

RAPPORT

Geoteknisk områdestabilitetsvurdering
Frognesveien 15, Hokksund



Figur 1: Tiltaksområdet i Frognes, Hokksund.

Kunde:	Pinten Utvikling AS	
Prosjekt:	Frognesveien 15, Hokksund – Bistand regulering	
Prosjektnummer:	10228605	
Dokumentnummer:	RIG-02	Rev.: 02

Sammendrag:

Sweco Norge AS er engasjert som geoteknisk rådgiver for Pinten Utvikling AS for vurdering av områdestabilitet i forbindelse med detaljregulering av et område ved Trikotasjegata og Frogneseveien i Hokksund. Utredning av områdestabiliteten utføres i forbindelse med planlagt utbygging av boligblokker i Frogneseveien i Hokksund.

Frognese er et sentrumsnært utviklingsområde i Hokksund. Tiltaksområdet er på ca. 8100 m². Øst for tiltaksområdet ligger Vestfosselven. I nordøst ligger Hokksund jernbanestasjon og i øst ligger tilhørende jernbanebru. Tiltaksområdet ligger i et etablert boligområde.

Grunnundersøkelsene fra tiltaksområdet tyder på stor dybde til berg. Totalsonderingene viser opptil 50 m med løsmasser uten å treffe berg. Sonderingene indikerer generelt bløt til middels fast leire. Laboratorieanalyser på opptatte prøver viser at det er funnet sprøbruddmateriale i prøver fra 5,0-6,0 m dybde.

Tiltaksområdet ligger under marin grense og utenfor (bortsett fra uteområdet) en ny kartlagt faresone med konsekvensklasse «Alvorlig», faregradsklasse «Middels» og risikoklasse «3». Skred som utløses i faresonen kan ikke påvirke det aktuelle tiltaket (boligblokkene), men planlagt uteområde. Stabilitetsberegninger av kritiske glideflater for skråningen mot Vestfosselven viser at sikkerhet mot områdeskred er ivarettatt for dagens situasjon, forutsatt at det ikke utføres terrenginngrep som forverrer stabiliteten ved uteområdet, i skråningen og/eller ved skråningsfoten.

Lokalstabilitet for tiltakene må vurderes av geoteknisk rådgiver. Områdestabiliteten for tiltaksområdet vurderes å være ivarettatt.

Rapporteringsstatus:

- ☒ Endelig
☐ Oversendelse for kommentar
☐ Utkast

Utarbeidet av: Maria Tran	Sign.: 
Kontrollert av: Lars Kristian Hov	Sign.: 
Prosjektleder: Erik G. Eiklid	Prosjekteier: Johannes Goa Ludvigsen

Revisjonshistorikk:

Rev.	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet av	Kontrollert av
02	12.09.2024	Revisjon etter kommentarer fra UAK	NOMTRA	NOLAHH
01	26.08.2024	Til UAK	NOMTRA	NOLAHH

Innholdsfortegnelse

1	Innledning	1
2	Grunnlag	2
2.1	Terreng og grunnforhold	3
2.1.1	Topografi	3
2.1.2	Løsmasser	3
2.1.3	Flom	4
2.2	Grunnundersøkelser	6
2.2.1	Tidligere grunnundersøkelser	6
2.2.2	Utførte grunnundersøkelser	8
2.2.3	Laboratorieresultater og lagdeling	9
3	Regelverk og krav	13
3.1	Tiltaksklasse iht. Plan og Bygningsloven	14
3.2	TEK 17 § 7, Sikkerhet mot naturpåkjenninger	14
3.3	Krav til kontroll	14
4	Områdestabilitet	14
4.1	NVE Kvikkleireveileder 1/2019	14
4.1.1	Steg 1: Registrerte faresoner i området	14
4.1.2	Steg 2: Områder med mulig marin leire	15
4.1.3	Steg 3: Områder med terreng som kan være utsatt for områdeskred	15
4.1.4	Steg 4: Tiltakskategori	16
4.1.5	Steg 5: Identifikasjon av kritiske skråninger og mulig løsneområde	16
4.1.6	Steg 6: Befaring	16
4.1.7	Steg 7: Grunnundersøkelser	19
4.1.8	Steg 8: Aktuelle skredmekanismer og avgrensning av løsne- og utløpsområder	19
4.1.9	Steg 9: Klassifisering av faresone	22
4.1.10	Steg 10: Dokumentering av tilfredsstillende sikkerhet	22
4.1.11	Steg 11: Meld inn faresoner og grunnundersøkelser	22
4.2	Stabilitetsberegning	23
4.2.1	Lagdeling og styrkeparametere	23
4.2.2	Beregninger	24
4.2.3	Resultater	24
5	Konklusjon	25
6	Referanser	26

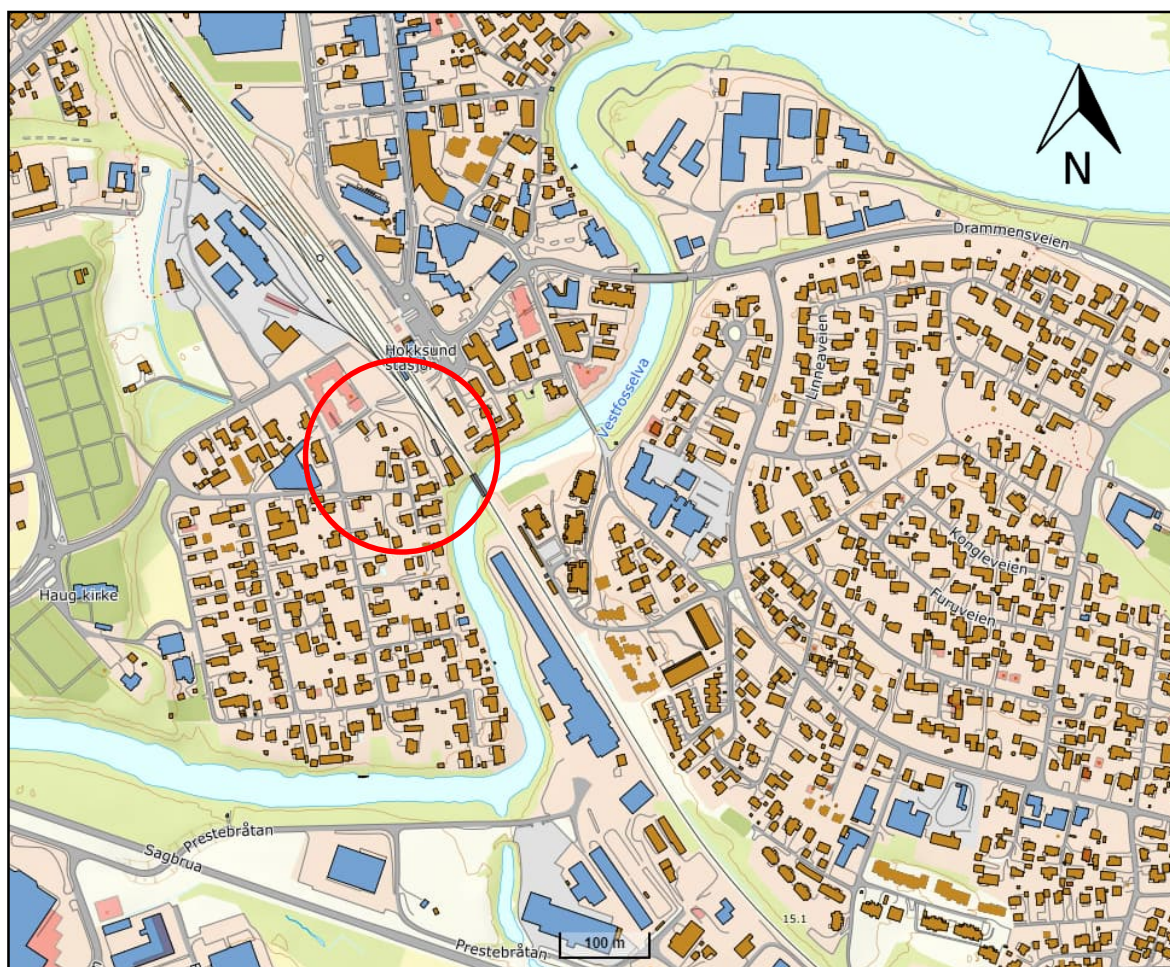
Vedlegg

Vedlegg nr.	Tittel
1	Soneutredning Frognas
2	Stabilitetsberegning GeoSuite

1 Innledning

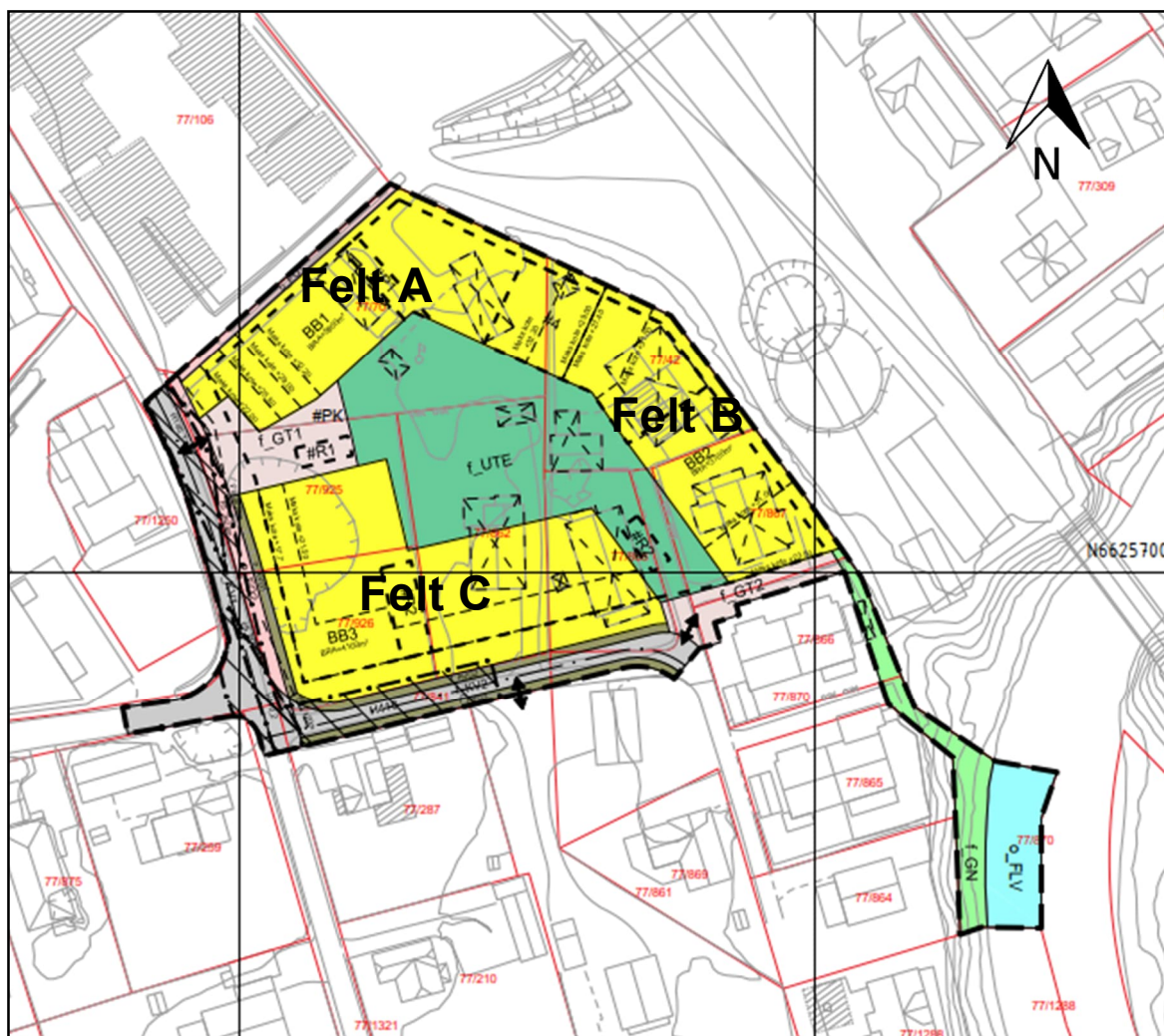
Sweco Norge AS er engasjert som geoteknisk rådgiver for Pinten Utvikling AS for vurdering av områdestabilitet i forbindelse med detaljregulering av et område ved Trikotasjegata og Frogneseveien i Hokksund. Utredning av områdestabiliteten utføres i forbindelse med planlagt utbygging av boligblokker i Frogneseveien i Hokksund.

Der vises til oversiktsplan i figur 2.



Figur 2: Tiltaksområdet ligger i Hokksund. Bildet er hentet fra Norgeskart.no [1].

Det er planlagt å bygge 3 leilighetkomplekser (felt A, felt B og felt C) med 3 til 7 etasjer, samt kjeller, kulvert og uteområder, se Figur 3. Felt A og B består av 5-7 etasjer, og felt C består av 3-5 etasjer. Kjeller og kulvert ligger ca. 5 m under terreng. Sørøst for tomten (langs Vestfosselva) er det planlagt et uteområde (grønn og blå farge)



Figur 3: Situasjonsplan for planlagt utbygging (utviklingsområde Frognos). Bildet er hentet fra TAG Arkitekter.

Denne rapporten inneholder utredning av sikkerhet mot områdeskred i henhold til NVE veileder 1/2019 «Sikkerhet mot kvikkleireskred» [2]. Rapporten inneholder ingen vurderinger knyttet til lokalstabilitet for tiltaket. Geoteknisk lokalstabilitet må ivaretas i alle faser av prosjektet. Omfanget av tiltaket medfører at vurderingen må kvalitetssikres av et uavhengig foretak med geoteknisk kompetanse.

2 Grunnlag

Grunnlag for vurdering er hentet fra tidligere utførte grunnundersøkelser i nærheten av tiltaksområdet og eksisterende kartgrunnlag.

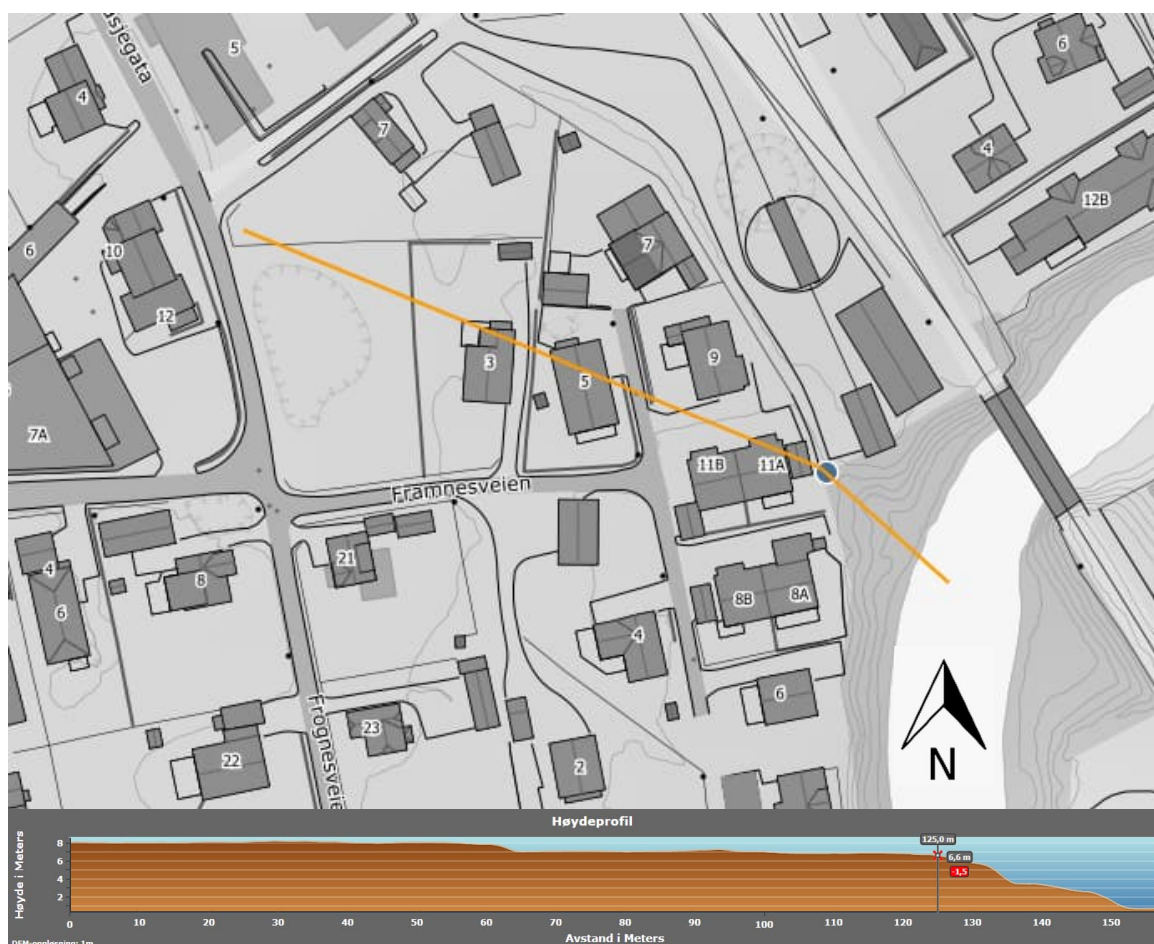
2.1 Terreng og grunnforhold

2.1.1 Topografi

Frognes er et sentrumsnært utviklingsområde i Hokksund. Tiltaksområdet er på ca. 8100 m². Øst for tiltaksområdet ligger Vestfosselven. I nordøst ligger Hokksund jernbanestasjon og i øst ligger tilhørende jernbanebru. Tiltaksområdet ligger i et etablert boligområde.

I dag består området av eneboliger, tomannsboliger og garasjer.

Terrenget i området er relativt flatt og ligger på kote ca. 6,4-8,2. Det er en bratt skråning mot elven med skråningshelning på ca. 13,5 grader og skråningshøyde på ca. 6,5 m fra skråningstopp og ned til elvekanten. Det er antatt total skråningshøyde lik 8,5 m hvor elven har en antatt dybde på ca. 2 m [3].



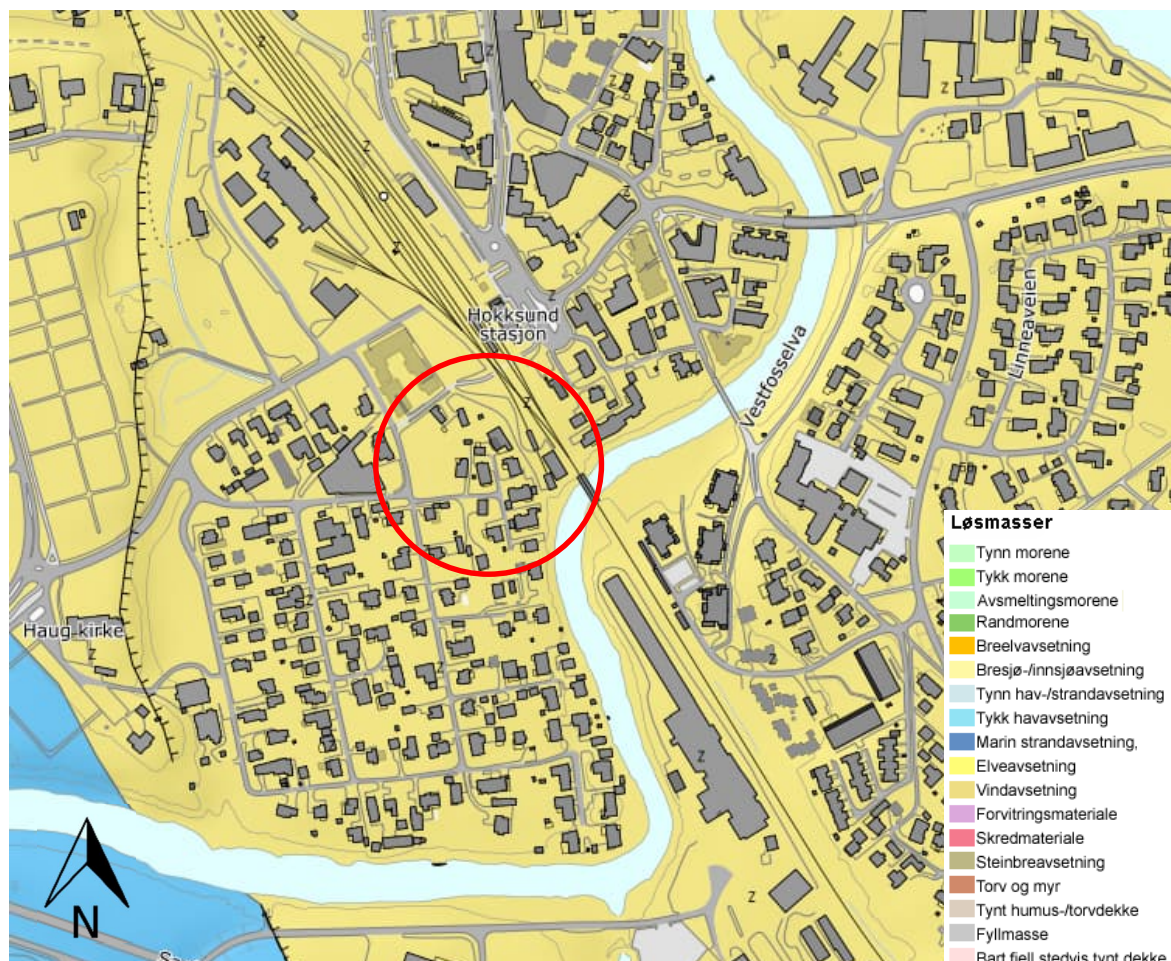
Figur 4: Topografien ved tiltaksområdet. Bildet er hentet fra Høyledata.no [4].

2.1.2 Løsmasser

Løsmassekart fra Norges Geologiske Undersøkelse (NGU) er vist i Figur 5. Kartet viser at grunnforholdene består av elve- og bekkeavsetninger. Dette er materialer som er transportert og avsatt av elver og bekker. De mest typiske formene er elvesletter, terrasser og vifter. Sand og grus dominerer, og materialet er sortert og rundet. Typisk mektighet er 0,5 m til mer enn 10 m. Nærliggende områder består av hav- og fjordavsetning

med sammenhengende dekke, ofte med stor mektighet. Løsmassetypen defineres som finkornige, marine avsetninger med mektighet fra 0,5 m til flere ti-talls meter. Avsetningstypen omfatter også skredmasser fra kvikkleireskred.

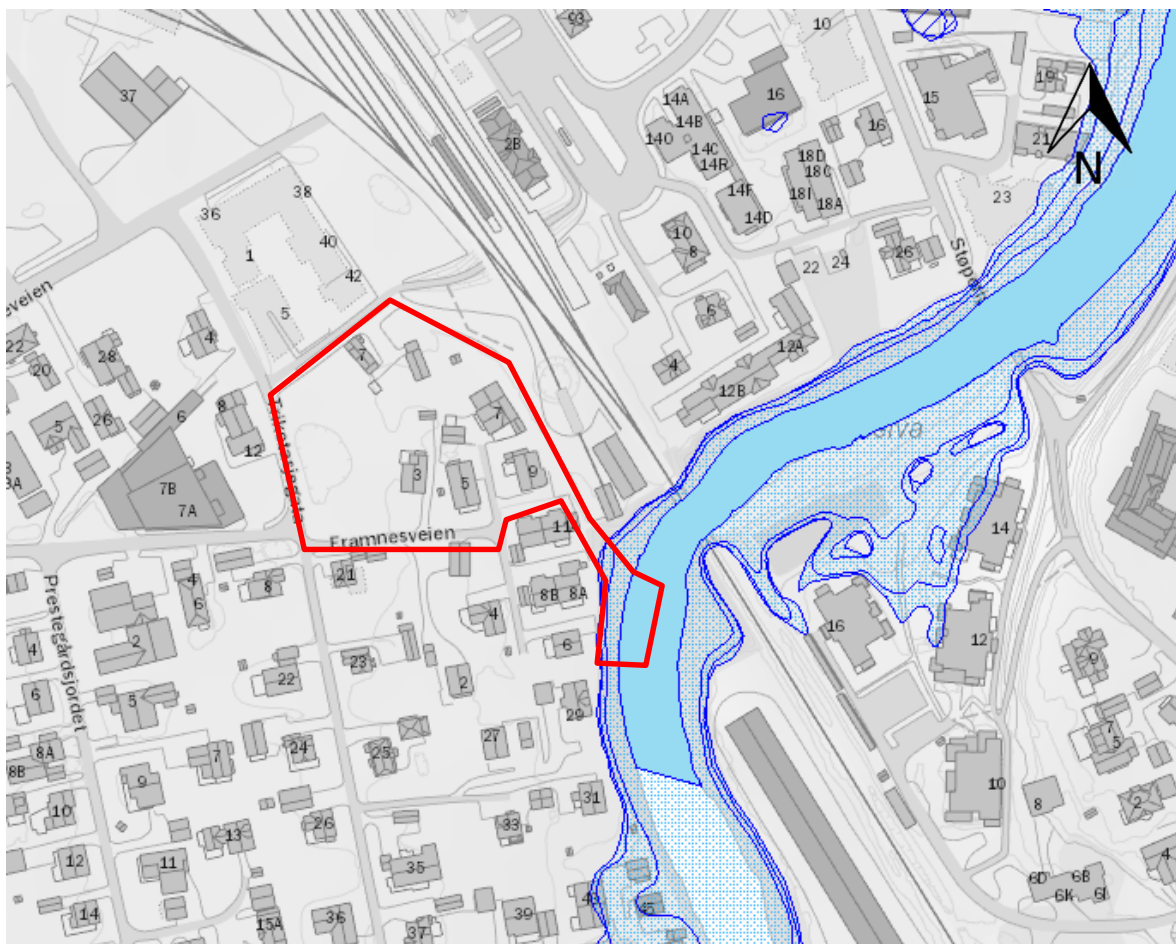
Løsmassekartet fra NGU viser kun indikasjon av type masser på overflatenivå. Kartene gir ingen informasjon om lagdeling av løsmasser i dybden og kun begrenset informasjon om løsmassemekthet.



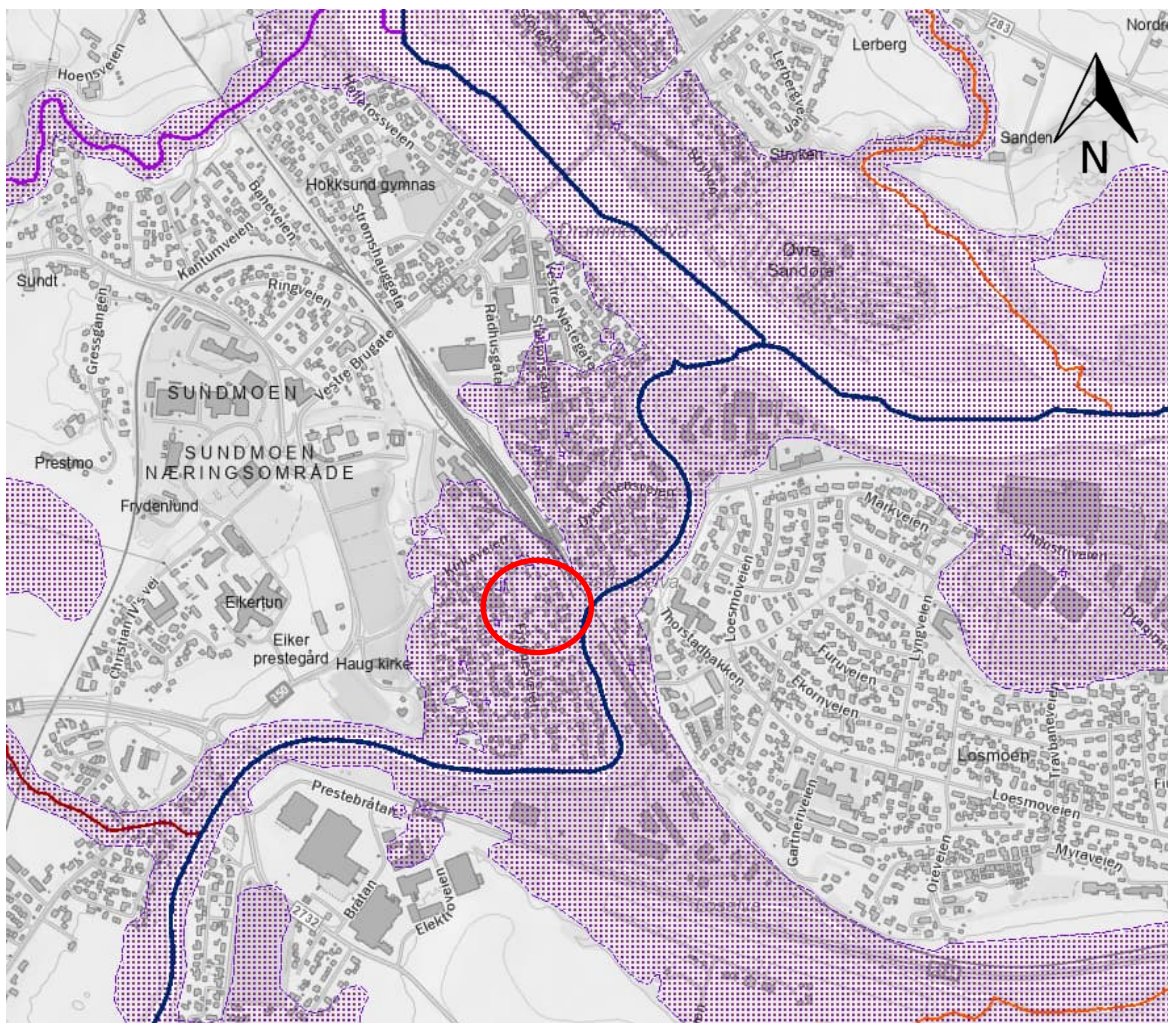
Figur 5: NGU Løsmassekart viser elve- og bekkeavsetning ved tiltaksområdet. Bildet er hentet fra https://geo.ngu.no/kart/losmasse_mobil/ [5].

2.1.3 Flom

Nedre deler av tiltaksområdet mot elveskråningen ligger i en 200-års flomsone, se Figur 6. Tiltaksområdet ligger også innenfor et aktsomhetsområde for flom, se figur 7.



Figur 6: NVE Flomsone Temakart. 200 års flom dekker deler av tiltaksområdet ved elveskråningen. Bildet er hentet fra NVE Flomsonekart [6].



Figur 7: Aktsomhetskart for flom, hentet fra NVE kartdata.

Sikkerhet mot flom er ikke vurdert av geotekniker. For detaljerte vurderinger av flom anbefales det å kontakte fagpersonell for dette fagområdet.

2.2 Grunnundersøkelser

Oppsummering av tidligere utførte grunnundersøkelser er presentert nedenfor.

2.2.1 Tidligere utførte grunnundersøkelser

Tidligere grunnundersøkelser på tiltaksområdet og nærliggende området er presentert i Tabell 1.

Tabell 1 Oversendte grunnundersøkelsesrapporter/tidligere grunnundersøkelser fra NADAG [7].

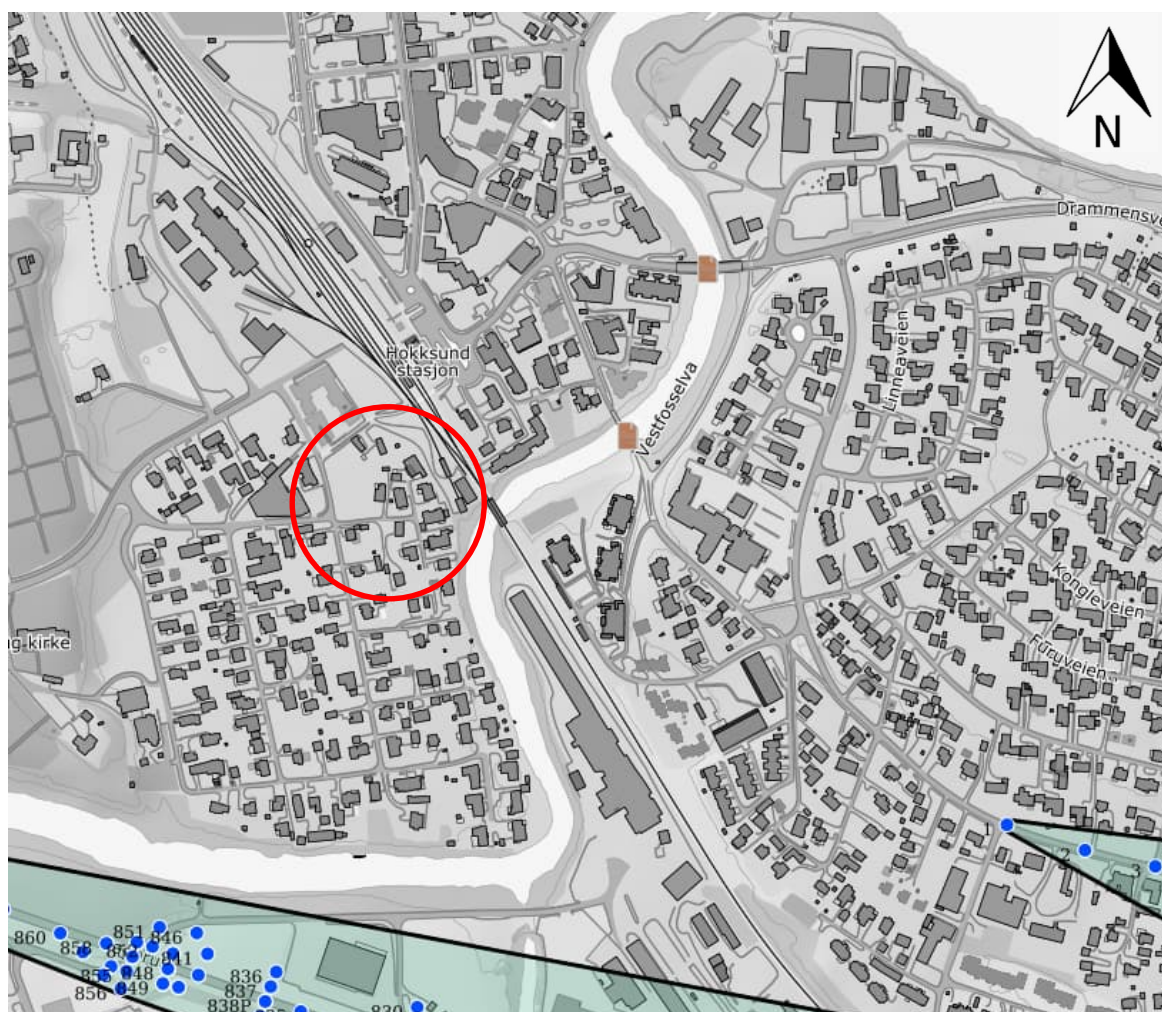
Beskrivelse	Dokumentnr.	Dato	Utarbeidet av	Område
Rv. 283 Gangbru over Nøsteelv [8]	F206A-1	16.03.1977	Statens Vegvesen	Hokksund
Rv. 283 Bru over Nøsteelv med tilstøtende veg. Grunnundersøkelse [3]	F128A-1	20.1.1973	Statens Vegvesen	Hokksund

Rv. 283 Bru over Nøsteelv. Grunnundersøkelse [9]	F128A-2	15.1.1975	Statens Vegvesen	Hokksund
Rv. 283 Bru over Nøsteelv. Justert linjeføring Grunnundersøkelse [10]	F128A-3	26.1.1975	Statens Vegvesen	Hokksund

Tidligere grunnundersøkelser nevnt i Tabell 1 er vist i Figur 8.

Rapport F206-1 [8] definerer et område som ligger 200 m i luftlinje øst for tiltaksområdet. Grunnforholdene blir beskrevet som middels fast til fast leire, delvis noe siltig, udrenert skjærfasthet ca. 4-6 t/m², vanninnhold 35-55%. Sensitiviteten er liten til middels, og leira er meget plastisk. Toppen av leirlaget skråer slakt oppover til begge sider for elveleiet. Elveskråningene over leirlaget består av løst lagret siltige og sandige materialer med ca. 3 vektprosent humus.

Nordøst for tiltaket er grunnforholdene beskrevet i rapportene F128A-1 [3], F128A-2 [9] og F128A-3 [10]. Grunnforholdene er beskrevet med et øvre bløtt lag bestående av sandig, siltig leire med mektighet på 2-3 m i elveløpet, noe økende innover i elveskråningen. Over dette laget ligger det fastere lagret finsand. Under det bløte laget er det avdekket fast leire med vanninnhold mellom 40-50% i de øvre lagene, avtagende med dybden. Leira har en udrenert skjærfasthet på 4-8 t/m². Grunnvannstanden antas i å ligge like under skillet mellom det øverste faste laget av finsand og det bløtere laget under av sandig, siltig leire. Grunnvannstand er antatt å ligge underkant av tørrskorpelaget, ca. 2 m under terreng. I det bløte laget i den østre elveskråningen er det observert varierende størrelse av poretrykket.



Figur 8: Tidligere grunnundersøkelser nær tiltaksområdet. Bildet er hentet fra NADAG [7].

2.2.2 Utførte grunnundersøkelser

Det er utført separate t grunnundersøkelser i forbindelse med dette prosjektet. Resultater og data fra grunnundersøkelser er presentert i RIG-R01-A01 Datarapport grunnundersøkelser [11], og er utarbeidet av Sweco Norge AS i 2022. Det er utført totalt ca. 8 stk. totalsonderinger, 1 stk. trykksondering/CPTU og 2 stk. prøveserier, se Tabell 2.

Tabell 2: Boringer og borpunktkoordinater (NTM sone 10, høydereferanse NN2000. T - totalsondering, PR - prøveserie, CPTU – trykksondering [11].

Borpunkt nr.	Nord	Øst	Høyde (moh.)	Boring metode	Boret i løsmasser (m)	Boret i berg (m)
1	1196893.449	66824.557	8.037	T	25,02	-
2	1196925.106	66856.464	8.136	T	25,02	-
3	1196892.721	66892.941	7.130	T	25,77	-
4	1196865.337	66881.637	7.779	T, PR, CPTu	50,03	-
5	1196844.205	66839.899	8.058	T	25,00	-
6	1196841.640	66890.173	7.115	T	25,00	-
7	1196858.221	66923.981	6.825	T	25,00	-
8	1196838.766	66947.205	6.372	T, PR	25,02	-

Grunnundersøkelsene fra tiltaksområdet tyder på stor dybde til berg. Totalsonderingene viser 25 m løsmasser uten å treffe berg. I borpunkt 4 er det boret til 50 m uten å treffe berg. Sonderingene indikerer generelt bløt til middels fast leire. Øvre ca. 1-4 m er mulig tørrskorpe og siltig sand etterfulgt av noen sand- og gruslag ved ca. 2-5 m dybde. Videre er det antatt leire med konstant bormotstand ned til ca. 8 m dybde. Derunder er det registrert økende motstand med dybden. Totalsonderingene viser generelt bløtere lag fra ca. 5 til 8 m dybde.

2.2.3 Laboratorieresultater og lagdeling

Det er tatt 2 stk. prøveserier fra borpunkt 4 og borpunkt 8. Laboratorieresultater er lagt ved som vedlegg i datarapporten [11]. Resultater viser generelt leire med noe silt, samt sand i øvre lag på ca. 2-5 m dybde. Det er påvist noe grus og humus ned til ca. 8 m dybde.

Basert på resultatet fra kornfordelingsanalyser består prøvematerialet i borpunkt 4 fra 1,0-1,6 m dybde av siltig, leirig sand, fra 3,0-3,5 m av sand, og fra 3,5-4,0 m av sandig, leirig silt. Prøvematerialet i borpunkt 8 består fra 1,0-1,6 m av sand, fra 3,0-3,8 m av sandig, siltig leire, og fra 5,3-5,9 m av leire.

Vann- og humusinnholdet i prøvene varierer mellom henholdsvis 6,2-53,4 % - og 0,4-1,4%, og plastisitet- og flytegrensen mellom hhv. 13,0-31,2- og 19,7-56,1%. Uomrørt skjærstyrke varierer mellom 11,4-464,4 kPa (fra konus og enaksialt trykkforsøk), omrørt skjærstyrke mellom 0,9-38,8 kPa (fra konus) og sensitiviteten mellom 0,8-74,6.

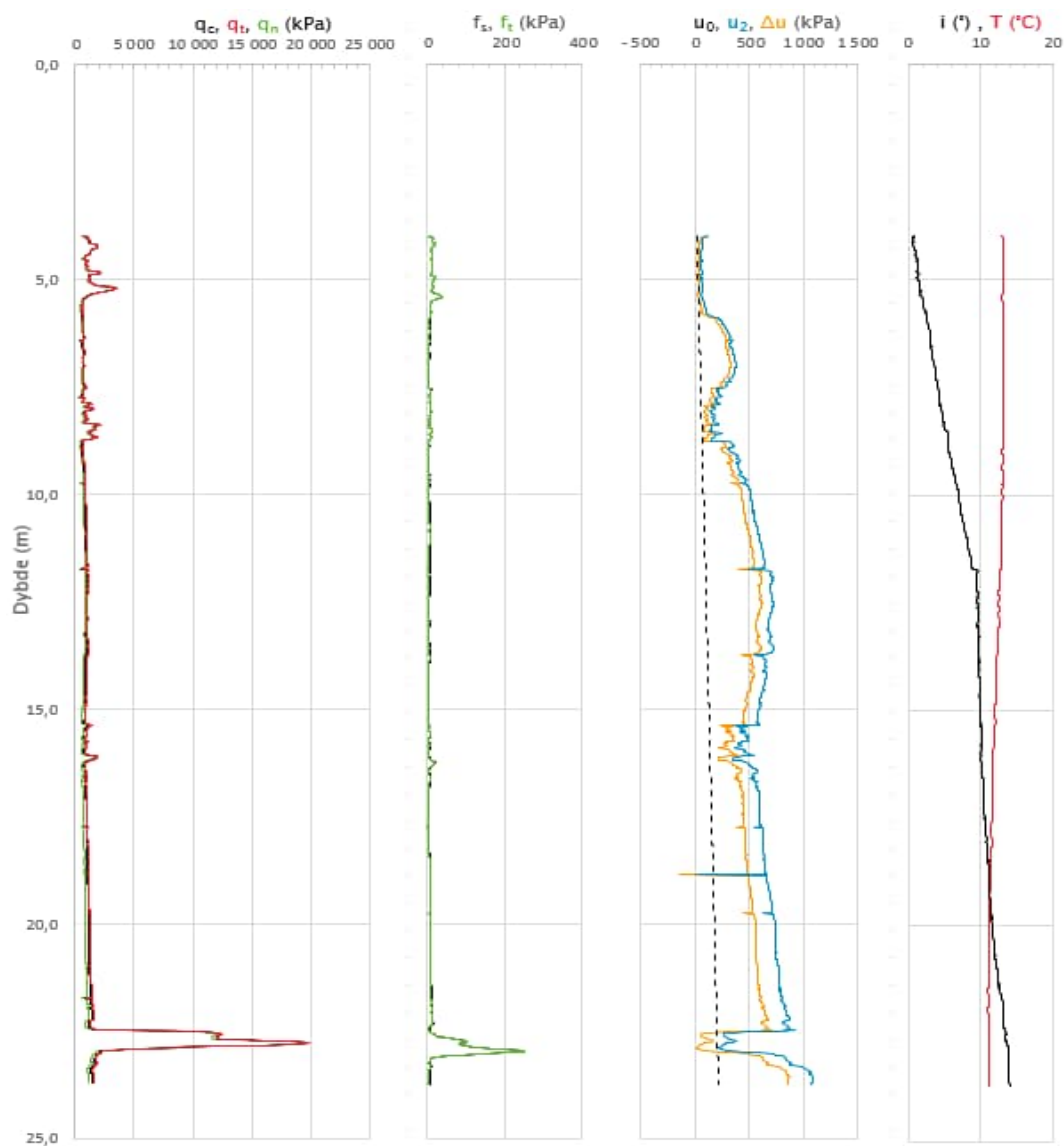
Laboratorieanalyser på opptatte prøver viser at det er funnet sprøbruddmateriale i prøven fra 5,0-6,0 m dybde i borpunkt 4 og 8, hvor omrørt skjærstyrke er målt til mellom 0,9-1,0 kPa.

Data fra CPTU/trykksondering er brukt som input i Statens vegvesen CPTU Excel regneark [12]. Resultater er presentert i Tabell 3, Figur 9, Figur 10 og Figur 12.

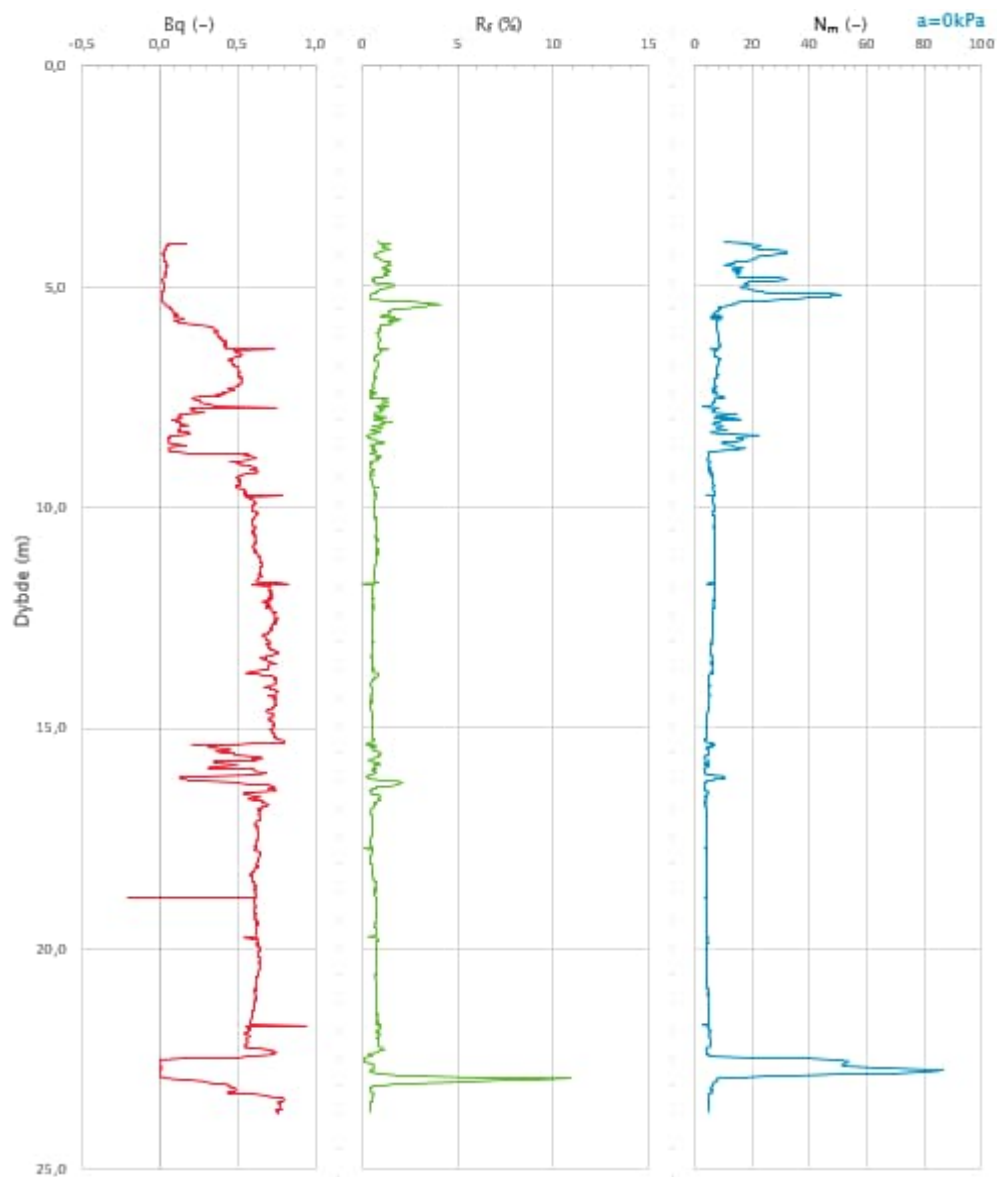
Materialparametere definert ved trykksondering (CPTU) og rutineforsøk i laboratoriet, samt verdier fra SVV CPTU og er presentert i Tabell 3.

Tabell 3: Materialparametere fra laboratorieforsøk og SVV CPTU.

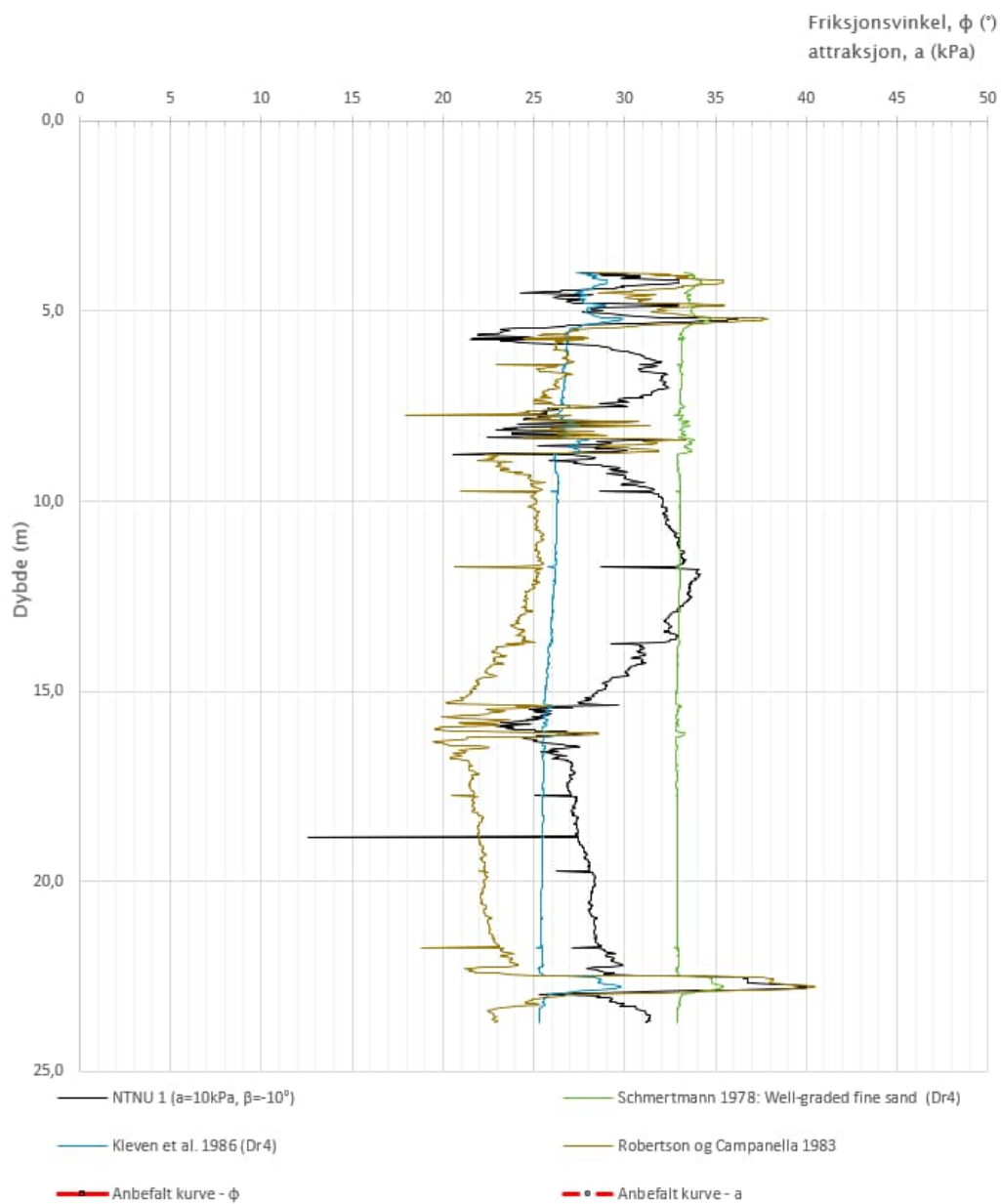
Metode	Rutineforsøk laboratoriet (tyngdetetthet, vanninnhold, konus, enaks trykkforsøk)						SVV CPTU		
ID	γ [kN/m ³]	Su [kPa]	W [%]	Sr [kPa]	St [-]	ε [%]	Su [kPa]	Bq [-]	Nm [-]
Punkt 4	17,1-20,0	10-90	10-55	0,97-20,4	1-29	2,6-10,3	20-120	0-0,75	2-80
Punkt 8	16,0-22,3	10-90	10-55	0,91-38,8	1-75	2,4-8	-	-	-



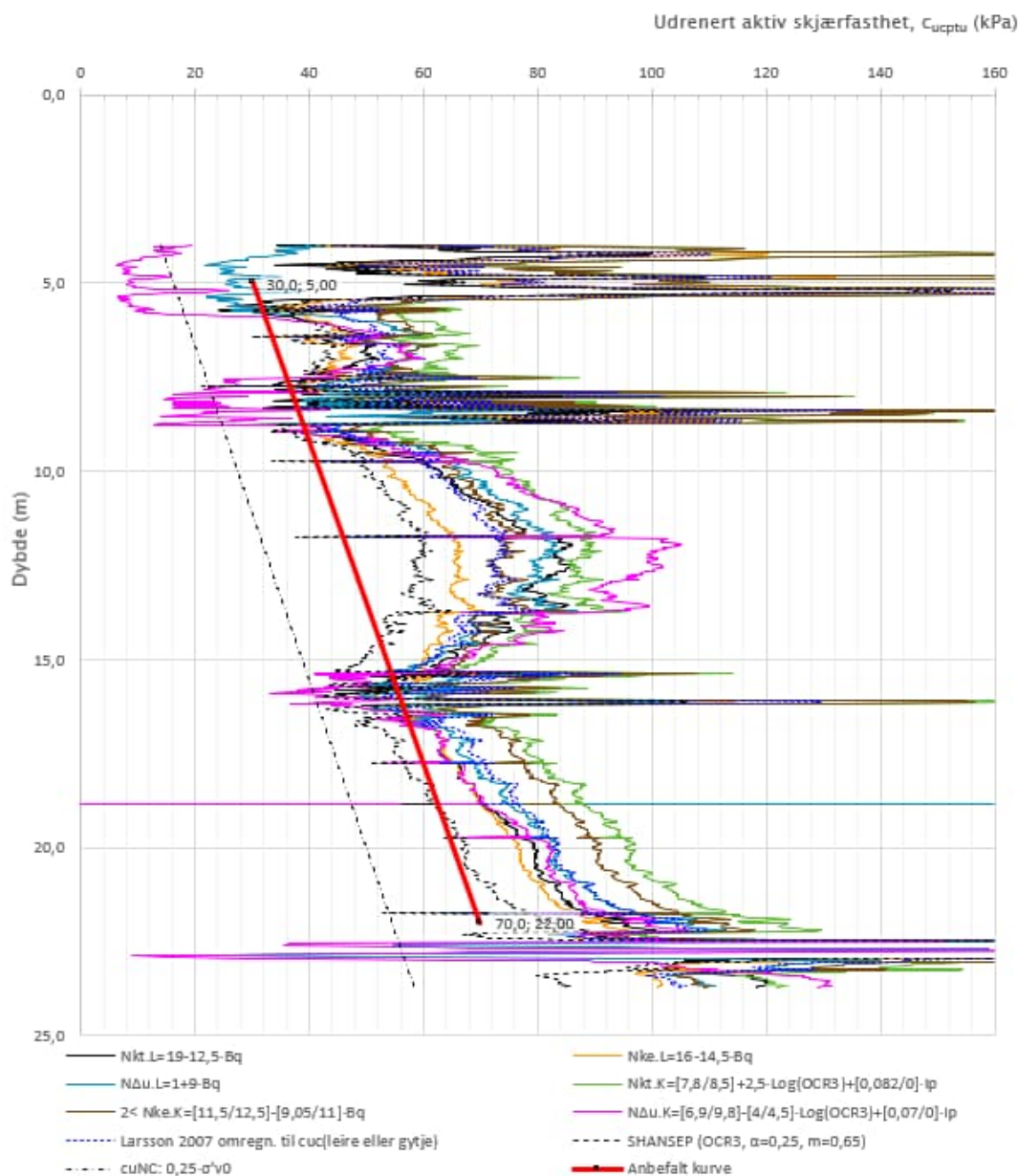
Figur 9: CPTU for borpunkt 4 viser spissmotstand q_c , sidefriksjon f_s , poretrykk u_0 og helning i .



Figur 10: CPTU for borpunkt 4 viser poretrykksforholdet Bq, friksjonsforholdet Rf og spissmotstandstall Nm.



Figur 11: CPTU for borpunkt 4 viser friksjonsvinkel ϕ og attraksjon a .



Figur 12: CPTU for borpunkt 4 viser udrenert skjærfasthet S_u .

3 Regelverk og krav

Følgende lover, forskrifter og retningslinjer er aktuelle for detaljregulering av tiltaksområdet:

- Plan- og bygningsloven (PBL)
- Byggeteknisk forskrift (TEK17), med veiledning
- Forskrift om byggesak (SAK10), med veiledning
- NS-EN 1997-1:2004+A1:2013+NA:2020 Eurokode 7 – Geoteknisk prosjektering, Del 1: Allmenne regler
- NVE Veileder 1/2019

3.1 Tiltaksklasse i henhold til Plan- og bygningsloven

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

3.2 TEK 17 § 7, Sikkerhet mot naturpåkjenninger

TEK17, kapittel 7, stiller krav til sikkerhet for byggverk mot naturpåkjenninger, herunder sikkerhet mot flom, stormflo og skred. Veiledningen til §7-3 angir at tilstrekkelig sikkerhet mot kvikkleireskred kan oppnås i alle faser av utbygging og for ferdig bygg ved å følge metoder og prosedyrer gitt i NVE-veileder 1/2019 Sikkerhet mot kvikkleireskred.

3.3 Krav til kontroll

I henhold til NVE-veileder 1/2019 [2] for tiltak i tiltakskategori K3-K4 som ligger innenfor aktsomhetsområde, må det gjøres en soneutredning ved å følge steg 4-11 i prosedyren fra NVE kvikkleireveileder for å dokumentere tilstrekkelig sikkerhet mot områdeskred. Merk at områdestabilitet skal kontrolleres og kvalitetssikres av et uavhengig foretak i henhold til NVE-veilederen som følge av tiltakskategori K4. Soneutredning skal kvalitetssikres av uavhengig foretak, se kap. 4.9 i veilederen.

4 Områdestabilitet

Områdestabiliteten skal vurderes i henhold til NVE-veileder 1/2019 [2].

4.1 NVE-veileder 1/2019

Nedenfor presenteres en gjennomgang av stegene fra Tabell 4 [2] og det gjøres en vurdering av om det er tilstrekkelig sikkerhet i henhold til sikkerhetskravene beskrevet i Kvikkleireveileder 1/2019.

Tabell 4: Prosedyre for utredning av områdestabilitet. Hentet fra Tabell 3.1 NVE kvikkleireveileder 1/2019 [2].

Steg	
1	Undersøk om det finnes registrerte faresoner (kvikkleiresoner) i området
2	Avgrens området med mulig marin leire
3	Avgrens områder med terreng som kan være utsatt for områdeskred a) Terreng som kan inngå i løsneområdet for skred b) Terreng som kan inngå i utløpsområdet for skred
4	Bestem tiltakskategori
5	Gjennomgang av grunnlag – identifikasjon av kritiske skråninger og mulig løsneområder
6	Befaring
7	Gjennomfør grunnundersøkelser
8	Vurder aktuelle skredmekanismer og avgrens løse- og utløpsområder
9	Klassifiser faresone
10	Dokumenter tilfredsstillende sikkerhet
11	Meld inn faresone og grunnundersøkelser

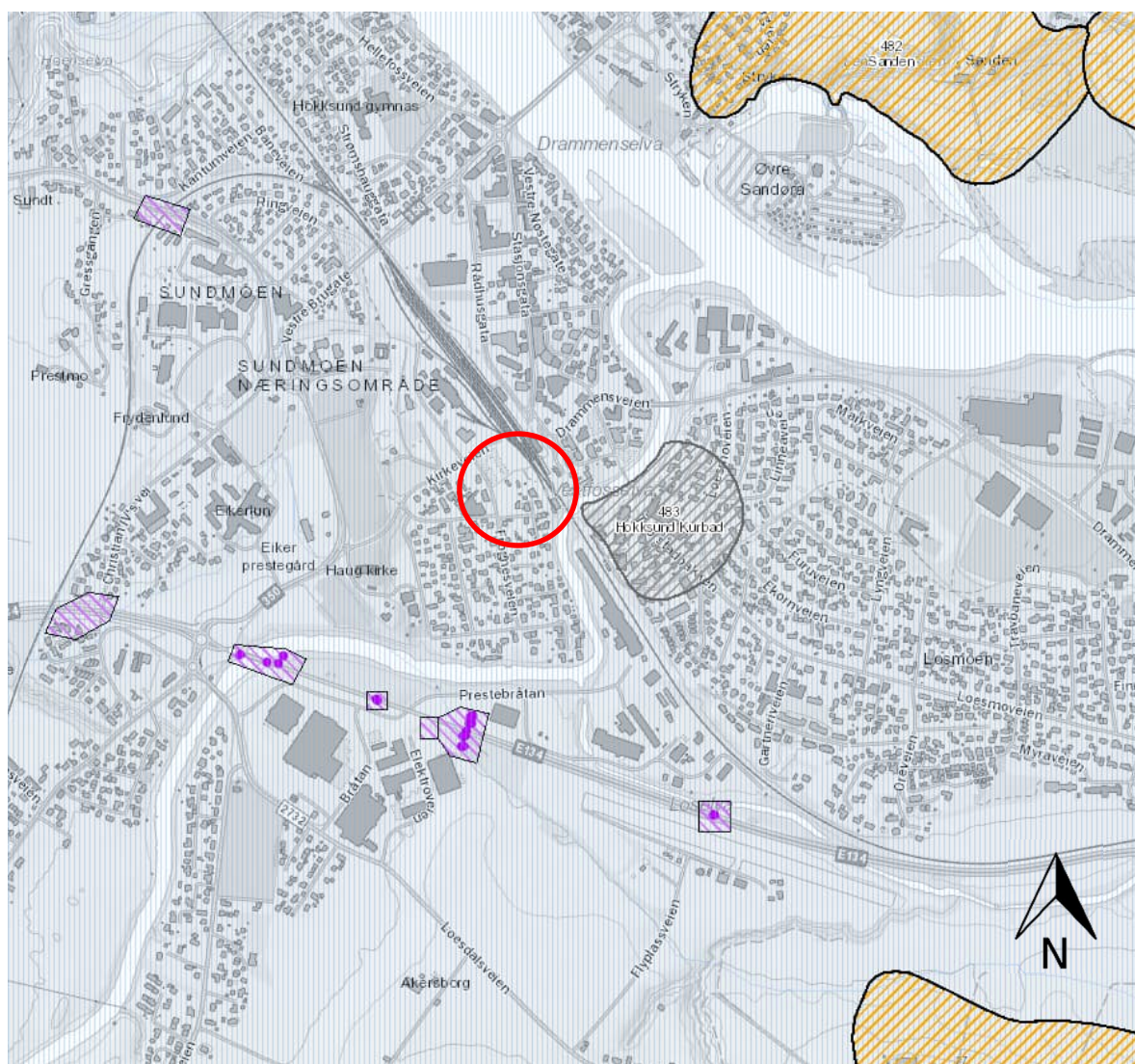
4.1.1 Steg 1: Registrerte faresoner i området

Fra Tabell 3.1 Prosedyre for utredning av områdeskredfare [2] er Del 1: Aktsomhetsområder delt i 3 steg. Steg 1 omhandler om tiltaksområdet ligger i eller i nærheten av en registrert kvikkleirefaresone.

Tiltaksområdet ligger ikke innenfor en registrert kvikkleire faresone. Det er registrerte faresoner og kvikkleirepunkter i området, se Figur 13.

4.1.2 Steg 2: Områder med mulig marin leire

Steg 2 innebærer avgrensning av området med mulig marin leire: Frognos ligger under marin grense og Figur 13 viser at området kan ha mulighet for sammenhengende forekomster av marin leire (markert blå skravur).



Figur 13: NVE Kvikkleire temakart. SVV Kvikkleirepunkt/område er markert med lilla farge. Grå og oransje skravur markerer kvikkleire faregradssoner. Bildet er hentet fra <https://nyetemakart.nve.no/tema/kvikkleire> [13].

4.1.3 Steg 3: Områder med terreng som kan være utsatt for områdeskred

Steg 3 vurderer om området er innenfor et aktsomhetsområde. Tiltaket ligger på terreng som kan inngå i løseområdet for et skred, hvor skråningshøyden sørøst for tiltaksområdet ved Vestfosselva er 8,5 m. Merk at denne høyden er beregnet fra skråningstopp og ned mot elven. Skråningen er på ca. 13,5 grader som tilsvarer 1: 4,1 (> 1:20 helning).

4.1.4 Steg 4: Tiltakskategori

Steg 4 som er under *Del 2: Utredning av faresoner* bestemmer tiltakskategori. Tiltaket omfatter boligbygging og plasseres i tiltakskategori K4. Årsaken er at tiltaket innebærer større tilflytting/personopphold. Kvalitetssikring utføres av uavhengig foretak.

Tabell 5: Tiltakskategori. Tabell er hentet fra NVE Veileder 1/2019 [2].

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

Tiltaket er vurdert å inngå i tiltakskategori K4. Det betyr at områdestabilitetsvurdering skal kvalitetssikres av et uavhengig foretak.

4.1.5 Steg 5: Identifikasjon av kritiske skråninger og mulig løsneområde

Steg 5 i prosedyren *innebærer gjennomgang av grunnlag, samt identifikasjon av kritiske skråninger og mulig løsneområde*. En gjennomgang av kartgrunnlag og grunnundersøkelser med påvist sprøbruddmateriale indikerer en mulig kritisk skråning sørøst for tiltaksområdet på grunn av skråningshelning >1:20 ned mot Vestfosselven. Her kan et skred initieres og eventuelt utvikle et områdeskred.

4.1.6 Steg 6: Befaring

Steg 6 gjelder befaring som er gjennomført 10.2.2022 av geotekniker Maria Tran. På grunn av begrenset utbytte på vinterstid ble det gjennomført en ny befaring 08.08.2024 av geotekniker Maria Tran og kollega Lars Hov. Generelt er terrenget i tiltaksområdet flatt, se Figur 14.



Figur 14: Bilde langs Frognervesveien sett mot øst under befaring 08.08.2024.

Sørøst for tiltaksområdet ligger Vestfosselva. Her faller terrenget av mot elven. I skråningen ned mot elvekanten var det ingen synlige tegn på utglidninger eller erosjon. Ved elvekanten ble det observert store steiner, se Figur 15 og Figur 16.



Figur 15: Bildet er sett fra elvekanten ved skråningen ned mot Vestfosselva mot øst.



Figur 16: Langs elvekanten ved Vestfosselva ble det observert stein i forskjellige størrelser.

4.1.7 Steg 7: Grunnundersøkelser

Steg 7 innebærer *grunnundersøkelser*. Det er utført grunnundersøkelser på tiltaksområdet og i området rundt tiltaksområdet, se kapittel 2.2.

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

Sted 8 i prosedyren omhandle *vurdering av aktuelle skredmekanismer og avgrens utløps- og løsneområder*. Kritiske skråninger i området vil være i tiltaksområdet mot elven på grunn av skråningshelning $> 1:20$. Dette vil da være et potensielt løsneområde.

Vurdering av aktuelle skredmekanismer er gjort etter metode presentert i flytskjema fra NVEs Kvikkleireveileder 1/2019, se Figur 17.



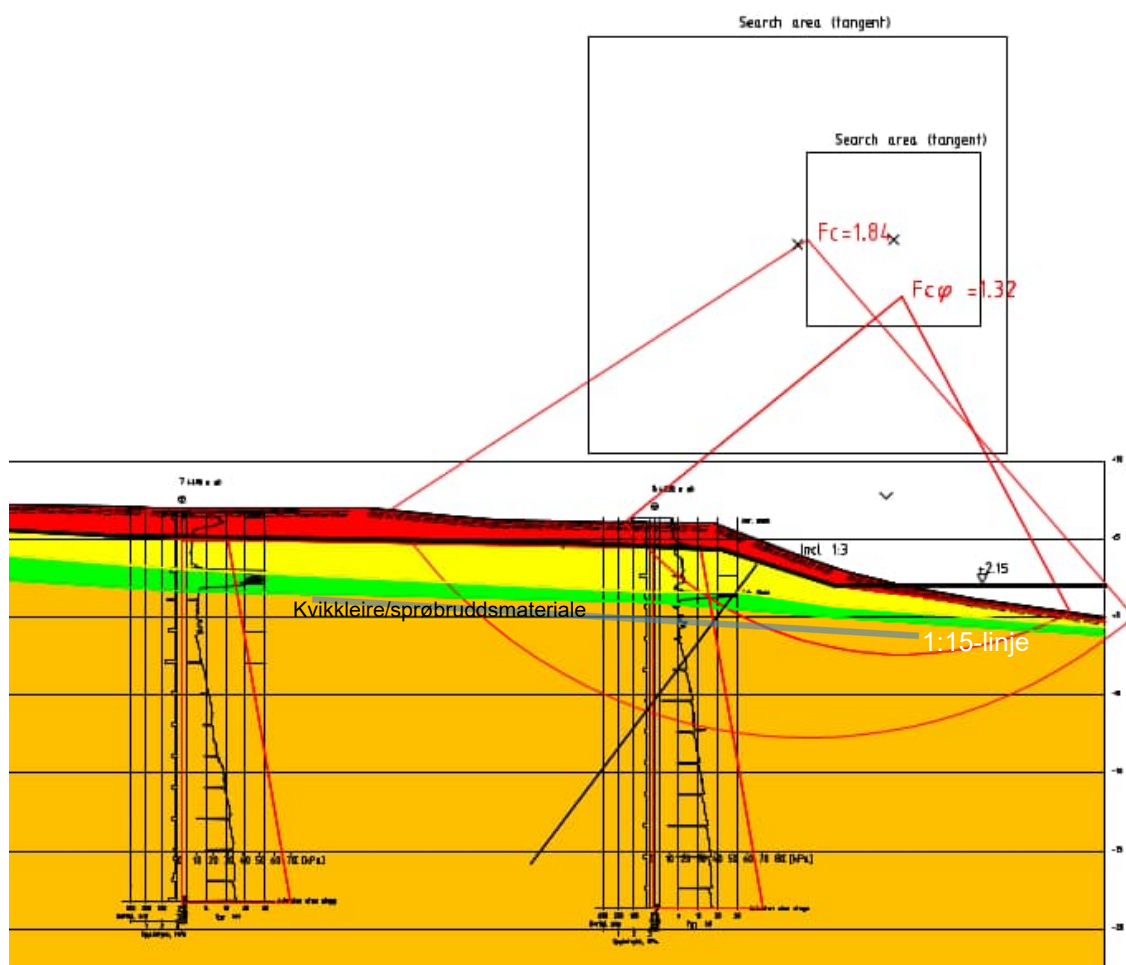
Figur 17: Flytskjema for vurdering av aktuell skredmekanisme. Figuren er hentet fra NVE Kvikkleireveileder 1/2019 [2].

Metoden vurderer muligheten for et rotasjonsskred, flakskred eller retrogressivt skred for den aktuelle kvikkleireforekomsten.

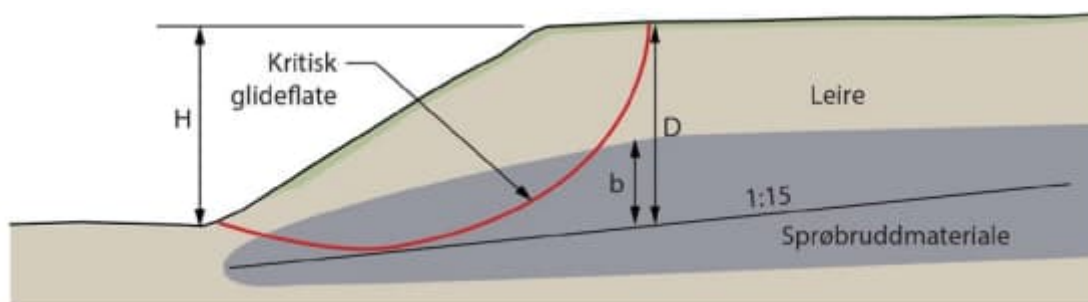
Lagdelingen i elvekanten er konservativt antatt. Stabilitetsberegningene er vurdert etter type skredmekanisme og hvor kritisk glideflate vil opptre. Det er 1:15 linjen som gjelder for å finne utbredelsen av et potensielt skred. Det er utarbeidet en soneutredning for Frognos som er presentert i Vedlegg 1 Soneutredning Frognos.

Ved å se på lagdelingen og kritisk glideflate i Tegning 012 Skråning fra Vedlegg 2 Stabilitetsberegning, se Figur 20, kan det slås fast at største andel sprøbruddmateriale over 1:15-linjen fra 0,25 x skråningshøyden under skråningsfoten er under 40 %: $b/D = b/H1 = 1/8,5 = 12 \% < 40 \%$.

Hvor b er dybden av sprøbruddmateriale i forhold til dybden D av glideflata under terreng [5], se Figur 19.



Figur 18: Kritisk skråning og glideflate. Figuren er hentet fra Tegning 012 Skråning fra Vedlegg 2 Stabilitetsberegning.



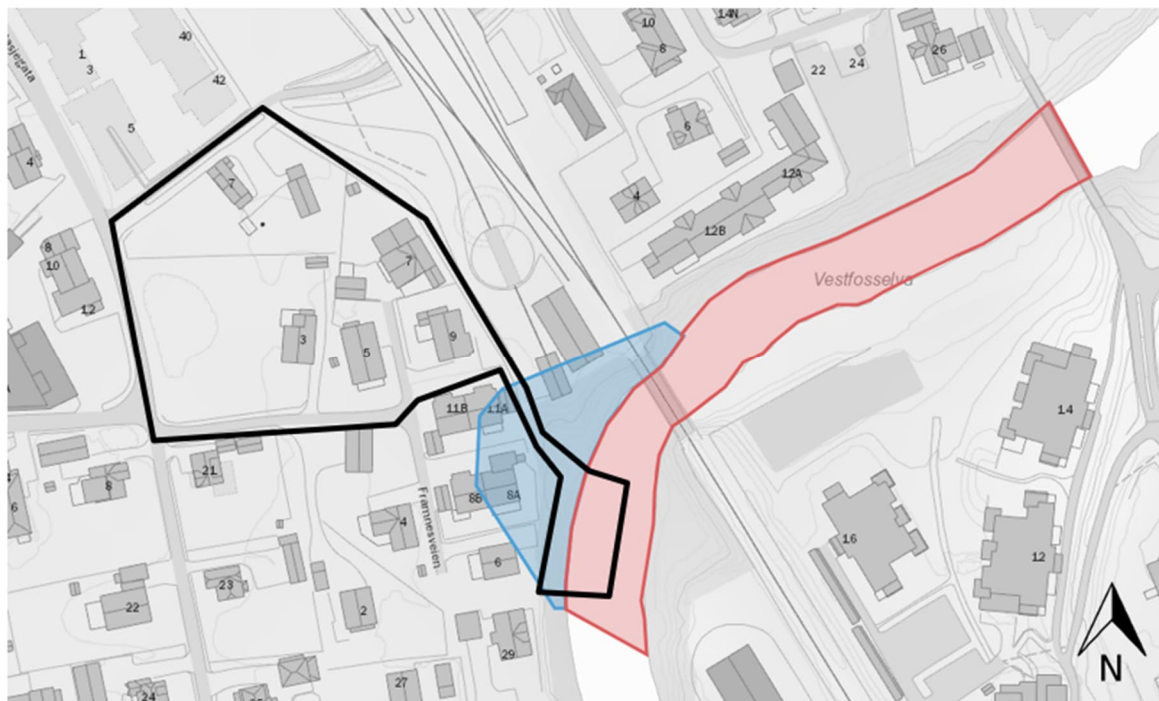
Figur 19: Vurdering av andel sprøbruddmateriale over den mest kritiske glideflaten. Bildet er hentet fra NVE kvikkleireveileder 1/2019 [2].

Ettersom andel sprøbruddmateriale over mest kritiske glideflate er under 40%, vurderes den aktuelle skredmekanismen til å være rotasjonsskred eller flakskred.

Løsne- og utløpsområder

Et løseområde er betegnelsen på det terrenget som kan bli tatt av, og inkludert i et områdeskred. Størrelsen på løseområdet blir bestemt ut fra antatt sannsynlig skredmekanisme basert på erfaringsdata fra tidligere skred for samme skredtype. Løseområdene er vist med blå farge i Figur 20 og viser en utbredelse på 5 x skråningshøyde eller helning lik 1:15. For løseområdet er det benyttet kriteriet om 5 x H fra NVE-veilederen, ettersom det er konkludert med at skredtypen her vil være et rotasjonsskred. Lengden til

et rotasjonsskreds løsneområde bestemmes konservativt til 5 x skråningshøyden fra skråningsfoten, som i dette tilfelle blir 42,5 m.



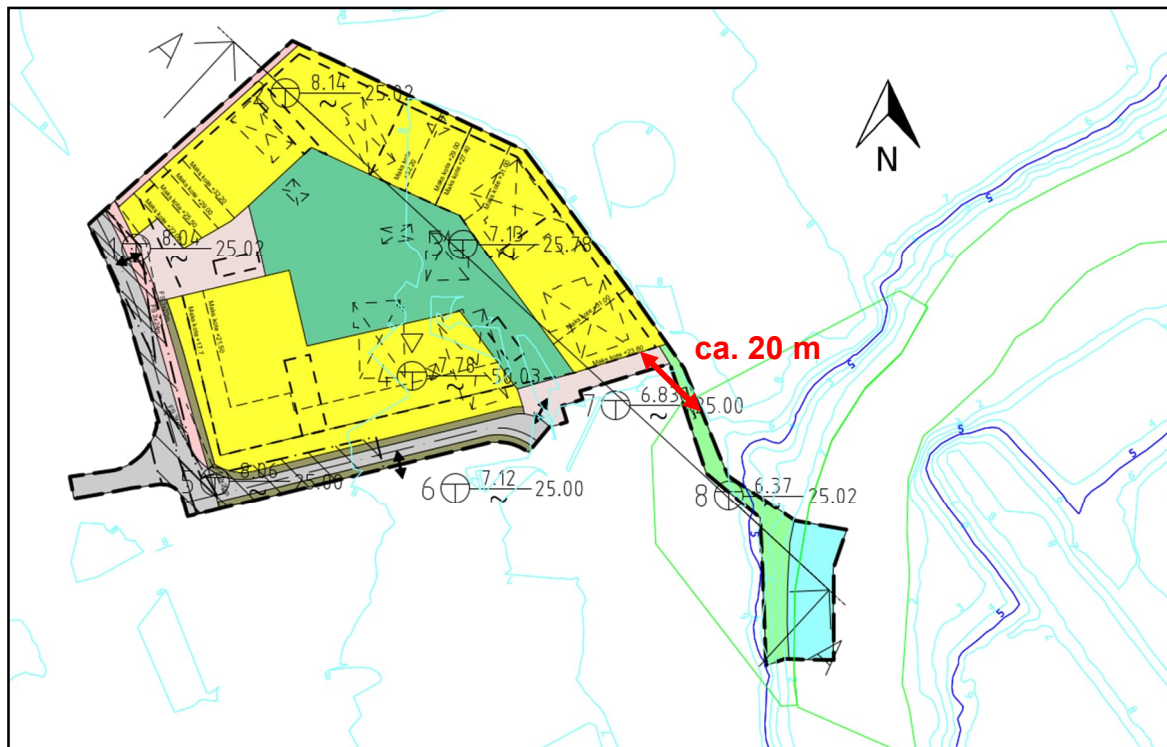
Figur 20: Soneutredning med løsneområde (blått) og utløpsområde (rødt). Tiltaksområdet er avgrenset med svart linje.

Utløpsområdet er betegnelsen på arealet hvor skredmassene kan avsettes nedstrøms for løsneområdet. Størrelsen på utløpsområdet bestemmes av empiriske relasjoner funnet i studier av historiske kvikkleireskred. For et rotasjonsskred er utløpsområdet 0,5 x løsneområdets lengde, men skredmekanismen er vurdert konservativt som retrogressivt skred i kanalisert terreng med utløpsområde 3 x løsneområdets lengde som gir $3 \times 42,5 \text{ m} = 127,5 \text{ m}$. Ettersom terrenget rundt elven ligger høyere, vil utløpsområdet naturlig tenkes å utløpe ned mot elven, som vist i Figur 20. Utløpsområde mot elva vil naturlig nok følge elven nedstrøms som er mot nord. Det vil likevel være noe usikkerhet når det kommer til hvor mye masser som vil fraktes nordover av vannet i elva og hvor mye masser som vil ligge igjen i rasområdet på elvebunnen.

Skråning utenfor influensområdet til tiltaket

Ifølge kapittel 3.3.7 i NVE-veileder legges det til grunn at en skråning er utenfor influensområdet til tiltaket dersom det ligger i en avstand større enn $2xH$ bak fra skråningstopp, hvor H er total høydeforskjell av skråningen. Tiltak som ligger mer enn $2xH$ bak skråningstopp vil ikke kunne initiere et fremoverprogressivt skred dersom bæreevnen ellers er tilstrekkelig. I dette tilfellet må tiltaket ligge $2 \times 8,5 \text{ m}$ som er 17 m fra

skråningstopp. Figur 21 viser at det er ca. 20 m fra tiltak til skråningstopp som går mot Vestfosselva i sørøst.



Figur 21: Utklipp av plangrense (tilsendt fra LARK) som viser 20 m fra tiltak til skråningstopp.

4.1.9 Steg 9: Klassifisering av faresone

Steg 9 innebærer *klassifisering av faresoner*. Soneutredning for tiltaksområdet er utarbeidet av Sweco Norge AS og er presentert i Vedlegg 1 Soneutredning «Frognes». Klassifisering av «Frognes»-faresone er utført og resultatet av denne ble en sone med:

- Middels faregrad
- Alvorlig skadekonsekvens
- Risikoklasse 3

4.1.10 Steg 10: Dokumentering av tilfredsstillende sikkerhet

Steg 10 gjelder *dokumentering av tilfredsstillende sikkerhet*. For skråningen ned mot Vestfosselven er sikkerheten dokumentert med stabilitetsberegninger, se avsnitt 4.2 for detaljer.

4.1.11 Steg 11: Meld inn faresoner og grunnundersøkelser

Steg 11 i prosedyren er å *melde inn faresoner og grunnundersøkelser* ved soneutredning av områdestabiliteten.

Grunnundersøkelser skal meldes inn til Nasjonal database for grunnundersøkelser (NADAG). Faresone meldes inn til NVE etter at uavhengig kvalitetssikring er utført.

4.2 Stabilitetsberegning

Foreliggende kapittel oppsummerer stabilitetsberegninger som er utført i beregningsprogrammet Geosuite Stability. Geosuite Stability er et 2D stabilitetsberegningsprogram basert på programmet BEAST, med mulighet for ivaretagelser av 3D-effekter.

4.2.1 Lagdeling og styrkeparametere

Lagdelingen er basert på grunnforholdene beskrevet i avsnitt 2. Tørrskorpe- og sandlaget er ansett som drenert, mens de resterende lagene er beregnet som både drenert og udrenert. Mektigheten av tørrskorpeleiren reduseres nærmere skråningsfot.

Det gjøres oppmerksom på at grunnundersøkelsene kun avdekker lokale forhold i de respektive utførte borpunktene. Dette benyttes videre til å gi en generell beskrivelse av grunnforholdene i området. Grunnforholdene mellom borpunktene kan variere mer enn det som eventuelt kan interpoleres fra utførte grunnundersøkelser. Overgangen mellom leire og kvikkleire er da noe usikker, og det antas at skillet mellom leirene har en noe lik utforming i resterende deler av beregningssnittene. Kvikkleirelaget er plassert i samme dybde under terreng i begge snittene. Overgangen mellom leire og kvikkleire er konservativt antatt. Manglende undersøkelser nede ved og i elven gjorde at lagdelingen ble ekstra konservativ.

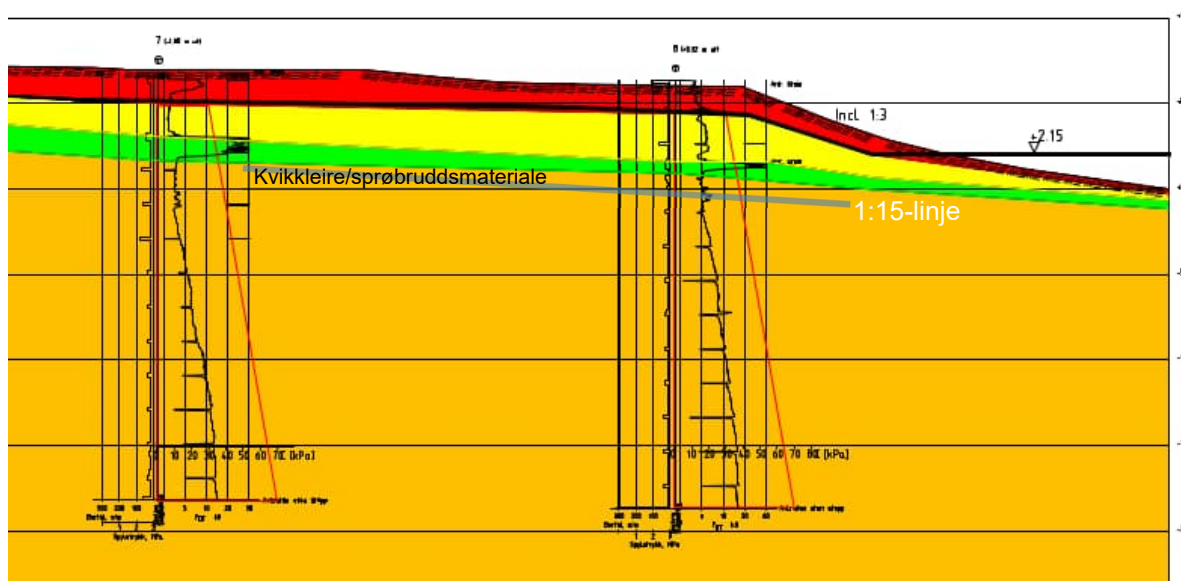
Grunnvannstand er antatt i underkant av tørrskorpelag, ca. 2 m under terreng.

Friksjonsvinkel og skjærfasthet er hentet fra laboratorieforsøk og erfaringsverdier fra SVV Håndbok V220. Skjærfasthetsprofilene ned mot elven er basert på en kombinasjon av metoden $0,25 \times p_0'$, en erfaringsverdi som anses som konservativ for norske kvikkleirer med noe overkonsolidering, samt CPTU resultater, se avsnitt 2. Styrkeparametere benyttet i beregningene er presentert i Tabell 6. Det er benyttet laboratorieresultater til bestemmelse av jordparametere og supplert med erfaringsparametere hentet fra NVEs Veileder 1/2019 [2] og Statens vegvesen Håndbok V220 Geoteknikk i vegbygging [14].

Tabell 6: Parametere benyttet i stabilitetsberegninger.

Lag	Farge	Tyngdetetthet ρ [kN/m ³]	Effektiv tyngdetetthet ρ' [kN/m ³]	Friksjonsvinkel ϕ [°]	Kohesjon c' [kPa]	Udrenert skjærstyrke c [kPa]
Tørrskorpeleire		20,0	10,0	30,0	0,0	
Leire/Silt		19,0	9,0	23,0	3,0	C-profil
Sand		18,0	8,0	36,0	0,0	
Leire **		19,0	9,0	20,0	0,0	C-profil

** Merk at i øvre del av dette laget i 5-6 m dybde er det påvist kvikkleire/sprøbruddmateriale.



Figur 22: Lagdeling for kritisk skråning. Figuren er hentet fra Vedlegg 2 Stabilitetsberegning Tegning 010 Lagdeling.

4.2.2 Beregninger

Det er utført stabilitetsberegninger for snitt A-A med og uten last fra eksisterende bygg. Hvert snitt er beregnet udrenert og drenert for sirkulære glideflater. Plasseringen av beregningssnittet er vist i Vedlegg 2 Stabilitetsberegning GeoSuite.

Tørreskorpeleiren og sanden blir regnet drenert i alle tilfeller.

CPTU i borpunkt 4 dannet tolkningsgrunnlaget for området ved tiltaket for å etablere skjærfasthetsprofil. Skjærfasthetsprofilen fra CPTU er presentert tidligere i avsnitt 2. Skjærstyrkeprofiler i beregningene er tolket på grunnlag av skjærfasthetsprofiler fra tilgjengelig grunnlag, grunnundersøkelser og laboratorieresultater. Videre er det benyttet profiler basert på en kombinasjon av den konservative metoden $0,25 \times p_0'$ og resultater fra CPTU, se Figur 12. Definerte C-profiler er presentert for leirlag og leire/siltlag, se Tabell 6, med 30 kPa ved ca. 5 m dybde og økende til 70 kPa ved ca. 25 m dybde.

ADP-faktorer for kohesjonsjordarter er definert med plastisitetsindeks større enn 10% eller mindre/er lik 10%, hvor for kvikkleire/sprøbruddsmateriale har en plastisitetsindeks $I_p \leq 10\%$. For leirlag, se Tabell 6, gir det $c_{uD}/c_{uC} = 1$ (active), $c_{uD}/c_{uC} = 0,63$ (direct) og $c_{uE}/c_{uC} = 0,35$ (passive) [15]. ADP-faktorer for masser med $I_p > 10\%$, hvor i dette tilfelle er leire/silt-laget definert til 12%, gir $c_{uD}/c_{uC} = 1$ (active), $c_{uD}/c_{uC} = 0,64$ (direct) og $c_{uE}/c_{uC} = 0,36$ (passive).

4.2.3 Resultater

Beregningene er utført for sirkulære glideflater. Beregningene resulterte i følgende sikkerhetsfaktorer, presentert i Tabell 8. Snitt *Skråning (A-A) uten last* og *Snitt Skråning (A-A) med last* representerer dagens skråning uten last og med antatt last fra eksisterende bebyggelse.

For tiltakskategori K4 kreves det en forbedring ved middels faregrad, se Tabell 7. For tiltak i faresonen må alle kritiske snitt tilfredsstille kravene til tilstrekkelig stabilitet.

Tabell 7: Krav til forbedring av sikkerhetsfaktor. Tabellen er hentet fra NVE-veileder 1/2019 [2].

Tiltakskategori	Lav faregrad	Middels faregrad	Høy faregrad
K3	Ikke forverring	Forbedring	
K4	Forbedring		Vesentlig forbedring

I henhold til NVE-veilederen er det krav for tiltak som forverrer stabiliteten at det kreves en absolutt sikkerhetsfaktor SF (drenert) $\geq 1,25$ og SF (udrenert) $\geq 1,40 \cdot f_s$, hvor f_s er sprøhetsforholdet 1,15, som gir SF (udrenert) = 1,61.

Beregningene er vist i Vedlegg 2 «Stabilitetsberegninger GeoSuite».

Tabell 8: Resultater fra beregningene.

Beregning	Beskrivelse av snitt	Tegningsnummer	Sikkerhetsfaktor (drenert)	Sikkerhetsfaktor (udrenert)
Snitt Skråning (A-A) uten last	Snitt uten last fra eksisterende/planlagt bygglast	012	1,32	1,84
Snitt Skråning (A-A) med last	Snitt med antatt last fra eksisterende bebyggelse	013	1,30	1,64

Antatt eksisterende last på området utgjøres i dag av eneboliger. Snitt A-A er beregnet med antatt last fra eksisterende bygg på 10-20 kPa, avhengig av størrelse på byggene.

Tabell 8 viser at beregningene viser tilfredsstillende krav til sikkerhet hvor SF (drenert) $> 1,25$ og SF (udrenert) $> 1,40 \cdot f_s$ (1,61) for Snitt (A-A) med og uten antatt last fra eksisterende bebyggelse.

Det er kun utført stabilitetsberegninger for dagens lastsituasjon. Tiltaksområdet ligger utenfor faresonen (bortsett fra uteområdet) og mer enn 2xH fra skråningstopp. Skråningen påvirkes dermed ikke av tiltaket. Det er forutsatt dagens topografi og ingen terrenginngrep som forverrer stabiliteten ved uteområdet, i skråningen og ved skråningsfoten. Skal det utføres terrenginngrep ved uteområdet eller i skråningen, må det utføres oppdaterte stabilitetsberegninger som tilfredsstiller kravene til tiltakskategori K4.

5 Konklusjon

Tiltaksområdet ligger under marin grense og utenfor (bortsett fra uteområdet) en ny kartlagt faresone med konsekvensklasse «Alvorlig», faregradsklasse «Middels» og risikoklasse «3». Skred som utløses i faresonen kan ikke påvirke det aktuelle tiltaket (boligblokkene), men planlagt uteområde. Tiltaket ligger mer enn 2xH fra skråningstopp. Det er ingen kjente skredhendelser i området.

Stabilitetsberegninger av kritiske glideflater for skråningen mot Vestfosselven viser at sikkerhet mot områdeskred er ivaretatt for dagens situasjon, forutsatt at det ikke utføres terrenginngrep som forverrer stabiliteten ved uteområdet, i skråningen og/eller ved skråningsfoten. Skal det utføres terrenginngrep ved uteområdet eller i skråningen må det utføres oppdaterte stabilitetsberegninger som tilfredsstiller kravene til tiltakskategori K4.

Lokalstabilitet for tiltakene må vurderes av geoteknisk rådgiver.

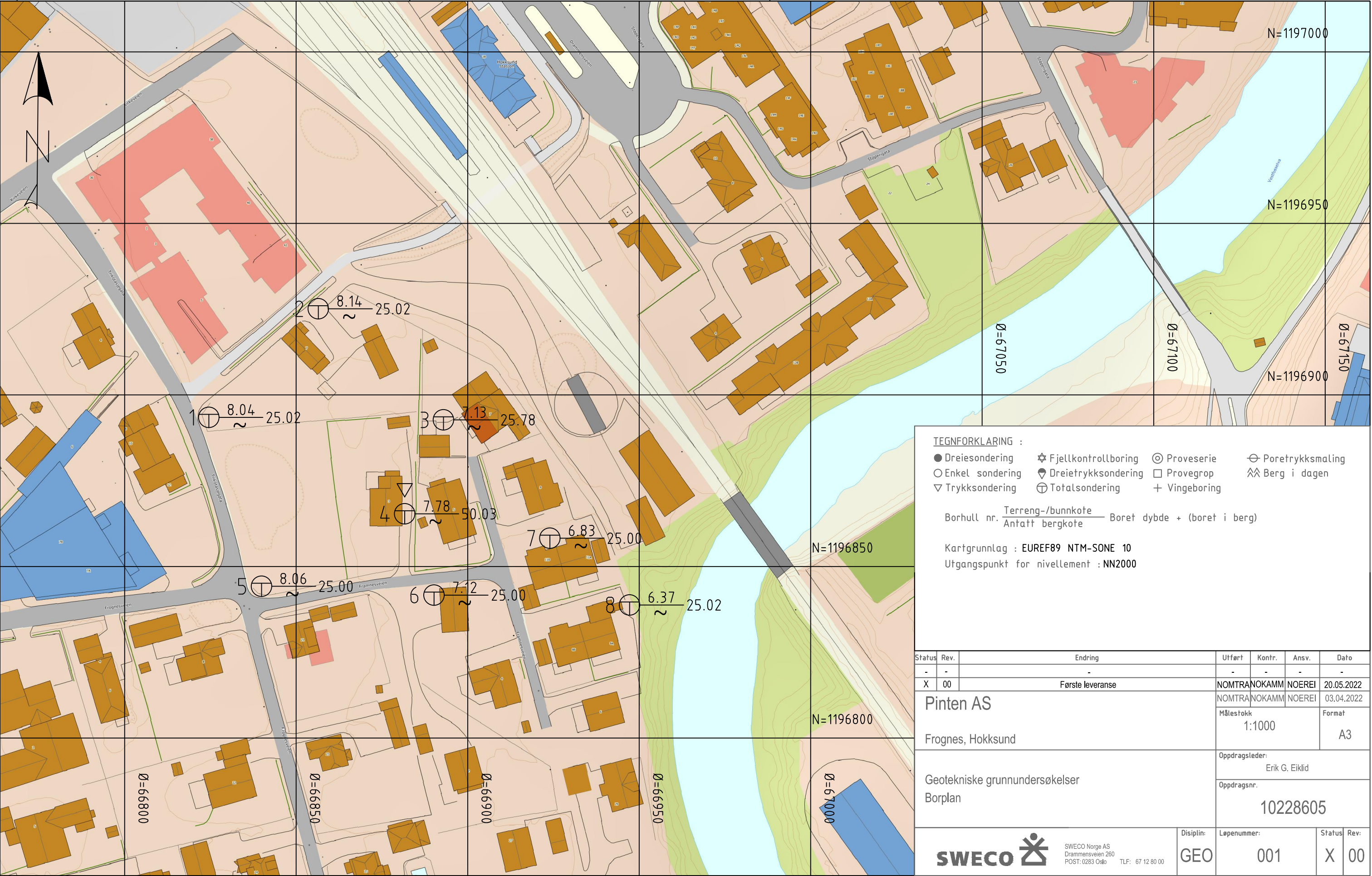
Områdestabiliteten for tiltaksområdet vurderes å være ivaretatt.

6 Referanser

- [1] Kartverket, «<http://norgeskart.no>,» 2022.
- [2] Norges Vassdrags- og energidirektorat, «NVE Veileder 1/2019 Sikkerhet mot kvikkleireskred,» 2019.
- [3] Statens Vegvesen, «Rv. 283 Bru over Nøsteelv med tilstøtende veg. Grunnundersøkelse. F128A-1,» SVV, Hokksund, 1973.
- [4] Kartverket, «<http://høydedata.no>,» 2022.
- [5] Norges Geologiske Undersøkelse (NGU), *Løsmasser - Nasjonale løsmassedatabase.*, 2022.
- [6] Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE), «Temakart Flomsone,» 2022.
- [7] NADAG, «NADAG - Nasjonal database for grunnundersøkelser (Geotekniske undersøkelser),» 2022.
- [8] Statens Vegvesen, «Rv. 283 Gangbru over Nøsteelv. F206A-1.,» SVV, Hokksund, 1977.
- [9] Statens Vegvesen, «Rv. 283 Bru over Nøsteelv. Grunnundersøkelse. F128A-2,» SVV, Hokksund, 1975.
- [10] Statens Vegvesen, «Rv. 283 Bru over Nøsteelv. Justert linjeføring Grunnundersøkelse. F128A-3,» SVV, Hokksund, 1975.
- [11] Sweco Norge AS, «10230412 RIG_R01_A01 Datarapport grunnundersøkelser,» Sweco Norge AS, Hokksund, 2022.
- [12] Statens Vegvesen, «CPTU/Trykksondering,» 2022. [Internett]. Available: <https://www.vegvesen.no/fag/teknologi/geofag/geoteknikk/cptu/>. [Funnet 10 06 2022].
- [13] Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE), *NVE Temakart kvikkleire.*, NVEs kartdata, 2022.
- [14] Statens Vegvesen , «Håndbok V220 - Geoteknikk i vegbygging,» Vegdirektoratet, 2018.
- [15] Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE), «Naturfareprosjektet Dp. 6 Kvikkleire. En omtrent anbefaling for bruk av anisotropifaktorer i prosjektering i norske leirer.,» NIFS. NVE, Jernbaneverket, Statens Vegvesen .
- [16] Google Maps, «<http://google.no/maps>,» 2022.
- [17] Statens Vegvesen , «Håndbok V221 Grunnforsterkning, fyllinger og skråninger,» Vegdirektoratet, 2014.
- [18] Statens vegvesen , «Håndbok V221 Grunnforsterkninger, fyllinger og skråninger,» Vegdirektoratet, 2014.

TEGNINGER

Tegning 001 – Borplan



- TEGNFORKLARING :
- Dreiesondering
 - Enkel sondering
 - ▽ Trykksondering
 - ☆ Fjellkontrollboring
 - ◆ Dreietrykksondering
 - ⊕ Totalsondering
 - ⊙ Proveserie
 - Provegrop
 - ⊕ Vingebooring
 - ⊕ Poretrykksmåling
 - ⋈ Berg i dagen

Borhull nr. $\frac{\text{Terreng-/bunnkote}}{\text{Antatt bergkote}}$ Boret dybde + (boret i berg)

Kartgrunnlag : EUREF89 NTM-SONE 10
Utgangspunkt for nivellement : NN2000

Status	Rev.	Endring	Utført	Kontr.	Ansv.	Dato
-	-		-	-	-	-
X	00	Første leveranse	NOMTRANOKAMM	NOEREI		20.05.2022
Pinten AS			NOMTRANOKAMM	NOEREI		03.04.2022
Frognes, Hokksund			Målestokk	1:1000	Format	A3
Geotekniske grunnundersøkelser			Oppdragsleder: Erik G. Eiklid			
Borplan			Oppdragsnr. 10228605			
SWECO			Disiplin: GEO	Løpnummer: 001	Status: X	Rev: 00

VEDLEGG

VEDLEGG 1 – Soneutredning Frogn

VEDLEGG 2 - Stabilitetsberegning GeoSuite

Tegning 010 Lagdeling

Tegning 011 Plan av Snitt A-A

Tegning 012 Skråning A-A uten last

Tegning 013 Skråning A-A med last

VEDLEGG 1

Risiko- og faregradsvurdering

1 Innledning

Faregradsevalueringene, skadekonsekvensevalueringene og vurdering av risikoklasse er utført i henhold til NVEs Ekstern rapport nr. 9/2020 «Oversiktskartlegging og klassifisering av faregrad, konsekvens og risiko for kvikkleireskred – Metodebeskrivelse», revisjon 4 datert 27.11.2020 [1].

Et utklipp av den vurderte sonen er presentert i Figur 1. Foreslått navngivning av sone er Frognos kvikkleiresone.



Figur 1: "Frognos" kvikkleiresone, tegnet opp etter kriterier i NVEs kvikkleireveileder nr. 1/2019 [2].

Frognos kvikkleiresone er definert i henhold til NVEs kvikkleireveileder 1/2019 [2]. Figur 1 viser blå sone som representerer løsneområde med løsnelengde $L = H \cdot 5$, hvorav H er skråningshøyde er 8,5 m inkludert skråning under Vestfosselven. Elven er antatt til å være 2 m dyp [3]. Løsnelengde $L = 8,5 \cdot 5 = 42,5$ m. Rød sone representerer utløpsområde og er definert som $L_u = 3 \cdot L$ ved retrogressivt skred i kanalisert terreng og gir $L_u = 3 \cdot 42,5 \text{ m} = 127,5 \text{ m}$.

2 Faregradsklasse

Vurderingene er utført i henhold til Tabell 1 i [1]. Resultatet er presentert i Tabell 2 under:

Tabell 1 Kriterier for faregradsevaluering etter tabell 1 [1].

Faktorer	Vekttall	Faregrad, score			
		3	2	1	0
Tidligere skredaktivitet	1	Høy	Noe	Lav	Ingen
Skråningshøyde, meter	2	> 30	20 - 30	15 - 20	< 15
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	2	1,0 - 1,2	1,2 - 1,5	1,5 - 2,0	> 2,0
Poretrykk Overtrykk, kPa:	3	> + 30	10 - 30	0 - 10	Hydrostatisk
Undertrykk, kPa:	3	> - 50	-(20 - 50)	-(0 - 20)	
Kvikkleiremektighet	2	> H/2	H/2 - H/4	< H/4	Tynt lag
Sensitivitet	1	> 100	30 - 100	20 - 30	< 20
Erosjon	3	Kraftig	Noe	Litt	Ingen
Inngrep: Forverring	3	Stor	Noe	Liten	Ingen
Forbedring	3	Stor	Noe	Liten	
Sum		51	34	17	0
% av maksimal poengsum		100 %	67 %	33 %	0 %
Faresonene fordeles i faregradsklasser etter samlet poengsum: Lav faregrad = 0 - 17 poeng Middels faregrad = 18 - 25 poeng Høy faregrad = 26 - 51 poeng					

Tabell 2 Faregradsvurdering av kvikkleiresonen "Frognes".

Faktorer	Vekttall	Score	Produkt	Vurdering
Tidligere skredaktivitet	1	2	2	Befaring utført, og NGU viser raviner i nærliggende områder.
Skråningshøyde, meter	2	0	0	Dagens skråning har en høyde på ca. 8,5 m < 15 m.
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	2	2	4	Ødometer er ikke utført, antatt normalkonsolidert.
Poretrykk	3/-3	0	0	Vurdert som hydrostatisk
Kvikkleiremektighet	2	1	2	Skråningshøyde 8,5 m med kvikkleire ved ca. 5-6m dybde, og det er antatt en kvikkleiremektighet: < H/4
Sensitivitet	1	2	2	Målt sensitivitet i borpunkt 4 og 8 er 1-75.
Erosjon	3	1	3	Det er utført befaring ved elven for erosjonsvurdering, og det er vurdert lite erosjon i elven.
Inngrep	3/-3	2	6	Utbygging av boligblokk inntreffer utenfor løsneområdet, men plangrense inntreffer løsne – og utløpsområdet.
Sum			19	Faregrad Middels

Den undersøkte sonen «Frognes» ender med en poengsum på 19 og blir da klassifisert som Faregrad Middels.

3 Skadekonsekvensklasse

Vurderingene er utført i henhold til Tabell 2 i [1]. Resultatet er presentert i Tabell 4 under:

Tabell 3 Kriterier for skadekonsekvens etter Tabell 2 i [1].

Faktorer	Vekttall	Skadekonsekvens, score			
		3	2	1	0
Boligheter, antall	4	Tett > 5	Spredt > 5	Spredt < 5	Ingen
Næringsbygg, personer	3	> 50	10 - 50	< 10	Ingen
Annen bebyggelse, verdi	1	Stor	Betydelig	Begrenset	Ingen
Vei, ÅDT	0	> 5000	1001 - 5000	100 – 1000	< 100
Toglinje, bruk	3	Persontrafikk	Godstrafikk	Normalt ingen trafikk	Ingen
Kraftnett	0	Sentral	Regional	Distribusjon	Lokal
Oppdemning/flom	3	Alvorlig	Middels	Liten	Ingen
Sum poeng		45	30	15	0
% av maksimal poengsum		100 %	67 %	33 %	0 %
Faresonene fordeles i faregradsklasser etter samlet poengsum: Mindre alvorlig = 0 -6 poeng Alvorlig = 7 – 22 poeng Meget alvorlig = 23 – 45 poeng					

Tabell 4 Skadekonsekvensevaluering for kvikkleiresonen «Frognes».

Faktorer	Vekttall	Score	Produkt	Vurdering
Boligheter, antall	4	1	4	3 boenheter ligger i den aktuelle sonen.
Næringsbygg, personer	3	1	3	Bygg tilhørende Hokksund togstasjon
Annen bebyggelse, verdi	1	1	1	Mindre lagerbygg til Hokksund togstasjon.
Vei, ÅDT	2	0	0	ÅDT < 100 (nabolag).
Toglinje, bruk	2	3	6	Persontrafikk. Bergens- og Sørlandsbanen, samt lokaltogene.
Kraftnett	1	0	0	Ikke aktuelt her.
Oppdemning/flom	2	3	6	Oppdemning og flodbølge som følge av skred kan utløse nye skred. Skader på infrastruktur og bebyggelse pga. erosjon.
Sum			20	Skadekonsekvens Alvorlig

Sonen «Frognes» klassifiseres med alvorlig skadekonsekvens. Klassifiseringen gjelder for sonen med dagens situasjon.

4 Risikoklasse

Tallverdien for risiko beregnes for kvikkleiresonen «Frognes» ved å multiplisere %-tallet for skadekonsekvens med %-tallet for faregrad. Risiko er inndelt i 5 klasser, presentert i Tabell 5.

Tabell 5 Risikoklasser med tilhørende tallverdier etter [1].

Risikoklasse	Tallverdi
Risikoklasse 1	0 – 170
Risikoklasse 2	171 – 630
Risikoklasse 3	631 – 1900
Risikoklasse 4	1901 – 3200
Risikoklasse 5	3201 – 10000

Ved utregning av %-tallene får man følgende verdier:

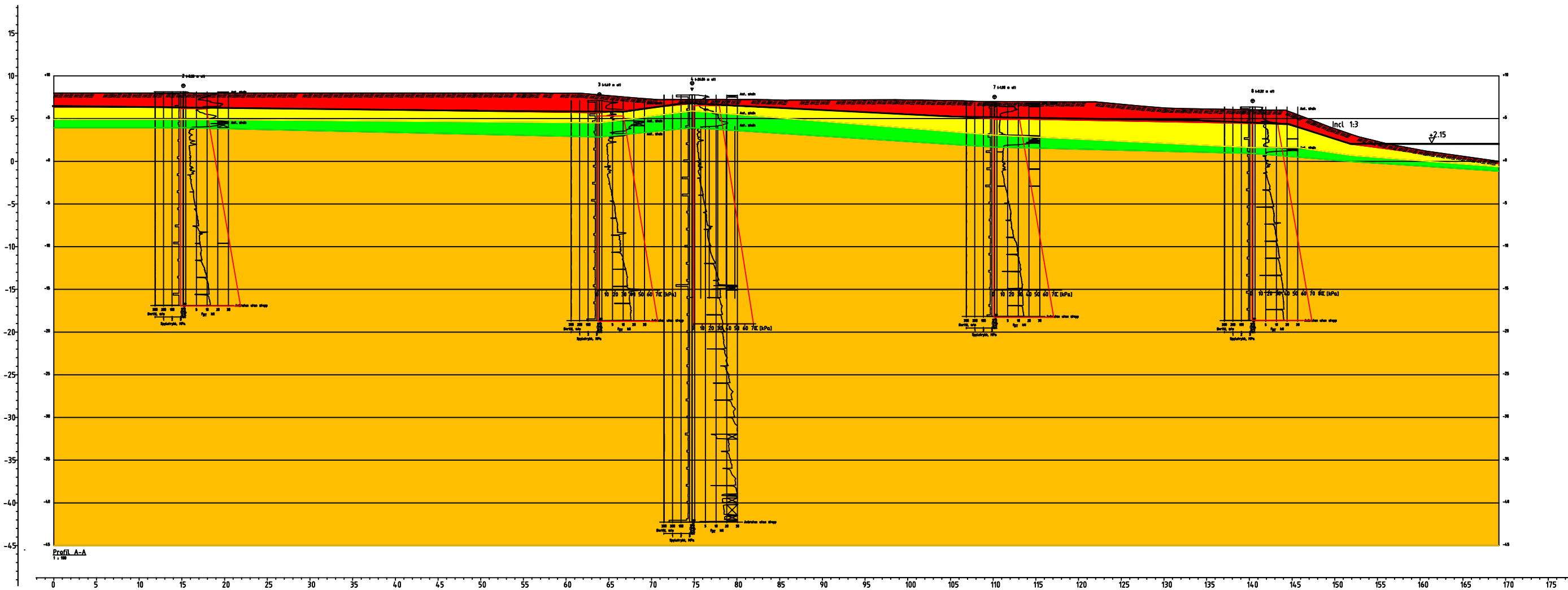
- Faregrad = $19/51 = 37,3 \%$
- Skadekonsekvens = $20/45 = 44,4 \%$

%-tallet blir da 1656.2 og sonen «Frognes» havner i **Risikoklasse 3**.

5 Referanser

- [1] Norges Vassdrags- og Energidirektorat, «Oversiktskartlegging og klassifisering av faregrad, konsekvens og risiko for kvikkleireskred - Metodebeskrivelse,» 2020.
- [2] Norges vassdrags- og energidirektorat, «Sikkerhet mot kvikkleireskred Nr. 1/2019,» 2020.
- [3] Statens vegvesen , «Rv. 283 Gangbru over Nøsteelv. F-206A,» Statens vegvesen, Hokksund, 1977.

VEDLEGG 2 STABILITETSBEREGNING GEOSUITE

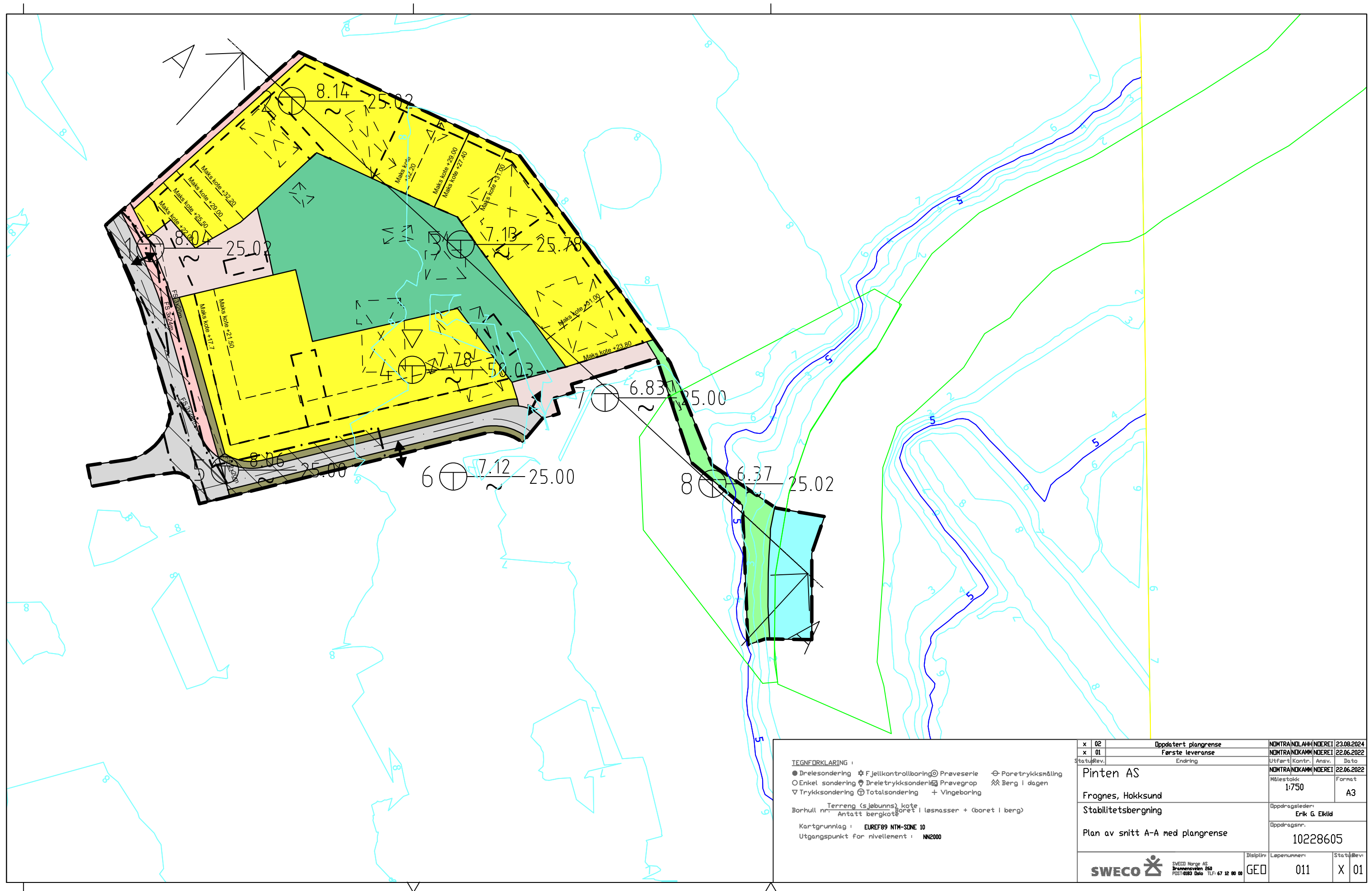


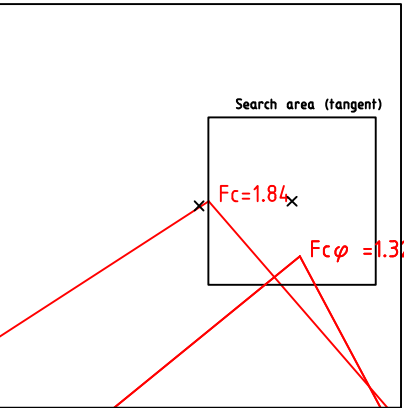
- TEGNFORKLARING :
- Dreiesondering
 - Enkel sondering
 - ▽ Trykksendering
 - ⊛ Fjellkontrollboring
 - ⊙ Dreietrykksendering
 - ⊕ Totalsondering
 - ⊙ Prøveserie
 - Prøvegrop
 - + Vingeboring
 - ⊙ Poretrykksmåling
 - ⊗ Berg i dagen

Borhull nr. : Terrang (sjøbunns) kote
Antall bergkote :
Kartgrunnlag : EUREF89 NTM-SONE 10
Utgangspunkt for nivellement : NN2000

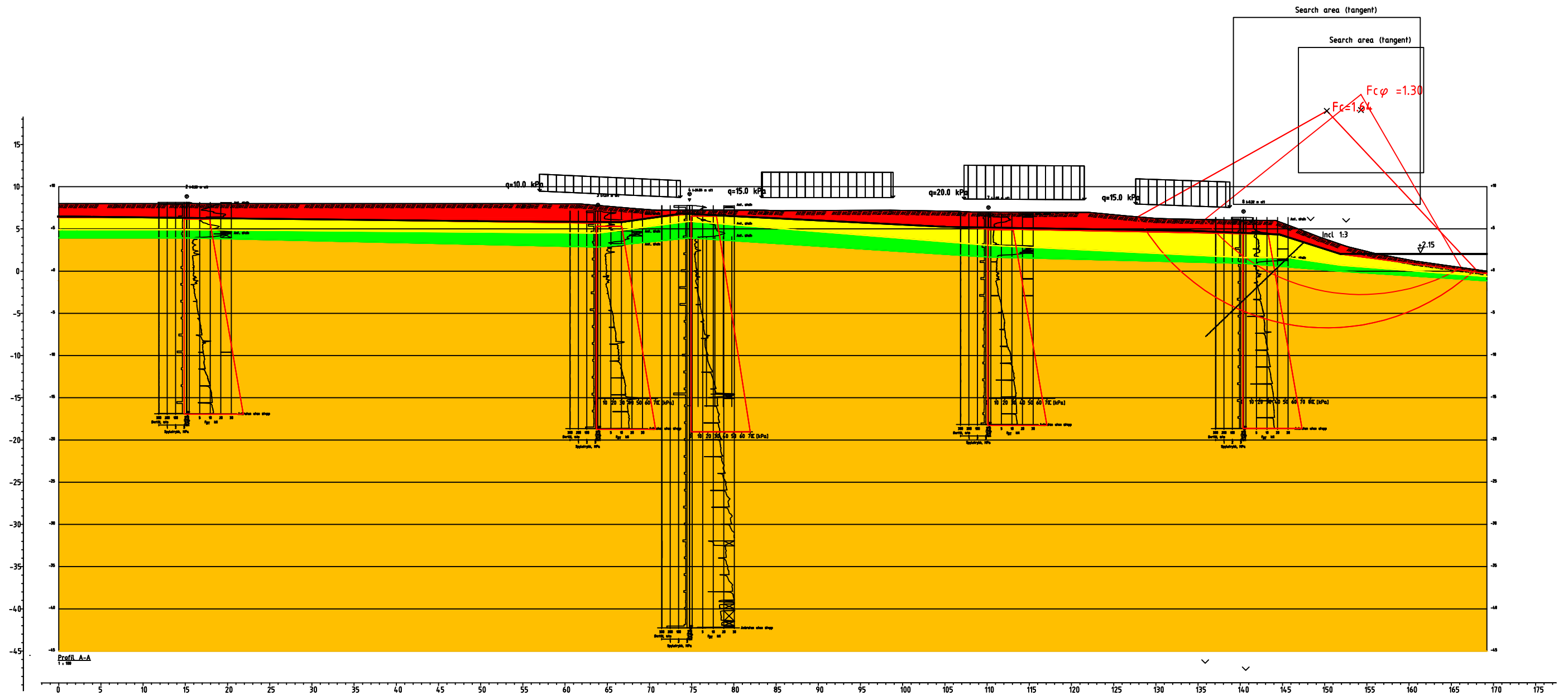
Boret i løsmasser + (boret i berg)

x	01	Første leveranse	NOMTRA	NOKAMM	NDEREI	22.06.2022
Status	Rev.	Endring	Utført	Kontr.	Ansvar	Dato
Pinten AS			NOMTRA	NOKAMM	NDEREI	22.06.2022
Frognes, Hokksund			Målestokk	1:500	Format	A3
Stabilitetsbergring			Oppdragsleder: Erik G. Eklid			
Snitt Lagdeling			Oppdragsnr. 10228605			
SWECO			Disiplin: GEO	Løpnummer: 010	Status: X	Rev: 01





	x	01	Første leveranse	NOMTRA	NOKAMM	NOEREI	22.06.2022
Status	Rev.		Endring	Utført	Kontr.	Ansv.	Dato
Pinten AS				NOMTRA	NOKAMM	NOEREI	22.06.2022
Frognas, Hokksund				Målestokk 1:500		Format A3	
Stabilitetsbergning				Oppdragsleder: Erik G. Eikild			
Snitt Skråning				Oppdragsgnr. 10228605			
 SWECO Norge AS Drammensveien 260 POST. 3983 Oslo TLF.: 67 12 80 00				Disiplin: GEO	Løpenummer: 012	Status: X	Rev: 01



TEGNFORKLARING:

- Dreiesonering
- Enkel sonering
- ▽ Trykksonering
- ⊛ Fjellkontrollboring
- ⊙ Dreietrykksonering
- ⊕ Totalsonering
- ⊙ Prøveserie
- Prøvegrop
- + Vingebooring
- ⊙ Poretrykksmåling
- ⊗ Berg i dagen

Borhull nr. Terrang (sjøbunns) kote
Antall bergkote

Kartgrunnlag: EUREF89 NTM-SONE 10
Utgangspunkt for nivellement: NN2000

Boret i løsmasser + (boret i berg)

x	01	Første leveranse	NOMTRA	NOKAMM	NDEREI	22.06.2022
Status	Rev.	Endring	Utført	Kontr.	Ansvar	Dato
Pinten AS			NOMTRA	NOKAMM	NDEREI	22.06.2022
Frognes, Hokksund			Målestokk	1:500	Format	A3
Stabilitetsbergring			Oppdragsleder: Erik G. Eklid			
Snitt Skråning med last			Oppdragsnr. 10228605			
SWECO 			Disiplin: GEO	Løpnummer: 013	Status: X	Rev: 01