

GEOTEKNISK NOTAT

Oppdragsnavn **Politistasjon på Magnormoen**
Prosjekt nr. **1350043269-007**
Kunde **Statsbygg**
Notat nr. **G-not-001**
Versjon **Rev04**
Til **Statsbygg v/Arne Solberg**
Fra **Rambøll Norge AS v/Håvard Skaar og Ramböll Sverige AB v/Joakim Persson**

Kopi

Utført av **Håvard Skaar & Ivar Jevne Arnesen**
Kontrollert av **Karoline England Reppen**
Godkjent av **Åsmund Sjelmo**

Revisjon	Dato	Revisjonen gjelder
00	19.04.2022	Første utgivelse
01	22.08.2022	Utført grunnundersøkelser
02	08.09.2022	Avlest grunnvannstand
03	02.02.2023	Revisjon etter kommentarer fra uavhengig kontroll
04	10.02.2023	Revisjon etter kommentarer fra uavhengig kontroll runde to

Sammendrag

Utførte grunnundersøkelser har påvist kvikkleire og annet materiale med sprøbruddsegenskaper. Sonderinger indikerer at kvikkleirelaget ligger mellom kote + 105 og + 114, som tilsvarer 15-25 meter under terreng. Skråningene mot Vrangselva og forsenkningene på norsk side er undersøkt nærmere for vurdering av områdestabilitet.

Aktuell skredmekanisme er rotasjonsskred med relativt liten utstrekning. Basert på kvikkleirelagets beliggenhet i profilet og andel sprøbruddmateriale over den mest kritiske glideflaten, er det vurdert at det ikke er fare for et retrogressivt- eller flakskred.

Tiltaket vurderes til å ligge utenfor potensielle løsne- og utløpsområder, og inngår dermed ikke i en faresone for områdeskred. Områdestabiliteten og kravet om sikkerhet mot skred iht. TEK 17 § 7-3 og NVEs veileder 1/2019 «Sikkerhet mot kvikkleireskred» vurderes som oppfylt.

Vurderinger iht. svensk regelverk viser at stabiliteten i området er tilfredsstillende for alle glideflater som påvirket detaljplanområdet. Sikkerhetsfaktoren er marginalt påvirket av vannstanden i Vrangselva og belastningen fra den planlagte utbyggingen.

Beregninger for korte glideflater mot Vrangselva viser lav sikkerhet og oppfyller ikke stabilitetskravene iht. NVEs veileder 1/2019. Dette er glideflater som ikke påvirker det planlagte tiltaksområdet.

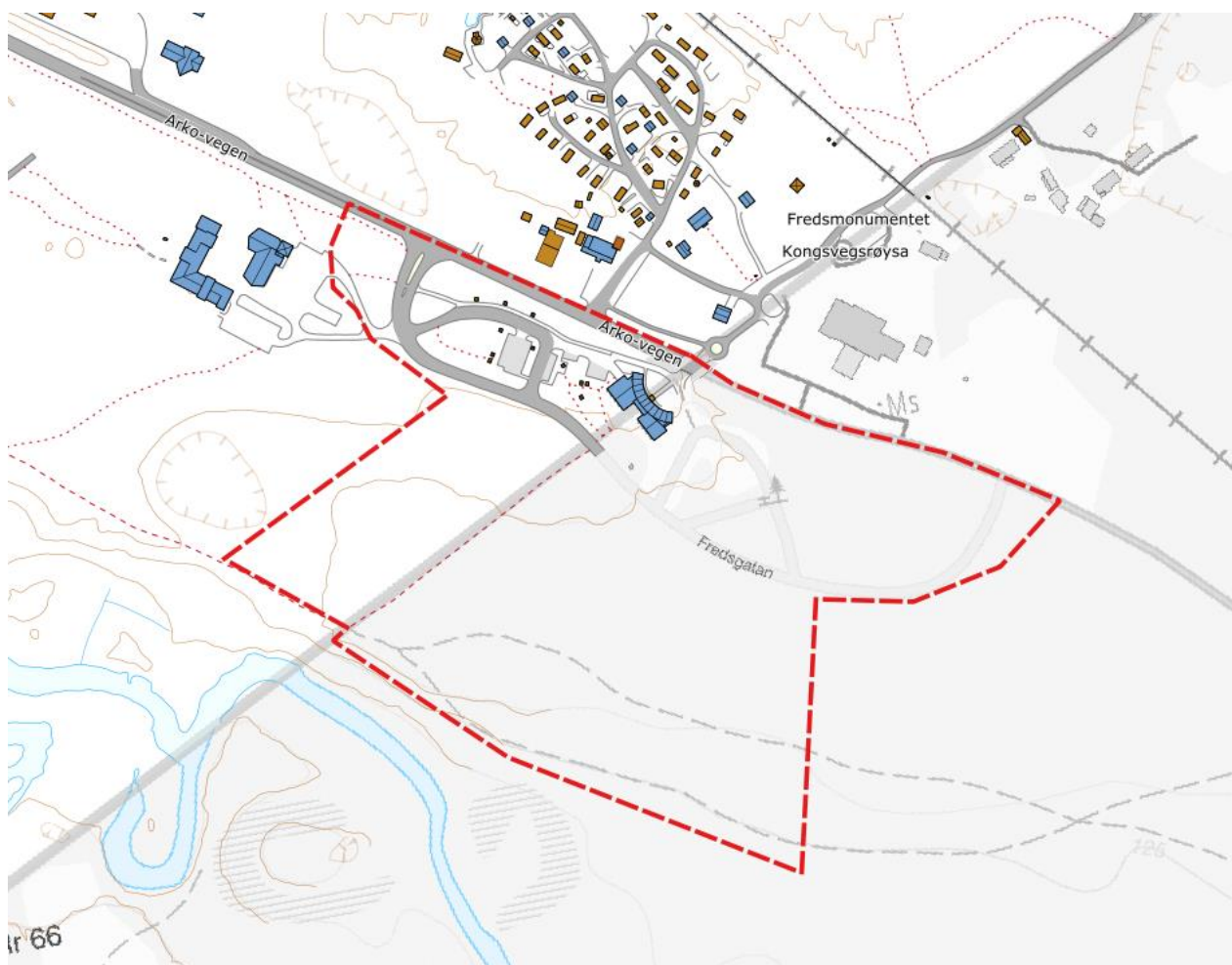
Lokal stabilitet av skråninger må vurderes særskilt for hvert tiltak i detaljprosjektering iht. krav angitt i NS-EN 1990-1999.

Iht. NVEs kvikkleireveileder er det krav om at vurderingen kvalitetssikres av uavhengig foretak.

Innledning

Det skal etableres en felles norsk-svensk politistasjon på riksgrensen mellom Norge og Sverige på Magnormoen og Morokulien i henholdsvis Eidskog og Eda kommune. Utbyggingen består av et bygg på ca. 1290 BTA. I den forbindelse er Rambøll Norge AS engasjert av Statsbygg for å bistå med geotekniske vurderinger for detaljregulering av planområdet på begge sider av grensen.

Foreliggende notat omhandler vurdering av områdestabilitet iht. norsk og svensk regelverk. Notatet er delt opp i to deler som presenterer vurdering av områdestabilitet på henholdsvis norsk og svensk side.



Figur 1: Avgrensing av planområdet i Eidskog kommune og Eda kommun.

Del 1: Vurdering av områdestabilitet iht. norsk regelverk

TEK 17 § 7 «Sikkerhet mot naturpåkjenninger» [1] og NVEs veileder 1/2019 «Sikkerhet mot kvikkleireskred» [2] er gjeldende regelverk i Norge.

1 Topografi og grunnforhold

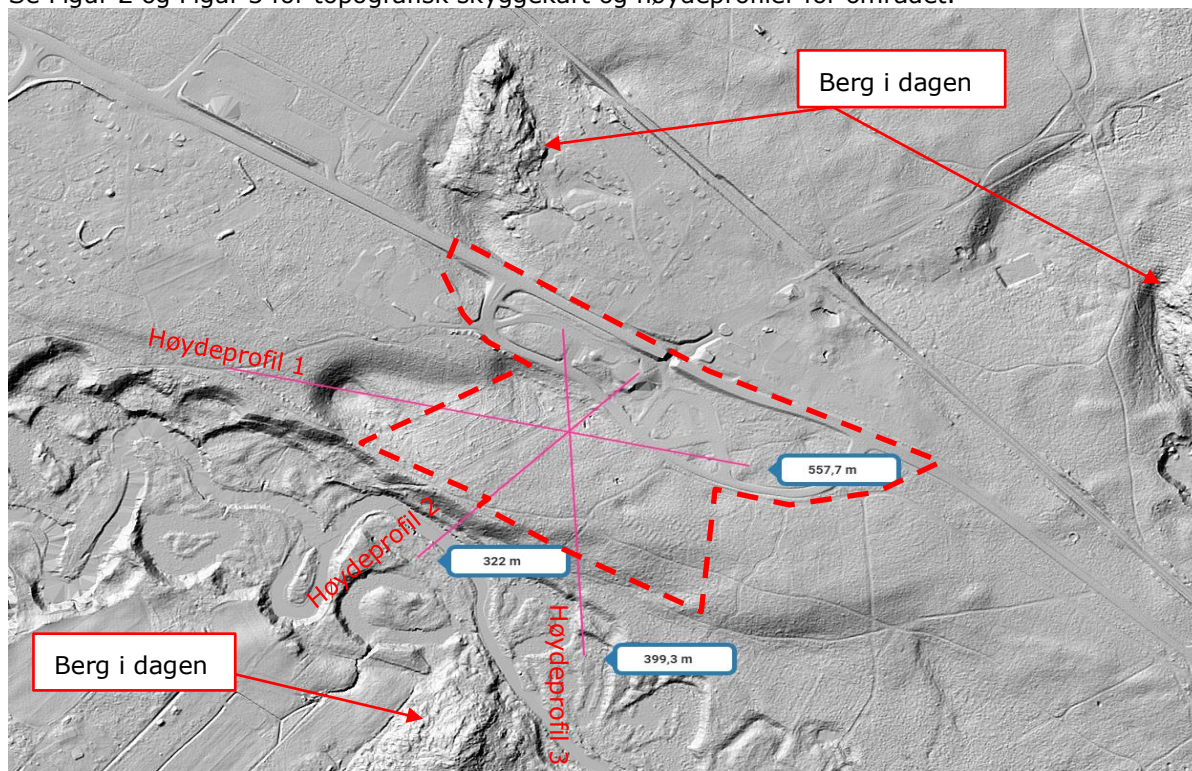
1.1 Topografi

Terrenget på planområdet er relativt flatt med et par forsenkninger på norsk side av grensen. Det er antatt at forsenkningene er strømgroper dannet da Vrangselva stod høyere i terrenget. Terrenget heller fra øst mot forsenkning i vest fra kote +133 til +125. Vest for forsenkningen stiger terrenget igjen til ca. kote +133. På svensk side mot øst er området tilnærmet plant/flatt.

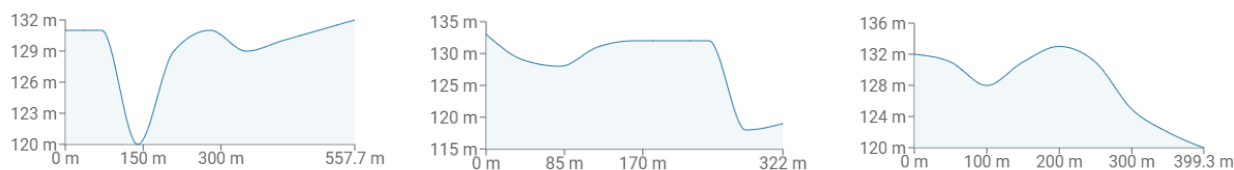
Sør for planområdet ligger elven Vrangselva som renner i sør-østlig retning. Elven meandrer og det er dannet kroksjøer, noe som tyder på at elven ligger i svakt hellende terreng. Elven har erodert i løsmasser vest og sør for planområdet. Skråningen fra planområdet ned til elven på kote + 118 har helning 1:2,4. Dybden på elven er ikke bestemt. Dybden på elven er uviss, men basert på at elven ligger i svakt hellende terreng og meandrerer med sakte hastighet, antas det konservativt at bunn elv er 4 meter dyp og ligger på ca. kote + 114.

Skyggekart og flyfoto viser at det stedvis er berg i dagen i områdene rundt planområdet, se Figur 2. Området har ellers tett vegetasjon i form av bartrær. Historiske flyfoto viser at Vrangselva har erodert, men at det har vært lite erosjon de siste 50 årene.

Se Figur 2 og Figur 3 for topografisk skyggekart og høydeprofiler for området.



Figur 2: Topografisk skyggekart (<https://minkarta.lantmateriet.se/>).



Figur 3: Høydeprofil 1, 2 og 3.

1.2 Grunnforhold

Figur 4 og Figur 5 viser utsnitt fra NGUs og SGUs kvartærgeologiske kart. Basert på kartene består øvre del av grunnforholdene på planområdet i hovedsak av elveavsetninger. I sør er det illustrert tykke havavsetninger i form av leire og silt. Planområdet ligger under marin grense. Kvartærgeologiske kart gir en indikasjon på det øverste løsmasselaget, men sier ikke noe om hvordan grunnforholdene utvikler seg med dybden. Følgelig kan løsmasser ved større dybder bestå av andre masser som marine avsetninger.

Løvlien Georåd utarbeidet en geoteknisk rapport for Statsbygg i 2009 [3]. Det ble gjennomført 2 totalsonderinger nordvest for planområdet. Sonderingene ble utført til antatt berg på ca. 10,5-11 m dybde. Tolkning av sonderingene viser at massene ned til 7 m dybde består av friksjonsmaterialer som sand og grus. Videre vises et lag på ca. 1-2 m med mer finkornet masse – muligens leire. Det ble ikke tatt opp prøver. Over antatt berg er det hardpakket friksjonsmateriale eller forvitret berg. Grunnvannstand ble forsøkt målt i et stålrør som ble presset ned ved punkt 1 til dybde ca. 5,6 m. Det ble ikke registrert vann.

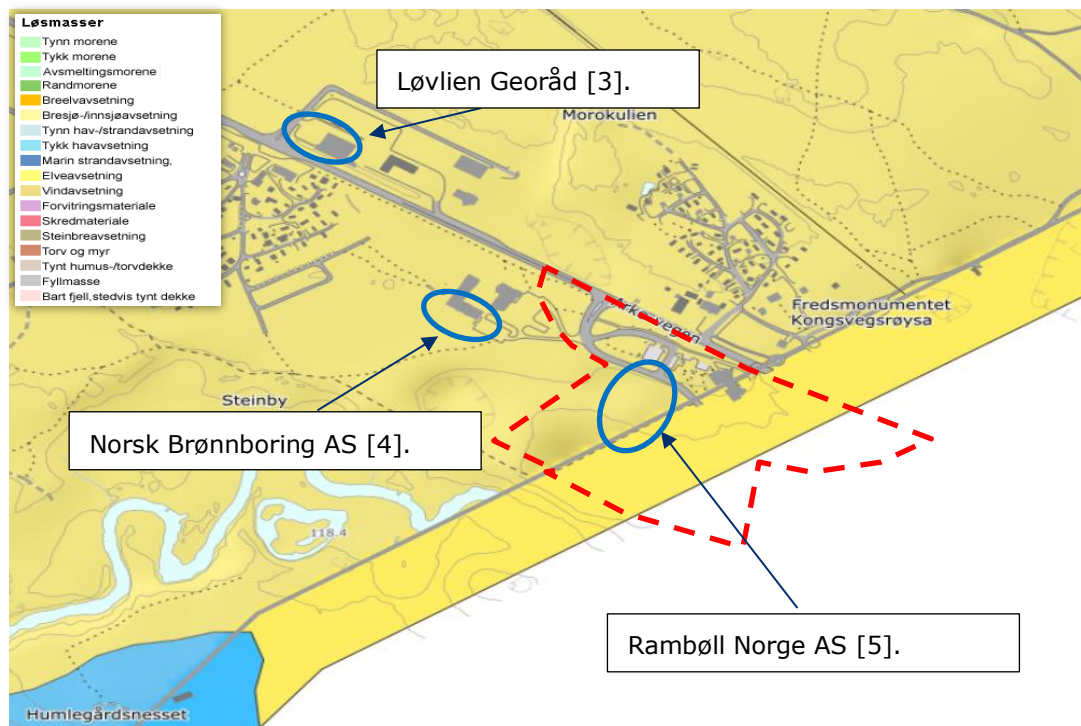
I september 2018 etablerte Norsk Brønnboring AS en brønnpark på 3 bergbrønner vest for planområdet [4]. Dybden til berg er målt til 34-36 m.

I mai 2022 utførte Rambøll Norge AS grunnundersøkelser på tiltaksområdet for Statsbygg [5]. Det ble gjennomført 9 totalsonderinger, hvorav 4 ble utført med 3 m kontrollboring i berg, og 1 CPTU. Det ble også installert ett piezometer og tatt opp 3 prøveserier. Se situasjonsplan i tegning 001 for utførte undersøkelser. Dybden til berg varierer mellom 42,9 meter under terreng i borpunkt 9 og 72,7 meter under terreng i borpunkt 4. Berget faller fra ca. kote + 89 i nord til kote + 63 i sør.

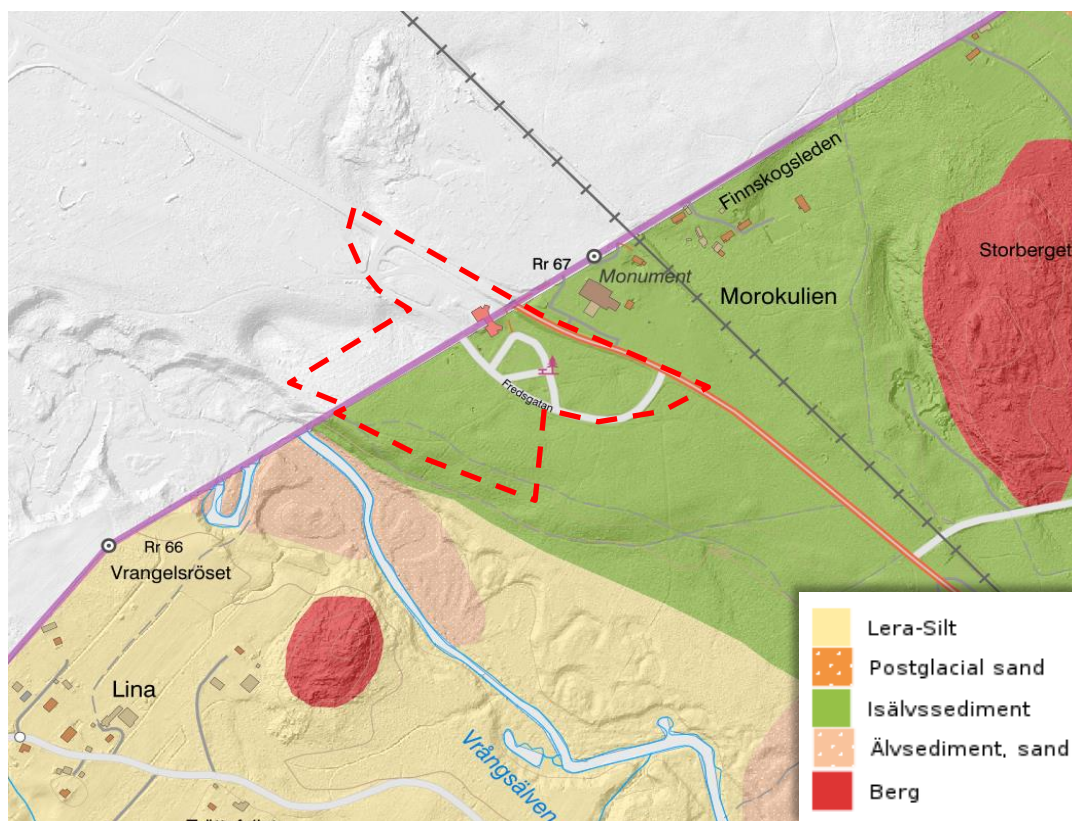
Sonderingene indikerer at grunnen består av et lag sand med høy boremotstand med mektighet varierende mellom 15 og 25 meter. Videre indikerer sonderingene et bløtere lag med sensitiv leire. Det sensitive leirlaget starter på ca. kote + 114 ved borpunkt 1, faller til ca. kote + 105 ved borpunkt 2-7 og stiger til kote + 114 ved borpunkt 9. Over berg indikerer sonderingene sand eller morene med høy boremotstand.

Det er benyttet naver for å ta opp poseprøver i områder hvor det ikke var mulig med sylinder. Poseprøver viser sand med enkelte gruskorn i det øverste laget. Sylinderprøver fra det bløtere laget viser en middels til meget sensitiv leire som stedvis karakteriseres som kvikkleire (omrørt $S_u < 0,5$ kPa) og sprøbruddmateriale (omrørt $S_u < 1,27$ kPa). Leira har vanninnhold som varierer mellom 25-40% og er definert som lite plastisk. Rutineforsøk uten justering for anisotropi viser en udrenert skjærstyrke på ca. 17,5 kPa i borpunkt 1, og udrenert skjærstyrke på ca. 15-40 kPa og 40 kPa i henholdsvis borpunkt 7 og 9.

Resultater fra laboratorium og sonderinger indikerer at det sensitive leirlaget kan ha mektighet på opptil 12 meter i borpunkt 2, 3, 6, 7 og 9.



Figur 4: NGUs kvartærgeologiske kart (https://geo.ngu.no/kart/losmasse_mobil/). Utførte grunnundersøkelser er illustrert i blå figurer.

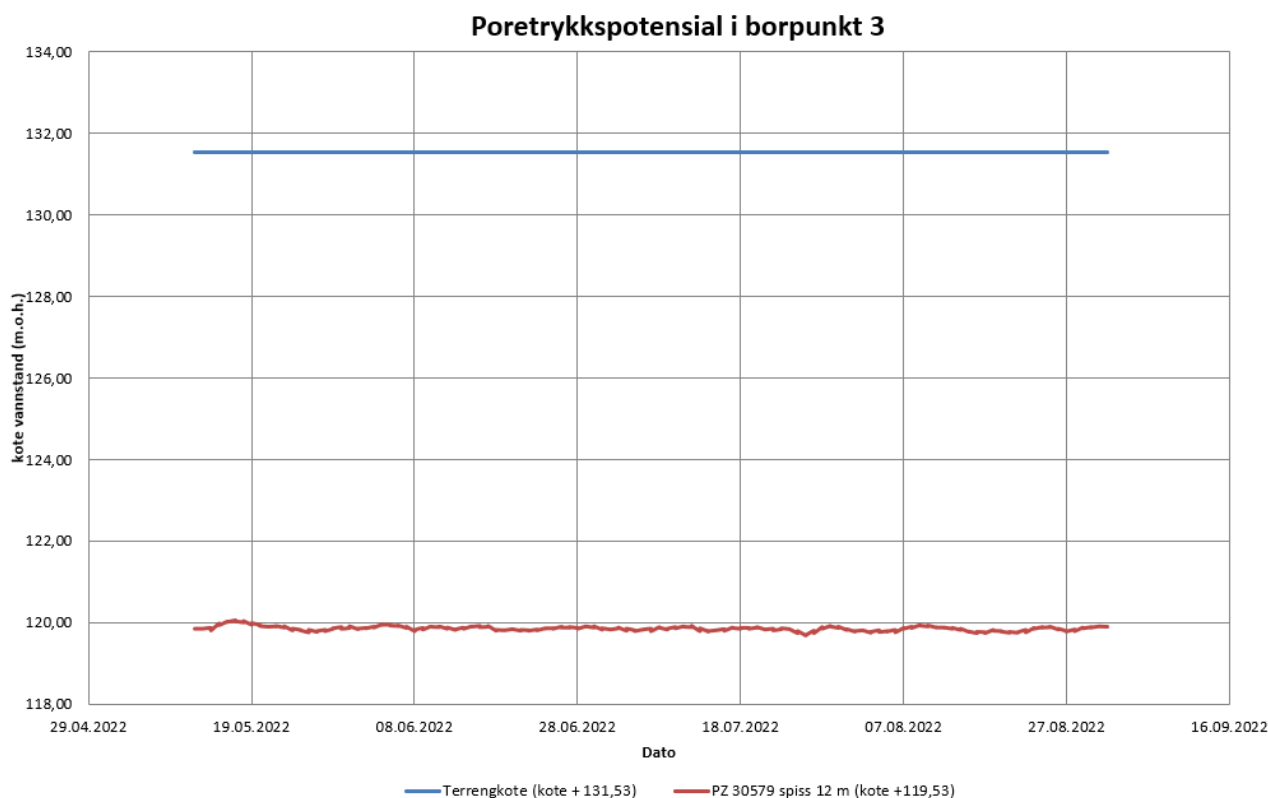


Figur 5: SGUs kvartærgeologiske kart (<https://apps.sgu.se/kartvisare/kartvisare-jordarter-25-100.html>).

1.3 Grunnvann

Det ble installert et elektrisk piezometer i borpunkt 3 på kote + 131,53 den 12.05.2022. Piezometeret ble installert på 12 meters dybde, tilsvarende kote + 119,53. Avlesinger samme dag gav null respons i poretrykk.

Avlesing av piezometeret 01.09.2022 viser at grunnvannstanden i borpunkt 3 ligger på kote + 120, se Figur 6.



Figur 6: Målte verdier fra piezometer.

1.4 Geotekniske parametere

Datarapport for grunnundersøkelsene utført sommeren 2022 [5] er lagt til grunn for de geotekniske parametere ved Magnormoen. Rutineundersøkelser er utført på samtlige prøveserier. Udrenert skjærstyrke er basert på rutineundersøkelsene som konus- og enaksial-forsøk, CPTU-forsøk fra borpunkt 7, samt erfaringsverdier som Shansep og $0,25 \cdot p_0'$. Statens vegvesen sitt beregningsark for CPTU er benyttet, se tegning 004. Verdier for udrenert skjærstyrke er illustrert i beregningsprofilene i tegning 002 og 003.

Det er lagt mest vekt på udrenert skjærstyrke fra CPTU – Anvendelsesklasse 1 iht. NIFS-rapport 77/2014 «Valg av karakteristisk c_uA – profil basert på felt – og laboratorieundersøkelser», kapittel 4.1 «Sammenstilling og valg av karakteristisk c_uA – profil». Dokumentasjon på oppnådd anvendelsesklasse er vist i vedlegg 1.

Verdiene i datarapporten viser direkte udrenert skjærstyrke. I beregninger benyttes aktiv udrenert skjærstyrke. Verdiene blir dermed oppjustert med anisotropifaktorer iht. NIFS-rapport 14/2014 «En omforent anbefaling for bruk av anisotropifaktorer i prosjektering i norske leirer».

Den drenerte styrken til materialene er vurdert konservativt basert på erfaringsverdier fra Statens Vegvesens Håndbok V220 [6].

Tabell 1: Materialparametere for løsmasser ved Magnormoen.

Materialparametre					
Materiale	γ [kN/m ³]	Friksjonsvinkel ϕ [°]	Attraksjon a [kPa]	Udrenert skjærstyrke s_u [kPa]	ADP-faktorer
Sand	19-20	34	-	-	-
Leire	19	25	3	c-profil	Aa=1.00 Ad=0.63 Ap=0.35
Kvikkleire	19	22	3	c-profil	Aa=1.00 Ad=0.63 Ap=0.35
Morene	19	38	5	-	-

1.5 Prøveforstyrrelser

Det forventes noe prøveforstyrrelse av sylinderprøvene da de er hentet opp fra store dybder. Rutineundersøkelser i form av konus- og enaksial-forsøk viser at opptatte sylinderprøver er noe forstyrret. Enaksial-forsøk viser tøyninger mellom 5-15%, og konusforsøk viser uomrørt og omrørt skjærstyrke med tilnærmet lik udrenert skjærstyrke i enkelte punkter. Tegning 004 viser også at konus- og enaksialforsøk ligger under $0,25 \cdot p_0'$ -linjen, noe som kan indikere på prøveforstyrrelse.

Vedlegg 4 med bilder over sylinderprøvene er vist i geoteknisk datarapport [5]. Disse viser også indikasjon på prøveforstyrrelse.

2 Vurdering av sikkerhet mot naturpåkjenninger

TEK 17 §7 stiller krav til sikkerhet mot naturpåkjenninger. Byggverk skal plasseres, prosjekteres og utføres slik at det oppnås tilfredsstillende sikkerhet mot skade eller vesentlig ulempe fra naturpåkjenninger som flom og skred [1]. Aktuell bebyggelse settes i sikkerhetsklasse S3 iht. TEK 17 § 7-3 [7].

2.1 Sikkerhet mot flom

NVE atlas viser aktsomhetsområde for flom i Vrangselva. Maksimal vannstandstigning er satt til 7,74 m som tilsvarer ca. kote + 126. Skråningen mot planområdet ligger på minimum kote +127,5 og planområdet generelt ligger på kote + 132. På dette grunnlaget anser Rambøll at det ikke medfører noen fare for at elver eller bekker kan forårsake vedvarende flom på planområdet. Se Figur 7 for aktsomhetsområde for flom i Vrangselva.

Ved flom vil derimot erosjonsforholdene i Vrangselva øke, og elven kan erodere i skråningen inn mot planområdet. Ny bebyggelse bør dermed ligge med tilstrekkelig avstand til skråningen mot Vrangselva. Det kan også vurderes om elven skal erosjonssikres ved utbygging nærme elv.

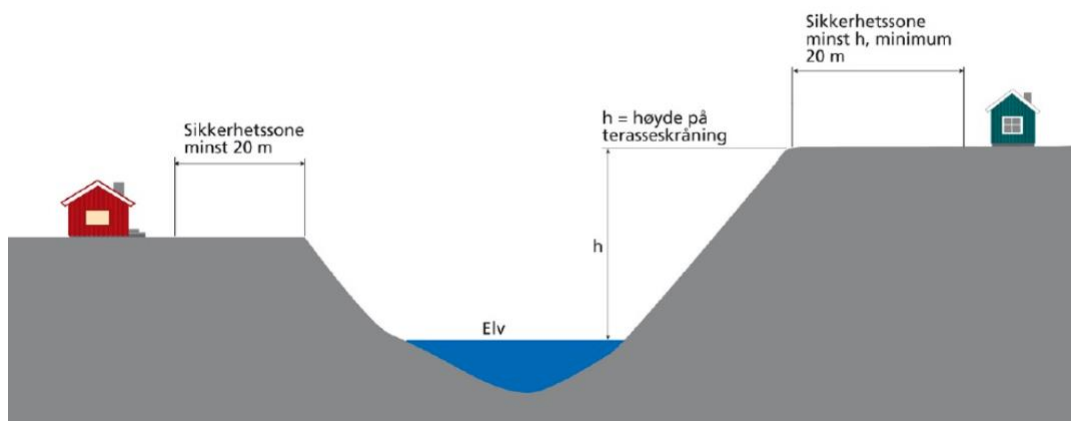


Figur 7: Aktsomhetsområde for flom i Vrangselva.

2.2 Sikkerhet mot skred i bratt terreng

Topografien i området tilsier at planområdet ikke ligger innenfor skredfarlig område fra høyereliggende områder. Planområdet ligger ikke innenfor noen kartlagt sone for naturfarer som snøskred, fjellskred eller steinsprang iht. NVE atlas per 24.03.2022.

Skyggekart i Figur 2 viser at Vrangselva over tid har endret utformingen av terrenget sør for planområdet. Skråningen mot elva har helning 1:2,4. Elva virker lite sikret mot erosjon. Dette kan føre til etablering av skråninger som står med rasvinkel. For å unngå at erosjonsforholdene ikke forårsaker lokale skred mot Vrangselva som påvirker tiltaket, skal det ikke bygges nærme skråningskanten. Figur 8 viser prinsippet om minste sikkerhetssone iht. TEK 17 § 7-2 fjerde ledd [8]. Avstanden til erosjonsutsatt elvekant må ikke være under 20 meter. Der elvekanten består av lett eroderbare masser bør avstanden økes. Dersom elven erosjonssikres, kan denne avstanden reduseres.



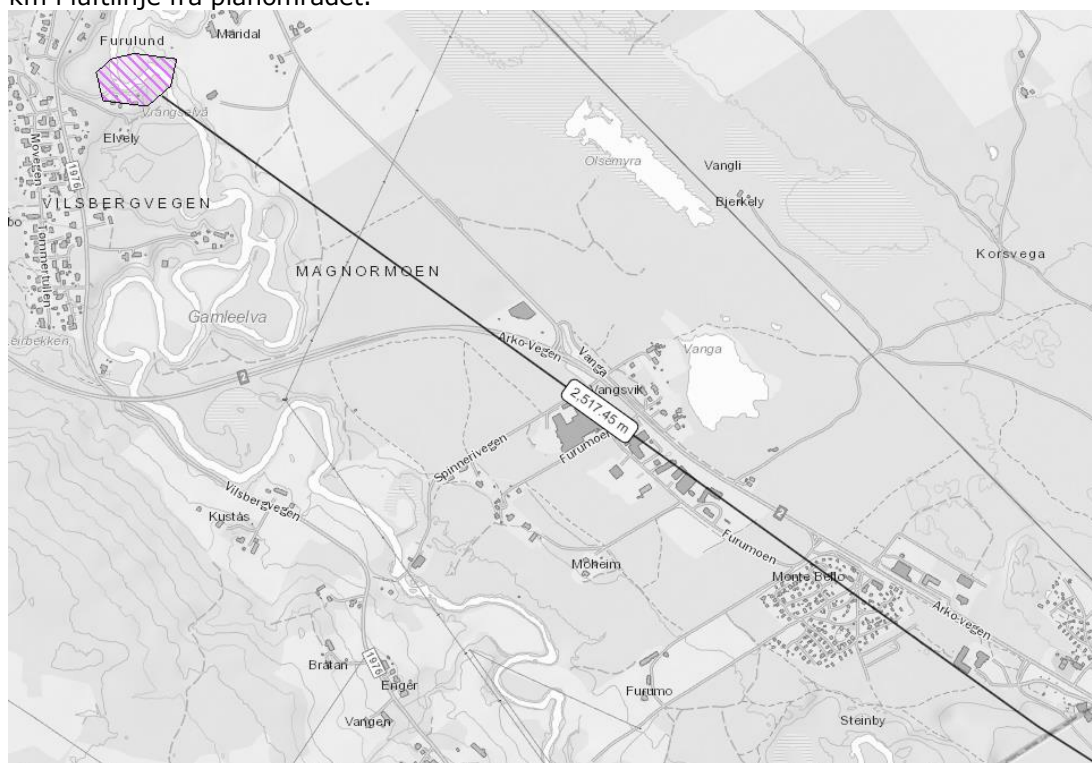
Figur 8: Minste avstand til erosjonsutsatt skråning iht. TEK 17 § 7-2 fjerde ledd.

2.3 Sikkerhet mot kvikkleireskred

For å vurdere risiko for områdeskred i kvikkleire benyttes prosedyren i NVEs veileder 1/2019 «Sikkerhet mot kvikkleireskred», kap. 3.2 [2]. Prosedyren omfatter kartlegging av fare for områdeskred i marin leire.

2.3.1 Steg 1: Registrerte faresoner

Det er ingen registrerte faresoner for kvikkleire i umiddelbar nærhet til området. NVE atlas viser at Statens Vegvesen har opprettet et kvikkleireområde i forbindelse med en bro over Vrangselva, ca. 2,5 km i luftlinje fra planområdet.



Figur 9: Avstand fra SVV kvikkleireområde til tiltaksområdet.

2.3.2 Steg 2: Områder med mulig marin leire

Planområdet ligger under marin grense. Kvartærgeologiske kart viser også marine avsetninger i området se Figur 4 og Figur 5. Grunnen kan utfra dette kartlaget bestå av marin leire.

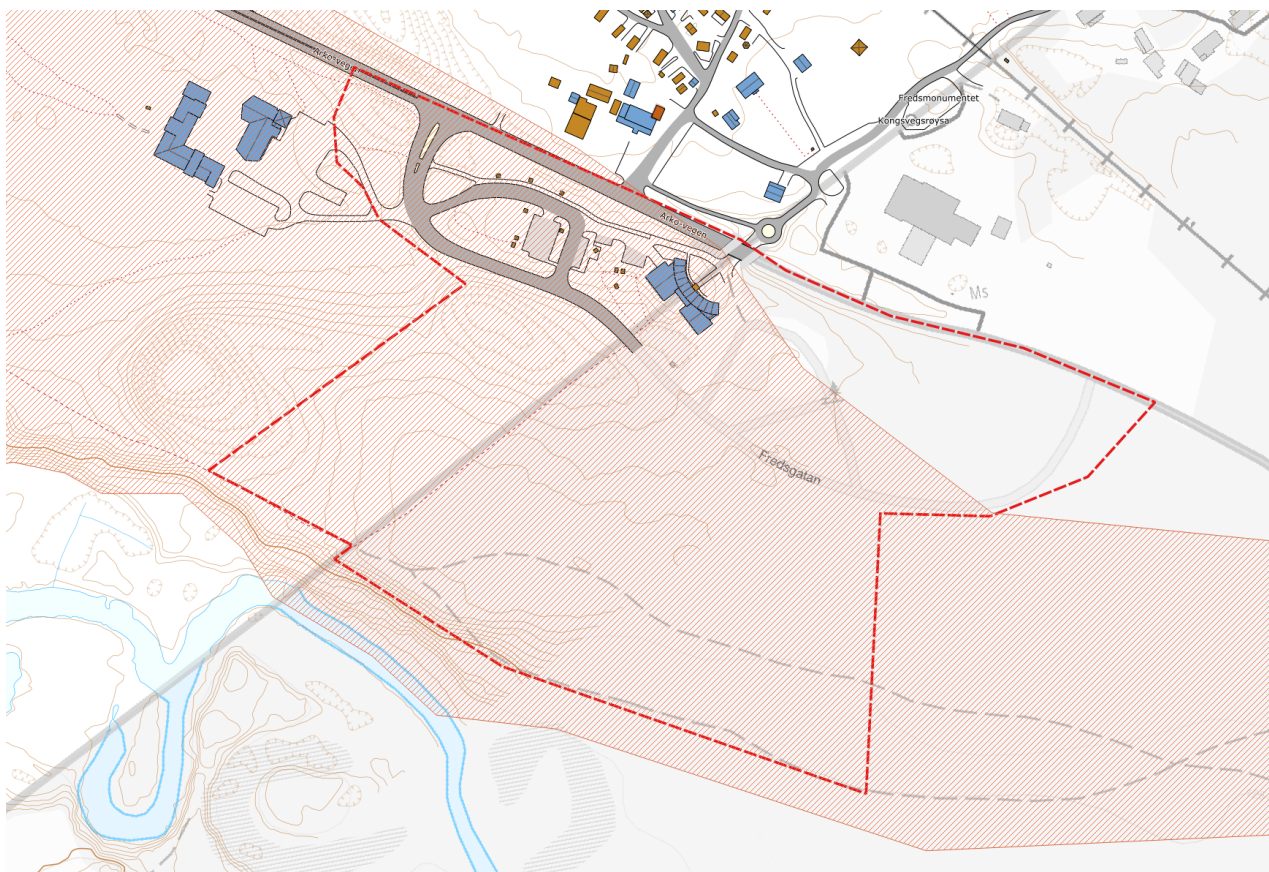
2.3.3 Steg 3: Områder med terreng utsatt for områdeskred

Terreng kan inngå i løsneområdet for et skred dersom:

- Total skråningshøyde (i løsmasser) > 5 m, eller
- Jevnt hellende terreng brattere enn 1:20 og høydeforskjell over 5 m

Aktsomhetsområder ligger innenfor 20 x skråningshøyden, H, målt fra bunn av skråning (ravinebunn, bunn av elv eller marbakke i sjø).

Skråningen mot Vrangselva og i forsenkningene på norsk side har total skråningshøyde > 5 m i løsmasser og inngår dermed i et aktsomhetsområde da det er påvist kvikkleire/sprøbruddmateriale innenfor planområdet.



Figur 10: Potensielt løsneområde basert på NVE prosedyre steg 3.

Topografien tilsier at planområdet ikke ligger i et utløpsområde fra områdeskred utløst høyere opp i terrenget da høyereliggende terreng har en helning slakere enn 1:20 eller total skråningshøyde i løsmasser mindre enn 5 m.

2.3.4 Steg 4: Tiltakskategori

Tiltakskategorien settes til K4 iht. Tabell 3.2 [2]. Tiltaket som skal bygges er en politistasjon som havner under formuleringen «Tiltak som medfører større tilflytning/personopphold, samt tiltak som gjelder viktige samfunnsfunksjoner».

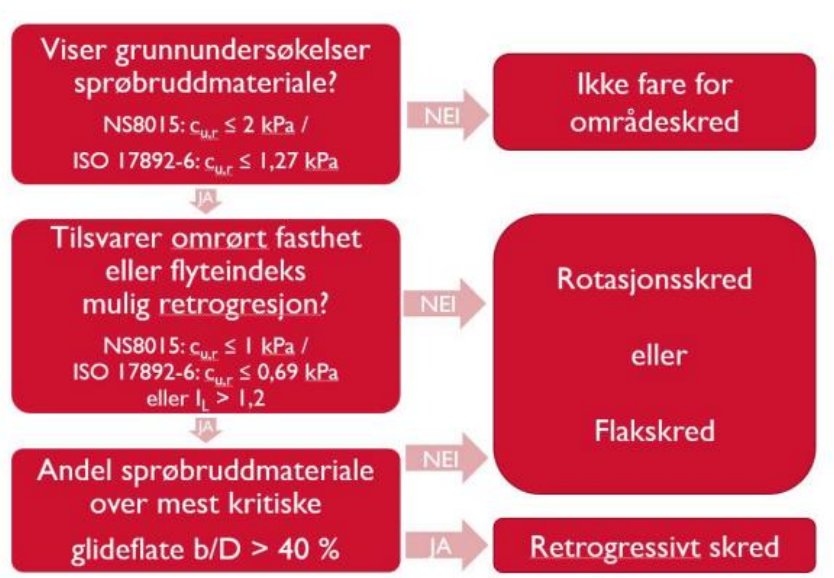
Politistasjonen vurderes å være avgjørende for nasjonal eller regional beredskap. Det er dermed krav til at bygningen ikke skal plasseres i skredfarlig område iht. TEK 17 §7-3 første ledd.

2.3.5 Steg 7: Grunnundersøkelser

Det ble påvist kvikkleire og sprøbruddmateriale i prøveserier fra borpunkt 1, 7 og 9, se tegning 001. Det er også antatt kvikkleire eller annet materiale med sprøbruddsegenskaper med ulik mektighet i de andre borpunktene i området. Det er ikke gjennomført befaringsav området.

2.3.6 Steg 8: Aktuelle skredmekanismer og avgrensning av løсне- og utløpsområder

Aktuell skredmekanisme bestemmes iht. kapittel 4.5.1 i NVEs kvikkleireveileder [2]. Situasjonsplanen vist i tegning 001 viser de mest kritiske snittene i området basert på topografi, skråningshøyde og grunnforhold. Tegning 002 og 003 viser henholdsvis profil A og profil B med tilhørende tolket lagdeling basert på sonderinger og prøveserier. Kritiske glideflater blir funnet ved programmet Geosuite stability versjon 3.1 med geotekniske parametere på løsmassene som vist i Tabell 1.



Figur 11: Flytskjema for vurdering av aktuell skredmekanisme fra NVEs kvikkleireveileder, figur 4.3 [2].

Profil A – Skråning mot Vrangselva

Tegning 002 viser det kritiske profilet A. Retrogressivt skred er ikke aktuelt da andel sprøbruddmateriale i bakkant av kritisk glideflate b/D ikke er større enn 40% som vist i Figur 4.4 i NVEs kvikkleireveileder.

Flakskred er uaktuelt da beliggenheten til sprøbruddmaterialet heller i motsatt retning av helningen på terrenget og ikke parallelt med terrenget som iht. Figur 4.9 i NVEs kvikkleireveileder.

Rotasjonsskred velges som aktuell skredmekanisme for det kritiske snittet. Oppnådd sikkerhet er lav. Totalspenningsbasis gir $F_c = 1,04$, og effektivspenningsbasis gir $F_{c\alpha} = 1,23$. Et eventuelt skred i skråningen mot Vrangselva vil ha glidesirkel som hovedsakelig går i sandlaget og med relativt liten utstrekning. Det velges å sette mulig løснеområde til 75 meter som tilsvarer 5 ganger skråningshøyden med tå i bunnen av elven iht. Figur 4.8 i NVEs kvikkleireveileder. Dette tilsvarer ca. 40 meter i bakkant av skråningstopp. Dette påvirker ikke tiltaksområdet, se tegning 002.

Profil B – Jevnt hellende terreng i forsenkning

Tegning 003 viser det kritiske profilet B. Kvikkleirelaget ligger dypt, og dette fører til dype glidesirkler. Iht. Figur 4.6 settes starten av 1:15 linjen maksimalt 0,25 ganger skråningshøyden målt fra der glideflaten kommer ut nede i skråningen. 1:15 linjen går ikke ned i kvikkleirelaget. Retrogressivt skred utelukkes basert på flytskjema i Figur 11.

Flaskred utelukkes også da kvikkleirelaget går dypt og ikke parallelt med terrenget.

Rotasjonsskred velges som aktuell skredmekanisme for det kritiske snittet. Mulig løsneområde settes til 50 meter, som tilsvarer 5 ganger skråningshøyden med tå i bunnen av skråningen iht. Figur 4.8 i NVEs kvikkleireveileder. Dette påvirker ikke tiltaksområdet, se tegning 003.

Stabilitet og varierende grunnvannstand

Stabiliteten er sjekket for variasjon i grunnvannstand for å dokumentere den mest ugunstige situasjonen. En høyere grunnvannstand enn målt fra poretryksmåleren i borpunkt 3 vil generelt gi en økt sikkerhet mot skred grunnet den ekstra motvekten mot skråningen vannet gir.

En senkning av grunnvannstanden utgjør minimal forskjell på oppnådd sikkerhet mot skred. Ved en ekstremsituasjon som tørke i elven vil skråningen miste motvekten fra vannet. Til tross for dette er effekten minimal.

Løsne- og utløpsområder

Tiltaksområdet inngår ikke i et løsne- eller utløpsområde basert på vurderingene fra kritiske snitt i profil A og B. Områdestabiliteten vurderes dermed som tilfredsstillende etter punkt 8 i prosedyren for utredning av områdeskredfare i NVEs kvikkleireveileder [2].

Klassifisering av faresone

Det er utført risiko- og sårbarhetsanalyse som angir faregradsklasse, konsekvensklasse og risikoklasse. Vedlegg 2 viser ROS-skjema som er basert på NVEs eksterne rapport, Nr. 9/2020 *Oversiktskartlegging og klassifisering av faregrad, konsekvens og risiko for kvikkleireskred*. Tiltaket oppnår faregradsklasse **middels**, skadekonsekvensklasse **mindre alvorlig**, og risikoklasse **2**.

3 Konklusjon

Områdestabiliteten er vurdert som tilfredsstillende iht. punkt 8 i prosedyren til NVEs kvikkleireveileder, da tiltaket ikke påvirkes av løsne- eller utløpsområder.

4 Anbefalinger til videre arbeider

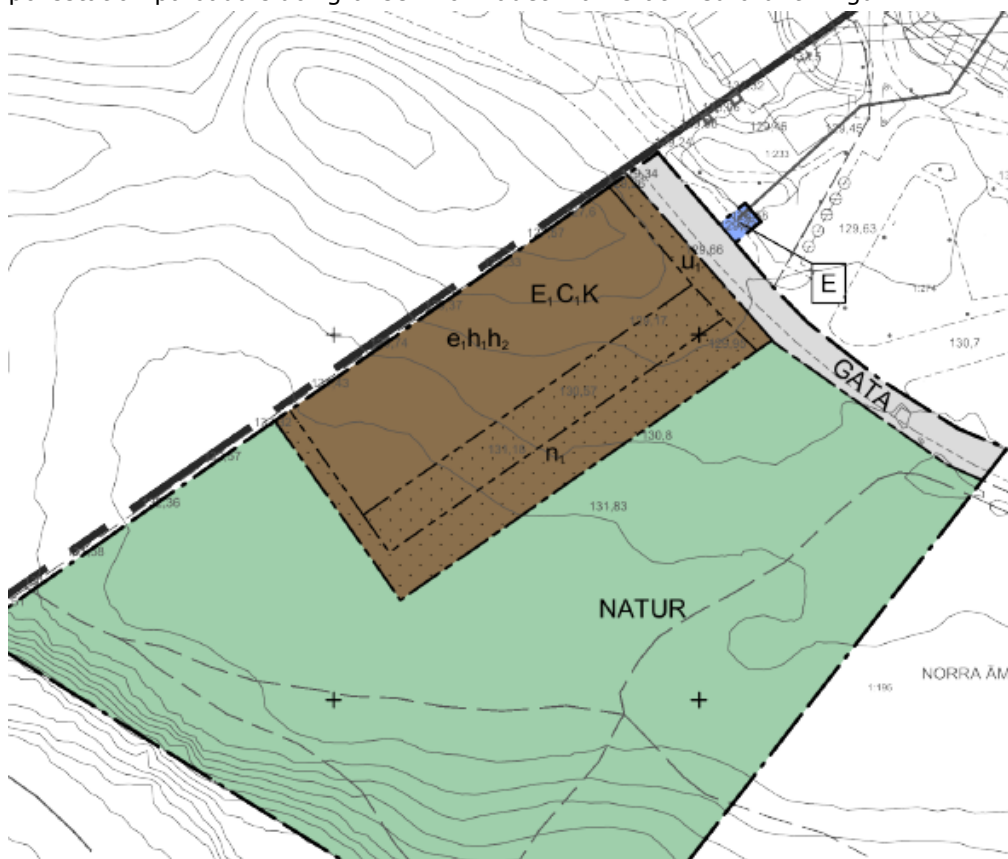
Skråning mot Vrangselva sør på tomten har lav stabilitet. Dersom nye tiltak skal utføres nærmere enn 40 m fra skråningstopp, må lokalstabilitet vurderes for disse tiltakene da erosjon i elven kan føre til forverring av stabiliteten. Skråningen er utenfor influensområdet til tiltaket dersom tiltaket ligger i avstand større enn 2 ganger skråningshøyden fra skråningstopp. Tiltak med større avstand til skråningen enn dette vil ikke kunne initiere et fremoverprogressivt skred iht. kap. 3.3.7 i NVEs kvikkleireveileder.

Iht. NVEs kvikkleireveileder er det krav om at vurderingen kvalitetssikres av uavhengig foretak.

Lokal stabilitet av skråninger må vurderes særskilt for hvert tiltak i detaljprosjektering iht. krav angitt i NS-EN 1990-1999.

1. Befintliga förhållanden och planerad byggnation

Aktuellt område ligger väster om Charlottenberg vid den norska gränsen nära riksväg 61. Större delen av området är plant förutom i sydvästra delen av området där det lutar kraftigt ner till Vrångsälven. Planerad byggnation är en polisstation på båda sidor gränsen i området markerat med brunt i Figur 1.



Figur 1, Planerad detaljplan

2. Styrande dokument

- Utförande - SS-EN 1997-2 Marktekniska undersökningar
- IEG Rapport 4:2008 Rev 1 – Tillämpningsdokument, dokumenthantering
- IEG Rapport 4:2010 – Tillståndbedömning/klassificering av naturliga slänter och slänter med befintlig bebyggelse och anläggningar
- Dimensionering – SS EN 1997-1 TD Grunder (IEG Rapport 2:2008, rev 2)
- Dimensionering – SS EN 1997-1 kapitel 7 TD Pågrundläggning (IEG Rapport 8:2008 rev 2)

- Jordens hållfasthet - Tillämpningsdokument SS-EN ISO 14688-1 och 14688-2:2004
- Jordens benämning - Tillämpningsdokument SS-EN ISO 14688-1 och 14688-2:2004

3. Inmätning och utsättning

Inmätning och utsättning av undersökningspunkter har utförts med GPS-station RTK-mätning:
Koordinatsystem i plan: SWEREF 99 12 00
Höjdsystem: RH2000

4. Geotekniska fältundersökning

Geoteknisk undersökning har nu utförts i maj 2022 av Skaraborgs fältgeoteknik med borrhandsvagn geotech 504. Undersökningen har omfattat följande:

- 3st CPT-sonderingar
- 3st skruvprovtagningar för störda jordprov som bestämts i fält

4.1 Kompletterande geoteknisk fältundersökning

Kompletterande Geoteknisk undersökning har nu utförts i februari 2023 av Danmag med borrhandsvagn GM75. Undersökningen har omfattat följande:

- 2st CPT undersökning
- 1st Tr-sondering
- 1st slagsondering

4.2 Laboratorieförsök

På den norska sidan gränsen togs det ostörda prov på leran vilket kontrollerades för sensitivitet, konflytgräns och vattenkvot på Ramboll geotekniska laboratorie i Trondheim.

5. Geotekniska förhållanden

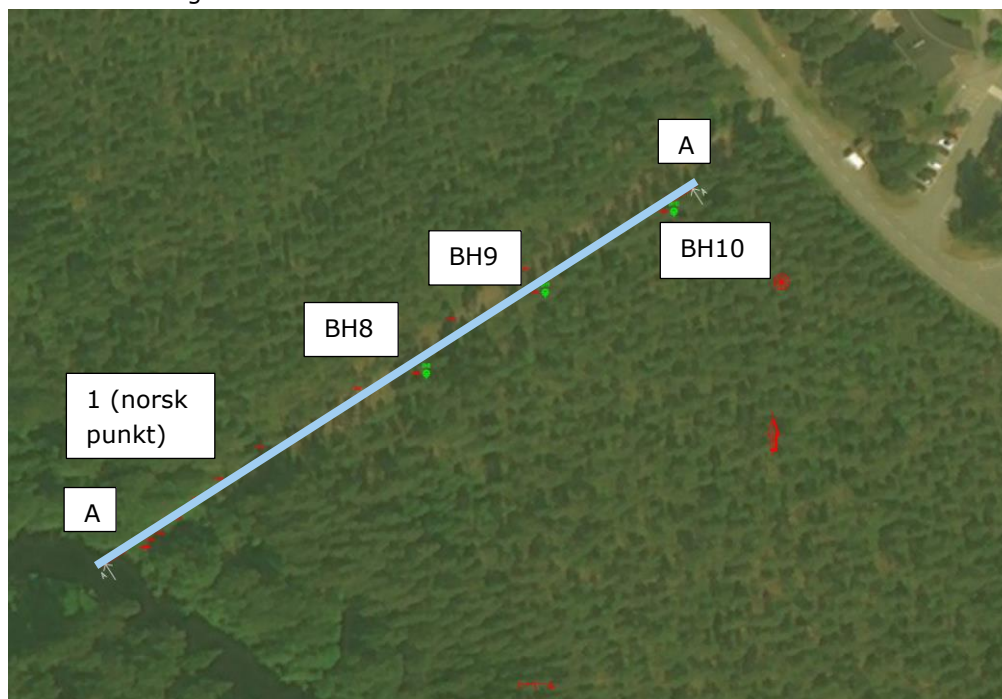
Överst i området är det ett tunt lager med mulljord. Mulljorden underlagras av en siltig sand. Den siltiga sanden har en mäktighet på ca 15-18 meter. Den siltiga sanden underlagras av ett lerlager på 8 meter. Lerans mäktighet minskar kraftigt mot Vrångälven. Leran är sensitiv till kvick. Leran underlagras av en fast friktionsjord.

6. Stabilitet

Stabilitetsberäkningar har utförts med beräkningsprogrammet Geostudio Slope/W. Beräkningarna är gjorda med totalsäkerhetsanalys. Stabilitetsutredningen har utförts med detaljerad utredning med 2 – 3 punkter i en sektion och provtagning på jorden. Då det var planerad provtagning på leran på norska sidan gränsen utfördes ingen på svenska sidan. I området har leran bedömts som kvick på norska sidan och ska därmed antas vara kvick på svenska sidan också men leran överlagras av ett mäktigt lager av älvsediment vilket gör att bedömningen att fördjupad utredning inte krävs.

6.1 Beräkningssektion

En beräkningssektion har utförts mot Vrångsälven. Ingen lodning har utförts så enbart en antagen botten i älven har använts.



Figur 2, Beräkningssektion med borrhåll

6.2 Säkerhetsklass och geoteknisk kategori

För detta projekt gäller säkerhetsklass 2 och geoteknisk kategori 2.

6.3 Säkerhetsfaktor

För glidytor som enbart går i friktionsjord gäller $F_\phi > 1,3$, för glidytor i kohesionsjord gäller $F_c > 1,7$ och för kombinerad gäller $F_{kombi} > 1,5$. Valet av säkerhetsfaktorer är i högre spannet på både odränerad och kombinerad på grund av lodningsdjupet är antaget, leran är högsensitiv/kvick och säkerheten i området är relativt god och ett värde i högre spannet inte är avgörande.

6.4 Beräkningsparametrar

6.4.1 Val av skjuvhållfasthet hos leran

Utifrån CPT-sonderingar har leran en skjuvhållfasthet på ca 48 kPa, med en konflytgräns på ca 40-50% ger det ett korrigerat värde på 43 kPa.

6.4.2 Tabell över indatavärden

Valda värden för beräkningarna redovisas i Tabell 1.

Tabell 1, Valda värden på beräkningsparametrar

Jordart	Tunghet över/under gvy γ/γ' [kN/m ³]	Friktionsvinkel ϕ [°]	Odränerad skjuv- hållfasthet c_u [kPa]
Siltig sand	18/9	32	-
Lera	17/7	-	43
Friktionsjord	19/10	38	-

6.4.3 Laster

För trafiklast gäller 20 kPa på hela vägytan, för parkering gäller 5 kPa.

För en två våningsbyggnad gäller 10 kPa per våning. I området har ingen markjustering angett så då behöver räknas med en justering på minst 0,5 meter vilket är ungefär 10 kPa.

6.4.4 Grundvattenytan, portryck och vattennivå

Djupet i vrångälven är lodat på norsk sida och samma vattendjup är valt på svensk sida till +114,5. Medelvattennivån är +118 möh.

6.5 Resultat

Resultat från beräkningar redovisas i Tabell 2

Tabell 2, Resultat från beräkningarna

Beräkning	Beskrivning	Säkerhetsfaktor (Odränerad/Ko mbinerad)	kommentar
Befintliga/Planera de förhållanden	Korta glidytor	1,34/1,32	Påverkar ej detaljplanen
Planerade förhållanden skred	Glidytor ifall ett skred har skett	1,32/1,31	Påverkar ej detaljplanen

<i>Planerade förhållanden skred</i>	Glidytor ifall två skred har skett	1,36/1,36	Påverkar ej detaljplanen
<i>Planerade förhållanden skred</i>	Glidytor ifall två skred har skett som påverkar detaljplanen	2,0/1,97	

6.6

Slutsats

Resultatet från beräkningarna visar att stabiliteten i området överstiger $F_c > 1,7$ för alla glidytor som påverkar detaljplansområdet. Säkerhetsfaktorn påverkas marginellt av vattennivån i Vrångälven samt av lasten från planerad detaljplan på 30 kPa.

Korta glidytor närmast Vrångälven understiger $F_c > 1,7$. Detta område är utanför detaljplansområdet och därmed har en känslighetsanalys gjorts utifrån ett eller flera skred sker i leran under den siltiga sanden.

Om området skredar så att släntrönet förflyttas så visar stabiliteten över $F_c > 1,32$ och $F_{kombi} > 1,31$ för ett skred. Ett skred i detta område med så mycket sand över leran skulle förmodligen också ge mer gynnsamma förhållanden än det som det är antaget i beräkningen.

Ifall området skredar en gång till så blir säkerhetsfaktorerna $F_c > 1,36$ och $F_{kombi} > 1,36$ för slänten men $F_c > 2,0$ och $F_{kombi} > 1,97$ för planerad detaljplan. Det gör att säkerheten för byggnaden överstiger $F_c > 1,7$. Älvsedimentet som har skredat ligger troligtvis mycket mer gynnsamt än det antaget i beräkningar och stabiliteten efter två skred är förmodligen högre.

6.6.1

Rambolls bedömning

Ramboll bedömer att planerad byggnation är tillräckligt säker mot skred. Sker två skred i området så är fortfarande byggnaden säker. Risken för ett initialt skred är inte överhängande då säkerhetsfaktor är $F_c > 1,3$ och majoriteten går genom friktionsjord.

6.6.2

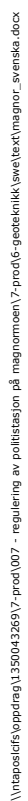
Eventuella förstärkningsåtgärder

Pålning av byggnaden med spetsburna pålar skulle inte säkra helt mot skred då initial skredet som kan ske beror enbart på befintlig slänt ner mot vrångälven. Utfackning av släntröner alternativt avlastning av släntröner skulle ge en högre säkerhet mot ett initialt skred.

6.7

Erosion

Kontrollerar man äldre flygfoton mot dagens flygfoton syns ingen erosion i älven på över 50 år vilket kan tyda som att ingen erosion pågår i älven idag. Se figur 3 för historiska flygfoton från 50- till 60-talet och Figur 4 för flygfoton från 2018-2020. Vrångälven är ett kontrollerat vattendrag vilket betyder att älvens högsta och lägsta nivå styrs av en vattendom och därmed är risken för extrema flöden som kan skapa extra erosion liten/mindre än en kontrollerad älv.



\\ntaposticfs\oppdrag\1350043269\7-prod\007 - regulering av polltastasjon på magnormoen\7-prod\6-geoteknikk\swe\text\magnor_svenska.docx



Figur 4, Foto över älven taget mellan 2018-2020 vid detaljplan hämtat från Eniro

6.8

Platsbesök 2022-12-22

Den 22:e december 2022 gjorde Eda kommun ett platsbesök längs med älven för att inventera tecken på erosion. De fotograferade flertalet bilder längs med sträckan och de mest representativa bilderna har valts ut i denna rapport. I figur 5 och 6 så syns det att de mindre träden och buskarna som närmast vattnet lutar. Att träd/buskar lutar närmast ett vattendrag kan vara tecken på erosion kan ha skett någon gång i tiden vilket medfört att de saknar mothåll på den sidan. Kontrollerar man de större träden som är närmast vattendrag så är de raka. Det tyder att ingen större erosion har skett över tid. De mindre träden och buskarna närmast vattnet fungerar som mjukt erosionsskydd och bör ej röjas utan att man ersätter dem med ett annat erosionsskydd.



Figur 5, Strandsidan norrut



Figur 6, Strandsidan söderut

10 Referanser

- [1] Direktoratet for byggkvalitet, «TEK 17 §7,» [Internett]. Available: <https://dibk.no/regelverk/byggteknisk-forskrift-tek17/7/innledning/>.
- [2] Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE), «Veileder Nr. 1/2019 - Sikkerhet mot kvikkleireskred,» 2020.
- [3] Løvlien Georåd, «Geoteknisk rapport 09-195 nr.1 - Statsbygg Magnormoen kontrollstasjon,» 2009.
- [4] Nasjonal grunnvannsdatabase, Granada, NVE, [Internett]. Available: https://geo.ngu.no/kart/granada_mobil/?extent=343463,6644999,347463,6648999&pin=true&map=5.
- [5] Rambøll Norge AS, «Datarapport - Geotekniske grunnundersøkelser Magnormoen,» Oslo, 2022.
- [6] Statens Vegvesen, «Geoteknikk i vegbygging,» 2014.
- [7] Direktoratet for byggkvalitet, «TEK 17 §7-3,» [Internett]. Available: <https://dibk.no/regelverk/byggteknisk-forskrift-tek17/7/7-3/>.
- [8] Direktoratet for byggkvalitet, «TEK 17 §7-2,» [Internett]. Available: <https://dibk.no/regelverk/byggteknisk-forskrift-tek17/7/7-2/>.

TEGNINGER OG VEDLEGG

Tegning 001 – Situasjonsplan med borpunkter og kritiske snitt

Tegning 002 – Profil A

Tegning 003 – Profil B

Tegning 004 – Udrenert skjærstyrke fra CPTU

Vedlegg 1 – Anvendelsesklasse CPTU

Vedlegg 2 – ROS-skjema

VEDLEGG

1 - Planerade förhållanden korta glidytor

2 - Planerade förhållanden korta glidytor_kombi

3 - Planerade förhållanden korta glidytor skred 1

4 - Planerade förhållanden korta glidytor skred_kombi 1

5 - Planerade förhållanden korta glidytor skred 2

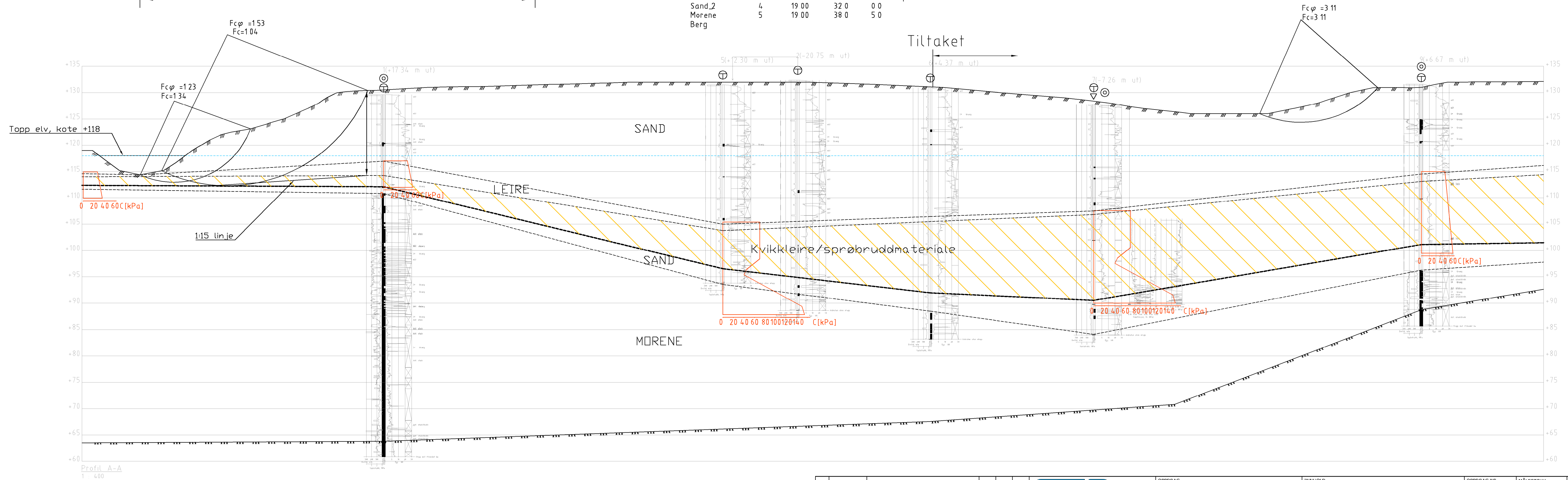
6 - Planerade förhållanden korta glidytor skred_kombi 2

7/8 - Planerade förhållanden, glidyta som påverkar detaljplanområden skred 2/skred kombi 2



							OPPDRAG		INNHOOLD		OPPDRAG NR.	MÅLESTOKK	BLAD NR.	AV
01	10.02.2023	Revidert etter uavhengig kontroll	HASK	KARE	ASSJ		Magnormoen politistasjon		SITUASJONSPLAN MED TERRENGSNITT		1350043269-007	1:1200	01	01
00	19.08.2022	Første utgivelse	HASK	INET	ASSJ		Statsbygg AS		⊕ Totalsondering ⊖ Piezometer				TEGNING NR.	
REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ				⊙ Prøveserie				REV.	
TEGNINGSSTATUS			Rambøll Norge AS P.b. 9420 Torgarden 7493 Trondheim TLF: 73 84 10 00 www.ramboll.no					⚠ Trykksondering				001		01

Material	no	Un Weigh	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Sand_1	1	20 00	34 0	0 0				
Leire	2	19 00	25 0	3 0	C-profil	1 00	0 63	0 35
Kvikkleire	3	19 00	22 0	3 0	C-profil	1 00	0 63	0 35
Sand_2	4	19 00	32 0	0 0				
Morene	5	19 00	38 0	5 0				
Berg								



01	10.02.2023	Revidert etter uavhengig kontroll	HASK	KARE	ASSJ
00	19.08.2022	Første utgivelse	HASK	INET	ASSJ
REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
TEGNINGSSTATUS		Detaljregulering			



Ramboll Norge AS
P.b. 9420 Torgarden
7493 Trondheim
TLF: 73 84 10 00
www.ramboll.no

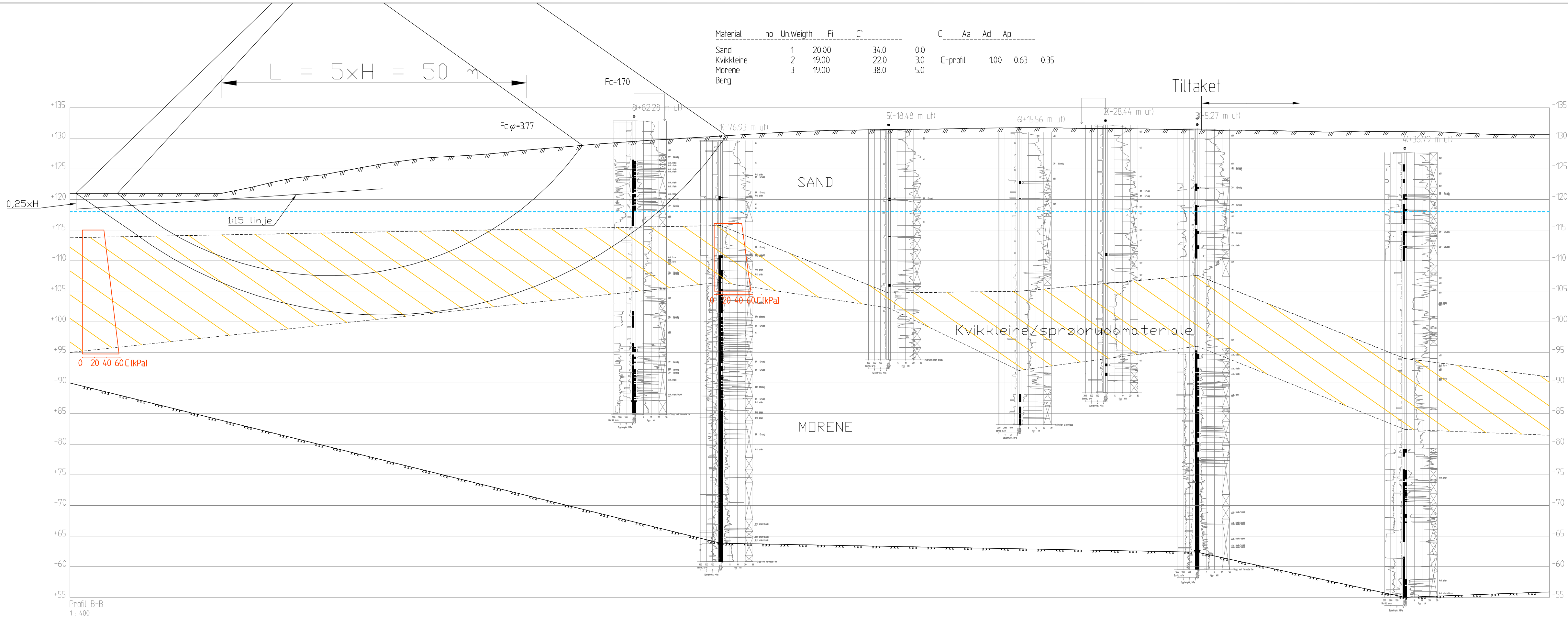
OPPDRAAG

Magnormoen politistasjon

OPPDRAAGSGIVER

Statsbygg

INNHOOLD	OPPDRAAG NR.	MÅLESTOKK	BLAD NR.	AV
Profil A	1350043269-007	1:400	01	01
Vurdering av områdestabilitet ADP- og totalspenningsanalyse	TEGNING NR.			REV.
	002			01



Material	no	Un.Weighth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Sand	1	20.00	34.0	0.0				
Kvikkleire	2	19.00	22.0	3.0	C-profil	100	0.63	0.35
Morene	3	19.00	38.0	5.0				
Berg								

Tiltaket

SAND

MORENE

Kvikkleire/sprøbruddmateriale

Profil B-B
1:400

00	19.08.2022								
REV.	DATO	ENDRING	HASK	INET	ASSJ	TEGN	KONTR	GODKJ	
TEGNINGSSTATUS									

RAMBOLL

Rambøll Norge AS
P.b. 9420 Torgarden
7493 Trondheim
TLF: 73 84 10 00
www.ramboll.no

OPPDAG	Magnormoen politistasjon
OPPDAGSGIVER	Statsbygg

INNHOOLD	Profil B
	Vurdering av områdestabilitet
	ADP- og totalspenningsanalyse

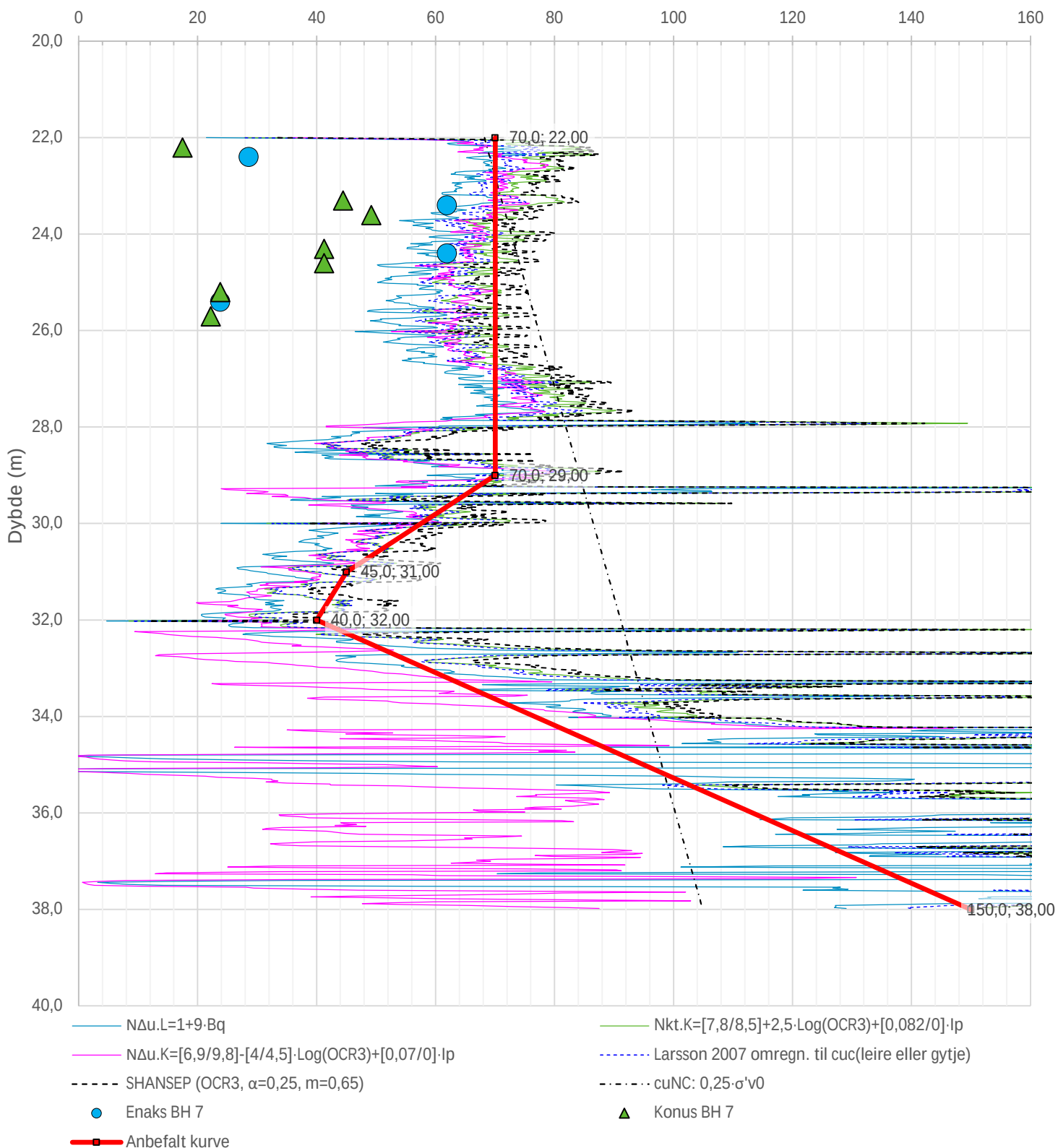
OPPDAG NR.	MÅLESTOKK	BLAD NR.	AV
1350043269-007	1:400	01	01
TEGNING NR.		REV.	
003		00	

Anisotropiforhold i figur:

Enaks BH 7: $c_{uuc}/c_{ucptu} = 0,630$

Konus BH 7: $c_{ufc}/c_{ucptu} = 0,630$

Udrenert aktiv skjærfasthet, c_{ucptu} (kPa)



Prosjekt			Prosjektnummer: 135005634		Borhull	Kote 127.739
Magnormoen politistasjon					7	
Innhold					Sondennummer	
Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet					4505	
 Statens vegvesen	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse		
	HASK	IVJA	KARE	1		
Divisjon Utbygging	Dato sondering		Revisjon	Tegning		
	24.05.2022		Rev. dato	004		

DOKUMENTASJON MÅLEDATA - GEOTECH SONDER

Sonde nr.:	4505	Opplysning:	18-bit
SONDEDATA			
Arealforhold, a:	0,858	Arealforhold, b:	0
Kalibreringsdato:	28.09.2021	Utførende:	Geotech AB
EGENSKAP (fra kalibreringsark)	SPISSMOTSTAND	SIDEFRIKSJON	PORETRYKK
Maksimum spenning [MPa]	50	0,5	2
Måleområde [MPa]:	50	0,5	2
Opplysning 12-bit [kPa]:	-	-	-
Opplysning 18-bit [kPa]:	0,5741	0,0103	0,0222
Max. temp. effekt, ubelastet [kPa]:	24,67	0,63	0,466
Temperaturområde [°C]:	5-40	5-40	5-40
Merknad:			
UTFØRELSE			
Borpunkt nr.:	7	Dato:	24.05.2022
Borleder:	Riise, Jonas	Assistent:	Fjellheim, Bjørnar
Filtertype:	Ferdigmettet porøsfiler	Metningsmedium:	Silikonfett/frostvæske
Forankring:	Ja	Sondetemperatur start [°C]:	11,8
Forboring [m]:	22	Sondetemperatur slutt [°C]:	6,5
Sum boring [m]:	37,98	Kontroll skriver [m]:	37,98
Avstand mellom målinger [mm]:	20	Max. helning [°]:	6,1
Er det kontrollert at riktige/siste kalibreringsdata for sonden er lagt inn i programvaren?			Ja
Merknad nullpunktsskontroll:			
MÅLEVARIABLE			
EGENSKAP	SPISSMOTSTAND	SIDEFRIKSJON	PORETRYKK
Maksimal temperatureffekt [kPa]:	3,2688	0,0835	0,0617
NULLPUNKTKONTROLL			
FAKTOR	NA (q)	NB (f)	NC (u)
Før sondering:			
Etter sondering:			
Avvik [MPa/kPa/kPa]:	0,0074	-0,7	-0,5
NØYAKTIGHETSVURDERING GEOTECH - VURDERING AV ANVENDELSESKLASSE			
MÅLESTØRRELSE	SPISSMOTSTAND	SIDEFRIKSJON	PORETRYKK
Samlet nøyaktighet, Δ_{TOT} [kPa]:	11,2429	0,7938	0,5839
Tillatt nøyaktighet A1, Δ_k [kPa]:	35	5	10
Tillatt nøyaktighet A2, Δ_k [kPa]:	100	15	25
Tillatt nøyaktighet A3, Δ_k [kPa]:	200	25	50
ANVENDELSESKLASSE:	1	1	1
Vurdering profil:			
Oppdragsgiver: Statsbygg Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet		Oppdrag: Magnormoen polististasjon	
Borpunkt nr:	7	Sonde:	4505
	Dato: 24.05.2022	Tegnet: Riise, Jonas	Kontrollert: Håvard Skaar
	Oppdragsnr.: 1350050634	Bilag nr.: -	



ROS-ANALYSE

Iht. NVE Ekstern rapport nr. 9/2020 - Oversiktskartlegging og klassifisering av faregrad, konsekvens og risiko for kvikkleireskred

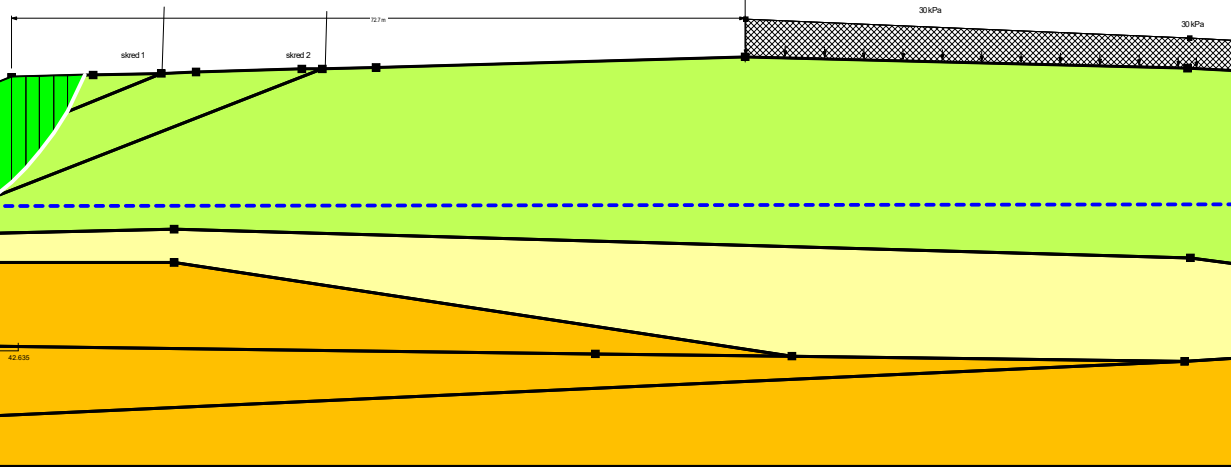
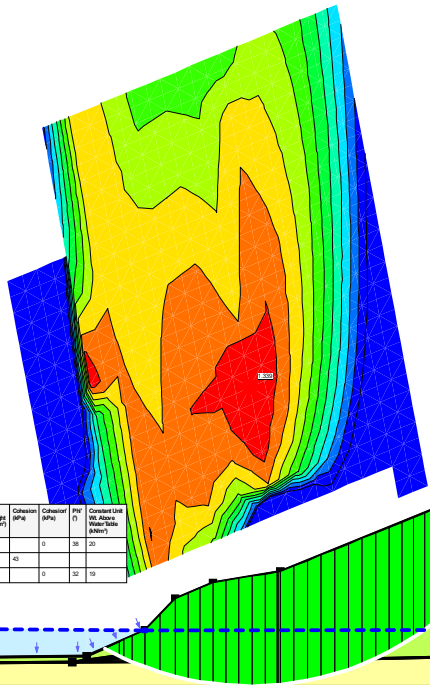
Oppdrag:	Politistasjon på Magnormoen
Oppdragsnummer:	1350043269-007
Signatur	Dato
Saksbehandler: IVJA	27.01.2023
Kontrollert: HASK	02.02.2023

Skadekonsekvens									
Faktorer	Vekttall	Score	Poeng	Kommentar					
Boligheter	4	0	0						
Næringsbygg, personer	3	0	0						
Annen Bebyggelse, verdi	1	0	0						
Vei	2	0	0						
Toglinje	2	0	0						
Kraftnett	1	0	0						
Oppdemming/flom	2	2	4						
Sum poeng (score x vektall):				4					
Prosent av maks: 9 %									
Skadekonsekvensklasse: Mindre alvorlig									
Faregrad									
Faktorer	Vekttall	Score	Poeng	Kommentar					
Tidligere skredaktivitet	1	1	1						
Skråningshøyde	2	1	2						
Tidligere/nåværende terrengnivå	2	3	6	Leirlaget ligger dypt					
Poretrykk, overtrykk	3	0	0						
Poretrykk, undertrykk	-3	0	0						
Kvikkleiremektighet	2	0	0						
Sensitivitet	1	2	2						
Erosjon	3	2	6						
Inngrep, forverring	3	1	3	Avskoging					
Inngrep, forbedring	-3	0	0						
Sum poeng (score x vektall):				20					
Prosent av maks: 39 %									
Faregradsklasse: Middels									
Risiko									
Risiko (skadekonsekvens x faregrad)									
Risikoklasse:				2					

Sektion: SticksSektion
Beskrivning: Planerade förhållanden korta
Dokument:
Metod: Totalstabilitetsanalys
PIV/P Conditions from Piezometric Line
Projektor: Jostin Persson
Genströvsdatum: 10.2.1.1999
Datum: 2024-02-17

Nivå (RH2000)

Color	Name	Modul	Unit Weight (kN/m³)	cohesion (kPa)	cohesion (kPa)	phi (°)	Consolidation Line (kPa)
Orange	Fyllning	Mohr-Coulomb	18	0	38	30	
Yellow	Sev	Undersatt (FHW)	17	40	38	30	
Green	Slagvand	Mohr-Coulomb	18	0	32	30	

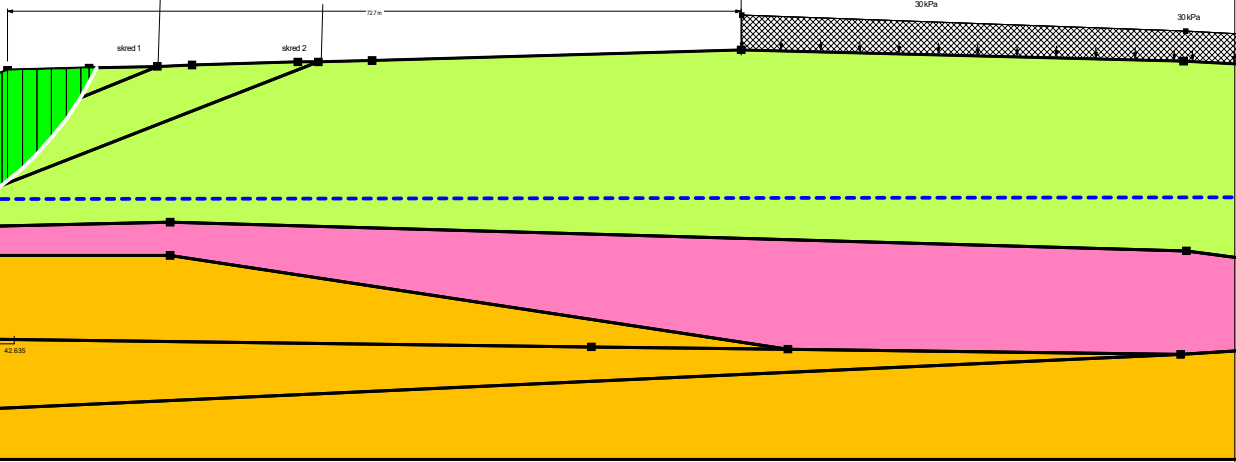
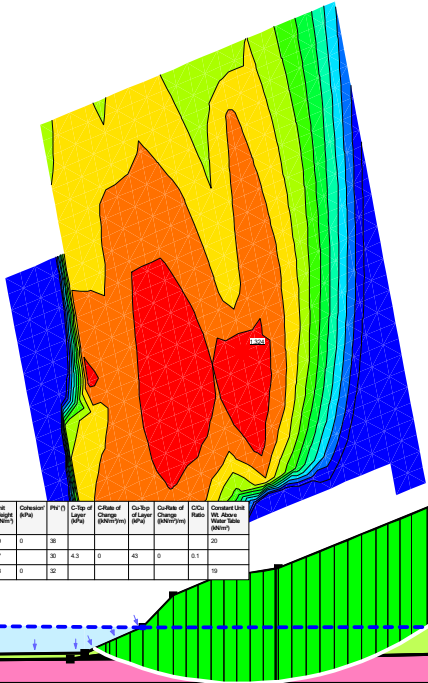


Skala: 1:750 (A4)

Sektion: Sticksa
Beskrivning: Planerade borrhällanden kombi
Dokument:
Metod: Totalisikervärdeanalys
PWP: Conditions from Piezometric Line
Projektor: Jostin Persson
Geoteknisk övervakning: 10.2.1.19999
Datum: 2024-02-17

Nivå (RH2000)

Color	Name	Model	Unit Weight (kN/m³)	cohesion (kPa)	Phi (°)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change (kPa/m)	Cu-Top of Layer (kPa)	Cu-Rate of Change (kPa/m)	CDL Ratio	Constant Unit Weight (kN/m³)
Orange	Fyllmassa	Min-Coulomb	19	0	36					20	
Pink	Sevlecke	Constant, Drift Depth	17	35	4.3	0	40	0	0.1		
Light green	Slagvand	Min-Coulomb	18	0	32					19	



Skala: 1:750 (A4)

Sektion: SticksSektion
Beskrivning: Planerade förhållanden kortsked 1
Dokument: Meto: Totalisoleringsanalys
PWP: Conditions from Piezometric Line
Projektor: Jostin Persson
Geoteknisk: 10.2.1.19666
Datum: 2023-02-17

Nivå (RH2000)

Color	Name	Modul	Unit Weight (kN/m³)	cohesion (kPa)	cohesion (kPa)	φ (°)	Constant Line (kN/m²)
Orange	Fyllning	Mohr-Coulomb	18	0	0	36	20
Yellow	Sev	Uncoloured (FHW)	17	40	0	36	20
Green	Slagvand	Mohr-Coulomb	18	0	0	32	10

Avstånd

Skala: 1:750 (A4)

Kvartärsmarksgrens

30 kPa

30 kPa

Sektion: SticksSektion
Beskrivning: Planerade borrhällanden i korssektion 1 km
Dokument: Metod: Tillståndsanalyse
PWP: Conditions from Piezometric Line
Projektor: Jostin Persson
Geoteknisk: 10.2.1.19999
Datum: 2023-02-17

Nivå (RH2000)

Color	Name	Model	Unit Weight (kN/m³)	Cohesion (kPa)	Phi (°)	C-Exp of Layer (kPa)	C-Exp of Change (kPa/m)	C-Exp of Layer (kPa)	C-Exp of Change (kPa/m)	CDG Ratio	Constant Unit Weight (kN/m³)
Orange	Fyllning	Min-Coulomb	19	0	36					20	
Pink	Skivert	Constant, Driftless	17	35	4.3	0	40	0	0.1		
Light Green	Slagvand	Min-Coulomb	18	0	32					19	

Avstånd

Skala: 1:750 (A4)

Kvartärsmarksgrens

30 kPa

30 kPa

C:\Users\jpose\OneDrive - Ramboll\Documents\orgew

Sektion: SticksSektion
Beskrivning: Planerade förhållanden kortsked 2
Gestillem:
Metod: Totalisikervetenskap
PIWP Conditions from Piezometric Line
Projektor: Jostin Persson
Gestilsovers: 10.2.1.19866
Datum: 2024-02-17

Nivå (RH2000)

Color	Name	Modul	Unit Weight (kN/m³)	cohesion (kPa)	cohesion (kPa)	φ (°)	Consolidation Line (kPa)
Orange	Fyllning	Mohr-Coulomb	18	0	0	36	20
Yellow	Sten	Drucklinje (Mohr)	17	40	0	36	20
Green	Slagvand	Mohr-Coulomb	18	0	0	32	10

Avstånd

Skala: 1:750 (A4)

Kvartärsmarksgrens

30 kPa

30 kPa

C:\Users\jpmose\OneDrive - Ramboll\Documents\Inorgew

Sektion: SticksSektion
Beskrivning: Planerade förhållanden kortskävd 2
Dokument:
Metod: Totalisoleringsanalys
PWP: Conditions from Piezometric Line
Projektor: Jostin Persson
Geoteknisk: 10.2.1.19866
Datum: 2024-02-17

Nivå (RH2000)

Color	Name	Modul	Unit Weight (kN/m³)	cohesion (kPa)	cohesion (kPa)	φ (°)	Consolidation Line (kPa)
Orange	Fyllning	Mohr-Coulomb	18	0	0	36	20
Light Blue	Underskikt (Fyll)	17	40	0	0	36	20
Light Green	Slagvand	Mohr-Coulomb	18	0	0	32	10

Avstånd

Skala: 1:750 (A4)

Kvartärsmarksgrens

30 kPa

30 kPa

C:\Users\jpmose\OneDrive - Ramboll\Documents\Inorgew

Sektion: SticksSektion
Beskrivning: Planerade förhållanden kortskedd 2 km
Dessläm:
Metod: Totalstabilitetsanalys
PIWP: Conditions from Piezometric Line
Projektor: Jostin Persson
Geoteknisk: 10.2.1.19999
Datum: 2024-02-17

Nivå (RH2000)

Color	Name	Model	Unit Weight (kN/m³)	Cohesion (kPa)	Phi (°)	C-Red of Layer (kPa)	Phi-Red of Layer (°)	Cu-Red of Layer (kPa)	Phi-Red of Layer (°)	CDU Ratio	Constant Unit Wt. Ratio (kN/m³)
Orange	Fyllmassa	Min-Coulomb	19	0	36						20
Pink	Skivert	Constant, Driftless	17	35	4.3	0	48	0	0	0.1	
Light Green	Slagvand	Min-Coulomb	18	0	32						19

Avstånd

Skala: 1:750 (A4)

Kvartärsmarkgräns

30 kPa

30 kPa

C:\Users\jpose\OneDrive - Ramboll\Documents\orgew