



Oslo

Fornebu stasjon og base - Vurdering av områdestabilitet

Dok.nr.: PF-P-721-RB-0002

Revisjon: 05G



OFFENTLIG

Oslo Kommune – Fornebuibanen		Dok. nr.: PF-P-721-RB-0002
Fornebu stasjon og base - Vurdering av områdestabilitet		Revisjon: 05G
		Dato: 15.12.2022
		Side: 2 av 36
Skjerming:	Offentlig (O)	Klassifisering: INTERN
Jfr.:	N/A	

Dokumentet er utarbeidet av



Rev.	Dato	Utgitt for	Utarbeidet av	Kontrollert av	Godkjent av
05G	15.12.2022	Godkjenning	Lise Lotte Aune	Janne-Cesilie Nordahl	Bent S. Lystrup

Oslo Kommune – Fornebuibanen		Dok. nr.: PF-P-721-RB-0002
Fornebu stasjon og base - Vurdering av områdestabilitet		Revisjon: 05G
		Dato: 15.12.2022
		Side: 3 av 36
Skjerming:	Offentlig (O)	Klassifisering: INTERN
Jfr.:	N/A	

Innhold:

1.	INNLEDNING	5
1.1	Regelverk og veiledninger	7
2.	ENDRINGSLOGG	7
3.	FORMÅL.....	7
4.	OMRÅDEBESKRIVELSE	7
4.1	Topografi	8
4.2	Grunnforhold	8
4.2.1	Kvartærgeologi.....	9
4.2.2	Utførte grunnundersøkelser	11
5.	POTENSIELL FARE KNYTTET TIL VASSDRAG.....	12
5.1	Oversvømmelse og isgang	12
5.2	Erosjon.....	14
5.3	Skredlignende hendelser i bratte vassdrag.....	15
6.	TIDLIGERE KARTLAGT FARESONE OG TIDLIGERE KVIKKLEIRESKRED.....	15
7.	VURDERING AV FARE FOR KVIKKLEIRESKRED, PROSEDYRE NVE 1/2019	15
7.1	Prosedyre for utredning av aktsomhetsområder og faresoner.....	15
7.1.1	Registrerte faresoner (kvikkleiresoner) i området.....	17
7.1.2	Områder med mulig marin leire	18
7.1.3	Områder utsatt for områdeskred	18
7.1.3.1	Snitt A, søndre hjørne av tomt.....	20
7.1.3.2	Snitt B.....	21
7.1.3.3	Snitt C og D.....	21
7.1.3.4	Snitt E, østre hjørne av tomt.....	23
7.1.3.5	Snitt F, østre hjørne av tomt	23
7.1.3.6	Andre mulige aktsomhetsområder utenfor planområde, vurdering av utløpsområde	24
7.1.4	Bestemmelse av tiltakskategori	24
7.1.5	Identifikasjon av kritiske skråninger og løснеområder	24
7.1.6	Gjennomføring av befaring og grunnundersøkelser/ vurdering av grunnlag	25
7.1.7	Aktuelle skredmekanismer og avgrensning av løsne- og utløpsområder	26
7.1.7.1	Snitt E	28
7.1.8	Klassifisering av faresone	29
7.1.9	Stabilitetsberegninger.....	31
7.1.9.1	Dimensjonerende jordparametere og beregningsforutsetninger	31

Oslo Kommune – Fornebuibanen		Dok. nr.: PF-P-721-RB-0002
Fornebu stasjon og base - Vurdering av områdestabilitet		Revisjon: 05G
		Dato: 15.12.2022
		Side: 4 av 36
Skjerming:	Offentlig (O)	Klassifisering: INTERN
Jfr.:	N/A	

7.1.9.2	Udrenerte beregninger	33
7.1.9.3	Drenerte beregninger	35
7.1.10	Konklusjon.....	35
8.	VIKTIGE OG KRITISKE MOMENTER	35
9.	REFERANSER	36

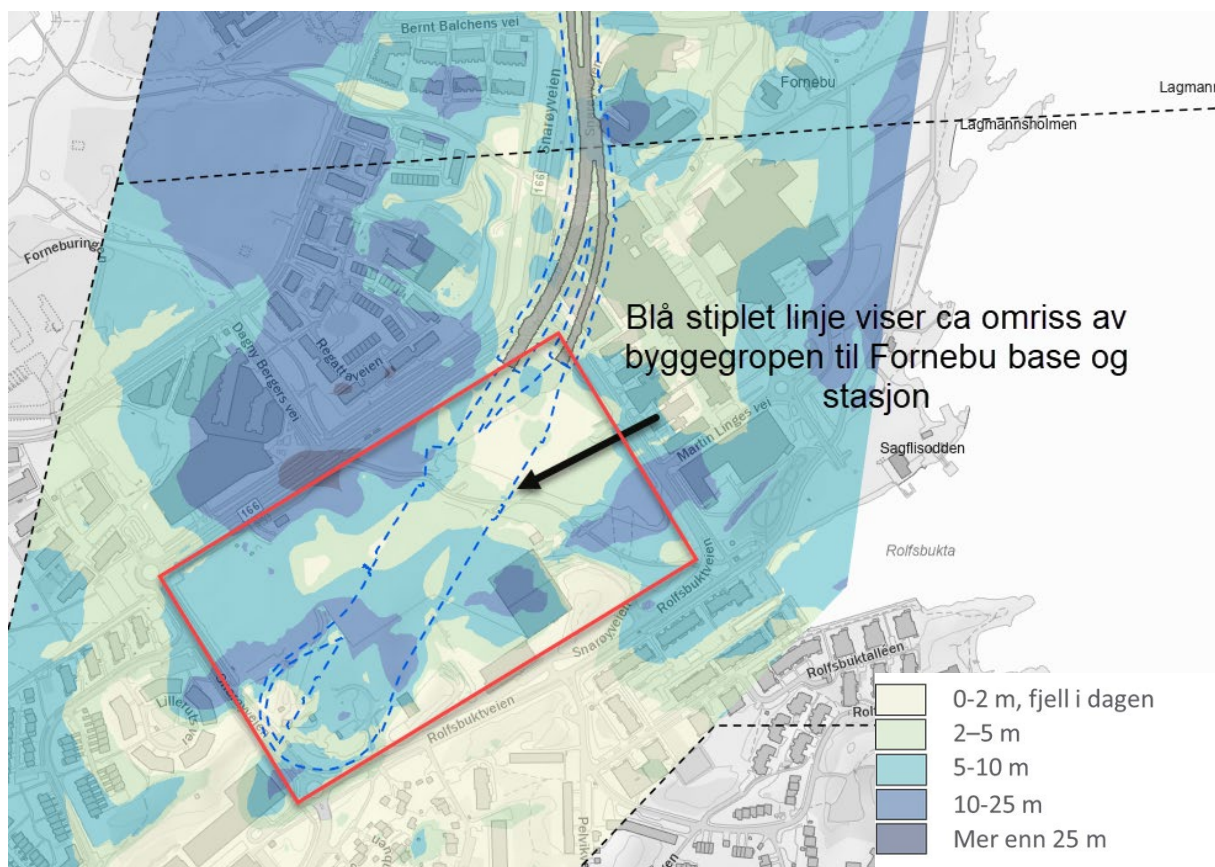
Oslo Kommune – Forneububanen		Dok. nr.: PF-P-721-RB-0002
Fornebu stasjon og base - Vurdering av områdestabilitet		Revisjon: 05G
		Dato: 15.12.2022
		Side: 5 av 36
Skjerming:	Offentlig (O)	Klassifisering: INTERN
Jfr.:	N/A	

1. INNLEDNING

Rapporten gir en vurdering av fare for områdeskred ved Fornebu stasjon og base. Utredningen er utført iht. NVEs veileder 1/2019 [1]. Tilgjengelige kart, terrengmodell og utførte grunnundersøkelser er brukt som grunnlag.

I forbindelse med Forneububanen skal det graves og sprenges ut en byggegrop for Fornebu base og stasjon, byggegropa er ca 500 m * 100 m. I tillegg skal det etableres en rampe ned i byggegropa. Det er også behov for å gjøre enkelte utgravinger og løsgjøring av berg utenfor selve byggegropa i nordenden. Det meste av disse arbeidene er allerede utført per desember 2022.

Oversiktskart over området er vist i Figur 1-1.

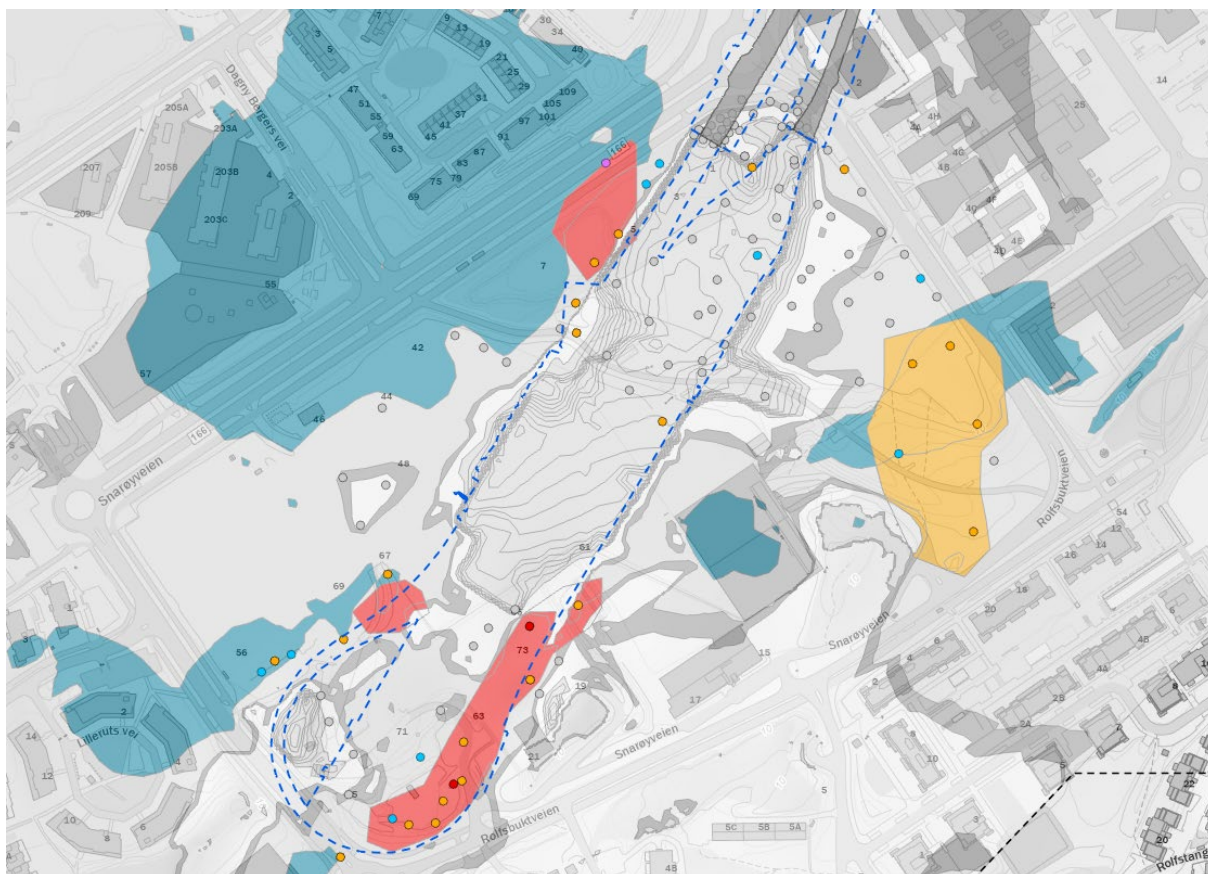


Figur 1-1. Oversiktskart som viser omtrentlig løsmassedybder. Byggegropa for Fornebu base og stasjon ligger innenfor kvartalet markert med rødt rektangel, ca omriss av selve byggegropa er vist med blå stiplet linje innenfor rødt firkant. Løsmassedybder innenfor gropa varierer fra 0 m til ca 17 m.

Områdestabilitet må iht. NVEs veileder 1/2019 vurderes for alle tiltak. For å vurdere områdestabilitet må omfanget av kvikkleire/ sprøbruddmateriale i området kartlegges i tilstrekkelig grad. Dersom områdestabiliteten ikke er tilfredsstillende iht. krav må det påregnes stabiliserende tiltak.

Oslo Kommune – Fornebuibanen		Dok. nr.: PF-P-721-RB-0002
Fornebu stasjon og base - Vurdering av områdestabilitet		Revisjon: 05G
		Dato: 15.12.2022
		Side: 6 av 36
Skjerming:	Offentlig (O)	Klassifisering: INTERN
Jfr.:	N/A	

Det er gjort funn av kvikkleire på planområdet. Omtrentlige områder hvor det kan forekomme kvikkleire er markert med rød og oransje skravur i Figur 1-2. Anleggseiendom (ca. utbredelse av byggegrøp) er vist med blå stiplet linje. Røde områder er områder hvor det er dokumentert sprøbruddsmateriale med prøveserier i minst ett punkt, oransje område viser bløte totalsonderinger som kan indikere sprøbruddsmateriale, men det er ikke dokumentert sprøbrudd med prøveserie her.



Figur 1-2 Områder hvor det er registrert påvist og mulig sprøbruddsmateriale på Kokså, fra prosjektets GIS modell

I forprosjektfasen er det utført innledende vurderinger av områdestabilitet [2]. I disse vurderingene ble det konkludert med at det ikke er fare for områdeskred i området for planlagt byggegrøp, men i østre del av tomten, mot Rolfsbuktsveien var faren uavklart. Det må derfor utføres endelig vurdering av skredfare i detaljfasen. Det er i denne rapporten gjort rede for vurderinger som er utført med tanke på områdestabilitet i detaljfasen.

Oslo Kommune – Fornebuibanen		Dok. nr.: PF-P-721-RB-0002
Fornebu stasjon og base - Vurdering av områdestabilitet		Revisjon: 05G
		Dato: 15.12.2022
		Side: 7 av 36
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
05G	15.12.2022		Hele rapporten er omstrukturert og oppdatert i henhold til 2019 versjon av NVEs veileder for Sikkerhet mot kvikkleireskred.

3. FORMÅL

Formålet med områdestabilitetsvurderingen er å få klarhet i om utbygging av Fornebu stasjon og base kan påvirkes av lav områdestabilitet. Enten ved at området ligger i et løsneområde og det kan utløses skred i planområdet eller ved at planområdet kan påvirkes fra et skred i ovenforliggende partier.

4. OMRÅDEBESKRIVELSE

Endestasjonen Fornebu base og driftsverksted skal etableres på industriområdet Kokså sør på Fornebu. Området består før utbygging hovedsakelig av bygningsmasse fra tiden da dette var flyplass. I søndre del av tomten er det også noe nyere bebyggelse, og størstedelen av overflaten er enten bebygget eller asfaltert.

Selvaag Bolig ASA (FSU), OBOS og KLP eier store deler av området og planlegger å utvikle området til bolig og næring, dette er planlagt å fundamenteres ved siden av og direkte på betongkonstruksjonene til T-banestasjonen.

Oslo Kommune – Fornebuibanen		Dok. nr.: PF-P-721-RB-0002
Fornebu stasjon og base - Vurdering av områdestabilitet		Revisjon: 05G
		Dato: 15.12.2022
		Side: 8 av 36
Skjerming:	Offentlig (O)	Klassifisering: INTERN
Jfr.:	N/A	

Utbredelsen av stasjonen og basen går diagonalt over tomten fra nordøstre til sørvestre hjørne. Byggegroppen vil dekke et område tilsvarende ca. 50 mål.

4.1 Topografi

Nivået på terreng ligger for store deler av området på ca. kote +10 til +12, men det finnes variasjoner på terrenget mellom kote ca. +3 og + 17. Det ligger noen koller på området i sør og sørøst. Laveste punkt ligger også i søndre del av området.

Omtrentlig beliggenhet av byggegrop er vist med blå stiplet linje i Figur 1-1. Sentral og sørvestre del var opprinnelig relativt tett bebyggd med industribygninger. Mesteparten av eksisterende bebyggelse er nå revet, med unntak av avfallssentralen.

4.2 Grunnforhold

Det vises generelt til datarapport for utførte grunnundersøkelser utført av PGF [7]. Det er også innhentet grunnundersøkelser utført av andre, disse er listet i Tabell 4-1. Tidligere utførte grunnundersøkelser fra området er benyttet sammen med nye boringer til bestemmelse av grunnforhold. Det har blitt benyttet totalsonderinger, CPTU-sonderinger og opptak av 54 mm prøveserier for å bestemme løsmassenes sammensetning og dybder til berg. I starten av byggefasen ble det utført totalsonderinger i spuntlinja med c/c ca. 15 meter mellom punktene i den sørlige delen, både i sløyfa og under/i kjellere av eksisterende bebyggelse. Det ble tatt opp prøveserie i 3 punkter i forbindelse med disse supplerende undersøkelsene. Utover prøvene i spuntlinja har det foreligget lite informasjon om dybder til berg og sammensetning av løsmasser i områdene med eksisterende bygg før utgraving.

Opprinnelig, før Fornebu flyplass ble etablert på 30-tallet og deretter utvidet i flere ledd, var området utmark bestående av kupert terreng, myr og tjern. I forbindelse med etablering av flyplassen ble området planert, bergknauser sprengt ned, daler, myr og tjern fylt igjen.

Grunnundersøkelsene fra området indikerer et topplag av fyllmasser med varierende mektighet bestående av pukk, grus og sprengstein, over et lag med leire. Leiren er bløt til middels fast og det er også funnet lommer med kvikkleire. Det er stedvis påvist torvmasser i stor dybde under lag av fyllmasser. Det kan forventes fyllmasser med stedvis mektighet opp mot 10 m.

Områdene hvor det er påvist kvikkleire/sprøbrudd er markert på Figur 1-2.

Dybder til berg i planområdet varierer fra berg i dagen til ca. 32 m i utførte sonderinger. Figur 4-1 viser bergkotekart basert på tidligere og nye grunnundersøkelser. De nyeste grunnundersøkelsene utført i spuntlinja i byggefasen er ikke med i grunnlaget for dette bergkotekartet. Spuntlinja vises i Figur 4-3

Oslo Kommune – Fornebuibanen		Dok. nr.: PF-P-721-RB-0002
Fornebu stasjon og base - Vurdering av områdestabilitet		Revisjon: 05G
		Dato: 15.12.2022
		Side: 9 av 36
Skjerming:	Offentlig (O)	Klassifisering: INTERN
Jfr.:	N/A	

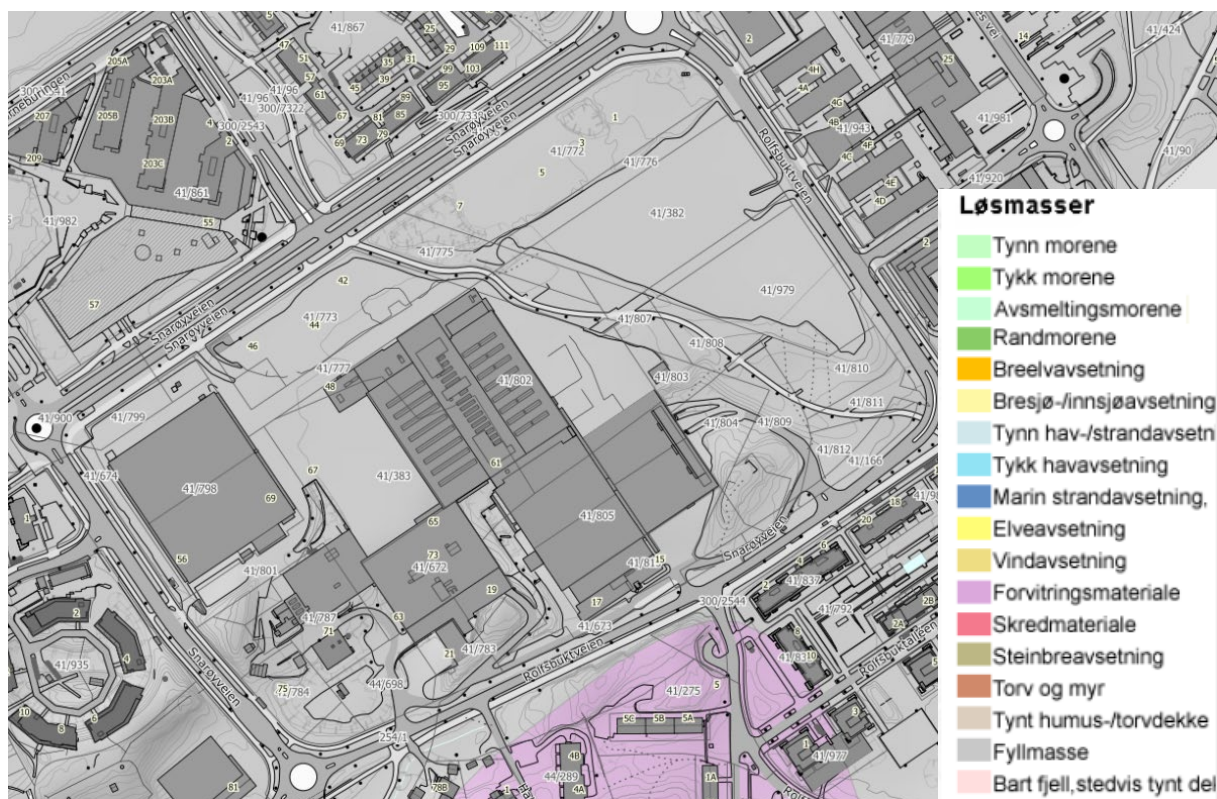


Figur 4-1 Bergkotekart av området på Kokså, grunnundersøkelser utført i byggefasen er ikke medtatt i grunnlaget for dette bergkotekartet

4.2.1 Kvartærgeologi

Et utsnitt av kvartærgeologisk kart er vist i Figur 4-2. Det kvartærgeologiske kartet indikerer at hele området består av et øvre lag av fyllmasser. Dette kan forventes pga. den tidligere flyplassaktiviteten på området. Et kvartærgeologisk kart sier kun noe om de øvre løsmassene, og ikke noe om hva som befinner seg i dybden og det kan forventes å finne marine avsetninger under fyllmassene på store deler av tomten.

Oslo Kommune – Fornebuibanen		Dok. nr.: PF-P-721-RB-0002
Fornebu stasjon og base - Vurdering av områdestabilitet		Revisjon: 05G
		Dato: 15.12.2022
		Side: 10 av 36
Skjerming:	Offentlig (O)	Klassifisering: INTERN
Jfr.:	N/A	



Figur 4-2 Utsnitt av kvartærgeologisk kart (kart fra www.ngu.no)

Oslo Kommune – Fornebuibanen		Dok. nr.: PF-P-721-RB-0002
Fornebu stasjon og base - Vurdering av områdestabilitet		Revisjon: 05G
		Dato: 15.12.2022
		Side: 11 av 36
Skjerming:	Offentlig (O)	Klassifisering: INTERN
Jfr.:	N/A	

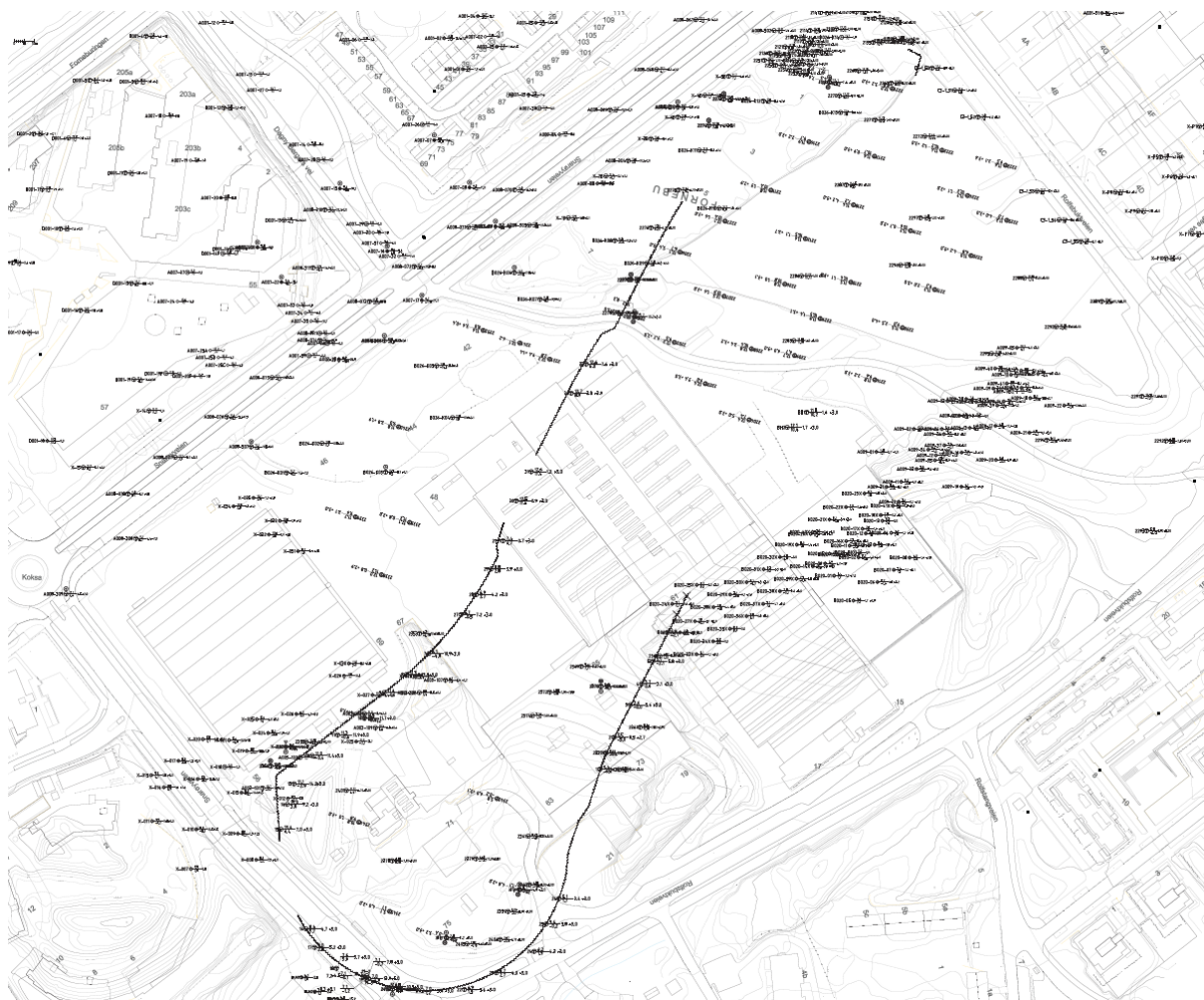
4.2.2 Utførte grunnundersøkelser

Det er utført grunnundersøkelser på tomten i flere omganger, sist i byggefasen i januar 2021. Grunnundersøkelsene fra 2018 og 2019 er vist i rapport PF-U-721-RB-0013 [7]. I tillegg er det utført 33 totalsonderinger i spuntlinja samt 3 prøveserier av Skanska i byggefasen. Alle borpunktene er inkludert i samleborplan i Figur 4-3. Oversikt over tidligere utførte grunnundersøkelser i området er vist i tabell 4-1.

Tabell 4-1 Oversikt over tidligere utførte grunnundersøkelser

Borpunkt ID	Rapport eller beskrivelse av oppdrag	Kunde	År	Utført av
A003	Bane til Fornebu, geoteknisk datarapport	Akershus fylkeskommune/Norc onsult	2006	
A007	Gjenfylling av Koksatjernet	Luftfartsverket	1985	NGI
A008	Infrastruktur Fornebu	Statsbygg	2000	NVK- Terraplan AS
A009	Oslo Lufthavn, Plattform IV, geoteknisk vurdering	Luftfartsdirektoratet	1974	Noteby
B020	Oslo Lufthavn, Hangar 3	Det Norske Luftfartselskap AS	1968	
B026	Nytt kontorbygg H1 og H2 Grunnundersøkelser overordnet geoteknisk vurdering	KLP-Eiendom	2005	Norconsult
D001	Fornebu senter forprosjektrapport	KLP-Eiendom	2011	

Oslo Kommune – Fornebuibanen		Dok. nr.: PF-P-721-RB-0002
Fornebu stasjon og base - Vurdering av områdestabilitet		Revisjon: 05G
		Dato: 15.12.2022
		Side: 12 av 36
Skjerming:	Offentlig (O)	Klassifisering: INTERN
Jfr.:	N/A	



Figur 4-3 Utklipp av sammenstilte utførte grunnundersøkelser. Spuntlinja vises i heltrukne linjer.

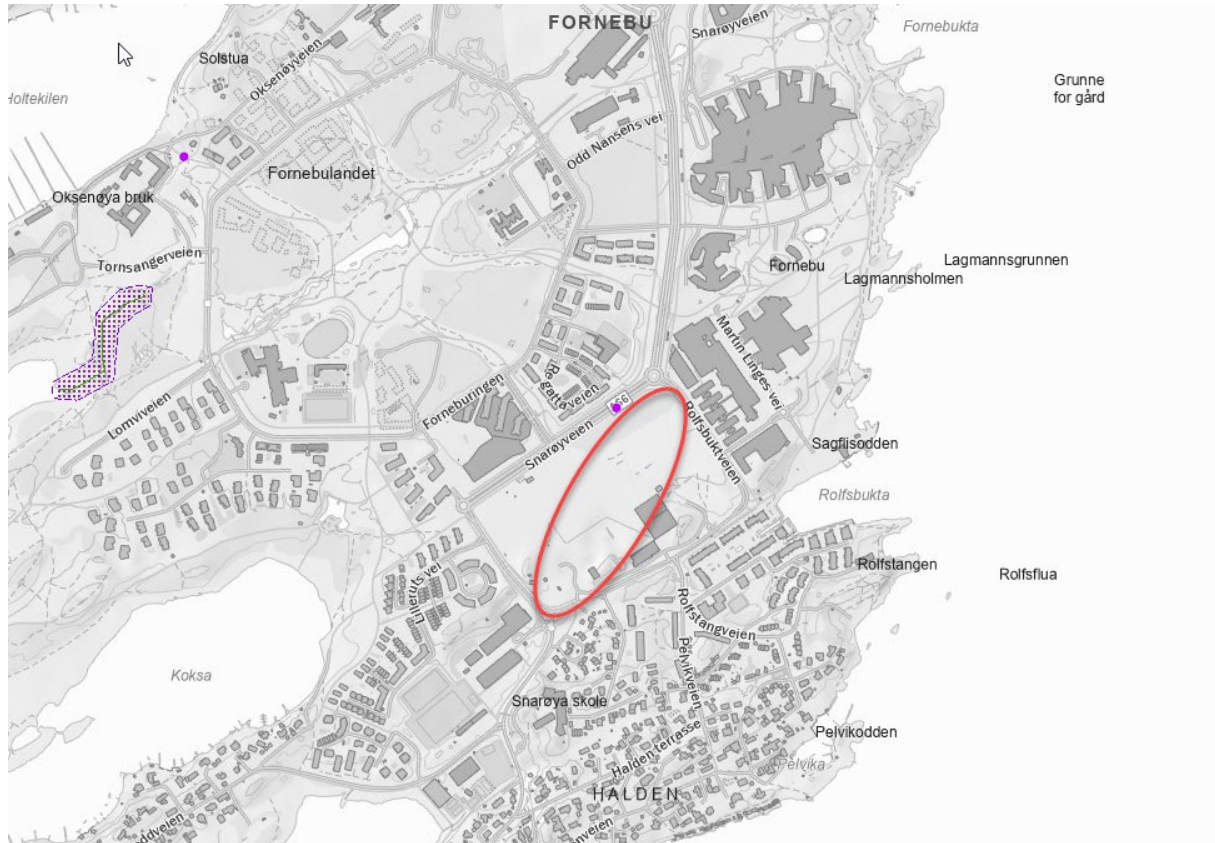
5. POTENSIELL FARE KNYTTET TIL VASSDRAG

Det er ingen vassdrag på området. Området ligger forholdsvis nærme sjøen.

5.1 Oversvømmelse og isgang

Flom aktsomhetsområde fra NVE atlas [8] er vist på Figur 5-1. Figur 5-2 viser kart av stormflo med 1000 års gjentaksintervall. Som figurene viser ligger ikke området innenfor de aktsomhetsområdene som er gitt for flom eller stormflo.

Oslo Kommune – Fornebuibanen		Dok. nr.: PF-P-721-RB-0002
Fornebu stasjon og base - Vurdering av områdestabilitet		Revisjon: 05G
		Dato: 15.12.2022
		Side: 13 av 36
Skjerming:	Offentlig (O)	Klassifisering: INTERN
Jfr.:	N/A	



Figur 5-1 Flom aktsomhetsområde fra atlas.nve.no [8], omtrentlig plassering av byggegrøp er skissert inn med rødt.

Oslo Kommune – Fornebuibanen		Dok. nr.: PF-P-721-RB-0002
Fornebu stasjon og base - Vurdering av områdestabilitet		Revisjon: 05G
		Dato: 15.12.2022
		Side: 14 av 36
Skjerming:	Offentlig (O)	Klassifisering: INTERN
Jfr.:	N/A	



Figur 5-2 Stormflo, intervall 1000år fra NVE atlas. Omtrentlig plassering av byggegrop er skissert inn med rødt.

5.2 Erosjon

Det er ikke noen vassdrag i området, det nærmeste er en bekk med utløp i Storøykilen, se lilla markering på Figur 5-1. Det er et område på ca 500 m som er relativt flatt mellom byggegroppen og dette området, så det er ikke funnet reelt at eventuell erosjon her kan medføre et skred som kan påvirke planområdet.

Stormflo går inn i Koksabukta, her er det synlige svaberg, så det er ikke antatt å være noe erosjon her som kan utløse skred. Det er også fare for stormflo inn Rolfsbukta. I kanalene mellom husene er det betongvegger, og det er ikke ansett som noen fare for erosjon her. Det er eventuelt mulig at det kan oppstå noe erosjon pga. stormflo på stranden i bukta. Det er berg i dagen og grunt mellom dette området og planområdet og skråning langs Rolfsbuktveien. Det er derfor ikke ansett som fare for at erosjon her kan påvirke faresonen som er avdekket i denne rapporten.

Oslo Kommune – Fornebubanen		Dok. nr.: PF-P-721-RB-0002
Fornebu stasjon og base - Vurdering av områdestabilitet		Revisjon: 05G
		Dato: 15.12.2022
		Side: 15 av 36
Skjerming:	Offentlig (O)	Klassifisering: INTERN
Jfr.:	N/A	

5.3 Skredlignende hendelser i bratte vassdrag

Det er ingen vassdrag i området, og det er heller ingen kjente skredhendelser i området basert på registrerte hendelser på nve.atlas.no.

6. TIDLIGERE KARTLAGT FARESONE OG TIDLIGERE KVIKKLEIRESKRED

Det er ingen tidligere kartlagte faresoner eller tidligere registrerte kvikkleireskred i området i henhold til registrerte faresoner og skredhendelser hos NVE [8]. Det er registrert et kvikkleirepunkt fra Statens Vegvesen i nordenden av området. Dette kan sees med lilla markering i Snarøyveien på Figur 5-1.

7. VURDERING AV FARE FOR KVIKKLEIRESKRED, PROSEDYRE NVE 1/2019

Krav vedr. formell kompetanse:

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

7.1 Prosedyre for utredning av aktsomhetsområder og faresoner

Tabell 7-1 viser oppsummering av gjennomgang av prosedyren i henhold til avsnitt 3 i NVE veileder 1/2019 [1].

Oslo Kommune – Fornebuibanen		Dok. nr.: PF-P-721-RB-0002
Fornebu stasjon og base - Vurdering av områdestabilitet		Revisjon: 05G
		Dato: 15.12.2022
		Side: 16 av 36
Skjerming:	Offentlig (O)	Klassifisering: INTERN
Jfr.:	N/A	

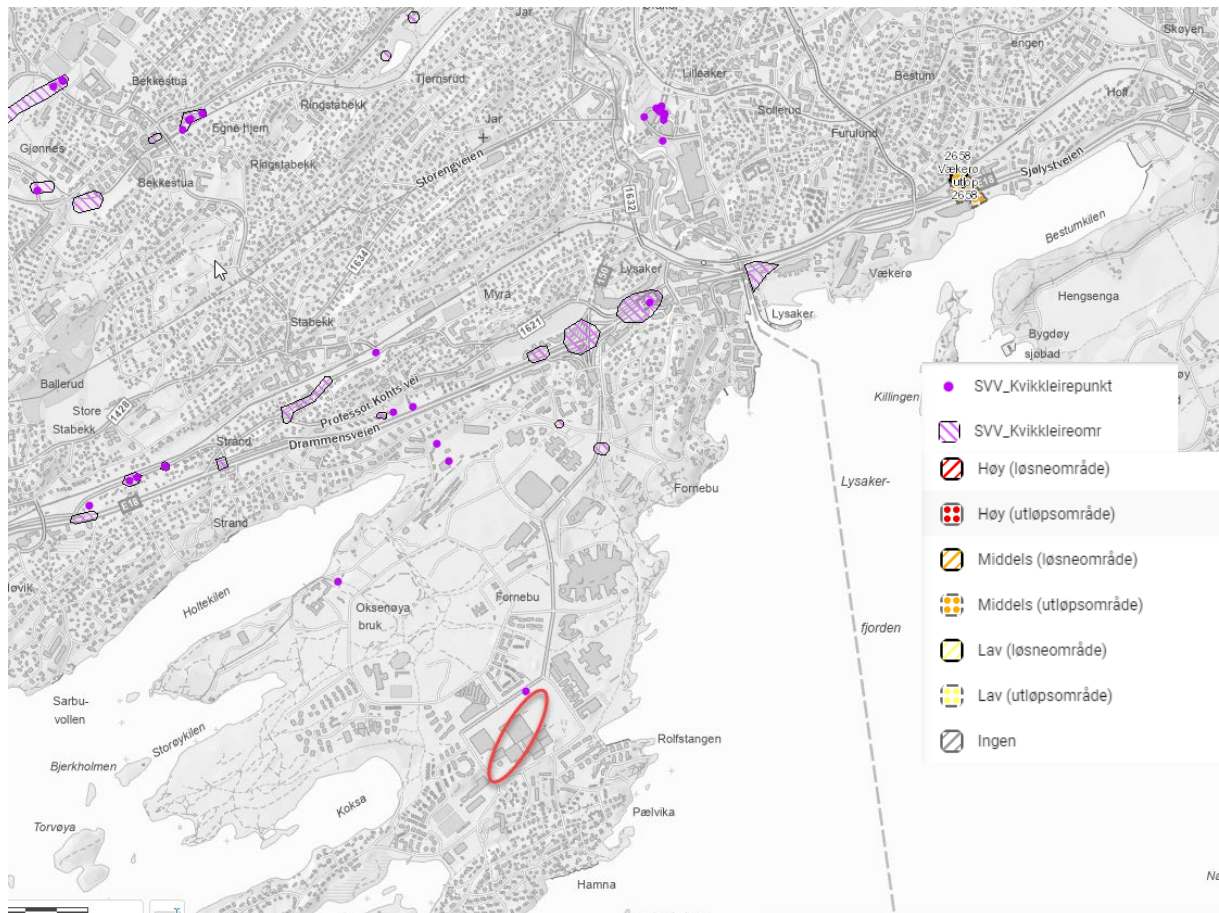
Tabell 7-1. Prosedyre for utredning av aktsomhetsområder og faresoner, oppsummering [1].

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. Det er marine avsetninger under fyllmasser på store deler av tomten, og det er funnet sprøbrudd og mulig sprøbruddflere steder på området, se Figur 1-2. Dette er vurdert til å være lommer og ikke et sammenhengende lag.
3.	Avgrense områder med terreng som kan være utsatt for områdeskred	Området er stort sett flatt, men det finnes enkelte områder som har helning brattere enn 1:20 og med skråningshøyde over 5 m.
4.	Tiltakskategori	Tiltakskategori er satt til K4
5.	Gjennomgang av grunnlag – identifikasjon av kritiske skråninger og mulig løsneområde	Registrert sprøbruddsmateriale og potensielt sprøbruddsmateriale i området. Skråninger brattere enn 1:20 og med skråningshøyde større enn 5 m i snitt A og E
6.	Befaring	Det er registrert berg i dagen i området ved flere anledninger.
7.	Gjennomføring av grunnundersøkelser	Det er utført grunnundersøkelser i flere runder i forbindelse med prosjektet og kartlagt berg i dagen. Undersøkelser viser at det er sprøbrudd inne i byggegroppen, samt mulig sprøbrudd i snitt i sørøstlig hjørne av tomt.
8.	Vurdering av aktuelle skredmekanismer og avgrensing av løsne- og utløpsområder	Basert på kvikkleirens beliggenhet under terreng og andel sprøbruddsmateriale over mest kritiske glideflate er det ikke funnet å være fare for retrogressivt skred. Rotasjonsskred er funnet å være aktuell skredmekanisme for kritisk snitt E. Løsneområdet er dermed satt til 5*H, og utløpsområdet 0,5L. Det er ikke funnet potensielle høyereliggende løsneområder som kan medføre at tomta ligger i et mulig utløpsområde
9.	Klassifisere faresoner	Faregradsklassifisert til «lav faregrad», konsekvensklasse «mindre alvorlig» og risikoklasse «2».
10.	Dokumentere tilfredsstillende sikkerhet	Stabilitetsberegninger viser en sikkerhet på >1,61, og sikkerhetsfaktor er dermed funnet å være tilfredsstillende.
Konklusjon		Vurdering av områdestabilitet er utført, og viser at sikkerheten er tilfredsstillende.

Oslo Kommune – Fornebuibanen		Dok. nr.: PF-P-721-RB-0002
Fornebu stasjon og base - Vurdering av områdestabilitet		Revisjon: 05G
		Dato: 15.12.2022
		Side: 17 av 36
Skjerming:	Offentlig (O)	Klassifisering: INTERN
Jfr.:	N/A	

7.1.1 Registrerte faresoner (kvikkleiresoner) i området

Det er ingen tidligere kartlagte faresoner i området i henhold til NVEs kart [9], se Figur 7-1. Det er et SVV kvikkleirepunkt registrert i Snarøyveien rett ved byggegropen. Nærmeste registrerte faresone er på Vækerø, i tillegg er det flere kvikkleireområder og kvikkleirepunkter bla. langs E18.

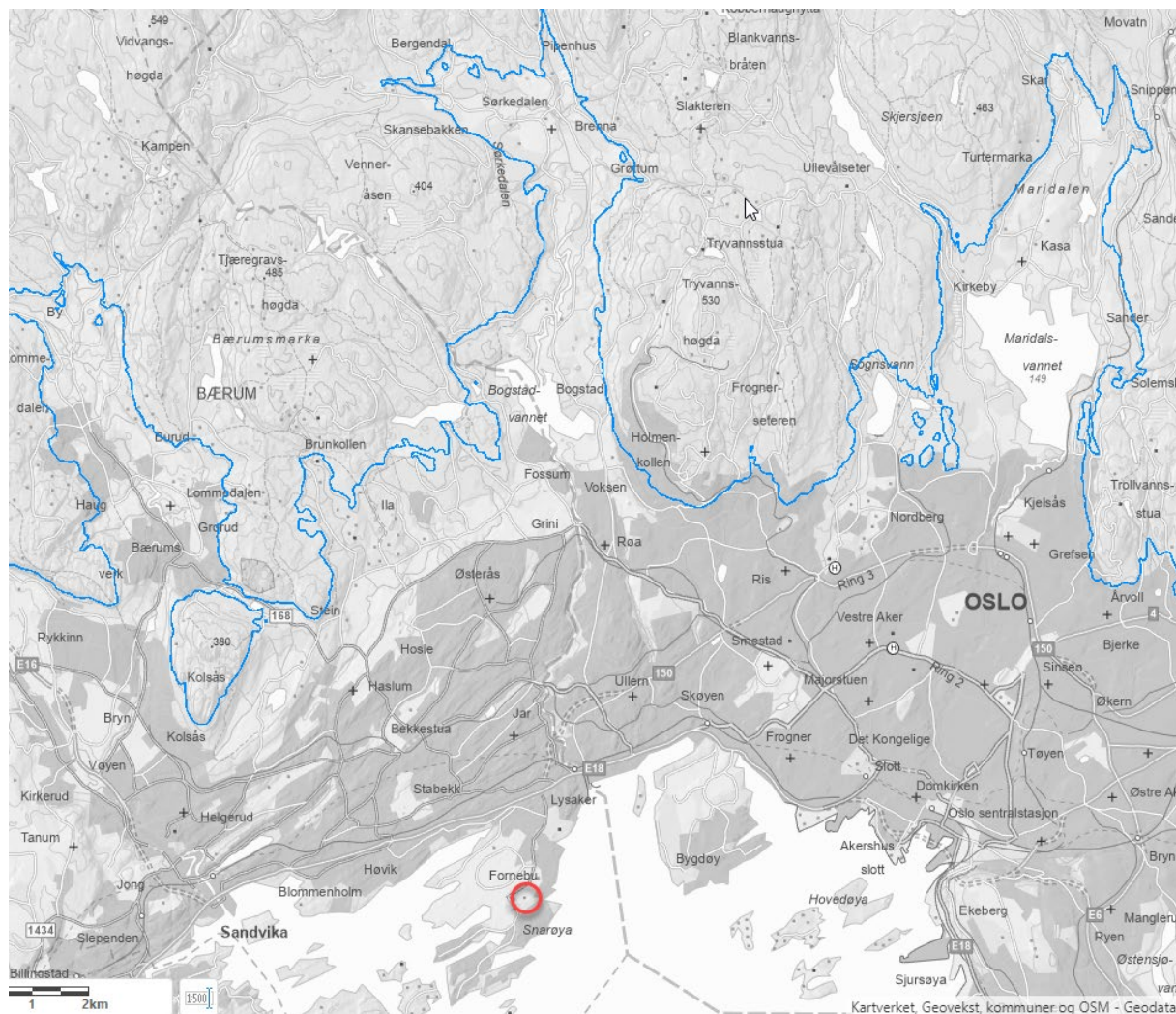


Figur 7-1. Rødt område viser omtrentlig markering av Fornebu base og stasjon

Oslo Kommune – Fornebuibanen		Dok. nr.: PF-P-721-RB-0002
Fornebu stasjon og base - Vurdering av områdestabilitet		Revisjon: 05G
		Dato: 15.12.2022
		Side: 18 av 36
Skjerming:	Offentlig (O)	Klassifisering: INTERN
Jfr.:	N/A	

7.1.2 Områder med mulig marin leire

Hele planområdet ligger under marin grense. Se Figur 7-2.



Figur 7-2. Rødt område viser omtrentlig markering av Fornebu base og stasjon. Blå linje er marin grense, altså ligger hele området under marin grense [9]

7.1.3 Områder utsatt for områdeskred

I henhold til NVEs veileder 1/2019 [1] skal det utføres en terrengeanalyse 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 løснеområdet for et skred:

Oslo Kommune – Fornebuibanen		Dok. nr.: PF-P-721-RB-0002
Fornebu stasjon og base - Vurdering av områdestabilitet		Revisjon: 05G
		Dato: 15.12.2022
		Side: 19 av 36
Skjerming:	Offentlig (O)	Klassifisering: INTERN
Jfr.:	N/A	

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

Aktsomhetsområdet ligger innenfor 20*skråningshøyden, H, målt fra fot skråning (inntil 25 muh).

Figur 7-3 viser terrenganalyse av området med bratthet fra NVEs temakart [9].



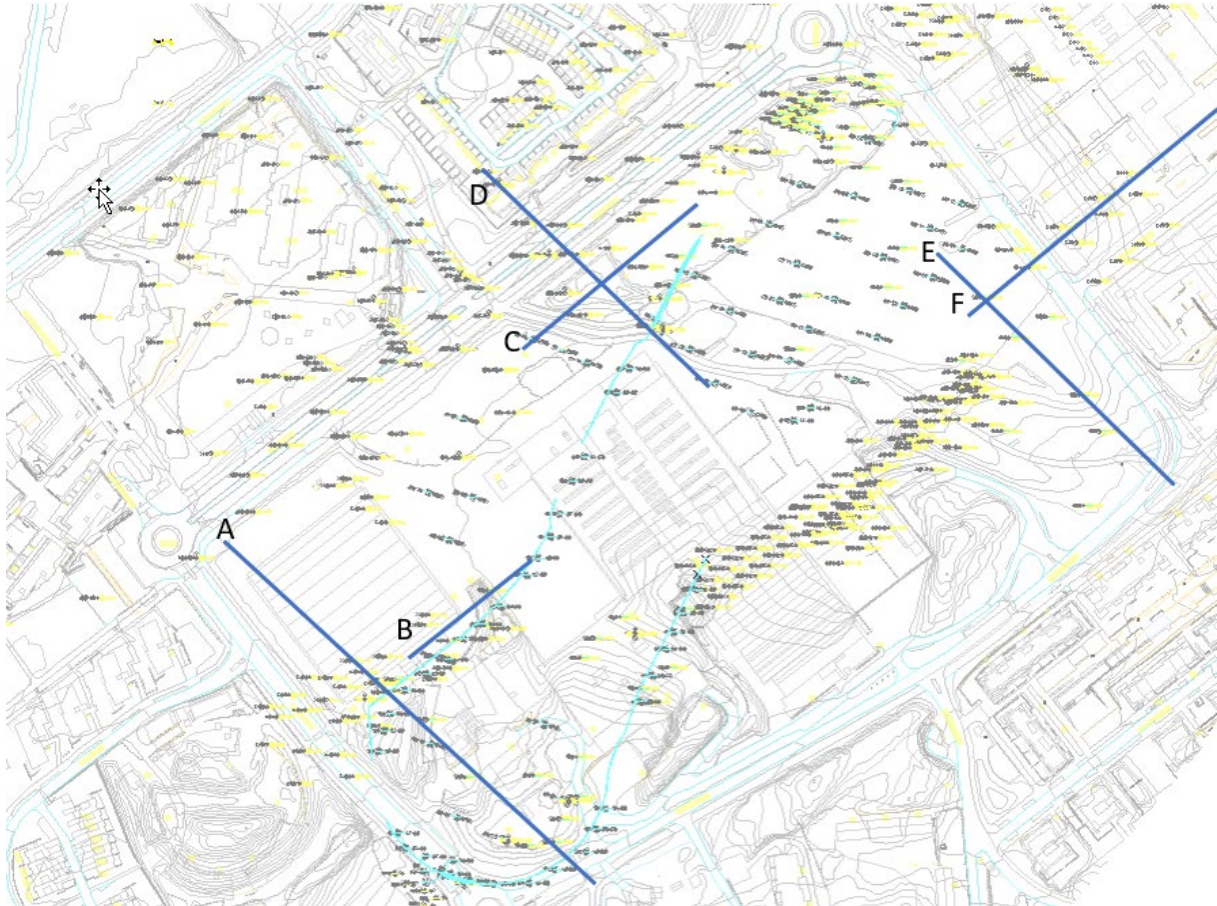
Figur 7-3. Terrenganalyse med bratthet [9].

Figur 7-3 viser at deler av området har en terrenghelning > 3 grader. Terrenganalysen tar ikke hensyn til skråningshøyden, altså kan det være fargemerkete områder i kartet som ikke gir fare for områdeskred hvis høydeforskjellen er lavere enn 5 m. Det er markert inn i figuren flere områder hvor det er registrert berg i dagen.

Det har vært mye bygningsmasse med kjellere i området før bygningsarbeid i forbindelse med Fornebuibanen startet opp. Dette resulterer i usikkerheter i terrengmodellen pga. bygg enkelte steder, da kjellervegger tar opp en del høydeforskjeller på terreng.

Oslo Kommune – Fornebuibanen		Dok. nr.: PF-P-721-RB-0002
Fornebu stasjon og base - Vurdering av områdestabilitet		Revisjon: 05G
		Dato: 15.12.2022
		Side: 20 av 36
Skjerming:	Offentlig (O)	Klassifisering: INTERN
Jfr.:	N/A	

For å se nærmere på helning og høydeforskjell er snitt A til F presentert i Figur 7-4 vurdert nærmere.

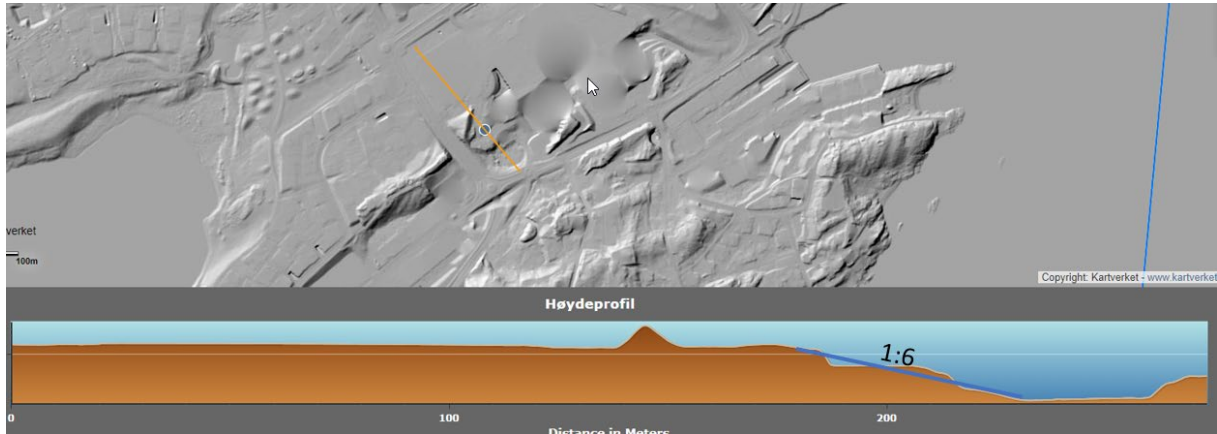


Figur 7-4 Snitt i terreng som er vurdert videre med tanke på skråningshelning og skråningshøyde

7.1.3.1 Snitt A, søndre hjørne av tomt

I det søndre hjørnet av tomten er det et område med helning på brattere enn 1:15. Et høydeprofil er tatt ut i dette hjørnet, se Figur 7-5. Høydeprofilen viser at man har et platåterreng med ca. 8,2 m høydeforskjell og skråningshelning 1:6 mot nordvest, dette området vurderes derfor videre. Det sees bort fra oppstikkende fylling lengre bak i snittet. Denne er under 5 m og består av fyllmasser.

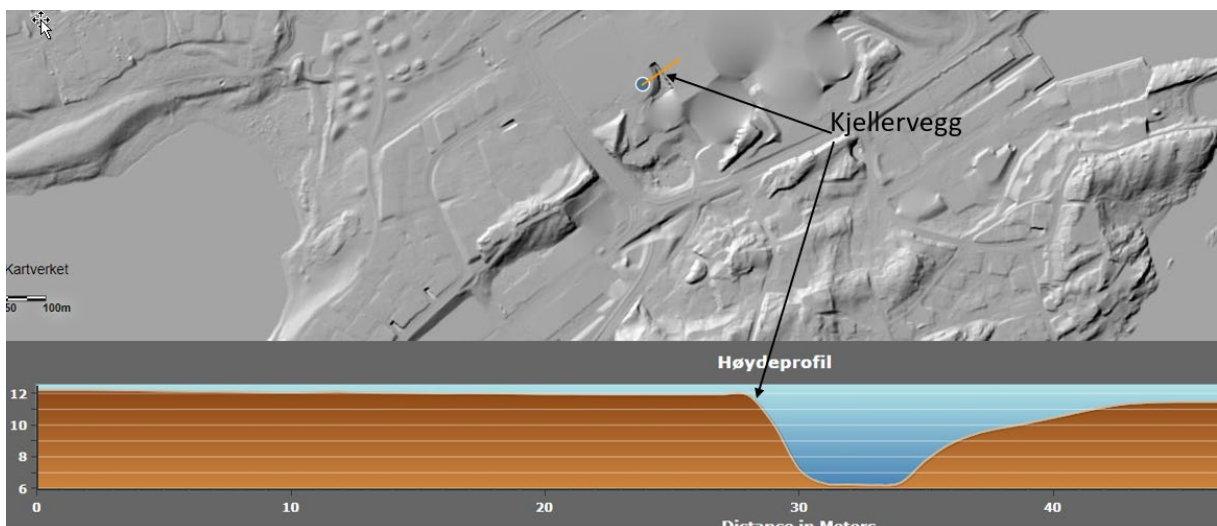
Oslo Kommune – Fornebuibanen		Dok. nr.: PF-P-721-RB-0002
Fornebu stasjon og base - Vurdering av områdestabilitet		Revisjon: 05G
		Dato: 15.12.2022
		Side: 21 av 36
Skjerming:	Offentlig (O)	Klassifisering: INTERN
Jfr.:	N/A	



Figur 7-5 Høydeprofil sørvestre del av tomt (www.hoydedata.no)

7.1.3.2 Snitt B

Snitt B er tatt i et område inne på tomten. Den ene siden er en kjellervegg, og altså ikke en skråning, det er ikke løsmasse på den ene siden, selv om terrenget viser dette. På andre siden er det rundt 5 m høydeforskjell. Kjelleren på ene siden er i prosjektet revet og denne gropa er i byggefase og fylt igjen opp til kote +9. Terrenget er også tatt ned til kote +9 langs hele vestre side av byggegrop. Høydeforskjell på terrenget er dermed under 5 m nå. Det sees derfor ikke videre på dette snittet.



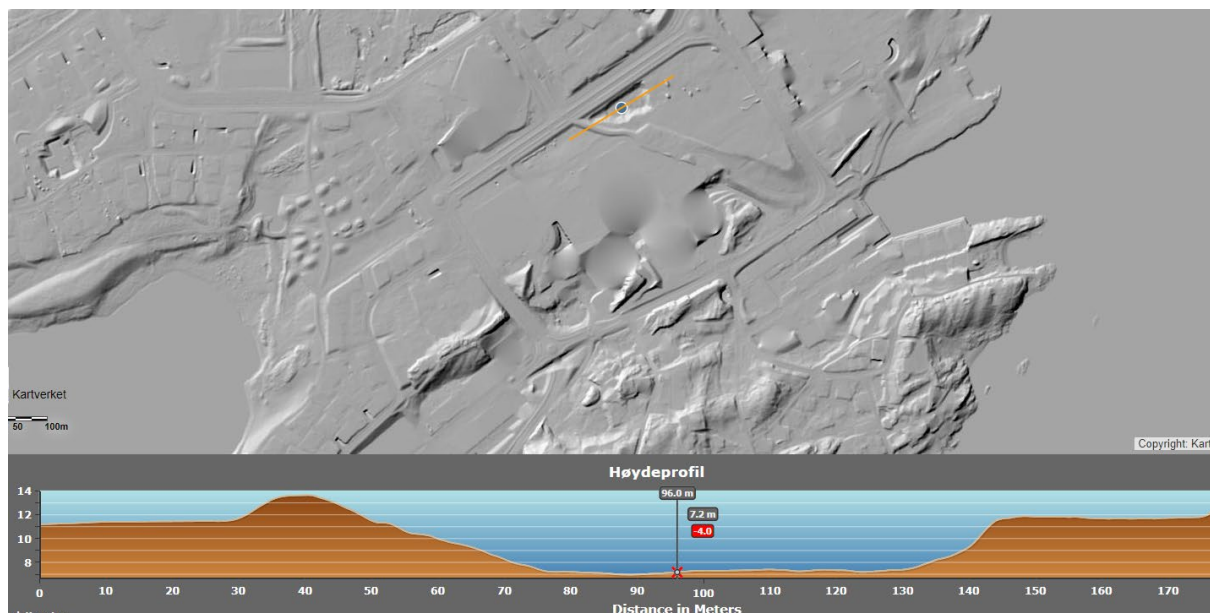
Figur 7-6 Høydeprofil snitt B (www.hoydedata.no)

7.1.3.3 Snitt C og D

Det er også et parti ved Snarøyveien, rett nord for den diagonale gangvegen, som har helning over 1:15. Snitt C og D tar for seg dette partiet, se henholdsvis høydeprofil i Figur 7-7 og Figur 7-8. Skråningshøyden her er ca. 5 - 6 m. Området med lavereliggende terrenget er derimot begrenset, og utløpsone er altså begrenset. Dette ansees derfor som lokalstabilitet, og ikke et mulig områdestabilitetsproblem.

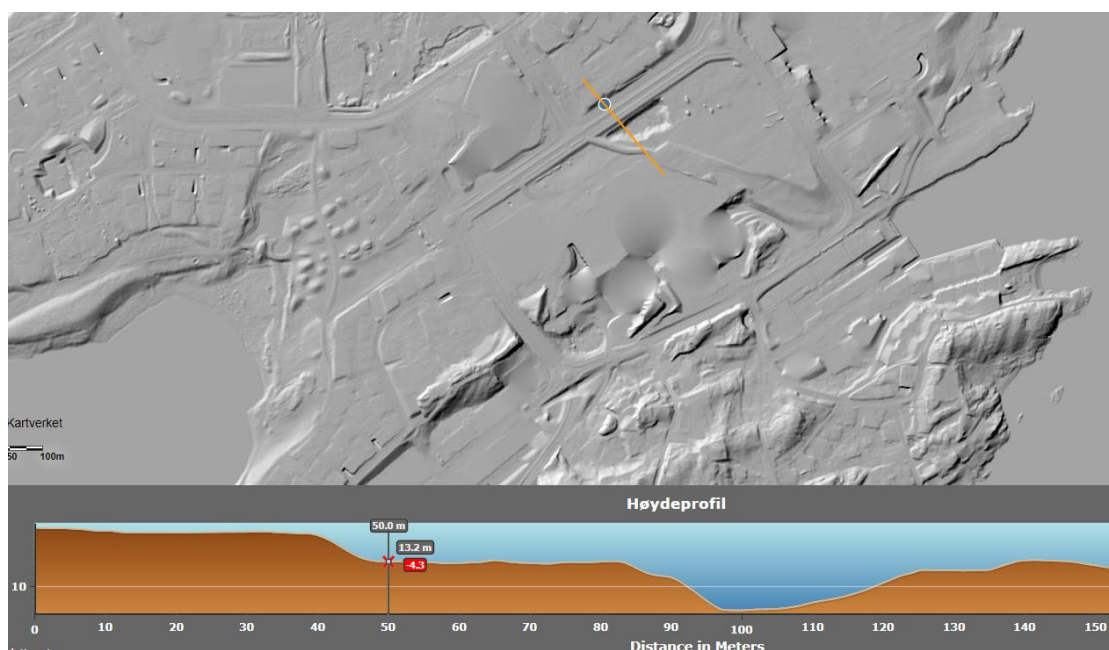
Oslo Kommune – Fornebuibanen		Dok. nr.: PF-P-721-RB-0002
Fornebu stasjon og base - Vurdering av områdestabilitet		Revisjon: 05G
		Dato: 15.12.2022
		Side: 22 av 36
Skjerming:	Offentlig (O)	Klassifisering: INTERN
Jfr.:	N/A	

Dette området er i byggefasen også fylt igjen til mellom kote +12 og +10.5, og resulterende skråningshøyde her er dermed under 5 m. Det sees derfor ikke nærmere på dette området.



Figur 7-7 Høydeprofil snitt C (www.hoydedata.no)

I profil D er det også en til skråning opp til eksisterende bebyggelse. Denne skråningen har skråningshøyde < 5 m, og det sees dermed ikke videre på denne skråningen.

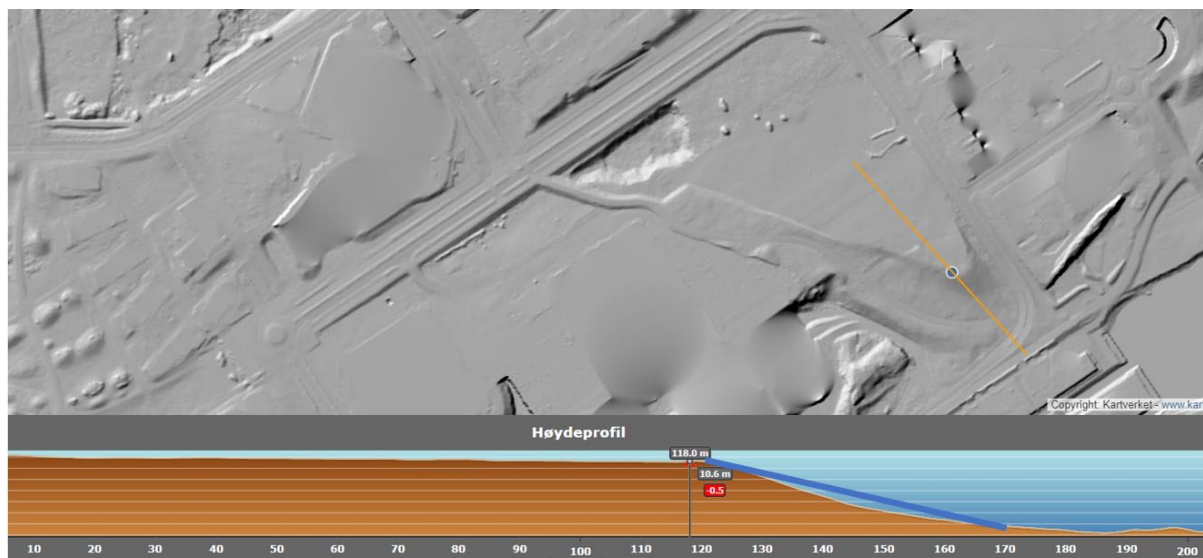


Figur 7-8 Høydeprofil snitt D (www.hoydedata.no)

Oslo Kommune – Fornebuibanen		Dok. nr.: PF-P-721-RB-0002
Fornebu stasjon og base - Vurdering av områdestabilitet		Revisjon: 05G
		Dato: 15.12.2022
		Side: 23 av 36
Skjerming:	Offentlig (O)	Klassifisering: INTERN
Jfr.:	N/A	

7.1.3.4 Snitt E, østre hjørne av tomt

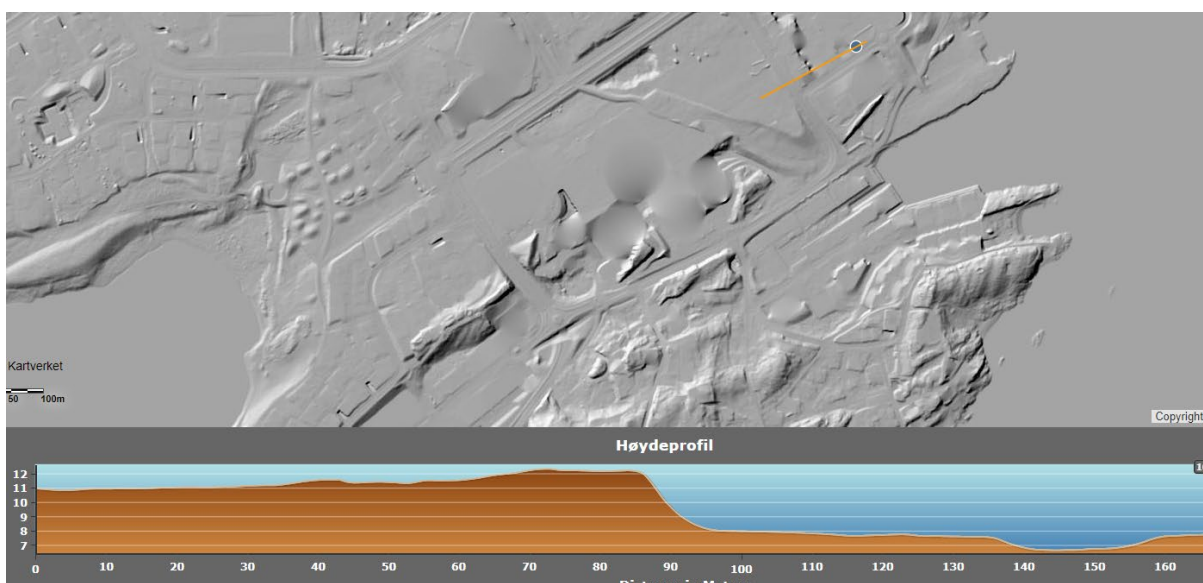
Det er funnet mulig kvikkleire i det østre hjørnet av tomten. Her er det partier med gjennomsnittlig helning på ca. 1:9, og høydeforskjell på ca. 6 m, se Figur 7-9. Dette kan være et mulig løснеområde, og dette området vurderes derfor videre.



Figur 7-9 Høydeprofil snitt E

7.1.3.5 Snitt F, østre hjørne av tomt

Det er kontrollert et snitt mot nordøst. Det er i henhold til terrengprofil platåterreng her, se Figur 7-10. Det er mulig at høydeforskjellen blir tatt opp av en kjellervegg på bygg her. Høydeforskjell er også < 5 m, denne skråningen sees dermed ikke videre på.



Figur 7-10 Høydeprofil snitt F (www.hoydedata.no)

Oslo Kommune – Fornebuibanen		Dok. nr.: PF-P-721-RB-0002
Fornebu stasjon og base - Vurdering av områdestabilitet		Revisjon: 05G
		Dato: 15.12.2022
		Side: 24 av 36
Skjerming:	Offentlig (O)	Klassifisering: INTERN
Jfr.:	N/A	

7.1.3.6 Andre mulige aktsomhetsområder utenfor planområde, vurdering av utløpsområde

Området rundt tomten er generelt flatt, men det er terreng med helning brattere enn 1:20 på sørsiden og vestsiden av området. I disse områdene er det berg i dagen eller skråningene er < 5 m høye og det er ikke ansett å være noen potensielle løснеområder her. Det er dermed ikke funnet noen potensielle løśnieområder i omkringliggende terreng som gjør at aktuelt område kan ligge i et utløpsområde. Potensielle løøgneområder som kan ha bakovergripende skredutbredelse er heller ikke aktuelt for planområdet.

7.1.4 Bestemmelse av tiltakskategori

Fornebu stasjon og base vil tidvis ha mange mennesker tilstede. Det er ansett som en viktig samfunnsfunksjon. Tiltakskategori er derfor satt til K4.

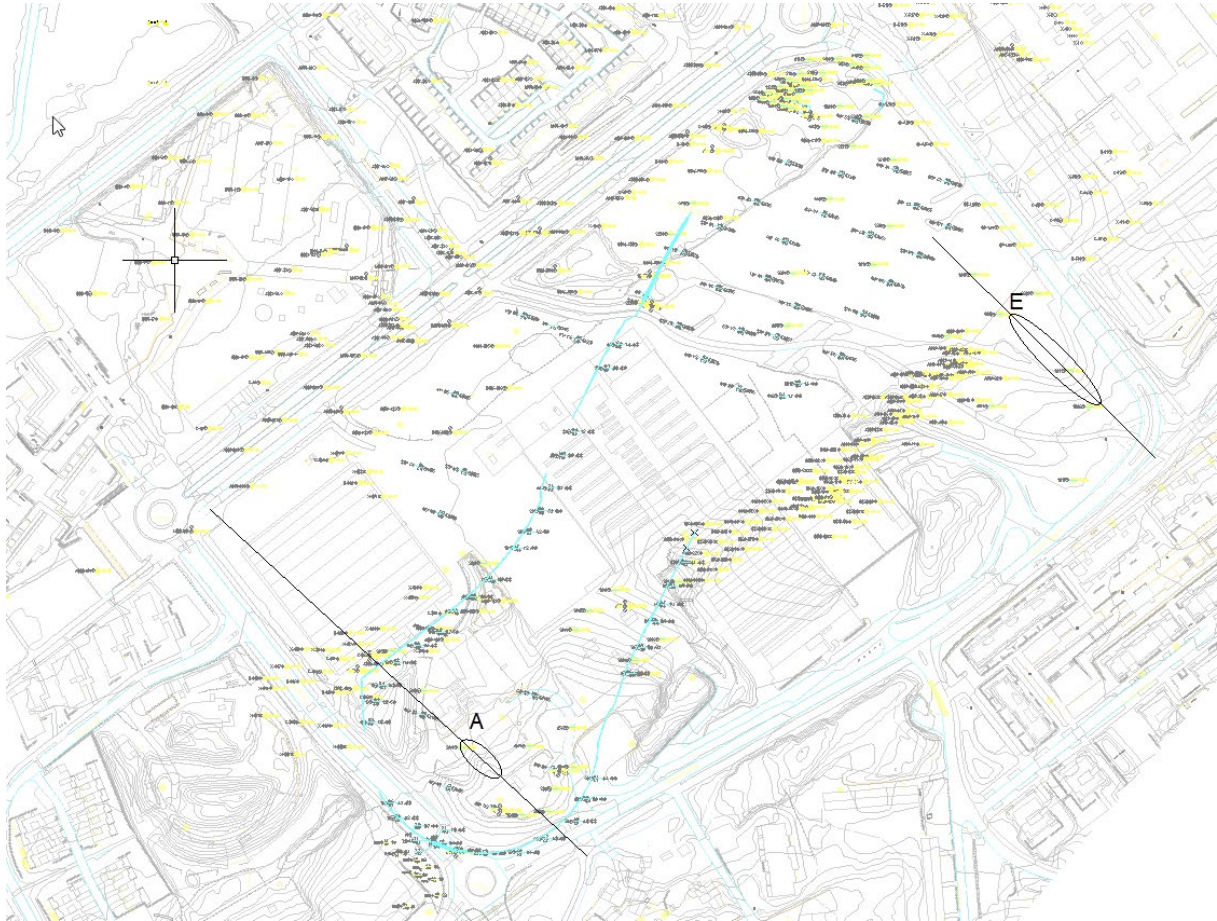
7.1.5 Identifikasjon av kritiske skråninger og løøgneområder

Skråninger som er kritiske med tanke på terrenghelning og total skråningshøyde for snitt A til F er presentert i kapittel 7.1.3. Kun skråning i snitt A og snitt E er funnet å være kritiske. Skråningene, sammen med potensielt løøgneområde for aktuell skråning som tilsvarer en lengde på 15*H fra skråningsfot, hvor H er total skråningshøyde, er skissert med ellipser i Figur 7-11.

Løøgneområdene er vurdert sammen med eksisterende grunnundersøkelser i området, og for snitt A er det meget kort til berg og totalsonderinger som ikke har indikasjoner på sprøbrudd, noe som forkorter utstrekning av potensielt løøgneområde. Hele dette snittet ligger innenfor byggegropen og hele det potensielle løøgneområdet til snitt A er gravd vekk i forbindelse med utgraving av byggegrop. Avstivningen for byggegropen (spunt) er dimensjonert for å ta opp jordtrykk når massene inne i byggegropen graves ut. Det er dermed ikke fare for at dette kan spre seg til noe områdeskred. Det sees dermed ikke videre på dette snittet og potensielle løøgneområdet. Lokalstabilitet internt i byggegropen ivaretas i byggefasen, krav til høyder og skråningshelning for lokalstabilitet i forbindelse med internt graving inne i byggegropen er beskrevet i geoteknisk fagrapport [10].

Også snitt E er noe forkortet i bunnen av skråningen pga. totalsondering som viser relativt kort til berg, ca. 2,5 m, og som indikerer kun fyll- eller friksjonsmasser.

Oslo Kommune – Fornebuibanen		Dok. nr.: PF-P-721-RB-0002
Fornebu stasjon og base - Vurdering av områdestabilitet		Revisjon: 05G
		Dato: 15.12.2022
		Side: 25 av 36
Skjerming:	Offentlig (O)	Klassifisering: INTERN
Jfr.:	N/A	



Figur 7-11 Snitt med markering av mulige løsnemråder for områdeskred basert på terrengkriterier med lengde lik 15*H, men nedjustert basert på eksisterende grunnundersøkelser.

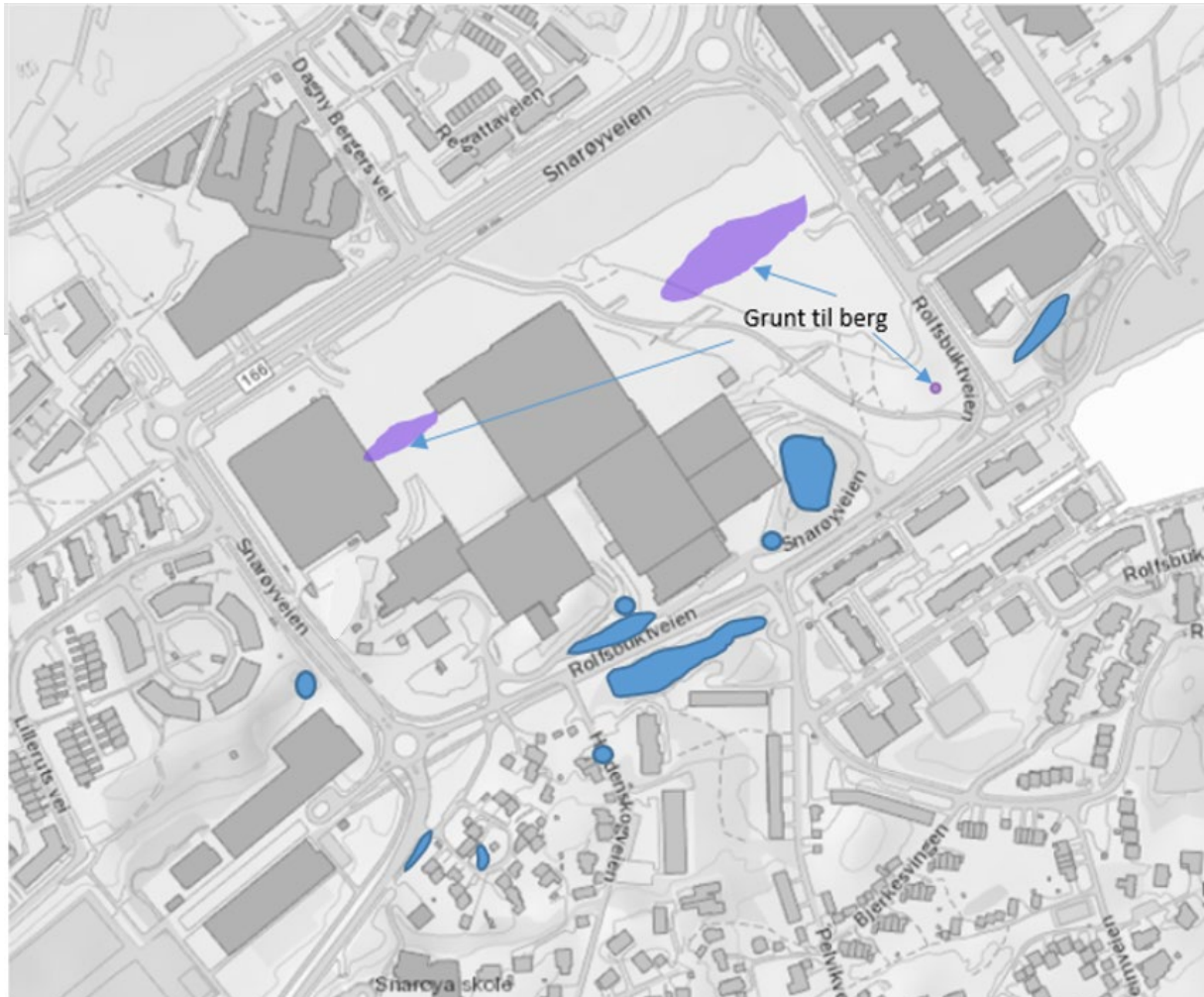
7.1.6 Gjennomføring av befaring og grunnundersøkelser/ vurdering av grunnlag

Det er utført mye grunnundersøkelser i området, så man har forholdsvis god oversikt over løsmasser og bergforløp. Det var før byggestart begrenset med grunnundersøkelser under eksisterende bygg, men det ble utført supplerende grunnundersøkelser i spuntlinja. Det ble i den forbindelse avdekket sprøbrudd på både østsiden og vestsiden av byggegropen i delområde 2 (under tidligere bebyggelse).

Basert på tilgjengelige grunnundersøkelser er utbredelsen av kvikkleire begrenset til de områdene som er vist i Figur 1-2.

Det er utført befaring i området ved flere anledninger av både geotekniker og ingeniørgeolog. Det er registrert berg i dagen flere steder på og rundt området, se Figur 7-12. Figuren viser også områder hvor det er grunt til berg, med ca. 1 - 2 m, til berg.

Oslo Kommune – Fornebuibanen		Dok. nr.: PF-P-721-RB-0002
Fornebu stasjon og base - Vurdering av områdestabilitet		Revisjon: 05G
		Dato: 15.12.2022
		Side: 26 av 36
Skjerming:	Offentlig (O)	Klassifisering: INTERN
Jfr.:	N/A	



Figur 7-12 Berg i dagen, skissert med blått, kilde kart: atlas.nve.no

7.1.7 Aktuelle skredmekanismer og avgrensning av løsne- og utløpsområder

Data fra grunnundersøkelser, befaring og detaljert vurdering av topografi gir sammen med kriterier i flytskjema i NVE veileder [1] Figur 7-13, grunnlag for å avgrense mulige løsneområder nærmere.

Oslo Kommune – Fornebuibanen		Dok. nr.: PF-P-721-RB-0002
Fornebu stasjon og base - Vurdering av områdestabilitet		Revisjon: 05G
		Dato: 15.12.2022
		Side: 27 av 36
Skjerming:	Offentlig (O)	Klassifisering: INTERN
Jfr.:	N/A	



Figur 7-13: Flytskjema for vurdering av skredmekanisme [1]

Retrogressive skred opptrer når mektigheten av kvikkleire/sprøbruddmaterialer er mer enn 40 % over kritisk glideflate. Retrogressive skred med utstrømming av leire opptrer når omrørt skjærfasthet er lavere enn 1 kPa ($c_{ur} < 1$ kPa). Det påpekes at kriteriet for omrørt skjærfasthet kun gjelder ved konusforsøk [6].

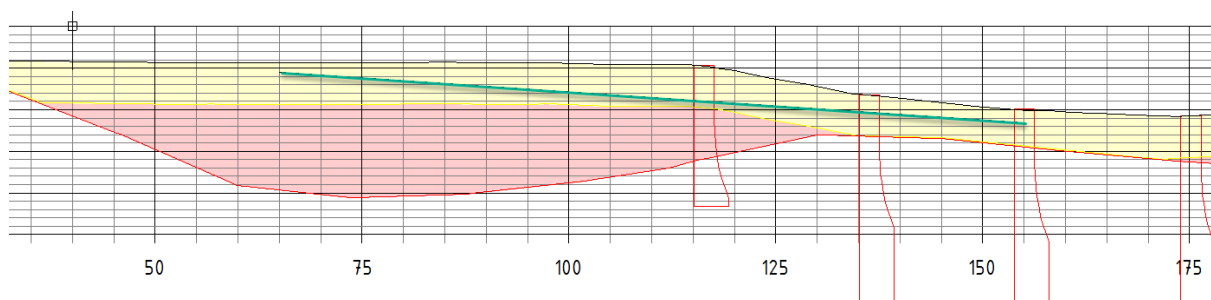
I det følgende gjøres vurderinger for snitt E for å se hvilken skredmekanisme som kan være aktuell. b/D forholdet vurderes i henhold til figur 4.4 til 4.6 i veilederen fra NVE [1].

Oslo Kommune – Forneubanen		Dok. nr.: PF-P-721-RB-0002
Fornebu stasjon og base - Vurdering av områdestabilitet		Revisjon: 05G
		Dato: 15.12.2022
		Side: 28 av 36
Skjerming:	Offentlig (O)	Klassifisering: INTERN
Jfr.:	N/A	

7.1.7.1 Snitt E

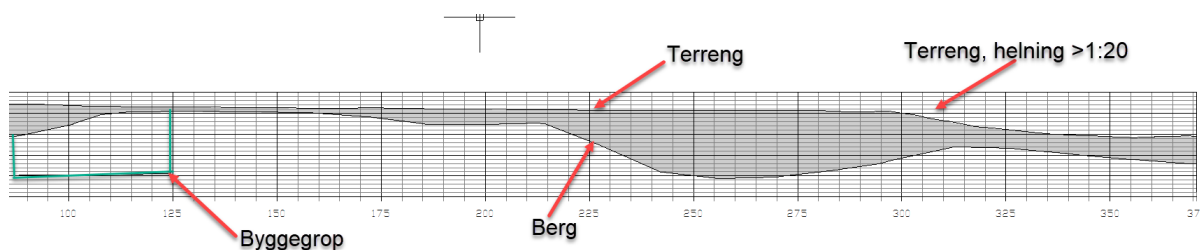
Vi har i dette snittet ikke noen prøveserie av det materialet som potensielt er kvikkleire/sprøbrudd, kun totalsonderinger. For å være konservativ forutsettes det derfor at vi har materialegenskaper som kan tilsvare retrogressivt skred, og det gjøres en videre vurdering av om mektigheten av kvikkleire/sprøbruddmaterialer er mer enn 40 % over kritisk glideflate. Basert på lagdeling fra totalsonderinger her ligger dette bløte laget minimum 5m under terreng i dette området, og mulig sprøbrudd er satt i en dybde ≥ 5 m, mulig sprøbrudd er rosa i Figur 7-14, mens det over mulig sprøbrudd lagt inn fyllmasser i beregningene. Fyllmasser er gult i figuren.

I Figur 7-14 er en grønn linje med helning 1:15 plassert 0,25*H under skråningsfot. Figuren viser at linjen ikke er innom sprøbruddmaterialet, b blir da null 0 og vi har et b/D forhold mindre enn 40%. Retrogressivt brudd er derfor ikke en aktuell skredmekanisme. Aktuell skredmekanisme vil være rotasjonsskred eller et flakskred. For et rotasjonsskred er empirisk løснеområde $< 5*H$ og utløpsområdet 0,5*lengden av løśnieområdet. Med en skråningshøyde på 5,8 m tilsvarer dette et løśnieområde på maksimalt 29 m og utløpsområde på 14,5 m. Flakskred er funnet å ha høyere sikkerhetsfaktor enn klassisk skjærsirkel, og er dermed ikke funnet å være kritisk skredmekanisme.



Figur 7-14 Snitt E, fyllmasser gult, mulig sprøbrudd rosa, og linje 1:15 er vist med grønn

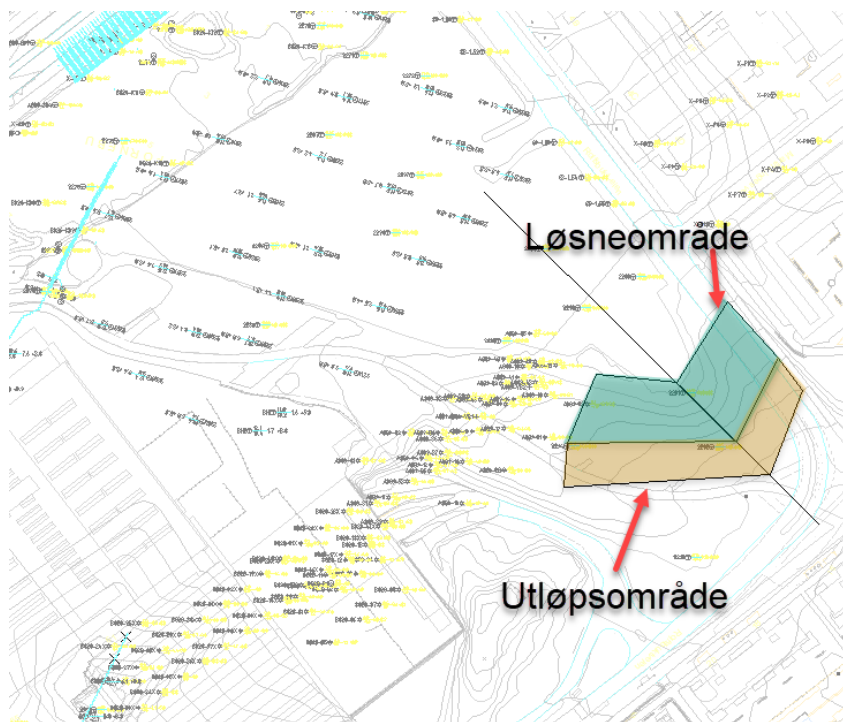
Den mulige kvikkleiren som er funnet her er avgrenset og har ikke noe forbindelse med planlagt byggegrop. Dersom man ser på bergforløpet i området så ser man at det er grunt til berg og kun fyllmasser i et område mellom den potensielle kvikkleiren og byggegroppen. Se Figur 7-15.



Figur 7-15 Snitt østre hjørne, løsmassemektighet er skissert med grått.

Oslo Kommune – Fornebuibanen		Dok. nr.: PF-P-721-RB-0002
Fornebu stasjon og base - Vurdering av områdestabilitet		Revisjon: 05G
		Dato: 15.12.2022
		Side: 29 av 36
Skjerming:	Offentlig (O)	Klassifisering: INTERN
Jfr.:	N/A	

Basert på vurdering av skredmekanismer tilhørende løснеområder sammen med terrenghelning i området, er det etablert en faresone med løсне- og utløpsområde. Denne er vist i Figur 7-16.



Figur 7-16 Faresone med løсне- og utløpsområde

7.1.8 Klassifisering av faresone

Faresonen klassifiseres med faregrad og konsekvens. Utløpsområdet får samme faregrad som løснеområdet. Konsekvens klassifiseres samlet for sonens løсне- og utløpsområde. Faregrad og konsekvens gir sonens risikoklasse. Metode beskrevet i NVE rapport 9/2020 [11] benyttes i klassifiseringen.

Faregraden for faresonen ved snitt E er evaluert på bakgrunn av tabell og anbefaling i NVE rapport 9/2020 [11]. Basert på klassifiseringen vil faresonen ved Koksa oppnå «**lav faregrad**», Tabell 7-2. Soner med lav faregrad vil, relativt sett, ha lav sannsynlighet for at skred vil inntreffe.

Oslo Kommune – Fornebuibanen		Dok. nr.: PF-P-721-RB-0002
Fornebu stasjon og base - Vurdering av områdestabilitet		Revisjon: 05G
		Dato: 15.12.2022
		Side: 30 av 36
Skjerming:	Offentlig (O)	Klassifisering: INTERN
Jfr.:	N/A	

Tabell 7-2: Faregradsklassifisering av faresone ved Kokså

Faktorer	Vekttall	Score	Poeng	Begrunnelse
Tidligere skredaktivitet	1	0	0	Ikke registrert noen skredhendelser
Skråningshøyde, meter	2	0	0	Skråningshøyde er mindre enn 15 m.
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	2	3	6	OCR <1,2 forutsatt. Lite/ingen dokumentasjon av OCR i aktuelt området.
Poretrykk. Overtrykk, kPa: Undertrykk, kPa:	3 -3	1	-3	Poretrykk i piezometer nærmest midten av skråning viser poretrykk tilsvarende grunnvannstand 4m under terreng. Dette gir et poreundertrykk på 20kPa sammenlignet med referanselinjen for hydrostatisk poretrykk 2 m under terreng.
Kvikkleiremektighet	2	3	6	Stor mektighet av sprøbruddmateriale sammenlignet med skråningshøyde, mektighet større enn 3m som er halve skråningshøyden.
Sensitivitet	1	3	3	Det er ikke målt sensitivitet i aktuelt område, denne settes derfor konservativt til høyeste verdi
Erosjon	3	0	0	Ingen vassdrag
Inngrep: Forverring Forbedring	3 -3	0	0	Mye menneskelige inngrep i form av veier planering av flyplass, etablering av grøntdrag. Usikkert om positivt eller negativt, setter lik 0.
Sum			12	
% av maksimal poengsum			23,5	
Faregrad			Lav	

Skadekonsekvensklasse vurderes ut fra fare for at liv kan gå tapt, skade på mennesker, økonomiske og verdiforringelse, samt fare for at viktige samfunnsmessige funksjoner skal stoppe opp. På bakgrunn av evalueringen som er utført for Kokså havner faresonen i konsekvensklasse «**mindre alvorlig**», Tabell 7-3.

Oslo Kommune – Fornebuibanen		Dok. nr.: PF-P-721-RB-0002
Fornebu stasjon og base - Vurdering av områdestabilitet		Revisjon: 05G
		Dato: 15.12.2022
		Side: 31 av 36
Skjerming:	Offentlig (O)	Klassifisering: INTERN
Jfr.:	N/A	

Tabell 7-3: Evaluering av skadekonsekvens for Koksa

Faktorer	Vekttall	Konsekvens, score	Poeng	Begrunnelse
Boligheter, antall	4	0	0	Det er ingen boliger innenfor faresonen
Næringsbygg, personer	3	0	0	Det er ingen næringsbygg innenfor faresonen
Annen bebyggelse, verdi	1	0	0	Det er ingen andre bygg innenfor faresonen
Vei, ÅDT	2	2	4	ÅDT Rolfsbuktveien fra vegkart.no er i dette området 1200
Toglinje, bruk	2	0	0	Ingen toglinjer
Kraftnett	1	1	1	Lagt inn tilsvarende distribusjon kraftverk, men dette er usikkert.
Oppdemming og flodbølge	2	0	0	Ingen vassdrag i området
Sum poeng			5	
% av maksimal poengsum			11,1%	
Konsekvensklasse			Mindre alvorlig	

Risikoklasse defineres fra evalueringen av skadekonsekvens og faregrad, Risiko=skadekonsekvens x faregrad. Det er verdien for % av maksimal poengverdi som benyttes. For Koksa gir dette:

$$\text{Risiko} = 11,1 \times 23,5 = 261$$

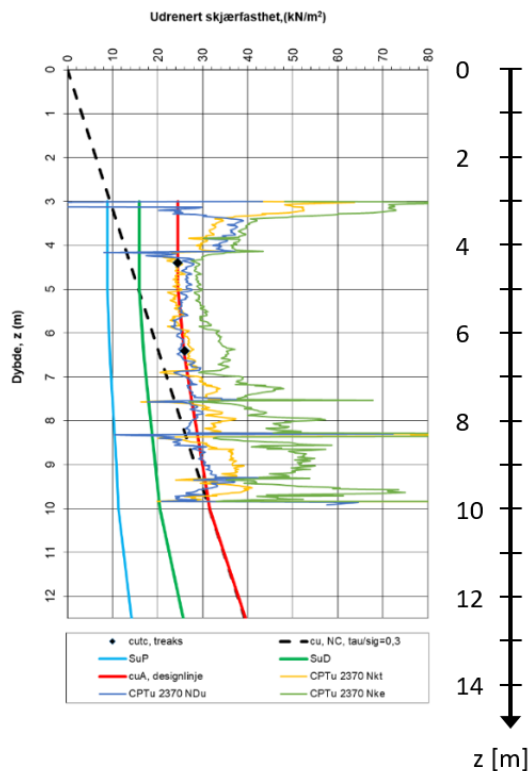
Dette gir at faresone ved snitt E havner i «**risikoklasse 2**».

7.1.9 Stabilitetsberegninger

7.1.9.1 Dimensjonerende jordparametere og beregningsforutsetninger

Det er fyllmasser over leire/kvikkleire på området. Det er basert på totalsonderinger i området tolket at det er friksjonsmasser i de øvre 5 m. Jordparameterne benyttet i stabilitetsberegninger tilsvarer friksjonsmasser i øvre 5 m og for sprøbruddsmateriale er jordparametere tilsvarende bløt leire i vedlegg C i geoteknisk fagrapport [10] benyttet. Parameterne for bløt leire er tolket basert på prøveserier på tomten som inneholder kvikkleire. Skjærstyrkeprofilen som er brukt er vist under.

Oslo Kommune – Fornebuibanen		Dok. nr.: PF-P-721-RB-0002
Fornebu stasjon og base - Vurdering av områdestabilitet		Revisjon: 05G
		Dato: 15.12.2022
		Side: 32 av 36
Skjerming:	Offentlig (O)	Klassifisering: INTERN
Jfr.:	N/A	



Figur 7-17 Jordprofil benyttet i stabilitetsanalyse

Anisotropiforholdet er antatt basert på anbefalinger fra NIFS-rapporten [12]. Rutineforsøk viser at plastisitetsindeksen i leira stort sett ligger mellom 10 og 15%. Fra NIFS-rapporten kan en anta at:

$$s_{u,D}/s_{u,C}=0,65$$

$$s_{u,E}/s_{u,C}=0,36$$

Det er lite data tilgjengelig for å tolke drenerte parametere. Tabell 2-21 i Statens vegvesens håndbok V220 [13] er derfor benyttet for å velge verdier. Dimensjonerende verdier for de forskjellige lagene er presentert i Tabell 7-4.

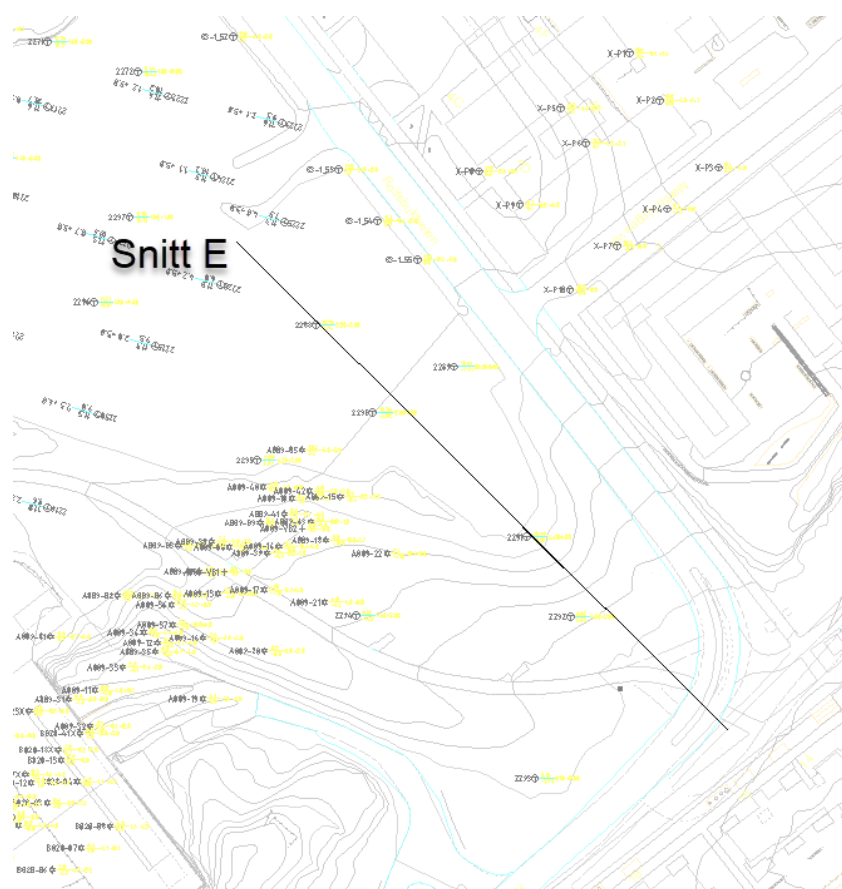
Tabell 7-4 Design parametere drenerte beregninger

Lag	Tyngdetetthet γ [kN/m ³]	Friksjonsvinkel, ϕ [°]	Kohesjon, c [kPa]
Fyllmasser, øvre 5m	19	35	0
Sprøbrudd/kvikkleire (under 5 m dybde)	19	20	0

Basert på vurderinger tidligere i rapporten er det kun for snitt E at stabilitetsberegninger er utført. Beregningsnittet er lagt der skråningen er brattest, nøyaktig plassering av beregningsnittet er vist i

Oslo Kommune – Fornebuibanen		Dok. nr.: PF-P-721-RB-0002
Fornebu stasjon og base - Vurdering av områdestabilitet		Revisjon: 05G
		Dato: 15.12.2022
		Side: 33 av 36
Skjerming:	Offentlig (O)	Klassifisering: INTERN
Jfr.:	N/A	

Figur 7-7. Grunnvannet er lagt ca. 3-4 m under terreng, basert på piezometere i området. Det er benyttet en last for å simulere potensielle laster fra riggområdet. Det er på riggplaner plassert et renseanlegg/sedimenteringsbasseng, det er derfor lagt på en dimensjonerende last på 30 kPa for å ta høyde for dette. 30kPa tilsvarer ca 2,3m vannfylt beholder inkludert lastfaktor på 1,3. Denne lasten er påført 4 m fra skråningstopp, som er ansett å være konservativt i forhold til faktisk plassering av anlegget i dette snittet. Foran renseanlegget er det lagt på en generell karakteristisk trafikklast på 15kPa med lastfaktor 1,3, for å ta høyde for at det kan kjøres på platået her.



Figur 7-18 Nøyaktig plassering av beregningsnitt

7.1.9.2 Udrenerte beregninger

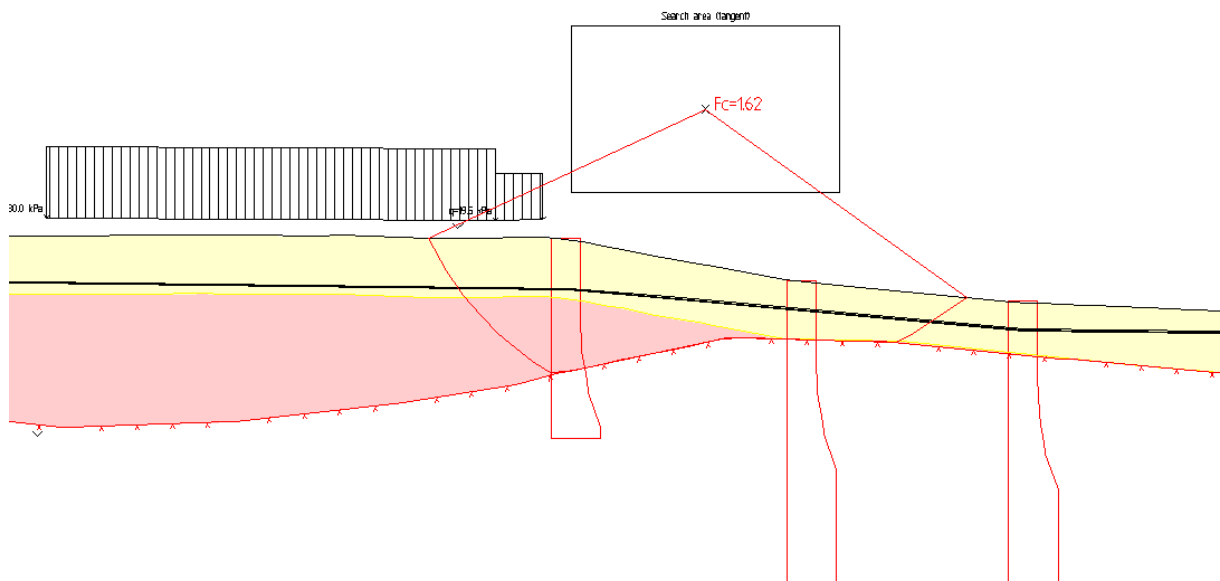
Nødvendig sikkerhetsfaktor for områdestabilitet er avhengig av om man forbedrer eller forverrer stabiliteten, ved forverring vil kravet være $F \geq 1,61$ i henhold til NVEs veiledning [1]. Det er ikke planlagt inngrep i terreng akkurat her, men det kan være mulighet for økte laster pga. sedimentbasseng/reanseanlegg, og krav til sikkerhetsfaktor på 1,61 er ansett gyldig. I henhold til Sporveiens teknisk regelverk og Design Basis [14] vil nødvendig sikkerhet for lokalstabilitet være 1,6 for sprøbruddsmaterialet.

Beregningsnittet er vist i Figur 7-19.

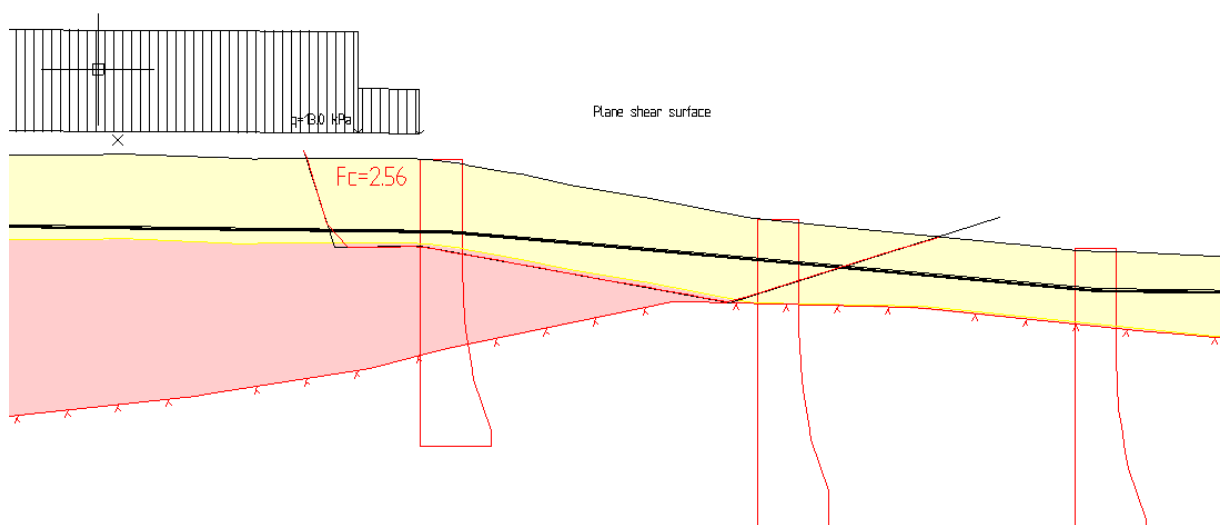
Oslo Kommune – Fornebubanen		Dok. nr.: PF-P-721-RB-0002
Fornebu stasjon og base - Vurdering av områdestabilitet		Revisjon: 05G
		Dato: 15.12.2022
		Side: 34 av 36
Skjerming:	Offentlig (O)	Klassifisering: INTERN
Jfr.:	N/A	

Oppnådd sikkerhetsfaktor for kritisk glidesirkel i dette snittet er 1,62, og sikkerheten er dermed innenfor kravet til både områdestabilitet og lokalstabilitet.

Det er også gjort en sjekk for flakskred/sammensatt glideflate. Det er iterert for å finne flate med dårligst sikkerhet. Minste sikkerhetsfaktor som er funnet her er SF=2,58, se Figur 7-20



Figur 7-19 Beregningssnitt med kritisk glidesirkel.



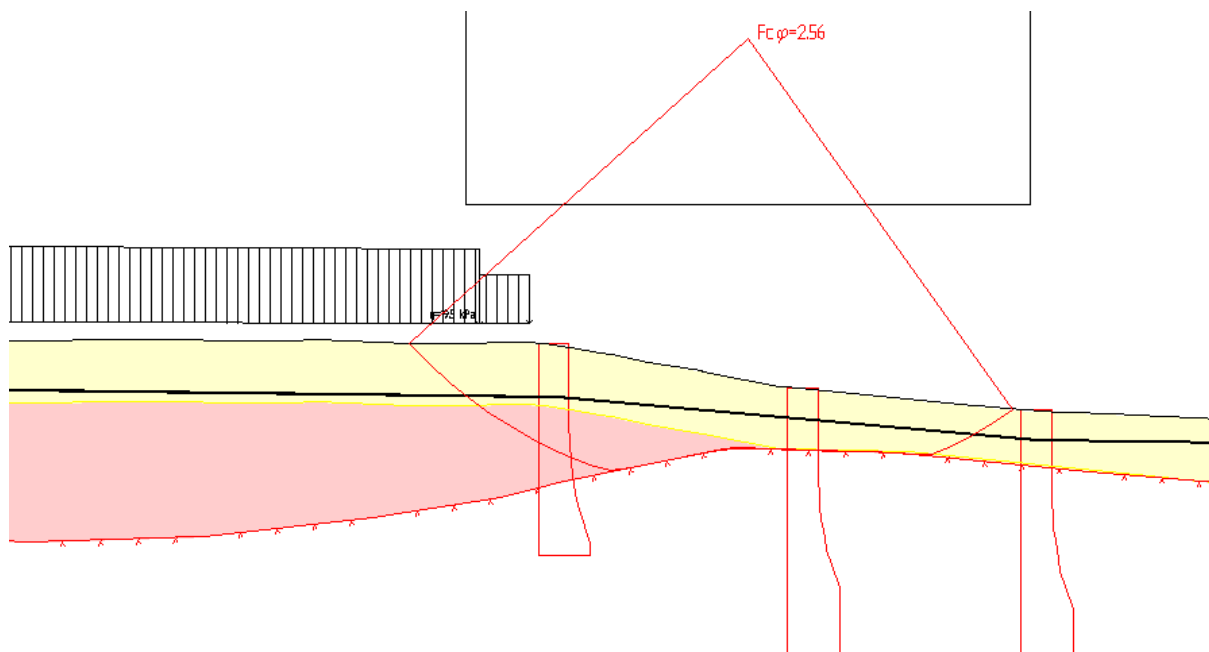
Figur 7-20 Beregningssnitt med sammensatt skjærflate/flakskred

Oslo Kommune – Fornebuibanen		Dok. nr.: PF-P-721-RB-0002
Fornebu stasjon og base - Vurdering av områdestabilitet		Revisjon: 05G
		Dato: 15.12.2022
		Side: 35 av 36
Skjerming:	Offentlig (O)	Klassifisering: INTERN
Jfr.:	N/A	

7.1.9.3 Drenerte beregninger

Det er også kjørt drenerte beregninger. Laveste sikkerhetsfaktor som er funnet er $SF=2,56$, se Figur 7-21. Krav til langtidssikkerhetsfaktor, altså drenert sikkerhetsfaktor er iht. [1] $F_{c\phi} \geq 1,25$.

Sikkerhetsfaktoren er dermed funnet å være tilstrekkelig også i drenerte analyser.



Figur 7-21 Beregningssnitt og sikkerhetsfaktor drenerte beregninger

7.1.10 Konklusjon

Det er funnet en potensiell faresone på området. Det er ikke utført prøveserier i dette området, og faresonen er derfor basert utelukkende på totalsonderinger. Faresonen er funnet å ha lav faregrad og mindre alvorlig skadekonsekvens.

Stabilitetsberegninger viser at sikkerhetsfaktoren i faresonen er tilstrekkelig, også med last fra renseanlegg og trafikklast på plataet. Dersom det utføres supplerende grunnundersøkelser i dette området på et senere tidspunkt som potensielt bekrefter at det ikke er sprøbrudd i området vil faresonen i så fall kunne utgå.

Området rundt er generelt flatt, men det er terreng med helning brattere enn 1:20 på sørsiden og vestsiden av området. I disse områdene er det berg i dagen og det er ikke ansett å være noen potensielle løснеområder her. Det er dermed ikke funnet noen potensielle løснеområder i omkringliggende terreng som gjør at tomten kan ligge i et utløpsområde.

8. VIKTIGE OG KRITISKE MOMENTER

Det forutsettes at lokalstabiliteten under byggefasen er ivaretatt. Lokalstabilitet er beskrevet i Geoteknisk fagrapport geoteknikk basen ref. [10].

Oslo Kommune – Fornebubanen		Dok. nr.: PF-P-721-RB-0002
Fornebu stasjon og base - Vurdering av områdestabilitet		Revisjon: 05G
		Dato: 15.12.2022
		Side: 36 av 36
Skjerming:	Offentlig (O)	Klassifisering: INTERN
Jfr.:	N/A	

9. REFERANSER

- [1] Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE), «Sikkerhet mot kvikkleireskred (Veileder nr. 1/2019),» 2019.
- [2] Oslo Kommune Fornebubanen, «Fagrapport - Byggegroper bergstasjoner, Dok. nr: Pf-U-070-RB-0004, Vedlegg 1 (Prosjekteringsforutsetninger)».
- [3] Direktoratet for byggkvalitet, «TEK 17 Byggeteknisk forskrift, Kap.7 Sikkerhet mot naturpåkjenninger [Web: www.dibk.no],» 2017.
- [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-0013 Fornebubanen, Geoteknisk Datarapport Del 3, Fornebuporten - Fornebu base».
- [8] NVE Atlas, «NVE atlas,» [Internett]. Available: atlas.nve.no. [Funnet 01 November 2022].
- [9] NVE, «NVEs temakart, [atlas.nve.no],» 2021.
- [10] PGF, «PF-P-721-RB-0001 Geoteknisk fagrapport - Byggegropp Fornebu Base».
- [11] NVE, «Oversiktskartlegging og klassifisering av faregrad, konsekvens og risiko for kvikkleireskred, ekstern rapport 9/2020».
- [12] NIFS, «En omforent anbefaling for bruk av anisotropifaktorer i prosjektering i norske leirer, rapport 14/2014».
- [13] Statens Vegvesen, «Geoteknikk i vegbygging - Håndbok V220.,» Vegdirektoratet, 2018.
- [14] PGF, «PF-U-721-EC-0001, Design Basis - Prosjektering av byggegrop,» 2020.
- [15] Kartverket, «Høydedata [web: hoydedata.no],» 2022.