

15.10.2020
1350034996-G-NOT-002_rev03

OMRÅDEREGULERING AV ÅSSIDEN OG BERSKAUG GEOTEKNISK VURDERING

Dato 15.10.2020

Rambøll
Hoffsveien 4
Postboks 427 Skøyen
0213 Oslo

T +47 22 51 80 00
F +47 22 51 80 01
<https://no.ramboll.com>

Utført INET
Kontroll MAWJ
Godkjent OJSK

Innhold

1 Innledning	4
2 Sammendrag	5
3 Prosjektet	7
4 Topografi og grunnforhold	7
4.1 Topografi	7
4.2 Grunnforhold	8
5 Prosjektforutsetninger	10
5.1 Myndighetskrav	10
5.1.1 Forskrifter:	10
5.1.2 Prosjekteringsstandarder	10
5.1.3 Veiledninger og retningslinjer	10
5.2 TEK17 § 7 Sikkerhet mot naturpåkjenninger	10
5.3 Geoteknisk kategori, pålitelighetsklasse og kontrollklasse	10
5.4 Dimensjonering for jordskjelv	11
6 Grunnundersøkelser	11
7 Områdestabilitet	11
7.1 Nøyaktighet av utredningen	11
7.2 Kartlegging av marin grense	11
7.3 Avgrensning av områder med marine avsetninger.....	11
7.4 Avgrensning av aktsomhetsområder basert på topografi	12
7.5 Grunnforhold.....	13
7.6 Avgrensning av løснеområder.....	14
7.7 Vurdering og avgrensning av utløpssone.....	14
7.8 Avgrensning og faregradsevaluering av faresone	15
7.9 Stabilitetsvurdering	15
7.9.1 Valg av snitt.....	16
7.9.2 Parametervalg	16
7.9.3 Resultater	18
7.10 Tiltak områdestabilitet	18
7.11 Beregninger for forbedring av stabilitet	19
7.11.1 Snitt A	19
7.11.2 Snitt B	20
7.12 Resultater før og etter tiltak	21
7.13 Erosjon og stabilitet av kalksementvegg i snitt A.....	22
8 Lokalstabilitet	22
9 Geoteknisk vurdering av planlagt utbygging	23
9.1 Byggegrep	23
9.1.1 Åpen graveskråning.....	24
9.1.2 Spunt	24
9.1.3 Kalksementstabilisering	24
9.2 Fundamentering	24
9.3 Bekkeåpning	25
9.3.1 Utførelse for bekk	26

9.3.2	Anbefalinger for bekk	29
10	Konklusjon	30
11	Forslag til planbestemmelser geoteknikk	32

1 Innledning

Denne rapporten er en del av utredning for områderegulering av Travbanen og Berskaug på Åssiden i Drammen kommune. Rapporten er utarbeidet av Rambøll AS på oppdrag for Åssiden Eiendom, Sjølyst Utvikling, Nils Tveit Holding og i samarbeid med Drammen kommune. Rapporten er én av flere delutredninger.

Foreliggende rapport gir overordnede geotekniske vurderinger for detaljregulering i forbindelse med utbygging på tomten samt vurdering av om det er reell fare for kvikkleireskred (områdestabilitet).

Revisjon 03 av notatet inneholder endringer i forbindelse med uavhengig kontroll utført av Multiconsult AS. Endringene er markert med loddrett strek i venstre marg.

Planprogrammets kapittel 6.13 lyder:

«Planen må redegjøre for grunnforhold, herunder om det eksisterer forurenset grunn innenfor planområdet.»

Forurenset grunn omtales imidlertid i et eget notat.

NVE hadde følgende innspill til planprogram for områderegulering som forelå i 2014:

Om det avdekkes kvikkleire i området må geoteknisk ekspertise vurdere hele kvikkleiresonen, utløpsområde for skred, stabiliteten i området og nødvendige sikringstiltak. Det er videre viktig at områdestabiliteten vurderes.

NVE mener at det på reguleringsplannivå må utredes om det er reell fare for flom eller skred. Dersom det konkluderes med at det er områder som er flom- eller skredutsatt, må faresonen avmerkes på kartet som hensynssone jf. Pbl § 12-6, og tilknyttes bestemmelser som forbyr eller setter vilkår for bygging og tiltak.

Rapporten har som hensikt å svare ut planprogrammet og NVEs innspill.

2 Sammendrag

Grunnforhold:

Ut fra utførte grunnundersøkelser på planområdet er dybden til berg målt til mellom 15 og 40 m. Det er påvist kvikkleire i alle prøveserier med unntak av én. Feltundersøkelser indikerer meget bløte masser i de fleste borpunkt utført på planområdet. For den nordlige delen av området er det påstøtt bløte masser fra ca. 2-5 m dybde. Kvikkleire er påstøtt fra 5 m dybde i den ene prøveserien, men med 2 m prøveintervall antas det at det kan forekomme kvikkleire fra 3 m dybde. I området mot sør og Drammenselva er det påstøtt bløte masser fra 3 m dybde. Det er indikert kvikkleire fra 12 m dybde i ene prøvepunktet sør på området.

Områdestabilitet:

Det er utført stabilitetsberegninger i to profiler for dagens situasjon, ett mot Drammenselva og ett mot bekken i nord, se Figur 8. Beregningene gir en sikkerhetsfaktor på ca. 1.

Tiltaket plasseres i tiltakskategori K4, som tilsvarer større tilflytting/personopphold i området, samt at utført ROS analyse viser at tiltaket havner i faregradsklassifisering «høy» og risikoklasse 5., og NVE 7/2014 krever da at områdestabiliteten skal dokumenteres med sikkerhetsfaktor $\geq 1,4$ ved stabilitetsberegninger, eller vesentlig forbedring i henhold til tabell 5.2 i NVE 7/2014. Vurderinger og beregninger skal kvalitetssikres av uavhengig foretak.

Stabiliserende tiltak som avlastning og motfylling anses å ikke være mulig å gjennomføre som følge av topografi samt eksisterende og planlagt bebyggelse i området. Det er derfor sett på løsning med forsterkning med kalksementpeler, noe som medfører krav til sikkerhet $\geq 1,4$.

For å tilfredsstille krav om sikkerhetsfaktor på 1,4 ned mot Drammenselva må det stabiliseres med kalksementpeler på planområdet og ned mot Drammenselva. Utbredelse og omfang er skissert i kapittel 7.11 og tegning V-006. For å oppnå nødvendig sikkerhetsfaktor mot ravinen i nord er det to alternativer som kan benyttes. Alternativ 1: Det stabiliseres under fortau og deler av Rosenkrantzgate for å sikre områdestabilitet for tiltaksområdet og vei. Alternativ 2: Det etableres en barriere med kalksementpeler inne på planområdet for å hindre at et initialskred forplanter seg bak til planområdet, og sikrer områdestabiliteten for tiltaksområdet. Begge alternativene er skissert i Figur 19.

Det må installeres poretrykksmålere i ulike dybder for overvåkning under installering av kalksementpeler.

Geoteknisk vurdering:

På grunn av at grunnforholdene består av bløte masser, vil det være behov for oppstøtningstiltak (for eksempel spunt) for å etablere byggegrep. Graveskråninger kan etableres med en helning ikke brattere enn 1:3. På grunn av bløte masser vil det være behov for å føre fundamenter til berg for å hindre store setninger. Bløte masser på store deler av planområde kan medføre at det vil være behov for kalksementstabilisering for å få nok mothold i løsmassene ved etablering og utgraving av byggegrep.

Bekkeåpning

Det er vurdert tre alternativer for sentralparken. Bekkeåpningen (Alternativ 1 og 2) er planlagt med dybde opp til 7 m fra dagens terreng og massene er meget bløte fra ca. 1-2 m dybde. Alternativ 3 er etablering av vannspeil/bekkeåpning på terreng fra de sentrale delene av parken. Det er usikkert hvor stor utgraving dette krever, og bekkeåpningen må erosjonssikres. Løsning for alternativ 3 er dermed vurdert på samme måte som alternativ 1 og 2.

Det vil være behov for å stabilisere med kalksementpeler for å kunne etablere den planlagte bekkeåpningen og sikre lokalstabilitet.

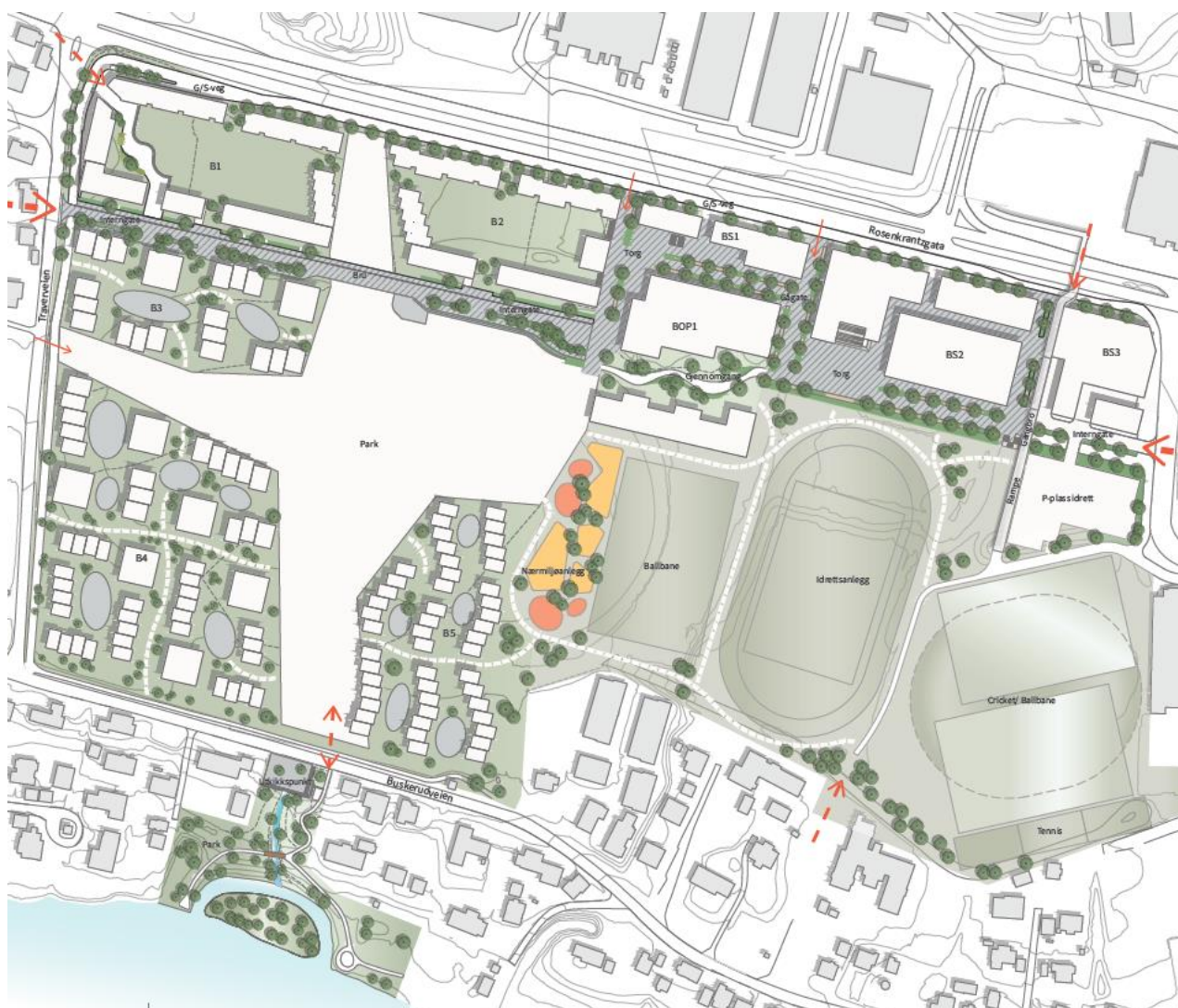
I området mellom Buskerudveien og Drammenselva er det stor risiko for at det ikke er gjennomførbart med bekkeåpning, både fordi terrenget er for bratt for kalksementpelerigger og fordi selve skråningen mest sannsynlig ikke er stabil og det vil bli behov for å stabilisere massene i elva også.

Skråning ned til bekkebunn må etableres med helning 1:3 eller slakere og må erosjonssikres.

Alle alternativene med bekkeåpning (alt. 1-3) anbefales skrinlagt da de medfører store usikkerheter med tanke på kostnader, anleggsgjennomføring og risiko.

3 Prosjektet

Det planlegges å etablere boligblokker, nærings- og helsebygg, barnehage og flere idrettsanlegg på området, se Figur 1. I senter av planområdet er det planlagt å etablere park. Bekkeåpning (alt. 1-3) er vurdert.



Figur 1. Foreløpig kart som viser planlagt utbygging

4 Topografi og grunnforhold

4.1 Topografi

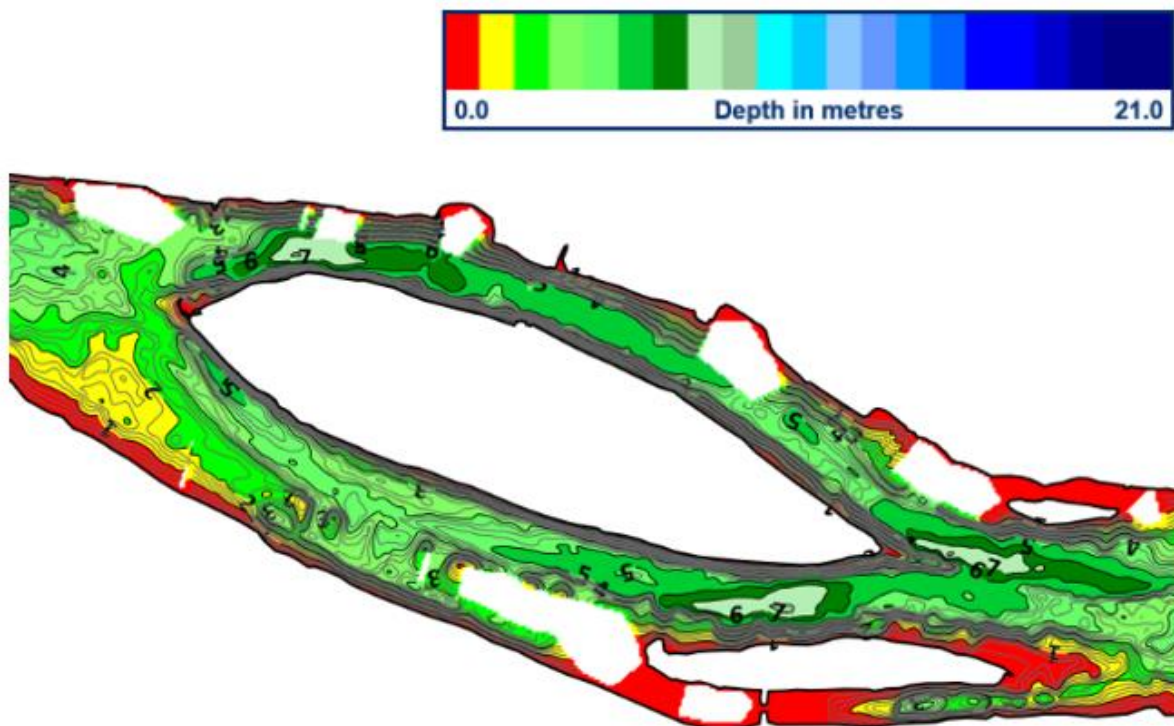
Planområdet ligger vest for Drammen sentrum, rett nord for Drammenselva ved eksisterende Drammen travbane.

Terrenget fra platået med travbanen ned mot Drammenselva heller først med ca. 1:28 ned til Buskerudveien. Deretter heller det brattere med ca. 1:9 fra Buskerudveien og ned til «turveien» ved elvebredden. Fra «turveien» og ned til selve elvebredden heller terrenget med 1:2,5. Gjennomsnittlig helning på terrenget ned mot Drammenselva blir ca. 1:10. slakt fra kote +12 i nord mot Drammenselva

i sør på kote +1. Fra vest mot øst varierer høyden av terrenget, men har en generell helning fra vest mot øst fra kote +12 til kote +6.

Terrenget fra Rosenkrantgata og ned mot bekken i nord har en helning på 1:1,3.

Det er ikke utført innmåling av elvebunn, men iht. dybdekart.no basert på ekkoloddmålinger med GPS utført av privatfartøy, er det antatt at dybden i elven er 7-8 m. Innmålinger av elvebunn er vist i Figur 2.



Figur 2: Innmålt elvebunn med GPS og ekkolodd.

4.2 Grunnforhold

Hele området ligger under marin grense, og kvartærgeologisk kart indikerer at løsmassene på området består av fyllmasser og tykk havavsetning, se Figur 3.

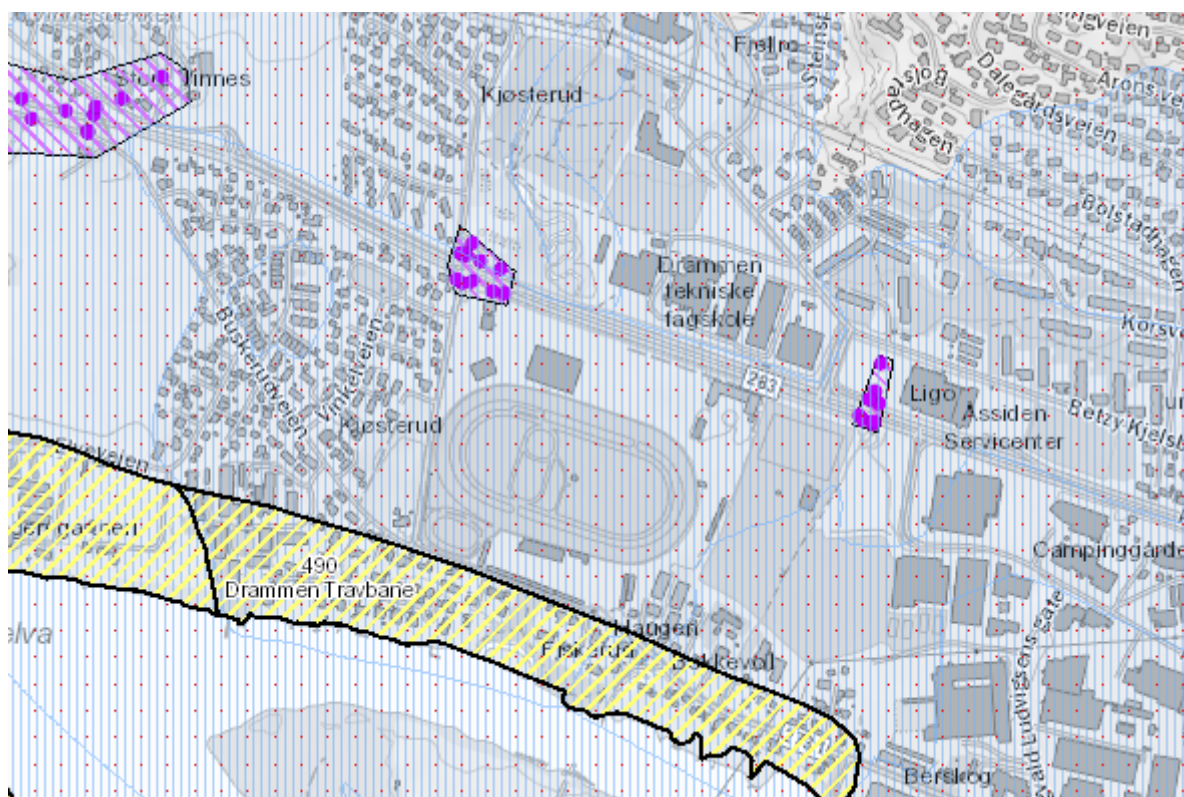
Løsmasser

- Tynn morene
- Tykk morene
- Avsmeltingsmorene
- Randmorene
- Breelvavsetning
- Bresjø-/innsjøavsetning
- Tynn hav-/strandavsetning
- Tykk havavsetning
- Marin strandavsetning
- Elveavsetning
- Vindavsetning
- Forvitningsmateriale
- Skredmateriale
- Steinbreavsetning
- Torv og myr
- Tynt humus-/torvdekke
- Fyllmasse
- Bart fjell, stedvis tynt del



Figur 3: Kvartærgeologisk kart hentet fra NGUs karttjeneste.

Det er påvist kvikkleiresone sør for planområdet, se Figur 4. Kvikkleiresonen er et løsnemråde med faregrad lav. I tillegg har Statens Vegvesen påtruffet punkter med kvikkleire nord for planområdet.



Figur 4: Kvikkleiresone avmerket med gult og punkter med påvist kvikkleire i rosa. Hentet fra NVEs karttjeneste.

5 Prosjektforutsetninger

5.1 Myndighetskrav

5.1.1 Forskrifter:

- TEK 17 § 7 Sikkerhet mot naturpåkjenninger
- TEK 17 § 10-2 Konstruksjonssikkerhet
- SAK 10 Byggesaksforeskriften

5.1.2 Prosjekteringsstandarder

- NS-EN 1990:2002+A1:2005+NA:2016 (Eurokode 0 – Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner)
- NS-EN 1997-1:2004+A1:2013+NA:2016 (Eurokode 7 – Geoteknisk prosjektering)
- NS-EN 1998-1:2004+A1:2013+NA:2014 (Eurokode 8 – Prosjektering av konstruksjoner for seismisk påvirkning)

5.1.3 Veiledninger og retningslinjer

- NVE Veileder 7/2014 – Sikkerhet mot kvikkleireskred, vurdering av områdestabilitet ved arealplanlegging og utbygging i områder med kvikkleire og andre jordarter med sprøbruddegenskaper

5.2 TEK17 § 7 Sikkerhet mot naturpåkjenninger

TEK 17 § 7-2 og 7-3 stiller krav til sikkerhet mot flom, stormflo og skred. For skred skal følgende skredmekanismer undersøkes (hentet fra forskriftens veileder): skred i fast fjell (fjellskred og steinsprang), i løsmasser (jordskred, flomskred og kvikkleireskred) og i snø (laussnøskred, flakskred og sørpeskred).

Det er registrert kvikkleire i området som medfører krav til vurdering av områdestabilitet. Tiltaket havner i K4, «Tiltak som medfører større tilflytning/personopphold...», i henhold til NVE 07/2014, og utløser derfor krav om kontroll av et uavhengig foretak.

5.3 Geoteknisk kategori, pålitelighetsklasse og kontrollklasse

Eurokode 7 stiller krav til prosjektering ut fra geoteknisk kategori og pålitelighetsklasse (CC/RC). Fastsettelse av geoteknisk kategori og pålitelighetsklasse gir krav om kontrollklasse for prosjektering.

Utbyggingen av Åssiden skal gjøres i et område hvor det er registrert store dybder til fjell og kvikkleire. Tiltaket vil havne i **geoteknisk kategori 2**.

For tiltaket velges **pålitelighetsklasse 3** for næringsbyggene og idrettsanleggene «*Byggverk med store ansamlinger av mennesker (tribuner, kinosaler, sportshaller, kjøpesentre, forsamlingslokaler, osv.)*» og **pålitelighetsklasse 2** for boligblokker og barnehage «*Kontor- og forretningsbygg, skoler, institusjonsbygg, boligbygg osv.*» som gir **prosjekteringskontrollklasse 2 og 3** (PKK2/PKK3) og **utførelseskontroll 2 og 3** (UKK2/UKK3) etter Eurokode 0. **PKK2 og UKK2** stiller krav til egenkontroll, intern systematisk kontroll og en utvidet kontroll for både prosjekteringskontrollklasse og utførelseskontroll. Utvidet kontroll begrenses til en kontroll av at egenkontroll og intern systematisk kontroll er dokumentert av det prosjekterende foretaket samt kontroll av stabilitet. **PKK3** stiller også krav til at det skal gjennomføres kontroll av konstruksjonens hovedbæresystem og stabilitet ved geoteknisk prosjektering. For utførelseskontrollklasse **UKK3** stilles det også krav til at det utførte arbeidet kontrolleres tilstrekkelig til å gi tillit til at arbeidet er tilfredsstillende. Kontrollen kan basere seg på stikkprøver og være tilpasset de funn som er gjort. Spesielt viktige og kritiske områder av betydning

for byggverkets sikkerhet skal kontrolleres. Kontrollen utføres parallelt med utførelsen der det er hensiktsmessig.

5.4 Dimensjonering for jordskjelv

Eurokode 8 setter krav til at alle konstruksjoner i Norge skal motstå seismisk påvirkning. Tilfeller der det er gitt mulighet å utelate påvisning av konstruksjoner for seismisk påvirkning vurderes av RIB.

Eurokode 8 klassifiserer de planlagte byggene i seismisk klasse II for boligbygg og seismisk klasse III for sportsarenaer og institusjonsbygg.

Det er påvist kvikkleire på området. Basert på dette klassifiseres grunnen som grunntype S2. iht. Eurokode 8, tabell NA.3.1. For grunntype S2 er det ikke angitt standardisert horisontalt elastisk responsspekter i Eurokode 8. Det anbefales at responsspekter defineres med en lineær dynamisk analyse av bølgeforplantning i de stedige massene.

6 Grunnundersøkelser

De supplerende grunnundersøkelsene som ble utført i uke 25 og 26 i 2019 gir tilstrekkelig grunnlag for en reguleringsplan. Grunnundersøkelsen er presentert i 1350034996 G-rap-001 Datarapport – grunnundersøkelser, utarbeidet av Rambøll 19-09-2019.

Grunnundersøkelsene består av totalsonderinger, CPTU-sonderinger, opptak av prøveserier og poretrykksmålinger. Plassering og dybde av sonderingene er basert på anbefalinger i NVEs veileder. I jevnt hellende terreng plasseres boringene midt i skråningen og føres ned til en dybde tilsvarende skråningens totale høydeforskjell. I platåterreng utføres boringene inne på platået i en avstand fra skråningstopp lik 1,5 x høyden på skråningen. Boringene føres ned til en dybde lik 1,5 x skråningshøyden.

Total høydeforskjell er basert på innmålinger på 18 m, noe som gir nødvendig boreddybde på 27 m. Det er utført boringer ned til 30-40 m dybde fra terreng. Dermed vurderes sonderingsdybden som tilstrekkelig og at kritiske glideflater ikke vil gå dypere enn sonderingsdybdene.

Prosjekterende geotekniker må vurdere behov for flere grunnundersøkelser i forbindelse med detaljprosjektering.

7 Områdestabilitet

Kvikkleiresoner skisseres i henhold til NVE 07/2014, i henhold til kap.4.5.

7.1 Nøyaktighet av utredningen

Denne utredningen gjøres i forbindelse med detaljregulering av planområdet for utbygging. Tiltaket vurderes å ligge i tiltakskategori K4, «*Eksempler er mer enn to eneboliger/fritidsboliger, rekkehus/boligblokk, ..., næringsbygg, kontorbygg, idrettsanlegg[...]*».

7.2 Kartlegging av marin grense

Planområdet ligger under marin grense iht. NVEs karttjeneste for kvikkleire, se Figur 4.

7.3 Avgrensning av områder med marine avsetninger

Som beskrevet i kapittel 2 forventes det marine avsetninger på planområdet.

7.4 Avgrensning av aktsomhetsområder basert på topografi

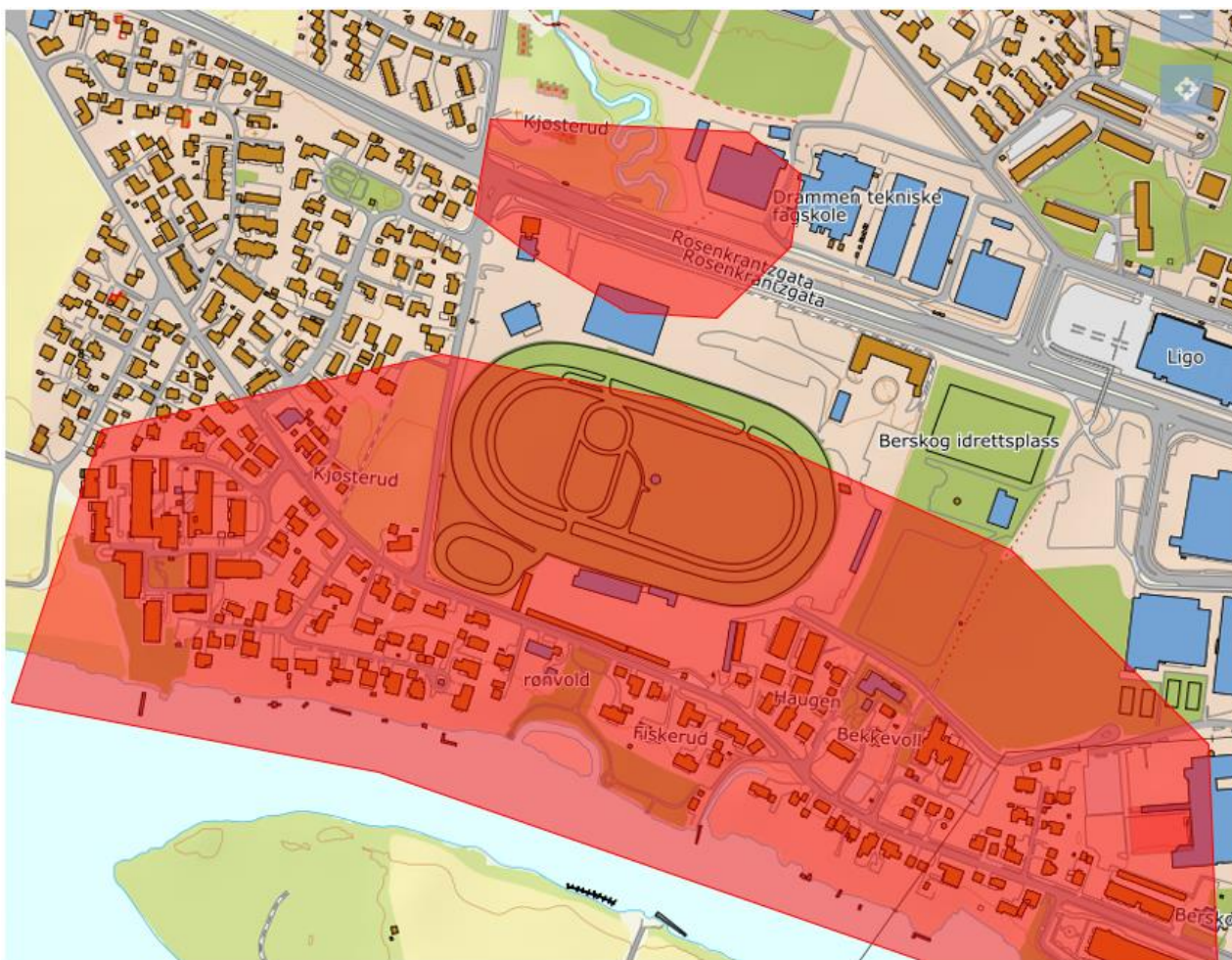
Terrengkriterier som fanger opp områder der det kan gå områdeskred:

- Jevnt hellende terreng brattere enn 1:20 og total skråningshøyde > ca. 5 m
- I platåterreng: høydeforskjeller på 5 m og mer, inkl. dybde til elvebunn/for marbakke
- Maksimal bakovergrepene skredutbredelse = 20 x skråningshøyde, målt fra skråning/marbakke/bunn ravine

Helningen fra området sør mot Drammenselva har en helning på ca. 1:8 og skråningshøyde på mer enn 5 meter i området sør for travbanen. Det er ikke utført prosjektspesifikk innmåling av elvebunnen og derfor er ikke helning ned til bunn av elva nøyaktig kjent. Iht. dybde.kart.no basert på ekkoloddmålinger med GPS utført av privatfartøy er det antatt at dybden i elven er 7-8 m. Innmålt elvebunn er vist i Figur 2.

Lengre mot øst er det flere steder med brattere helning enn 1:8 mot Drammenselva. Skråningen ned i ravinen med bekken nord for planområdet har en helning på ca. 1:1,3 og skråningshøyde større enn 5 meter.

Figur 5 viser mulige aktsomhetsområder i terrenget som tilsier fare for områdeskred basert på maksimal bakovergrepene skredutbredelse og kjent utbredelse av kvikkleire. Aktsomhetsområdet kan ha større utbredelse enn det som er vist. Det er kun vist det som ansees være aktuelt for planområdet.



Figur 5: Områder som tilsier mulig fare for områdeskred med bakgrunn i topografien og krav om 20 x H eller 1:20 helning.

7.5 Grunnforhold

Det er utført 18 totalsonderinger, 2 CPTU, tatt opp 5 prøveserier bestående av 54 mm sylindere og satt ut 2 piezometer på planområdet. Det ene piezometeret har vist seg å være defekt i ettertid.

Grunnundersøkelsene viser at det er generelt store dybder til fjell. Nord for planområdet er det ca. 15 m til fjell og fjelldybden øker sørover mot Drammenselva til en dybde mot 40 m. Mot øst øker dybden til mellom 30 og 40 m til fjell.

Grunnvannstanden er målt til å ligge på ca. kote +6 og viser lite variasjon i perioden det er målt. Løsmassene består av svært lite permeable masser og derfor anses det en større variasjon i grunnvannstand med flomvannstand som lite sannsynlig.

Det er påvist kvikkleire i alle prøveserier med unntak av en. Gjennomførte totalsonderinger indikerer at det er meget bløte masser i de fleste borpunktene som er utført på planområdet. Dette verifiserer antakelsen om at området består av marine avsetninger med risiko for områdeskred utløst av initialskred.

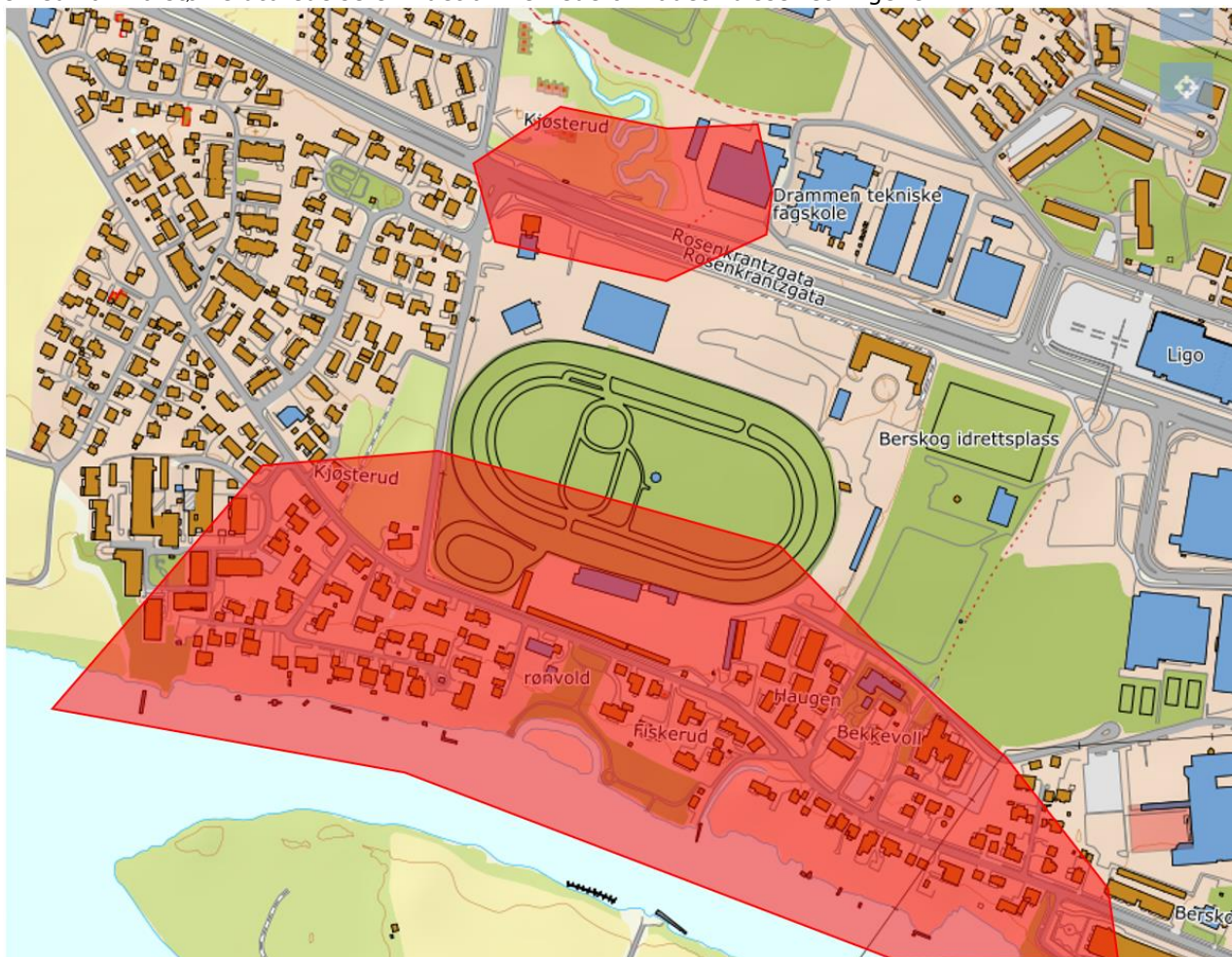
Dybden for bløte masser og kvikkleire varierer over området. For den nordlige delen av området er det påstøtt bløte masser fra ca. 2-5 m dybde. Kvikkleire er påstøtt fra 5 m dybde i den ene prøveserien, men med prøveintervall hver andre meter er det antatt at det kan påstøttet kvikke masser fra 3 m

dybde. I området mot sør og Drammenselva er det påstøtt bløte masser fra 3 m dybde. Det er indikert kvikkleire fra 12 m dybde i ene prøvepunktet.

7.6 Avgrensning av løsneområder

Løsneområdene som er vist med rødt i Figur 6 viser til en utbredelse 15 x skråningshøyde eller helning 1:15. Avmerket område er det som anses som påvirkelig av tiltak innen tiltaksområdet, men det kan potensielt være løsneområder både lengre opp- og nedstrøms enn det som er angitt.

Det ikke kjent om løsmassene på områdene vest og øst for planområdet består av kvikkleire, og om et skred kan ha større utbredelse enn det avmerkede området i disse retningene.



Figur 6: Løsneområder er avgrenset med rødt.

7.7 Vurdering og avgrensning av utløpsone

Utløpsområde mot nord: Løsneområde og volum av skredmasser er vurdert på bakgrunn av topografi og utredning 15*H i henhold til NVE 7/2014. Det vurderes at et utløpsområde potensielt kan utbre seg noe lengre oppover bekkeløpet enn inntegnet i rapporten, men grunnet ravinens topografi er utstrekningen begrenset. Massene vil ende i bunnen av ravinen i det området som ligger lavest, se Figur 7. Skredmasser vil ikke fortsette videre nord i ravinen da terrenget stiger i denne retningen.

Utløpsområde mot sør: Løsneområde og volum av skredmasser er vurdert på bakgrunn av topografi og utredning 15*H i henhold til NVE 7/2014. Basert på topografi er det antatt at løsmasser fra

løsneområdet vil havne i Drammenselven og fraktes nedover elven med vannmassene, se Figur 7. Utløpsone for skredmassene vil være sør mot Drammenselva hvor massene vil gå ut i elven og bevege seg vestover i elven.



Figur 7: Løsneområde markert med rødt og antatt utløpsområde markert med blått.

Mot nord vil massene ende i bunnen av ravinen i det området som ligger lavest. Skredmasser vil ikke fortsette videre nord i ravinen da terrenget stiger i denne retningen.

7.8 Avgrensning og faregradsevaluering av faresone

Faresone er vurdert på bakgrunn av topografi og grunnundersøkelser.

Det er utført en ROS-analyse for å vurdere skadekonsekvens og faregrad i faresonen, se vedlegg 1. ROS-analysen gir at skadekonsekvensen av et eventuelt områdeskred er «meget alvorlig», og faregradsklassen er «høy». Dette setter planområdet i risikoklasse 5.

Løsneområder og utløpsområder er vurdert ut ifra planområdet som er undersøkt. Utbredelse kan være større enn avmerket på figurene, da det ikke foreligger grunnundersøkelser på områdene mot øst og vest.

7.9 Stabilitetsvurdering

I henhold til NVEs veileder 7/2014 skal Områder med tiltakskategori K4 og høy faregrad dokumenteres med stabilitetsanalyse at sikkerhetsfaktor for områdestabilitet $F_s \geq 1,4$ både med drenert og udrenert analyse.

Stabilitetsberegningene er utført med regneprogrammet Geosuite Stability. Geosuite Stability tar høyde for at udrenert skjærspenning varierer med hovedspenningsretningen, ved å benytte anisotropifaktorer (ADP-analyse).

7.9.1 Valg av snitt

Det er beregnet stabilitet for to antatt kritisk snitt for å vurdere dagens situasjon, beliggenhet av beregningsprofilene er vist i Figur 8. Snitt B er valgt på bakgrunn av største helning fra planområdet ned til bekkeløpet. Snitt A er valgt på bakgrunn av største helning og størst høydeforskjell ned mot Drammenselva. Det er utført beregninger med og uten øya, uten at dette har signifikant innvirkning på resultatene. Årsaken til dette er at i beregningen med øy er det hensyntatt innmålinger av elvedybden, mens i beregningene uten øy er det lagt inn en slakere helning ned og i Drammenselva.



Figur 8: Kritiske snitt tatt ut for stabilitetsberegninger

7.9.2 Parametervalg

Tolkede parametere for de ulike lagdelingene i grunnen er basert på resultater fra laboratorieanalyser av opptatte prøver. Der det ikke har vært god kvalitet på eller mangler data, benyttes erfaringsverdier fra Håndbok V220 og V221, samt NIFS rapport 14/2014. Parametere benyttet i beregninger er vist i Tabell 1 og Tabell 2.

Tørskorpeleire:

Det er benyttet erfaringsverdi hentet fra Statens vegvesens håndbok V220 og kun benyttet friksjonsvinkel og kohesjon, ikke udrenert fasthet.

Leire, sprøbrudd og kvikkleire:

Friksjonsvinkel (effektivspenningsanalyse)

Det er utført to treaksialforsøk i borpunkt 3 og 17 som skulle danne grunnlag for valg av friksjonsvinkel i leira og kvikkleira. Siden treaksialforsøkene var både henholdsvis av «dårlig» og «akseptabel kvalitet» så er de ikke lagt vekt på, men det er benyttet erfaringsverdier fra Statens vegvesens håndbok V220.

Udrenert skjærfasthet, s_u (totalspenningsanalyse)

Udrenert skjærfasthet er satt til $0,25 \times p'_0$, en erfaringsverdi som ansees som konservativt for norske kvikkleirer med noe overkonsolidering. Normalt legges resultater fra CPTU og skjærfasthet fra laboratorieanalyser som grunnlag for tolkning av skjærstyrkeprofil, men i dette tilfellet viser CPTU dårlig poretrykksrespons og resultatene fra laboratoriet virker å være noe forstyrret. Når det utføres flere grunnundersøkelser så kan det tenkes at man kan legge skjærfastheten høyere, men dette er vanskelig å forutse i denne type masser. Valg av S_u -profil vises i tolkningsark for CPTU i vedlegg 2 og vedlegg 3.

ADP (totalspenningsanalyse)

ADP-faktorer er valgt i henhold til NIFS rapport 14/2014 og gjennomsnittlig målt I_p fra borpunkt 17 og 18 for beregningsnitt B-B. Med en målt $I_p > 10\%$ er verdiene konservativt satt. I tillegg er det utført beregning der A_a er redusert med 15% for å ta hensyn for korrelasjon mot blokkprøver ved CPTU-tolkning av skjærfasthet selv om skjærfastheten ikke er tolket fra CPTU. Denne reduksjonen er konservativt medtatt for alle leirlag.

OCR

Basert på utførte ødometerforsøk er OCR tolket til 1,1.

Kalksementstabilisert leire:

Det foreligger ikke innblandingsforsøk og derfor er styrkeverdiene hentet fra Statens vegvesens håndbok V221. Styrketak for kalksementpeler installert med doble ribber i gittermønster er 175 kPa. Med dekningsgrad på ca. 75% gir dette en gjennomsnittlig skjærfasthet for det stabiliserte området på ca. 128 kPa. Med dekningsgrad på ca. 65% gir dette en gjennomsnittlig skjærfasthet for det stabiliserte materialet på ca. 105 kPa. ADP forhold for kalksementstabilisert materiale settes normalt til $A_a=1$, $A_d=1$ og $A_p=1$. Udrenert skjærfasthet benyttes også i effektivspenningsanalysen.

Tabell 1. Tolket lagdeling og parametere for beregningsnitt A-A

Materiale	Dybde fra terreng, [m]	Friksjonsvinkel, [°]	Kohesjon, [kPa]	Udrenert skjærfasthet, s_u , [kPa]	ADP-faktor		
					A_a	A_d	A_p
Tørreskorpeleire	0-2	33	3	-	-	-	-
Leire, sprøbrudd	2/4-12	24	2	C-profil/ $0,25 \times p'_0$	1,0/0,85	0,63	0,33
Kvikkleire	12- antatt berg	24	2	C-profil/ $0,25 \times p'_0$	1,0/0,85	0,63	0,33
Kalksementstabilisert leire	2- antatt berg	-	-	128	1,0	1,0	1,0

Tabell 2. Tolket lagdeling og parametere for beregningsnitt B-B

Materiale	Dybde fra terreng, [m]	Friksjonsvinkel, [°]	Kohesjon, [kPa]	Udrenert skjærfasthet, su, [kPa]	ADP-faktor		
					Aa	Ad	Ap
Tørrskorpeleire	0-2	33	3	-	-	-	-
Leire, sprøbrudd	2-3	24	2	C-profil CPTU bp. 3	1,0/0,85	0,63	0,35
Kvikkleire	3- antatt berg	24	2	C-profil CPTU bp. 3	1,0/0,85	0,63	0,35
Kalksementstabilisert leire	2- antatt berg	-	-	105	1,0	1,0	1,0

7.9.27.9.3 Resultater

Stabilitetsberegningene er utført både som effektivspenningsanalyse (drenert) og totalspenningsanalyse (udrenert) i henhold til krav i NVEs veileder. Det er også sjekket ikke-sirkulære skjærflater for begge snitt.

Stabilitetsberegningene viser at for drenert analyse er sikkerheten tilfredsstillt, mens for udrenert analyse er sikkerheten for lav.

Området tilfredsstiller derfor ikke krav til sikkerhet mot områdeskred i dagens situasjon.

Resultater fra stabilitetsberegninger for snitt A og snitt B er vist i tegning nr. V-001, V-002, V-003, V-004 og V-005. Oppsummering av resultater for dagens situasjon er vist i Tabell 3 nedenfor.

Tabell 3: Resultater fra stabilitetsberegninger; kritiske flater oppgis.

Snitt	Totalspenningsanalyse	Effektivspenningsanalyse
Snitt A (tegn.nr. V-001)	1,06	1,13/2,59
Snitt B (tegn.nr. V-002)	1,08	1,15/2,09

7.10 Tiltak områdestabilitet

Det er registrert kvikkleire på tilnærmet hele planområdet på varierende dybder. Utførte beregninger viser at det ikke er tilfredsstillende sikkerhet for områdestabiliteten. Dette innebærer at det i forbindelse med utbygging av området må utføres tiltak for å forbedre områdestabiliteten.

Den enkleste metoden for å bedre områdestabiliteten er å avlaste på toppen av skråningen og/eller fylle opp motfylling i bunn av skråningen samt sikre elve- og bekkebredden for erosjon som kan initiere skred. For tiltak med avlasting/motfylling stilles det i NVEs veileder 7/2014 krav til dokumentasjon av at tiltaket har ført til en vesentlig forbedring. Et annet alternativ for å forbedre stabilitet er å benytte grunnforsterkning med for eksempel kalksementpeler, med krav til absolutt sikkerhetsfaktor $\geq 1,4$.

Erosjonssikring alene ansees ikke som et fullverdig tiltak for kunne dokumentere vesentlig forbedring.

Det ansees som lite aktuelt med tiltak som erosjonssikring, avlasting og motfylling i dette tilfellet siden det er boliger langs hele elvebredden, og det skal bygges enda flere boliger på platået over elva.

Basert på vurderingene ovenfor ansees grunnforsterkning med kalksementpeler som den mest reelle løsningen for å sikre områdestabiliteten.

7.11 Beregninger for forbedring av stabilitet

For å svare ut områdestabilitet må det iht. NVE 7/2014 vises til at tiltak som utføres gir en sikkerhetsfaktor på 1,4 eller bedre. Det er satt på en last tilsvarende en boligblokk med 7 etasjer og 1 kjeller. Dette tilsvarer ca. 2 m oppfylling med masser. Størrelse og utbredelse av last må verifiseres i detaljprosjekteringen. Ved peling av bygg vil for eksempel mye av lasten kunne føres under sprøbruddsmaterialet.

Det er utført en beregning på stabiliteten for begge snitt ved å stabilisere områder med kalksementpeler. Beregningene er utført på sirkulære og ikke sirkulære glideflater. Beregningene er utført for udrenert tilstand da dette er den kritiske tilstanden, basert på beregninger utført for dagens situasjon.

Materialparametere for det stabiliserte materialet baserer seg på SVV Håndbok V221 figur 1-7-11 som gir «Styrketak for skjærfasthet avhengig av pelekombinasjoner».

7.11.1 Snitt A

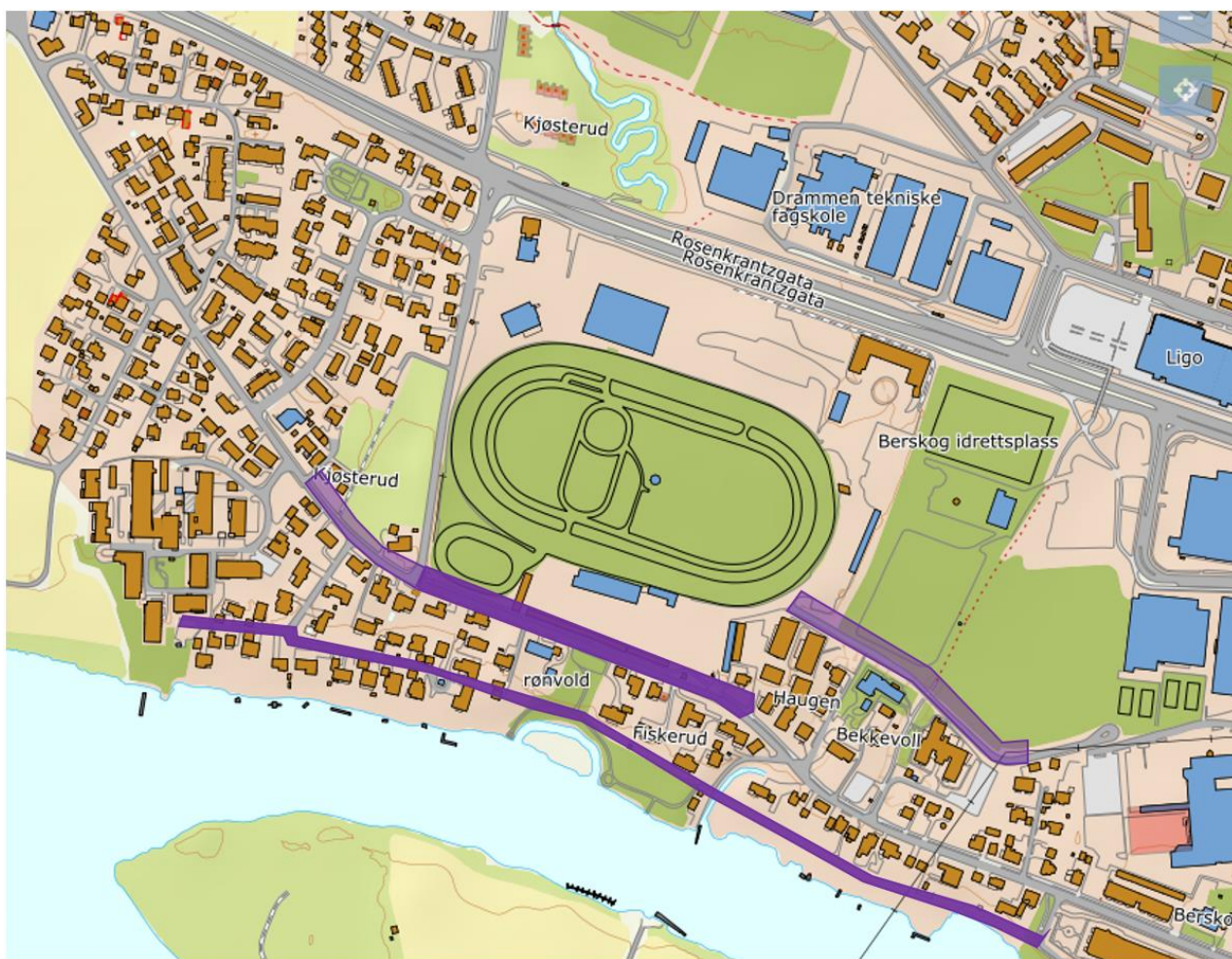
Ved å stabilisere området under Buskerudveien og 16 m nordover på planområdet med kalksementstabilisering til berg (ca. 40 m), forbedres områdestabiliteten samt det etableres en barriere som hindrer videre utbredelse av et eventuelt områdeskred. Området som må stabiliseres vises i Figur 9. Stabiliseringen på dette området gir ikke god nok sikkerhet for områdestabiliteten og det må utføres ytterligere tiltak.

Ved å etablere en stripe på ca. 9 m bredde og 40 m dybde med kalksementstabilisering fra vest mot øst langs Kaspara Larsens vei til vei som går sør fra Buskerudveien, se Figur 9, får vi en sikkerhetsfaktor på 1,38.

Kalksement-pelene anbefales å etableres som doble ribber i gitterstruktur med dekningsgrad på 75 %. Nøyaktig dekningsgrad og mønster må fastsettes i detaljprosjektering.

Områder som er merket med svakere farge i Figur 9 er områder hvor det kan oppstå behov for å stabilisere ved detaljprosjektering avhengig av resultat av supplerende grunnundersøkelser og laster fra bygg.

Ved å utføre disse tiltakene er områdestabiliteten tilstrekkelig iht. NVE 7/2014 for snitt A.



Figur 9: Områder som må stabiliseres med kalksementpeler for å oppnå nødvendig sikkerhetsfaktor ved snitt A. Områder som er merket med mindre farge er områder hvor det kan oppstå behov for å stabilisere ved detaljprosjektering.

7.11.2 Snitt B

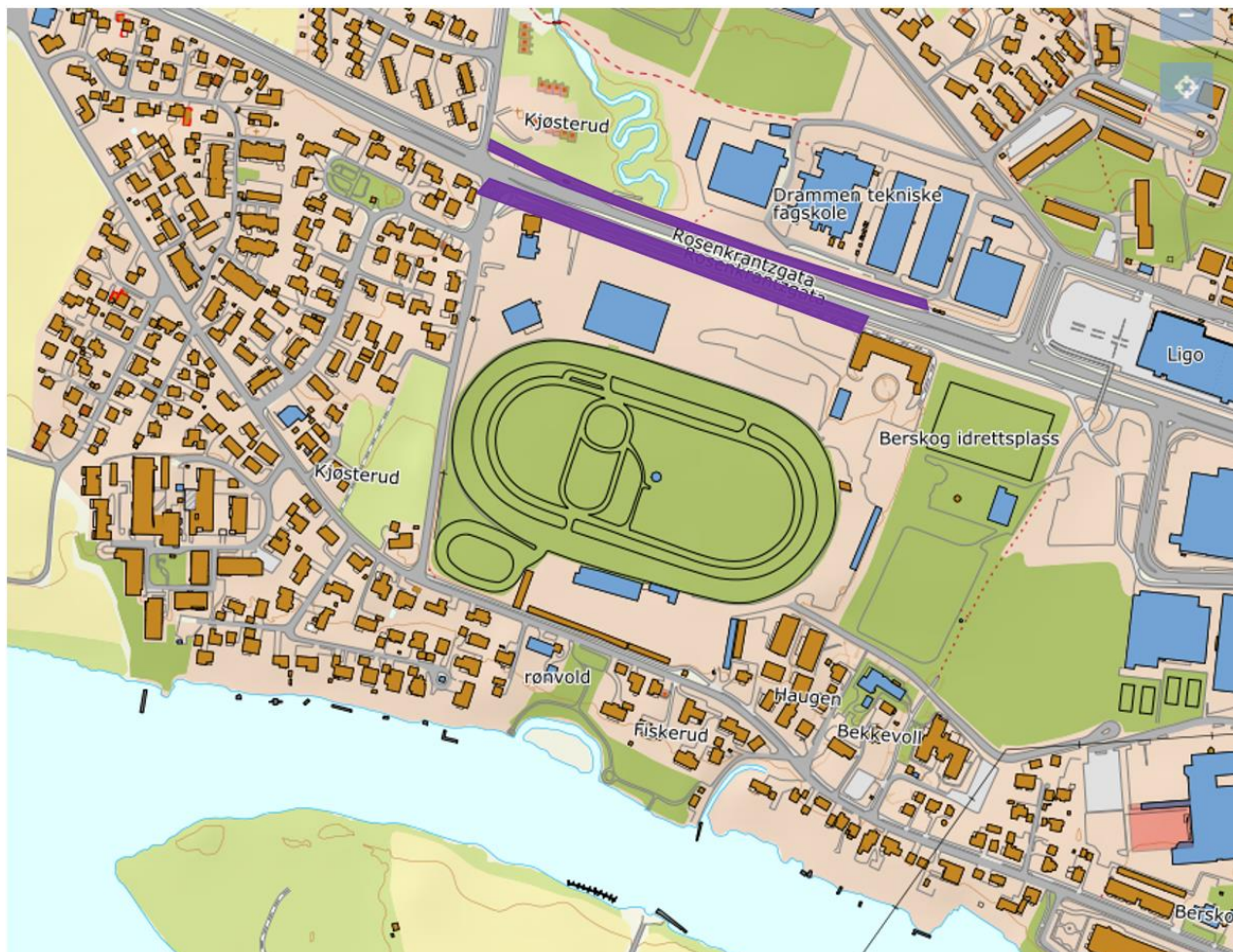
For å hindre en videre utbredelse av et områdeskred ved snitt B må det etableres en barriere fra eiendomsgrensen (planområdet) og ca. 16 m sørover under planlagte bygg, se Figur 10. Barrieren etableres med kalksementpeler i enkle ribber i gitterstruktur med 65 % dekningsgrad. Pelene etableres fra terrengoverflate til berg (ca. 25 m).

Etablering av kalksementpeler som en barriere forbedrer ikke stabiliteten til skråningen mot nord. Et alternativ for å øke områdestabiliteten for skråningen mot nord er å kalksementstabilisere fra fortauskant mot nord til veikant mot sør (ca. 7 m), se Figur 10. Dette gir en sikkerhetsfaktor på 1,38. For å oppnå denne sikkerheten må kalksementpeler etableres som enkle ribber i gitterstruktur med 65 % dekningsgrad og dybde på ca. 15 m under Rosenkrantzgate.

For snitt B er det to alternativer. Alternativ 1: Det kan etableres peler lengst mot nord under fortau og deler Rosenkrantzgata som ligger på utsiden av tiltaksområdet for å sikre områdestabilitet for vei og tiltaksområdet. Alternativ 2: Tiltaksområdet sikres ved å etablere en barriere inne på selve tiltaksområdet med kalksementpeler som hindrer et initialskred i å forplante seg inn til planområdet. For dette alternativet eksisterer det skjærflater med lavere sikkerhet enn 1,4, men disse påvirkes ikke av laster som etableres på planområdet.

Nøyaktig dekningsgrad og mønster må fastsettes i detaljprosjektering.

Ved å utføre disse tiltakene er områdestabiliteten tilstrekkelig iht. NVE 7/2014 for snitt B.



Figur 10: Områder der et av de to markerte områdene må stabiliseres med kalksementpeler for å oppnå nødvendig sikkerhetsfaktor ved profil B for tiltaksområdet.

7.12 Resultater før og etter tiltak

Resultatene før og etter tiltak vises i Tabell 4. For å kunne oppnå en sikkerhetsfaktor for områdestabilitet for begge profilene er det behov for stabilisering på utsiden av planområdet vist i Figur 9 og Figur 10. Tegning V-006 viser inntegnet tiltak i riktig målestokk.

Under utbygging av området vil det trolig være behov for kalksementstabilisering for å kunne etablere støttekonstruksjoner og utgravinger. Bruk av kalksementstabilisering på utsiden av det avmerkede området i Figur 9 og Figur 10, vil trolig ha positiv effekt på områdestabiliteten, og kan dermed medføre en mulig reduksjon av behovet for kalksementstabilisering som etableres utelukkende for å sikre områdestabiliteten.

Tabell 4: Sikkerhetsfaktor for områdestabilitet før og etter tiltak.

Snitt	Sikkerhet før tiltak		Sikkerhet etter tiltak	
	<i>Totalspenning</i>	<i>Effektivspenning</i>	<i>Totalspenning</i>	<i>Effektivspenning</i>
Snitt A (teg.nr. V-001 og V-003)	1,06	1,13/2,59	1,38*	-**
Snitt B (teg.nr V-002, V-004 og V-005)	1,08	1,15/2,09	1,38 (Alt.1)* 1,47 (Alt.2)***	-**

* Medfører stabilisering på utsiden av planområdet

** Ikke mest kritisk før tiltak

*** Ned til 1,08 for bruddsirkler som ligger utenfor tiltaksområdet

7.13 Erosjon og stabilitet av kalksementvegg i snitt A

Erosjonen i elven vil kun starte et initialskred langs elvebredden uavhengig av tiltak med kalksementpeler, men løsningen legger opp til at initialskredet vil stanse ved «veggen» av kalksementpeler. Omfanget av kalksementpeler anses som tilstrekkelig omfattende til at en eventuell erosjon ved elvebredden ikke vil kunne medføre ustabilitet av det KS-stabiliserte volum.

Rambøll vurderer at det er svært konservativt å anta at alle masser i forkant av KS-vegg raser ut ned til dybden av elvebunn. Dette tilsvarer en høyde på ca. 11, basert på antagelsen om at elvebunn ligger på 7 m dybde.

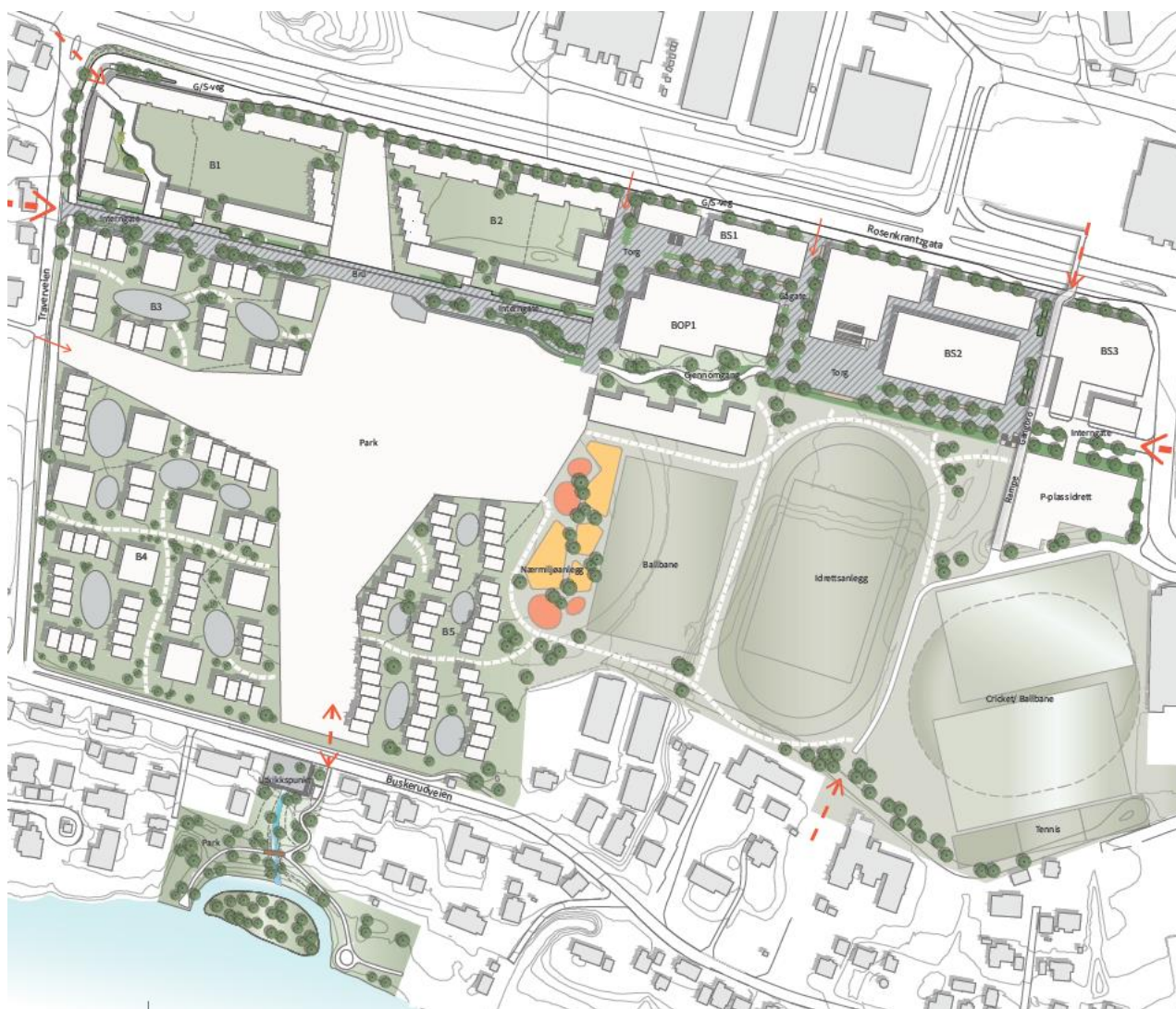
KS-veggen som er neddykket etter et eventuelt initialskred er over 2 ganger dybden på initialskredet, og 9 m bred. Et overslag på angrepspunkt viser at det er ca. 3 m forskjell i angrepspunkt etter et initialskred som beskrevet over. Kombinert med at KS-veggen vil være en tilnærmet solid vegg med stor egenvekt, med tilstrekkelig stivhet/«momenkapasitet» til å ta opp jordtrykket, vurderer Rambøll at stabiliteten til veggen er ivarettatt.

8 Lokalstabilitet

Den lokale stabiliteten må vurderes nærmere under anlegg- og prosjekteringsfase.

9 Geoteknisk vurdering av planlagt utbygging

Det er planlagt å etablere flere boligblokker, næringsbygg, barnehage og idrettsarena på planområdet, se Figur 11. Boligblokkene på tilsendte tegninger er planlagt å ha mellom 4 og 7 etasjer med kjeller under terreng. Byggene med næringslokaler og boliger har også mellom 4 og 7 etasjer med kjeller under terreng.



Figur 11: Foreløpig planområde med boliger, næringslokaler, barnehage, bekkåpning og idrettsarena.

9.1 Byggegrøp

Boligblokkene og næringsbygg er planlagt med primært en kjelleretasje under terreng. Dette medfører behov for utgraving av byggegrøp. Endelig utgravingsnivå er ikke fastsatt på dette prosjekteringsstadiet og må vurderes nærmere i en senere planfase. Det er tatt utgangspunkt i oversendte snittegninger av boligblokker og næringsbygg som skal etableres i nord langs veien.

Slik utgravingsnivå er skissert, er det sannsynlig at det blir graving i bløte/kvikke masser. Utgraving under grunnvannstand må hensyntas i prosjekteringen. I de områder hvor graveplanum havner i bløte

masser må det utføres tiltak for å få tilstrekkelig bæreevne for anleggsutstyr-maskiner. Magerbetong eller fiberduk med bærelag av grus/pukk kan vurderes, alternativt kalksementstabilisering av massene.

9.1.1 Åpen graveskråning

Utgraving med åpen graveskråning anbefales utført med graveskråning på minimum 1:3, og vil være utfordrende å utføre på grunn av meget bløte masser, og det bør vurderes spunt eller andre oppstøttingstiltak ved dype utgravinger. Spunt bør også vurderes der byggegrop kommer tett på eksisterende veier og konstruksjoner.

Utgraving med åpen graveskråning må dokumenteres stabilitetsmessig (drenert og udrenert situasjon etter NS-EN 1997-1:2004+A1:2013+NA:2016). Det antas at det kun kan vurderes å benytte graveskråning for mindre og grunne utgravinger.

9.1.2 Spunt

På gravedybde større enn ca. 2-3 meter må det forventes å benytte oppstøttingstiltak, for eksempel forankrede spuntvegger. Det er dypt til berg over hele planområdet og det ansees som mest hensiktsmessig med svevespunt.

Avstiving

Ved dyp utgraving må det forventes at spuntveggene må forankres eller støttes opp med stag eller stivere. Bakforankring med strekkstag er gunstigst for drift av byggeplassen. Det er dypt til berg i området og derfor ansees det ikke som økonomisk gunstig med bakforankrede stag til berg. Stag med forankring i løsmassene vil få meget lite kapasitet i de bløte leiravsetningene, og synes lite aktuelt i dette tilfellet.

På grunn av grunnforholdene vurderes det som mest aktuelt med å støtte opp spunt med innvendige stivere. Dersom det i detaljprosjekteringen likevel velges stagforankring enten til berg eller i løsmasser, må det legges vekt på skånsom installasjon.

9.1.3 Kalksementstabilisering

Ved etablering av byggegrop i kvikkleire og/eller meget bløt leire bør massene kalksementstabiliseres for å få nok mothold i løsmassene for spunt og for enklere utgraving fra byggegrop.

9.2 Fundamentering

Det er store dybder til berg og det vil mest sannsynlig komme store laster fra byggene, derfor anbefales det at byggene pelefunderes. Som følge av de bløte massene i grunnen må det legges vekt på skånsom installasjon av peler i detaljprosjekteringen.

Dimensjonering av peler utføres i senere prosjekteringsfase når laster fra byggene er kjent. Iht. seismiske forutsetninger angitt i kapittel 5, må det utføres seismisk dimensjonering av pelene.

9.3 Bekkeåpning

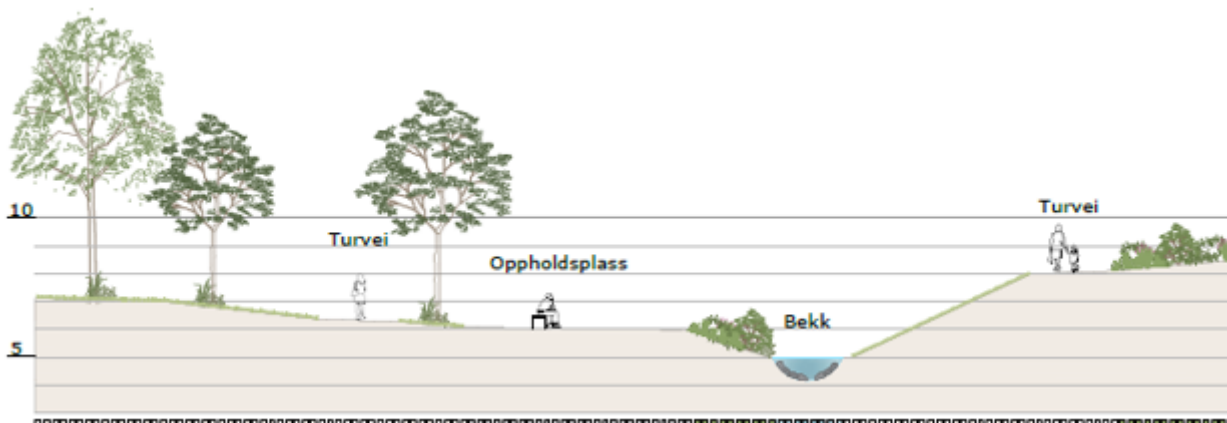
Det har blitt vurdert å etablere en bekkeåpning fra eksisterende bekk nord for området gjennom planområdet med utløp i Drammenselva, se Figur 12. Etablering av denne bekken vil medføre en utgraving/senkning av terrenget på ca. 6 meter, se Figur 13.



Figur 12: Situasjonskart for deler av bekkeåpning (utsnitt fra L004).

Etablering av bekkeåpning innebærer dyp utgraving i kvikkleire. Det vil bli behov for å forsterke hele området for bekkeåpningen med kalksementpeler for å sikre lokalstabilitet og for stabile skråninger ned mot bekken. Dette blir en omfattende jobb fordi det må kalksementstabiliseres med dype peler og like bredt som graveskråningenes utslag som antas etableres med helning 1:3.

Bekkeåpningen må også erosjonssikres for å unngå reduksjon av stabilitet av bekkeskråningene som følge av utvasking av masser.



Figur 13: Snitt av planlagt bekkeåpning.

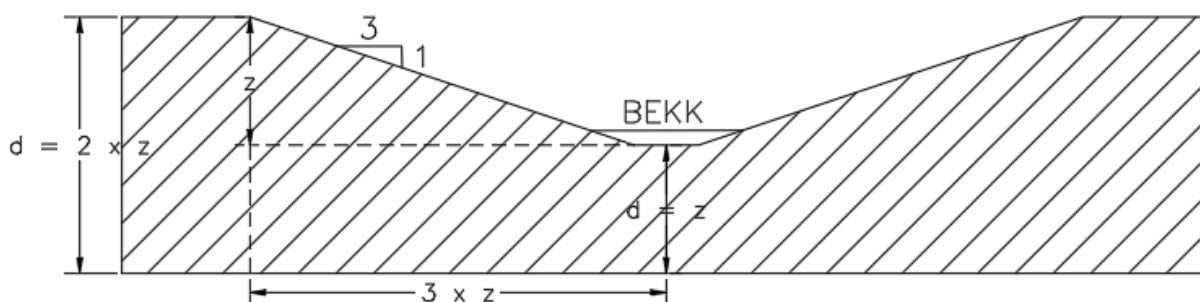
9.3.1 Utførelse for bekk

For å kunne etablere bekkeåpning og sikre lokalstabilitet må et større område stabiliseres med kalksementpeler. Det forutsettes at skråningen fra bekk etableres med en helning på 1:3 og at bekkeåpningen må erosjonssikres for å unngå reduksjon av lokalstabilitet som følge av utvasking av masser.

For å etablere bekkeåpningen med bekk 6 m under eksisterende terreng må det eksempelvis stabiliseres ca. 24 m ut fra start av bekk. I underkant av bekk skal det stabiliseres til 6 m dybde. På topp av skråning skal det stabiliseres til 12 m dybde. Dette tilsvarer et volum på ca. 504 m³ per meter bekk som skal stabiliseres for en bekkeåpning på ca. 3 m. Det skraverte området i Figur 14 viser områder som må stabiliseres ut fra plassering av bekk.

Stabilisering av bekkeåpningen som går ut i Drammenselva er kritisk, og det er stor risiko for at dette ikke er gjennomførbart. Terreng fra Drøbaksveien ned til elven er hellende og det vil kreve tiltak for å komme til med rigg. Det vil også være behov for å stabilisere noe ut i selve Drammenselva som vil medføre utfordringer.

Det er utformet tre ulike alternativer for mulig bekkeåpning. Omfanget av stabilisering for de ulike alternativene er vist i Figur 15, Figur 16 og Figur 17.



Figur 14: Illustrasjon av området som må stabiliseres for bekkeåpning.



Figur 15: Omtrentlig område som må stabiliseres for alternativ 1.



Figur 16: Omtrentlig område som må stabiliseres for alternativ 2.



Figur 17: omtrentlig område som må stabiliseres for alternativ 3.

9.3.2 Anbefalinger for bekk

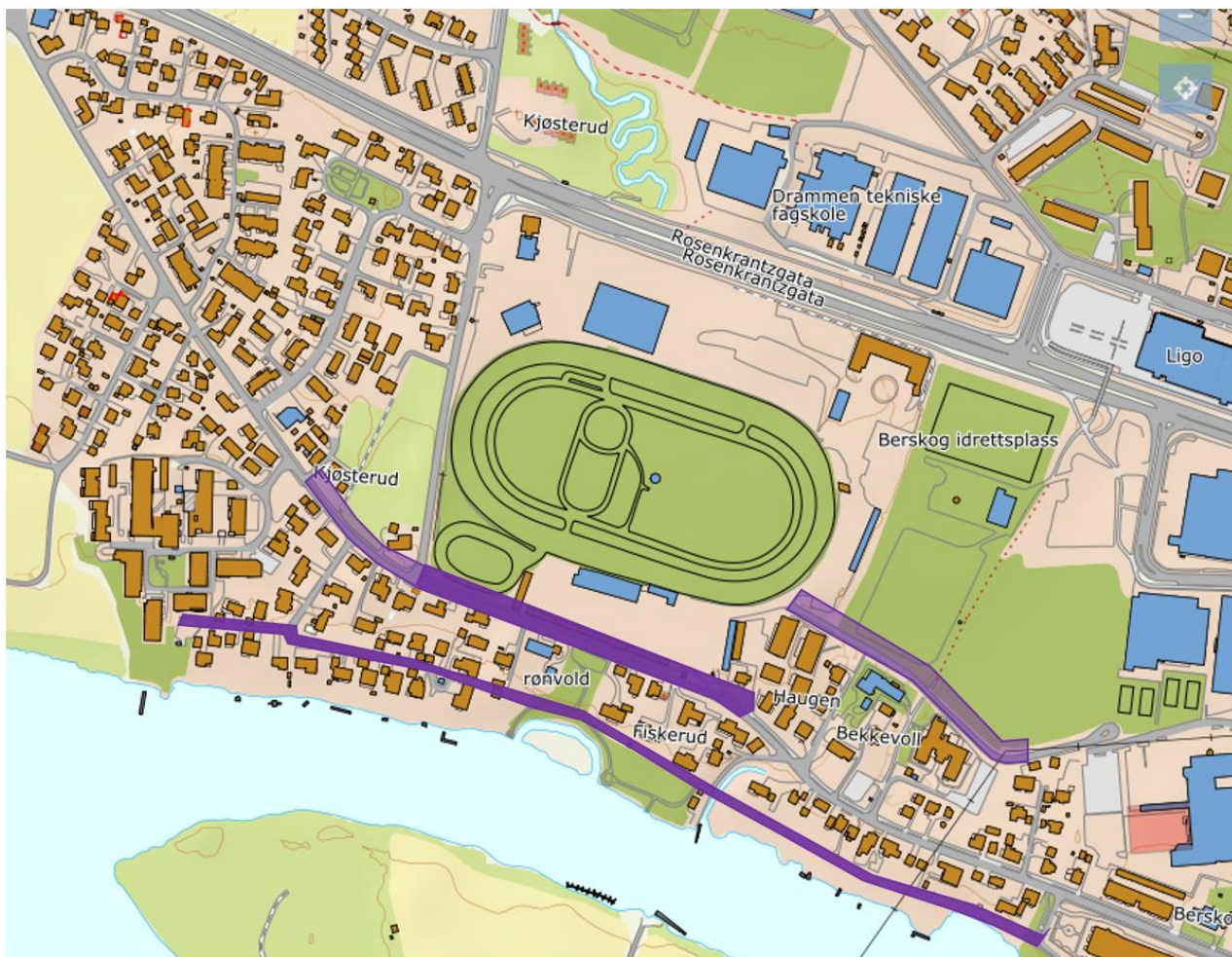
Arbeidene med å åpne bekken ned til Drammenselva slik det foreligger planer om anses å være meget kompliserte, uavhengig av hvilket alternativ som velges. Bekkeåpningen er planlagt å ligge dypt under dagens terreng og vil være umulig å etablere uten å kalksementstabilisere store områder rundt bekken. En bekkeåpning uten å kalksementstabilisere i omfang som vist i kapitlene ovenfor vil påvirke områdestabiliteten negativt; utgraving for bekken vil omrøre den sensitive leira og sette i gang utglidninger med retrogressiv oppførsel, dvs. et bakovergrepene skred som ikke stanser før det når masser som ikke er kvikke eller har sprøbruddsegenskaper. Det anses også som særdeles komplisert å kalksementstabilisere ned mot Drammenselva, som vil være det mest kritiske området i forbindelse med et områdeskred, på grunn av det bratte terrenget og vanskelig tilkomst for de store peleriggene.

Alternativ 3 er etablering av bekkeåpning/vannspeil i terreng. Det er usikkert hvor stor utgraving dette krever og bekkeåpningen må erosjonssikres. Løsning for alternativ 3 er dermed vurdert på samme måte som alternativ 1 og 2.

På grunn av den anstrengte stabiliteten og vanskelig tilkomst i skråningen ned mot Drammenselva så er det ikke tilrådelig med bekkeåpning.

10 Konklusjon

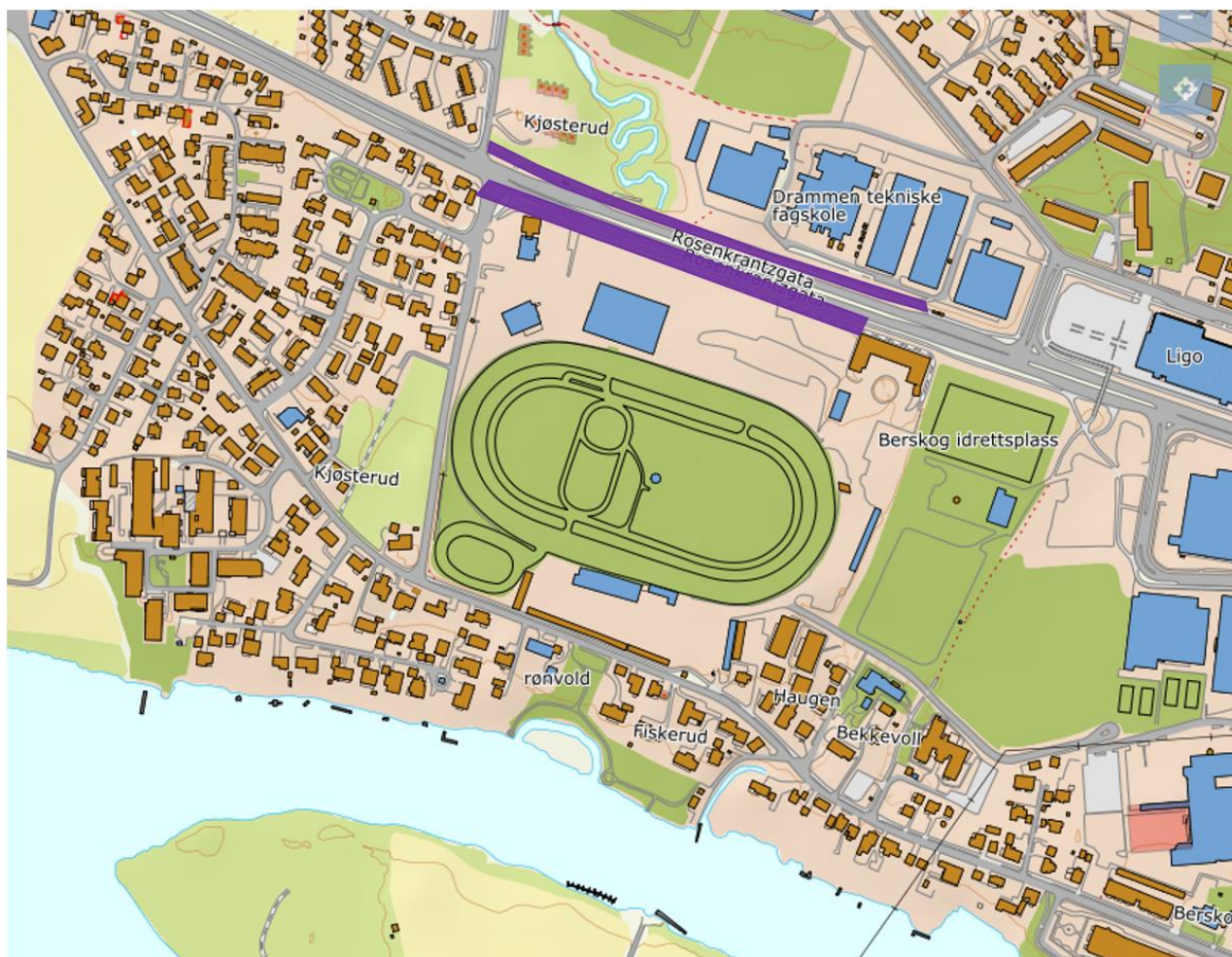
Det er påvist kvikkleire på store deler av planområdet, og området tilfredsstiller ikke krav til sikkerhet mot områdeskred i dagens situasjon i henhold til NVEs veileder. Nødvendige tiltak for å tilfredsstille krav til sikkerhet mot områdeskred i henhold til NVE Veileder 7/2014 er vist i Figur 18 og i Figur 19 nedenfor.



Figur 18: Omfang kalksementstabilisering ned mot Drammenselva.

Stabiliseringstiltak som må til for å oppnå tilfredstilende områdestabilitet ned mot Drammenselva er vist i Figur 18. Dette omfatter et område med bredde på 16 m fra sørsiden av Buskerudveien og nordover inn på planområdet. Det må også stabiliseres langs Kaspara Larsens vei der det etableres kalksementpeler i gitterstruktur med 9 m bredde. Det må stabiliseres til berg, dvs. til ca. 40 m dybde.

Kalksementpelene må som minimum etableres som doble ribber i gitterstruktur med 75 % dekningsgrad.



Figur 19. Omfang kalksementstabilisering mot bekken.

Stabiliseringstiltak som må til for områdestabilitet mot bekken nord for planområdet er vist i Figur 19. «Alternativ 1» omfatter stabilisering under fortau langs Rosenkrantzgata mot nord utenfor planområdet og har en bredde på ca. 7 m og ca. 15 m dybde. Dersom det ikke er mulig å etablere disse pelene kan det som «alternativ 2» etableres grunnforsterkning et område på 16 m fra eiendomsgrensen og sørover inn på planområdet, som sikring mot utbredelse av et eventuelt initialskred. Kalksementpelene føres til berg, dvs. til ca. 25 m dybde.

Kalksementpelene skal som minimum etableres som enkle ribber i gitterstruktur med 65 % dekningsgrad.

Arbeidene som må utføres for å gjennomføre ønsket bekkeåpning er ansett som meget kompliserte og kostbare, uavhengig av hvilket alternativ som velges. Det medfører store områder med kalksementstabilisering samt anleggs- og gravearbeider ned mot Drammenselva som kan påvirke områdestabiliteten negativt.

På grunn av den anstrengte stabiliteten og vanskelig tilkomst ned mot Drammenselva så er det ikke tilrådelig med bekkeåpning. Da det ikke tilrådes at bekkeåpning utføres er det ikke gitt noen videre anbefaling for utførelse i detaljprosjektering.

Videre arbeider som må utføres i detaljprosjekteringen:

1. Tiltak for områdestabilitet:

Stabilisering (kalksementpeler) som tiltak for å ivareta områdestabiliteten må detaljprosjekteres basert på løsning og omfang nevnt i foregående kapitler og det må dokumenteres tilstrekkelig sikkerhet for alle faser av utbyggingen i henhold til NVE veileder 7/2014. Det må utarbeides et oppfølgingsprogram for anleggsfasen slik at ikke selve arbeidene utløser skred.

Oppfølgingsprogrammet må inkludere overvåkning av poretrykket i og utenfor områdene som skal kalksementstabiliseres, særlig må peler som settes i selve skråningen følges opp nøye. Det må utarbeides rekkefølgebestemmelser for installeringen slik at effekten av økt poretrykk og omrøring av leire som følge av kalksementinnblanding ikke medfører utglidninger. Videre må det sikres i detaljprosjekteringen at det ikke skapes glidesjikt i over- og underkant av kalksementpelene. Kalksementpelene må prosjekteres og installeres opp til terreng og ha ulike lengder ned i dybden for å hindre slike glidesjikt.

2. Det må utføres supplerende grunnundersøkelser for detaljprosjektering av bygg og områdestabiliserende tiltak, inklusive supplerende poretrykksmålere for å se om det er variasjoner i grunnvannstand innenfor planområdet. Dette inkluderer også innmåling av elvebunn for å få bedre kontroll på stabilitetsberegninger mot elva.

3. For å hindre store setninger og grunnvannssenkning kreves det at det utarbeides et overvåkningsprogram med setnings- og poretrykksmålere.

4. Det er ikke anbefalt å gjennomføre bekkeåpning mellom Buskerudveien og Drammenselva. Det må vurderes om alternative løsninger er gjennomførbare: bekk i rør under terreng, alternativt styrt boring.

5. Prosjektering og utførelse av fundamentering skal utføres med skånsom installasjonsmetode med bakgrunn i at grunnen består av bløte og sensitive masser.

6. Prosjektering av byggegrøper med nødvendige tiltak for utbyggingen skal prosjekteres og dokumenteres iht. NS-EN 1997-1: 2004+A1:2013+NA:2016.

11 Forslag til planbestemmelser geoteknikkGenerelle bestemmelser

Alle grave- og fyllingsarbeider må utføres i henhold til anbefalinger fra geoteknisk sakkyndig.

Fundamenteringsmetoder må vurderes i detalj for hvert felt når det foreligger resultater fra supplerende grunnundersøkelser.

Bestemmelse til faresone for skred/områdestabilitet

Områdestabiliteten må sikres i alle prosjektets faser, det foreligger løsning og føringer for å tilfredsstillende områdestabiliteten i geoteknisk notat «1350034996-G-not-002 rev_03 Områderegulering Åssiden og Berskaug: Geotekniske vurderinger». Føringer lagt i notatet må videreføres i detaljprosjekteringen.

Det må ikke utføres graving, oppfylling eller andre tiltak som kan forringe områdestabiliteten uten at planen for disse arbeidene er forelagt og kontrollert av geoteknisk fagkyndig.

Det må utføres supplerende grunnundersøkelser for detaljprosjektering av fundamentering av bygg. Dette inkluderer også innmåling av elvebunn for å få utføre nærmere vurdering av tiltak som sikrer områdestabilitet og byggegrunnen. Vurderingen må utføres av geoteknisk fagperson.

Rekkefølgekrav

Prosjektering og tiltak innenfor faresone for skred skal være godkjent av fagkyndig før det kan gis igangsettingstillatelse.

Det skal dokumenteres at tiltak for å tilfredsstille sikkerhet mot områdeskred er utført før utbygging av området påbegynnes.

ref: "Program for økt sikkerhet mot leirskred, Metode for kartlegging og klassifisering av faresone, kvikkleire"
 20001008-2 datert 31 august 2001. Revisjon 3 datert 8 oktober 2008

Skadekonsekvens
Forklaring

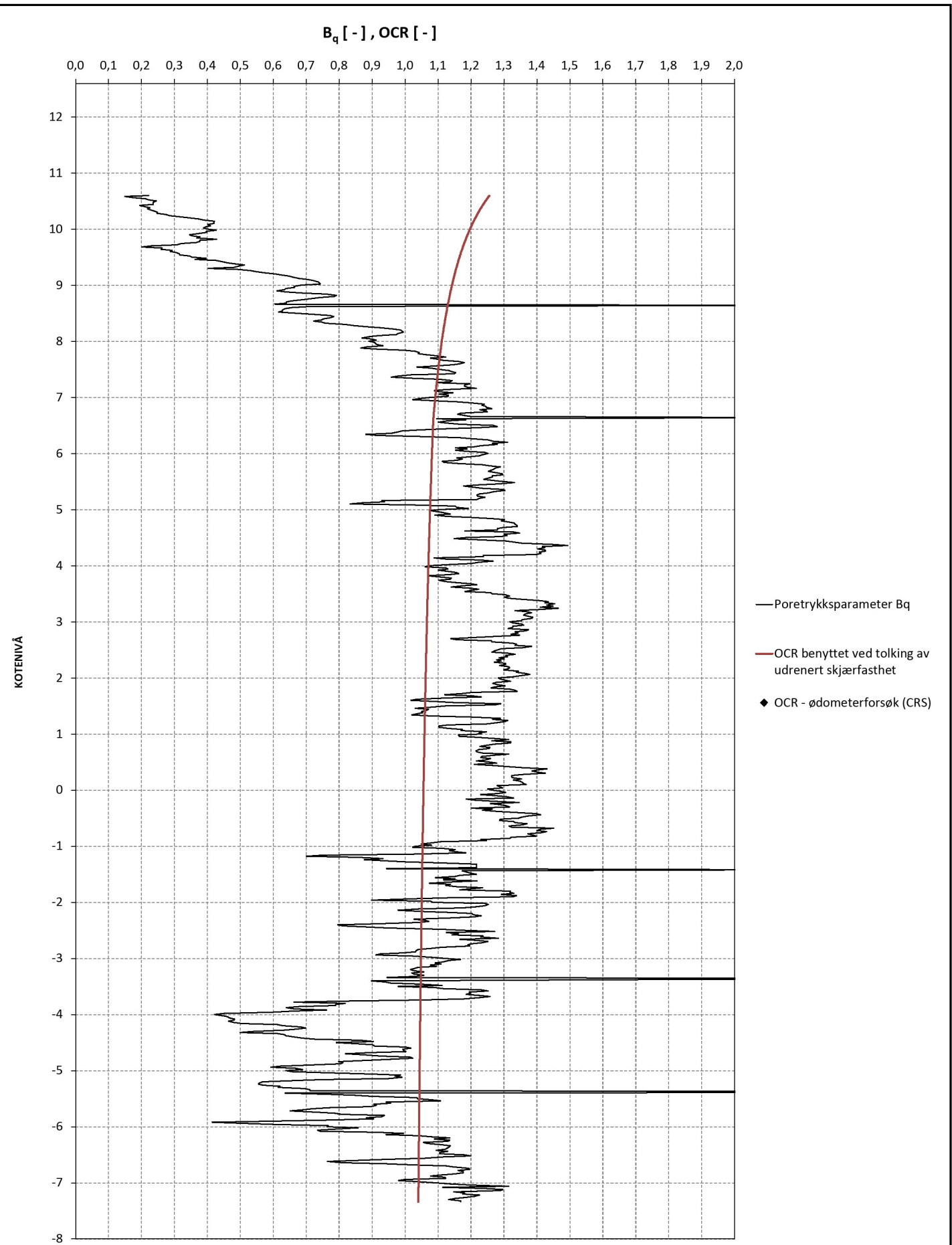
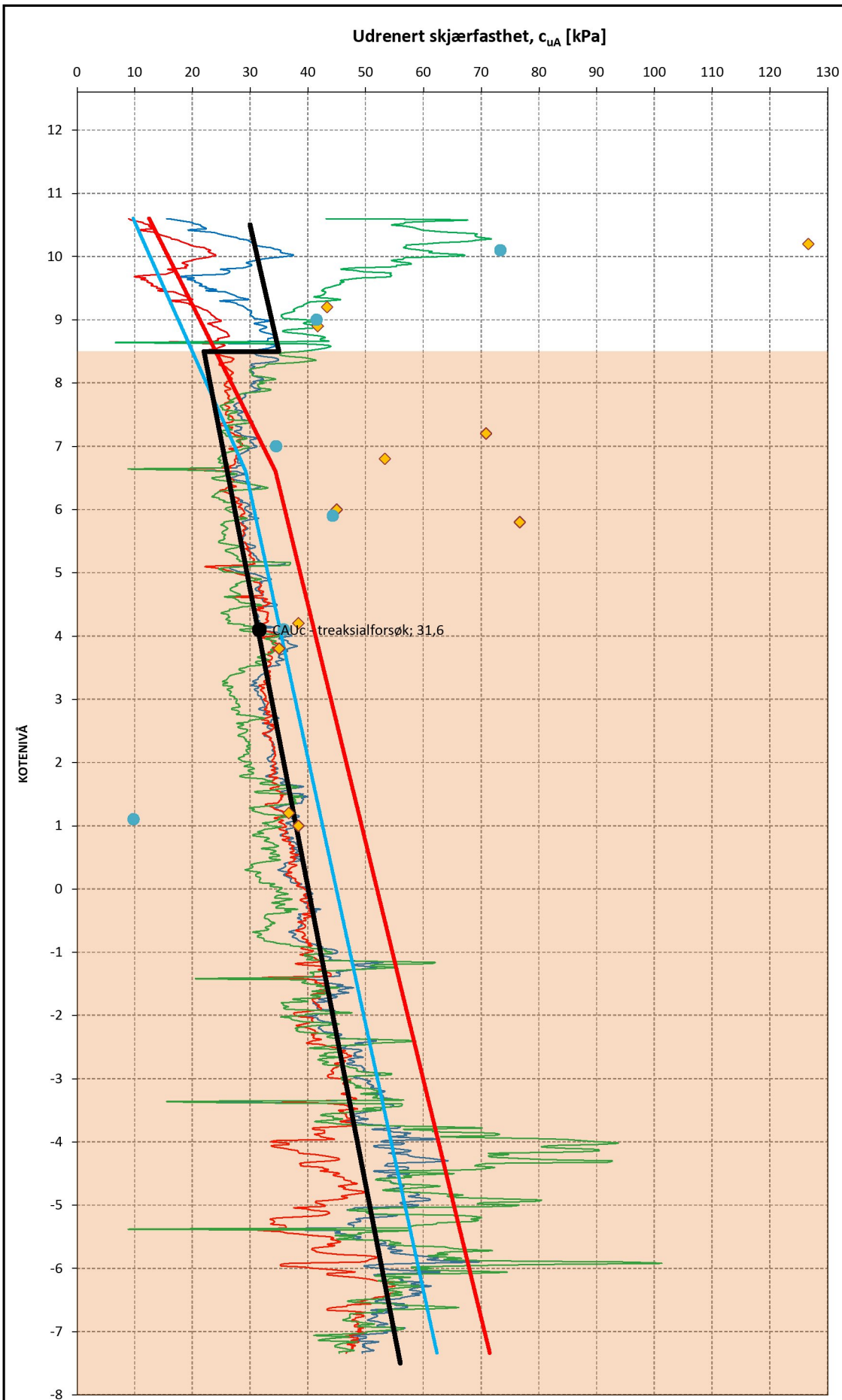
vurdering:				Forklaring						
Faktor	Vekttall			Kommentar	Faktor	vektall	Konsekvens, score			
	4	3	12				3	2	1	0
Boligheter	4	3	12	Boligblokker	Boligheter, antall	4	Tett>5	Spredt >5	Spredt <5	Ingen
Næringsbygg, personer	3	3	9	Senter, helsebygg barnehage - basert på foreliggende grunnlag	Næringsbygg, personer	3	>50	10-50	<10	Ingen
Annen Bebyggelse, verdi	1	0	0		Annen Bebyggelse, verdi	1	Stor	Betydelig	Begrenset	Ingen
Vei	3	3	9	Rosenkrantzgata, hovedvei sør for Drammenselven 22 500	Vei, ÅDT	3	>5000	1001-5000	100-1000	<100
Toglinje	2	0	0	Ingen toglinje i konflikt	Toglinje, baneprioritet	2	1-2	3-4	5	Ingen
Kraftnett	1	2	2	Regional kraftlinje gjennom fareområde	Kraftnett	1	Sentral	Regional	Distribusjon	Lokal
Oppdemming/flo	2	3	6	Aktsomhetsområde for flom, kan medføre erosjon	Oppdemming/flo	2	Alvorlig	Middels	Liten	Ingen
Poeng (score x vektall):				14	116					
Beregnet skadekonsekvensklasse:				Alvorlig	Meget Alvorlig					
Skadekonsekvens				0,31	2,58					

Faregradsklasser (sannsynlighet)
Forklaring

vurdering:				Forklaring						
Faktor	Vekttall			Kommentar	Faktor	Vekttall	Faregrad, score			
	1	3	3				3	2	1	0
Tidligere skredaktivitet	1	3	3	6 skred innen planområdet, hvorav 5 av nyere dato (siste 100 år).	Tidligere skredaktivitet	1	Høy	Noe	Lav	Ingen
Skråningshøyde	2	1	2	11 m + 7 m = 18 m. Elv innmål av fritidsbåter med ekkolodd.	Skråningshøyde, m	2	>30	20-30	15-20	<15
Tidligere/nåværende terrengnivå	2	3	6	Tolket fra ødometer til mellom 1,1-1,4	Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	2	1,0-1,2	1,2-1,5	1,5-2,0	>2,0
Poretrykk, overtrykk	3	1	3	Antatt hydrostatisk, men velger konservativt 1 siden det bare er pz i en dybde.	Poretrykk, overtrykk (kPa)	3	>+30	10-30	0-10	Hydrostatisk
Poretrykk, undertrykk	-3	0	0		Poretrykk, undertrykk (kPa)	-3	>-50	-(20-50)	-(0-20)	Hydrostatisk
Kvikkleiremektighet	2	3	6	Stor mektighet.	Kvikkleiremektighet	2	>H/2	H/2-H/4	<H/4	Tynt lag
Sensitivitet	1	3	3	Middels til meget sensitiv	Sensitivitet	1	>100	30-100	20-30	<20
Erosjon	3	3	9	Erosjon langs bekk nord for området. Erosjon langs Drammenselven	Erosjon	3	Aktiv/Glidning	Noe	Lite	Ingen
Inngrep, forverring	3	3	9	Økte laster på topp av skråning, etablering av elveleie	Inngrep, forverring	3	Stor	Noe	Liten	Ingen
Inngrep, forbedring	-3	0	0		Inngrep, forbedring	-3	Stor	Noe	Liten	Ingen
Poeng (score x vektall):				41						
Beregnet faregradsklasse:				Høy						
Faregrad				0,80						

Risiko (skadekonsekvens x faregrad) 20723

Risikoklasse: 5



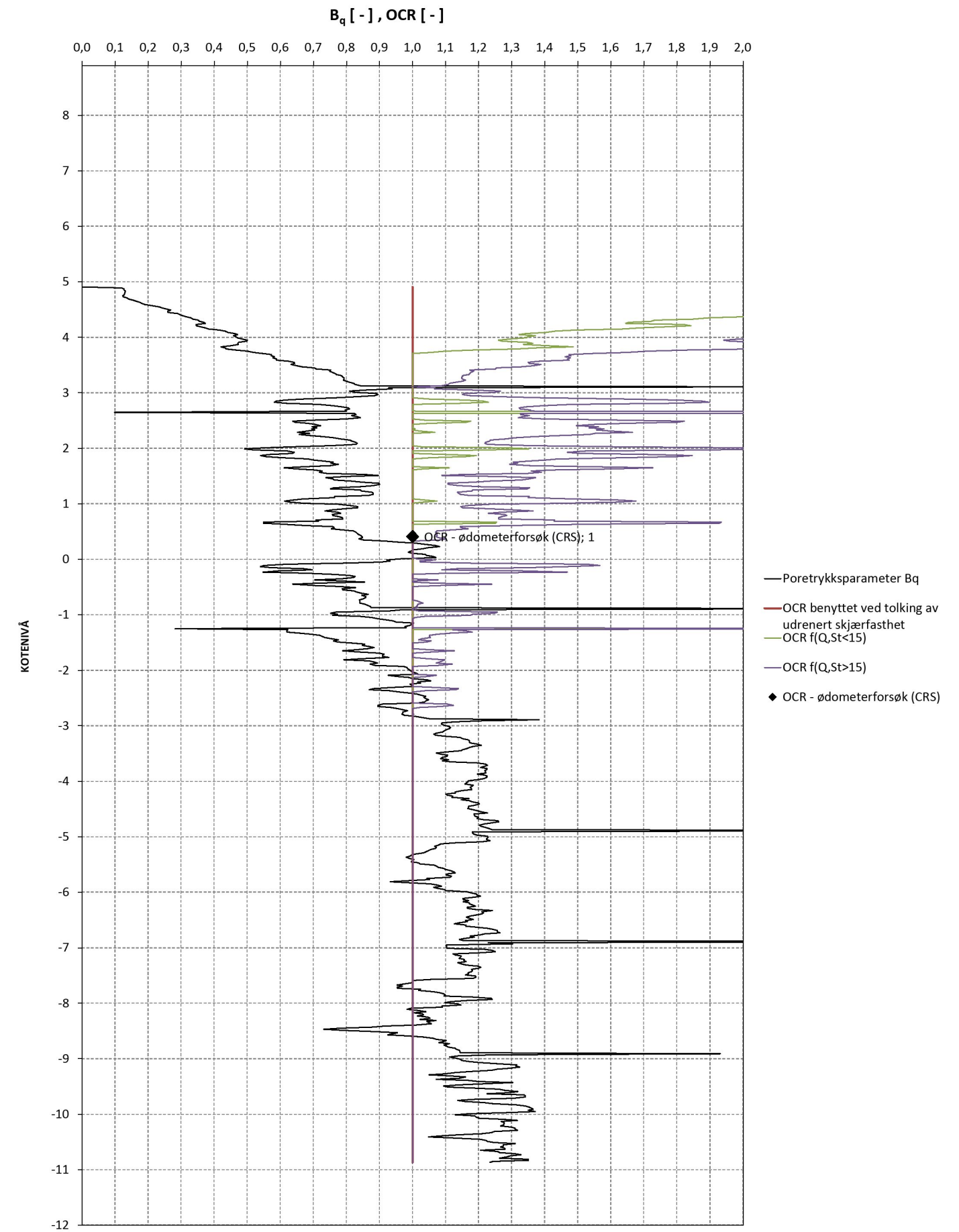
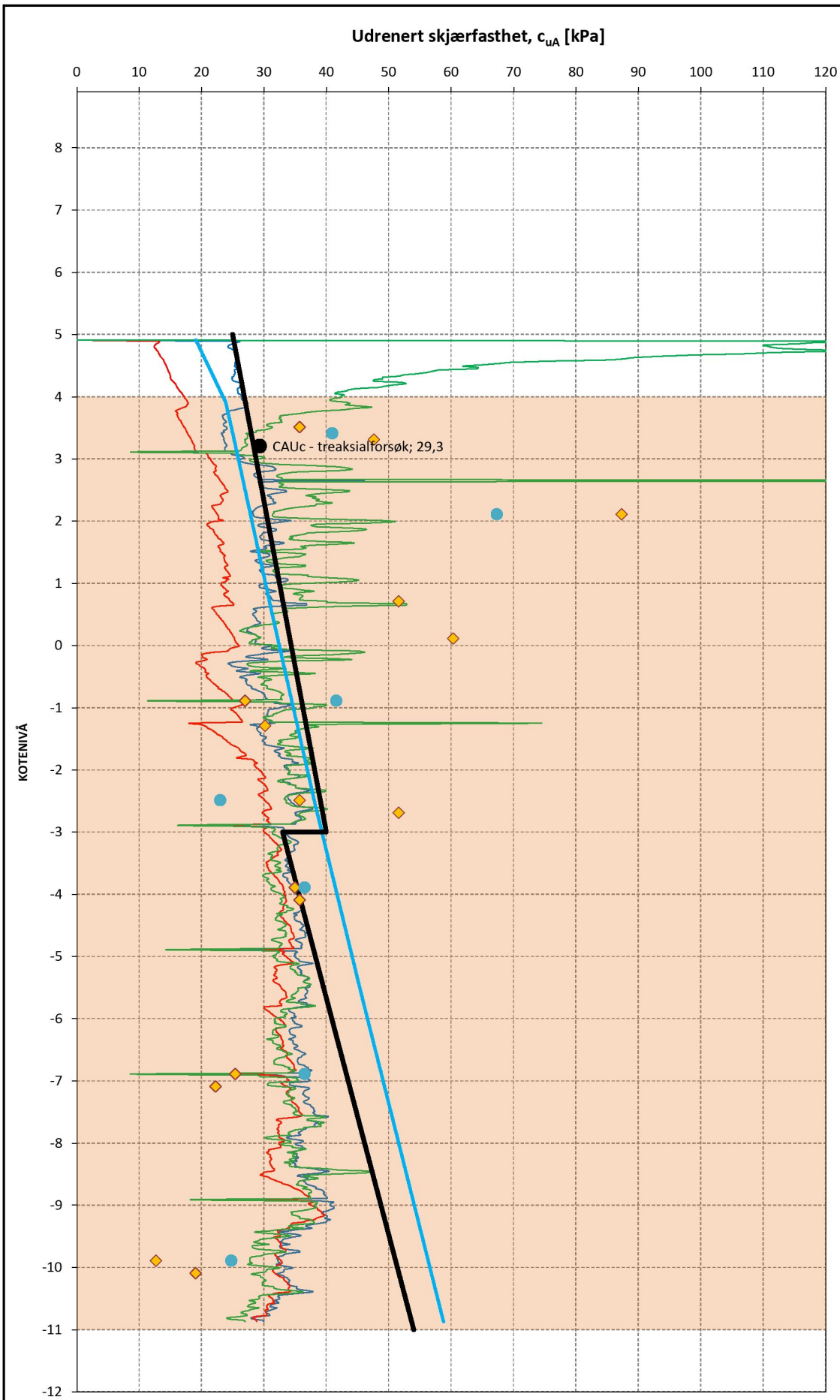
Tolkningsgrunnlag		Romvekt:	
In-situ poretrykk:	Hydrostatisk	Konstant:	19,5 kN/m ³
Grunnvannstand [Z]:	6 m	SHANSEP-normalisering:	$\alpha = 0,28 \quad \beta = 0,6$
Overkonsolidering:	$\Delta p' = 10 \text{ kPa}$	Verdier for enaks/konus anses representative for direkte skjærfasthet og er derfor korrigert med anisotropiforholdet $CuD/CuA = 0,63$	
Plastisitetsindeks, I_p :	Konstant, $I_p = 5$		

Designlinje, c_{uA}	
Kote	c_{uA}
10,5	30,0
8,5	35,0
8,5	22,0
-7,5	56,0



0		Oppdrag	1350034996
0		Tegn./kontr.	Vedlegg 2
Borpunkt:	3	Terrengekote:	12,6
Tolking/presentasjon av CPTU		Dato	23.09.2020
Udrenert skjærfasthet og OCR			

Versjon: 5, rev. dato: 21.6.2017 \\\rh-s18\Oppdrag\2019-Oppdrag\1350034996 Assiden Eiendom\7-PRODIG-Geoteknik\DK\G-not-002 Områdestabilitet\NOTAT_REV03\Tolkningsark CPTU-rev05-Borpkt.3_REV03.xlsm



Tolkningsgrunnlag

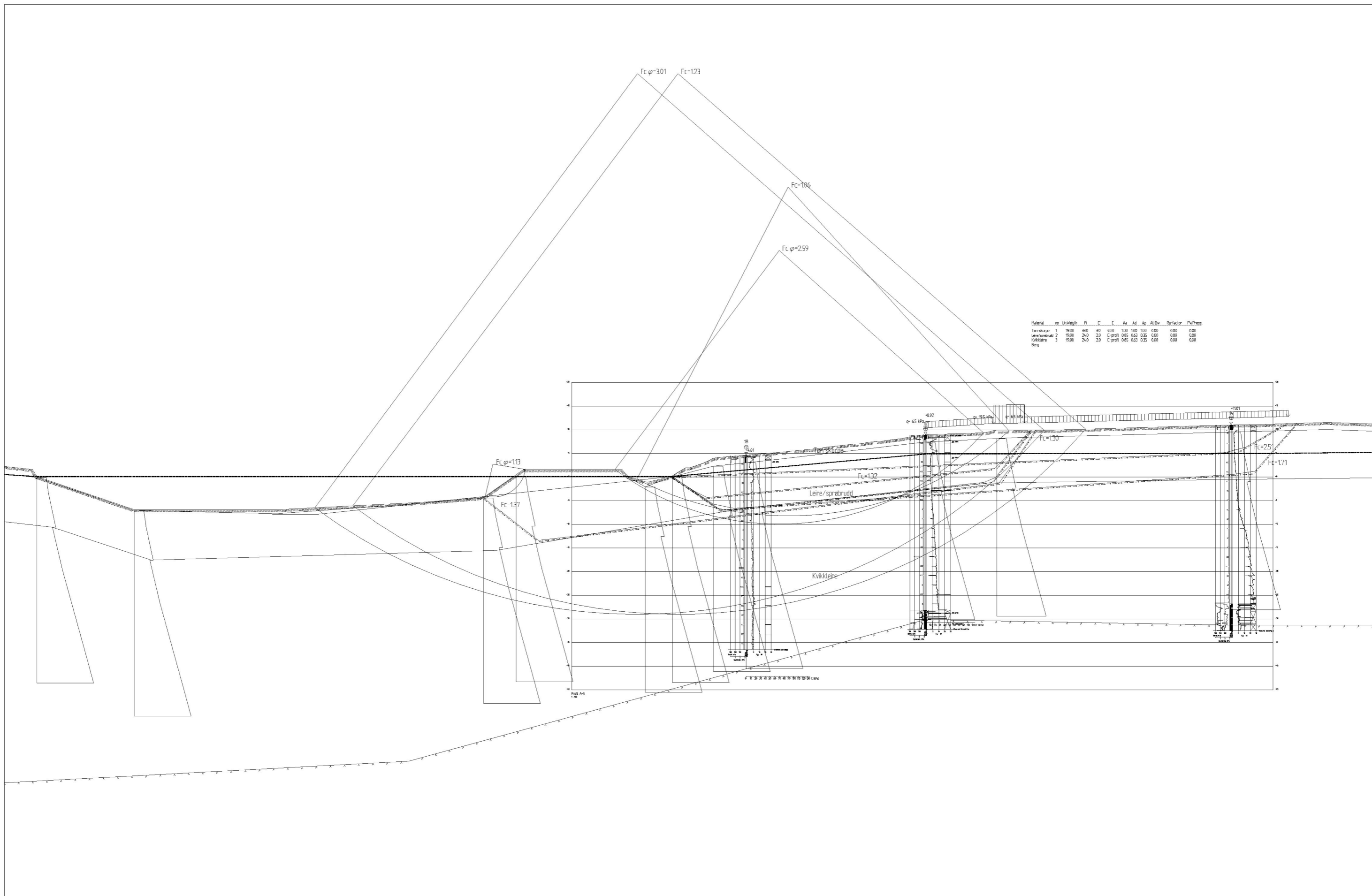
In-situ poretrykk: Hydrostatisk
 Grunnvannstand [Z]: 5 m
 Overkonsolidering: $\Delta p' = 0$ kPa
 Plastisitetsindeks, I_p : Manuell fordeling

Romvekt: Manuell fordeling
 SHANSEP-normalisering: $\alpha = 0.28 \quad \beta = 0.6$
 Verdier for enaks/konus anses representative for direkte skjærfasthet og er derfor korrigert med anisotropiforholdet $CuD/CuA = 0.63$

Designlinje, c_{uA}	Kote	c_{uA}
	5,0	25,0
	-3,0	40,0
	-3,0	33,0
	-11,0	54,0



0		Oppdrag 1350034996
0		Tegn./kontr. Vedlegg 3
Borpunkt: 17b	Terrengekote: 8,9	ET/MAWJ/TR
Tolking/presentasjon av CPTU Udrenert skjærfasthet og OCR		Dato Tegn. Nr. 23.09.2020 -



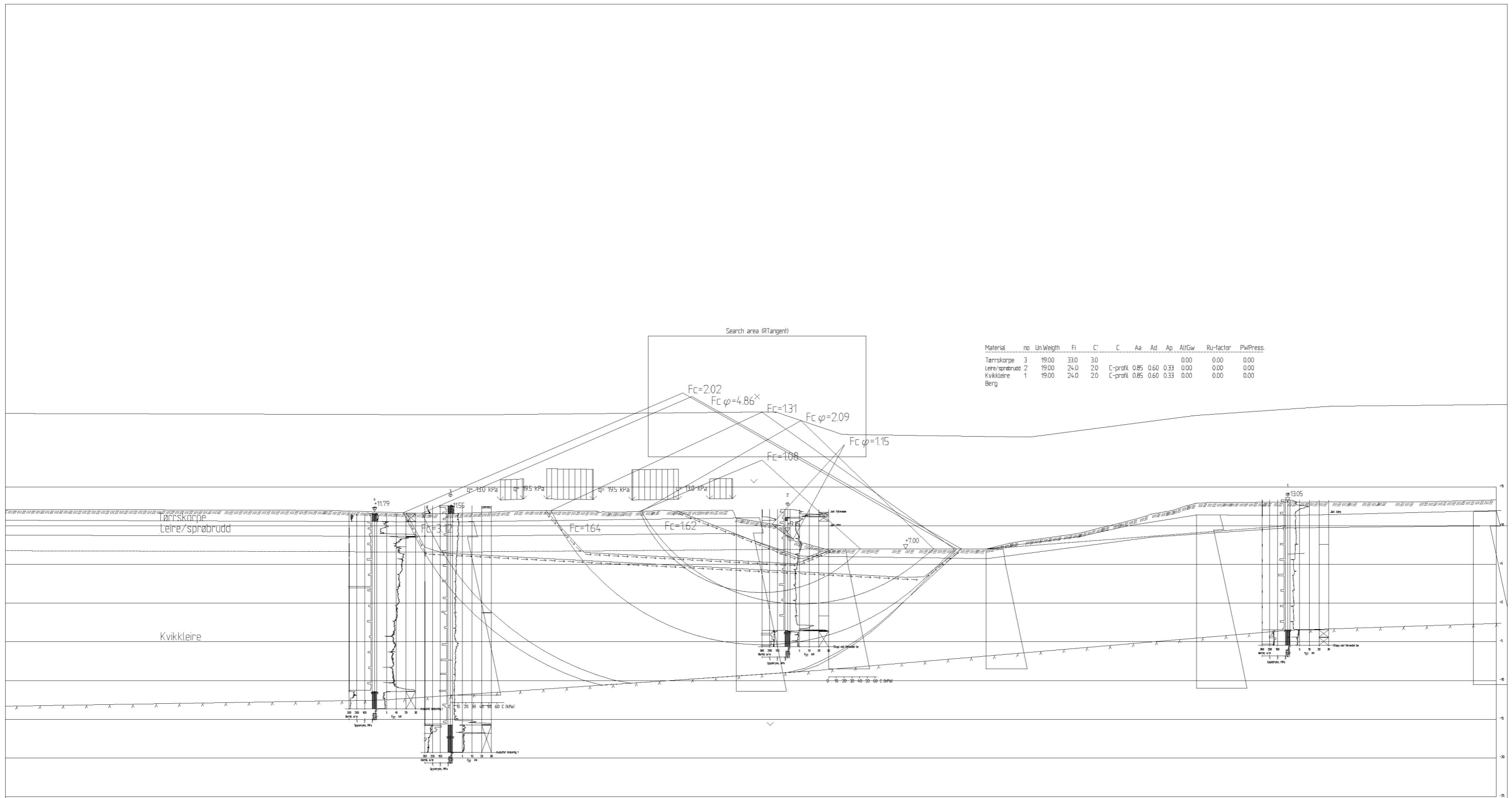
03	06.10.2020		INET	MAWJ	TROR
REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
TEGNINGSSTATUS					

RAMBOLL
 Ramboll Norge AS
 P.b. 9420 Torgarden
 7493 Trondheim
 TLF: 73 84 10 00
 www.ramboll.no

OPPDRAG
Drammen Travbane
 OPPDRAGSGIVER
Åssiden Eiendom AS

INNHOOLD
 Stabilitetsberegning
 Snitt A-A - Kritisk snitt sør
 Dagens situasjon

OPPDRAG NR. 1350034996	MÅLESTOKK 1:750	BLAD NR. 01	AV 01
TEGNING NR. V-001		REV. 03	



03	06.10.2020		INET	MAWJ	TROR
REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
TEGNINGSSTATUS					

RAMBOLL

Ramboll Norge AS
P.b. 9420 Torgarden
7493 Trondheim
TLF: 73 84 10 00
www.ramboll.no

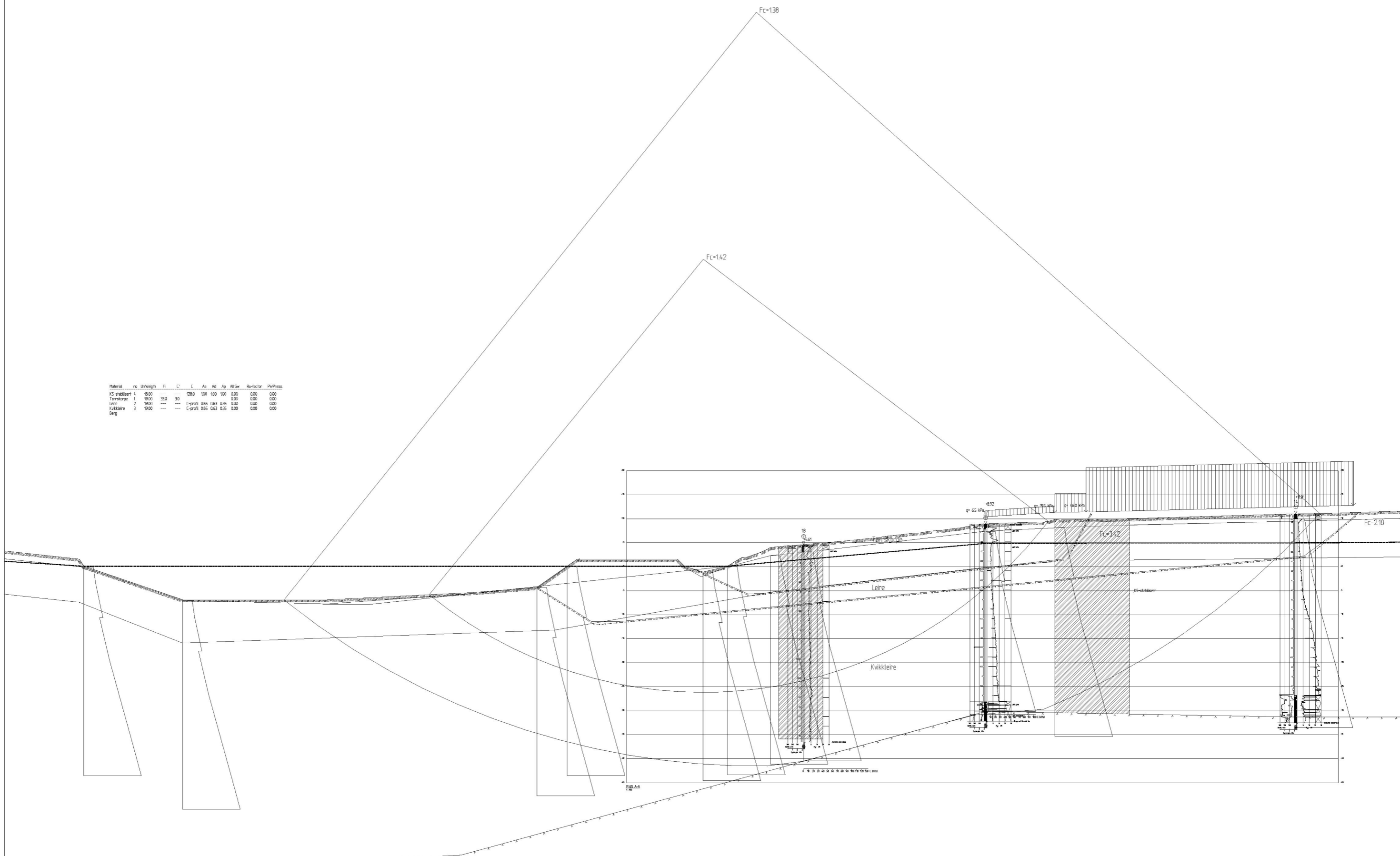
OPPDRAG
Drammen Travbane

OPPDRAGSGIVER
Åssiden Eiendom AS

INNHold
Stabilitetsberegning
Snitt B-B - Kritisk snitt nord
Dagens situasjon

OPPDRAG NR. 1350034996	MÅLESTOKK 1:500	BLAD NR. 01	AV 01
TEGNING NR. V-002		REV. 03	

Material	no	Un	Wegh	Fl	C	Au	Ad	Ap	Altiv	Ru-factor	PluPress
KS-stabilitet	4	900	---	---	0.80	100	100	100	0.00	0.00	0.00
Terrstene	1	900	330	30	---	---	---	---	0.00	0.00	0.00
Leire	2	900	---	---	C-profil	0.85	0.63	0.35	0.00	0.00	0.00
Kvikkleire	3	900	---	---	C-profil	0.85	0.63	0.35	0.00	0.00	0.00
Berg											



03	06.10.2020		INET	MAWJ	TROR
REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
TEGNINGSSTATUS					

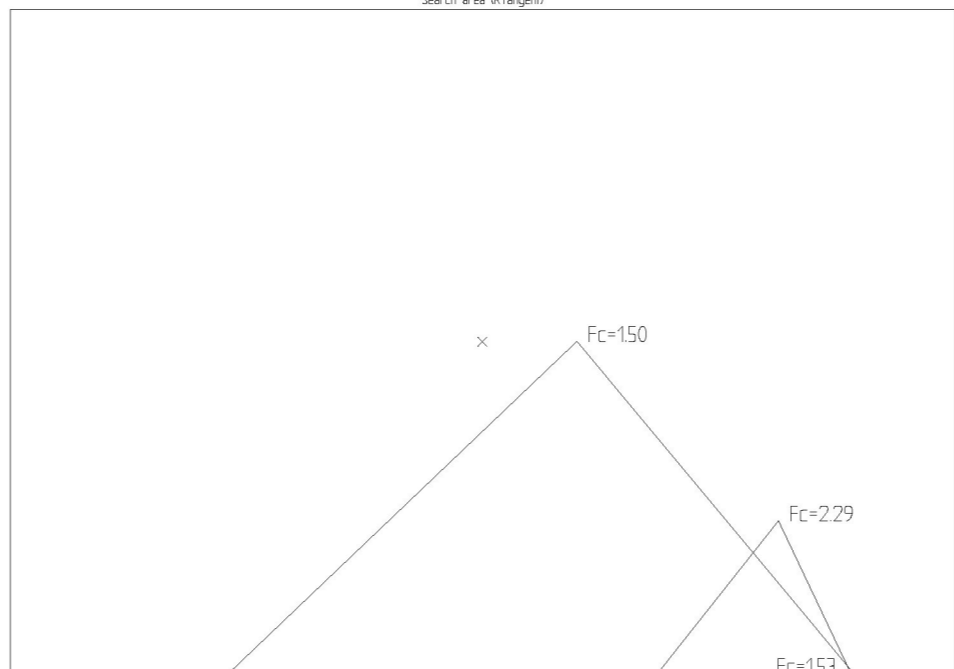
RAMBOLL
 Rambøll Norge AS
 P.b. 9420 Torgarden
 7493 Trondheim
 TLF: 73 84 10 00
 www.ramboll.no

OPPDRAG
Drammen Travbane
 OPPDRAGSGIVER
Åssiden Eiendom AS

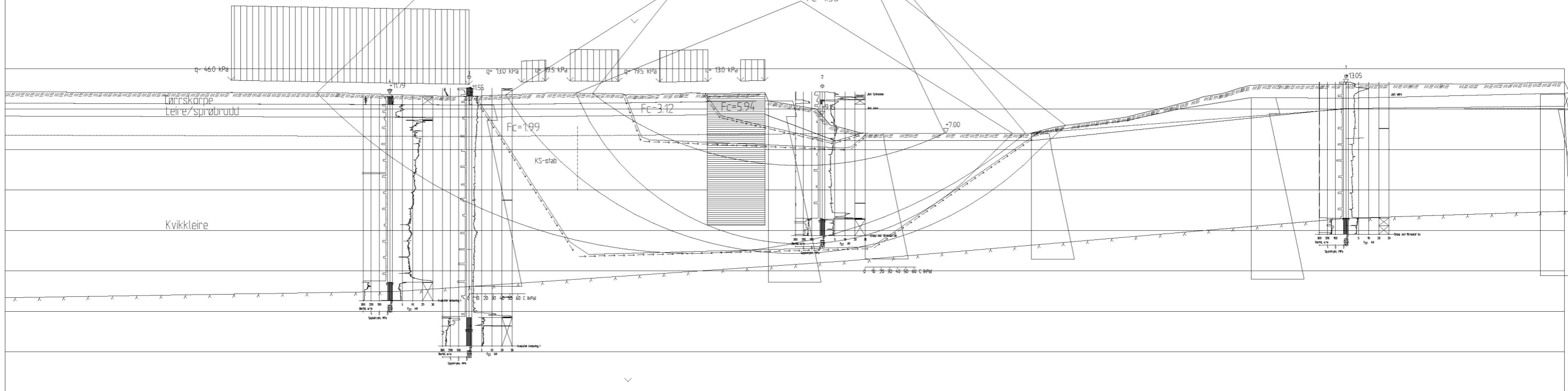
INNHOOLD
 Stabilitetsberegning
 Snitt A-A - Tiltak

OPPDRAG NR. 1350034996	MÅLESTOKK 1:750	BLAD NR. 01	AV 01
TEGNING NR. V-003		REV. 03	

Search area (RTangent)



Material	no	UnWeigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap	AltGw	Ru-factor	PlwPress
KS-stab	4	18.00	---	---	105.0	100	100	100	0.00	0.00	0.00
Torrskorpe	3	19.00	330	30	---	---	---	---	0.00	0.00	0.00
Leire/sprøbrudd	2	19.00	---	---	C-profil	0.85	0.60	0.33	0.00	0.00	0.00
Kvikkleire	1	19.00	---	---	C-profil	0.85	0.60	0.33	0.00	0.00	0.00
Berg											



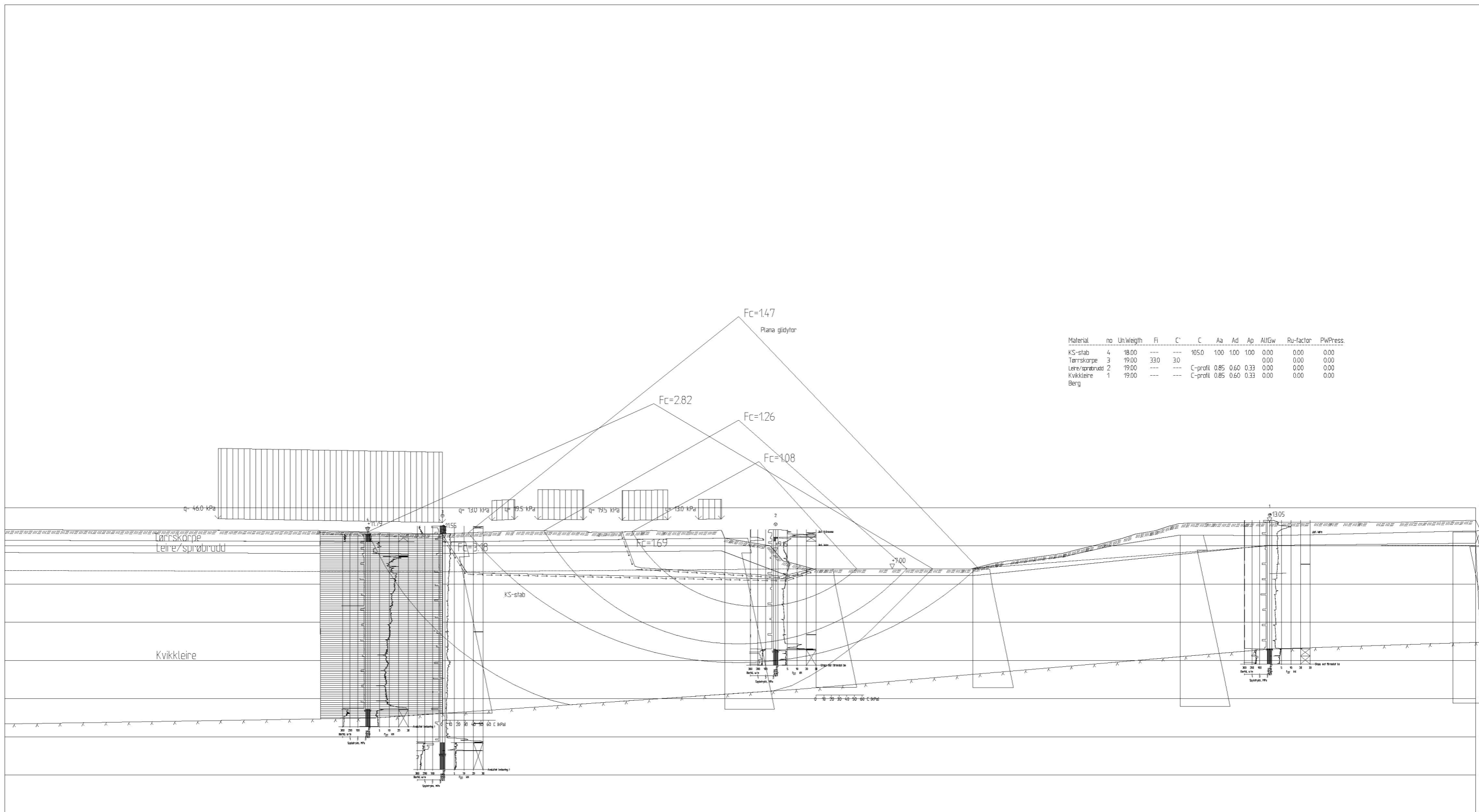
03	06.10.2020		INET	MAWJ	TROR
REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
TEGNINGSSTATUS					

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

OPPDRAG
Drammen Travbane
 OPPDRAGSGIVER
Åssiden Eiendom AS

INNHold
Stabilitetsberegning
 Snitt B-B - Tiltak
 Tiltak kun under fortau og Rosenkrantzgate (Alt.1)

OPPDRAG NR. 1350034996	MÅLESTOKK 1:500	BLAD NR. 01	AV 01
TEGNING NR. V-004		REV. 03	



Material	no	Un	Weight	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap	AltGw	Ru-factor	PlwPress
KS-stab	4	18.00	---	---	105.0	100	100	100	0.00	0.00	0.00	0.00
Tørrskorpe	3	19.00	330	30	---	---	---	---	0.00	0.00	0.00	0.00
Leire/sprøbrudd	2	19.00	---	---	C-profil	0.85	0.60	0.33	0.00	0.00	0.00	0.00
Kvikkleire	1	19.00	---	---	C-profil	0.85	0.60	0.33	0.00	0.00	0.00	0.00
Berg												

03	06.10.2020		INET	MAWJ	TROR
REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
TEGNINGSSTATUS					

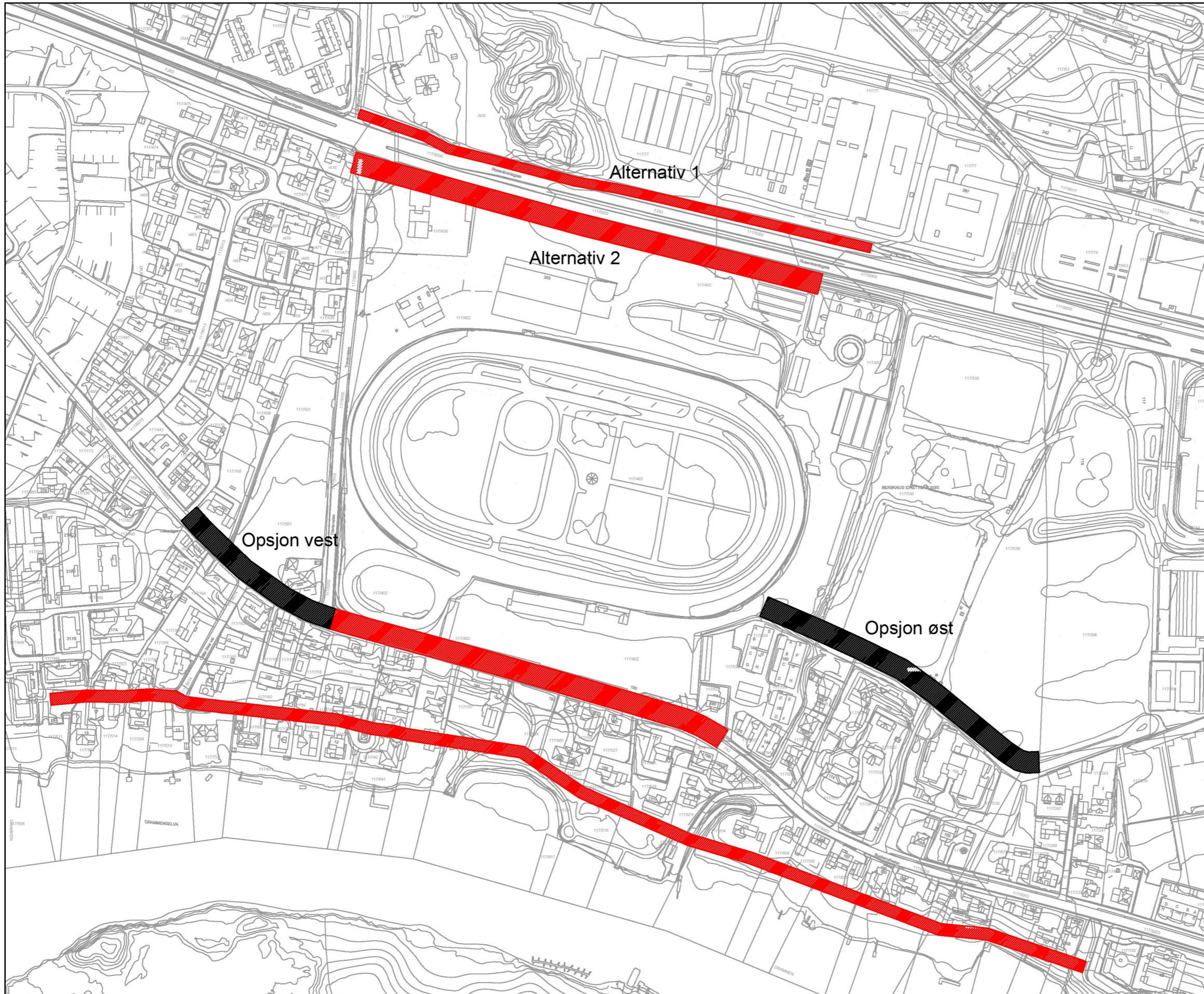
RAMBOLL
 Ramboll Norge AS
 P.b. 9420 Torgarden
 7493 Trondheim
 TLF: 73 84 10 00
 www.ramboll.no

OPPDRAG
Drammen Travbane

OPPDRAGSGIVER
Åssiden Eiendom AS

INNHold
Stabilitetsberegning
 Snitt B-B - Tiltak
 Tiltak inne på planområdet (Alt.2)

OPPDRAG NR. 1350034996	MÅLESTOKK 1:500	BLAD NR. 01	AV 01
		TEGNING NR. V-005	REV. 03



INFORMASJON
Tiltakene mot ravinen i nord baserer seg på 65% dekningsgrad med kalksement hvor pelene settes i enkle ribber med gitterstruktur.

Tiltakene i sør for Drammenselven baserer seg på 75% dekningsgrad med kalksement med peler i doble ribber i gitterstruktur.

Områder skravert med sort er områder hvor det kan være nødvendig med tiltak. Skravert område mot vest må avklares for områdestabiliteten som tidligere har vært svart ut for tomten nord for skravuren. Området i øst ligger utenfor løseområdet, men må avklares nærmere ved detaljprosjektering.

00	07.10.2020		INET	MAWJ	TROR
REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
TEGNINGSSTATUS					

RAMBOLL
Ramboll Norge AS
P.b. 9420 Torgarden
7493 Trondheim
TLF: 73 84 10 00
www.ramboll.no

OPPDRAG
Travbanen Åssiden
OPPDRAGSGIVER
Åssiden Eiendom AS

INNHOOLD
Oversikt over nødvendige tiltaksområder
Rødt skravert er tiltak som må gjennomføres
Sort skravert er tiltak som kan være nødvendig

OPPDRAG NR. 1350034996	MÅLESTOKK 1:3000	BLAD NR. 01	AV 01
		TEGNING NR. V-006	REV. 0