

FAGRAPPORT NR.14

REV. 02

Oppdrag: **NYTT HOVEDRENSEANLEGG, LIER KOMMUNE**

GEOTEKNIKK



Dato 2022-05-31

Rambøll
Erik Børresens allé 7
Pb 113 Bragernes
NO-3001 DRAMMEN

T +47 32 25 45 00
Epost drammen@ramboll.no
www.ramboll.no

Utført: Kristoffer Knoph Aamodt
Kontrollert: Trude Ørbech
Godkjent: Trude Ørbech

Forsidebilde: Rambøll

1. Sammendrag og oppsummering

Denne rapporten er en del av utredning for områderegulering av nytt hovedrenseanlegg på Gullaug i Lier kommune. Rapporten er utarbeidet av Rambøll AS på oppdrag for Lier vei, vann og avløp KF.

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).

Planprogrammets kapittel 7.14 lyder:

«Grunnforhold må dokumenteres av geoteknisk kompetanse.

Det skal utarbeides faresonekart som viser soner for den samlede skredfaren for relevante skredtyper.

Dersom planlagt utbygging ikke tilfredsstiller sikkerhetskravene (i byggeteknisk forskrift), vil det være behov for sikringstiltak for å oppnå tilstrekkelig sikkerhet. Aktuelle tiltak bør da skisseres, og muligheten for å gjennomføre tiltakene innenfor akseptable kostnader bør vurderes. Også fare for steinsprang må vurderes»

Steinsprang vurderes av ingeniørgeologi i eget notat.

Rapporten har som hensikt å svare ut planprogrammet og områdestabiliteten for utenomhuskonstruksjoner etter NVE veileder 1/2019. Det er vurdert til at planlagte tiltak kan gjennomføres innenfor bestemmelsene gitt i NVE 1/2019 ved erosjonssikring av bekk, samt bruk av motfylling og lette masser. Følgende tiltak må gjennomføres:

- Veg 83 000: Lette masser (EPS) øverste 2.5m av vegoppbyggingen.
- Veg 83 000: 10m bred motfylling 1.3m lavere enn vegflaten.
- Veg 23 000: Fyllmasser 2m under vegoverflaten opp til kote +16. Resterende vegfylling utføres med lette masser (EPS)
- GS-veg 70 100: Lettemasser (EPS) i oppbyggingen
- Erosjonssikring av bekk. Gjennomføres seksjonsvis i utgravingsdybder på maks 0.5 meter, 1 meters bredde i 10 meters lengde. Erosjonssikringen skal gjennomføres fullt kompensert.
- Utslippsledning anlegges innenfor beskrivelse i tegning V-30 og kapittel 6.11. Etablering gjennomføres ved styrt boring.

Geotekniske tiltak og bestemmelser er vist i tegning V-28 i Vedlegg 2.

Revisjon 01 inneholder endringer etter tredjepartskontroll av uavhengig foretak. Endringene er markert med revisjonslinje i venstre marg. Endringene omfatter en revidering av beregningene i snitt A-A og B-B (tegning V-03, V-04, V-07 og V-08) der jordoverdekning over EPS'en ivaretas ved en jevnt fordelt last på 10 kPa. Reviderte stabilitetsberegninger viser tilstrekkelig sikkerhet.

Revisjon 02 inneholder endringer som svar på innsigelser fra NVE. Endringene omfatter:

- Oppdatert dagens vegfylling fra EPS-blokker til skumglass etter avklaring fra Statens vegvesen. Mottatte arbeidstegninger av dagens vegfylling er vist i Vedlegg 4. Dette har medført til en revisjon av stabilitetsberegninger vist i tegningene: V05, V-06, V-07, V-08, V-09, V-10, V-11-1-1, V-12-1-1 og V-11-1-2. Reviderte beregninger viser tilstrekkelig sikkerhet ved å gjennomføre en mindre justering av vegoppbyggingen til Veg 23 000, som beskrevet ellers i rapporten.
- Beregninger for 0.5m utgraving for erosjonssikring av bekkefar i en anleggssituasjon. Stabilitetsberegninger er vist i tegning V-03-1, V-04-2, V-04-3, V-07-1, V-08-3 og V-08-4. Beregningene viser at erosjonssikring av bekkene kan gjennomføres seksjonsvis i utgravingsdybder på maks 0.5 meter, 1 meters bredde i 10 meters lengder. Erosjonssikringen skal gjennomføres fullt kompensert.
- Vurdering av utløpsledning (kapittel 6.11). Vurderinger vist i tegning V-30. Ledningen etableres med styrt boring. Utløpet etableres på kote -50 utenfor områder med kritiske skråninger vist i

tegning V-30. Forventet omfang av erosjon rundt utløpet skal vurderes av hydrolog og må ikke være større enn en radius på 3m rundt utløpet og 2m dybde.

Grunnforhold

Ut fra gjennomførte grunnundersøkelser på planområdet er dybden til berg målt til 15-22 meter. Deler av planområdet ligger innenfor kvikkleiresone 321 Gullaug, hvor det er påvist kvikkleire i flere prøveserier. Sonderingene indikerer at grunnforholdene består av et leirlag med innslag av silt, stedvis kvikt. Det ble påtruffet artesisk grunntrykk 10-17 meter under terrengoverflaten i tre sonderinger ved planområdets nordre del. Det er tidligere utført kalk-sementstabilisering i forbindelse med etablering av kulvert under dagens E134 i nærheten av avkjørsel til planområdet. Utførte grunnundersøkelser ved påkjøring til E134 indikerer siltig leire i 15 meters mektighet, stedvis kvikk over fastere masser før berg. Vegfylling mellom sving mot kulvert og E134 er utført med lette masser.

Det går i dag en liten bekk gjennom planområdets østre del.

Områdestabilitet

Det er utført stabilitetsberegninger i fire profiler for dagens situasjon. Ett ved påhugget til renseanlegget, ett ved påkjøringen til eksisterende E134, ett som går langs ny veg fra dagens kulvert under E134 og ned ca. 70 meter sør for planområdet og ett som går ut i Engersandbukta.

Tiltaket plasseres i tiltakskategori K4, som tilsvarer større tilflytting/personopphold i området. Tidligere gjennomført ROS-analyse ved kartlegging av kvikkleiresone 321 Gullaug har klassifisert kvikkleiresonen med faregradklasse middels og risikoklasse 4. Oppdatert ROS-analyse utført av Rambøll i denne utredningen antyder faregradklasse høy og risikoklasse 5. NVE 1/2019 krever da at områdestabiliteten skal dokumenteres med sikkerhetsfaktor ≥ 1.61 ved stabilitetsberegninger, eller forbedring i henhold til kapittel 3.3.6 i NVE 1/2019. Vurderinger og beregninger skal kvalitetssikres av uavhengig foretak.

Utførte stabilitetsberegninger av dagens situasjon viser at områdestabiliteten er over 1.61 for samtlige snitt, noe som medfører at krav til sikkerhet er tilfredsstillende.

Det er sett på løsning med bruk av lette masser og motfyllinger for å oppnå tilfredsstillende sikkerhet i forbindelse med planlagt tiltak.

For å tilfredsstille krav om sikkerhetsfaktor må øverste 2.5m av vegfyllingen som legges fra tunellpåhugg mot eksisterende veg retning vest-øst (veg 83 000) legges med lettfylling, samt en 10m bred motfylling på et 1.3m lavere nivå på nedsiden av veien, retning sør. Beregningene er utført ved bruk av EPS-plater i vegfyllingen. Ny veg sør-nord (veg 23 000) samt GS-veg (veg 70 100) må legges med EPS-plater i fyllingen. Veg 70 100 etableres med fyllmasser 2m under vegoverflaten opp til kote +16. Resterende vegfylling utføres med EPS-blokker. Veg 70 100 etableres med EPS-blokker i sin helhet. Dagens bekkefar erosjonssikres. Erosjonssikringen skal gjennomføres fullt kompensert, med maks 0.5m utgraving, seksjonsvis med lenger på 10 meter. Tiltak og bestemmelser er oppsummert i tegning V-28.

Geoteknisk vurdering

Grunnforholdene består av bløte masser fra relativt grunt nivå. Følgelig fordres det at utgravinger/skjæringer unngås i den grad det er mulig. Ved eventuelle utgravinger vil det være behov for lokale stabilitetsberegninger.

Artesisk grunntrykk

Det ble påtruffet artesiske grunnvannstrykk i området nord for dagens høyspent-kabel. Eventuelle installasjoner/terrenginngrep i dette området må gjennomføres med stor aktsomhet. Ved mistanke om at planlagt tiltak (spunting, peling etc.) vil komme i kontakt med vannførende lag under leira må det gjøres grundige vurderinger av tiltaket, og stabiliserende tiltak (jetpeler, injisering etc.) må vurderes. En eventuell punktering av det vanntettende lag kan føre til utvasking av stedlige masser gjennom erosjon, og en destabilisering av områdestabiliteten. Området ligger opp mot dagens europavei.

Råtnetanker

Det skal plasseres to råtnetanker utendørs i tilknytning til renseanlegget. Vekt pr. råtnetank oppgis å være i størrelsesorden 1130 tonn. Fundamenteringsmetode avklares under detaljprosjektering, men er foreløpig antatt som direktefundamenter på en betongplate over kvalitetsmasser. Bæreevneberegninger utføres i videre detaljeringsfase.

VA

Det er planlagt å legge VA-rør fra Linnes avløpsrenseanlegg til nytt renseanlegg over nærliggende landsbruksområdet, i nordvestlig retning fra tiltaksområdet. Rørføring er planlagt utført ved bruk av åpne gravegrøfter og styrt boring med boregroper. Det er planlagt å etablere en pumpestasjon i nærheten av Linnes avløpsrenseanlegg, sannsynligvis ved bruk av en spuntgrop. Pumpestasjonen ligger utenfor kartlagt kvikkleiresone, men innenfor aktsomhetsområdet for marin leire. Det må utføres grunnundersøkelser for prosjektering av spuntgrop og langs endelig VA-trase. Ved påtruffet kvikkleire må områdestabiliteten svare ut iht. NVEs veileder 1/2019. Graveskråninger/boregroper for styrt boring detaljeres med bakgrunn i gjennomførte grunnundersøkelser.

Utslippsledninger er planlagt å gå ut i Drammensfjorden, med utløp på kote -50. Det anbefales at det utføres geotekniske grunnboringer for utslippsledningen for å detaljere trasevalg. Boringene skal gjennomføres ved styrt boring. Traseen er vurdert ut fra at den ved utløpet ikke har større erosjon enn utgraving tilsvarende 2 meter dybde, lengde 6 meter (radius på 3m rundt utløpet). Erosjonspotensial ved utløp vurderes av hydrolog/VA. Vurdering av trase er vist i tegning V-30.

Bekkeomlegging

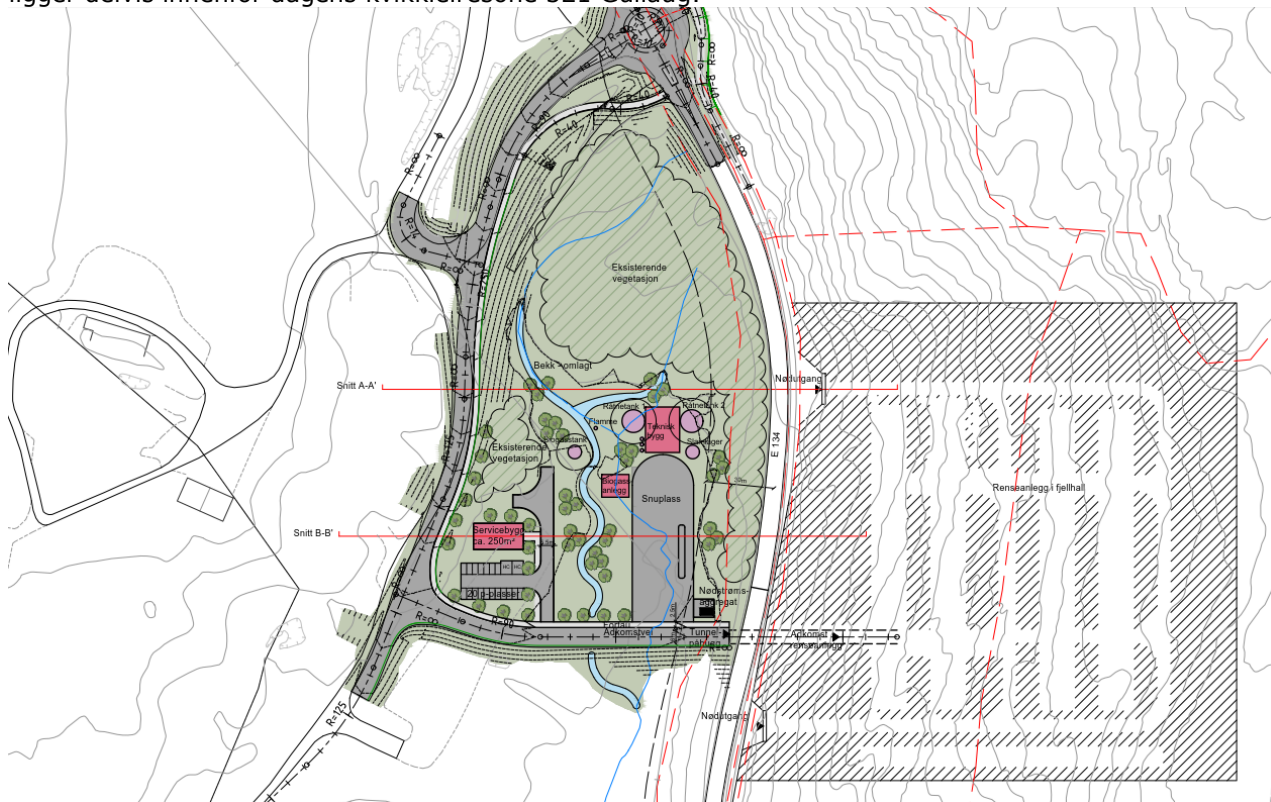
Det er planlagt å legge om dagens bekk til å gå gjennom tiltaksområdet for å skape et grøntområde. Det oppfordres til at bekken legges i en erosjonssikret kanal for å unngå utgraving. Bekken må erosjonssikres hele veien ut til Engersandbukta for å forhindre fremtidig erosjon. Det vises til fagrapport Hydrologi for beskrivelse av erosjonssikring. Utgraving for erosjonssikring i en anleggsfase er beregnet som vist i tegning V-28 med en 0.5m dyp utgraving utført seksjonsvis med lengder på 10 meter.

Innholdsfortegnelse

1. Sammendrag og oppsummering	2
2. Prosjektet	7
3. Topografi og grunnforhold	7
3.1 Topografi	7
3.2 Grunnforhold	8
4. Prosjektforutsetninger	9
4.1 Myndighetskrav	9
4.1.1 Forskrifter	9
4.1.2 Prosjekteringsstandarder	9
4.1.3 Veiledninger og retningslinjer	9
4.2 TEK17 § 7 Sikkerhet mot naturpåkjenninger	9
4.3 Geoteknisk kategori og kontrollklasse	9
4.4 Dimensjonering for jordskjelv	10
5. Grunnundersøkelser	10
6. Områdestabilitet	11
6.1 Tidligere kartlagte faresoner for kvikkleireskred i området	11
6.2 Kartlegging av marin grense	11
6.3 Avgrensning av aktsomhetsområder basert på topografi	12
6.4 Tiltakskategori	13
6.5 Gjennomgang av grunnlag	13
6.6 Grunnforhold	17
6.7 Avgrensning av løseområder	18
6.8 Vurdering og avgrensning av utløpssone	18
6.9 Stabilitetsvurdering	18
6.9.1 Valg av snitt	18
6.9.2 Parametervalg	21
6.10 Resultater	23
6.11 Utslippsledning	26
6.12 Tiltak områdestabilitet	28
7. Geoteknisk vurdering av planlagt utbygging	29
7.1 Terrenginngrep	29
7.1.1 Skjæringer i terrenget	29
7.1.2 Installasjoner i grunnen	29
7.1.3 Kalksementstabilisering	29
7.2 Fundamentering	29
7.3 Mellomlagring av masser	29
7.4 VA	29
7.5 Bekkeomlegging	30
7.6 Rystelser/vibrasjoner	30
7.7 Potensiell grunnvannssenkning	30
8. Kostnadsoverslag	31
8.1 Forutsetninger	31
8.2 Kostnadsberegninger	31
9. Vedlegg	32

2. Prosjektet

Det planlegges å etablere nytt hovedrenseanlegg i Gullaugfjellet i Lier kommune for behandling av kommunalt avløpsvann i Lier kommune, og med mulighet for utvidelse til regionalt avløpsrenseanlegg for Drammensregionen. I tilknytning til renseanlegget etableres en adkomstveg og diverse utenomhus konstruksjoner som servicebygg og råtnetanker, samt en snuplass, se Figur 1. Utenomhusområdet ligger delvis innenfor dagens kvikkleiresone 321 Gullaug.



Figur 1: Tegnr: 001 Landskapsplan, foreløpig pr. 01.02.21.

3. Topografi og grunnforhold

3.1 Topografi

Planområdet ligger øst for Drammen sentrum, rett nord for Engersandbukta, nedenfor dagens E134.

Terrenget faller fra ca. kote +6.5 fra planområde og ned mot Engersandbukta med en helning på ca. 1:30. Sjøbunnen ut i Engersandbukta er faller med en helning på ca. 1:10, ned til ca. 20 meters dybde, før sjøbunnen flater ut. Terrenget stiger mot vest fra planområdet, mot en topp på høyde +32. Skråningen faller ca. 1:2.5.

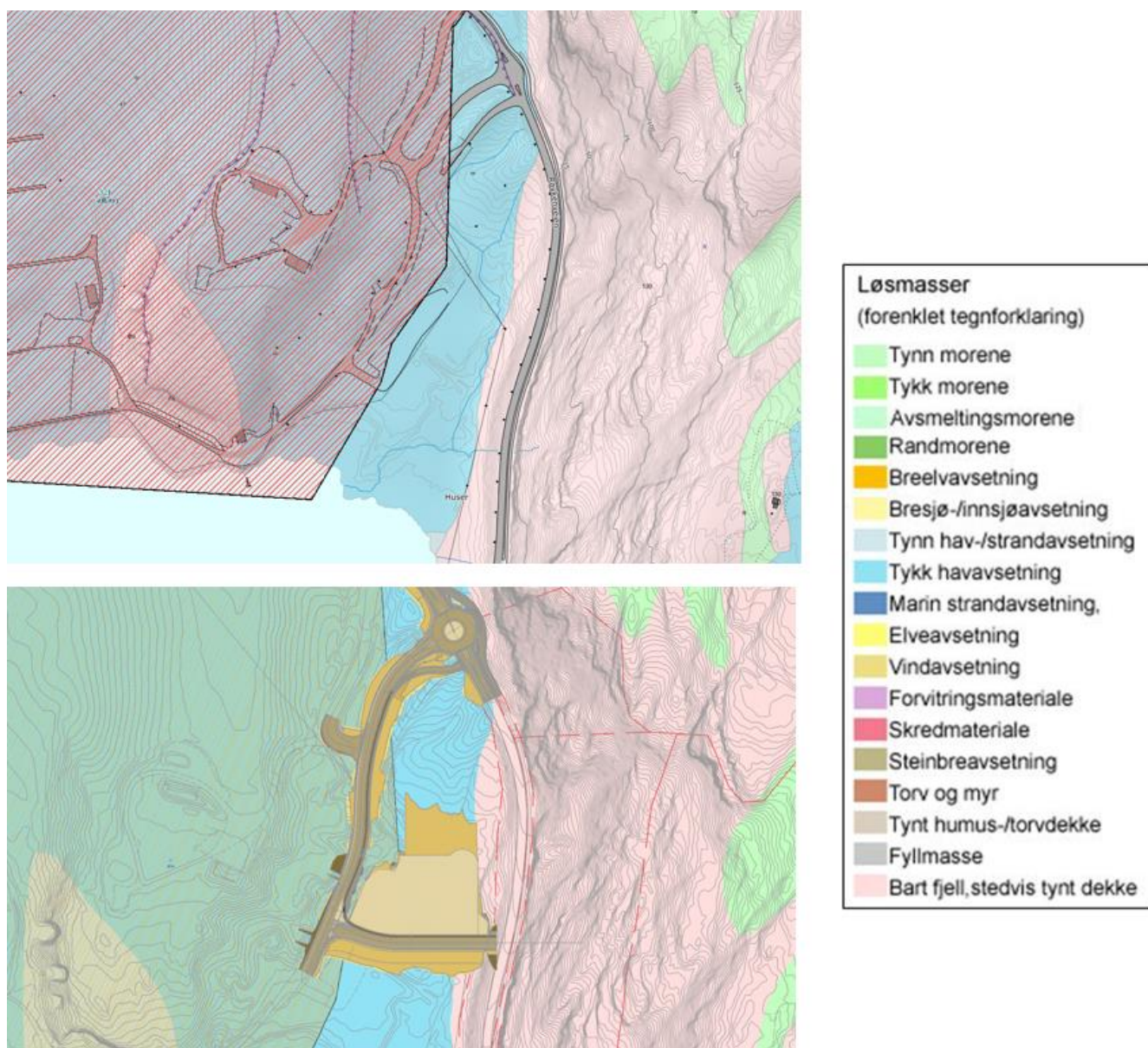
Øst for planområdet går dagens E134. Vegen er tilsynelatende lagt på en kombinasjon av berg og fyllingsmaterialer. Vegfyllingen er relativt bratt, med en helning opp mot 1:1.25. Nord for planområdet ligger en topp med fall på ca. 1:10 mot planområdet. Det går i dag en vei retning nord-sør vest for planområdet opp til dagens E134 med helning 1:20. Merk, alle terrenghøyder og helninger er oppmålt fra høydemodeller. Lokale variasjoner vil forekomme.

Det renner en bekk gjennom østre del av planområdet. Bekken renner gjennom kohesjonsjordarter og nærliggende trær står på skakke. Iht. NVE eksternrapport 9/2020 vurderes bekken å ha *Noe erosjon*.

3.2 Grunnforhold

Planområdet ligger under marin grense. Kvartærgeologisk kart indikerer at løsmassene på området består av tykk hav-/fjordavsetning. Planområdet avgrenses av berg i dagen mot øst ved dagens E134.

Kvikkleiresone 321 Gullaug omfatter planområdets vestlige del og videre vest/nord-vest, se Figur 2. Kvikkleiresonen har faregrad middels, risikoklasse 4 og konsekvensklasse meget alvorlig.



Figur 2: NGUs løsmassekart. Hentet 13.02.21. Skravert rødt område viser avgrensingen til kvikkleiresone 321 Gullaug. Bildene viser området med og uten tiltenkt tiltak.

4. Prosjektforutsetninger

4.1 Myndighetskrav

4.1.1 Forskrifter

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

4.1.2 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)

4.1.3 Veiledninger og retningslinjer

- NVE Veileder 1/2019 – Sikkerhet mot kvikkleireskred, vurdering av områdestabilitet ved arealplanlegging og utbygging i områder med kvikkleire og andre jordarter med sprøbruddegenskaper

4.2 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, flaskred og sørpeskred). Det er ingen registrerte flomsoneer ved tiltaksområdet.

Det er registrert kvikkleire i området som medfører krav til vurdering av områdestabilitet. Tiltaket havner i K4, i henhold til NVE 1/2019, og utløser derfor krav om kontroll av et uavhengig foretak. Tiltaket omfattes av kvikkleiresone 321 Gullaug. Denne er vurdert til faregradklasse middels.

4.3 Geoteknisk kategori 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 utomhuskonstruksjoner og adkomstveg i forbindelse med renseanlegget gjøres i et område hvor det er registrert sprøbruddmateriale og kvikkleire. Tiltaket vil havne i **geoteknisk kategori 2**.

Med bakgrunn i Eurokode 0, tabell NA.A1 velges tiltakene å tilhøre **pålitelighetsklasse 2** for servicebygg og etablering av adkomstveg. Det er vurdert som at nevnte tiltak faller inn under kategorien: «Kontor- og forretningsbygg, skoler, insitusjonsbygg, boligbygg osv.»

Eurokode 0 gir føringer for krav til omfang av prosjekteringskontroll og utførelseskontroll, avhengig av pålitelighetsklasse:

- Tiltaket er plassert i CC/RC 2 som medfører **prosjekteringskontrollklasse 2** (PKK2). PKK2 medfører krav til egenkontroll (DSL 1), intern systematisk kontroll (DSL 2) og utvidet kontroll

(DSL 3) for prosjektering. Standarden angir at utvidet kontroll i PKK2 kan begrenses til en kontroll som bekrefter at egenkontroll og intern systematisk kontroll er gjennomført og dokumentert av det prosjekterende foretaket.

- Tiltaket er plassert i CC/RC 2 som medfører **utførelseskontrollklasse 2** (UKK2), noe som medfører krav til egenkontroll (IL 1), intern systematisk kontroll (IL 2) og utvidet kontroll (IL 3) for utførelse. Standarden angir at utvidet kontroll i UKK2 kan begrenses til en kontroll som bekrefter at egenkontroll og intern systematisk kontroll er gjennomført og dokumentert av det utførende foretaket.

Merk: Enkelte elementer av tiltaket, slik som stabilitet som kan påvirke europaveien kan vurderes og plasseres i CC/RC 3, da europaveien har høy ÅDT og dårlige omkjøringsmuligheter.

4.4 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.

Iht. eurokode 8 tabell NS.4(902) klassifiseres planlagt servicebygg i seismisk klasse II (*Kontorer, forretningsbygg og boligbygg*). Gasstanker og andre utenomhus installasjoner vurderes som *Lagertanker for flytende gass* og er behandlet i NA til NS-EN 1998-4.

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 i detaljprosjekteringsfasen.

5. Grunnundersøkelser

Det er utført grunnundersøkelser innenfor området i flere omganger. Følgende datarapporter omfatter planområdet:

- Rapport 2015-03-03-Fd382A-6 (Statens vegvesen, 2015)
- RAP-RIG-010-Datarapport hovedentreprise Lier (COWI, 2017)
- RAP-RIG-015-Datarapport hovedentreprise, supplerende grunnundersøkelser (COWI, 2017)
- Temanotat 05 Datarapport grunnundersøkelser (Rambøll, 2021)

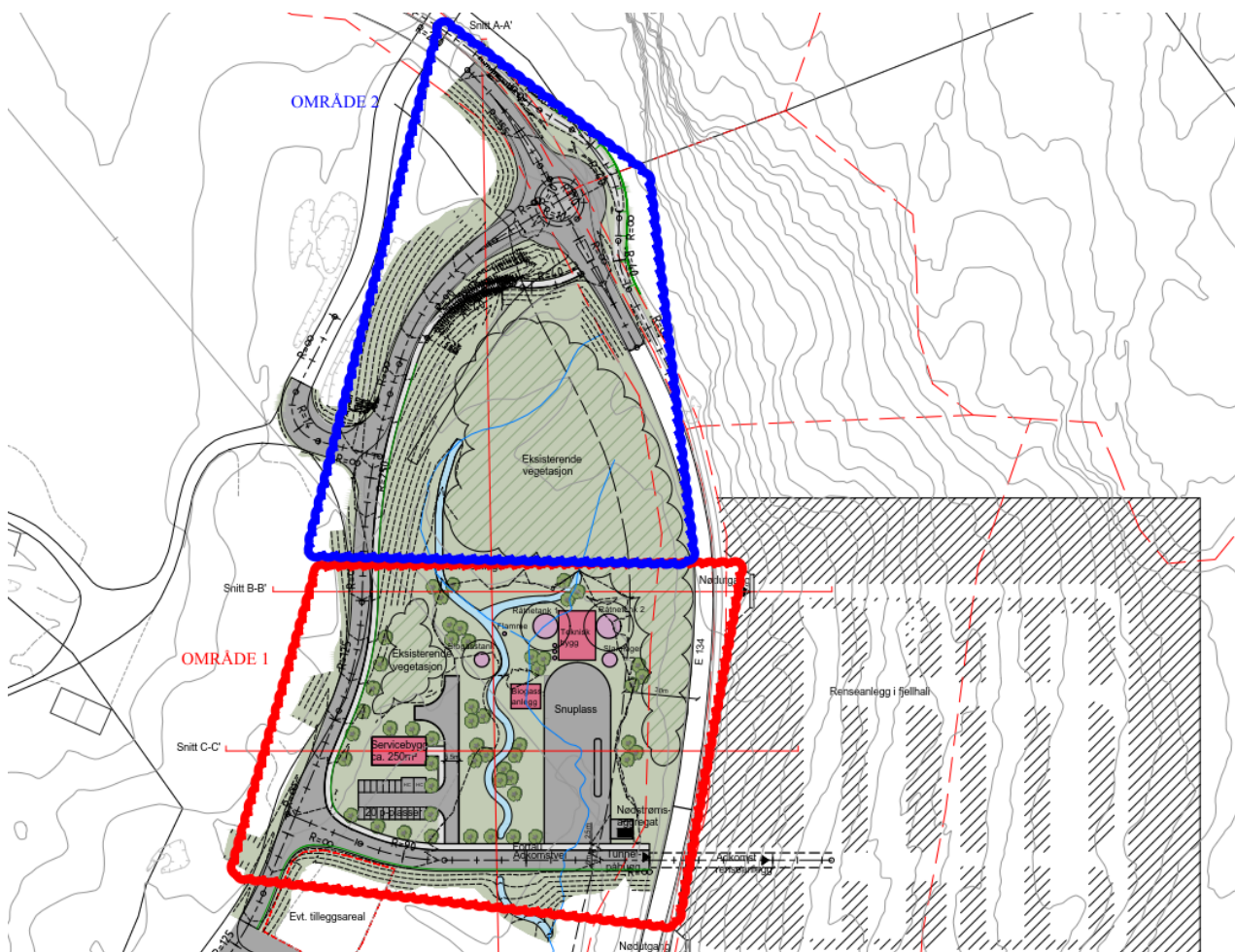
Rambøll utførte grunnundersøkelser for planområdet i uke 49-50, 2020. Resultatene er presentert i datarapport Temanotat 05 Datarapport grunnundersøkelser.

Grunnundersøkelsene består av totalsonderinger, CPTU-sonderinger, opptak av prøveserier, vingeboringer og poretrykksmålere.

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

6. Områdestabilitet

Områdestabilitet utredes i henhold til NVE 1/2019 kapittel 3.2, tabell 3.1. For å forenkle steds spesifikk referering deles området inn i område 1 og område 2, som vist i Figur 3.



Figur 3: Inndeling av områder. Merk, områdene deles inn for steds spesifikk referering, og må ikke forveksles med avgrensingsområder i forbindelse med utredning av områdestabilitet.

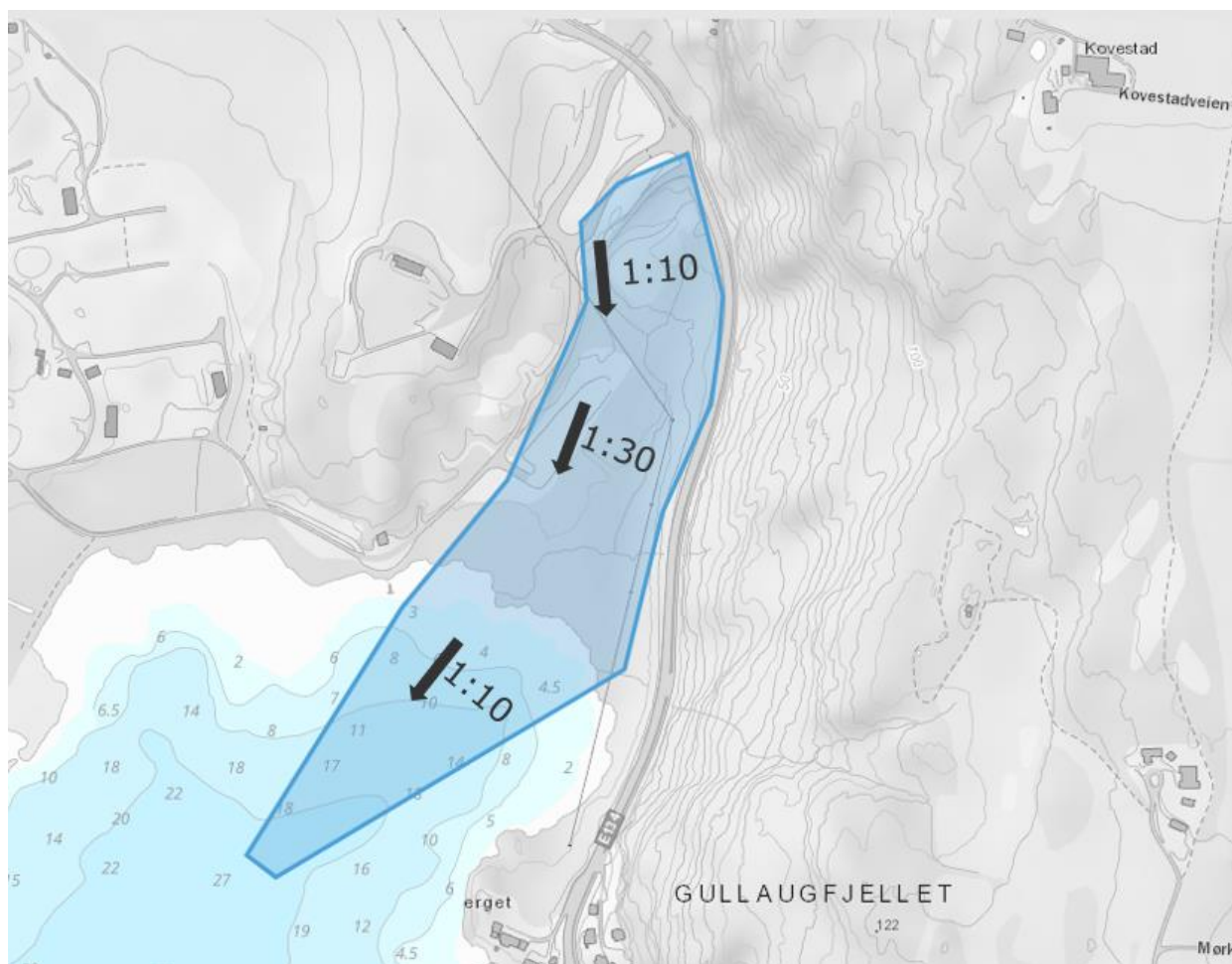
Del 1: Aktsomhetsområder

6.1 Tidligere kartlagte faresoner for kvikkleireskred i området

Kvikkleiresone 321 Gullaug omfatter vestre del av planområdet. Kvikkleiresonen er utredet av NGI i 2004, med en oppdatering utført av COWI i 2017 og senere Multiconsult i 2018.

6.2 Kartlegging av marin grense

Planområdet ligger under marin grense iht. NVE Atlas, se Figur 4.



Figur 5: Områder utenfor dagens kvikkleiresone som tilsier mulig fare for områdeskred med bakgrunn i topografien og krav om 20XH eller 1:20 helning.

6.4 Tiltakskategori

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, ..., kontorbygg...*».

6.5 Gjennomgang av grunnlag

I forbindelse med regulering for tverrslag ved Gullaug gjennomførte COWI i 2016 geotekniske vurderinger av området for etablering av midlertidig deponianlegg, samt en anleggsvei inn til tverrslaget og for etablering av kulvert under eksisterende veg. Følgende notater omfatter beregningene:

- A064456 NOT-RIG-060 Teknisk notat – tverrslag ved Gullaug (04.01.2016)
- A064456 NOT-RIG-080 Etablering av deponianlegg ved Gullaug (21.09.2016)
- A064456 NOT-RIG-081 Deponianlegg område 2 (15.06.2016)

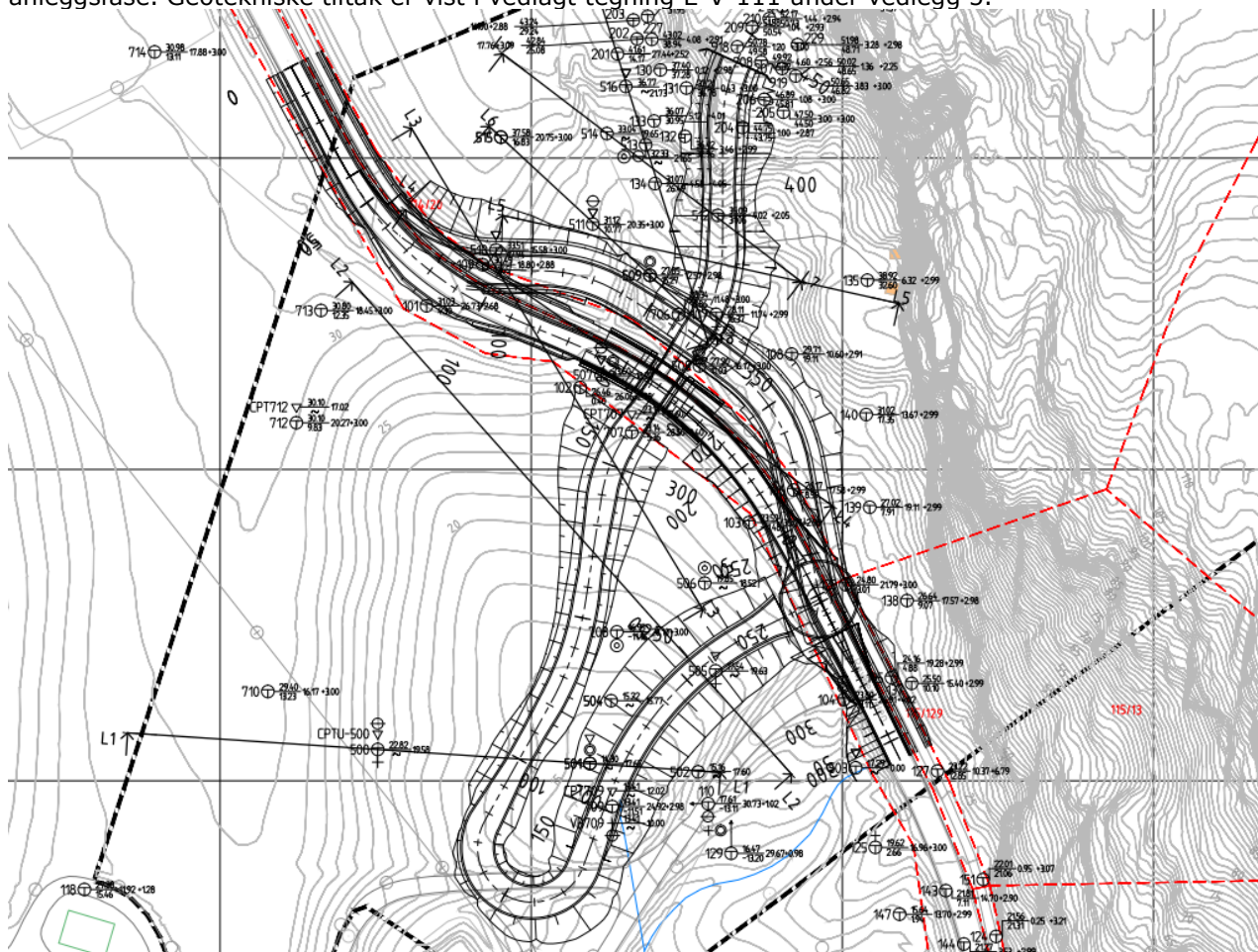
Det er i den forbindelse utført grunnundersøkelser innenfor planområdet i flere omganger, presentert i følgende rapporter:

- Rapport 2015-03-03-Fd382A-6 (Statens vegvesen, 2015)
- RAP-RIG-010-Datarapport hovedentreprise Lier (COWI, 2017)
- RAP-RIG-015-Datarapport hovedentreprise, supplerende grunnundersøkelser (COWI, 2017)

Rambøll gjennomførte befaring i området juni 2020. Vurderinger, tiltak fra eksisterende grunnlag og betraktninger fra befaring oppsummeres under.

NOT-RIG-060

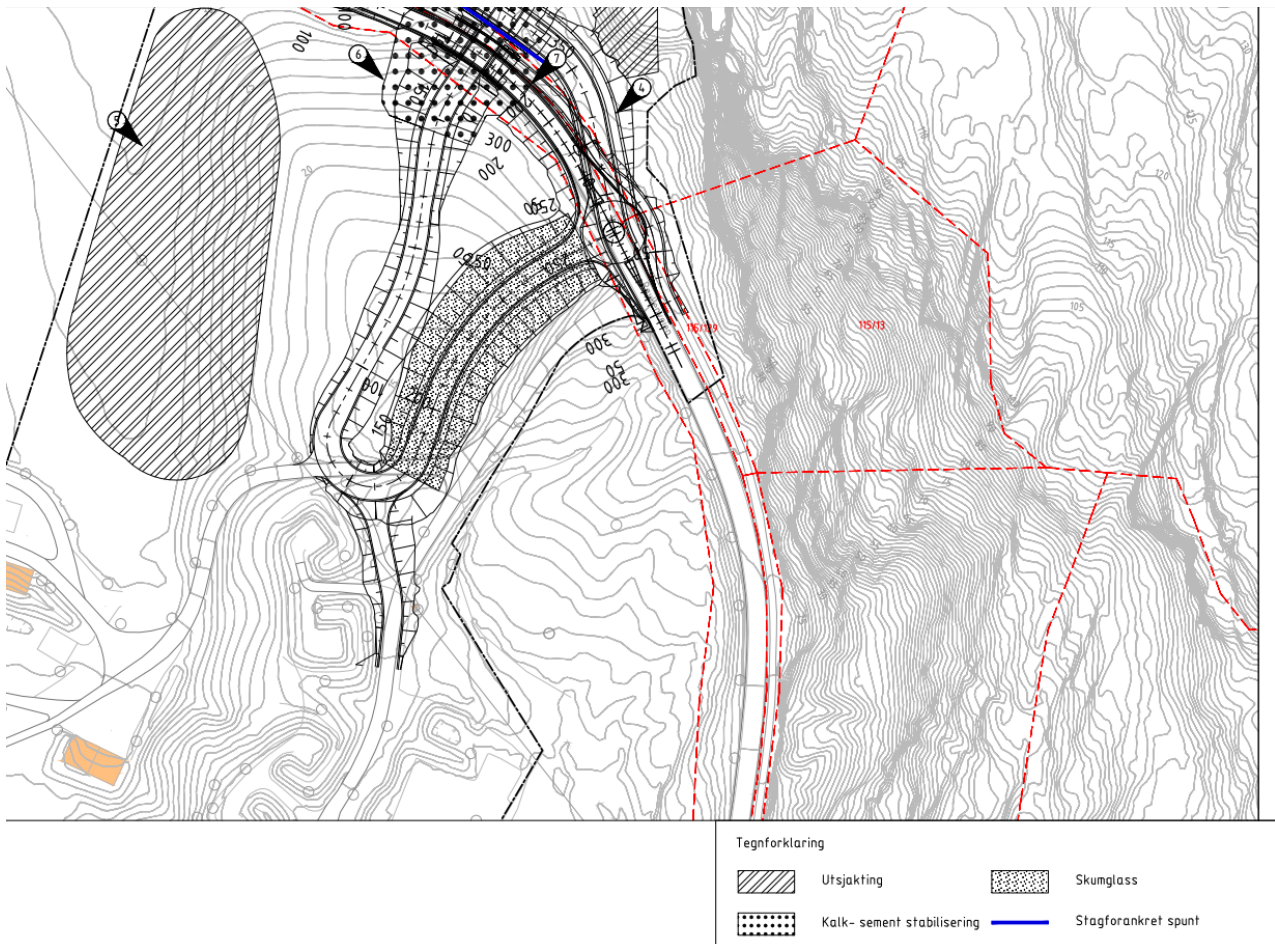
I forbindelse med etablering av anleggsvei inn til tverrslaget ble et utført stabilitetsberegninger ved eksisterende E134 for etablering av anleggsvei og kulvert. Tiltak for å oppnå tilfredsstillende stabilitet innebar bruk av lette masser (EPS) i vegoppbyggingen, motfylling og kalk-sement stabilisering i området rundt kulverten. Betraktninger fra befaring viser at tiltenkt oppfylling er lagt ut. Det var ikke mulig å kontrollere om det var brukt lette masser (EPS) i vegoppbyggingen. Dette må verifiseres i en anleggsfase. Geotekniske tiltak er vist i vedlagt tegning E-V-111 under vedlegg 5.



Figur 6: Geoteknisk borplan for stabilitetsberegning av anleggsvei og kulvert. NOT-RIG-060 tegningsnummer P-V-001.

Revisjon02:

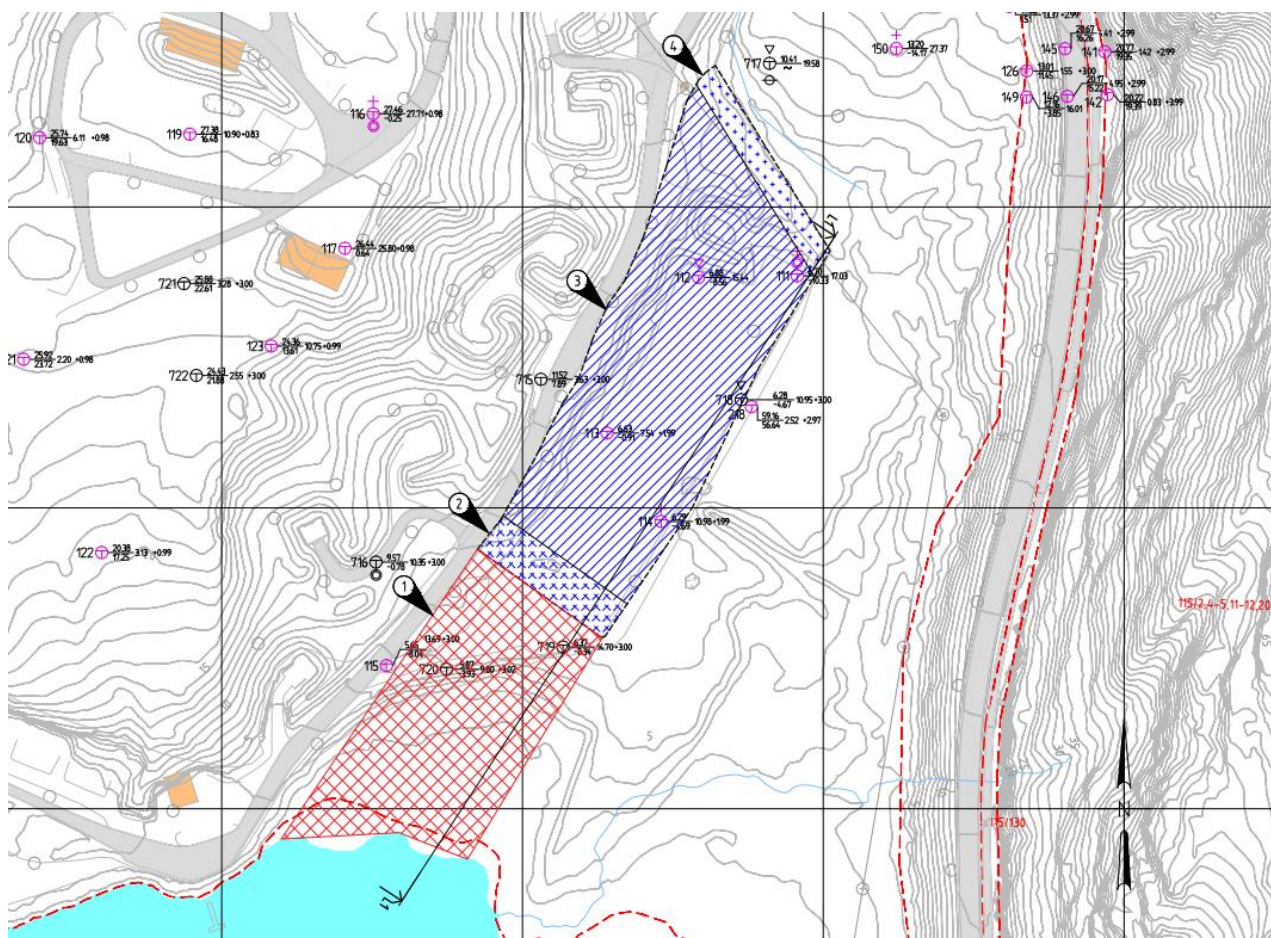
Rambøll mottok våren 2022 arbeidstegninger fra Statensvegvesen av dagens vegfylling, vist i vedlegg 4. Tegningene viste at vegen er bygd opp av skumglass og ikke EPS. Utklipp fra tegning V111 er vist under i Figur 7. Mottatte arbeidstegninger omfatter tegning D113, F111 og V111 som vedlagt denne rapporten.



Figur 7: Skumglass i dagens vegoppbygging. Utklipp fra Tegning 206497 V111 (03.06.2016).

NOT-RIG-080

I forbindelse med etablering av deponianlegg for tverrslaget ble det utført stabilitetsberegninger fra områdets topp, ved gamle Dyno industrier. Tiltak for å oppnå tilfredsstillende stabilitet innebar oppfylling/motfylling av utgravde områder med T-formasjon i kartet under, samt heving av veggen 1-2 meter. Betrakninger fra befaring viser at stabilitetstiltakene ble gjennomført. Betraktede stabilitetssnitt og tiltak er vist i vedlagt tegning V318 under vedlegg 5.



Figur 9: Plantegning V317 15.03.2016, Rv. 23 Dagslett-Linnes oppstartsentreprise.

6.6 Grunnforhold

For situasjonsplan over området vises det til tegning V-20 til V-22.

Område 1

Det er utført 11 totalsonderinger, 2 CPTUer, 2 prøveserier og 2 vingeboringer innenfor område 1 i to omganger av statens vegvesen og COWI. Rambøll har i tillegg utført supplerende boringer i form av 6 totalsonderinger, 2 CPTUer og 2 prøveserier på østsiden av området mot dagens E134, med 6 supplerende totalsonderinger i veien for å kartlegge bergforløpet ved påhugget.

Løsmassene kan generelt deles inn i 3 lag. Topplaget består av tørrskorpeleire. Videre er det registrert lag av siltig leire med enkelte tynne sandlag. Massene er i hovedsak bløte til middels faste. Under dette laget er det registrert friksjonsmasser av antatt morene over berg. Mot nord i område 1 ble det påtruffet artesiske grunntrykk fra underliggende permeabelt lag. To av tre sylinderprøver ved borepunkt 17 var forstyrret ved ankomst til lab. Prøveserien som ikke var forstyrret indikerte kvikkleire i dybde 4-5m, med sensitivitet 120-150. Samtlige prøver viste omrørt skjærfasthet lik 0.1 kPa. Prøveserie i borepunkt 15 indikerer sprøbruddmateriale ned til 8-9 meters dybde. Dybde fra terreng til antatt berg varierer mellom ca. 7,5m og 21,3m. Grunnvannsnivå er antatt i overgangen mellom tørrskorpeleire og leire.

Område 2

Det er utført flere geotekniske grunnundersøkelser i innenfor område 2 og omkringliggende områder. Av interesse for plantiltaket vurderes 33 totalsonderinger, 9 CPTUer, med opptil flere prøveserier og vingeboringer, utført av Statens vegvesen og COWI. Rambøll vurderer det til at området er tilstrekkelig dekket med geotekniske grunnundersøkelser, og har ikke utført supplerende grunnundersøkelser.

Likt som for område 1 består løsmassene generelt av 3 lag. Topplaget består av tørrskorpeleire, fyllmasser eller urmasser. Underliggende hovedlag består av siltig leire eller leirig silt. Massene er i hovedsak bløte til middels faste og stedvis er de kvikke. Under dette laget er det registrert friksjonsmasser av antatt morene. Grunnvannsnivå er antatt i overgangen mellom tørrskorpeleire og leire.

6.7 Avgrensning av løsneområder

Borepunkt 15 indikerer sprøbruddmateriale mellom dybde 4.5 til 8.5m med omrørt skjærfasthet på 1.1 og 1.7 kPa. Prøveseriene indikerer at profilet ellers består av leire med omrørt skjærfasthet mellom 2.8 og 4.6 kPa. Sylindrerne fra borepunkt 17 var forstyrret ved ankomst til lab. Omrørt skjærstyrke ble målt til 0.1 kPa for samtlige prøver. Iht. flytskjema i figur 4.3 NVE 1/2019 vurderes aktuell skredmekanisme lik retrogressivt skred. Prøvesylindrerne fra borepunkt 15 indikerer rotasjonsskred eller flakskred som aktuelle skredmekanismer. Aktsomhetsområdet definert i kapittel 6.3 opprettholdes som løsneområde.

6.8 Vurdering og avgrensning av utløpssone

Basert på topografi er det antatt at løsmasser fra løsneområdet vil havne i Engersandbukta.

6.9 Stabilitetsvurdering

I henhold til NVEs veileder 1/2019 3.3.6 skal det for områder med tiltakskategori K4 og høy faregrad dokumenteres med stabilitetsanalyse at sikkerhetsfaktor for områdestabilitet $F_{cu} \geq 1.4 \cdot f_s$, hvor f_s er sprøhetsforholdet, og $F_{c\phi} \geq 1.25$. Iht. tabell 3.3 er det krav til *vesentlig forbedring* ved tiltak som forverrer stabiliteten. Sprøbruddsforholdet settes iht. NVE 1/2019 kapittel 5.3.3 lik 1.15. Krav til sikkerhetsfaktor settes følgelig lik $F_{cu} \geq 1.61$ og $F_{c\phi} \geq 1.25$.

Skråning mot område topp, vest for område 1 vurderes å ligge utenfor influensområdet iht. NVE 1/2019 kap. 3.3.7. Stabilitetsberegninger utført av COWI i NOT-RIG-080 viser tilfredsstillende sikkerhetsfaktor for krav til robusthet ($F_{cu} \geq 1.20$) for skråningen.

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

6.9.1 Valg av snitt

Det er beregnet stabilitet for fire antatt kritiske snitt.

Snitt A-A

COWI utførte i forbindelse med anleggelse av massedeponi ved planområdet en stabilitetsvurdering av et beregningssnitt (NOT-RIG-081). Beregningssnittet (som vist i Figur 9) går gjennom planområdets vestre del og ga tilfredsstillende stabilitet ($F_{cu} \geq 1.61$) ved oppfylling til kote +10. Oppfyllingsområdet betraktet i COWI sine stabilitetsberegninger strekker seg nærmere Engersandbukta enn tiltenkt planområde for Lier renseanlegg. Det velges et snitt for østre del av planområdet, snitt A-A, som vist i tegning V-23 og V-24. Snittet går langs tiltenkt snuplass for kjøretøy i driftsfasen. Det antas som meget urealistisk at denne snuplassen er fylt opp av kjøretøyer fulle av slam langs hele innkjøringen. Snittet vurderes med trafikklast over hele vegbredden inn i bergrommet, samt 6m utbredelse langs snuplassen der lasten har størst negativ virkning. I forbindelse med vurdering erosjonssikring av dagens bekk ut i

Engersandbukta er snitt A-A forlenget til strandlinjen, som vist i tegning V-24 og Figur 10, og beregnet med en 0.5 meter dyp utgraving under dagens terreng.

Snitt B-B

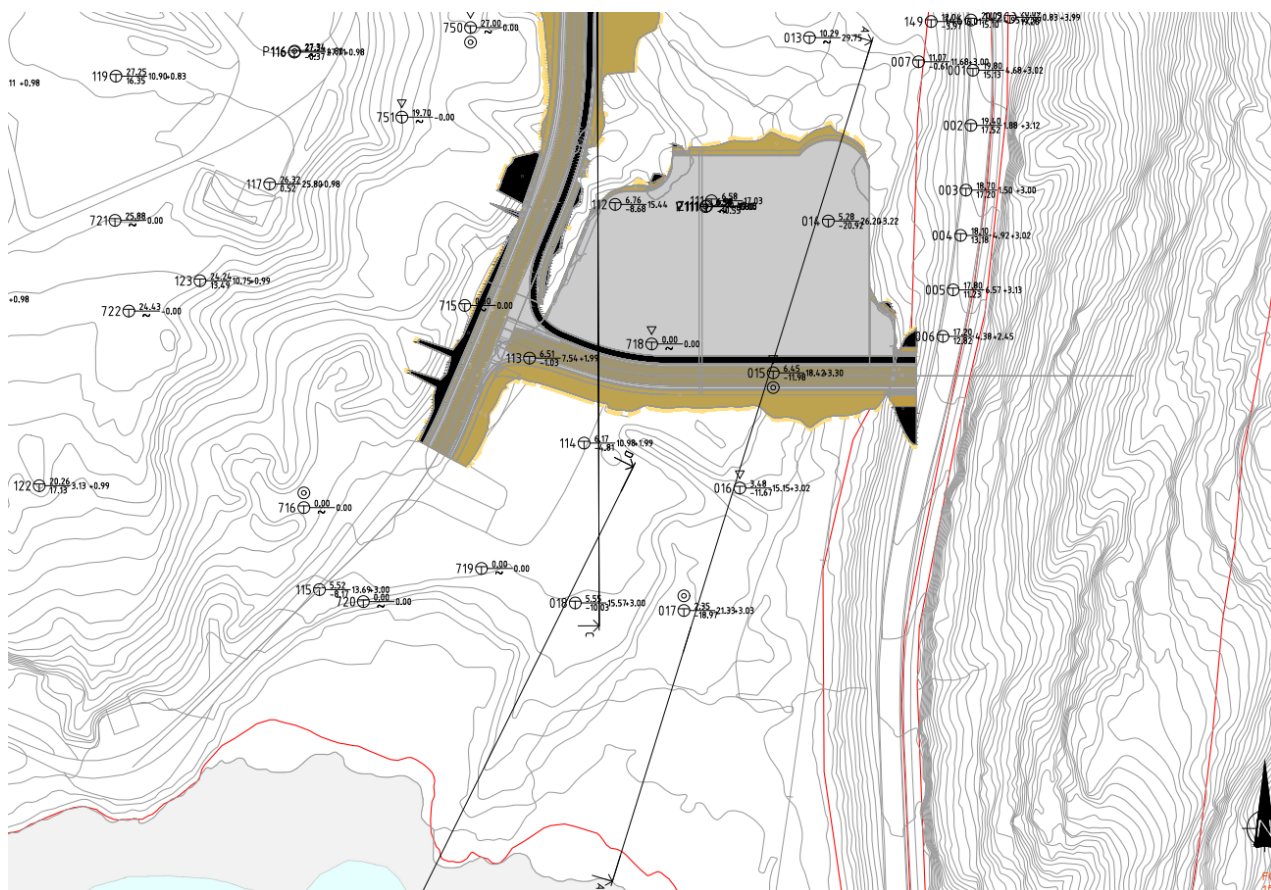
I forbindelse med etablering av ny GS-veg mot dagens E134 defineres snitt B-B der tiltenkt GS-fylling er på sitt høyeste, som vist i tegning V-23 og V-25. **Revisjon02:** Det er vurdert 0.5 meter utgraving for erosjonssikring av dagens bekk, som vist i tegning V-08-4, samt endring av dagens vegoppbygging fra EPS-blokker til skumglass.

Snitt C-C

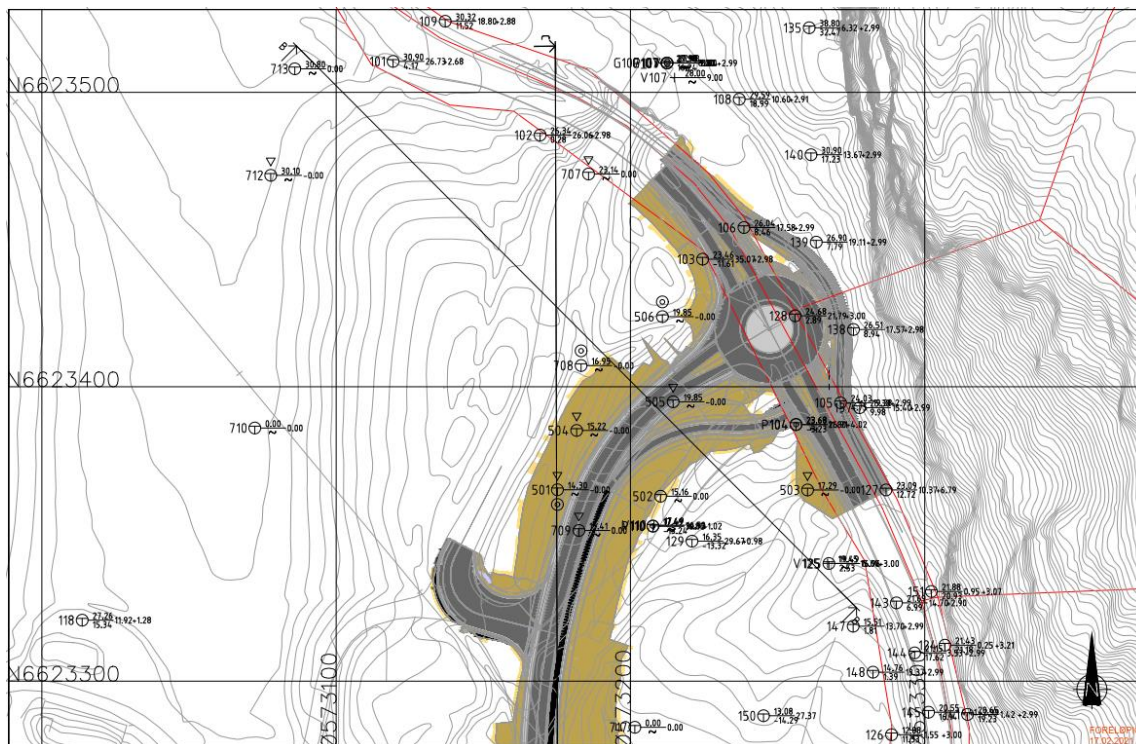
Ny vegfylling retning sør-nord vil bygge opp mot 2 meter over eksisterende veg. Snitt C-C settes langs vegfyllingen, ned mot Engersandbukta, som vist i tegning V-23, V-24 og V-25. **Revisjon02:** Snitt C-C krysser gjennom overgangen mellom skumglass og fylling i dagens vegfylling, som vist i Vedlegg 4 tegning V111.

Snitt D-D

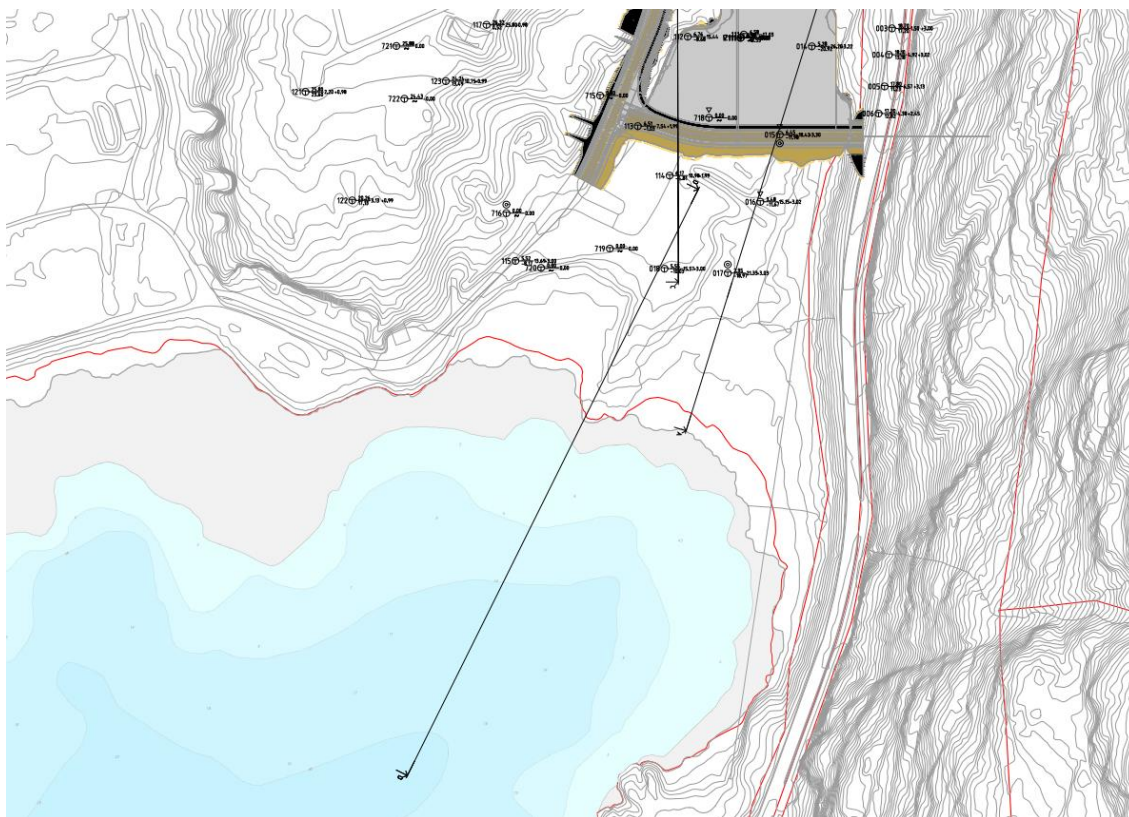
Snitt D-D defineres fra tiltenkt planområdet, og ut i Engersandbukta der skråningene er brattest, som vist i tegning V-26.



Figur 10: Stabilitetssnitt innenfor område 1. Utklipp av tegning V-24_rev01.



Figur 11: Stabilitetssnitt innenfor område 2. Utklipp fra V-25.



Figur 12: Stabilitetssnitt D-D. Utklipp fra V-26_rev01.

6.9.2 Parametervalg

Tolkede parametere for ulike lagdelinger er basert på resultater fra laboratorieanalyser av opptatte prøver. Der det ikke har vært god kvalitet eller mangler av data, benyttes erfaringsverdier fra håndbok V220 og NIFS rapport 14/2014. Parametere benyttet i beregninger er vist i tabell 1, tabell 2 og tabell 3.

Laster

Veiene benyttes i hovedsak av større kjøretøy for transport av slam ut og inn av anlegget. Veiene dimensjoneres for en karakteristisk trafikklast på 20 kPa over hele vegarealet. Ved langsgående vei langs snittet plasseres lasten over 6m der den påvirker stabiliteten mest ugunstig. Restareal påføres av en karakteristisk last lik 5 kPa. Partialfaktor for trafikklast settes lik 1.3, som gir dimensjonerende trafikklast lik 26 kPa, og 6.5 kPa for resterende vegareal.

Effekten av jordoverdekning over EPS-platene ivaretas ved en jevnt fordelt last på 10 kPa over EPS'en der jordoverdekning ikke er inkludert.

Tørsskorpeleire

Det er benyttet erfaringsverdier fra V220 og kun benyttet friksjonsvinkel og kohesjon, ikke udrenert fasthet.

Leire, sprøbrudd og kvikkleire

Friksjonsvinkel (effektivspenningsanalyse)

Det er benyttet et konservativt anslag av erfaringsverdier fra håndbok V220.

Udrenert skjærfasthet, s_u (totalspenningsanalyse)

Det vurderes som at leirens minimum styrke er lik $0.27 \cdot p_0'$, iht. NIFS rapport 77/2014. Det er ellers benyttet tolkninger av CPTU-profiler, treacks og vingeboringer. Valgt av S_u -profil vises i diverse tolkningsark i vedlegg 3. For snitt B-B er leiren stedvis kvikk.

ADP (totalspenningsanalyse)

ADP-faktorer er valgt i henhold til NIFS rapport 14/2014, og settes lik minimumsverdien av anbefalte faktorer til tross for at enkelte prøver viste $IP > 10\%$, da dette drar beregningene i konservativ retning.

OCR

Leiren settes konservativt lik normalkonsolidert, med en OCR lik 1,0.

Tabell 1. Tolket parametere for beregningssnitt A-A

Materiale Dagens/ Fremtidig	Tyngde- tetthet [kN/m ³]	Friksjonsvinkel, [°]	Kohesjon, [kPa]	Udrenert skjærfasthet, S_u , [kPa]	ADP-faktor		
					Aa	Ad	Ap
Tørsskorpeleire	19	30	0	-	-	-	-
Leire	20	25	2	Vedlegg 1: Bp. 111, 15 & 16	1,0	0,63	0,35
Kvikkleire	19	20	1	Vedlegg 1: Prøveserie bp. 17 (Meget konservativ)	1,0	0,63	0,35
Silt	19	32	5	-	-	-	-
Morene	19	38	5	-	-	-	-
EPS	0.5	45	0	-	-	-	-
Fylling	19	42	5	-	-	-	-

Tabell 2. Tolket parametere for beregningssnitt B-B

Materiale Dagens/ Fremtidig	Tyngde- tetthet [kN/m ³]	Friksjonsvinkel, [°]	Kohesjon, [kPa]	Udrenert skjærfasthet, Su, [kPa]	ADP-faktor		
					Aa	Ad	Ap
Tørreskorpeleire	19	30	0	-	-	-	-
Sprøbrudd/ kvikkleire	19.5	20	1	Vedlegg 2: bp. 712, 506, 505, 125	1,0	0,63	0,35
Morene	19	38	5	-	-	-	-
EPS	0.5	45	0	-	-	-	-
Fylling	19	42	5	-	-	-	-
Skumglass	4	45	0	-	-	-	-

Tabell 3. Tolket parametere for beregningssnitt C-C

Materiale Dagens/ Fremtidig	Tyngde- tetthet [kN/m ³]	Friksjonsvinkel, [°]	Kohesjon, [kPa]	Udrenert skjærfasthet, Su, [kPa]	ADP-faktor		
					Aa	Ad	Ap
Tørreskorpeleire	19	30	0	-	-	-	-
Leire	19.5	23	5	Vedlegg 3: 707, 709, 717, 718, 114	1,0	0,63	0,35
Sensitiv leire: Sprøbrudd/ kvikkleire	19	20	1	Vedlegg 3: 707, 709, 717, 114	1,0	0,63	0,35
Morene	19	38	5	-	-	-	-
EPS	0.5	45	0	-	-	-	-
Fylling	19	42	5	-	-	-	-
Skumglass	4	45	0	-	-	-	-

Tabell 4: Tolket parameter for beregningssnitt D-D

Materiale Dagens/ Fremtidig	Tyngde- tetthet [kN/m ³]	Friksjonsvinkel, [°]	Kohesjon, [kPa]	Udrenert skjærfasthet, Su, [kPa]	ADP-faktor		
					Aa	Ad	Ap
Tørreskorpeleire	19	30	0	-	-	-	-
Antatt kvikkleire	19	20	1	Vedlegg 4: 114, 719 og tolkning av minimum Su for sjøbunn	1,0	0,63	0,35
Morene	19	38	5	-	-	-	-

6.10 Resultater

Resultater fra stabilitetsberegninger for snitt A, B, C og D er vist i tegning nr. V-01 til V-14 i vedlegg 2. Samtlige beregninger for permanentsituasjon viser at dagens stabilitet er $F > 1.61$. Oppsummering av resultater for dagens situasjon og permanent er vist i Tabell 5. Tabell 6 gir beregnet sikkerhetsfaktor under utgraving for erosjonssikring. Resultatene for hvert snitt diskuteres under.

Tabell 5: Resultater fra stabilitetsberegninger; kritiske flater oppgis.

Snitt	Effektivspenningsanalyse <i>Dagens/Etter tiltak</i>	Totalspenningsanalyse <i>Dagens/Etter tiltak</i>
Snitt A (tegn.nr. V-01 til V-04)	4.04/3.27	3.05/1.71
Snitt B (tegn.nr. V-05 til V-08)	2.25/2.06	1.79/1.63
Snitt C (tegn.nr. V-09 til V-12)	2.31/3.50	1.47/1.96
Snitt D (tegn.nr. V-13 & V-14)	3.44	1.81

Bruk av friksjonsfaktor

Som vist i Tabell 6 er sikkerhetsfaktor ved totalspenningsanalyse av en 0.5m dyp utgraving under 1.61 for snitt A og B (tegning V-04-2 og V-08-3). Ved antagelse om mobilisering av 50% sidefriksjon for en 25 meter bred seksjonsvis utgraving (friksjonsfaktor 0.04) oppnås sikkerhetsfaktor 1.80 for begge snittene (tegning V-04-3 og V-08-4). Det legges til grunn at erosjonssikringen kan gjennomføres seksjonsvis for lengder på 10 meter, fullt kompensert.

Tabell 6: Beregnet sikkerhetsfaktor ved 0.5m utgraving for erosjonssikring.

Snitt	Effektivspenningsanalyse <i>0.5 m utgraving</i>	Totalspenningsanalyse <i>0.5 m utgraving uten/med friksjonsfaktor</i>
Snitt A Tegn.nr. V-03-1 og V-04-2/V-04-3	2.33	1.54/1.80
Snitt B Tegn.nr. V-07-1 og V-08-3/V-08-4	1.91	1.53/1.80

Snitt A-A

Dagens terreng ligger relativt flatt på kote +6 til +7. Oppfyllingen av området gir en terrengheving til ca. kote +10. Ved bruk av fyllmasser og motfylling er sikkerhetsfaktoren regnet frem til 1.33 (tegn V-04-1) i totalspenningsanalyse. Foreslått tiltak for området er derfor bruk av lette masser (EPS-blokker) øverste 2.5m av vegfyllingen, samt en 10m bred motfylling 1.3m lavere enn vegen. Dette gir laveste sikkerhetsfaktor lik 1.71 (V-04).

Snitt B-B

Snitt B-B krysser dagens veg. Ved fyllmasser i dagens fylling er sikkerhetsfaktoren lik 1.14 i dagens situasjon (V-06-1). Ved bruk av EPS i hele eksisterende vegfylling er sikkerhetsfaktoren beregnet lik 3.39 (V-06). Som diskutert i kapittel 6.5 består fyllingen av skumglass, som gir sikkerhetsfaktor 2.51 (V-06_rev01). Laveste sikkerhetsfaktor oppnås i skråning øst for eksisterende vegfylling, ned mot bekken på 1.79. Det er gjennomført beregninger ved forskjellige vegoppbygginger for en sensitivitetsanalyse. Dersom dagens vegfylling er utført med fyllmasser og det benyttes EPS i oppfyllingen for ny vei/GS-vei er sikkerhetsfaktoren beregnet lik 1.28 (V-08-1). Ved EPS i dagens fylling, og bruk av fyllmasser i fremtidig fylling er sikkerhetsfaktoren 1.50 (V-08-2).

Jordoverdekning over EPS-en er inkludert for øvre del, og vegfyllingen mot venstre i V-08 ved et lag bestående av fyllmasser mellom EPS og terrengoverflate. Jordoverdekning mot høyre er inkludert som en jevnt fordelt last med 10 kPa.

For å oppnå tilfredsstillende stabilitet må det benyttes EPS-plater i ny oppfylling. Dette gir laveste sikkerhetsfaktor lik 1.63 (V-08_rev02).

Snitt C-C

Ved fyllmasser i dagens veg regnes laveste sikkerhetsfaktor lik 1.42 i totalspenningstilstand for dagens situasjon (V10-1-1). Dersom fremtidig vei legges med fyllmasser, og dagens vegfylling består av fyllmasser er laveste sikkerhetsfaktor lik 1.61 (V-12-1-1), som er det laveste krav til sikkerhet som kan aksepteres. COWI prosjekterte i sin tid den eksisterende veg med EPS-blokker i fyllingen ned til svingen mot kulverten og videre med fyllmasser (se vedlegg 5 tegning E-V-111). Snitt C-C krysser gjennom eksisterende veg der den er anvist med EPS. Det er derfor trolig at eksisterende veg vil være delvis lagt ut på EPS-blokker og delvis på fyllmasser. Ettersom sikkerhetsfaktoren er på grensen av hva som kan aksepteres anbefales det at hele vegen legges på EPS-plater. Vegfyllingen utgjør ikke et stort volum av total veg/GS-fylling. Ved EPS-plater i dagens fylling, samt fremtidig oppnås en sikkerhetsfaktor lik 1.85 (V-12-1). **Revisjon02:** Ved oppdatert oppbygging for vegen (delvis skumglass og fylling) beregnes dagens sikkerhetsfaktor til 1.47 (V-10-1_rev01). Ved fyllmasser 2 meter under vegoverflaten opp til kote +16 som vist i tegning V-11-1_rev01 og V-12-1_rev01 oppnås sikkerhetsfaktor 2.26.

Snitt C-C krysser videre gjennom fremtidig servicebygg. Bygget er ikke prosjektert, men det antas at bygget tilsvarer et tre-etasjes kontorbygg eller lignende. Området fylles opp til kote +11.20 på det høyeste. I tillegg til servicebygget vil området bli brukt som parkeringsplass for personbiler. Hele området belastes med en jevnt fordelt last på 26 kPa. Ved bruk av EPS de øverste 2.5m av vegfyllingen, samt en 10m bred motfylling 1.3m lavere enn vegen (som i snitt A-A) oppnår tiltaket tilfredsstillende sikkerhet på 1.92 (V-12-2). Ved bruk av fyllmasser i stedet for lette masser er sikkerhetsfaktoren lik 1.47 (V-12-2-1).

Snitt D-D

Snittet er tegnet opp med bakgrunn i innmålt sjødybde, og nærliggende sonderinger på land. Leiren i vannet er vurdert til å ha skjærstyrke lik $0.27 \cdot p_0'$. Dette ansees som en konservativ minimumsverdi. Det er ikke utført grunnundersøkelser på vann. Stabilitetsberegningene viser at kritisk skjærsirkel er uavhengig av bergforløpet etter borepunkt 18. Laveste sikkerhetsfaktor er beregnet lik 1.81 (V-14). Det vurderes som at skråningen ut i sjøen ligger utenfor influensområdet til planlagt tiltak ($>2H$ mellom skråningstopp og plantiltak), noe som gir krav til sikkerhet lik $F_{cu} \geq 1.20$ og $F_{c\phi} \geq 1.25$ i dagens situasjon, som definert i NVE 1/2019 kapittel 3.3.6. Det er vurdert som at supplerende grunnundersøkelser på vann ikke er nødvendig, ettersom krav til sikkerhet er ivarettatt ved det mest konservative bergforløpet, samt minimumsverdi av skjærstyrken til kvikkleiren.

Med bakgrunn i historiske bilder av strandområdet er det ingen tegn til synlig erosjon av strandkanten.

Tabell 7: Historiske kartfoto, hentet fra kart.finn.no

1947-1948:



1977:



2003:



Dagens:



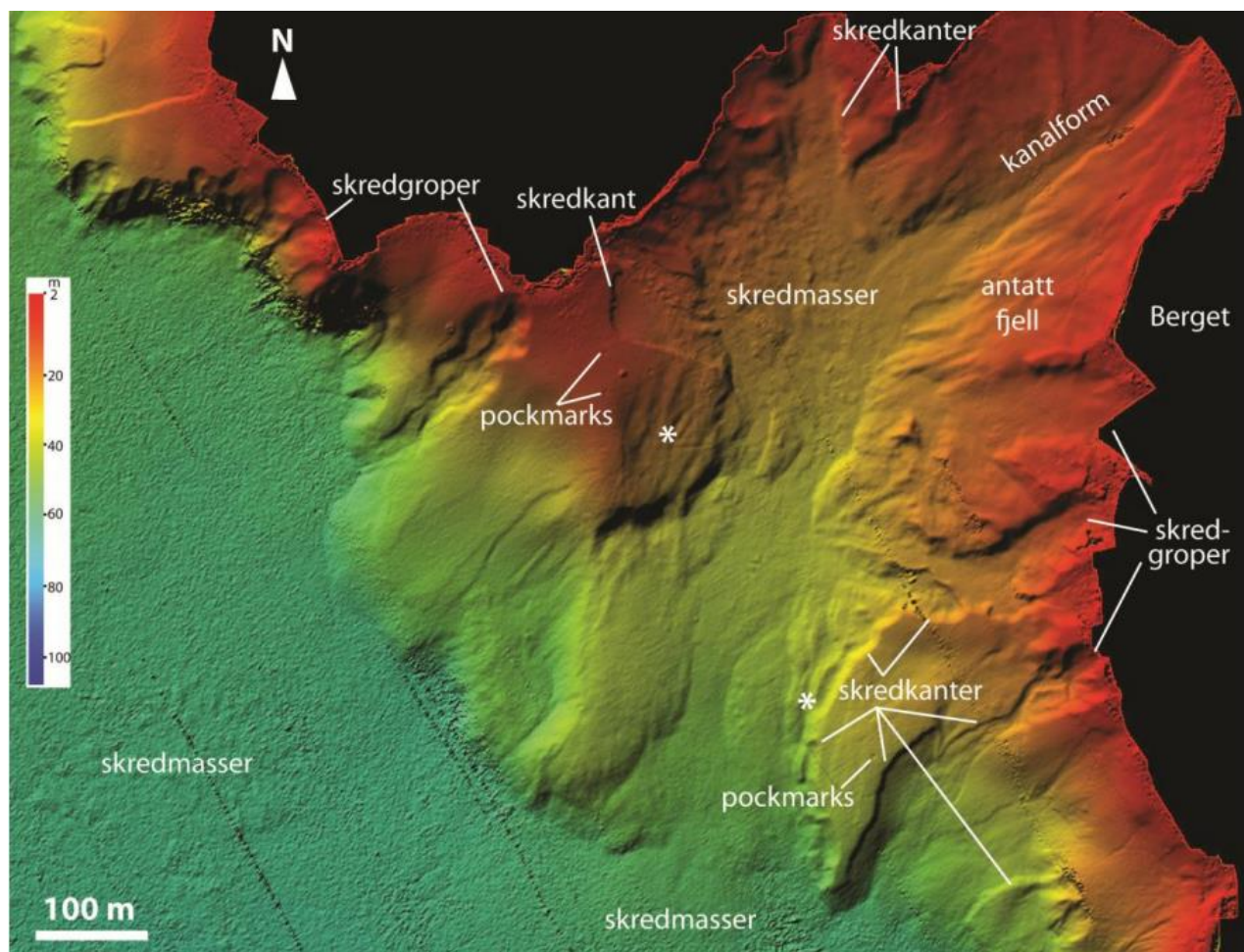
6.11 Utslippsledning

For gjeldende beskrivelse av utslippsledning vises det til fagrapport nr 15, Vann og avløp. Informasjon er oppsummert under.

Det skal etableres 2 stk. utslippsledninger. En vil bli brukt som hovedledning, mens den andre vil være reserveledning for bruk ved vedlikehold og skader på hovedledningen. Det er vurdert at det er hensiktsmessig å plassere utløp på 50 meters dyp pga. innlagring.

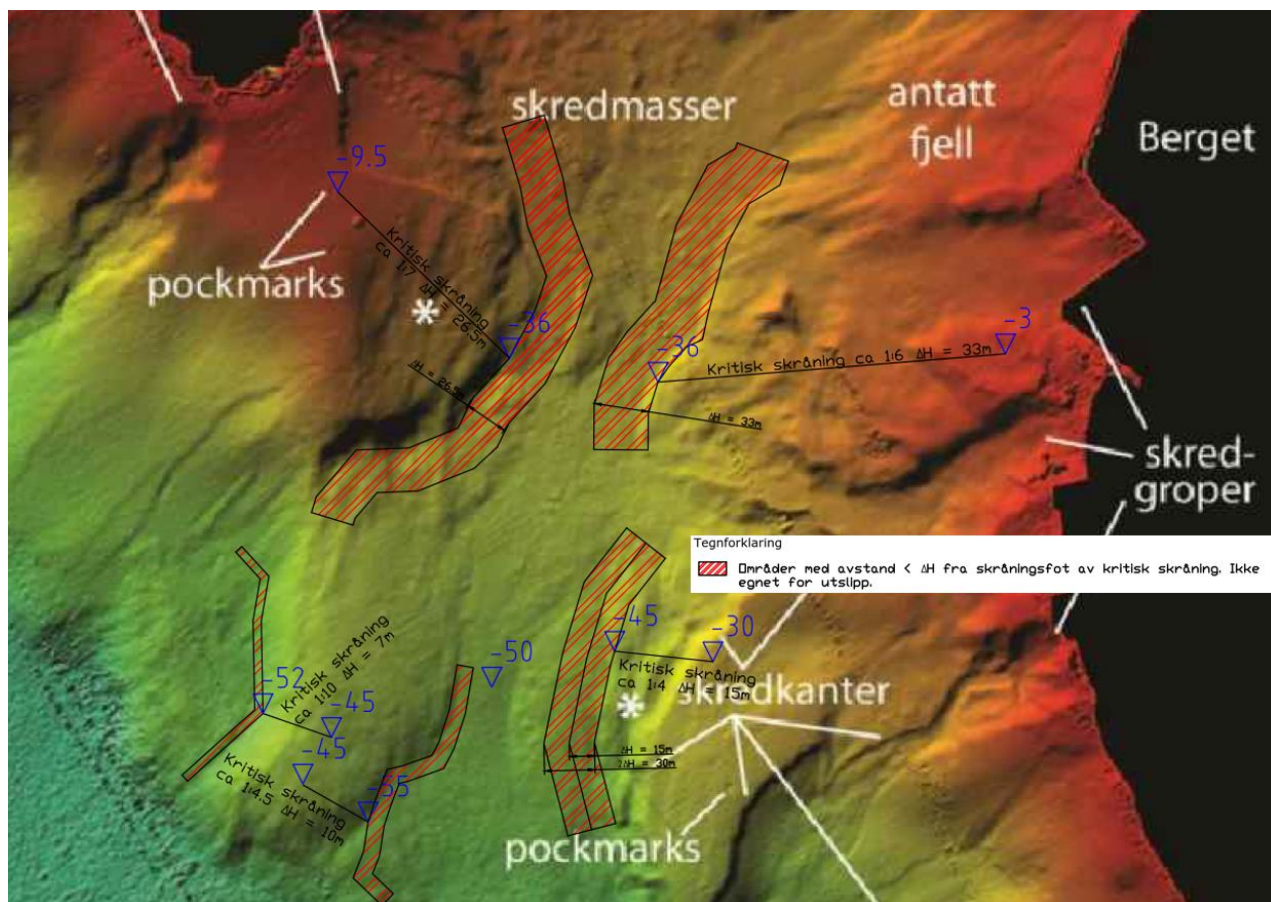
I april 2011 publiserte NGU rapport nr.: 2011.003, «Undersjøiske landformer og skredprosesser langs strandsonen i Drammensfjorden». Rapporten kartla over 40 km av strandsonen fra Drammen til Svelvik i forbindelse med GEOS-prosjektet, og inkluderer beskrivelse og detaljerte dybde data av Engersandbukta. Rapporten beskriver:

*I Engersandbukta er det arr etter mange utglidninger samt en kanal i forlengelse av en bekk innerst i bukten. Kanalen fortsetter i en bredere fordypning som munner ut i den sentrale del av fjorden. Her, og i bukten er det loper av skredmasser fra utglidningene langs bukten. På dypere vann er det også skredkanter ved foten av skråninger og det er spor etter at masser har beveget seg nedover skråningene mot fordypningen (markert med * i Figur 13). Fjell synes eksponert under sjøen og fjell og fyllmasser dominerer en god del av strandlinjen sør for Berget.*



Figur 13: Detalj fra Engersandbukta. Fargene anger dybde, rødt er grunt og overgangen fra rødt via gult og grønt til blått angir dypere vann. Figuren er hentet fra NGU rapport nr. 2011.003.

Det har ikke lyktes prosjektet å finne rådata av scanningen vist i Figur 13. For å kunne vurdere ledningstraseen er bildet drapert over kartlag med sjøbunnskoter fra dybde data. Basert på disse faktorene vurderes potensielle sjøbunnstraseer. Det tilstrebes å unngå områder der utløpet på traseen blir liggende innenfor høydeforskjellen ΔH av kritiske skråninger (iht. vedlegg 2 i NVE 1/2019), og/eller går langs skråningers lengderetning. Det er gjort et konservativt anslag av sjødybde for vurdering av kritiske skråninger. Figur 14 viser utklipp fra tegning V-30.



Figur 14: Kritiske skråninger langs utløpet. Utklipp fra V-30.

Rørene skal etableres ved styrt boring. Erosjonspotensial ved utløp vurderes av hydrolog. Vurderingene i dette notatet er gjort ut fra at erosjon ved utløp ikke fører til større erosjon enn 6 meters lengde, 2 meters dybde.

6.12 Tiltak områdestabilitet

Det er registrert kvikkleire på store deler av planområdet. Utførte beregninger viser at det er nødvendig med tiltak for å tilfredsstille kravene i NVE 1/2019. Følgende tiltak vurderes som nødvendige for å oppnå tilfredsstillende områdestabilitet:

- Veg 83 000: Lette masser (EPS) øverste 2.5m av vegoppbyggingen.
- Veg 83 000: 10m bred motfylling 1.3m lavere enn vegflaten.
- Veg 23 000: Fyllmasser 2m under vegoverflaten opp til kote +16. Resterende vegfylling utføres med lette masser (EPS)
- GS-veg 70 100: Lettemasser i oppbyggingen
- Erosjonssikring av bekk. Gjennomføres seksjonsvis i utgravingsdybder på maks 0.5 meter, 1 meters bredde i 10 meters lengdes. Erosjonssikringen skal gjennomføres fullt kompensert.
- Utslippsledning anlegges innenfor beskrivelse i tegning V-30 og kapittel 6.11. Etablering gjennomføres ved styrt boring.

7. Geoteknisk vurdering av planlagt utbygging

7.1 Terrenginngrep

7.1.1 Skjæringer i terrenget

Planlagte tiltak er utført slik at skjæringer i terrenget ikke blir nødvendig. Dersom detaljprosjektering viser at skjæringer blir nødvendige, må inngrepets påvirkning av områdestabiliteten svares ut av geoteknikker. Det anbefales å etablere oppstøttingstiltak i form av støttemurer eller lignende for å unngå skjæringer i terrenget.

7.1.2 Installasjoner i grunnen

Dersom detaljprosjekteringen viser behov for installasjoner i grunnen (spunt, peler etc.) må det legges vekt på skånsom installasjon. Det må tas hensyn til artesisk grunnvannstrykk i prosjekteringen og utførelsen.

7.1.3 Kalksementstabilisering

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

7.2 Fundamentering

Det antas at laster fra bygg og installasjoner er relativt lave, og at disse kan direktefundamenteres på en utstøpt betongplate eller lignende. Beregning av bæreevne og endelig valg av fundamenteringsmetode utføres i senere prosjekteringsfase når laster fra bygg og installasjoner er kjent. Iht. seismiske forutsetninger angitt i kapittel 4.4, må det utføres seismisk dimensjonering av bygg/installasjoner.

7.3 Mellomlagring av masser

I forbindelse med etablering av berghall for renseanlegget blir det nødvendig å mellomlagre sprengsteinsmasser. Det vurderes som at massene kan mellomlagres innenfor tiltenkt planområde, dersom de lagres iht. rammene som ligger til grunn i dette notatet, som vist i vedlegg 2 tegning V-28. Ved en eventuell utleggelse må høydeforskjellen på massene ikke overstige 1m.

7.4 VA

Det er planlagt å legge VA-rør fra Linnes avløpsrenseanlegg til nytt renseanlegg over nærliggende landsbruksområdet, i nordvestlig retning fra tiltaksområdet. Rørføring er planlagt utført ved bruk av åpne gravegrøfter og styrt boring med boregrøper. Det er planlagt å etablere en pumpestasjon i nærheten av Linnes avløpsrenseanlegg, mest sannsynlig må denne etableres i tett spuntgrop. Pumpestasjonen ligger utenfor kartlagt kvikkleiresone, men innenfor aktsomhetsområdet for marin leire. Det må utføres grunnundersøkelser for prosjektering av spuntgrop og langs endelig VA-trase. Ved påtruffet kvikkleire må områdestabiliteten svare ut iht. NVEs veileder 1/2019. Graveskråninger/boregrøper for styrt boring detaljeres med bakgrunn i gjennomførte grunnundersøkelser.

Utslippsledninger er planlagt å gå ut i Drammensfjorden, med utløp på kote -50. Det anbefales at det utføres geotekniske grunnboringer for utslippsledningen for å detaljere trasevalg. Boringene skal gjennomføres ved styrt boring. Traseen er vurdert ut fra at den ved utløpet ikke har større erosjon enn

utgraving tilsvarende 2 meter dybde, lengde 6 meter. Erosjonspotensial ved utløp vurderes av hydrolog/VA. Vurdering av trase er vist i tegning V-30.

7.5 Bekkeomlegging

Det er planlagt å legge om dagens bekk til å gå gjennom tiltaksområdet for å skape et grøntområde. Det oppfordres til at bekken legges i en erosjonssikret kanal for å unngå utgraving. Dagens bekk går gjennom kohesjonsjordarter. Trær i nærheten av bekken står på skakke. Iht. NVE eksternt rapport 9/2020 vurderes det som at det pr. dags dato er *Noe erosjon*. Bekken må erosjonssikres hele veien ut til Engersandbukta for å forhindre fremtidig erosjon. For beskrivelse av erosjonssikring vises det til fagrapport hydrologi. Det er medregnet en 0.5m dyp utgraving, med bredde 1m som utføres i seksjonslengder på 10m. Antatt plassering av erosjonssikring er vist i tegning V-28.

7.6 Rystelser/vibrasjoner

Det fordres til at prinsippene gitt i V220 17.6.4.1 følges for sprengningsarbeider i bergrom. Vurderinger rundt rystelseskraav og gjennomføring utføres av ingeniørgeolog i senere fase.

7.7 Potensiell grunnvannssenkning

Potensielle setningsskader som følge av lokal grunnvannssenkning over bergrommer må vurderes. Innsig av vann vurderes av ingeniørgeolog. Dette kan overvåkes ved etablering av poretryksmåler i løsmassene over bergrommet.

8. Kostnadsoverslag

8.1 Forutsetninger

Det er forutsatt at samtlige konstruksjoner ikke fundamenteres ved peler, da tiltakene virker gjennomførbare ved direktefundamentering. Dersom senere detaljeringsfase viser behov for pelefundamentering vil denne kostnaden komme i tillegg til skisserte kostnader.

Jackson AS oppgir pris på EPS pr. m³ i 2020 ligger på 465kr eksklusiv. mva, inkl. levering i Viken-området.

8.2 Kostnadsberegninger

KOSTNADSOVERSLAG GEOTEKNIKK

	Mengde	Enhet	Pris pr. enhet	Sum	
Veg 23000					
EPS-fylling	7514	m3	465	3 493 865	kr
Veg 70100					
EPS-fylling	1922	m3	465	893 587	kr
Veg 83000					
EPS-fylling	4511	m3	465	2 097 717	kr
Fyllmasser	31230	m3	20	624 591	kr
SUM				7 110 000	kr
Arbeidsstikking, teknisk kontroll (5%)				355 500	kr
Rigg (10%)				711 000	kr
Sum				8 176 500	kr
Uforutsett (25%)				2044125	kr
Entreprisekostnad				10 220 625	kr
MVA, 25% av entreprisekostnad				2 555 156	kr
Entreprisekostnad inkl. mva				12 775 781	kr
Planlegg/byggeledelse (15% av entreprisekostnad)				1 916 367	kr
Byggekostnad				14 692 148	kr

9. Vedlegg

Vedlegg 1

- ROS-analyse

Vedlegg 2

Tegninger:

Stabilitetssnitt A-A

Tegn. nr	Beregningsform	FoS	Kommentarer
V-01	Dagens situasjon Effektivspenning	4.04	
V-02	Dagens situasjon Totalspenning	3.05	
V-03_rev01	Permanent tiltak Effektivspenning	3.27	Rev01: inkludert 10 kPa som overdekning over EPS
V-03-1	Utgraving for erosjonssikring Effektivspenning	2.33	0.5m utgraving langs snitt A-A til Engersandbukta
V-04_rev01	Permanent tiltak Totalspenning	1.71	Rev01: inkludert 10 kPa som overdekning over EPS
V-04-1	Permanent tiltak oppfylling med fyllmasser Totalspenning	1.33	Inkluderes for å vise behov for lette masser i vegoppbygging
V-04-2	Utgraving for erosjonssikring Totalspenning	1.54	Uten bruk av friksjonsfaktor
V-04-3	Utgraving for erosjonssikring Totalspenning	1.80	Inkludert konservativ friksjonsfaktor

Stabilitetssnitt B-B

Tegn. nr	Beregningsform	FoS	Kommentarer
V-05_rev01	Dagens situasjon Effektivspenning	2.25	Rev01: Endret fra EPS til skumglass i vegens oppfylling
V-06_rev01	Dagens situasjon Totalspenning	1.79	Rev01: Endret fra EPS til skumglass i vegens oppfylling
V-06-1	Dagens situasjon med fyllmasser Totalspenning	1.14	
V-07_rev02	Permanent tiltak Effektivspenning	2.06	Revisjoner: Inkludert 10 kPa som overdekning over EPS og endret fra EPS til skumglass i dagens vegfylling.
V-07-1	Utgraving for erosjonssikring Effektivspennings	1.91	
V-08_rev02	Permanent tiltak Totalspenning	1.63	Revisjoner: Inkludert 10 kPa som overdekning over EPS og endret fra EPS til skumglass i dagens vegfylling.

V-08-1	Permanent tiltak EPS over fyllmasser i dagens vegfylling Totalspenning	1.28	
V-08-2	Permanent tiltak fyllmasser over EPS i dagens vegfylling Totalspenning	1.50	
V-08-3	Utgraving for erosjonssikring Totalspenning	1.53	Uten friksjonsfaktor
V-08-4	Utgraving for erosjonssikring Totalspenning	1.80	Inkludert konservativ friksjonsfaktor

Stabilitetssnitt C-C

Tegn. nr	Beregningsform	FoS	Kommentarer
V-09-1_rev01	Dagens situasjon Effektivspenning	2.32	Rev01: Endret fra EPS til delvis skumglass og delvis fyllmasser i vegens oppfylling
V-09-2	Dagens situasjon Effektivspenning	2.50	
V-10-1_rev01	Dagens situasjon Totalspenning	1.47	Rev01: Endret fra EPS til delvis skumglass og delvis fyllmasser i vegens oppfylling
V-10-1-1	Dagens situasjon med fylling Totalspenning	1.42	
V-10-2	Dagens situasjon Totalspenning	2.72	
V-11-1_rev01	Permanent tiltak Effektivspenning	3.50	Rev01: Endret fra EPS til delvis skumglass og delvis fyllmasser i vegens oppfylling
V-11-1-2_rev01	Oppfylling med EPS Effektivspenning	1.42	Rev01: Endret fra EPS til delvis skumglass og delvis fyllmasser i vegens oppfylling
V-11-2	Permanent tiltak Effektivspenning	2.52	
V-12-1_rev01	Permanent tiltak Totalspenning	2.26	Rev01: Endret fra EPS til delvis skumglass og delvis fyllmasser i vegens oppfylling. Området til høyre gir FoS 1.60. Dette området skal opparbeides som vist i tegn V-12-2. Vegen kan etableres uavhengig av rekkefølge området vist i V-12-2 etableres i.
V-12-1-1	Oppfylling med fyllmasser Totalspenning	1.61	
V-12-2	Permanent tiltak	1.92	

	Totalspenningsanalyse		
V-12-2-1	Oppfylling med fyllmasser Totalspenning	1.47	

Stabilitetssnitt D-D

Tegn. nr	Beregningsform	FoS	Kommentarer
V-13	Dagens situasjon Effektivspenning	3.44	
V-14	Dagens situasjon Totalspenning	1.81	

Oversiktstegninger

Tegn. nr	Tegningsobjekt	Kommentarer
V-20	Situasjonsplan oversikt	
V-21	Situasjonsplan oversikt område 1	
V-22	Situasjonsplan oversikt område 2	
V-23_rev01	Plantegning med stabilitetssnitt A, B og C.	Revisjon: Forlenget snitt A ned til Engersandbukta
V-23-1	Plantegning med stabilitetssnitt dagens situasjon	
V-23-2	Plantegning med stabilitetssnitt dagens situasjon	
V-24_rev01	Plantegning stabilitetssnitt område 1	Revisjon: Forlenget snitt A ned til Engersandbukta
V-25	Plantegning stabilitetssnitt område 2	
V-26_rev01	Plantegning med stabilitetssnitt D	Revisjon: Forlenget snitt A ned til Engersandbukta
V-27	Anbefalt utvidelse av dagens kvikkleiresone (pr. 15.03.21)	
V-28_rev01	Plantegning. Stabiliserende geotekniske tiltak (1:2000)	Revisjon: Detaljert erosjonssikring og endringer som følge av skumglass i dagens vegfylling.
V-28-1	Plantegning. Stabiliserende geotekniske tiltak (1:1000) område 1	
V-28-2	Plantegning. Stabiliserende geotekniske tiltak (1:1000) område 2	
V-30	Plantegning. Vurdering av trase for utslippsledning	Det er inkludert 3 versjoner av samme tegning. Versjonene inneholder forskjellig kartbakgrunn.

Vedlegg 3: Skjærstyrkeprofiler

- 3.1 Styrkeprofiler snitt A-A: 111, 015, 016, 017
- 3.2 Styrkeprofiler snitt B-B: 712, 506, 505, 503, 125
- 3.3 Styrkeprofiler snitt C-C: 707, 709, 717, 718, 114
- 3.4 Styrkeprofiler snitt D-D: 114, 713, Sjøbunn

Vedlegg 4: Arbeidstegninger dagens vegfylling

Mottatt fra SVV.

- V111 Geotekniske tiltak, Gullaug
- D113 Plan og profil Gullaug
- F111 Normalprofiler Gullaug

Vedlegg 5: Beregningssnitt og geotekniske tiltak. Rv 23 Dagslett-Linnes tverrslaget

- E-V-111 Rv Dagslett-Linnes, plantegning geotekniske tiltak (NOT-RIG-060)
- V318 Tverrslaget, deponiområde oversiktstegning (NOT-RIG-080)
- V317 Rv. 23 Dagslett-Linnes, plantegning (NOT-RIG-081)