

TT Anlegg

## ► Geoteknisk fagrapport - arbeidspakke 3

Rv. 41 Timenes - Hamresanden

Oppdragsnr.: 52202724 Dokumentnr.: RAP-003 Versjon: h04 Dato: 2023-05-10



Figur 1: Hamresanden, arbeidspakke 3, hentet fra Google Maps.

**Oppdragsgiver:** TT Anlegg  
**Oppdragsgivers kontaktperson:** Kristen Homme  
**Rådgiver:** Norconsult AS, Vestfjordgaten 4, NO-1338 Sandvika  
**Oppdragsleder:** Camilla Espedalen  
**Fagansvarlig:** Andreas Brathetland  
**Andre nøkkelpersoner:** Are Berstad

| h04     | 2023-05-10 | Arbeidsgrunnlag, revidert oppdriftsberegning | AreBer     | AnBra          | OeyGak   |
|---------|------------|--|------------|----------------|----------|
| c03     | 2023-03-24 | Oppdatert etter kommentarer 3.partskontroll  | AreBer     | AnBra          | OeyGak   |
| c02     | 2023-03-01 | Til godkjenning 3.part                       | AreBer     | AnBra          | CaEsp    |
| a01     | 2023-01-13 | Til orientering internt                      | AreBer     | AnBra          | CaEsp    |
| Versjon | Dato       | Beskrivelse                                  | Utarbeidet | Fagkontrollert | Godkjent |

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som dokumentet omhandler. Opphavsretten tilhører Norconsult AS. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.

## ► Sammendrag

Rapporten beskriver geotekniske vurderinger og forslag til tiltak for nye Rv. 41 Timenes-Hamresanden, arbeidspakke 3 (AP3).

AP3 omfatter etablering av ny g/s-veg, og en mindre ombygging av veg. Arbeidspakken strekker seg fra nordre del av Bjørndalen til eksisterende g/s-veg på Hamresanden (ved avkjøringen til Hamresanden terrasse). Ny veg og g/s-veg skal etableres delvis på eksisterende fyllinger og delvis på nye fyllinger.

Denne rapporten inneholder geotekniske beregninger, vurderinger og prosjektering for den planlagte veg- og g/s-vegtraséen for arbeidspakke 3. Det er også gitt føringer for utførelse og kontrollplan for å tilfredsstille krav i gjeldende regelverk.

## Innhold

|          |   |           |
|----------|---|-----------|
| <b>1</b> | <b>Innledning</b>                                 | <b>5</b>  |
| <b>2</b> | <b>Prosjekteringsforutsetninger</b>               | <b>6</b>  |
| 2.1      | Partialfaktorer                                   | 6         |
| 2.2      | Geotekniske parametere                            | 7         |
| <b>3</b> | <b>Grunnforhold og topografi</b>                  | <b>9</b>  |
| <b>4</b> | <b>Geoteknisk vurdering og beregninger</b>        | <b>10</b> |
| 4.1      | Seismiske påvirkninger                            | 11        |
| 4.2      | Topdalsveien VL-11500                             | 11        |
| 4.2.1    | <i>Profil 1880-1960</i>                           | 11        |
| 4.2.2    | <i>Profil 1960-2010</i>                           | 15        |
| 4.2.3    | <i>Profil 2010-2100</i>                           | 16        |
| 4.2.4    | <i>Profil 2100-2150</i>                           | 16        |
| 4.2.5    | <i>Profil 2150-2200</i>                           | 17        |
| 4.2.6    | <i>Profil 2200-2270</i>                           | 17        |
| 4.3      | VL-61000  | 19        |
| 4.4      | VL-63000 og VL-63500                              | 19        |
| 4.5      | VL-63700  | 19        |
| <b>5</b> | <b>Utførelse og kontrollplan</b>                  | <b>20</b> |
| 5.1      | Masseutskifting av organisk materiale             | 20        |
| 5.2      | Utførelse av lette masser mellom profil 1880-1940 | 20        |
| 5.3      | Innmålinger og kontrollplan                       | 21        |
| <b>6</b> | <b>Konklusjon</b>                                 | <b>23</b> |
| <b>7</b> | <b>Referanser</b>                                 | <b>24</b> |

### Vedlegg:

- Vedlegg A: CPTu-tolkninger
- Vedlegg B: Stabilitetsberegninger

# 1 Innledning

Norconsult AS er engasjert av TT anlegg for å prosjektere nye Rv. 41 Timenes – Hamresanden. Prosjektet omfatter en utvidelse av 2-felts veg og ny gang-/sykkelveg.

Prosjektet er delt inn i 5 arbeidspakker som vist i Figur 2. Av praktiske hensyn er det også valgt å dele den geotekniske prosjekteringen i 5 delrapporter, én for hver arbeidspakke. Denne rapporten inneholder geotekniske beregninger, vurderinger og prosjektering for de planlagte veg- og g/s-vegtraséene for arbeidspakke 3.

Følgende rapporter må sees i sammenheng med denne rapporten:

- Utformingsnotat og designbasis
- RAP-001 Geoteknisk fagrapport for Arbeidspakke 1
- RAP-003 Geoteknisk fagrapport for Arbeidspakke 2
- RAP-004 Geoteknisk fagrapport for Arbeidspakke 4
- RAP-005 Geoteknisk fagrapport for Arbeidspakke 5



Figur 2: Oversiktsbilde av prosjektets arbeidspakker.

## 2 Prosjekteringsforutsetninger

### 2.1 Partialfaktorer

Designbasis angir geoteknisk kategori 2, konsekvensklasse CC2 og pålitelighetsklasse 2 generelt for prosjektet, og dette er i tillegg vurdert spesifikt for arbeidspakke 3. Den spesifikke vurderingen som ligger til grunn for valget er at det skal utføres mindre inngrep og at forholdene er relativt enkle. Partialfaktorer som legges til grunn for henholdsvis effektivspenningsanalyse og totalspenningsanalyse i konsekvensklasse CC2 er angitt i vegnormal N200 (gjengitt i Figur 3 og Figur 4 under).

For øvrig beskrivelse av laster og partialfaktorer henvises det til designbasis [1].

Tabell 1.8 — Partialfaktorer for  $\gamma_M, \phi'$  og  $\gamma_M, c'$  ved effektivspenningsanalyser

| Konsekvensklasse    | Bruddmekanisme        |                |                           |
|---------------------|-----------------------|----------------|---------------------------|
|                     | Seigt, dilatant brudd | Nøytralt brudd | Sprøtt, kontraktant brudd |
| CC1 Mindre alvorlig | 1,25                  | 1,3            | 1,4                       |
| CC2 Alvorlig        | 1,3                   | 1,4            | 1,5                       |
| CC3 Meget alvorlig  | 1,4                   | 1,5            | 1,6                       |

Figur 3: Partialfaktorer for effektivspenningsanalyser

Tabell 1.9 — Partialfaktorer for  $\gamma_M, c_u$  ved totalspenningsanalyser

| Konsekvensklasse    | Bruddmekanisme        |                |                           |
|---------------------|-----------------------|----------------|---------------------------|
|                     | Seigt, dilatant brudd | Nøytralt brudd | Sprøtt, kontraktant brudd |
| CC1 Mindre alvorlig | 1,4 <u>a</u>          | 1,4 <u>a</u>   | 1,4                       |
| CC2 Alvorlig        | 1,4 <u>a</u>          | 1,4            | 1,5                       |
| CC3 Meget alvorlig  | 1,4                   | 1,5            | 1,6                       |

Figur 4: Partialfaktorer for totalspenningsanalyser.

## 2.2 Geotekniske parametere

Geotekniske parametere bestemmes på grunnlag av utførte grunnundersøkelser i området, ref. [2] [3] [4]. Det er utført supplerende grunnundersøkelser ifb. detaljprosjekteringen, men datarapport for disse er i skrivende stund ikke ferdigstilt. I områder der det ikke er utførte grunnundersøkelser, eller der utførte grunnundersøkelser ikke gir konkrete jordparametere, er det benyttet erfaringsbaserte/anbefalte jordparametere iht. Statens vegvesens håndbok V220, ref. [5], og håndbok V221, ref. [6]. Verdier benyttet til stabilitetsberegninger i denne delrapporten er oppsummert i Tabell 1 under.

Tabell 1: Geotekniske parametere

| Materiale               | Dimensjonerende tyngdetetthet, $\gamma$ ( $kN/m^3$ ) | Kohesjon, $c$ ( $kN/m^2$ ) | Karakteristisk friksjonsvinkel, $\phi$ (°) |
|-------------------------|--|----------------------------|--|
| <b>Spengstein</b>       | 19 (9 neddykket)*                                    | 0                          | 42   |
| <b>Morene</b>           | 19 (9 neddykket)                                     | 0                          | 38   |
| <b>Leire</b>            | 17 (7 neddykket)                                     | 3                          | 26   |
| <b>Sand/silt</b>        | 17 (7 neddykket)                                     | 0                          | 31   |
| <b>Tørreskorpeleire</b> | 18 (8 neddykket)                                     | 0                          | 30   |
| <b>Skumglass</b>        | 3 (2,2 neddykket)                                    | 0                          | 45   |

\*Gjelder om ikke annet er spesifisert.

Verdier for friksjonsvinkel og kohesjon i leiren er basert på tidligere utførte laboratorieforsøk (treaksialforsøk) fra nærliggende områder [3], og er sammenlignet med tolkning av supplerende trykksonderinger på Hamresanden. Dimensjonerende tyngdetetthet er også valgt basert på laboratorieforsøk, erfaringsparametere og tidligere laboratorieundersøkelser i området.

For stabilitetsberegninger i udrenert tilstand, er anisotropifaktorer valgt basert på korrelasjoner for plastisitetsindeksen som vist i Figur 5. Der plastisitetsindeksen ikke er kjent, er minimumsverdier benyttet.

Skjærstyrke for leire er vurdert basert på laboratorieforsøk og trykksonderinger. Der dette ikke er tilgjengelig er SHANSEP-metoden benyttet for å utarbeide skjærstyrkeprofil. Denne metoden er beskrevet i håndbok V220 [5]. Der SHANSEP-metoden brukes er det valgt en S-faktor på 0,3, spenningseksponent,  $m$ , på 0.65 og OCR basert på antatte tidligere terrengnivåer.

| $I_p$            | $c_{uD}/c_{uC}$         | $c_{uE}/c_{uC}$         |
|------------------|-------------------------|-------------------------|
| $I_p \leq 10 \%$ | 0,63                    | 0,35                    |
| $I_p > 10 \%$    | $0,63+0,00425*(I_p-10)$ | $0,35+0,00375*(I_p-10)$ |

Figur 5: Valg av anisotropifaktorer for stabilitetsberegning [7].

For setningsberegninger er det benyttet tolkede parametere som angitt i Tabell 2. Dette er hentet fra utførte ødometerforsøk i nærliggende områder, samt tidligere utførte ødometerforsøk ref. [3] og [2]. Parameter fra morene og siltig sand er konservativt valgte erfaringsparametere.

Tabell 2: Parameter for setningsberegninger

| Parameter                                      | Leire (Chalmers) | Morenelag (Janbu) | Siltig sand (Chalmers) | Enhet             |
|--|------------------|-------------------|------------------------|-------------------|
| Tyngdetetthet, $\gamma$                        | 15-16            | 19                | 15-16                  | kN/m <sup>3</sup> |
| Ødometermodul, $M_{oc}$                        | -                | 30 000            | -                      | kPa               |
| Ødometermodul, $M_0$                           | 3000             | -                 |                        | kPa               |
| Ødometermodul, $M_L$                           | 500              |                   |                        | kPa               |
| Modultall, $m$                                 | -                | 100               |                        |                   |
| Modultall, $M'$                                | 13               | -                 | 50                     |                   |
| Permeabilitet, $k_{init}$                      | 0,01             | 100               | 1                      | m/år              |
| Koeffisient for permeabilitetsreduksjon, $B_k$ | 1                | 1                 | 1                      | -                 |
| Overkonsolidering $\sigma'_c$                  | 35-50            | 1000**            | 45-50                  | kN/m <sup>2</sup> |
| $a_0$  | 1                |                   | 1                      |                   |
| $a_1$  | 1                |                   | 1                      |                   |
| $\sigma_L$                                     | 50-70            |                   |                        |                   |
| $t_{ref}$                                      | -0.00274         | -0.00274          | -0.00274               | år                |
| $b_0, b_1$                                     | 1                |                   | 1                      |                   |
| $r_0$  | 2000             |                   | 2000                   |                   |
| $r_1$  | 500              |                   | 500                    |                   |

\*\*Ødometermodul benyttes.



### 3 Grunnforhold og topografi

Det er registrert kvikkleire innenfor planområdet. Dette gjelder blant annet på Hamresanden og i Bjønndalen. Terrenget ved Hamresanden er slakt hellende mot strandlinjen. Bjønndalen består av flate myrområder av marine avsetninger og bratte bergskrenter på begge sider av dalføret. Ved Bjønndalen er det for deler av vegen tidligere sprengt ut slik at eksisterende veg er antatt å ligge på fjellhulle eller fylling til berg.



Figur 6: Veglinjer i arbeidspakke 3.

Arbeidspakke 3 omfatter hovedsakelig VL-11500 som er ny G/S-veg, oppgradering av gangveg ved Hamresanden og justering av hovedveg Topdalsveien med tilhørende utvidet busslommer ved Kvernhusvika. I tillegg omfatter arbeidspakke 3 VL-61000, VL-63000, VL-63500 og VL-63700.

## 4 Geoteknisk vurdering og beregninger

Spring for veg, overlagt eksisterende veg, er vist i Figur 7. Vurderinger og beregninger er basert på dette grunnlaget. Ny geometri er vist med gule linjer.



Figur 7: Endringer av veglinjer og eksisterende geotekniske tiltak for arbeidspakke 3.

## 4.1 Seismiske påvirkninger

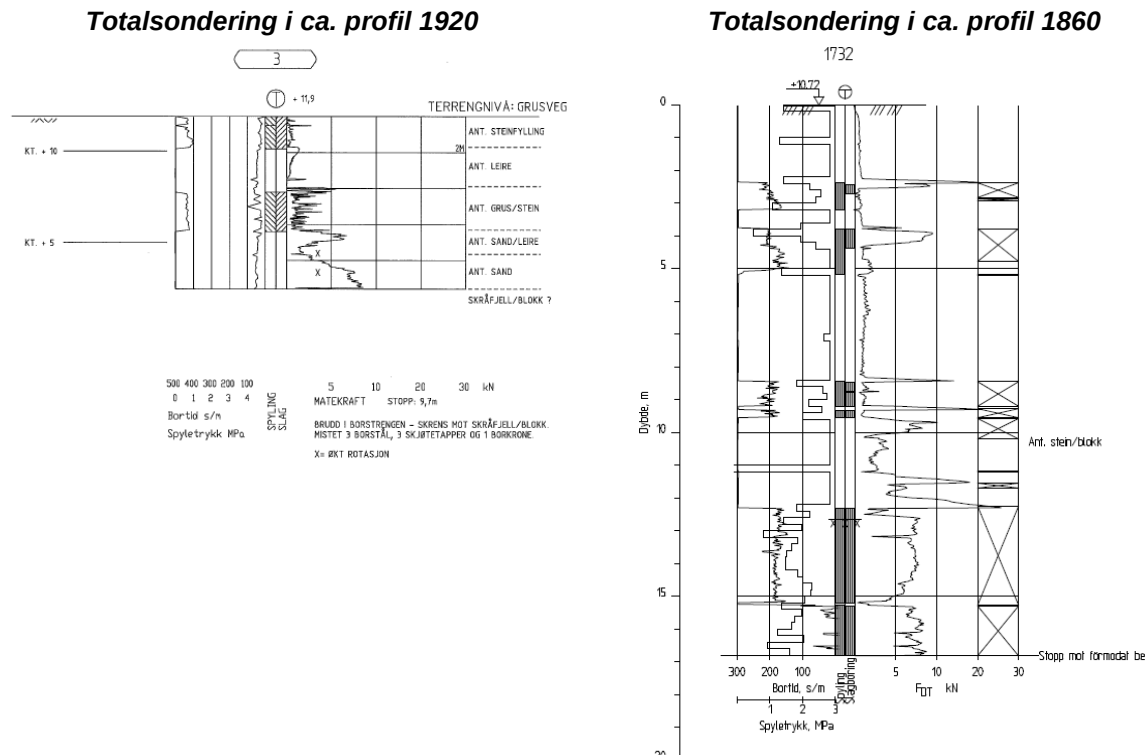
Krav til seismiske påvirkninger er gitt i handbok V220. I kapittel 15.5.5, kriterier for utelatelse av seismisk påvirkning, er det henvist til Eurokode 8 – del 1 nasjonalt tillegg, NA.3.2.1(5). Tiltaket er vurdert i seismisk klasse 1 innenfor kategori «Støttemurer, nedgravde konstruksjoner, geotekniske konstruksjoner». Dermed utelates seismisk påvirkninger fra arbeidspakke 3.

## 4.2 Topdalsveien VL-11500

Topdalsveien skal justeres noe i forhold til eksisterende veglinje og det skal bygges ny G/S-veg. Arbeidspakke 3 strekker seg fra avkjørsel mot Topdalsveien 22-26 (profil 1880) og til eksisterende g/s-veg på Hamresanden (profil 2270 ved avkjørsel til Hamresanden terrasse). Justeringen av eksisterende veglinje medfører stedvis fylling over eksisterende terrengnivå.

### 4.2.1 Profil 1880-1960

Ved profil 1880 indikerer nærliggende totalsondering 1732 et 2 meter tykt topplag med antatt bløt leire med noe organisk materiale. Under topplaget er det antatt friksjonsmasser ned til ca. 5 meter dybde over bløt leire videre ned til ca. 8 meter. Fra 8 til 12 meters dybde er det høyere bormotstand, og det antas at dette er et 2 meter tykt morenelag over et sandig/siltig lag. Berg er påvist på 12 meters dybde. Tidligere boring ved profil 1920 (totalsondering 3 i ref. [2]) viser et ca. 2 meter tykt lag med antatt steinfylling over ca. 2 meter med bløt leire og deretter ett antatt sand-/leirelag til avsluttet boring på ca. 10 meter dybde.



Figur 8: Totalsonderinger i profil 1920 fra ref. [2] og profil 1860.

Basert på disse boringene er det antatt at leiremektheten minker fra profil 1880 til 1960. Eksisterende veg antas å ligge delvis på fylling til berg mot vest, og delvis på 3,5 til 10 meter bløt leire i vegkanten mot Grobekken. Dette er basert på nærliggende totalsonderinger SV53-55 [8]. Basert på disse totalsonderingene

antas det at eksisterende vegfylling har en tykkelse på 1-2 meter. Ved profil 1960 forventes både Topdalsveien og ny G/S-veg å ligge på fylling direkte på berg basert på nærliggende totalsonderinger (26, 27 og 28 fra ref. [9]) og synlige fjellskjæringer/berg i dagen.

Ved profil 1880 til 1940 etableres ny G/S-veg over eksisterende bekk. Bekken legges om på utsiden av ny fyllingsfot delvis med åpen løsnings og delvis i forlenget stikkrenne. Det etableres fylling i eksisterende bekkeløp. Fyllingen får en toppbredde på 6 meter og en maksimal høyde på ca. 3 meter over eksisterende terrengnivå. Før fyllingen etableres skal alle organiske masser fjernes. Det forutsettes at trafikksikkerheten ivaretas ved at det benyttes seksjonsvis utgraving. Videre forutsettes det dialog mellom utførende og geotekniker mens dette arbeidet pågår.

Det er forventet at det kan komme lokale setninger i forbindelse med oppfyllingen. Forlenget stikkrenne i området med størst overfylling er derfor lagt utenfor fotavtrykket til ny fylling for å redusere setningene på stikkrennen. Noen setninger kan likevel forventes, men det er vurdert i dialog med RIVA at tilstrekkelig fall på stikkrennen vil være ivaretatt.

Det er utført setningsberegninger for oppfylling med tunge masser mellom profil 1880 og 1940. Beregningene viser opptil 25 cm setning under G/S-veg etter 40 år, herav ca. 8 cm krepsetninger. Dette er relativt store setninger, og det er derfor vurdert følgende alternative geotekniske tiltak:

- Kalksementstabilisering: vurdert at dette vil være svært vanskelig å gjennomføre anleggsteknisk da borer i området viser enkelte lag med harde friksjonsmasser som antas å kunne hindre en KC-visp å komme gjennom. Det vil også være risiko for omrøring av leiren, og dermed risiko for setninger/deformasjoner/utglidning av eksisterende rv. 41 i anleggsperioden. Små setninger etter oppfylling av ny vegfylling. Kostbar løsning.
- Jetpeler: medfører enda større risiko knyttet til omrøring av leiren som følge av høyt trykk, og dermed risiko for setninger/deformasjoner/utglidning av eksisterende rv. 41 i anleggsperioden. Små setninger etter oppfylling av ny vegfylling. Svært kostbar løsning.
- Broløsning: etablere en broløsning (betongplate pelet til berg). Kan være utfordrende å etablere peler som følge av skrått berg og faste masser over berg. Ingen risiko for setninger. Svært kostbar løsning.
- Lette masser: etablere en kjerne med lette masser i ny fylling for å delvis kompensere tilleggsbelastningen på eksisterende terreng. Vil føre til redusert omfang av setninger ift. bruk av tunge masser. Noe økte kostnader ift. fylling med tunge masser.

Etter gjennomgang av aktuelle løsninger er det, i samråd med TT, valgt å gå videre med løsning med lette masser. Utførte setningsberegninger med lette masser indikerer at setningene under G/S-veg og eksisterende rv. 41 vil kunne reduseres med henholdsvis ca. 50% og 30% ift. oppfylling med kun tunge masser.

Det påpekes her at det må legges til grunn en dimensjonerende 200-års flomvannstand på kt. +13,6 grunnet underdimensjonert eksisterende stikkrenne i AP3 (som ikke skal erstattes). Dette medfører at hele G/S-vegen i det aktuelle området vil bli neddykket i en 200-års flomhendelse. Det må derfor tas hensyn til relativt store oppdriftskrefter på de lette massene, og følgelig må det dimensjoneres en overdekning som motvirker disse kreftene (med sikkerhetsfaktor lik 1,3). Det vil si at den dimensjonerende flomvannstanden begrenser lagtykkelsen med lette masser som er mulig å bruke. Dette fører igjen til større setninger (sammenlignet med en situasjon med lavere dimensjonerende 200-års flomvannstand).

Beregninger for setninger og oppdrift er beskrevet nærmere i kap. 4.2.1.1 og 4.2.1.2.

#### 4.2.1.1 Setninger profil 1880-1930

Det er utført setningsberegninger i Geosuite settlement for profil 1880-1930 med lagdeling fra borpunkt 1732. Det er antatt masseutskiftet i øverste meter og dermed er lagdelingen som vist i Tabell 3. Geotekniske parametere brukt i setningsberegningen er vist i Tabell 2.

**NB! I revisjon H04 ble oppdriftsberegning revidert og lettfyllingen fikk større tykkelse. Setningsberegningene under er ikke oppdatert iht. dette, men endringen vil uansett føre til noe mindre beregnede setninger enn det som fremkommer under.**

Tabell 3: Lagdeling benyttet i setningsberegning for profil 1880-1960.

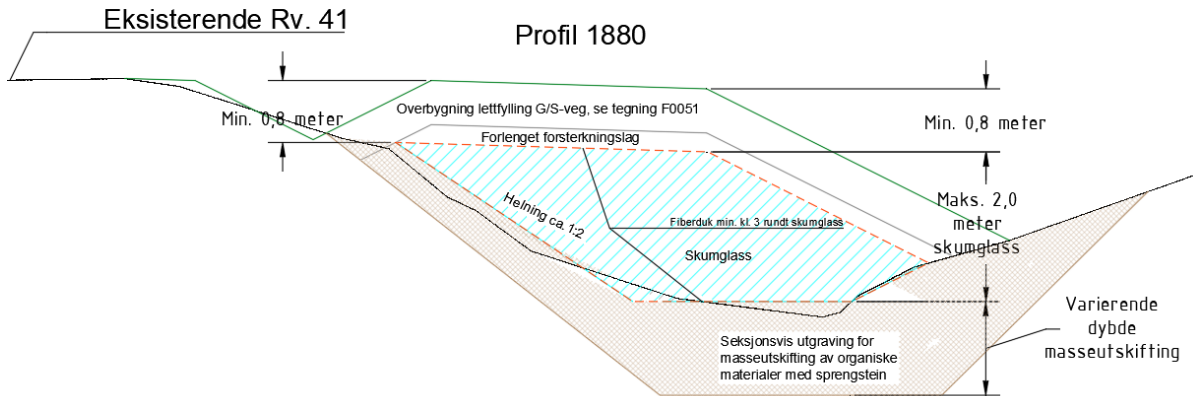
| Profil | 1-2 meter  | 2-5 meter  | 5-8 meter  | 8-10 meter | 10-12 meter |
|--------|------------|------------|------------|------------|-------------|
| 1880   | Bløt leire | Morene     | Bløt leire | Morene     | Sand/Silt   |
| 1910   | Bløt leire | Bløt leire | Bløt leire | Morene     | Morene      |

Det er utført setningsberegninger både for fylling med kun tunge masser og fylling med lette masser. I profil 1880 er det valgt å benytte et jevnt fordelt lastfelt på 40 kPa for beregningen med tunge masser og 27 kPa for beregningen med lettfylling. I profil 1910 er det valgt å benytte et jevnt fordelt lastfelt på 26 kPa for beregningen med tunge masser og 16 kPa for beregningen med lettfylling. Lasten er beregnet basert på volum av ny fylling, i de respektive profilene, delt på bredden på lastfeltet. Lastfeltet er valgt å være 7 meter bredt og 50 meter langt. Dette for å få dybdevirkning av lasten slik at setninger i vegkant til Rv.41 også kan vurderes. Med bruk av lette masser er det forventet opptil 16 cm setninger etter 40 år under G/S-veg og opptil 6 cm setninger etter 40 år ved vegkant for dagens Rv. 41. Som følge av krepsetninger kan setningsforløpet pågå over svært lang tid (også lengre enn 40 år).

| Beregning                | Setninger 40 år [cm] |               | Setninger lang tid [cm] |               |
|--------------------------|----------------------|---------------|-------------------------|---------------|
|                          | Under G/S-veg        | Rv.41 vegkant | Under G/S-veg           | Rv.41 vegkant |
| Profil 1880 tung fylling | 24                   | 9             | 56                      | 11            |
| Profil 1880 lett fylling | 16                   | 6             | 24                      | 10            |
| Profil 1910 tung fylling | 21                   | 6             | 31                      | 13            |
| Profil 1910 lett fylling | 10                   | 4             | 29                      | 9             |

#### 4.2.1.2 Oppdriftsberegning profil 1880-1930

Det er i oppdriftsberegningene valgt å ta utgangspunkt i kritisk snitt, dvs. største fyllingshøyde over eksisterende terreng. Dette gjelder i profil 1880 og boring 1732, der fyllingshøyden er på 3 meter over eksisterende terreng. Beregningen i profil 1880 danner grunnlaget for hele strekningen og dimensjonering av tykkelsen på lette masser slik at krav til sikkerhetsfaktor mot oppdrift ved flomsituasjon tilfredsstilles. Tykkelsen på de lette massene vil da bli gitt med en maksimal tillatt tykkelse. Denne tykkelsen skal i all hovedsak benyttes, men reduseres der det ikke er anleggsteknisk gjennomførbart.



Figur 9: Prinsippskisse for utførelse av lette masser i profil 1880-1930.

Følgende formel er benyttet for å beregne sikkerhet mot oppdrift iht. krav i Håndbok V220. Denne er basert på formel i Håndbok V221.

$$F_s = \frac{h'_s * \gamma'_s + h'_l * \gamma'_l + h_s * \gamma_s + h_l * \gamma_l}{h'_l * \gamma_w * (1 - n)} \geq 1,3$$

der

$h_s$  = høyde sprengstein over flomvannstand       $h'_s$  = høyde sprengstein under flomvannstand

$h_l$  = høyde lette masser over flomvannstand       $h'_l$  = høyde lette masser under flomvannstand

$\gamma_s$  = tyngdetetthet fylling       $\gamma'_s$  = neddykket tyngdetetthet fylling

$\gamma_l$  = tyngdetetthet skumglass       $\gamma'_l$  = neddykket tyngdetetthet skumglass

$\gamma_w$  = tyngdetetthet vann

$n$  = porøsitet skumglass

I dette området vil hele fyllingen være neddykket i en 200-års flomhendelse. I beregningene forutsettes det bruk av kvalitetsmasser (sprengstein) over de lette massene. Det forutsettes bruk av samme masser som ellers i forsterkningslaget. I henhold til verdier i N200 benyttes 2,2 kN/m<sup>3</sup> i tyngdetetthet for skumglass og 12 kN/m<sup>3</sup> for sprengstein. Tyngdetetthet for sprengstein er valgt basert på anbefalinger fra NVE veileder 4 [10]. Porøsitet for skumglass er satt til 50 % for ferdig komprimert fylling iht. teknisk brosjyre for skumglass 10-60 [11] og beregning av porøsiteten med oppgitt tørr densitet og korndensitet fra Glasopor sine nettsider.

$$F_s = \frac{0,8 \text{ meter} * 12 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} + 2 \text{ meter} * 2,2 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}}{2 \text{ meter} * 10 * (1 - 0,5) \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}} = 1,4 \geq 1,3$$

Dette gir følgende krav til overdekning og maks. tillatt tykkelse på lette masser:

- Minimum overdekning med sprengstein og overbygning over lette masser: 0,8 meter.
- Maksimal tillatt tykkelse lette masser: 2 meter.

#### 4.2.2 Profil 1960-2010

Vegtrasé flyttes noe mot sør-vest her fra profil 1960 og videre i arbeidspakken. I profil 2010-2020 er det prosjektert en utvidelse for busslomme på begge sider. Ved profil 1960 antas det at ny veg og G/S-veg ligger på fylling til berg. Det er forventet maksimalt ca. 4 meter dybde til berg frem til profil 2010 under ny veg.

Ved profil 1980 og 1990 skal det komme en ny stikkrenne. Her vil det komme en lokal fylling over tidligere åpen bekk, som vil på det høyeste ligge ca. 3 meter over eksisterende terreng. Nærliggende totalsonderinger (26 og 28 fra ref. [9]) indikerer friksjonsmasser med varierende bergdybde fra 2 meter ved profil 1970 til 5 meter ved profil 1980. Ny stikkrenne blir koblet på eksisterende rør ved profil 1985. Nærliggende totalsondering (22 fra ref. [9]) er 12 meter fra, og indikerer noe torv over ett antatt sandlag. Deretter er det ett ca. 2,5 meter lag med antatt siltig leire over berg. Det forventes ikke setningsproblematikk i dette området ettersom det er en lokal utfylling i bekken og det basert på totalsondering 22 og 26 forventes friksjonsmasser over berg. Det forutsettes at eventuelle organiske masser må masseutskiftes i topplaget. Det er derfor vurdert tilstrekkelig med innmåling over ny stikkrenne, slik at evt. tiltak kan iverksettes før ferdigstilling av anlegget.

### 4.2.3 Profil 2010-2100

Mellom profil 2010 og 2100 indikerer totalsonderingene store variasjoner i dybde til fjell. Den høyeste fyllingen kommer ved prosjektert busslomme og ligger ca. 1,7 meter over eksisterende terreng. Ved busslommen mot Kvernhusvika viser totalsondering 1 i ref. [2] ca. 4 meter med bløt leire og en bergdybde på ca. 7 meter. Nærliggende totalsonderinger (1733 og 1742) viser at dybden til fjell minker ytterligere utover mot Kvernhusvika. Basert på at vegfyllingen skal etableres med forsvarlig helning 1:2 og med en maksimal fyllingshøyde på 1,5 m er det ikke forventet problematikk med lokal stabilitet/bæreevne. Dybde til fjell og helning av fjellet medfører at Kvernhusvika ikke er ansett som en potensiell utløpssone for et eventuelt kvikkleireskred.

Totalsondering i borpunkt 1735 ligger omtrent ved ny senterlinje i profil 2070. Totalsonderingen viser 6 meter leire over 14 meter friksjonsmasser før fjell. De øverste 5 meterne i friksjonsmassene er ett antatt sandlag. Leiren har noe høyere bormotstand her enn ellers i området, men det er valgt å beregne den konservativt med tilsvarende antagelser som i profil 1880-1960. Setningene er forventet jevnt fordelt og beregninger indikerer at kan bli ca. 8 cm etter 40 år.

Det er vurdert å ikke være behov for geotekniske tiltak på denne delstrekningen, men setningene skal overvåkes i anleggstiden slik at evt. tiltak kan iverksettes før ferdigstilling av anlegget, se beskrivelse av måleprogram i kapittel 5.

#### 4.2.3.1 Setninger profil 2010-2100

Det er utført en beregning for dette området basert på lagdeling i borpunkt 1735. Det er valgt å bruke 6 meter med bløt leire over ett 5 meter sandlag. Morenelag over berg er neglisjert. Det er lagt på ett jevnt fordelt lastfelt på 24 kPa over 30 meter med bredde 10 meter. Dette for å få en gjennomsnittlig fyllingshøyde på 1,25 meter over eksisterende terreng og få relevant dybdevirkning av lastfeltet.

Beregninger med hensyn til kryp gir ca. 8 cm setninger etter 40 år, og 10 cm setninger etter 200 år. Setningene er forventet å være størst ved vegkanten mot Kvernhusvika og være jevnt fordelte fra tidligere veg. I dette området er det krav om maksimalt tillatt tverrfallsavvik på 1,1 prosentpoeng ila. 40 år iht. N200. Beregninger viser dermed at krav til tverrfallsavvik på 1,1 prosentpoeng (da 11 cm) er oppfylt ved 40 år.

### 4.2.4 Profil 2100-2150

Terrenget i dette området er relativt flatt, og ny vegtrasé medfører en fylling på maksimalt 1 meter over eksisterende terreng mellom profil 2100-2150. Totalsondering i profil 2130, 1736, indikerer 2 meter tørrskorpe, eller sand, over 10 meter bløt leire over fastere friksjonsmasser.

#### 4.2.4.1 Setninger profil 2100-2150

Det er utført en beregning for området basert på lagdeling i totalsondering 1736. Det er valgt å bruke 12 meter med bløt leire over ett 4 meter sandlag. Morenelag over berg er neglisjert. Det er lagt på ett jevnt fordelt lastfelt på 10 kPa over 30 meter med bredde 10 meter. Dette for å en gjennomsnittlig fyllingshøyde på 0,5 meter over eksisterende terren og få relevant dybdevirkning av lastfeltet.

Beregninger med kryp viser ca. 5 cm setninger etter 40 år, og 11 cm etter 200 år. Det er ikke vurdert behov for tiltak, men setninger skal overvåkes i anleggstiden slik at tiltak kan iverksettes ved behov.



#### 4.2.5 Profil 2150-2200

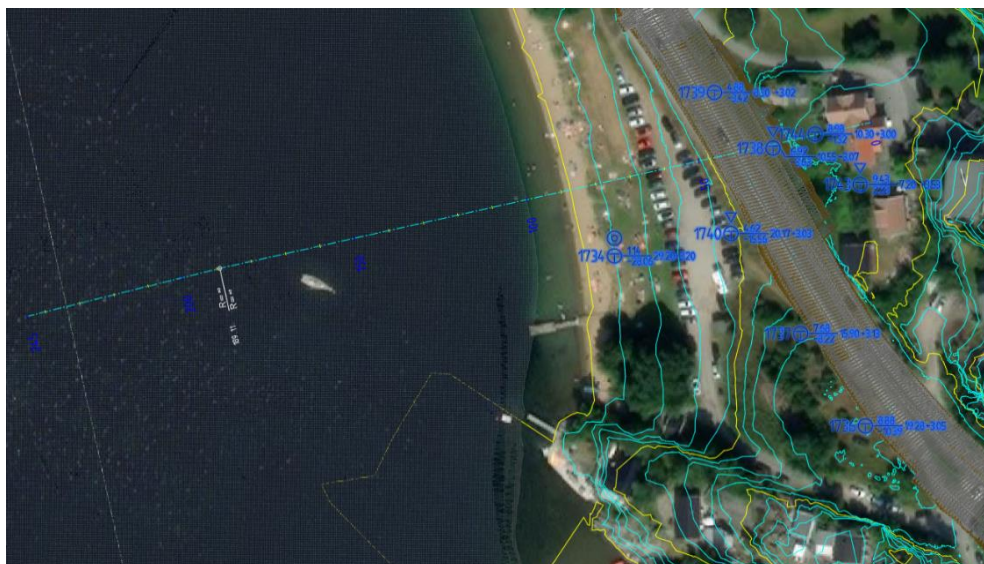
Mellom profil 2150 og 2200 vil ny veg medføre noe fylling utover mot Hamresanden, da spesielt mellom profil 2170 og profil 2190. Fyllingen mellom 2170 og 2190 blir liggende 3 meter utenfor eksisterende gangveg og ha største høyde på 1,2 meter. I dette området viser total- og trykksonderinger i 1734, 1740 og 1738 ett antatt tørrskorpelag over sand ned til 6 meters dybde. I borpunkt 1740 indikerer trykksonderinger en tydelig overkonsolidert leire. I borpunkt 1737 viser totalsonderinger 2 meter tørrskorpe over bløt kvikkleire. På oppsiden av vegen i dette området er det registrert berg i dagen. Beregninger for lokal- og områdestabilitet er utført mellom profil 2200-2270 (se kap. 4.2.5). Det er ikke vurdert behov for geotekniske tiltak i dette området, da stabiliteten er vurdert som ivaretatt og setninger som følge av tilleggslasten er forventet å være relativt små som følge av begrenset utbredelse av fylling. I profil 2170 skal setninger overvåkes i anleggstiden slik at tiltak kan iverksettes ved behov.

#### 4.2.6 Profil 2200-2270

Ved profil 2200 ligger ny veg maksimalt 0,4 meter over eksisterende terreng. Grunnundersøkelser utført på Hamresanden viser kvikkleire under siltig sand. Områdestabilitet er utredet og vurdert iht. NVE kvikkleireveileder 1/2019 [12]. Tiltaket er klassifisert i tiltakskategori K1 for G/S-veg. Denne vurderingen er gjort i samråd med byggherre og NVE. Kravene som stilles til områdestabilitet er «ikke forverring av stabilitet», samt at det gjøres en erosjonsvurdering.

##### 4.2.6.1 Lokal- og områdestabilitet

Terrenget og sjøbunn er scannet inn. Det er valgt kritisk stabilitetsnitt fra eiendommen på østsiden av vegen, normalt på høydekurvene gjennom ca. profil 2215. Dette medfører at både lokal- og områdestabilitet vurderes i samme snitt. Det er registrert berg i dagen på østsiden av veg ved ca. profil 2160-2180 som styrker grunnlaget for vurdering av kritisk snitt i profil 2215.



Figur 10: Valgt snitt for lokal- og områdestabilitet, symbol i 1744 og 1743 er feil på denne figuren.

Basert på laboratorieresultater fra prøvesylindere i borpunkt 1734 og 1740 (se Figur 11) er det benyttet  $I_p = 14$  som gir ADP-faktorer  $c_{uD}/c_{uC}$  på 0.65 og  $c_{uE}/c_{uC}$  på 0.37 iht. Figur 5. Styrkeprofiler for udrenert skjærstyrke i leirelaget er hentet fra borpunkt 1734, 1738, 1740 og 1744 (der det er enten utført CPT og/eller opptak av prøver). Tolkninger av skjærstyrkeprofil basert på CPTu og utførte indeksforsøk korrelert

mot ADP-faktorer er vist i vedlegg A. Der det ikke foreligger noe kunnskap om skjærstyrke i leiren er det benyttet Shansep med verdier basert på antatt mektighet på overliggende masser.

Basert på utførte grunnundersøkelser i området er det i beregningene benyttet en lagdeling bestående av tørrskorpe/sandig silt over kvikkleire over morene over berg.

| Pos. /ID | Type [-] | Dybde [m] | Klassifisering                              | W [%] | TG [-] | GI [%] | W <sub>p</sub> [%] | W <sub>L</sub> [%] | C <sub>ufc</sub> [kPa] | C <sub>urfc</sub> [kPa] | C <sub>uuc</sub> [kPa] | ε <sub>a</sub> [%] | γ [kN/m <sup>3</sup> ] |
|----------|----------|-----------|---|-------|--------|--------|--------------------|--------------------|------------------------|-------------------------|------------------------|--------------------|------------------------|
| 1734     | 54       | 5,0-5,8   | Sand med noe organisk materiale             |       |        |        |                    |                    |                        |                         |                        |                    |                        |
|          |          | 5,1-5,2   |   | 28,1  |        |        |                    |                    |                        |                         |                        |                    |                        |
|          |          | 5,2-5,3   | <b>Sand</b>                                 | 29,6  | T1     | 1,9    |                    |                    |                        |                         |                        |                    |                        |
|          |          | 5,3-5,4   |   | 40,0  |        |        |                    |                    |                        |                         |                        |                    |                        |
|          |          | 5,4-5,5   |   |       |        |        |                    |                    |                        |                         |                        |                    |                        |
|          |          | 5,5-5,6   |   | 24,3  |        |        |                    |                    |                        |                         |                        |                    |                        |
|          |          | 5,6-5,7   |   |       |        |        |                    |                    |                        |                         |                        |                    |                        |
| 1734     | 54       | 8,0-8,8   | Sandig silt med noe organisk materiale      |       |        |        |                    |                    |                        |                         |                        |                    | 15,5                   |
|          |          | 8,1-8,2   |   |       |        |        |                    |                    |                        |                         |                        |                    |                        |
|          |          | 8,2-8,3   | <b>Organisk Siltig Sandig Jordmateriale</b> | 62,7  | T4     | 7,7    |                    |                    |                        |                         |                        |                    |                        |
|          |          | 8,3-8,4   | Sandsjikt                                   | 65,2  |        |        |                    |                    | 110,4                  | 23,1                    |                        |                    |                        |
|          |          | 8,4-8,5   | Sandsjikt                                   | 63,7  |        |        |                    |                    | 97,8                   | 18,6                    |                        |                    |                        |
|          |          | 8,5-8,6   |   | 72,7  |        |        |                    |                    |                        |                         | 55,2                   | 7,0                | 15,2                   |
|          |          | 8,6-8,7   |   |       |        |        |                    |                    |                        |                         |                        |                    |                        |
| 1734     | 54       | 13,0-13,8 | Leire med noe silt og sandkorn              |       |        |        |                    |                    |                        |                         |                        |                    | 17,4                   |
|          |          | 13,1-13,2 |   |       |        |        |                    |                    |                        |                         |                        |                    |                        |
|          |          | 13,2-13,3 | <b>Kvikkleire</b>                           | 54,1  |        |        | 24,2               | 32,4               | 17,2                   | 0,1                     |                        |                    |                        |
|          |          | 13,3-13,4 |   | 52,0  |        |        |                    |                    |                        |                         | 20,9                   | 5,2                | 17,1                   |
|          |          | 13,4-13,5 |   |       |        |        |                    |                    |                        |                         |                        |                    |                        |
|          |          | 13,5-13,6 | <b>Kvikkleire</b>                           | 51,5  |        |        |                    |                    | 22,3                   | 0,1                     |                        |                    |                        |
|          |          | 13,6-13,7 |   |       |        |        |                    |                    |                        |                         |                        |                    |                        |
| 1740     | 54       | 7,0-7,8   | Siltig leire                                |       |        |        |                    |                    |                        |                         |                        |                    | 17,3                   |
|          |          | 7,1-7,2   |   |       |        |        |                    |                    |                        |                         |                        |                    |                        |
|          |          | 7,2-7,3   | <b>Kvikkleire</b>                           | 51,8  |        |        |                    |                    | 21,8                   | 0,1                     |                        |                    |                        |
|          |          | 7,3-7,4   |   | 49,4  |        |        |                    |                    |                        |                         | 18,4                   | 10,5               | 17,3                   |
|          |          | 7,4-7,5   |   |       |        |        |                    |                    |                        |                         |                        |                    |                        |
|          |          | 7,5-7,6   | <b>Kvikkk, enkelte gruskorn</b>             | 45,5  |        |        | 24,7               | 38,5               | 30,4                   | 0,1                     |                        |                    |                        |
|          |          | 7,6-7,7   |   |       |        |        |                    |                    |                        |                         |                        |                    |                        |
| 1740     | 54       | 8,0-8,8   | Siltig leire                                |       |        |        |                    |                    |                        |                         |                        |                    | 17,1                   |
|          |          | 8,1-8,2   |   |       |        |        |                    |                    |                        |                         |                        |                    |                        |
|          |          | 8,2-8,3   | <b>Kvikkleire</b>                           | 50,7  |        |        |                    |                    | 29,2                   | 0,1                     |                        |                    |                        |
|          |          | 8,3-8,4   |   |       |        |        |                    |                    |                        |                         |                        |                    |                        |
|          |          | 8,4-8,5   |   | 44,4  |        |        |                    |                    |                        |                         | 31,7                   | 8,3                | 17,7                   |
|          |          | 8,5-8,6   | <b>Kvikkleire</b>                           | 48,5  |        |        | 27,5               | 44,2               | 32,0                   | 0,1                     |                        |                    |                        |
|          |          | 8,6-8,7   |   |       |        |        |                    |                    |                        |                         |                        |                    |                        |

Figur 11: Resultater fra laboratorieundersøkelser AP3.

Det er utført beregninger for både lokalstabilitet og områdestabilitet. For områdestabilitet er det utført beregning både for dagens situasjon og endelig situasjon. For endelig situasjon er det utført beregninger for både totalspennings- og effektivspenningsbasis. For dagens situasjon er det kun utført beregning på

totalspenningsbasis da dette gir lavere beregningsmessig sikkerhet enn effektivspenningsbasis. For lokalstabilitet stilles det krav om sikkerhetsfaktor  $F \geq 1,5$  for sprø bruddmekanisme og  $F \geq 1,3$  for antatt seig bruddmekanisme (ref. Figur 3 og Figur 4). Det vil si at det stilles krav om absolutt sikkerhet  $F \geq 1,3$  for glidesirkler som *ikke* berører den underliggende kvikkleiren, og absolutt sikkerhet  $F \geq 1,5$  for glidesirkler som berører den underliggende kvikkleiren.

Som nevnt over, er tiltaket klassifisert i tiltakskategori K1 iht. NVEs kvikkleireveileder 1/2019 [12]. Tilfredsstillende sikkerhet mht. områdestabilitet oppnås dermed ved at tiltaket ikke fører til en forverring av stabiliteten.

Utførte stabilitetsberegninger er vist i vedlegg B. Resultatene viser at beregnede sikkerhetsfaktorer for lokalstabilitet tilfredsstillende ovennevnte krav med god margin. Der laster virker gunstig for sikkerhetsfaktoren er lastene satt lik null i beregningene. Lokal stabilitet er sjekket for terrenglast på oversiden.

Beregningene for områdestabilitet viser samme sikkerhetsfaktor (ingen forverring) for henholdsvis eksisterende og endelig situasjon for både glidesirkel ved marbakken ( $F = 1,17$ ) og plan glideflate ( $F = 1,22$ ). For den store sirkulære glideflaten er det en liten reduksjon i beregnet sikkerhet fra 1,25 i dagens situasjon til 1,24 i endelig situasjon. Dette vurderes imidlertid å være en neglisjerbar endring. Sikkerheten vurderes dermed å være ivaretatt iht. krav i NVEs kvikkleireveileder 1/2019 [12] for det aktuelle vegtiltaket.

#### 4.2.6.2 Erosjon

Det er en liten bekk i enden av arbeidspakken ved profil 2270. Denne bekken ligger i rør og har utløp vest for dagens veg ut mot stranden. Norconsult har ikke undersøkt tilstanden til selve røret østover, men bilder fra bekkeutløpet over en tidsperiode på over 10 år indikerer at det ikke er pågående erosjon av betydning. Erosjon som følge av stormflo kan i perioder vaske bort noe av sanden. Det vurderes imidlertid at dette i praksis ikke vil påvirke skråningsstabiliteten ettersom det kun er snakk om et begrenset område, samt at en eventuell erosjon ved bekkeutløpet ikke vil berøre den underliggende kvikkleiren. Områdestabiliteten vurderes dermed å være ivaretatt iht. krav i NVEs kvikkleireveileder 1/2019 [12].

### 4.3 VL-61000

Avkjørsel mot *Topdalsveien 22-26* går langs eksisterende grusveg før den krysser eksisterende bekk og kobler seg på riksvegen. Avkjørsel medfører en høy fylling over bekk der den krysser ny G/S-veg. Geotekniske vurderinger knyttet til denne er beskrevet i kapittel 4.2.1.

### 4.4 VL-63000 og VL-63500

Det er ikke forventet geotekniske problemstillinger knyttet til avkjørsel mot parkering Hamresanden eller mot Kvernhusvika. Dette da ny veg etableres fra ny veg til eksisterende veg, og vil ikke medføre en endring av betydning for avkjørselen. Eventuelle setninger er forventet jevnt fordelt fra vegen, og er vurdert som hensyntatt i setningsberegning i profil 2010-2100.

### 4.5 VL-63700

Ny avkjørselen ligger på samme nivå som eksisterende avkjørsel. Det skal også etableres nye grøfter. Her er det vurdert å ikke være behov for geotekniske tiltak ettersom endelig situasjon vil være tilnærmet lik dagens situasjon.

## 5 Utførelse og kontrollplan

### 5.1 Masseutskifting av organisk materiale

Alle organiske masser skal masseutskiftes med kvalitetsmasser. Det forutsettes at trafikksikkerhet ivaretas ved at det graves med maksimal helning 1:2 fra eksisterende veg, eller seksjonsvis der det er plassbegrensninger. Alle seksjoner skal tilbakefylles med kvalitetsmasser umiddelbart. **Det forutsettes at TT Anlegg involverer geotekniker for lokale vurderinger i byggefasen, som eksempelvis lengden på seksjonsvis utgraving. Ved oppstart masseutskifting mellom profil 1880-1940 anbefales det at geotekniker er tilstede.**

### 5.2 Utførelse av lette masser mellom profil 1880-1940

Det skal brukes lette masser mellom profil 1880 og ca. profil 1940. Det er lagt opp til å bruke en overdekning på 0,8 meter. Dette innebærer overbygning for G/S-veg og deretter et forlenget forsterkningslag ned til topp lette masser. Mellom lette masser og overliggende masser skal det benyttes fiberduk kl. 3. Tykkelsen på lette masser skal ikke overskride 2 meter for å kunne ivareta krav til oppdrift i en 200-års flomsituasjon.

Det legges opp til at all masseutskifting av organisk materiale med sprengstein utføres seksjonsvis over hele strekket, før det forberedes utlegging av lette masser. Dermed vil dagens stabilitet bli re-etablert etter at masseutskifting er utført, og danne arbeidsplan for utlegging av lette masser. De lette massene komprimeres iht. krav for lettfyllinger i N3458, før det legges ut fiberduk min. klasse 3. Anvisninger for utførelsen fremkommer av modell. Grunnet de lokale variasjoner må dette likevel kvalitetssikres på plassen. Der det er bløte masser eller masser med finstoff skal det legges ut fiberduk min. klasse 3 i underkant.

**Prinsippskisse er vist i Figur 9.**

### 5.3 Innmålinger og kontrollplan

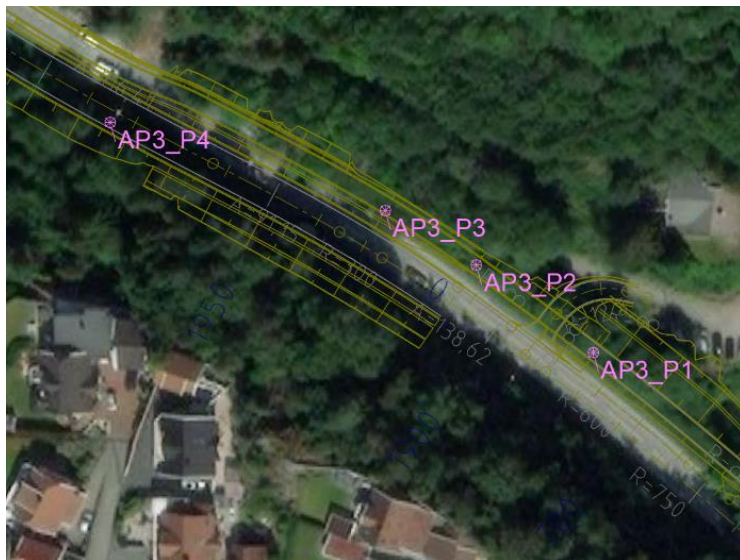
Nye vegfyllinger anbefales innmålt ved ca. profil 1880, 1910, 1930, 1990, 2040, 2070, 2100, 2130 og 2170. Målepunkter etableres umiddelbart etter oppfylling for å kunne overvåke setningsutviklingen og vurdere behov for eventuelle utbedringer før prosjektets ferdigstilling.

Punkter, koordinater og måleprogram er vist i Tabell 4 under. Det påpekes at dette er forslag til plassering av innmålingspunkter. Plassering må koordineres i dialog med TT Anlegg med tanke på anleggsgjennomføringen.

Tabell 4: Forslag til innmålte punkter og måleprogram.

| Punkt  | X          | Y            | Måleprogram  | Kommentar til utførelse  |
|--------|------------|--------------|--|--|
| AP3_P1 | 76011.680m | 1020717.328m | Ukentlige målinger første måneden.<br>Deretter månedlige målinger. | Det anbefales bruk av setningsplate i fylling for innmålinger. Tiltak må iverksettes slik at målepunkter ikke skal kunne bli påvirket av ytre faktorer som f.eks. påkjørsel. Koordinater er gitt i NTM8. |
| AP3_P2 | 75989.132m | 1020734.208m |  |  |
| AP3_P3 | 75971.604m | 1020744.716m |  |  |
| AP3_P4 | 75918.595m | 1020761.704m |  |  |
| AP3_P5 | 75865.762m | 1020789.990m |  |  |
| AP3_P6 | 75845.280m | 1020806.502m |  |  |
| AP3_P7 | 75821.160m | 1020832.470m |  |  |
| AP3_P8 | 75803.099m | 1020851.109m |  |  |
| AP3_P9 | 75777.269m | 1020888.951m |  |  |

Figur 12 viser forslag til plassering av innmålingspunkter med flyfoto og veglinjer.



Figur 12: Forslag til plassering av innmålingspunkter.

## 6 Konklusjon

Det er utført geoteknisk detaljprosjektering for Rv.41 Timenes-Hamresanden, arbeidspakke 3. Vurderingene er basert på tidligere utførte grunnundersøkelser, samt supplerende grunnundersøkelser utført ifbm. detaljprosjekteringen. Det er utført stabilitetsberegninger i ett kritisk snitt på Hamresanden, og dette viser at lokalstabilitet er ivaretatt og at områdestabilitet ikke forverres som følge av ny veglinje og endret lastsituasjon. Det er planlagt geoteknisk tiltak i form av lette masser mellom profil 1880-1940 under G/S-veg.

Setninger er beregnet, men grunnet store variasjoner i grunnforhold og lagdelt grunn er dette beheftet med usikkerhet. Det er derfor utarbeidet en kontrollplan med målepunkter for å følge opp deformasjonene slik at dette eventuelt kan utbedres før ferdigstilling av veganlegget. Kontrollplan med målepunkter utarbeides sammen med TT Anlegg slik at målepunktene ikke havner i konflikt med anleggsgjennomføringen. Det er også lagt føringer for masseutskifting av organisk materiale generelt for arbeidspakken, og stedvis bruk av lette masser. Dette arbeidet må tilpasses i anleggsfasen for å ta hensyn til lokale variasjoner langs traséen.

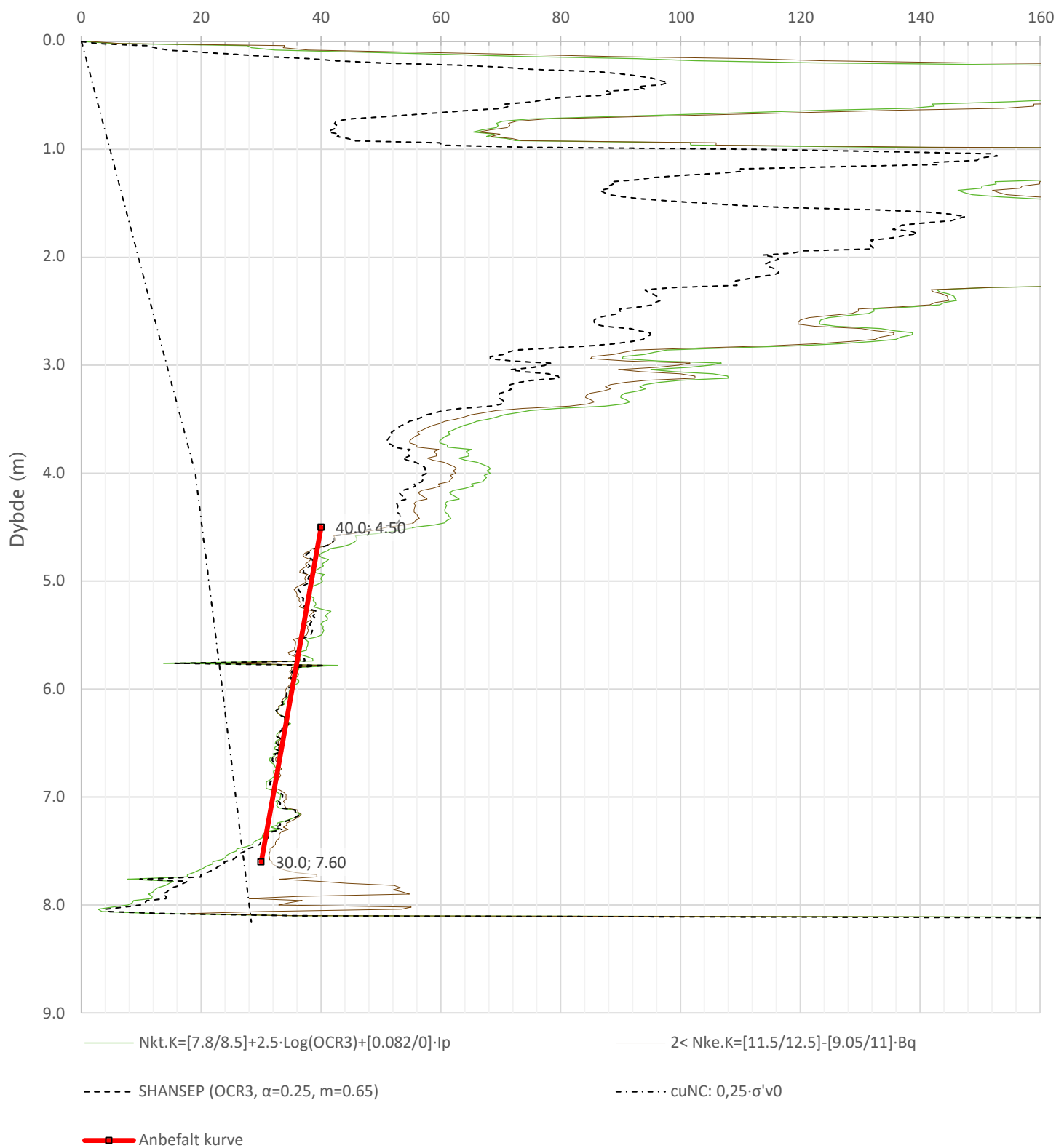
## 7 Referanser


- [1] Norconsult AS, «Designbasis og utformingsnotat,» 2022.
- [2] Multiconsult, «G/S-veg Lauvåsen - Hamresanden,» Kristiansand kommune, Kristiansand, 2007.
- [3] Multiconsult, «Topdalsveien 18-20 Grunnundersøkelser, Rapportnr. 312895-1,» Kristiansand Boligselskap KF, Kristiansand, 2012.
- [4] Norconsult AS, «RAP-09-D: Geoteknisk datarapport,» 2018.
- [5] Statens vegvesen, «Håndbok V220 Geoteknikk i vegbygging,» 2021.
- [6] Statens vegvesen, «Håndbok V221 Grunnforsterkning, fyllinger og skråninger,» 2014.
- [7] V. Thakur, F. Oset, M. Viklund, V. G. Stein-Are Strand, S. Christensen og O. A. Fauskerud, «En omforent anbefaling for bruk av anisotropifaktorer i prosjektering i norske leirer,» NVE, 2014.
- [8] SVV, «Grunnundersøkelse tilknytt prosjektnr. 204941,» 2010.
- [9] Statens vegvesen, «Rapport nr 2010003215-025 "Rv41 GS veg Timenes-Hamresanden",» Fylkesavdeling Vest-Agder, 2011.
- [10] NVE, «NVE Veileder 4/2012: Veileder for fyllingsdammer,» NVE, 2012.
- [11] Glasopor, «Teknisk brosjyre: Glasopor skumglass 10-60. Veiledning i bruk av Glasopor skumglass,» Glasopor.
- [12] NVE, «NVE Veileder 1/2019: Sikkerhet mot kvikkleireskred,» Norges vassdrags- og energidirektorat, Oslo, 2020.



# Vedlegg A

Udrenert aktiv skjærfasthet,  $c_{ucptu}$  (kPa)



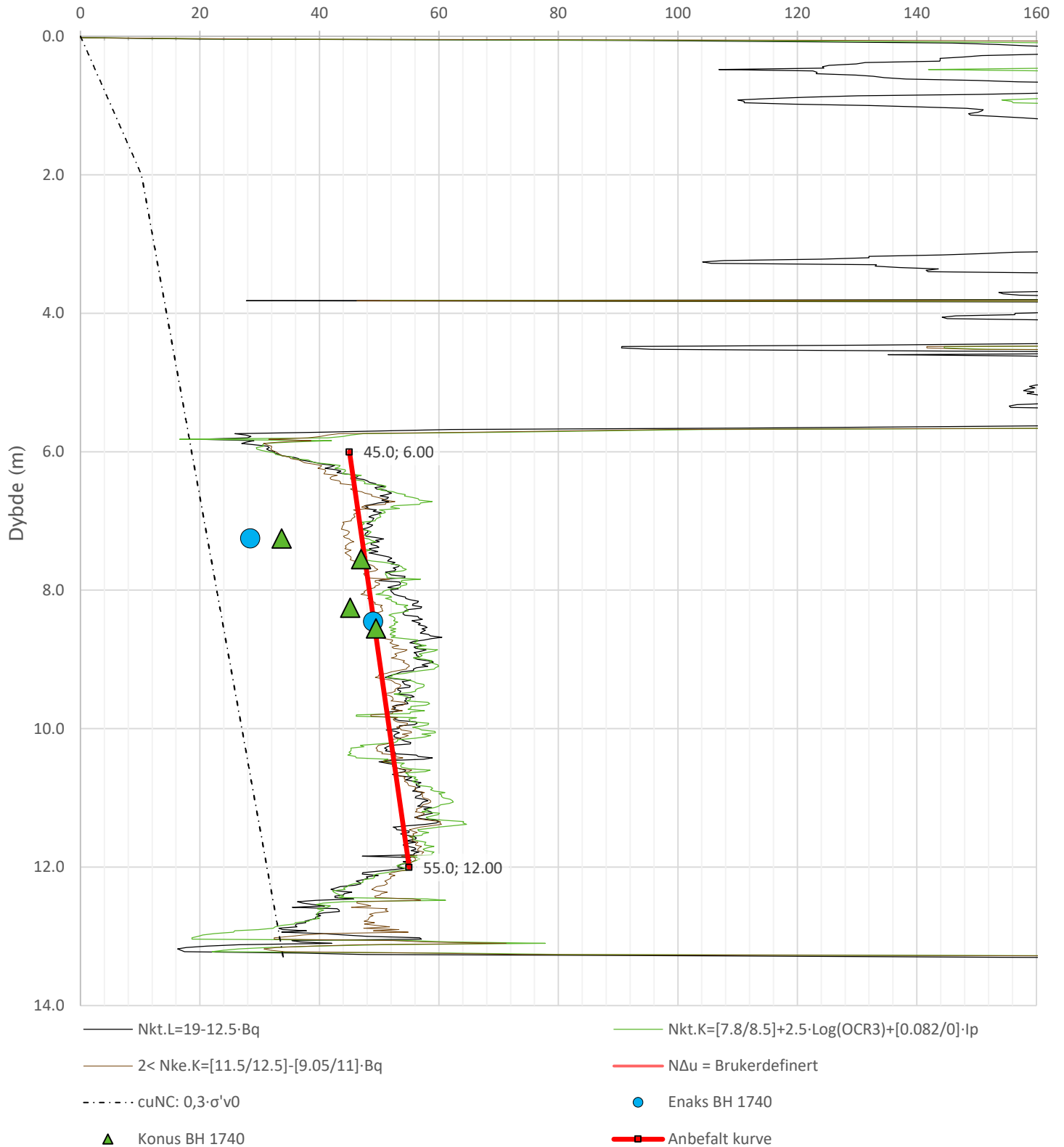
|  |               |   |           |               |           |
|--|---------------|---|-----------|---------------|-----------|
| Prosjekt   |               | Prosjektnummer: 52202724 Rapportnummer: RAP-003 |           | Borhull       | Kote 6,92 |
| <b>Rv.41 Timenes-Hamresanden</b>   |               |   |           | <b>1738</b>   |           |
| Innhold  |               |   |           | Sondenummer   |           |
| Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet  |               |   |           | <b>5564</b>   |           |
| Norconsult  | Utført        | Kontrollert                                     | Godkjent  | Anvend.klasse |           |
|  | AreBer        | AnBra   | CaEsp     | 1             |           |
|  | Oppdragsgiver | Dato sondering                                  | Revisjon  | Figur         |           |
|  | TT Anlegg     | 2023-01-25                                      | Rev. dato | 5             |           |


Anisotropiforhold i figur:

Enaks BH 1740:  $c_{uc}/c_{ucptu} = 0.647$

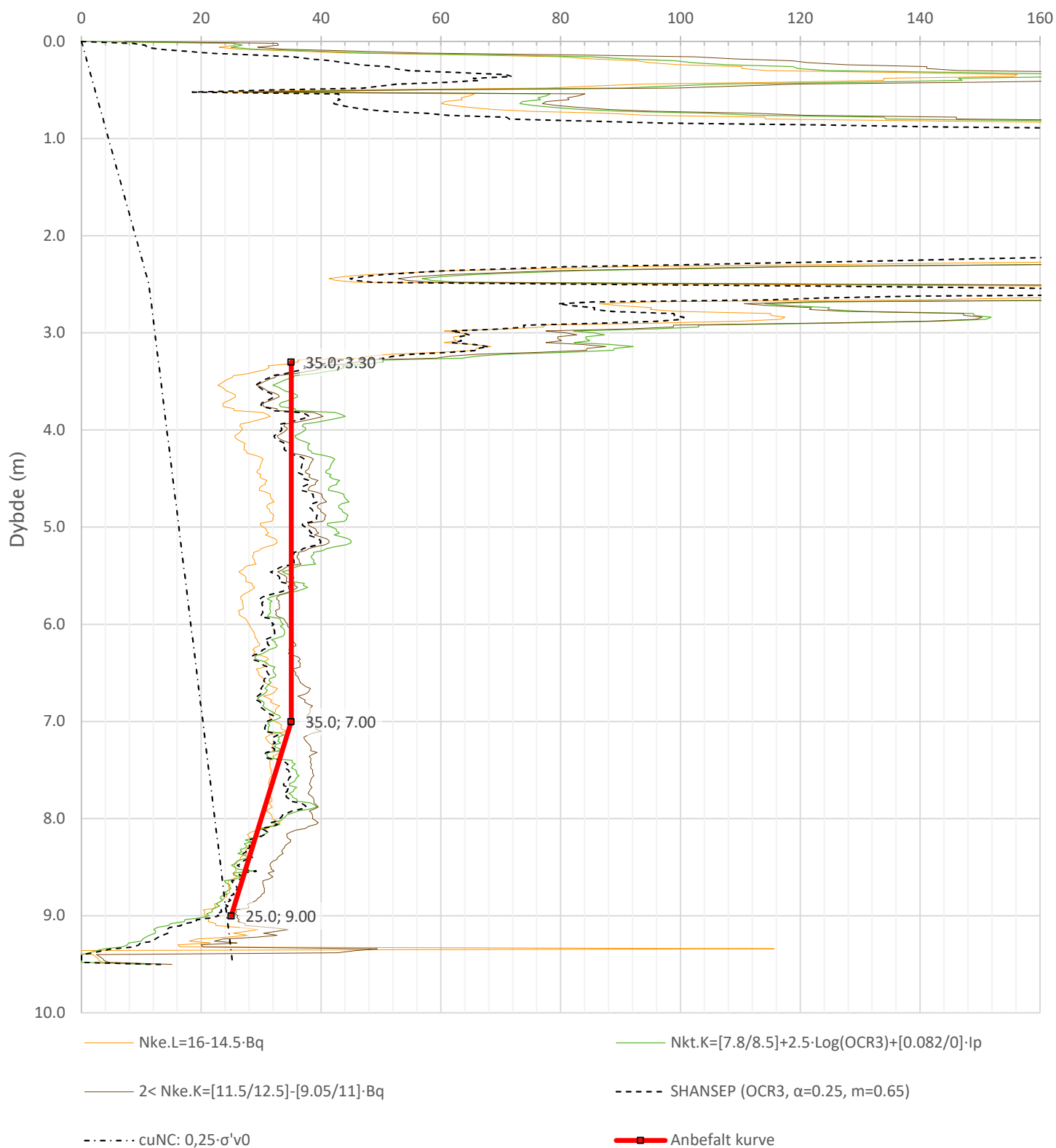
Konus BH 1740:  $c_{ufc}/c_{ucptu} = 0.647$

Udrenert aktiv skjærfasthet,  $c_{ucptu}$  (kPa)



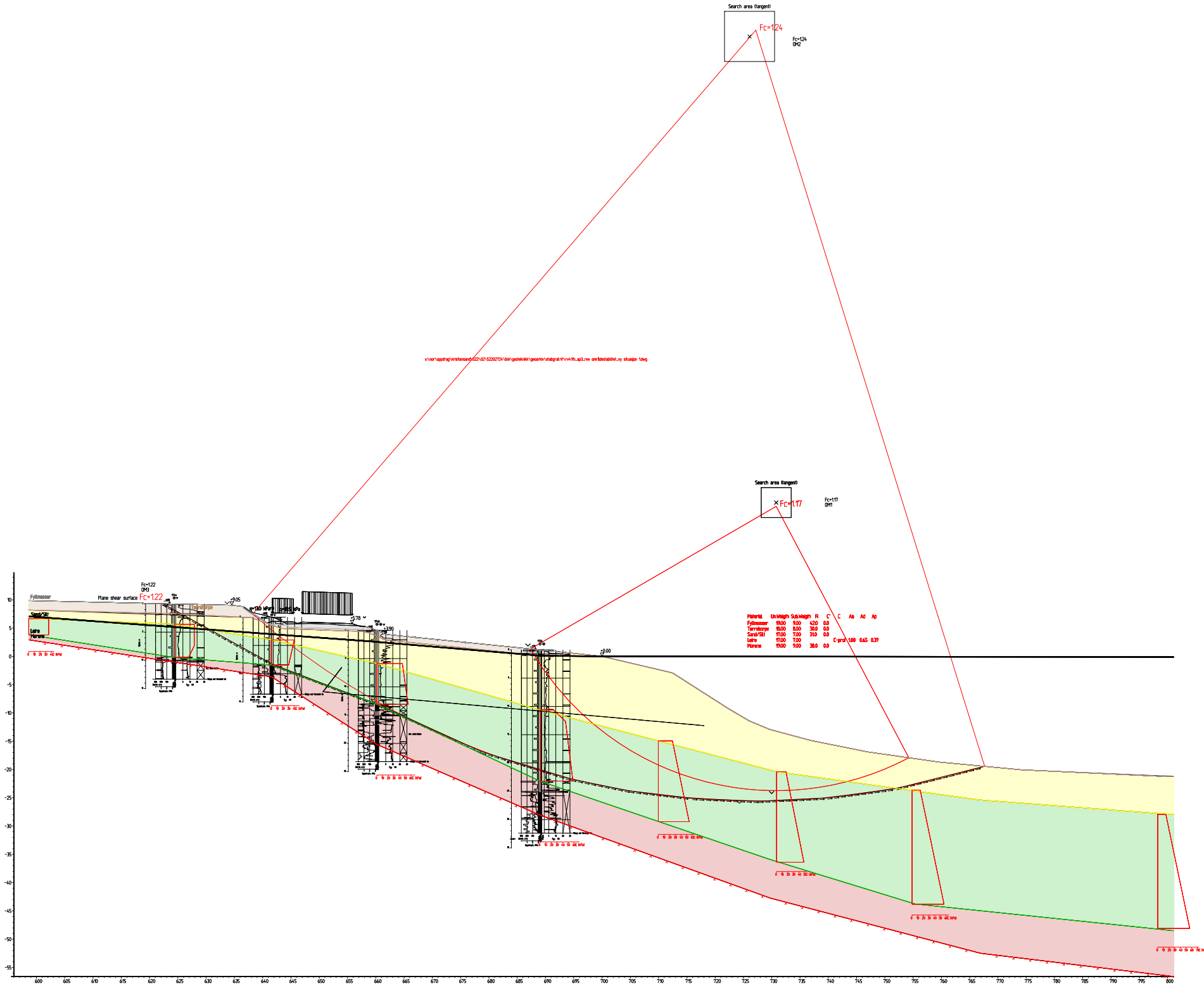
|  |               |   |           |               |             |
|--|---------------|---|-----------|---------------|-------------|
| Prosjekt   |               | Prosjektnummer: 52202724 Rapportnummer: RAP-003 |           | Borhull       | Kote 4,62   |
| <b>Rv.41 Timenes-Hamresanden</b>   |               |   |           | <b>1740</b>   |             |
| Innhold  |               | Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet         |           | Sondennummer  | <b>5564</b> |
| Norconsult  | Utført        | Kontrollert                                     | Godkjent  | Anvend.klasse | <b>1</b>    |
|  | AreBer        | AnBra   | CaEsp     |               |             |
|  | Oppdragsgiver | Dato sondering                                  | Revisjon  | Figur         | <b>5</b>    |
|  | TT Anlegg     | 2022-10-31                                      | Rev. dato |               |             |

Udrenert aktiv skjærfasthet,  $c_{ucptu}$  (kPa)



|  |               |   |           |               |           |
|--|---------------|---|-----------|---------------|-----------|
| Prosjekt   |               | Prosjektnummer: 52202724 Rapportnummer: RAP-003 |           | Borhull       | Kote 8,98 |
| <b>Rv.41 Timenes-Hamresanden</b>   |               |   |           | <b>1744</b>   |           |
| Innhold  |               |   |           | Sondenummer   |           |
| Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet  |               |   |           | <b>5564</b>   |           |
| Norconsult  | Utført        | Kontrollert                                     | Godkjent  | Anvend.klasse | 1         |
|  | AreBer        | AnBra   | CaEsp     |               |           |
|  | Oppdragsgiver | Dato sondering                                  | Revisjon  | Figur         | 5         |
|  | TT Anlegg     | 2023-06-02                                      | Rev. dato |               |           |





|                                   |          |                     |                    |
|-----------------------------------|----------|---------------------|--------------------|
|                                   |          | Tegningsdato        |                    |
| RV41_xx_xx                        |          | Bestiller           | Janicke Nicolaisen |
| Timenes - Hamresanden             |          | Prosjekt for        | Statens vegvesen   |
| Stabilitetsberegning AP3          |          | Produert av         | Norconsult AS      |
| Områdestabilitet for ny situasjon |          | Prosjektnummer      | -                  |
| Udrenert beregning                |          | Prosjektfase        | -                  |
| TOTALENTREPRISE                   |          | Arkivreferanse      | -                  |
| Utarbeidet av                     |          | Målestokk A1-format |                    |
| AreBer                            | AnBrq    | Koordinatsystem     | EUREF89NTM8/INN200 |
| CaEsp                             | 52202724 | Tegningsnummer/     |                    |
|                                   |          | revisjonsboks       |                    |



