

9. juli 2025

22599 versjon 2

Distribusjon

Fredensborg Bolig AS
(kontaktperson: Olli V. Antonsson)

Laget av
NAD/ALG

Godkjent
GØB

Prosjekt

Blakerveien 3 og 9 – Lillestrøm kommune

Geoteknisk vurdering – arealplanlegging/regulering av området

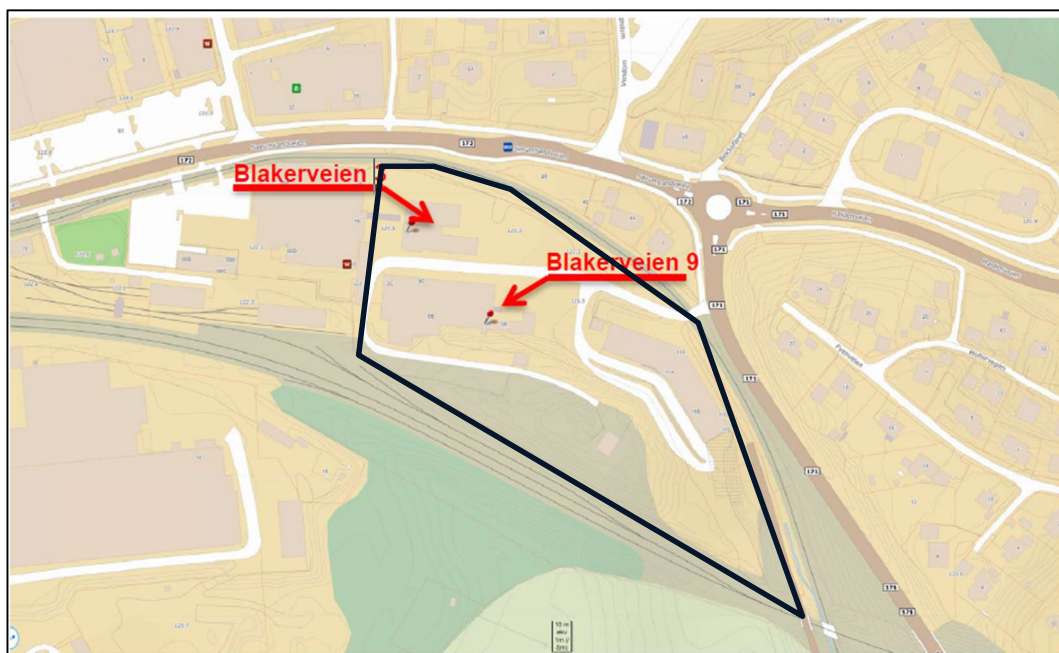
1**Generell innledning**

VSO Consulting AS har på oppdrag for Fredensborg Bolig AS laget et geoteknisk notat som beskriver antatt grunnforhold og utredning av områdeskredfaren iht. NVEs veileder 1/2019 Sikkerhet mot kvikkleireskred på Blakerveien 3 og Blakerveien 9 i Lillestrøm kommune (se kart på bilde 1.1).

Notatet er utført i forbindelse med arealplanlegging/regulering av området. Opprinnelig versjon av dette notat ble utgitt 02.10.2022. Det er nå revidert iht. manglebrev fra kommunen datert 12.06.2025 hvor det etterspøres at Den geotekniske rapporten må revideres slik at fremgangsmåten blir tydeligere. Endringene fremkommer i kap. 4.2 av denne notat. VSO har ikke brukt kommunes mal ettersom malen fantes ikke ved oppstart. Uansett inneholde denne rapport alt malen krever, og det er utarbeidet iht. NVE veileder.

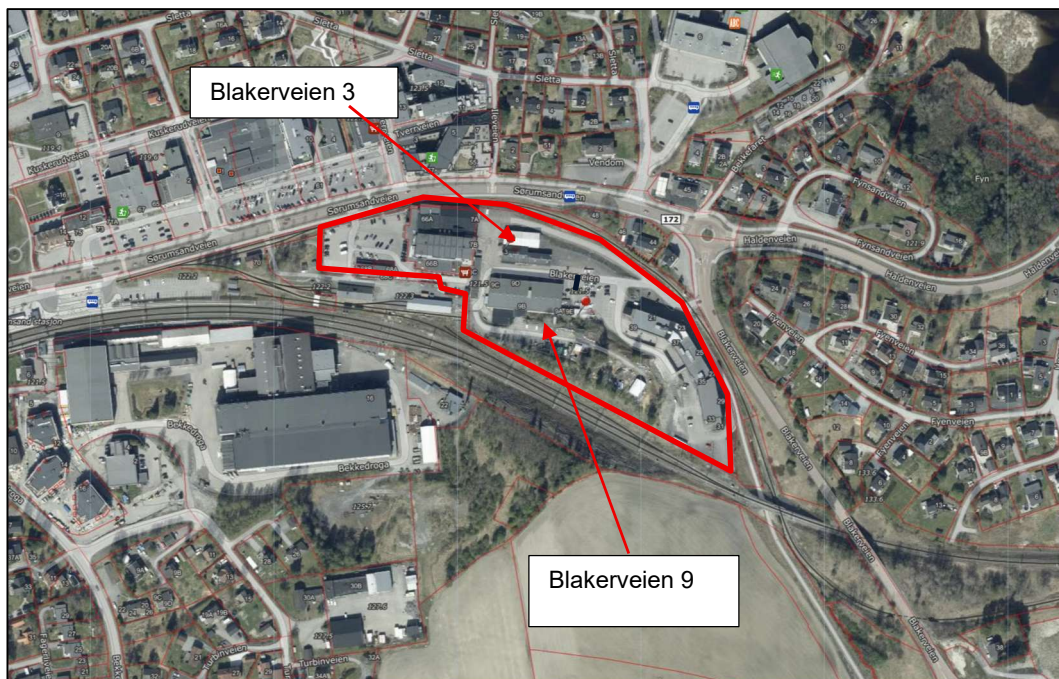
Flyfoto av tiltaksområdet er vist på bilde 1.2.

Dette utarbeidede geotekniske notatet oppsummerer og beskriver antatt grunnforhold i tiltaksområdet med hensyn til planlagt tiltak.



Bilde 1.1

Oversiktskart av tiltaksområdet; Blakerveien 3 og 9. Kilde: www.kart.finn.no



Bilde 1.2 Flyfoto av tiltaksområdet. Kilde: www.kart.finn.no

Landskapsplan med planlagt bebyggelse er vist på bilde 1.3



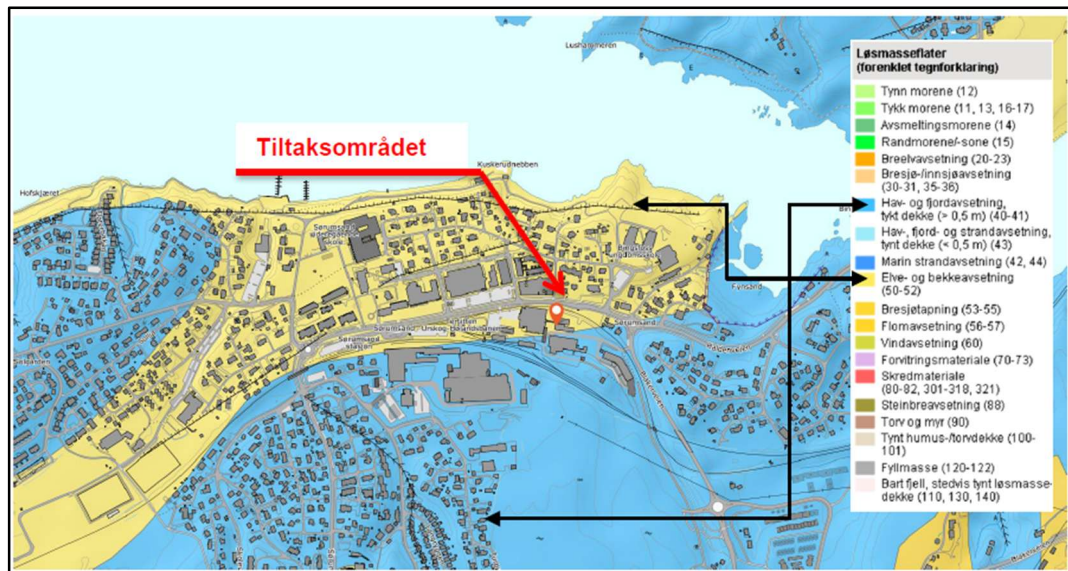
Bilde 1.3 Landskapsplan av planlagt tiltak. Kilde: Oppdragsgiver

1.1 Sammen drag av tilgjengelig informasjon

Tilgjengelig informasjon fra forskjellige kilder er oppsummert i følgende kapitler.

1.1.1 Løsmassedatabase

Etter gjennomgang av informasjon fra Nasjonal løsmassedatabase¹ (bilde 1.4) tyder det på at det er registrert hav- og fjordavsetninger samt elveavsetninger i tiltaksområdet.

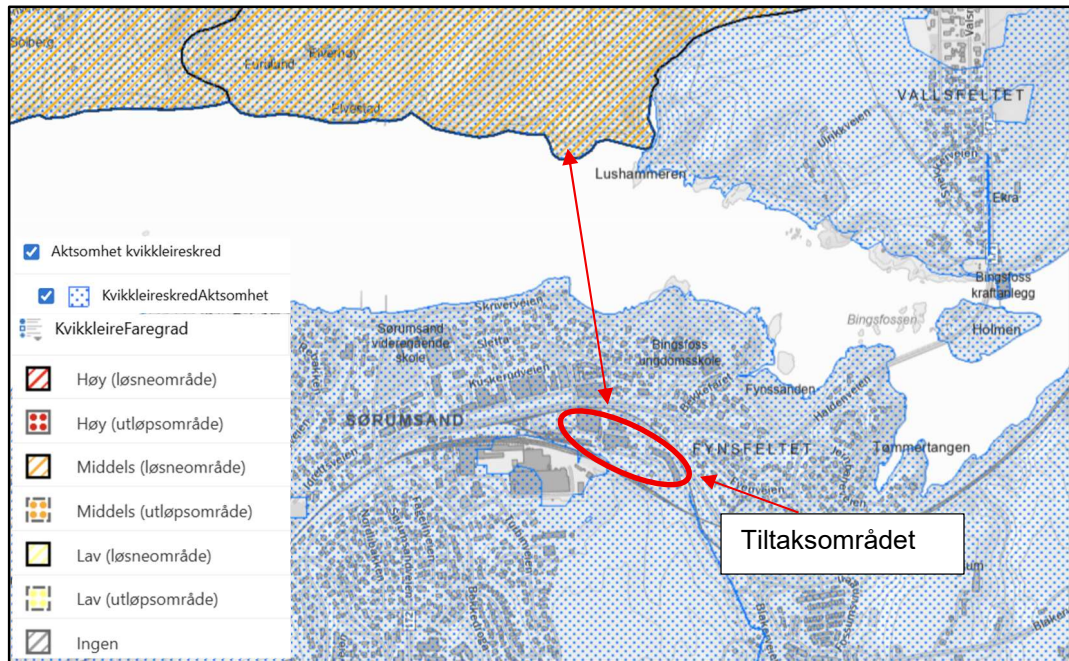


Bilde 1.4 Kart som viser registrerte løsmasser i området; hav- og fjordavsetninger samt elveavsetninger. Kilde: https://geo.ngu.no/kart/losmasse_mobil/

1.1.2 Informasjon fra NVE

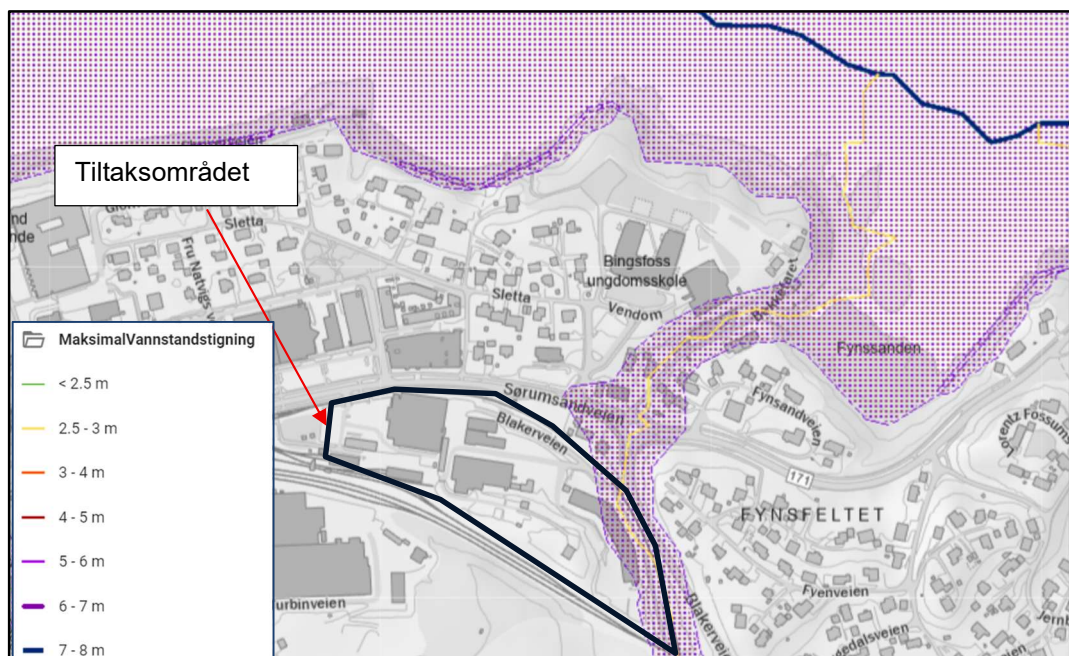
Kartgrunnlaget fra Norges vassdrags- og energidirektorat, i samarbeid med Norges geologiske undersøkelse, www.skrednett.no (bilde 1.5) viser at tiltaksområdet ligger under marin grense og innenfor aktsomhetsområde for kvikkleireskred, men utenfor registrert faresoner. Det nærmeste registrert kvikkleireområdet ligger ca. 650 m nord for tiltaksområdet.

¹ <http://geo.ngu.no/kart/losmasse/>



Bilde 1.5 Kart fra skrednett.no, som viser at tiltaksområdet ligger innenfor marin grense innenfor aktsomhetsområde for kvikkleireskred, men utenfor kartlagte kvikkleireområder. Kilde: <https://atlas.nve.no/Html5Viewer/index.html?viewer=nveatlas#>

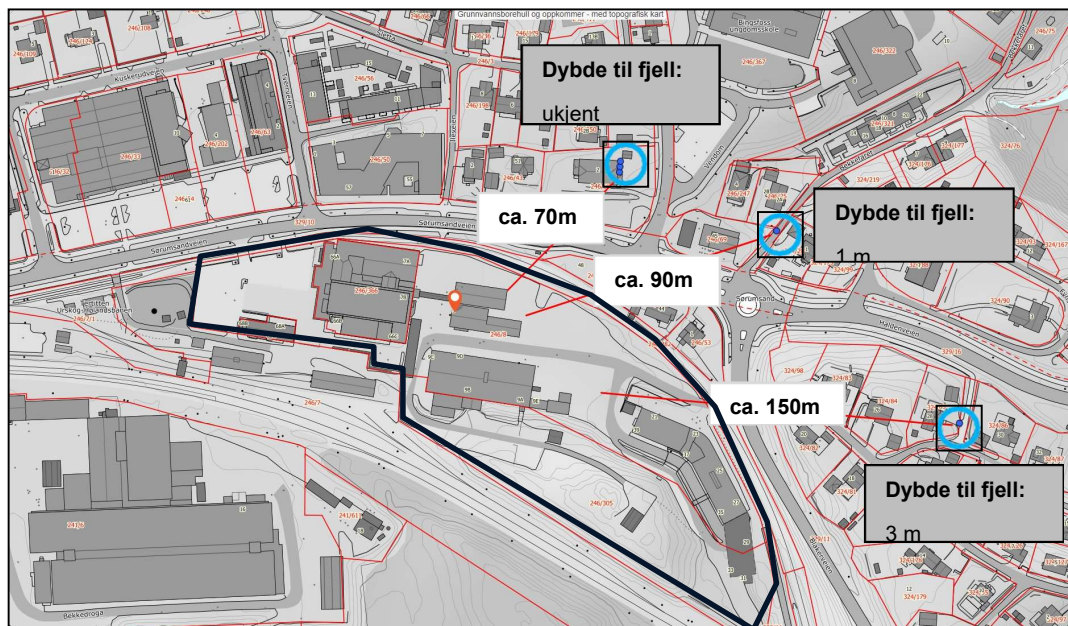
Kart fra NVE, bilde 1.6, viser at tiltaksområdet ligger delvis innenfor kartlagte aktsomhetsområder for flom, men selve plassering av bygninger ligger ca. 70-100 m fra aktsomhetsområdet.



Bilde 1.6 Kart som viser at tiltaksområdet ligger ca. 70-100 m vest fra registrerte tsomhetsområder for flom. <https://atlas.nve.no/Html5Viewer/index.html?viewer=nveatlas#>

1.1.3 Grunnvannsdatabase, GRANADA

Bilde 1.7 viser at det finnes grunnvannsborehull som ligger mellom 70 til 150 m nordøst til sørøst fra tiltaksområdet med dybde til fjell på 1 og 3 m.



Bilde 1.7 Kart som viser informasjon og plasseringene av grunnvannsborehullene.
Kilde: <http://geo.ngu.no/kart/granada/>

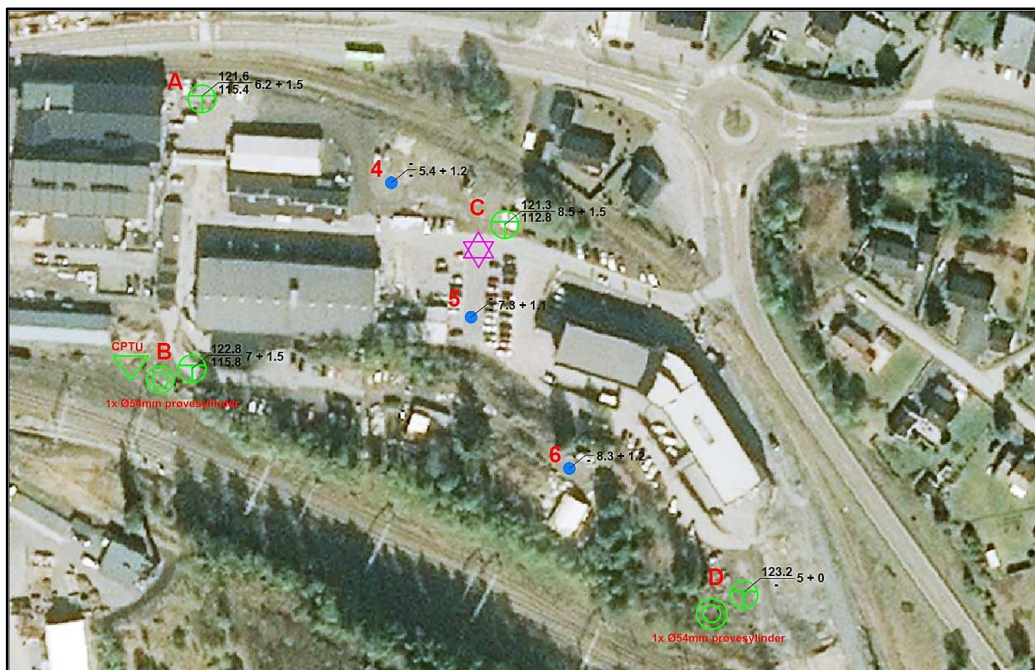
1.1.4 Tidligere undersøkelser i området, NADAG

Tidligere undersøkelse har blitt utført i tiltaksområdet, se følgende referanser;

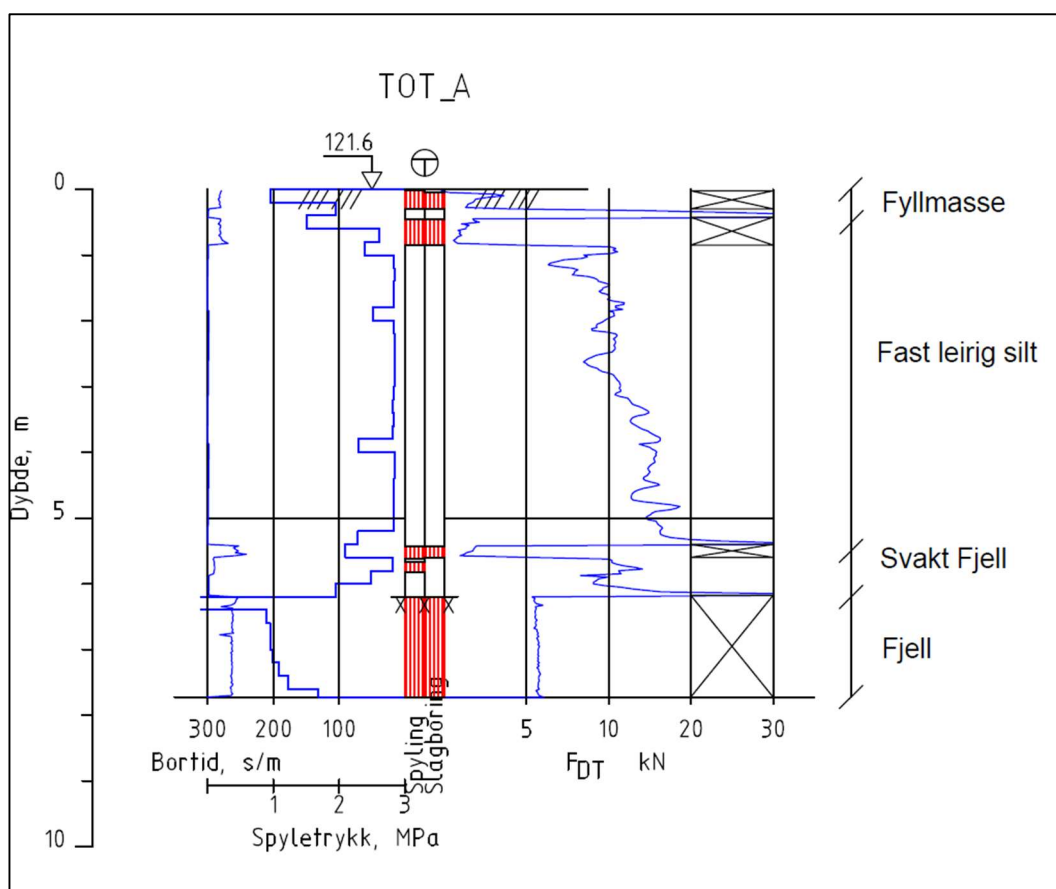
- [1] *Blakerveien 3 og 9, Sørums kommun. Geoteknisk undersøkelsesrapport. Utarbeidet av VSO Consulting AS, 17. oktober 2019.*
- [2] *Sørumsand Park, Grunnundersøkelser – datarapport. Utarbeidet av Multiconsult, 18. september 2007.*
- [3] *Cowi AS. Områdeplan Orderudjordet, Sørums kommun. Geoteknisk rapport. 16440 nr. 1. [1] Utarbeidet av Løvlien Georåd, 13. mars 2017.*

I referanse [1] ble det utført geotekniske grunnundersøkelser i tiltaksområdet (Blakerveien 3 og 9) ifm. arealplanlegging/regulering av området (se borplan på bilde 1.8). Jordprofilet består hovedsakelig av tørrskorpeleire og siltig leire ned til fjell, se totalsonderinger på bilde 1.9 - 1.12. Fjell ble truffet ved fire av fem boringer på 5,5-7 m dybde.

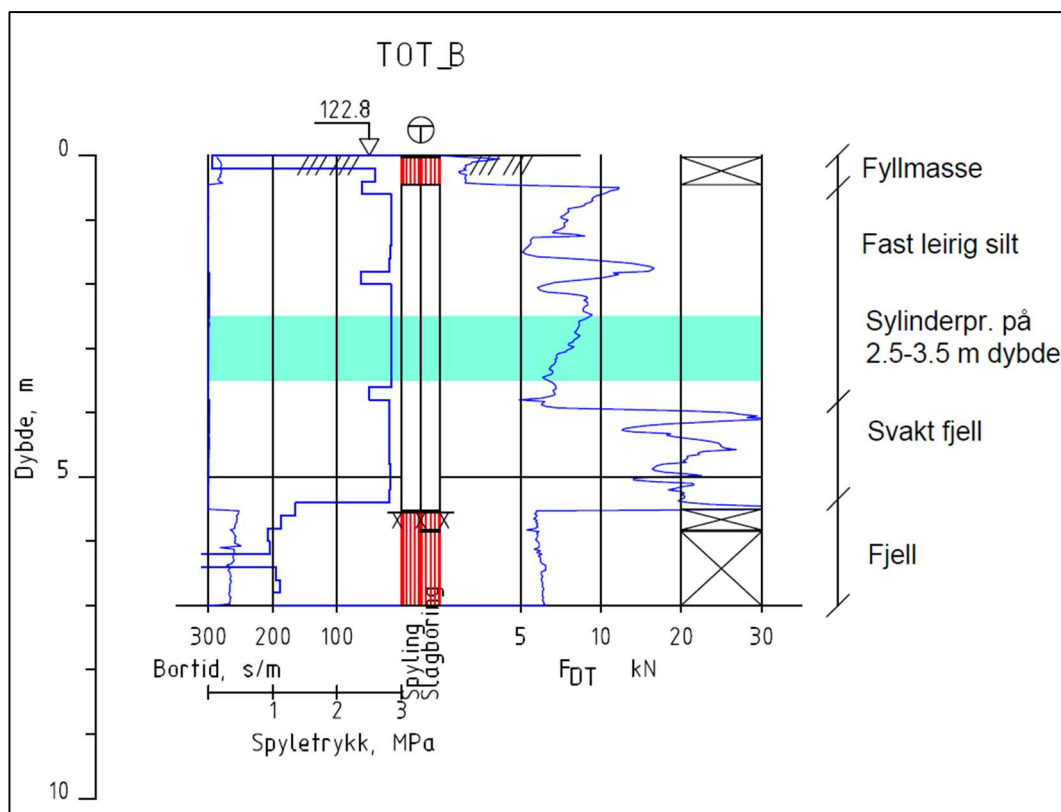
Ifølge referanse [2] er terrenget kupert med et høydedrag mot eiendomsgrense i sør. Løsmassene i området består øverst av asfalt/bærelag for veier og plasser. Under dette er det tørrskorpeleire og siltig leire til fjell. På diskutert tomt ble fjell truffet på 5,4-8,3 m dybde. Grunnvann ble ikke registrert. Bilde 1.13 viser plasseringene av borpunkter i tiltaksområdet, og bilde 1.14-1.16 viser borprofiler fra undersøkelsene, borpunkter 4, 5 og 6 er mest aktuelle for området som vurderes i denne rapporten.



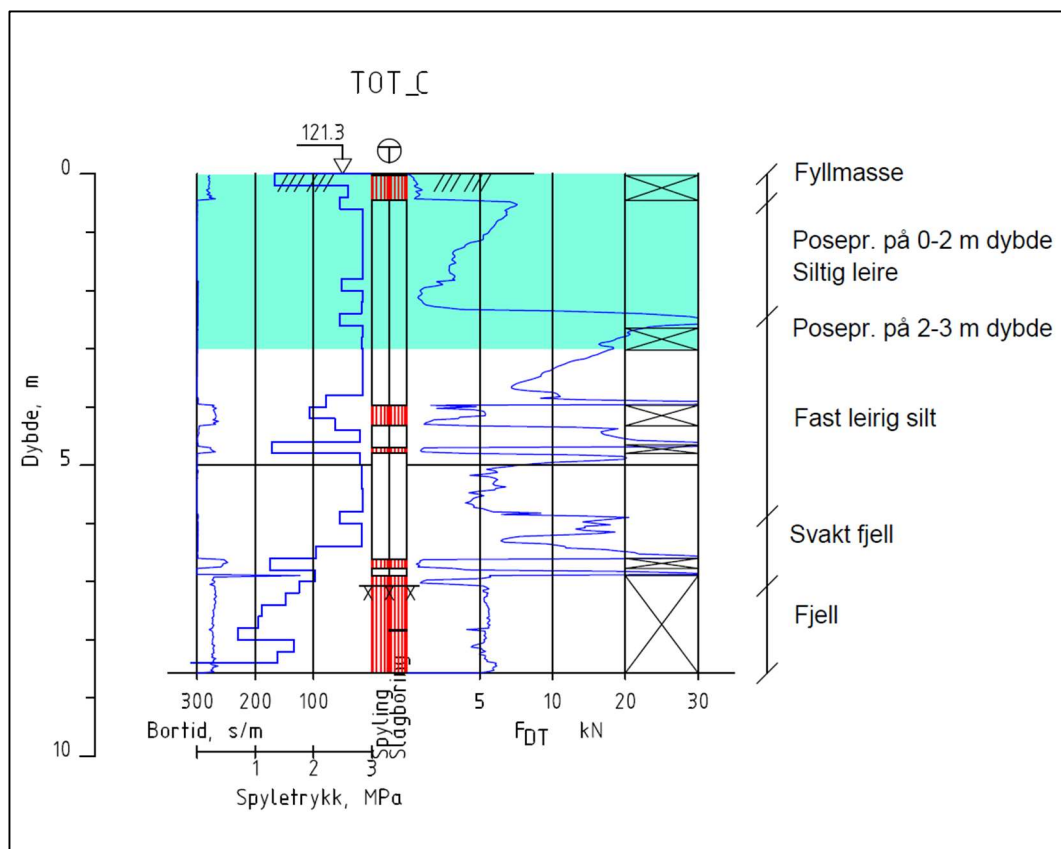
Bilde 1.8 Borplan med borpunkter A-D fra [1] og bp 4-6 fra [2]. Kilde: referanse [1]



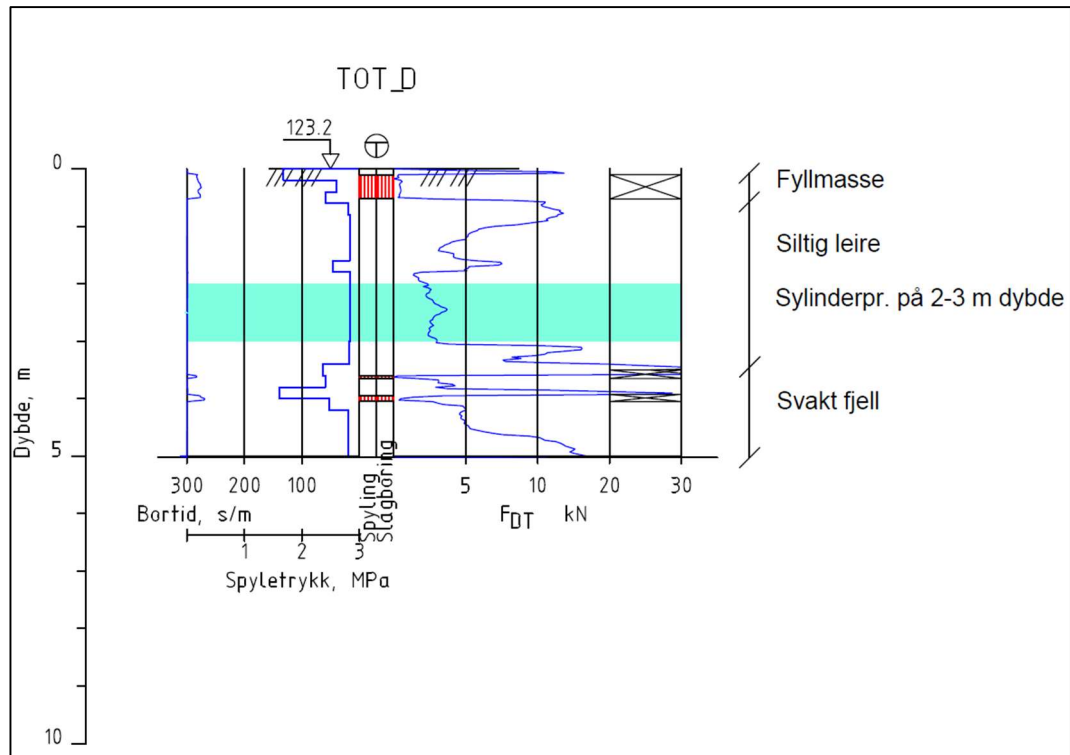
Bilde 1.9 Totalsondering A. Kilde: referanse [1].



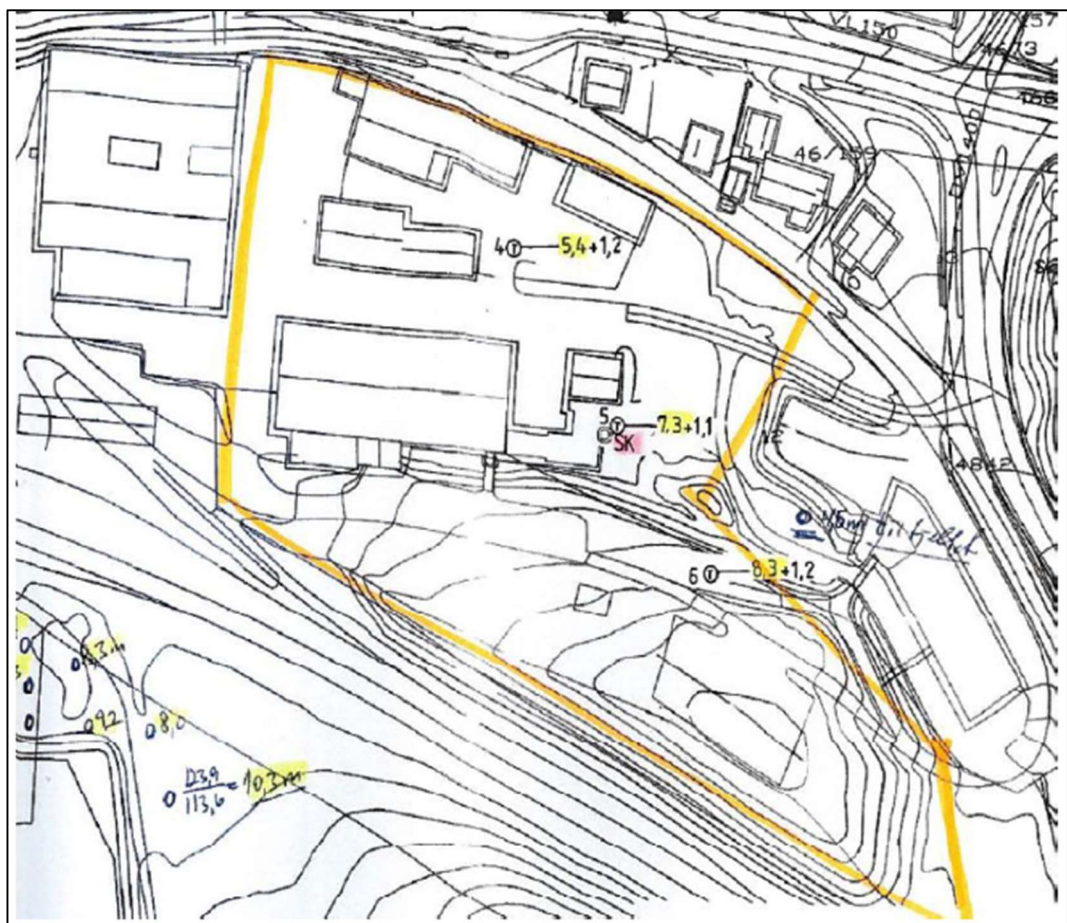
Bilde 1.10 Totalsondering B. Kilde: referanse [1].



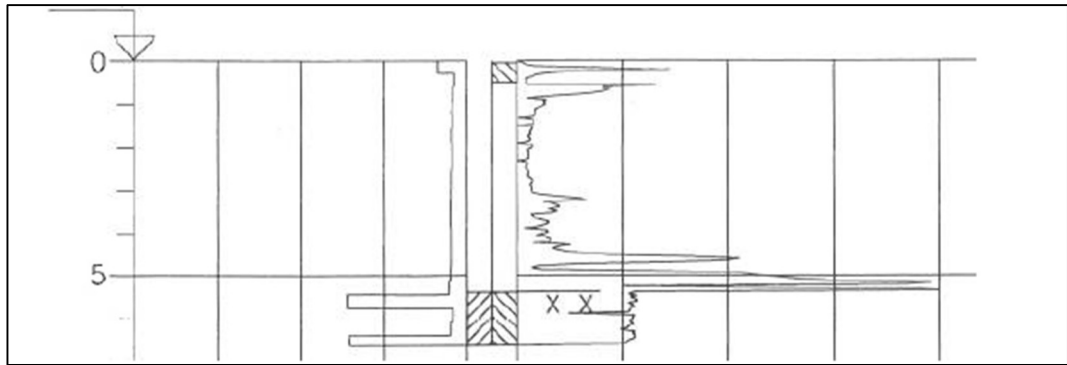
Bilde 1.11 Totalsondering C. Kilde: referanse [1].



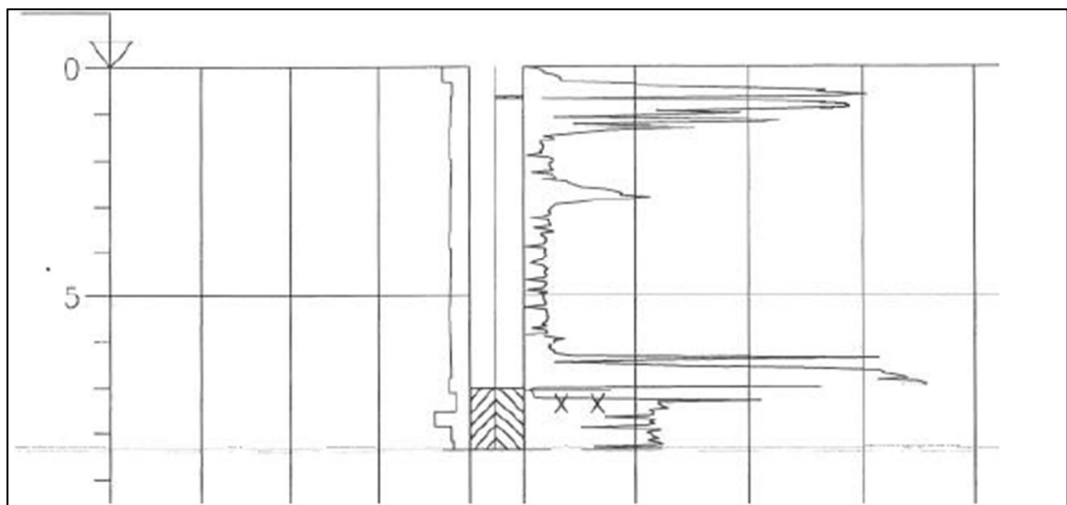
Bilde 1.12 Totalsondering D. Kilde: referanse [1].



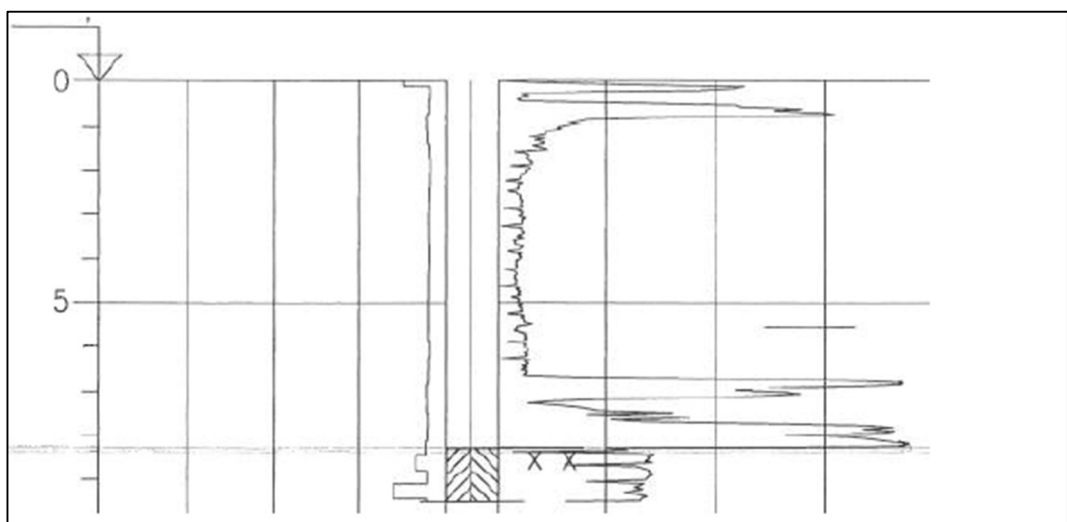
Bilde 1.13 Borplan med utførte undersøkelser. Kilde: referanse [2].



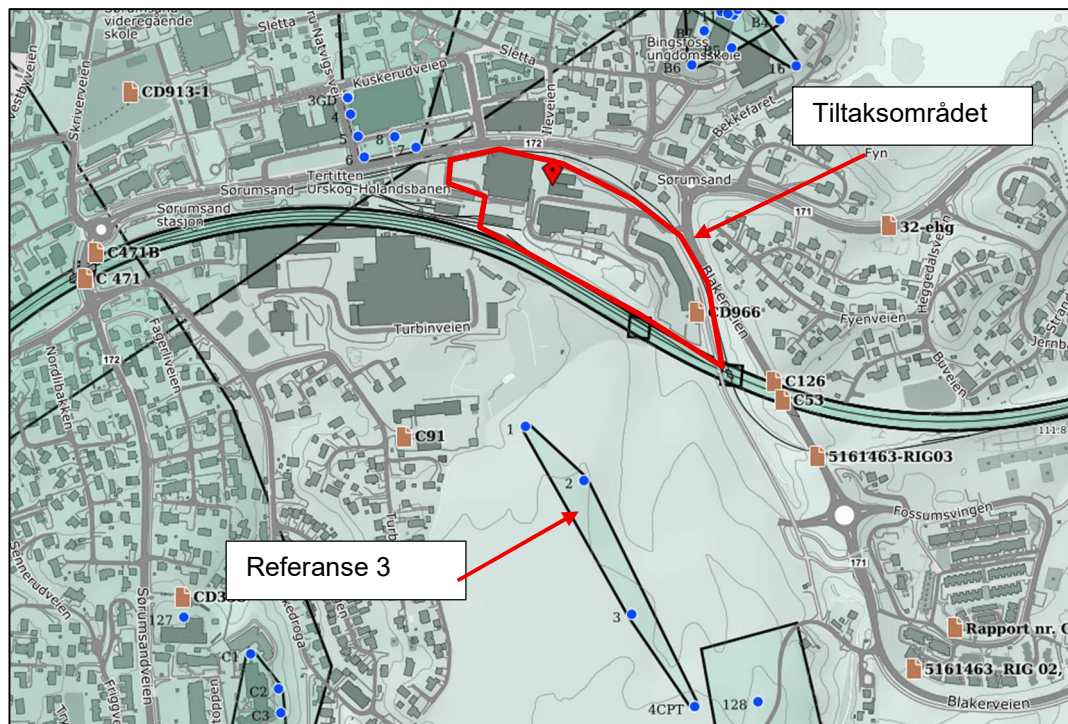
Bilde 1.14 Borpunkt 4. Siltig leire. Fjell truffet på 5,5 m dybde. Kilde: referanse [2].



Bilde 1.15 Borpunkt 4. Fyllmasse, siltig leire. Fjell truffet på 7m dybde. Kilde: referanse [2].

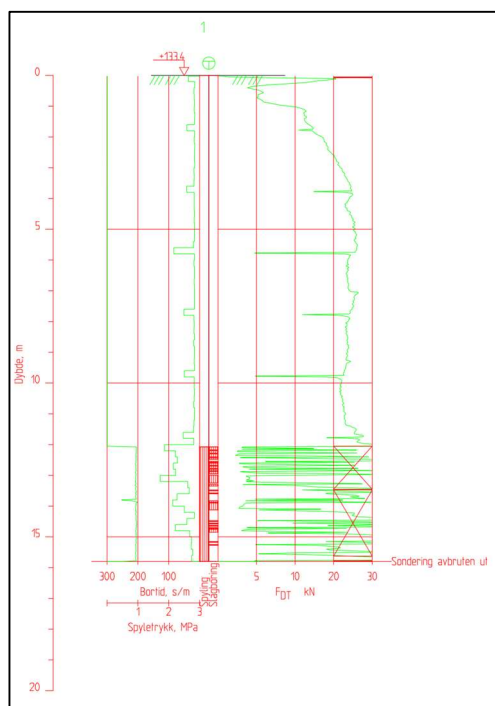


Bilde 1.16 Borpunkt 4. Fyllmasse, leire og morene. Fjell truffet på 8,2m dybde. Kilde: referanse [2].

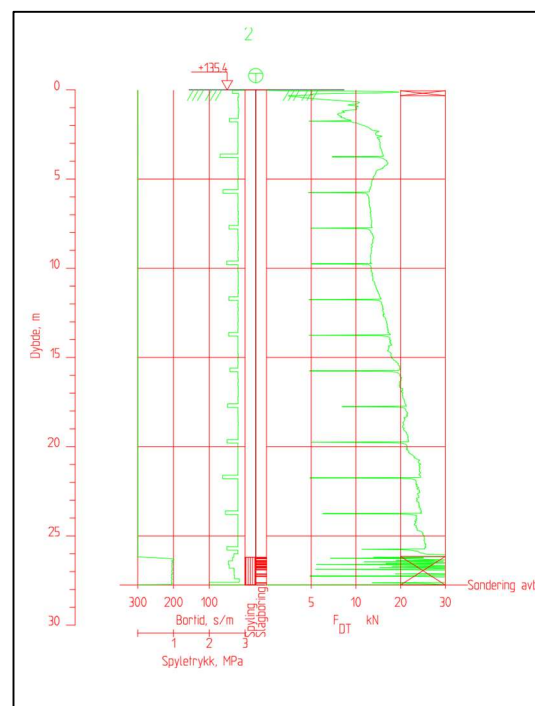


Bilde 1.17 Utklipp fra NADAG som viser utført undersøkelser i referanse 3. Kilde: [NADAG - Nasjonal database for grunnundersøkelser](#)

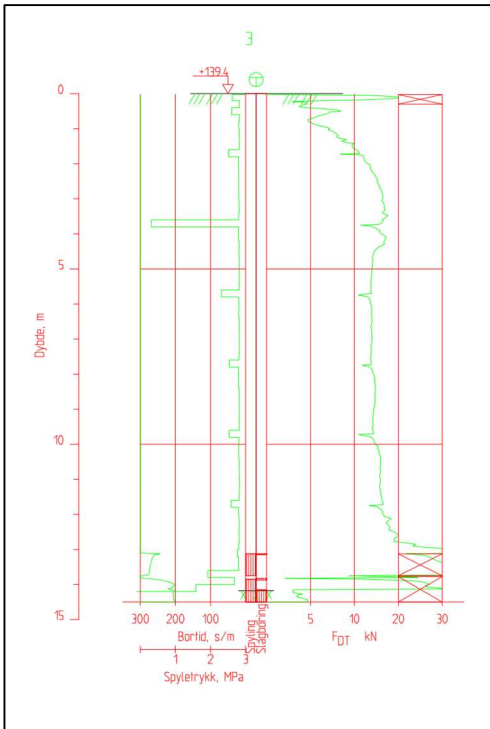
Undersøkelsene i referanse [3] er utførte i et område sør for tiltaksområdet hvor terrenget stiger opp med svært slak helning. Stigning i terrenget betyr at tiltaksområdet kan være innenfor mulig utløpsområdet for skred fra denne skråningen. Undersøkelsene derfor vurderes som nødvendig i en vurdering av områdeskredfare for tiltaksområdet. Undersøkelsene omfatter 4 stk. totalsonderinger og 1 stk. CPTu sondering. Løsmassene består av fast leire, stedvis over morene masser ned til fjell. Fjell er påtruffet på mellom ca. 14 og 18 m i to punkter. I de andre punkter er fjell ikke påtruffet ved boring inntil ca. 28 m. Udrenert aktiv skjærstryke er målt på 70 – 100 kPa ved CPTu sondering i punkt 4. Det er indikasjoner av sprøbruddmateriale i punkt 1, men ikke de andre punktene.



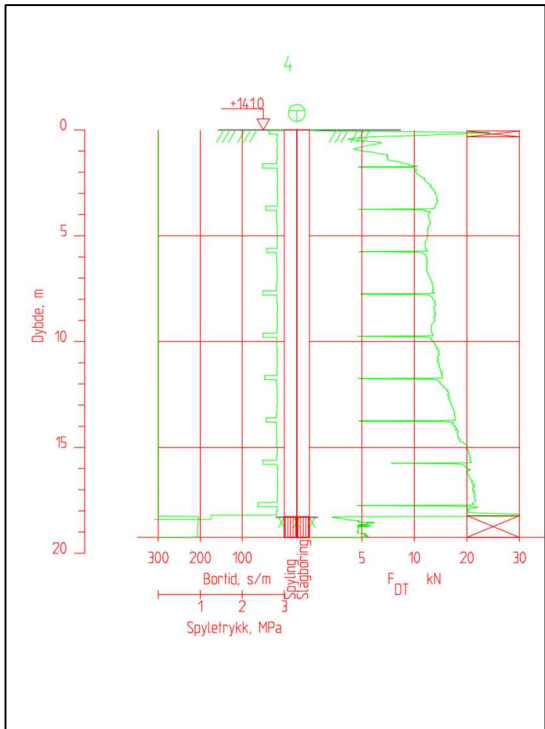
Bilde 1.18 Totalsondering, punkt 1



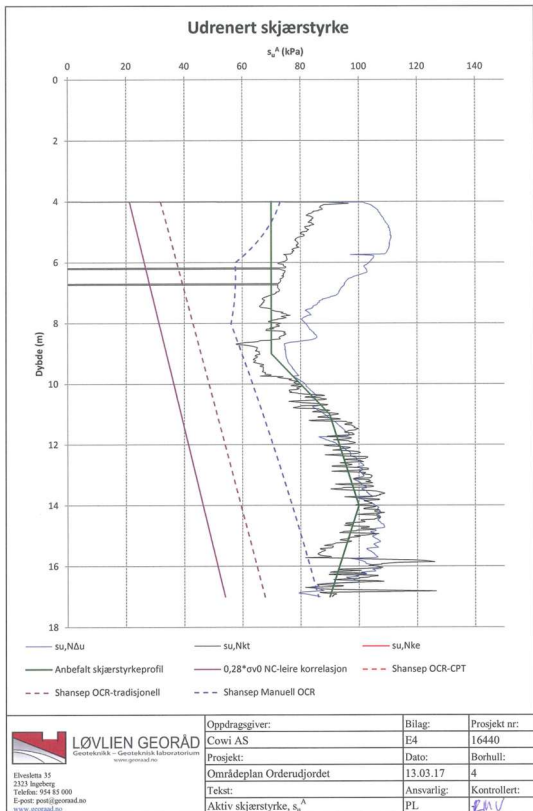
Bilde 1.19 Totalsondering, punkt 2



Bilde 1.20 Totalsondering, punkt 3



Bilde 1.21 Totalsondering, punkt 4



Bilde 1.22 Tolkning av CPTu, punkt 4

2 Krav til sikkerhet

2.1 Generelt

Gjeldende regelverk og standarder som legges til grunn for er oppsummert nedenfor:

- NS-EN 1990:2002+A1:2005+NA:2016 (Eurokode 0)
- NS-EN 1997-1:2004+A1:2013+NA:2020 (Eurokode 7 - del 1)
- NS-EN 1997-2:2007+NA:2008 (Eurokode 7 - del 2)
- NS-EN 1998-1:2004+A1:2013+NA:2021 (Eurokode 8 - del 1)
- Byggeteknisk forskrift: TEK 17
- Byggesaksforskriften: SAK 10
- Statens vegvesen (SVV), Vegnormal N200 Vegbygging, 2024
- Statens vegvesen (SVV), Håndbok V220 Geoteknikk i vegbygging, 2025
- NVEs veileder 1/2019 – Sikkerhet mot kvikkleireskred, desember 2020

2.2 Konsekvensklasse, pålitelighetsklasse og geoteknisk kategori

Byggeteknisk forskrift: TEK 17, NS-EN 1990 og NS-EN 1997-1 deler inn i følgende konsekvensklasser for geoteknisk prosjektering:

Konsekvens-klasse (CC)	Beskrivelse	Eksempel – type bygning
CC1	Liten konsekvens i form av tap av menneskeliv, eller små eller uvesentlige økonomiske, sosiale eller miljømessige konsekvenser	Landbruksbygninger der mennesker vanligvis ikke oppholder seg (f.eks. lagerbygninger), drivhus
CC2	Middels stor konsekvens i form av tap av menneskeliv, betydelige økonomiske, sosiale eller miljømessige konsekvenser	Boliger og kontorbygg, offentlige bygninger der konsekvensene av brudd er betydelige f.eks. et kontorbygg)
CC3	Stor konsekvens i form av tap av menneskeliv, eller svært store økonomiske, sosiale eller miljømessige konsekvenser	Tribuner, offentlige bygninger der konsekvensene av brudd er store (f.eks. en konserthall)

Pålitelighetsklasse er bestemt fra følgende tabell (tabell NA.A1(901) i NS-EN 1990:2002 + NA:2016).

Veiledende eksempler for klassifisering av byggverk, konstruksjoner og konstruksjonsdeler	Pålitelighetsklasse (CC/RC)			
	1	2	3	4
Atomreaktor, lager for radioaktiv avfall				x
Dammer			x	(x)
Marine konstruksjoner for petroleumsindustrien			x	(x)
Grunn- og fundamenteringsarbeider og undergrunnsanlegg i kompliserte tilfeller ¹⁾		(x)	x	(x)
Veg- og jernbanebruer			x	
Byggverk med store ansamlinger av mennesker (tribuner, kinosaler, sportshaller, kjøpesentere, forsamlingslokaler, osv.)		(x)	x	
Kai- og havneanlegg		x	(x)	
Tårn, master, skorsteiner, siloer		x	(x)	
Industrianlegg		x	(x)	
Kontor- og foretningsbygg, skoler, institusjonsbygg, boligbygg, osv.		x	(x)	
Fiskerihavner og –anlegg	(x)	x		
Landbruksbygg	x	(x)		
Feste av kledninger, takteking og lignende komponenter	x	(x)		
Grunn- og fundamenteringsarbeider og undergrunnsanlegg ved enkle og oversiktlige grunnforhold ¹⁾	x	(x)		
Snåhus, rekkehus, mindre lagerhus, osv.	x			
Kaier og fortøyningsanlegg for sport og fritid	x			
¹⁾ Ved vurdering av pålitelighetsklasse for grunn- og fundamenteringsarbeider og undergrunnsanlegg skal det også tas hensyn til omkringliggende område og byggverk.				

Pålitelighetsklasse settes til klasse RC2 «mindre lagerhus» eller «boligbygg», avhengig av hva som skal bygges, i samsvar med SAK10.

Når det gjelder krav til prosjektering av geotekniske prosjekter angir NS-EN 1997-1:2004+NA:2008 tre ulike kategorier. Dette prosjektet er i Geoteknisk kategori 2 som er beskrevet her nedenfor

Geoteknisk kategori 2: bør omfatte konvensjonelle typer konstruksjoner og fundamenter uten unormale risikoer eller vanskelige grunn- og belastningsforhold og hvor prosjekteringen baseres på kvantitative geotekniske data og analyser og rutinemessige prosedyrer som sikrer at grunnleggende krav blir oppfylt.

Tabell 1 Definisjon av Geoteknisk Kategori

Pålitelighetsklasse	Vanskelighetsgrad		
	Lav	Middels	Høy
CC/RC 1	1	1	2
CC/RC 2	1	2	2/3
CC/RC 3	2	2/3	3
CC/RC 4*	*	*	*

* Vurderes særskilt

2.3

Tiltaksklasse

Valg av tiltaksklasse følger § 9-4 i «Byggesaksforskriften (SAK 10)». Se utklipp nedenfor fra SAK 10. Ut fra dette er prosjektet plassert i Tiltaksklasse 2

Kapittel 9 Foretak og tiltaksklasser § 9-4. Oppdeling i tiltaksklasser Innledning til veiledning § 9-4 ▾ Tiltaksklasse 1 omfatter, uavhengig av funksjon og fagområde, tiltak eller oppgaver av liten kompleksitet og vanskelighetsgrad, og der mangler eller feil ved tiltaket fører til mindre konsekvenser for helse, miljø og sikkerhet. Veiledning til første ledd ▾
Tiltaksklasse 2 omfatter, uavhengig av funksjon og fagområde, tiltak eller oppgaver av a) liten kompleksitet og vanskelighetsgrad, men der mangler eller feil kan føre til middels til store konsekvenser for helse, miljø og sikkerhet, eller b) middels kompleksitet og vanskelighetsgrad, men der mangler eller feil kan føre til små til middels konsekvenser for helse, miljø og sikkerhet. Veiledning til andre ledd ▾
Tiltaksklasse 3 omfatter, uavhengig av funksjon og fagområde, tiltak eller oppgaver av a) middels kompleksitet og vanskelighetsgrad, men der mangler eller feil kan føre til store konsekvenser for helse, miljø og sikkerhet, eller b) stor kompleksitet og vanskelighetsgrad. Veiledning til tredje ledd ▾

NB. Vi gjør oppmerksom at dette er foreløpig vurdering av tiltaksklasse. Ansvarlig prosjekterende må utføre ytterlige vurderinger, bestemme og bli ansvarlig for valg av prosjekteringsklasser i detaljprosjekteringsfase.

2.4

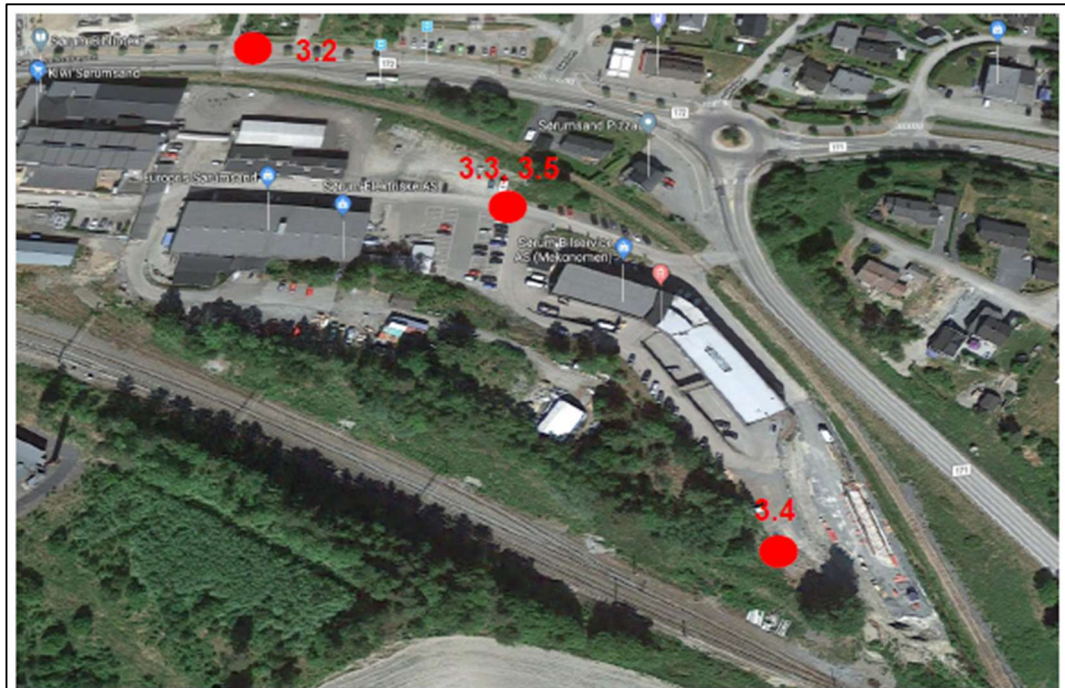
Partialfaktor

I henhold til NS-EN 1997-1 er partialfaktor $\gamma_{\phi}=1,25$ for drenert skjærfasthet av jorden og $\gamma_c = 1,4$ for udrenert skjærfasthet av jorden.

3 Tomt og grunnforhold

3.1 Terrengen i tiltaksområdet

Tiltaksområdet er presentert på oversiktskartet på bilde 3.1, og basert på borpunktene varierer terrenghøyden fra kote ca. 121-123,5 moh. Bilde 3.2–3.5 er bilder fra Google Street View, som viser tiltaksområdet fra forskjellige himmelretninger. På bilde 3.4 vises ca. 3 m dyp skjæring fra grøftarbeid i tiltaksområdet (august 2018), stedlige løsmasser ser ut som fast sand/silt og fjell vises i gropen på relativt liten dybde under terreng (til venstre på bildet). Grunnvannet er ikke synlig.



Bilde 3.1 Satellittbilde av planområdet som viser plassering av hvor bilder 3.2 til 3.5 ble tatt. Kilde: www.maps.google.com



Bilde 3.2 Bilde tatt i nærheten av plassering av borpunkt A.



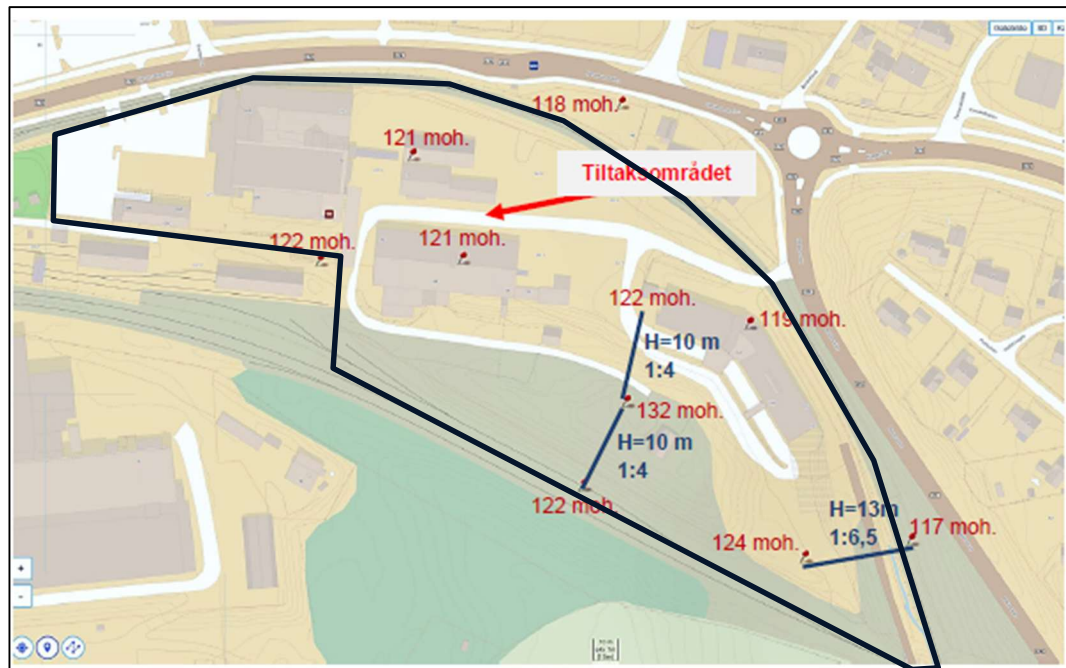
Bilde 3.3 Bilde tatt i nærheten av plassering av borpunkt C.



Bilde 3.4 Bilde tatt i nærheten av plassering av borpunkt C, stedlige løsmasser av sand og silt samt fjell til venstre på bilden. Grunnvann er ikke synlig.



Bilde 3.5 Bilde tatt i nærheten av plassering av borpunkt C og viser oversikt av tiltaksområdet



Bilde 3.6

Koter i tiltaksområdet og i nærområdet. Kilde: <https://kart.finn.no/>

3.2

Berggrunn

Type av fjell i Nasjonal berggrunnsdatabase² i området er registrert som diorittisk til granittisk gneis (bilde 3.8).

Ifølge tilgjengelig informasjon om alunskifer i Oslo Kommune³ finnes sannsynligvis ikke alunskifer i tiltaksområdet ettersom tiltaksområdet ligger utenfor definert alunskiferområde, se bilde 3.9.

Ifølge informasjon fra Nasjonal aktsomhetskart⁴, er radon aktsomhetsgrad for tiltaksområdet moderat til lav, se bilde 3.10.

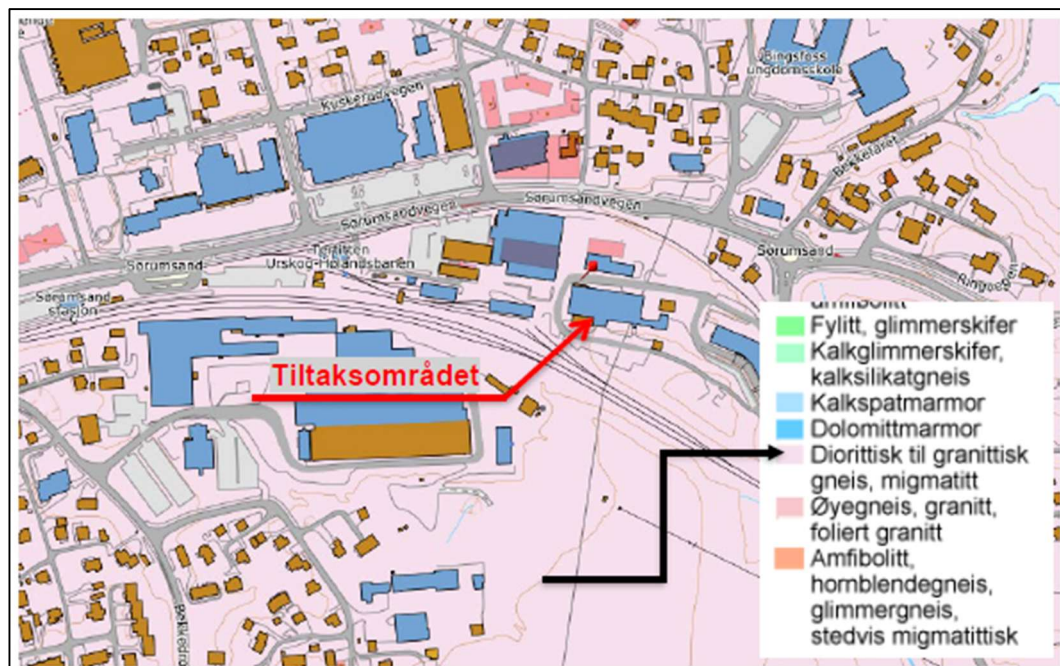
Ifølge Byggeteknisk forskrift TEK10 skal bygning prosjekteres og utføres med radonforebyggende tiltak slik at innstrømming av radon fra grunn begrenses. Radonkonsentrasjonen i inneluft skal ikke overstige 200 Bq/m³. For å oppnå dette for aktuelle bygg må følgende krav minst være oppfylt.

- Bygning skal ha radonsperre mot grunnen.
- Bygning skal tilrettelegges for egnet tiltak i byggegrunn som kan aktiveres når radonkonsentrasjon i inneluft overstiger 100 Bq/m³.

² <http://geo.ngu.no/kart/berggrunn>

³ http://www.ngu.no/upload/Aktuelt/Nyheter%202011/alunskifer_jan_11_web.pdf

⁴ http://geo.ngu.no/kart/radon_mobilP



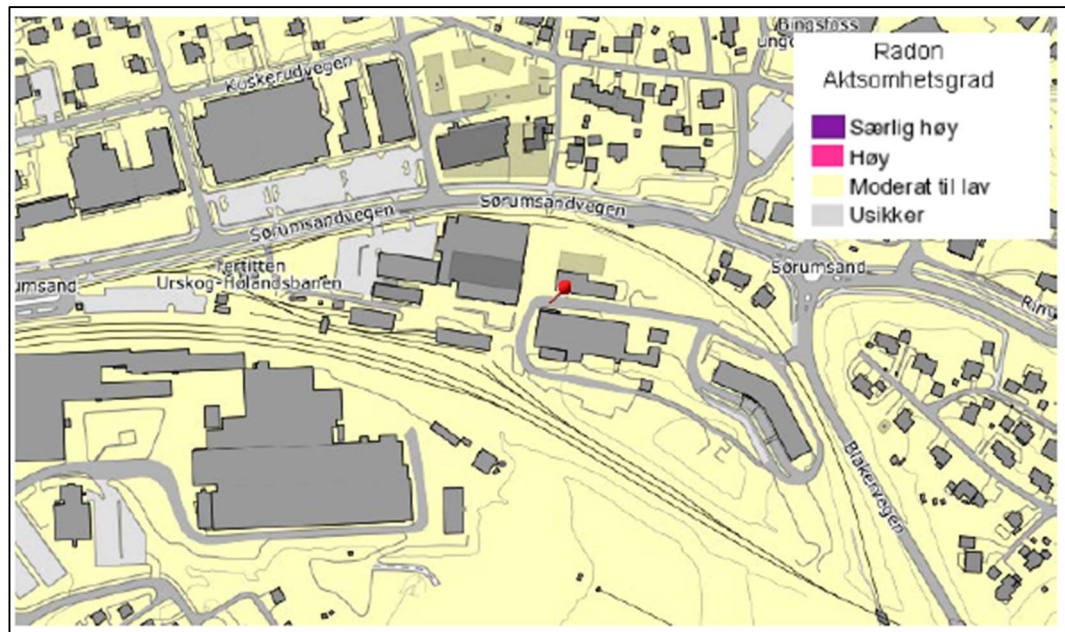
Bilde 3.8

Kart som viser dokumentert berggrunn; diorittisk til granittisk gneis. Kilde: <http://geo.ngu.no/kart/berggrunn>



Bilde 3.9

Kart som viser dokumenterte områder med alunskifer, Blakerveien er utenfor dokumenterte områder. Kilde: https://www.ngu.no/sites/default/files/alunskifer_ny.pdf



Bilde 3.10 Kart som viser radon aktsomhet i området; moderat til lavt radon aktsomhetsgrad. Kilde: <http://geo.ngu.no/kart/radon/>

3.3

Grunnforhold

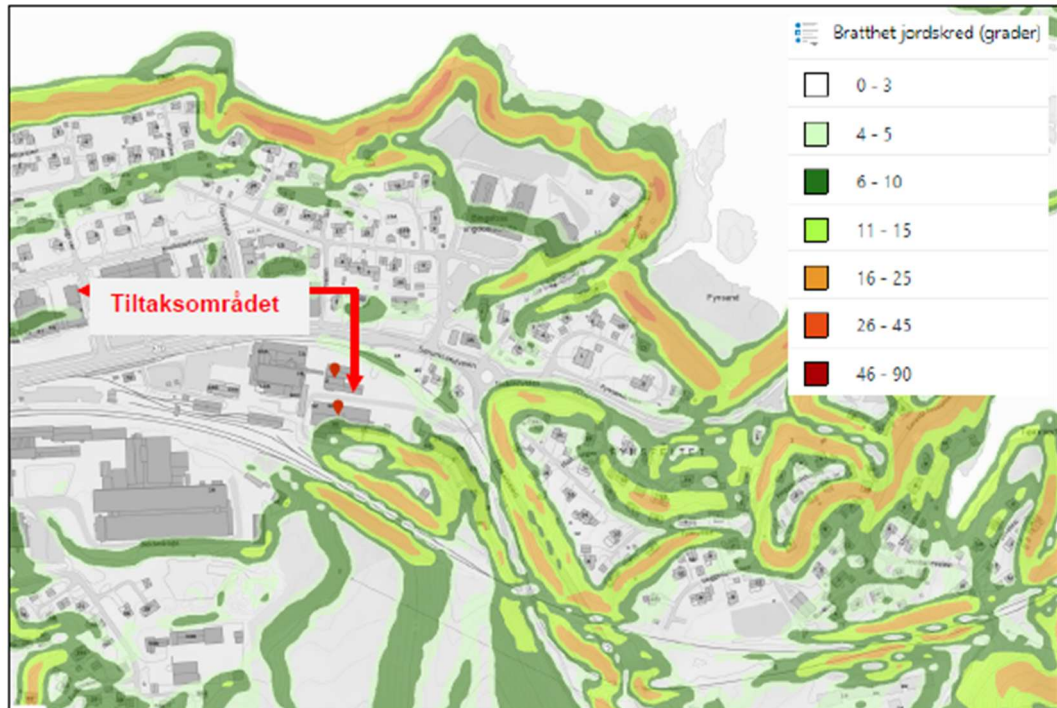
Beskrivelse av grunnforholdet baserer seg på resultater fra grunnundersøkelsene i tiltaksområdet 10. og 17. september 2019, utført av VSO Consulting AS i samarbeid med Romerike Grunnboring AS, se estimert jordprofil fra referanse [1];

- 0 til 1,5 m er tørrskorpeleire.
 - Leiren er forvitret og spor av trerester finnes også blant leiren.
 - Sampler av massen (poseprøver) fra borpunkt C ble sendt til lab.
 - Prøver viser generelt telefarlighetsklasse T4, meget telefarlige masser.
 - Vanninnhold ble målt 30,8% og romvekt ble målt 18,8 kN/m³.
 - Ifølge SVVs håndbok V220 og tolkning fra CPTU-sonderinger er friksjonsvinkel estimert til $\varphi = 30^\circ$.
- 1,5 til 3-5,5 fast leirig silt
 - Sampler (sylinder- og poseprøver) av leiren fra borpunkt A, C og D ble sendt til lab.
 - Vanninnhold ble målt 25,7-30,3% og romvekt ble målt 19,1-19,8 kN/m³.
 - Friksjonsvinkel er konservativ estimert til $\varphi = 35^\circ$ ifølge CPTu resultater i punkt B.
 - Grunnvannstand ble merket på 3,5 m dybde under terreng i borpunkt C (i kote ca. 118). Miljøundersøkelser som ble boret til 2 m dybde viste ikke grunnvann.
 - Noe steiner og grus blant leiren ble funnet ved boring.
 - Lag av planterester finnes fra 1,8-2,2 m dybde fra overflaten
- 3-5,5 til fjell er svakt fjell/morene
 - Transisjon mellom løsmasser og fjell.
 - Ifølge SVVs håndbok V220 er erfarings romvekt $\gamma\gamma = 19$ kN/m³ og friksjonsvinkel estimert til $\varphi = 39^\circ$.
- Fjell
 - Fjell ble truffet ved fire av fem boringer på 5,5-7 m dybde.
 - Fjell i området er registrert som diorittisk til granittisk gneis.

4 Områdestabilitet

4.1 Bratthetsanalyse av terrenget

Bratthetsanalyse av terrenget i området hvor planlagt tiltak skal utføres ligger i et flatt område, men grenser til skråninger i sørøst og noe mindre skråninger nordøst for tiltaksområdet, se bilde 5.1.



Bilde 4.1 Bratthetsanalyse av terrenget i tiltaksområdet og i nærområdet. Kilde: <https://temakart.nve.no/tema/bratthet>

4.2 NVEs prosedyre

NVEs veileder 1/2019, «Sikkerhet mot kvikkleireskred5», følges for å beviser at tilstrekkelig sikkerhet mot områdeskred for planlagt tiltak er oppnådd. Tabell 3.1 i kapittel 3.2 i NVEs veileder viser en stegvis prosedyre for utredning av områdeskredfare. Se følgende steg 1 - 8 fra tabell 3.1 i veilederen:

1. Undersøk om det finnes registrerte faresoner (kvikkleiresoner) i området

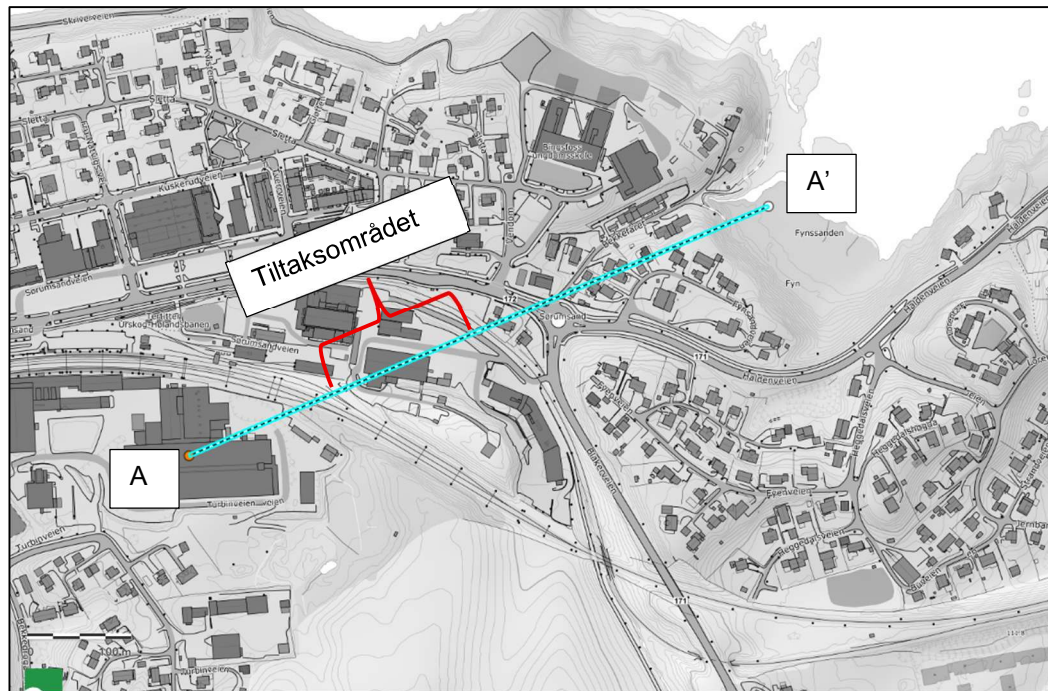
Nei, tiltaksområdet ligger utenfor kartlagte kvikkleiresoner, se delkapittel 1.1.2.

2. Avgrens områder med mulig marin leire

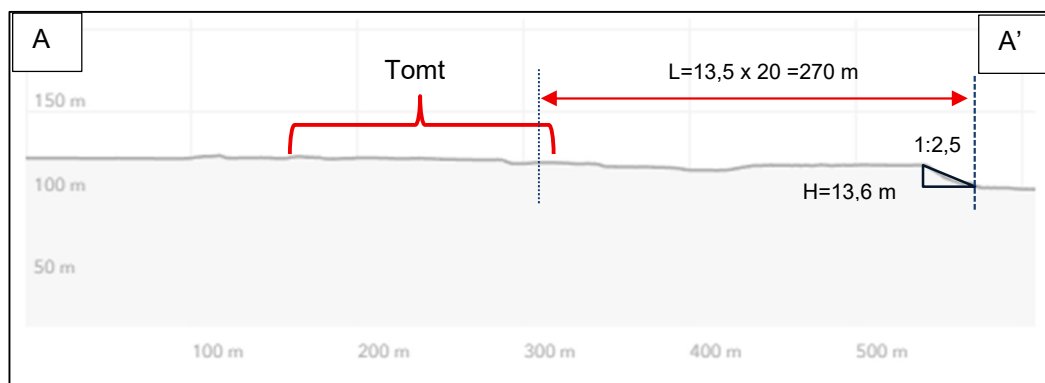
Ja, tiltaksområdet ligger under marin grense, se delkapittel 1.1.2.

3. Avgrens områder med terreng som kan være utsatt for områdeskred

Området ligger innenfor aktsomhetsområde for kvikkleireskred ifølge terrengkriterier, se delkapittel 1.1.2.



Bilde 4.2 Terrenganalyse av tiltaksområdet med snitt sørvest-nordøst. Kilde: <https://hoydedata.no/LaserInnsyn2/>



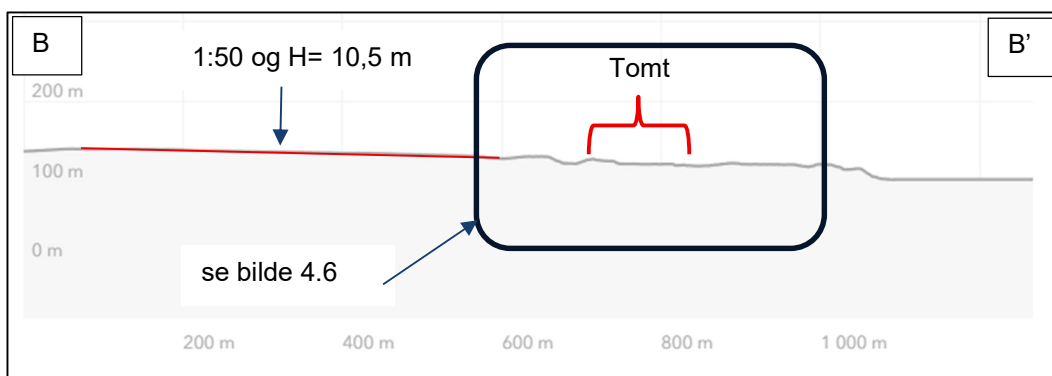
Bilde 4.3 Terrangsnitt sørvest-nordøst. Kilde: <https://hoydedata.no/LaserInnsyn/>

Skråningen sørvest-nordøst (se bilde 4.2 og 4.3) er vurdert å være kritisk ettersom den har en helning på ca. 1:2,5 og høydeforskjell på ca. 13,6 m. Helningen er brattere enn 1:20 og høydeforskjellen er > 5 m, som danner grunnlag for å vurdere om tiltaksområdet inngår i løснеområdet som følgende; $20 \times 13,6 \text{ m (skråningshøyden)} = 272 \text{ m}$ (som vist på utklippet under).

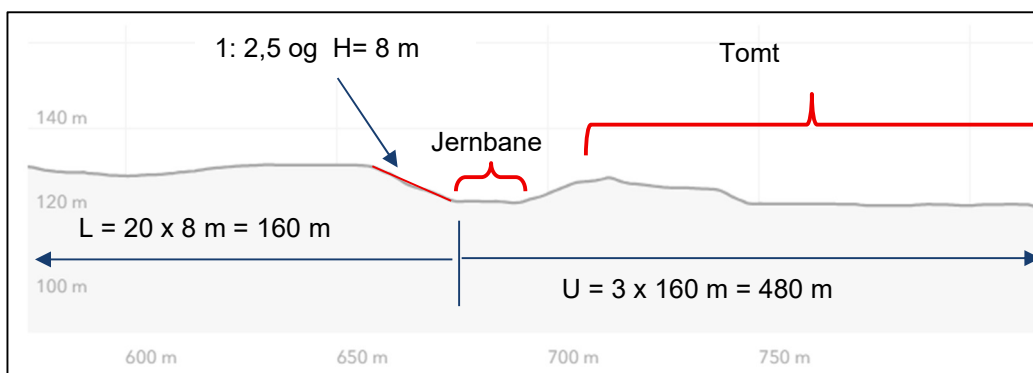
Beregningen betyr at planlagt tiltak ligger innenfor løснеområdet til skråningen mht. terrenganalysen.



Bilde 4.4 Terrenganalyse av tiltaksområdet med snitt sør-nord. Kilde: <https://hoydedata.no/LaserInnsyn2/>



Bilde 4.5 Terrengsnitt sør-nord. Kilde: <https://hoydedata.no/LaserInnsyn/>



Bilde 4.6 Terrengsnitt sør-nord med detaljer på tiltaksområdet. Bilde 4.6 er benyttet i stabilitetsberegning. Kilde: <https://hoydedata.no/LaserInnsyn2/>

Mot sør, ligger tiltaksområdet ved foten av en skråning (se bilde 4.4 - 4.6) med en helning på ca. 1:2,5 og høydeforskjell på ca. 8 m. Bak skråningen er terrenget nesten flatt (jevn hellende bak platået) med helning på 1:50 og høydeforskjell på ca. 11,5 over ca. 530 m avstand

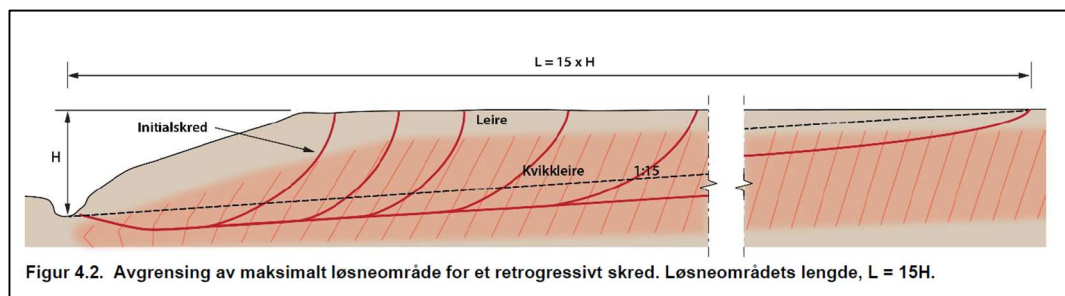
Terrengkriteria viser at tiltaksområdet ligger innenfor utløpsområdet for skred som løses fra skråningen sør for tiltaksområdet (se bilde 4.6).

4. Bestem tiltakskategori

Tiltakskategori bestemmes ut fra konsekvens for tiltaket ved skred og er vurdert til å være K4 iht. veilederen.

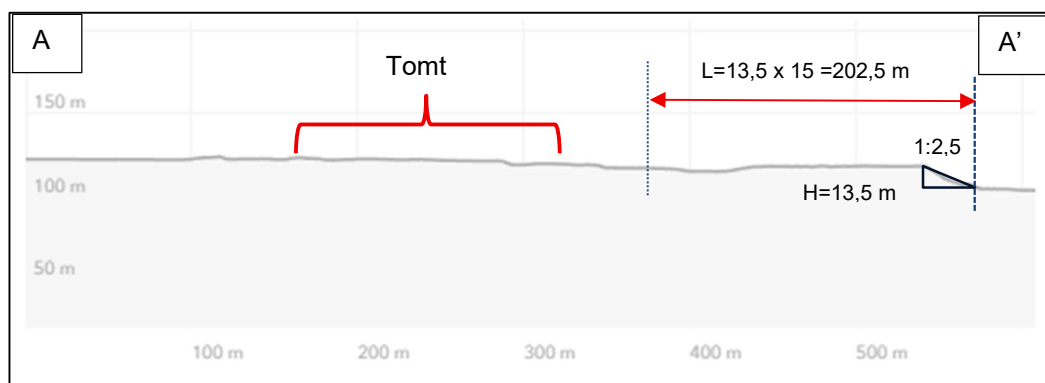
5. Gjennomgang av grunnlag – identifikasjon av kritiske skråninger og mulig løsneområde

Maksimalt løsneområdet for et retrogressivt skred er lagt til grunn i denne steg og den har lengden på $L = 15 \times H$, hvor H er skråningshøyde.



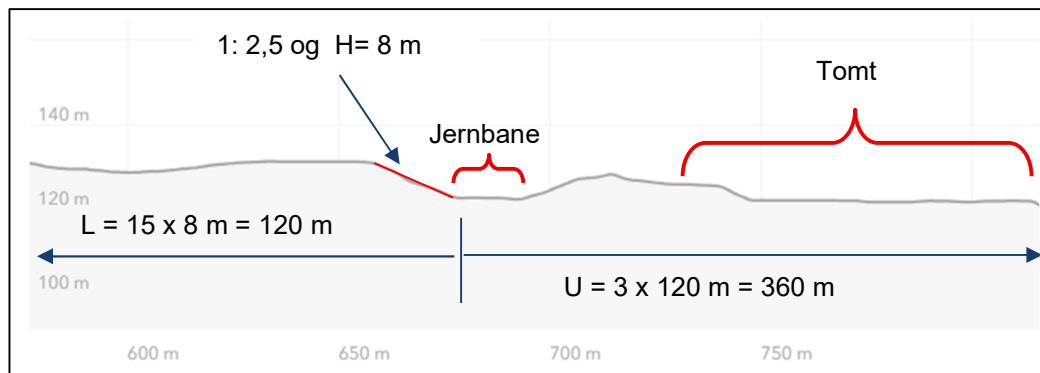
Det er utført terrenganalyse av tiltaksområdet og kritiske skråninger er identifisert (se bilde 4.2 – 4.6).

For skråningen nordøst for tiltaksområdet er løseområdet nå beregnet $L = 15 \times 13,5 = 202,5$ m. Med den kriteria er hele tomten utenfor løsneområdet for skred fra denne skråningen.



Bilde 4.7 Terrengsnitt sørvest-nordøst. Kilde: <https://hoydedata.no/LaserInnsyn2/>

For skråningen sør for tiltaksområdet ligger planlagt tiltak fortsatt innenfor mulig utløpsområdet for skred.



Bilde 4.8 Terrengsnitt sør-nord i tiltaksområdet. Kilde: <https://hoydedata.no/LaserInnsyn2/>

6. Befaring

Det er utført befaring av tiltaksområdet ifm. utførelse av grunnundersøkelser. Det ble ikke observert berg i dagen i området. Erosjon som kan føre til skred vurderes som uaktuelt i området. Grunnundersøkelsen ble planlagt mtp. topografi i området.

7. Gjennomfør grunnundersøkelser

Det er allerede utført noen grunnundersøkelser på tomten og det er utført supplerende grunnundersøkelser i tiltaksområdet. Resultatene viser at det er ingen sensitive eller sprøbruddmateriale på tomten. Grunnforhold er oppsummert nede:

- 0 til 1,5 m er tørrskorpeleire.
 - Leiren er forvitret og spor av trerester finnes også blant leiren.
 - Sampler av massen (poseprøver) fra borpunkt C ble sendt til lab.
 - Prøver viser generelt telefarlighetsklasse T4, meget telefarlige masser.
 - Vanninnhold ble målt 30,8% og romvekt ble målt 18,8 kN/m³.
 - Ifølge SVVs håndbok V220 og tolkning fra CPTU-sonderinger er friksjonsvinkel estimert til $\varphi = 30^\circ$.
- 1,5 til 3-5,5 fast leirig silt
 - Sampler (sylinder- og poseprøver) av leiren fra borpunkt A, C og D ble sendt til lab.
 - Vanninnhold ble målt 25,7-30,3% og romvekt ble målt 19,1-19,8 kN/m³.
 - Friksjonsvinkel er konservativ estimert til $\varphi = 35^\circ$ ifølge CPTu resultater i punkt B.
 - Grunnvannstand ble merket på 3,5 m dybde under terreng i borpunkt C (i kote ca. 118). Miljøundersøkelser som ble boret til 2 m dybde viste ikke grunnvann.
 - Noe steiner og grus blant leiren ble funnet ved boring.
 - Lag av planterester finnes fra 1,8-2,2 m dybde fra overflaten
- 3-5,5 til fjell er svakt fjell/morene
 - Transisjon mellom løsmasser og fjell.
 - Ifølge SVVs håndbok V220 er erfarings romvekt $\gamma = 19$ kN/m³ og friksjonsvinkel estimert til $\varphi = 39^\circ$.
- Fjell
 - Fjell ble truffet ved fire av fem borer på 5,5-7 m dybde.

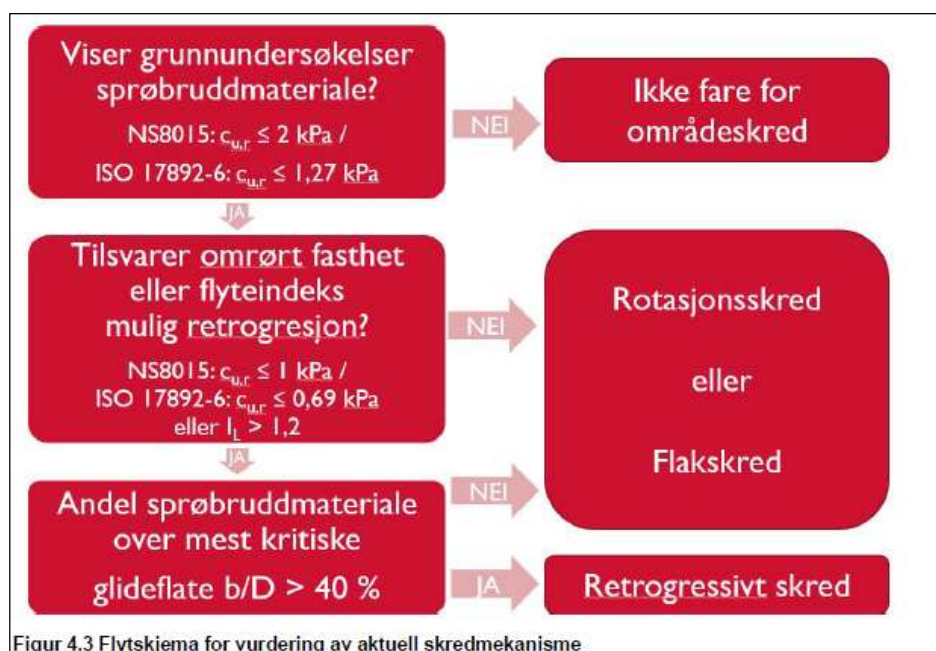
Resultatene viser at det er ingen sensitive eller sprøbruddmateriale på tomten. Tomten uansett ligger innenfor mulig utløpsområdet fra skred fra skråningen til sør. Terreng helning i området mot sør er veldig slakt (ca. 1:50) og det vurderes at det er ikke aktuelt at skred løses fra dette området.

Uansett har VSO valgt å utføre stabilitetsberegning med resultatene fra undersøkelsene t sammen med eksisterende undersøkelser sør for tiltaksområdet for å dokumentere tilfredsstillende sikkerhet.

Resultatene viser at det er ingen sensitive eller sprøbruddmateriale på tomten.

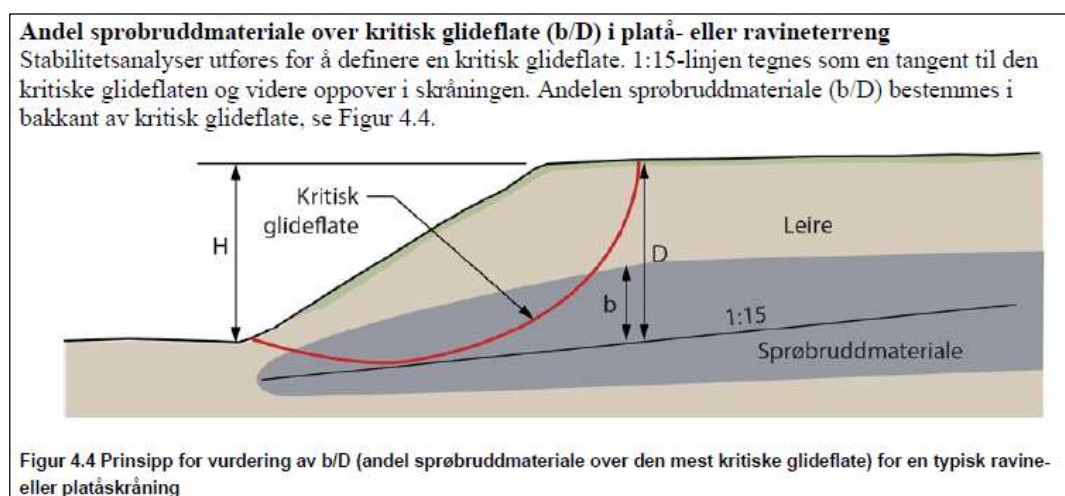
8. Vurder aktuelle skredmekanismer og avgrens løsne- og utløpsområder

Vurdering av aktuelle skredmekanismer er utført iht. flytskjema i NVE 2019 veileder (Figur 4.3 i veileder, se utklipp nede). Vurderingene er utført for terrengsnitt sør-nord (se bilde 4.5 og 4.6) med utgangspunkt i stabilitetsberegningen.



Figur 4.3 Flytskjema for vurdering av aktuell skredmekanisme

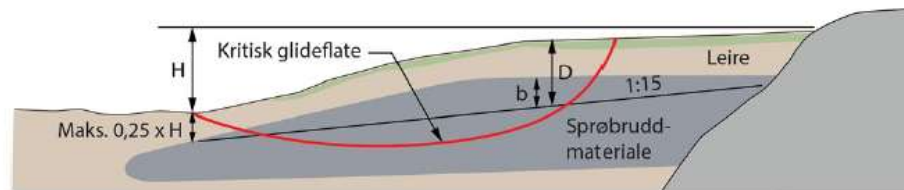
Andel sprøbruddmateriale over kritiske glideflate er vurdert mht. figur 4.4 og 4.6 i NVE 2019 veileder (se utklipp nedenfor):



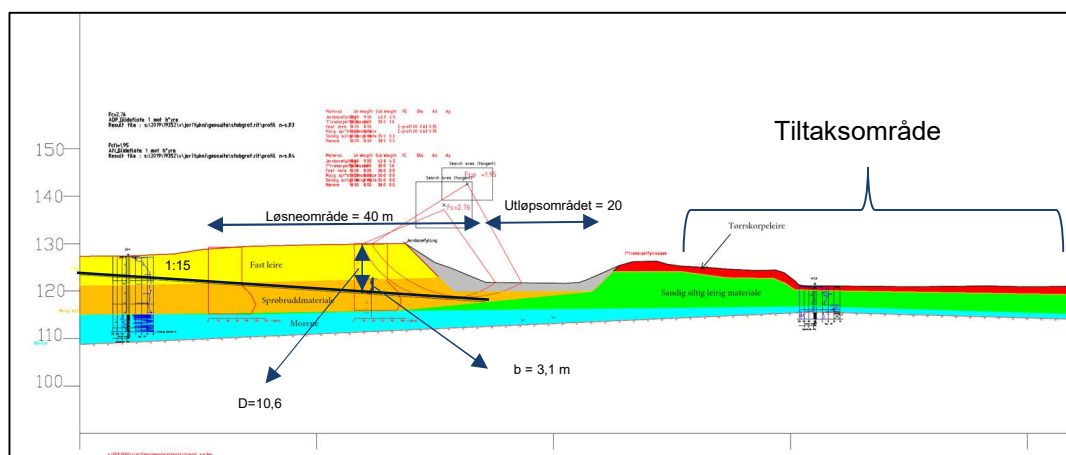
Figur 4.4 Prinsipp for vurdering av b/D (andel sprøbruddmateriale over den mest kritiske glideflate) for en typisk ravine- eller platåskråning

Andel sprøbruddmateriale over kritisk glideflate (b/D) i jevnt hellende terreng

Stabilitetsanalyser må utføres for å identifisere en kritisk glideflate. Basert på resultater fra stabilitetsanalyser, tegnes 1:15-linja som en tangent til den kritiske glideflate og videre bakover i skråningen. Det største b/D-forholdet over 1:15-linja benyttes. I tilfeller hvor den kritiske glideflaten er dyp, settes starten av 1:15-linja til en maksimal dybde på $0,25 \cdot H$ målt fra der hvor glideflaten kommer ut nede i skråningen, og 1:15-linja tegnes som en sekant til glideflaten, som vist på Figur 4.6.



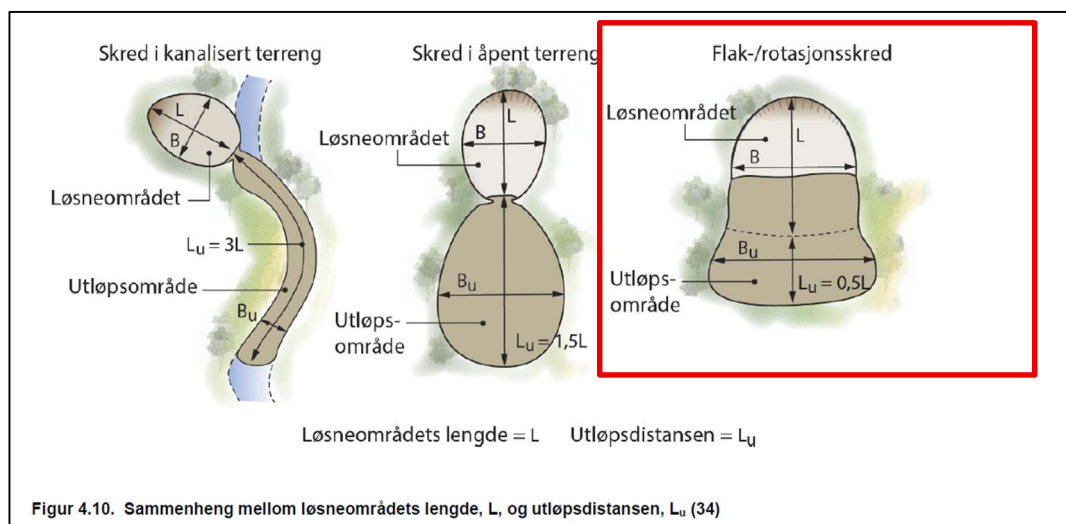
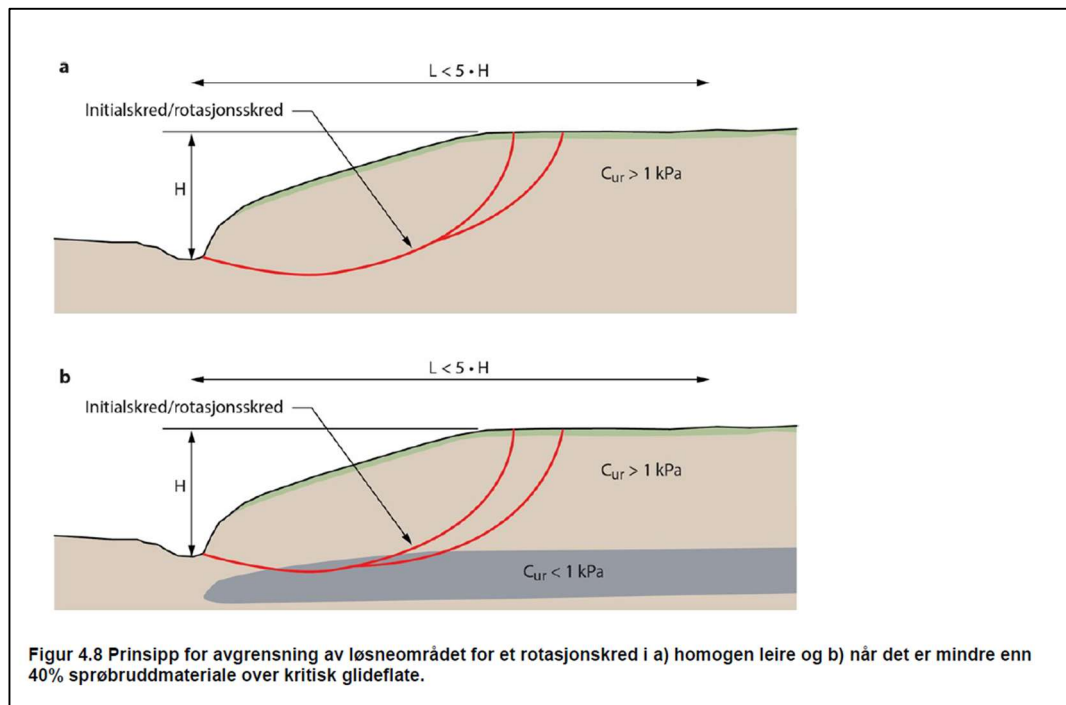
Figur 4.6. Prinsipp for vurdering av b/D (andel sprøbruddmateriale ovenfor den mest kritiske glideflate) for typisk jevnt hellende terreng uten definert bunn av skråning.



Bilde 4.9 Vurdering av b/D i terrengsnitt N-S.

- Viser grunnundersøkelser sprøbruddmateriale?
 - Ja, totalsondering i punkt 1 (referanse 3) viser tegn av materiale med sprøbruddegenskaper. Det er konservativt antatt at det finnes sprøbruddmateriale fra 6 – 12 m dybde.
- Tilsvarer omrørt fasthet mulig retrogresjon ($C_{ur} \leq 0,69$ kPa)?
 - Ja, det er konservativt antatt at $C_{ur} \leq 0,69$ kPa ettersom det finnes ikke prøver, men indikasjon av sprøbruddmateriale fra totalsondering
- Er andel sprøbruddmateriale over mest kritiske glideflate $b/D > 40\%$
 - Nei, $b/D = 30\%$
 - Mest aktuell skredmekanisme er vurdert å være Rotasjonsskred eller Flakskred

Lengden av løsneområdet for rotasjonsskred er avgrenset til $L/H < 5$ ifølge NVE veileder og utløpsdistansen er beregnet $0,5 \times L$. (se utklipp nede).



Løsneområdet, L er da beregnet $5 \times 8 = 40 \text{ m}$. Utløpsområdet er avgrenset til $0,5 \times 40 = 20 \text{ m}$ fra skråningsfot (skred i åpent terreng). Tiltaksområdet dermed ligger utenfor utløpsområdet for skråningen.

Stabilitetsberegning for bestemmelse av skredmekanisme

Undersøkelsene fra referanse [3], sør for tiltaksområdet viser fast leire opptil ca. 14 – 23 m tykkelse over et tynt lag morene over fjell. Nærmeste borpunkt (punkt 1, se til bilde 1.18) til tiltaksområdet er ca. 215 m sør. Jordprofil i borpunkter i viser fast leire. Tykkelse av leiren er 12 m og sonderingen viser tegn av sprøbruddmateriale fra 6 – 12 m dybde. I punkt 2 – 4 er det ikke tegn av sprøbruddmateriale.

Trykksondering i punkt 4 som har noe svakere motstand viser aktiv skjærstyrke på 70 – 100 kPa. Dette er antatt å være konservativt representativ av skjærstyrke i området sør for tiltaksområdet. I selve tiltaksområdet viser trykksonderinger i punkt B at jordprofilen består av øverste 1,5 m tørrskorpeleire etterfulgt av sand ned til morene og fjell. Lengre nord er det fast siltig leire. Jordprofil i tiltaksområdet er forenklet som sandig siltig leirig materiale i beregningen.

Like sør for tiltaksområdet er det et jernbanespor i «en dal». Det er antatt et evt. leire masse er masseutskiftet med sprengsteinfylling på opptil 1,5 m dybde.

Ettersom jernbanesporet er plassert i «dalen» er det på passiv side av skråningen. Det vil si at det har en stabiliserende effekt på skråningen. Last fra jernbanen er dermed ikke tatt med i beregningene.

Mellom jernbanesporet og tiltaksområdet er det en liten skråning på ca. 4 m høyde. Ettersom det er mindre enn 5 m og det ikke er funnet leire i dette området (punkt B) er det ikke utført noe beregning her.

Lagdeling og jordparameter

Følgende lagdeling og jordparameter er benyttet ut ifra foreliggende undersøkelser.

Lag	Tyngdetetthet, γ/γ' [kN/m ³]	Friksjonsvinkel, ϕ [°]	Kohesjon [kPa]	Aktiv skjærstyrke [kPa]
Jernbanefylling	19/9	42	4,5	-
Tørrskorpe	18/8	30	1	-
Fast leire	18/8	26	-	70 – 100 (fra CPTu)
Sandig siltig leirig materiale	18/8	35 (fra CPTu)	-	
Morene	19/9	39	-	

ADP forholdene er:

$$A_a = 1$$

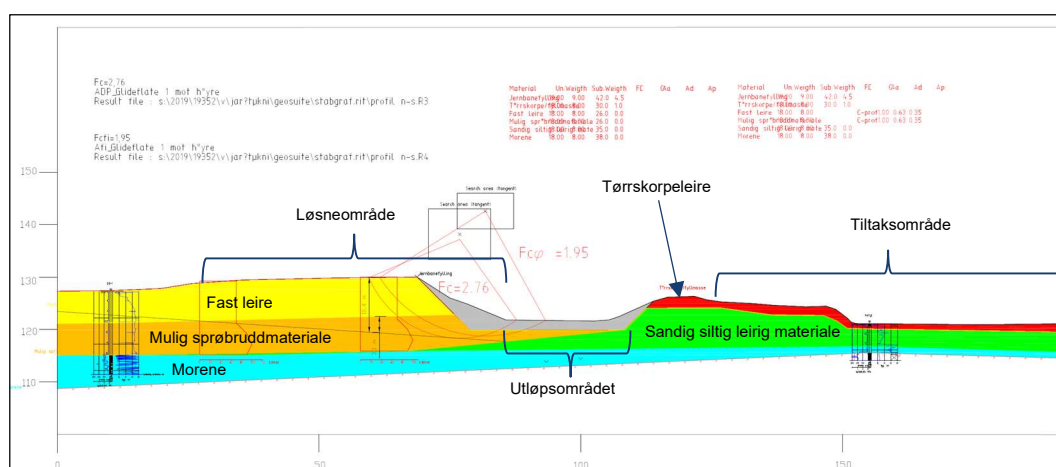
$$A_d = 0,63$$

$$A_p = 0,35$$

Resultater

Utførte beregningene viser at det er tilfredsstillende sikkerhet mot skred for både drenert (SF = 1,95) og udrenert tilstand (SF = 2,76).

Skråning	Situasjon	Krav, γ_m	Beregnet material faktor, γ_m	Merknad
Terrengprofil nord-sør	Eksisterende situasjon, ADP	1,4	2,76	Naturlig skråning; glideflate mot høyre. Se bilde 4.10
	Eksisterende situasjon, Afi	1,25	1,95	Naturlig skråning; glideflate mot høyre. Se bilde 4.10



Bilde 4.10 Utført stabilitetsberegninger

Vurdering av skredmekanisme og avgrensning av løsne- og utløpsområder viser at tiltaksområdet ligger hverken innen løsne- eller utløpsområdet for skred. I hvert fall viser utførte stabilitetsberegninger at det er tilfredsstillende sikkerhet mot områdeskred.

Ettersom tiltaksområdet ligger utenfor både løsne- og utløpsområdet kan stegvis utredning av områdeskredfare avsluttes i steg 8.

4.3

Videre arbeid

Vurderingene i denne rapport inkluderer ikke beregninger for lokalstabilitet ved utgraving eller utførelse av tiltak. Ettersom planområdet ligger utenfor løsne- eller utløpsområdet, samt at det ikke er påvist sensitive leire i selve planområdet vil eventuelle stabilitetsvurderinger ved utførelse omfatte lokalstabilitet i stedet for områdestabilitet. Dette bør ivaretas ved detaljprosjektering i senere faser.

NVE veileder er fulgt og sikkerhet mot skred er dokumentert ved steg 8 av veileder.

5 Sammenheng – Konklusjon

VSO Consulting AS har på oppdrag for Fredensborg Bolig AS laget et geoteknisk notat som beskriver antatt grunnforhold og utredning av områdeskredfare iht. NVEs veileder 1/2019 Sikkerhet mot kvikkleireskred på Blakerveien 3 og Blakerveien 9 i Lillestrøm kommune (se kart på bilde 1.1). Notatet er utført i forbindelse med arealplanlegging/regulering av området.

Ved terrengkriteria av NVE veileder kan det ikke utelukkes fare for områdeskred. Utredning er derfor fortsatt basert på resultater fra grunnundersøkelsene i tiltaksområdet 10. og 17. september 2019, utført av VSO Consulting AS i samarbeid med Romerike Grunnboring AS samt tilgjengelig informasjon i offentlige databaser inkludert NADAG. Jordprofil i tiltaksområdet er estimert som følgende fra referanse [1];

- 0 til 1,5 m er tørrskorpeleire.
 - Leiren er forvitret og spor av trerester finnes også blant leiren.
 - Sampler av massen (poseprøver) fra borpunkt C ble sendt til lab.
 - Prøver viser generelt telefarlighetsklasse T4, meget telefarlige masser.
 - Vanninnhold ble målt 30,8% og romvekt ble målt 18,8 kN/m³.
 - Ifølge SVVs håndbok V220 og tolkning fra CPTU-sonderinger er friksjonsvinkel estimert til $\varphi = 30^\circ$.
- 1,5 til 3-5,5 fast leirig silt
 - Sampler (sylinder- og poseprøver) av leiren fra borpunkt A, C og D ble sendt til lab.
 - Vanninnhold ble målt 25,7-30,3% og romvekt ble målt 19,1-19,8 kN/m³.
 - Friksjonsvinkel er konservativ estimert til $\varphi = 35^\circ$ ifølge CPTu resultater i punkt B.
 - Grunnvannstand ble merket på 3,5 m dybde under terreng i borpunkt C (i kote ca. 118). Miljøundersøkelser som ble boret til 2 m dybde viste ikke grunnvann.
 - Noe steiner og grus blant leiren ble funnet ved boring.
 - Lag av planterester finnes fra 1,8-2,2 m dybde fra overflaten
- 3-5,5 til fjell er svakt fjell/morene
 - Transisjon mellom løsmasser og fjell.
 - Ifølge SVVs håndbok V220 er erfarings romvekt $\gamma = 19$ kN/m³ og friksjonsvinkel estimert til $\varphi = 39^\circ$.
- Fjell
 - Fjell ble truffet ved fire av fem boringer på 5,5-7 m dybde.

Stegvis prosedyre for utredning av områdeskredfare er fulgt frem til steg 8 i NVE veileder hvor det kommer til en tydelig konklusjon at tiltaksområdet ligger utenfor både løсне- og utløpsområdet for skred. Områdestabiliteten er vurdert som tilstrekkelig for planlagt tiltak mht. NVEs veileder 1/2019.

VSO Consulting AS ber om å bli holdt orientert om sakens videre gang. Påtreffes annet grunnforhold enn beskrevet i notatet, ber vi om å bli varslet.