



KVENILDSTRØA, DETALJREGULERING

GEOTEKNISK RAPPORT

UTARBEIDET FOR:

KVENILDTRØA EIENDOM AS

DOKUMENT NR.: 22004-RIG-01

REVISJON: 00

25. MARS 2022

Dokument Kvenildstrøa, Detaljregulering
Prosjekt GEOTEKNISK RAPPORT
Kunde Kvenildtrøa Eiendom AS
Prosjektnr. 22004
Dokumentnr. 22004-RIG-01
Revisjon 00

Revisjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Kontrollert	Godkjent
00	25. mars 2022	Utarbeidet rapport	SSB	KH	KH

Innholdsfortegnelse

1	Innledning	6
1.1	Kort om utbyggingsplaner	6
2	Grunnlag	8
2.1	Generelt.....	8
2.2	Tegningsgrunnlag	9
2.3	Tidligere grunnundersøkelser og geotekniske vurderinger	9
3	Topografi og grunnforhold	10
3.1	Topografi	10
3.2	Grunnforhold.....	10
3.3	Grunnvann og poretrykk	10
4	Vurdering av skred	11
4.1	Generelt.....	11
4.2	Risiko for skred	11
4.3	Erosjon.....	11
4.4	Utredning av skredfare og stabilitetsforhold utenfor utbyggingsområdet.....	13
4.5	Skredtyper i utbyggingsområdet.....	14
4.6	Løsne og utløpsområder.....	14
4.7	Sikkerhetsprinsipper.....	14
5	Vurdering av stabilitet	16
5.1	Generelt.....	16
5.2	Sikringstiltak	16
5.3	Beregninger	17
5.4	Sikringstiltak etter utførte beregninger	17
5.4.1	Nødvendig omfang av sikringstiltak	17
6	Konklusjon	18
7	Referanser	19
	VEDLEGG A – Sikkerhetsprinsipper	20
	VEDLEGG B – Tolkning av materialparametere	22
	VEDLEGG C – Stabilitetsberegninger	25
	VEDLEGG D – Tegninger fra Rambøll rapport G-rap-002_rev01 oppdrag 1350037896 og Sweco rapport 10213952-RIG-R01-A02.	28

TEGNINGER

22004-TEG-

- 001 Borplan
- 002 Situasjonsplan
- 800 Profil A-A Stabilitetsberegning, etter utbygging
- 801 Profil B-B Stabilitetsberegning, etter utbygging
- 802.1 Profil A1-A1 Stabilitetsberegning, dagens tilstand
- 802.2 Profil A1-A1 Stabilitetsberegning, etter utbygging
- 803.1 Profil G-G Stabilitetsberegning, dagens tilstand
- 803.2 Profil G-G Stabilitetsberegning, etter utbygging

Sammendrag

Kvenildstrøa Eiendom AS jobber med å utvikle et område til industriformål på Kvenildstrøa i Trondheim kommune. Geo Norway AS er engasjert av Kvenildstrøa Eiendom AS til å utføre geotekniske vurderinger i forbindelse med detaljregulering.

Planområdet ligger innenfor kvikkleiresone 227 Kvenildstrøa som er klassifisert med faregrad «høy» og konsekvens «alvorlig». Rambøll og Sweco har vurdert områdestabiliteten i kvikkleiresonen i henholdsvis 2020 og 2021.

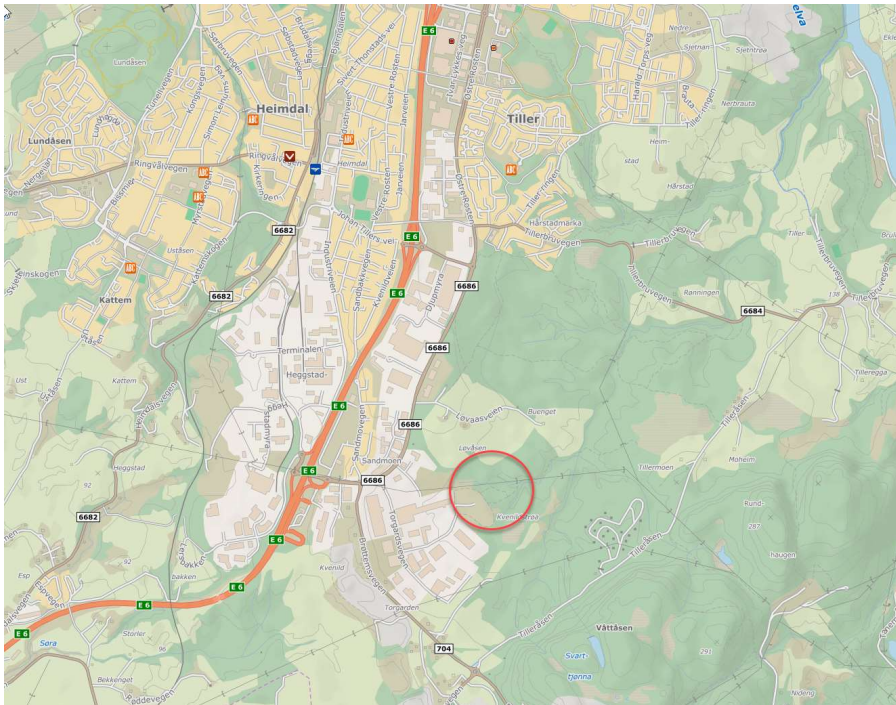
På grunnlag av tidligere utførte grunnundersøkelser og vurderinger, nye stabilitetsberegninger og øvrige vurderinger av den planlagte utbyggingen, er det vurdert at utbyggingen er gjennomførbar med hensyn på sikkerhet mot skred. Det må utføres sikringstiltak med heving og erosjonssikring av bekkeløp rundt planområdet. Sikringstiltak skal detaljprosjekteres.

Skråningsstabiliteten i ravinedalene er svært lav, og terrengtiltak må detaljprosjekteres før noe arbeid på området kan utføres.

1 Innledning

Kvenildstrøa Eiendom AS skal utvikle et område, på eiendom gnr./bnr. 313/3, til industriformål på Kvenildstrøa i Trondheim kommune, se Figur 1-1. Geo Norway er engasjert som geoteknisk rådgiver i forbindelse med detaljregulering av området.

Foreliggende rapport omfatter en vurdering av områdestabiliteten for utbyggingsplanene, samt øvrige geotekniske vurderinger knyttet til planlagt tiltak. Vurderingene i denne rapporten skal kvalitetssikres av et uavhengig foretak.

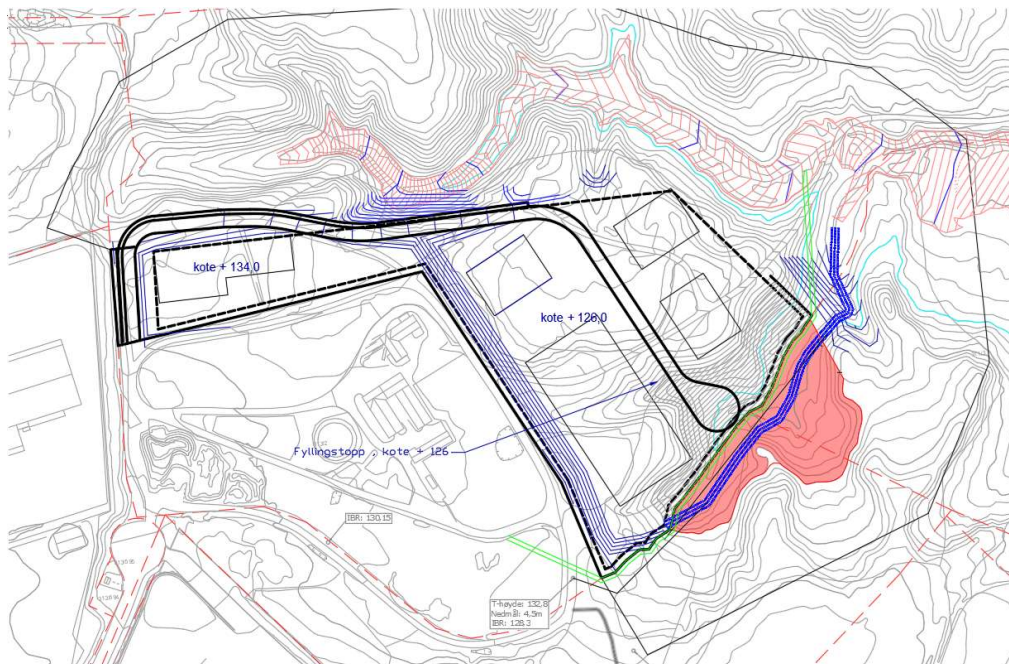


Figur 1-1 Planområdet omtrentlig markert med rød ellipse [kart.finn.no]

1.1 Kort om utbyggingsplaner

Figur 1-2 viser situasjonsplan over området som skal utvikles til industriformål. Det planlegges 5 lager-/produksjonsbygg på området samt parkering-/lagringsareal. Bygg planlegges med grunnflate opptil 5000 m². Gesimshøyde vil ligge på 12 m, men deler av bebyggelsen kan komme opp til 25 m.

Det planlegges å heve bekken(e) i ravinedalene som ligger ved planområdet markert i rød skraver i Figur 1-2. Dette er et omfattende tiltak som kreves for å bedre stabiliteten til de bratte skråningene i ravinedaler rundt planområdet. Området markert i helrødt sør-øst i planområdet i Figur 1-2 skal fylles opp til kote +126 som betyr en oppfylling på opptil 6 m, samt heving av bekk. Terrenget i store deler av planområdet skal senkes ned til kote +126.



Figur 1-2 Plankart [utklipp av plankart utarbeidet av Henning Larsen Arkitekter, dato ikke påført tegning]

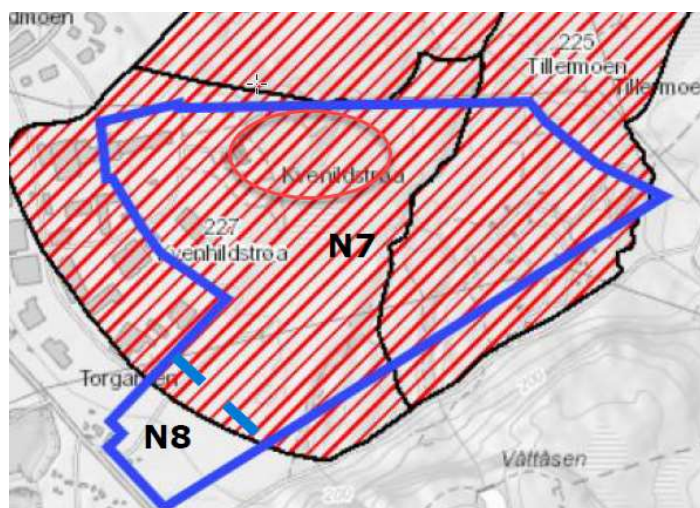
2 Grunnlag

2.1 Generelt

Planområdene N7 og N8 er deler av kommuneplan Tiller i Trondheim kommune, se Figur 2-1, og i forbindelse med prosjektet er områdestabiliteten utredet av Rambøll i 2021. Prosjektet har vært oppdelt i flere faser, se Tabell 2-1. I tillegg har Sweco utredet områdestabiliteten for Kvenildstrøa 51 som ligger rett vest for planområdet.

Tabell 2-1 Utklipp av tabell fra prosjekt 1350037896 revisjon 01 datert 26.11.2021.

Prosjektfaser	
1	Forprosjekt - Prosjektbeskrivelse med kostnadsoverslag
2	Følge opp grunnundersøkelser og lage beregningsgrunnlag for stabilitetsanalyser av kantraviner <ul style="list-style-type: none">Lage detaljert borplan for grunnundersøkelseneFortløpende oppfølging av feltarbeid, med justering/tilpassing av borplan basert på fortløpende resultater/rådata fra sonderinger.Sette opp prøvetakingsplan basert på sonderingsresultaterSupplering med plan for måling av poretrykk og CPTU.Supplering med plan for prøvetaking, med angivelse av prøvetyper- og nivåer.Tolkning av laboratorieforsøk og CPTUOpptegning av beregningsprofilerSammenstille beregningsgrunnlag i rapport for uavhengig kvalitetssikring.
3	Grunnundersøkelser med datarapport Trondheim kommune utfører grunnundersøkelser (felt + lab.) iht. borplan fra Rambøll. Kostnadsberegnes av Trondheim kommune.
4	Uavhengig kvalitetssikring av beregningsgrunnlaget for kantraviner Beregningsgrunnlaget kvalitetssikres av uavhengig foretak.
5	Stabilitetsberegninger og vurderinger for kantraviner (Gjeldende rapport) <ul style="list-style-type: none">Stabilitetsberegninger i 8 beregningsprofil av dagens stabilitetVurdering av behov for og utførelse av stabiliserende tiltak.Kostnadsoverslag stabiliserende tiltakDelta i diskusjoner og orienteringer for myndigheterUtarbeidelse av vurderingsrapport
6	Uavhengig kvalitetssikring av vurderingsrapport for kantraviner Vurderingsrapport kvalitetssikres av uavhengig foretak.



Figur 2-1 Utklipp som viser N7 og N8 [16]

2.2 Tegningsgrunnlag

Tegninger som er benyttet som underlag i foreliggende rapport er utarbeidet av arkitektfirmaet Henning Larsen. Se Tabell 2-2 for tegningsgrunnlag.

Tabell 2-2 Tegningsgrunnlag

Tegningsnummer	Utarbeidet av	Filtype	Dato
Utkast plankart Kvenild	Henning Larsen	PDF	-
Plankart_Kvenild	Henning Larsen	DWG	09.02.2022
Revidert fylling	Henning Larsen	DWG	21.03.2022

2.3 Tidligere grunnundersøkelser og geotekniske vurderinger

Utvalgte tidligere geotekniske grunnundersøkelser er listet opp i Tabell 2-3 og utvalgte geotekniske vurderinger/prosjektering er listet opp i Tabell 2-4.

Tabell 2-3 Tidligere grunnundersøkelser

Rapportnr.	Rapportnavn	Utført av	År	Ref.
R.872	Grunnundersøkelser – datarapport. Kvenildmarka	Trondheim kommune	1992	[3]
-	Datarapport fra grunnundersøkelser. Håbrubekken	NTNU	2000	[4]
R. 1168	Grunnundersøkelser	Trondheim kommune	2002	[5]
6061002-R02	Grunnundersøkelser Kvenild Torgård	Rambøll	2007	[6]
6061002-R03	Grunnundersøkelser Kvenild Torgård	Rambøll	2008	[7]
R. 1473	Tiller - Løvåsmyra	Trondheim kommune	2010	[8]
6100648-R01	Utbygging Torgård	Rambøll	2010	[9]
-	Datarapport fra grunnundersøkelse Gnr./bnr. 313/2	NTNU	2016	[10]
10214638-RIG-R01-A01	Datarapport Kvenildstrøa Tiller	Sweco	2019	[11]

Tabell 2-4 Tidligere relevante geotekniske vurderinger

Oppdragsnr.	Rapportnr.	Rapportnavn	Utført av	År	Ref.
10212950	RIG-N01	Geoteknisk vurdering - Kvenildstrøa	Sweco	2019	[14]
1350037896	G-rap-001_rev02	Torgård områdestabilitet - beregningsgrunnlag	Rambøll	2021	[15]
1350037896	G-rap-002_rev01	Torgård områdestabilitet - vurderingsrapport	Rambøll	2021	[16]
1350037896	G-not-003_rev00	Torgård områdestabilitet – Geoteknisk vurdering	Rambøll	2021	[17]
10213952	RIG-R01-A02	Geoteknisk vurdering av skråningsstabilitet	Sweco	2020	[18]
17361	RIG-NOT-001_rev01	Kvenildstrøa – uavhengig kontroll	Multiconsult	2020	[19]

3 Topografi og grunnforhold

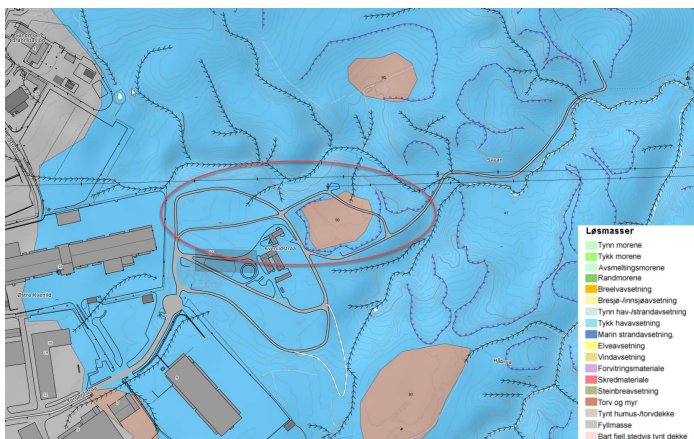
3.1 Topografi

Området med planlagt bebyggelse, lager og veg/parkering faller i dag østover fra ca. kote +137 til kote +128 med en gjennomsnittlig helning på ca. 1:30 med et lokalt brattere parti. Mot nord og øst faller terrenget ned i en bekkedal med skråningshelning på ca. 1:3 og høydeforskjell på ca. 10-12 m. Terrenget er ravinert og terrengformer indikerer tidligere skredhendelser i området.

3.2 Grunnforhold

Grunnforholdene i planområdet består generelt av et topplag/tørrskorpeleire over bløt til middels fast leire. Mektigheten av topplaget er ca. 2-4 m. Det indikeres fyllmasser i topplaget på deler av området. På platåene vest for ravinene ligger et lag med middels fast leire med mektighet på ca. 10 m over kvikkleire. Mektigheten på kvikkleiren er opp mot 20 m inn mot ravinene. I bunn av ravinene er overdekning til kvikkleiren på ca. 3 m.

Grunnundersøkelsene indikerer at det ligger et sammenhengende lag av kvikkleire i området.



Figur 3-1 Utklipp fra løsmassekart [ngu.no]

3.3 Grunnvann og poretrykk

En hydrostatisk poretrykksfordeling ble målt midt i planområdet (se punkt HA-3 i tegning 201 [16]) med grunnvannstand ca. 1 m under terrenget. På skråningstoppene indikerer poretrykksmålinger en hydrostatisk fordeling fra ca. 2 m under terreng og i bunn av ravinene er det registrert poreovertrykk med dybden [16].

I ravnedalene nord for planlagt bebyggelse er det registrert hydrostatisk poretrykk og en økning på 30kPa/4m over hydrostatisk med dybden [16].

Poretrykk ble målt i ravnedalene (se borpunkt SW_3 og SW_6 i tegning G102) nord og øst for planområdet, og målingene viste 10-20 kPa poreovertrykk med dybden [11].

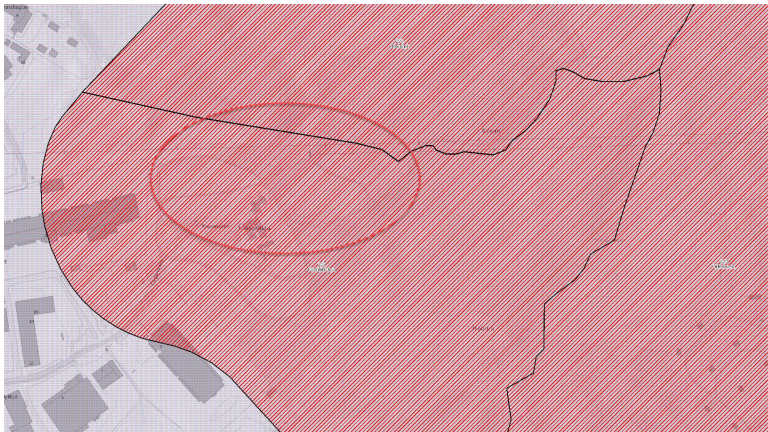
Poretrykk ble målt i 6 m og 10 m dybde helt vest i planområdet (se punkt Y1 og Y4 i tegning 22004-TEG-001 [9]). Målingene viste en hydrostatisk poretrykksfordeling med en grunnvannstand ca. 3.5 m (punkt Y1) og 4.5 m (punkt Y4) under terreng [9], [18].

4 Vurdering av skred

4.1 Generelt

NVEs retningslinjer nr. 2-2011 [2] og NVE veileder nr. 1/2019 [1] gir retningslinjer og krav til utredninger av skredrisiko for utbygging i kvikkleireområder. For konkrete tiltak er krav til sikkerhetsnivå og utregninger bestemt av tiltakskategori og faregradsklasse. Formålet med å vurdere skredtyper og utbredelser er å belyse hva som kan utløse skred og hvilken følgerisiko for skader et skred vil medføre.

Planområdet ligger innenfor kvikkleiresone 227 Kvenildstrøa og grenser til kvikkleiresone 226 Buenget, se Figur 4-1. Kvikkleiresone 227 Kvenildstrøa er klassifisert med faregrad høy og konsekvensklasse alvorlig.



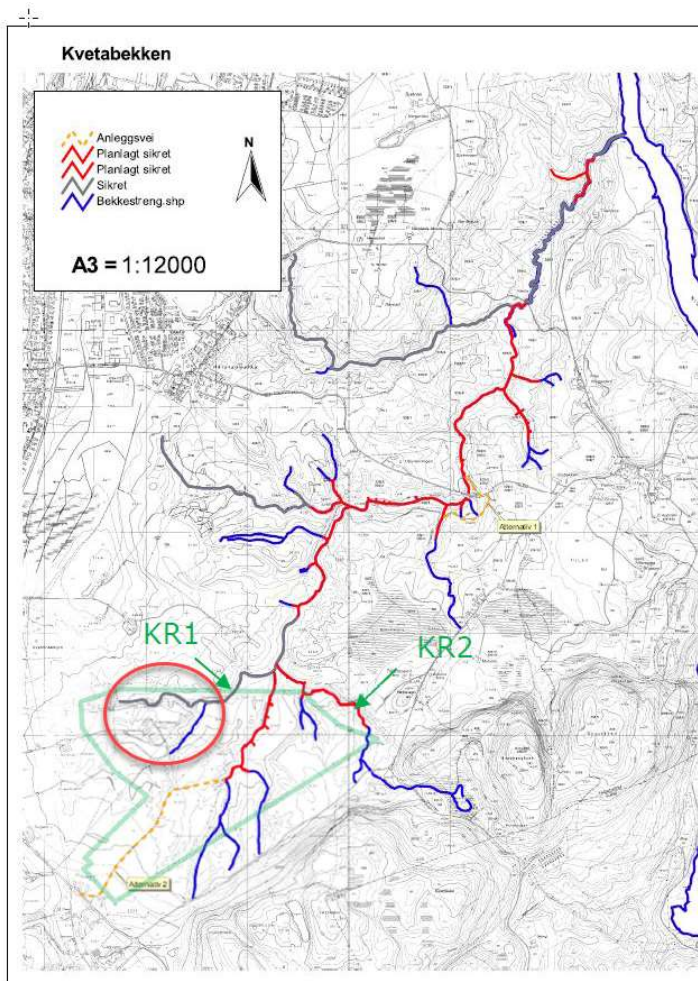
Figur 4-1 Kvikkleiresoner i området. Planområdet er omtrentlig markert med rød sirkel. [skrednett.no]

4.2 Risiko for skred

Terrenget i området er ravinert og skråninger ned mot ravinedalene er stedvis bratte og med svært lav stabilitet i dag. Grunnundersøkelser viser et sammenhengende lag med kvikkleire/sprøbruddmateriale over store deler av området. Beliggenheten er stedvis grunn, spesielt i bunn av ravinedaler. Risiko for skred er tidligere vurdert av både Rambøll og Sweco i [14], [15], [16], [17] og [18]. Utredningene viser at skråningene mot ravinedalene er labile og at kravet til sikkerhetsfaktor ikke er tilfredsstillende iht. gjeldende regelverk mtp. en utbygging i området.

4.3 Erosjon

Det er utført omfattende erosjonssikring i kvikkleireområdet, slik som vist på Figur 4-2. Sikringen har primært hatt en konserverende effekt [15], med hovedmål å motvirke at skredrisikoen utvikler seg negativt som følge av erosjon. Det er utført stedvis erosjonssikring nord og sør for planområdet [18]. Det er tidligere utført erosjonssikring i deler av planområdet, for bilder se Figur 4-3 og Figur 4-4.



FIGURFORKLARING:

Planen for erosjonssikring er fra ca. 2005–2010. Utarbeidet av NVE. Planområdet N7 og N8 er skissert inn med **grønt** polygon.

Hovedbekkene i dette området benevnes som Rønningsbekken (nordligst) og Hårubekken (sydligst)

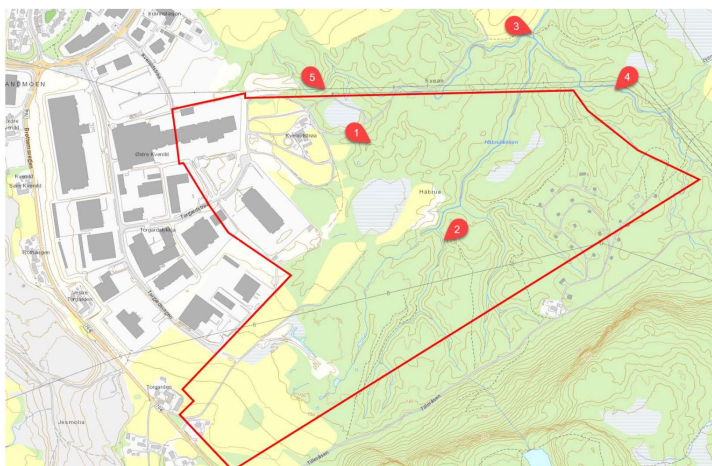
Rød strek viser planlagt og ferdig utført erosjonssikring, utført av NVE.

Blå strek viser ikke-sikrede bekke-/elvestrenger, som på registreringstidspunktet ikke fremsto med aktiv erosjon.

Grå strek viser sikrede bekestrenger, utført av Trondheim kommune.

Gul strek (stiplet) viser opparbeidete anleggsveger i fbm. sikringsarbeidet.

Figur 4-2 Erosjonssikring i Kvetabekkvassdraget fra NVE [15]. Planområdet omtrentlig markert med rød ellipse



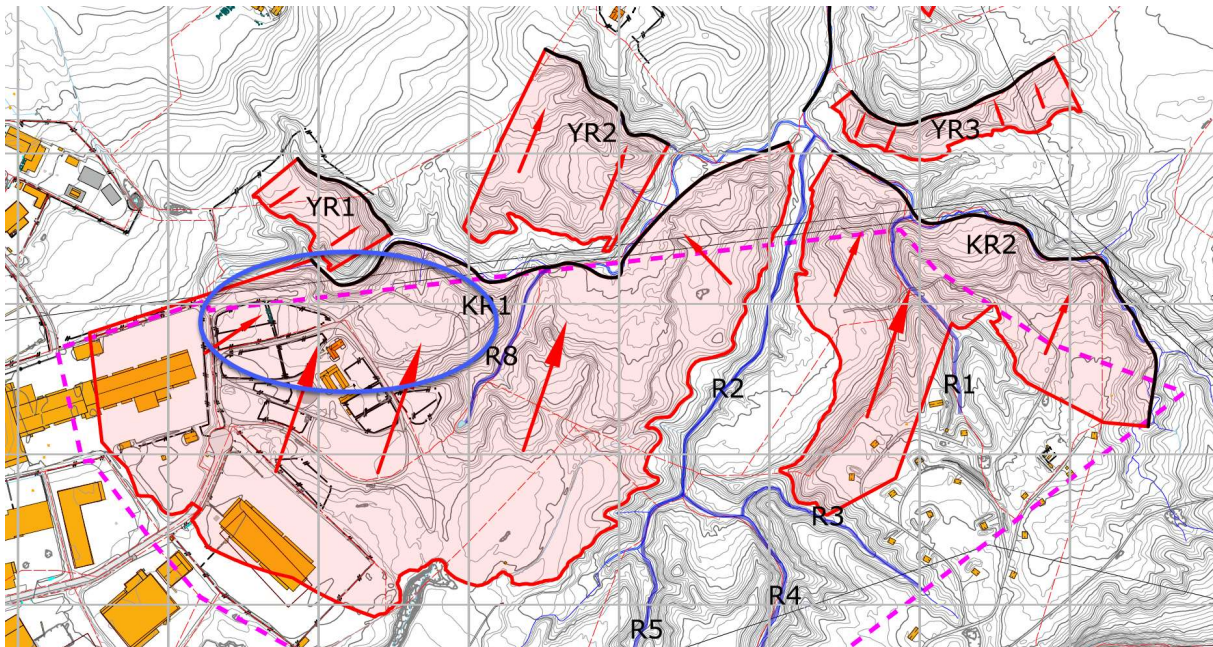
Figur 4-3 Utklipp fra befaringer utført av Rambøll [15].



Figur 4-4 Bildet til venstre er fra punkt 1 som ligger sør for planområdet og viser steinsatt bekk. Bildet til høyre er fra punkt 5 som ligger nord for planområdet og viser erosjonssikret bekk. Begge bildene er fra Rambøll rapport G-rap-001_rev02 [15]

4.4 Utredning av skredfare og stabilitetsforhold utenfor utbyggingsområdet

Rambøll og Sweco har utført utredning av skredfare og stabilitetsforhold utenfor planområdet i 2020 og 2021. Figur 4-5 viser vurdering av mulig skredutvikling i deler av området som inngår i næringsområde N7/N8 [17]. For områder utenfor planområdet tilsier topografien at utløpsområder vil ligge nord for planområdet og at selve planområdet ligger i et løснеområde, og ikke i et utløpsområde.



Figur 4-5 Plassering av raviner og maksimal skredutvikling med helning 1:15. Planområdet omtrentlig markert med blå ellipse. [utklipp av tegning 3001 i rapport 1350037896 G-not-003]

4.5 Skredtyper i utbyggingsområdet

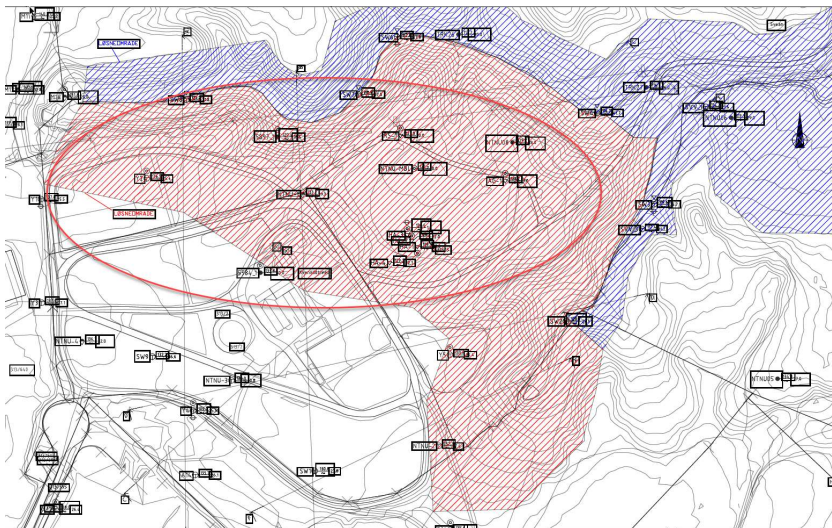
Basert på topografi og grunnforhold vurderes rotasjonsskred og retrogressive skred som sannsynlig skredtype i utbyggingsområdet. Et retrogressivt skred karakteriseres ved en serie hurtig bakovergripende skred. Det vil si at skredet forplanter seg bakover gradvis med påfølgende delras. Retrogressivt skred blir ofte utløst ved et monolittisk initialskred (rotasjonsskred).

4.6 Løsne og utløpsområder

Sweco har i 2019 [18] vurdert av løsne- og utløpsområder etter NVEs rapport 14/2016 «Metode for vurdering av løsne- og utløpsområder for områdeskred» [23]. I tillegg ble NGI metoden benyttet i vurderinger av løsneområde. NGI metoden resulterte i noe større løsneområde og det ble konservativt valgt å benytte denne metoden for avgrensning av løsneområde. Begge metodene er fortsatt gjeldende etter NVE veileder 1/2019 ble lansert og vurderinger utført av Sweco i 2019 vurderes som relevante.

Stabiliteten er ikke tilfredsstillende i ravedalene. Vurdering av løsne- og utløpsområder fra 2019 er vist i Figur 4-6 og tilnærmet hele planområdet ligger i løsneområde for kvikkleireskred. For mer detaljert vurdering av løsneområder for dagens tilstand henvises det til Sweco rapport 10213952-RIG-R01-A02 [18]. Se også vedlegg D for tegning av løsne- og utløpsområde.

Rambøll har i 2021 [17] vurdert potensiale for skredutvikling, vist i Figur 4-5.



Figur 4-6 Vurdering av løsne- og utløpsområde utført av Sweco i 2019 [18][14]. Planområdet markert omtrentlig med rød ellipse. Rød skravur markerer løsneområde og blått viser mulig utløpsområde.

4.7 Sikkerhetsprinsipper

Prosjektet er vurdert iht. NVEs retningslinjer nr. 2/2011 [2] og NVE veileder 1/2019 [1]. Nærings- og industribygg klassifiseres iht. NVE veileder 1/2019 i tiltakskategori K4. Veiledning stiller følgende krav til områdestabilitet ved høy faregrad:

Dersom tiltaket forverrer stabiliteten skal det kreves en absolutt sikkerhetsfaktor $F_{CU} \geq 1,4 \cdot fs$ og $F_{C\phi} \geq 1,25$ hvor fs er sprøhetsforholdet som korrigerer sprøbruddeffekt i de udrenerte beregningene.

Eller

For tiltak som ikke forverrer stabiliteten er kravet $F_{CU} \geq 1,40$ og $F_{C\phi} \geq 1,25$. Ved lavere sikkerhet må F_{CU} og $F_{C\phi}$ økes prosentvis.

Med bakgrunn i at sonen(e) har høy faregrad og planlagt tiltak tilhører tiltakskategori K4, stilles det krav om vesentlig forbedring iht. tabell 3.3 og figur 3.3 i NVEs veileder 1/2019 (også vist i vedlegg A, Figur A- 1).

Kravet til prosentvis forbedring gjelder alle skredmekanismer som kan berøre tiltaket, og gjelder for alle potensielle glideflater som før tiltaket hadde lavere sikkerhet enn kravet.

Vurderinger i denne rapporten skal kvalitetssikres av et uavhengig geoteknisk foretak.

5 Vurdering av stabilitet

5.1 Generelt

Det er utført stabilitetsberegninger i fire profiler. To av profilene er de samme som vurdert av Rambøll [16] i 2021 og ett profil er det samme som Sweco har vurdert i 2020 [18]. Det er i tillegg utført en beregning hvor bekken skal heves betraktelig. Plassering av profilene er vist på borplan og situasjonsplanen, tegning 22004-TEG-001 og -002. Stabilitetsberegninger er utført ved totalspenningsanalyse og effektivspenningsanalyse ($a\phi$ -analyse).

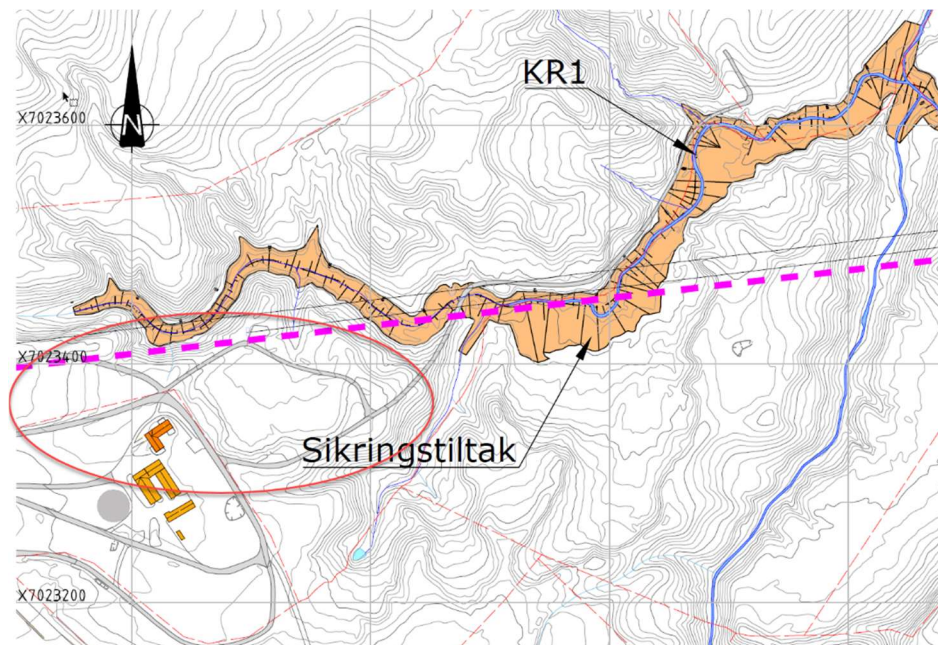
For profiler (A-A og B-B) som er tilsvarende som Rambøll har vurdert i 2021 er det ikke utført nye bergninger for dagens tilstand da Rambølls vurderinger er utført iht. NVE veileder 1/2019 [1]. For profil (A1-A1) som tilsvarer Swecos profil fra 2019 er det utført en ny beregning da tidligere beregning er utført etter utdatert veileder. NVE 7/2014. For nytt profil (G-G) er det utført ny beregning for dagens tilstand. For alle beregninger er det vurdert tilstand etter utbygging.

Profilnummer/-navn er valgt med bakgrunn i at tidligere profiler fra Rambøll og Sweco har samme nummer/navn i ny vurdering. Merk at profil A1-A1 er Sweco profil A-A [18]. Nytt profil, som ikke er beregnet tidligere, er profil G-G.

Se vedlegg D for stabilitetsberegninger utført av Rambøll og Sweco.

5.2 Sikringstiltak

Rambøll har tidligere foreslått sikringstiltak [16] for å bedre stabiliteten i ravinene, se Figur 5-1. Det er tidligere forutsatt at oppfylling består av pukk eller tilsvarende som legges ut lagvis og komprimeres godt. Nødvendig omfang av oppfylling har tidligere blitt vurdert av Rambøll. I forbindelse med dette prosjektet skal store deler av planområdet nedplaneres. En kombinasjon av erosjonssikring og nedplanering vurderes for å sikre området.



Figur 5-1 Sikringstiltak beskrevet av Rambøll [utklipp av tegning nr. 3002 [17]]

5.3 Beregninger

Beskrivelse av stabilitetsberegninger og tilhørende resultater er beskrevet i vedlegg C. Resultatene av stabilitetsberegningene er vist i tegning -800 t.o.m. -803.2. En sammenstilling av oppnådd sikkerhetsfaktor for kritiske glideflater er vist i Tabell 5-1. Beskrivelse av valgte materialparametere er gitt i vedlegg B.

Tabell 5-1 Beregnet sikkerhetsfaktor for kritiske skjærflater

Profil	Analyse	Skråningsstabilitet, dagens tilstand	Skråningsstabilitet, etter utbygging
A-A	Udrenert	1,00	1,15
	aφ	1,00	1,49
B-B	Udrenert	1,00	1,26
	aφ	1,00	1,33
A1-A1	Udrenert	1,03	1,17
	aφ	1,26	1,59
G-G	Udrenert	1,32	1,41
	aφ	1,22	1,96

Årstidsvariasjoner og ekstrem nedbør kan påvirke skråningsstabiliteten negativt. Beregninger viser at tilstrekkelig sikkerhet er oppnådd. Beregninger inkluderer poreovertrykk og årstidsvariasjoner er vurdert til å ikke svekke stabiliteten nevneverdig.

5.4 Sikringstiltak etter utførte beregninger

5.4.1 Nødvendig omfang av sikringstiltak

Utførte stabilitetsanalyser viser at en kombinasjon av nedplanering og oppfylling i ravinebunn gir tilfredsstillende sikkerhet mot kvikkleireskred. Topografiske tiltak med nedplanering og oppfylling begrenses til minste horisontal oppfyllingshøyde for å tilfredsstille kravet til vesentlig forbedring samtidig som noe plastring opp langs ravinen skal motvirke erosjon i ravinene.

Sammenlignet med tidligere beskrevet omfang for oppfylling av Rambøll [17] kan omfanget begrenses ettersom nedplanering forbedrer stabiliteten. Helt i vest må erosjonssikringen strekkes litt lenger opp i ravinen sammenlignet med Rambølls vurderinger. Se vedlegg D for sikringstiltak vurdert av Rambøll.

Fyllmassene i ravinebunn og opp langs ravineskråning forutsettes å bestå av pukk eller tilsvarende friksjonsmasser. Det er mulig å benytte andre mineralske masser også med tilsvarende tyngdetetthet, men dette må kontrolleres i detaljprosjektering. Ved bruk av andre masser som er erosjonsutsatte må bekkeløpet erosjonssikres. Mellom erosjonssikring og eroderbare masser skal det legges fiberduk, eller legges ut graderte lag som tilfredsstiller filterkriterier.

Dersom det er ønskelig med ytterligere oppfylling i ravinedalene vil dette være et konserverende tiltak med hensyn til lokal- og områdestabilitet. Oppfylling må kontrolleres av geotekniker og erosjonssikring av bekkeløpet må dimensjoneres av hydrolog.

Overskuddsmasser fra nedplanering kan være mulig å benytte som oppfylling under forutsetning om at overnevnte krav overholdes.

6 Konklusjon

På grunnlag av nye stabilitetsberegninger og øvrige vurderinger av den planlagte utbygging, er det vurdert at utbyggingen er gjennomførbar med hensyn på sikkerhet mot skred. Dette er under forutsetning om at sikringstiltak utføres.

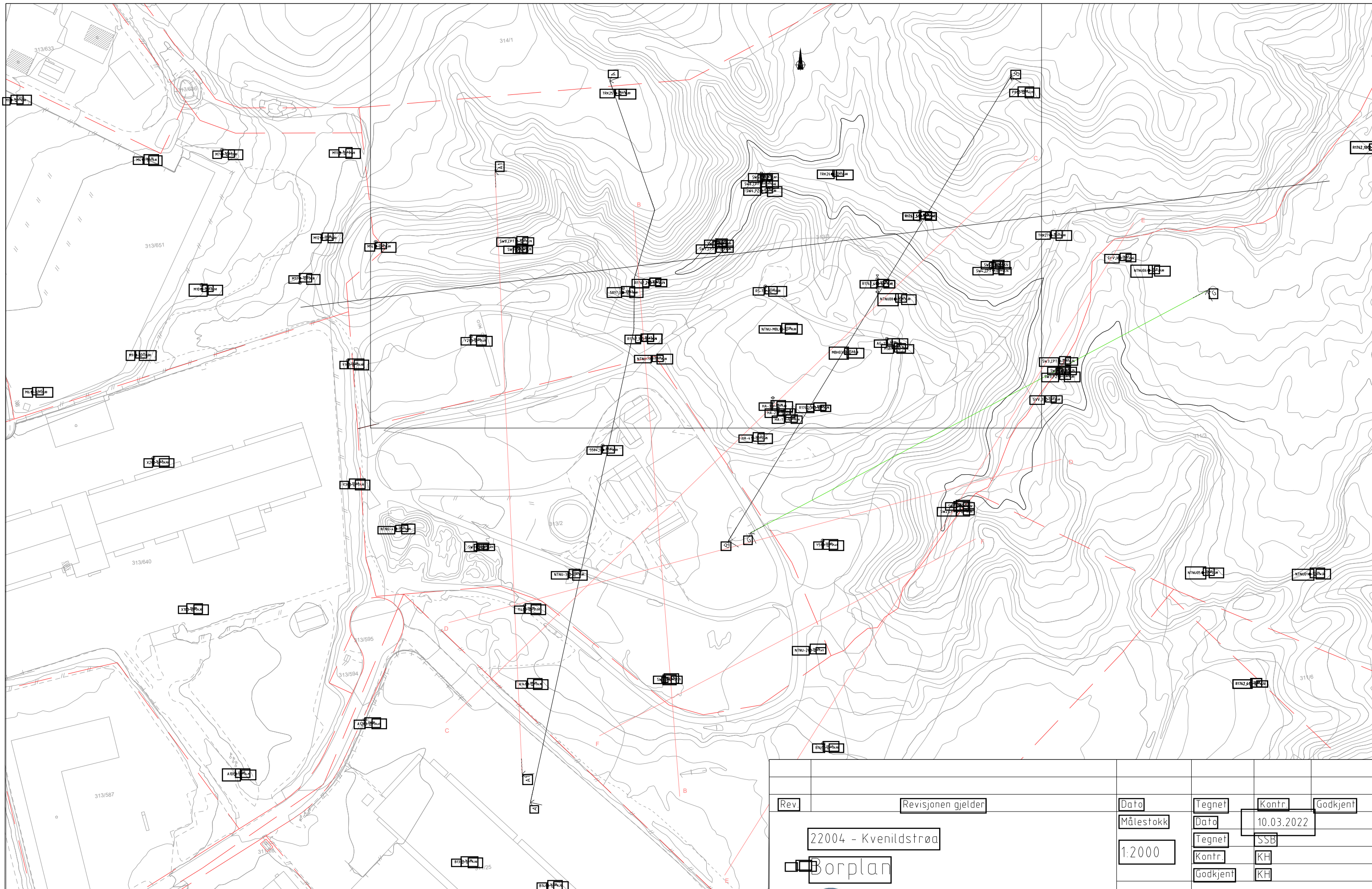
Sikringstiltak skal detaljprosjekteres. Basert på utførte beregninger må bekken generelt heves ca. 1 til 3 m.

Stabiliteten i området er svært lav og enhver tilleggsbelastning uten at sikring av bekk er utført vil potensielt kunne utløse et skred. Sikring av bekk og nedplanering av planområdet må utføres før andre arbeider kan påbegynnes. Det er svært viktig at skråninger ikke belastes midlertidig ved nedplanering og at mellomagring av masser avklares med geotekniker. Alle terrengtiltak skal detaljprosjekteres av geotekniker.

Lette bygg kan fundamenteres direkte på grunnen. Valg av fundamenteringsmetoder, ev. terrenginngrep og etablering av byggegrop må detaljprosjekteres av geotekniker.

7 Referanser

- [1] NVE veileder nr. 1/2019 «Sikkerhet mot kvikkleireskred»
- [2] NVE retningslinjer 2/2011 «Flaum og skredfare i arealplaner», rev. 22.05.2014
- [3] Trondheim kommune. Grunnundersøkelser – datarapport. R. 872 Kvenildmarkra [1992]
- [4] NTNU. Datarapport fra grunnundersøkelse. Håbrubekken. (2000).
- [5] Trondheim kommune. Grunnundersøkelser - datarapport. R.1168 Kvetabekken. (2002).
- [6] Rambøll Norge AS. Datarapport fra grunnundersøkelse. Grunnundersøkelser Kvenild Torgård. 6061002-R02. (2007).
- [7] Rambøll Norge AS. Datarapport fra grunnundersøkelse. Grunnundersøkelser Kvenild Torgård. 6061002-R03. (2008).
- [8] Trondheim kommune. Grunnundersøkelser - datarapport. R. 1473 Tiller - Løvåsmyra. (2010).
- [9] Rambøll Norge AS. Grunnundersøkelser Datarapport. Utbygging Torgård. 6100648-R01. (2010).
- [10] NTNU. Datarapport fra grunnundersøkelse. Gnr./bnr. 313/2. (2016).
- [11] Sweco Norge AS. Datarapport fra grunnundersøkelser. Kvenildstrøa Tiller. Rapport 10214638-RIG-R01-A01. (2019).
- [12] Multiconsult AS. Datarapport geotekniske undersøkelser Sandmoen bussdepot. 418351-RIG-RAP-001. (2016).
- [13] Multiconsult AS. Datarapport geotekniske undersøkelser. 10202855-RIG-RAP-001. (2018).
- [14] Sweco Norge AS. Geoteknisk vurdering - Kvenildstrøa. Notat 10213950-RIG-N01. (2019).
- [15] Rambøll rapport G-rap-001_rev02, oppdrag 1350037896 – Torgård områdestabilitet – beregningsgrunnlag [26.11.2021]
- [16] Rambøll rapport G-rap-002_rev01, oppdrag 1350037896 – Torgård områdestabilitet – vurderingsrapport [26.11.2021]
- [17] Rambøll notat G-not-003_rev00, oppdrag 1350037896 – Torgård områdestabilitet – Geoteknisk vurdering kommunedelplan N7/N8.
- [18] Sweco rapport 10213952-RIG-R01-A02 – Geoteknisk vurdering av skråningsstabilitet på Kvenildstrøa [06.03.2020]
- [19] Multiconsult notat 10217361-RIG-NOT-001_rev01 – Kvenildstrøa – uavhengig kontroll iht. NVE 7/2014 [10.03.2020]
- [20] Statens vegvesen, Håndbok V220 – Geoteknikk i vegbygging (2018)
- [21] Statens vegvesen, Håndbok V221 – Grunnforsterkning, fyllinger og skråninger (2014)
- [22] Standard Norge, Eurokode 0 «Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner» NS-EN-1990:2002+NA:2016, 2004
- [23] NIFS. Metode for vurdering av løse- og utløpsområde for områdeskred. Naturfareprosjektet: Delprosjekt 6 Kvikkleire- Rapport nr. 14/2016 (2016).
- [24] Lunne, T, Robertson, P.K. & Powell, J.J.M. (1997). «Cone Penetration Testing in geotechnical practice»
- [25] Karlsrud, K., Lunne, T., Kort, D.A. & Strandvik, S. (2005). «CPTU correlations for clays»
- [26] NVE, JBV og SVV, NIFS-rapport 14/2014. «En omforent anbefaling for bruk av anisotropifaktorer i prosjektering i norske leirer»

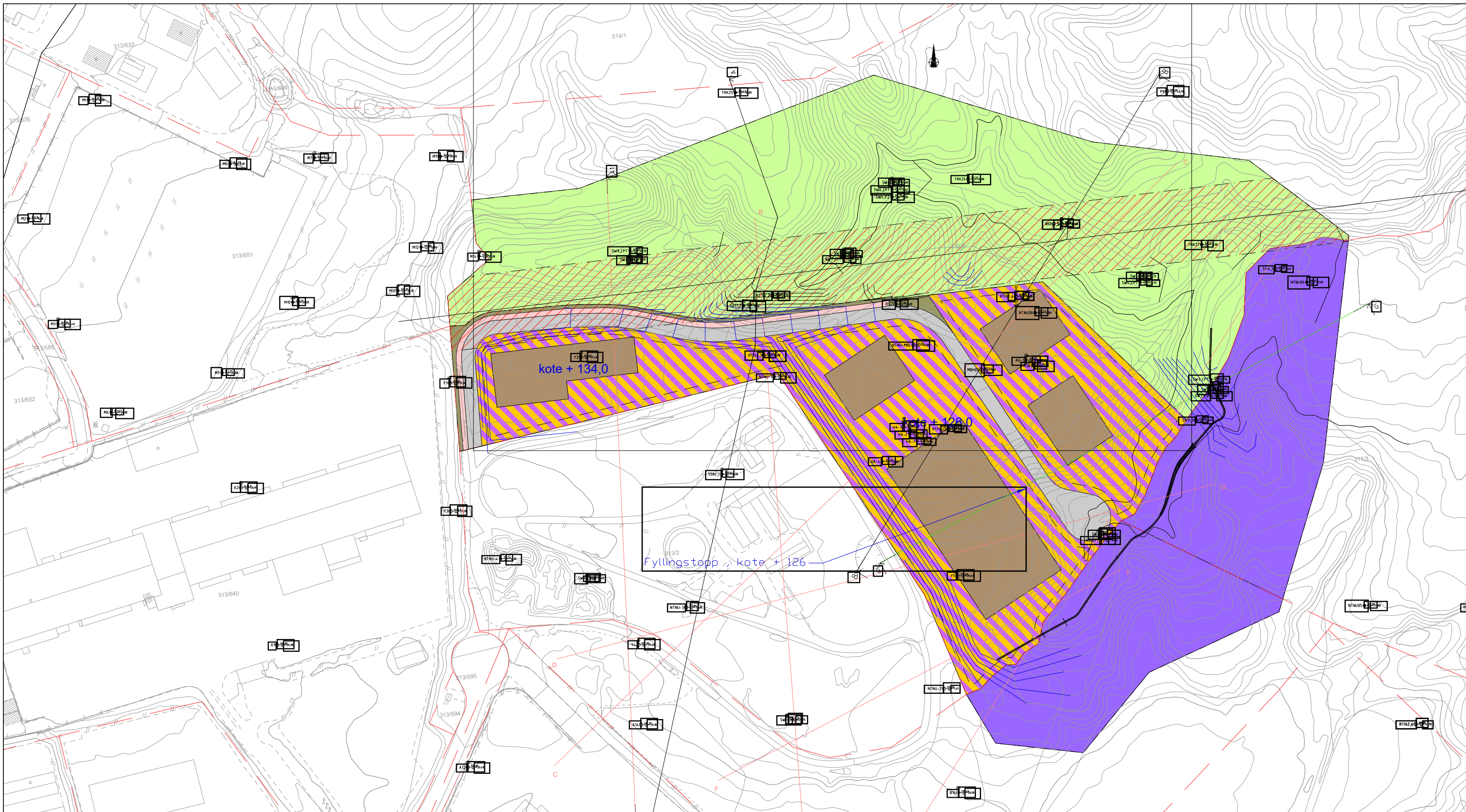



TEGNFORKLARING:

- ⊙ PRØVESERIE
- ☐ PRØVEGRAVING
- ⬇ DREIETRYKKSONDERING
- ⊖ PORETRYKKSÅLING
- ⊕ TOTALSONDERING
- ▽ TRYKKSONDERING
- Profil fra Sweco [19]
- Profil fra Rambøll [16]
- Nytt profil
- ⤴ Beregningsprofiler i dette oppdraget

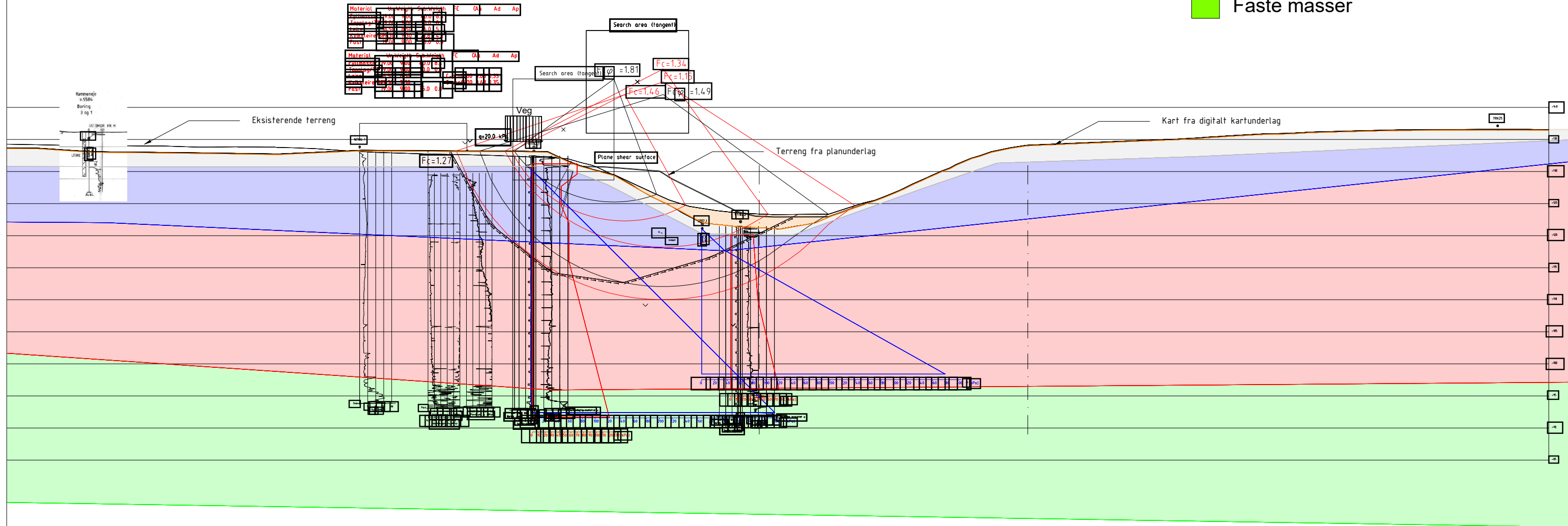
KARTGRUNNLAG: Digitalt kart
 KOORDINATSYSTEM: UTM Sone 32V
 HØYDEREFERANSE: NN200

Rev	Revisjonen gjelder	Dato	Tegnet	Kontr	Godkjent
	22004 - Kvenildstrøa	Målestokk	Dato	10.03.2022	
	Borplan	1:2000	Tegnet	SSB	
	Geo Norway		Kontr	KH	
	TIDLIGERE BORINGER:		Godkjent	KH	
	Tidligere boringer er utført av bl.a. NTNU, Sweco Rambøll og Trh. kommune	Tegning nr.			
		22004-TEG-001			
			Rev		
			00		



Rev	Revisjonen gjelder	Data	Tegnet	Kontr	Godkjent
	22004 - Kvenildstrøa	Målestokk	Data	10.03.2022	
	Situasjonsplan	1:800	Tegnet	SSB	
			Kontr	KH	
	Situasjonsplan fra Henning Larsen benyttet som underlag		Godkjent	KH	
		Tegning nr.		Rev	
		22004-TEG-002		00	

- Fyllmaser
- Tørrskorpe/topplag
- Leire
- Kvikkleire
- Faste masser



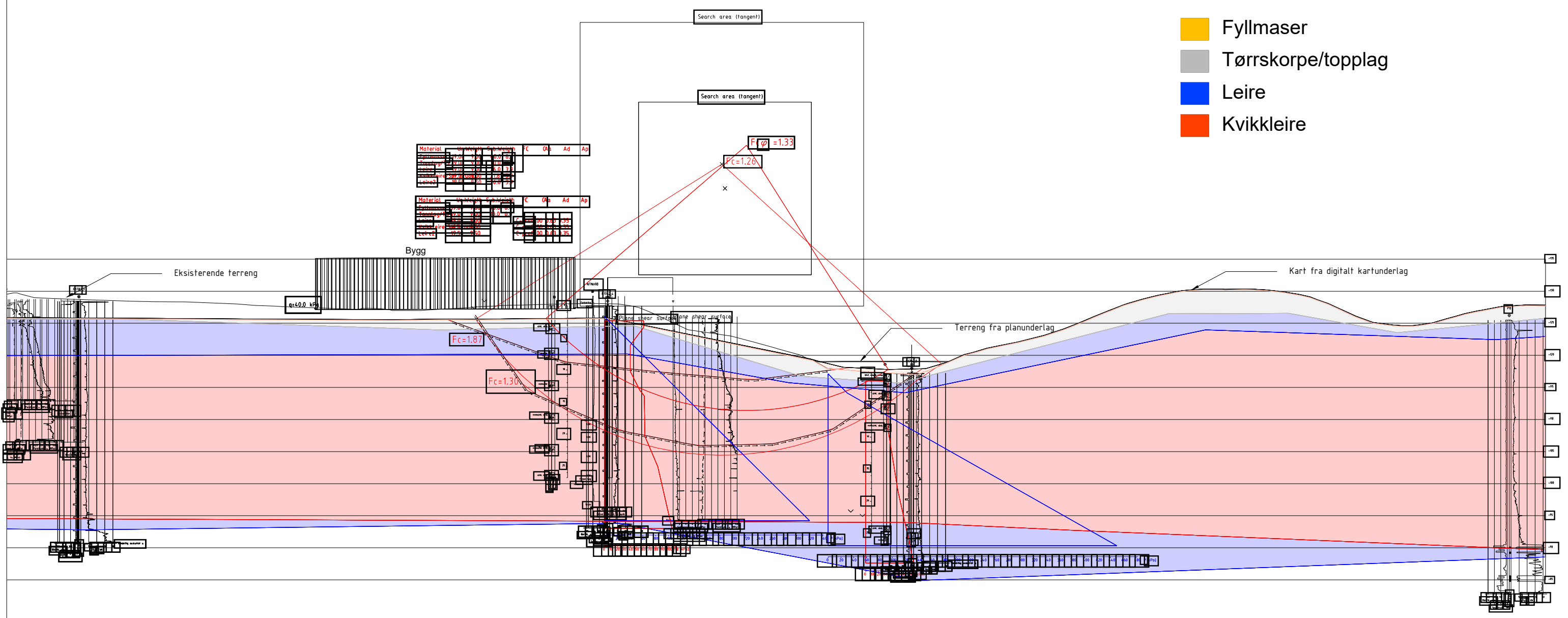
00				
Rev	Revisjonen gjelder	Data	Tegnet	Kontr
		Målestokk	Data	Godkjent
		1:600	10.03.2022	
			Tegnet	SSB
			Kontr.	KH
			Godkjent	KH
		Tegning nr.		Rev
		22004-TEG-800		00


KVENILDSTRØA

Stabilitet A-A - Etter tiltak

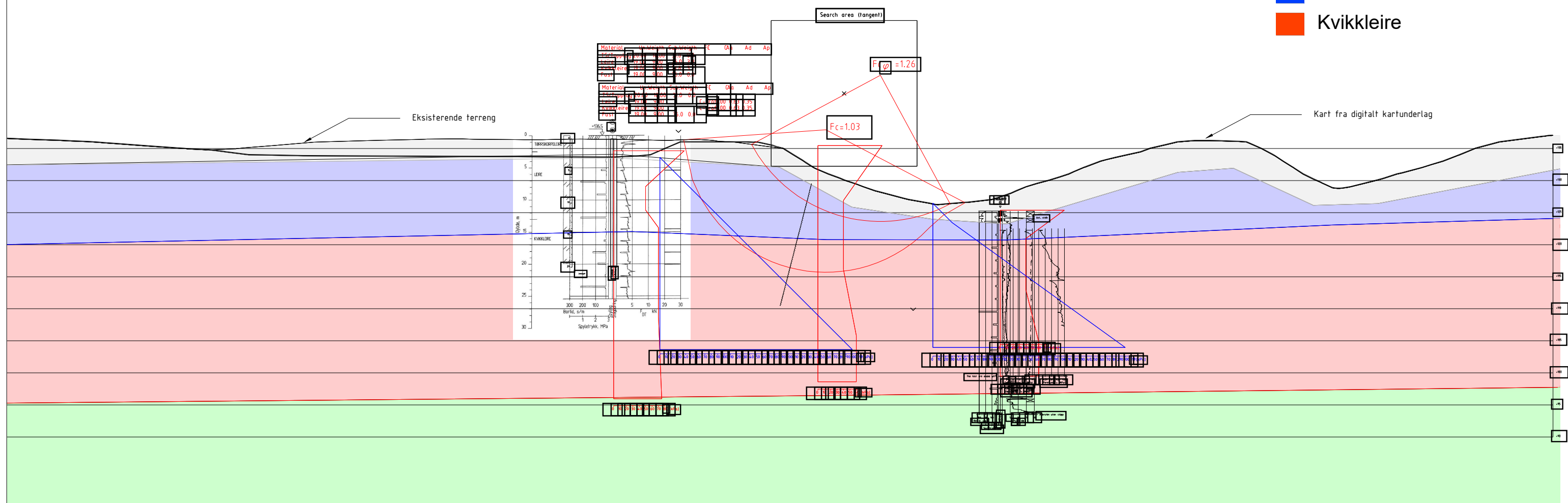



- Fyllmaser
- Tørrskorpe/topplag
- Leire
- Kvikkleire



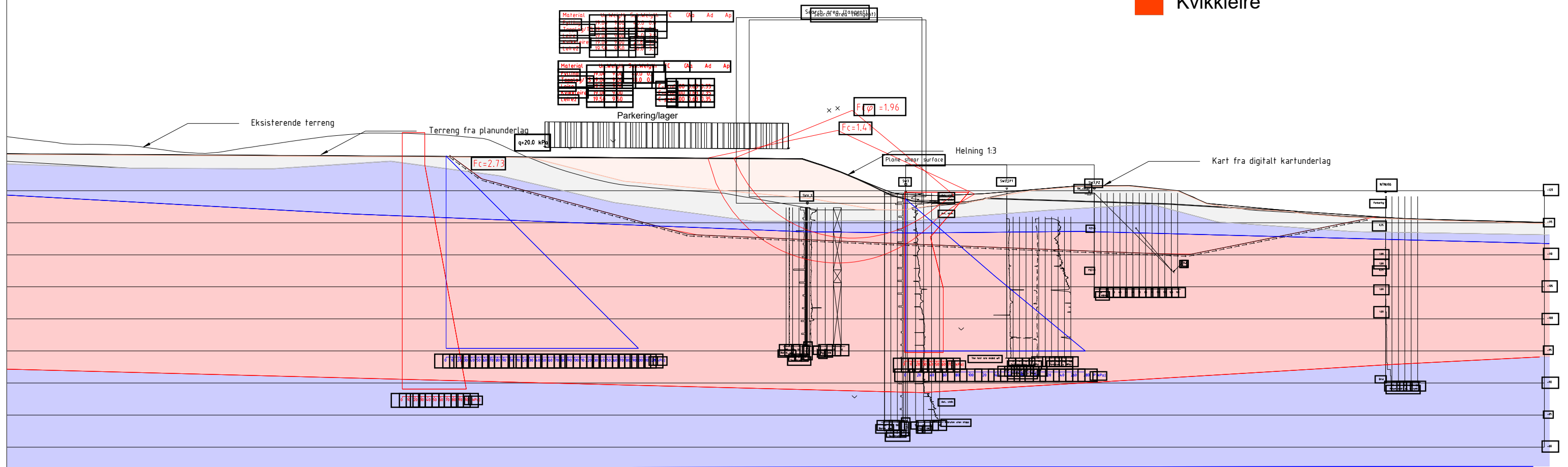
00					
Rev	Revisjonen gjelder	Data	Tegnet	Kontr	Godkjent
		Målestokk	Data	10.03.2022	
	KVENILDSTRØA	1:600	Tegnet	SSB	
	Stabilitet B-B - etter tiltak		Kontr.	KH	
			Godkjent	KH	
		Tegning nr.		Rev	
		22004-TEG-801		00	

- Tørrskorpe/topplag
- Leire
- Kvikkleire



00				
Rev	Revisjonen gjelder	Data	Tegnet	Kontr
		Målestokk	Data	Godkjent
	22004 - KVENILDSTRØA	1:600	10.03.2022	
	Stabilitet A1-A1 - dagens		Tegnet	SSB
			Kontr.	KH
			Godkjent	KH
		Tegning nr.		Rev
		22004-TEG-802.1		00

- Fyllmaser
- Tørrskorpe/topplag
- Leire
- Kvikkleire



00					
Rev	Revisjonen gjelder	Data	Tegnet	Kontr	Godkjent
	22004 - KVENILDSTRØA	Målestokk	Data	10.03.2022	
	Stabilitet G-G - etter tiltak	1:600	Tegnet	SSB	
			Kontr	KH	
			Godkjent	KH	
		Tegning nr.			
		22004-TEG-803.2	Rev		
			00		

VEDLEGG A – Sikkerhetsprinsipper

A.1 Normativt grunnlag for geoteknisk vurdering

Gjeldende regelverk legges til grunn for geoteknisk vurdering:

- NVEs veileder 1/2019 [1]
- NVEs retningslinjer nr. 2/2011 [2]
- NS-EN 1990-1:2002 + NA:2016 [22]
- NS-EN 1997-1:2004 + NA:2016

I tillegg, og i den grad relevant er følgende veiledninger benyttes:

- Statens vegvesen (SVV), Håndbok V220 Geoteknikk i vegbygging, revidert 2018 [20]
- Statens vegvesen (SVV), Håndbok V221 Grunnforsterkning, fyllinger og skråninger, revidert 2014 [21]

Klassifisering av prosjektet som gjelder prosjektering iht. gjeldende retningslinjer og krav må ivaretas i detaljprosjektering.

A.2 Geotekniske problemstillinger

Geotekniske problemstillinger for planlagt tiltak er relatert til områdestabilitet.

A.3 Tek 17 §7, Sikkerhet mot naturpåkjenninger

I henhold til TEK 17 § 7-1 skal byggverk plasseres, prosjekteres og utføres slik at det oppnås tilfredsstillende sikkerhet mot skade eller vesentlig ulempe fra naturpåkjenninger (flom, stormflo og skred).

A.4 Kvalitetssystem

Eurokode 0 [22] krever at det ved prosjektering av konstruksjoner i pålitelighetsklasse 2, 3 og 4 skal være et kvalitetssystem tilgjengelig, og at dette systemet skal tilfredsstillende NS-EN ISO 9000-serien for konstruksjoner i pålitelighetsklasse 4.

A.5 Tiltakskategori

Prosjektet er vurdert iht. NVEs retningslinjer nr. 2/2011 [2] og NVE veileder 1/2019 [1]. Nærings- og industribygg klassifiseres iht. NVE veileder 1/2019 i tiltakskategori K4.

A.9 Bruddmekanisme

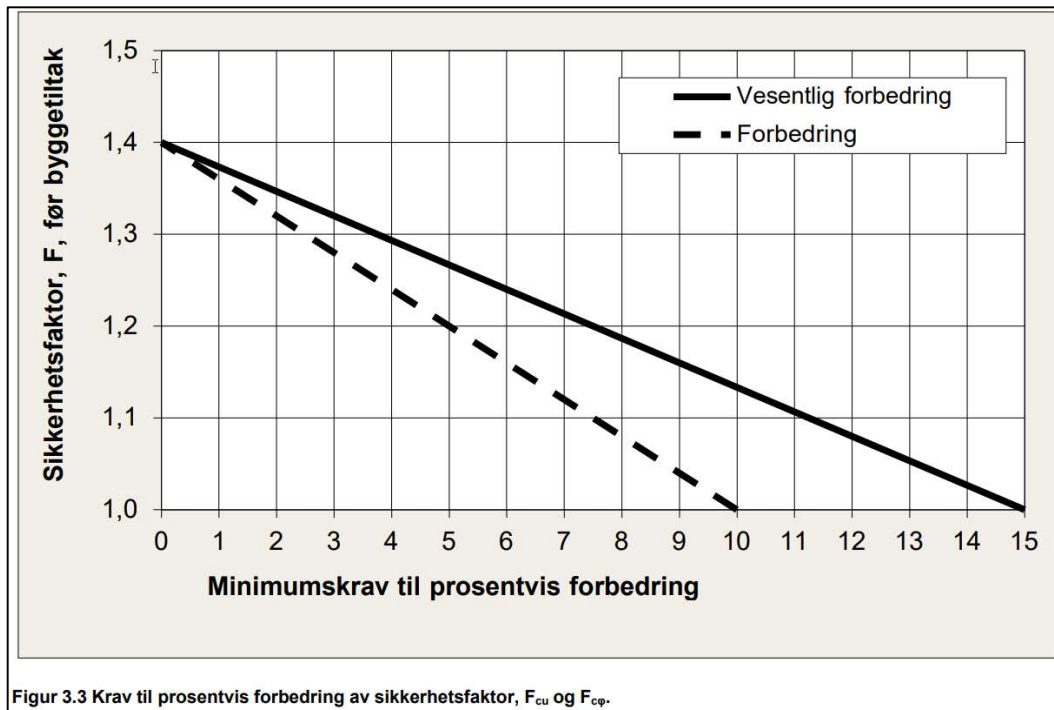
Løsmassene i kvikkleiresonen består av leire som er kvikk over store deler av området. Bruddmekanismen vurderes å være sprø, kontraktant brudd.

A.10 Krav til sikkerhetsnivå

For områdestabilitet er kravene iht. NVEs retningslinjer gjeldende [2]. NVEs veileder 1/2019 [1] stiller krav om absolutt sikkerhetsfaktor $F_{CU} \geq 1,40 \cdot f_s$ og $F_{C\phi} \geq 1,25$, hvor f_s er sprøhetsforholdet som korrigerer for sprøbruddeffekt i de udrenerte beregningene. Kapittel 5.3.3 beskriver effekt av sprøbrudd og angir $f_s = 1,15$, noe som betyr at sikkerhetskravet for glideflater som berør sprøbruddmateriale blir på $1,40 \cdot 1,15 = 1,61$.

Videre angis det at det kan aksepteres prosentvis vesentlig forbedring av den beregningsmessige sikkerhetsfaktoren. Krav til prosentvis forbedring er avhengig av sikkerhetsnivået i utgangspunktet og må følge figur 3.3 i veileder 1/2019 [1], utklipp vist i Figur A- 1.

For tiltakskategori K4 og lav faregrad kreves det stabilitetsanalyse med $F_{cu} \geq 1,40 \cdot f_s$ eller forbedring/vesentlig forbedring av stabiliteten.



Figur 3.3 Krav til prosentvis forbedring av sikkerhetsfaktor, F_{cu} og F_{cp} .

Figur A- 1 Utklipp fra figur 3.3 i NVE veileider 1/2019 [1]

A.11 Lokalstabilitet

For lokalstabilitet av konkrete utbygginger er kravene i Eurokode gjeldende. I dette tilfellet betyr det at lokalstabilitet av utbyggingen i midlertidig fase. Lokalstabilitet må ivaretas i detaljprosjektering.

A.12 Partialfaktorer påvirkninger/lastvirkninger

Se For geotekniske laster benyttes lastfaktor 1,0 for permanente laster og 1,3 for variable laster (EC0: Tabell NA.A1.2(C), [13]).

For gunstige lastvirkninger, og for beregninger i ulykkesgrensetilstand, regnes det med partialfaktor 1,0 på lasten.

VEDLEGG B – Tolkning av materialparametere

Rambøll [16] og Sweco [18] har i 2019 og 2021 utført geotekniske stabilitetsberegninger og vurderinger i området, se kapittel 4.2. Disse vurderingene er kvalitetssikret av uavhengig foretak og samme beregningsparametere som benyttet i tidligere rapporter er valgt i dette prosjektet.

B.1 Kvalitet av undersøkelser

Tolkning av beregningsparametere er oppsummert i rapport utarbeidet av Sweco i 2019 [18]. Kvaliteten av laboratorieundersøkelser som ligger til grunn for valg av materialparametere er hovedsakelig «veldig god til utmerket» og «god til brukbar». For CPTU-sonderinger utført av Sweco har alle utførte sonderinger anvendelsesklasse 1 for både friksjon og poretrykk. Anvendelsesklasse for spissmotstand er 3 for SW_3 og SW_6 som ligger i ravindalene nord/øst for planområdet. Øvrige CPTU-sonderinger fra Sweco har anvendelsesklasse 1. Se rapport 10213953-RIG-R01-A02 [18] for mer informasjon.

Tolkning av beregningsparametere er oppsummert i rapport utarbeidet av Rambøll [15]. Generelt er prøve kvalitet på ødometerforsøk «god til brukbar» og treaksialforsøk av varierende kvalitet fra «dårlig» til «god til brukbar». Se rapport G-rap-001_rev02 [15] for mer informasjon.

B.2 Tyngdetetthet

Se tidligere vurderinger i Sweco rapport 10213953-RIG-R01-A02 [18] og G-rap-001_rev02 [15].

B.3 Grunnvannsnivå og poretrykk

En hydrostatisk poretrykksfordeling ble målt midt i planområdet (se punkt HA-3 i tegning G101 [16]) med grunnvannstand ca. 1 m under terrenget. På skråningstoppene indikerer poretrykksmålinger en hydrostatisk fordeling fra ca. 2 m under terreng og i bunn av ravinene er det registrert poreovertrykk med dybden [16].

I ravinedalen nord for planlagt bebyggelse er det registrert hydrostatisk poretrykk og en økning på 30kPa/4m over hydrostatisk med dybden [16].

Poretrykk ble målt i ravinedalene (se borpunkt SW_3 og SW_6 i tegning G102) nord og øst for planområdet, og målingene viste 10-20 kPa poreovertrykk med dybden [11].

Poretrykk ble målt i 6 m og 10 m dybde helt vest i planområdet (se punkt Y1 og Y4 i tegninger -TEG-01 [9]). Målingene viste en hydrostatisk poretrykksfordeling med en grunnvannstand ca. 3.5 m (punkt Y1) og 4.5 m (punkt Y4) under terreng [9], [18].

B.4 Tidligere overlaging

Se tidligere vurderinger i Sweco rapport 10213953-RIG-R01-A02 [18] og G-rap-001_rev02 [15].

B.5 Udrenerte styrkeparametere

B.5.1 Generelt

Se tidligere vurderinger i Sweco rapport 10213953-RIG-R01-A02 [18] og G-rap-001_rev02 [15]. Utdrag fra tolkning er gjengitt:

Udrenert skjærfasthet er tolket på grunnlag av utførte trykksonderinger (CPTU) og undersøkelser i laboratoriet. Tolkningene er gjort på grunnlag av empiriske korrelasjoner fra Lunne et al. (2005), ref. [24], og Karlsrud et al. (2005), ref. [25]. Fasthetsprofil er tolket på grunnlag av spissmotstand og poreovertrykk, med koeffisienter N_{Kt} og $N_{\Delta u}$ basert på B_q , OCR og I_p , for sensitive og ikke-sensitive materiale. Tolkning av udrenert skjærfasthet er vist i Rambøll rapport G-rap-001_rev02 [15].

Stabilitetsberegninger med totalspenningsanalyse vil utføres med anisotrop skjærfasthet, der følgende anisotropiforhold vil benyttes, med bakgrunn i $I_p \leq 10$, ref. [26].

$$c_{uD}/c_{uA} = 0,63$$

$$c_{uP}/c_{uA} = 0,35$$

Sprøbruddmateriale er tolket ved sensitivitet over 15 og omrørt skjærfasthet mindre enn 2 kPa.

B.6 Effektivspenningsparametere

B.6.1 Effektivspenningsparametere, friksjonsvinkel, φ_k

Se tidligere vurderinger i Sweco rapport 10213953-RIG-R01-A02 [18] og G-rap-001_rev02 [15].

B.7 Materialparametere

Materialparametere er oppsummert i Tabell B- 1 til Tabell B- 4. Materialparametere er samme som Rambøll [15] og Sweco [18] har benyttet i sine vurderinger. Merk at drenerte parametere er de samme som Rambøll [16] har benyttet for hele området.

Tabell B- 1 Materialparametere profil A-A

Lag	γ [kN/m ³]	φ' [°]	a [kPa]	a [kPa] justert	S_u [kPa]	Grunnlag for valg av materialparameter
Fylling	19,0	40,0	10,0	-	-	HB V220 / Erfaring
Topplag/ tørrskorpe	19,0	30,0	0,0	-	-	HB V220 / Erfaring
Leire	18,5	26,0	5,0	10,5	C-profil (ADP)	Lab / CPTU / HB V220 / Erfaring
Kvikkleire/ sprøbrudd- materiale	19,3	21,8	5,0	10,5	C-profil (ADP)	Lab / CPTU / HB V220 / Erfaring
Fast	19,0	35,0	0,0	-	-	HB V220 / Erfaring

Tabell B- 2 Materialparametere profil B-B

Lag	γ [kN/m ³]	φ' [°]	a [kPa]	a [kPa] justert	S_u [kPa]	Grunnlag for valg av materialparameter
Fylling	19,0	40,0	10,0	-	-	HB V220 / Erfaring
Topplag/ tørrskorpe	19,0	30,0	0,0	-	-	HB V220 / Erfaring
Leire1	19,0	26,0	5,0	8,0	C-profil (ADP)	Lab / CPTU / HB V220 / Erfaring
Kvikkleire/ sprøbrudd- materiale	19,0	21,8	5,0	8,0	C-profil (ADP)	Lab / CPTU / HB V220 / Erfaring
Leire2	19,5	26,0	5,0	8,0	C-profil (ADP)	Lab / CPTU / HB V220 / Erfaring

Tabell B- 3 Materialparametere profil G-G

Lag	γ [kN/m ³]	ψ' [°]	a [kPa]	a [kPa] justert	S_u [kPa]	Grunnlag for valg av materialparameter
Fylling	19,0	40,0	10,0	-	-	HB V220 / Erfaring
Topplag/ tønskorpe	19,0	30,0	0,0	-	-	HB V220 / Erfaring
Leire1	19,0	26,0	5,0	8,0	C-profil (ADP)	Lab / CPTU / HB V220 / Erfaring
Kvikkleire/ sprøbrudd- materiale	19,0	21,8	5,0	8,0	C-profil (ADP)	Lab / CPTU / HB V220 / Erfaring
Leire2	19,5	26,0	5,0	8,0	C-profil (ADP)	Lab / CPTU / HB V220 / Erfaring

Tabell B- 4 Materialparametere profil A1-A1

Materiale	Tyngdetetthet (kN/m ³)	OCR (-)	Udrenert skjærfasthet (kPa)
Tørrskorpeleire	20	>5	≤100
Leire	19	2,7 (ved 6 m)	30 – 40
Kvikkleire/ sprøbruddmateriale	19	1,7 (ved 10 m)	35 – 80
Morene	19	-	-

VEDLEGG C – Stabilitetsberegninger

C.1 Generelt

Det er utført stabilitetsberegninger for 4 utvalgte profiler. Disse profilene er antatt å være de mest kritiske på bakgrunn av grunnforhold, topografi og utbyggingsplaner. Plassering av profilene er vist på borplan og situasjonsplan, tegning 22004-RIG-TEG-001 og -002. Beregningene er vist på tegning -800 t.o.m. -803.2. For profil A-A og profil B-B er beregninger for dagens tilstand vist i Rambøll rapport G-rap-002_rev01, oppdrag 1350037896 [16] og nye beregninger er utført etter sikringstiltak. For profil A1-A1 er det utført nye beregninger for dagens tilstand og etter utbygging. Sweco har tidligere utført beregninger for dagens tilstand i profil A1-A1, men etter utdatert regelverk. Profil G-G er nytt profil og beregninger er ikke utført tidligere i dette profilet.

C.2 Beregningsverktøy

Stabilitetsberegninger er utført med beregningsprogrammet «GeoSuite Stability» versjon 22.0.2.0 med beregningsmetode Beast 2003.

C.3 Materialparametere

Se vedlegg B.

C.4 Poretrykk

Se vedlegg B.

C.5 Laster

Ved stabilitetsberegningene er det benyttet en jevnt fordelt trafikklast på $F = 15$ kPa over hele vegbredden. Tilsvarende last er benyttet for parkeringsareal. Det er benyttet en partialfaktor for trafikklast på $\gamma_Q = 1,3$ for ugunstig plassering og partialfaktor $\gamma_Q = 0$ for gunstig plassering.

Området reguleres til industri- og næringsbebyggelse. For å skape en robusthet og rom for utnyttelse av området beregnes det med laster fra bygg på 40 kPa som tilsvarer omtrentlig et 4 etasjers bygg med betongdekke i hver etasje. Det er kun tatt med last fra bygg som har ugunstig plassering mhp. stabiliteten.

C.6 Krav til sikkerhet

Krav til sikkerhet er beskrevet iht. NVEs retningslinjer og er beskrevet i vedlegg A.

C.7 Valg av kritiske beregningsprofiler

Profiler er valgt basert på tiltaket, sett ut fra plassering av bygg, veier og øvrig areal. Det er også tatt hensyn til at det er utført beregninger i to profiler av Rambøll (A-A og B-B) tidligere og flere profiler av Sweco (A-A til F-F) tidligere. Disse profilene er fortsatt relevante for dette prosjektet og nye beregninger som inkluderer tiltaket utføres. I tillegg er det valgt å utføre én helt ny beregning i et profil G-G som relateres til heving av bekk i øst. Se tegning 22004-TEG-001 og -002.

C.8 Beregningsprofiler

Profil A-A:

Beregningsprofilen er det samme som Rambøll har, profil A-A, i G-rap-002_rev01 [16]. Samme lagdeling er valgt i denne rapporten og beregningsprofil er vist i tegning 22006-TEG-800. Resultater av oppdaterte stabilitetsberegninger er vist i tabellen under.

Tegning nr.	Beregning	Analyse	Sikkerhetsfaktor F for kritisk glidflate
1350037896-207 [16]	Profil A-A, dagens tilstand	Udrenert	1,00
1350037896-207 [16]	Profil A-A, dagens tilstand	Drenert	1,00
22004-TEG-800	Profil A-A, etter utbygging	Udrenert	1,15
22004-TEG-800	Profil A-A, etter utbygging	Drenert	1,49

Beregninger viser tilstrekkelig stabilitet mot utglidninger for både drenert og udrenert analyse. Kravet til prosentvis forbedring er oppnådd for alle skredmekanismer som kan berøre tiltaket.

Profil B-B:

Beregningsprofil er det samme som Rambøll har, profil B-B, i G-rap-002_rev01 [16]. Samme lagdeling er valgt i denne rapporten og beregningsprofil er vist i tegning 22006-TEG-801. Resultater av oppdaterte stabilitetsberegninger er vist i tabellen under.

Tegning nr.	Beregning	Analyse	Sikkerhetsfaktor F for kritisk glidflate
1350037896-210 [16]	Profil B-B, dagens tilstand	Udrenert	1,00
1350037896-210 [16]	Profil B-B, dagens tilstand	Drenert	1,00
22004-TEG-801	Profil B-B, etter utbygging	Udrenert	1,26
22004-TEG-801	Profil B-B, etter utbygging	Drenert	1,33

Beregninger viser tilstrekkelig stabilitet mot utglidninger for både drenert og udrenert analyse. Kravet til prosentvis forbedring er oppnådd for alle skredmekanismer som kan berøre tiltaket.

Profil A1-A1:

Beregningsprofil er det samme som Sweco har, profil A-A, i 10213952-RIG-R01-A02 [18]. Merk at profil i foreliggende rapport har fått A1-A1 for å unngå samme profilnavn/-nummer som Rambøll har i G-rap-002_rev01 [16]. Samme lagdeling er valgt i denne rapporten og beregningsprofil er vist i tegning 22006-TEG-802.1 og -802.2. Resultater av stabilitetsberegninger er vist i tabellen under.

Tegning nr.	Beregning	Analyse	Sikkerhetsfaktor F for kritisk glidflate
22004-TEG-802.1	Profil A1-A1, dagens tilstand	Udrenert	1,03
22004-TEG-802.1	Profil A1-A1, dagens tilstand	Drenert	1,26
21007-TEG-802.2	Profil A1-A1, etter utbygging	Udrenert	1,17
21007-TEG-802.2	Profil A1-A1, etter utbygging	Drenert	1,59

Beregninger viser tilstrekkelig stabilitet mot utglidninger for både drenert og udrenert analyse. Kravet til prosentvis forbedring er oppnådd for alle skredmekanismer som kan berøre tiltaket.

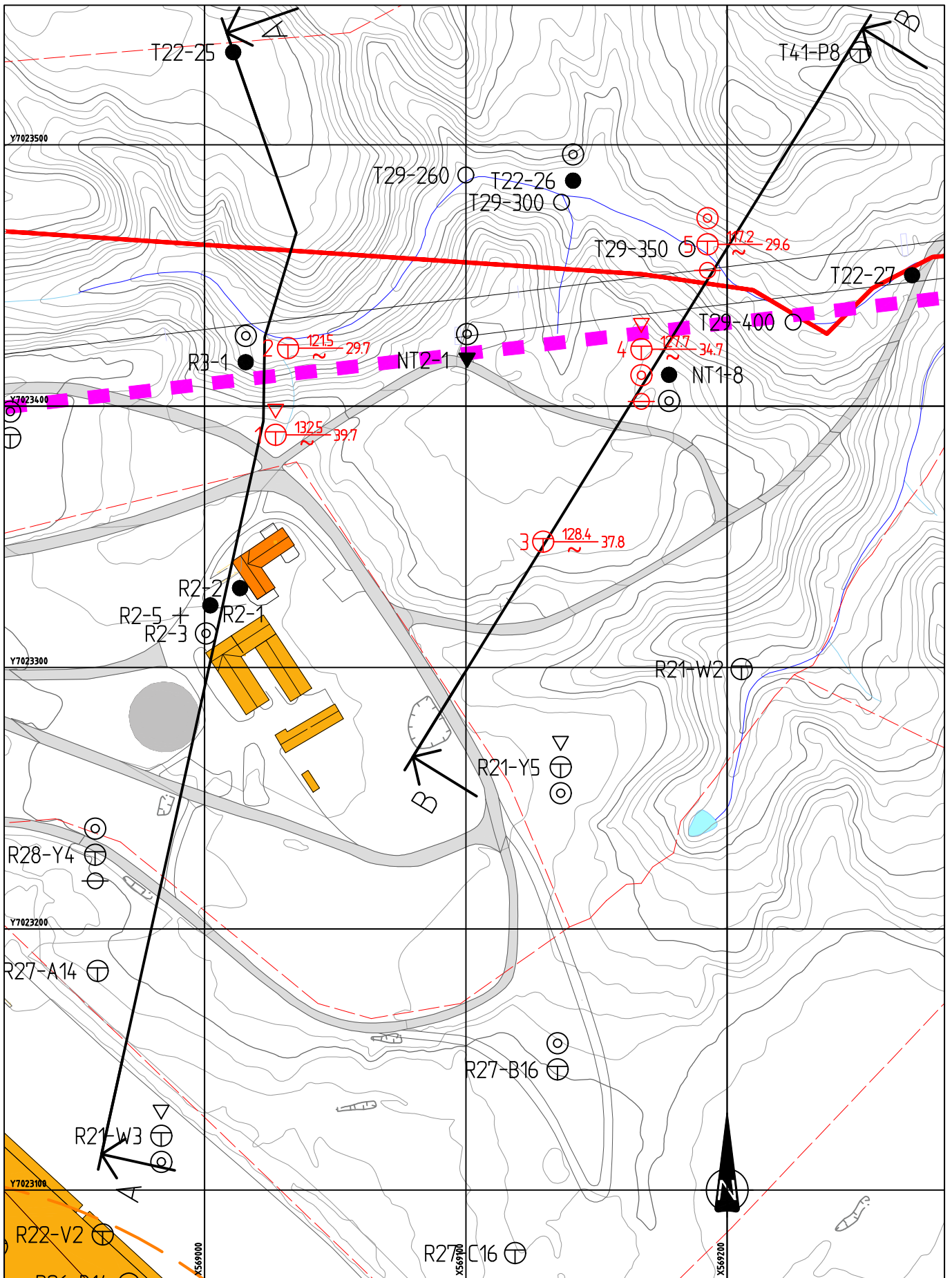
Profil G-G

Beregningsprofil er vist i tegning 22006-TEG-803.1 og -803.2. Profilet går gjennom deler av området som skal fylles opp og bekk skal heves. Overgang mellom oppfylling og ravine sør for området beregnes i profil G-G. Resultater av stabilitetsberegninger er vist i tabellen under.

Tegning nr.	Beregning	Analyse	Sikkerhetsfaktor F for kritisk glidflate
22004-TEG-803.1	Profil G-G, dagens tilstand	Udrenert	1,32
22004-TEG-803.1	Profil G-G, dagens tilstand	Drenert	1,22
22004-TEG-803.2	Profil G-G, etter utbygging	Udrenert	1,41
22004-TEG-803.2	Profil G-G, etter utbygging	Drenert	1,96

Beregninger viser tilstrekkelig stabilitet mot utglidninger for både drenert og udrenert analyse. Kravet til prosentvis forbedring er oppnådd for alle skredmekanismer som kan berøre tiltaket.

**VEDLEGG D – Tegninger fra Rambøll rapport G-rap-002_rev01
oppdrag 1350037896 og Sweco rapport 10213952-RIG-R01-A02.**



00	22.10.2021		BAGJ	EHU	IJM
Rev	Dato	Tekst	Utarb	Kontr	Godkj

Oppdrag nr: 1350037896 Målestokk: 1:2 000 Status:

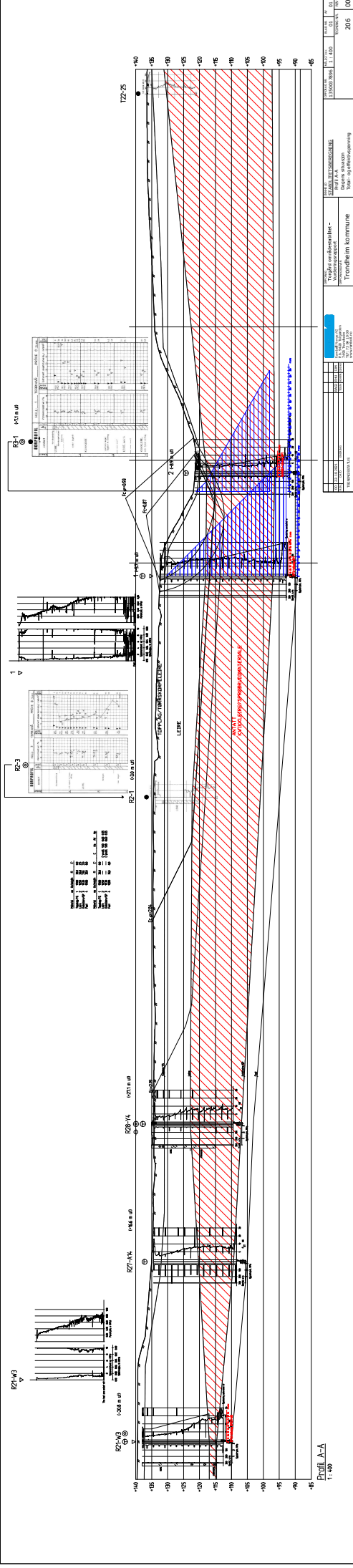
Torgård område stabilitet - Vurderingsrapport
Trondheim kommune

SITUASJONSPLAN
Beregningsprofil A-A og B-B

RAMBOLL

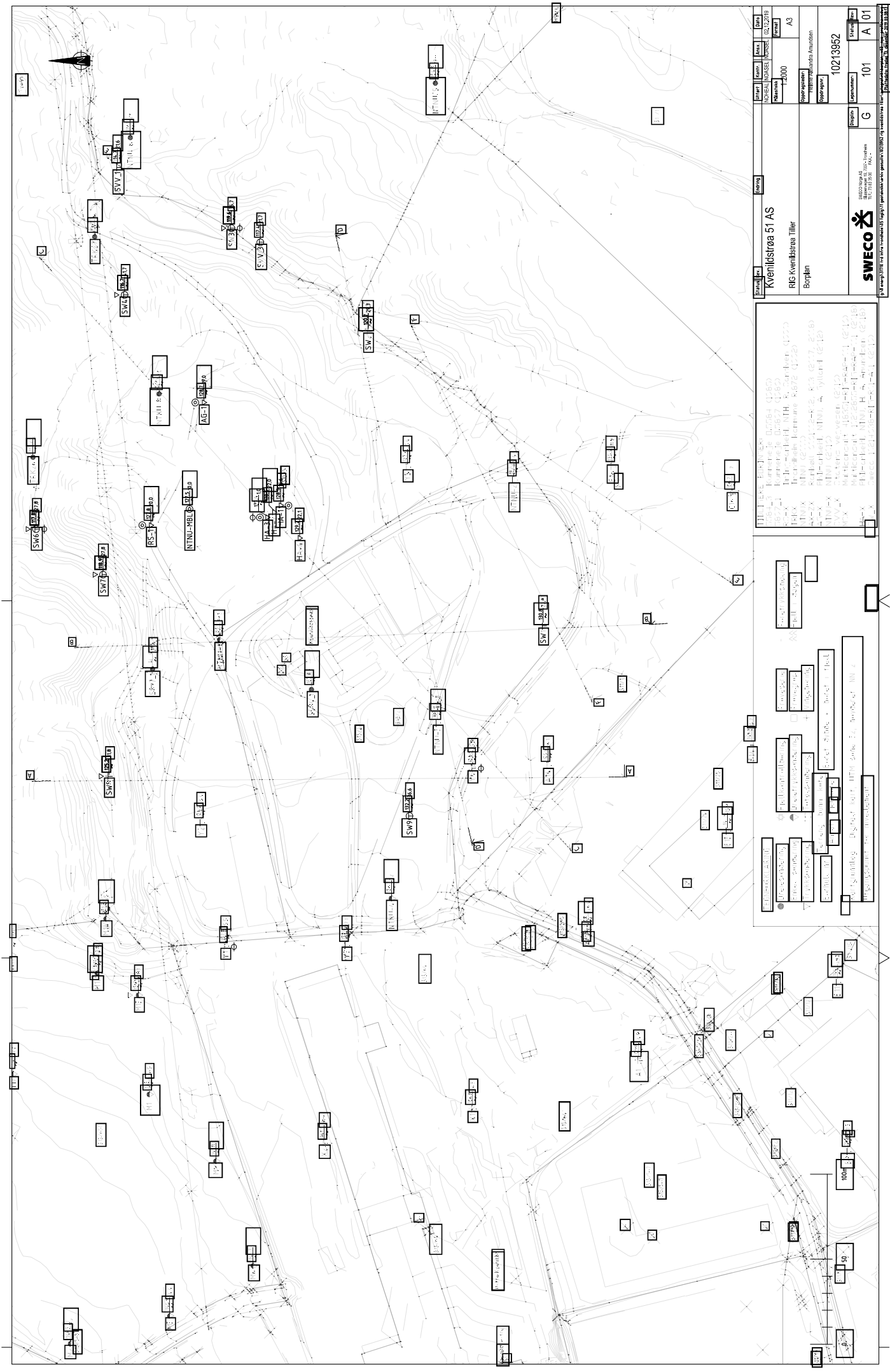
Rambøll Norge AS
P.b. 9420 Torgarden
7493 Tr.heim
TLF: 73 84 10 00
www.ramboll.no

Tegning nr: 202 Rev: 00



Profil A-A
1:400

Projekt: Verkehrsmittelweg - 13503 2006 1:100 Datum: 10.01.2006 Blatt: 206	
Auftraggeber: Verkehrsamt Auftrag: Planung Zeichner: [Name] Geprüft: [Name] Freigegeben: [Name]	
Projekt: Verkehrsmittelweg Blatt: 206 Datum: 10.01.2006 Blatt: 206	



Kvenildstøra 51 AS		Dato: 02.12.19	
RIG Kvenildstøra Tiller		Skala: 1:200	
Borplan		Prosjekt: 10213952	
SWECO		Oppdragsnr: 101	
SWECO Norge AS		Oppdragsnr: A 01	
Kjøystredet 10, 04579 Oslo		Oppdragsnr: G	
Telefon: 022 28 28 00		Oppdragsnr: A 01	
E-post: Norge@sweco.no		Oppdragsnr: A 01	

TITTEL: BORTREK
 Tegning: 10213952_01_01
 Tegningsdato: 02.12.19
 Tegningssett: 10213952_01_01
 Tegningsnavn: Bortrekk
 Tegningsnummer: 01
 Tegningsformat: A3
 Tegningsstørrelse: 297x420
 Tegningsformat: A3
 Tegningsstørrelse: 297x420
 Tegningsnavn: Bortrekk
 Tegningsnummer: 01
 Tegningsformat: A3
 Tegningsstørrelse: 297x420

Prosjekt: Kvenildstøra 51 AS
 Oppdragsnr: 10213952
 Tegningsnr: 01
 Tegningsnavn: Bortrekk
 Tegningsnummer: 01
 Tegningsformat: A3
 Tegningsstørrelse: 297x420
 Tegningsnavn: Bortrekk
 Tegningsnummer: 01
 Tegningsformat: A3
 Tegningsstørrelse: 297x420

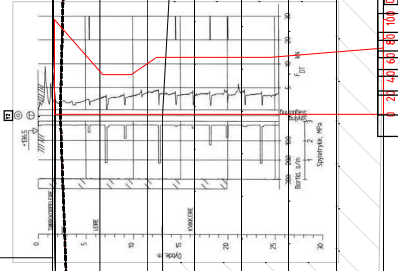
Prosjekt: Kvenildstøra 51 AS
 Oppdragsnr: 10213952
 Tegningsnr: 01
 Tegningsnavn: Bortrekk
 Tegningsnummer: 01
 Tegningsformat: A3
 Tegningsstørrelse: 297x420
 Tegningsnavn: Bortrekk
 Tegningsnummer: 01
 Tegningsformat: A3
 Tegningsstørrelse: 297x420

L = 78 m

H = 10m

Search area (laggen)

$E_c = 1.00$



TØRSKORPELEIRE

LEIRE

VIKVIKLEIRE SPRØTT/UTVÅLE

MORENE



Material	Un. Weight	Sub. Weight	Fi	C	Aa	Ad	Ad
Tørrskorpeleire	20.00	10.00	33.0	0.0			
leire	9.00	9.00			1.04	0.64	0.37
Kvikkleire	10.00	9.00			0.88	0.61	0.35
Morene	19.00	9.00	36.0	10.0			

PROSJEKT
 Kvernliåra 51 AS
 Sivilingeniørprosjekt A-A
 Eksisterende boring

UTDRAG
 10213952

SWECO
 Sivilingeniørprosjekt A-A

REVISJON
 G 104 A 02

