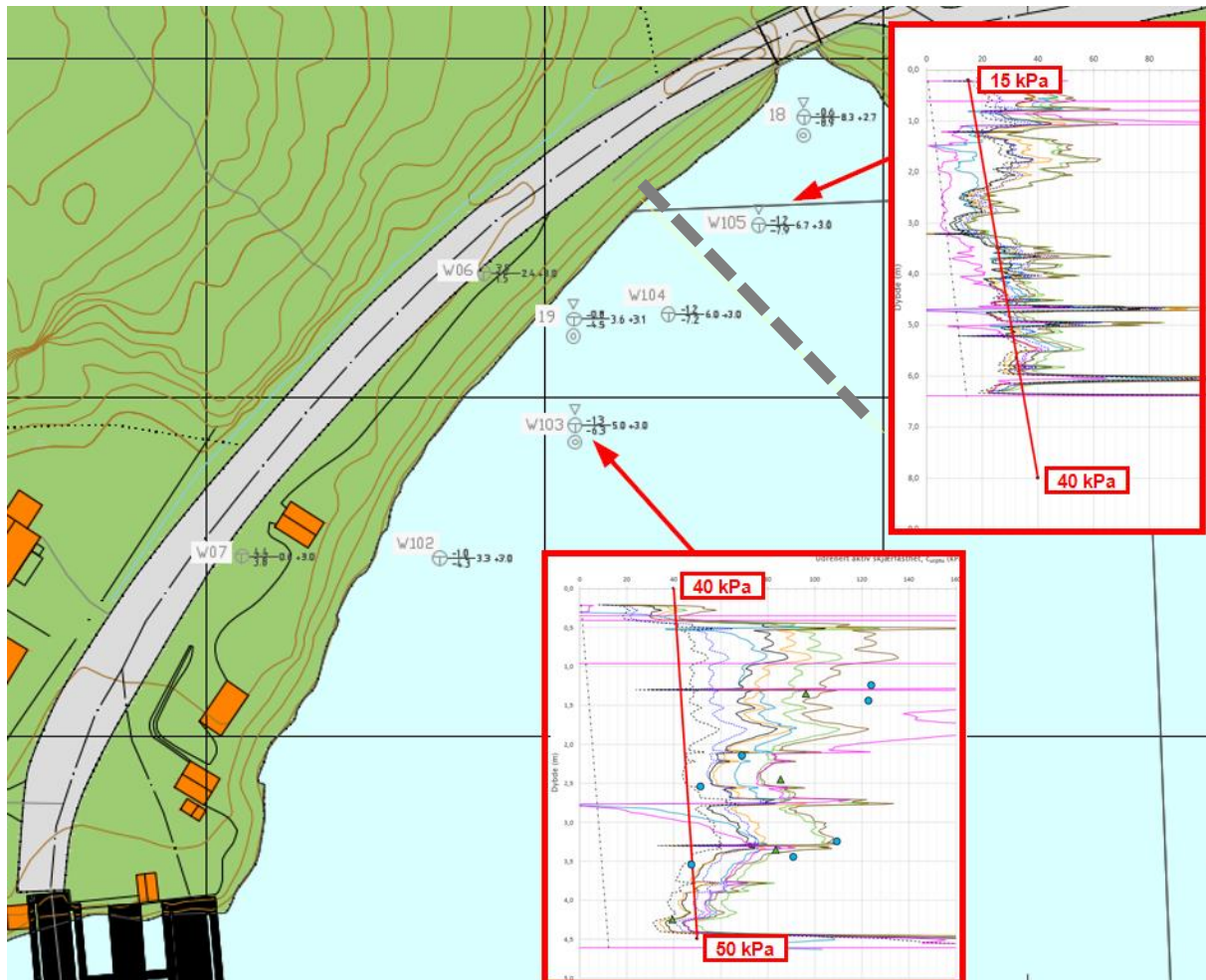
Det øverste løsmasselaget på land består av fyllmasser ned til ca. 1-3 m under terreng. Materialet anslås å ha en tyngdetetthet på ca. 19 kN/m³ og friksjonsvinkel bedømmes å være ca. 40°.

Siltig leire

I sjøen samt deler av landområdet (under fyllmassene) finnes et lag med siltig leire. Laboratorieresultater viser innslag av grus og stein. Leirlagets mektighet varierer mellom ca. 1-8 m. Tyngdetettheten er ca. 20 kN/m³, og det naturlige vanninnholdet varierer mellom ca. 20-25 %.

Leirens udrenerte aktive skjærfasthet er i hoveddelen av området vurdert til ca. 40 kPa med en økning mot dypet på ca. 2 kPa/m (jf. Figur 5).

I område rundt kulverten, der den største leirmektigheten er påtruffet, er styrken lokalt noe lavere. Den udrenerte aktive skjærfastheten er der vurdert til 15 kPa med en økning mot dypet på ca. 3 kPa/m.



Figur 5: Udrenert aktive skjærfasthet i tiltaksområdet.

Friksjonsjord (sand og grus)

Under leiren finnes det i deler av området et lag av friksjonsjord over berg. Materialet anslås å ha en tyngdetetthet på ca. 19 kN/m³ og friksjonsvinkel bedømmes å være ca. 36°.

Tabell 1 sammenstiller materialparametere for løsmassene i området. Verdiene er basert på utførte undersøkelser samt erfaring/empirisk vurdering /9/. Det er gjort konservative antagelser av friksjonsvinkel og attraksjon for den siltige leiren, siden undersøkelser av leirens drenerende egenskaper har vært begrenset.

Tabell 1 Sammenstilling av løsmassenes materialegenskaper.

Løsmasstype*	Materialegenskaper	Karakteristiske verdier
Fyllmasse/Sprengstein (Fy)	Tyngdetetthet Effektiv tyngdetetthet under GV Friksjonsvinkel	19 kN/m ³ 11 kN/m ³ 42°
Siltig leire (siLe)	Tyngdetetthet Effektiv tyngdetetthet under GV Vanninnhold, w _N Udrenert aktiv skjærfasthet, S _{uA} Friksjonsvinkel, j' Attraksjon, a	20 kN/m ³ 10 kN/m ³ 25 % 40+2·d / 15+3·d kPa** 26° 5 kPa
Friksjonsjord (Sa/Gr)	Tyngdetetthet Effektiv tyngdetetthet under GV Friksjonsvinkel	19 kN/m ³ 20 kN/m ³ 36°

* Forkortelsene i parentes er de som brukes for å beskrive løsmassene i beregningsnittene i Vedlegg A.

** det er dyppet under leirlagets overflate.

4.3. STABILITETSVURDERINGER

4.3.1. SIKKERHETSKRAV FOR STABILITETSVURDERINGER

Iht. Eurokode 7 (og håndbok N200 «Geoteknikk i vegbygging») er sikkerhetsfaktor (partialfaktor, γ_M) ut fra geoteknisk kategori samt en vurdering av konsekvensklasse (CC2 alvorlig) og bruddmekanisme (nøytralt), satt til $\gamma_M \geq 1,3$ for effektivspenningsanalyse og $\gamma_M \geq 1,4$ for totalspenningsanalyse.

4.3.2. BEREGNINGSVERKTØY

Stabilitetsanalysene er utført i beregningsverktøyet Slope/W versjon 9.1.2.17441 (Geostudio 2018 R2). De utførte analysene er utført som drenert analyse (effektivspenningsanalys) og udrenert (totalspenningsanalys). Rapporterte sikkerhetsfaktorer refererer til Morgenstern-Price metoden for sirkelsylindriske glideplan.

4.3.3. GRUNNLAG FOR STABILITETSVURDERINGER

Grunnvannstanden er antatt å ligge ca. 0-4 meter under terrengoverflaten.

Stabilitetsberegningene er utført med en ytre vannstand på kote -1,68. Dette tilsvarer laveste astronomiske tidevann (LAT) (jf. havniva.no).

Karakteristisk verdi for trafikklast på oppstillingsområdet/hovdevei/GS-vei er satt til 13 kPa iht. Statens vegvesens håndbok N200 /11/.

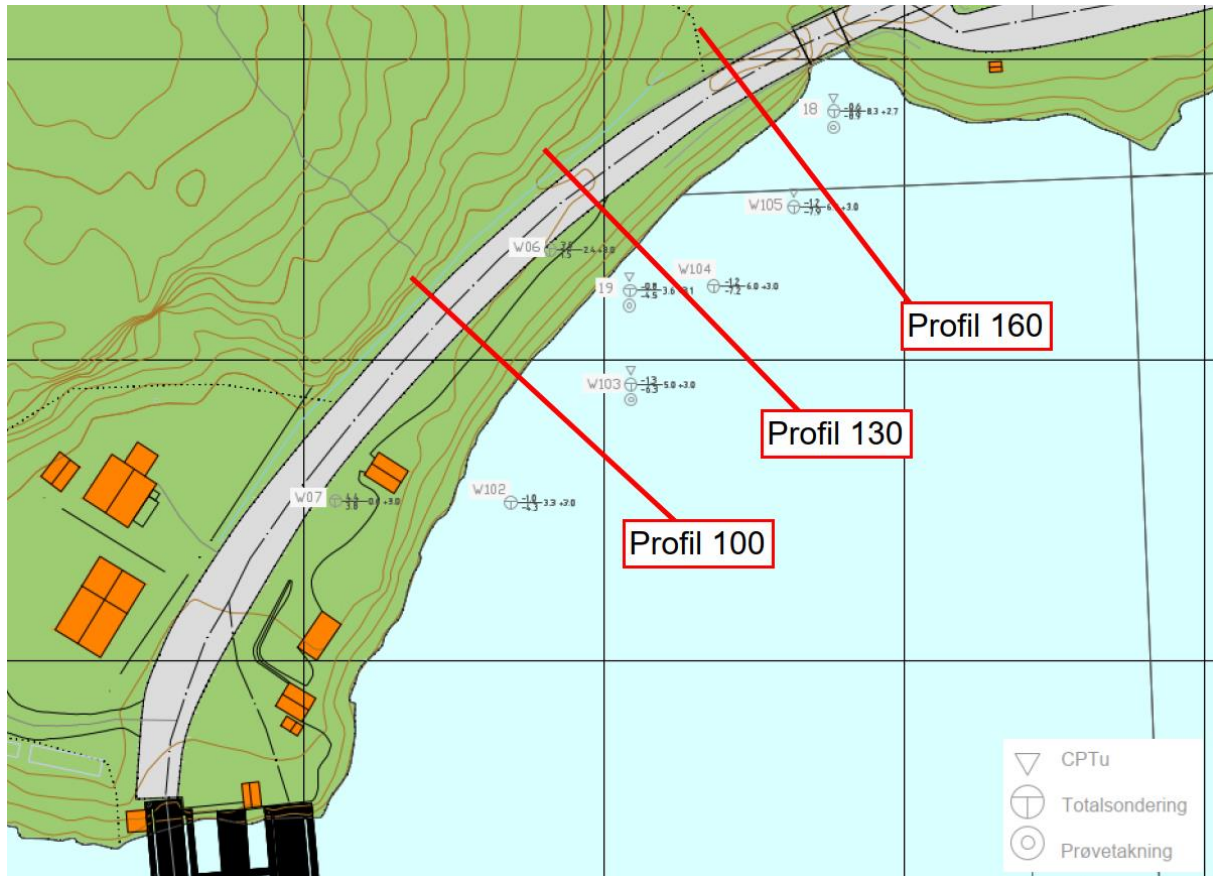
Valg av anisotropifaktorer (ADP) er gjort iht. rapport nr. 14/2014 «Naturfareprosjektet Dp. 6 Kvikkleire. En omforent anbefaling for bruk av anisotropifaktorer i prosjektering i norske leirer» og er for dette prosjekt:

	Anisotropifaktor (ADP)
c_{uD}/c_{uC}	0,63
c_{uE}/c_{uC}	0,35

4.3.4. LOKALSTABILITET

4.3.4.1. Utfylling i sjø/strandsone

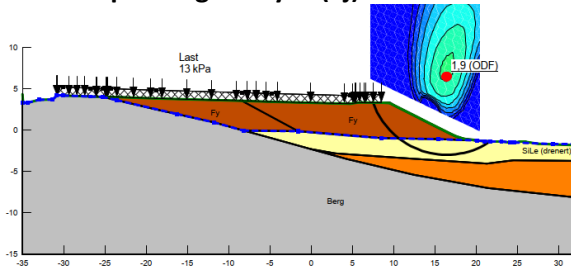
For kontroll av lokalstabiliteten er det utført stabilitetsberegninger i tre representative beregningsprofiler for det nye ferjeleiet (jf. profil 100, 130 og 160 i Figur 6). Alle stabilitetsberegningene er vist i sin helhet i vedlegg A.



Figur 6 Plassering av beregningsprofiler 100, 130 og 160.

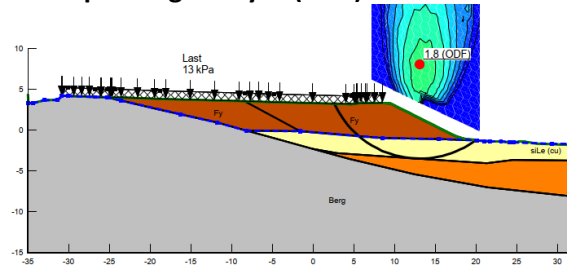
Resultater fra stabilitetsberegningene er vist i Figur 7 og Tabell 2. Generelt viser beregningene at stabiliteten for en stor del av strekningen med utfyllingen i sjø (fram til ca. profil 140) er akseptabel. Beregnet partial-/sikkerhetsfaktor ved en uforsterket utfylling er ca. $\gamma_M=2,0$ mot drenert brudd iht. effektivspenningsanalyse (aj) og $\gamma_M=1,8$ for udrenert brudd iht. totalspenningsanalyse (ADP) (jf. Figur 7).

Effektivspenningsanalyse (aj)

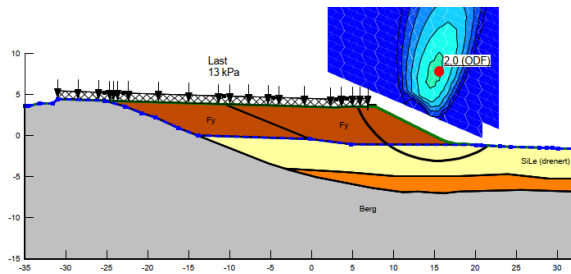


Profil 100

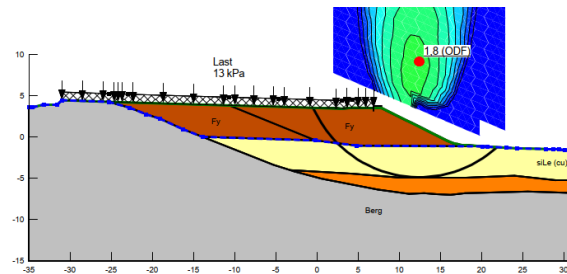
Totalspenningsanalyse (ADP)



Profil 100



Profil 130



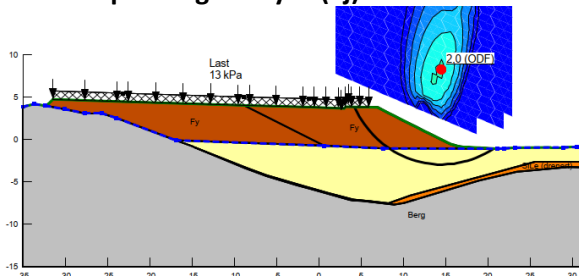
Profil 130

Figur 7 Stabilitetsberegninger for profil 100 og 130 (jf. vedlegg A).

Utførte sonderinger viser en viss usikkerhet/vanskelig tolkelig overgang mellom leirelaget og underliggende friksjonsjord. Det er derfor utført sensitivitetsanalyser mtp. leirlagets dybde/tykkelse. Modellering av kun leirlag til berg viser svært liten innvirkning på den laveste partial-/sikkerhetsfaktor hvilke da er ca. $\gamma_M=1,7$.

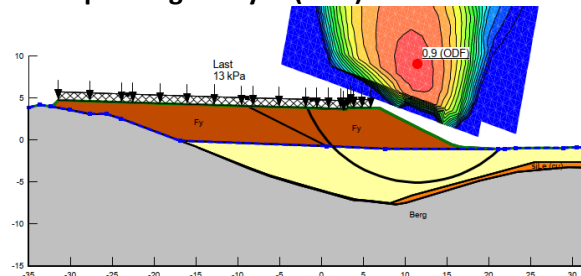
I område rundt kulverten, på strekning ca. 140 til 180, er stabiliteten ikke tilstrekkelig for en utfylling i sjø/strandsone uten stabiliserende tiltak. Laveste beregnet partial-/sikkerhetsfaktor i profil 160 er ca. $\gamma_M=2,1$ (effektivspenningsanalyse) samt ca. $\gamma_M=0,9-1,0$ (totalspenninganalyse) og oppfyller dermed ikke gjeldende krav. For å oppnå tilstrekkelig sikkerhet i dette området må det gjøres stabiliserende tiltak.

Effektivspenningsanalyse (aj)



Figur 8 Stabilitetsberegninger for profil 160 (jf. vedlegg A).

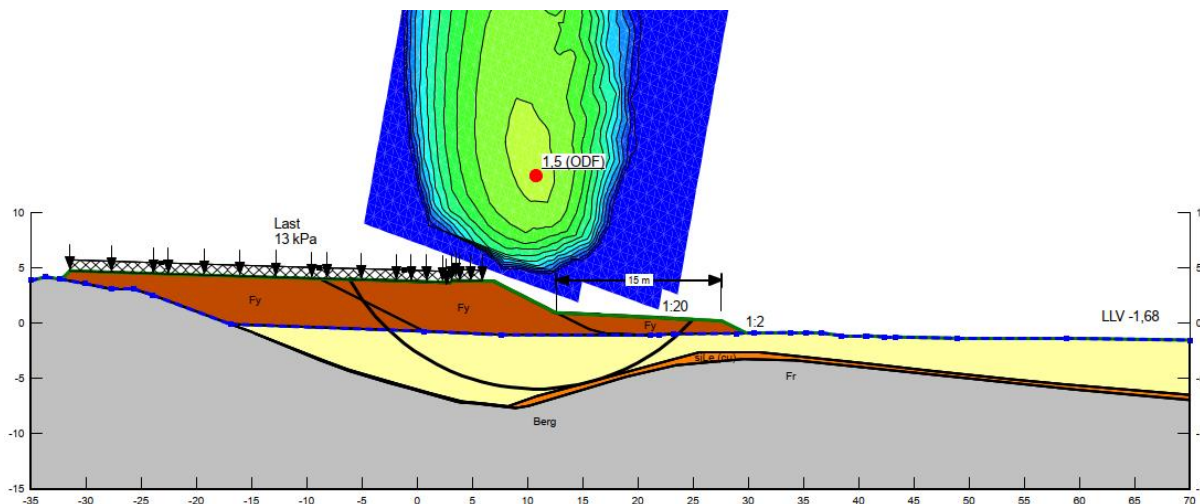
Totalspenningsanalyse (ADP)



4.3.4.2. Stabiliserende tiltak

Stabiliteten er generelt god for planlagt utbygging av ferjeleiet, men det kreves stabilitetsforbedrende tiltak for å sikre stabiliteten for utfyllingen i området ved kulverten. Dette skyldes at leiremekktigheten er større og leirens udrenerte skjærfasthet er vesentlig lavere i dette området.

Stabiliteten kan eksempelvis forbedres med støttefylling/motfylling langs ferjeleieutfyllingen. For å oppnå tilstrekkelig stabilitet for utfyllingen vurderes en ca. 15 m støttefylling av sprengstein opp til ca. kote +1. Støttefyllingens overflate skal ha en helning på ca. 1:20 med en avsluttende helning på 1:2 (Figur 9).



Figur 9 Stabiliserende tiltak for profil 160 (jf. vedlegg A).

4.3.4.3. Støttefylling/motfylling

Støttefyllingen plasseres på en fiberduk/jordarmering och bygges opp med sprengstein med en steinstørrelse 200-800 mm (midlere steindiameter, D_{50} , anbefalles att være 600 mm. Sprengstein skal være vasket og fri for forurenset stoffer fra sprenging før utlegging. Støttefyllingen legges ut i 1–2 m tykke lag. Fylling og støttefyllingen legges ut samtidig, og støttefyllingen må være lagt ut i full høyde før fyllingen bygges videre over topp støttefylling.

Nødvendig total mengde/volum støttefylling av sprengstein for å oppnå tilstrekkelig sikkerhet for ferjeleiets utfylling er ca. 1350 m^3 ($15 \cdot 2 \cdot 45 \text{ m}$).

4.3.4.4. Sammenstilling av utførte stabilitetsanalyser

Tabell 2 viser resultatene av utførte stabilitetsberegninger i tre representative profiler.

Tabell 2: Resultatene av stabilitetsberegningene.

Profil	Utfylling uten tiltak		Stabiliserende tiltak	
	Effektivspenningsanalyse (aj)	Totalspenningsanalyse (ADP)	Effektivspenningsanalyse (aj)	Totalspenningsanalyse (ADP)
100	$\gamma_M = 1,9$	$\gamma_M = 1,7-1,8$	–	–
130	$\gamma_M = 2,1$	$\gamma_M = 1,7-1,8$	–	–
160	$\gamma_M = 2,1$	$\gamma_M = 0,9$	$\gamma_M = 2,5$	$\gamma_M = 1,5$

4.4. SETNINGSVURDERINGER

4.4.1. LEIRENS SETNINGSEGENSKAPER

For å bestemme leirens kompresjonsegenskaper ved belastning ble det utført CRS-forsøk (ødometerforsøk) i laboratorium på fem sylinderprøver. Siden leiren inneholder et stort innslag av stein har CRS-forsøk vært vanskelig å tolke ettersom det ikke ble påvist noe tydelig brudd. Sammen med vurderte CPTU-undersøkelser utført i området har CRS-forsøkene likevel gitt et godt grunnlag for vurdering av leirens kompresjonsegenskaper.

Basert på vurdering av CPTU-undersøkelser (iht. norsk samt svensk praksis, med Excel-ark samt dataprogrammet Conrad) sammen med CRS-forsøk og empiri har leiren blitt tolket som overkonsolidert med ca. 80-100 kPa. Dette innebærer at leiren kan belastes med spenninger opp til dette nivået uten at vesentlige setninger oppstår.

Basert på CPT- og CRS-forsøk er leirens modull og modultall vurdert. I tabellen nedenfor vises leirens vurderte/tolkede kompresjonsegenskaper.

Tabell 3 Sammenstilling av løsmassenes materialegenskaper.

Løsmassetype*	Materialegenskaper	Karakteristiske verdier
Siltig leire (siLe)	Forkonsolideringstrykk, p'_c Deformasjonsmodul, M_0 Modultall, m Konsolideringskoeffisient, C_v	p'_0+80 kPa 3000 kPa*** 20 15 m ² /år

* Forkortelsene i parentes er de som brukes for å beskrive løsmassene i beregningsnittene i Vedlegg B.

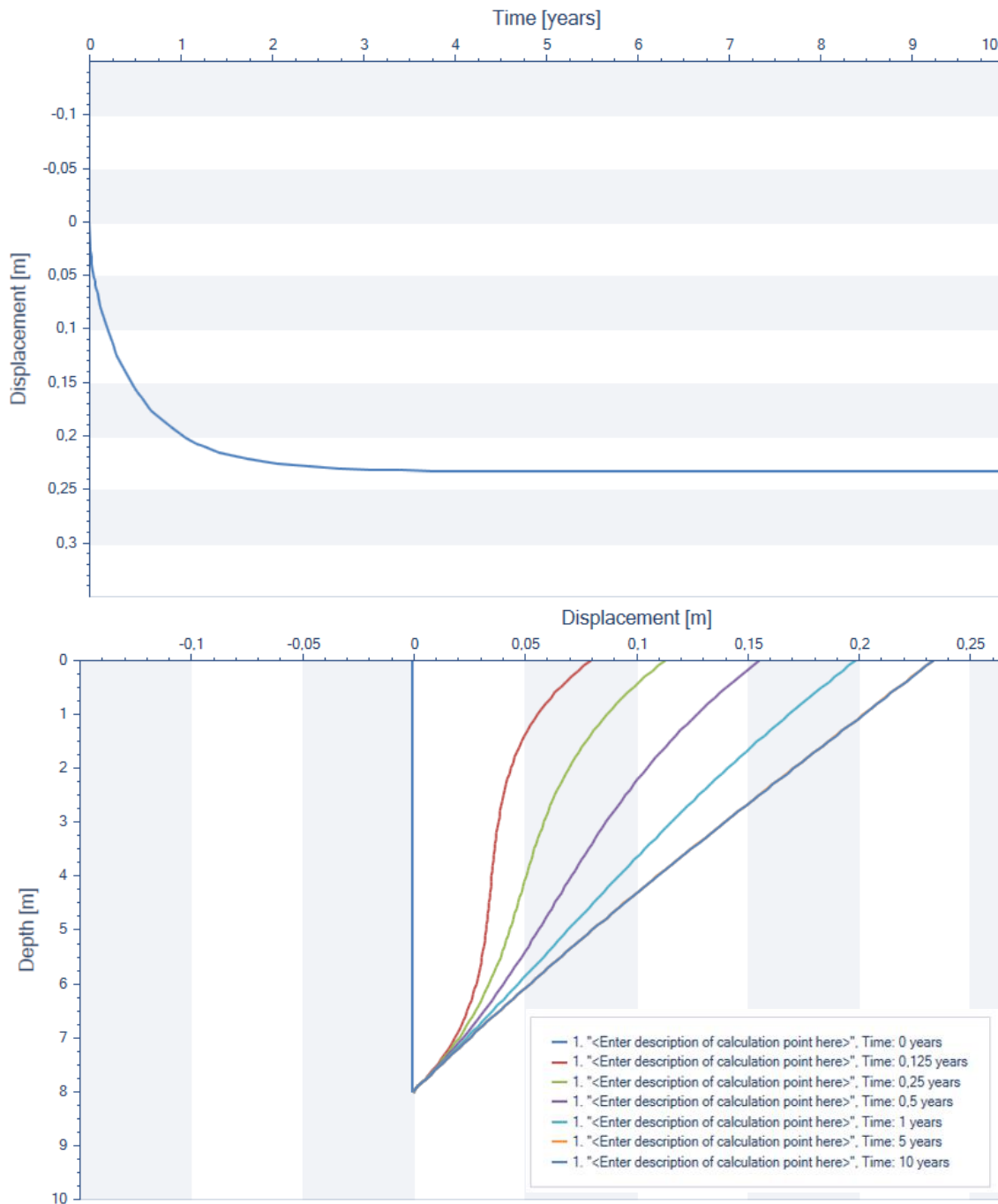
*** ca. $150 \cdot S_{uA}$

4.4.2. SETNINGSBEREGNINGER OG VURDERING

Setningsberegninger på utfyllingen er utført i programmet Geosuite Settlement. Det er utført beregninger i et dimensjonerende snitt der oppfyllingen er størst (ca. 5 m) og samtidig leiremektigheten er størst (ca. 8 m i profil 170, dvs. ved kulverten). Denne beregningen anses å være «worst case» mtp. setninger.

Utførte setningsanalyser viser en forventet setning på maksimalt ca. 20-25 cm hos utfyllingen.

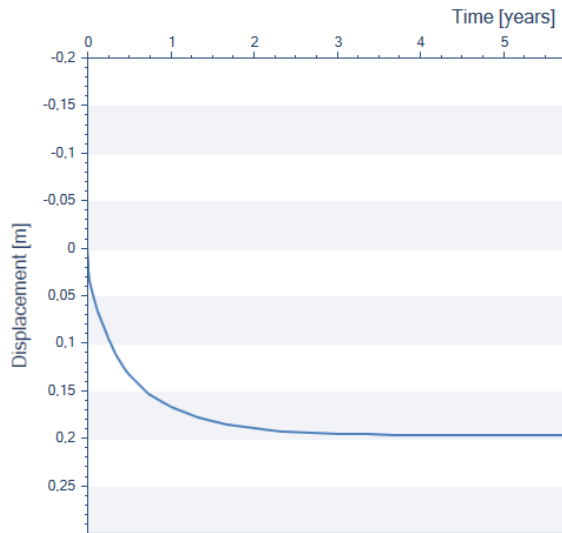
I hensyn till den relativt begrensede lermektigheten og kort dreneringsvei i leirlaget forventes tidsforløpet for setningen skje relativt raskt. Inom løpet av de første 12 månedene forventes ca. 90% av setningene ha skjedd. I Figur 10 presenteras beregnet forventet setning og dess tidsforløpet for en 5 m utfylling.



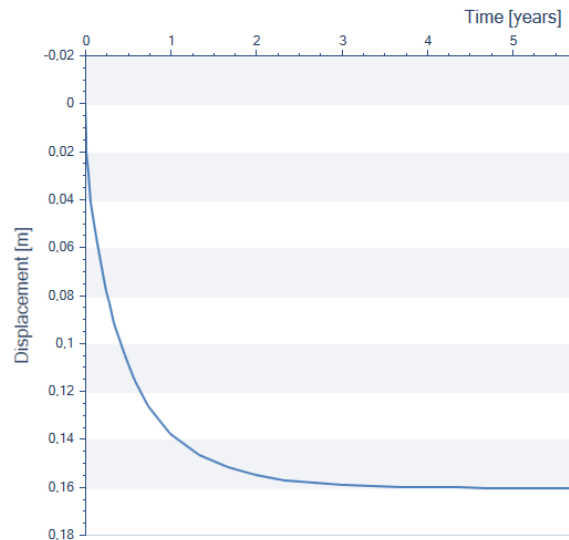
Figur 10 Tidsforløp av forventet totalsetning 5 m utfylling samt setningsbild mot dypde i leirlaget.

Setningsberegninger har også utført for en utfylling delvis oppbygd med lette masser for å redusere fyllingens belastning på undergrunnen. Oppbygging med 1 og 2 m lettklinker har blitt analysert. Effekten av dette er imidlertid svært liten. Den totala setningen minsker bare noen få centimeter, till ca. 18 cm samt 16 cm enligt

1 m lettlinker:



2 m lettlinker:



Figur 11 Setningsberegninger for 5 m utfylling med 1 og 2 m lett klinker..

I hensyn til det forventede raske tidsforløpet for setningen hos utfyllingen anses setningernes størrelse vara akseptabel og håndterbar i byggefasen. Dette da justeringer av koten på overytan kan ske inom byggetiden for ferjeleiet. Det anses dermed ikke nødvendig till utførelse av noen setningsreducerende tiltak.

5. SIKRING MOT BØLGEEROSJON

Beregninger av sikring mot bølgeerosjon er utført iht. Håndbok V221 /10/.

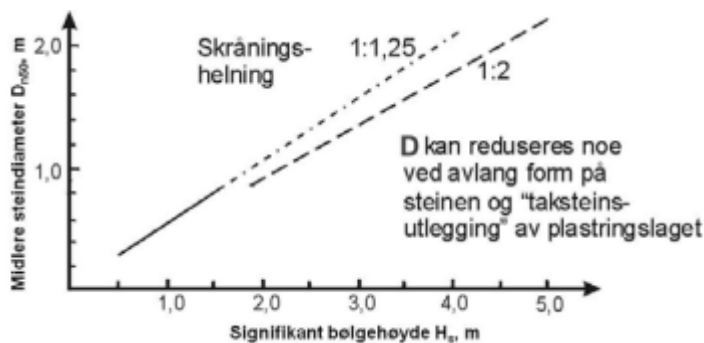
Effektiv strøklengde F er et beregnet vindfang for en bestemt vindretning, i dette tilfellet er det beregnet fra vest. På begge sider av denne settes det opp sekundære strøklinjer med innbyrdes vinkelavstand $\alpha = 6^\circ$ ut til en maksimal vinkel på 42° . Ved å måle alle strøklengdene X_i og anvende formel i /10/, kan effektiv strøklengde F beregnes. Med antatt vind fra vest er nesten alle X_i satt til null da bølgesikringen er planlagt innenskjærs og innenfor en molo.

Tabell 4: Beregning av effektiv strøklengdr og signifikant bølgehøyde.

α (°)	X_i [km]	$X_i \cdot \cos \alpha$ (km)	Effektiv strøklengde F_{eff}
42	0	0	$F_{eff} = \sum X_i * \frac{\cos \alpha}{\sum \cos \alpha} = \frac{8,02}{13,512} = \mathbf{0,59 \text{ km}}$
36	0	0	
30	0	0	
24	0	0	Dimensjonerer vindhastighet med 100 års returperiode /12/: $v = \mathbf{31,2 \text{ m/s}}$
18	0	0	
12	0	0	
6	0	0	$H_s = (0,00031 * v^2 + 0,0016 * v) \sqrt{F_{eff}}$ $= (0,00031 * 973,44 + 0,016 * 31,2) * 0,77 \approx \mathbf{0,65 \text{ m}}$
0	0	0	
6	0	0	
12	0	0	

18	0	0	Den maksimale bølgehøyden er vanligvis opptil 1,8-2 ganger signifikant bølgehøyde (H_s) /10/. Maksimale bølgehøyden = 1300 mm
24	0	0	
30	0,3	0,26	Midlere steindiameter: 600 mm Skråningshelning: 1:1,5 eller slakere. Tykkelse steinlag er $2 \cdot H_s = 1200$ mm (jf. /10/.)
36	5,01	4,05	
42	5,00	3,715	
$\Sigma \cos \alpha = 13,512$		$\Sigma = 8,02$	

Midlere steindiameter (D_{50}) for bølgeerosjonssikring skal være 600 mm. Tykkelse på dette steinlag er beregnet til 1200 mm. Skråningshelning er satt til samme som den på utfyllingen av veien (1:2). Underliggende filterlag som skal ligge mellom utfylling av veien og bølgeerosjonssikring må ha en midlere steindiameter (D_{50}) på minst 130 mm i steindiameter for at ikke veifylling skal vaskes ut mellom bølgesikringen. Tykkelse på filterlaget er satt til 200 mm.



Figur 12: Steinstørrelse for sikring mot bølgeerosjon /10/.

For bølgeerosjonssikring og filterlag skal det brukes sprengt, sortert stein. Sprengstein skal være vasket og fri for forurenset stoffer fra sprenging før utlegging.

6. RYSTELSEKRAV

I forbindelse med sprengning og andre grunnarbeider skal det fastsettes grenseverdier (toppverdier) av vibrasjoner på byggverk iht. NS 8141:2001 «Vibrasjoner og støt – Måling av svingehastighet og beregninger av veiledende grenseverdier for å unngå skade på byggverk».

Beregninger i denne rapporten gjelder bygg som er bygd etter Statens vegvesens geologi rapport (06.2018). Byggene ligger nord for ferjekaien; en nettstasjon og en batteribank (se Figur 13). For å se rystelseskrav for øvrige bygg se Geologisk rapport til reguleringsplan /8/.



Figur 13: Bilder som viser plassering av nybyggene ca. 50 m øst om ferjekaien.

Tabell 5 viser beregnet grenseverdi fastsatt etter formelen $V = V_0 \times F_g \times F_b \times F_d \times F_k$:

- F_g – Grunnforholdsfaktor som tar hensyn til grunnforholdene der byggverket står
- F_b – Byggverksfaktor som er avhengig av type og utforming av byggverk, konstruksjonsmateriale og fundamenteringsmåte
- F_d – Avstandsfaktor som tar hensyn til avstanden mellom vibrasjonskilden og målepunktet
- F_k – kildefaktor som tar hensyn til egenskaper ved vibrasjonskilden.

Tabell 5: Grenseverdi for rystelser.

Ukorrigert toppverdi	V_0				20,00
Grunnforhold	F_g	Hovedgruppe Løsmasser	Grunnforhold Fast lagret morene, fylling med komprimert sprengstein		1,80
	Byggverksfaktor	Type Byggverk			
F_b		kb_Type_byggverk	Industri- og kontorbygg		1,20
Fundamenteringsmåte					
F_b		Kf_Fundamenteringsfaktor	Plate		0,80
Hovedmateriale					
F_b	km_Hovedmaterialer	Uarmert beløng, tegl, betonghullstein, murverk, lettklinkerbetong og lignende			1,00
Avstand	Vibrasjonskilde		Grunnforhold	Avstand (m)	
	F_d	Sprengning og pigging Vibrasjonskilde	Løsmasser	5-200 m	0,64
Kildefaktor	Vibrasjonskilde				
	F_k	Sprengning / Peling og spunting med fallodd / Riving / Anleggstrafikk			1
Resultat	Grenseverdi for vibrasjoner				22 mm/s

Grenseverdi for vibrasjoner på nettstasjonen og batteribanken i forbindelse med sprengningsarbeid er beregnet til **22 mm/s**. Rystelseskravene er foreløpige og er beregnet ut ifra antatt fundamentering, byggemateriale og at bygningene ikke er spesielt følsomme. Det må gjennomføres bygningsbesiktigelse for å sjekke byggemateriale, fundamenteringsforhold og skadeomfang på bygninger før sprengningsarbeid starter.

7. REFERANSER

- /1/ WSP Norge AS. Datarapport geoteknisk grunnundersøkelse - Fv17 Holm Ferjeleie. 25.05.2022
- /2/ Kartverket, 2022. Høydedata (<https://hoydedata.no/LaserInnsyn/>). Lastet ned: mars 2022
- /3/ Kartverket, 2022. NVE Atlas (<http://atlas.nve.no>). Lastet ned: mars 2022
- /4/ NGU, 2022. Løsmasser (<http://geo.ngu.no/kart/losmasse/>). Lastet ned: mars 2022
- /5/ NGU, 2022. Berggrunn (<http://geo.ngu.no/kart/berggrunn/>). Lastet ned: mars 2022
- /6/ NGU, 2022. Granada – Nasjonal grunnvannsdatabase ([http://geo.ngu.no/kart/granada mobil/](http://geo.ngu.no/kart/granada_mobil/)). Lastet ned: mars 2022.
- /7/ Statens vegvesen. *Geoteknikk – Detaljregulering for fv.17 Holm ferjeleie*. 50932-GEOT-01. 13-06-2018.
- /8/ Statens vegvesen. *Geologi – Fv. 17 Holm ferjeleie, Geologisk rapport til reguleringsplan*. 50984-GEOL-01. 19-06-2018.
- /9/ Statensvegvesen. *Håndbok V220– Geoteknikk i vegbygging*, juni 2014.
- /10/Statensvegvesen. *Håndbok V221 – Grunnforsterkning, fyllinger og skråninger*, juni 2014.
- /11/Statens vegvesen 2018. *Håndbok N200 – Vegbygging*.
- /12/NS-EN 1991-1-4:2005+NA:2009. Eurokode 1: Laster på konstruksjoner. Del 1-4: Allmenne laster, Vindlaster.

2022-05-25

X

Utarbeidet av

Signerat av: SEOS24718

X

Utarbeidet av

X

Fagansvarlig Geoteknikk

X

Fagansvarlig Geologi



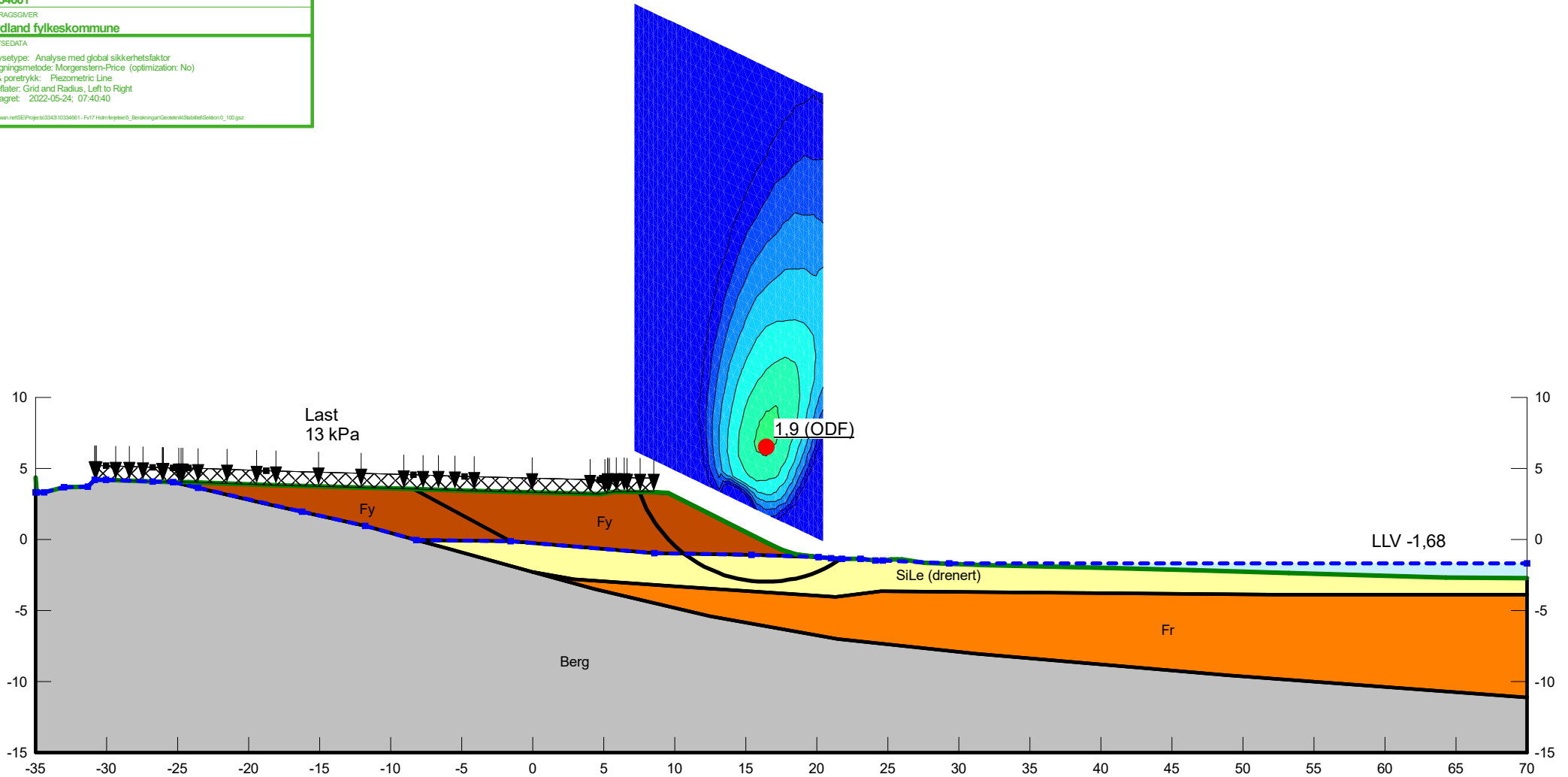
VEDLEGG A

Stabilitetsberegninger (profil 100, 130, 160)

OBJEKT	Fv17 Holm ferjeleie
FASE	Detaljprosjektering
SNITT	Seksjon 0/100
ANALYSE	1. Drenert analyse
BESKRIVELSE	Stabilitet
OPPDRAG	Fv17 Holm ferjeleie-oppstillingsplass
OPPDRAGSNUMMER	10334661
OPPDRAGSGIVER	Nordland fylkeskommune
ANALYSEDATA	Analysetype: Analyse med global sikkerhetsfaktor Beregningsmetode: Morgenstern-Price (optimization: No) GV & poretrykk: Piezometric Line Glideflater: Grid and Radius, Left to Right Sist lagret: 2022-05-24; 07:40:40

Color	Name	Model	Unit Weight (kN/m ³)	Cohesion' (kPa)	Phi' (°)	Constant Unit Wt. Above Water Table (kN/m ³)
Grey	Berg	Bedrock (Impenetrable)				
Orange	Fr	Mohr-Coulomb	20	0	36	19
Brown	Fy	Mohr-Coulomb	21	1	42	19
Yellow	SiLe (drenert)	Mohr-Coulomb	20,5	5	26	19

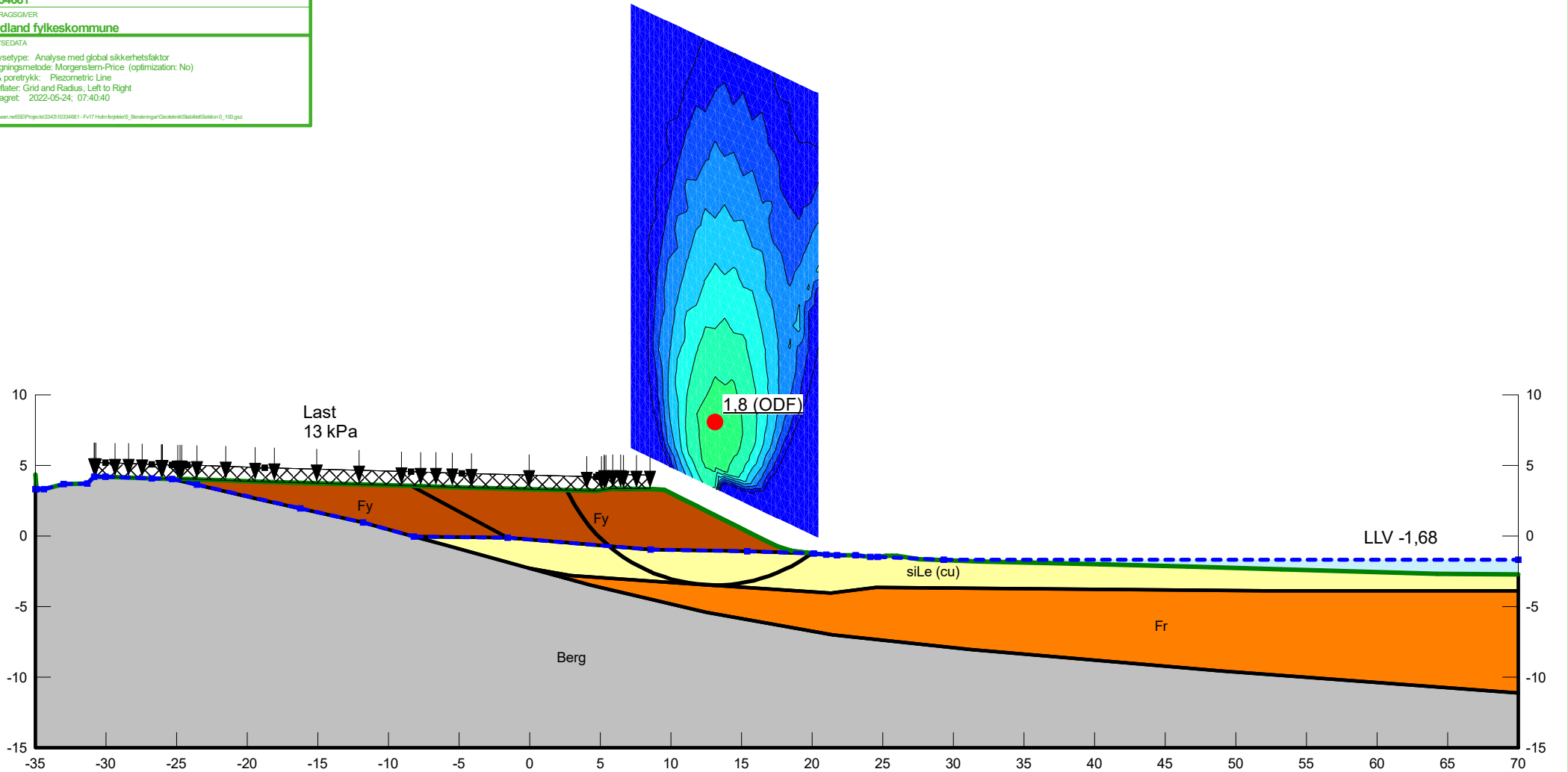
VEDLEGG
MALESTOKK
1:400
Analyse med global sikkerhetsfaktor
Påvirkning
Permanent: 1
Variabel: 1
Partialfaktorer for jordparametere
Friksjonsvinkel (fi'): 1
Effektiv kohesjon (c'): 1
Udrenert skjærfasthet (cu): 1



OBJEKT	Fv17 Holm ferjeleie
FASE	Detaljprosjektering
SNITT	Seksjon 0/100
ANALYSE	1. Udrenert analyse
BESKRIVELSE	Stabilitet
OPDRAG	Fv17 Holm ferjeleie-oppstillingsplass
OPDRAGSNUMMER	10334661
OPDRAGSGIVER	Nordland fylkeskommune
ANALYSEDATA	Analysetype: Analyse med global sikkerhetsfaktor Beregningsmetode: Morgenstern-Price (optimization: No) GV & poretrykk: Piezometric Line Glideflater: Grid and Radius, Left to Right Sist lagret: 2022-05-24; 07:40:40

Color	Name	Model	Unit Weight (kN/m ³)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m ²)/m)	C-Maximum (kPa)	Anisotropic Strength Fn	Cohesion' (kPa)	Phi' (°)	Constant Unit Wt. Above Water Table (kN/m ³)
Grey	Berg	Bedrock (Impenetrable)								
Orange	Fr	Mohr-Coulomb	20					0	36	19
Brown	Fy	Mohr-Coulomb	21					1	42	19
Yellow	siLe (cu)	S=f(depth)	20,5	40	2	0	ADP (Left to right)			

VEDLEGG
MALESTOKK
1:400
Analyse med global sikkerhetsfaktor
Påvirkning
Permanent: 1
Variabel: 1
Partialfaktorer for jordparametere
Friksjonsvinkel (fi'): 1
Effektiv kohesjon (c'): 1
Udrenert skjærfasthet (cu): 1



OBJEKT
Fv17 Holm ferjeleie

FASE
Detaljprosjektering

SNITT
Seksjon 0/100

ANALYSE
2. Drenert analyse

BESKRIVELSE
Stabilitet

OPPDRAG
Fv17 Holm ferjeleie-oppstillingsplass

OPPDRAGSNUMMER
10334661

OPPDRAGSØVER
Nordland fylkeskommune

ANALYSEDATA
Analysetype: Analyse med global sikkerhetsfaktor
Beregningsmetode: Morgenstern-Price (optimization: No)
GV & poretrykk: Piezometric Line
Glideflater: Grid and Radius, Left to Right
Sist lagret: 2022-05-24; 07:40:40

\\corp.pbwan.net\SE\Projects\10334661 - Fv17 Holm ferjeleie\6_Berøringar\Octave\k\Stabilitet\Seksjon 0_100.gzd

Color	Name	Model	Unit Weight (kN/m ³)	Cohesion* (kPa)	Phi* (°)	Constant Unit Wt. Above Water Table (kN/m ³)
Grey	Berg	Bedrock (Impenetrable)				
Brown	Fy	Mohr-Coulomb	21	1	42	19
Yellow	SiLe (drenert)	Mohr-Coulomb	20,5	5	26	19

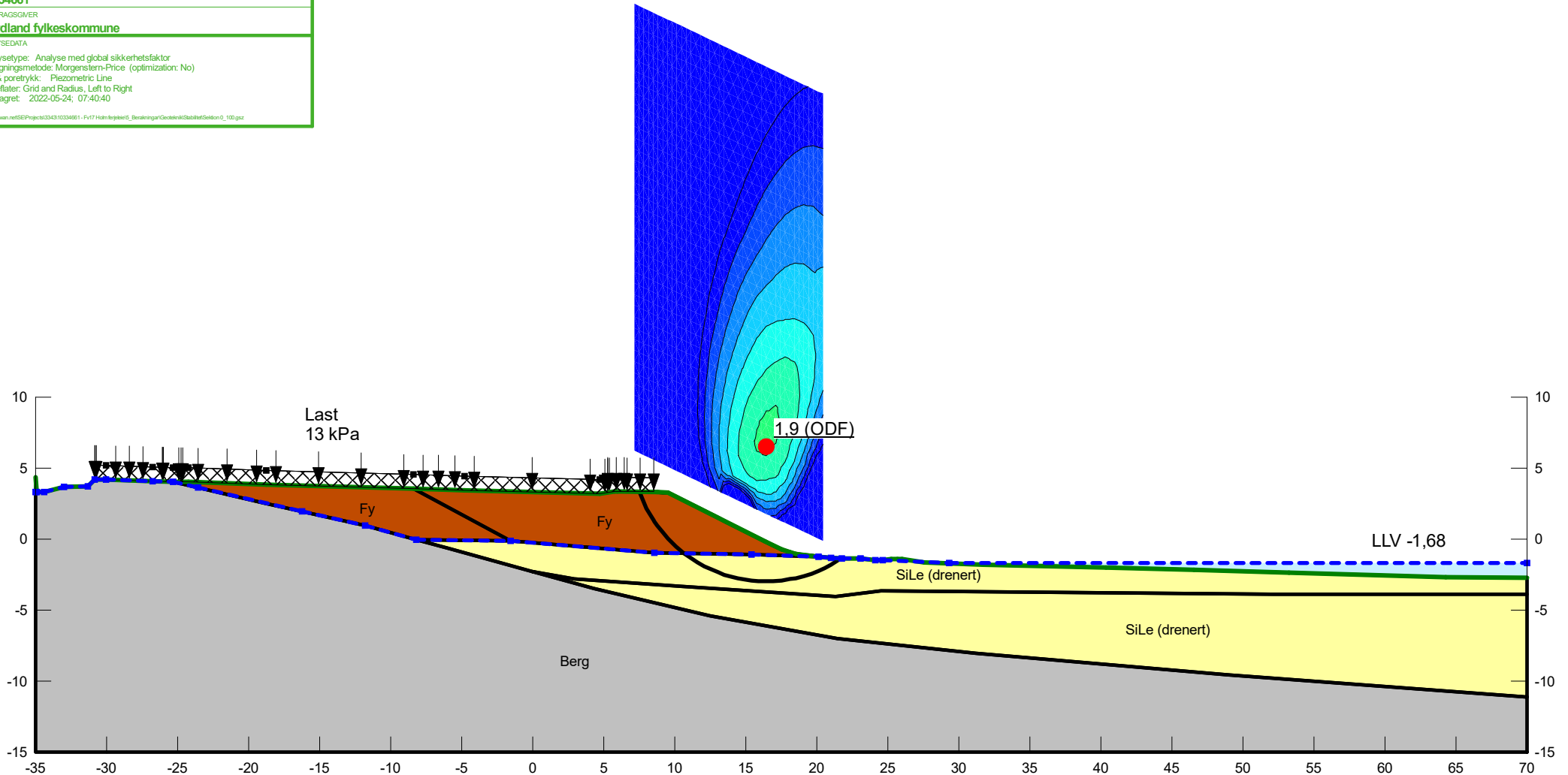
VEDLEGG

MALESTOKK
1:400

Analyse med global sikkerhetsfaktor

Påvirkning
Permanent: 1
Variabel: 1

Partialfaktorer for jordparametere
Friksjonsvinkel (fi): 1
Effektiv kohesjon (c'): 1
Udrenert skjærfasthet (cu): 1



OBJEKT
Fv17 Holm ferjeleie

FASE
Detaljprosjektering

SNITT
Seksjon 0/100

ANALYSE
2. Udrenert analyse

BESKRIVELSE
Stabilitet

OPDRAG
Fv17 Holm ferjeleie-oppstillingsplass

OPDRAGSNUMMER
10334661

OPDRAGSGIVER
Nordland fylkeskommune

ANALYSEDATA
 Analysetype: Analyse med global sikkerhetsfaktor
 Beregningsmetode: Morgenstern-Price (optimization: No)
 GV & poretrykk: Piezometric Line
 Glideflater: Grid and Radius, Left to Right
 Sist lagret: 2022-05-24; 07:40:40

\\corp.pbwan.net\SE\Proj\10334661 - Fv17 Holm ferjeleie\6_Beratingar\Octave\k\Stabilitet\Seksjon_0_100.gzd

Color	Name	Model	Unit Weight (kN/m³)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C-Maximum (kPa)	Anisotropic Strength Fn	Cohesion' (kPa)	Phi' (°)	Constant Unit Wt. Above Water Table (kN/m³)
Grey	Berg	Bedrock (Impenetrable)								
Brown	Fy	Mohr-Coulomb	21					1	42	19
Yellow	siLe (cu)	S=f(depth)	20,5	40	2	0	ADP (Left to right)			

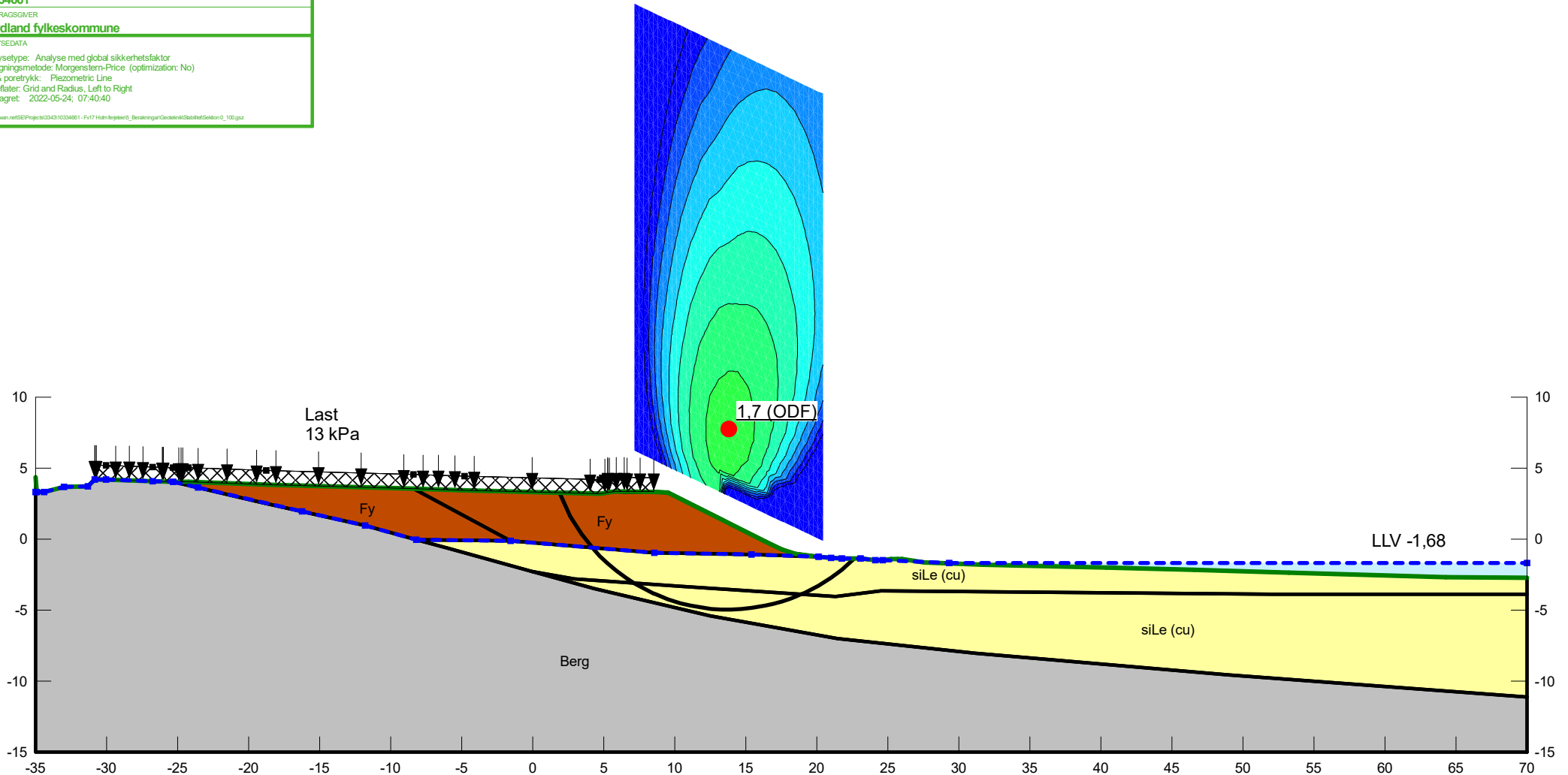
VEDLEGG

MALESTOKK
1:400

Analyse med global sikkerhetsfaktor

Påvirkning
 Permanent: 1
 Variabel: 1

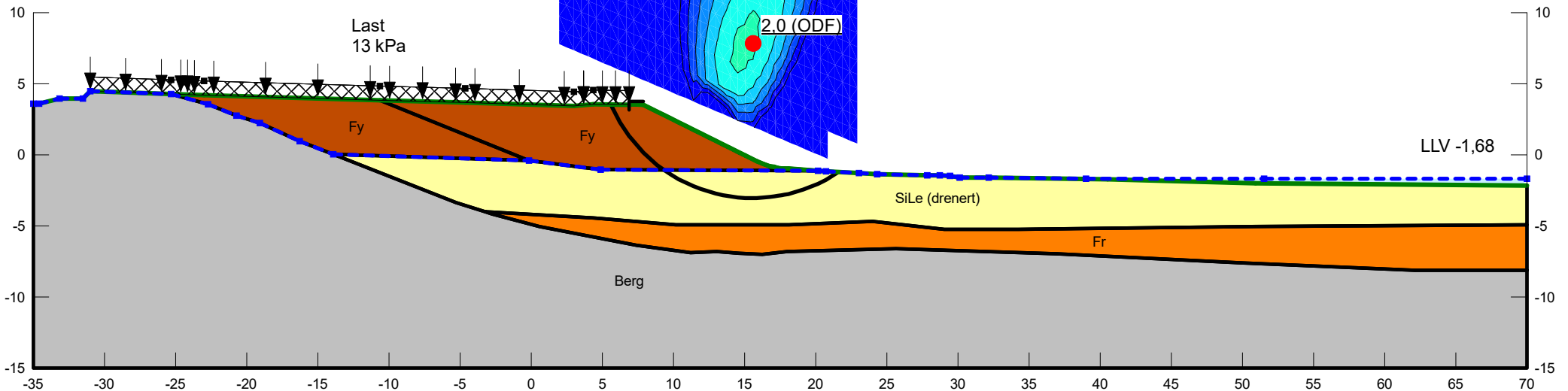
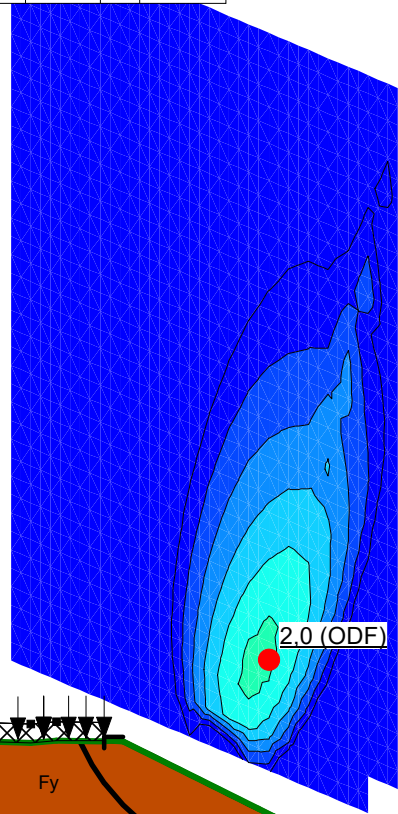
Partialfaktorer for jordparametere
 Friksjonsvinkel (fi'): 1
 Effektiv kohesjon (c'): 1
 Udrenert skjærfasthet (cu): 1



OBJEKT	Fv17 Holm ferjeleie
FASE	Detaljprosjektering
SNITT	Seksjon 0/130
ANALYSE	1. Drenert analyse
BESKRIVELSE	Stabilitet
OPPDRAG	Fv17 Holm ferjeleie-oppstillingsplass
OPPDRAGSNUMMER	10334661
OPPDRAGSØVER	Nordland fylkeskommune
ANALYSEDATA	Analysetype: Analyse med global sikkerhetsfaktor Beregningsmetode: Morgenstern-Price (optimization: No) GV & poretrykk: Piezometric Line Glideflater: Grid and Radius, Left to Right Sist lagret: 2022-05-24; 07:43:55

Color	Name	Model	Unit Weight (kN/m ³)	Cohesion' (kPa)	Phi' (°)	Constant Unit Wt. Above Water Table (kN/m ³)
Grey	Berg	Bedrock (Impenetrable)				
Orange	Fr	Mohr-Coulomb	20	0	36	19
Brown	Fy	Mohr-Coulomb	21	1	42	19
Yellow	SiLe (drenert)	Mohr-Coulomb	20,5	5	26	19

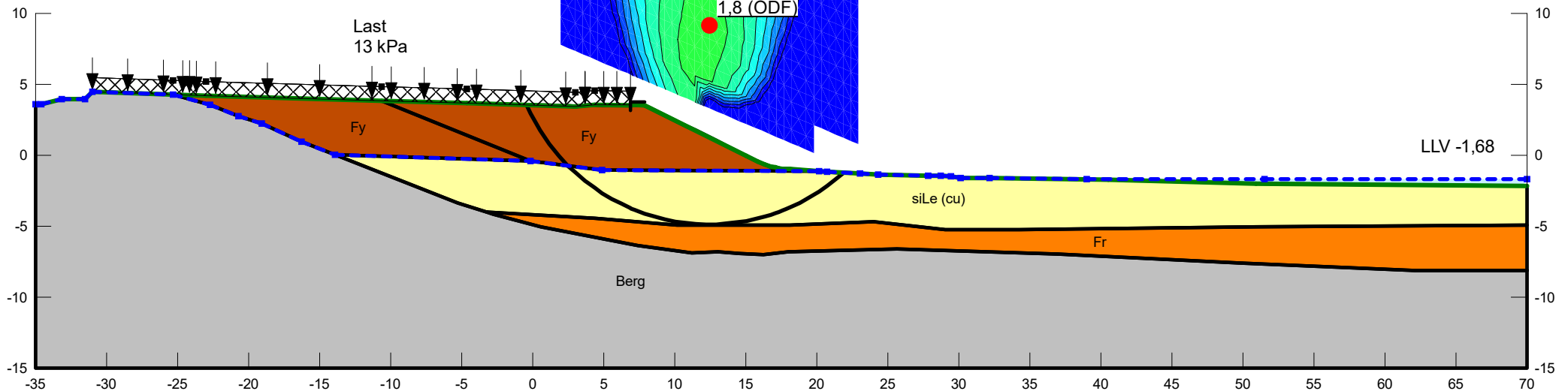
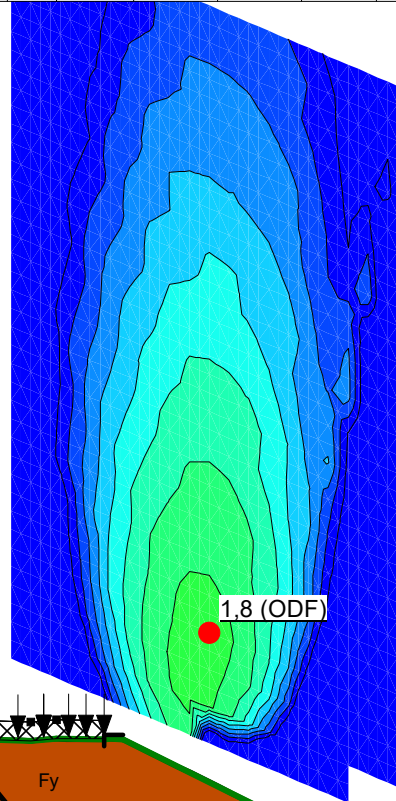
VEDELEGG	
MALESTOKK	1:400
Analyse med global sikkerhetsfaktor	
Påvirkning	
Permanent:	1
Variabel:	1
Partialfaktorer for jordparametere	
Friksjonsvinkel (fi):	1
Effektiv kohesjon (c'):	1
Udrenert skjærfasthet (cu):	1



OBJEKT	Fv17 Holm ferjeleie
FASE	Detaljprosjektering
SNITT	Seksjon 0/130
ANALYSE	1. Udrenert analyse
BESKRIVELSE	Stabilitet
OPDRAG	Fv17 Holm ferjeleie-oppstillingsplass
OPDRAGSNUMMER	10334661
OPDRAGSGIVER	Nordland fylkeskommune
ANALYSEDATA	Analysetype: Analyse med global sikkerhetsfaktor Beregningsmetode: Morgenstern-Price (optimization: No) GV & poretrykk: Piezometric Line Glideflater: Grid and Radius, Left to Right Sist lagret: 2022-05-24; 07:43:55

Color	Name	Model	Unit Weight (kN/m ³)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m ²)/m)	C-Maximum (kPa)	Anisotropic Strength Fn	Cohesion' (kPa)	Phi' (°)	Constant Unit Wt. Above Water Table (kN/m ³)
Grey	Berg	Bedrock (Impenetrable)								
Orange	Fr	Mohr-Coulomb	20					0	36	19
Brown	Fy	Mohr-Coulomb	21					1	42	19
Yellow	siLe (cu)	S=f(depth)	20,5	40	2	0	ADP (Left to right)			

VEDLEGG
MALESTOKK
1:400
Analyse med global sikkerhetsfaktor
Påvirkning
Permanent: 1
Variabel: 1
Partialfaktorer for jordparametere
Friksjonsvinkel (fi'): 1
Effektiv kohesjon (c'): 1
Udrenert skjærfasthet (cu): 1



OBJEKT
Fv17 Holm ferjeleie

FASE
Detaljprosjektering

SNITT
Seksjon 0/130

ANALYSE
2. Drenert analyse

BESKRIVELSE
Stabilitet

OPPDRAG
Fv17 Holm ferjeleie-oppstillingsplass

OPPDRAGSNUMMER
10334661

OPPDRAGSØVER
Nordland fylkeskommune

ANALYSEDATA
Analysetype: Analyse med global sikkerhetsfaktor
Beregningsmetode: Morgenstern-Price (optimization: No)
GV & poretrykk: Piezometric Line
Glideflater: Grid and Radius, Left to Right
Sist lagret: 2022-05-24; 07:43:55

\\corp.pbwan.net\SE\Proj\10334661 - Fv17 Holm ferjeleie\6_Berøringar\Octave\k\Stabilitet\Seksjon 0_130.gzd

Color	Name	Model	Unit Weight (kN/m ³)	Cohesion* (kPa)	Phi* (°)	Constant Unit Wt. Above Water Table (kN/m ³)
Grey	Berg	Bedrock (Impenetrable)				
Brown	Fy	Mohr-Coulomb	21	1	42	19
Yellow	SiLe (drenert)	Mohr-Coulomb	20,5	5	26	19

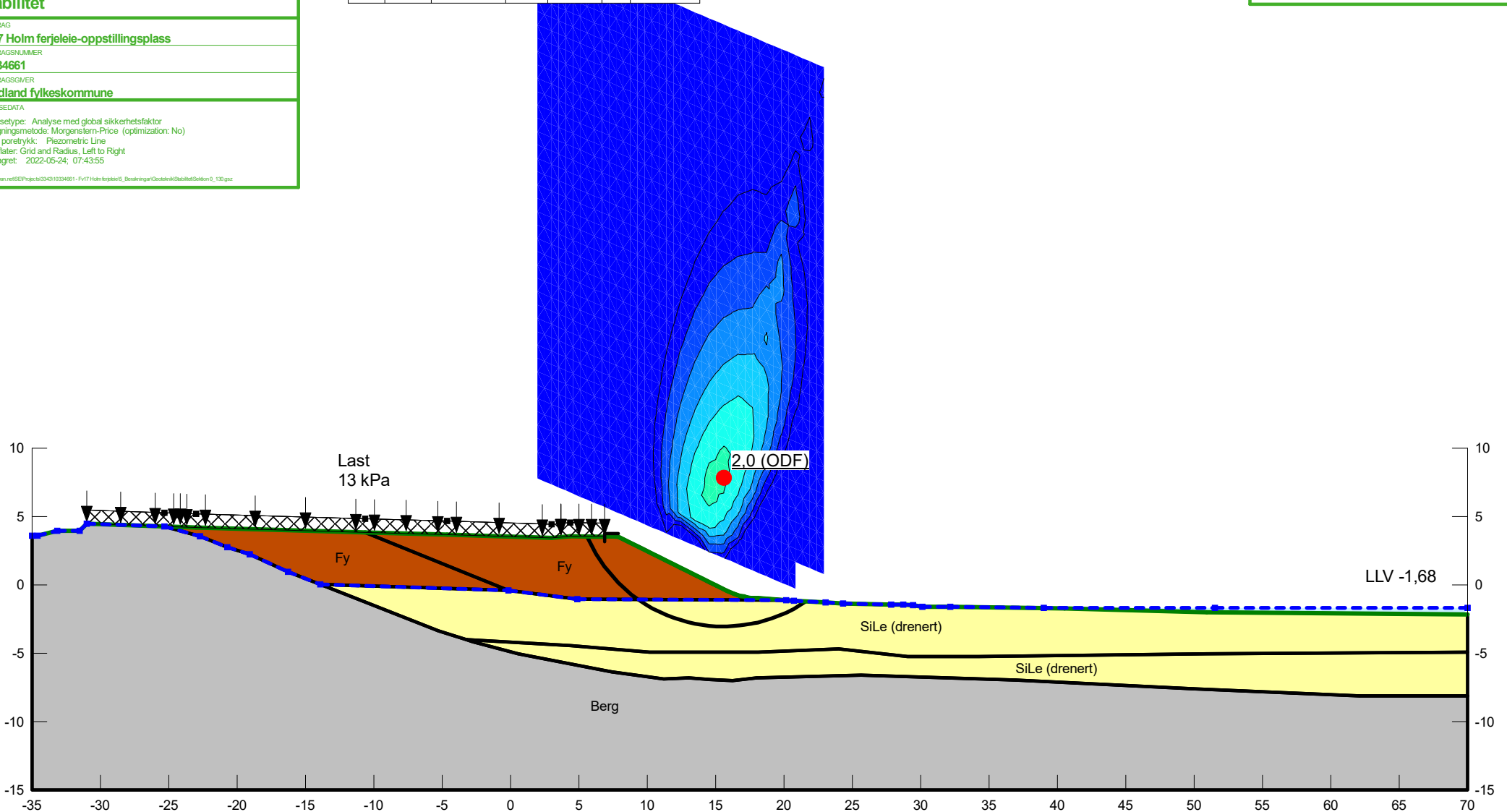
VEDLEGG

MALESTOKK
1:400

Analyse med global sikkerhetsfaktor

Påvirkning
Permanent: 1
Variabel: 1

Partialfaktorer for jordparametere
Friksjonsvinkel (fi): 1
Effektiv kohesjon (c'): 1
Udrenert skjærfasthet (cu): 1



OBJEKT
Fv17 Holm ferjeleie

FASE
Detaljprosjektering

SNITT
Seksjon 0/130

ANALYSE
2. Udrenert analyse

BESKRIVELSE
Stabilitet

OPDRAG
Fv17 Holm ferjeleie-oppstillingsplass

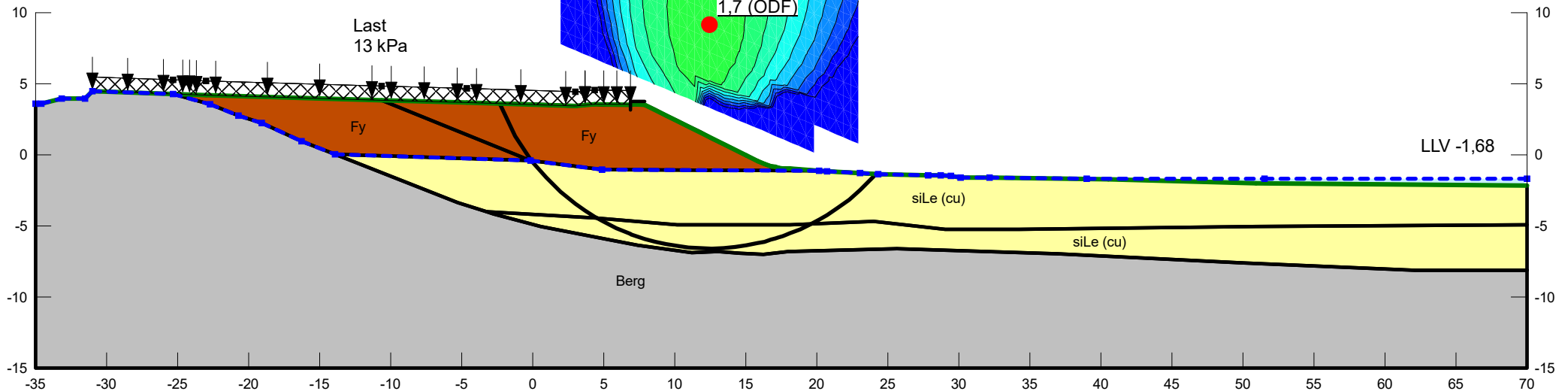
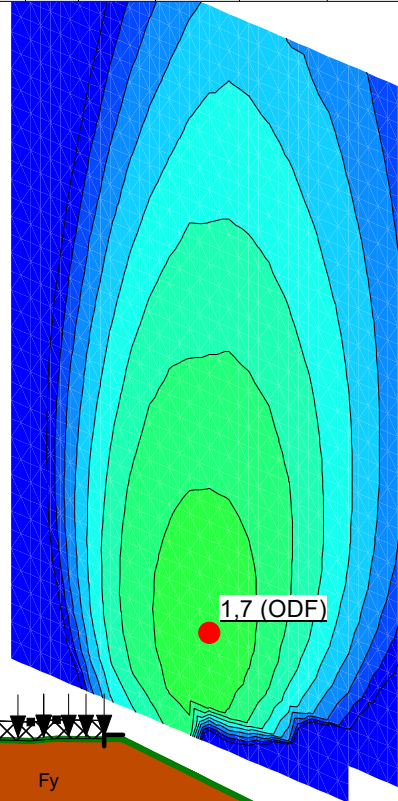
OPDRAGSNUMMER
10334661

OPDRAGSGIVER
Nordland fylkeskommune

ANALYSEDATA
Analysetype: Analyse med global sikkerhetsfaktor
Beregningsmetode: Morgenstern-Price (optimization: No)
GV & poretrykk: Piezometric Line
Glideflater: Grid and Radius, Left to Right
Sist lagret: 2022-05-24; 07:43:55

\\corp.pbwan.net\SE\Proj\10334661 - Fv17 Holm ferjeleie\6_Beraininger\Octave\k\Stabilitet\Seksjon_0_130.gzd

Color	Name	Model	Unit Weight (kN/m ³)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m ²)/m)	C-Maximum (kPa)	Anisotropic Strength Fn	Cohesion' (kPa)	Phi' (°)	Constant Unit Wt. Above Water Table (kN/m ³)
Grey	Berg	Bedrock (Impenetrable)								
Brown	Fy	Mohr-Coulomb	21					1	42	19
Yellow	siLe (cu)	S=f(depth)	20,5	40	2	0	ADP (Left to right)			



VEDLEGG

MALESTOKK
1:400

Analyse med global sikkerhetsfaktor

Påvirkning
Permanent: 1
Variabel: 1

Partialfaktorer for jordparametere
Friksjonsvinkel (fi'): 1
Effektiv kohesjon (c'): 1
Udrenert skjærfasthet (cu): 1

OBJEKT
Fv17 Holm ferjeleie

FASE
Detaljprosjektering

SNITT
Seksjon 0/160

ANALYSE
1. Drenert analyse

BESKRIVELSE
Stabilitet uten trykkbank

OPPDRAG
Fv17 Holm ferjeleie-oppstillingsplass

OPPDRAGSNUMMER
10334661

OPPDRAGSØVER
Nordland fylkeskommune

ANALYSEDATA
 Analysetype: Analyse med global sikkerhetsfaktor
 Beregningsmetode: Morgenstern-Price (optimization: No)
 GV & poretrykk: Piezometric Line
 Glideflater: Grid and Radius, Left to Right
 Sist lagret: 2022-05-24; 11:37:33

\\corp.pbwan.net\SE\Prosjekt\10334661 - Fv17 Holm ferjeleie\6_Berøringar\Octave\Stabilitet\Seksjon 0_160 uten forstyring.gxd

Color	Name	Model	Unit Weight (kN/m ³)	Cohesion' (kPa)	Phi' (°)	Constant Unit Wt. Above Water Table (kN/m ³)
Grey	Berg	Bedrock (Impenetrable)				
Orange	Fr	Mohr-Coulomb	20	0	36	19
Brown	Fy	Mohr-Coulomb	21	1	42	19
Yellow	SiLe (drenert)	Mohr-Coulomb	20,5	5	26	19

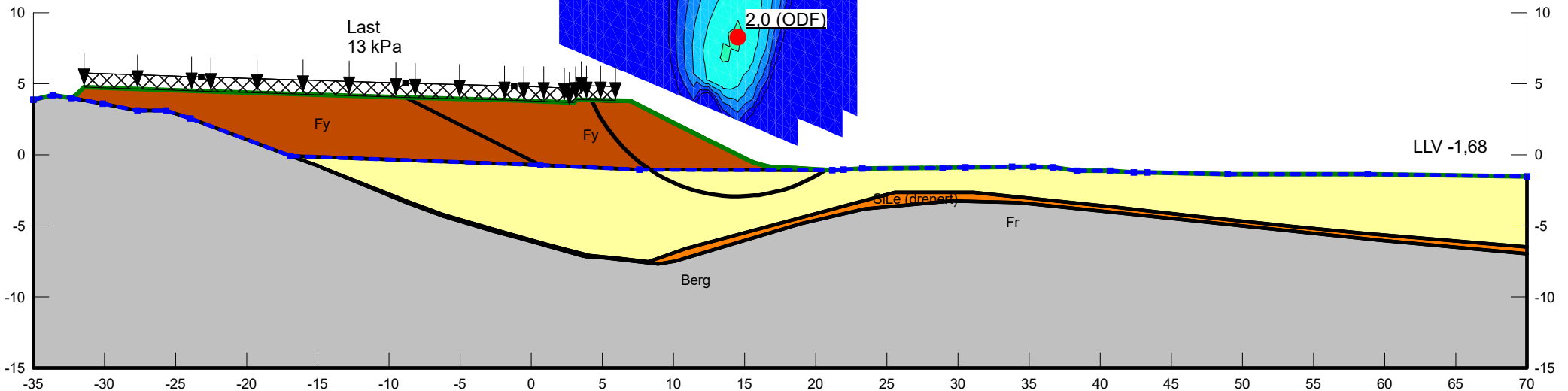
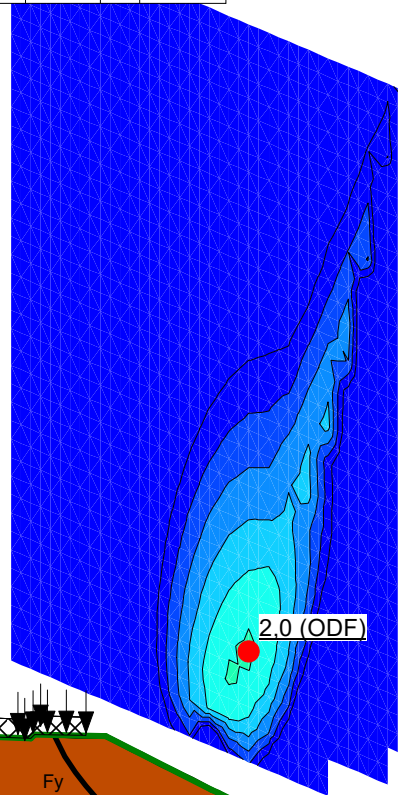
VEDELEGG

MALESTOKK
1:400

Analyse med global sikkerhetsfaktor

Påvirkning
Permanent: 1
Variabel: 1

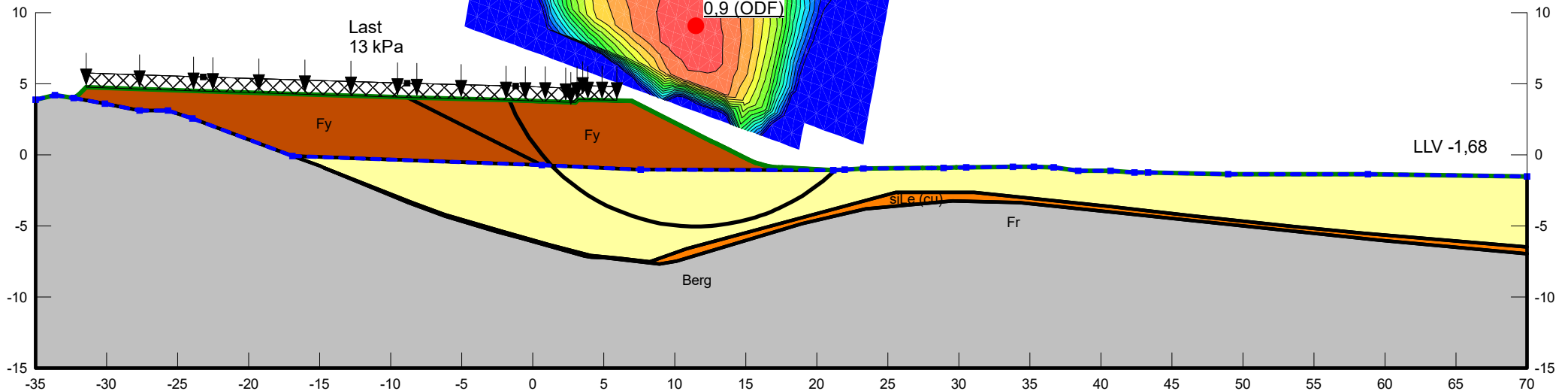
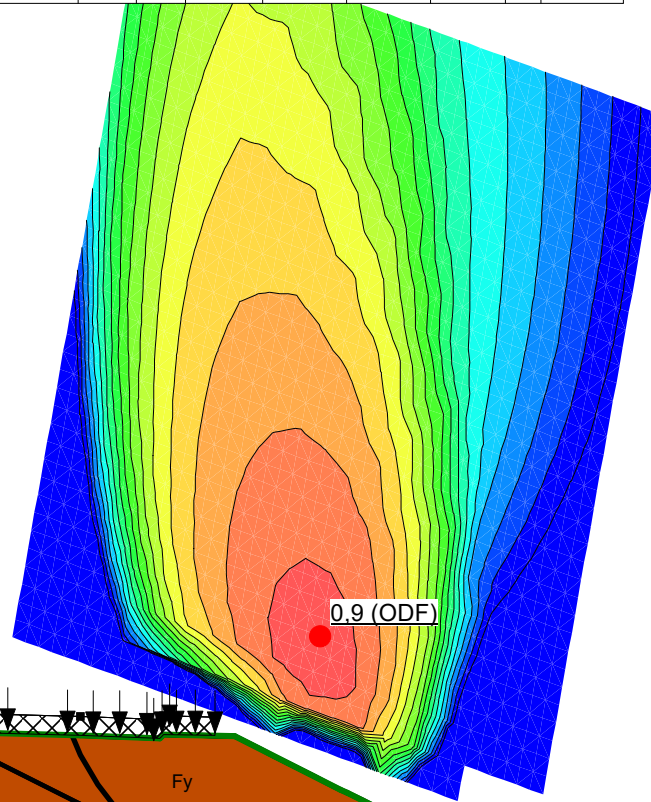
Partialfaktorer for jordparametere
Friksjonsvinkel (fi'): 1
Effektiv kohesjon (c'): 1
Udrenert skjærfasthet (cu): 1



OBJEKT	Fv17 Holm ferjeleie
FASE	Detaljprosjektering
SNITT	Seksjon 0/160
ANALYSE	1. Udrenert analyse
BESKRIVELSE	Stabilitet uten trykkbank
OPPDRAG	Fv17 Holm ferjeleie-oppstillingsplass
OPPDRAGSNUMMER	10334661
OPPDRAGSØVER	Nordland fylkeskommune
ANALYSEDATA	Analysetype: Analyse med global sikkerhetsfaktor Beregningsmetode: Morgenstern-Price (optimization: No) GV & poretrykk: Piezometric Line Glideflater: Grid and Radius, Left to Right Sist lagret: 2022-05-24; 11:37:33

Color	Name	Model	Unit Weight (kN/m³)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m³)/m)	C-Maximum (kPa)	Anisotropic Strength Fn	Cohesion' (kPa)	Phi' (°)	Constant Unit Wt. Above Water Table (kN/m³)
Grey	Berg	Bedrock (Impenetrable)								
Orange	Fr	Mohr-Coulomb	20					0	36	19
Brown	Fy	Mohr-Coulomb	21					1	42	19
Yellow	siLe (cu)	S=f(depth)	20,5	15	3	0	ADP (Left to right)			

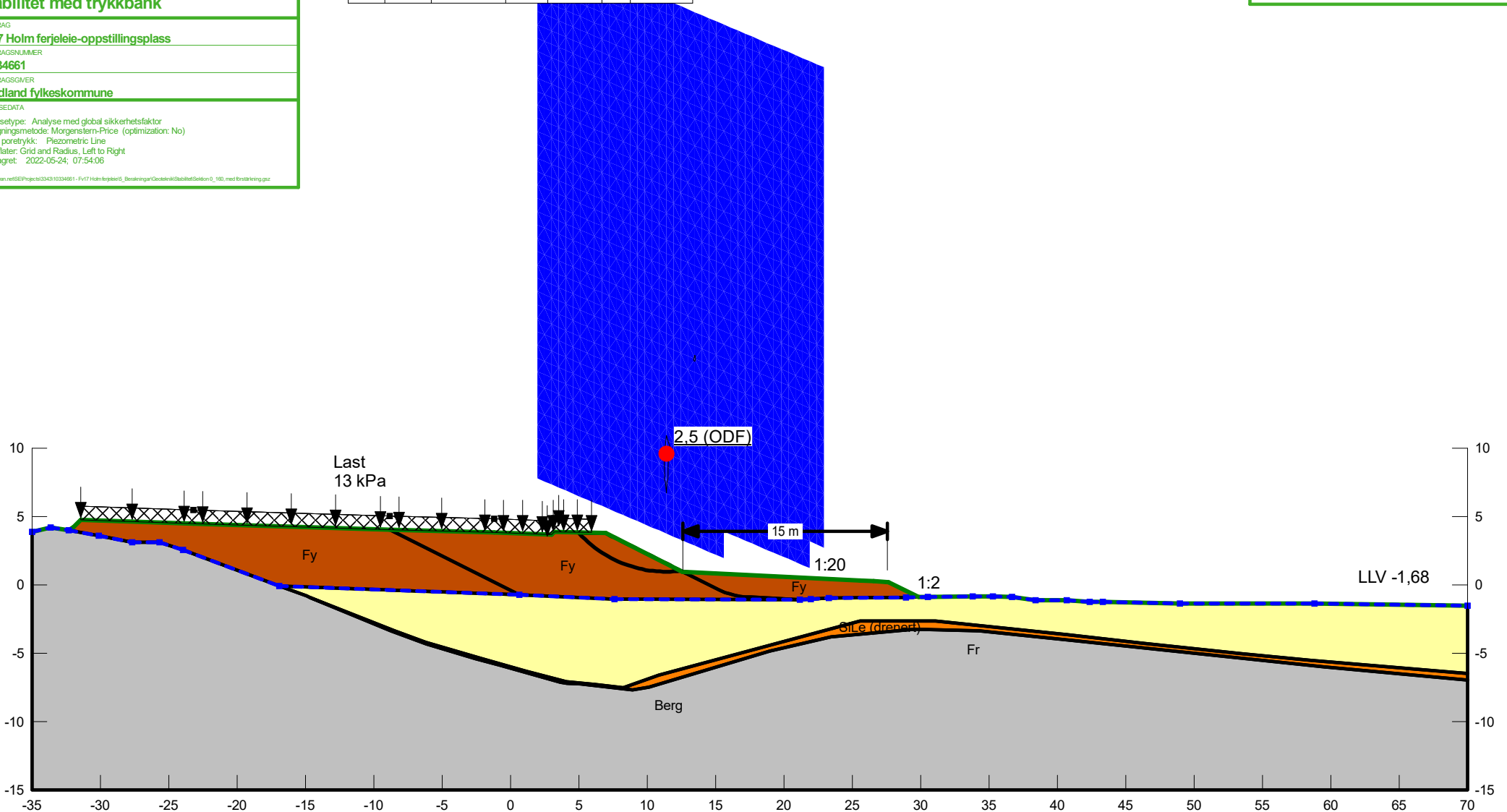
VEDLEGG
MALESTOKK
1:400
Analyse med global sikkerhetsfaktor
Påvirkning
Permanent: 1
Variabel: 1
Partialfaktorer for jordparametere
Friksjonsvinkel (fi'): 1
Effektiv kohesjon (c'): 1
Udrenert skjærfasthet (cu): 1



OBJEKT	Fv17 Holm ferjeleie
FASE	Detaljprosjektering
SNITT	Seksjon 0/160
ANALYSE	2. Drenert analyse
BESKRIVELSE	Stabilitet med trykkbank
OPPDRAG	Fv17 Holm ferjeleie-oppstillingsplass
OPPDRAGSNUMMER	10334661
OPPDRAGSØVER	Nordland fylkeskommune
ANALYSEDATA	Analysetype: Analyse med global sikkerhetsfaktor Beregningsmetode: Morgenstern-Price (optimization: No) GV & poretrykk: Piezometric Line Glideflater: Grid and Radius, Left to Right Sist lagret: 2022-05-24; 07:54:06 <small>\\corp.pbw.nor.sep\proj\10334661 - Fv17 Holm ferjeleie\6_beregning\Octave\k\Stabilit\Seksjon_0_160_med_frastrking.gzd</small>

Color	Name	Model	Unit Weight (kN/m³)	Cohesion' (kPa)	Phi' (°)	Constant Unit Wt. Above Water Table (kN/m³)
Grey	Berg	Bedrock (Impenetrable)				
Orange	Fr	Mohr-Coulomb	20	0	36	19
Brown	Fy	Mohr-Coulomb	21	1	42	19
Yellow	SiLe (drenert)	Mohr-Coulomb	20,5	5	26	19

VEDLEGG
MALESTOKK
1:400
Analyse med global sikkerhetsfaktor
Påvirkning
Permanent: 1
Variabel: 1
Partialfaktorer for jordparametere
Friksjonsvinkel (fi'): 1
Effektiv kohesjon (c'): 1
Udrenert skjærfasthet (cu): 1



OBJEKT	Fv17 Holm ferjeleie
FASE	Detaljprosjektering
SNITT	Seksjon 0/160
ANALYSE	2. Udrenert analyse
BESKRIVELSE	Stabilitet med trykkbank
OPPRAG	Fv17 Holm ferjeleie-oppstillingsplass
OPPRAGSNUMMER	10334661
OPPRAGSGIVER	Nordland fylkeskommune
ANALYSEDATA	Analysetype: Analyse med global sikkerhetsfaktor Beregningsmetode: Morgenstern-Price (optimization: No) GV & poretrykk: Piezometric Line Glideflater: Grid and Radius, Left to Right Sist lagret: 2022-05-24; 07:54:06

Color	Name	Model	Unit Weight (kN/m ³)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m ³)/m)	C-Maximum (kPa)	Anisotropic Strength Fn	Cohesion' (kPa)	Phi' (°)	Constant Unit Wt. Above Water Table (kN/m ³)
Grey	Berg	Bedrock (Impenetrable)								
Orange	Fr	Mohr-Coulomb	20					0	36	19
Brown	Fy	Mohr-Coulomb	21					1	42	19
Yellow	siLe (cu)	S=f(depth)	20,5	15	3	0	ADP (Left to right)			

VEDLEGG
MALESTOKK
1:400
Analyse med global sikkerhetsfaktor
Påvirkning
Permanent: 1
Variabel: 1
Partialfaktorer for jordparametere
Friksjonsvinkel (fi'): 1
Effektiv kohesjon (c'): 1
Udrenert skjærfasthet (cu): 1

