

Sølfast Park – Boliger Drammen

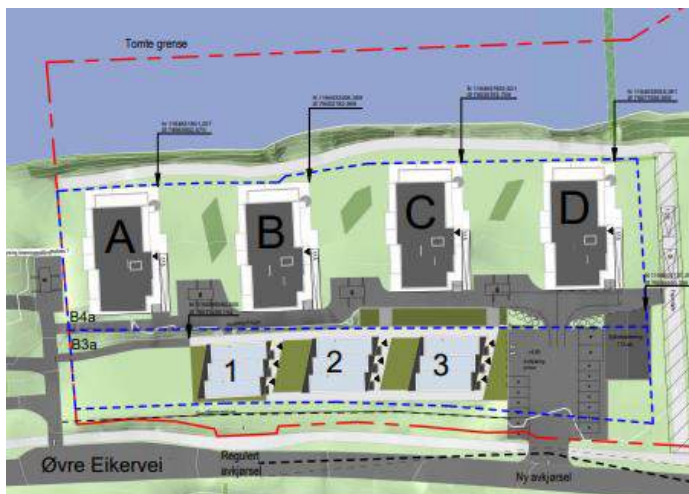
Kvikkleireutredning etter NVE 1/2019

Detaljprosjekt

Dokumentnr. 21351-RIG03

Versjon 1

4.10.2022



Prosjekt

Prosjektnavn: Sølfast Park - Boliger Drammen
Prosjektfase: Detaljprosjekt
Oppdragsgiver: ØVRE EIKERVEI 126 AS
Kontaktperson: Nils Hjulstad

Vårt oppdrag

Oppdragsnummer: 21351
Oppdragsleder: Michael Huber
Fagansvarlig: Michael Huber
Andre nøkkelpersoner: Kristin Grinna Normann
Sigurd Holo Leikarnes

Dokument

Dokumenttype: Kvikkleireutredning etter NVE 1/2019

Versjoner

Indeks	Dato	Beskrivelse	Ansvarlig	Kontroll	Overordnet kontroll
1	4.10.2022	Til uavhengig kvalitetssikring	Kristin Grinna Normann	Michael Huber	Sigurd Holo Leikarnes

Sammendrag

Det skal bygges fire boligblokker på 3-4 etasjer i Øvre Eikervei 124-126 i Drammen. Bolig med mer enn to boenheter havner i tiltakskategori K4 iht. NVE veileder 1/2019. Grunnundersøkelser viser sprøbruddmateriale på og rundt tomte, og veilederen stiller dermed krav om full soneutredning for sonen. Denne rapporten tar for seg steg 4-10 i «prosedyre for utredning av områdeskredfare» i kap. 3.2 i NVE 1/2019.

Soneutredningen er utført etter NVE veileder 1/2019 (1). Grunnundersøkelser, observasjoner og topografiske forhold ligger til grunn for opptegning av løsne- og utløpsområde (vist i Figur 20). Klassifisering er gjort iht. NVE 9/2020. Kvikkleiresonen har middels faregradklasse, meget alvorlig konsekvensklasse og er i risikoklasse 5.

Det er gjort stabilitetsberegninger i tre snitt på tomte og ett utenfor. Det er størst høydeforskjell opp mot vegen i vestlig del av tomte. Beregningene viser tilfredsstillende sikkerhet for den gitte geometrien. For å oppnå tilfredsstillende sikkerhet, er det foreslått kalksementstabilisering for den vestlige delen av tomte. Dette må detaljprosjekteres. Lokal stabilitet mot elva i vest er avhengig av eksisterende spunt. Det må innhentes dokumentasjon for denne, eller lages en liten motfylling i elva for å ivareta sikkerheten.

Lenger øst er terrenget slakere, og stabiliteten mindre anstrengt.

Eksisterende bunnplate beholdes for parkeringsområdet, og under deler av blokk B. Eksisterende mur mot Øvre Eikervei beholdes, og må opprettholde sin funksjon som støtte mot vegen.

Tiltaket tilfredsstiller krav i henhold til NVE veileder 1/2019 for løsningene som er presentert i denne rapporten.

Kategorisering

Geoteknisk kategori:	2
Konsekvensklasse:	CC/RC2
Pålitelighetsklasse:	CC/RC2
Prosjekteringskontrollklasse:	PKK2
Tiltaksklasse:	2
Seismisk grunntype:	S2
Tiltakskategori etter NVE-veilederen:	K4

Foreliggende rapport er utarbeidet av ERA Geo AS, som har opphavsrett til hele og deler av rapporten. Rapporten må ikke benyttes til andre formål enn omfattet av kontrakten mellom oppdragsgiver og oss. Rapporten må ikke gjøres tilgjengelig til tredjepart, eller endres, uten vårt samtykke.

Innholdsfortegnelse

1	Innledning	5
2	Beskrivelse av tiltaket og tomten	5
3	Regelverk og krav	5
3.1	Kompetansekrav	5
3.2	Regelverk	5
4	Grunnlag – identifikasjon av kritiske skråninger og mulig løsneområde	6
4.1	Tidligere grunnundersøkelser	11
5	Befaring	12
6	Grunnundersøkelser	13
7	Aktuelle skredmekanismer og avgrensning av løsneområde og utløpsområde	14
1.1	Løsneområde	14
1.2	Utløpsområde	18
8	Klassifisering av faregrad, konsekvens og risiko for kvikkleireskred	21
8.1	Faregradklasser	21
8.2	Skadekonsekvensklasser	22
8.3	Risikoklasser	25
9	Kritiske snitt og materialparametere	26
10	Stabilitetsberegninger	28
10.1	Snitt 29 – blokk A	28
10.2	Snitt 51 – blokk B	29
10.3	Snitt 85 – Blokk C	32
10.4	Snitt 4 – i nabotomta	32
11	Stabiliserende tiltak	33
12	Konklusjon	34
	Referanser	35

Vedlegg

- V100 – Situasjonsplan
- V300 – snitt 29 – blokk A – med KS, uten bygg
- V301 – snitt 29 - blokk A – med KS, med bygg
- V302 – snitt 51 – blokk B – uten 3D-effekt
- V303 – snitt 51 – blokk B – med 3D-effekt
- V304 – snitt 51 – blokk B – opprinnelig stabilitet mot elv
- V305 – snitt 85 – blokk C
- V311 – snitt 4 – nabobygg
- V312 – snitt 29 – beregning opprinnelig stabilitet
- V313 – snitt 29 – lagdeling og totalsonderinger

1 Innledning

Balder Fastigheter Norge AS skal føre opp boliger langs elvekanten på Sølfast Park i Drammen. Adressen er Øvre Eikervei 124-126. ERA Geo er i den forbindelse engasjert for geoteknisk prosjektering inkludert utredning av områdestabilitet.

Denne rapporten tar for seg steg 4-10 i kvikkleireveilederen. Rapporten er delt inn etter samme rekkefølge som vedlegg 1 i NVE 1/2019.

2 Beskrivelse av tiltaket og tomten

Det skal bygges fire boligblokker på tre-fire etasjer. Fordi tiltaket er bolighus med mer enn to boenheter, settes det i tiltakskategori K4 iht. NVE veileder 1/2019. Grunnundersøkelser viser bløt leire med sprøbruddegenskaper på tomta. Tomta er brattere enn 1:20, og utløsning av områdeskred kan derfor ikke utelukkes på bakgrunn av topografi. For K4-tiltak kreves dermed full utredning av kvikkleiresonen iht. NVE 1/2019.

Tiltaket ligger i Drammen kommune. Tomta ligger like sør for Drammenselva, i nærheten av Sølfastøya. Sør for tiltaket ligger Øvre Eikervei med Sørlandsbanen like sør for den. Det er boligbebyggelse i området rundt tomta. Inne på tomta har det vært et stort industribygg, som rives i forbindelse med dette prosjektet.

3 Regelverk og krav

3.1 Kompetansekrav

Tiltaket er et K4-tiltak, og derfor er det krav om full soneutredning, iht. NVE 1/2019 (2). Kvalitetssikring gjennomføres av uavhengig foretak. Krav til kompetanse er gitt i NVE 1/2019 kap. 3.1 og lyder som følger: (2)

«Foretak som gjennomfører utredning og kvalitetssikring iht. denne veilederen må ha fagansvarlige med formell kompetanse innen fagområdet geoteknikk, samt dokumentert erfaring fra utredning iht. NVEs veileder «Sikkerhet mot kvikkleireskred» og prosjektering av tiltak i områder med sprøbruddmateriale i grunnen. Med formell kompetanse menes ingeniørutdanning med fordypning (tilsvarende MSc) i geoteknikk. Det bør kreves at ansvarlig foretak fremviser referanseprosjekter. Fagansvarlig i prosjektet må ha minimum 5 års erfaring som geotekniker, og må kunne fremvise relevante referanseprosjekter.» Fagansvarlig og fagkontrollør hos ERA Geo oppfyller disse kravene.

3.2 Regelverk

For å kunne gjennomføre tiltaket, må det vises at kravene i gjeldende regelverk er oppfylt.

NVE:

Under er det listet krav til sikkerhet i henhold til NVE veileder 1/2019 (2). Dette gjelder for alle skråninger innenfor influensområdet til tiltaket:

- Tiltak som forverrer stabiliteten:
 - $F_{cu} \geq 1,40 * f_s = 1,40 * 1,15 = 1,61$
 - $F_{c\phi} \geq 1,25$
- Tiltak som ikke forverrer stabiliteten:
 - $F_{cu} \geq 1,40$
 - $F_{c\phi} \geq 1,25$
- Hvis sikkerheten er lavere, må F_{cu} og $F_{c\phi}$ økes prosentvis iht. tabell 3.3 og figur 3.3 i NVE 1/2019. (Kun topografiske endringer. Prinsipp om prosentvis forbedring kan dermed ikke brukes ved f.eks. kalksementstabilisering.)

Skråninger utenfor influensområdet må ha sikkerhet $F_{cu} \geq 1,20$ og $F_{c\phi} \geq 1,25$.

SVV:

Øvre Eikervei ligger like sør for tiltaket. Tiltaket må prosjekteres slik at vegens stabilitet ivaretas. Vegen har en ÅDT på 3800, som vil sette vegen i CC2. Krav til sikkerhet i henhold til Statens Vegvesen vegnormal N200: (Gjelder for alle skjærflater som berører vegen.)

- $F_{cu} \geq 1,50$
- $F_{c\phi} \geq 1,50$

Dersom skjærflatene blir svært lange og går vesentlig utenfor vegen, betraktes dette som områdestabilitet.

Bane NOR:

Tiltaket påvirker ikke lokal stabilitet ved jernbanen, som skal oppfylle krav i Teknisk Regelverk (TRV:01975) (3). For områdestabilitet gjelder kravene i NVE 1/2019 (iht. TRV08107).

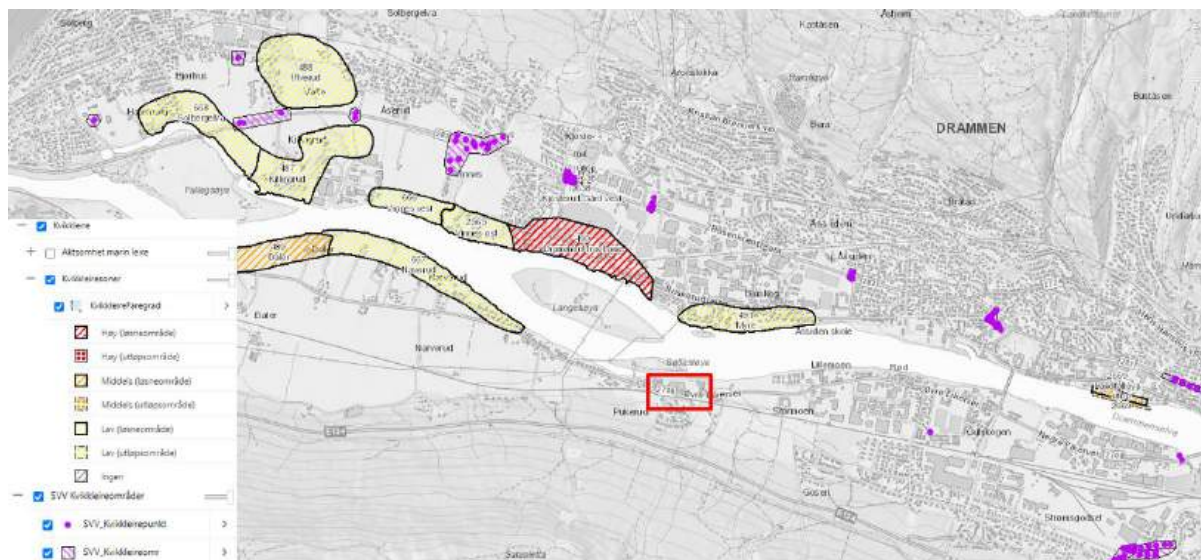
Eurokode 7:

Følgende krav er gitt i Eurokode 7 (4):

- $F_{cu} \geq 1,40$
- $F_{c\phi} \geq 1,25$

4 Grunnlag – identifikasjon av kritiske skråninger og mulig løснеområde

Det er flere registrerte kvikkleiresoner i området. På andre siden av Drammenselva, ca. 380 m nord for tiltaket, ligger sone nr. 491 Myre. Ca. en kilometer vest for tiltaket ligger sone nr. 667 Naverud. Figur 1 viser kartlagte kvikkleiresoner i nærheten av tiltaket.

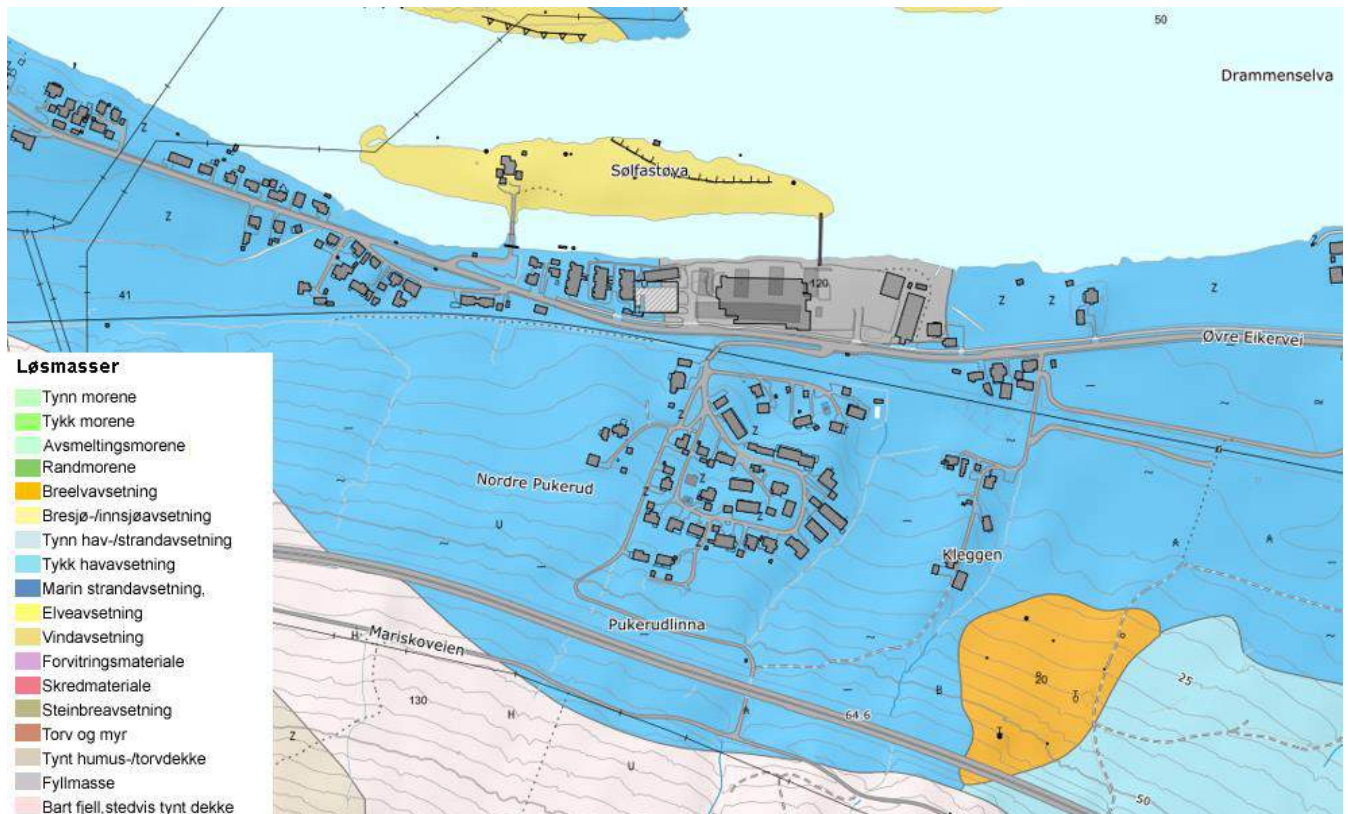


Figur 1: Kartlagte kvikkleiresoner i området. Rød, oransje og gul skravur markerer hhv. høy, middels og lav faregrad. Lilla punkter er kvikkleire meldt inn av Statens Vegvesen. Tiltaket ligger innenfor rød firkant.

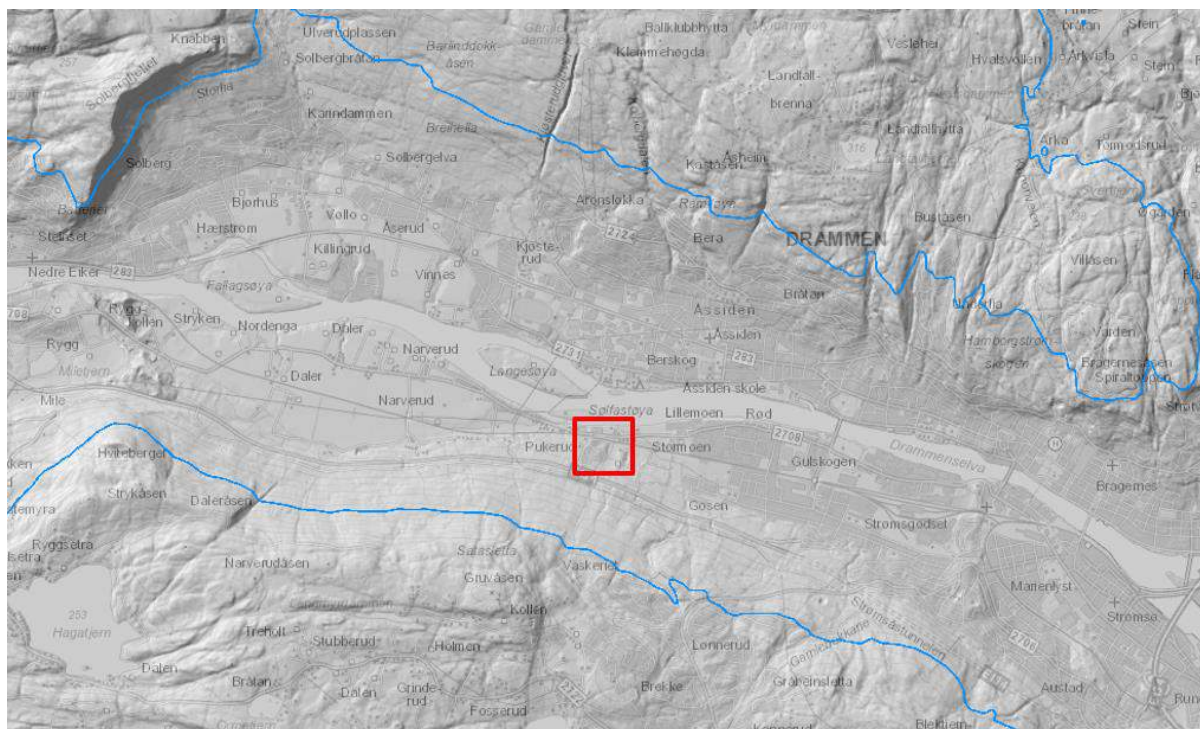
Kvartærgeologisk kart er vist i Figur 2. I området rundt tomta er det registrert tykk hav-/fjordavsetning. På tomta er det registrert fyllmasser, men det kan antas hav-/fjordavsetning under disse. Sølfastøya nord for tiltaket er registrert med elve- og bekkeavsetning. Et stykke

sør for tiltaket ligger Europaveg 134. Sør for denne vegen er det registrert bart berg med stedvis tynt dekke. Hele dette området ligger under marin grense, se Figur 3.

Det antas innledningsvis at hele skråningen opp mot fylkesvegen og opp til registrert bart fjell kan inngå i et potensielt løsneområde.



Figur 2: Kvartærgeologisk kart (Kilde: ngu.no, hentet 16.3.2022).



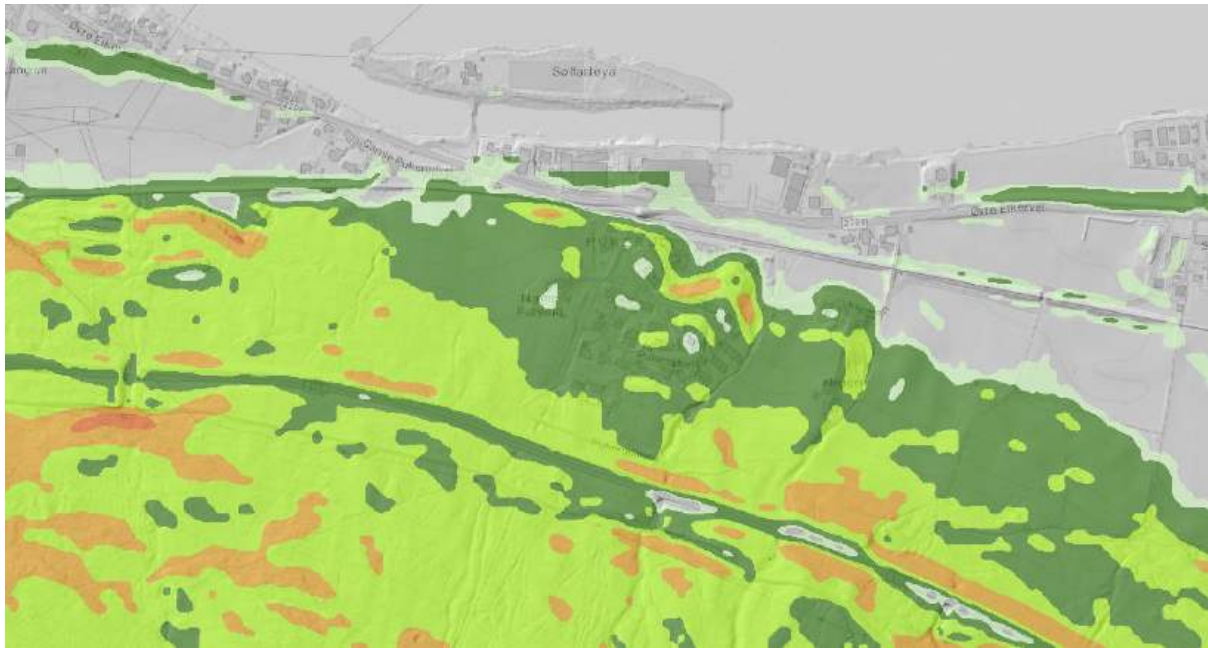
Figur 3: Relieffkart med marin grense i blått. Hentet fra atlas.nve.no den 16.3.2022. Området vi ser på er markert med rødt. Hele området ligger under marin grense.

Figur 4 viser relieffkart over området. Terrenget heller nedover mot Drammenselva i nord. Det meste av området har en helning på 6-10 grader (se Figur 5), som tilsvarer ca. 1:10-1:6. Dette er bratt nok til at et områdeskred kan utløses.

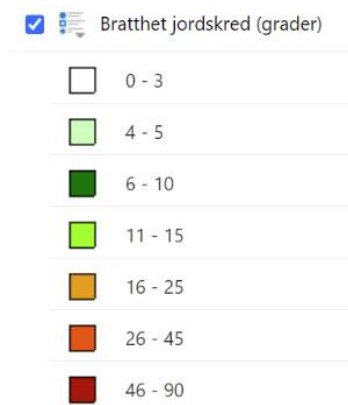
Figur 7 viser et snitt gjennom vestlig del av tomte. Høydeforskjellen er større enn 5 m, og helningen er brattere enn 1:15. Dermed kan tomte inngå i et løseområde for områdeskred.



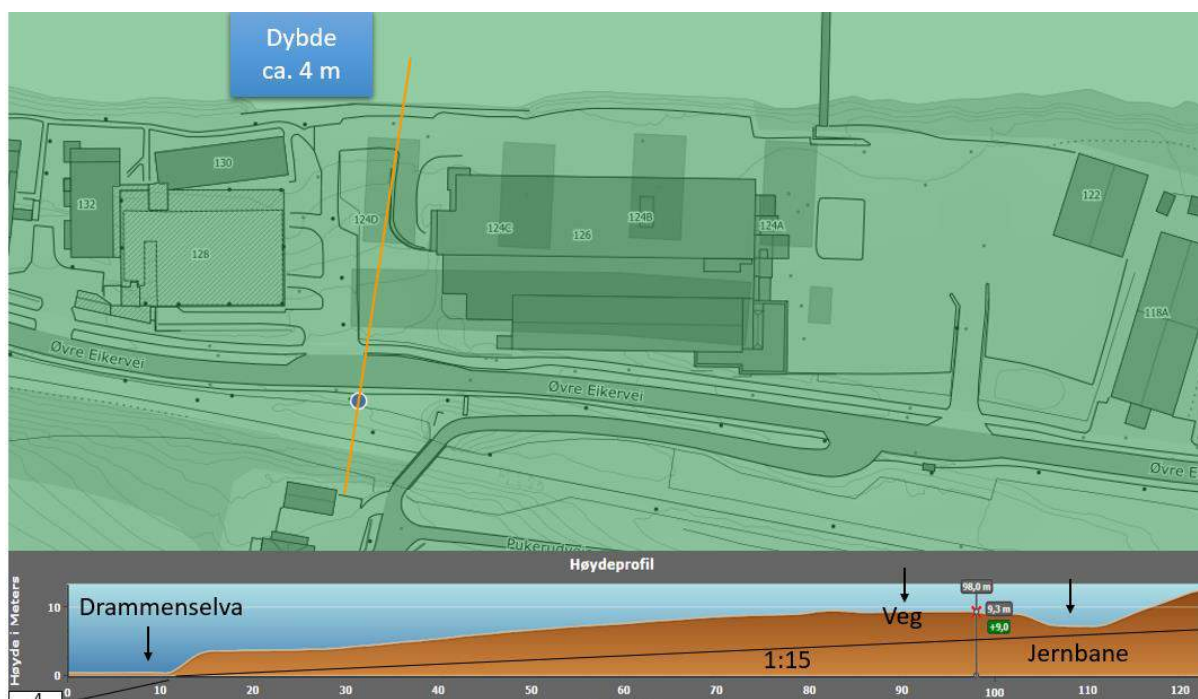
Figur 4: Relieffkart hentet fra atlas.nve.no den 16.3.2022. Terrenget heller nedover mot Drammenselva i nord.



Figur 5: Relieffkart med bratthet angitt med fargekoder. Hentet fra atlas.nve.no den 16.3.2022.

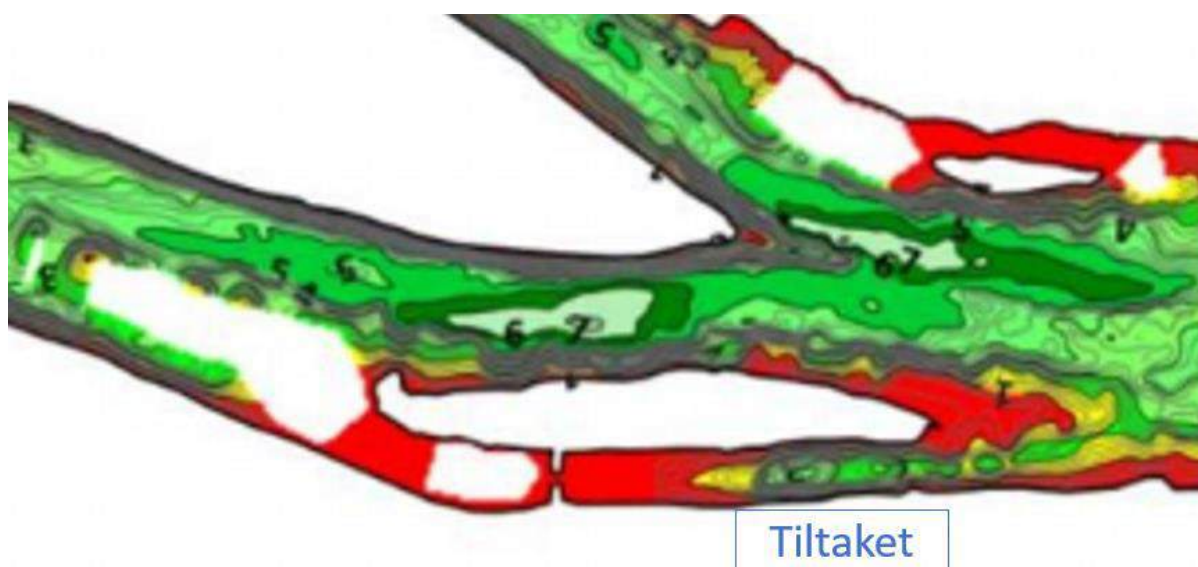


Figur 6: Tegnforklaring til bratthetskart i Figur 5. Bratthet 0 – 3 grader er flatere enn ca. 1/19. Bratthet 4 grader tilsvarer ca. 1/14.3. En bratthet på 1/15 tilsvarer en skråning på ca. 3.8 grader. Altså har alt som er lysegrønt og oppover en bratthet på 1/15 eller brattere. (Kilde: Atlas.nve.no, hentet 16.3.2022)



Figur 7: Et snitt gjennom vestlig del av tomta viser høydeforskjell større enn 5 m og helning større enn 1:15. Kilde: hoydedata.no og dybdekart.no.

Det er tidligere utført dybdekartlegging i Drammenselva utenfor tiltaket. Grunnteknikk AS hentet ut informasjon om dybdene på dybdekart.no i 2020. Dybdekart.no finnes ikke lenger. Dybdekartene i denne rapporten er derfor kun basert på utklipp fra dybdekart som er mottatt fra Grunnteknikk AS. Figur 8 viser dybdekart i en bit av Drammenselva. Rødt område har dybde 0-1 m, gult 1-2 m, grønn 2-3 m osv. Dette er brukt som grunnlag for å vurdere om terrenget under vann kan inngå i et løseområde.



Figur 8: Dybdekart mottatt fra Grunnteknikk AS.

4.1 Tidligere grunnundersøkelser

Det er tidligere utført grunnundersøkelser av Grunnteknikk AS i 2020. Grunnundersøkelser og innledende vurderinger er rapportert i 114489r1_Rev.1 (5).

Situasjonsplanen i Figur 9 er hentet fra denne rapporten. Vurderinger av grunnforhold i dette kapittelet er basert på grunnundersøkelsene i rapporten til Grunnteknikk.

Det er gjort totalsonderinger i 21 posisjoner, CPTu i 2 posisjoner og prøveserier i 3 posisjoner. De aller fleste sylinderprøvene viser leire med sprøbruddoppførsel. Dette gjelder for alle tre posisjonene hvor det er tatt opp prøver. Disse posisjonene er markert med rødt.

I flere av posisjonene er det kun gjort totalsondering. Det kan ikke med sikkerhet påvises sprøbruddmateriale kun basert på dette, men det kan gi sterke indikasjoner. I posisjoner hvor tolkning av totalsondering indikerer sprøbruddmateriale, er posisjonen markert med rødt. For posisjoner hvor totalsondering med stor sikkerhet indikerer at vi ikke har sprøbruddmateriale, eller det er kort til berg, er posisjonen markert med grønn. I posisjoner hvor det er usikkert om det er sprøbruddmateriale eller ikke, er det markert med gult.

Et stykke vest for tiltaket er det utført grunnundersøkelser i forbindelse med vegprosjektet *Fv28 Baker Thon Alle – Nedre Eiker grense, fortau ved Sølfastøya*. Grunnundersøkelsene er rapportert av Statens Vegvesen i rapport nr. Fd181A nr.2 (6). Grunnundersøkelsene viser sprøbruddmateriale og kvikke masser i de fleste posisjonene. I én posisjon er det ikke funnet sprøbruddmateriale.

Tidligere grunnundersøkelser gir ikke en tydelig avgrensning mot sør. Derfor er det gjort supplerende grunnundersøkelser i 2022, utført av Lingen Grunnboring. Grunnundersøkelsene er rapportert av ERA Geo i 21351-RIG04 Geoteknisk datarapport (7). Disse grunnundersøkelsene er omtalt i kapittel 6.



Figur 9: Oversikt over borer og funn av sprøbruddmateriale fra geoteknisk rapport utarbeidet av Grunnteknikk AS (2) og Statens Vegvesen (6). Rød = bekreftet sprøbruddmateriale, Gul = ikke avklart hvorvidt det er sprøbrudd, Grønn = tolket/bekreftet ikke sprøbruddmateriale.

5 Befaring

Iht. NVEs veileder 1/2019 (2) skal det gjennomføres en befaring for å få oversikt over topografi, erosjon som kan utløse skred som kan ramme tiltaket, tidligere inngrep, etc.

Det er utført befaring av geotekniker Michael Huber fra ERA Geo den 10. mai 2022.

Elvebredden mot Drammenselva er identifisert som mest kritisk med tanke på erosjon. I skråningen ned mot elva er det observert grove masser, stort sett grus til blokk, se Figur 10. Det ble observert noen bøyde trær langs elva. Dette er mulige indikatorer på tidligere og pågående erosjon, men det må uansett forventes av krypbevegelser i en relativt bratt skråning av friksjonsmasser. Det er ikke observert åpne leirmasser i vannkanten.

Det vurderes ut fra de observerte forholdene at erosjon langs Drammenselva ikke kan utløse skred som kan ramme tiltaket. Dermed er fare for erosjon ivarettatt.



Figur 10: Forhold i vannkanten nord for tiltaksområdet. Bilder tatt 10.5.2022.

6 Grunnundersøkelser

I 2022 ble det utført supplerende grunnundersøkelser av Lingen Grunnboring. Disse er rapportert av ERA Geo i 21351-RIG04 Geoteknisk datarapport. Figur 11 **Error! Reference source not found.** viser en sammenstilling av tidligere og supplerende grunnundersøkelser i sonen. Det er markert om grunnundersøkelsene indikerer sprøbruddmateriale (rød), usikkert (gul) eller avkreftet sprøbruddmateriale (grønn).

Totalsondering i E1 avkrefter sprøbruddmateriale. Grunnundersøkelser i E2 og E3 viser svært bløte masser, og sprøbruddmateriale kunne ikke avkreftes ved totalsondering eller CPTu-sondering.

Det ble observert berg i dagen i flere posisjoner i sørvest, og sonen kan derfor avgrenses her. Det ble gjort prøvetaking i E6, mot sør, som avkrefter sprøbruddmateriale. Det ble også tatt representative prøver i E8 (samme posisjon som posisjon 8 fra tidligere grunnundersøkelser). Prøvene avkrefter sprøbruddmateriale i denne posisjonen, og posisjonen er markert som grønn i Figur 11.

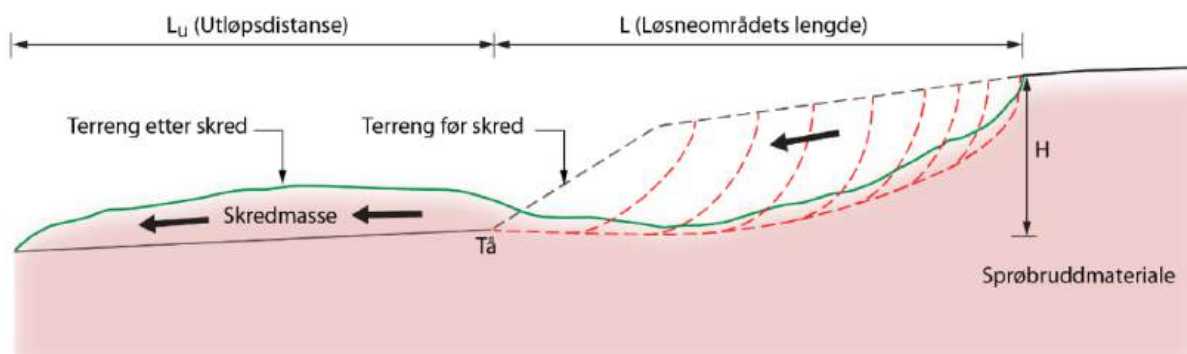


Figur 11: Utklipp fra situasjonsplan over området. Posisjoner for grunnundersøkelser er markert med rød, gul og grønn. Rød=indikerer sprøbrudd, gul=kan ikke avkrefte sprøbrudd, grønn=sprøbruddmateriale avkreftet.

7 Aktuelle skredmekanismer og avgrensning av løsneområde og utløpsområde

Vurdering og avgrensning av løsne- og utløpsområde er gjort etter kapittel 4.5 og 4.6 i NVE veileder 1/2019 (2).

Ved opptegning av faresonekart vil løsneområdet avgrenses først på grunnlag av innhentede data og topografiske kriterier. Deretter vil utløpsområdet avgrenses basert på løsneområdets utstrekning. Prinsippskisse av løsne- og utløpsområde kan ses i Figur 6.



Figur 6: Prinsippskisse av løsne- og utløpsområde fra (8).

7.1 Løsneområde

Topografiske kriterier brukt i denne kvikkleireutredningen er basert på NVE veileder 1/2019. Studier av en del historiske skred viser at de aller fleste retrogressive skredene vil stoppe når lengden på løsneområdet bakover i forhold til skråningsfoten, $L = 15H$. Skråningshøyden, H er definert som høyden av kritisk skråning målt fra skråningsfot, bekke- eller elvebunn eller bunn av marbakken. Det er altså tatt utgangspunkt i 1:15-linja fra bunnen av Drammenselva i denne utredningen. For at noe skal være et løsneområde for områdeskred, må skråningshøyden være 5 m eller mer.

Faresonene er avgrenset mot øst og vest basert på topografi. Figur 12 viser plassering av disse avgrensningene. Mot sør er sonen avgrenset ved at grunnundersøkelser viser masser uten sprøbruddoppførsel.



Figur 12: Utsnitt fra kart.finn.no med dybdekart fra dybdedata.no lagt oppå. Plassering av snitt for avgrensning av sonen mot øst og vest er tegnet inn i blått. Tiltakets plassering er markert i gult.

Avgrensning mot vest

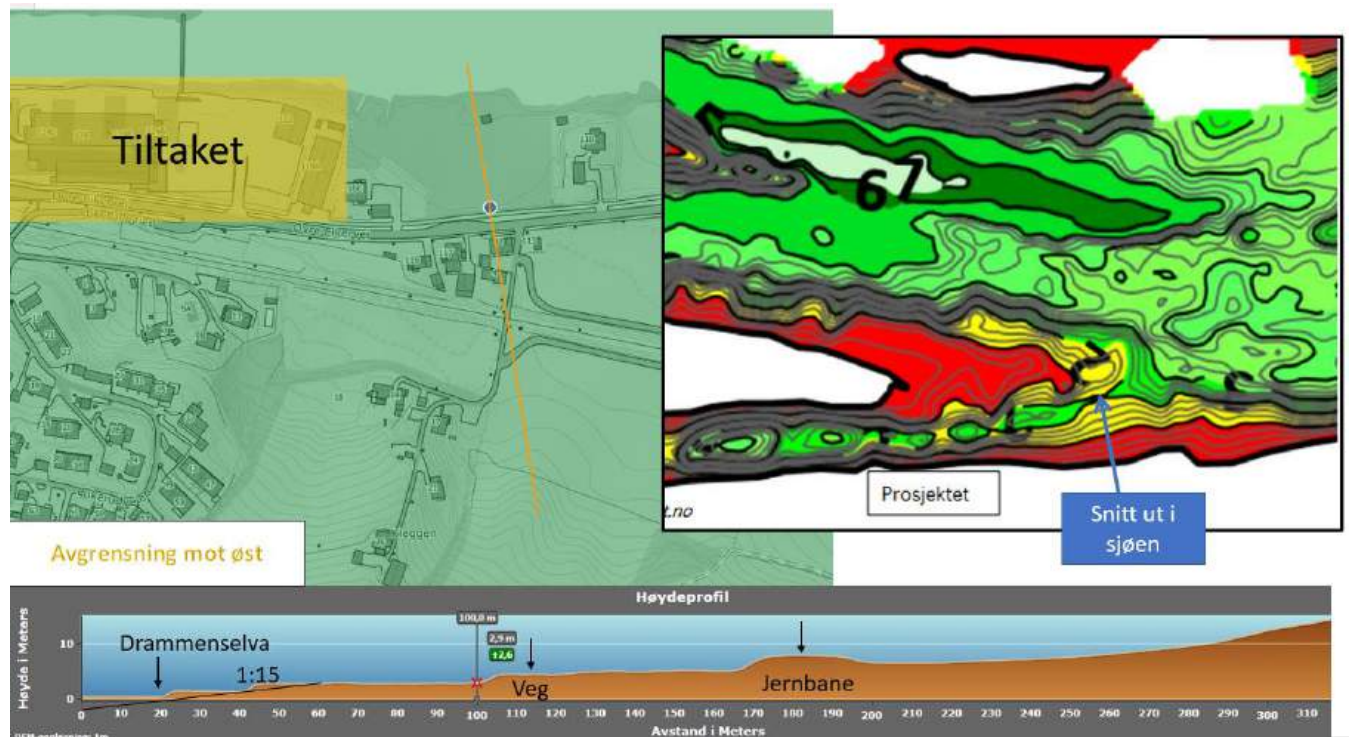
Det er trukket et snitt et stykke vest for tiltaket, se **Figur 13**. Fra elva går det en skråning opp til et platå ca. 2,6 m høyere enn elva. Dybden på elva er maks 1 m, ifølge dybdekartleggingen. Total høydeforskjell er dermed mindre enn 5 m, og dette snittet vil ikke inngå i et løснеområde for områdeskred.



Figur 13: Snitt for avgrensning mot vest. Hentet fra [hoydedata.no](https://www.hoydedata.no) i mars 2022. Øverst er det bilde fra dybdekartlegging i elva og markert hvor snittet går ut i elva. Dybdekartet viser en dybde på maks 1 m.

Avgrensning mot øst

Det er trukket et snitt øst for tiltaket. 1:15-linja er trukket fra elvebredden og bakover. Terrenget er et platåterreng med høydeforskjell ca. 2,6 m ned til elvebredden. Høydeforskjellen i elva er 2 m. Total høydeforskjell er dermed mindre enn 5 meter, og snittet inngår derfor ikke i et løснеområde i henhold til NVE 1/2019.



Figur 14: Snitt for avgrensning av sonen mot øst. Profilet er hentet fra hoydedata.no i mars 2022. Til høyre i bildet vises dybder i elva, som Grunnteknikk hentet fra dybdekart.no i 2020. Dybdekartet viser maks dybde 2 m i snittet.

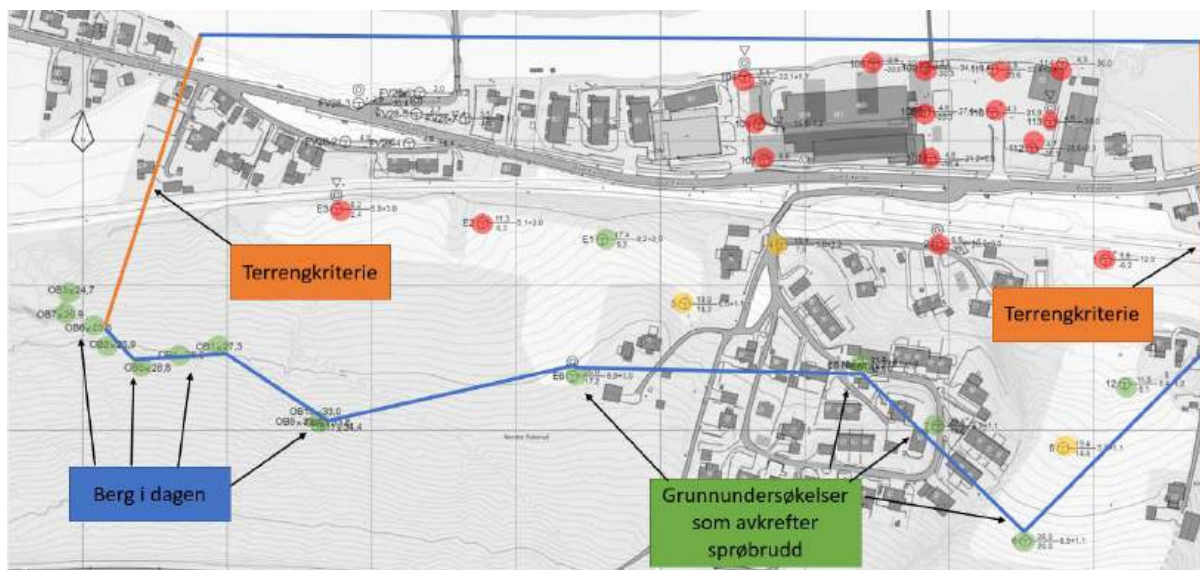
Avgrensning mot sør

Det er gjort grunnundersøkelser som avkrefter sprøbruddmateriale i sør. I tillegg er det funnet berg i dagen i sørvest. Dette utgjør avgrensningen av kvikkleiresonen mot sør.



Figur 15: Avgrensning av kvikkleiresonen mot sør er markert med blå strek.

Avgrensning av hele sonen



Figur 16: Avgrensning av kvikkleiresonen

7.2 Utløpsområde

I snittene for stabilitetsberegninger er mektigheten til sprøbruddmaterialet over 40 %. Derfor må det regnes med at et retrogressivt skred (som er den mest konservative) er en aktuell skredmekanisme. Utløpsområdet vil være ute i Drammenselva, som vil defineres som kanalisert terreng. Derfor vil lengden av et eventuelt skred antas å være 3 ganger så langt som løsneområdet. Kilde: NIFS rapport 14/2016 (9).

Løsneområdet er ca. 229 m langt på det lengste, se Figur 17. Posisjon OB9, hvor det er innmålt berg i dagen, ligger på kote +33,9.

$3 \times 229 \text{ m} = 687 \text{ m}$. Utløpsområdet antas derfor å bli maksimalt 687 m langt.

Det er vurdert at eventuelle skredmasser vil renne ut i Drammenselva og nedover elveløpet. Skredmassene vil kunne demme opp elveløpet mellom løsneområdet og Sølfastøya, men hele Drammenselva er såpass bred (303 m) at det ikke ventes at hele elva kan demmes opp.

Det er såpass liten vanndybde i Drammenselva (ca. 1-7 m dypt ifølge dybdata.no) at det ikke er ventet at et områdeskred gir fare for betydelig flodbølge.

Vurdert løsneområde og utløpsområde er vist i Figur 20.



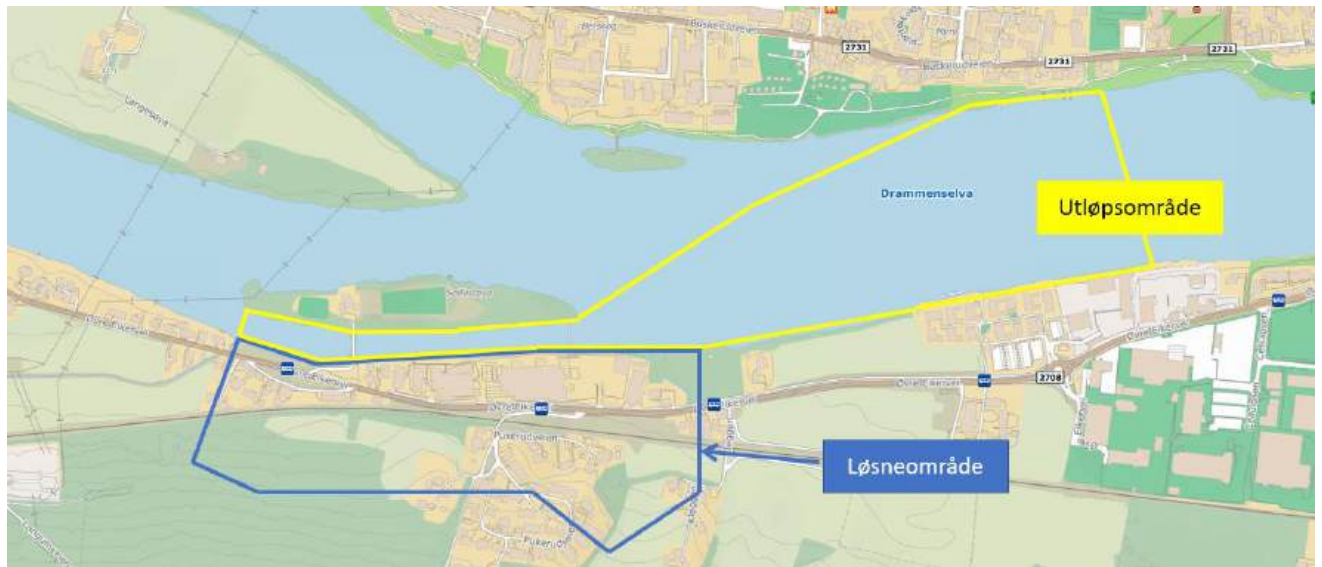
Figur 17: Avstand fra OB9 til Drammenselva er ca. 229 m.



Figur 18: Bredden av Drammenselva er 303 m.



Figur 19: Maksimal lengde av utløpsområdet er 687 m. Figuren viser en avstand på 687 m nedover i Drammenselva, målt fra østlig del av løsneområdet. Kilde: kart.finn.no den 17.6.2022.



Figur 20: Vurdert løsneområde (blått) og utløpsområde (gult).

8 Klassifisering av faregrad, konsekvens og risiko for kvikkleireskred

Metoden for klassifisering av fareområder er en semi-kvantitativ metode hvor skadekonsekvens og faregrad evalueres. Klassifiseringen gjøres på grunnlag av faregradindikator F_i , skadekonsekvensindikator S_i , og risikoindikatoren R_i der $R_i = F_i \times S_i$. Beregning av faregradsindikator og skadekonsekvensindikator gjøres ved hjelp av tabeller i NVE Ekstern rapport 9/2020 (8), kapittel 4.

8.1 Faregradklasser

Faregrad skal gjenspeile graden av usikkerhet for stabiliteten til løseområdet. Den bestemmes for et antatt kritisk snitt i sonen og er avhengig av topografiske forhold, geotekniske/geologiske forhold og terrengendringer. Faregrad klassifiseres som lav, middels høy.

Vurdering og klassifisering av faregrad er gjennomgått i Tabell 1. Dette området er i faregradsklassifisering middels.

Tabell 1: Tabell over evaluering av faregrad.

Faregrad	Vekt - tall	Faregrad, Score				Vurdering score	Sum	Kommentar
		3	2	1	0			
Tidligere skredaktivitet	1	Høy	Noe	Lav	Ingen	0	0	Ingen registrerte skredhendelser på NVE atlas.
Skråningshøyde, meter	2	>30 m	20 – 30 m	15 – 20 m	<15 m	2	4	Opp mot 30 m fra bunn elv og opp til boring 6.
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	2	1.0-1.2	1.2-1.5	1.5-2.0	>2.0	3	6	Tolkning av CPTu-sonderinger viser OCR på ca. 1.
Poretrykkforhold:								
Overtrykk, kPa	3	> +30	10 – 30	0 – 10	Hydrostatisk	1	3	Et lite poreovertrykk er målt på 10 m dybde ca. 240 m vest for tiltaket. Kilde: SVV rapport nr. Fd181A nr.2 (6)
Undertrykk, kPa	-3	> -50	-(20 – 50)	-(0 – 20)	Hydrostatisk	0	0	
Kvikkleiremektighet	2	>H/2	H/2-H/4	<H/4	Tynt lag	3	6	Mektige lag med kvikkleire under et par meter fyllmasse.
Sensitivitet, S_t	1	>100	30-100	20-30	<20	3	3	Stort sett under 100, men opp mot 200 i enkelte prøver.

Erosjon	3	Kraftig	Noe	Litt	Ingen	0	0	Ingen erosjon, siden det er så lav hastighet i elva.
Inngrep: Forverring	3	Stor	Noe	Litt	Ingen	1	3	Det er utført noe oppfylling i området i forbindelse med boligutbygging. Det skal gjøres noen tiltak som forverrer og noen som forbedrer. Det skal forbedres i kritisk snitt.
Forbedring	-3	Stor	Noe	Litt	Ingen	1	-3	
Sum poeng		51	34	17	0		22	Middels faregradklasse
% av maksimal poengsum		100 %	67 %	33 %	0 %		43,1	

8.2 Skadekonsekvensklasser

Skadekonsekvenser vurderer faren for at liv går tapt, skade på mennesker, økonomiske tap, verdiforringelse, samt faren for at viktige samfunnsmessige funksjoner skal stoppe opp. På bakgrunn av dette er konsekvensen av skred delt opp i tre klasser:

- **Mindre alvorlig:** Liten risiko for skade på mennesker, tap av liv, begrensede økonomiske og samfunnsmessige konsekvenser.
- **Alvorlig:** Risiko for skade på mennesker eller tap av liv eller betydelige økonomiske og samfunnsmessige konsekvenser.
- **Meget alvorlig:** Stor risiko for skade på mennesker eller tap av liv eller meget store økonomiske og samfunnsmessige konsekvenser.

Dette områdets konsekvensklasse er klassifisert som *meget alvorlig*. Det ligger mange boliger, samt veg, jernbane og fremtidig barnehage innenfor området.

Tabell 2 viser hvordan konsekvensklassen er beregnet. Tabellen omfatter sju faktorer, hvorav «Boligheter» og «Næringsbygg» berører menneskers liv og helse direkte. Faktorene «Vei», «Toglinje» og «Kraftnett» gjelder samfunnsmessige funksjoner som berører mennesker indirekte, eventuelt også direkte. Faktorene «Annen bebyggelse» og «Oppdemming og flodbølge» vil i hovedsak gjelde tap av verdier.

Under tabellen finnes forklaring på hvilke vurderinger som er gjort for de ulike faktorene. Ved mangelfull informasjon må det gjøres konservative antagelser.

Tabell 2: Evaluering skadekonsekvens.

Faktorer	Vekttall	Konsekvens, score				Vurdering score	Sum
		3	2	1	0		
Boligheter, antall	4	> 5	> 5	< 5	0	3	12
		Tett	Spredt	Spredt			
Næringsbygg, personer	3	> 50	10 – 50	< 10	0	3	9
Annen bebyggelse, verdi	1	Stor	Betydelig	Begrenset	Ingen	1	1
Vei, ÅDT	2	>5000	1001-5000	100-1000	<100	2	4
Toglinje, bruk	2	Person-trafikk	Gods-trafikk	Normalt ingen trafikk	Ingen	3	6
Kraftnett	1	Sentral	Regional	Distribusjon	Lokal	0	0
Oppdemning og flodbølge	2	Alvorlig	Middels	Liten	Ingen	1	2
Sum poeng		45	30	15	0		34
% av maksimal poengsum		100 %	67 %	33 %	0 %		75,6

Forklaringer til tabell 2, hentet fra NVE 9/2020 (8):

- Boligheter, antall.** Denne faktoren omfatter bebyggelse med vedvarende opphold for mennesker. Eneboliger, fritidsboliger eller hytter, blokker og rekkehus inngår. Også pleieinstitusjoner, sykehus og nødetater kommer inn under denne kategorien. En bolighet er definert som en bolig for en familie. I tilfellet pleieinstitusjoner, kan det være vanskelig å angi et nøyaktig antall boligheter. Dette vil imidlertid ikke påvirke resultatet, idet en sone med en pleieinstitusjon i alle tilfelle skal gis høyeste score og således oppnå største poengverdi, dvs. 4 (vekttall) x 3(score) = 12. 29 I klassifiseringskriteriene er det skilt mellom «tett» og «spredt» bebyggelse. Tett bebyggelse innebærer en større konsekvens enn spredt bebyggelse. Dette skyldes at et skred i en faresone ikke nødvendigvis vil omfatte hele sonen. Dersom bebyggelsen er spredt, vil det derfor være mindre sannsynlig at all bebyggelse blir berørt, enn dersom bebyggelsen er tett. Kriteriet for å få høyeste score (3) er satt forholdsvis lavt, antall boliger > 5. Dette er gjort for å få en sterk fokusering på betydningen av fare for at menneskeliv skal gå tapt. Også det forhold at Boligheter er gitt det høyeste vektallet, 4, er med på å forsterke betydningen av dette.

Vår vurdering:

Det finnes en god del boliger langs elva, innenfor sonen. I tillegg skal det bygges flere boenheter på tomte Øvre Eikervei 126 og 124. Gis derfor vurdering score 3.

2. **Næringsbygg, personer.** Denne faktoren omfatter bebyggelse med midlertidig opphold av mennesker. Dette omfatter industri- og næringsbygg (inkl. fjøs eller driftsbygninger i landbruket), kontorbygg, skoler og andre offentlige bygg. Kriteriet for å oppnå høyeste score er satt til > 50 personer, mens vektallet er satt til 3. Kriteriene er satt relativt "strengt" for å understreke betydningen av trygghet mot skred i arbeidssituasjonen.

Vår vurdering:

Fra kart ser det ikke ut til å være noen næringsbygg i området. Det planlegges å bygge en barnehage i senere byggetrinn på Sølfast Park. Barnehagen er tatt med i beregningene i tabellen. Det er ikke klarert hvor mange personer som skal oppholde seg der. Derfor velges det konservativt å gi vurdering score 3.

3. **Annen bebyggelse, verdi.** Denne faktoren omfatter bebyggelse hvor det normalt ikke oppholder seg mennesker. Dette kan være bebyggelse som har spesiell verdi av for eksempel historiske, religiøse eller kulturelle årsaker, eller bygninger med økonomisk verdi som f.eks. naust (garasjer regnes normalt medtatt som en del av en bolig). Vektallet er satt til 1 idet mennesker sannsynligvis ikke vil være involvert.

Vår vurdering:

Denne vurderes som begrenset. Noen båter og brygger i elva. Gangbru over til Sølfastøya. Gis derfor vurdering score 1.

4. **Vei.** Brudd på veiforbindelser vil ha konsekvenser for samfunnet nasjonalt, regionalt eller lokalt. Det kan dessuten være fare for liv eller skade på mennesker. Inndeling etter trafikkmengde, kfr. Statens vegvesens trafikkregistreringer (www.vegvesen.no/vegkart). Vektallet er satt til 2.

Vår vurdering:

ÅDT på Øvre Eikervei er 3800. Gis derfor vurdering score 2.

5. **Toglinje, baneprioritet.** Brudd på toglinjer vil ha konsekvenser for samfunnet nasjonalt, regionalt eller lokalt. Det kan dessuten være fare for liv eller skade på mennesker. Tog har lang nedbremsings-strekning, og avsporing vil foruten skade på passasjerer og togpersonell også kunne medføre skade på tredjeperson. Konsekvens vurderes ut fra om det er persontrafikk, kun godstransport eller normalt ingen trafikk på aktuelle banestrekninger. Vektallet er satt til 2. (Jernbaneverkets baneprioritet som tidligere ble lagt til grunn for poengberegning eksisterer ikke lenger).

Vår vurdering:

Det ligger en toglinje midt i sonen. Toglinjen er en del av Sørlandsbanen, og vi er i området mellom Gulsbogen og Mjøndalen stasjon. Det er persontrafikk på linja. Gis derfor vurdering score 3.

6. **Kraftnett.** Brudd på strømforsyningslinjer vil ha konsekvenser for samfunnet nasjonalt, regionalt eller lokalt. Inndeling i henhold til Statkrafts nettklasser. Da brudd

på strømforsyningslinjer neppe vil medføre fare for liv eller skade på mennesker, er denne faktoren tillagt vektall 1.

Vår vurdering:

Bare lokalnett i området (Kilde: <https://temakart.nve.no/link/?link=nettanlegg>).

Regionalnettet går utenfor soneavgrensningene. Gis derfor vurdering score 0.

7. **Oppdemming og flodbølge.** Denne faktoren omfatter skader som kan oppstå langs et vassdrag som en følge av oppdemming og etterfølgende dambrudd. En større oppdemming kan føre til en uoversiktlig situasjon med et stort skadepotensial. Skader kan oppstå på bebyggelse, veier, jernbane og kraftnett som følge av erosjon (undergraving). Flodbølger kan skade bebyggelse, broer etc. Det kan oppstå vannskader i bygninger både på oppdemmet område og nedstrøms i forbindelse med flodbølge. Oppdemming og flodbølge kan dessuten føre til utløsning av nye skred. Det vil være liten fare for liv eller skade på mennesker i forbindelse med oppdemming og etterfølgende flodbølge. Tiden vil tillate nødvendig evakuering. De materielle skadene vil imidlertid kunne bli betydelige. Kriterier som må være tilstede for at en demning skal kunne dannes, og for at det skal kunne oppstå skader pga. og flodbølge er nærmere beskrevet i kap. 5.3. Skred som går ut i sjø vil dessuten kunne medføre flodbølger pga. massefortrengningen som oppstår. Slike flodbølger kan ha stor rekkevidde og stort skadepotensiale (f.eks. Rissa 1978 og Statland 2014). Vekttallet er satt til 2.

Vår vurdering:

Et skred kan gå ut i Drammenselva og delvis demme den opp. Det ventes at området mellom løsneområdet og Sølfastøya kan demmes opp. Drammenselva er for bred til at det ventes at hele elva kan demmes opp. Det er ikke ventet at et skred kan forårsake en flodbølge. Gis derfor vurdering score 1.

8.3 Risikoklasser

Risikoklasser er grader fra en til fem, hvor fem er den høyeste risikoen. Risikoklassen er avhengig av poengverdiene for skadekonsekvens og faregrad, der Risiko = Skadekonsekvens x Faregrad ($R_i = F_i \times S_i$). Risikoklassene er delt inn i en skala fra 1 til 5 der 1 er lavest og 5 er høyest risiko.

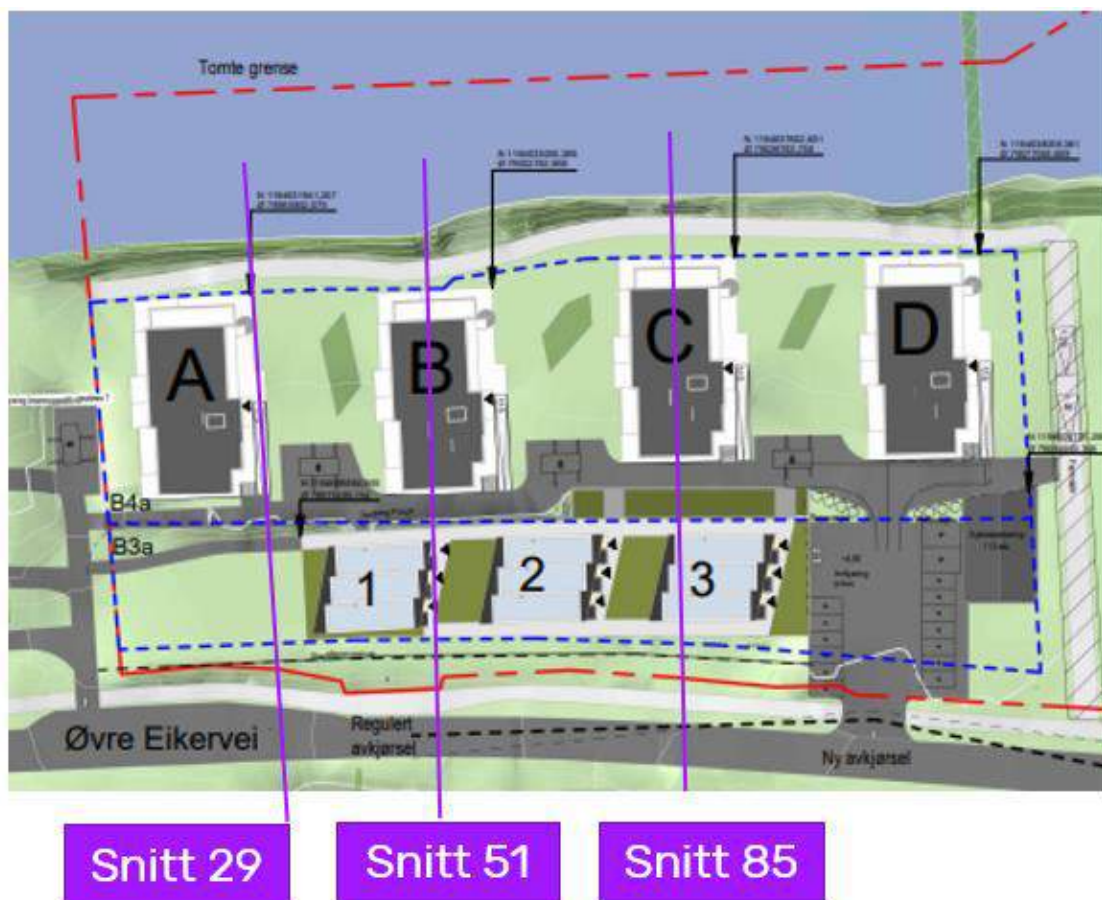
Området er i risikoklasse 5.

9 Kritiske snitt og materialparametere

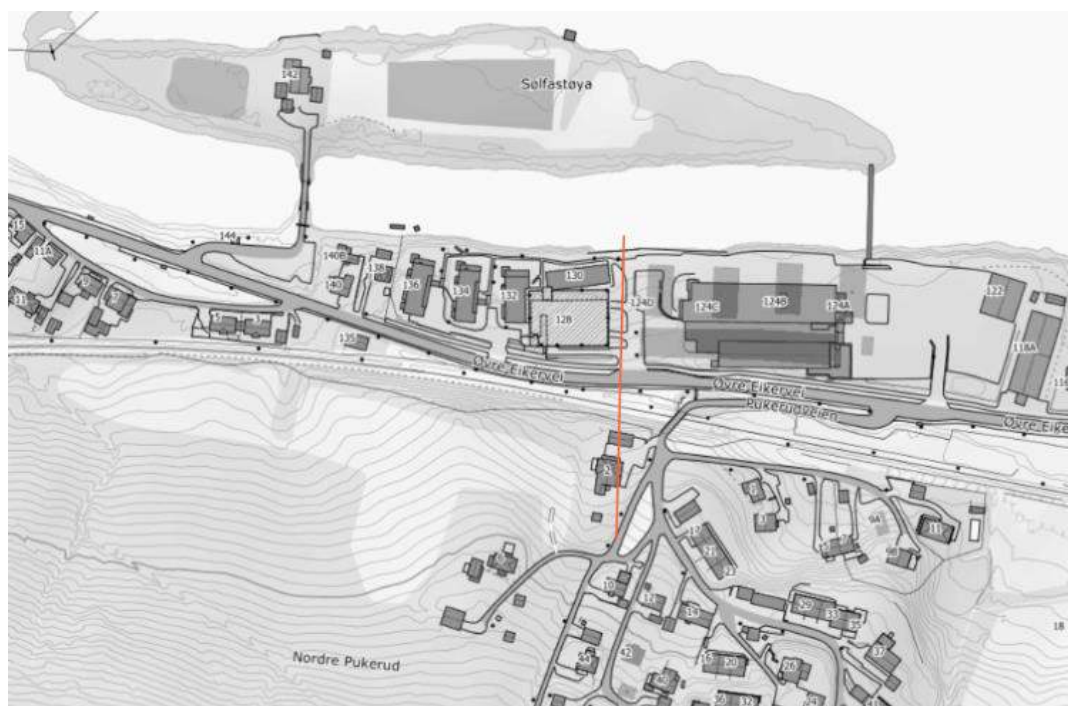
Det er gjort stabilitetsberegninger i tre ulike snitt inne på tomta, "Snitt 29", «Snitt 51» og «Snitt 89». Det er inkludert utgraving og/eller oppfylling som skal gjøres for tiltaket. Dette for å sikre stabiliteten i permanent fase etter utbygging. Figur 21 plassering av beregningssnittene inne på tomta. Snittene er også vist på vedlegg V100 – Situasjonsplan.

I tillegg er det gjort stabilitetsberegning i ett snitt utenfor influensområdet. Det er valgt et snitt langt øst på nabotomta i vest, «Snitt 4». Dette er det bratteste området utenfor tiltaket. Figur 22 viser plassering av beregningssnittet. Snittet er også vist i vedlegg V100 – Situasjonsplan.

Lagdeling er basert på tidligere grunnundersøkelser inne på tomta. Tegning V313 viser lagdeling i snitt 29 sammen med totalsondering 4, 101, 103 og 104. Materialparametere som er brukt i stabilitetsberegningene er vist i Tabell 3. Laster og lastfaktorer er vist i Tabell 4.



Figur 21: Skisse av de tre snittene inne på tomta hvor det er gjort stabilitetsberegninger.



Figur 22: Snitt 4 gjennom nabotomta som det er gjort stabilitetsberegninger på.

Tabell 3: Materialparametere brukt i stabilitetsberegningene.

Parameter	Fyllmasser	Bløt leire	Morene	Kalksementstabilisert jord (totalt jordvolum)
Friksjonsvinkel (°)	36	20	38	26
Attraksjon (kPa)	0	3	6,5	5
c-profil	-	Se Figur 25	-	85 kPa
Tyngdetetthet	18	19	19	19

(m)	(kPa)
4,00	20,0
6,00	25,0
15,00	50,0
16,00	60,0
20,00	65,0
22,00	53,0

Figur 23: c-profil i leira med dybde i meter og skjærstyrke i kPa.

Tabell 4: Laster brukt i stabilitetsberegningene.

Last fra:	Last (kPa)	Lastfaktor
Kjøreveg	15	1,3
Gangveg	10	1,3
Veg med begrenset tillatt last	10	1,3
Toglinje	44	1,3
Carport	8	1,3
Boligblokk bruddgrense	41,2	Inkludert lastfaktor ULS

10 Stabilitetsberegninger

Det må dokumenteres tilstrekkelig sikkerhet i alle snitt som kan utløse skred som kan ramme tiltaket. Det antas at alle skred innenfor kvikkleiresonen kan bre seg ut og treffe tiltaket. For å ivareta stabiliteten, må det gjøres tiltak som kalksementstabilisering, terrengtilpasning og beholdt bunnplate.

Stabilitetsberegningene er vist i tegning V300-V305 og V311-V312. Det er brukt ulike farger på skjærflatene for bedre lesbarhet.

10.1 Snitt 29 – blokk A

Gjelder tegning V300, V301, V312 og V313

Snitt 29 ligger lengst vest på tomta (ca. 29 m fra tomtegrensen i vest). Snittet går like øst for blokk A. Dybden i elva er ca. 4 m utenfor blokk A. Det er valgt å ta med haugen i sør i snittet. Dette er konservativt, siden denne har begrenset utstrekning i retning øst/vest. Det er valgt å bruke en maks dybde i elva på ca. 4,5 m. Dette er konservativt.

Det er kun en liten del av eksisterende bunnplate som ligger innenfor fotavtrykket til blokk A. Denne delen blir fjernet, og bygget direktefundamenteres. I utgangspunktet var det tenkt å heve bygget for å sette det på peler, men denne løsningen ga ikke god nok sikkerhet. Derfor anbefales kalksementstabilisering. Med denne løsningen kan bygget direktefundamenteres. Da kan blokka fundamenteres på kote +2,1.

Det er gjort stabilitetsberegninger både med og uten vekten fra blokk A (hhv. V300 og V301). Slik er stabiliteten ivaretatt for både byggefase og etter bygging. Terrenget er tilpasset for å oppnå tilstrekkelig sikkerhet. Dette innebærer en oppfylling mellom vegen og bygget. Det innebærer også en utgraving for gangstien. I beregningene virket lasten på gangstien (13 kPa) som drivende krefter. Det er derfor mest konservativt å ta det med i beregningen.

Tegning V312 viser beregninger av stabiliteten for snitt 29 med opprinnelig terreng. Terrengoverflaten er hentet fra Kartverket. Beregnet sikkerhet er lavere enn det som er kravet. Kritisk skjærflate går fra haugen og ut i elva. Beregnet sikkerhet er $F_{cu} = 1,16$.

I byggefase, før blokk A er bygget (V300), er sirkulære skjærflater fra vegen og ned under byggets plassering kritiske. Drenerte beregninger er kritiske. Det er lagt kalksement og fyllmasser i skråningen for å oppfylle kravet fra SVV om drenert sikkerhet $F_{cu} \geq 1,5$. Udrenerte beregninger viser god nok sikkerhet, $F_{cu} > 1,61$ for områdestabilitet og $F_{cu} > 1,5$ for lokal stabilitet mot Øvre Eikervei.

I permanent situasjon med bygg (tegning V301), går kritisk skjærflate fra haugen i sør og ned i elva. Skjærflata går i original leire mellom kalksementstabilisert jord og berg/morene. Udrenert beregning viser sikkerhetsfaktor $F_{cu} = 1,40$. For opprinnelig terreng har tilsvarende skjærflate beregnet sikkerhet $F_{cu} = 1,31$. Kritisk skjærflate i opprinnelig terreng går gjennom området som er kalksementstabilisert, og er også forbedret betydelig. Tiltaket medfører dermed ikke en forverring av stabiliteten i dette snittet, og kravet til sikkerhet er derfor $F_{cu} \geq 1,40$ for udrenerte beregninger. Dette er oppfylt for både skjærflaten fra haugen og fra bak jernbanen. For drenerte beregninger har kritisk skjærflate beregnet sikkerhet $F_{cu} > 1,5$. Både områdestabilitet og lokal stabilitet mot vegen er ivaretatt.

Drenert stabilitet ved gangsti mot elva skal ivaretas. Det er observert en spunt på befaring, men det foreligger ikke noen informasjon om denne. Det er gjort beregninger som viser tilstrekkelig drenert sikkerhet for skjærsirkler som er «tvunget» ned til ca. kote -5,6. Til dette er funksjonen «restrict shear surface» i GeoSuite benyttet. Dette viser at stabiliteten kan være ivaretatt av eksisterende spunt. Det må innhentes informasjon om spunt for å verifisere

dette. Hvis ikke informasjon om spunten kan dokumenteres, kan det gjøres en oppfylling i elva for å øke beregnet sikkerhet tilstrekkelig. Størrelsen på fyllingen må bestemmes med stabilitetsberegninger.

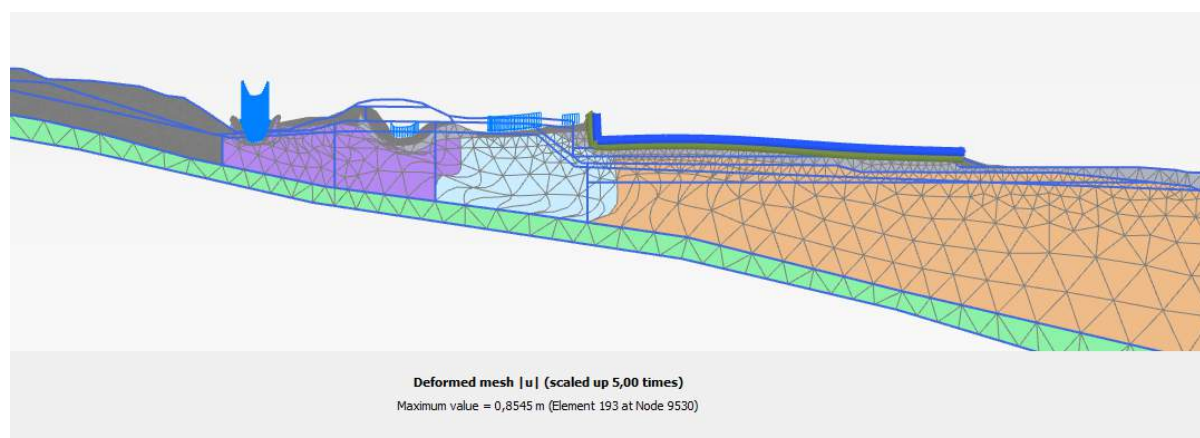
Det er ikke gjort detaljprosjektering av kalksementstabiliseringen i denne rapporten. Materialparametere i kalksementen er basert på erfaringsverdier. Det forutsettes at kalksementstabiliseringen detaljprosjekteres, og at valgte styrkeparametere oppnås.

10.2 Snitt 51 – blokk B

Gjelder tegning V302, V303 og V304

I snitt 51, for blokk B, er det besluttet å beholde eksisterende bunnplate under ca. halvparten av bygget. Figur 25 viser et snitt gjennom blokk B. Den venstre delen på figuren er fundamentert på eksisterende bunnplate. Den andre delen har OK gulv på kote +3,520. I stabilitetsberegningene er det antatt fundamentering på ca. kote +3,2 for delen utenfor bunnplata. Det ble forsøkt å legge fundamenteringen dypere, men dette ga for lav sikkerhet.

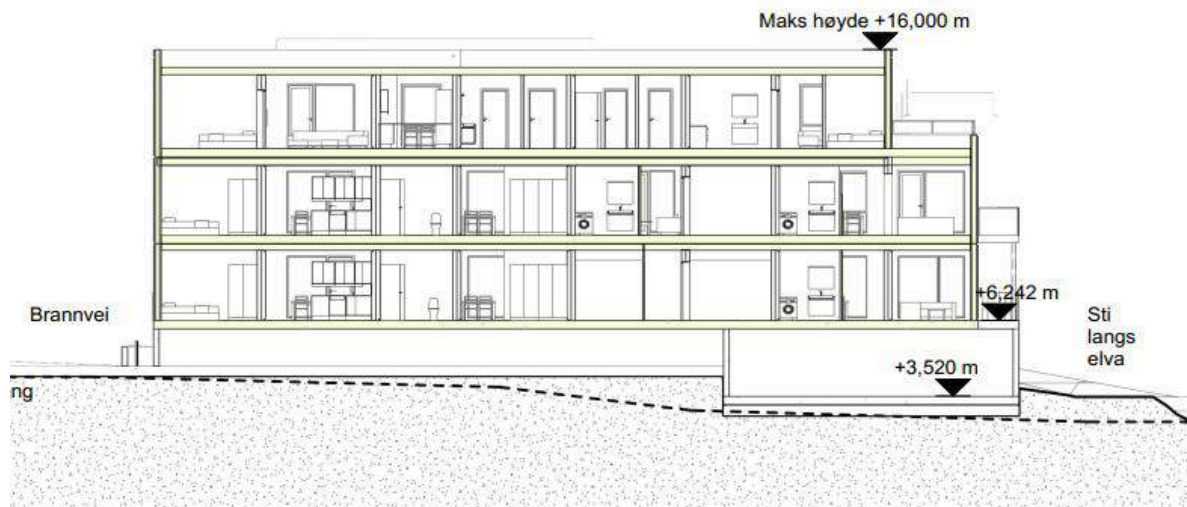
I beregningene er noe av bunnplata tatt bort (nordligste del), slik at den nederste etasjen blir størst mulig. Det er antatt at skjærsirkler ikke kan gå gjennom bunnplata. Antakelsen er verifisert gjennom beregning i Plaxis 2D versjon 21.01.00.479, se Figur 24.



Figur 24 Deformasjonsbildet i bruddfase fra Plaxis 2D-beregning.

Det er inkludert terrenglast på gangvegen nede ved elva, siden denne virker drivende. For å kompensere for denne lasten er det gravd bort en del masser. Hvis det ønskes at gangstien skal ligge høyere, kan det fylles opp med lette masser. I så fall må det kontrolleres for oppløfting ved flom.

Det er også inkludert en last på 10,4 kPa for parkering på gjenværende bunnplate.



Figur 25: Snitt gjennom blokk B. Utklipp fra tegning nr. A-040 rev. C, datert 27.5.2022, utarbeidet av Besseggen arkitekter.

Det ble utført drenerte og udrenerte stabilitetsberegninger uten 3D-effekter. Disse er vist i tegning V302. Der ser en at drenerte beregninger, og de små skjærsirkelene nede ved elva oppfyller krav til sikkerhet uten 3D-effekter. Her gjelder krav for lokal stabilitet, som er hhv. 1,25 og 1,4 for drenerte og udrenerte beregninger.

De udrenerte beregningene ga sikkerhetsfaktor mellom 1,5 og 1,6 for flere av de ikke-sirkulære skjærsirkelene i snitt 51. Kravet fra SVV på $F = 1,5$ er oppfylt i disse beregningene. Krav fra Bane NOR er $F = 1,6$, mens kravet fra NVE er $F = 1,61$ så lenge vi forverrer stabiliteten. Disse kravene er dermed ikke oppfylt for alle beregningene i V302.

3D-effekter

Det er besluttet å bruke 3D-effekter i beregningene for snitt 51. Størrelsen på 3D-effekten som er brukt er 0,015. Det regnes konservativt med en ensidig støtte fra sideterreng. Formelen for tosidig 3D-effekt er $1/L$, hvis det regnes konservativt. En 3D-effekt på 0,015 tilsvarer tosidig støtte fra et 67 m bred bruddmekanisme eller ensidig støtte fra 33,5 m bred bruddmekanisme. Stabilitetsberegninger inkludert 3D-effekter er vist i tegning V303. I denne beregningen er det kun tatt med udrenerte beregninger som hadde for lav sikkerhet uten 3D-effekter.

For å bruke denne 3D-effekten, er vi avhengige av at terrenget ved siden av har bedre sikkerhet enn snittet vi regner på. Det er fem skjærflater på V302 som ikke oppfyller kravene til sikkerhet uten 3D-effekt:

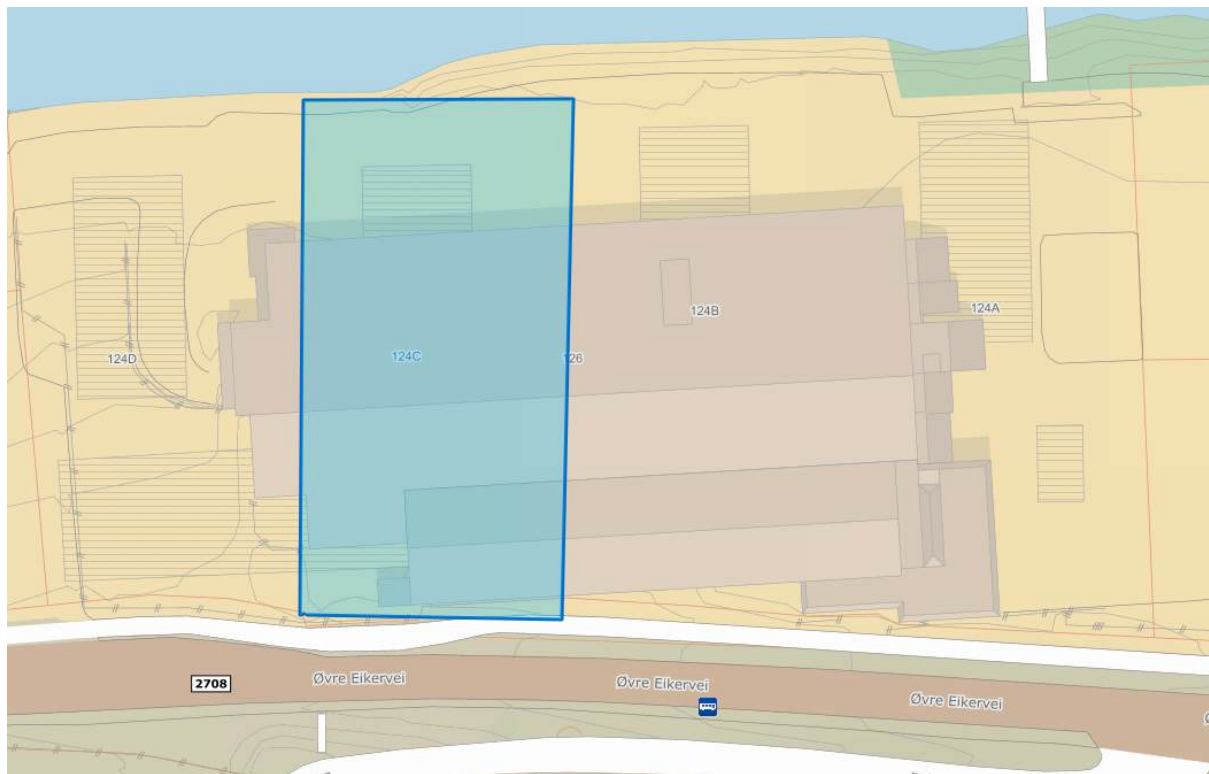
- 1) Fra vegen og ut i elva, $F = 1,50$ (lyseblå linje)
- 2) Fra vegen og inn under bygget, $F = 1,53$ (grønn linje)
- 3) Fra haugen og inn under bygget, $F = 1,55$ (rosa linje)
- 4) Fra haugen og ut i elva, $F = 1,51$ (mørkeblå linje)
- 5) Fra bak jernbanen og ned til elv, $F = 1,54$ (rød linje)

Nr. 5 er den lengste skjærflaten, og vil få mye «hjelp» av 3D-effekter. Det er realistisk at denne skjærflaten vil støttes av sideterrenget, siden terrenget er flatere i øst.

Skjærflatene som går inn under bygget (nr. 2 og 3) vil få støtte av sideterrenget dersom bunnplata blir liggende i området øst og vest for blokk B. Da vil skjærflaten tvinges lengre ut,

og friksjonen blir større (se også verifikasjon i Figur 24). Terrenget blir også slakere mot øst, og skjærsirkelen fra haugen i snitt 85 har beregnet sikkerhet $F = 1,67$, som er god nok til å støtte opp sideterreng. Gjennomsnittlig sikkerhet i denne skjærflaten er $(1,67+1,53)/2 = 1,6$.

Skjærflatene som går fra veg eller haug og ut i elva (nr. 1 og 4) har god stabilitet i snitt 85, hhv $F=1,87$ og $F=1,88$. Det er vurdert at dette er tilstrekkelig for å kunne støtte opp terrenget i snitt 51. Gjennomsnittlig sikkerhetsfaktor fra veg til elv i snitt 85 og 51 = $(1,87+1,50)/2 = 1,67$.



Figur 26: 33,5 m bred bruddmekanisme målt fra kart.finn.no. (Blokk A-D er i motsatt rekkefølge av det som står i dette kartet.)

10.3 Snitt 85 – Blokk C

Gjelder tegning V305

Snitt 85 går gjennom blokk C. Eksisterende bunnplate skal tas bort under hele blokk C. Blokk C skal fundamenteres på peler. Det er tatt utgangspunkt i foreløpig tegning SFP_ARK rev. A, datert 15.5.2022. Blokk C er her tegnet med overkant gulv på kote +3,5. Det er antatt (etter telefonsamtale med byggherre) at det trengs ca. 1 m ned til fundamentene. I beregningene er det derfor regnet med en utgraving til kote +2,5.

Beregningene gir god nok sikkerhet for alle skjærflatene som er undersøkt. Udrenerte beregninger er kritiske. Den laveste beregnede sikkerheten er på $F_{cu} = 1,61$, som er beregnet for en skjærflate som går langt sørover mot enden av modellen. Skjærflaten som går fra vegen og ned under blokk C har beregnet udrenert sikkerhet $F_{cu} = 1,62$. Dette oppfyller krav fra både NVE og Statens Vegvesen.

10.4 Snitt 4 – i nabotomta

Gjelder tegning V311

Det er gjort en beregning i et snitt gjennom nabotomta. Beregninger er gjort for skråningen mellom tiltaket og nabobygget i vest. Dette er det bratteste området utenfor tomta. Det er tatt utgangspunkt i boring 4, 101, 103 og 104 for å bestemme lagdeling.

Det er regnet på et snitt med terreng uten bygninger, som vurderes som mest representativ. Ut ifra historiske flyfoto er disse bygningene fra ca. 2005, altså lenge før dagens kvikkleirregelverk ble laget.

Det er inkludert last fra Øvre Eikervei og gangvegen langs denne. Det er også inkludert last fra jernbanen i alle beregningene. For de sirkulære skjærflatene er last fra gangvegen langs elva stabiliserende. I disse beregningene er ikke denne lasten tatt med. For de ikke-sirkulære skjærflatene virker lasten fra gangvegen drivende, og er derfor tatt med.

Snittet ligger utenfor influensområdet til tiltaket, og har derfor lavere krav til sikkerhet i henhold til NVE 1/2019 (som diskutert i 3.2). Stabilitetsberegningene er vist i vedlegg V311. Beregningene viser at krav til sikkerhet er oppfylt.

11 Stabiliserende tiltak

For å oppfylle kravene til sikkerhet, kreves stabiliserende tiltak vest på tomta. Det er besluttet å benytte kalksementstabilisering. Prosjektering av kalksementstabilisering må gjøres i detaljprosjekt. Styrkeparametere må vurderes basert på innblandingsmengde og størrelse/utforming av kalksementen, og må ikke være lavere enn det som er brukt i beregningene i denne rapporten.

En utfordring med metoden er at installasjonen av kalksement i grunnen kan medføre midlertidig reduksjon av stabiliteten. Derfor må det i detaljprosjekteringen vurderes hvordan sikkerheten ivaretas i byggeprosessen. Det må blant annet tas stilling til rekkefølgekrav og herdetid.

Den eksisterende bunnplata i betong fra tidligere bygg skal beholdes under parkeringsområdet, og under deler av blokk B. Plata virker stabiliserende. Det er i beregningene forutsatt at skjærflater ikke kan gå gjennom plata. Det er også forutsatt at lasten fra plata overføres til massene under, og ikke er fundamentert f.eks. på peler til berg.

I dagens situasjon er det en mur mot Øvre Eikervei i sør. Det forutsettes i beregningene at denne opprettholder sin funksjon. Dette må vurderes av byggingeniør.

12 Konklusjon

Det er gjort soneutredning i henhold til NVE veileder 1/2019 på Sølfast i Drammen. Det er avdekket et område med middels faregradsklassifisering, der skadekonsekvensene er meget alvorlige. Dette plasserer tiltaket i risikoklasse 5. Avgrensning av løseområde og utløpsområde er gjort, og fremgår av Figur 20.

Basert på befaringen, er det vurdert at erosjon langs Drammenselva ikke kan utløse skred som kan ramme tiltaket.

Stabilitetsberegninger er gjort i tre snitt på tomta, og ett snitt utenfor tomta. Beregningene er vist i vedlegg V300-V305 og V311-V312. Disse viser at utbygging på tomta Øvre Eikervei 126 vil oppfylle kravene til sikkerhet for den gitte geometrien.

Det er foreslått grunnstabilisering med kalksement for den vestligste og bratteste delen av tomta. Beregninger viser at tiltaket er gjennomførbart, men kalksementstabiliseringen må detaljprosjekteres. Blant annet må udrenert og drenert styrke i stabilisert jordvolum vurderes. Rekkefølgehenvisninger må også bestemmes.

For drenerte beregninger av lokal stabilitet ned mot elva i snitt 29, er resultatene avhengige av eksisterende spunt. Det må innhentes dokumentasjon som viser at spunten går dypt nok til å ivareta sikkerheten for skjærsirkler ned til kote -5,6. Hvis ikke kan det gjøres en oppfylling i elva for å bedre stabiliteten tilstrekkelig. I så fall må størrelsen på fyllingen beregnes.

Forutsetninger som omhandler eksisterende bunnplate og mur mot Øvre Eikervei må vurderes av byggingeniør.

Det bør utvises forsiktighet ved videre utbygging i området. Ved fremtidige byggeprosjekter innenfor faresonen må krav til sikkerhet i NVE veileder 1/2019 tilfredsstilles. En må påregne supplerende grunnundersøkelser for fremtidige byggeprosjekter, og det anbefales at det stilles krav til geoteknisk prosjektering for oppføring av bygg og større terrenginngrep som kan påvirke området.

Referanser

1. **Norges vassdrags- og energidirektorat, NVE.** *Veileder 1/2019 - Sikkerhet mot kvikkleireskred - Vurdering av områdestabilitet ved arealplanlegging og utbygging i områder med kvikkleire og andre jordarter med sprøbruddegenskaper.* 2020.
2. —. *Veileder 1/2019 - Sikkerhet mot kvikkleireskred.* 2020.
3. **Bane NOR.** Teknisk Regelverk . [Internett] [Sisert: 5 Juli 2022.]
https://trv.banenor.no/wiki/Underbygning/Prosjektering_og_bygging/Stabilitet.
4. **Standard Norge.** *NS-EN 1997-1:2004+A1:2013+NA:2016 Eurokode 7: Geoteknisk prosjektering - Del 1: Allmenne regler.* 2016.
5. **Grunnteknikk AS.** *Drammen. Øvre Eikervei 126. Grunnundersøkelser og geotekniske anbefalinger. 114489r1_Rev.1 .* 2020.
6. **Statens Vegvesen .** *FV28 Baker Thons Alle-Nedre Eiker grense, fortau ved Sølfastøya.* 2018.
7. **ERA Geo.** *21351 RIG04-Geoteknisk datarapport .* 2022.
8. **Norges vassdrag- og energidirektorat, NVE.** *Ekstern rapport 9/2020 - Oversiktskartlegging og klassifisering av faregrad, konsekvens og risiko for kvikkleireskerd.* 2020.
9. **NVE, Statens vegvesen, Jernbaneverket.** *NIFS-rapport 14/2016 .* 2016.
10. **Standard Norge.** *NS-EN 1990:2002+A1:2005+NA:2016 Eurokode: Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner.* 2016.
11. —. *NS-EN 1998-1:2004+A1:2013+NA:2014 Eurokode 8: Prosjektering av konstruksjoner for seismisk påvirkning - Del 1: Allmenne regler, seismiske laster og regler for bygninger.* 2014.
12. **Direktoratet for byggkvalitet.** *Byggesaksforskriften (SAK10) - Publikasjonsnummer: HO-1/2011.* 2011.
13. **Standard Norge.** *NS-EN 1998-5:2004+NA:2014 Eurokode 8: Prosjektering av konstruksjoner for seismisk påvirkning - Del 5: Fundamenter, støttekonstruksjoner og geotekniske forhold.* 2014.
14. **Statens vegvesen.** *Håndbok N200 Vegbygging.* 2021.



Vi gir deg trygg grunn.

ERA Geo er et uavhengig spesialiselskap innenfor geoteknikk, som jobber aktivt i det geotekniske miljøet. Vi bistår i prosjekter over hele Norge.

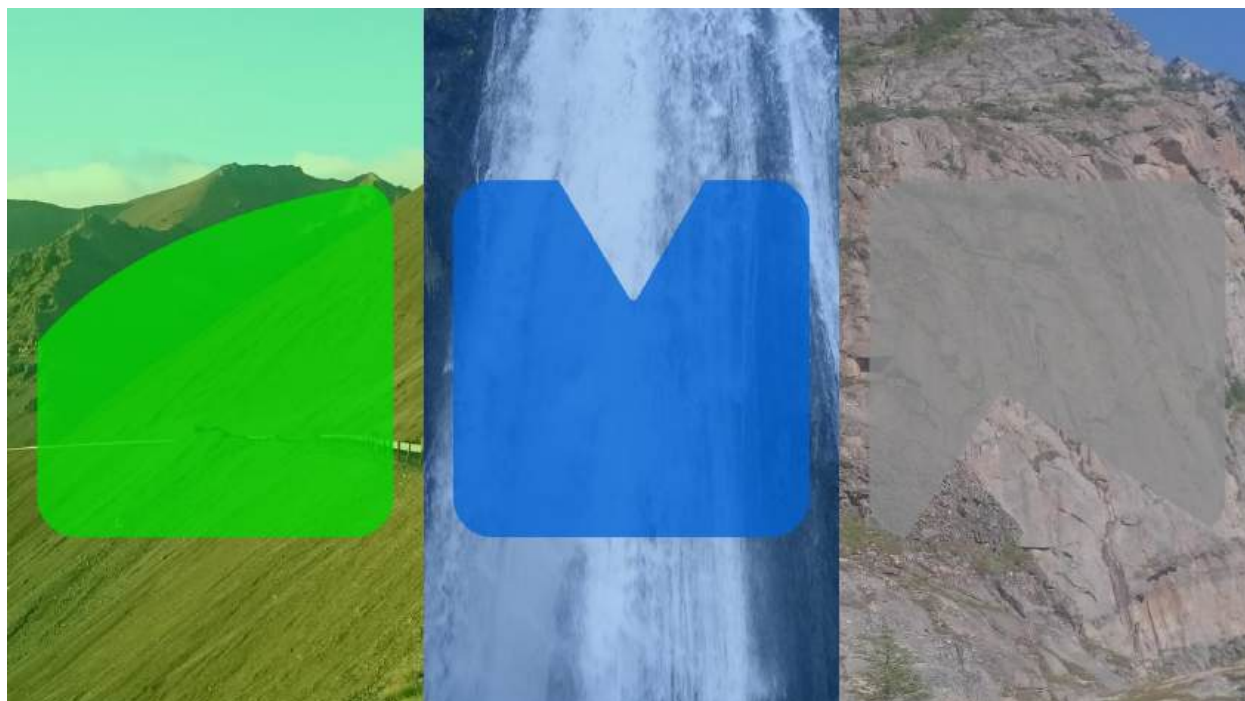
ERA Geo AS

era-geo.no

Verftsgata 10
6416 Molde

Tel.: 70 23 89 00
post@era-geo.no

Org.nr. NO 920 591 035 MVA





Tegnforklaring

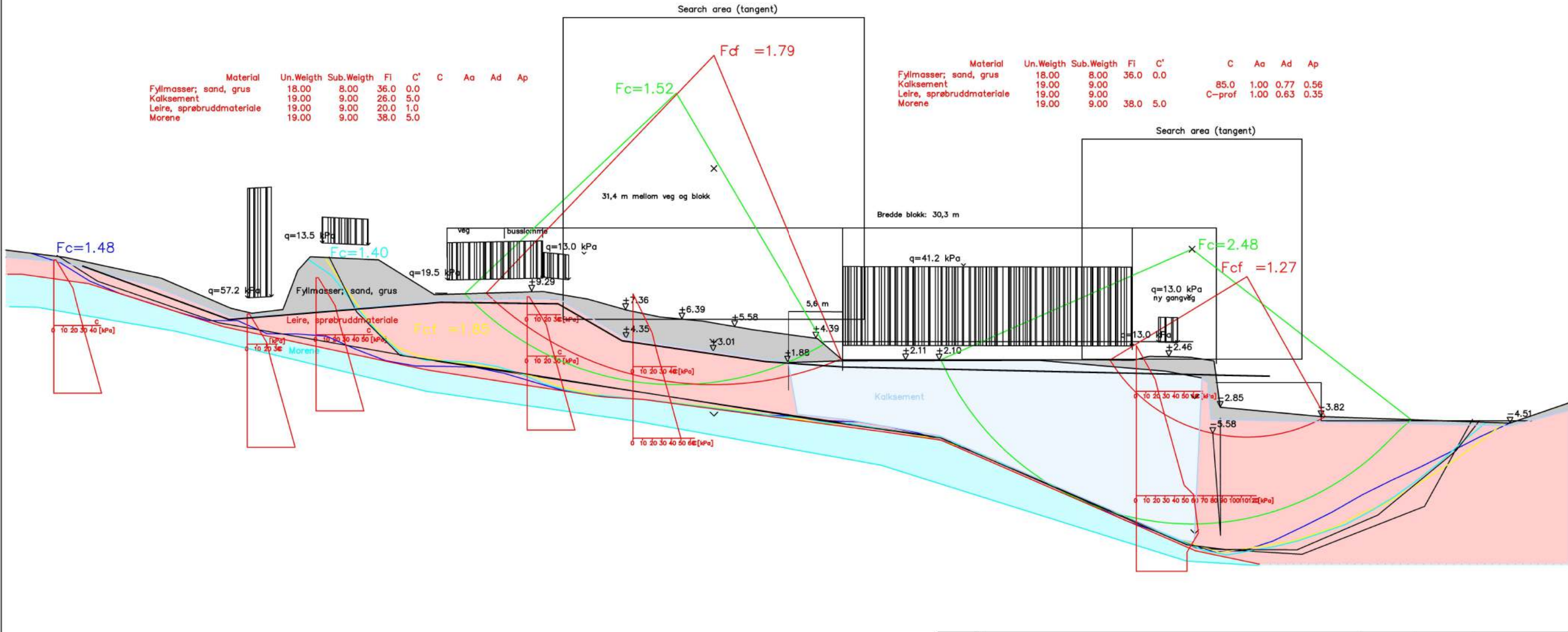
- ⊕ Totalsondering ⊙ Prøvetaking
▽ Trykksondering (CPTu) ⤴ Innmålt berg (med kote)

Posisjonsnavn ⊕ Terrengekote Boret dybde i løsmasser + evt. boret dybde i antatt berg
Kote antatt berg

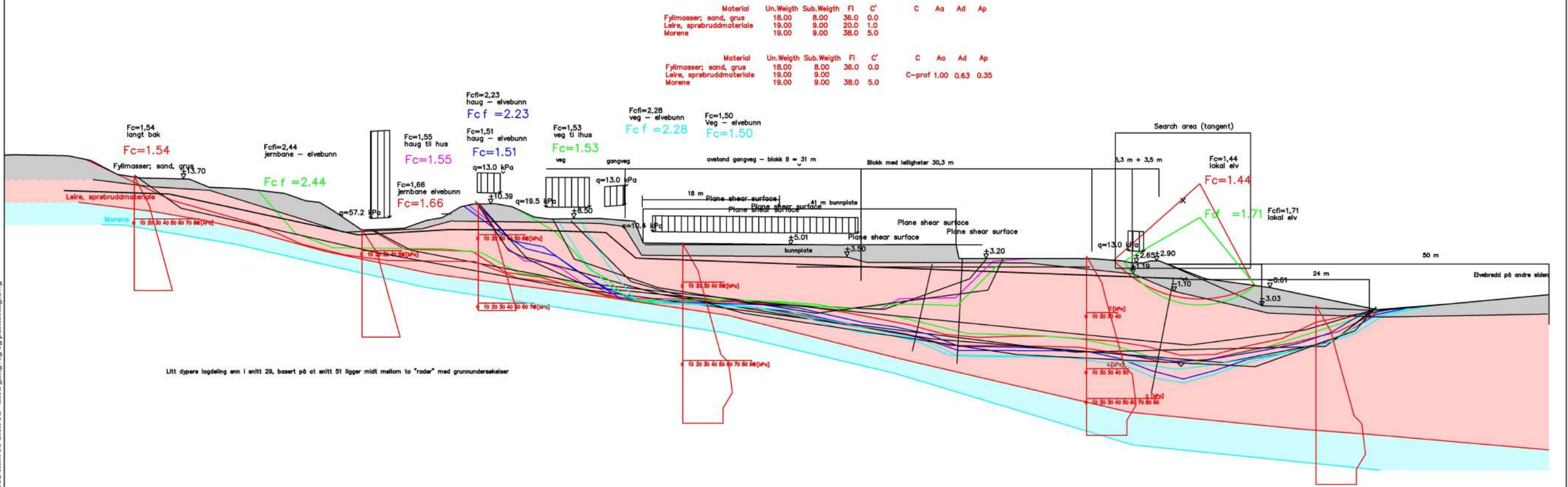
Grunnundersøkelser fra arkiv
FV28-: Fortau ved Sjølfastøya, Fv28 Baker Thons Alle-Nedre Eiker grense, (høyder i NN2000)
Sjølfast forprosjekt (høyder i NN2000)

Oppdrag	Sjølfast Park - Boliger Drammen					ERA Geo 
Feltarbeid utført av						
Målestokk	1: 3000 (A3)					
Koordinater	Horisontalreferanse: EUREF89 UTM sone 32 Vertikalreferanse: NN2000					
Utskriftsdato	1.7.2022	Plot utarbeidet av	Kristin Grinna Normann		Kontrollert av	Michael Huber
Tegningsnr.	V100	Vedlegg til	RIG03 Kvikkleireutredning Sjølfast		Versjon	1





V1	Til bruk	KGN	MH	10.8.2022
Ver.	Versjonen gjelder	Tegn.	Kont.	Dato
Stabilitetsberegning - Snitt 29 - bygg A Inkludert vekt fra bygg		Målestokk (A3) 1:400		
		Dato 10.8.2022		
Sølfast park		Kunde Øvre Eikervei 126 AS		
		Oppdragsnr. 21351		
ERA Geo		V301		
70 23 89 00 www.era-geo.no Verftsgata 10, 6416 Molde		1		

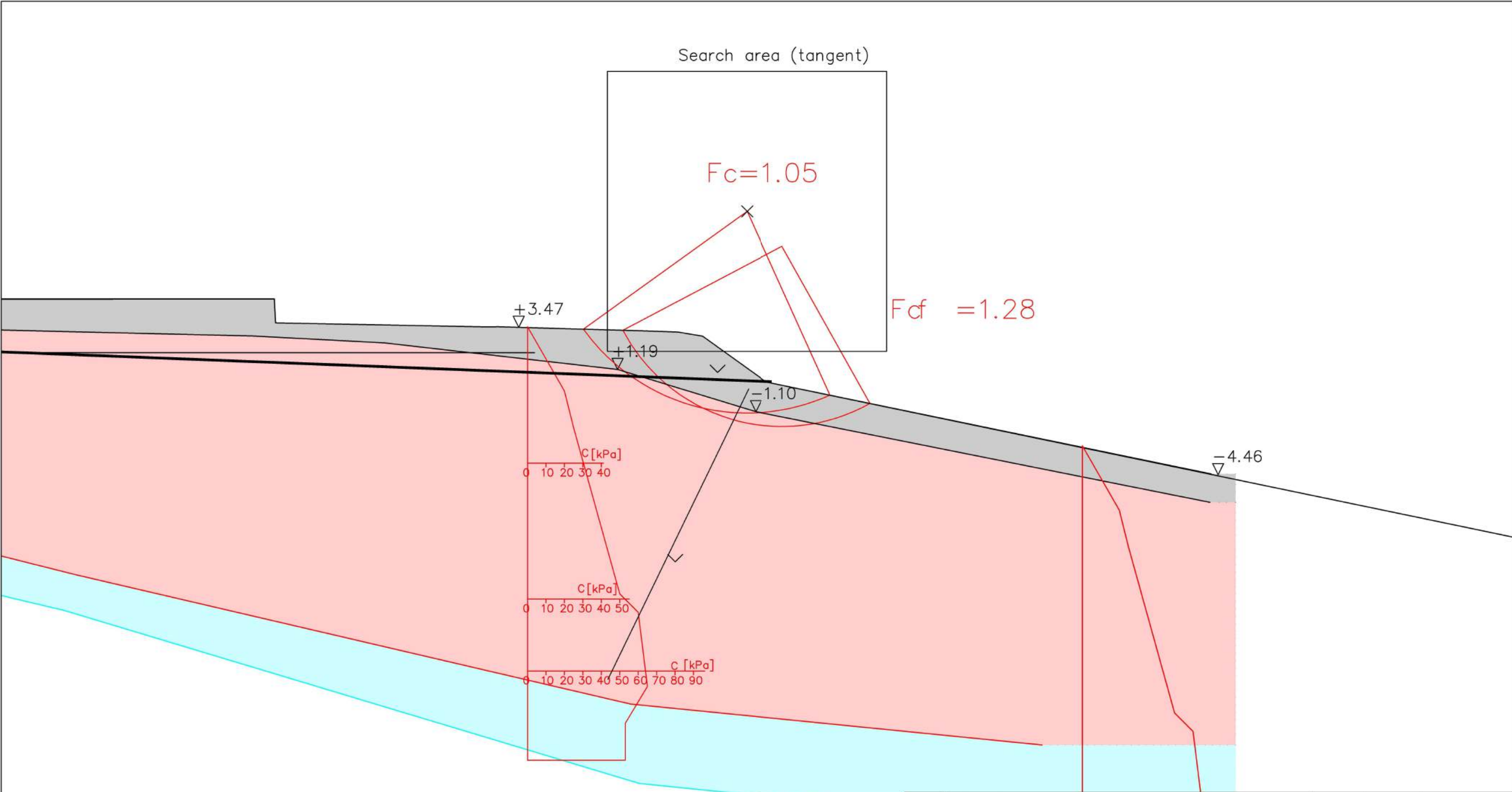


V1	Til bruk	KGN	MH	31.8.2022
Ver.	Versjonen gjelder	Tegn.	Kont.	Dato
Stabilitetsberegning - Snitt 51 - blokk B Uten 3D-effekt		Målestokk (A3) 1:500		
		Dato 31.8.2022		
Sølfast park		Kunde Øvre Eikervei 126 AS		
		Oppdragsnr. 21351		
ERA Geo 70 23 89 00 www.era-geo.no Verftsgata 10, 6416 Molde				
		V302		1

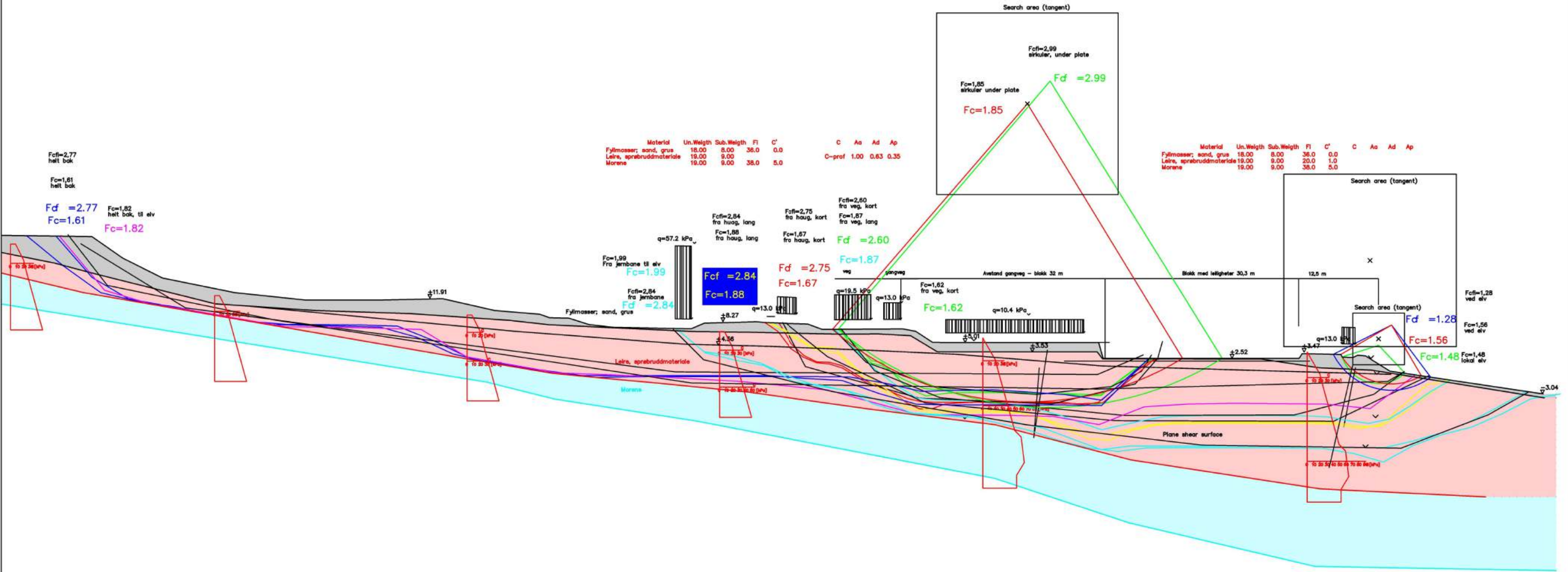


27.06.2022 06:33

drawing1.dwg



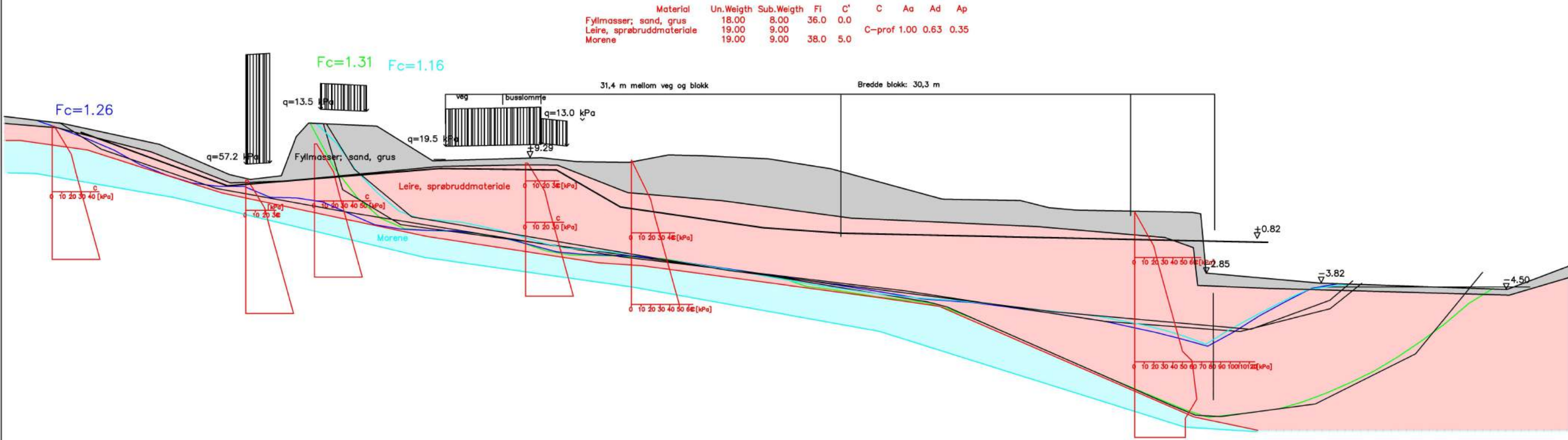
V1	Til bruk	KGN	MH	1.7.2022
Ver.	Versjonen gjelder	Tegn.	Kont.	Dato
Stabilitetsberegninger snitt 51 - bygg B Opprinnelig stabilitet mot elv		Målestokk (A3) 1:200		
		Dato 1.7.2022		
Sølfast park		Kunde Øvre Eikervei 126 AS		
		Oppdragsnr. 21351		
ERA Geo  70 23 89 00 www.era-geo.no Verftsgata 10, 6416 Molde				
		V304		1



V1	Til bruk	KGN	MH	1.7.2022
Ver.	Versjonen gjelder	Tegn.	Kont.	Dato
Stabilitetsberegning - Snitt 85 - blokk C Tatt bort bunnplate		Målestokk (A3) 1:600		
		Dato 1.7.2022		
Sølfast park		Kunde Øvre Eikervei 126 AS		
		Oppdragsnr. 21351		
ERA Geo  70 23 89 00 www.era-geo.no Verftsgata 10, 6416 Molde				
		V305		1



V1	Til bruk	KGN	MH	1.7.2022
Ver.	Versjonene gjelder	Tegn.	Kont.	Dato
Stabilitetsberegning - Snitt 4 - nabotomt Sentrum drenert beregning i egen rute		Målestokk (A3) 1:500		
		Dato 1.7.2022		
Sølfast park RIG03 - Kvikkleireutredning		Kunde Øvre Eikervei 126 AS		
		Oppdragsnr. 21351		
				
		V311		1
70 23 89 00 www.era-geo.no Verftsgata 10, 6416 Molde				



V1	Til bruk	KGN	MH	5.7.2022
Ver.	Versjonen gjelder	Tegn.	Kont.	Dato
Stabilitetsberegning - Snitt 29 Opprinnelig terreng		Målestokk (A3) 1:400		
		Dato 5.7.2022		
Sølfast park		Kunde Øvre Eikervei 126 AS		
		Oppdragsnr. 21351		
ERA Geo 70 23 89 00 www.era-geo.no Verftsgata 10, 6416 Molde				
		V312		1

