



NB! Rapporten er sendt til uavhengig kontroll men vi har foreløpig ikke fått noen tilbakemeldinger. Det kan derfor bli endringer på rapporten når vi får tilbakemelding fra UAK.

FAGRAPPORT GEOTEKNIKK FOR E6 HELLTUNNELEN – HELLSTRANDA

PlanID: 5036 E6 Helltunnelen – Hellstranda,

Prosjekt nr.:	Nye Veier: 12003875, Rambøll: 1350057430
Oppdragsgiver:	Nye Veier AS
Dokumentnummer:	NV50E6SV-GTK-RAP-4000

Revisjonsoversikt

Revisjon	Dato	Utarbeidet av	Kontrollert av	Godkjent av
00	28.04.2025	Haakon Kulberg	Vilde A. Thomassen	Elisabeth O. Herstad

Endringsoversikt

Revisjon	Endringsbeskrivelse

Forsidebilde: Dagens situasjon ved Hellstranda (mai 2024). Foto: Finn.no

Forord

Strekningen på E6 mellom Helltunnelen til Hellstranda er en del av hovedveiforbindelsen mellom Ranheim og Værnes. Nye Veier har ansvar for planlegging og utbygging av denne strekningen. Hellstranda ligger i Stjørdal kommune, sør for Trondheim lufthavn Værnes.

På vegne av Nye Veier har Rambøll utarbeidet en fagrapport for geoteknikk i forbindelse med detaljregulering for E6 Helltunnelen – Hellstranda. Fagrapport Geoteknikk er utarbeidet etter krav fra/i henhold til håndbøker og regelverk til Statens vegvesen og inngår som en del av grunnlaget for utarbeidelse av E6 Hellstranda reguleringsplan.

Informasjon om planarbeidet legges ut på internett på kommunens og Nye Veiers hjemmeside:

Stjørdal kommune: www.stjordal.kommune.no

Nye Veier: www.nyeveier.no

Kontaktinformasjon:

Nye Veier - Jan Olav Sivertsen, +47 915 46 871, jan.olav.sivertsen@nyeveier.no

Rambøll – Elisabeth Osmark Herstad, +47 402 45 636, elisabeth.herstad@ramboll.no

Innhold

1	Sammendrag	6
2	Innledning.....	7
2.1	Bakgrunn for planarbeidet	7
2.2	Mål for prosjektet.....	7
3	Bakgrunn for fagrapport geoteknikk	9
3.1	Kvartærgeologi	9
3.2	Datainnsamling.....	10
3.3	Løsmasser	10
3.4	Kvikkleire	11
4	Grunnlag for geoteknisk prosjektering	12
4.1	Geoteknisk kategori	12
4.2	Konsekvens- og pålitelighetsklasse (CC/RS).....	12
4.3	Prosjekterings- og utførelsesklasse (PKK/UKK)	12
4.4	Grunntype	13
4.5	Flom og skredfare	13
5	Geotekniske forhold	15
5.1	Fyllinger	15
5.2	Setninger	15
6	Stabilitet	17
6.1	Laster	17
6.2	Geotekniske løsmasseparametere	17
6.3	Stabilitet av Muruvikbanen	17
6.4	Skråning ved tunnelportal nordgående felt	19
6.5	Bølgesikring.....	21
6.6	Tørrmur ved Øyenvegen bru	22
6.7	Øyen gang- og sykkelvegkulvert.....	24
6.8	Stabilitet av molo.....	24
7	Faglige anbefalinger	25
	Referanseliste	26

Tegningsliste

1	Situasjonsplan, km 22100 - 22490	Målestokk: 1:500
2	Situasjonsplan, km 22800 - 23200	Målestokk: 1:500
10	Profil A2, stabilitet av Muruvikbanen	Målestokk: 1:200
11	Profil B, stabilitet av Muruvikbanen	Målestokk: 1:200
12	Profil C, stabilitet av Muruvikbanen	Målestokk: 1:200

13	Profil D - Stabilitetsberegning	Målestokk: 1:100
14	Profil 22860, stabilitet i anleggsfasen	Målestokk: 1:200
15	Profil 22860, stabilitet i ferdigtilstand	Målestokk: 1:200

Bilag

Bilag 1	Betongkantstein ved profil D
Bilag 2	Tørrmurberegning ved Øyenvegen

1 Sammendrag

E6 Hellstranda går mellom den østre portalen til Helltunnelen og Stjørdalselva i Stjørdal kommune. Den nye vegen følger hovedsakelig eksisterende veg i området.

Foreliggende rapport omhandler geoteknisk prosjektering for E6 Hellstranda og nødvendige geotekniske tiltak langs strekningen.

Det er utført grunnundersøkelser i flere omganger på Hellstranda og Værnes. Rambøll har utført supplerende grunnundersøkelser for ny veglinje i 2020. Utførte grunnundersøkelser tyder på at grunnforholdene på Hellstranda hovedsakelig består av friksjonsmasser av sand og silt, med økende silt- og leirinnhold med dybden. Det er registrert **kvikkleire** fra ca. 15-25 meter under terreng rett nord for portalen for sørgående E6 på Hell. Dybde til berg varierer fra ca. 5 til 20 meter i området ved den nye tunnelportalen, med økende dybde i nordvestlig retning. Lenger mot nord/nordøst er dybde til berg ikke kjent.

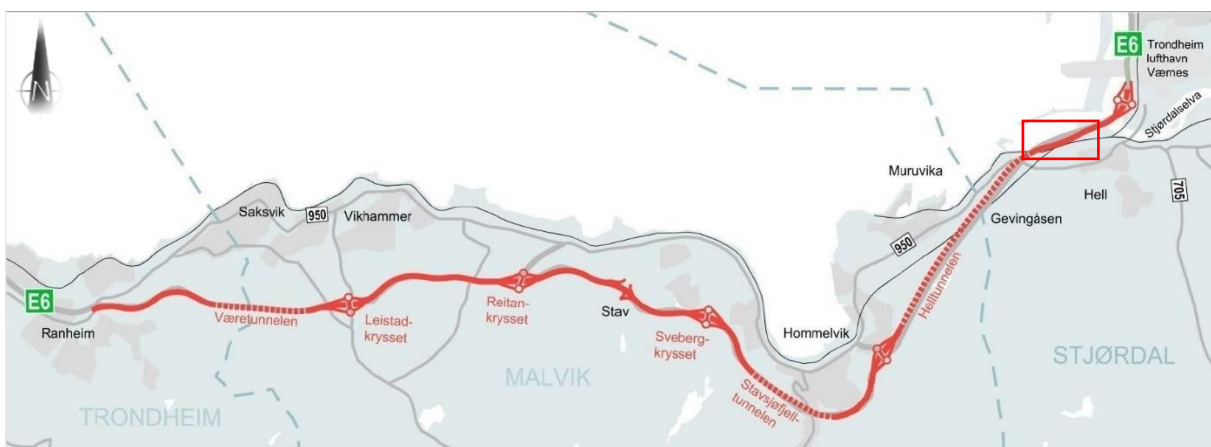
Grunnforholdene på Værnes består hovedsakelig av vekslende lag av grov og fin sand, med enkelte siltige lag. Siltmengden ser ut til å øke med dybden. I enkelte borpunkt er det registrert lag av siltig leire i dybden. Det er boret til dybder på 30-50 meter uten at berg er påtruffet.

Det er ingen registrerte kvikkleiresoner i området, men det er påtruffet **kvikkleire** i dybden på Hellstranda. I forbindelse med dagens reguleringsplan for området er det derfor utført en vurdering av områdestabilitet for Hellstranda i henhold til NVEs veileder 2/2011 "Sikkerhet mot kvikkleireskred" /4/. Resultatene er oppsummert i vurderingsrapport utarbeidet av Multiconsult /13/. På grunn av topografi og mektighet av overliggende masser over de sensitive massene, vurderes det å ikke være fare for områdeskred på Hellstranda. Ut fra foreliggende grunnlag og vurderinger er det derfor ikke grunnlag for å etablere en faresone i området, og videre utredning og faregradsklassifisering er vurdert som ikke nødvendig.

Det er utført kontroll av stabiliteten for Muruvikbanen ned mot bassenget ved utløpet av Stjørdalselva og ned mot portalen for nordgående E6. Stabiliteten er også kontrollert mellom Øyenvegen og nordgående E6. Kontrollberegningene viser at det er lav stabilitet fra Muruvikbanen ned mot sjøen mens stabiliteten er tilstrekkelig i henhold til regelverket for de øvrige områdene. Det anbefales å legge ut en motfylling eller etablere bølgevernet mot Muruvikbanen så raskt som mulig for å få tilstrekkelig stabilitet her i henhold til gjeldende regelverk.

2 Innledning

E6-strekningen fra Helltunnelen til Hellstranda er en del av hovedveiforbindelsen mellom Ranheim og Værnes, se figur 1. Nye Veier har gjennom Melding til Stortinget 25 fått ansvaret for utbygging av E6 fra Ranheim til Værnes. Veien skal bygges som firefelts motorvei med doble tunnelløp med en fartsgrense på 110 km/t der det er mulig. Den totale strekningen er 23 km og byggestart var i september 2020. Prosjektet berører Trondheim, Malvik og Stjørdal kommune med egne vedtatte reguleringsplaner. Det aktuelle området ved Hellstranda ligger i Stjørdal kommune og er markert med rød firkant i figur 1.



Figur 1 Utbyggingsprosjekt E6 Ranheim-Værnes. Omtalt område ved Hellstranda er markert med rød firkant. Illustrasjon av Nye Veier.

2.1 Bakgrunn for planarbeidet

Gjeldende reguleringsplan for Hellstranda (plan-id 2-072 – E6 Helltunnelen – Hellstranda) lar seg ikke gjennomføre på grunn av konsekvenser for naturmiljøet. I dialog med Stjørdal kommune ble det derfor bestemt at det skulle startes opp en ny planprosess og lages en ny reguleringsplan for området. Målet for ny reguleringsplan er minst mulig utfylling i sjø, og dermed en kraftig reduksjon av arealbeslag i vassdrag/sjø i forhold til gjeldende reguleringsplan.

2.2 Mål for prosjektet

Prosjektet sitt hovedmål er å utarbeide reguleringsplan for ny E6 i tråd med kravene om å ivareta miljøhensyn på Hellstranda på en best mulig måte.

Ved å se samlet på målene til Nye Veier, Nasjonal transportplan og de nye kravene til prosjektet er det utarbeidet resultatmål for prosjektet.

Følgende samfunns mål er definert i Nasjonal transportplan 2022 – 2033 [1]:

1. Enklere reisehverdag og økt konkurranseevne for næringslivet.
2. Mer for pengene.
3. Effektiv bruk av ny teknologi.
4. Nullvisjon for drepte og hardt skadde.

5. *Bidra til oppfyllelse av Norges klima og miljømål.*

Nye Veier legger følgende strategiske prioriteringer til grunn for virksomheten:

1. *Mer vei og bane for pengene og økt samfunnsøkonomiske lønnsomhet i alle våre prosjekter.*
2. *Være den mest effektive organisasjonen for planlegging, utbygging og drift innen samferdsel.*
3. *Ta et tydelig samfunnsansvar og styrke vårt arbeid med HMS.*
4. *Ta en lederrolle innen miljø og klima innenfor samferdselssektoren.*

Nye Veier effektmål med tilhørende indikatorer for å vurdere måloppnåelse framgår av tabell 1.

Tabell 1 – Effektmål for Nye Veier med indikatorer for å vurdere måloppnåelse (effektmål besvarer hvorfor et prosjekt skal gjennomføres).

Effektmål	Indikator som benyttes for å følge opp
Økt fremkommelighet	Reisetid i minutter Forutsigbar reisetid
Økt trafiksikkerhet	Antall drepte og hardt skadde per år
Redusert jordbruksbeslag	Antall m ² dyrka mark i forhold til tidligere vedtatt plan
Redusert påvirkning på naturmangfold	Arealbeslag av naturtyper ift. tidligere vedtatt plan
Reduserte kostnader	Kostnader i forhold til tidligere vedtatt plan

Ut fra målene til Nye Veier og behovet til prosjektet er det utarbeidet resultatmål for prosjektet med å utarbeide ny reguleringsplan for E6 Helltunnelen – Hellstranda.

Utarbeidelse av reguleringsplan har følgende resultatmål:

1. *Unngå eller i størst mulig grad begrense påvirkning på naturmangfold.*
2. *Hensynta eksisterende friluftsområde på Hellstranda og Billedholmen samt ivareta turvei i strandsonen mellom disse.*
3. *Anbefalt veialternativ oppnår Nye Veiers effektmål i størst mulig grad.*
4. *Det oppnås tillatelse til evt. midlertidig vegløsning slik at oppgradering av eksisterende tunnelløp i Helltunnelen ikke forsinkes.*
5. *Reguleringsplan for E6 Helltunnelen – Hellstranda vedtas i løpet av våren 2025.*

3 Bakgrunn for fagrapport geoteknikk

Nye Veier oppgraderer den eksisterende E6 mellom Ranheim og Værnes til en firefelts motorvei med fartsgrense på 110 der det er mulig. Lengden på vegen er omtrent 23 km, og den planlagte strekningen inkluderer tre nye tunneler, to større broer, fem planfrie kryss samt flere kulverter og overgangsbruer.

Dagsone 6 strekker seg fra østportalen av Hell-tunnelen til Værneskrysset i Stjørdal kommune.

Den nye veien følger stort sett veistrekningen til eksisterende E6 i dette området. En oversikt over den planlagte veien og konstruksjonene er presentert i figur 2.



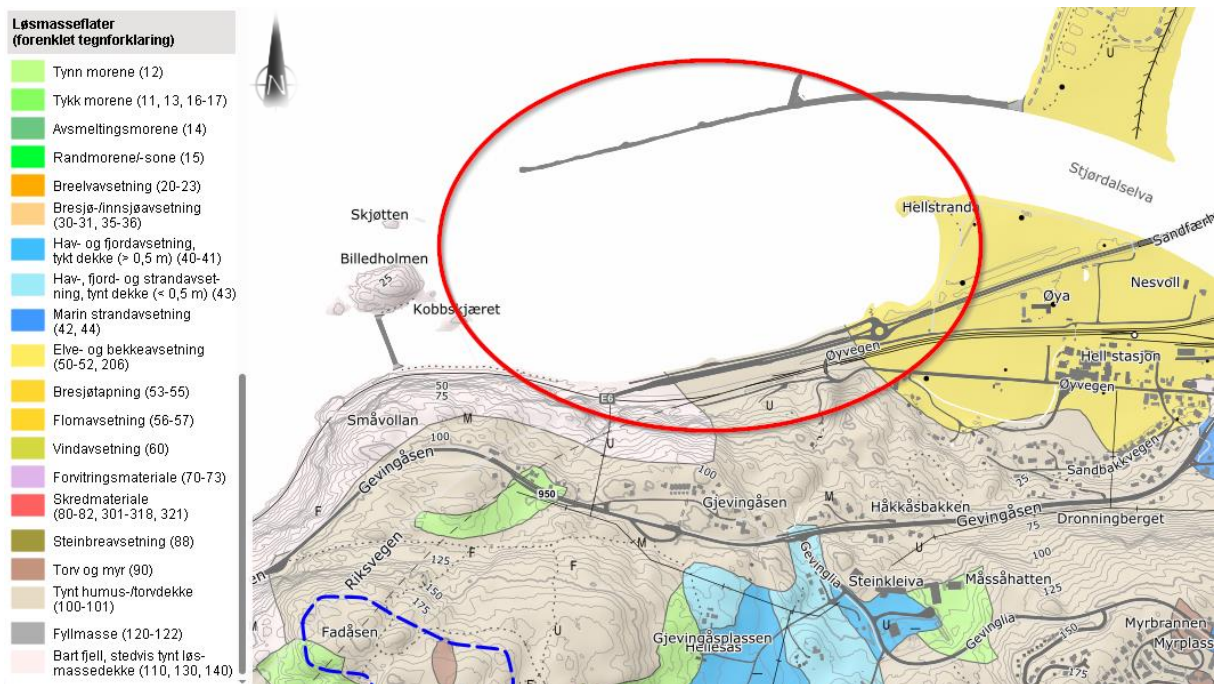
Figur 2. Oversikt over planområdet på Hellstranda. Kartkilde: kart.finn.no

Den nye traseen i dagsone 6 inkluderer følgende strukturer:

- En ny tunnel mellom Hommelvik og Hell for sørgående trafikk, som vil bli plassert nord for den eksisterende tunnelen.
- Utvidelse av eksisterende Øyen g/s-kulvert
- Justering av dagens molo nordover
- Flytting av bløtbunn som ligger under ny bølgesikring langs E6

3.1 Kvartærgeologi

I henhold til kvartærgeologisk kart, se figur 3, består området langs Hellstranda av bart berg (rosa farge), tynt dekke av organisk materiale over berggrunn (brun farge) og elve- og bekkeavsetninger (gul farge). Marin grense (blå stiplede linje) i dette området ligger rundt kote +180 moh (NN2000).



Figur 3. Kvartærgeologisk kart (Kartkilde: ngu.no)

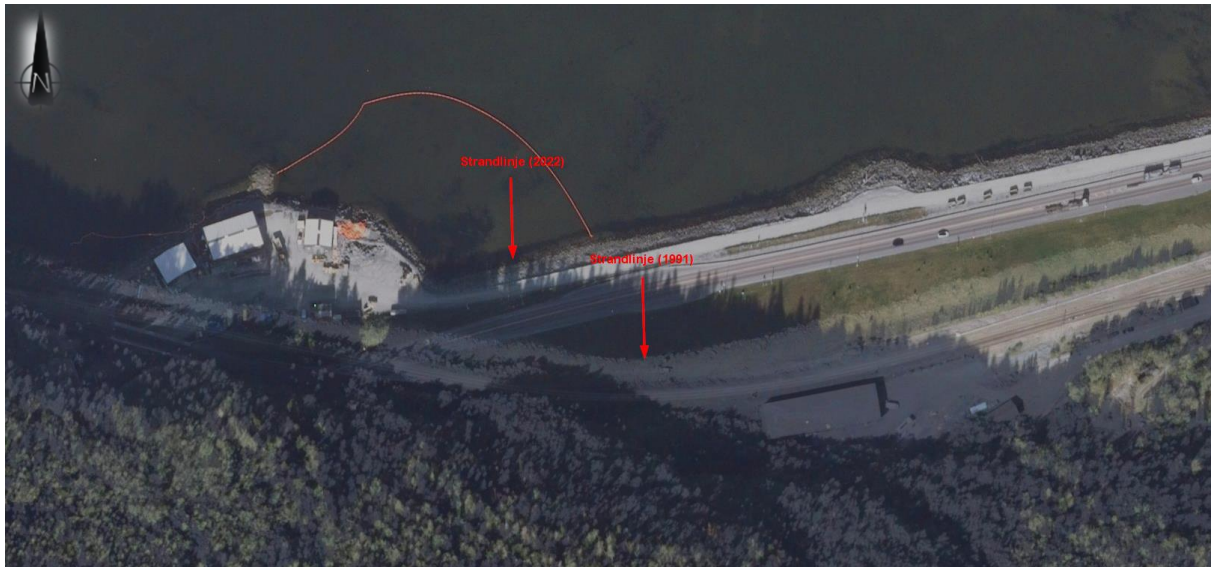
3.2 Datainnsamling

Det er utført et stort omfang av grunnundersøkelser i dette området i forbindelse med dagens E6, jernbanen, ny E6 og tidligere planlagte vegtraséer i området /9-22/. I tillegg er det utført supplerende grunnundersøkelser langs eksisterende molo for å kartlegge grunnforholdene her.

3.3 Løsmasser

Grunnforholdene ved Hellstranda og moloen består hovedsakelig av friksjonsmasser av sand og silt, med økende silt- og leirinnhold med dybden. Det er registrert kvikkleire fra ca. 15 – 25 meter under terreng rett ved den nye Hell tunnelportal.

Dybde til berg varierer fra ca. 5 meter til 20 meter i området ved den nye tunnelportalen, men faller bratt i nordøstlig retning. Det er utført et begrenset antall borer nord/nordøst for ny portal, og dybde til berg i dette området er derfor ikke kjent. Fra kjente kartdata er det observert at eksisterende E6 ligger i området for tidligere sjøbunn som i dag dermed er fylt opp med sprengstein. Mektigheten av sprengsteinsfyllinga er ukjent, men er antatt å ligge fra ca. kote + 0 opp til dagens terreng. Figur 4 viser en sammenligning av strandlinje i 1991 og strandlinje i 2021 og illustrerer omfanget av utfyllingen.



Figur 4. Sammenligning av strandlinja i 2021 (bakgrunnskart) og strandlinja i 1991 (gjennomsiktig kart). Kilde: Norgebilder.no

3.4 Kvikkleire

Det er ingen registrerte kvikkleiresoner i området, men det er påtruffet kvikkleire i dybden på Hellstranda langs dagens E6 og nord for Muruvikbanen. I forbindelse med tidligere reguleringsplan er det derfor utredet behovet for vurdering av områdestabilitet for Hellstranda i henhold til NVEs veileder 2/2011 "Sikkerhet mot kvikkleireskred" /4/. Resultatene er oppsummert i vurderingsrapport utarbeidet av Multiconsult /13/. På bakgrunn av topografi og mektighet av overliggende masser i forhold til de sensitive massene, vurderes det å ikke være fare for områdeskred på Hellstranda. Ut fra foreliggende grunnlag og vurderinger er det derfor ikke grunnlag for å etablere en faresone i området, og videre utredning og faregradsklassifisering er vurdert som ikke nødvendig.

4 Grunnlag for geoteknisk prosjektering

4.1 Geoteknisk kategori

Geoteknisk kategori skal velges ut fra kompleksitet og risiko i henhold til Eurokode 7 /6/. Anleggs- og fundamenteringsarbeidene for ny E6 omfatter sålefundamentering, fyllinger, jordarbeider og utgravinger. Det forventes ikke unormale risikoer eller vanskelige grunnforhold. I henhold til kapittel 2.1 i Eurokode 7 velges derfor **geoteknisk kategori 2** for dette prosjektet.

4.2 Konsekvens- og pålitelighetsklasse (CC/RS)

4.2.1 Regelverk for Statens vegvesen

Arbeider i forbindelse med moloen eller inne i bassenget ved utløpet av Stjørdalselva, berører egentlig ikke veg, men siden arbeidene her er en konsekvens av utbyggingen av ny E6, har vi valgt å bruke vegvesenets regelverk også for denne.

Siden arbeidene med moloen omfatter fundamenteringsarbeider eller andre geotekniske tiltak med begrenset bruddkonsekvens og god evne til å tåle deformasjoner, plasseres disse arbeidene i **konsekvensklasse CC2**. I henhold til tabell 1.1.3-1 i N200 /1/ betyr dette at disse arbeidene plasseres i **pålitelighetsklasse 2**.

ÅDT for dagens veg forbi Hellstranda er oppgitt å være 16.000 i 2023. I henhold til tabell 0-1 i V220 er arbeider som berører E6 derfor satt til **konsekvensklasse CC3**.

Statens Vegvesens håndbok N200 /1/ oppgir i kapittel 1 Tabell 1.1.3-1 at for konsekvensklasse CC3 skal det normalt velges pålitelighetsklasse RC3, men RC4 kan velges for spesielle vegprosjekter med ekstremt store konsekvenser. RC4 vurderes som ikke relevant for dette prosjektet. Derfor velges **pålitelighetsklasse RC3**.

4.2.2 Regelverk for Bane NOR

Teknisk regelverk for Bane NOR /3/ sier at konsekvensen av en skade som ikke berører bane i drift, vurderes som alvorlig og defineres til konsekvensklasse CC2, dersom ikke omkringliggende berørt infrastruktur eller bygninger tilsier høyere konsekvensklasse.

Konsekvensen av en skade som berører bane i drift, vurderes som svært alvorlig og defineres til konsekvensklasse CC3.

Pålitelighetsklassen følger av konsekvensklassen slik at CC3 => RC3. Den geotekniske prosjekteringen i dette prosjektet utføres hovedsakelig for konstruksjoner eller fyllinger som ved skade eller utrasing berører spor i drift. **Konsekvensklassen** for disse arbeidene blir derfor **CC3** og **pålitelighetsklassen** blir dermed **RC3**.

4.3 Prosjekterings- og utførelsesklasse (PKK/UKK)

4.3.1 Regelverk for statens vegvesen

Prosjekteringskontrollklasse skal velges i henhold til tabell 1.2.1-1 i N200, og denne sier at geoteknisk kategori 2 og pålitelighetsklasse RC2 betyr at arbeidene med moloen

havner i **prosjekteringskontrollklasse PKK2** mens arbeidene som berører ny E6 havner i **prosjekteringskontrollklasse PKK3**.

Under punkt 1.2.3 i N200 er det fremhevet at "Utvidet kontroll PKK3 gjennomføres fra og med oppstart reguleringsplan til og med byggefasen". Siden denne rapporten gjelder ny reguleringsplan, er det derfor relevant å kontrollere de forholdene som er nevnt i rapporten som krever PKK3-kontroll. Beregninger for moloen, som havner i PKK2, er derfor ikke tatt med i denne rapporten.

Både for PKK2 og PKK3 kreves egenkontroll, intern systematisk kontroll og utvidet kontroll. Utvidet kontroll i prosjekterings- og utførelseskontrollklasse PKK2/UKK2 kan begrenses til en kontroll av at egenkontroll og intern systematisk kontroll er gjennomført og dokumentert mens prosjekterings- og utførelseskontroll i klasse PKK3/UKK3 skal utføres som en faglig kontroll.

4.3.2 Regelverk for Bane NOR

I henhold til Bane NORS tekniske regelverk punkt TRV:08152 skal prosjekteringskontrollklasse PKK og utførelseskontrollklasse UKK fastsettes etter regler gitt i Eurokode 0 /5/. Eurokode 0 stiller krav til graden av prosjekterings- og utførelseskontroll hver for seg, avhengig av pålitelighetsklasse.

De arbeidene som er plassert i pålitelighetsklassen RC3, vil i henhold til tabell NA.A1 (902) og NA.A1 (903) i Eurokode 0 havne i prosjekterings- og utførelseskontrollklasse **PKK3/UKK3**. Geotekniske arbeider som er plassert i pålitelighetsklasse RC2 vil plasseres i prosjekterings- og utførelseskontrollklasse **PKK2/UKK2**.

4.4 Grunntype

Grunntyper bestemmes i henhold til Eurokode 8 tabell NA3.1 /7/.

Rett nord for Muruvikbanen består løsmassene av et tynt topplag av sand med underliggende leire/silt som inneholder lag av sand. På dybde ca -15 moh er det påtruffet **sprøbruddsmateriale**. Vi vurderer derfor at grunntypen her er S2.

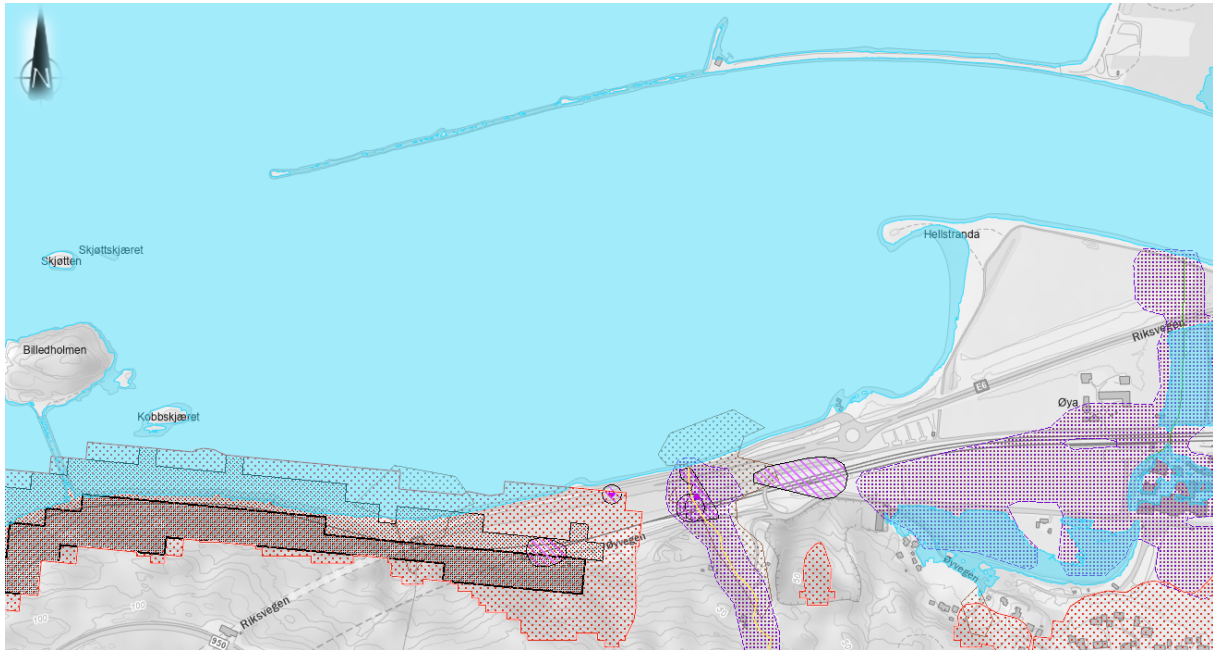
Ved portalen for ny sørgående E6 er det påtruffet toppmasser av sandig silt med underliggende siltig leire over berg. Berget stuper mot nord. Dybde til berg rett utenfor dagens portal er ca 7-8 meter. Vi vurderer derfor at grunntypen her er **grunntype E**.

Ved Øyvegen bru består løsmassene av et ca 3 meter tykt topplag av samfengt sprengstein over ca 16 meter sand. Videre i dybden ligger ca 8 meter leire/silt over ca 4 meter morenemasser over berg. Vi vurderer derfor at dette området har **grunntype D**.

4.5 Flom og skredfare

Figur 5 viser at det i området nordøst for Gjevingåsen ligger i aktsomhetsområde for snøras (rød skravur), steinsprang (sort skravur) og jord- og flomskred (brun skravur). Jord- og flomskred er bare markert ved utløpet av de to bekkene som krysser dagens E6.

Langs den største bekken som kommer ned ca midt i området er begge sider av bekken markert som aktsomhetsområde for flom (lilla prikker). Det samme gjelder området sør- og øst for parkeringsplassen til Hellstranda friområde. I figur 5 er vannstanden for en 200-års returperiode inklusiv klimatillegg vist og da er vannstand uten bølgepåvirkning forventet å ligge på ca kote +2,8 moh (NN2000).



Figur 5. Området ved Hellstranda. Kartkilde: atlas.nve.no

Det er ikke markert noen kvikkleiresone i området, men i forbindelse med bygging av dagens E6, ble det påtruffet **sprøbruddsmateriale** og **kvikkleire** sporadisk langs dagens E6 (lilla skravur i figur 5). Det har i ettertid vist seg at det ligger **kvikkleire/sprøbruddsmateriale** under store deler av området, men laget ligger så dypt at det ikke vurderes å være fare for områdestabilitet her. Det ligger også nærmere dagens E6 og strekker seg ikke så langt ut som til turvegen og bølgesikringen som skal etableres langs ny sørgående E6. Det er derfor ikke behov for utredning av områdestabilitet her. Dette er vurdert og gjennomgått i Rambøll- og Multiconsults rapporter til reguleringsplan, /10+13/.

5 Geotekniske forhold

I dag er det lagt ut fylling langs Hellstranda som langt på vei dekker hele den nye sørgående E6-traséen. Det som mangler er ytterligere utfylling for ny turvei, -ny bølgesikring og for motfyllingen/bølgevernet mot Muruvikbanen etter at denne ble hevet over den nye portalen for sørgående E6. I tillegg vurderes justering av dagens molo.

Følgende geotekniske forhold har vært i fokus i forbindelse med de planlagte arbeidene for ny E6:

- Sikre tilfredsstillende stabilitet av fyllinger, jernbane og veg.
- Vurdering av setninger på veg og konstruksjoner
- Sikre mot naturfare (flom, skred).



Figur 6. Oversikt over planområdet på Hellstranda. Kartkilde: kart.finn.no

5.1 Fyllinger

Ny veg, turveg og bølgesikring skal etableres på fylling i sjø med høyder opp mot 5,5 meter over dagens terreng. Basert på de registrerte grunnforhold og tidligere utførte stabilitetsberegninger for området vurderes det at fyllinger med høyde opp til 6 meter kan etableres med helning 1:1,5 eller slakere i området. Det vises for øvrig til geoteknisk vurdering av riggområde for tidligere utførte stabilitetsberegninger /11/ i tillegg til stabilitetsberegningene som er presentert i denne rapporten.

5.2 Setninger

Da mektighet av ny fylling langs sørgående E6 varierer fra ca 0- til ca 6 meter, må det påregnes setninger langs ny veg. Det kan forventes lite- til neglisjerbare setninger for de delene av vegen som etableres på- eller under nivå for eksisterende terreng, og

setninger i størrelsesorden 10 – 20 cm for områder med fyllingshøyde opp til ca. 5-6 meter /10/.

Da de øverste løsmassene i området hovedsakelig består av friksjonsmasser av sprengstein, grus og sand er det forventet at hoveddelen av setningene vil påløpe umiddelbart under utlegging av fyllingen. Det er påtruffet leire i dypere lag langs Hellstranda, og setningene i disse massene vil kunne ta noe lenger tid. Det vil være en fordel med tidlig utlegging av fyllingene og/eventuelt overfylling for å sørge for at det ikke gjenstår setninger når ny veg bygges. I områder der veg skal etableres på fylling med over 4 meters mektighet, anbefaler vi at fyllinger legges ut minimum 3 måneder før veg skal ferdigstilles, for å sikre at primærsetningene som følge av oppfyllingen er fullført. Det anbefales setningskontroll på fyllingene for å være sikker på at alle setningene er avsluttet før anleggsarbeidene starter.

6 Stabilitet

Det er utført kontroll av stabiliteten for Muruvikbanen på begge sider av ny portal for sørgående E6 og det er utført kontroll av stabiliteten ved Øyenvegen bru. Resultatene er presentert i avsnittene under. Situasjonsplan med plassering av beregningsprofilene er vist på tegning 1-2.

6.1 Laster

I stabilitetsberegningene er det lagt til grunn dagens krav til dimensjonerende laster. For Muruvikbanen betyr det lastmodell LM 71 i henhold til TRV:0419 /3/. For veger er det lagt til grunn trafikklast på $q = 15 \text{ kPa}$ over hele vegbredden i henhold til Vegnormal N200 kapittel 1.4.5 /1/. I stabilitetsberegningene er lastene multiplisert med en lastfaktor $\gamma_Q = 1,3$ som gir en dimensjonerende toglast på $q_{\text{tog}} = 57,2 \text{ kPa}$ over hele svillebredden på Muruvikbanen og en dimensjonerende trafikklast på $q_{\text{trafikk}} = 19,5 \text{ kPa}$ fordelt over hele vegbredden.

6.2 Geotekniske løsmasseparametere

I beregningene er det brukt løsmasseparametere som er tolket og bestemt i forrige planfase. Grunnlaget for dette er presentert i følgende rapporter /9-12/ og /14-19/. Noen mindre justeringer er gjort på erfaringsparametere for å samsvare bedre med dagens situasjon. Eventuelle endringer er nevnt under de respektive kapitlene der det er gjort endringer.

Grunnvannstand er basert på relevante poretrykksmålere i området /9/ og viser at grunnvannet nær fjorden generelt følger vannstand i Stjørdalsfjorden.

6.3 Stabilitet av Muruvikbanen

Bygging av tunnelportal over ny sørgående E6 medførte at Muruvikbanen måtte heves med opptil 1 meter over portalen. I ca 150 meters lengde på hver side av portalen måtte Muruvikbanen trappes ned igjen til opprinnelig høyde. Teknisk regelverk TRV:01975 /3/ stiller krav til sikkerhet for stabiliteten av banen, og i forhold til grunnforholdene under Muruvikbanen er det naturlig å anta nøytral bruddoppførsel i løsmassene. Konsekvensklassen for utrasing under bane i drift er CC3. Det gir et krav til sikkerhet for dagens Muruvikbanen på $\gamma_m \geq 1,50$.

Stabilitetsberegninger viser at Muruvikbanen etter hevingen av banen med dagens motfylling ikke har tilstrekkelig stabilitet i henhold til TRV. For å sikre stabiliteten til Muruvikbanen er det derfor nødvendig med en ekstra oppfylling på utsiden av dagens bane, se figur 7. Stabilitetsberegninger før- og etter etablering av bølgevern langs Muruvikbanen er vist i tegning 10-12.

Løsmasseparametere som er brukt i stabilitetsberegningen er hentet fra beregninger i tidligere planfase /12/ og vist i tabell 2. Det er gjort en endring av løsmasseparametere

i jernbanefyllinga for at disse løsmassene skal samsvare bedre med det som forventes i en gammel finstoffrik sprengsteinsfylling.

Tabell 2. Løsmasseparametere brukt i stabilitetsberegningene for Muruvikbanen

Materiale	Tyngdetetthet [kN/m ³]	Friksjonsvinkel [°]	Attraksjon [kPa]	Modultall [-]
Jernbanefylling	19	40	5	250
Sand	19	36	3	200
Silt/leire	20	32	5	25
Kvikkleire	20	26,5	5	18

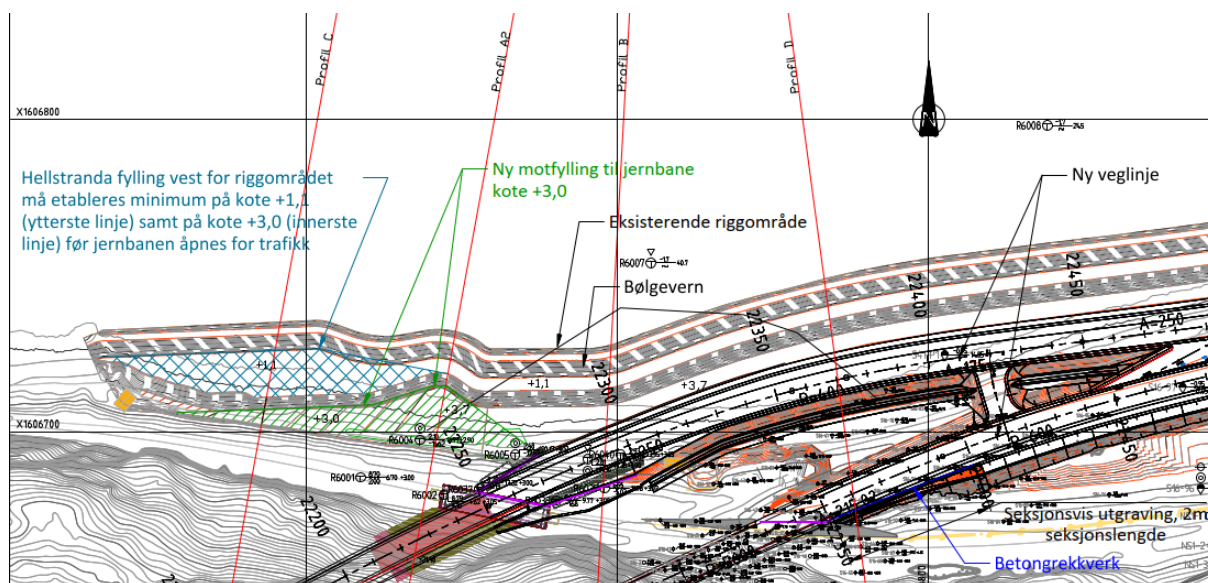
Resultatene fra stabilitetsberegningene langs Muruvikbanen er presentert i tabell 3.

Tabell 3. Resultater fra stabilitetsberegningene for Muruvikbanen. Beregningsresultater som er lavere enn kravet i TRV er markert i rødt.

	Sikkerhetsfaktor		
Beregningsprofil	Totalspenning (kort sikt)	Effektivspenning (lang sikt)	Tegningsnummer
Profil C, dagens situasjon (ds)	1,38	1,54	12
Profil C, med bølgevern	1,70	1,64	12
Profil A2, dagens sikkerhet	1,17	1,63	10
Profil A2, bølgevern på kote 3,0	1,70	1,94	10
Profil A2, bølgevern på kote 3,7	-	1,66	10
Profil B, dagens situasjon (inkl. riggområde)	3,1	5,46	11
Profil B med bølgevern på kote +3,7	2,25	3,7	11
Profil B, stabilitet av bølgevernfront	-	3,23	11

Stabilitetsberegningene viser at det etter etablering av bølgevern langs Muruvikbanen vil være tilfredsstillende stabilitet av dagens bane. Bølgevernet er prosjektert i eget notat og skal etableres mot sjøen langs Muruvikbanen og ny sørgående E6 /23/.

Arbeid nær eksisterende jernbane krever et særlig fokus på SHA både i planlegging og gjennomføring.



Figur 7. Skraverte områder viser ca. omfang av motfyllinger. Fyllingsfot er ikke vist i figuren. Ny veglinjer er vist iht. gjeldende reguleringsplan (Planid 2-072).

Det ligger i dag en sprengsteinsfylling foran ny tunnelportal, som ble brukt som riggområde i forrige fase under bygging av ny portal, se figur 7 "Eksisterende riggområde". Deler av denne fungerer i dag som motfylling for Muruvikbanen. Parallelt med Muruvikbanen, frem til ca. 70 meter fra tunnelportalen (i senterlinje vei), må deler av denne fyllingen inkludert fyllingsfot bli liggende for å sikre tilfredsstillende stabilitet av banen. For å sikre tilfredsstillende stabilitet for hele Muruvikbanen, må motfyllingen utvides mot vest. Planlagt omfang av bølgevern er skissert i figur 7, og denne vil sikre tilstrekkelig stabilitet av banen. Det skal etableres ny tursti langs Muruvikbanen og bølgevernet skal inngå som en del av turstien og turområdet langs E6. Dersom ny tursti medfører endringer på bølgevernet, må stabiliteten her kontrolleres i neste planfase for å sikre tilstrekkelig sikkerhet for banen.

6.4 Skråning ved tunnelportal nordgående felt

Etter portalen for dagens nordgående E6, må E6 justeres med en skarpere høyresving for å gjøre plass for ny sørgående E6 på utsiden. Denne justeringen medfører at utfyllingen i sjøen for ny sørgående E6 kan reduseres i forhold til opprinnelige planer og bløtbunnsområder kan spares. Justeringen av dagens E6 innebærer at underbygningen og overbygningen for nordgående E6 må utvides langs sørsiden av dagens E6-fylling. Det er ukjent om det ligger sprengsteinsfylling utenfor dagens teoretiske fyllingsprofil for E6. Det antas derfor at det må graves i foten av eksisterende skråningen opp mot Muruvikbanen for å utvide dagens vegfylling, se Figur 8.

Det forventes noe sand- og siltmasser med underliggende leirmasser i skråningen ned fra Muruvikbanen. Det er gjort en endring av løsmasseparameterne i jernbanefyllinga for at disse løsmassene bedre skal samsvare med det som forventes i en gammel finstoffrik sprengsteinsfylling. Løsmasseparameterne som er brukt i stabilitetsberegningen er presentert i tabell 4.

Tabell 4 Løsmasseparametere brukt i stabilitetsberegningene ved nordgående tunnelportal.

Materiale	Tyngdetetthet [kN/m ³]	Friksjonsvinkel [°]	Attraksjon [kPa]	Modultall [-]
Jernbanefylling	19	40	5	250
Sand/silt	19	33	5	200
Leire/silt	20	26,5	5	80

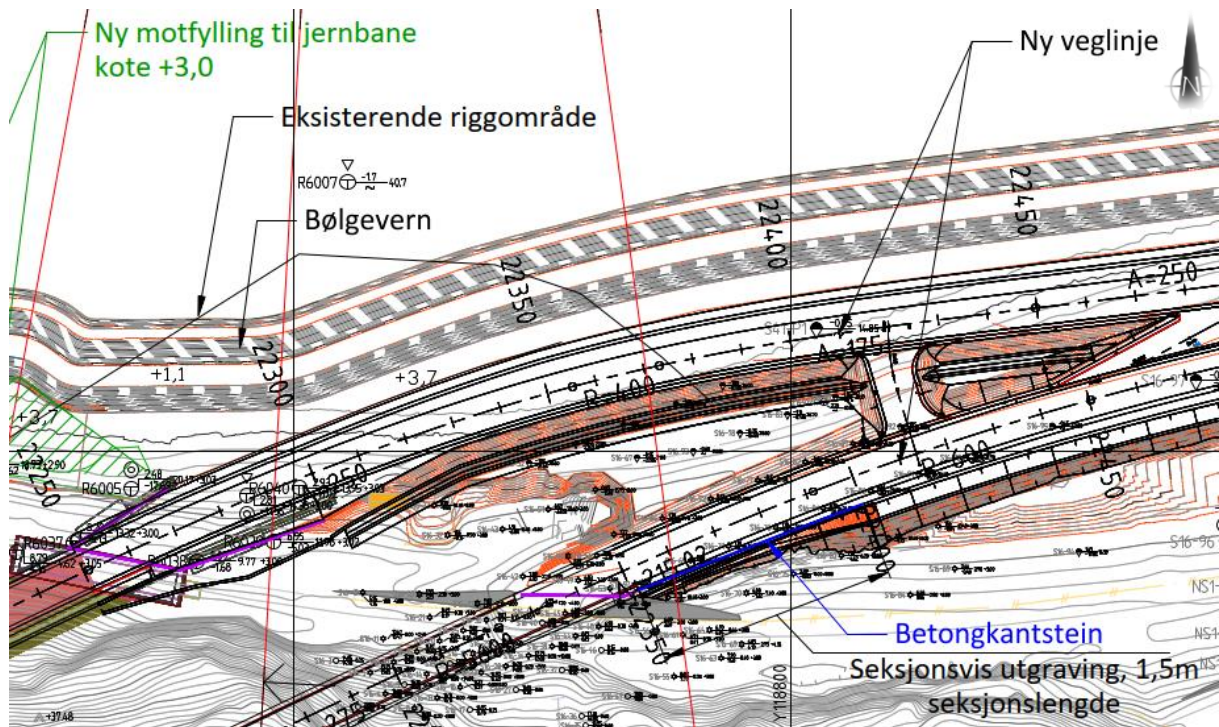
Teknisk regelverk TRV:01975 /3/ stiller krav til sikkerhet for stabiliteten av banen, og i forhold til grunnforholdene ned mot portalen er det naturlig å anta nøytral bruddoppførsel i løsmassene. Konsekvensklassen for utrasing under bane i drift er CC3. Det gir et krav til sikkerhet for stabilitetsberegningene på $\gamma_m \geq 1,50$.

Dagens stabilitet ligger helt i grenseland for hva som kan godkjennes i henhold til regelverket, men det skal fylles opp ca 80 cm i foten av skråningen bak en ny betongkantstein som skal settes opp nord for portalen, og da vil stabiliteten være tilstrekkelig.

Dersom det er behov for å grave for å etablere ny overbygning, må dette utføres seksjonsvis med seksjonslengder på maksimalt 1,5 meter. Etter masseutskifting med sprengstein, vil skråningen ha tilstrekkelig stabilitet til å kunne ligge uten ytterligere stabiliserende tiltak. Resultatene fra stabilitetsberegningene er presentert i tabell 5.

Tabell 5. Resultater fra stabilitetsberegningene ved nordgående portal.

Beregningsprofil	Sikkerhetsfaktor		Tegningsnummer
	Totalspenning (kort sikt)	Effektivspenning (lang sikt)	
Profil D, dagens situasjon (ds)	-	1,45	13
Profil D, langsgående utgraving for nytt forsterkningslag	-	1,15	13
Profil D, seksjonsvis utgraving for nytt forsterkningslag (1,5 meters seksjoner)	-	1,45 (1,55)	13
Profil D, stabilitet etter tilbakefylling (fs)	-	1,53	13

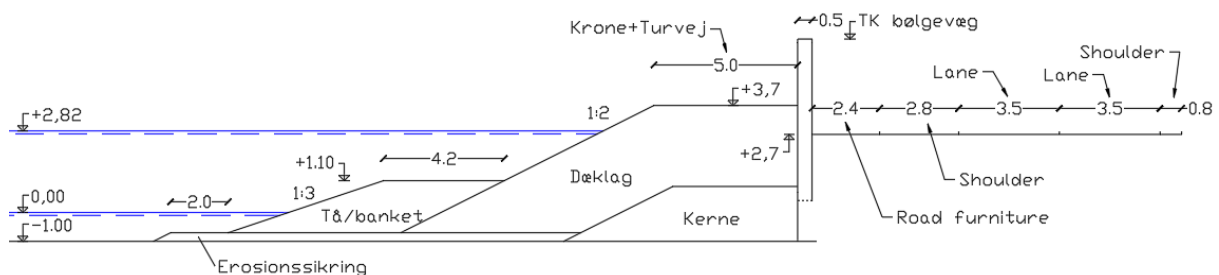


Figur 8. Det skal settes ned betonggriser i foten av skråning opp mot Muruvikbanen (Kartkilde: Prosjektet).

Det foreslås supplerende grunnundersøkelser langs høyre kant av dagens E6 fra portalen og frem til profil 22900, se figur 8, for å kartlegge om det allerede ligger sprengsteinsfylling her. I samme undersøkelse bør det også tas prøver av undergrunnen for bestemmelse av telefarlighetsklasse. Dette har betydning for tykkelsen på vegoverbygningen.

6.5 Bølgesikring

Mot sjøen må det etableres en bølgesikring. Det er laget et skisseprosjektnotat for bølgesikringen /23/ som foreløpig har resultert i et designprofil som er vist i figur 9. Grunnforholdene består av sand i de øvre lagene med gradvis overgang til silt og leire i dybden.



Figur 9. Utsnitt fra skisseprosjekt vedrørende bølgesikring (Kilde: Prosjektet).

Det er utført en kontroll av stabiliteten til bølgevernfronten som er presentert i tabell 6.

Tabell 6. Resultater fra stabilitetsberegningene av bølgevernet.

Beregningsprofil	Sikkerhetsfaktor		Tegningsnummer
	Totalspenning (kort sikt)	Effektivspenning (lang sikt)	
Profil B, stabilitet av bølgevernfront	-	3,23	11

6.6 Tørrmur ved Øyenvegen bru

Videre mot nord vil endret veglinje medføre at nordgående E6 og sidegrøft treffer foten av tilløpsfyllinga til Øyvegen bru, se figur 6. Inngrep i fyllingsfoten her vil redusere stabiliteten til tilløpsfyllinga og -tørrmuren på toppen av fyllinga. Det er derfor behov for en støttekonstruksjon i foten av denne fyllinga, se figur 10.

Under et ca 20 cm's humuslag bilder fra byggearbeidene og rapporten fra prosjekteringen av brua /20/ at tilløpsfyllingen til Øyvegen bru består av sprengstein. Sonderinger tyder på at sprengsteinslaget er ca 5 meter tykt under dagens E6 i dette området. Videre i dybden består massene av finsand over leire og silt. Under dette laget ligger et morenelag over berg, se tegning 14.

ÅDT på E6 er estimert til ca 16.000 basert på telling og skjønn i 2023. Øyvegen er det ikke utført trafikkteiling på, men dette er en blindveg for ca 5 eiendommer og for de som vil besøke friområdet ved utløpet av Stjørdalselva. Det antas derfor at ÅDT for Øyvegen i dette området ligger godt under 1500.

Bestemmelse av konsekvensklassen med utgangspunkt i ÅDT i Øyvegen i henhold til tabell 1.1.1-1 i V220 /2/ gir konsekvensklasse CC1, men fordi dette er en blindveg uten omkjøringsmuligheter for de som bor innerst i vegen, er det naturlig å sette konsekvensklassen til **CC2** for stabilitet som berører Øyvegen. Konsekvensklassen for stabilitet som berører E6 er det naturlig å plassere i konsekvensklasse **CC3**.

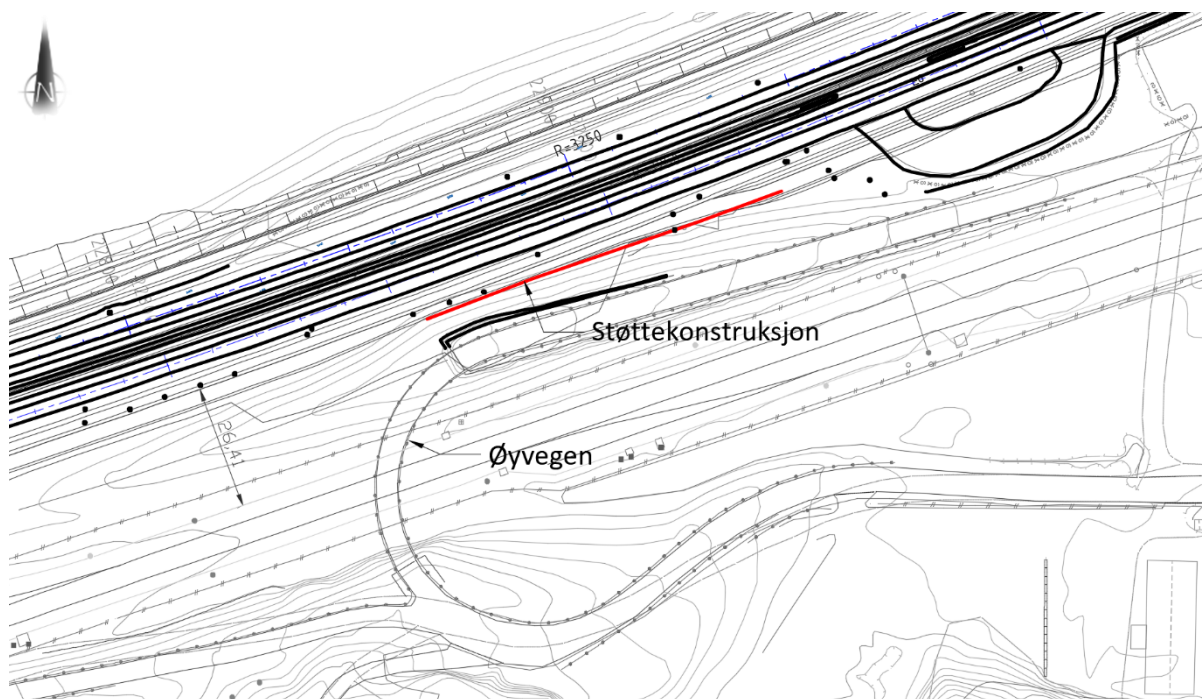
Samfengt sprengstein har en seig bruddoppførsel. Kravet til sikkerhet i stabilitetsberegningene som berører E6 med trafikk, blir i henhold til tabell 1.4.2-1 i N200 $\gamma_m \geq 1,4$. For stabilitetsberegninger som berører Øyvegen blir kravet med CC2 sikkerhet $\gamma_m \geq 1,3$.

Lag nummer to i stabilitetsberegningene var tidligere modellert som grov sand, men sonderingene viser at dette er samfengt sprengstein som ble lagt ut i forbindelse med den første E6-tunnelen gjennom Gjevingåsen. Løsmasseparametrene for dette laget er derfor endret slik at dette laget samsvarer med det som forventes i en gammel sprengsteinsfylling. Løsmasseparametre som er benyttet i stabilitetsberegningene er presentert i tabell 7.

Tabell 7. Løsmasseparametere brukt i stabilitetsberegningene ved Øyvegen bru.

Materiale	Tyngdetetthet [kN/m ³]	Friksjonsvinkel [°]	Attraksjon [kPa]	Modultall [-]
Vegfylling	19	42	1,1	250
Sprengstein	19	40	5	200
Sand, fin	19	35	0	150
Leire/silt	20	26,5	5,0	18
Morene	19	38	2,5	250

Beregningsresultatene er presentert i tabell 8 og viser at en tørrmur kan etableres ved seksjonsvis graving i maksimalt 10 meters lengder i foten av dagens tilløpsfylling til Øyvegen bru. Tørrmuren vil bli maksimalt 2,3 meter høy inklusiv 0,5 meters overdekning over nederste blokk, se vedlegg 1. Omtrentlig plassering av støttekonstruksjonen er skissert i figur 10.



Figur 10. Behov for støttekonstruksjon mot tilløpsfyllinga til Øyvegen (Kartkilde: Prosjektet)

Tabell 8. Resultater fra stabilitetsberegningene ved Øyenvegen bru.

Beregningsprofil	Sikkerhetsfaktor		Tegningsnummer
	Totalspenning (kort sikt)	Effektivspenning (lang sikt)	
Profil 22860, anleggsfasen med 10 meters graveseksjoner	-	1,35	14
Profil 22860, ferdig situasjon	-	1,42 / 1,82	15

6.7 Øyen gang- og sykkelvegkulvert

Det planlegges å utvide Øyen gang- og sykkelvegkulvert i begge ender. Det er planlagt at dagens veg må legges om midlertidig over dagens kulvert slik at utvidelsen i hver ende kan utføres med frie graveskråninger uten at trafikken blir berørt. Disse arbeidene vil derfor havne i konsekvensklasse CC2 som vil gi krav om PKK2-kontroll og disse arbeidene trenger derfor ingen kontroll i denne omgang.

6.8 Stabilitet av molo

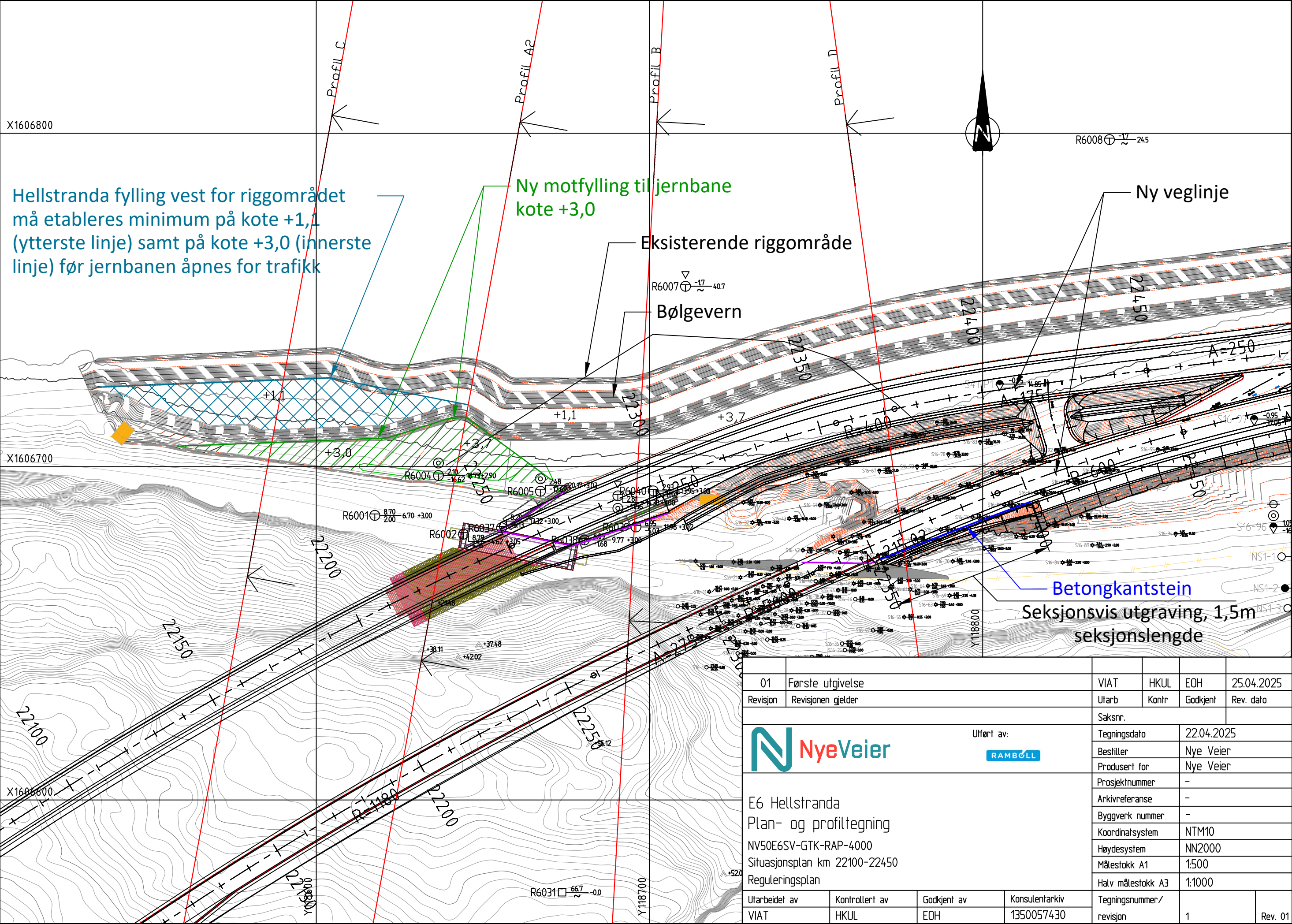
Stabilitet av moloen vurderes å ligge i konsekvensklasse CC2 som vil gi krav om PKK2-kontroll og beregninger for denne er derfor ikke tatt med i denne rapporten.

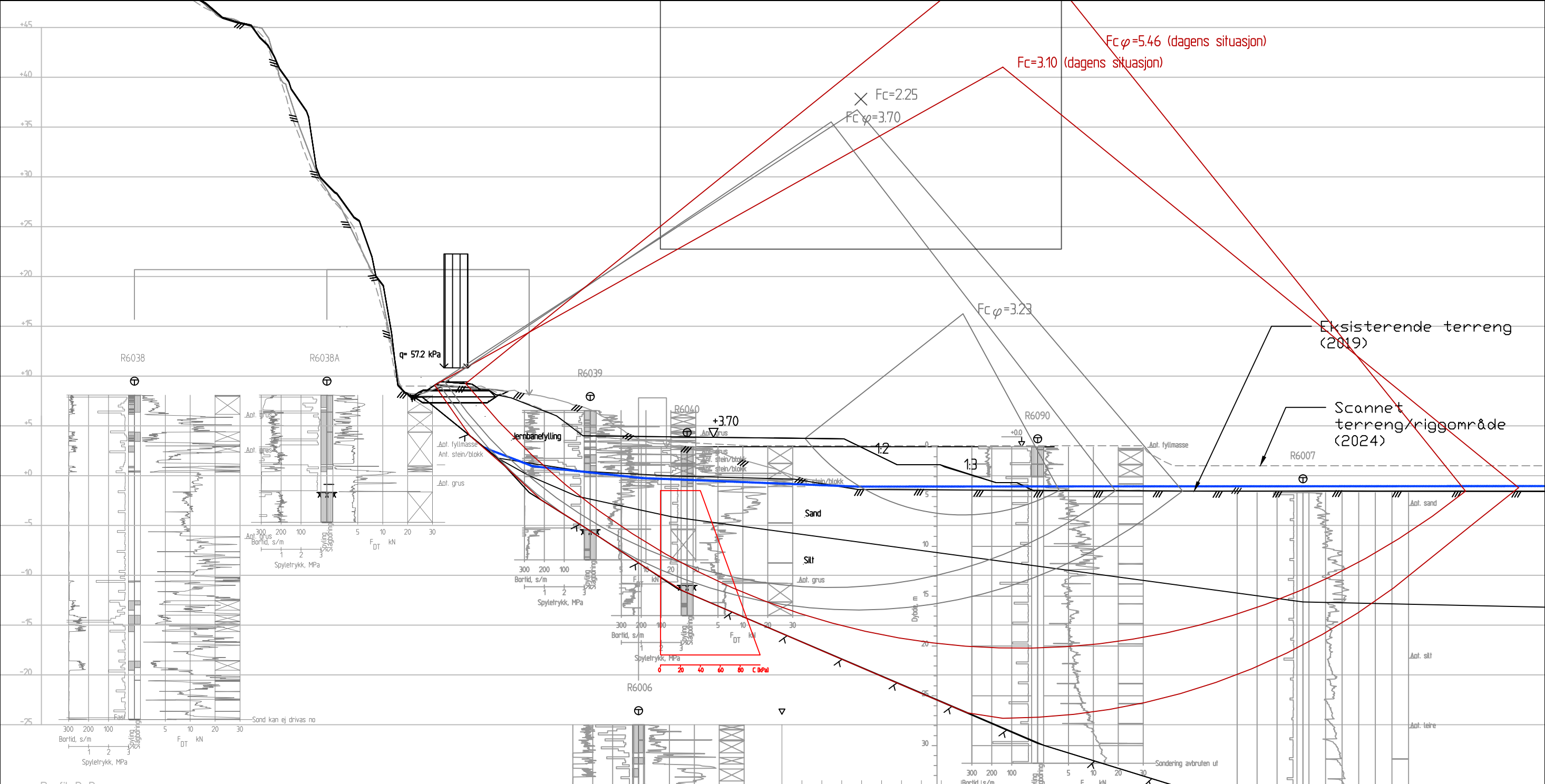
7 Faglige anbefalinger

Det er utført kontroll av stabiliteten for Muruvikbanen ned mot bassenget ved utløpet av Stjørdalselva og ned mot portalen for nordgående E6. Stabiliteten er også kontrollert mellom Øyenvegen og nordgående E6. Kontrollberegningene viser at det er lav stabilitet fra Muruvikbanen ned mot sjøen mens stabiliteten er tilstrekkelig i henhold til regelverket for de øvrige områdene. Det anbefales å legge ut en motfylling eller etablere bølgevernet mot Muruvikbanen så raskt som mulig for å få tilstrekkelig stabilitet her i henhold til gjeldende regelverk.

Referanseliste

1. Vegnormal N200 "Vegbygging" datert 2024 utarbeidet av Statens vegvesen
2. Håndbok V220 "Geoteknikk i vegbygging" datert 2023 utarbeidet av Statens vegvesen
3. Teknisk regelverk, <https://trv.banenor.no>, datert 2025 utarbeidet av Bane NOR
4. NVEs veileder nr. 7/2014 "Sikkerhet mot kvikkleireskred, Vurdering av områdestabilitet ved arealplanlegging og utbygging i områder med kvikkleire og andre jordarter med sprøbruddegenskaper" datert april 2014 og utarbeidet av Norges vassdrags- og energidirektorat
5. NS-EN 1990:2002+A1:2005+NA:2016. Eurokode 0. Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner. Datert 2016 og utarbeidet av Standard Norge
6. NS-EN 1997-1:2004+A1:2013+NA:2020. Eurokode 7. Geoteknisk prosjektering. Del 1. Allmenne regler. Datert 2020 og utarbeidet av Standard Norge
7. NS-EN 1998-1:2004+A1:2013+NA:2014. Eurokode 8.
8. NVEs retningslinjer nr. 2/2011 "Flaum og skredfare i arealplanar" revidert 22. mai 2014 og utarbeidet av Norges vassdrags- og energidirektorat.
9. Report E6RV-DJV-GT-RPT-DZ06-001_rev03 "Interpretative report - Geotechnical report for day zone 6" datert 25.02.2021 utarbeidet av DJV.
10. Report E6RV-DJV-GT-RPT-DZ06-0003 "Earthworks and retaining walls - Geotechnical report for day Zone 6" datert 13.04.2023 utarbeidet av DJV.
11. Report E6RV-DJV-GT-RPT-CAB16-0004 "New Hell East Tunnel entrance - Geotechnical evaluations for the Rig Area" datert 17.11.2020 utarbeidet av DJV.
12. Rapport E6RV-DJV-GT-RPT-NT03-0004 "New Hell East Tunnel entrance – Geotechnical evaluations for E75" datert 27.10.2021 utarbeidet av DJV.
13. Rapport E6RV-MUL-GT-RPT-CA#00-0005, rev 03 "Geoteknisk vurderingsrapport for reguleringsplan – Delstrekning Helltunnelen – Hellstranda" datert 10.02.2020 utarbeidet av Multiconsult Norge AS
14. Rapport G-rep-DZ6-01 "DZ6 HELL TUNNEL – VÆRNES" datert 08.07.2020 utført av Rambøll Norge AS.
15. Rapport G-rep-E75-01 "E75 New Hell east tunnel portal+ railway bridge" datert 13.03.2020 utført av Rambøll Norge AS
16. Rapport G-rep-E77-01 "E77 Øyen underpass" datert 01.07.2020 utført av Rambøll Norge AS
17. Oppdrag V-295A rapport nr 1 "E6 Hell-Værnes. Datarapport for trykksonderinger" datert 15. desember 1991
18. Oppdrag V-295B rapport nr 1 "E6 Hell-Værnes. Hellstranda pr 21350-22700" datert 24. august 1992
19. Rapport G-rap-001 130057430 "Datarapport. E6 Hellstranda" datert 05.03.2025 utført av Rambøll Norge AS
20. Rapport G-rap-5009601 "Gjevingåsen jernbanetunnel" datert 10.09.2009 utarbeidet av Norconsult AS
21. Tegning IUP-00-K-00570 "K4-Overgangsbru Hell - Trebru, Oversikt, oppriss plan og snitt" datert 14.01.2011 utarbeidet av Norconsult AS
22. DJV (2020), Report E6RV-DJV-GT-RPT-DZ06-005 – E77 Øyen Underpass, datert 22.01.2021
23. Rapport NV50E6SV-KNS-RAP-4001 "Skitseprosjektering af bølge-/højvandssikring langs E6 nær Hellstranda" datert 12.09.2024 utarbeidet av Rambøll AS

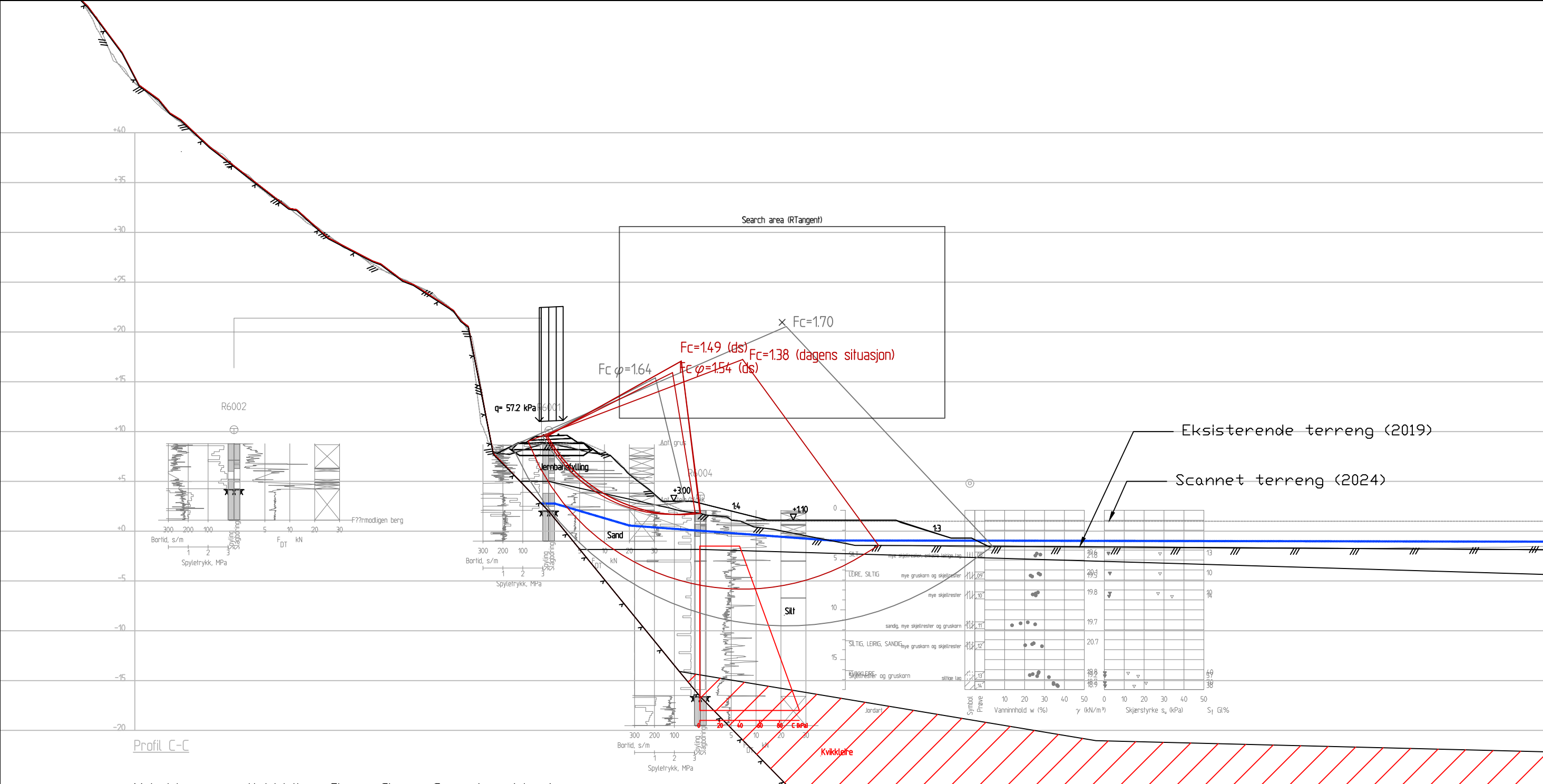




Profil B-B

Material	no	Un.Weight	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Jernbanefylling	1	19.00	40.0	4.2				
Sand	2	19.00	36.0	2.0				
Silt	3	20.00	32.0	3.0	C-profil	1.00	0.63	0.35
Berg								

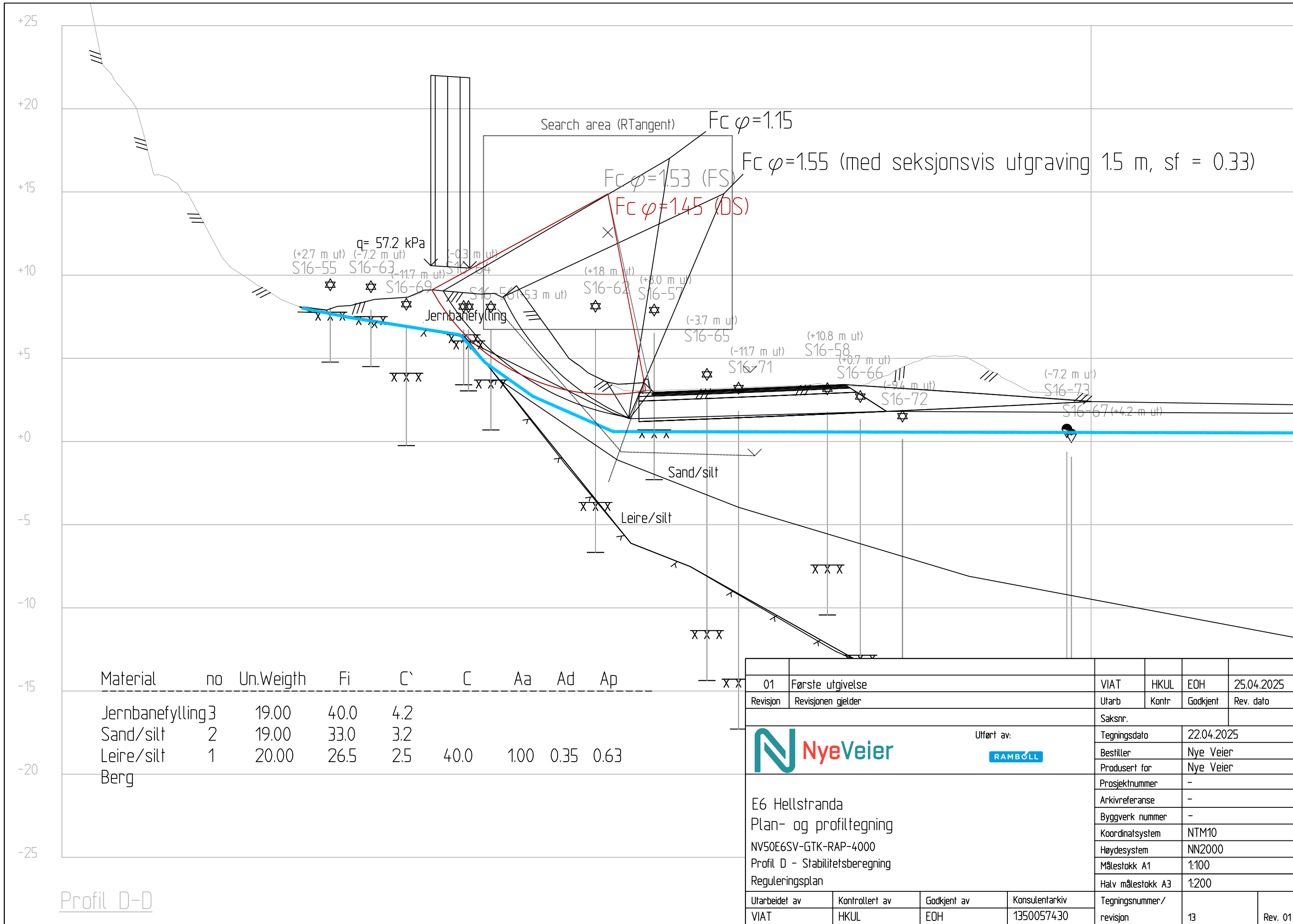
01	Første utgivelse	VIAT	HKUL	EOH	25.04.2025
Revisjon	Revisjonen gjelder	Utarb	Kontr	Godkjent	Rev. dato
		Saksnr.			
		Tegningsdato		22.04.2025	
		Bestiller		Nye Veier	
		Produsert for		Nye Veier	
		Prosjektnummer		-	
		Arkivreferanse		-	
		Byggverk nummer		-	
		Koordinatsystem		NTM10	
		Høydesystem		NN2000	
		Målestokk A1		1:200	
		Halv målestokk A3		1:400	
Utarbeidet av		Kontrollert av		Godkjent av	
VIAT		HKUL		EOH	
		Konsulentarkiv		Tegningsnummer/	
		1350057430		revisjon	
				11	
				Rev. 01	



Profil C-C

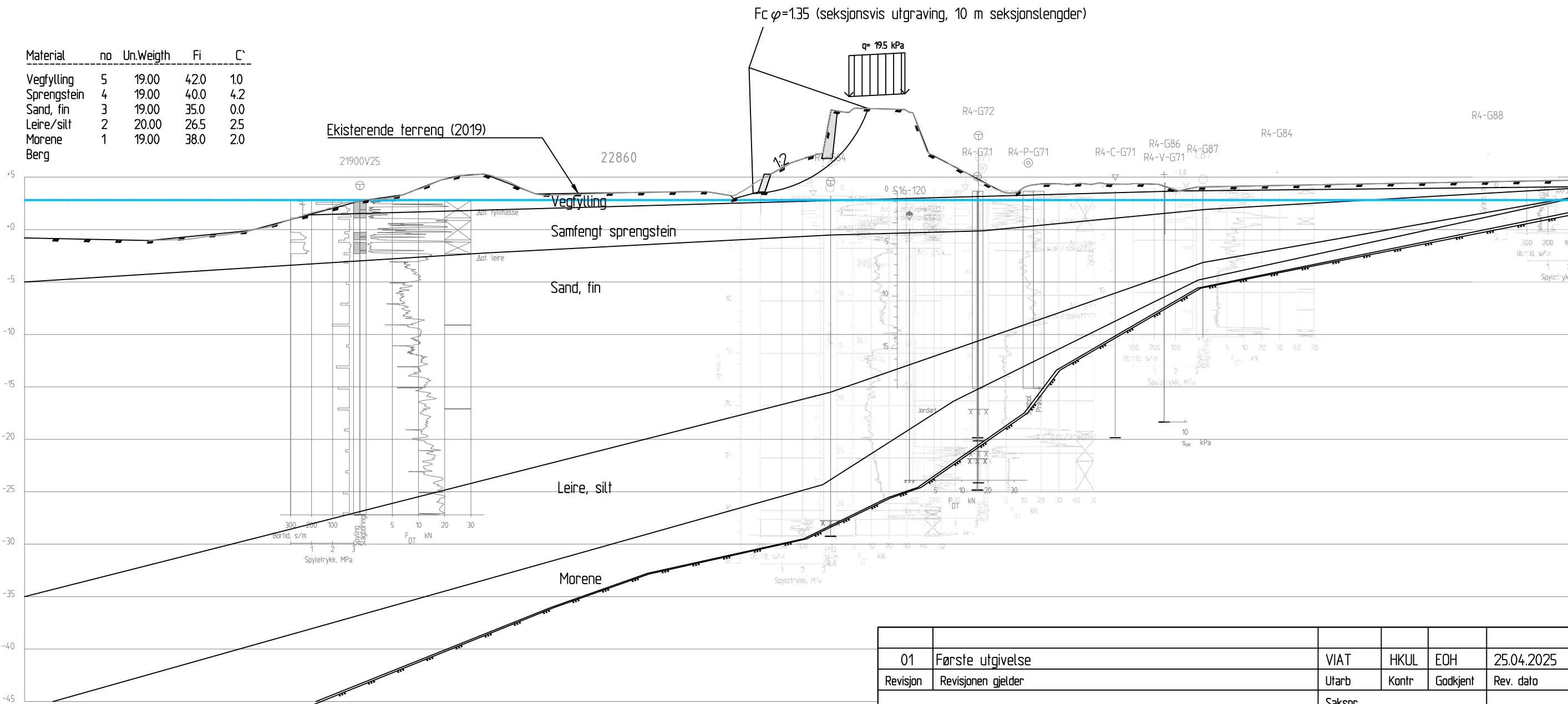
Material	no	Un.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Jernbanefylling	1	19.00	40.0	4.2				
Sand	2	19.00	36.0	2.0				
Silt	3	20.00	32.0	3.0	C-profil	1.00	0.63	0.35
Kvikkleire	4	20.00	26.5	2.5	C-profil	0.85	0.63	0.35
Berg								

01	Første utgivelse			VIAT	HKUL	EOH	25.04.2025
Revisjon	Revisjonen gjelder			Utarb	Kontr	Godkjent	Rev. dato
				Saksnr.			
 Utført av:  E6 Hellstranda Plan- og profiltegning NV50E6SV-GTK-RAP-4000 Profil C - stabilitet av Muruvikbanen Reguleringsplan				Tegningsdato		22.04.2025	
				Bestiller		Nye Veier	
				Produsert for		Nye Veier	
				Prosjektnummer		-	
				Arkivreferanse		-	
				Byggverk nummer		-	
				Koordinatsystem		NTM10	
				Høydesystem		NN2000	
				Målestokk A1		1:200	
				Halv målestokk A3		1:400	
Utarbeidet av		Kontrollert av		Godkjent av		Konsulentarkiv	
VIAT		HKUL		EOH		1350057430	
				Tegningsnummer/ revisjon		12 Rev. 01	

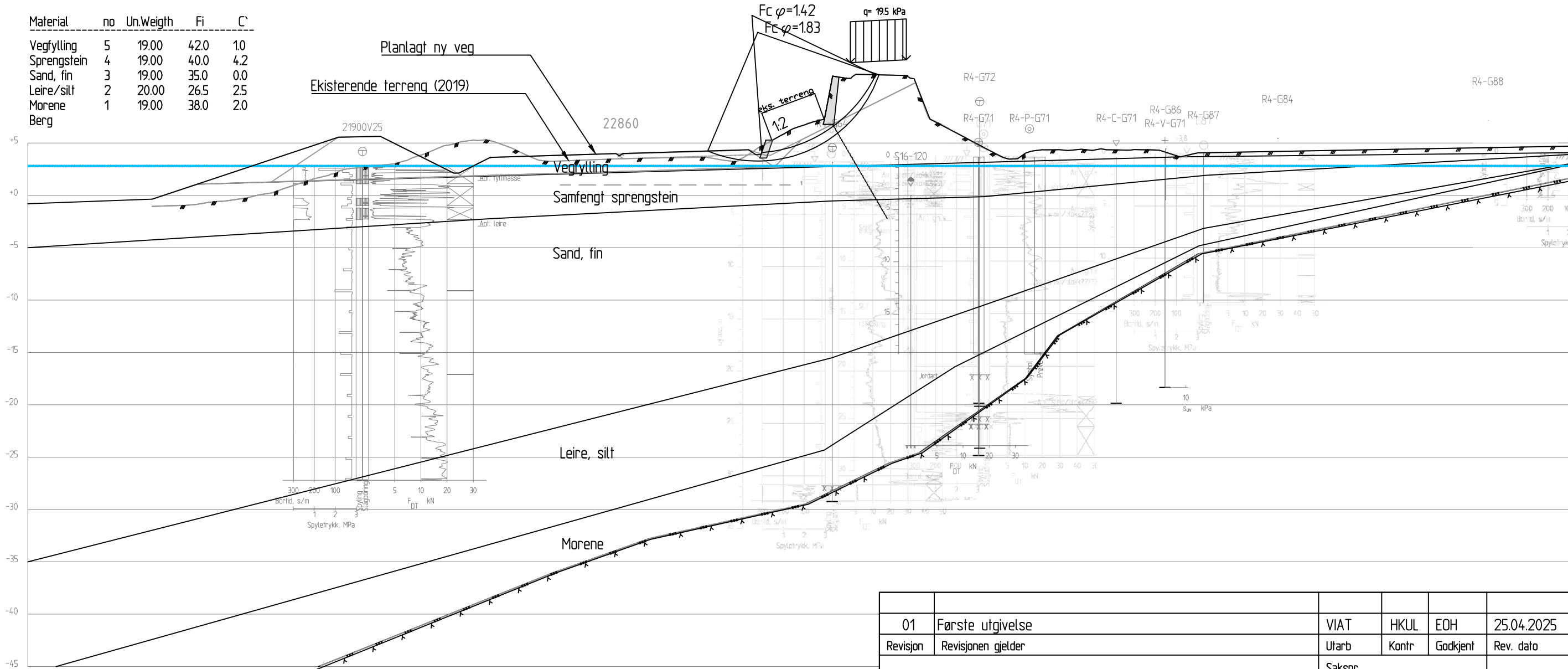


Material	no	Un.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Jernbanefylling	3	19.00	40.0	4.2				
Sand/silt	2	19.00	33.0	3.2				
Leire/silt	1	20.00	26.5	2.5	40.0	1.00	0.35	0.63
Berg								

01	Første utgivelse	VIAT	HKUL	EOH	25.04.2025
Revisjon	Revisjonen gjelder	Utarb	Kontr	Godkjent	Rev. dato
		Saksnr.			
		Tegningsdato		22.04.2025	
		Bestiller		Nye Veier	
		Produsert for		Nye Veier	
		Prosjektnummer		-	
		Arkivreferanse		-	
		Byggverk nummer		-	
		Koordinatsystem		NTM10	
		Høydesystem		NN2000	
		Målestokk A1		1:100	
		Halv målestokk A3		1:200	
		Tegningsnummer/			
		revisjon		13	
				Rev. 01	

[illegible]

01	Første utgivelse			VIAT	HKUL	EOH	25.04.2025	
Revisjon	Revisjonen gjelder			Utarb	Kontr	Godkjent	Rev. dato	
				Saksnr.				
 Utført av: 				Tegningsdato		29.01.2025		
				Bestiller		Nye Veier		
				Produsert for		Nye Veier		
				Prosjektnummer		-		
				Arkivreferanse		-		
				Byggverk nummer		-		
				Koordinatsystem		NTM10		
				Høydesystem		NN2000		
				Målestokk A1		1:200		
				Halv målestokk A3		1:400		
Utarbeidet av		Kontrollert av	Godkjent av	Konsulentarkiv	Tegningsnummer/ revisjon			
VIAT		HKUL	EOH	1350057430			14	Rev. 01



01	Første utgivelse	VIAT	HKUL	EOH	25.04.2025
Revisjon	Revisjonen gjelder	Utarb	Kontr	Godkjent	Rev. dato
NyeVeier Utført av: RAMBOLL E6 Hellstranda Plan- og profiltegning NV50E6SV-GTK-RAP-4000 Profil 22 860 - stabilitet i ferdigtilstand Reguleringsplan		Saksnr.			
		Tegningsdato		29.01.2025	
		Bestiller		Nye Veier	
		Produsert for		Nye Veier	
		Prosjektnummer		-	
		Arkivreferanse		-	
		Byggverk nummer		-	
		Koordinatsystem		NTM10	
		Høydesystem		NN2000	
		Målestokk A1		1:200	
		Halv målestokk A3		1:400	
Utarbeidet av		Kontrollert av		Godkjent av	
VIAT		HKUL		EOH	
		Konsulentarkiv		1350057430	
		Tegningsnummer/ revisjon		15	
				Rev. 01	

OPPDRAGSNR.:

PROSJEKT: E6 Hellstranda

PROFIL: Profil D

KOMMENTAR: Betongkantstein

Dimensjonering av tørrmurer i henhold til håndbok V220 - kap. 9

For håndbok 185 (2009)

INNDATA

Geometri av mur og terrengforhold foran og bak mur					
γ_m	materialfaktor	1,50			
$1/\tan\beta$	terrenghelning over/bakenfor muren	0,00	q_y	last bak muren inkl. lastfaktor	4,5
H	murhøyde inkl. fotdybde	0,8	D	murens fotdybde	0,0
d	murens helning	3,0	b_{tilleg}	Tillegg bredde fundamentblokk	0,0
b_b	murens bredde ved bunn	0,56	b_t	murens bredde øverst	0,2
$1/\tan\alpha$	terrenghelning foran muren	0,00			
r_v	ruhet bak muren	0,00	γ_{vegg}	spes. tyngde for muren	24,0
Masser bak muren (middel av bakfyll og originale løsmasser) for beregning av jordtrykk					
a/a_e	attraksjon/ekv. attraksjon bak mur	0,0	γ_{bak}	spesifikk tyngde bak muren	19,0
ϕ_{bak}	friksjonsvinkel for matr. bak muren	40,0			
Masser under eller foran muren for bæreevneberegningene					
a_{under}	attraksjon under mur	5,0	γ'_{under}	midl. eff. tyngde for matr. under mur	19,0
ϕ_{under}	friksjonsvinkel for matr. under muren	40,0	γ'_{over}	eff. tyngde for matr. over murnivå	19,0

BEREGNING AV JORDTRYKK OG LASTER

$\tan\rho_{\text{bak}}$	mob. friksjonsvinkel bak mur	0,56	d_b	helning av bakkant mur	-8,57
$\tan\rho_{\text{under}}$	mob. friksjonsvinkel under mur	0,56	δ	murhelning for K_δ -beregning	173,3
S	hellende terreng bak mur	0,000	t	hellende terreng bak mur	1,000

NB! Helningen for bakskråningen er negativ, forenklet beregning kfr. figur 9.7 HB016

K_A	ukorr. jordtrykkskoeffisient	0,344	K_δ	korreksjon for hellende vegg	1,000
$K_{A \text{ korr}}$	korrigert jordtrykkskoeffisient	0,344			
E_a	samlet jordtrykk på bakkant mur	3,3	C_1	tilhørende momentarm	0,32
G_v	murens vekt	8,2	C_3	tilhørende momentarm	0,22
T_A	skjærkraft på bakskråning	0,0	C_2	tilhørende momentarm	0,04
R_v	vertikalresultant	8,2	C_4	tilhørende momentarm	0,35

BEREGNING AV BÆREEVNE

e	vertikalresultantens eksentrisitet	0,07	b ₀	effektiv fundamentbredde	0,37
q _v	vertikalspenning, gjennomsnittlig	22,0	Andel b ₀ av b (min 0,57)		0,67
r _b	RUHET I FUNDAMENTFUGE	0,592	Krav til r _b mindre eller lik		0,90
Krav til maksimal ruhet i fundamentfuge innfridd					
N _y	bæreevnefaktor	4,2	N _q	bæreevnefaktor	8,0
f _{sq}	red.faktor for skrånende terreng	1,00	f _{sa}	red.faktor for skrånende terreng	1,00
σ _v	TILLATT OVERFØRT FUNDAMENTTRYKK	50,2	Krav σ _v > q _v og r _b < krav		OK
Krav til maksimalt tillatt overført fundamenttrykk innfridd					

OPPDRAKS NR.:

PROSJEKT: E6 Hellstranda

PROFIL: 22860

KOMMENTAR: Tørrmur langs vegggrøft mot Øyenvegen

Dimensjonering av tørrmurer i henhold til håndbok V220 - kap. 9

For håndbok 185 (2009)

INNDATA

Geometri av mur og terrengforhold foran og bak mur				
γ_m	materialfaktor	1,40		
$1/\tan\beta$	terrenghelning over/bakenfor muren	2,00	q_y	last bak muren inkl. lastfaktor 5,3
H	murhøyde inkl. fotdybde	2,3	D	murens fotdybde 0,5
d	murens helning	3,0	b_{tilleg}	Tillegg bredde fundamentblokk 0,0
b_b	murens bredde ved bunn	0,6	b_t	murens bredde øverst 0,6
$1/\tan\alpha$	terrenghelning foran muren	0,00		
r_v	ruhet bak muren	0,00	γ_{vegg}	spes. tyngde for muren 24,0
Masser bak muren (middel av bakfyll og originale løsmasser) for beregning av jordtrykk				
a/a_e	attraksjon/ekv. attraksjon bak mur	5,0	γ_{bak}	spesifikk tyngde bak muren 19,0
ϕ_{bak}	friksjonsvinkel for matr. bak muren	40,0		
Masser under eller foran muren for bæreevneberegningene				
a_{under}	attraksjon under mur	5,0	γ'_{under}	midl. eff. tyngde for matr. under mur 19,0
ϕ_{under}	friksjonsvinkel for matr. under muren	40,0	γ'_{over}	eff. tyngde for matr. over murnivå 19,0

BEREGNING AV JORDTRYKK OG LASTER

$\tan\rho_{\text{bak}}$	mob. friksjonsvinkel bak mur	0,60	d_b	helning av bakkant mur	3,00
$\tan\rho_{\text{under}}$	mob. friksjonsvinkel under mur	0,60	δ	murhelning for K_δ -beregning	18,4
S	hellende terreng bak mur	0,834	t	hellende terreng bak mur	0,166
K_A	ukorr. jordtrykkskoeffisient	0,503	K_δ	korreksjon for hellende vegg	0,675
$K_{A \text{ korr}}$	korrigert jordtrykkskoeffisient	0,340			
E_a	samlet jordtrykk på bakkant mur	15,3	C_1	tilhørende momentarm	0,77
G_v	murens vekt	33,1	C_3	tilhørende momentarm	-0,08
T_A	skjærkraft på bakskråning	0,0	C_2	tilhørende momentarm	-0,26
R_v	vertikalresultant	33,1	C_4	tilhørende momentarm	0,27

BEREGNING AV BÆREEVNE

e	vertikalresultantens eksentrisitet	-0,03	b ₀	effektiv fundamentbredde	0,60
q _v	vertikalspenning, gjennomsnittlig	55,4	Andel b ₀ av b (min 0,57)		1,00
r _b	RUHET I FUNDAMENTFUGE	0,708	Krav til r _b mindre eller lik		0,90
Krav til maksimal ruhet i fundamentfuge innfridd					
N _y	bæreevnefaktor	3,1	N _q	bæreevnefaktor	7,3
f _{sq}	red.faktor for skrånende terreng	1,00	f _{sa}	red.faktor for skrånende terreng	1,00
σ _v	TILLATT OVERFØRT FUNDAMENTTRYKK	118,7	Krav σ _v > q _v og r _b < krav		OK
Krav til maksimalt tillatt overført fundamenttrykk innfridd					