

ØRJE, BOMMEN RENSEANLEGG

RAMBØLL



GEOTEKNISK NOTAT OMRÅDESTABILITET

Oktober 2023

Geoteknisk notat områdestabilitet

Prosjektnummer: 22108	Rapportnummer: RIG-NOT-01	Dato: 04.10.2023			
Oppdragsgiver: Rambøll	Kontaktperson/til: Marie Aasgaard/Tor Håkonsen	Kopi: -			
Prosjekt: Ørje, Bommen renseanlegg					
Sammendrag: <p>Rambøll AS er engasjert av Marker kommune for å prosjektere et nytt renseanlegg ved siden av eksisterende anlegg på Ørje. Terraplan er via et avrop på rammeavtale med kommunen engasjert av Rambøll AS for å utføre grunnundersøkelser og geotekniske vurderinger i forbindelse med prosjekteringen.</p> <p>Da grunnundersøkelsene har påvist kvikkleire, fra 2-6 m under terreng, er det behov for en utredning av områdestabilitet iht. NVE sin kvikkleireveileder 1/2019.</p> <p>Notatet inneholder en vurdering av områdestabilitet i henhold til NVE sin veileder 1/2019 med faregradsevaluering og klassifisering av påvist kvikkleirefaresone.</p> <p>Foreliggende notat er en revidert utgave, etter uavhengig kontroll, utført av Romerike geoteknikk. Notatet svarer ut åpne avvik i kontrollnotat [10].</p> <p>Sonen er avgrenset og faregradsevaluert til:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Faregrad «lav» • Konsekvensklasse «alvorlig» • Risikoklasse 2 <p>Stabilitetsberegninger i profil C og vurderinger av flere andre profiler viser tilfredsstillende sikkerhet for dagens situasjon i udrenert tilstand iht. NVE sin veileder. Skråningene ned mot Haldenkanalen må erosjonssikres før det planlagte tiltaket kan utføres. Det planlagte renseanlegget må plasseres utenfor influenssonen til skråningen slik at det ikke medfører en forverring av dagens situasjon. Det vil si innenfor regulert område BA1.</p> <p>Det kan dermed konkluderes med at det ikke er fare for områdeskred iht. kravene i plan- og bygningsloven §28-1, §29-5 og byggt teknisk forskrift kap. 7. så lenge tiltaket plasseres utenfor skråningens influensområde og forutsetninger iht. våre vurderinger er ivaretatt.</p> <p>Det er ikke tillatt med massedeponering/mellomlagring av masser eller annen aktivitet som vil forverre stabiliteten innenfor influenssonen til skråningen (vest for rød stiple linje) i figur 22.</p> <p>Fundamentering, sikring av byggegrop og erosjonssikring må detaljprosjekteres i neste fase.</p> <p>Vår vurdering må fremlegges Romerike geoteknikk for uavhengig kvalitetssikring.</p> <p>Detaljer fremgår av notatet.</p>					
0.	Vurdering av områdestabilitet	25.09.2023	ABE	AW	RR
1.	Oppdatert iht. kontrollnotat	04.10.2023	ABE	AW	RR
Rev.:	Beskrivelse:	Dato:	Utarb. av:	Kontr. av:	Godkj. av

INNHOOLD

1	INNLEDNING	4
1.1	FORMÅL	4
2	PLANER	5
3	TOPOGRAFI OG GRUNNFORHOLD	5
3.1	TOPOGRAFI	5
3.2	KARTLEGGING AV ELVEBUNN	6
3.3	GRUNNFORHOLD	7
3.4	GEOTEKNISKE UNDERSØKELSER	8
3.5	GRUNNFORHOLD	8
3.6	GRUNNVANNSTAND	9
3.7	AKTSOMHETSOMRÅDE FOR FLOM	9
3.8	FORURENSINGSSITUASJON	10
4	STABILITETSFORHOLD, OMRÅDESTABILITET	11
4.1	REGISTRERTE FARESONER	12
4.2	AVGRENS OMRÅDER MED MULIG MARIN LEIRE	13
4.3	AVGRENS OMRÅDER MED TERRENG SOM KAN VÆRE UTSATT FOR OMRÅDESKRED	13
4.4	BESTEM TILTAKSKATEGORI	13
4.5	GJENNOMGANG AV GRUNNLAG- KRITISKE SKRÅNINGER OG MULIG LØSNEOMRÅDE	13
4.6	BEFARING	15
4.7	GJENNOMFØR GRUNNUNDERSØKELSER	16
4.8	VURDER AKTUELLE SKREDMEKANISMER OG AVGRENS LØSNE- OG UTLØPSOMRÅDER	16
4.9	AVGRENS OG FAREGRADS KLASSIFISER FARESONER	17
4.10	STABILITETSVURDERINGER. DOKUMENTASJON AV TILFREDSSTILLENDEN SIKKERHET	18
4.10.1	SIKKERHETSKRAV	19
4.10.2	STABILITETSBREGNINGER	19
4.11	INNMELDING AV FARESONER OG GRUNNUNDERSØKELSER	22
4.12	UAVHENGIG KVALITETSSIKRING	22
5	GEOTEKNISKE VURDERINGER	22
5.1	FUNDAMENTERING	23
6	KONKLUSJON	23
7	REFERANSER	24

TEGNINGER

- 001 til -004 Borplaner, kvikkleirefaresone og erosjonssikring
- 500 til -505 Profiler

VEDLEGG

- 1 Reguleringsplan
- 2 Styrkeprofil fra CPTU
- 3 Faregradsevaluering
- 4 Stabilitetsberegninger

1 INNLEDNING

Rambøll AS er engasjert av Marker kommune for å prosjektere et nytt renseanlegg ved siden av eksisterende anlegg på Ørje. Den aktuelle eiendommen ligger i Idrettsparkveien 20, gnr/bnr 91/16 og 91/133. Terraplan er via et avrop på rammeavtale engasjert av Rambøll AS for å utføre grunnundersøkelser og geotekniske vurderinger i forbindelse med prosjekteringen. Omtrentlig plassering av planområdet er vist i Figur 1.



Figur 1. Situasjonskart. [1]. Undersøkelsesområdet er omtrentlig markert i rødt. www.hoydedata.no

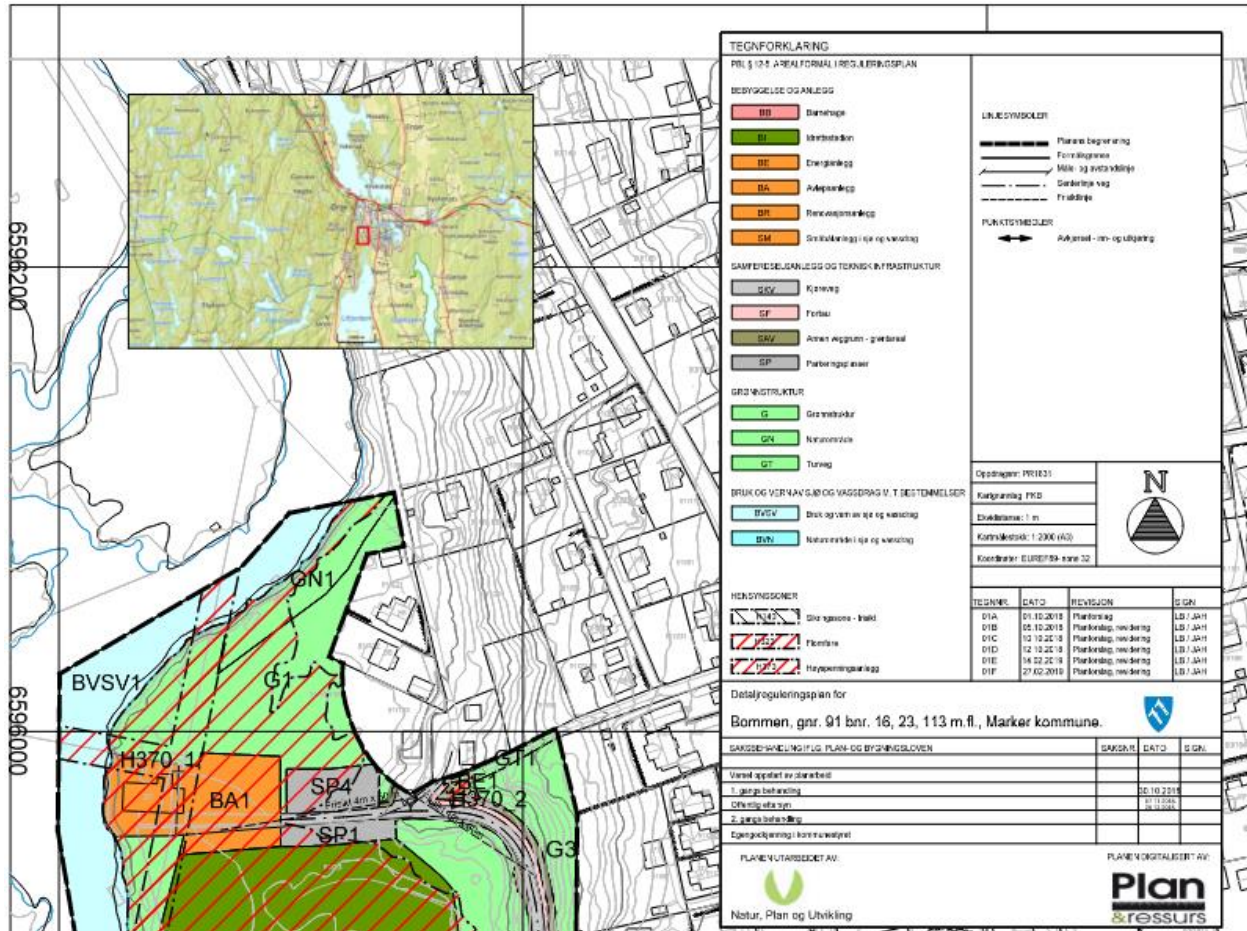
1.1 Formål

Foreliggende notat inneholder en vurdering av områdestabilitet i henhold til NVE sin veileder 1/2019 [8] med faregradsevaluering og klassifisering av ny kvikkleirefarsone. Videre inneholder notatet stabilitetsberegninger og innledende vurdering av fundamentering.

Foreliggende notat er en revidert utgave, etter uavhengig kontroll, utført av Romerike geoteknikk. Notatet svarer ut åpne avvik i kontrollnotat [10].

2 PLANER

Innledende grunnundersøkelser er utført for å finne best egnet plassering av nytt renseanlegg i tilknytning til eksisterende renseanlegg. Vi har mottatt en revidert utgave av detaljreguleringsplan for området, vedlegg 1, vist i Figur 2 nedenfor.

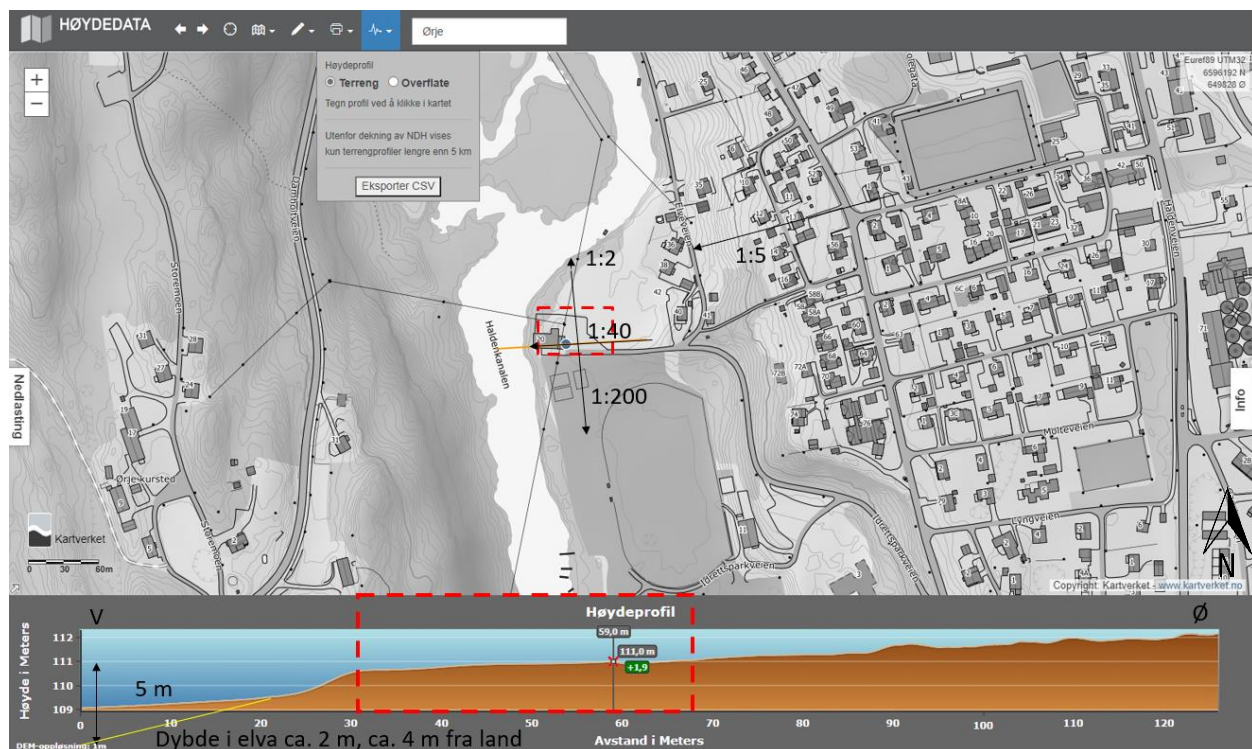


Figur 2: Utsnitt av mottatt detaljreguleringsplan for Bommen, gnr. 91 bnr. 16, 23, 113 m.fl., Marker kommune. Aktuell området er markert BA1.

3 TOPOGRAFI OG GRUNNFORHOLD

3.1 Topografi

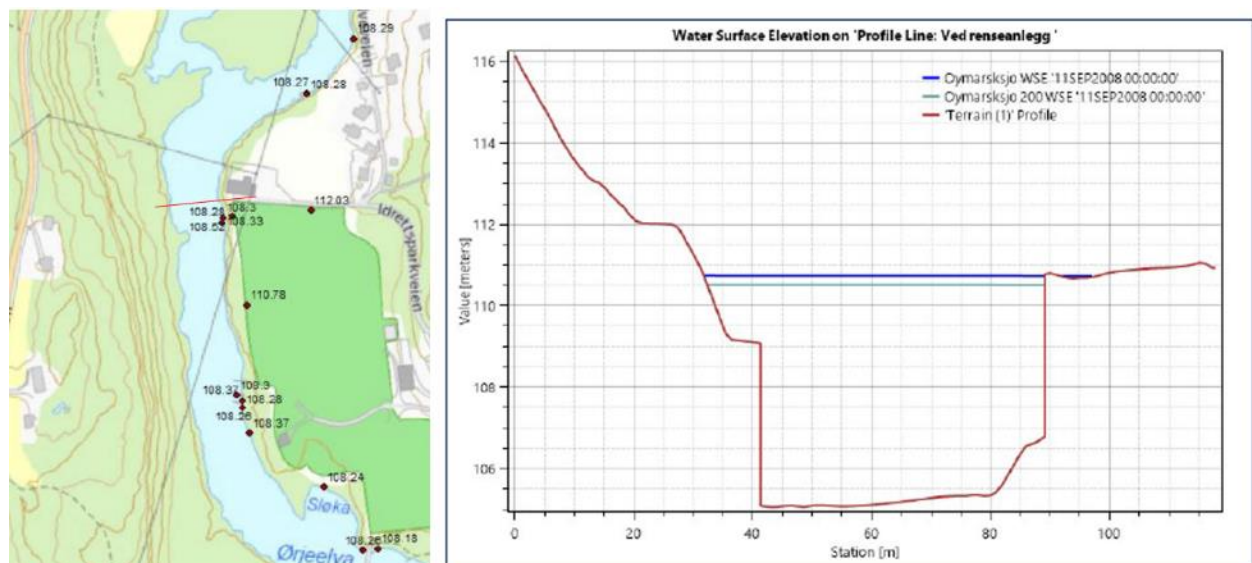
Terrenget heller overordnet fra Elveveien i øst, ned mot Haldenkanalen/Ørjeelva i vest. Gjennomsnittlig terrenghelning er ca. 1:40. I NS-retning er terrenget tilnærmet plant med gjennomsnittlig helning 1:200, dvs. slak helning mot syd. Skråningen ned mot elva er ca. 3-7 m høy, med helning ca. 1:2. Dybder i elva er basert på målinger i notat [12] mottatt i epost fra Rambøll. Topografisk kart av planområdet med terrengprofil i VØ-retning er vist i Figur 3.



Figur 3: Topografisk kart fra www.hoydata.no [1], med terrengprofil i VØ-retning.

3.2 Kartlegging av elvebunn

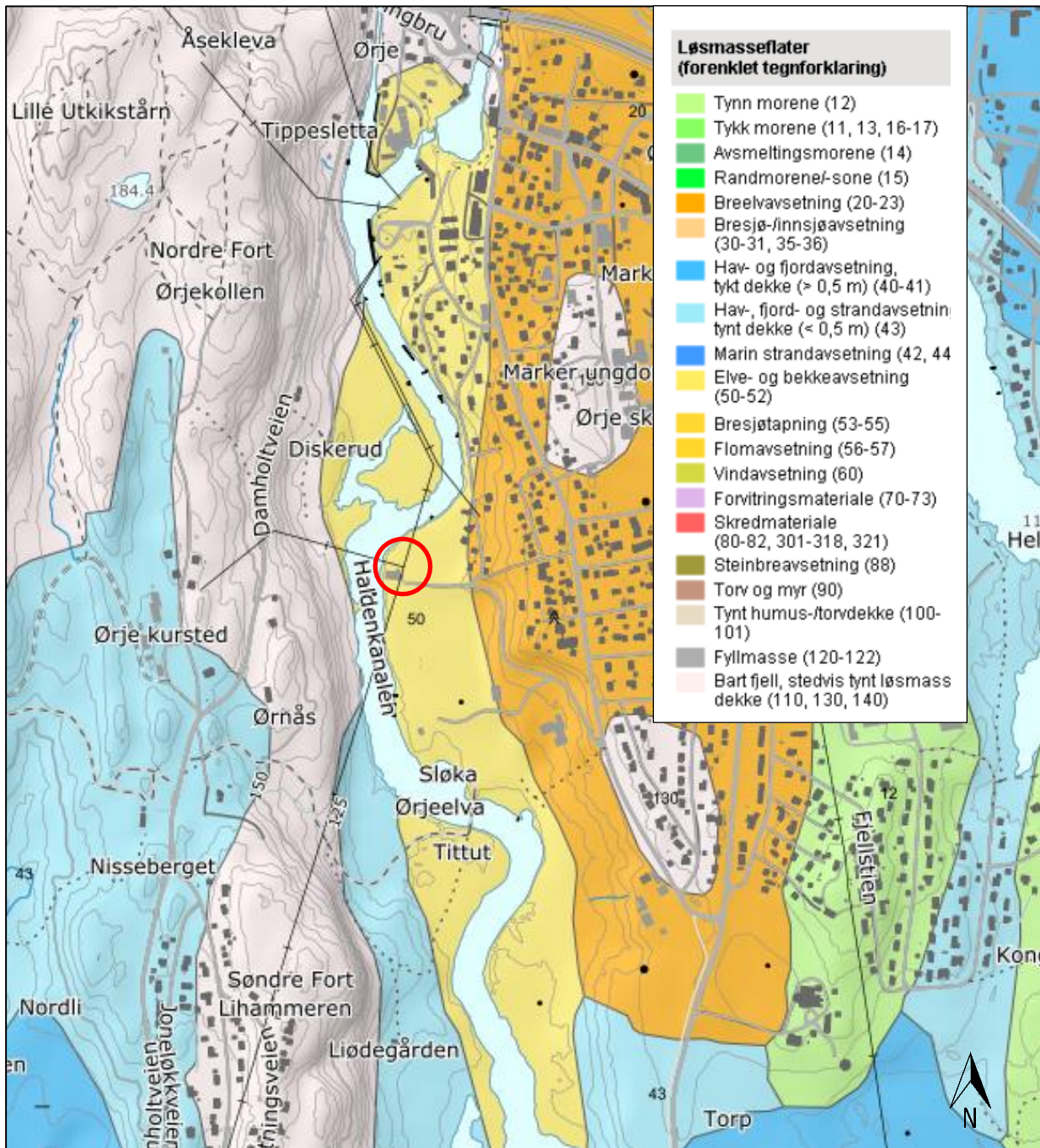
Terraplan har ikke foretatt noen målinger av dybder i Haldenkanalen/Ørjeelva ifb. med prosjektet. Vi har i epost datert 19.09.23 mottatt notat med profil og dybder i elva fra Rambøll. Målingene er utført i forbindelse med vurdering av flomfare [12]. Det opplyses om at elva, som er regulert, ligger med laveste regulerte vannstand (LRV) ved kote 108,3. Målingene viser at dybden midt i elva er ved ca. kote +105. Som tilsvarer ca. 3,3 m under vannspeilet. Se mottatt grunnlag i Figur 4 nedenfor.



Figur 4: Målinger av dybder i elva (figur 2) og tverrprofil i rødt (figur 7). Fra Rambøll notat [12], mottatt i epost 19.09.23

3.3 Grunnforhold

Det kvartærgeologiske kartet viser forventet løsmasse i øvre lag, antatt bestående av elve- og bekkeavsetninger. Elve- og bekkelavsetninger består av løsmasser der sand og grus dominerer, og materialet er sortert og rundet. Erfaringsvis kan det være marine avsetninger av leire/silt i underliggende løsmasser. Marine avsetninger kan inneholde sprøbruddmateriale/kvikkleire som kan føre til et områdeskred. Øst for tiltaket er det forventet breelavsetninger, av sand og grus. Et utsnitt av kartet vises i Figur 5 nedenfor.



Figur 5: Kvartærgeologisk kart over området viser forventet løsmasse i øvre lag. Fra NGU [2].

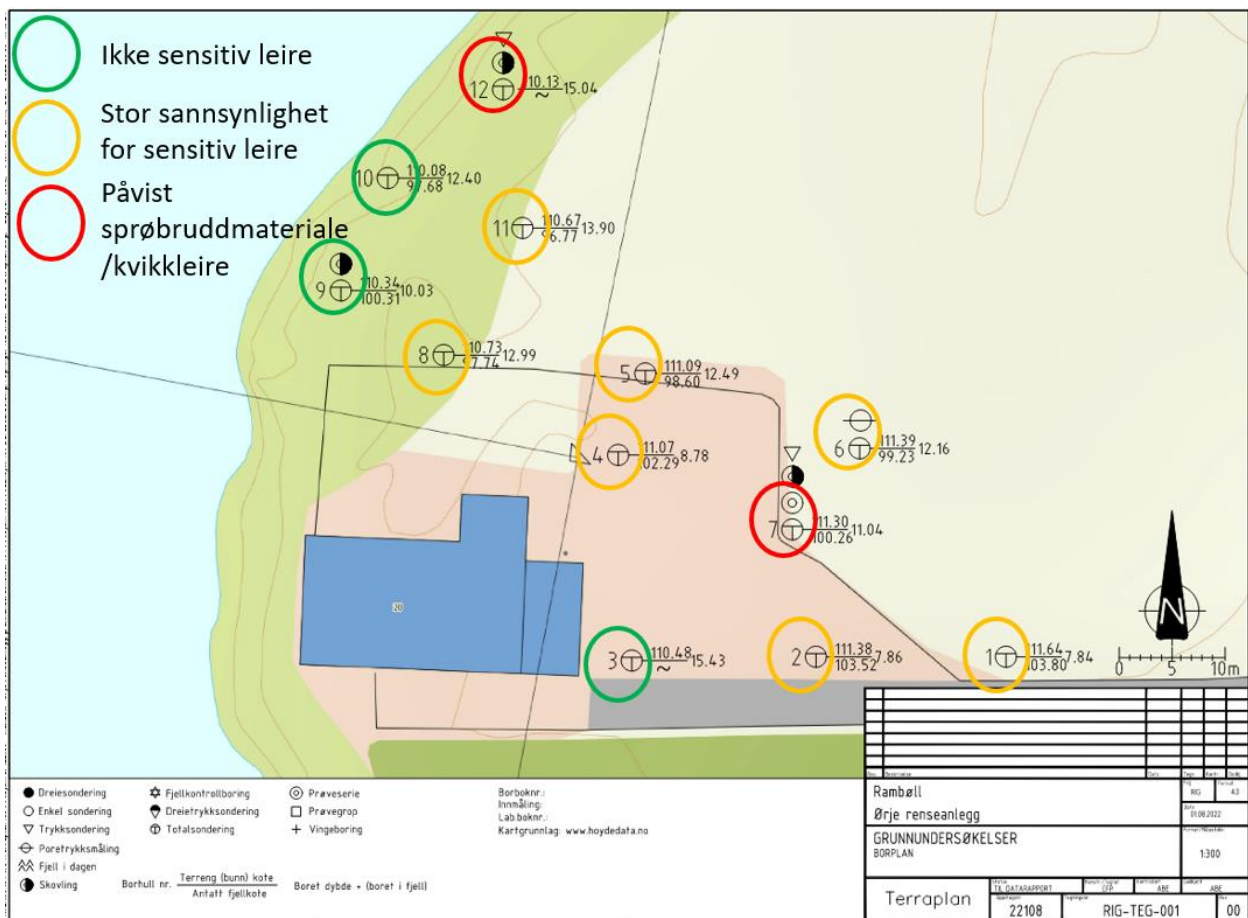
3.4 Geotekniske undersøkelser

Terraplan har i juni 2022 utført følgende grunnundersøkelser i planområdet:

- 22108-RIG-RAP-01 Ørje Renseanlegg, [4]

Et utsnitt av borplan, TEG-001, med grunnundersøkelser og tolkning av sprøbruddmateriale er presentert i Figur 6 nedenfor.

Rambøll har i ettertid utført supplerende grunnundersøkelser for det planlagte renseanlegget. Grunnundersøkelsene er presentert i geoteknisk datarapport [10] og vist på borplan, tegning -001 vedlagt.



Figur 6: Viser borplan, TEG-001, fra geoteknisk datarapport med plassering av utførte grunnundersøkelser [1].

3.5 Grunnforhold

Basert på grunnundersøkelser [4] utført i planområdet, kan grunnforholdene beskrives som:

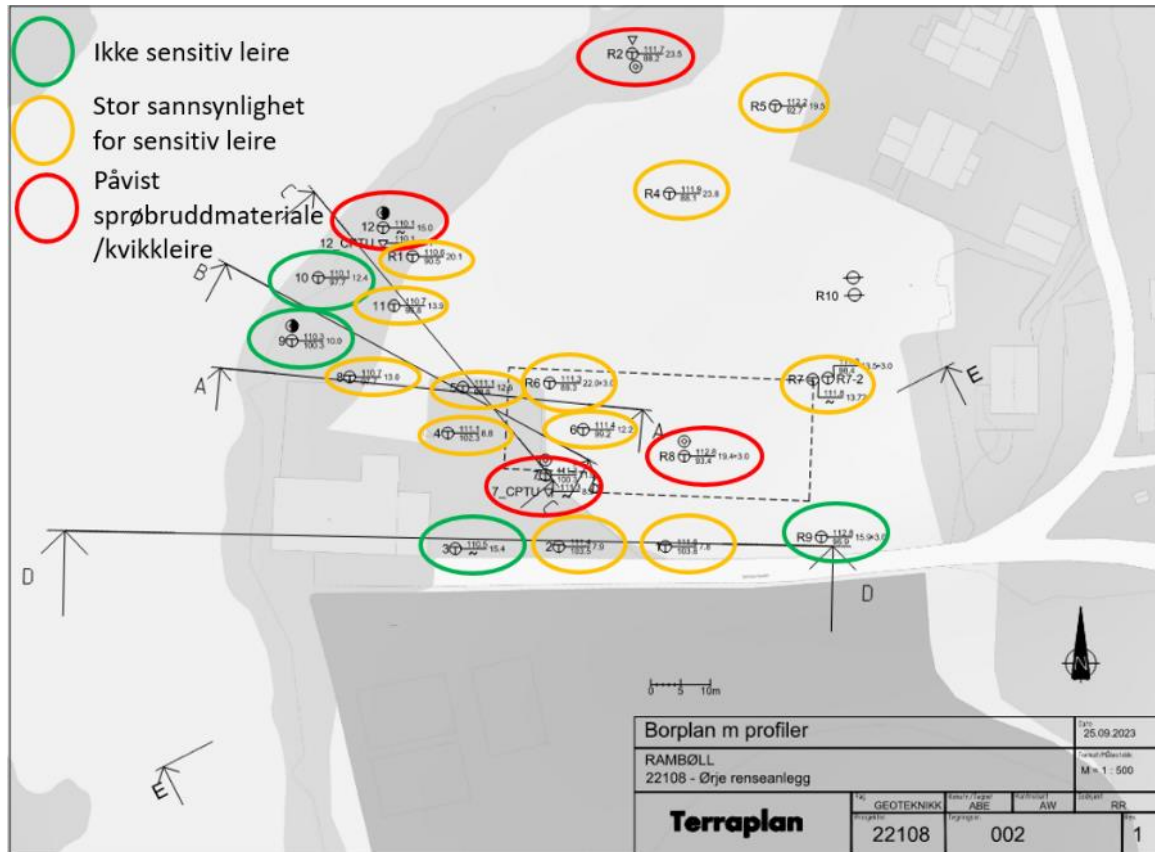
Et topplag av fyllmasser/tørrskorpeleire med 1 til 3 meter mektighet. Fyllmassene antas etterfulgt av leire/kvikkleire grunnet lav og konstant boremotstand i dybden til ca. 8 m under terreng. Under leirlaget øker boremotstanden i antatt lagdelt silt og sand ned til berg i dybder fra 8 til 15 meter under terreng.

Undersøkelsene har påvist sprøbruddmateriale/kvikkleire fra 2-8 m under terreng.

Supplerende grunnundersøkelser [10], beskriver grunnforholdene som:

Løsmassemektighet er antatt å variere mellom 13-24 meter. Opptatte prøver viser at løsmassene består av sand og grus i øverste meter, deretter leire, silt og sand. Det er utført kontrollboring i berg i 4 punkter.

Det er påvist kvikkleire og sprøbruddmateriale.



Figur 7: Utsnitt av borplan med borer fra Rambøll. På figuren har Terraplan markert sonderinger som indikerer sensitivt sprøbruddmateriale/kvikkleire.

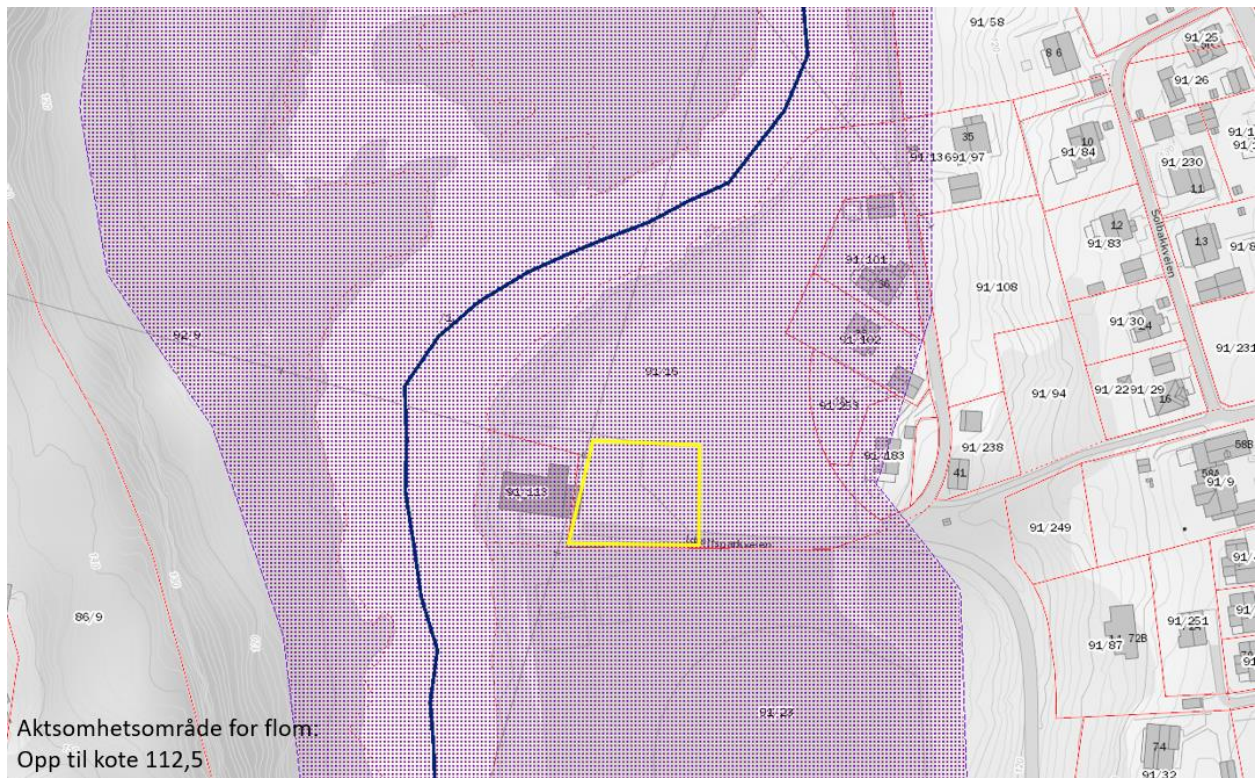
3.6 Grunnvannstand

Det er installert en hydraulisk poretryksmåler med spiss ca. 6 m under terreng ved borpunkt 6. Måleren er ikke avlest. Det er antatt at grunnvannstand står i kontakt med elva, ca. 2-3 m under terreng.

Rambøll har satt ned et elektrisk piezometer i to dybder, 4 og 7 m under terreng, ved borpunkt R10. Målinger viser grunnvannstand ca. 3-3,5 m under terrengkote +111,9. Målerne viser tilnærmet hydrostatisk poretryksfordeling i dybden [10].

3.7 Aktsomhetsområde for flom

Planområdet ligger iht. temakart fra NVE innenfor aktsomhetsområde for flom. Se Figur 8 neste side.



Figur 8: Aktsonhetsområde for flom. Fra temakart fra NVE sine sider [3].

3.8 Forurensingssituasjon

Dette notat omhandler ingen forhold knyttet til miljøteknisk rådgivning.

4 STABILITETSFORHOLD, OMRÅDESTABILITET

Gjeldende regelverk stiller krav til trygghet mot naturpåkjenninger (skred, flom, etc), og områdestabilitet er vurdert for eiendommen. Våre vurderinger er utført iht. NVE sine retningslinjer og veiledere ref. [7] og [8]. Disse oppfyller krav om dokumentasjon for sikker byggegrunn iht. PBL, TEK17 [9].

NVE har utarbeidet en prosedyre gitt i veileder 1/2019 som gjelder ved fare for kvikkleireskred og skred i løsmasser med sprøbruddegenskaper. Prosedyren er lagt til grunn for våre vurderinger.

Tabell 3.1 oppsummerer gjennomgang av prosedyren i henhold til avsnitt 3.2 i NVEs veileder 1/2019 [8]. Vurderinger rundt punktene er nærmere beskrevet i påfølgende delkapitler.

Pkt.	Arbeidsoverskrift	Kommentar
1	Undersøk om det finnes registrerte faresoner (kvikkleirefaresoner) i området.	Det er ingen registrerte kvikkleirefaresoner nær planområdet. Utført
2	Avgrens områder med marin leire	Hele området ligger under marin grense iht. temakart fra NVE. Utført
3	Avgrens områder med terreng som kan være utsatt for områdeskred: A) Terreng som kan inngå i løsneområde for et skred: - Total skråningshøyde (i løsmasser) over 5 m, eller - Jevnt hellende terrenghelning brattere enn 1:20 og høydeforskjell over 5 m B) Terreng som kan inngå i et utløpsområde for et skred: - 3 x løsneområdet lengde. - Utløpsone som allerede er kartlagt	A) Terrenget heller slakere enn 1:20 i nord, sør, vest og øst retning. Det er vurdert at total høydeforskjell fra topp skråning ved elvebredden til bunnen av elva er ca. 5-7 m høy. B) Planområdet ligger innenfor et potensielt utløpsområde fra høyere liggende terreng øst for Elveveien/Idrettsparkveien. Gjennomsnittlig terrenghelning er 1:5 fra øst mot vest. Utført
4	Bestem tiltakskategori	Tiltakskategori K3, da det er planer om et renseanlegg. Dvs. større byggverk med begrenset personopphold. Utført.
5	Gjennomgang av grunnlag – identifikasjon av kritiske skråninger og mulig løsneområde.	Ut ifra terrengkriterier er skåningen ned mot bunnen av Ørjeelva mest kritisk. Et initialscred her vil kunne føre til en progressiv bruddutvikling som vil kunne føre til områdeskred. Øst for tiltaksområdet stiger terrenget med helning 1:5 mot platået, ca. 24 m høyere i terreng. Iht. terrengkriterier er skåningene et akt-somhetsområde for skred. Utført
6	Befaring	Rambøll har vurdert erosjon langs med Ørjeelva [13]. Notatet konkludere med at det er noe erosjon. Utført
7	Gjennomfør grunnundersøkelser	Det er utført grunnundersøkelser. Utbredelse av

Pkt.	Arbeidsoverskrift	Kommentar
		<p>sprøbruddmateriale/kvikkleire er ikke avgrenset mot nord, øst eller sør [4]. Rambøll har utført supplerende grunnundersøkelser [10]. Utførte grunnundersøkelser er tilstrekkelig for vurdering av områdestabilitet for planområdet.</p> <p>Utført</p>
8	Vurder aktuelle skredmekanismer og avgrens løsne- og utløpsområder	<p>Da høydeforskjellen fra bunnen av elva opp til toppen av skråningen er > 5 m kan det oppstå et retrogressivt brudd som kan true områdestabiliteten. Basert på andel av sprøbruddmateriale over glideflaten (67%) er aktuell skredmekanisme retrogressivt skred fra nord, sør og rotasjonsskred/flaksred fra vest ved eksisterende renseanlegg. Dette gir et løsneområde som strekker seg ca. 92 m fra foten av skråningen, profil C og E, ved elva og inn i planområdet.</p> <p>Bratt terreng mot øst består iht. NGU sine kart av «breelavsetninger» og stedvis av «bart fjell, stedvis tynt dekke». Iht. GRANADA er det løsmasser av sand, med dybde til berg fra 4-16 m under terreng. Terraplan vurderer faren for områdeskred i øst som svært usannsynlig da mektighet av marin leire kiler ut i foten av skråningen.</p> <p>Utført</p>
9	Avgrens og faregrads klassifiser faresoner	<p>Kvikkleirefaresonen er avgrenset, vist i figur 12 og klassifisert. Faregrad «Lav», skadekonsekvens «Alvorlig», risikoklasse «2».</p> <p>Utført</p>
10	Stabilitetsvurderinger. Dokumentasjon av tilfredsstillende sikkerhet	<p>Stabilitetsberegninger viser god stabilitet for dagens situasjon ved udrenert analyse. Drenert analyse viser at det er behov for stabiliserende tiltak i profil E.</p> <p>Utført</p>

4.1 Registrerte faresoner

Iht. NVE sine temakart er det ingen registrerte kvikkleirefaresoner eller områder med påvist kvikkleire nær tiltaksområdet. Nærmeste punkt med kvikkleire ligger ved Ysterudvika ca. 1,6 km mot nordvest.

4.2 Avgrens områder med mulig marin leire.

Hele planområdet ligger under marin grense som ligger på ca. kote +190 iht. NVE sine kart. Det er påvist marin leire/kvikkleire innenfor deler av tiltaksområdet. Iht. NGU sitt kvartærgeologisk kart er det forventet elveavsetninger i influensområdet til elva og breelvasetninger i bratt terreng øst for Elveveien/Idrettsparkveien.

4.3 Avgrens områder med terreng som kan være utsatt for områdeskred

Terreng er tilnærmet plant frem til skråningen ned mot Haldenkanalen/Ørjeelva i vest, syd og nord for planområdet. Skråningen ned mot bunnen av elva er ca. 5-7 m høy med gjennomsnittlig helning 1:2. Skråninger langs med Haldenkanalen/Ørjeelva kan være utsatt for områdeskred.

Øst for Elveveien/Idrettsparkveien stiger terrenget med gjennomsnittlig helning 1:5 fra ca. kote +112 opp til platået ved Lilleveien, ca. kote +136.

4.4 Bestem tiltakskategori

Tiltakskategori K3, da det er planer om et renseanlegg. Dvs. større byggverk med begrenset personopphold.

4.5 Gjennomgang av grunnlag- kritiske skråninger og mulig løsneområde

Ut ifra terrengkriterier er skråningen ned mot bunnen av Ørjeelva mest kritisk. Et initialskred her vil kunne føre til en progressiv bruddutvikling som vil kunne føre til områdeskred. Det er gjort en vurdering av 6 stk. profiler der profil C og E er vurdert å være mest kritisk. Se TEG-002.

Høydeforskjellen fra topp skråning, kote +111 i profil C er ca. 5-7 m, da bunnen i elva er ca. kote +105. Gjennomsnittlig helning på skråningen er ca. 1:2. Det er registrert sprøbruddmateriale i fra ca. 2-7 m under terreng. Se Figur 9 nedenfor.

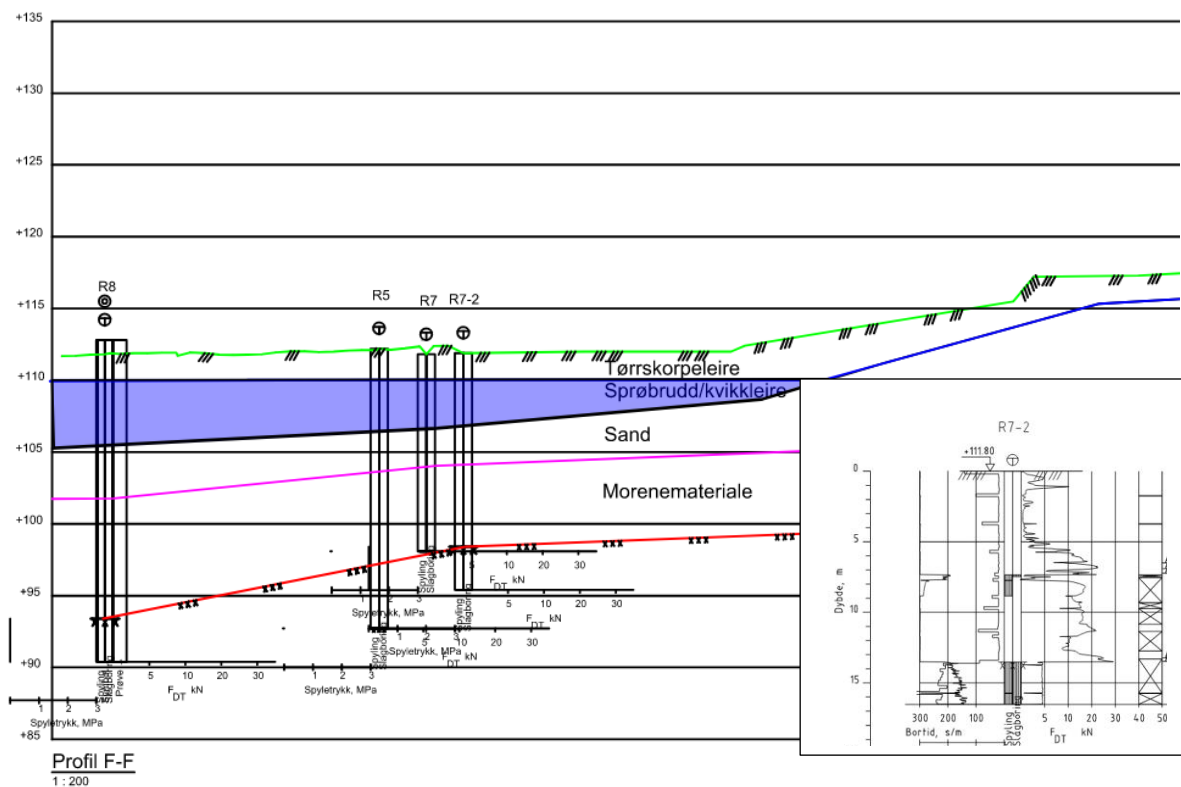
Det er i grunnvannsdatabasen registrert 6 grunnvannsbrønner i nærområdet, se Figur 10 **Feil! Fant ikke referanseilden..** Langs ved Lilleveien i nordøst er det fra 4 til 16 m til berg der de øvre 4 m består av breelvasatt sand. Nede ved Marker barnehage ved idrettsparkveien 3 er det fra 1 til 2,5 m til berg.

Skråning øst for Elveveien/Idrettsparkveien vurderes å ikke være utsatt for områdeskred da det iht. NGU og GRANADA er mektig avsetning av breelvasetninger til berg i dybden. Det er markert berg i dagen ved Lillevikveien 58 og 70.

Figur 11 nedenfor viser profil F med digitalisert plassering av totalsondering R8, R5, R7 og R7-2. Lagdeling er tolket fra sonderingsprofil i geoteknisk datarapport [10]. Sondering R7-2 lengst øst viser lav og konstant bormotstand fra 2 til 5 m under terreng. Det er sannsynlig at marin leire kiler ut i foten av skråningen.

Totalsondering R7-2 og R9 indikerer at mektighet av marin leire avtar mot øst. R7-2 viser kun 2 m med bløt og sensitiv leire. Totalsondering R9 viser friksjonsmateriale av sand og grus i hele borprofilen.

Terraplan vurderer det som at tilstedeværelse av marin leire, som kan inngå i et områdeskred, øst for Elveveien/Idrettsparkveien er svært lite sannsynlig.



Figur 11: Tegning 506 - Profil F med tolket lagdeling basert på totalsondering R7 og R7-2 som viser avtakende mektighet av marin leire mot øst. Totalsondering R7-2 viser lav bormotstand i sensitiv leire/silt fra 2-5 m under terreng.

4.6 Befaring

Det er ikke utført befaring av Terraplan. Befaringen er utført av Terraplan sin grunnborer i GeoGrunn AS, som har tatt bilder i planområdet.

Videre er det utført kartstudier og vurdering av flyfoto.

Rambøll har befart området og vurdert erosjon langs med Ørjeelva i eget notat [11]. Det er dokumentert lite erosjon fra eksisterende renseanlegg og langs elvebredden mot nord. Sør for eksisterende renseanlegg, vest for idrettsplassen er det registrert utglidning med noe erosjon, markert i gult i Figur 12 nedenfor.



Figur 12: Utsnitt fra www.høydedata.no med omtrentlig markering av området med noe observert erosjon [11].

4.7 Gjennomfør grunnundersøkelser

Det er utført grunnundersøkelser for tiltaket i juni 2022. Grunnundersøkelsene er tidligere rapportert i geoteknisk datarapport [4]. Utbredelse av kvikkleire er ikke avgrenset mot nord, øst eller sør.

Rambøll har utført supplerende grunnundersøkelser i juni 2023 [10].

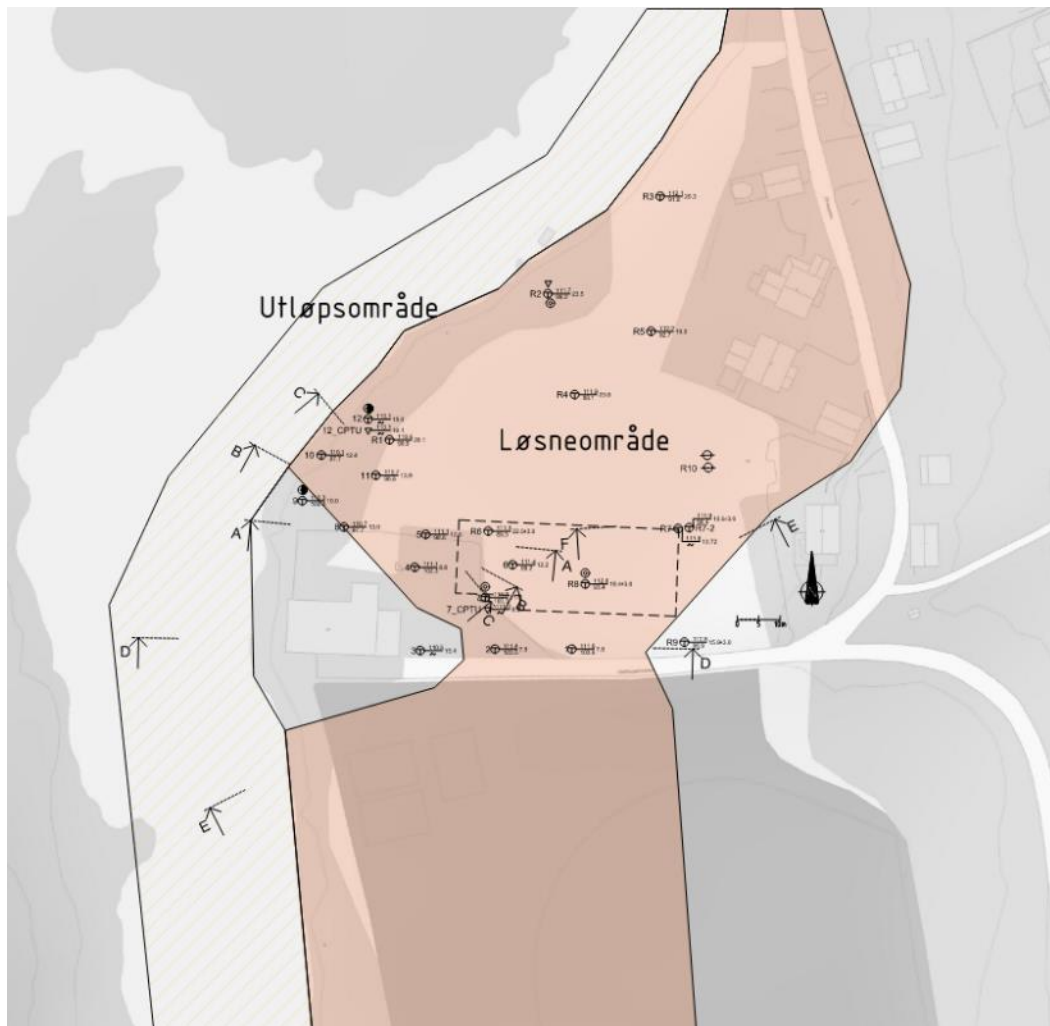
Totalsondering R7 og R7-2 indikerer avtakende mektighet av sensitiv leire/silt mot øst. Totalsondering R9 tolkes som friksjonsmateriale av sand og grus gjennom hele borprofilet.

Utførte grunnundersøkelser er tilstrekkelig for vurdering av områdestabilitet for aktuelt planområde.

4.8 Vurder aktuelle skredmekanismer og avgrens løsne- og utløpsområder

Aktuelle skredmekanismer er vurdert i 6 profiler. Der det er vurdert at skredmekanismen i profil A, B, og D er rotasjonsskred. Mens for profil C og E er det risiko for retrogressiv bruddutvikling som kan gripe inn i området.

Figur 13 viser utbredelsen av kvikkleirefaresonen med løsne- og utløpsområde basert på terreng og grunnforhold, avgrenset iht. NGI-metoden, i kapittel 4.5.2 i NVE veilederen [9].



Figur 13: Utsnitt fra TEG-003 Kvikkleirefarezone med løsne- og utløpsområde.

4.9 Avgrens og faregrads klassifiser faresoner

Sonen er avgrenset som vist i Figur 13 ovenfor. Sonen er faregradsklassifisert til konsekvensklasse «alvorlig», faregrad «lav» som tilsier risikoklasse 2. Klassifisering av faresonen er vist i Figur 14 og Figur 15.

Evaluering av skadekonsekvens (ref. tabell 1)				
Faktorer	Vekttall, V	Konsekvens score (0 - 3), K	Produkt (V x K)	Kommentar
Boligenheter, antall	4	1	4	Spredt, færre enn 5 boligenheter
Næringsbygg, personer	3	0	0	Ingen
Annen bebyggelse, verdi	1	2	2	Eksisterende renseanlegg, fotballbane.
Vei, ÅDT	2	0	0	Internveier <100
Toglinje, baneprioritet	2	0	0	Ingen
Kraftnett	1	1	1	Distribusjon
Oppdemning/floam	2	1	2	Lav

Figur 14: Evaluering av skadekonsekvens iht. NVE veileder 1/2019.

Evaluering av faregrad (ref. tabell 2)				
Faktorer	Vekttall, V	Faregrad score (0 - 3), F	Produkt (V x F)	Kommentar
Tidligere skredaktivitet	1	0	0	Ikke tidligere registrert iht. NVE sine temakart
Skråningshøyde, meter	2	0	0	Høydeforskjell opptil 7 m
OCR	2	0	0	OCR fra CPTU >2,0
Poretrykk	3	0	0	Hydrostatisk, fra piezometer ved R10
Kvikkleiremektighet	2	3	6	Ca. 6 m mektighet i borpunkt 7 og 5 m i pkt 12. Mektighet avtar østover ved R7 og R9.
Sensitivitet	1	2	2	Sensitivitet 30 - 75
Erosjon	3	2	6	Noe erosjon, iht notat fra Rambøll [11].
Inngrep	3	0	0	Ingen inngrep med påvirkning av stabiliteten

Figur 15: Evaluering av faregrad iht. NVE veileder 1/2019.

4.10 Stabilitetsvurderinger. Dokumentasjon av tilfredsstillende sikkerhet

Det er utført stabilitetsberegninger i profil C og E, som er vurdert å være de mest kritiske profilene. Beregningene er utført i GeoSuite Stability versjon 22.0.0.0.

Beregningene er utført med ADP-metoden med følgende anisotropifaktorer; $A_d=0,67$ og $A_p=0,33$.

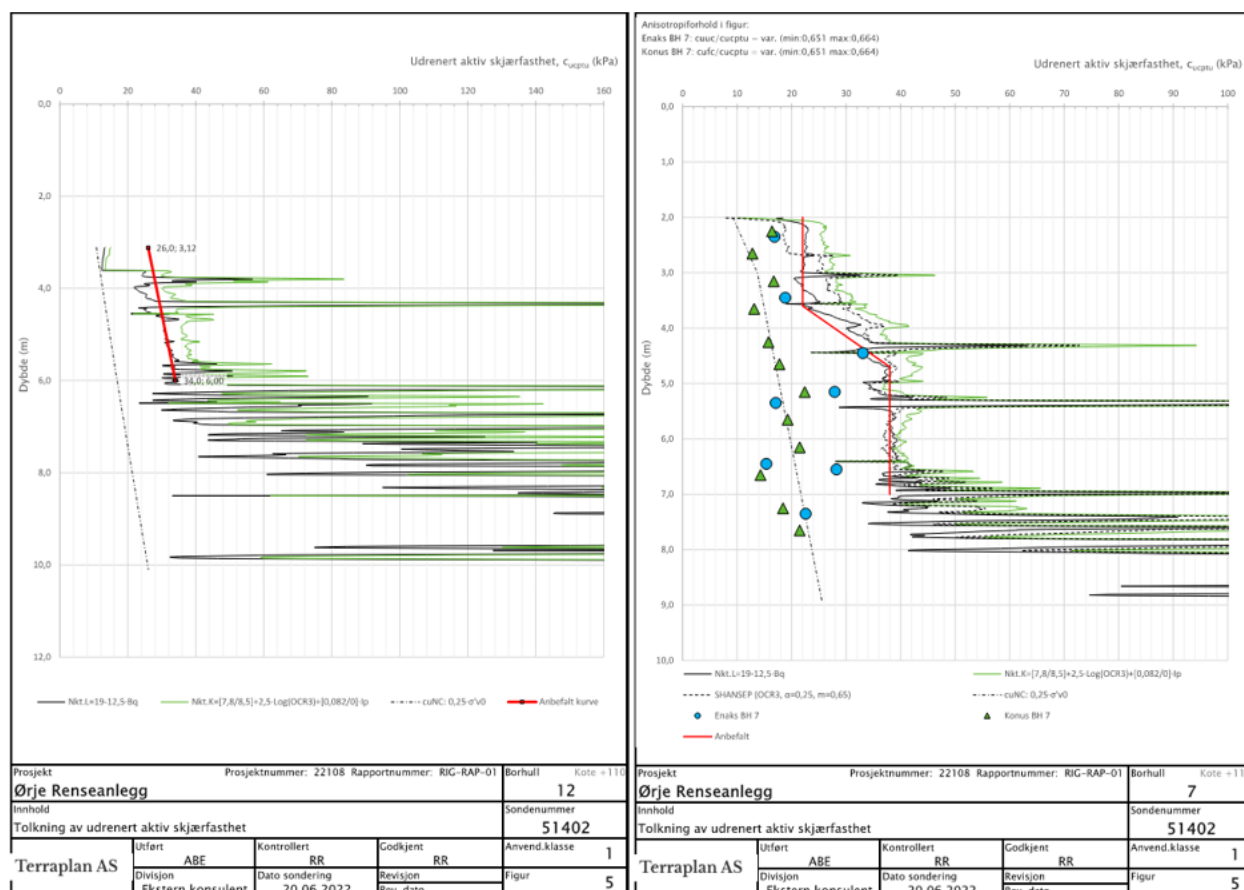
Geotekniske parametere benyttet i stabilitetsberegningene er gitt i tabellen nedenfor og i vedlegg 2 (skjærfasthet). Drenerte styrkeparametere er basert på prøver, CPTU og samsvarer med erfaringsparametere fra SVV sin håndbok V220 [7]. Se tabell 1 nedenfor.

Tabell 1: Drenerte styrkeparametere benyttet i beregningene for profil C og E.

Lag	γ [kN/m ³]	φ [°]	a [kPa]
Tørrskorpeleire	19	30	0
Sprøbruddmateriale /Kvikkleire	18	26	0
Morene	19	34	5
Erosjonssikring, stein	19	40	0

Udrenerte styrkeparameter er tolket fra CPTU-sondering ved borehull 7 og 12.

Da B_q er $<0,7$ er skjærstyrke tolket fra spissmotstand. Se Figur 16 nedenfor.



Figur 16: Tolket udrenert styrkeprofil fra CPTU-sondering 7 og 12. Styrkeprofil er vist i rødt.

Lagdeling og grunnvannstand er beskrevet tidligere i kapitler og vist i profiler.

4.10.1 Sikkerhetskrav

Med tiltakskategori K3 og faregrad «lav» gjelder krav til sikkerhet som for K1.

Dersom tiltaket ikke forverrer stabiliteten, er krav til sikkerhet:

Erosjon som kan utløse skred som kan ramme tiltaket må forebygges.

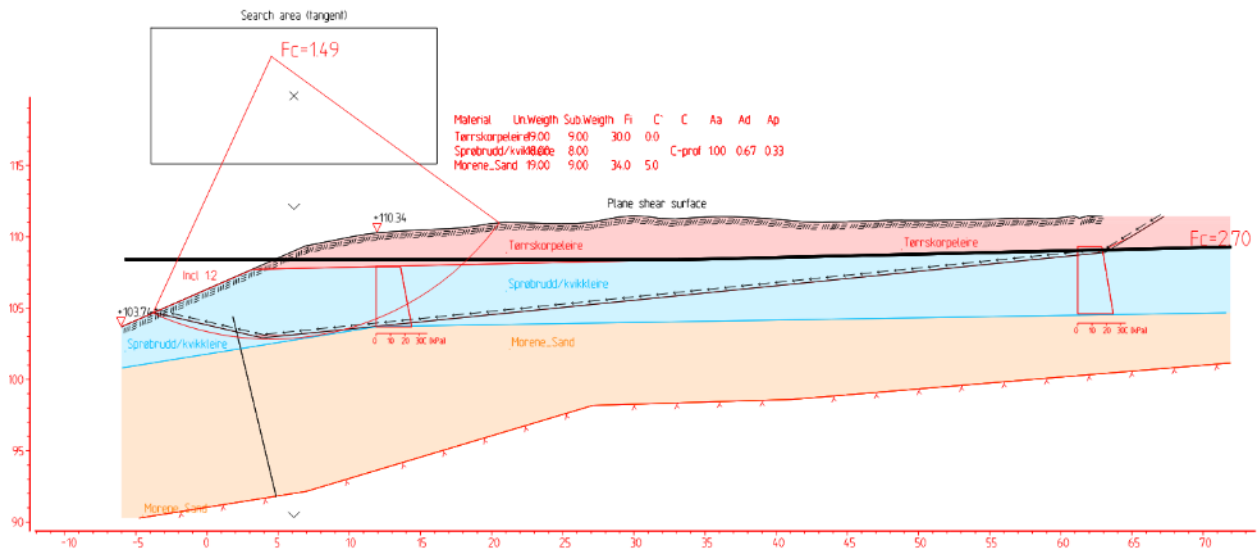
Det skal gjøres en vurdering av alle relevante løsn- og utløpsområder med tanke på skråninger hvor erosjon kan utløse skred.

Dersom tiltaket forverrer stabiliteten, er krav til sikkerhet:

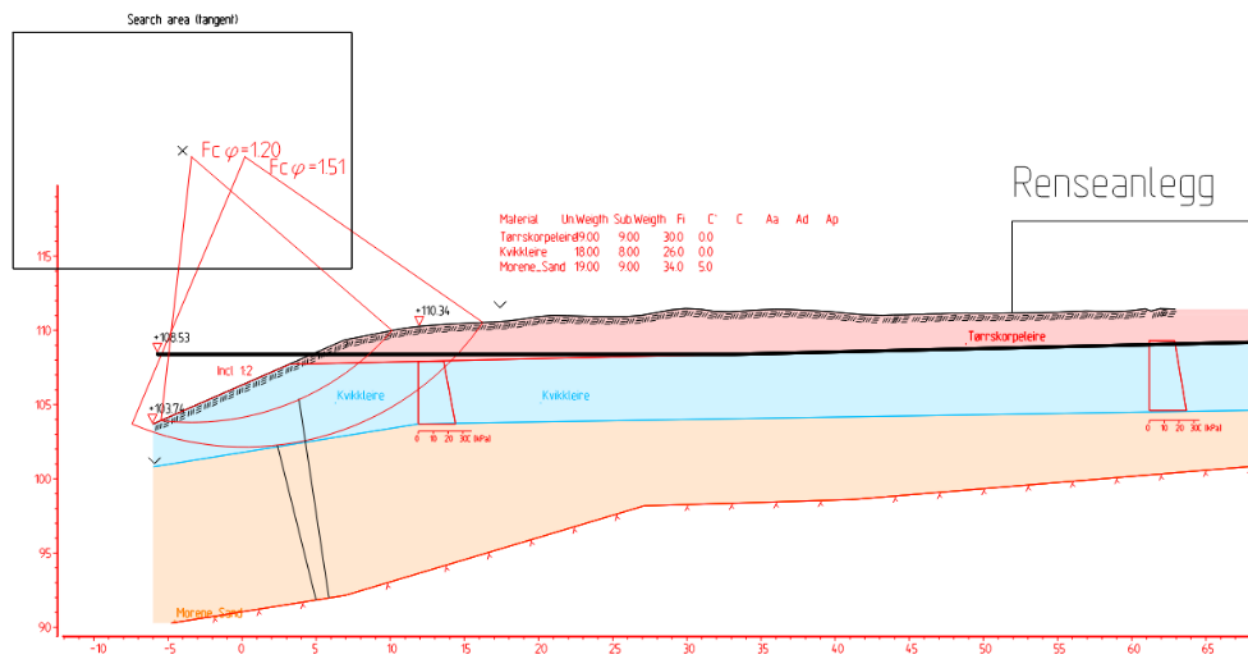
$F_{cu} \geq 1,4 \cdot f_s$ og $F_{c\phi} \geq 1,25$ hvor f_s er sprøhetsforholdet som korrigerer for sprøbruddeffekt i de udrenerte beregningene.

4.10.2 Stabilitetsberegninger

Utførte beregninger viser at skråningen har god stabilitet for dagens situasjon.. Tiltaket ligger ca. 50 m fra topp skråning, som er utenfor influensområdet til skråningen. For drenert tilstand er beregnet sikkerhet, med konservative antakelser, over kravet som er $F_{c\phi} \geq 1,25$ for dype glideflater. Grunne glideflater har lavere sikkerhet enn kravet, dvs. at det er fare for overflateskred. Skråningen, langs med løsnområdet må erosjonssikres for å oppnå tilfredsstillende stabilitet. Se Figur 17 til Figur 20, nedenfor.

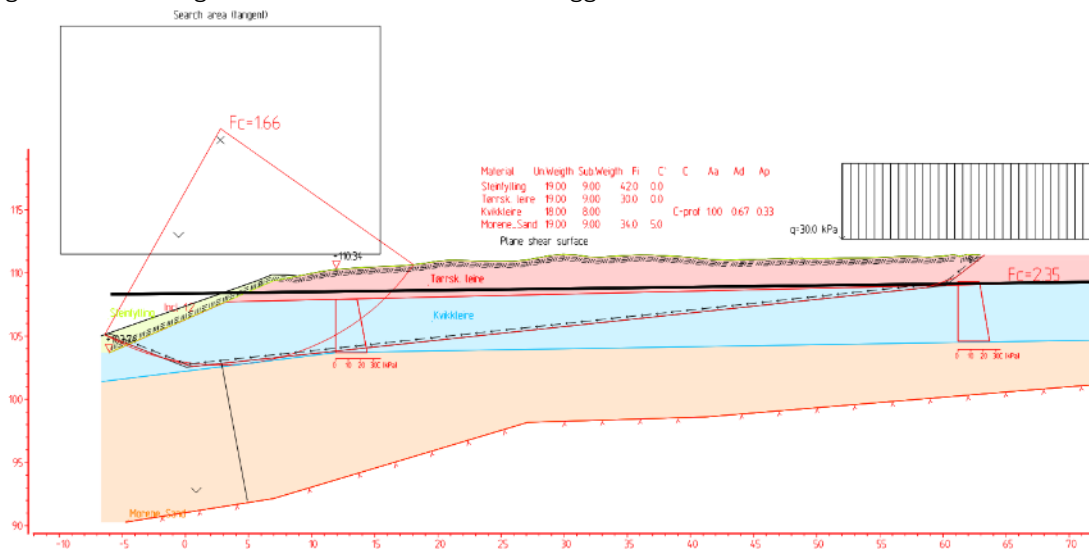


Figur 17: Utsnitt av beregning 600 viser profil-c med dagens situasjon i udrenert tilstand.

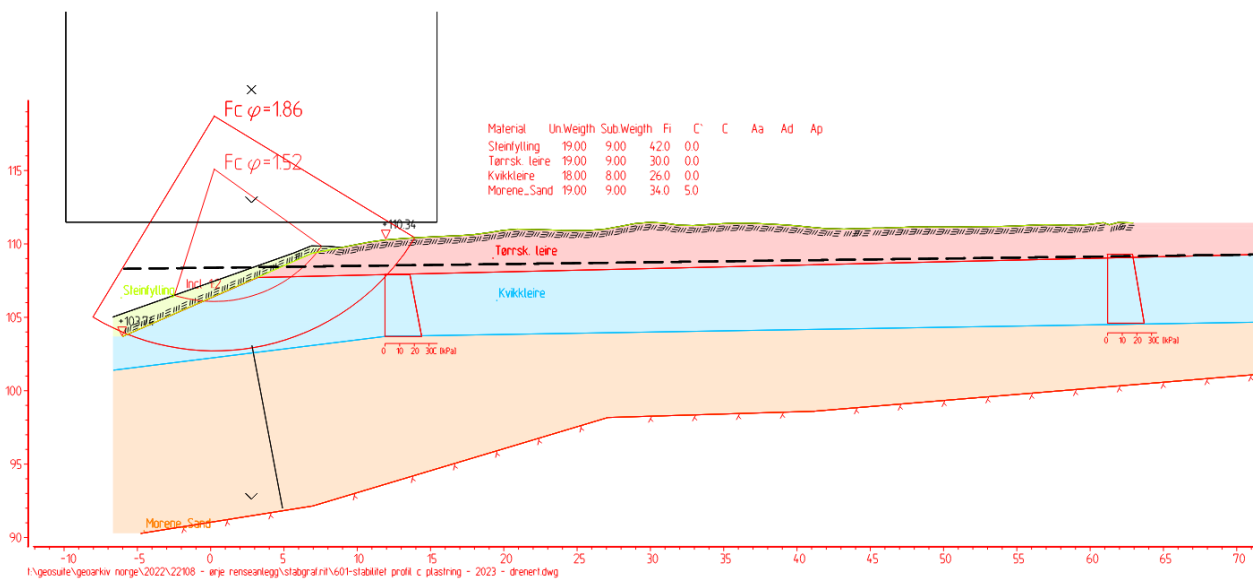


Figur 18: Utsnitt av beregning 601 viser tilfredsstillende sikkerhet for dype glideflater for profil C i drenert tilstand. Grunne glideflater viser at det er fare for overflateglidninger. Det er krav om erosjonssikring.

Beregning 602, Figur 19 nedenfor, viser tilfredsstillende sikkerhet med motfylling/erosjonssikring. Plane glideflater viser god sikkerhet etter at renseanlegget er etablert.



Figur 19: Utsnitt av beregning 602 viser erosjonssikring som gir tilfredsstillende stabilitet for profil C i udrenert tilstand. Plan glideflate viser god sikkerhet etter at renseanlegget er etablert.



Figur 20: Utsnitt av beregning 603 viser motfylling/erosjonssikring som gir tilfredsstillende stabilitet for profil C i drenert tilstand. Størrelse og utbredelse av motfylling/erosjonssikring må detaljprosjekteres i seinere fase.

Beregning 603, i Figur 20, viser tilfredsstillende sikkerhet i profil C ved drenert analyse, etter at skråningen er erosjonssikret.

Figur 21 nedenfor viser området som skal erosjonssikres (rødt) for at områdestabilitet skal være ivarettatt iht. NVE sin veileder.



Figur 21: Kartutsnitt med omtrentlig område (rødt) som skal erosjonssikres. Se TEG-004.

4.11 Innmelding av faresoner og grunnundersøkelser

Vi anbefaler at grunnundersøkelsene som er gjort i forbindelse med denne utredningen meldes inn til NADAG, og at kartlagt faresone meldes inn gjennom NVEs innmeldingsløsning, <https://kvikkleiresoner.nve.no>

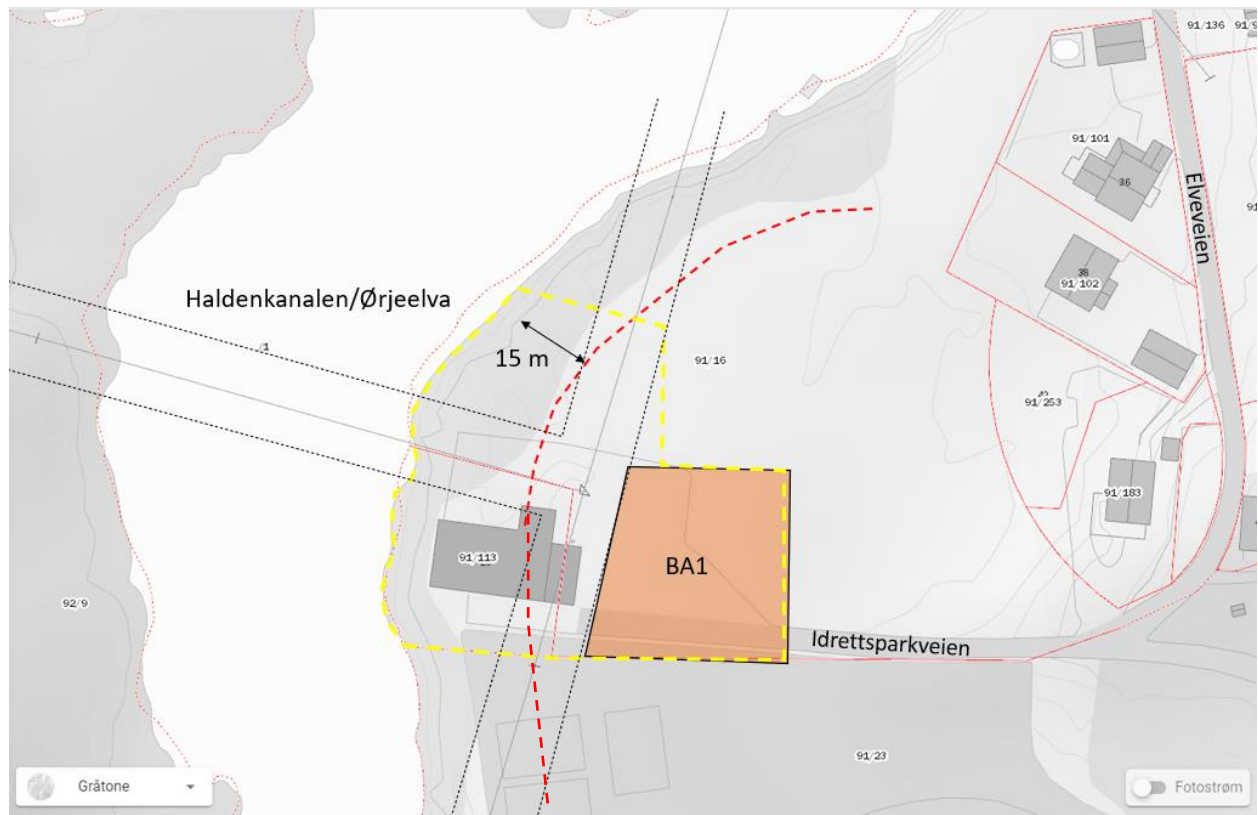
4.12 Uavhengig kvalitetssikring

Vår vurdering av områdestabilitet og utredning av faresone må forelegges uavhengig geoteknisk foretak for kontroll. Tiltakshaver har engasjert Romerike geoteknikk, som har utført uavhengig kvalitetssikring.

5 GEOTEKNISKE VURDERINGER

Iht. NVE 1/2019 [8] s. 28 vurderes det som at skråningen er upåvirket av tiltaket så lenge det bygges i en avstand større enn 2H bak skråningstopp, hvor H er total høydeforskjell. Tiltak som ligger mer enn 2H bak skråningstopp vil ikke kunne initiere et fremoverprogressivt skred dersom bæreevnen ellers er tilstrekkelig.

Dersom vi konservativt antar total skråningshøyde til 7,5 m vil det si at tiltaket skal ligge min. 15 m fra skråningstoppen ned mot Haldenkanalen for at tiltaket ikke skal påvirke stabiliteten. Se rød stiplet linje i Figur 22 nedenfor.



Figur 22: Kartutsnitt med influensområde for skråningen ned mot Haldenkanalen. Nytt renseanlegg er planlagt innenfor BA1.

5.1 Fundamentering

Bygget kan fundamenteres kompensert med vanntett høy kjeller, men det vil bli problematisk dersom man skal heve omkringliggende terreng pga. flomsituasjon. Oppfylling vil medføre differansesetninger på utomhusarealer og bygg. For en setningsfri løsning må bygget i sin helhet fundamenteres på peler til berg. Oppfylling for utomhusareal vil gi setninger relativ til bygget. Det må vurderes om man kan benytte lette masser. Terrengheving mer enn 1 m må vurderes særskilt i neste fase. Fundamenteringsløsning og sikring av byggegrop må detaljprosjekteres.

Det kan bli aktuelt med utgraving for kjeller innenfor spuntkonstruksjon, avhengig av dybde på kjeller.

6 KONKLUSJON

Det kan dermed konkluderes med at det ikke er fare for områdeskred iht. kravene i plan- og bygningsloven §28-1, §29-5 og byggt teknisk forskrift kap. 7. så lenge tiltaket plasseres utenfor skråningens influensområde og forutsetninger iht. våre vurderinger er ivarettatt.

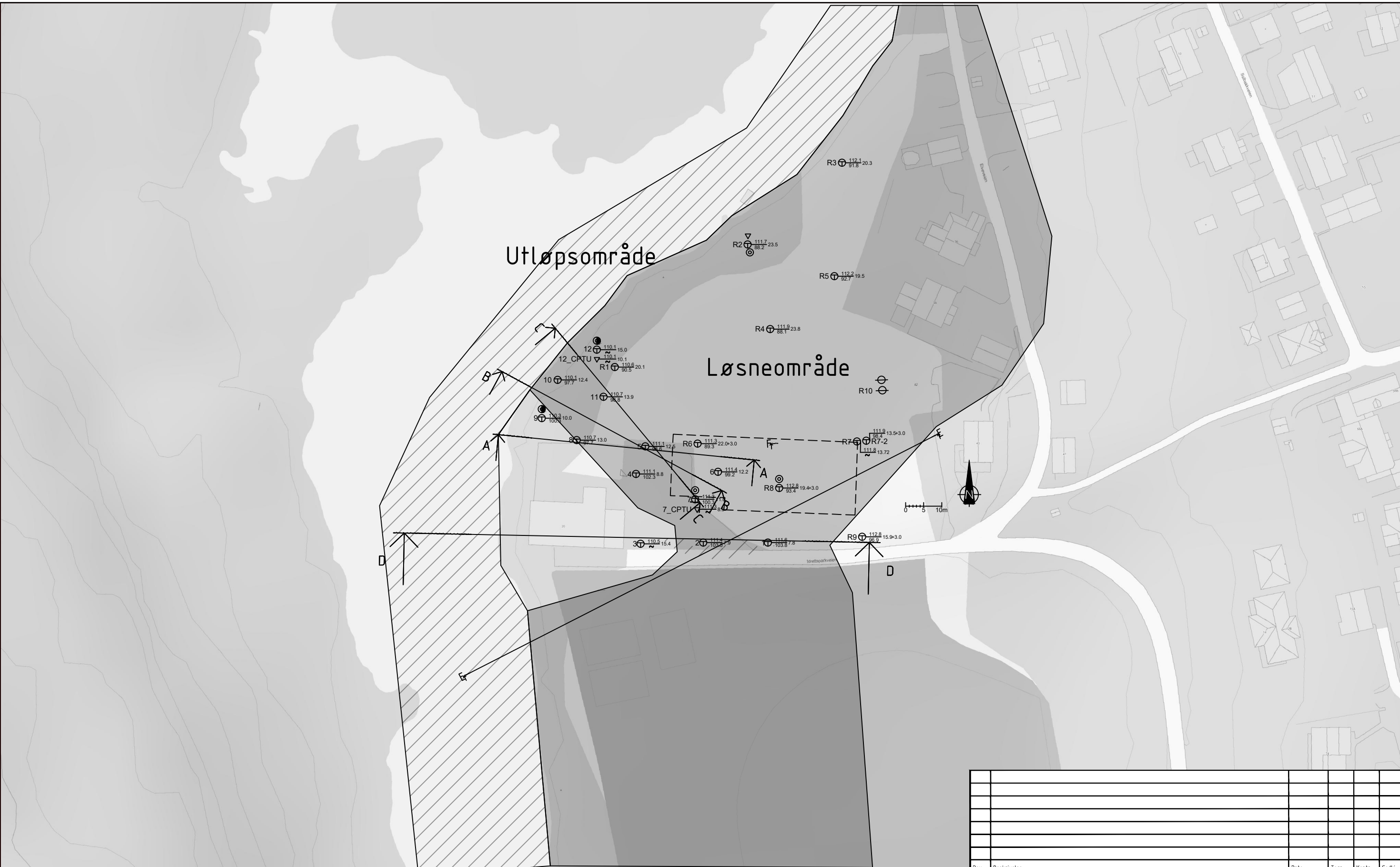
Det er ikke tillatt med massedeponering/mellomlagring av masser eller annen aktivitet som vil forverre stabiliteten innenfor influenssonen til skråningen (vest for rød stiplet linje) i figur 22.

Fundamentering, sikring av byggegrop og erosjonssikring må detaljprosjekteres.

7 REFERANSER

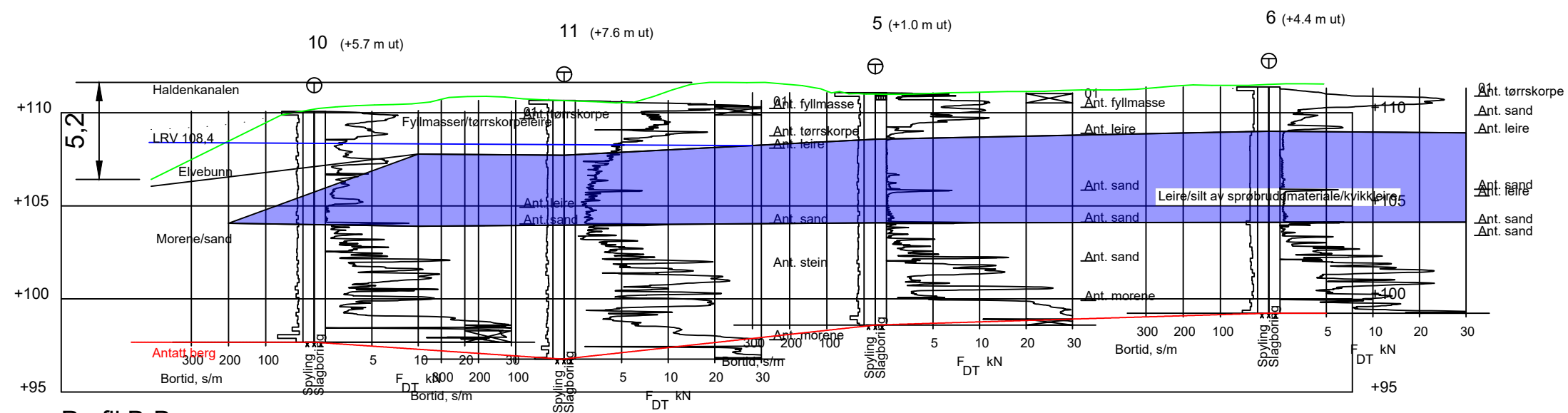
- [1] [Høydedata](#)
- [2] NGUs kvartærgeologiske kart, [Løsmasser \(ngu.no\)](#)
- [3] NVEs Temakart – [NVE Temakart](#)
- [4] Geoteknisk datarapport 22108-RIG-RAP-01, Terraplan AS, 03.08.2022
- [5] GRANADA Grunnvannsdatabasen, NGU sine [temakart](#).
- [6] Statens Vegvesen. Håndbok V220 Geoteknikk i vegbygging. 2018
- [7] NVEs retningslinjer 2011_02 «Flom- og skredfare i arealplanar»
- [8] Veileder 1/2019 «Sikkerhet mot kvikkleireskred» utgitt av NVE, 2020
- [9] Plan og bygningsloven (PBL), Byggeteknisk forskrift TEK17
- [10] 50427-01-KR Geoteknisk kontrollnotat Idrettsparkveien 20, Romerike geoteknikk 14.09.2023.
- [11] 1350055552 G-rap-001 Bommen renseanlegg, datarapport. Rambøll 16.08.2023.
- [12] 1350054871 Ørje Hydrologiske og hydrauliske beregninger. Rambøll 24.05.2023
- [13] 1350054220-016 Bommen, Ørje – Erosjonssikring av skråning. Rambøll 06.09.2023

T:\Geosuite\Geosuite\2022\22108 - Ørje renseanlegg\AUTOGRAF\RIT\Borplan m faresone_rev01.dwg. - Layout: (003) - Plottet av: anders. Dato: 2023.10.02 kl 10:14



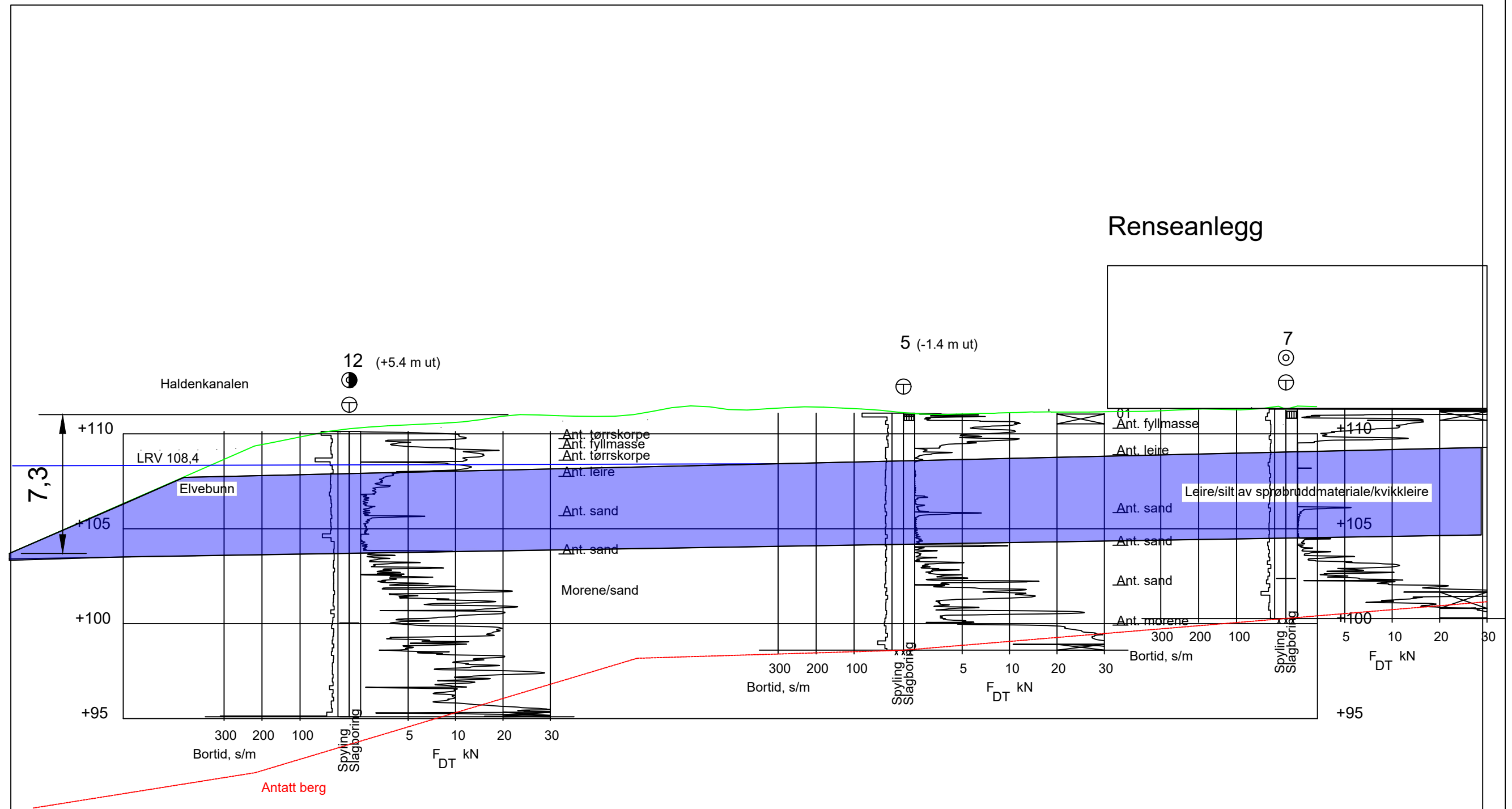
- Dreiesondering
 - Enkel sondering
 - ▽ Trykksondering
 - ⊖ Poretrykksmåling
 - ⋈ Fjell i dagen
 - Skovling
 - ☆ Fjellkontrollboring
 - ◆ Dreietrykksondering
 - ⊕ Totalsondering
 - ⊙ Prøveserie
 - Prøvegrop
 - + Vingeboring
- Borboknr.:
Innmåling: UTM 32, NN2000
Lab.boknr.:
Kartgrunnlag:
- Borhull nr. $\frac{\text{Terreng (bunn) kote}}{\text{Antatt fjellkote}}$ Boret dybde + (boret i fjell)

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn	Kontr. Godkj.
			Fag	Format
			RIG	A3
			Dato	31.08.2022
RAMBØLL/Marker kommune ØRJE RENSEANLEGG, Idrettsparkveien 20			Format/Målestokk:	
GRUNNUNDERSØKELSER BORPLAN M PROFILER OG KVIKKLEIREFARESONE			1:1000	
...			Status	Konstr./Tegnet
Terraplan			FORSLAG TIL BORPLAN	AWB
Oppdragsnr.	Tegningsnr.	Kontrollert	Godkjent	RR
22108	RIG-TEG-003	AW	RR	Rev.
				0



Profil B-B
1 : 200

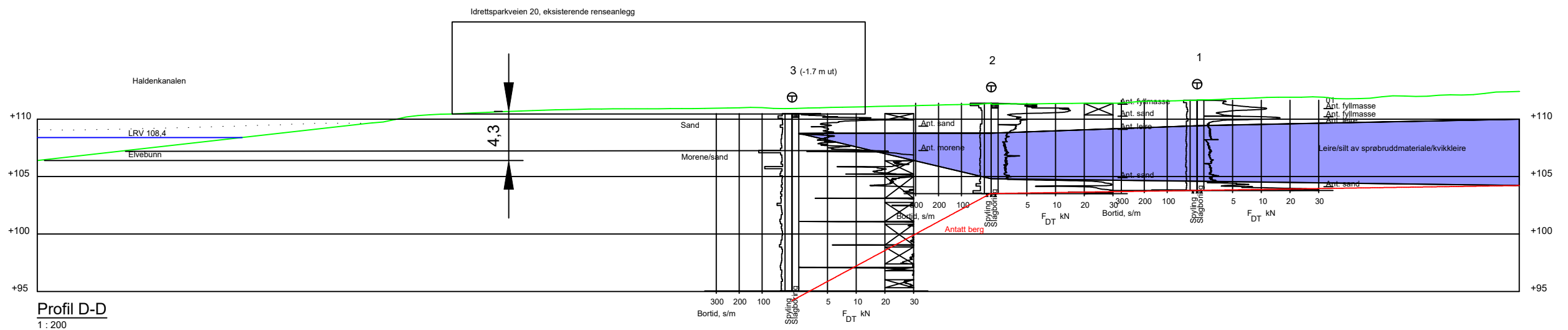
Profiltegning B				Dato	31.08.2022	
Rambøll 22108 - Ørje renseanlegg				Format/Målestokk:	M = 1 : 200	
Terraplan	Fag	GEOTEKNIKK	Konstr./Tegnet	ABE	Kontrollert	
	Prosjektnr.	22108	Tegningsnr.	501	AW	
					Godkjent	RR
					Rev.	0



Profil C-C

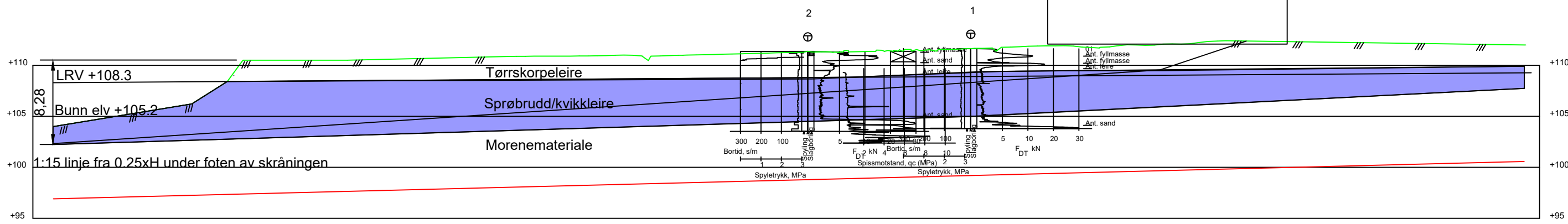
1 : 200

Profiltegning C				Dato 31.08.2022
Rambøll 22108 - Ørje renseanlegg				Format/Målestokk: M = 1 : 200
Terraplan	Fag GEOTEKNIKK	Konstr./Tegnet ABE	Kontrollert AW	Godkjent RR
	Prosjektnr. 22108	Tegningsnr. 502	Rev. 0	



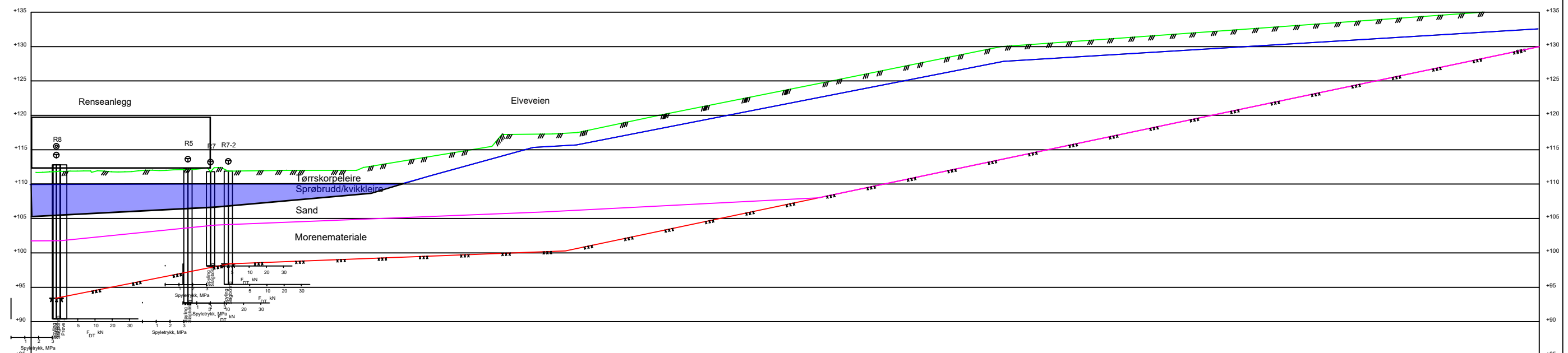
Profil D-D
 1 : 200

Profiltegning D				Date	31.08.2022
Rambøll				Format/MSBstokk	M = 1 : 200
Terraplan				Fag	GEOTEKNIKK
Prosjekt nr.		Tegning nr.		Konstr./spesif.	ABE
22108		503		Konstr./anl.	AW
				Godkjent	RR
				Rev.	0



Profil E-E
1 : 200

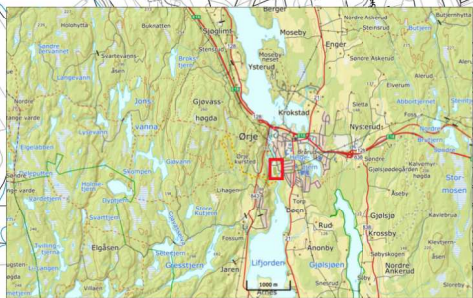
Profiltegning E				Date	21.09.2023
Rambøll 22108 - Ørje renseanlegg				Format/Blastakk	M = 1 : 200
Terraplan	Fag	GEOTEKNIKK	Konstr./Løst	ABE	AW
	Prosjekt	22108	Tegning	504	RR
				Rev.	0



Profil F-F
1:200

Profiltegning F		Dato: 25.09.2023	
RAMBØLL		Prosjekt: 22108 - Ørje renseanlegg	
M = 1 : 200			
Terraplan	GEOTEKNIKK	22108	505
			0

Vedlegg 1: Reguleringsplan



TEGNFORKLARING

PBL § 12-5 AREALFORMAL I REGULERINGSPLAN

BEBYGGELSE OG ANLEGG

- BB Barnehage
- BI Idrettsstadion
- BE Energianlegg
- BA Avleppsanlegg
- BR Renovasjonsanlegg
- SM Småbåtanlegg i sjø og vassdrag

SAMFERDSLELSANLEGG OG TEKNISK INFRASTRUKTUR

- SKV Kjøreveg
- SF Fortau
- SAV Annen veggrunn - grøntareal
- SP Parkeringsplasser

GRØNNSTRUKTUR

- G Grønnstruktur
- GN Naturområde
- GT Turveg

BRUK OG YERN AV SJØ OG VASSDRAG M. T. BESTEMMELSER

- BVSv Bruk og vern av sjø og vassdrag
- BVN Naturområde i sjø og vassdrag

HENSYNSSONER

- Sikringsone - friskt
- Flomfare
- Hevsnenningsanlegg

LINESYMBOLER

- Planens begrensning
- Formålsgrense
- Måle- og avstandslinje
- Senterlinje veg
- Friskiltinje

PUNKTSYMBOLER

- Avkjørsel - inn- og utkjøring

Oppdragsnr: PR1831
 Kartgrunnlag: FKB
 Ekvidistanse: 1 m
 Kartmålestokk: 1:2000 (A3)
 Koordinater: EUREF89 - sone 32



TEGNNR	DATO	REVISJON	SIGN
01A	01.10.2018	Planforslag	LB / JAH
01B	05.10.2018	Planforslag, revidering	LB / JAH
01C	10.10.2018	Planforslag, revidering	LB / JAH
01D	12.10.2018	Planforslag, revidering	LB / JAH
01E	14.02.2019	Planforslag, revidering	LB / JAH
01F	27.02.2019	Planforslag, revidering	LB / JAH

Detailreguleringsplan for

Bommen, gnr. 91 bnr. 16, 23, 113 m.fl., Marker kommune.



SAKSBEHANDLING IFLG. PLAN- OG BYGNINGSLOVEN

SAKSNR. DATO SIGN

Varsel oppstart av planarbeid

1. gangs behandling 30.10.2018

Offentlig ettersyn 01.11.2018 - 28.12.2018

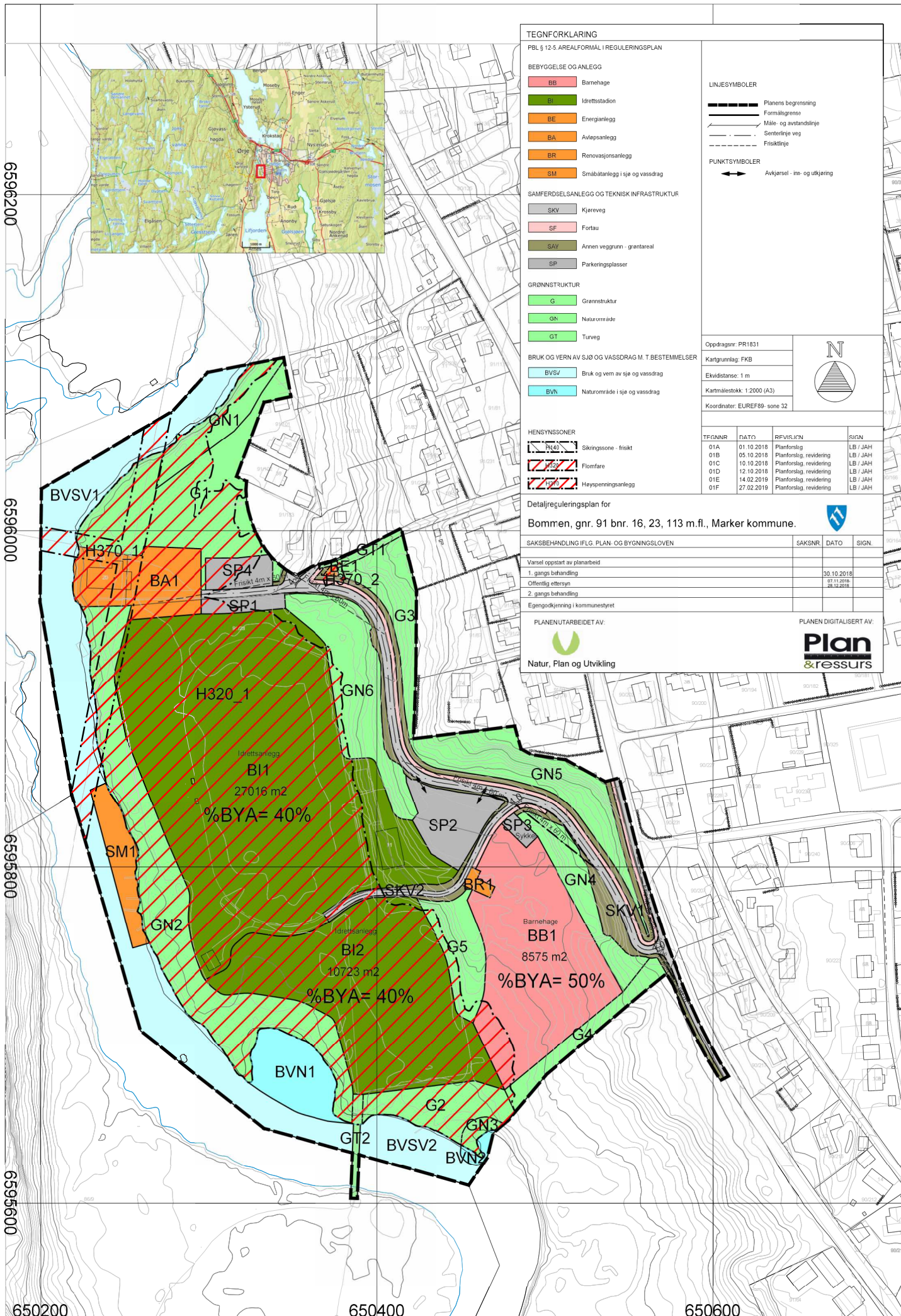
2. gangs behandling

Egengodkjenning i kommunestyret

PLANENUTARBEIDET AV:

Natur, Plan og Utvikling

PLANEN DIGITALISERT AV:



6596200

6596000

6595800

6595600

650200

650400

650600

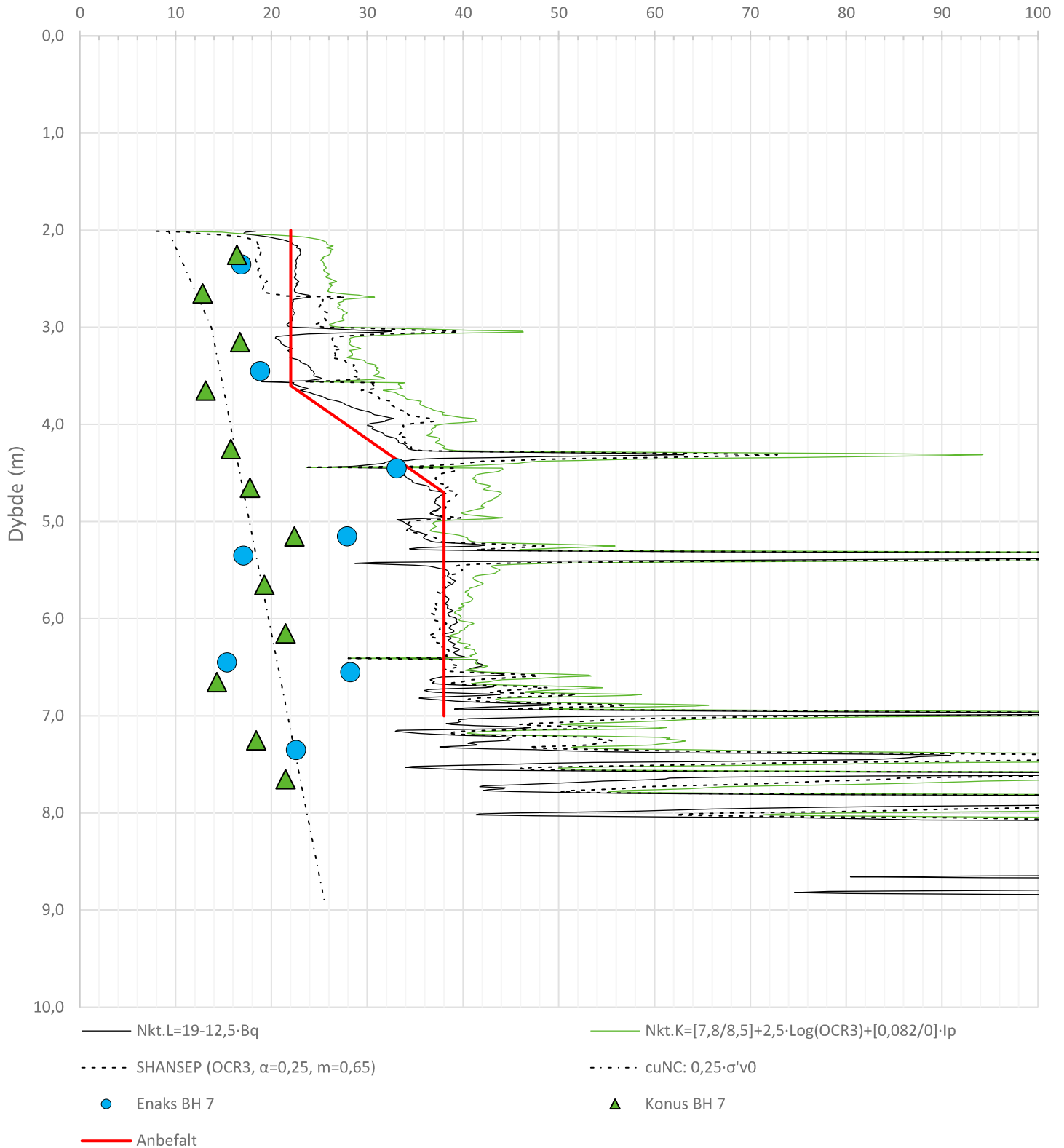
Vedlegg 2: Styrkeprofil fra CPTU

Anisotropiforhold i figur:

Enaks BH 7: c_{uuc}/c_{ucptu} = var. (min:0,651 max:0,664)

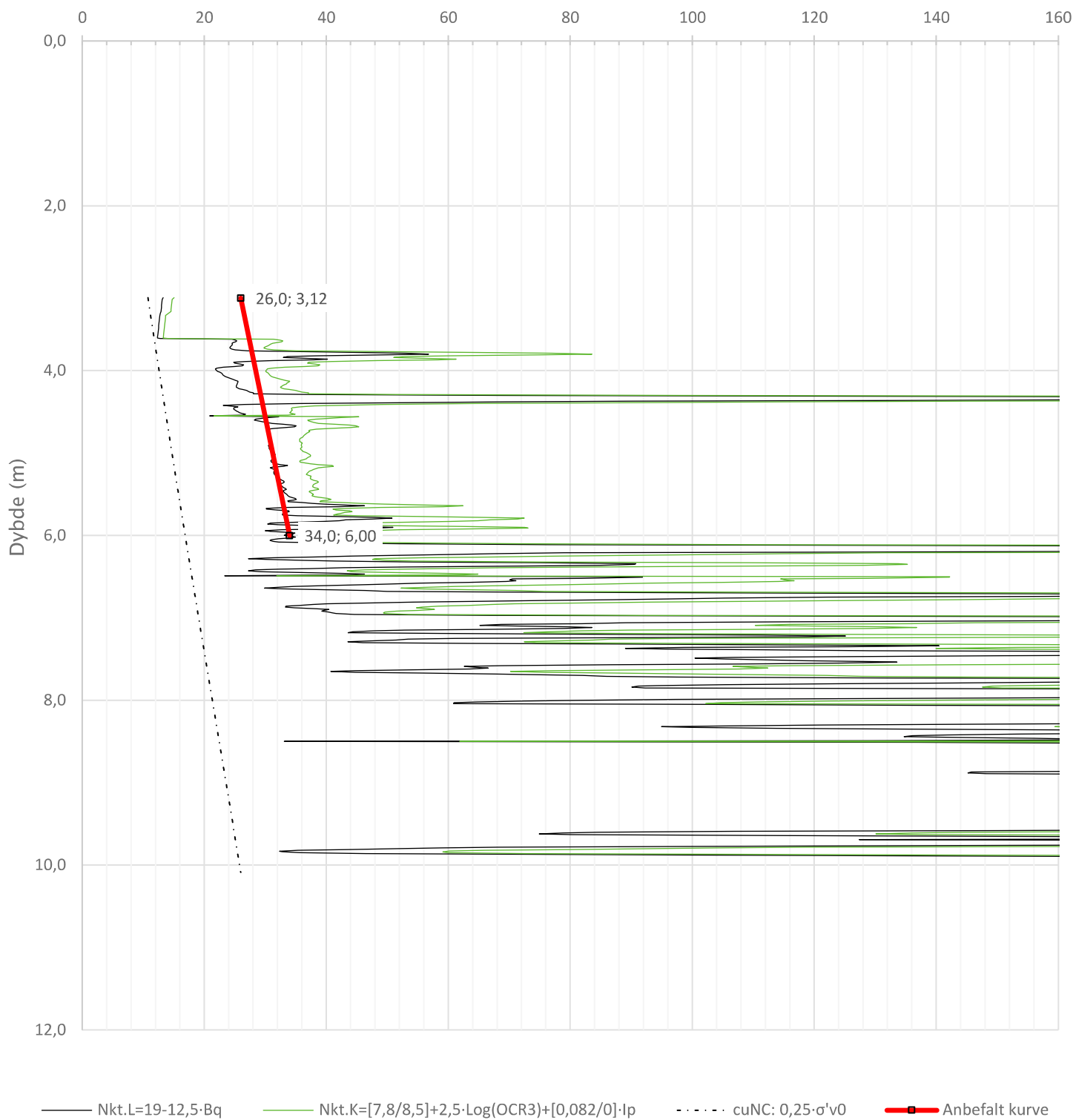
Konus BH 7: c_{ufc}/c_{ucptu} = var. (min:0,651 max:0,664)

Udrenert aktiv skjærfasthet, c_{ucptu} (kPa)



Prosjekt		Prosjektnummer: 22108 Rapportnummer: RIG-RAP-01		Borhull	Kote +111
Ørje Renseanlegg				7	
Innhold				Sondennummer	
Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet				51402	
Terraplan AS	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	
	ABE	RR	RR	1	
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon	Figur	
Ekstern konsulent	20.06.2022	Rev. dato	5		

Udrenert aktiv skjærfasthet, c_{ucptu} (kPa)



Prosjekt		Prosjektnummer: 22108 Rapportnummer: RIG-RAP-01		Borhull	Kote +110
Ørje Renseanlegg				12	
Innhold				Sondenummer	
Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet				51402	
Terraplan AS	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	1
	ABE	RR	RR		
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon	Figur	5
	Ekstern konsulent	20.06.2022	Rev. dato		

Vedlegg 3: Faregradsevaluering

Faregradsklasse			
Vurdering			
Faktor	Vekttall	Vurdering	Kommentar
Tidligere skredaktivitet	1	0	Ikke tidligere registrert iht. NVE sine temakart
Skråningshøyde, meter	2	0	Høydeforskjell opptil 7 m
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	2	0	OCR fra CPTU >2,0
Poretrykk, overtrykk, kPa	3	0	Hydrostatisk
Poretrykk, undertrykk, kPa	-3	0	0-10
Kvikkleire/sprøbruddsmektighet	2	3	Ca. 6 m mektighet i borpunkt 7 og 5 m i pkt 12. Mektighet avtar østover ved R7 og R9.
Sensitivitet	1	2	Sensitivitet 30 - 75
Erosjon	3	2	Noe erosjon
Inngrep, forverring	3	0	Ingen inngrep med påvirkning av stabiliteten
Inngrep, forbedring	-3	0	Ingen inngrep med påvirkning av stabiliteten
Poeng (score x vektall):			14

Beregnet faregradsklasse	Lav
Faregrad	0,27

Skadekonsekvens	
Vurdering	

Faktor	Vekttall	Vurdering	Kommentar
Boligheter, antall	4	1	Spredt, færre enn 5 boligheter
Næringsbygg, personer	3	0	Ingen
Annen bebyggelse, verdi	1	2	Eksisterende renseanlegg, fotballbane
Vei, ÅDT	2	0	Internveier <100
Toglinje, baneprioritet	2	0	Ingen
Kraftnett	1	1	Distribusjon
Oppdemning/flo	2	1	Liten
Poeng (score x vektall):			9

Beregnet skadekonsekvensklasse	Alvorlig
Skadekonsekvens	0,20

Risiko (skadekonsekvens x faregrad)	549
Risikoklasse:	2

Ørje, Bommen renseanlegg

Faregradsklasse, skadekonsekvens og risikoklasse iht. NVE

Terraplan AS	Dato:	Utarbeider:	Kontroll:	Godkjent:	\\192.168.104.195\Terraplan\05 Prosjekter\22108 - Rambøll- Ørje renseanlegg grunnundersøkelser\04 Prosjekt\01 Produksjon\07 Rapportering, notater\RIG-NOT-01 Områdestabilitet\Arbeidsmappe 2\Arbeidsdokumenter\Faregradsevaluering 19.09.23.xlsx
	03.10.2023	ABE	AW	RR	
	Oppdrag nr.: 22108	Vedlegg nr.: 7.2	Versjon: 0		

Evaluering av faregrad

Faktor	Vekttall	Faregrad, score			
		3	2	1	0
Tidligere skredaktivitet	1	Høy	Noe	Lav	Ingen
Skråningshøyde, meter	2	>30	20-30	15-20	<15
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	2	1,0-1,2	1,2-1,5	1,5-2,0	>2,0
Poretrykk, overtrykk, kPa	3	>+30	10-30	0-10	Hydrostatisk
Poretrykk, undertrykk, kPa	-3	>-50	-(20-50)	-(0-20)	Hydrostatisk
Kvikkleiremektighet	2	>H/2	H/2-H/4	<H/4	Tynt lag
Sensitivitet	1	>100	30-100	20-30	<20
Erosjon	3	Aktiv/Glidning	Noe	Lite	Ingen
Inngrep, forverring	3	Stor	Noe	Lite	Ingen
Inngrep, forbedring	-3	Stor	Noe	Lite	Ingen
Sum		51	34	16	0
% av maksimal poengsum		100 %	67 %	31 %	0 %

Evaluering av skadekonsekvens

Faktor	Vekttall	Konsekvens, score			
		3	2	1	0
Boligheter, antall	4	Tett>5	Spredt>5	Spredt<5	Ingen
Næringsbygg, personer	3	>50	10-50	<10	Ingen
Annen bebyggelse, verdi	1	Stor	Betydelig	Begrenset	Ingen
Vei, ÅDT	2	>5000	1001-5000	100-1000	<100
Toglinje, baneprioritet	2	1-2	3-4	5	Ingen
Kraftnett	1	Sentral	Regional	Distribusjon	Lokal
Oppdemning/flo	2	Alvorlig	Middels	Liten	Ingen
Sum		45	30	15	0
% av maksimal poengsum		100 %	67 %	33 %	0 %

Faregradsklasse	Poengverdi
1 Lav	0-17
2 Middels	18-25
3 Høy	26-51
Skadekonsekvensklasser	
1 Mindre alvorlig	0-6
2 Alvorlig	7-22
3 Meget alvorlig	23-45
Risikoklasse	
1 0-170	
2 171-630	
3 631-1900	
4 1901-3200	
5 3201-10000	

Beregning 600: Profil C med dagens situasjon. Udrenert analyse med sirkulære og plane glideflater.

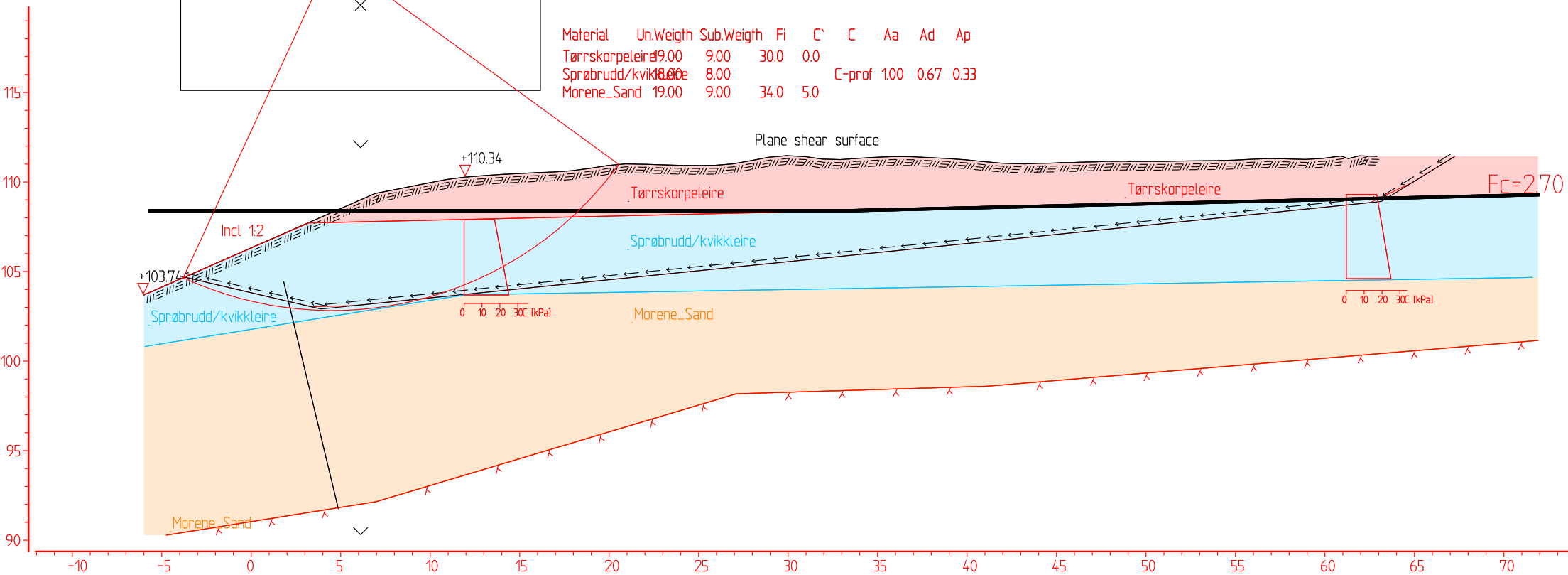
Search area (tangent)

$F_c=1.49$

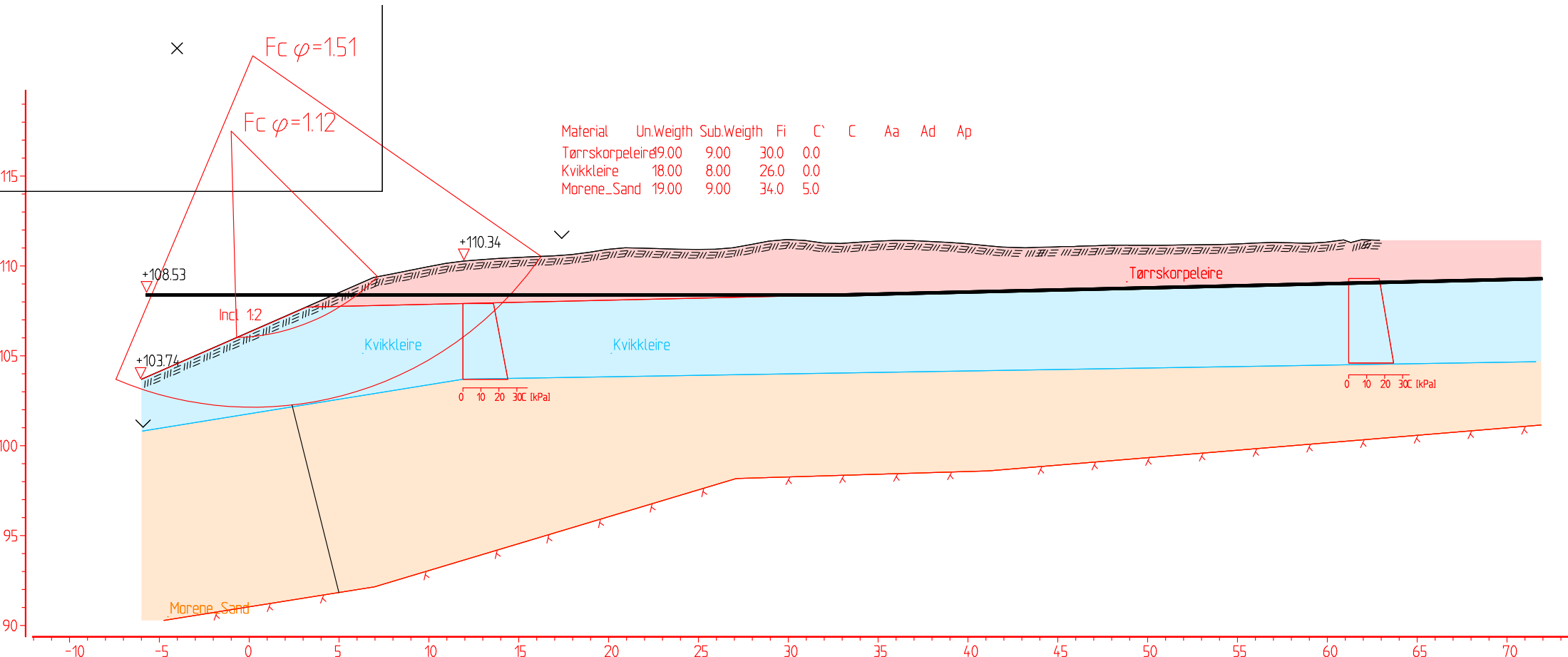
Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Tørnskorpeleire	9.00	9.00	30.0	0.0				
Sprøbrudd/kvikkleire	8.00	8.00	0.0		C-prof	1.00	0.67	0.33
Morene_Sand	19.00	9.00	34.0	5.0				

Plane shear surface

$F_c=2.70$

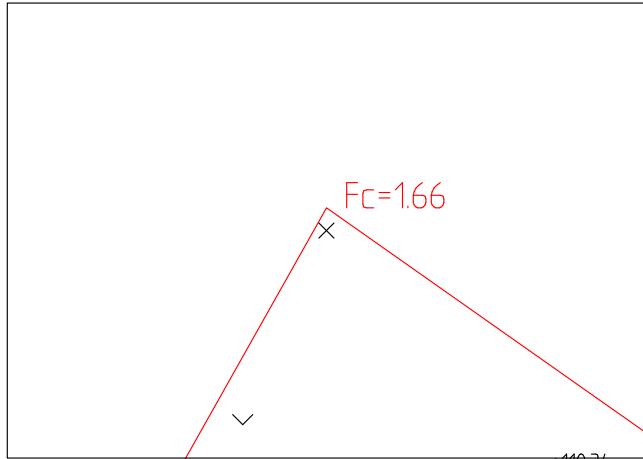


Beregning 601: Profil C med dagens situasjon. Drenert analyse med sirkulære glideflater.



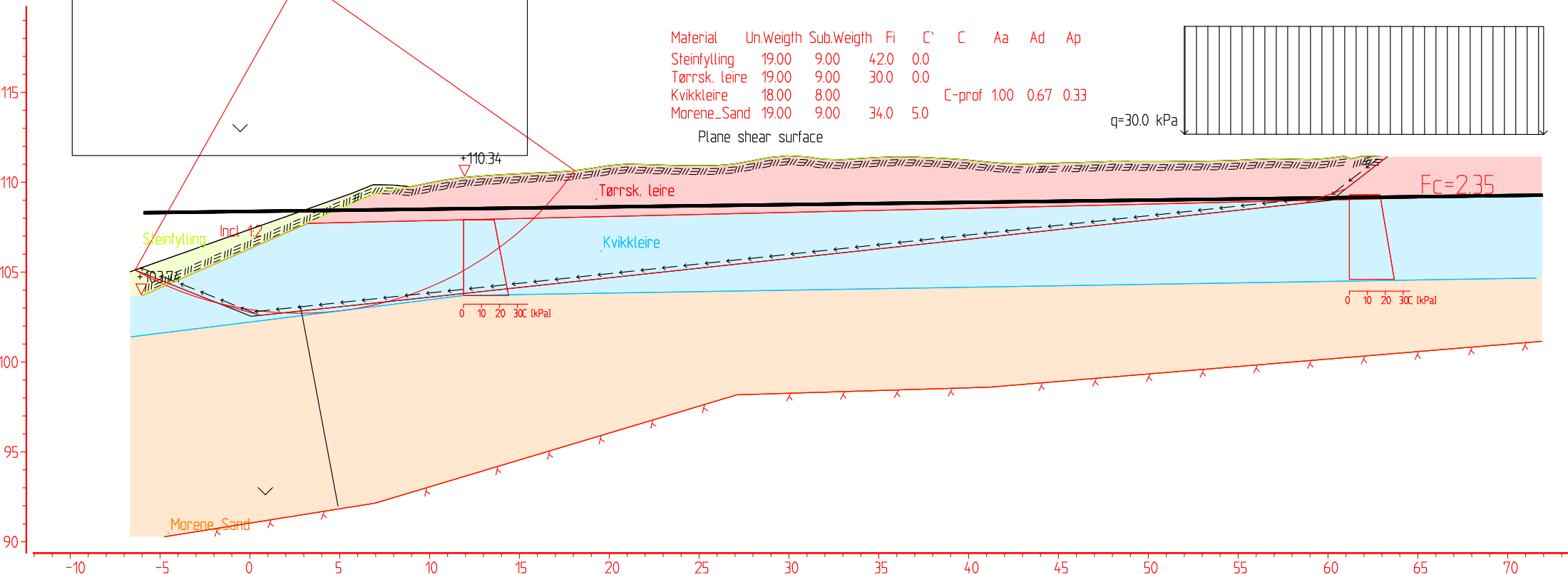
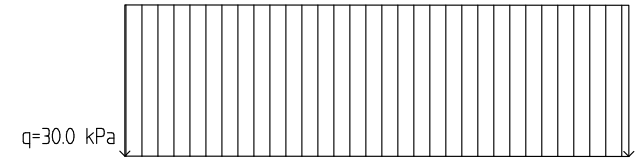
Beregning 602: Profil C med erosjonssikring og nytt renseanlegg. Udrenert analyse med sirkulær og plan glideflate.

Search area (tangent)

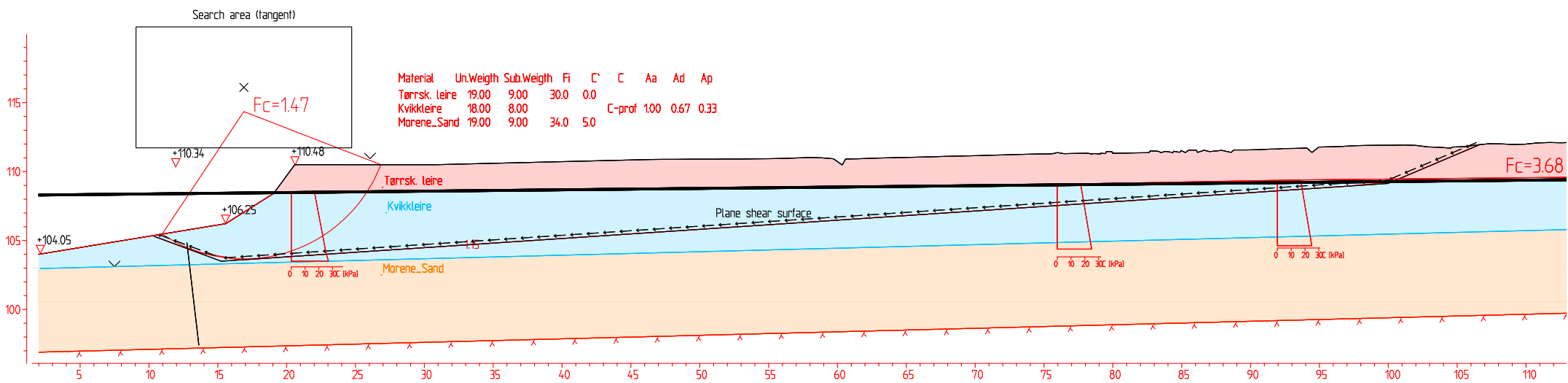


Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Steinfylling	19.00	9.00	42.0	0.0				
Tørrsk. leire	19.00	9.00	30.0	0.0				
Kvikkleire	18.00	8.00			C-prof 1.00	0.67	0.33	
Morene_Sand	19.00	9.00	34.0	5.0				

Plane shear surface

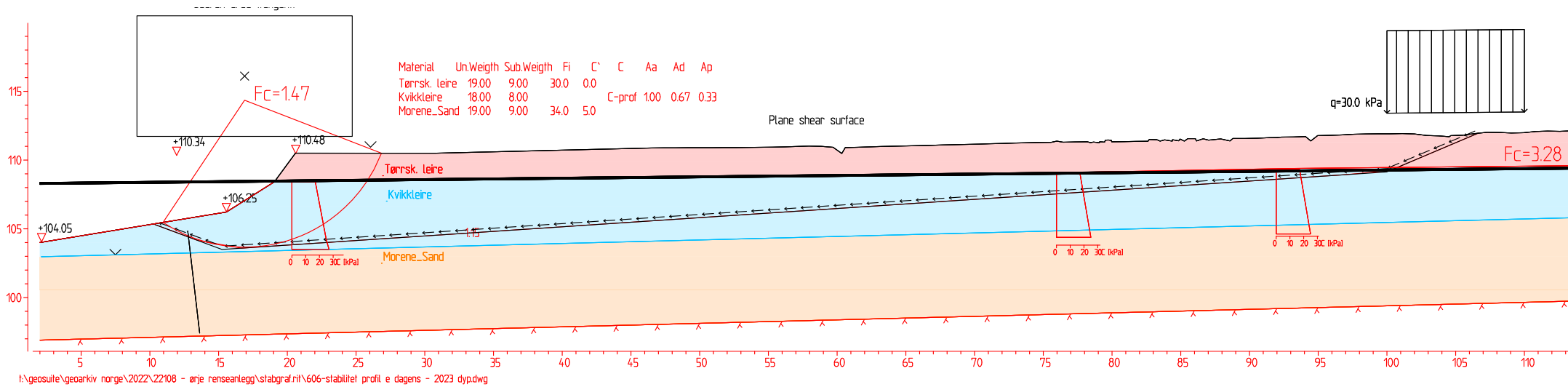


Beregning 604: Profil E med dagens situasjon. Udrenert analyse med sirkulær og plan glideflate.

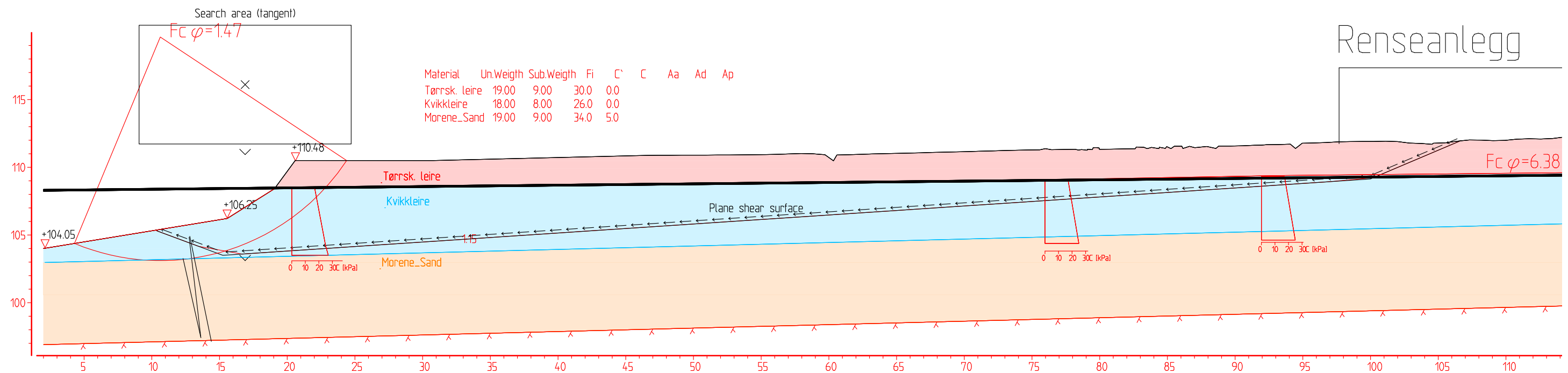


I:\geosuite\geoarkiv norge\2022\22108 - orje renseanlegg\stabgraf\ri\606-stabilitet profil e dagens - 2023 dyp.dwg

Beregning 605: Profil E med dagens situasjon med nytt renseanlegg. Udrenert analyse med sirkulær og plan glideflate.

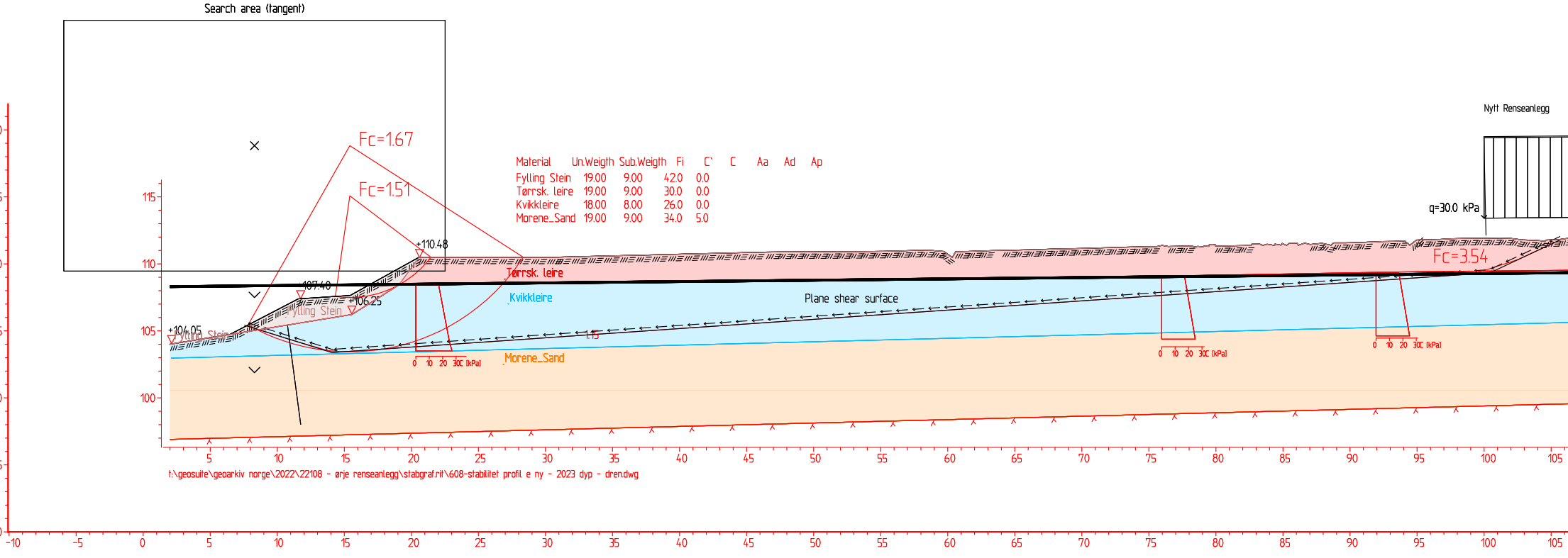


Beregning 606: Profil E med dagens situasjon. Drenert analyse med sirkulær og plan glideflate.



t:\geosuite\geosuite\prosjekt\2022\22108 - ørje renseanlegg\stabgraf\rit\606-stabilitet profil e dagens - 2023 dyp.dwg

Beregning 607: Profil E med erosjonssikring. Udrenert analyse med sirkulære glideflater.



Beregning 608: Profil E med erosjonssikring. Drenert analyse med sirkulære glideflater.

