



Oslo

Områdestabilitet – Skøyen terrasse

Dok.nr.: PF-SKY0-721-RB-0009

Revisjon: 02G



OFFENTLIG

Oslo Kommune – Fornebuibanen		Dok. nr.: PF-SKY0-721-RB-0009
Områdestabilitet - Skøyen terrasse		Revisjon: 02G
		Dato: 16.06.2023
		Side: 2 av 69
Skjerming:	Offentlig (O)	Klassifisering: INTERN
Jfr.:	N/A	

Dokumentet er utarbeidet av



Rev.	Dato	Utgitt for	Utarbeidet av	Kontrollert av	Godkjent av
01G	14.10.2022	Gjennomsyn	Janne Nordahl	Tor Georg Jensen	Lasse Vilhelmshaugen
02G	16.06.2023	Gjennomsyn	Monika R. Lund	Tor Georg Jensen	Lasse Vilhelmshaugen

Oslo Kommune – Fornebubanen		Dok. nr.: PF-SKY0-721-RB-0009
Områdestabilitet - Skøyen terrasse		Revisjon: 02G
		Dato: 16.06.2023
		Side: 3 av 69
Skjerming:	Offentlig (O)	Klassifisering: INTERN
Jfr.:	N/A	

Innhold:

1	INNLEDNING	5
1.1	Regelverk og veiledninger	6
2	ENDRINGSLOGG	6
3	FORMÅL	7
4	GRUNNFORHOLD	7
4.1	Kvartærgeologisk kart	7
4.2	Eksisterende grunnundersøkelser	8
4.3	Poretrykk	11
5	OMRÅDEBESKRIVELSE OG TOPOGRAFI	13
5.1	Snitt A, SØ-NV	14
5.2	Snitt B, Ø-V	15
5.3	Snitt C, S-N	16
5.4	Snitt D, SV-NØ	17
5.5	Snitt E, Ø-V	17
6	POTENSIELL FARE KNYTTET TIL VASSDRAG	19
7	TIDLIGERE KARTLAGT FARESONE	21
8	VURDERING AV FARE FOR KVIKKLEIRESKRED, PROSEDYRE NVE 1/2019	22
8.1	Prosedyre for utredning av aktsomhetsområder og faresoner	22
8.1.1	Registrerte faresoner (kvikkleiresoner) i området	23
8.1.2	Områder med mulig marin leire	23
8.1.3	Avgrensning av områder med terreng som kan være utsatt for områdeskred	24
8.1.3.1	Vurdering av Skøyen terrasse som løsneområde	24
8.1.3.2	Andre mulige aktsomhetsområder utenfor, vurdering av utløpsområde	25
8.1.4	Bestemme tiltakskategori	25
8.1.5	Identifikasjon av kritiske skråninger og mulig løsneområde	26
8.1.6	Befaring	27
8.1.7	Grunnundersøkelser	30
8.1.8	Aktuelle skredmekanismer og avgrensning av løsne- og utløpsområder	31
8.1.8.1	Skredtype	31
8.1.8.2	Løsne- og utløpsområde	33
8.1.9	Klassifisering av faresone	34
8.1.10	Stabilitetsberegninger	36
8.1.10.1	Snitt A (omtrentlig)	37
8.1.10.2	Snitt E	40
8.1.10.3	Snitt D	42

Oslo Kommune – Fornebuibanen		Dok. nr.: PF-SKY0-721-RB-0009
Områdestabilitet - Skøyen terrasse		Revisjon: 02G
		Dato: 16.06.2023
		Side: 4 av 69
Skjerming:	Offentlig (O)	Klassifisering: INTERN
Jfr.:	N/A	

8.1.10.4 Snitt F	45
9 KONKLUSJON	46
9.1 Supplerende målere	46
9.2 Driving av tunnelen.....	46
REFERANSER	47
VEDLEGG	48
Vedlegg 1: Profiler brukt i beregninger, Udrenert, snitt A	48
Vedlegg 2: Udrenert, snitt E	51
Vedlegg 3: Drenert, snitt A	52
Vedlegg 4: Drenert, snitt E	53
Vedlegg 5: Innhentet fra PBE.....	54
Vedlegg 6: 302U	55
Vedlegg 7: 409K	56
Vedlegg 8: 411U	57
Vedlegg 9: 326U	58
Vedlegg 10: 323U	59
Vedlegg 11: 325N	60
Vedlegg 12: 339G	61
Vedlegg 13: 340G	62
Vedlegg 14: 322U	63
Vedlegg 15: 337G	64
Vedlegg 16: 336G	65
Vedlegg 17: 70PZ.....	66
Vedlegg 18: 71PZ.....	67
Vedlegg 19: 72PZ.....	68
Vedlegg 20: Faresone	69

Oslo Kommune – Fornebuibanen		Dok. nr.: PF-SKY0-721-RB-0009
Områdestabilitet - Skøyen terrasse		Revisjon: 02G
		Dato: 16.06.2023
		Side: 6 av 69
Skjerming:	Offentlig (O)	Klassifisering: INTERN
Jfr.:	N/A	

1.1 Regelverk og veiledninger

Vurderingen av fare for områdeskred er utført med grunnlag i følgende regelverk.

- NVE. Veileder 1/2019. "Sikkerhet mot kvikkleireskred" [1]
- Plan og bygningsloven, Byggteknisk forskrift -TEK 17 [3]
- NVE. Retningslinjer nr. 2/2011 "Flaum- og skredfare i arealplanar" med vedlegg [4]
- NGI. Rapport: 20001008-2 rev 3/2008. Program for økt sikkerhet mot leirskred - Metode for kartlegging og klassifisering av faresoner, kvikkleire [5]
- NIFS Rapport nr. 14-2016 «Metode for vurdering av løsne- og utløpsområder for områdeskred» [6]

2 ENDRINGSLOGG

Rev.	Rev.dato	Kapittel/side	Beskrivelse av endring
01G	14.10.2022		Første utgave
02G	16.06.2023	4.3	Lagt til informasjon om ytterligere poretryksmålere som er installert i 2023 samt oppdatert figur 4-4.
		7	Faresonen ved Hoff Skole har blitt meldt inn til NVE. Dette er nå beskrevet.
		8.1	Tabell 8.1 oppdatert
		8.1.1	Lagt til informasjon om ytterligere faresoner i NVE. Figur 8-1 er oppdatert med nye faresoner.
		8.1.3	Overskrift noe endret
			Lagt til tekst som beskriver figur 8-4
		8.1.5	Lagt til tabell 8-1 med beskrivelse av ulike snitt samt oppdatert tekst med mer beskrivelse av utførte vurderinger.
		8.1.8	Beskrivelse endret. Samt at underkapitler er oppdatert med ytterligere beskrivelse av snitt som er benyttet i vurderinger og beregninger.
		8.1.9	Vurderinger knyttet til høyde er endret i tabell 8-3. Tabell 8-4 Skadekonsekvens er endret.
		8.1.10	Snittene som er benyttet og vurderinger knyttet rundt dette er nå beskrevet tydeligere.
		9.1	Lagt til tekst om nye poretryksmålere.

Oslo Kommune – Fornebubanen		Dok. nr.: PF-SKY0-721-RB-0009
Områdestabilitet - Skøyen terrasse		Revisjon: 02G
		Dato: 16.06.2023
		Side: 7 av 69
Skjerming:	Offentlig (O)	Klassifisering: INTERN
Jfr.:	N/A	

3 FORMÅL

Formålet med notatet er å vurdere om Fornebubanen kan påvirke områdestabilitet ved at tunnelarbeid i områder der kvikkleire/sprøbrudd er påvist, kan utløse et skred.

4 GRUNNFORHOLD

Det er utført flere grunnundersøkelser i området i prosjekteringsfasen. Det er også hentet inn eldre grunnundersøkelser fra Plan – og Bygningsetaten i Oslo kommune, og disse er også lagt til grunn for vurdering av utstrekning av mulig sprøbruddsmateriale.

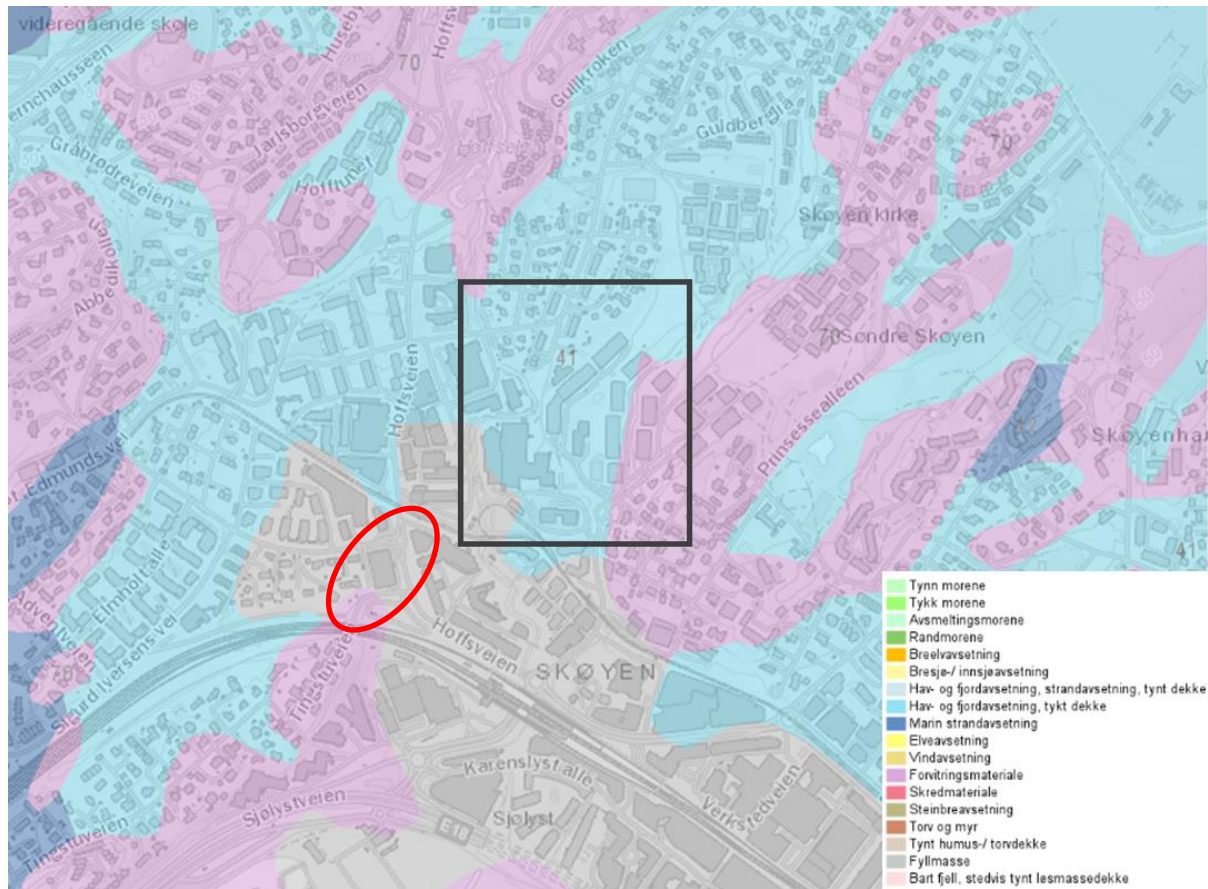
Datarapport [7] sammenstiller grunnundersøkelser utført av PGF. Eldre grunnundersøkelser ligger i Vedlegg.

Generelt viser grunnundersøkelser at det er noe varierende dybde til berg; 5-20 meter, med antatt topp sprøbrudd omtrent 4-10 m under terreng.

4.1 Kvartærgeologisk kart

Kvartærgeologisk kart fra NVE indikerer at området ved Skøyen terrasse hovedsakelig består av "Hav- og fjordavsetning, tykt dekke", se Figur 4-1. Det gjøres oppmerksom på at kvartærgeologisk kart kun gir informasjon om de øvre løsmassene, og ikke om hva som befinner seg i dybden.

Oslo Kommune – Fornebuibanen		Dok. nr.: PF-SKY0-721-RB-0009
Områdestabilitet - Skøyen terrasse		Revisjon: 02G
		Dato: 16.06.2023
		Side: 8 av 69
Skjerming:	Offentlig (O)	Klassifisering: INTERN
Jfr.:	N/A	



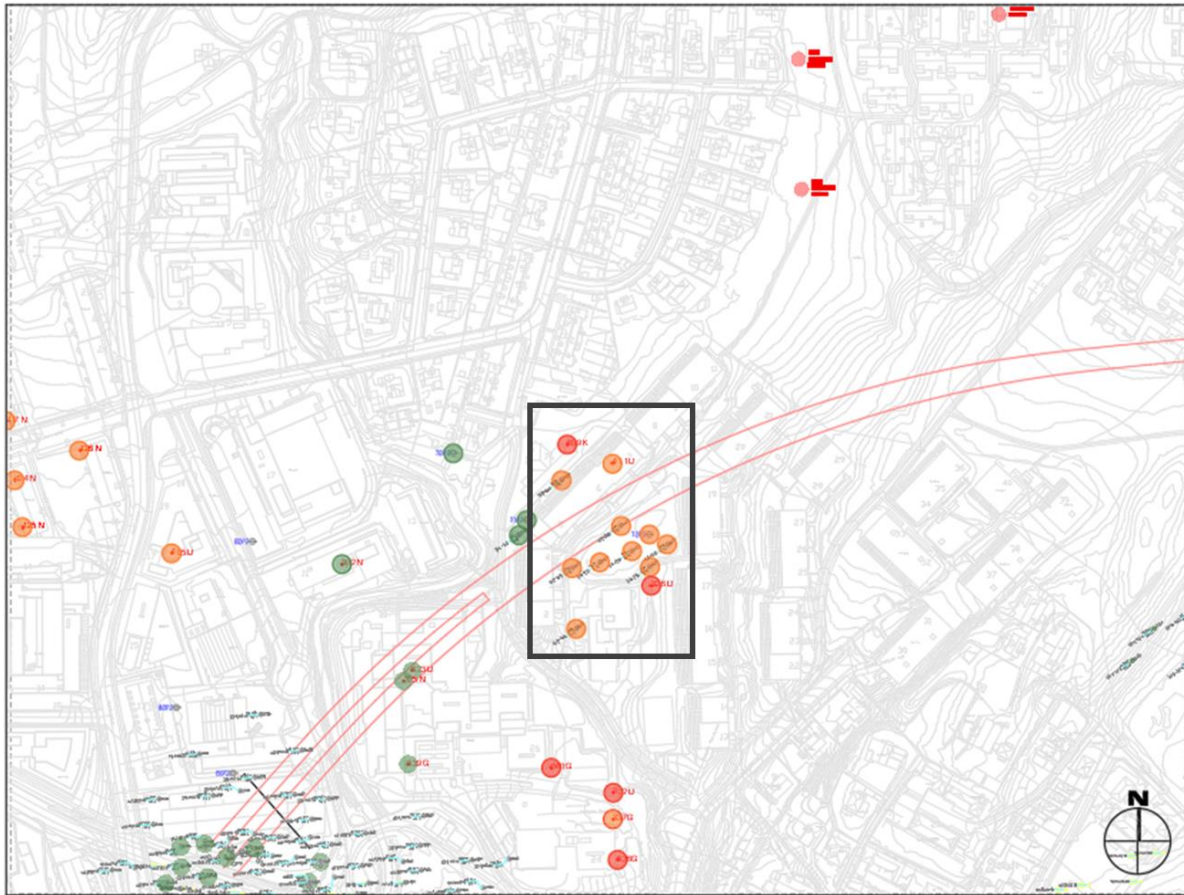
Figur 4-1. Kvartærgeologisk kart fra NGU kart [8]. Ca. plassering av byggegrøper og tiltak i løsmasser er vist med rød ellipse.

4.2 Eksisterende grunnundersøkelser

Det er innhentet informasjon fra Plan- og Bygningsetaten i Oslo Kommune (PBE) for gamle grunnundersøkelser i området, samt det er utført boringer i området ifb. dette prosjektet, bla. for etablering av poretrykksmålere, se Figur 4-2. Tabell 4-1. viser rapportene der eksisterende grunnundersøkelser er dokumentert.

Prøveserier er kun basert på eldre data innhentet fra PBE. For området over Skøyen terrasse er det pkt. 326U, 411U og 409K som er mest relevant. Sensitiviteten er varierende, fra 6 til 110.

Oslo Kommune – Fornebuibanen		Dok. nr.: PF-SKY0-721-RB-0009
Områdestabilitet - Skøyen terrasse		Revisjon: 02G
		Dato: 16.06.2023
		Side: 9 av 69
Skjerming:	Offentlig (O)	Klassifisering: INTERN
Jfr.:	N/A	



Figur 4-2. Figuren viser tilgjengelige grunnundersøkelser på Skøyen, der enkelte av dem er markert mht. løsmassetype. Tunnelens fotavtrykk er omtrentlig.
 Grønn: Sprøbrudsmateriale ikke påvist fra prøveserier eller det er tolket fra sonderinger.
 Oransje: Usikkert, bløte partier deler av dybden, basert på totalsonderinger.
 Rød: påvist sprøbrudd/kvikkleire med prøveserie, eldre grunnundersøkelser.
 Alle eldre punkter innhentet fra PBE har noe usikkerhet knyttet til seg, bla hvordan sprøbrudsmateriale tolkes.

Oslo Kommune – Fornebubanen		Dok. nr.: PF-SKY0-721-RB-0009
Områdestabilitet - Skøyen terrasse		Revisjon: 02G
		Dato: 16.06.2023
		Side: 10 av 69
Skjerming:	Offentlig (O)	Klassifisering: INTERN
Jfr.:	N/A	

Tabell 4-1. Kartlagte eksisterende grunnundersøkelser.

Rapport Nr.	Oppdrag	Type undersøkelse	Relevante borpunkter for vurdering	Dato
2293, fra PBE		Prøveserie	Pkt 5 og 33	1971
Prøveserier fra PBE		Prøveserie	302U 409K 411U 326U 323U 325N 339G 340G 322U 337G 336G	1964 1978 1978 1977 1978 1964 1981 1981 1978 1980 1980
NADAG	Ukjent, cirka plassert basert på kart i NADAG			
PF-U-721-RB-00011	Fornebubanen – Geoteknisk Datarapport del 1 [7]	Totalsondering	Div.punkter (712,714, 715, 716,717,718,719, 720,722) se datarapport.	2019-
Vista Data Vision	Fornebubanen [9]	Elektriske piezometere og totalsonderinger knyttet til disse	70PZ, 71PZ, 72PZ	2021

Grunnforhold kan kort oppsummeres:

Det går et dypere parti nord-sør i området (Figur 4-3), her er det påvist sprøbruddsmateriale 5-7 m under terreng basert på eldre grunnundersøkelser innhentet fra PBE. Løsmassedybde varierer fra berg i dagen i den østlige delen av området, ned til 18 m på det dypeste omtrent rett over tunnel. Det er i de fleste sonderinger funnet et grovere lag over berg, antatt morene, cirka 0-4 m dypt.



Figur 4-3. Viser et dypere parti nord-sør i området, der mørkere farge indikerer dypere til berg.

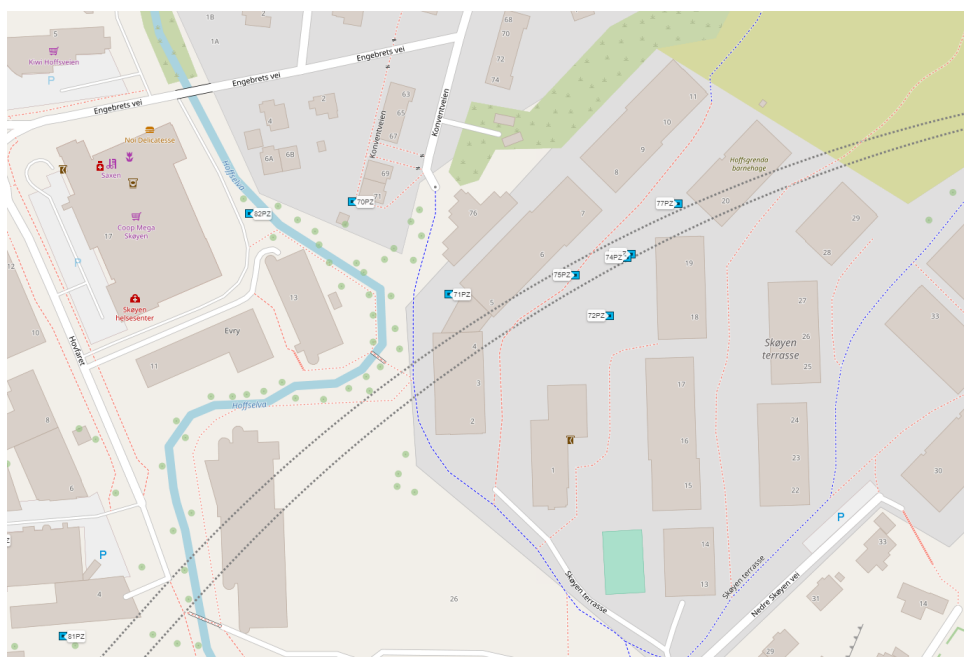
Oslo Kommune – Fornebuibanen		Dok. nr.: PF-SKY0-721-RB-0009
Områdestabilitet - Skøyen terrasse		Revisjon: 02G
		Dato: 16.06.2023
		Side: 11 av 69
Skjerming:	Offentlig (O)	Klassifisering: INTERN
Jfr.:	N/A	

4.3 Poretrykk

Det er to eksisterende poretrykksmålere lokalt som har vært etablert siden november 2021; 71PZ og 72PZ. Disse brukes som grunnlag for vurdering av poretrykk i området. I tillegg, etter første revisjon av denne rapporten, er det nylig installert flere målere for å hensynta driving av tunnel under faresonen. Disse har logget siden omtrent april 2023, litt over to måneder, og er ikke brukt for å vurdere poretrykk per nå. Se Figur 4-4.

Poretrykkene på målerne som har stått i lengre tid har stort sett vært stabile. De øvre målerne viser større tendens til variasjon i trykk, dette skyldes påvirkning av temperatur, nedbør osv. Generelt er det lavere poretrykk i dybden enn hvis man følger hydrostatisk linje fra 2 m under terreng.

Oppsummerte og tolkede data vises i Tabell 4-2 og Figur 4-5.

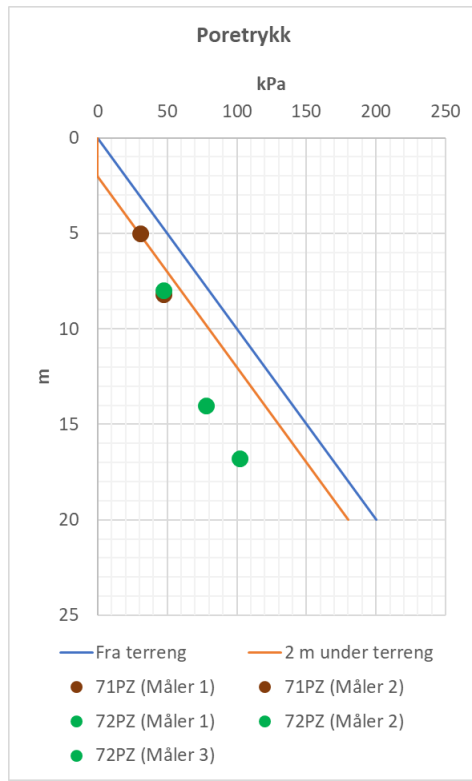


Figur 4-4. Elektriske poretrykksmålere i området.

Tabell 4-2. Data fra 71PZ og 72PZ. Gjennomsnittlige verdier brukt. En grunnvannsstand på 2 m under terreng anses som hydrostatisk [1].

Måler (terrengkote)	Spissdybde [meter under terreng]	Gj.sn. poretrykk [kPa]	Diff. Fra hydrostatisk fra terreng [kPa]	
71PZ (+8,74)	5 m	30	20	Hydrostatisk
	8,2 m	47	34	Undertrykk
72PZ (+14,94)	8 m	47	33	Undertrykk
	14 m	78	62	Undertrykk
	16,8 m	102	66	Undertrykk

Oslo Kommune – Fornebuibanen		Dok. nr.: PF-SKY0-721-RB-0009
Områdestabilitet - Skøyen terrasse		Revisjon: 02G
		Dato: 16.06.2023
		Side: 12 av 69
Skjerming:	Offentlig (O)	Klassifisering: INTERN
Jfr.:	N/A	



Figur 4-5. Plott fra poretrykkmålerne 71PZ og 72PZ. Punktene er gjennomsnittsmålinger siden start måling.

Oslo Kommune – Fornebuibanen		Dok. nr.: PF-SKY0-721-RB-0009
Områdestabilitet - Skøyen terrasse		Revisjon: 02G
		Dato: 16.06.2023
		Side: 13 av 69
Skjerming:	Offentlig (O)	Klassifisering: INTERN
Jfr.:	N/A	

5 OMRÅDEBESKRIVELSE OG TOPOGRAFI

Det aktuelle området ligger i bebygd område på Skøyen. Bebyggelse er i hovedsak boligbygg.

Terrenget er noe hellende fra vest, både mot nord, øst og sør. Det er tatt ut fem lengdesnitt for vurdering av topografi, se Figur 5-1. Disse er vurdert basert på generell terrenghelning og -høyde, videre underlag i hvert avsnitt.

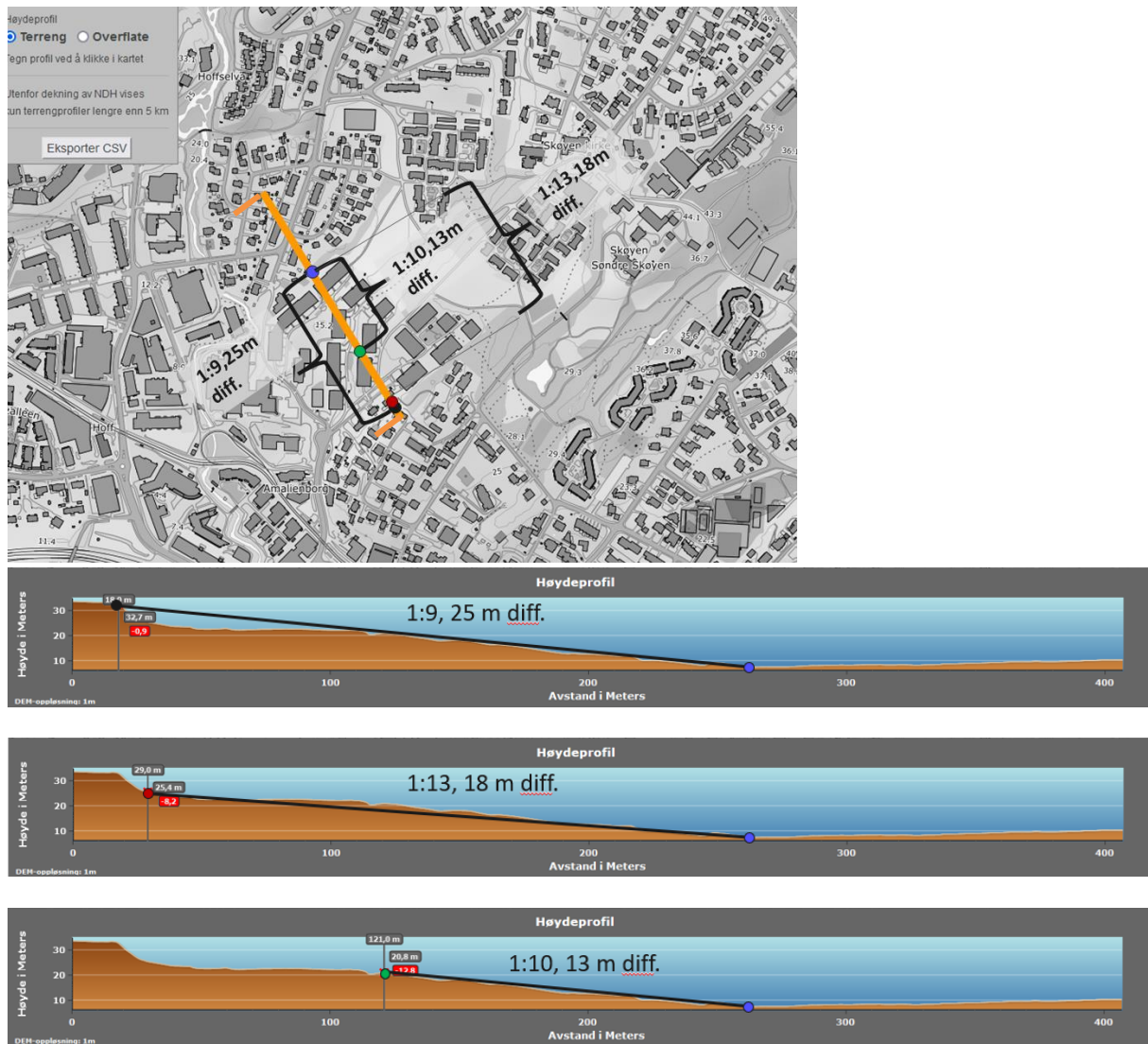


Figur 5-1. Øverst: Aktuelt område med bebyggelse. Merk kompassretning. Nederst: Snitt brukt for terrengvurdering

Oslo Kommune – Fornebubanen		Dok. nr.: PF-SKY0-721-RB-0009
Områdestabilitet - Skøyen terrasse		Revisjon: 02G
		Dato: 16.06.2023
		Side: 14 av 69
Skjerming:	Offentlig (O)	Klassifisering: INTERN
Jfr.:	N/A	

5.1 Snitt A, SØ-NV

Snittet er vurdert i ulike områder. Det heller mot nordvest med en generell terrenghelning brattere enn 1:13. Se Figur 5-2.

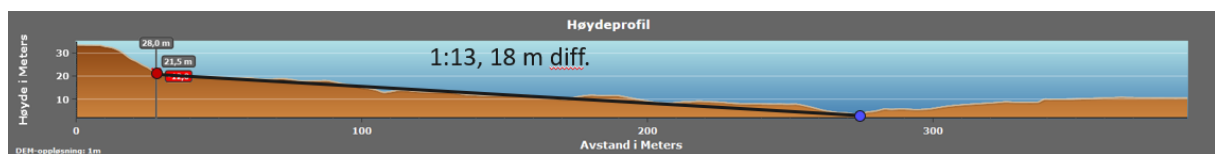
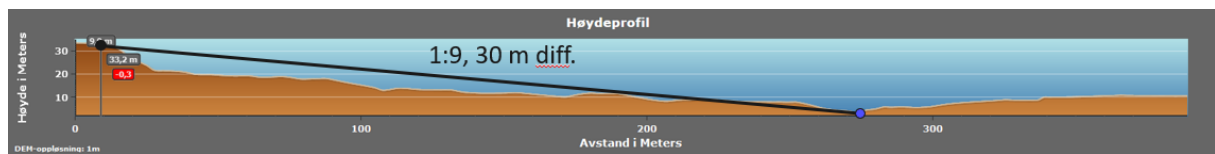
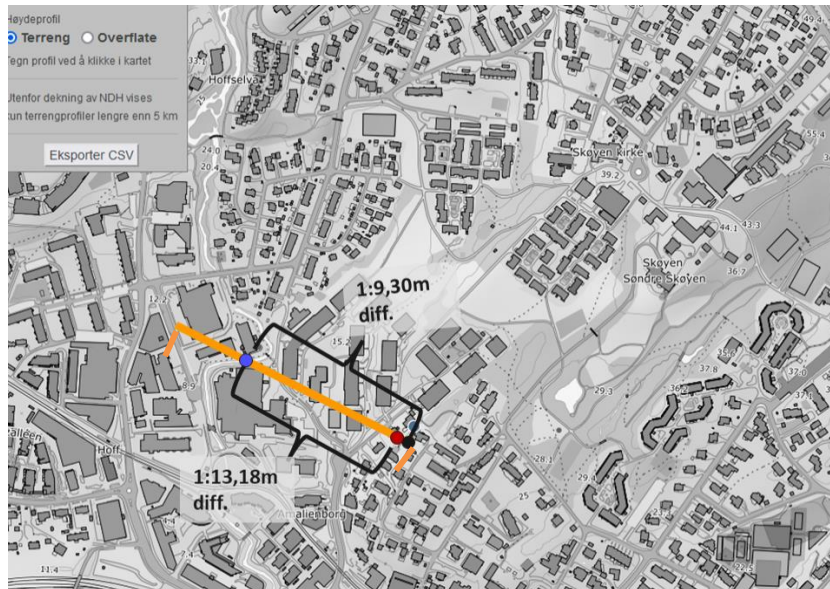


Figur 5-2. Snitt A. Snitt A er generelt brattere enn 1:15.

Oslo Kommune – Fornebubanen		Dok. nr.: PF-SKY0-721-RB-0009
Områdestabilitet - Skøyen terrasse		Revisjon: 02G
		Dato: 16.06.2023
		Side: 15 av 69
Skjerming:	Offentlig (O)	Klassifisering: INTERN
Jfr.:	N/A	

5.2 Snitt B, Ø-V

Terrenget heller også noe mot øst, omtrent samme helning som snitt A. Presentert i Figur 5-3.

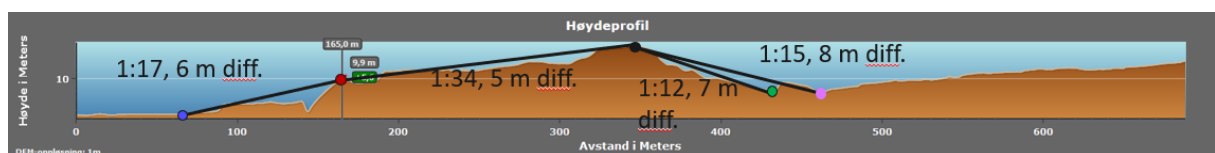
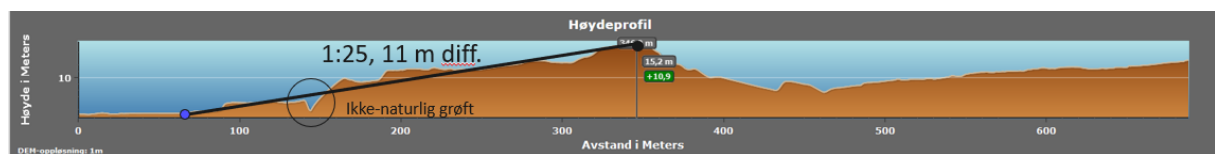
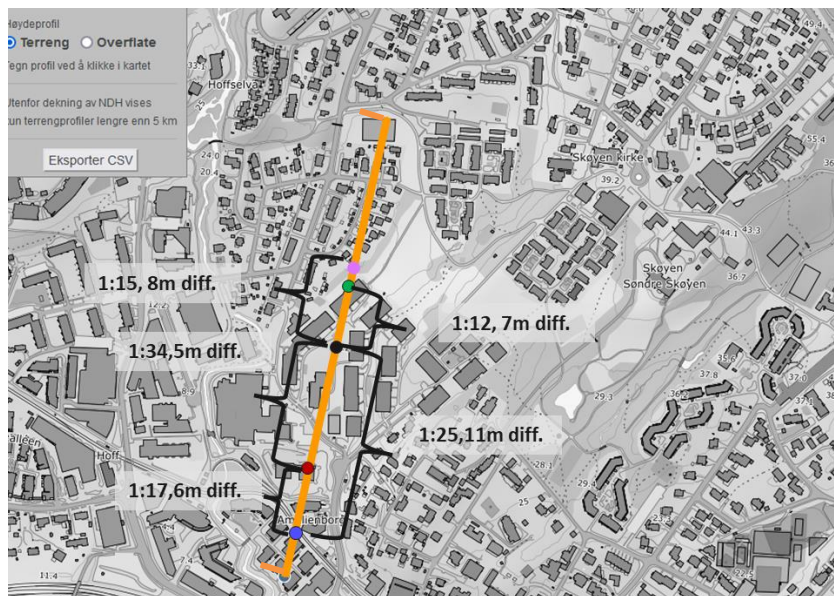


Figur 5-3. Snitt B. Snitt B er generelt brattere enn 1:15.

Oslo Kommune – Fornebuibanen		Dok. nr.: PF-SKY0-721-RB-0009
Områdestabilitet - Skøyen terrasse		Revisjon: 02G
		Dato: 16.06.2023
		Side: 16 av 69
Skjerming:	Offentlig (O)	Klassifisering: INTERN
Jfr.:	N/A	

5.3 Snitt C, S-N

Snitt C går fra sør til nord og inkluderer terrengforhøyning i midten av snittet, se Figur 5-4.

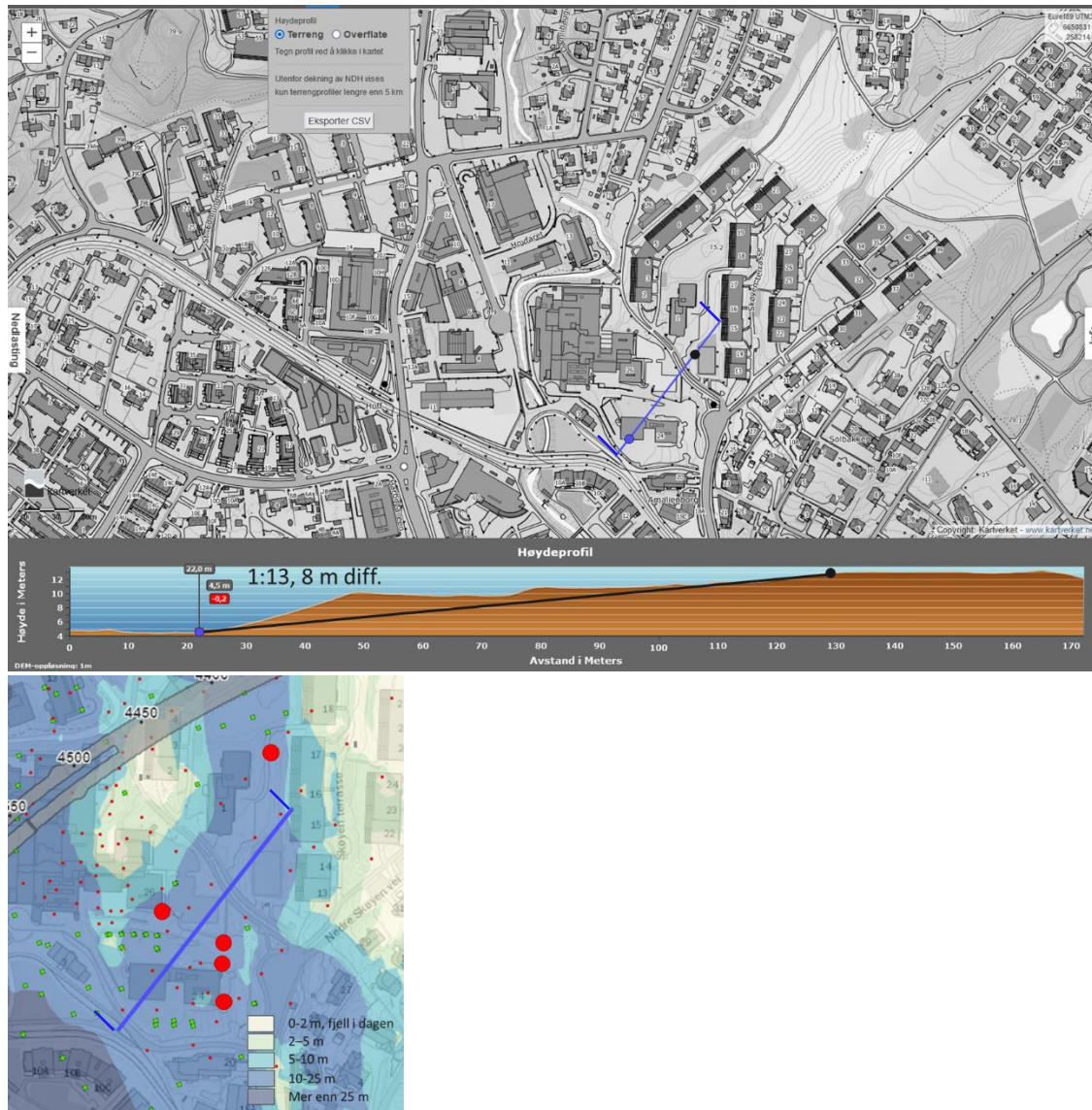


Figur 5-4. Snitt C. Mot nord (nord for det svarte punktet) er terrengkriteriene tilstede for at dette skal være et aktsomhetsområde. Mot sør er terrengkriteriene ikke tilstede for at det er aktsomhetsområde. Den bratte skråningen som er markert med sirkel er ikke vurdert videre her, dette er > 100 m fra tunnelprofil og tunnelarbeider er vurdert å ikke kunne påvirke denne skråningen. Dette er vurdert videre i Figur 8-19.

Oslo Kommune – Fornebubanen		Dok. nr.: PF-SKY0-721-RB-0009
Områdestabilitet - Skøyen terrasse		Revisjon: 02G
		Dato: 16.06.2023
		Side: 17 av 69
Skjerming:	Offentlig (O)	Klassifisering: INTERN
Jfr.:	N/A	

5.4 Snitt D, SV-NØ

Snitt D går fra sørvest til nordøst, her er det et slakt parti i den øvre delen før det går noe brattere ned mot SV. Terrenghelningen viser generelt brattere enn 1:13. Dette er et område det må ses nærmere på.

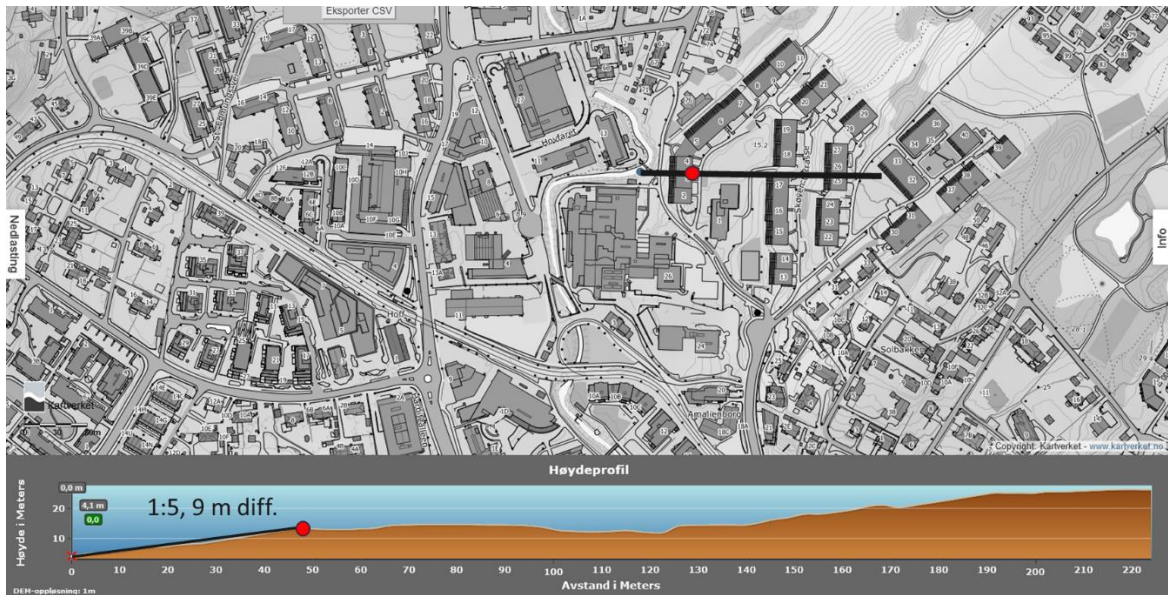


Figur 5-5. Øverst: viser snitt i plan og terrengprofil. Terrenkriterier tilstede. Nederst: Samme plassering av snitt som viser røde kvikkleirepunkter og dybde til berg. De små røde og grønne punktene er borpunkter som indikerer hvor sikkert løsmassemodellen er.

5.5 Snitt E, Ø-V

Snitt E ned mot Hoffselva viser at det er et relativt bratt parti den nederste biten over en distanse på omtrent 50 m, se Figur 5-6.

Oslo Kommune – Fornebubanen		Dok. nr.: PF-SKY0-721-RB-0009
Områdestabilitet - Skøyen terrasse		Revisjon: 02G
		Dato: 16.06.2023
		Side: 18 av 69
Skjerming:	Offentlig (O)	Klassifisering: INTERN
Jfr.:	N/A	



Figur 5-6. Snitt E. Det er bratt i denne retningen ned mot elva, 1:5 og 9 m høydeforskjell.

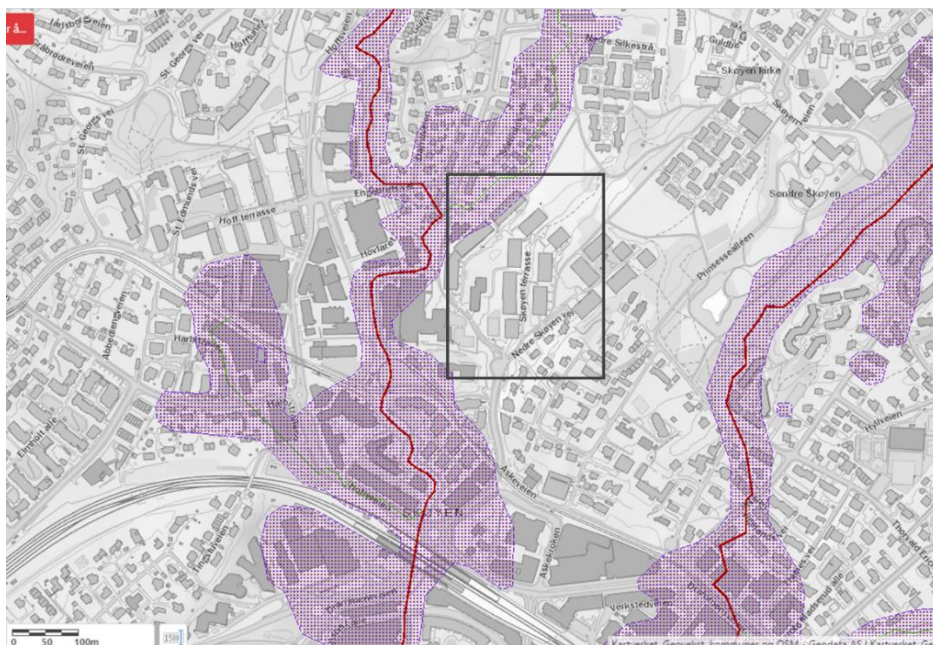
Oslo Kommune – Fornebubanen		Dok. nr.: PF-SKY0-721-RB-0009
Områdestabilitet - Skøyen terrasse		Revisjon: 02G
		Dato: 16.06.2023
		Side: 19 av 69
Skjerming:	Offentlig (O)	Klassifisering: INTERN
Jfr.:	N/A	

6 POTENSIELL FARE KNYTTET TIL VASSDRAG

Utsnitt av kart med aktsomhetsområde for flom fra Hoffselva vises i Figur 6-1, og viser at Skøyen terrasse ligger innenfor aktsomhetsområdet. Annen risiko knyttet til fare for flom, utover vurdering rundt områdestabilitet, er ikke en del av denne rapporten. Dette må evt. vurderes av andre.

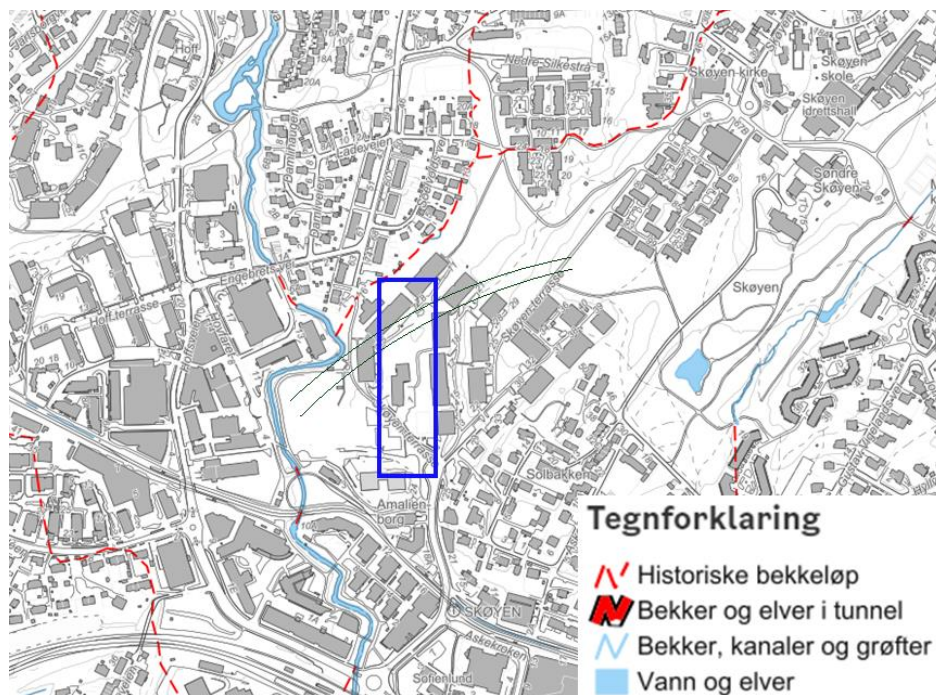
Det er registrert sprøbruddsmateriale/kvikkleire i området som er markert som flomutsatt. Løsneområdet (Figur 8-12) ligger ved kant av aktsomhetsområdet.

Figur 6-2 viser tidligere bekkeløp ned fra nordøst. Denne er antatt liggende i rør i dag. Det er ingenting som tyder på utfordringer med denne rørstrekningen i dag, kommunen bør generelt være oppmerksom på evt. bekymringsmeldinger knyttet til terrengendringer, oversvømmelser og andre hendelser som kan tyde på brudd i rørnettet. Det er funnet kvikkleire på Øvre Silkestrå, vises som røde punkter i Figur 8-4. Områdestabilitet er ikke vurdert i dette tilfellet ettersom det ikke vil påvirke Fornebubanens stasjoner, eller at Fornebubanen kan utløse et skred i dette området (dette er dokumentert i egen rapport [10]).



Figur 6-1. Aktsomhetsområde for flom, fra www.atlas.nve.no. Omtrentlig plassering av Skøyen terrasse markert.

Oslo Kommune – Fornebubanen		Dok. nr.: PF-SKY0-721-RB-0009
Områdestabilitet - Skøyen terrasse		Revisjon: 02G
		Dato: 16.06.2023
		Side: 20 av 69
Skjerming:	Offentlig (O)	Klassifisering: INTERN
Jfr.:	N/A	

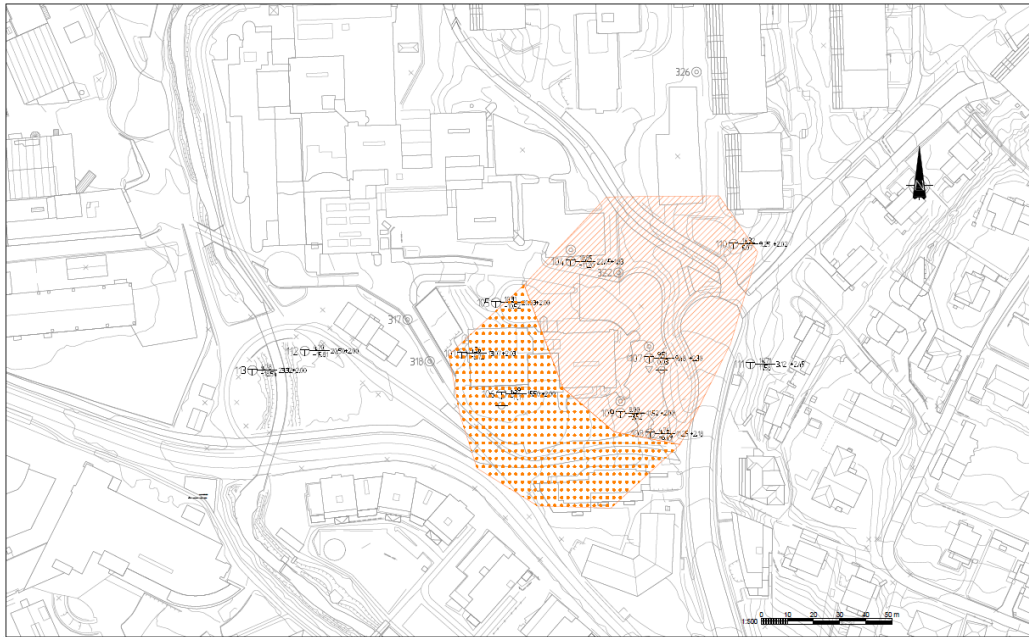


Figur 6-2. Hentet fra Oslo kommunes planinnsyn.
 Blått rektangel: omtrentlig dypprenne ved Skøyen terrasse.
 Grønn bue: omtrentlig plassering av tunnel
 Rød stiple: tidligere bekkeløp – antatt liggende i rør i dag.

Oslo Kommune – Fornebubanen		Dok. nr.: PF-SKY0-721-RB-0009
Områdestabilitet - Skøyen terrasse		Revisjon: 02G
		Dato: 16.06.2023
		Side: 21 av 69
Skjerming:	Offentlig (O)	Klassifisering: INTERN
Jfr.:	N/A	

7 TIDLIGERE KARTLAGT FARESONE

Etter revisjon av rapporten har faresonen ved Hoff skole blitt meldt inn i NVE atlas [11]. Faresone Hoff 2844. Faresonen ved Hoff skole ligger i området for snitt D i denne rapporten [12]. Faresonen kan ses i Figur 7-1. I tillegg er det en faresone ved Madserud, nr 2679, og Abbedikollen, nr 2705.



Figur 7-1. Faresone kartlagt ifb. ny Hoff Skole Skøyenveien 24-26 [12].

Oslo Kommune – Fornebubanen		Dok. nr.: PF-SKY0-721-RB-0009
Områdestabilitet - Skøyen terrasse		Revisjon: 02G
		Dato: 16.06.2023
		Side: 22 av 69
Skjerming:	Offentlig (O)	Klassifisering: INTERN
Jfr.:	N/A	

8 VURDERING AV FARE FOR KVIKKLEIRESKRED, PROSEDYRE NVE 1/2019

Krav vedr. formell kompetanse:

Utførende foretak har fagansvarlige med formell kompetanse innen fagområde geoteknikk med minimum 5 års relevant erfaring, samt erfaring med tidligere vurderinger av områdestabilitet i NVEs veileder "Sikkerhet mot kvikkleireskred".

8.1 Prosedyre for utredning av aktsomhetsområder og faresoner

Tabell 8-1 viser oppsummering av gjennomgang av prosedyren i henhold til i avsnitt 3 i NVE veileder 1/2019 [1].

Tabell 8-1. Prosedyre for utredning av aktsomhetsområder og faresoner, oppsummering [1].

Pkt.	Overskrift	Kommentar
1.	Registrerte faresoner (kvikkleiresoner) i området	Det er ikke tidligere kartlagte faresoner for kvikkleireskred i området.
2.	Avgrense områder med mulig marin leire	Hele området ligger under marin grense
3.	Avgrense områder med terreng som kan være utsatt for områdeskred	Se kap. 8.1.3
4.	Tiltakskategori	På bakgrunn av vibrasjoner og mulig midlertidig lokalt økt poretrykk ifb. injeksjon og tetting av tunnelen, er tiltakskategori satt til K4.
5.	Gjennomgang av grunnlag – identifikasjon av kritiske skråninger og mulig løsneområde	Kritiske skråninger og løsneområde er vurdert i kap. 8.1.5.
6.	Befaring	Befaring utført 28.06.22. Berg i dagen registrert, noe erosjon i Hoffselva, det er ikke påvist sprøbruddsmateriale mot Hoffselva.
7.	Gjennomføring av grunnundersøkelser	Grunnundersøkelser utført av PGF er dokumentert i egen rapport [7], andre grunnundersøkelser er inkludert i Vedlegg.
8.	Vurdering av aktuelle skredmekanismer og avgrensing av løsne- og utløpsområder	Aktuell skredmekanisme: rotasjon- eller flakskred. Se kap. 8.1.8.
9.	Klassifisere faresoner	Faregrad: Lav Skadekonsekvens: Alvorlig Risikoindikator: Klasse 3
10.	Dokumentere tilfredsstillende sikkerhet	Udrenert sikkerhet er beregningsmessig 1,40, dette er større enn krav på 1,20. Drenert sikkerhet er 2,39, større enn krav på 1,25.
Konklusjon		Vurdering av områdestabilitet er utført, og viser at dagens sikkerhet er tilfredsstillende så fremt ingen tiltak utføres i eller i nærheten av skråningen. Driving av Fornebubanen under sonen må tilpasses slik at skråningen ikke blir påvirket.

Oslo Kommune – Fornebuibanen		Dok. nr.: PF-SKY0-721-RB-0009
Områdestabilitet - Skøyen terrasse		Revisjon: 02G
		Dato: 16.06.2023
		Side: 23 av 69
Skjerming:	Offentlig (O)	Klassifisering: INTERN
Jfr.:	N/A	

8.1.1 Registrerte faresoner (kvikkleiresoner) i området

Det er flere kartlagte faresoner i nærheten i henhold til NVEs kart [11], se Figur 8-1. Nærmeste er Hoff 2844 og deretter er Madserud 2679 og Abbedikollen 2705 i nærområdet.



Figur 8-1. Venstre: Viser nærmeste kartlagte faresoner i området. Høyre: Omtrentlig markering av Skøyen terrasse, viser flere kartlagte kvikkleire-/sprøbruddspunkter i området.

8.1.2 Områder med mulig marin leire

Hele planområdet ligger under marin grense. Se Figur 8-2.



Figur 8-2. Rødt område viser omtrentlig markering av Skøyen og planområdet. Blå linje er marin grense, hele området ligger under marin grense [11]

Oslo Kommune – Fornebubanen		Dok. nr.: PF-SKY0-721-RB-0009
Områdestabilitet - Skøyen terrasse		Revisjon: 02G
		Dato: 16.06.2023
		Side: 24 av 69
Skjerming:	Offentlig (O)	Klassifisering: INTERN
Jfr.:	N/A	

8.1.3 Avgrensning av områder med terreng som kan være utsatt for områdeskred

8.1.3.1 Vurdering av Skøyen terrasse som løsneområde

I henhold til NVEs veileder 1/2019 [1] skal det utføres en terrenganalyse med konservative kriterier for å begrense aktsomhetsområdene til områder der topografien gir mulighet for områdeskred.

Dersom planlagte tiltak ligger i terreng som er innenfor et aktsomhetsområde, må det utredes videre av geotekniker iht. prosedyrens punkt 4-11. Ligger planlagte tiltak ikke innenfor et aktsomhetsområde vil videre vurdering iht. veileder avsluttes her.

Terreng som kan inngå i løsneområdet for et skred:

- Total skråningshøyde over 5 meter
eller
- Jevnt hellende terreng brattere enn 1:20, tilsvarende 2,9°, og total skråningshøyde over 5 m.

Maksimal bakovergripende skredutbredelse = 20 ganger skråningshøyde, målt fra fot skråning (inntil 25 muh).

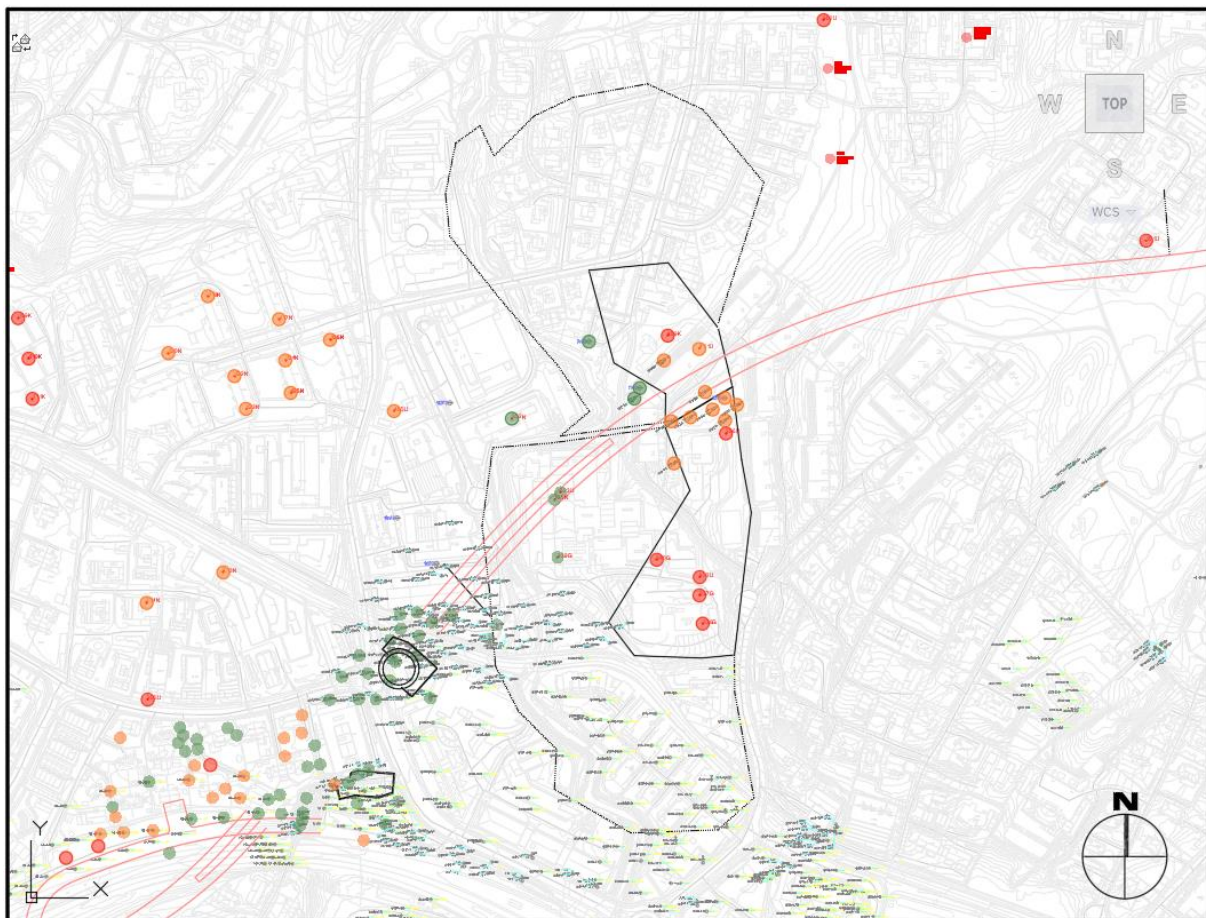
Figur 8-3 viser at deler av området har en terrenghelning > 3 grader. Terrenganalysen tar ikke hensyn til skråningshøyden.

Figur 8-4 markerer mulige løsne- og utløpsområder for et retrogressivt skred. Dette er basert på vurderinger av helning og skråningshøyde for ulike snitt som vist i kapittel 5.



Figur 8-3. Terrenganalyse med bratthet [11]. Vurdering av Skøyen terrasse som løsneområde.

Oslo Kommune – Fornebubanen		Dok. nr.: PF-SKY0-721-RB-0009
Områdestabilitet - Skøyen terrasse		Revisjon: 02G
		Dato: 16.06.2023
		Side: 25 av 69
Skjerming:	Offentlig (O)	Klassifisering: INTERN
Jfr.:	N/A	



Figur 8-4. Tidlig vurdering av løсне- og mulig utløpsområde basert på et mulig retrogressivt skred med bakovergrepene løснеområde (inkluderer det flate partiet som kan ses i Figur 5-4 med terrenghelning 1:34).

8.1.3.2 Andre mulige aktsomhetsområder utenfor, vurdering av utløpsområde

Rapporten er utarbeidet som underlag ifb. Fornebubanen. I området ved Skøyen terrasse skal tunnelen passere under terreng (og bergoverflate), og det vil ikke være tiltak som vil være synlige i dagen. Basert på dette er det ikke vurdert om Skøyen terrasse kan ligge i et mulig utløpsområde.

8.1.4 Bestemme tiltakskategori

Tiltakskategori bestemmes ut fra konsekvens av skred, videre utredning avhenger av tiltakskategorien.

For Skøyen terrasse skal det ikke utføres terrenginngrep. Det er > 2 boenheter på løсне- og utløpsområdet som kan bli berørt av et evt. skred.

Tiltakskategori settes til K4, videre utredning er påkrevd.

Oslo Kommune – Fornebubanen		Dok. nr.: PF-SKY0-721-RB-0009
Områdestabilitet - Skøyen terrasse		Revisjon: 02G
		Dato: 16.06.2023
		Side: 26 av 69
Skjerming:	Offentlig (O)	Klassifisering: INTERN
Jfr.:	N/A	

8.1.5 Identifikasjon av kritiske skråninger og mulig løснеområde

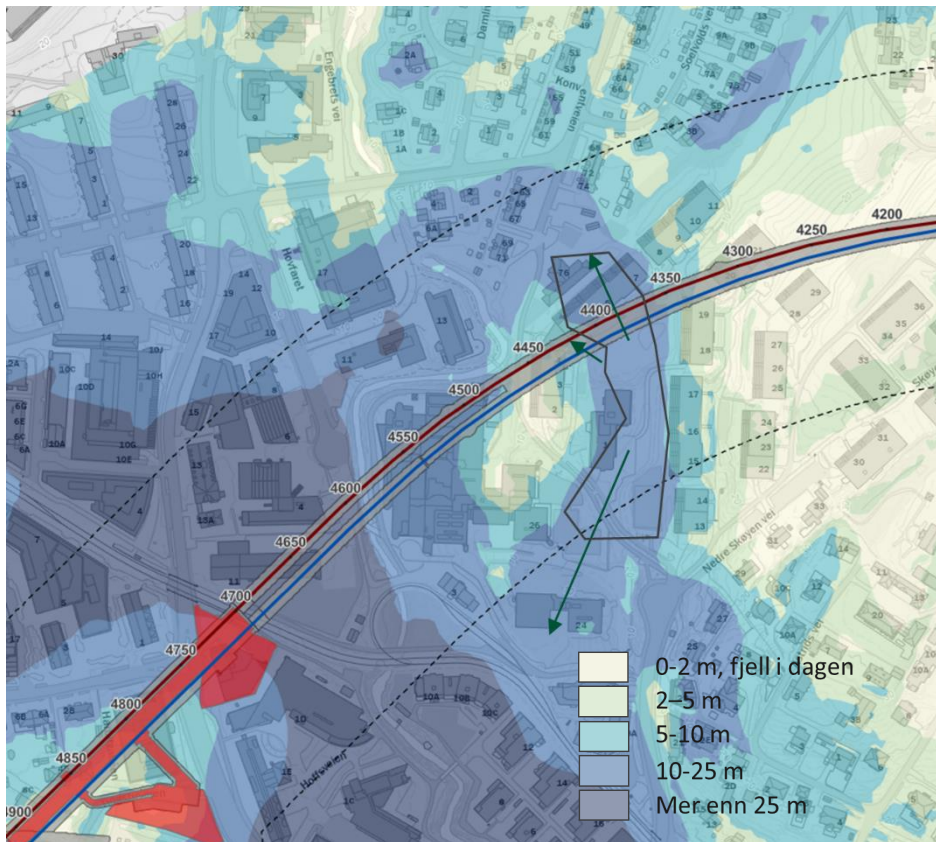
Løснеområde som definert i kap. 8.1.3 benyttes videre. Løśnieområde som vist i Figur 8-4 er vist i Figur 8-5, men nå inkludert med omtrentlig løsmassedybde. De grønne pilene på figuren viser omtrentlig fallretning.

Tabell 8-2 oppsummerer vurderingene som er utført i forbindelse med vurdering av løśnieområde for de ulike snittene.

Tabell 8-2 Vurdering av ulike snitt med hensyn til videre utredning i henhold til prosedyren.

Snitt	Kommentar
A	Både helning og skråningshøyde gir at dette snittet må vurderes videre. Helning og dybde til berg varierer noe i området rundt snitt som vist i figur 5-2. I videre utredning og stabilitetsberegning er derfor snitt A noe flyttet med hensyn til å få den mest kritiske varianten av snittet.
B	Grunnundersøkelser og modell viser liten dybde til berg. Samtidig er snitt A og E mer representativ for løśnieområdet som vurderes. Snitt B blir derfor ikke utredet videre i prosedyren.
C	Snittet går på tvers av hele området. Snittet kan på bakgrunn av liten dybde til berg i midten deles i 2. Hvor sørlig del sammenfaller godt med snitt D. Snitt D anses også som mer kritisk, derfor utgår denne delen av snitt C i videre utredning. For nordre del av snittet sammenfaller området med terrengkriterier til områder med liten dybde til berg. Resten av snittet er flatt, og hele snitt C utgår derfor fra videre utredning.
D	Både helning og skråningshøyde gir at dette snittet må vurderes videre. Helning og dybde til berg varierer noe i området rundt snitt som vist i figur 5-5. I videre utredning er det derfor laget flere varianter av snitt D for å se på de mest kritiske versjonene av disse snittene i dette området.
E	Både helning og skråningshøyde gir at dette snittet må vurderes videre.

Oslo Kommune – Fornebuibanen		Dok. nr.: PF-SKY0-721-RB-0009
Områdestabilitet - Skøyen terrasse		Revisjon: 02G
		Dato: 16.06.2023
		Side: 27 av 69
Skjerming:	Offentlig (O)	Klassifisering: INTERN
Jfr.:	N/A	



Figur 8-5. Foreløpig løsesområde for Skøyen terrasse, de grønne pilene viser fallretning.

8.1.6 Befaring

Befaring ble utført 28.06.2022. Berg i dagen ble registrert, samt terrengvurderinger og erosjon av Hoffselva, se Figur 8-6.

Oslo Kommune – Fornebubanen		Dok. nr.: PF-SKY0-721-RB-0009
Områdestabilitet - Skøyen terrasse		Revisjon: 02G
		Dato: 16.06.2023
		Side: 28 av 69
Skjerming:	Offentlig (O)	Klassifisering: INTERN
Jfr.:	N/A	



Figur 8-6. Resultat fra befarings; røde punkter er berg i dagen, blå punkter er bilder/dokumentasjon.

Figur 8-7 viser bilder fra Skøyen terrasse og Hoffselva. Det er noe pågående erosjon i elva, men det er ikke påvist sprøbruddmateriale rett bak i svingen, og dette anses derfor ikke som et mulig løsnemråde. Det bør allikevel være oppmerksomhet fra kommunens side knyttet til videre erosjon i området her. Figur 8-8 viser borpunkter som er i området, der de grønne punktene indikerer at det ikke er vurdert å være sprøbruddmateriale til stede.

Områdestabilitet - Skøyen terrasse

Revisjon: **02G**

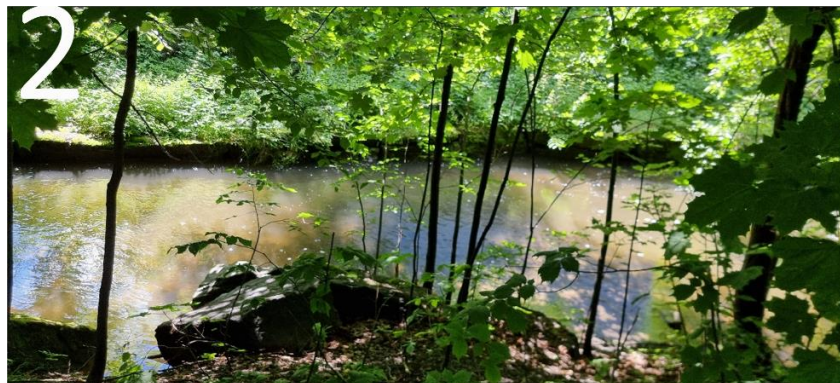
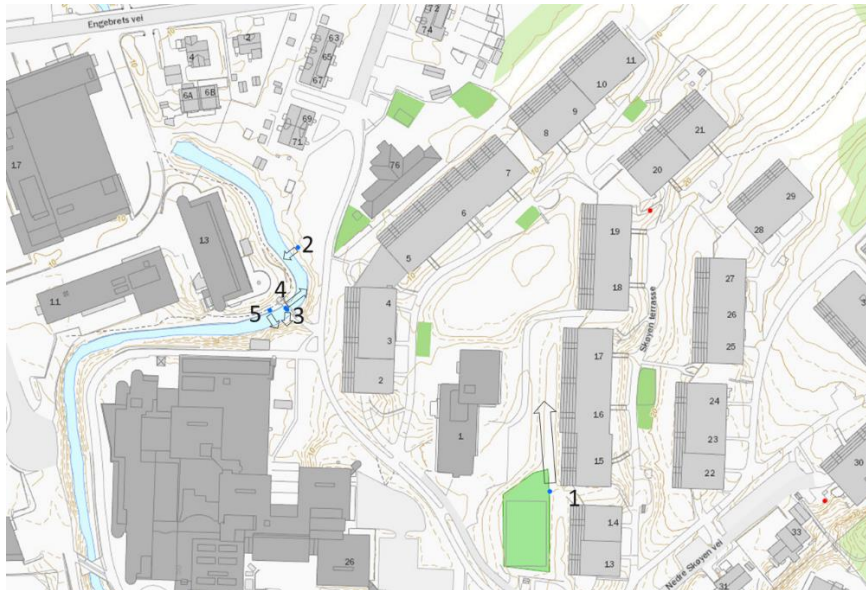
Dato: 16.06.2023

Side: 29 av 69

Skjerming: Offentlig (O)

Klassifisering:
INTERN

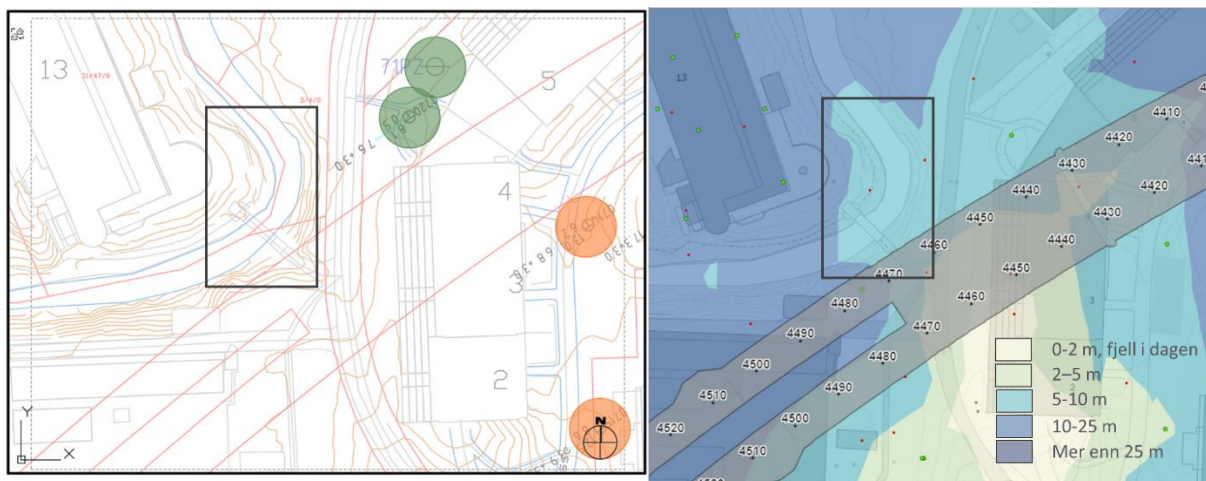
Jfr.: N/A



Oslo Kommune – Fornebuibanen		Dok. nr.: PF-SKY0-721-RB-0009
Områdestabilitet - Skøyen terrasse		Revisjon: 02G
		Dato: 16.06.2023
		Side: 30 av 69
Skjerming:	Offentlig (O)	Klassifisering: INTERN
Jfr.:	N/A	



Figur 8-7. Bilder fra befarings. Øverst til venstre viser lokaliteter og retning på foto. Bilde 1 viser kvikkleireområde på Skøyen terrasse. Bilde 2 og 3 viser erosjonssikring i Hoffselva. Bilde 4 og 5 viser pågående erosjon i Hoffselva.



Figur 8-8. Venstre: sving i Hoffselva med mulig erosjon, og borpunkter. Grønne punkter indikerer "ikke sprøbruddsmateriale". Høyre: samme område som også viser løsmassetykkelse.

8.1.7 Grunnundersøkelser

Grunnundersøkelser er utført i noen grad innenfor mulig løsneområde for Skøyen terrasse. Det er også innhentet informasjon fra NADAG og PBE. Flere borpunkter er brukt som grunnlag for berg- og løsmassemodell, og flere eldre prøveserier viser det som tyder på sprøbruddsmateriale.

Oslo Kommune – Fornebubanen		Dok. nr.: PF-SKY0-721-RB-0009
Områdestabilitet - Skøyen terrasse		Revisjon: 02G
		Dato: 16.06.2023
		Side: 31 av 69
Skjerming:	Offentlig (O)	Klassifisering: INTERN
Jfr.:	N/A	

8.1.8 Aktuelle skredmekanismer og avgrensning av løsne- og utløpsområder

Se kapittel 8.1.5 for vurderinger knyttet til hvilke snitt som benyttes videre i utredningen.

8.1.8.1 Skredtype

Omrørt fasthet

Denne varierer, minste verdi anses å være < 1 kPa.

Andel sprøbruddsmateriale over mest kritiske glideflate

Snitt A: De nærmeste borpunktene er 411U og 409K. Basert på disse er topp sprøbrudd på kote +2,5 - 3,0, ca. 7-8 m under terreng, basert på snittet er det gjennomsnittlig dybde til berg i snittet på 12 m. Beregninger viser at kritisk bruddflate går ved bergoverflate. Det er jevnt hellende terreng, ved å senke 1:15 linja 0,25 x Høyden av skråningen vil ikke denne linjen være nær topp av sprøbruddsmateriale, b/D forhold er da $< 0,4$.

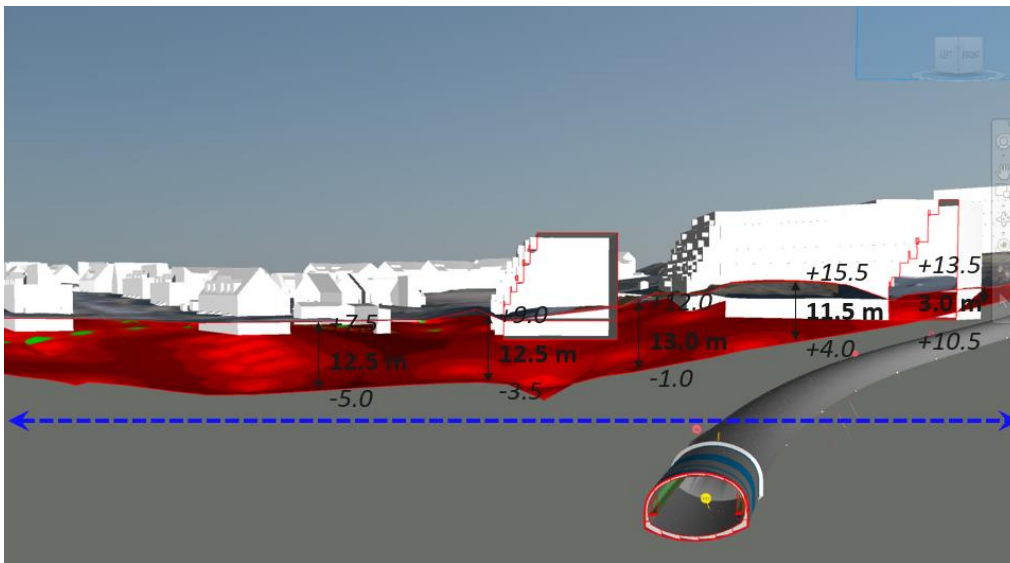
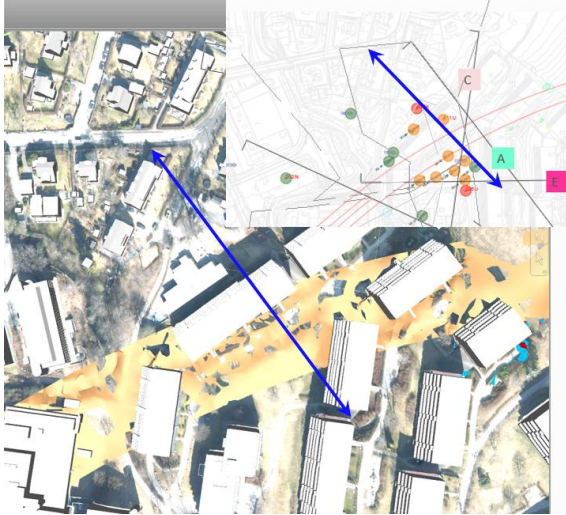
Snitt D: De nærmeste borpunktene er 340G og 322U. Basert på disse er topp sprøbrudd på kote +2.2, ca. 7 m under terreng, basert på snittet er det gjennomsnittlig dybde til berg i snittet på 20 m. Beregninger her er ikke utført, ved å senke 1:15 linja 0,25 x Høyden av skråningen er b/D forhold mindre enn 0,4.

Snitt E: Det er noe brattere terreng mer mot vest, men terreng- og bergkriterier sammenfaller slik at der det er dypt til berg er det også flatt, og motsatt. Områder med sprøbrudd ligger på den flate delen av profilet og snittet blir derfor ikke benyttet til å vurdere skredtype.

Skredtype for Skøyen terrasse anses å være rotasjon- eller flakskred.

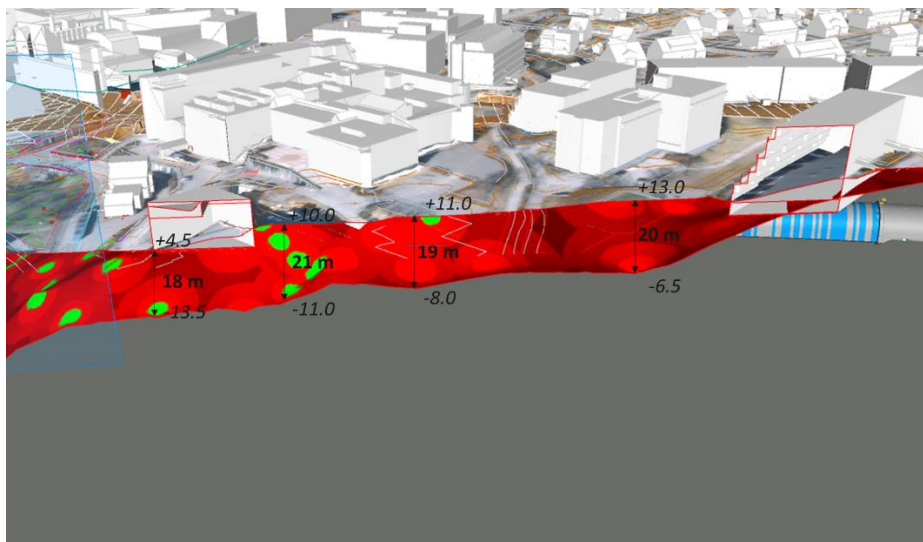
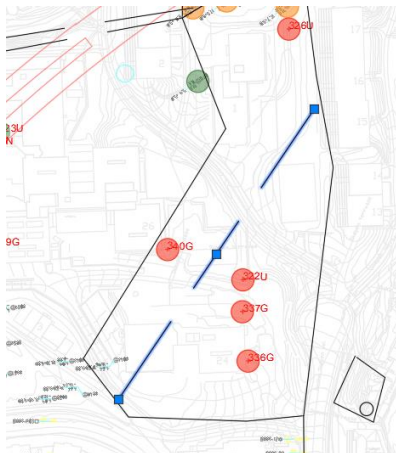
Figur 8-9 og Figur 8-10 viser snittene dette er basert på, i plan og profil.

Oslo Kommune – Fornebuibanen		Dok. nr.: PF-SKY0-721-RB-0009
Områdestabilitet - Skøyen terrasse		Revisjon: 02G
		Dato: 16.06.2023
		Side: 32 av 69
Skjerming:	Offentlig (O)	Klassifisering: INTERN
Jfr.:	N/A	



Figur 8-9. Snitt A, omtrentlig i nærheten (ikke helt nøyaktig av praktiske grunner).
Øverst: Profil i plan/terreng. Nederst: fra modell, dybder til berg

Oslo Kommune – Fornebuibanen		Dok. nr.: PF-SKY0-721-RB-0009
Områdestabilitet - Skøyen terrasse		Revisjon: 02G
		Dato: 16.06.2023
		Side: 33 av 69
Skjerming:	Offentlig (O)	Klassifisering: INTERN
Jfr.:	N/A	



Figur 8-10. Snitt D. Øverst: Profil i plan. Nederst: fra modell, dybder til berg.

8.1.8.2 Løsne- og utløpsområde

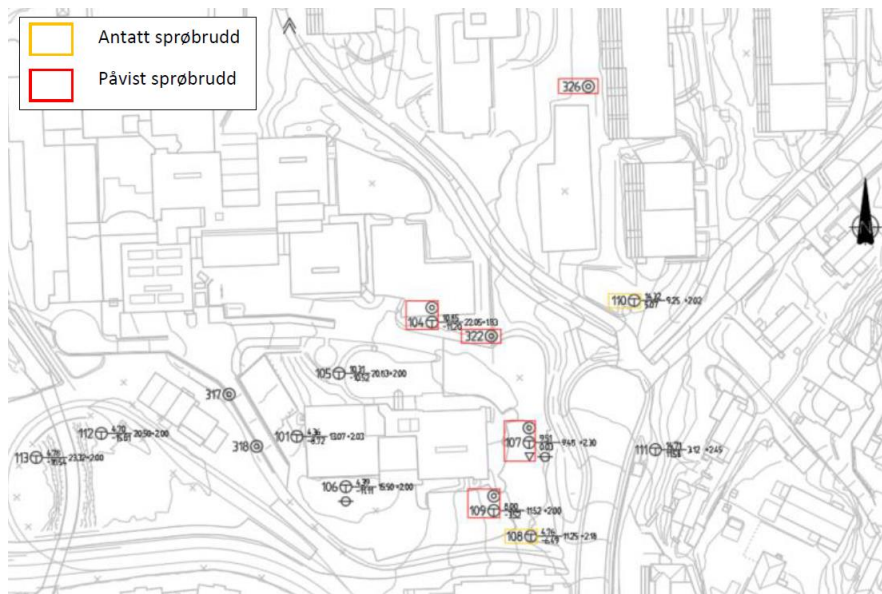
Terrenget vurderes som åpent og en empirisk faktor på 0,5 x lengde på løснеområdet tilsier noe om lengden på utløpsområdet. Et rotasjonskred vil empirisk ha løśnieområde $L/H < 5$, dvs. løsnelengden er antatt å være mindre enn 5 x høyden på skråningen.

Høyden på skråningen er omtrent 10 m, det er dermed antatt maksimal løsnelengde på 50 m. For både området ved snitt A og D vil løøgneområdet begrenses av antatt maksimal lengde.

Ib. ny Hoff skole på Nedre Skøyenvei 24-26 (saksnummer 201806338 i Oslo Kommune) er det utført en områdestabilitetsvurdering [12], dette området er det samme området som i foreliggende rapport kalles snitt D. I denne vurderingen er det utført beregninger, og funnet en sammensatt glideflate med sikkerhet 2,33 drenert, og 2,41 udrenert. Den sammensatte glideflaten er brukt som grunnlag for løøgneområdet. Tolkning av grunnundersøkelser i forbindelse med Hoff skole er vist i Figur 8-11.

Faresone som innmeldes til NVE ligger i Vedlegg 20.

Oslo Kommune – Fornebuibanen		Dok. nr.: PF-SKY0-721-RB-0009
Områdestabilitet - Skøyen terrasse		Revisjon: 02G
		Dato: 16.06.2023
		Side: 34 av 69
Skjerming:	Offentlig (O)	Klassifisering: INTERN
Jfr.:	N/A	



Figur 8-11. Hentet fra områdestabilitetsrapport for ny Hoff skole [12]. De røde og oransje boksene viser hhv. påvist og antatt sprøbrudd.

8.1.9 Klassifisering av faresone

Som vurdert i kap. 8.1.10.3 er snitt D/nye Hoff skole unntatt fra beregninger pga. avstand til tunnelprofil og terrengkriterier innenfor 100 m fra tunnel, klassifisering av faresone baserer seg derfor på området for snitt A.

Faregrad bestemmes for et antatt kritisk snitt og er avhengig av topografiske og geologiske/geotekniske forhold samt terrengendringer. Dagens situasjon legges til grunn for klassifiseringen og inkluderer løsne- og utløpsområdet. Se Tabell 8-3.

Oslo Kommune – Fornebuibanen		Dok. nr.: PF-SKY0-721-RB-0009
Områdestabilitet - Skøyen terrasse		Revisjon: 02G
		Dato: 16.06.2023
		Side: 35 av 69
Skjerming:	Offentlig (O)	Klassifisering: INTERN
Jfr.:	N/A	

Tabell 8-3. Vurdering av faregrad iht. NVEs retningslinjer [1]

Faktorer	Vekttall	Poeng	SCORE	Begrunnelse
Tidligere skredaktivitet	1	0	0	Ingen registrerte skredhendelser i området
Skråningshøyde, meter	2	1	2	Skråningshøyde varier. Snitt A og B som er mest relevante for faresonen har skråningshøyde mellom 18 og 30 m
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	2	3	6	Ingen data tilgjengelig
Poretrykk. Overtrykk, kPa	3	0	0	Noe undertrykk, se kap. 4.3
Poretrykk. Undertrykk, kPa	-3	1	-3	
Kvikkleiremektighet	2	2	4	Basert på skråningshøyde 13 m, kvikkleiremektighet 6 m
Sensitivitet	1	1	1	Hovedvekten ligger i dette området, et par punkter over og flere under
Erosjon	3	0	0	Noe erosjon fra Hoffselva, men ikke inn mot sprøbruddsone.
Inngrep: Forverring	3	0	0	
Inngrep: Forbedring	-3	0	0	
		SUM, F_i	10	
		Lav faregrad		

Oppsummert: Faregrad "Lav", med 10 av 51 mulige poeng, tilsvarer 19,6 % av full score.

Skadekonsekvenser som skal vurderes er: fare for at liv kan gå tapt, skade på mennesker, økonomiske tap og verdiforringelse, samt fare for at viktige samfunnsmessige funksjoner skal stoppe opp.

Konsekvensen av et skred deles inn i tre klasser; mindre alvorlig, alvorlig og meget alvorlig. Se Tabell 8-4 for vurdering.

Tabell 8-4. Vurdering av skadekonsekvens iht. NVEs retningslinjer [1]

Faktorer	Vekttall	Poeng	SCORE	Begrunnelse
Boligheter, antall	4	3	12	Blokkbebyggelse
Næringsbygg, personer	3	2	6	Skøyen terrasse barnehage
Annen bebyggelse, verdi	1	0	0	Ikke registrert
Vei, ÅDT	2	1	2	Konventveien ÅDT 500
Toglinje, bruk	2	0	0	
Kraftnett	1	0	0	Ingenting registrert
Oppdemning og flodbølge	2	0	0	
	SUM, S_i		20	
		Alvorlig		

Oslo Kommune – Fornebuibanen		Dok. nr.: PF-SKY0-721-RB-0009
Områdestabilitet - Skøyen terrasse		Revisjon: 02G
		Dato: 16.06.2023
		Side: 36 av 69
Skjerming:	Offentlig (O)	Klassifisering: INTERN
Jfr.:	N/A	

Oppsummert: Konsekvens "Meget alvorlig", med 20 av 45 mulige poeng, tilsvarer 44,4 % av full score.

Risikoindikatoren, R_i , er produktet av prosenttallet for sannsynlighet (faregrad) og konsekvens, og blir da

$$R_i = F_i \times S_i = 15,7 \times 44,4 = 697.$$

Denne tallverdien tilsier at området Skøyen terrasse vei har Risikoklasse 3, som er middels nivå av risikoinndeling. Inndeling i ulike risikonivåer sier noe om hvordan NVE prioriterer sonen i videre arbeid i sikring mot skred (går fra klasse 1 til 5).

8.1.10 Stabilitetsberegninger

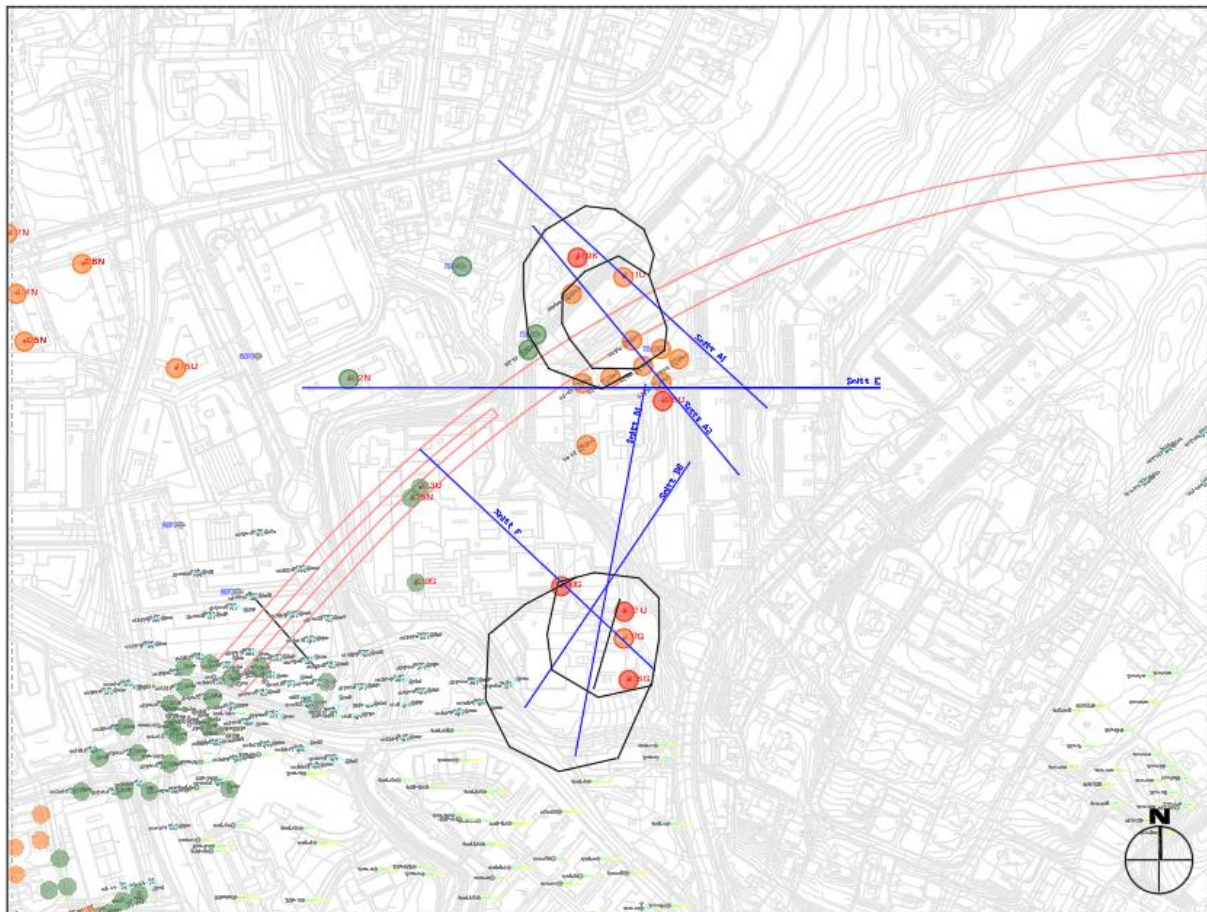
Tiltak som forverrer stabiliteten skal ha absolutt sikkerhetsfaktor $F_{cu} \geq 1,40 \times f_s$ og $F_{c\phi} > 1,25$ hvor f_s er sprøhetsforholdet som korrigerer for sprøbruddseffekt i de udrenerte beregningene (ved grenselikevektsberegninger), $f_s = 1,15$. Krav til udrenert sikkerhet er da $F_{cu} \geq 1,61$.

Hvis skråningen ligger utenfor influensområdet til tiltaket gjelder krav til sikkerhet $F_{c\phi} > 1,25$, samt krav til robusthet $F_{cu} \geq 1,20$. Ved lavere sikkerhet og/eller robusthet skal $F_{c\phi}$ og F_{cu} økes prosentvis iht. gitte føringslinjer.

Med strenge retningslinjer skal ikke Fornebuibanen forverre stabilitetsforholdene. Rystelser fra sprenging vil ivaretas gjennom nedjusterte vibrasjonsgrenseverdier i faresoner. Mulig økt poretrykk fra injeksjons-/tettmasser vil ivaretas ved kontroll av volum, trykk og massetype. Se egen rapport for dette [10].

Det er vurdert flere snitt for stabilitetsvurderinger for Skøyen terrasse, se Figur 8-12. Disse er videre bearbeidet under hvert avsnitt. Snittenes plassering avviker noe fra det som er behandlet i terrengeanalysen i kapittel 5. Dette er for å inkludere mer kritiske forhold med hensyn til bergdybde, lagdeling og terrenghelning.

Oslo Kommune – Fornebuibanen		Dok. nr.: PF-SKY0-721-RB-0009
Områdestabilitet - Skøyen terrasse		Revisjon: 02G
		Dato: 16.06.2023
		Side: 37 av 69
Skjerming:	Offentlig (O)	Klassifisering: INTERN
Jfr.:	N/A	



Figur 8-12. Planoversikt for snitt vurdert for Skøyen terrasse.

8.1.10.1 Snitt A (omtrentlig)

Flere beregninger har blitt utført i dette området, her vises kun enkelte av beregningene for snitt A1. Snittet er flyttet noe i forhold til det som er omtalt som snitt A i kapittel 5. Dette for å ta høyde for større bergdybder og for å finne den mest kritiske varianten av snittet. Skjærstyrkeprofiler benyttet i beregningene er vist i Vedlegg 1. Laveste verdi i sikkerhet ligger på 1,40, denne verdien holder kravet til robusthet $F_{cu} \geq 1,20$.

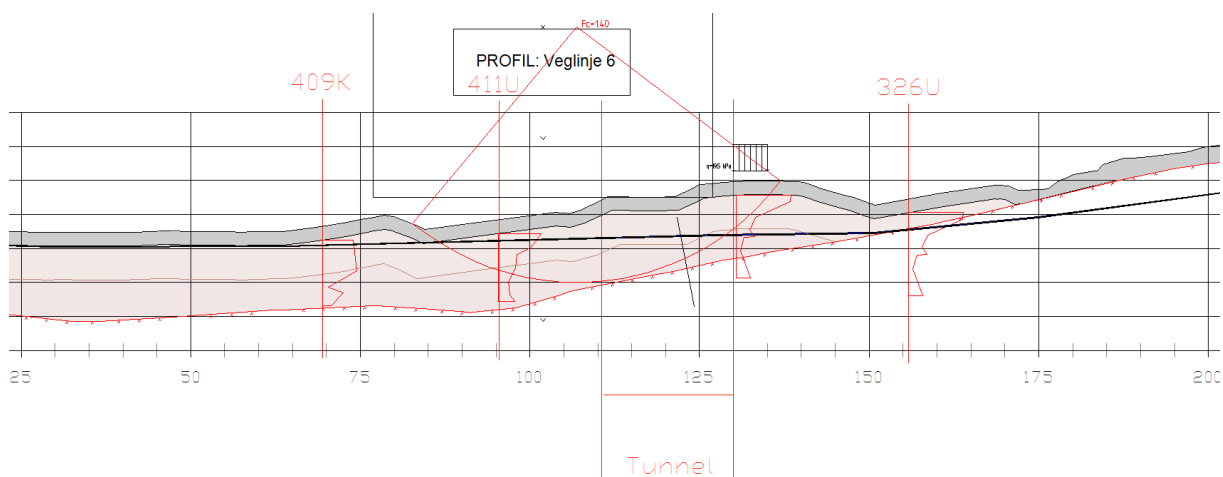
Bergoverdekning i området er varierende, fra 18 til 25 m. 20 m er brukt som referanseverdi, og området ser ut til å stedvis ha noe morene over berg. Løsmassetykkelsen varierer fra berg i dagen til 15-20 m.

Figurene som følger viser kritisk glidesirkel samt plassering av tunnel med omtrentlig bredde og dybde under berg, verdiene her er hentet fra grunnlagsmodeller. Tunnelvernsnitt er ikke korrekt, men viser kun høyden på midtprofilen.

Oslo Kommune – Fornebuibanen		Dok. nr.: PF-SKY0-721-RB-0009
Områdestabilitet - Skøyen terrasse		Revisjon: 02G
		Dato: 16.06.2023
		Side: 38 av 69
Skjerming:	Offentlig (O)	Klassifisering: INTERN
Jfr.:	N/A	

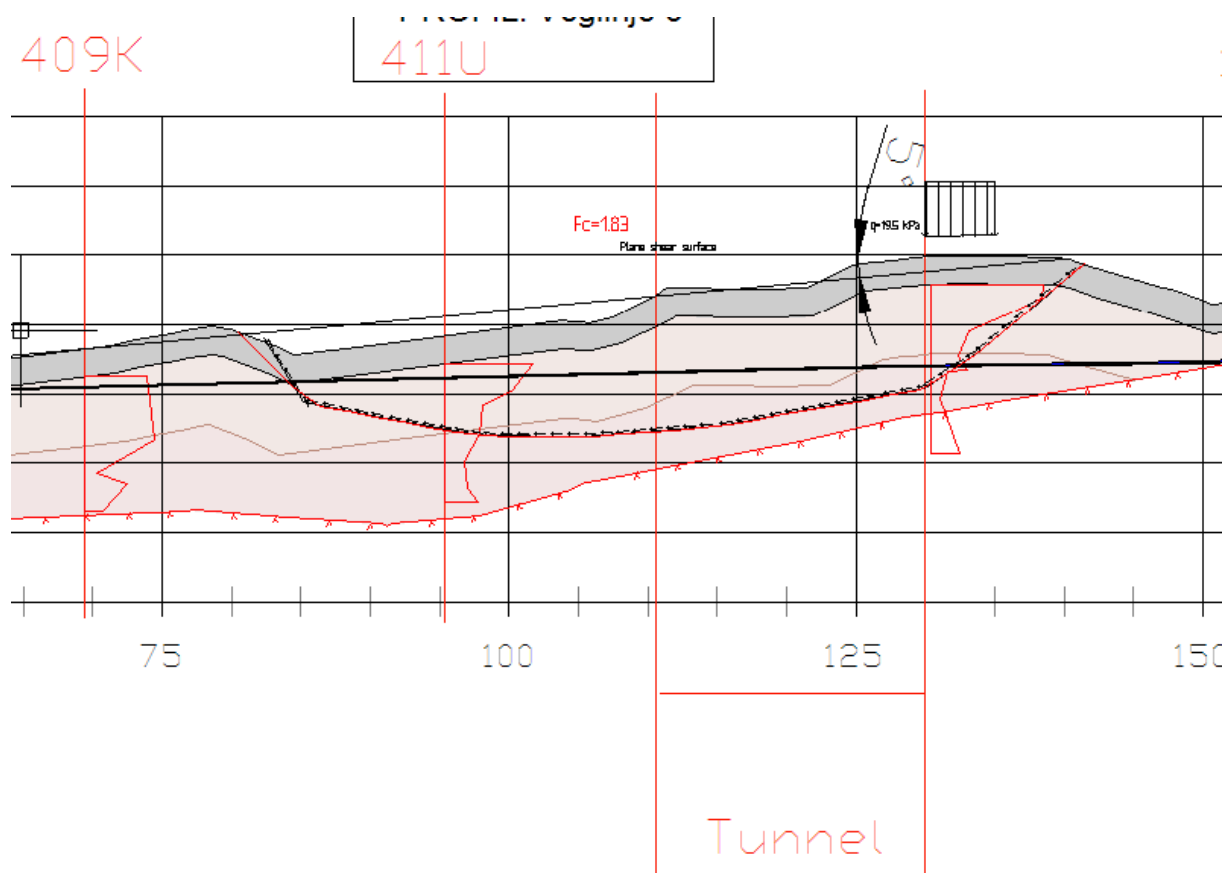
Figur 8-13 viser udrenert sikkerhet på hhv. 1,40 i resultat. Bruddsirkelen trekker seg ned mot bergoverflate der det er antatt dårligst forhold. Figur 8-14 viser en sammensatt glideflate med god sikkerhet, SF 1,83, og Figur 8-15 inkluderer en drenert beregning på 2,39.

Oppsummert viser beregningene at robustheten i dagens skråning er god, men noe lav, og tiltak må iverksettes for at ikke sikkerheten påvirkes når tunnelen skal drives forbi. Anbefalingen fra RIG er derfor å justere injeksjonstrykk og -mengder, samt enhetsladninger, slik at poretrykk ikke vil øke midlertidig ved passering. Se også egen rapport som tar for seg dette [10].



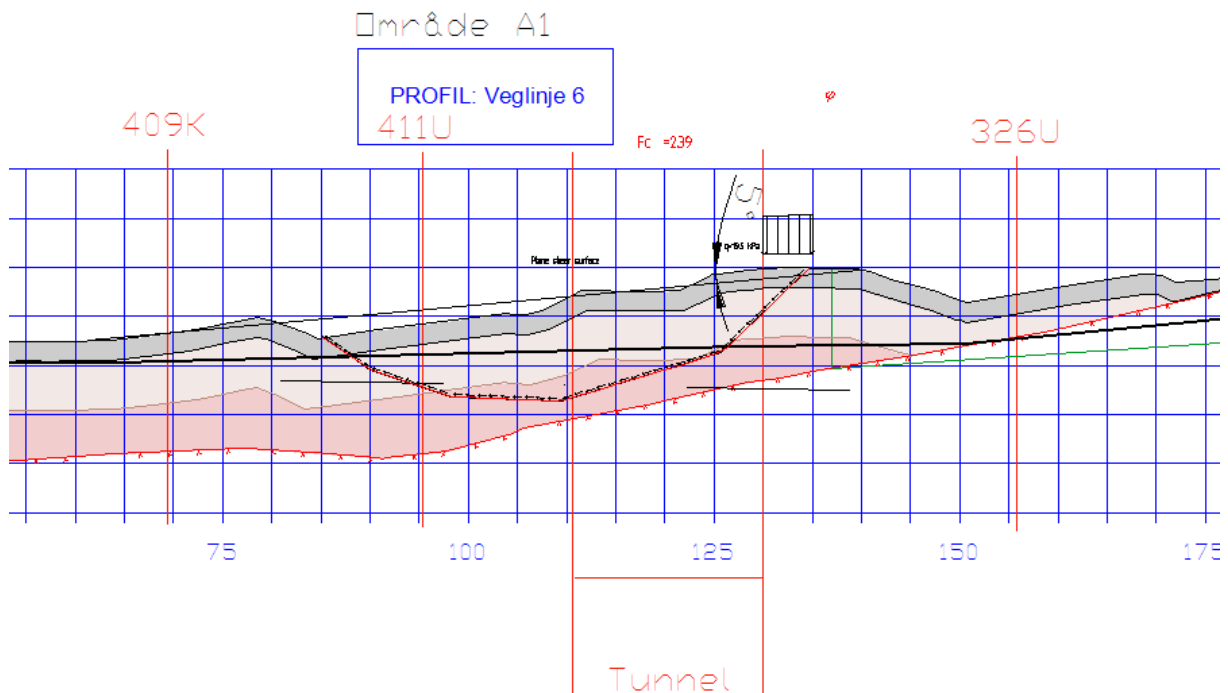
Figur 8-13. Udrenert, Snitt A. SF = 1,40.

Oslo Kommune – Fornebubanen		Dok. nr.: PF-SKY0-721-RB-0009
Områdestabilitet - Skøyen terrasse		Revisjon: 02G
		Dato: 16.06.2023
		Side: 39 av 69
Skjerming:	Offentlig (O)	Klassifisering: INTERN
Jfr.:	N/A	



Figur 8-14. Udrenert, sammensatt glideflate. SF = 1,83.

Oslo Kommune – Fornebuibanen		Dok. nr.: PF-SKY0-721-RB-0009
Områdestabilitet - Skøyen terrasse		Revisjon: 02G
		Dato: 16.06.2023
		Side: 40 av 69
Skjerming:	Offentlig (O)	Klassifisering: INTERN
Jfr.:	N/A	



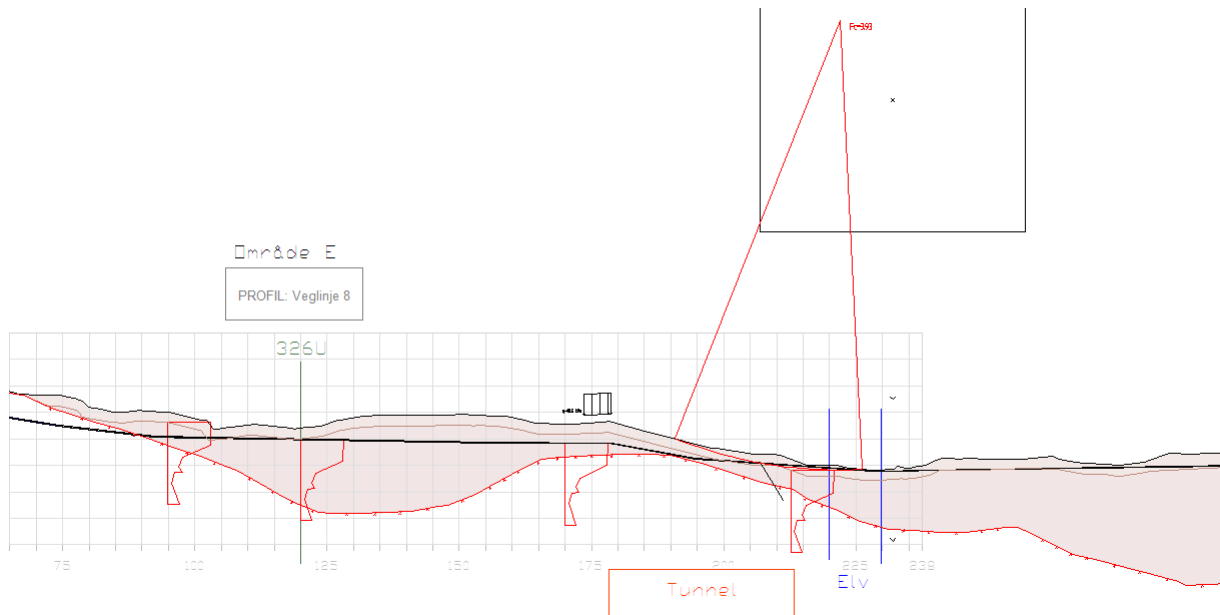
Figur 8-15. Drenert beregning $F_c\Phi$, SF 2,39 større enn krav på 1,25

8.1.10.2 Snitt E

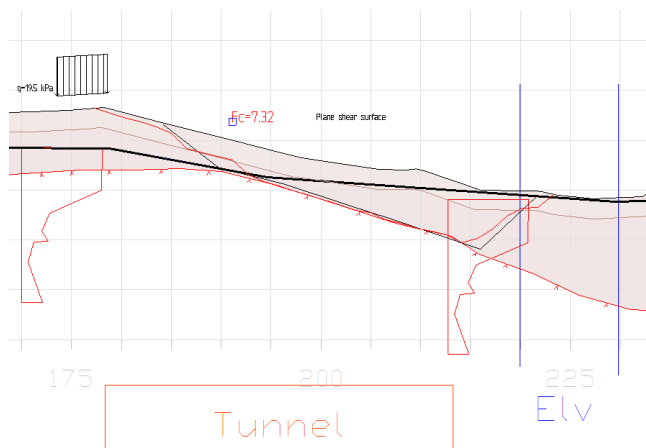
Snitt E har noe brattere terreng mer mot vest, men terreng- og bergkriterier sammenfaller slik at der det er dypt til berg er det også flatt, og motsatt, slik at det ikke er områder med lav stabilitet i dette snittet. Udrenert sikkerhet er beregnet til 3,93. Drenert sikkerhet > 10. Se Figur 8-16 - Figur 8-18.

Stabiliteten er tilfredsstillende.

Oslo Kommune – Fornebuibanen		Dok. nr.: PF-SKY0-721-RB-0009
Områdestabilitet - Skøyen terrasse		Revisjon: 02G
		Dato: 16.06.2023
		Side: 41 av 69
Skjerming:	Offentlig (O)	Klassifisering: INTERN
Jfr.:	N/A	

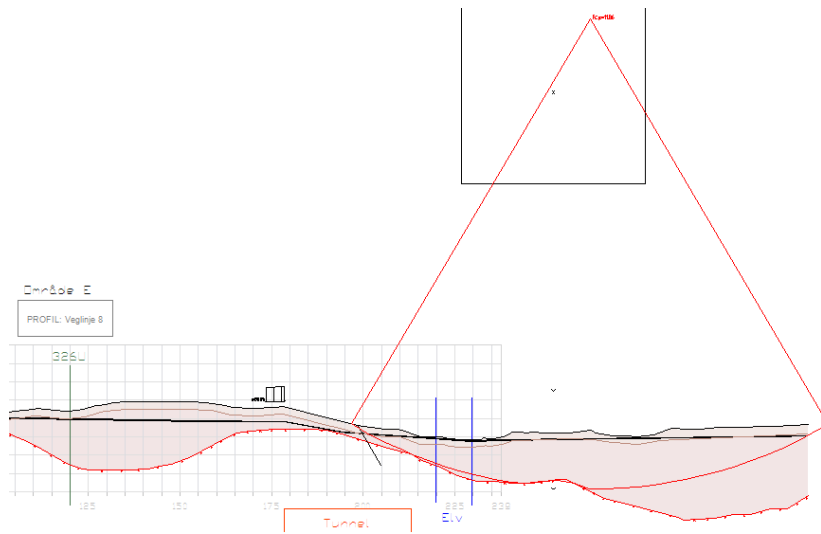


Figur 8-16. Udrenert, snitt E, laveste beregnet sikkerhet. Høy sikkerhet, SF 3,93.



Figur 8-17. Udrenert, sammensatt glideflate, SF = 7,32

Oslo Kommune – Fornebubanen		Dok. nr.: PF-SKY0-721-RB-0009
Områdestabilitet - Skøyen terrasse		Revisjon: 02G
		Dato: 16.06.2023
		Side: 42 av 69
Skjerming:	Offentlig (O)	Klassifisering: INTERN
Jfr.:	N/A	



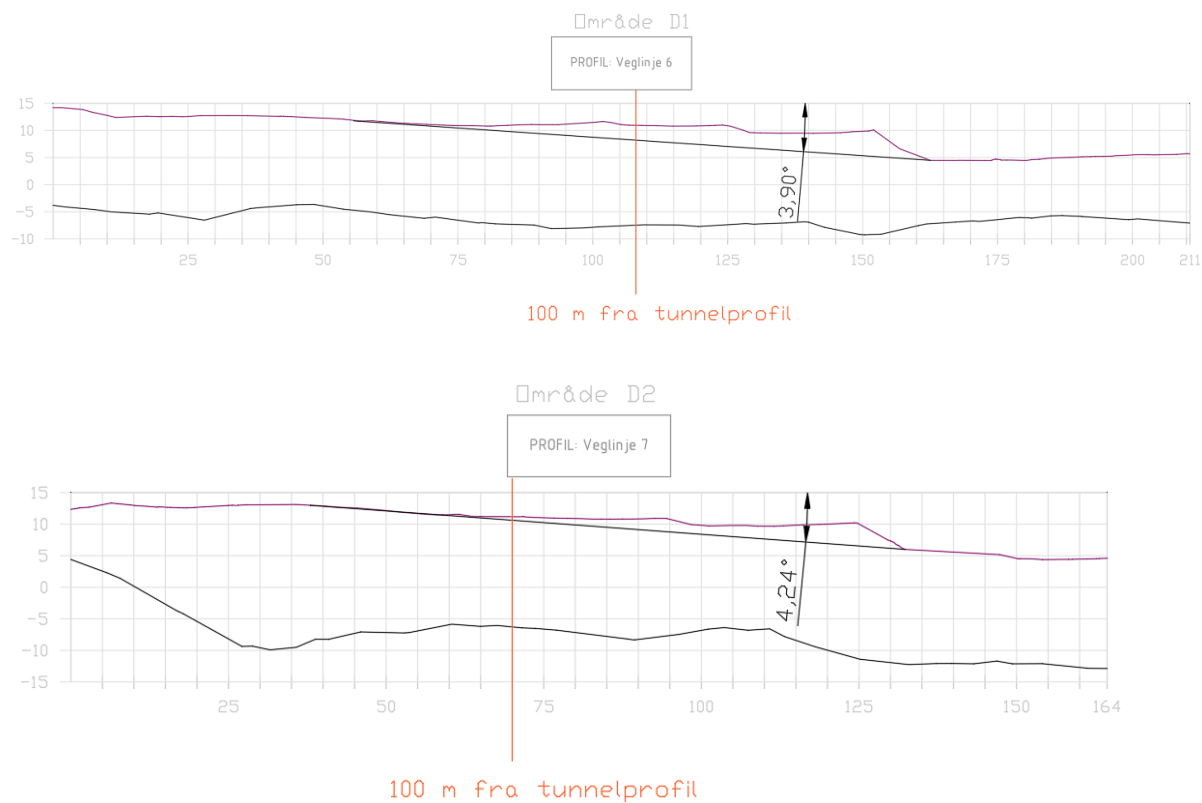
Figur 8-18. Drenert beregning, flere profiler testet ut og generelt ga alle resultater en sikkerhetsfaktor > 10 . Denne som er presentert ga en faktor på 11,86.

8.1.10.3 Snitt D

Snitt D1 og D2 er ikke beregnet, men vises som profil i Figur 8-19. Terrengekriterier er til stede for at dette er et aktsomhetsområde, men det vil gjelde for tiltak som er > 100 m unna tunnelprofil. Innenfor 100 m fra tunnelen anses området som flatt, og det er vurdert at tunneldriving ikke kan utløse et evt. ras fra denne siden.

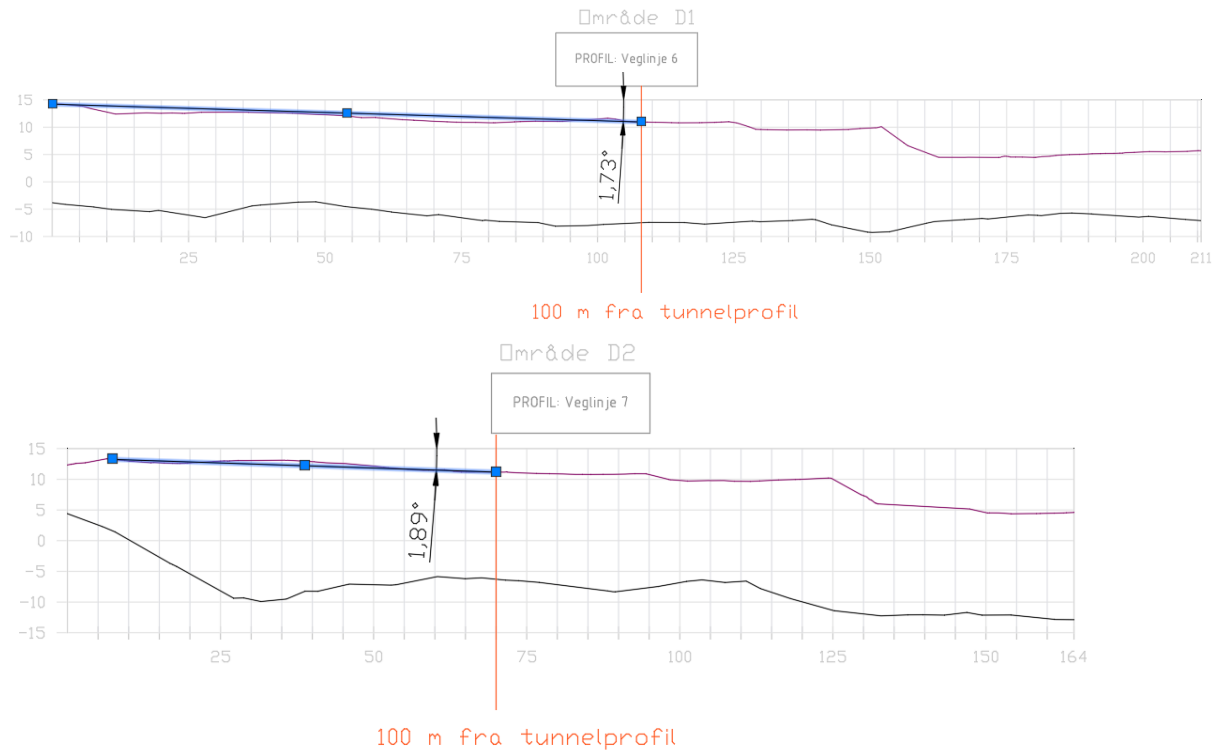
Figur 8-20 viser terrenghelning innenfor 100 m fra tunnelen.

Oslo Kommune – Fornebuibanen		Dok. nr.: PF-SKY0-721-RB-0009
Områdestabilitet - Skøyen terrasse		Revisjon: 02G
		Dato: 16.06.2023
		Side: 43 av 69
Skjerming:	Offentlig (O)	Klassifisering: INTERN
Jfr.:	N/A	



Figur 8-19. Profil D1 og D2. Generelt stor løsmassemekktighet, i størrelsesorden 10 - 20 m. Øvre generelle terrenghelning: 3,90° som tilsvarer helning 1:15, nedre generelle terrenghelning: 4,24° som tilsvarer helning 1:13

Oslo Kommune – Fornebuibanen		Dok. nr.: PF-SKY0-721-RB-0009
Områdestabilitet - Skøyen terrasse		Revisjon: 02G
		Dato: 16.06.2023
		Side: 44 av 69
Skjerming:	Offentlig (O)	Klassifisering: INTERN
Jfr.:	N/A	

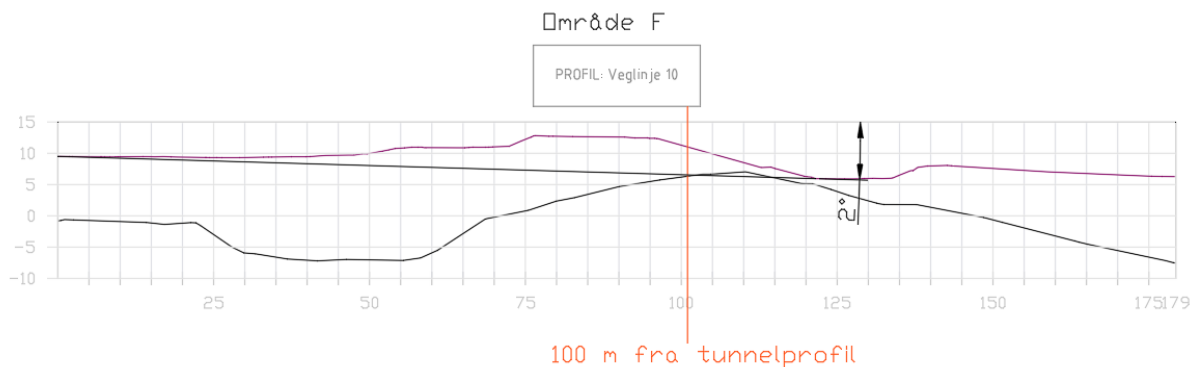


Figur 8-20. Profil D1 og D2. Området er omtrent flatt innenfor 100 m fra tunnel, slakkere enn 1:30.

Oslo Kommune – Fornebubanen		Dok. nr.: PF-SKY0-721-RB-0009
Områdestabilitet - Skøyen terrasse		Revisjon: 02G
		Dato: 16.06.2023
		Side: 45 av 69
Skjerming:	Offentlig (O)	Klassifisering: INTERN
Jfr.:	N/A	

8.1.10.4 Snitt F

Snitt F er ikke beregnet, vises i Figur 8-21. Området er flatt inn mot kvikkleiren, og tunnelen vil ikke påvirke og evt. utløse et ras fra dette området.



Figur 8-21. Snitt F fra tunnel mot kvikkleiresone som er påvist i Nedre Skøyenvei. Generelt flatt, slakkere enn 1:25

Oslo Kommune – Fornebubanen		Dok. nr.: PF-SKY0-721-RB-0009
Områdestabilitet - Skøyen terrasse		Revisjon: 02G
		Dato: 16.06.2023
		Side: 46 av 69
Skjerming:	Offentlig (O)	Klassifisering: INTERN
Jfr.:	N/A	

9 KONKLUSJON

Det er påvist sprøbruddsmateriale på Skøyen terrasse, og terrengkriterier og lokasjon av kvikkleiren sammenfaller slik at dette blir en faresone som må hensyntas ved driving av tunnelen 100 m før og 100 m etter denne sonen.

Faresone som vil bli innmeldt er sonen for snitt A. Sonen for snitt D er vurdert at sammenfaller godt med underlag fra Hoff skole, og vil ikke meldes inn av PGF.

9.1 Supplerende målere

Det er vurdert at det trengs supplerende poretrykksmålere med avlesning hvert 10. minutt. Målerne skal plasseres på den siden av faresonen der tunneldrivingen kommer fra, retning mot vest. Vibrasjoner fra sprenging og injeksjonsarbeider er antatt vil kunne påvirke poretrykket.

Ved revisjon av rapporten er supplerende målere innstallert.

9.2 Driving av tunnelen

Det er vurdert at vibrasjoner fra sprenging er det som vil ha størst lateral påvirkning, og alt innenfor 100 m fra sprengingen vil måtte hensyntas. Injeksjonsarbeider kan også påvirke faresonen, dette er antatt ikke vil påvirke lenger ut enn 50 m.

Det er utarbeidet en egen rapport som tar for seg hvordan tunneldriving vil tilpasses faresoner [10].

For Skøyen terrasse vil spesielle tiltak gjelde 100 m før og 100 m etter passering av kritisk område for sprengningsarbeider, og 50 m før og etter for injeksjonsarbeider.

Sonen går fra km 4360-4415.

Sprengningsarbeider kan bli påvirket: km 4260 – 4515

Injeksjonsarbeider kan bli påvirket: km 4310 – 4365

Oslo Kommune – Fornebubanen		Dok. nr.: PF-SKY0-721-RB-0009
Områdestabilitet - Skøyen terrasse		Revisjon: 02G
		Dato: 16.06.2023
		Side: 47 av 69
Skjerming:	Offentlig (O)	Klassifisering: INTERN
Jfr.:	N/A	

REFERANSER

- [1] Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE), «Sikkerhet mot kvikkleireskred (Veileder nr. 1/2019),» 2019.
- [2] PGF, «PF-SKY0-721-RB-0001 Områdestabilitet Skøyen».
- [3] Direktoratet for byggkvalitet, «TEK 17 Byggteknisk forskrift, Kap.7 Sikkerhet mot naturpåkjenninger [Web: www.dibk.no]».
- [4] NVE, «Flaum- og skredfare i arealplanar, 2/2011,» 2014.
- [5] NGI, «Rapport 20001008-2 rev3/2008. Program for økt sikkerhet mot leirskred – Metode for kartlegging og klassifisering av faresoner, kvikkleire,» Norges geotekniske institutt, 2008.
- [6] NIFS v/NGI, «NIFS Rapport nr 14-2016 "Metode for vurdering av løsne- og utløpsområder for områdeskred",» NVE, 2016.
- [7] PGF, «PF-U-721-RB-0011 Fornebubanen, Geoteknisk Datarapport Del 1, Majorstua - Skøyen».
- [8] Norsk Geologiske undersøkelse, [Internett]. Available: http://geo.ngu.no/kart/losmasse_mobil/.
- [9] Geonor, «Poretrykksmålere, innsynsløsning».
- [10] PGF, «PF-U-721-RB-0063 Vurdering av områdestabilitet over tunnel».
- [11] NVE, «NVEs temakart, [atlas.nve.no],» 2021.
- [12] Norconsult, «U-02e2 Områdestabilitet (Hoff prosjektet),» 2021.

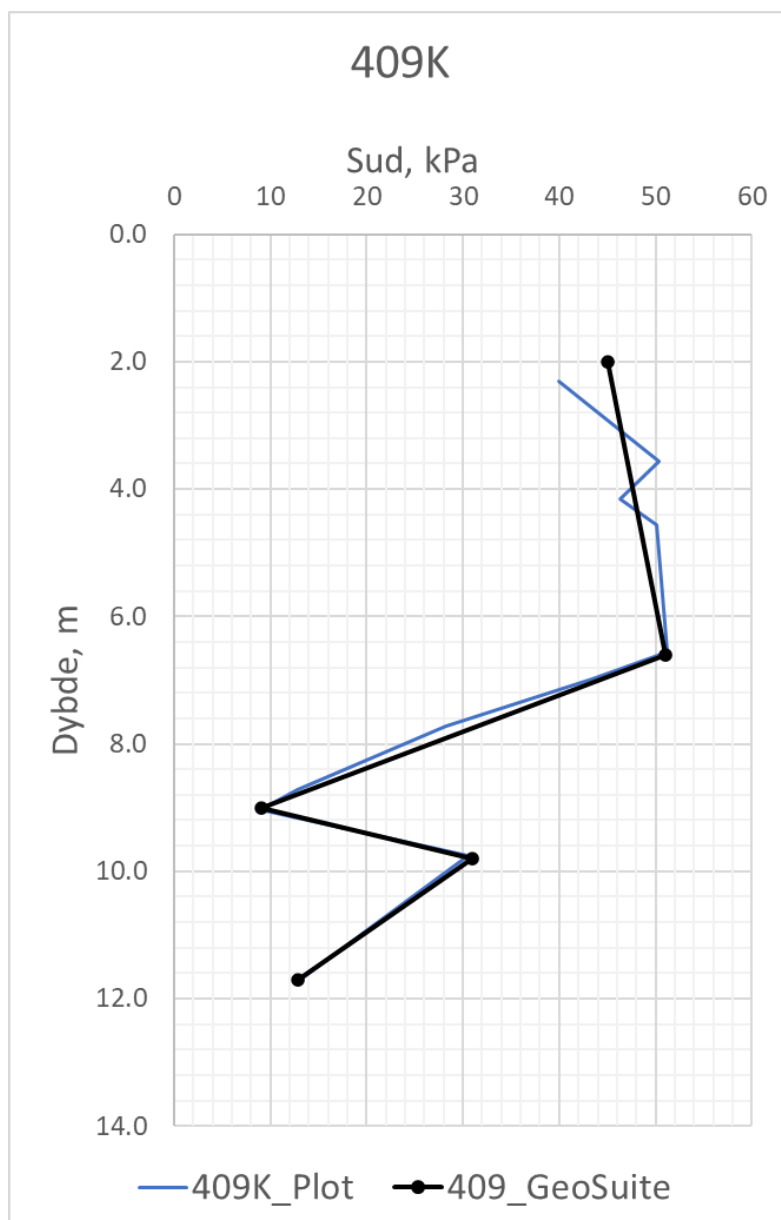
Oslo Kommune – Fornebubanen		Dok. nr.: PF-SKY0-721-RB-0009
Områdestabilitet - Skøyen terrasse		Revisjon: 02G
		Dato: 16.06.2023
		Side: 48 av 69
Skjerming:	Offentlig (O)	Klassifisering: INTERN
Jfr.:	N/A	

VEDLEGG

Vedlegg 1: Profiler brukt i beregninger, Udrenert, snitt A

Udrenerte parametre 409K

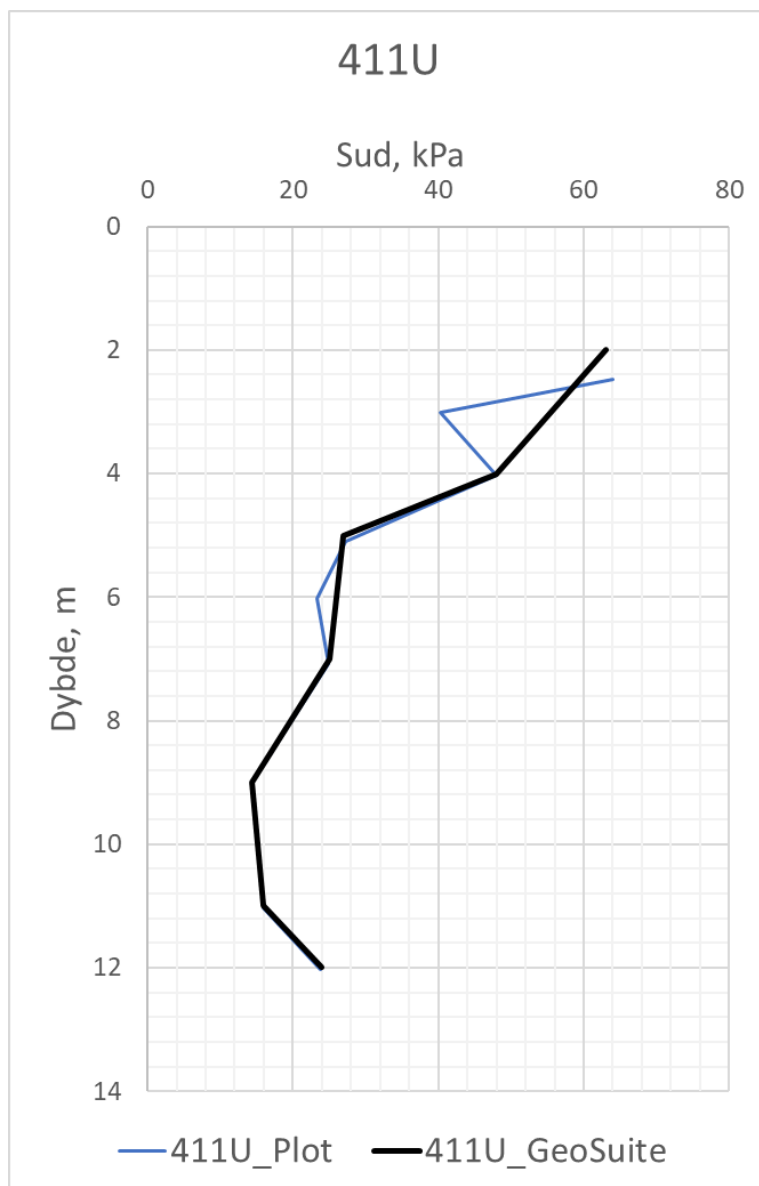
z	Su
2	45
6.6	51
9	9
9.8	31
11.7	12.8



Oslo Kommune – Fornebubanen		Dok. nr.: PF-SKY0-721-RB-0009
Områdestabilitet - Skøyen terrasse		Revisjon: 02G
		Dato: 16.06.2023
		Side: 49 av 69
Skjerming:	Offentlig (O)	Klassifisering: INTERN
Jfr.:	N/A	

Udrenerte parametre 411U

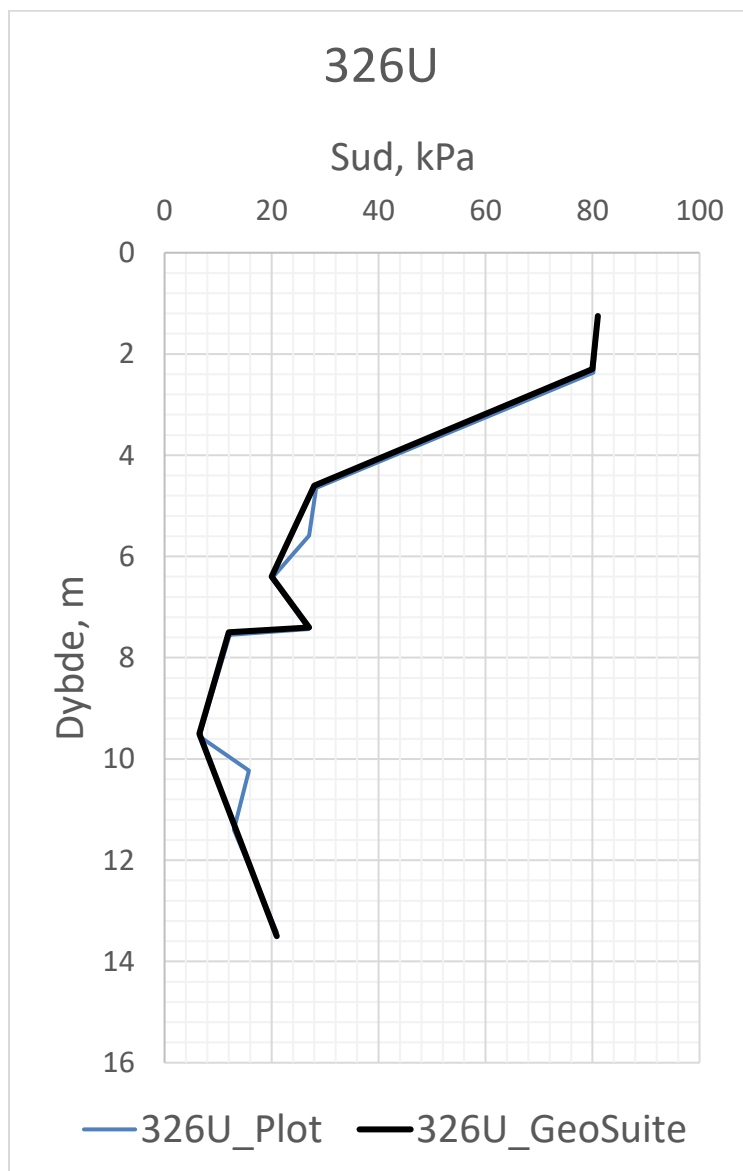
z	Su
2	63
4	48
5	27
7	25
9	14.3
11	16
12	24



Oslo Kommune – Fornebuibanen		Dok. nr.: PF-SKY0-721-RB-0009
Områdestabilitet - Skøyen terrasse		Revisjon: 02G
		Dato: 16.06.2023
		Side: 50 av 69
Skjerming:	Offentlig (O)	Klassifisering: INTERN
Jfr.:	N/A	

Udrenerte parametre 326U

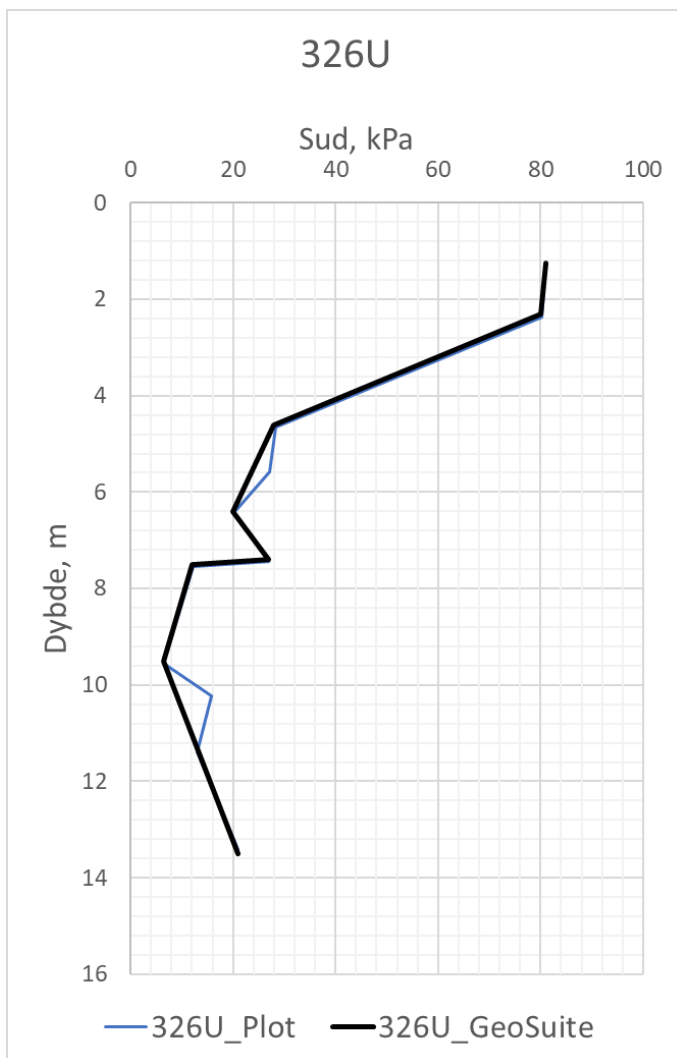
z	Su
1.25	81
2.3	80
4.6	28
6.4	20
7.4	27
7.5	12
9.5	6.5
13.5	21



Oslo Kommune – Fornebuibanen		Dok. nr.: PF-SKY0-721-RB-0009
Områdestabilitet - Skøyen terrasse		Revisjon: 02G
		Dato: 16.06.2023
		Side: 51 av 69
Skjerming:	Offentlig (O)	Klassifisering: INTERN
Jfr.:	N/A	




Vedlegg 2: Udrenert, snitt E

z	Su
1.25	81
2.3	80
4.6	28
6.4	20
7.4	27
7.5	12
9.5	6.5
13.5	21





Oslo Kommune – Fornebubanen		Dok. nr.: PF-SKY0-721-RB-0009
Områdestabilitet - Skøyen terrasse		Revisjon: 02G
		Dato: 16.06.2023
		Side: 52 av 69
Skjerming:	Offentlig (O)	Klassifisering: INTERN
Jfr.:	N/A	

Vedlegg 3: Drenert, snitt A

Name	CAD	Color	ρ [kN/m ³]	ρ' [kN/m ³]	Drained	ϕ [°]	C' [kPa]
Topplag	Geometry <		19,00	9,00	<input checked="" type="checkbox"/>	30,0	0,0
Leire	Geometry <		19,00	9,00	<input checked="" type="checkbox"/>	24,0	0,0
Sprøbrudd	Geometry <		19,00	9,00	<input checked="" type="checkbox"/>	20,0	0,0

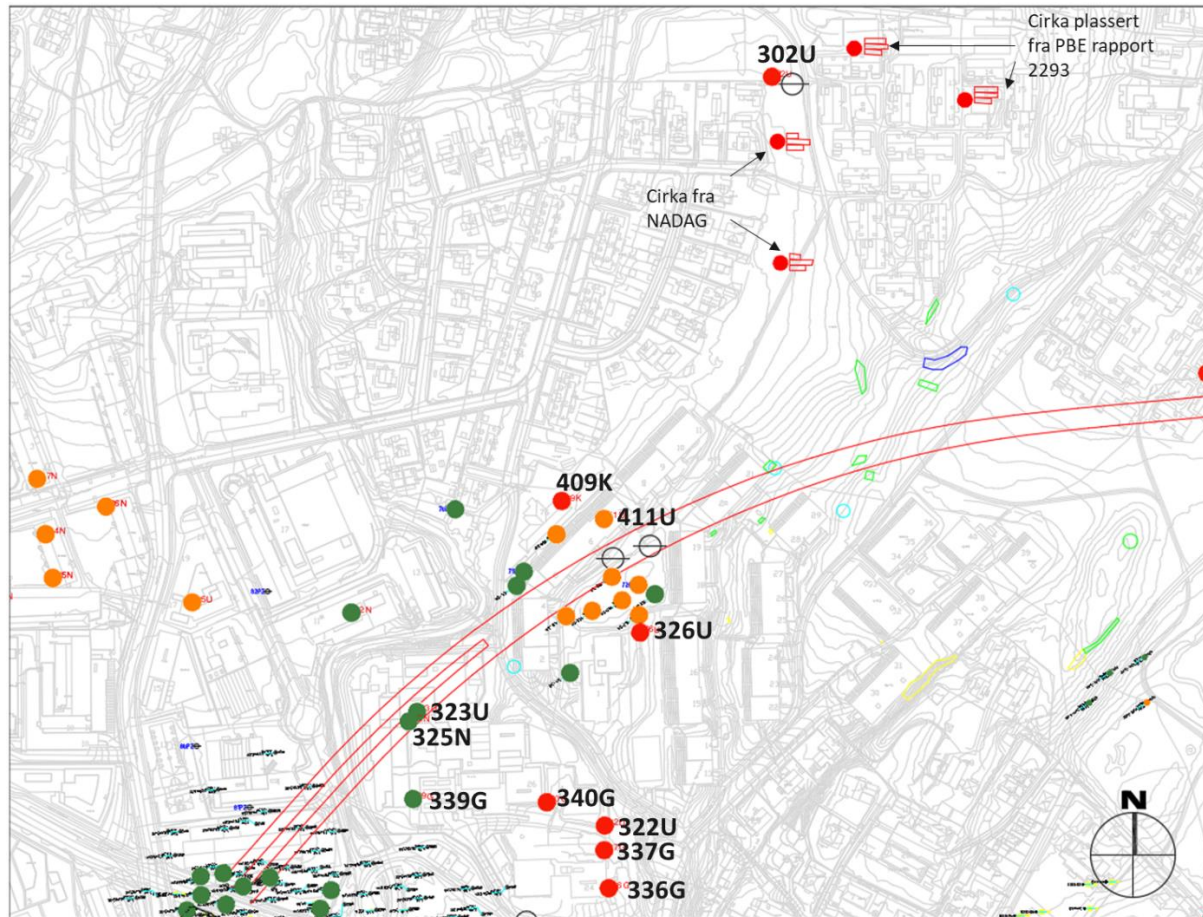
Oslo Kommune – Fornebubanen		Dok. nr.: PF-SKY0-721-RB-0009
Områdestabilitet - Skøyen terrasse		Revisjon: 02G
		Dato: 16.06.2023
		Side: 53 av 69
Skjerming:	Offentlig (O)	Klassifisering: INTERN
Jfr.:	N/A	

Vedlegg 4: Drenert, snitt E

Name	CAD	Color	ρ [kN/m ³]	ρ' [kN/m ³]	Drained	\emptyset [°]	C' [kPa]
1	Geometry <		19,00	9,00	<input checked="" type="checkbox"/>	30,0	0,0
2	Geometry <		19,00	9,00	<input checked="" type="checkbox"/>	22,0	0,0

Oslo Kommune – Fornebubanen		Dok. nr.: PF-SKY0-721-RB-0009
Områdestabilitet - Skøyen terrasse		Revisjon: 02G
		Dato: 21.06.2023
		Side: 54 av 69
Skjerming:	Offentlig (O)	Klassifisering: INTERN
Jfr.:	N/A	

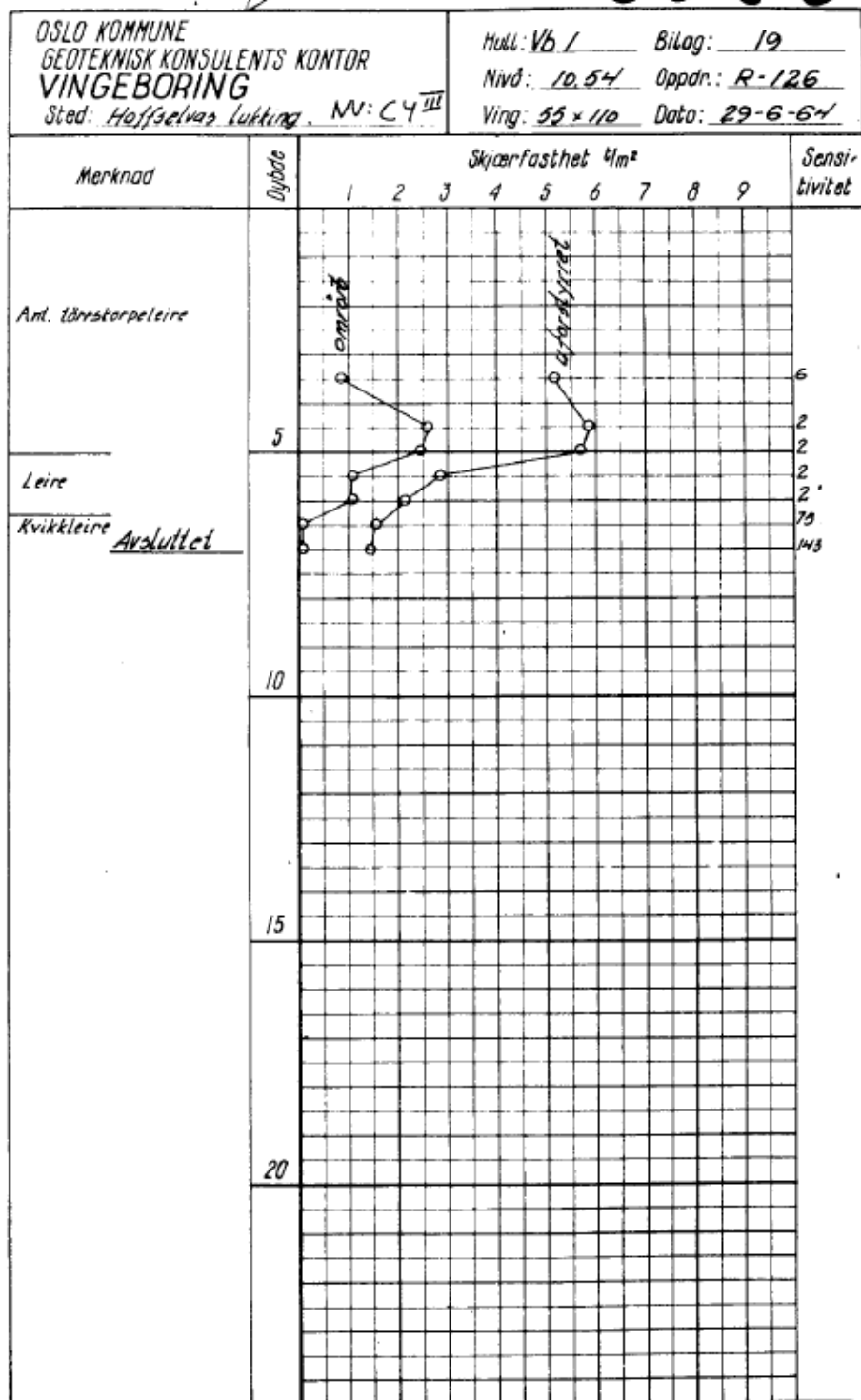
Vedlegg 5: Innhentet fra PBE



Oslo Kommune – Fornebubanen		Dok. nr.: PF-SKY0-721-RB-0009
Områdestabilitet - Skøyen terrasse		Revisjon: 02G
		Dato: 21.06.2023
		Side: 55 av 69
Skjerming: Offentlig (O)	Klassifisering: INTERN	
Jfr.: N/A		

Vedlegg 6: 302U

302U



Områdestabilitet - Skøyen terrasse

Revisjon: 02G

Dato: 16.06.2023

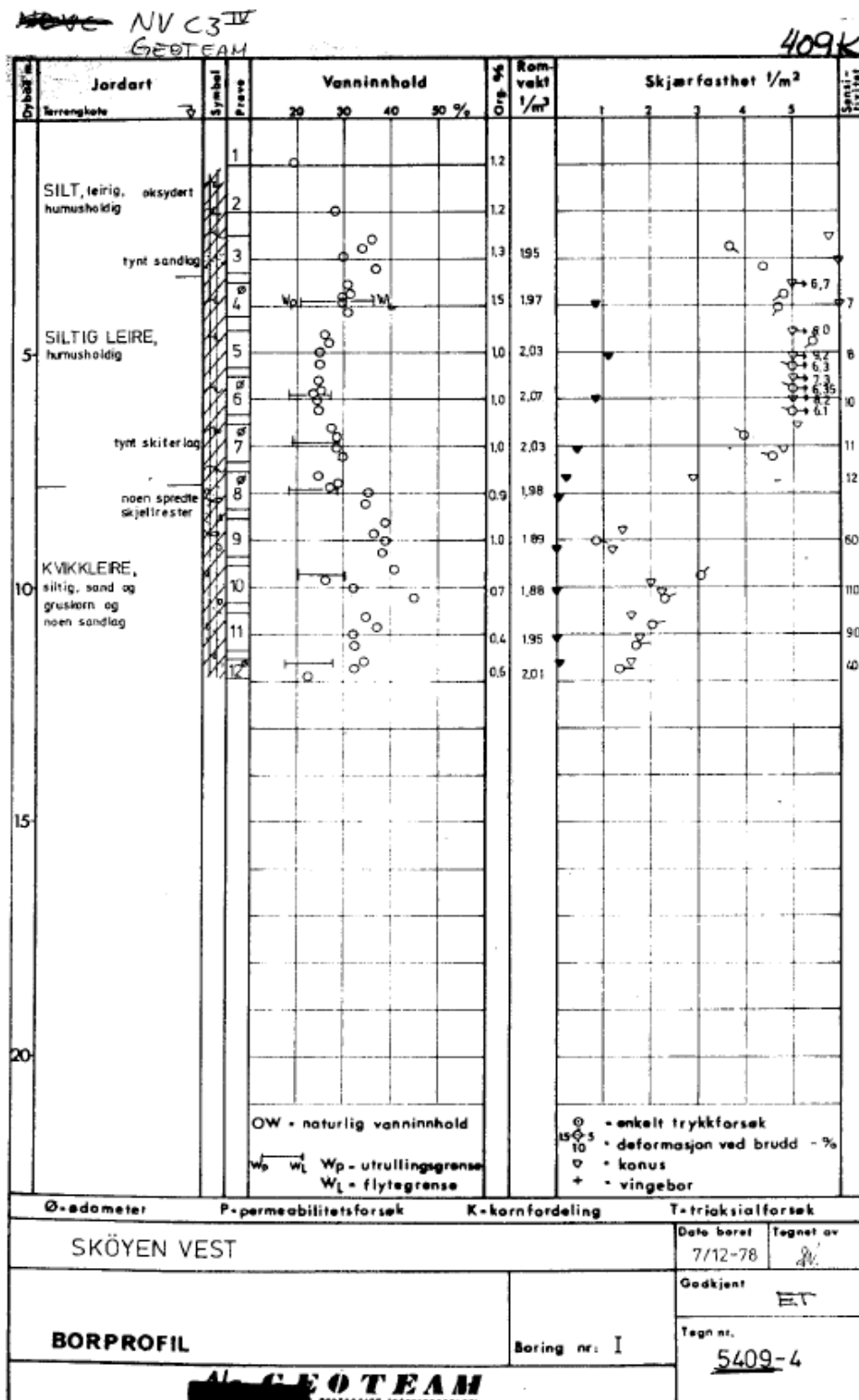
Side: 56 av 69

Skjerming: Offentlig (O)

Klassifisering:
INTERN

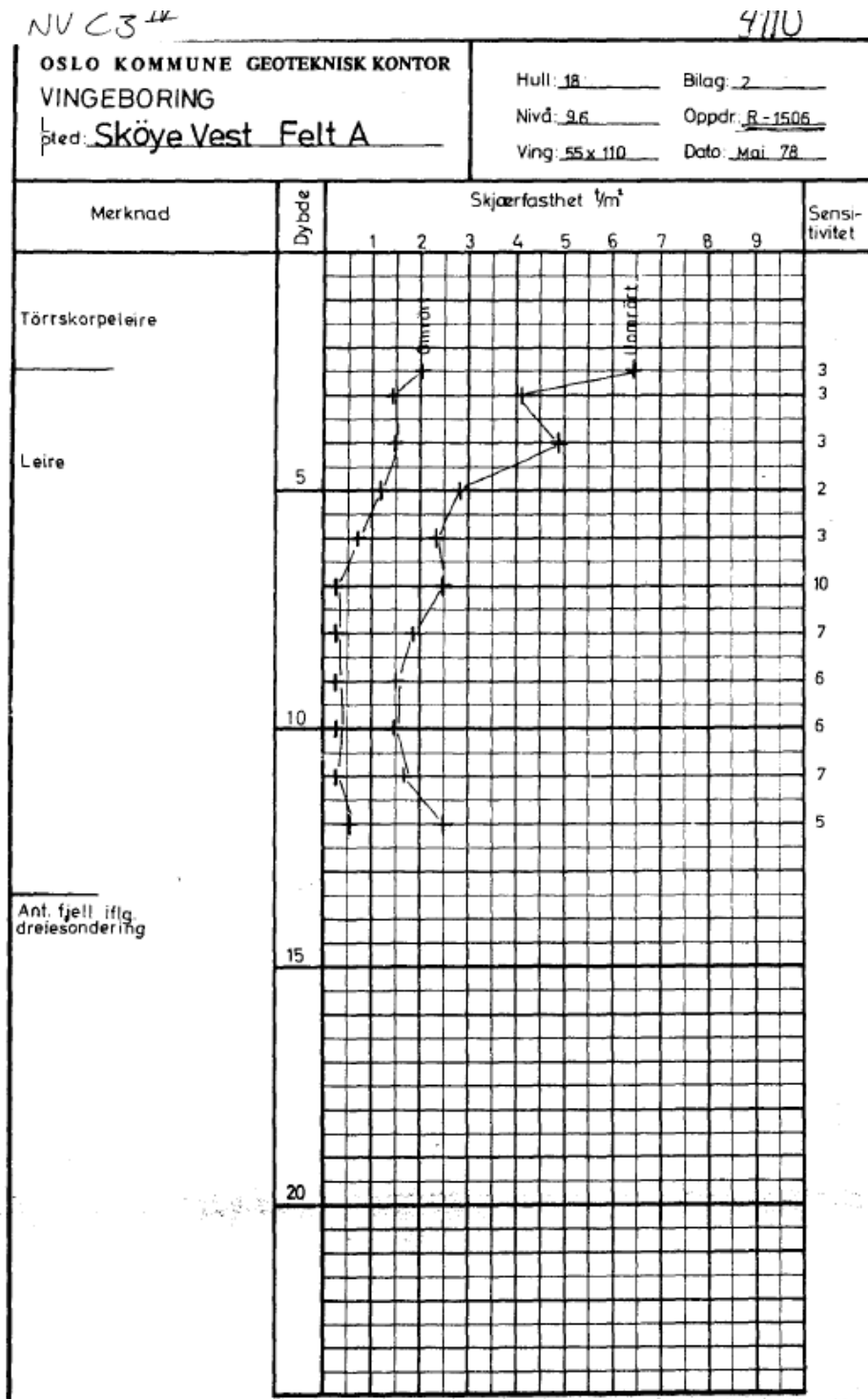
Jfr.: N/A

Vedlegg 7: 409K



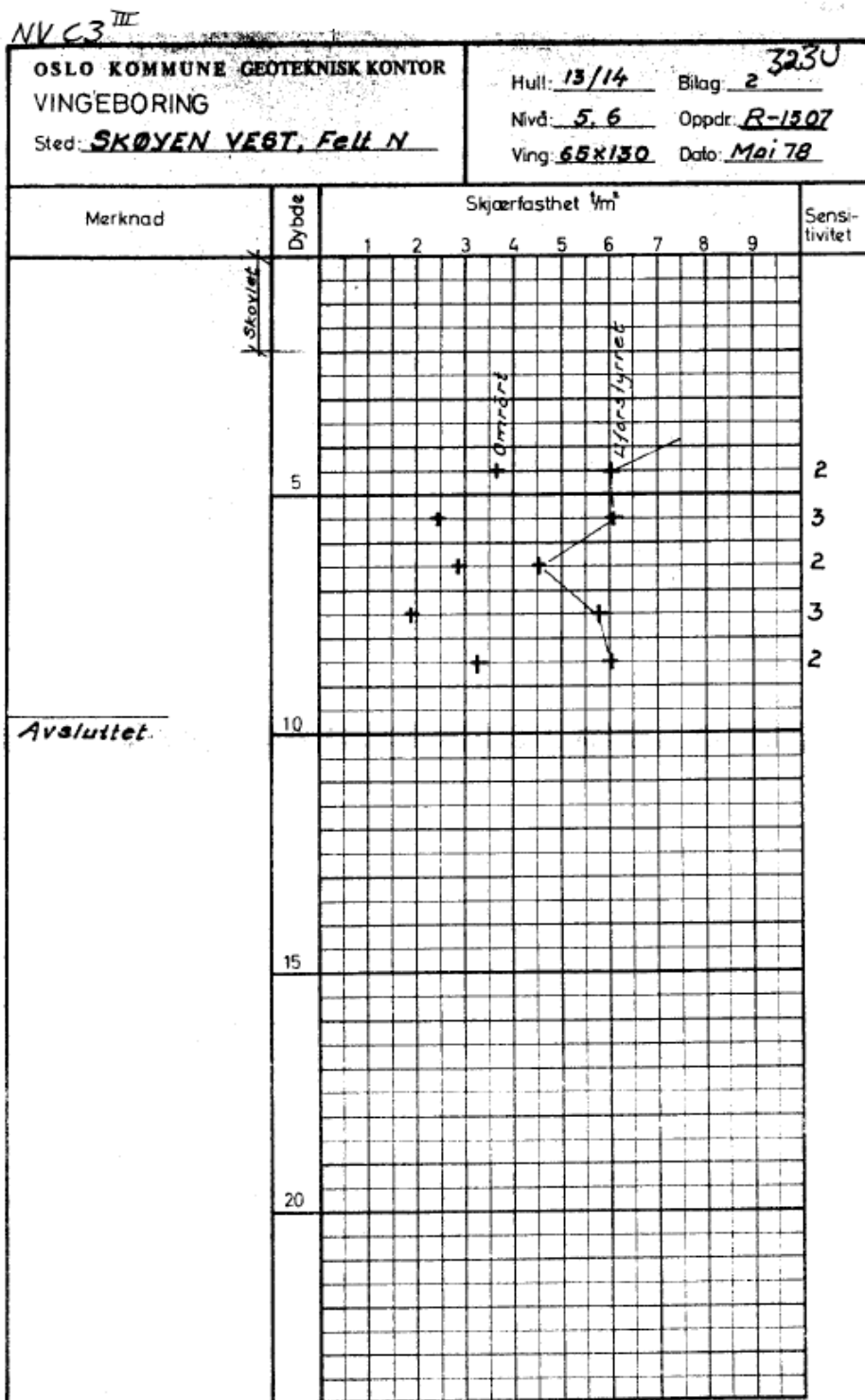
Oslo Kommune – Fornebubanen		Dok. nr.: PF-SKY0-721-RB-0009
Områdestabilitet - Skøyen terrasse		Revisjon: 02G
		Dato: 16.06.2023
		Side: 57 av 69
Skjerming:	Offentlig (O)	Klassifisering: INTERN
Jfr.:	N/A	

Vedlegg 8: 411U



Oslo Kommune – Fornebubanen		Dok. nr.: PF-SKY0-721-RB-0009
Områdestabilitet - Skøyen terrasse		Revisjon: 02G
		Dato: 16.06.2023
		Side: 59 av 69
Skjerming: Offentlig (O)	Klassifisering: INTERN	
Jfr.: N/A		

Vedlegg 10: 323U



Oslo Kommune – Fornebuibanen		Dok. nr.: PF-SKY0-721-RB-0009
Områdestabilitet - Skøyen terrasse		Revisjon: 02G
		Dato: 16.06.2023
		Side: 60 av 69
Skjerming: Offentlig (O)	Klassifisering: INTERN	
Jfr.: N/A		

Vedlegg 11: 325N

Profil A-A

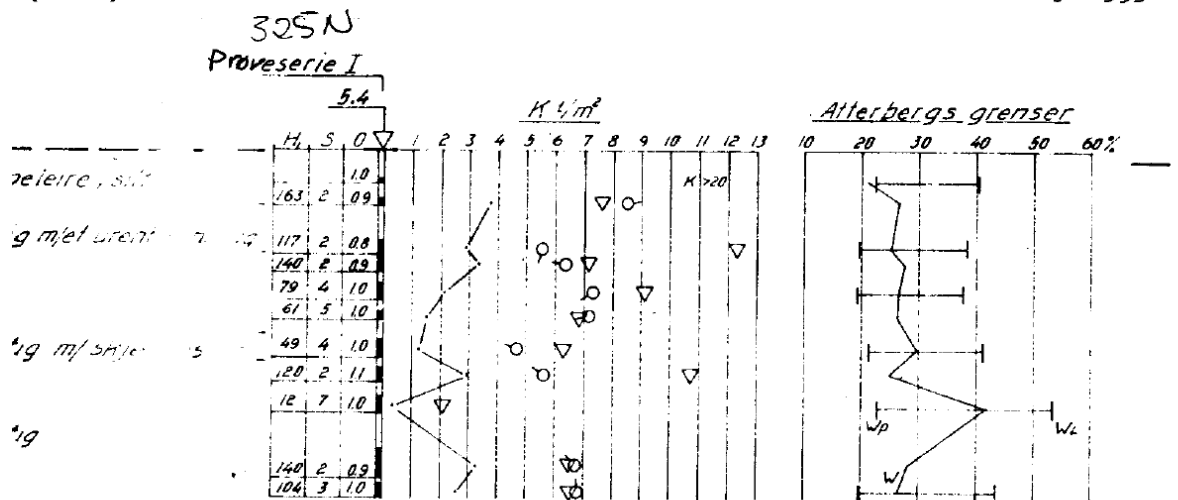
325N

NV C3^{III}

NOTEBY 5301-2

(1964)

Proj. bygg



Områdestabilitet - Skøyen terrasse

Revisjon: 02G

Dato: 16.06.2023

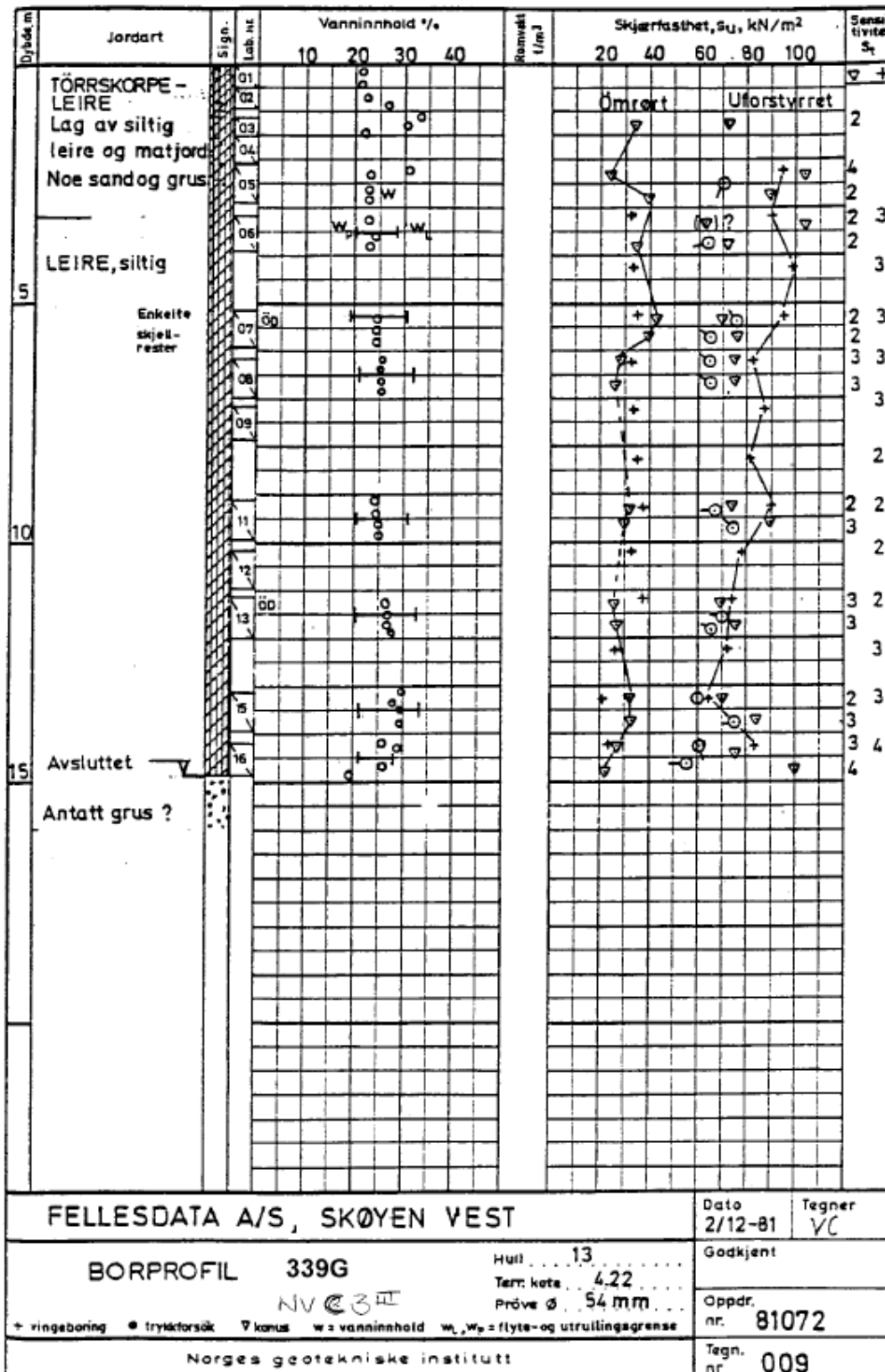
Side: 61 av 69

Skjerming: Offentlig (O)

Klassifisering:
INTERN

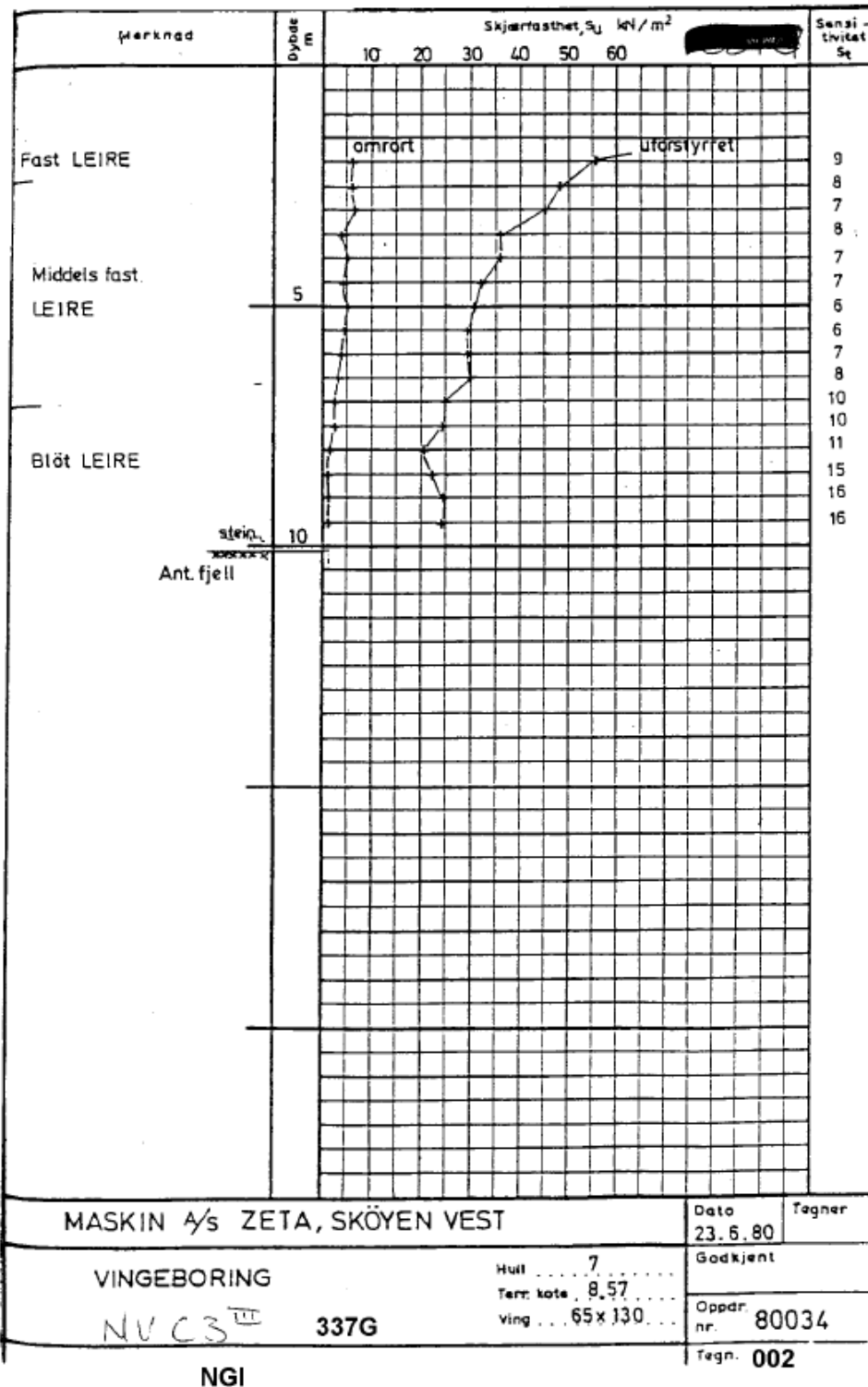
Jfr.: N/A

Vedlegg 12: 339G



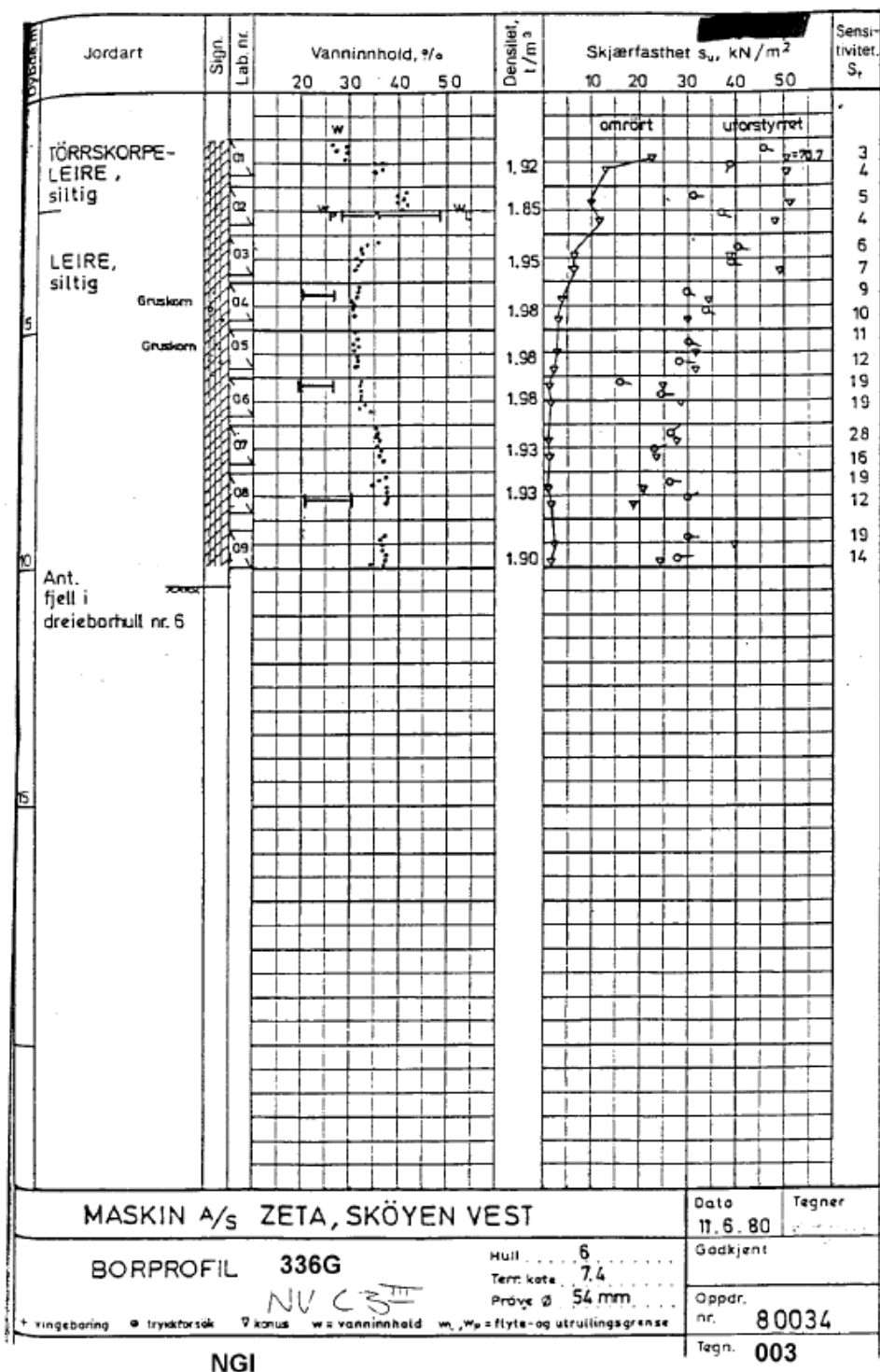
Oslo Kommune – Fornebuibanen		Dok. nr.: PF-SKY0-721-RB-0009
Områdestabilitet - Skøyen terrasse		Revisjon: 02G
		Dato: 16.06.2023
		Side: 64 av 69
Skjerming: Offentlig (O)	Klassifisering: INTERN	
Jfr.: N/A		

Vedlegg 15: 337G



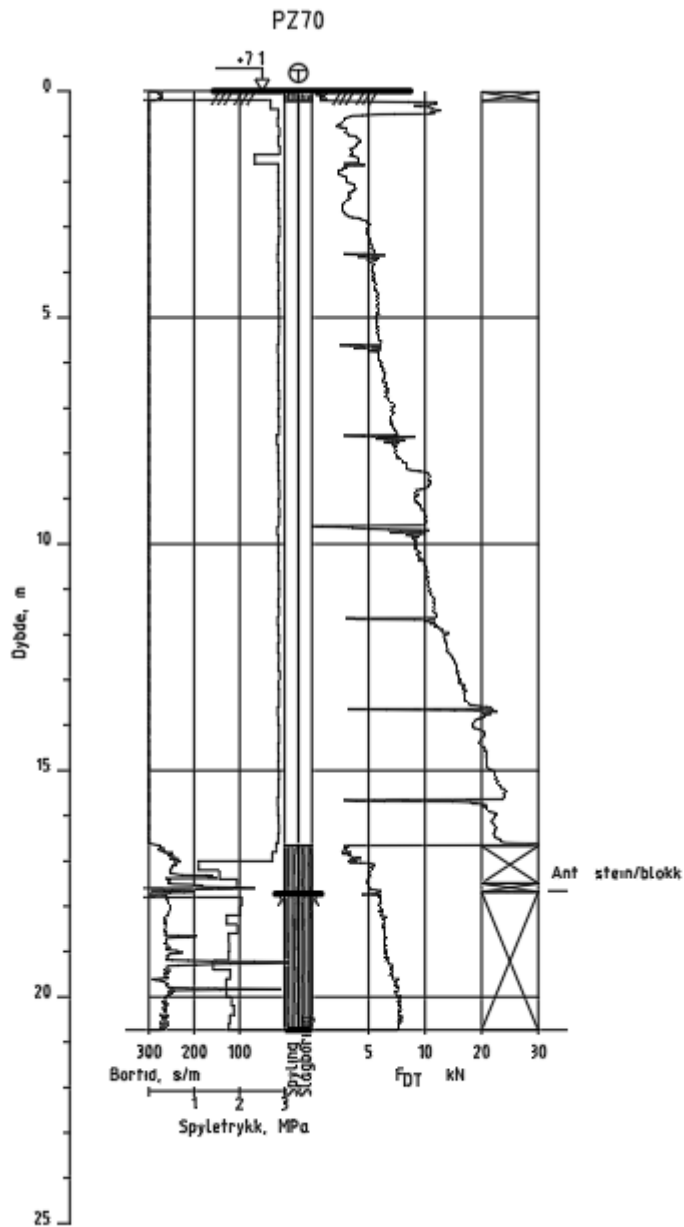
Oslo Kommune – Fornebuibanen		Dok. nr.: PF-SKY0-721-RB-0009
Områdestabilitet - Skøyen terrasse		Revisjon: 02G
		Dato: 16.06.2023
		Side: 65 av 69
Skjerming: Offentlig (O)	Klassifisering: INTERN	
Jfr.: N/A		

Vedlegg 16: 336G



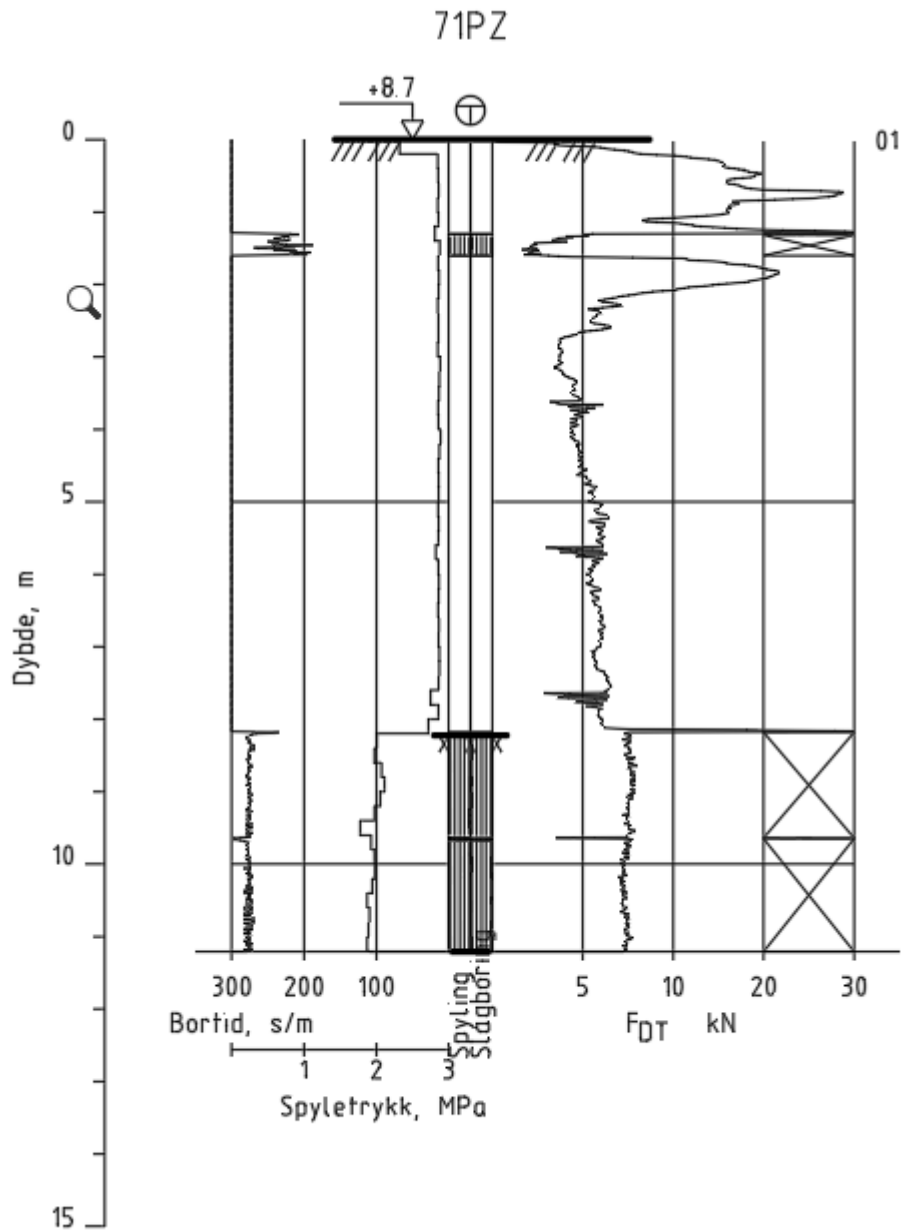
Oslo Kommune – Fornebubanen		Dok. nr.: PF-SKY0-721-RB-0009
Områdestabilitet - Skøyen terrasse		Revisjon: 02G
		Dato: 16.06.2023
		Side: 66 av 69
Skjerming:	Offentlig (O)	Klassifisering: INTERN
Jfr.:	N/A	

Vedlegg 17: 70PZ



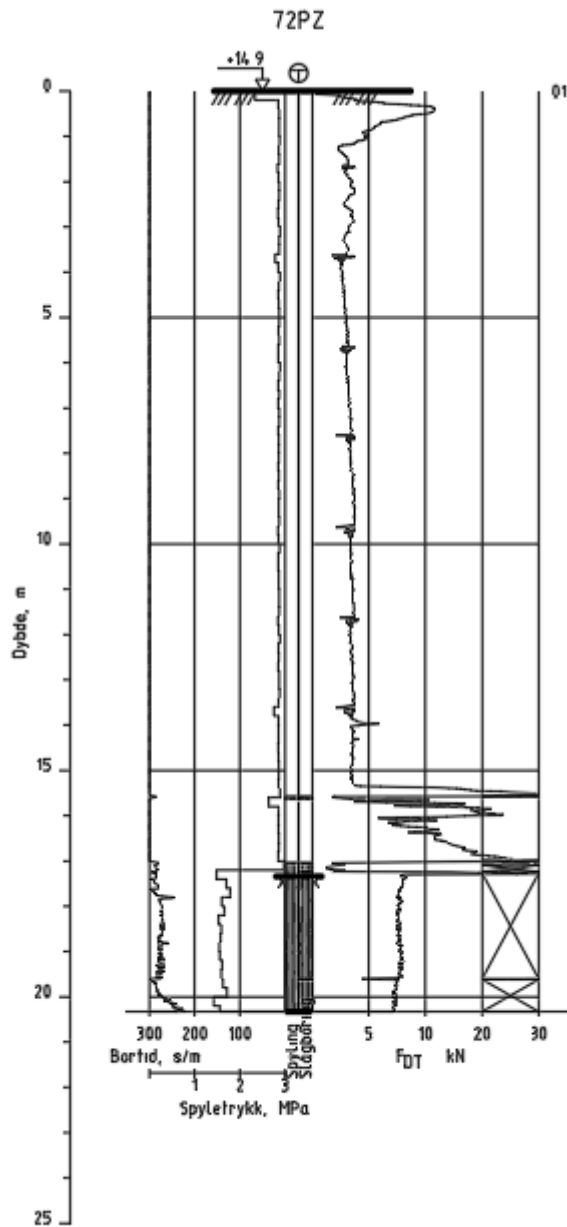
Oslo Kommune – Fornebuibanen		Dok. nr.: PF-SKY0-721-RB-0009
Områdestabilitet - Skøyen terrasse		Revisjon: 02G
		Dato: 16.06.2023
		Side: 67 av 69
Skjerming:	Offentlig (O)	Klassifisering: INTERN
Jfr.:	N/A	

Vedlegg 18: 71PZ



Oslo Kommune – Fornebubanen		Dok. nr.: PF-SKY0-721-RB-0009
Områdestabilitet - Skøyen terrasse		Revisjon: 02G
		Dato: 16.06.2023
		Side: 68 av 69
Skjerming:	Offentlig (O)	Klassifisering: INTERN
Jfr.:	N/A	

Vedlegg 19: 72PZ



Oslo Kommune – Fornebubanen		Dok. nr.: PF-SKY0-721-RB-0009
Områdestabilitet - Skøyen terrasse		Revisjon: 02G
		Dato: 21.06.2023
		Side: 69 av 69
Skjerming: Offentlig (O)	Klassifisering: INTERN	
Jfr.: N/A		

Vedlegg 20: Faresone

