

NOTAT – RIG-N01

Prosjekt Stasjonsgata 22	Prosjektleder Aase Marie Hersleth Holsen	Dato 15.09.2021
Prosjektnummer 10224836	Opprettet av Gard Hofshagen	Rev. dato 18.11.2021
Utarbeidet av Gard Hofshagen og Ole Johan Quarsten		
Kontrollert av Jure Kokosin, datert 21.09.2021. KS utført. 18.11.2021. KS etter kommentarer fra UK utført.		
Godkjent av Jure Kokosin		

Distribusjon	Firma Østre Linje Arkitekter AS	Navn Kaja Svendeby
---------------------	---	------------------------------

Sammendrag

Det planlegges å oppføre et nytt leilighetsbygg i Stasjonsvegen 22 i Spydeberg, gnr/bnr. 426/365, Askim kommune. I tillegg skal eksisterende bebyggelse på tomten bevares og oppgraderes. Perfetta Eiendom AS har engasjert Sweco Norge AS for detaljregulering av området.

Sweco har utført grunnundersøkelser på tomten. Disse er presentert i rapport 10225030 RIG_R01_A01 Datarapport - Grunnundersøkelser.

Eiendommen ligger ikke innenfor registrert kvikkleiresone, men under marin grense. Fra grunnundersøkelsene er det funnet antatt sprøbruddmateriale på tomten og i området ned mot Hyllibekken. Basert på utfordringer knyttet til stabiliteten til kritisk skråning over tomten er det vurdert dithen at eneste aktuelle løsning vil være tiltak som ikke forverrer stabiliteten.

For å vurdere områdestabiliteten er det foretatt stabilitetsberegninger i et representativt kritisk snitt for skråningen over tomten. Beregningene viser at det er tilstrekkelig sikkerhet mot skred for aktuelle kritiske glideflater, gitt at forutsetningen om ingen forverring av stabilitet ivaretas. Utgraving av skråningen skal skje fra skråningstoppen og nedover mot Vollebekkvegen for å ikke redusere stabiliteten til skråningen.

Vurderingene i dette notatet må kontrolleres av et uavhengig foretak etter Kvikkleireveileder 1/2019.

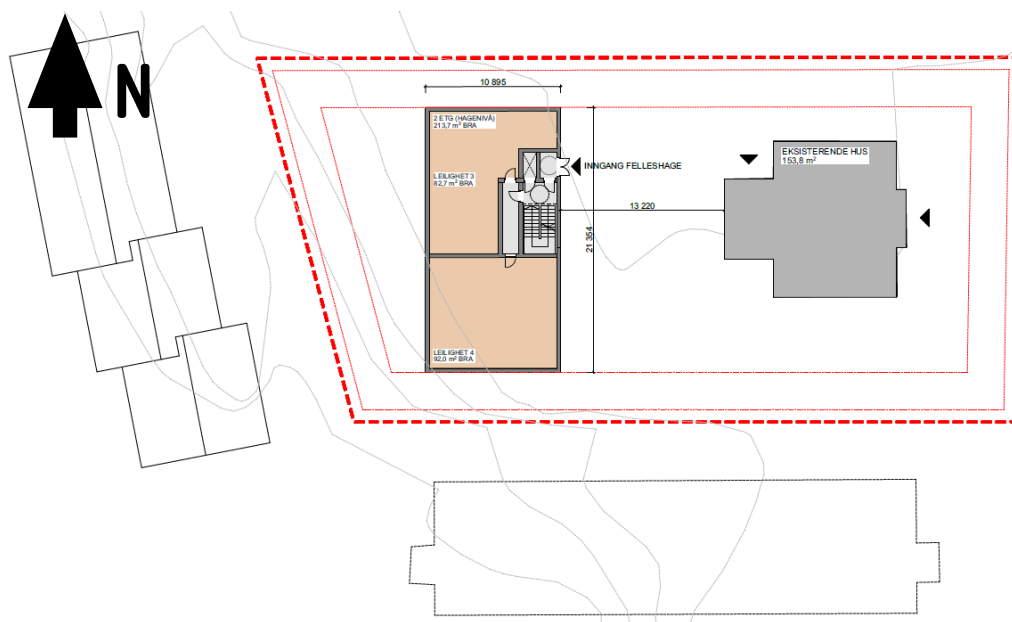
Innledning

Sweco Norge AS er engasjert av Perfetta Eiendom AS for utredning til detaljregulering i forbindelse med oppføring av et leilighetsbygg ved Stasjonsgata 22 i Spydeberg, gnr/bnr. 426/365, Askim kommune. Eksisterende bygg på tomten skal bevares og oppgraderes.

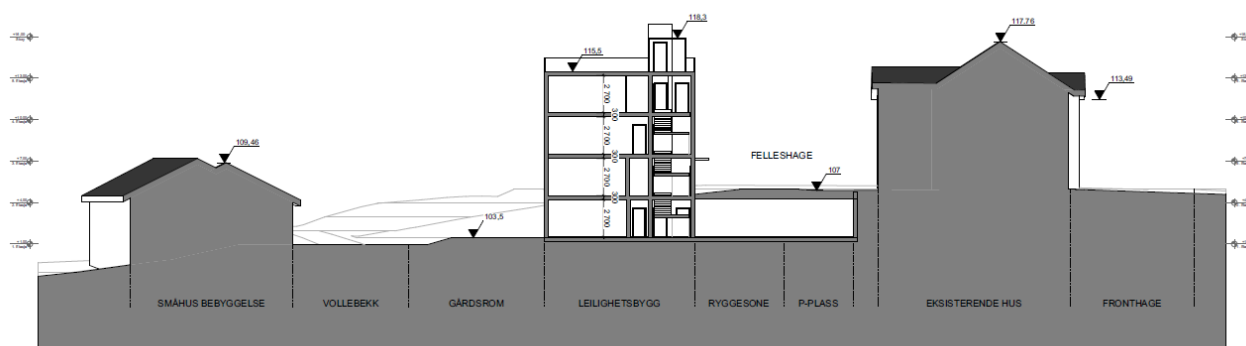
Foreliggende notat omhandler en vurdering av områdestabiliteten etter NVEs veileder 1/2019 [1], etter grunnundersøkelser utført 19.05.2021.

Kort om utbyggingsplanene

Leilighetsbygget er planlagt utbygget med 4 etasjer og takterrasse, og med parkeringskjeller inn mot eksisterende bygg på tomten. Oversiktsbilde over planlagt utbygging og terrengsnitt over tomen er presentert i henholdsvis Figur 1 og Figur 2. Figur 2 viser også at det skal graves ut av eksisterende skråning ned mot Vollebekkveien.



Figur 1: Oversikt over utbyggingsplanene i Stasjonsvegen 22, 1. etasje. Fra tegningsgrunnlaget utarbeidet av Østre Linje Arkitektur og Landskap.



Figur 2: Snitt som viser terrenginngrep som følge av utbyggingen. Fra tegningsgrunnlaget utarbeidet av Østre Linje Arkitektur og Landskap.

Regelverk og krav

De relevante geotekniske problemstillingene for planlagt tiltak er:

- Områdestabilitet
- Lokal stabilitet
- Sikring av byggegropa
- Fundamentering av bygget

Lokal stabilitet, fundamentering av bygget og sikring av byggegropa er ikke en del av dette notatet. Dette må ivaretas i detaljprosjekteringen.

Regelverk og normativt grunnlag for geoteknisk vurdering

Følgende lover, forskrifter og retningslinjer er aktuelle for den planlagte utbyggingen:

- Plan- og bygningsloven (PBL) [2]
- Byggeteknisk forskrift (TEK 17) [3], med veiledning
- Forskrift om byggesak (byggesaksforskriften SAK 10) [4], med veiledning
- NS-EN 1997-1:2004 + A1:2013 + NA:2020 Eurokode 7 – Geoteknisk prosjektering, Del 1: Allmenne regler
- NVEs retningslinjer 2/2011 «Flaum- og skredfare i arealplanar» [5], med tilhørende veileder 1/2019 Sikkerhet mot kvikkleireskred [1] (kvikkleireveilederen)

Plan- og bygningsloven, §28-1, angir sikkerhetskrav for byggegrunn: «Grunn kan bare bebygges, eller eiendom opprettes eller endres, dersom det er tilstrekkelig sikkerhet mot fare eller vesentlig ulempe som følge av natur- eller miljøforhold. Det samme gjelder for grunn som utsettes for fare eller vesentlig ulempe som følge av tiltak.» [2]

TEK 17, §7 beskriver sikkerhetskrav mot naturpåkjenninger ved utbygging. Byggverk plasseres, prosjekteres og utføres slik at det oppnås tilfredsstillende sikkerhet mot skade eller vesentlig ulempe fra naturpåkjenninger (flom, stormflo og skred). §7-3 grunngir at tilstrekkelig sikkerhet mot kvikkleireskred kan oppnås i alle faser av utbygging og for ferdig bygg ved å følge metodene og prosedyrene gitt i NVE retningslinjer 2/2011 med tilhørende veileder 1/2019 [3].

Sikkerhetskrav for planlagte tiltak

Tiltaket er vurdert til tiltakskategori K4 – Tiltak som medfører større tilflytting/personopphold. Dette begrunnes med at leilighetsbygget er planlagt med mer enn to boenheter og dermed medfører potensiell stor tilflytning/personopphold etter ferdigstilling. Dette innebærer at hele prosedyren beskrevet i tabell 3.1 i NVEs veileder [1] (oppsummert i Tabell 1) må gjennomgå for områdestabilitetsvurdering.

Tabell 1: Prosedyre for utredning av områdestabilitet etter NVEs veileder, tabell 3.1 [1].

Pkt.	Oversikt
1	Undersøk om det finnes registrerte faresoner (kvikkleiresoner) i området
2	Avgrens områder med mulig marin leire
3	Avgrens områder med terreng som kan være utsatt for områdeskred
4	Bestem tiltakskategori
5	Gjennomgang av grunnlag – identifikasjon av kritiske skråninger og mulig løsnemråde
6	Befaring
7	Gjennomfør grunnundersøkelser

8	Vurder aktuelle skredmekanismer og avgrens løsne- og utløpsområder
9	Klassifiser faresoner
10	Dokumenter tilfredsstillende sikkerhet
11	Meld inn faresoner og grunnundersøkelser

Det er ikke gjennomført befaring på tomten ifm. denne utredningen da data- og kartgrunnlag er vurdert tilstrekkelig for vurdering av område- og skråningsstabilitet i denne prosjektfasen.

Tiltaks-kategori	Type tiltak
K0	Små tiltak som medfører svært begrensede terrenginngrep. Lite personopphold. Ingen tilflytting av personer Garasjer, naust, tilbygg/påbygg til eksisterende bebyggelse, frittstående uthus, redskapsbod, landbruk- og skogsveger
K1	Tiltak av begrenset størrelse. Lite personopphold. Ingen tilflytting av personer Mindre driftsbygninger i landbruket, lagerbygg av begrenset verdi, lokale VA-anlegg, private og kommunale veger, mindre parkeringsanlegg og trafikksikkerhetstiltak (G/S-veg, midtdele)
K2	Tiltak som kun innebærer terrengendring; utgraving, opp- og utfylling og masseflytting Masseponier, komposteringsanlegg, bakkeplanering/nydyrking, massetak, andre massefyllinger
K3	Tiltak som medfører tilflytting av personer med inntil to boenheter, større byggverk med begrenset personopphold eller tiltak med stor verdi Bolighus/fritidsbolig med inntil to boenheter, større driftsbygninger i landbruket, lagerbygg med større verdi, mindre nærings- og industribygg, mindre utendørs publikumsanlegg, større VA-anlegg
K4	Tiltak som medfører større tilflytting/personopphold, samt tiltak som gjelder viktige samfunnsfunksjoner Bolighus/fritidsboliger med mer enn to boenheter, sykehjem, sykehus, skoler, barnehager, idrettshaller, utendørs publikumsanlegg og nærings- og industribygg

For tiltakskategori K4 gjelder følgende sikkerhetskrav:

Hvis tiltaket forverrer stabiliteten skal det kreves absolutt sikkerhetsfaktor $F_{cu} \geq 1,40 \cdot f_s$ og $F_{c\phi} \geq 1,25$, hvor $f_s = 1,15$ er sprøhetsforholdet som korrigerer for sprøbruddeffekt i de udrenerte beregningene, se kap. 5.3.3.

For tiltak som ikke forverrer stabiliteten er kravet til sikkerhet $F_{cu} \geq 1,40$ og $F_{c\phi} \geq 1,25$. Ved lavere sikkerhet må F_{cu} og $F_{c\phi}$ økes prosentvis iht. Tabell 3.3 og Figur 3.3 [1]. Kravet om sikkerhet sammenfaller med partialfaktor fra Eurokode 7 punkt NA.A.3.2.

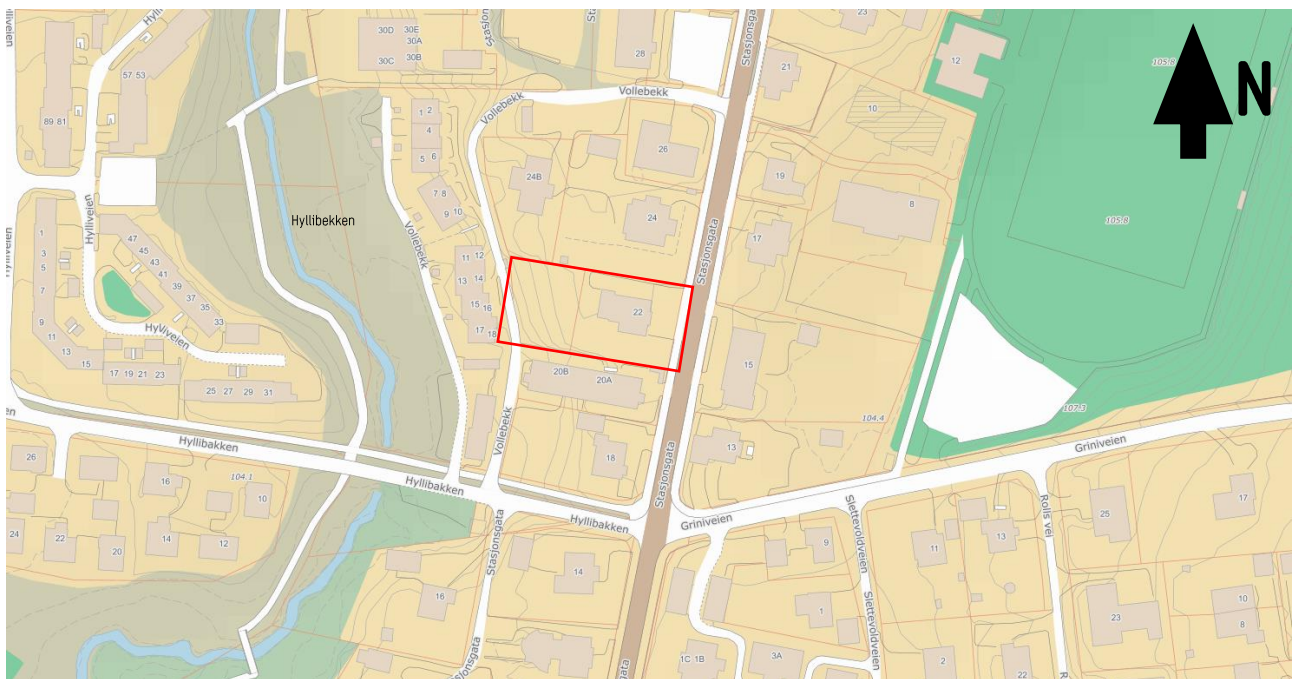
Iht. valg av tiltakskategori vil denne utredningen nødvendiggjøre uavhengig kvalitetssikring. Kontrollen skal gjennomføres av et uavhengig foretak og med grunnlag i NVEs veileder 1/2019 [1].

Grunnlag – identifikasjon av kritiske skråninger og potensielt løsneområde

Topografi

De aktuelle tomtene inkludert nåværende bygg i Stasjonsvegen 22, Spydeberg, er markert i Figur 3. Historiske flyfoto over området er presentert i Figur 4–Figur 6. Nærområdet er preget av asfaltveger og -parkeringer, og boliger og hageareal. Hyllibekken renner i sørlig retning vest for tomten.

Eksisterende bebyggelse ligger på ca. kote +108,0 m, og tomten heller vestover ned mot Vollebekkveien på ca. kote +103,3 m. Denne skråningen har en helning på over ca. 1:5. Etter en liten senkning ned mot bebyggelsen inn mot den østlige forgreiningen av Vollebekkveien, stiger terrenget svakt før videre helning ned mot Hyllibekken på kote +100,0 m. Terrengnivået for Stasjonsgata og området østover ligger stort sett stabilt mellom kote +108,0 m og +105,0 m.



Figur 3: Oversiktsbilde over aktuelt område rundt Stasjonsgata 22. Utbyggingstomt markert med rødt. (kart.finn.no)



Figur 4: Flyfoto fra 2018 over aktuelt område. Utbyggingstomt markert med rødt. (kart.finn.no)

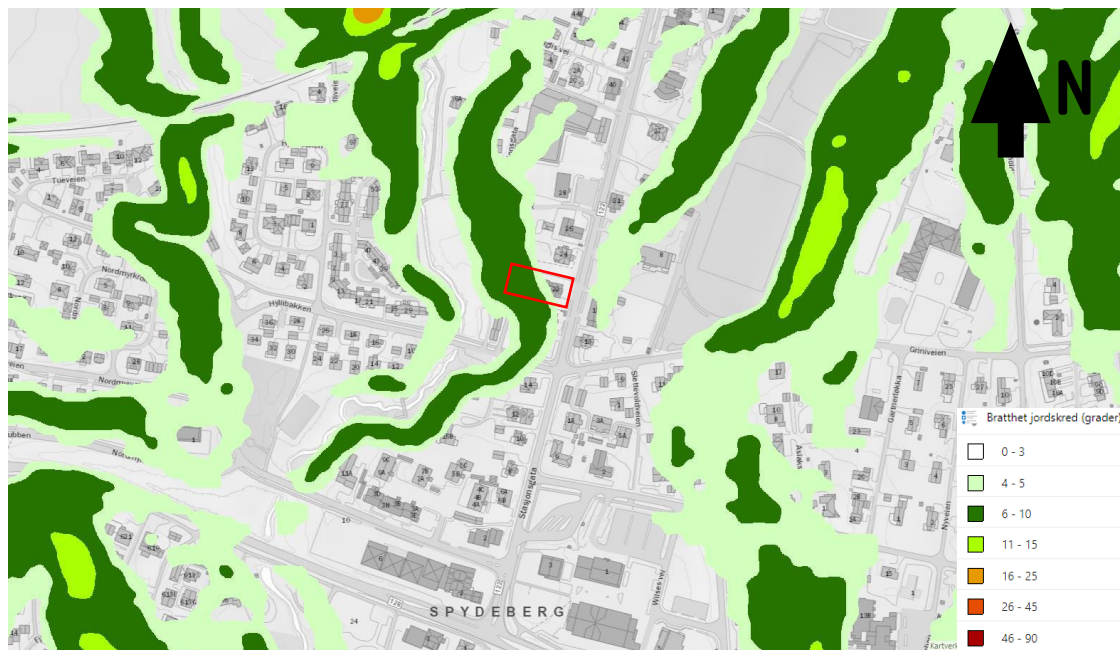


Figur 5: Flyfoto fra 2003 over aktuelt område. Utbyggingstomt markert med rødt. (kart.finn.no)



Figur 6: Flyfoto fra 1964 over aktuelt område. Utbyggingstomt markert med rødt. (kart.finn.no)

Figur 7 viser tydelig at det er helning over tomten ned mot Vollebekkveien og Hyllibekken. Figur 8 viser også setningsutviklingen over tomten, med generelt lite setninger i området rundt tomt og skråning.



Figur 7: Oversikt over bratthet i det aktuelle området [6]. Aktuell tomt markert i rødt.

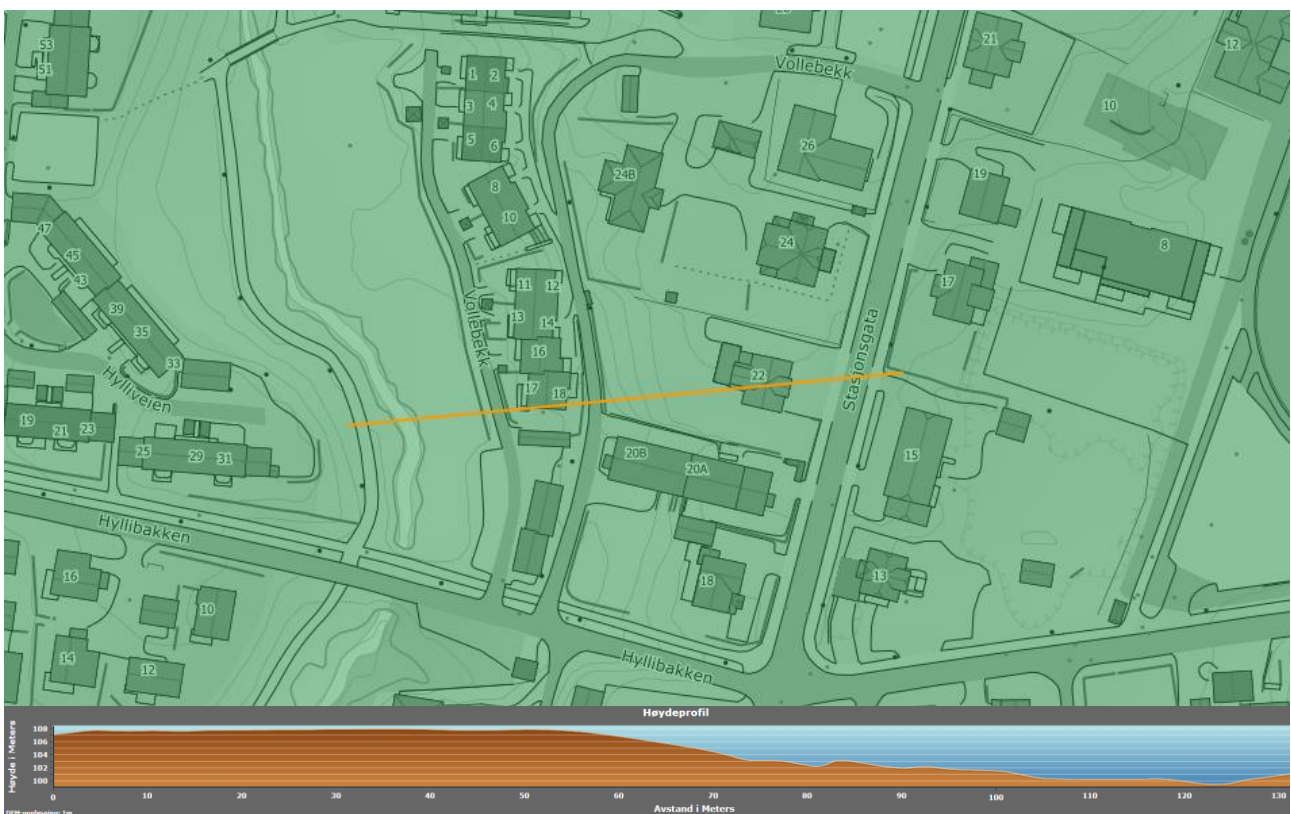


Figur 8: Terrengsetninger over tid for området rundt utbyggingstomt [7]. Aktuelt område i rødt.

Terrengstudie i valg av kritisk profil

Det er studert en rekke snitt i det som kan vurderes å være et potensielt løснеområde for å vurdere hvilket snitt som er kritisk i stabilitetssammenheng. Det er trukket ut 4 profiler i områder som er preget av terreng endringer. De neste underkapitlene presenterer aktuelle snitt med en vurdering av terrengsituasjonen i siste delkapittel.

Profil A



Høydeforskjell: 7,8 meter

Skråningshelning: 1:4,45

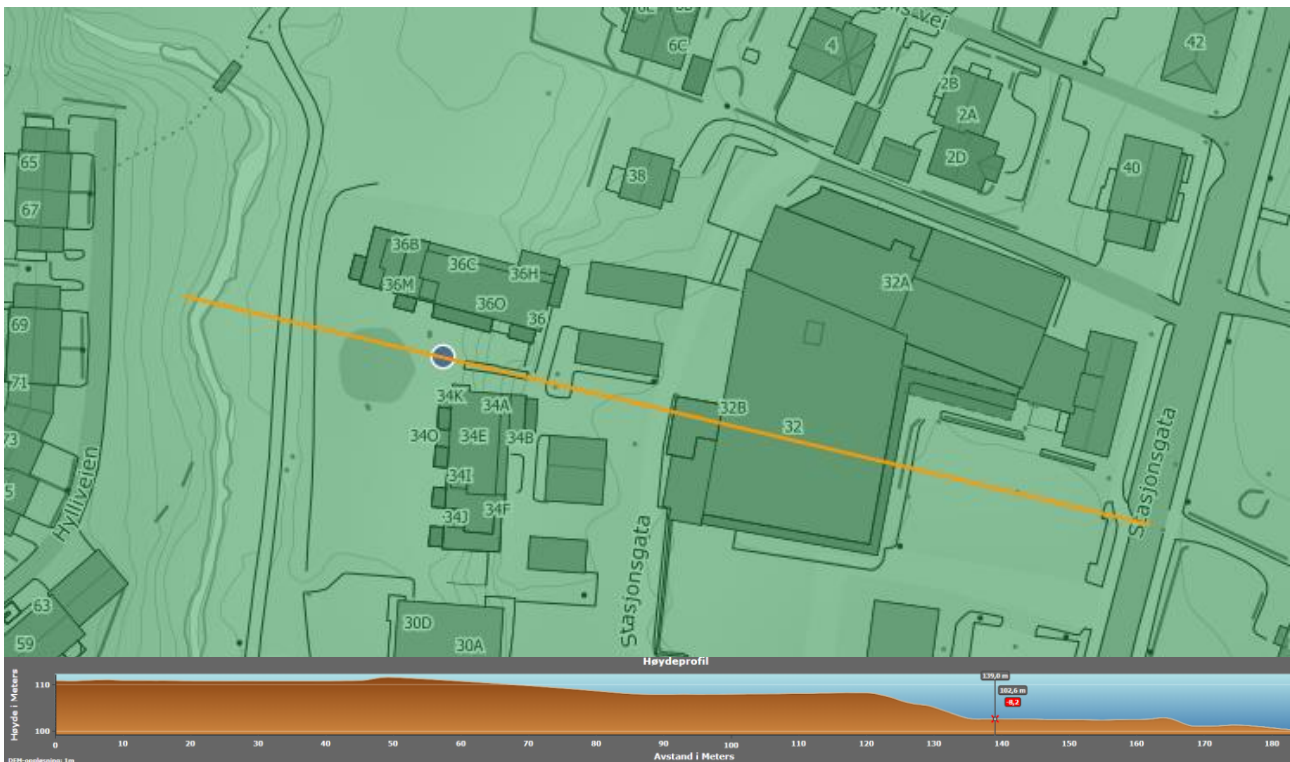
Profil B



Høydeforskjell: 7,9 meter

Skrånngshelning: 1:7,72

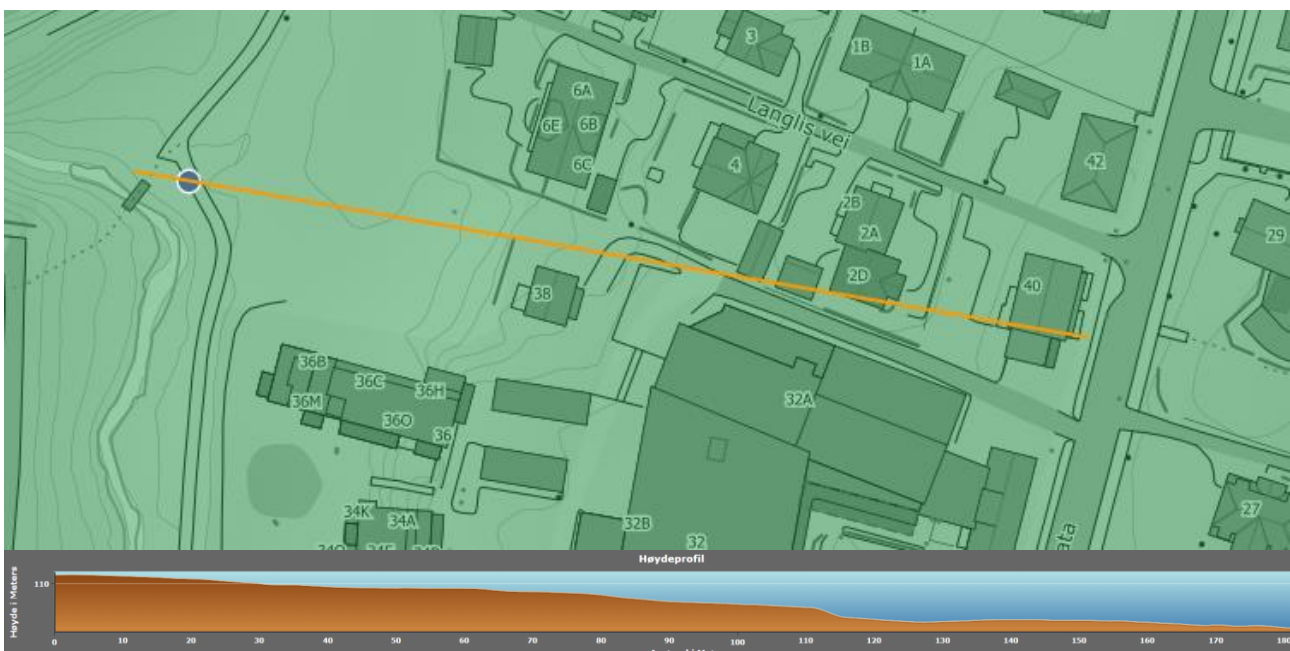
Profil C



Høydeforskjell: 5,4 meter

Skråningshelning: 1 : 2,77

Profil D



Høydeforskjell: 8,2 meter

Skråningshelning: 1:13,5

Sammendrag profilstudie

Profil C har en terrassering brattere enn terrenget nedenfor Stasjonsgata 22 i profil A. Det vurderes likevel at lokalstabiliteten er ivaretatt da det er står en rekke av bygg og støttekonstruksjoner langs terrengplatået som ble

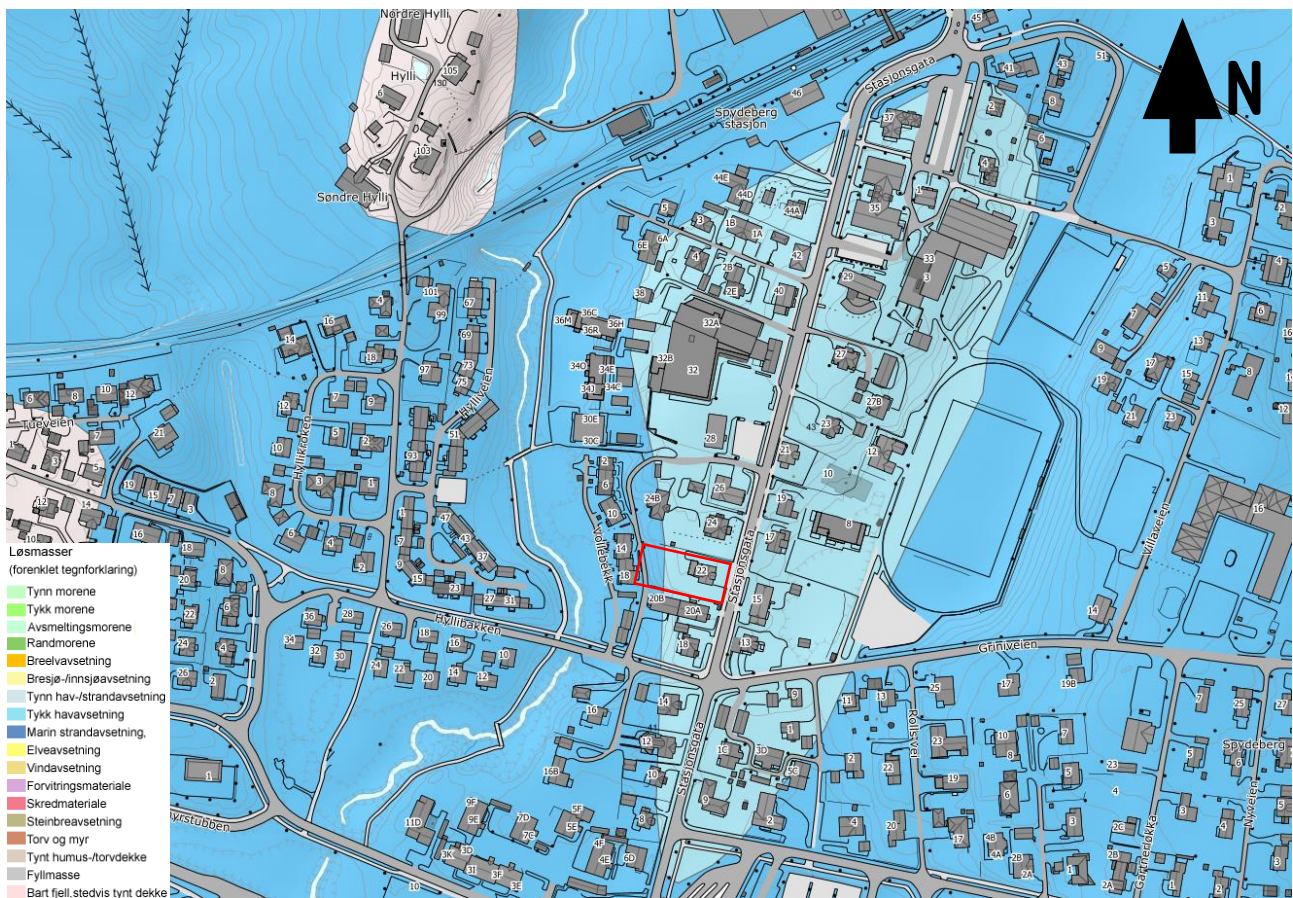
oppført en gang mellom år 2003-2006. Profil A skiller seg ut som det naturlige terrenget som har den største terreng endringen over kortest avstand. Det vurderes at tiltaket er robust mot områdeutglidning såfremt stabiliteten i profil A ved tiltaket er ivarettatt iht. gjeldene regelverk.



Figur 9 Ortofoto fra kart.finn.no tv. 2003 th. 2018

Grunnforhold

Løsmassekartet fra NGU i Figur 10 viser at det aktuelle området domineres av marin Hav- og fjordavsetninger i stor mektighet (mørk blå) og Hav- fjord- og strandavsetninger i tynt dekke (lys blå). Flyfoto gir ikke indikasjon på betydelig bergblotting rundt aktuell tomt, og løsmassekartet angir et skille mellom tynn og tykk avsetningsmekthet i området. Skillet mellom disse går parallelt mellom grensen mellom de marine avsetningene i Figur 10 [8]. Grunnvannsnivået er ikke kjent for tomten. Nærmeste grunnvannsbrønn med oppgitt vannstand 3,0 meter under terrengkote +109,1 m ligger ca. 400 m mot nordøst på andre siden av idrettsplassen. Det er en liten terrengforsenkning der idrettsplassen ligger mellom brønnen og Stasjonsgata 22.

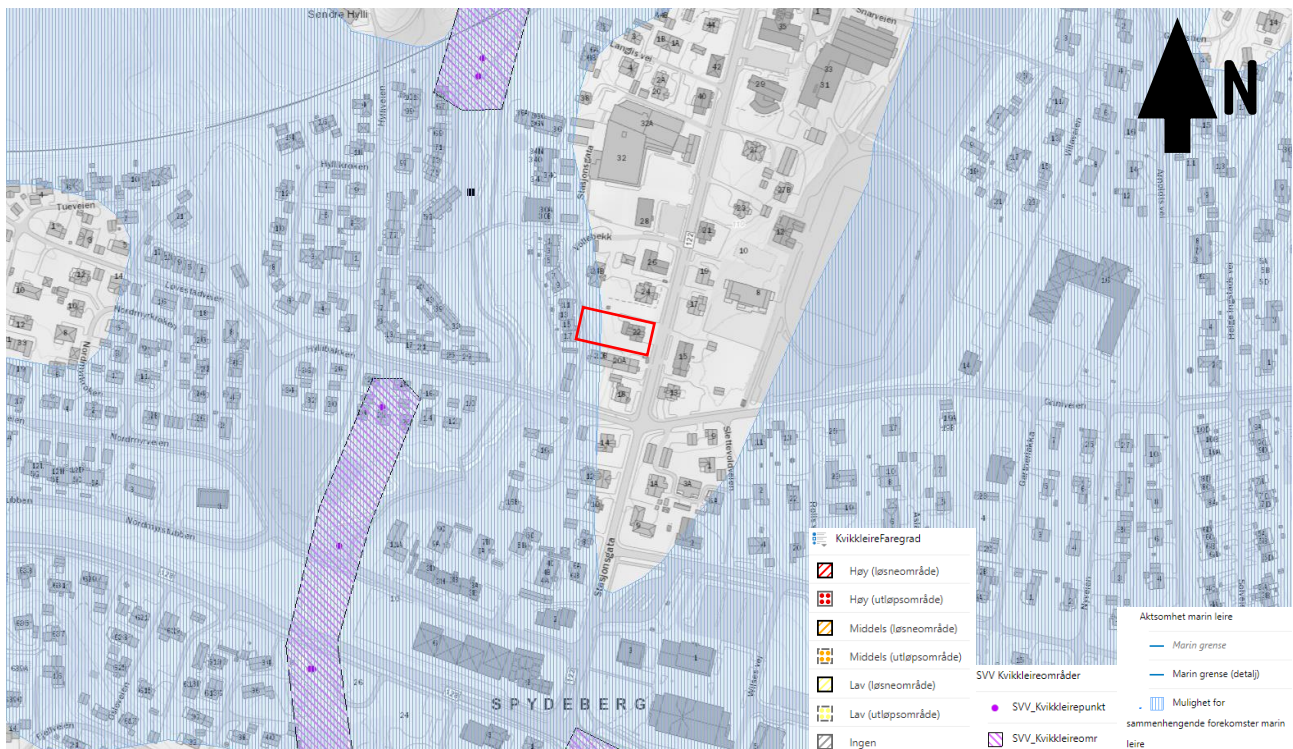


Figur 10: NGUs løsmassekart over området [8]. Utbyggingstomt markert i rødt.

Kvikkleire

Hele tomten ligger under marin grense og delvis innenfor aktsomhetsområde for marin leire, ifølge Figur 11. Likevel utelukkes det ikke at det kan finnes forekomster av marin leire på hele tomten. Det er ikke registrert kvikkleiresoner fra NVE i umiddelbar nærhet til den aktuelle tomten. Nærmeste område er nr. 760 Østvet ca. 1,2 km i nordøstlig retning, med middels faregrad og risikoklasse 2. Utredningen for området fant sted i 1974, uten boringer i Spydeberg sentrum. Figur 11 viser derimot at det er flere kvikkleiresoner fra Statens Vegvesen som befinner seg like ved tomten. Det ble påvist kvikkleire her i [9].

Det er registrert én utglidningshendelse fra 2001 på andre siden av Hyllibekken, markert med sort firkant på Figur 8. Denne utglidningen er beskrevet som et mindre leirskred muligens forårsaket av deponering av masser etter utgraving av garasje og erosjon i bekken [6].



Figur 11: Oversikter over registrerte faresoner (kvikkleiresoner) i området fra NVE Atlas [6]. Utbyggingsområde markert i rødt.

Befaring

Det ble utført en befaring av geotekniker Ole Johan Quarsten den 27.19.21. Det ble tatt en rekke bilder og observasjoner som er lagt til grunn for vurderingene i denne kvikkleirevurderingen. Området er preget av at det er tettbebygget med boliger og enkelte næringslokaler. Terrenget skråer ned mot vest, men blir noe slakere ned mot Hyllibekken i bunn.



Figur 12 Bildet viser skråning i beregnet snitt. Bildet er tatt fra tomten Stasjonsgata 22.



Figur 13 Bilde av plenslette med Hyllibekken til venstre og Vollebekk 34 til høyre i bildet.

Erosjon

Under befarings ble erosjonsforholdene i Hyllibekken vurdert. Bekkekantene er tett gjengrodd av siv/strå- og plantevekst. Det er lite tegn til aktiv erosjon i området. Vannføringen på befaringsstidspunktet var rolig selv om det hadde vært en nedbørsperiode noen dager i forveien. Det er kjent at det har vært en utglidning langs bekkeleiet i 2001, dette er trolig som et følge av at skråningen mot vest sto bratt med lav sikkerhet. Erosjon kan likevel være medvirkende årsak i det trangere partiet av Hyllibekken. Det vurderes at det er litt erosjon i Hyllibekken.

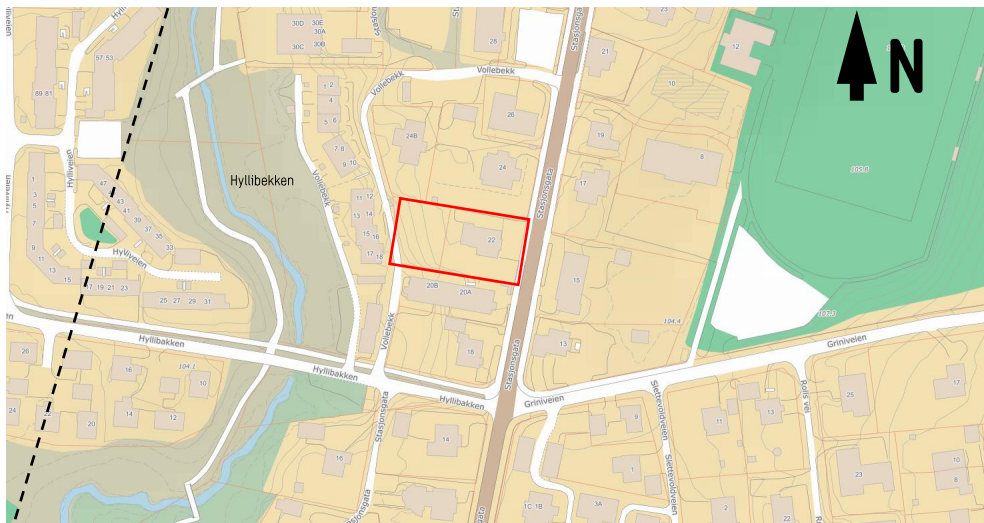


Figur 14 Bilde av Hyllibekken tatt oppstrøms retning.

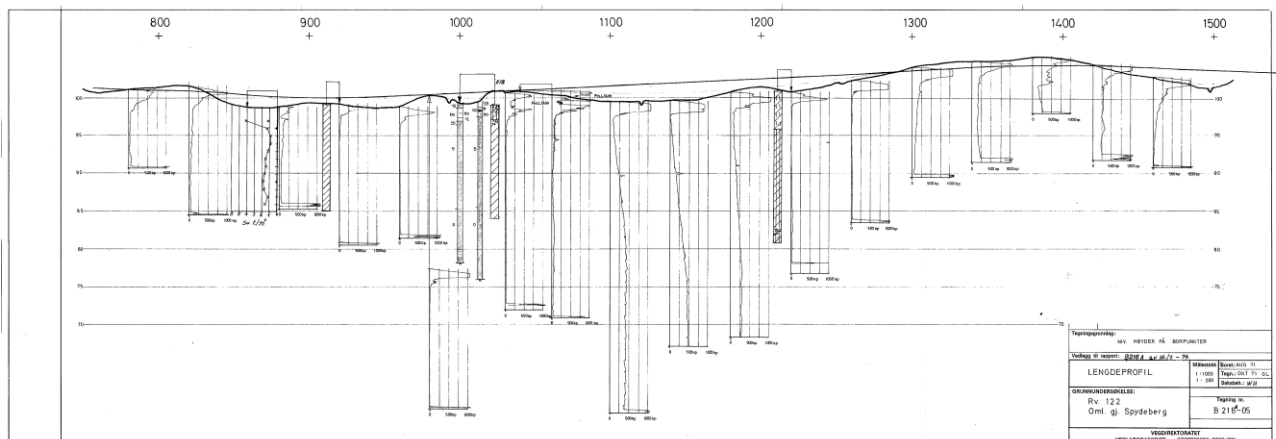
Tidligere grunnundersøkelser

NADAG viste til følgende geotekniske rapport som var relevant for nærområdet til utbyggingen [10]:

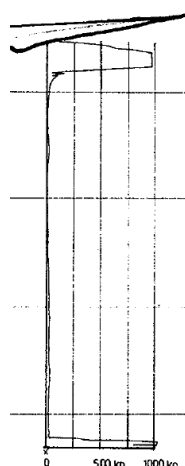
Statens Vegvesens rapport fra 1974 ifm. omlegging av rv. 122 [9] (må fylkesvei) påviste kvikkleire i borpunkter relatert til kvikkleiresonene vist i Figur 11. Lagdelingen i grunnen besto av et 2-4 m tørrskorpelag over meget sensitive, i noen tilfeller kvikke, siltige leirmasser. Dreiesonderinger over planlagt vegparsell viste en bratt stigning i bergprofil nordover fra ca. 32 m til ca. 5 m dybde langs vestsiden av Hyllibekken, som vist i Figur 16. Sonderingene viser også en lav trykkmotstand i et kontinuerlig lag i massene under tørrskorpelaget, som indikerer bløte masser helt ned mot berg. Sonderinger mellom profil 1200-1300 indikerer også meget sensitiv leire, potensielt kvikk, iht. tolkning ved [11].



Figur 15: Oversikt over omtrentlig plassering av tidligere planlagt trasé (svart stiplet linje) for rv. 122 etter [9].



Figur 16: Profil som viser dreietrykkssonderinger over planlagt vegparsell i [9]. Figur 15 viser omtrent fra lengdesnitt 1150-1400.



Figur 17: Forstørret utgave av sonderingsprofil mellom løpemeter 1200 og 1300 i Figur 16.

Figur 17 gir et tydelig inntrykk av at det er bløte masser under tørrskorpeleiren i området øst for Hyllibekken. Borhullet ligger omtrent der planlagt vegparsell krysser Hyllibekken. Antatt bergdybde er tilnærmet 20 m.

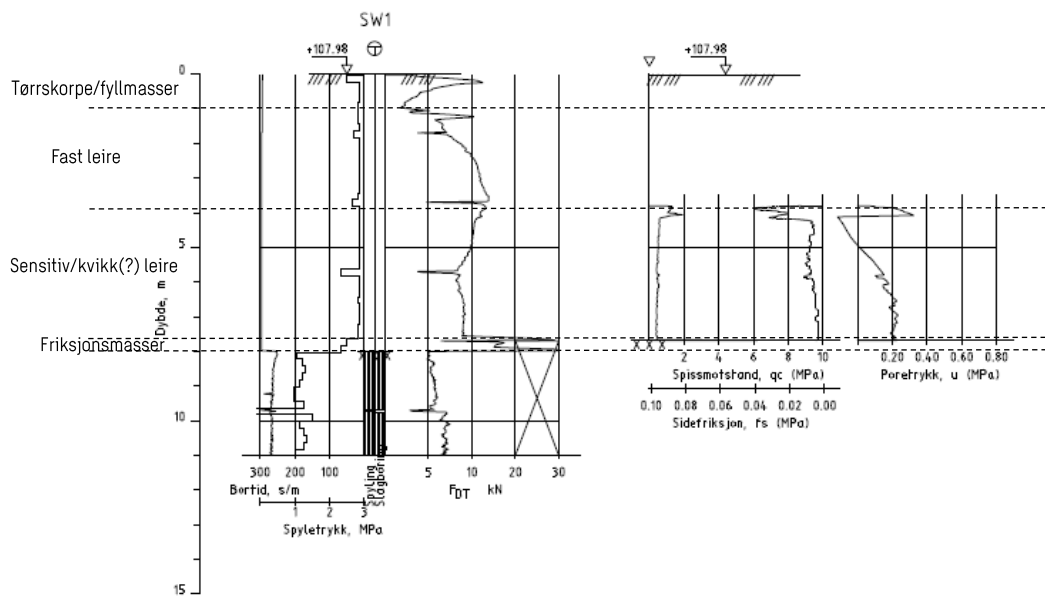
Geotekniske grunnundersøkelser 19.05.2021

Sweco Norge AS gjennomførte grunnundersøkelser for utbyggingen på aktuell tomt i mai 2021. Det henvises til separat datarapport [12]. Det ble gjennomført 2 totalsonderinger og 1 CPTU. Dybde til berg varierte fra 4,35-8,0 m, som kan sees fra borplanen i Figur 18. Det ble ikke foretatt måling av grunnvannstand. Derfor blir valgt nivå for sonderingene satt til 3,0 m under terreng, som beskrevet i tidligere avsnitt. Resultater fra totalsondering og CPTU i borehull SW1 er presentert i Figur 19. Totalsonderingen viser et tørrskorpe-/fyllmasselag over antatt middels sensitiv leire ned til ca. 4,0 m. Under dette laget følger et leirlag som utviser til dels veldig sensitiv eller kvikk oppførsel fra sonderingsprofilen før man ser et friksjonslag over berg på 8,0 m dyp. Totalsondering fra hull SW2 angir tilsvarende lagdeling med et potensielt kvikkleirelag ca. 0,5 m over antatt berg på dybde 4,3 m.

Tolkning av CPTU-resultatene er gjort i vedlegg 2, Figur 4, 5, 21, 23 og 26. Figur 4 gir en svakt avtagende spissmotstandstall $N_m < 4$ fra ca. 6,5 m til 7,7 m dybde, som ifølge [13] kan indikere sprøbruddmateriale. Poretrykksforholdet B_q er for hele profilet er lavere enn 1, men fra 6,5 m er $B_q > 0.7$, noe som kan indikere sprøbruddmateriale. Flere jordartsklassifiseringsmetoder presentert i Figur 21 (NIFS 2015), 23 (Robertson 2016) og 26 (SVV'18_B) i vedlegg 2 angir mulig sprøbruddmateriale, eller sensitiv eller kvikk leire i tilsvarende dybde. Figur 23 antyder også noe sensitiv leire mellom 4-5 m under terreng. Valgt profil for materialets skjærstyrke kan sees fra Figur 5 i vedlegg 2.



Figur 18: Utsnitt fra borplan [12].



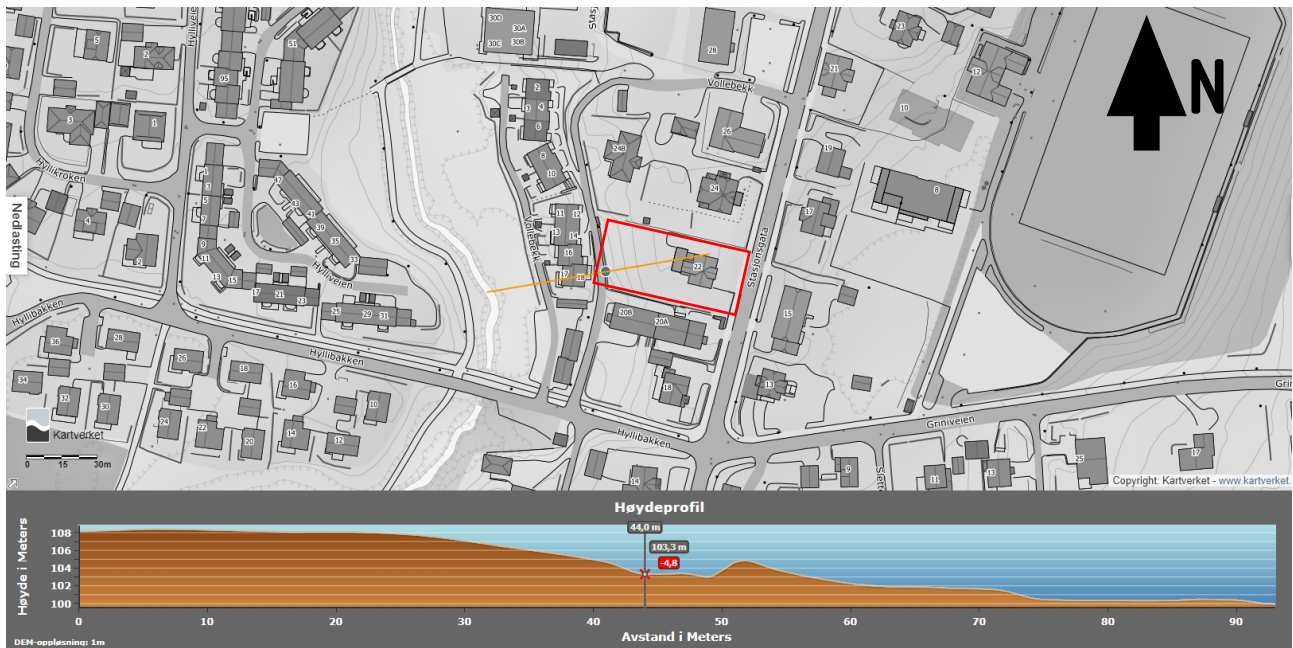
Figur 19: Resultater fra totalsondering (venstre) og CPTU (høyre) fra borehull SW1. Antatt lagdeling fra sondering er lagt inn i bildet med stiplede linjer.

For å kunne bestemme mektighet av kvikkleirelaget, og ytterligere materialegenskaper og lagdeling, vil det i neste fase være nødvendig å gjøre supplerende grunnundersøkelser i tillegg til det som allerede er utført her.

Kritiske skråninger og aktuell skredmekanisme

Nåværende terrengform vurderes å ha kritisk skråning ned mot Vollebekkeveien og Hyllibekken, som vist i Figur 20. Basert på topografi og kjennskap til grunnforholdene anses rotasjonsskred og flakskred som mest aktuelle for denne skråningssituasjonen. Skred vil vanligvis utløses av byggeaktivitet og -inngrep, eller ved naturlige påkjenninger som erosjon. Sannsynlig årsak til eventuell utløsning av skred i området vil være byggeteknisk inngrep. Selv om tiltaket innebærer utgraving og avlastning av skråningen kan likevel ikke et potensielt skred utelukkes som følge av byggeaktiviteten. Retrogressivt områdeskred anses til å være usannsynlig pga. kvikkleiremektingheten og total skråningshøyde.

Basert på vurdering av gjeldende topografi for området vil det ikke være aktuelt å vurdere stabilitet av andre skråninger som potensielt løsnemråde eller som mulig utløpsområde. Det er valgt å regne stabilitet i snitt tegnet inn på Figur 20 Da dette er det bratteste terrenget i større perspektiv. Det er vurdert at det er naturlig at et eventuelt skred vil ha løsnemråde ut mot bekken. Skråninger ligger ca. med helning 1:5 før terrenget flater ut i en slette i forkant av bekken. Skråning sørvest over har en trassering på 3 meter ved en støttemur, men ligger underliggende relativt slakt terrenget over flere lengdemeter ned mot bekken som svinger vekk fra området i denne retningen. Det er vurdert at profilet i Figur 20 vil være styrende over et brudd i denne retningen. Nordover fra tiltaket faller terrenget noe av og vi vurderer at et eventuelt skred vil gå i dette området.



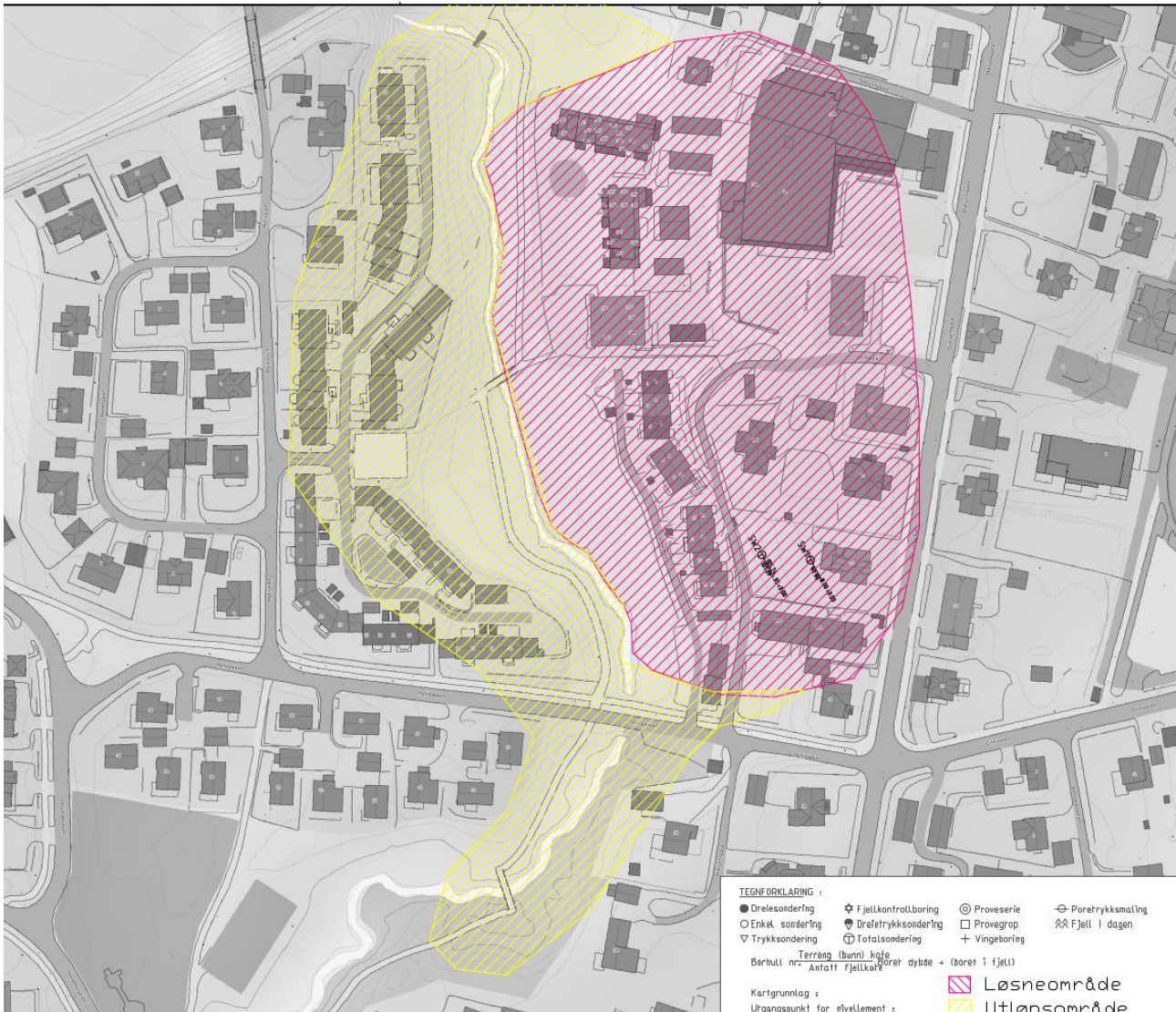
Figur 20: Kritisk skråning og snitt for utbyggingen [14].

Skråning i Figur 20 har en høydeforskjell på 4,7 ned mot Vollebekkveien med helning på over 1:5, mens ned til Hyllibekken er skråningshøyde ca. 8 m med helning over 1:8. Det er en liten terrengheving ved bebyggelsen på andre siden av Vollebekkveien.

Løsne og utløpsområde

Det er stilt krav til å definere et løsne og utløpsområde i en kvikkleirevurdering etter kvikkleireveilederen, NVE 1/2019. Løsneområdet er tegnet til en oval sone som avgrenses til det som er bratt hellende terreng øst for Hyllibekken. Avgrenset med helning ca. 1:15 fra skråningsbunn i øst og bekkeføring i vest.

Utløpsområdet er vanskelig å definere etter veiledning fra NVE-veileder da det er ravinert terreng og motbakke på andre siden av bekken. Et utløpsområde vil trolig utbrede seg i en oppsamling mot skråningside og kanalisering nedover mot sør.



Figur 21 Utklipp fra vedlegg 3. Plan over løsne- og utløpsområde

Kritisk snitt og materialparametere

Kritisk snitt er vurdert og etablert for skråningen i Figur 20. Etter vurdering av grunnundersøkelser i tidligere avsnitt er det utarbeidet lagdeling og materialparametere i Tabell 2, for borehull SW1. Lagdeling og bergdybde over profilen varierer basert på SW2 og erfaring fra Statens Vegvesens rapport [9]. Grunnvannstand er også tilpasset skråningssituasjonen, med antatt GVS=3,0 m under terreng i SW1. Bestemmelse av materialparametere er basert på CPTU fra SW1 og Håndbok V220 [15].

Tabell 2: Oppsummering av materialparametere og lagdeling brukt til stabilitetsberegninger. Dybder er hentet fra borehull SW1, og vil variere over beregningssnittet. Grunnvannstand er her satt til 3,0 m under terreng.

Jordart	Dybde [m]	Tyngdetetthet, γ [kN/m ³]	Attraksjon, a [kPa]	Friksjonsvinkel, φ [°]	Skjærstyrke, c_u [kPa]
Tørrskorpe/Fyllmasser	0-1	19,0	0,0	30	-
Forvitret leire	1-3,5	18,0	5,0	25	
Sprøbruddeleire	3,5-7,5	17,5	0	20	29,0 – 35,0*

* Fra valgt c_u -profil fra CPTU, se Vedlegg 2

c_u -profil for sprøbruddeleire vil variere over profilen, der design skjærstyrke er lagt lavere har vi ikke målte data. For antatt skjærstyrke ned mot Hyllibekken er vurdert opp mot utførte prøvetaking i området [16]. Tolkning er vedlagt i vedlegg 4. For S_u -profil østover blir det benyttet en tolkning av CPT-u sondering utført i punkt SW1 presentert i vedlegg 2. Skjærstyrken blir interpolert mellom designprofilene i beregningen.

Følgende design verdier blir benyttet:

Profil:				
SW1	Dybde [m]	4,0	7,8	10
	S_u [kPa]	29	35	38,5
Bekk	Dybde [m]	0	1,00	15
	S_u [kPa]	18,68	20,17	36,54

ADP-analyse

For sprøbruddeleiren er det aktuelt å utføre beregning med ADP skjærfasthet, utledet fra kap 2.9.4 i Håndbok V220 [15] (Tabell 3) og fra NVEs rapport 14/2014 [16] (Tabell 4).

Tabell 3: Utregning av ADP skjærstyrke etter [15].

Skjærstyrke	Utregning
Aktiv: $c_A = 1,5 \cdot (a_u + p_0') \cdot \tan \theta_u$	29,0 - 35,0 kPa
Direkte: $c_D = 1,0 \cdot (a_u + p_0') \cdot \tan \theta_u$	19,3 - 23,3 kPa
Passiv: $c_P = 0,5 \cdot (a_u + p_0') \cdot \tan \theta_u$	9,7 - 11,7 kPa

Tabell 4: Utregning av ADP skjærstyrke etter [16].

Skjærstyrke	Utregning
Aktiv: c_{uC}	29,0 - 35,0 kPa
Direkte: $c_{uD} = 0,63 \cdot c_{uC}$	$0,63 \cdot (29,0 - 35,0) = (18,3 - 22,1)$ kPa
Passiv: $c_{uE} = 0,35 \cdot c_{uC}$	$0,35 \cdot (29,0 - 35,0) = (10,2 - 12,3)$ kPa

Det er benyttet ADP-forhold utledet av [16] i stabilitetsberegning.

Grunnvann og poretrykkssituasjon

Grunnvannet er antatt til å ligge ca. 2-3 meter under terrengnivå i høytliggende terreng i tråd med tidligere utført poretrykksmålninger i nærliggende område og vurderinger fra total- og trykksondering (Cpt-u) i profilene. I bunnskråning ligger bekken i dagen og sonderinger viser tidlig bløte leirer under terreng. Det vurderes at beregningsmessig grunnvannstand kan legges tett opp mot terrengnivå i lavtliggende terreng og gradvis bevege seg mot en grunnvannstand på 2 meter under terreng høyere i skråningsprofilen. Vi vurderer at dette vil være en konservativ betraktning i stabilitetssammenheng.

Det er drøftet hvorvidt det vil kunne opptre artesisk overtrykk i leiren. Det vurderes at det ingenting som tydes av forholdene i området at dette vil være tilfellet. Det er relativt små terrengendringer rundt løseområdet. Samtidig er det homogen grunn av leire uten lagdeling med grunnvannsførene lag. Det er sannsynlig å vurdere grunnvannstanden etter tolkninger uten tillegg i trykkstanden utover normalt hydrostatisk poretrykk. Det blir dog medregnet ett overtrykk på 5kPa i beregninger og ved i poengregning ved vurdering av faregrad.

Klassifisering av faresone

Klassifisering av faresone er gjort etter prosedyre beskrevet i NVEs rapport 9/2020 [17]. Beregning baseres på kritisk snitt beskrevet over, og der klassifiseringstall er ukjent er det gjort konservative antagelser av faregrad og konsekvens. Poengsum for faregrad er beregnet til 25 som gir faregradklasse «middels», mens poengsummen for konsekvens er 25 som gir konsekvensklasse «meget alvorlig», iht. til forutsetninger og metode beskrevet i rapportens kap. 4. Oppsummeringstabell med punktvis vurderinger er oppsummert i vedlegg 1.

Til sammen gir dette faresone for skråningen og tiltaket risikoklasse 2. Det antas at kvikkleirelaget vil ha utbredelse langs skråning både mot sør og nord. Dette medfører grad av usikkerhet ved vurdering av aktuell faresone. På bakgrunn av grunnundersøkelsene som er tilgjengelig pr. dags dato er det ikke mulig å vurdere potensiell faresone for området. Vi vurderer at dette overskrider mandatet i dette notatet og at det bør utredes på et kommunalt nivå.

Stabilitetsvurderinger

Det er utført stabilitetsberegninger for utvalgt profil vist i Figur 20. Profilet er i beregningene utvidet både bakover fra skråningstoppen ved Stasjonsvegen 22 over vegen og bakover og foran skråningståen ned til vestsiden av Hyllibekken til omtrent tidligere planlagt vegparsell vist i Figur 15. Dette tar høyde for større løsnemåte bakover fra tomten og tar også høyde for større bergdybde og kvikkleiremektighet observert i Figur 16 og Figur 17. Stabilitetsberegningene er utført med bruk av beregningsprogrammet «Geosuite Stability» versjon 22.0.0.0 med beregningsmetoden Beast 2003. Beregningene er utført ved totalspenningsanalyse (ADP) for kvikkleirelaget og middels fast leire og effektivspenningsanalyse for tørrskorpelaget, med spesielt fokus på bruddflate gjennom antatt kvikkleirelag.

Beregningsprofilet tar høyde for dagens tilstand, og basert på en helhetlig vurdering av grunnforhold, beliggenhet og usikkerhet knyttet til områdets stabilitet, vil eneste løsning for å ivareta stabiliteten til skråningen bety tiltak som ikke forverrer stabiliteten iht. regelverket. Ved c_u -beregning er kravet til sikkerhetsfaktor $FS \geq 1.4$ og $a-\phi$ er kravet $FS \geq 1.25$. På kombinertanalyse med udrenert sprøbruddsmateriale skal det også hensyntas en faktor på sprøbruddsforhold der analysen ikke hensyntar strain-softning. Faktoren er satt til 1,15 og medfører krav ved beregnet sikkerhet på 1,61 ved kombinert analyse.

Resultater

Det er sett på sirkulære bruddflater og en sammensattglideflate i hele skråningen ved kombinertanalyse.

Analyse	Sirkulær bruddflate	Sammensatt bruddflate	Krav
Kombinert analyse	1,80	2,11	OK
Effektivspenningsanalyse	1,54		OK

Et plott av stabilitetsanalysen er presentert i vedlegg 5.

Stabiliserende tiltak ifm. utbygging

Foreløpige planer angir at aktuell skråning benyttet i beregningene skal graves ut til kote 103,5 for bygging av leilighetsbygget. I tillegg skal eksisterende bygg på tomten oppgraderes. For beregningene er det ikke inkludert laster fra eventuell ny bebyggelse. Det betyr at eventuell ny bebyggelse må fundamenteres på en slik måte at dagens terreng

ikke blir utsatt for noen tilleggsbelastning. Dette kan gjøres ved å fundamentere bygget på peler til berg, eller ved kompensert fundamentering.

For å ivareta stabilitet i skråningen ifm. med utgraving må en utgraving begynne fra skråningstoppen før så å arbeide seg nedover mot Vollebekkvegen. Utgraving fra skråningståen og bakover vil forverre stabiliteten til skråningen. Ved graving i kvikkleire er det anbefalt å bruke skuffe uten tenner for å hindre omrøring av leiren. Er det behov for å grave under fundamentnivå på eksisterende bebyggelse, må utgravingen og eksisterende bygg sikres spesielt. Det anbefales å benytte spunt som fordybles ned til fjell. Forankring av spunt i toppen kan være aktuelt. Dette må i så fall prosjekteres i senere fase.

Konklusjon

Med grunnlag i stabilitetsberegninger og øvrige vurderinger av planlagt utbygging, er det vurdert at tiltaket er gjennomførbart med hensyn til område- og lokalstabilitet. Det forutsetter ingen tilleggsbelastning på eller utgraving av skråning som vil forverre stabiliteten. Ved igangsetting av prosjekt iht. eksisterende planer må en graveskråning eller byggegrop vurderes særskilt.

Notatet må undergå kvalitetssikring av uavhengig kontrollør.

REFERANSER

- [1] NVE, «Veileder 1/2019 Sikkerhet mot kvikkleireskred,» 2020.
- [2] Plan- og bygningsloven, «Lov om planlegging og byggesaksbehandling [LOV-2021-06-18-130],» 2008. [Internett]. Available: <https://lovdata.no/dokument/NL/lov/2008-06-27-71>.
- [3] Byggteknisk forskrift, «Forskrift om tekniske krav til byggverk [FOR-2021-04-28-1315],» 2017. [Internett]. Available: <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2017-06-19-840>.
- [4] Byggesaksforskriften, «Forskrift om byggesak [FOR-2021-02-09-410],» 2010. [Internett]. Available: <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2010-03-26-488>.
- [5] NVE, «Retningslinjer 2/2011 Flaum- og skredfare i arealplanar,» Oslo, 2014.
- [6] NVE, «NVE Atlas,» 2021. [Internett]. Available: <https://atlas.nve.no/Html5Viewer/index.html?viewer=nveatlas#>.
- [7] NGU, «InSAR Norway,» 2021. [Internett]. Available: <https://insar.ngu.no/>.
- [8] NGU, «Løsmasser - Nasjonal løsmassedatabase,» 2021. [Internett]. Available: http://geo.ngu.no/kart/losmasse_mobil/.
- [9] Stavens Vegvesen, «Oppdrag B-216 A: Grunnundersøkelse for rv. 122 - Omlegging gjennom Spydeberg,» Statens Vegvesen, Oslo, 1974.
- [10] NGU, «NADAG - Nasjonal Database for Geotekniske undersøkelser,» 2021. [Internett]. Available: <http://geo.ngu.no/kart/nadag-avansert/>.
- [11] Norges Geotekniske Forening, «Melding nr. 9: Veiledning for utførelse av totalsondering,» NGF, Oslo, 2018.
- [12] Sweco Norge AS, «10225030 RIG_R01_A01 Datarapport - Grunnundersøkelser,» 2021.
- [13] Norges Geotekniske Forening, «Melding nr. 12: Veiledning for detektering av sprøbruddmateriale,» NGF, Oslo, 2019.
- [14] Statens Kartverk, «Høydedata,» Geodata AS, 2021. [Internett]. Available: <https://hoydedata.no/LaserInnsyn/>.
- [15] Statens Vegvesen, «Håndbok V220 - Geoteknikk i vegbygging,» Vegdirektoratet, Oslo, 2018.
- [16] NVE, «Naturfareprosjektet Delprosjekt Kvikkleire Rapport nr. 14/2014: En omforent anbefaling for bruk av anisotropifaktorer i prosjektering i norske leirer,» NVE, 2014.

[17] NVE, «Ekstern rapport nr. 9/2020: Oversiktskartlegging og klassifisering av faregrad, konsekvens og risiko for kvikkleireskred,» NVE, Oslo, 2020.

Liste over vedlegg

- Vedlegg 1: Klassifisering av faregrad- og konsekvensklasse
- Vedlegg 2: Tolkning av CPTU (borehull SW1)
- Vedlegg 3: Plan over vurdert løsne og utløpsområde
- Vedlegg 4: Valg av SU-profil
- Vedlegg 5: Plott stabilitetsanalyse

Vedlegg 1: Klassifisering av faregrad- og konsekvensklasse

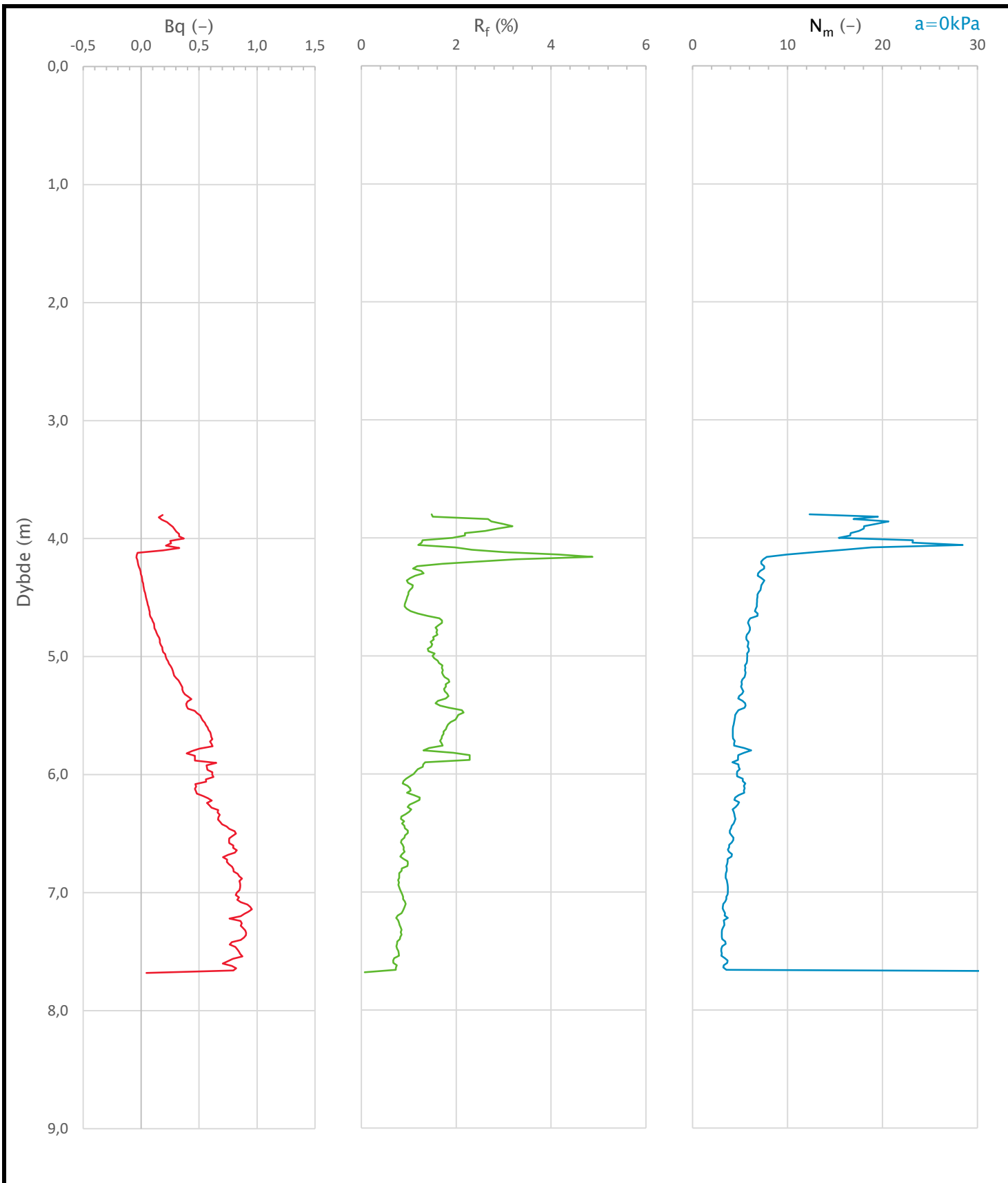
Fareberegning


Faktor	Beskrivelse	Faregrad	Score	Vekttall	Poeng
Skredaktivitet	Noen mindre utglidninger langs Hyllibekken	Høy	3	1	6
Skråningshøyde i meter	Aktuell skråning ca. 8 m	<15	0	2	0
Forkonsolidering pga. terrengsenkning	Antar ingen OCR	1,0-1,2	3	2	6
Poretrykk	Antar hydrostatisk i skråningstopp	Hydrostatisk	1	3	3
Kvikkleiremektighet	Indikasjonm på sprøbruddmateriale mellom 4,0 og 8 m dyp ned mot berg, antar >H/2	>H/2	3	2	6
Sensitivitet	Antar sensitivt materiale	30-100	2	1	2
Erosjon	Litt tegn på erosjon i Hyllibekken	Litt	1	3	3
Inngrep	Avlastning av skråningstopp vil forbedre tiltaket, men usikkert i hvor stor grad. Antar derfor ingen forbedring	Ingen	0	3	0
Total poengsum					25
Prosent av maks					49,0%
FAREGRADSKLASSE: MIDDELS FAREGRAD					
Sist oppdatert 13.12.2021					

Konsekvensberegning

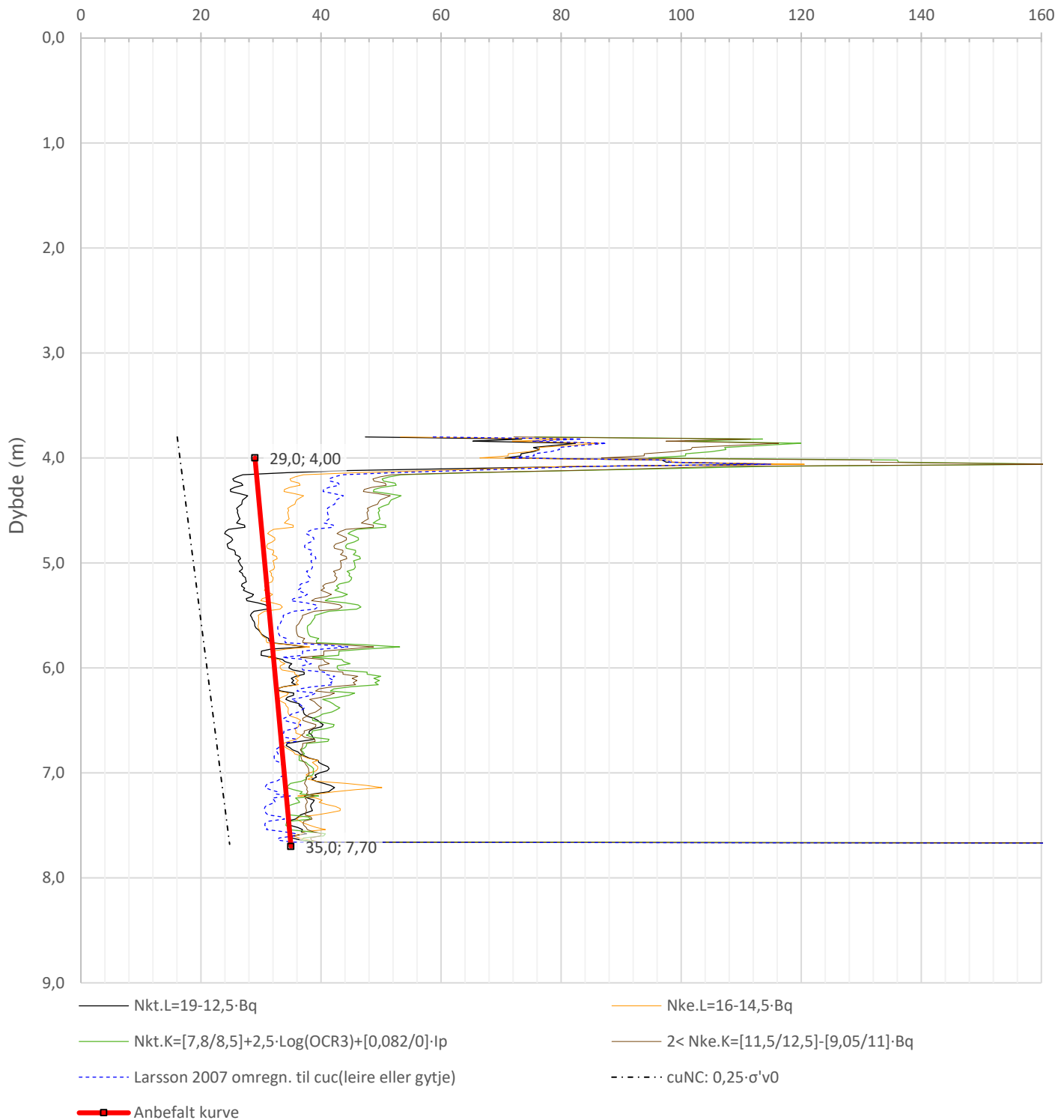
Faktor	Beskrivelse	Konsekvens	Score	Vekttall	Poeng
Boligheter	Flere boliger i umiddelbar nærhet til kritisk skråning	Tett > 5	3	4	12
Næringsbygg	Næringsbygg langs Stasjonsvegen vil bli berørt	10-50	2	3	6
Annen bebyggelse	Ikke aktuelt	Ingen	0	1	0
Veier	Lite tilgjengelig data, antar 1000-5000	1000-5000	2	2	4
Toglinje	Toglinje nord for tomten ikke berørt av skred fra kritisk skråning	Ingen	0	2	0
Kraftnett	Antar distribusjonsnett	Distribusjon	1	1	1
Oppdemming	Liten vannføring i Hyllibekken vil gi begrenset oppdemming	Liten	1	2	2
Total poengsum					25
Prosent av maks					55,6%
KONSEKVENSKLASSE: MEGET ALVORLIG					
Sist oppdatert 13.12.2021					


Vedlegg 2: Tolkning av CPTU (borehull SW1)



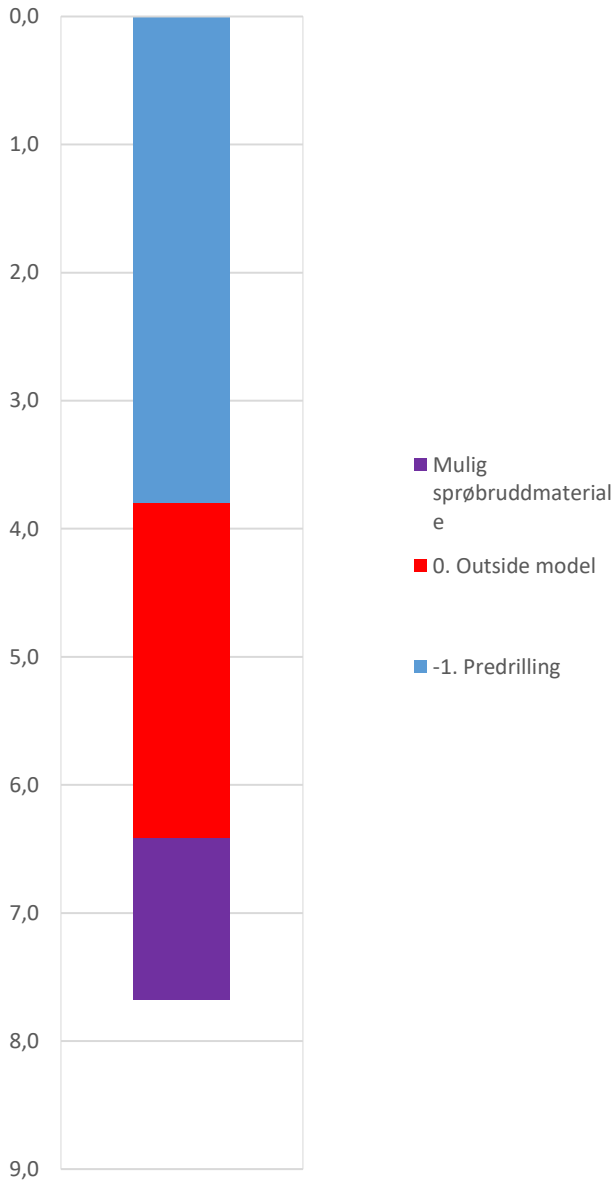
Prosjekt Stasjonsvegen 22		Prosjektnummer: 10224836 Rapportnummer: RIG-N01		Borhull Kote +107,98 SW1
Innhold Avledede dimensjonsløse forhold				Sondennummer 5559
 Statens vegvesen	Utført NOGARH	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse
	Divisjon Utbygging	Dato sondering 19.08.2021	Revisjon Rev. dato	Figur 4

Udrenert aktiv skjærfasthet, c_{ucptu} (kPa)

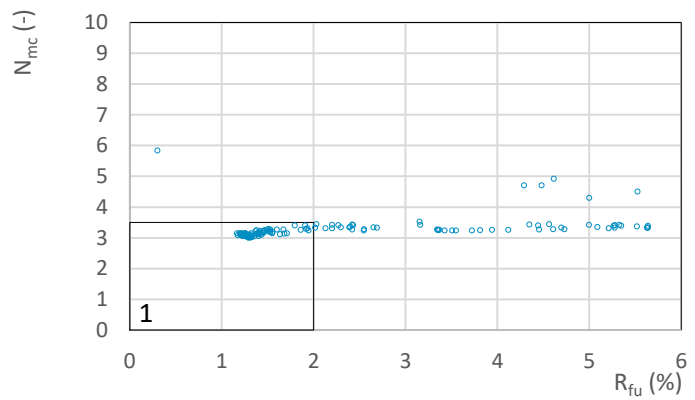
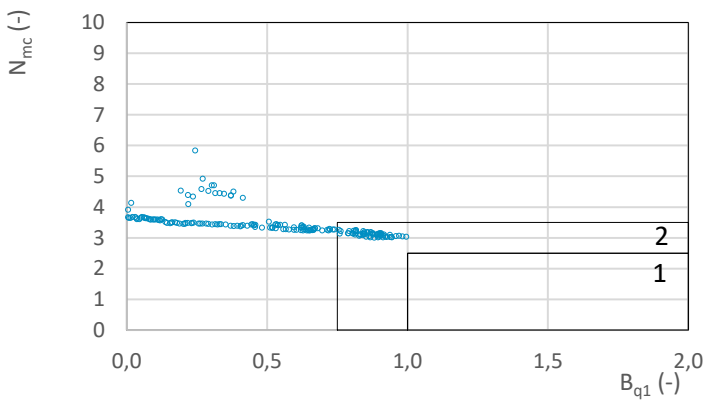
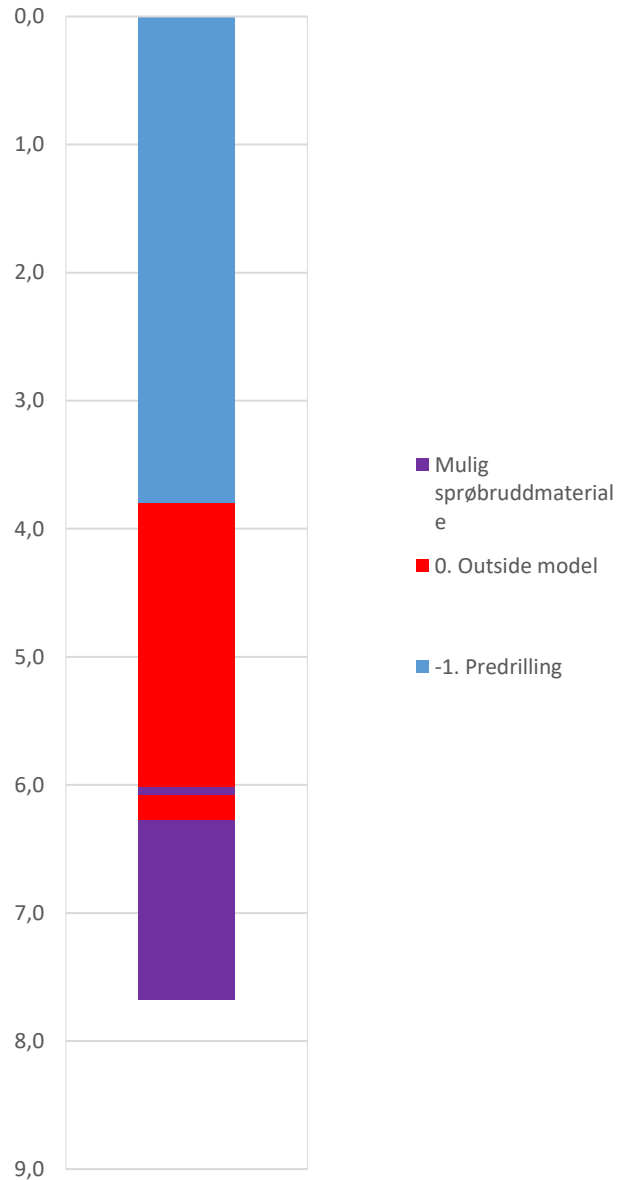


Prosjekt Stasjonsvegen 22		Prosjektnummer: 10224836 Rapportnummer: RIG-N01		Borhull Kote +107,98 SW1
Innhold Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet				Sondennummer 5559
 Statens vegvesen	Utført NOGARH	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse
	Divisjon Utbygging	Dato sondering 19.08.2021	Revisjon Rev. dato	Figur 5

NIFS 2015 (Bq1-Nmc)

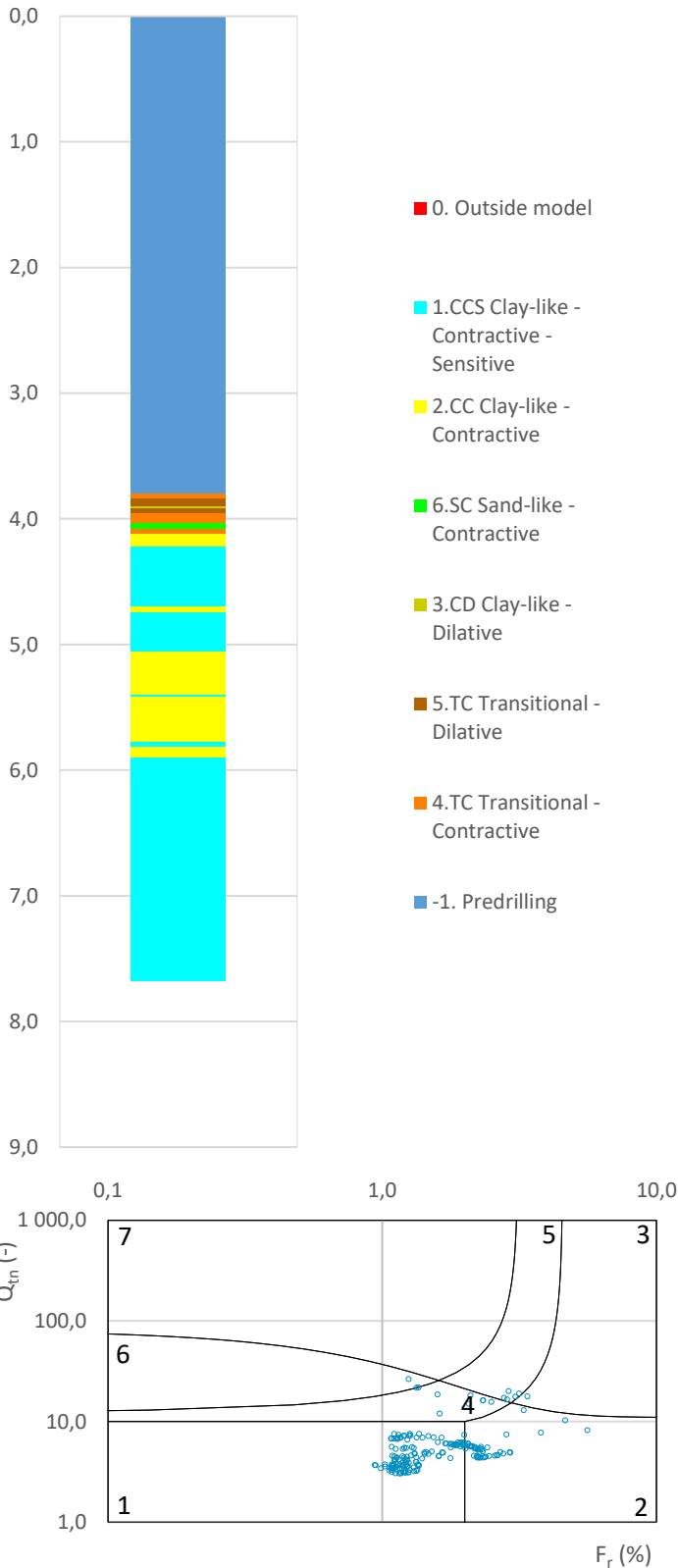



NIFS 2015 (Rfu-Nmc)



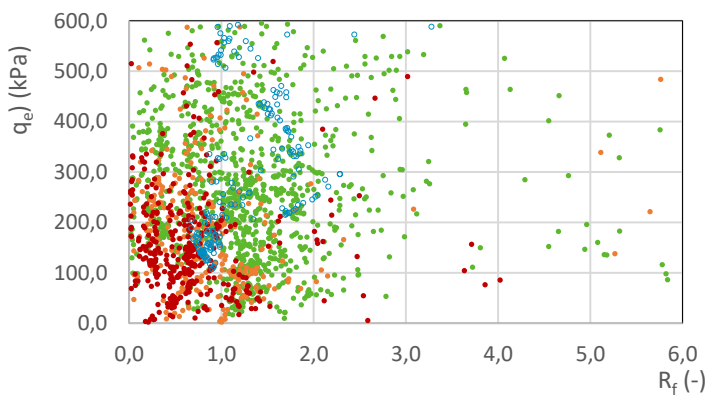
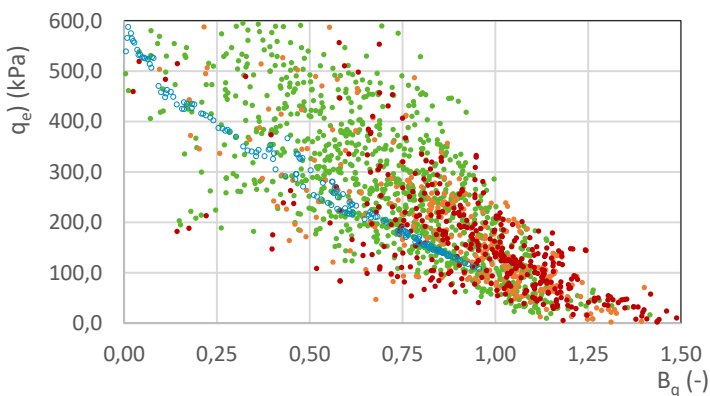
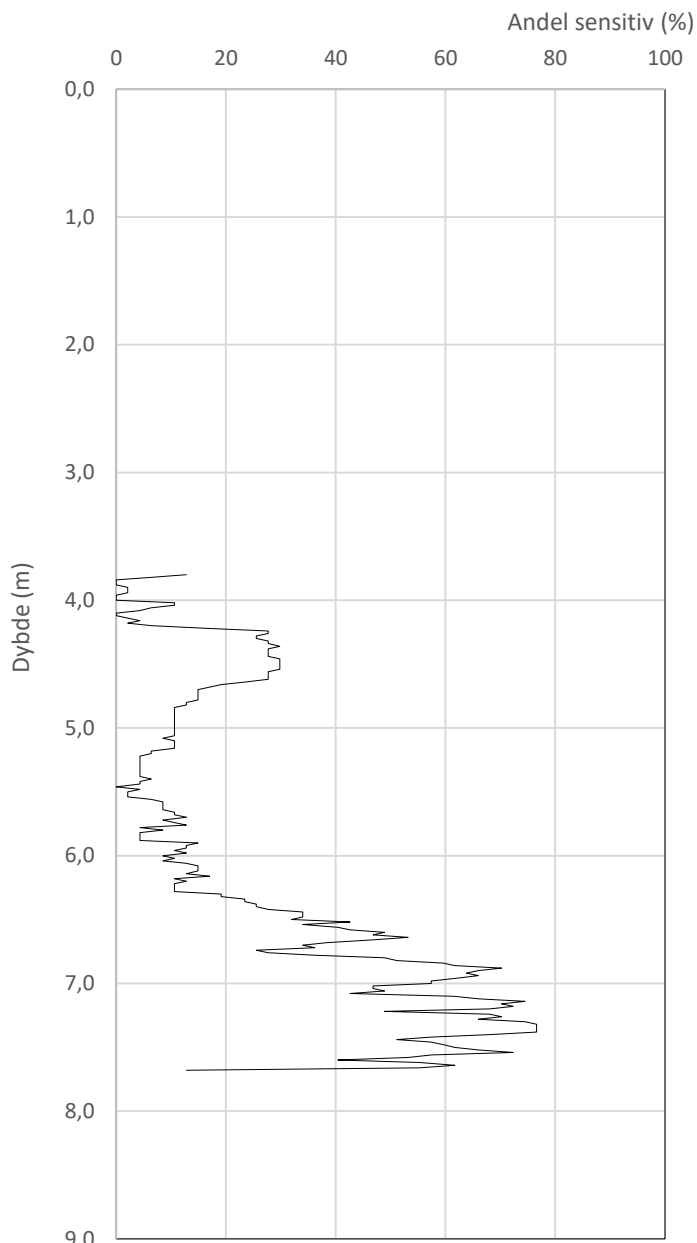
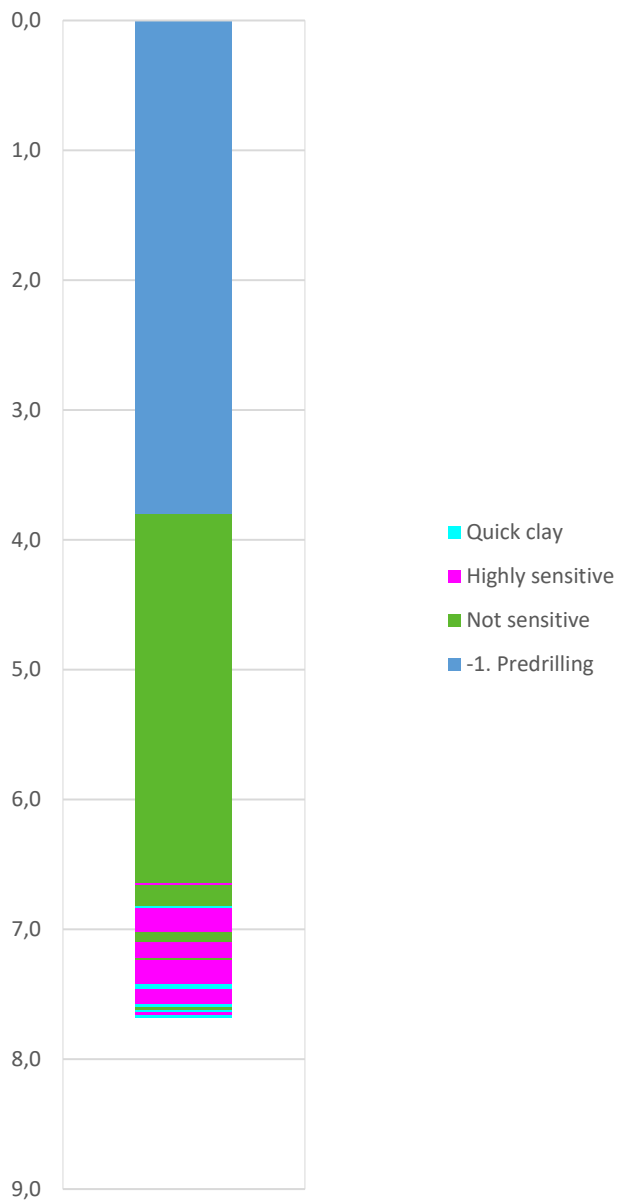
Prosjekt Stasjonsvegen 22		Prosjektnummer: 10224836 Rapportnummer: RIG-N01		Borhull Kote +107,98 SW1
Innhold Jordartsklassifisering etter NIFS 2015 – detektering av sensitive materialer				Sondennummer 5559
 Statens vegvesen	Utført NOGARH	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse
	Divisjon Utbygging	Dato sondering 19.08.2021	Revisjon Rev. dato	Figur 21

Robertson 2016 (Fr-Qtn)



Prosjekt		Prosjektnummer: 10224836 Rapportnummer: RIG-N01		Borhull	Kote +107,98
Stasjonsvegen 22				SW1	
Innhold				Sondenummer	
Jordartsklassifisering etter Robertsson 2016				5559	
 Statens vegvesen	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	
	NOGARH				
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon	Figur	
	Utbygging	19.08.2021	Rev. dato	23	

Statens vegvesen '18_B (Bq - Rf - qe)

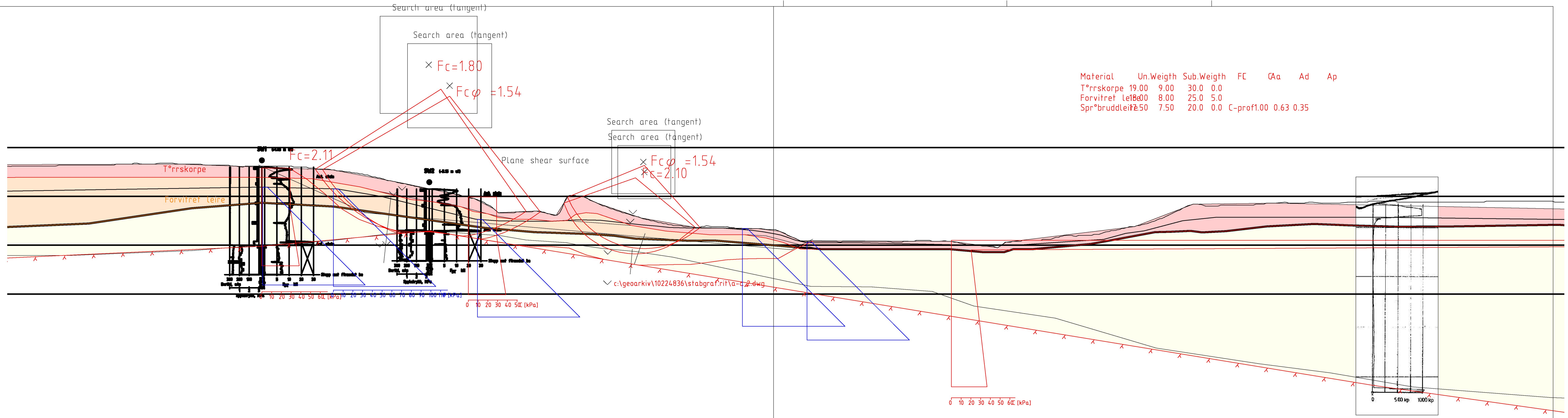


Prosjekt		Prosjektnummer: 10224836 Rapportnummer: RIG-N01		Borhull	Kote +107,98
Stasjonsvegen 22				SW1	
Innhold		Jordartsklassifisering SVV 2018_B - detektering av kvikkleire		Sondenummer	5559
 Statens vegvesen	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	
	NOGARH				
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon	Figur	
	Utbygging	19.08.2021	Rev. dato	26	

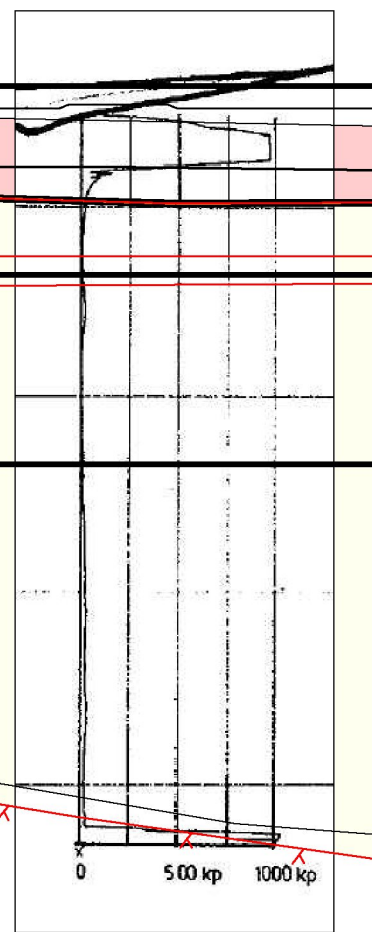
Vedlegg 3: Plan over forespeilet løsne og utløpsområde

Vedlegg 4: Valg av SU-profil

Vedlegg 5: Plott stabilitetsanalyse



Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	FC	CAa	Ad	Ap
Torrskorpe	19.00	9.00	30.0	0.0		
Forvitret leire	8.00	25.0	5.0			
Sprøbruddleire	7.50	20.0	0.0	C-prof1.00	0.63	0.35



Endring	17.12.21
Østrelinje Arkitekter AS Stasjonsgata 22, Spydeberg	1:200 A3-ext
Stabilitetsberegninger profil	Asse Maria Henslieth Håken
	10224836
SWECO Norge AS	RIG B1 A 01