

---

RAPPORT

# Gang- og sykkelveg Vollmarka, Melhus

---

OPPDRAGSGIVER  
Melhus kommune

EMNE  
Geoteknisk vurderingsrapport

DATO / REVISJON: 17. januar 2019 / 00  
DOKUMENTKODE: 10206561-RIG-RAP-002

---



Multiconsult

Denne rapporten er utarbeidet av Multiconsult i egen regi eller på oppdrag fra kunde. Kundens rettigheter til rapporten er regulert i oppdragsavtalen. Hvis kunden i samsvar med oppdragsavtalen gir tredjepart tilgang til rapporten, har ikke tredjepart andre eller større rettigheter enn det han kan utlede fra kunden. Multiconsult har intet ansvar dersom rapporten eller deler av denne brukes til andre formål, på annen måte eller av andre enn det Multiconsult skriftlig har avtalt eller samtykket til. Deler av rapportens innhold er i tillegg beskyttet av opphavsrett. Kopiering, distribusjon, endring, bearbeidelse eller annen bruk av rapporten kan ikke skje uten avtale med Multiconsult eller eventuell annen opphavsrettshaver.

## RAPPORT

OPPDRAAG	<b>Gang- og sykkelveg Vollmarka, Melhus</b>	DOKUMENTKODE	10206561-RIG-RAP-002
EMNE	Geoteknisk vurderingsrapport	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAAGSGIVER	<b>Melhus kommune</b>	OPPDRAAGSLEDER	Roar Skulbørstad
KONTAKTPERSON	Marit Ludvigsen Bostrøm	UTARBEIDET AV	Jonas G. Bjørklømark
KOORDINATER	SONE: 32V ØST: 5619 NORD: 701746	ANSVARLIG ENHET	10234011 Geoteknikk Midt
GNR./BNR./SNR.	1708 / 4 / - / Melhus kommune		

## SAMMENDRAG

Melhus kommune er i gang med utarbeidelse av reguleringsplan for gang- og sykkelveg i Vollmarka, hvor det er ønskelig å utvide dagens gang- og sykkelveg langs fv. 708. Den planlagte traséen er omtrent 900 meter lang og består av gang- og sykkelveg mellom Innleggsvegen og Lefstadvegen. Tiltaket er planlagt på sørsiden av fylkesvegen.

Multiconsult Norge AS er engasjert av Melhus kommune for å utarbeide geoteknisk vurderingsrapport i forbindelse med reguleringsarbeidet. I tillegg er det i forbindelse med utførte grunnundersøkelser utarbeidet en datarapport, se rapport nr. 10206561-RIG-RAP-001.

Utførte grunnundersøkelser viser at løsmassene i planområdet i hovedsak består av ett topplag av tørrskorpeleire eller sand/grus med mektighet 0,8-2 m over lagdelt silt og leire. Leira er middels fast til fast. Under Leire/silt indikerer sonderingsresultater sandige og grusige løsmasser. I BP 4 er det registrert ett tynt lag (ca. 0,3-0,4 m mektighet) med sensitiv sandig leirig silt som kommer innenfor definisjonen sprøbruddmateriale iht. NVEs retningslinjer nr. 2/2011 og tilhørende veileder nr. 7/2014.

Basert på funn fra utførte grunnundersøkelser samt områdets topografi og kvartærgeologiske kart antas det at planområdet ligger i sydkanten av en gammel skredgrop. Det er funnet planterester og innslag av humus i opptatte sylindrerprøver. I tillegg viser kvartærgeologiske kart skredkanter i utkanten av det som er antatt å være den gamle skredgropen.

Skråningen sør for fv. 708 er høy og relativt bratt. Høydeforskjellen fra planlagt gang- og sykkelveg og opp til toppen er ca. 45 meter med en gjennomsnittlig terrenghelning omtrent 1:2. Dette fører til behov for stabilitetsberegninger i stabilitetskritisk profil. Foreliggende rapport presenterer resultater fra stabilitetsberegninger i profil 300 langs veglinje 70000.

Følgende klassifisering er valgt for prosjektet:

- Geoteknisk kategori 2
- Konsekvens- og pålitelighetsklasse CC/RC 1
- Kontrollklasse PKK/UKK 1
- Tiltaksklasse 1 iht. Plan- og bygningsloven
- Tiltakskategori K1 iht. NVE veileder nr. 7/2014
- Grunntype C for vurdering av seismisk påvirkning

Beregningsresultatene viser at planlagt veglinje medfører redusert sikkerhet for skråningen. Det er ikke mulig å unngå forverring av sikkerheten dersom man har skjæringer inn i skråningen sør for fv. 708. Det tilrås derfor å heve veglinja, slik at skjæringer unngås. Gang- og sykkelvegen vil da fungere som en stabiliserende fylling i bunn av skråningen.

			JONASBJ	arv	arv
00	17.01.2019	Vurderingsrapport for gang- og sykkelveg	Jonas G. Bjørklømark	Arne Vik	Arne Vik
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV

## INNHOLDSFORTEGNELSE

<b>1</b>	<b>Innledning .....</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>Grunnlag .....</b>	<b>6</b>
2.1	Grunnundersøkelser .....	6
2.2	Øvrig grunnlag .....	6
<b>3</b>	<b>Topopgrafi og grunnforhold .....</b>	<b>7</b>
3.1	Områdebeskrivelse .....	7
3.2	Løsmasser .....	7
3.3	Poretrykk og grunnvann .....	10
<b>4</b>	<b>Sikkerhetsprinsipper .....</b>	<b>11</b>
4.1	Prosjekteringsforutsetninger .....	11
4.2	Geotekniske problemstillinger .....	11
<b>5</b>	<b>Stabilitetsberegninger .....</b>	<b>12</b>
<b>6</b>	<b>Geotekniske vurderinger .....</b>	<b>13</b>
6.1	Generelt .....	13
6.2	Områdestabilitet .....	14
6.3	Gang- og sykkelveg .....	14
6.4	Støttemurer .....	14
6.5	Heving av veglinje .....	15
6.6	Risiko for sig og overflateglidninger .....	16
6.7	Generelle retningslinjer for graving og fylling .....	16
6.8	Naboforhold .....	16
<b>7</b>	<b>Kritiske momenter .....</b>	<b>18</b>
<b>8</b>	<b>Referanser .....</b>	<b>19</b>

## TEGNINGER

10206561-RIG-TEG-	260	Profil 300, udrenert skjærfasthet fra SHANSEP-analyse
	600.11	Tverrprofil, veglinje 70000, profil 300
	800	Profil 300, stabilitetsberegninger, før tiltak (eksisterende terreng)
	801	Profil 300, stabilitetsberegninger, etter tiltak (med GS-veg)

## VEDLEGG

Vedlegg A – Prosjekteringsforutsetninger

Vedlegg B – Materialparametere

Vedlegg C - Stabilitetsberegninger

## 1 Innledning

Melhus kommune er i gang med utarbeidelse av reguleringsplan for gang- og sykkelveg i Vollmarka, langs fylkesveg 708. Gang- og sykkelvegen er planlagt som en forlengelse av eksisterende gang- og sykkelveg, fra Innleggsvegen til Lefstadvegen. Planlagt trasé er omtrent 900 meter lang.

Gang- og sykkelvegen er planlagt på sørsiden av fv. 708. Den planlagte traséen medfører både skjæringer og fyllinger samt oppsetting av støttemur. Skråningen sør for planlagt gang- og sykkelveg er både høy og relativt bratt; høydeforskjell ca. 45 m og gjennomsnittlig terrenghelning ca. 1:2.

Multiconsult Norge AS er engasjert av Melhus kommune til å utføre geoteknisk vurdering av området i forbindelse med planlagt gang- og sykkelveg i Vollmarka. Foreliggende rapport presenterer vurderinger knyttet til stabilitet av skråninger langs planlagt gang- og sykkelveg, retningslinjer for gravearbeider og prosjekteringsforutsetninger.

Noen av de mest kritiske geotekniske problemstillinger er som følger:

- Stabilitet av skråninger
- Støttemur – differansesetninger på nabobygg og -konstruksjoner

Utførte grunnundersøkelser er presentert i datarapport for grunnundersøkelser, se rapport nr. 10206561-RIG-RAP-001 /17/.

## 2 Grunnlag

### 2.1 Grunnundersøkelser

Multiconsult har utført grunnundersøkelser i planområdet i forbindelse med planlagt tiltak for gang- og sykkelveg i Vollmarka. Resultatene fra felt- og laboratorieundersøkelser er gitt i datarapport for grunnundersøkelser, se rapport nr. 10206561-RIG-RAP-001 /17/. Rambøll og Statens vegvesen har også utført grunnundersøkelser i nærheten av planområdet, resultatene fra deres undersøkelser er oppsummert og delvis innarbeidet i datarapporten.

### 2.2 Øvrig grunnlag

I tillegg til geotekniske rapporter er følgende tegninger/dokumenter lagt til grunn for de vurderinger som er gjort.

Tabell 2-1: Grunnlagsdokumenter

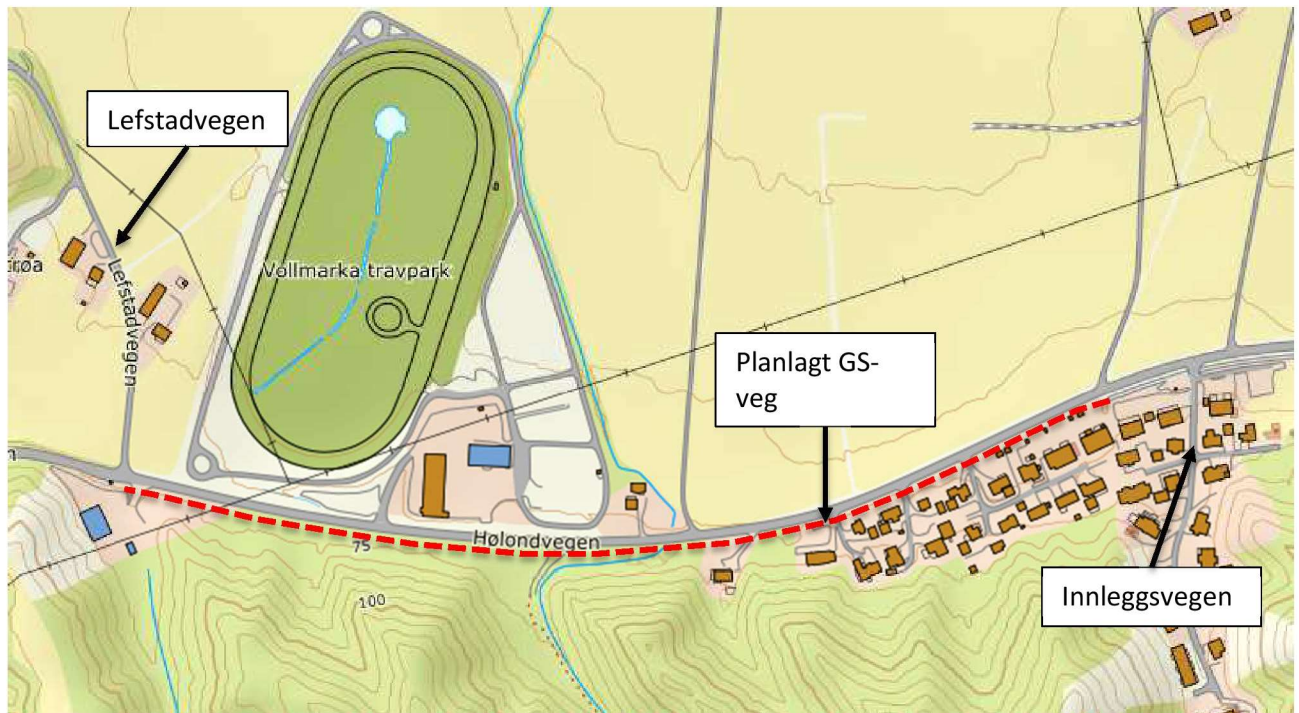
Tegning/dokument	Tittel/kommentar	Datert
Planskisse	Gang og sykkelveg Vollmarka. Utarbeidet av Melhus kommune	02.03.2018
Quadri-modell	Inntegnet veglinje 70000. Utarbeidet av Norconsult	-
6100269-R02	Grunnundersøkelser Benna – Heimdal. Utarbeidet av Rambøll	06.08.2010
Ud 800 D r01	Grunnundersøkelser Vollmarka travbane, datarapport. Utarbeidet av Statens vegvesen	14.02.2005
T_geom	Inntegnet veglinje 70000. Utarbeidet av Norconsult	-
T_U	Tverrprofiler av veglinje 70000. Utarbeidet av Norconsult	-
Brev fra NVE (201833897-2)	NVEs innspill til varsel om oppstart – Detaljreguleringsplan for Vollmarka gang- og sykkelveg, Fv 708 – PlanID 2018006 – Melhus kommune	16.05.2018

Som høydereferanse i prosjektet er det benyttet NN2000.

### 3 Topografi og grunnforhold

#### 3.1 Områdebeskrivelse

Planområdet for gang- og sykkelveg i Vollmarka ligger på vestsiden av Gaula, langs fylkesveg 708; fra Innleggsvegen og til Lefstadvegen. Strekningen er omtrent 900 meter lang. Nord for fylkesveg 708 ligger Vollmarka travpark. Planområdet er vist i Figur 3-1, med planlagt gang- og sykkelveg i rødt.



Figur 3-1 Oversiktskart for området ved Vollmarka /18/

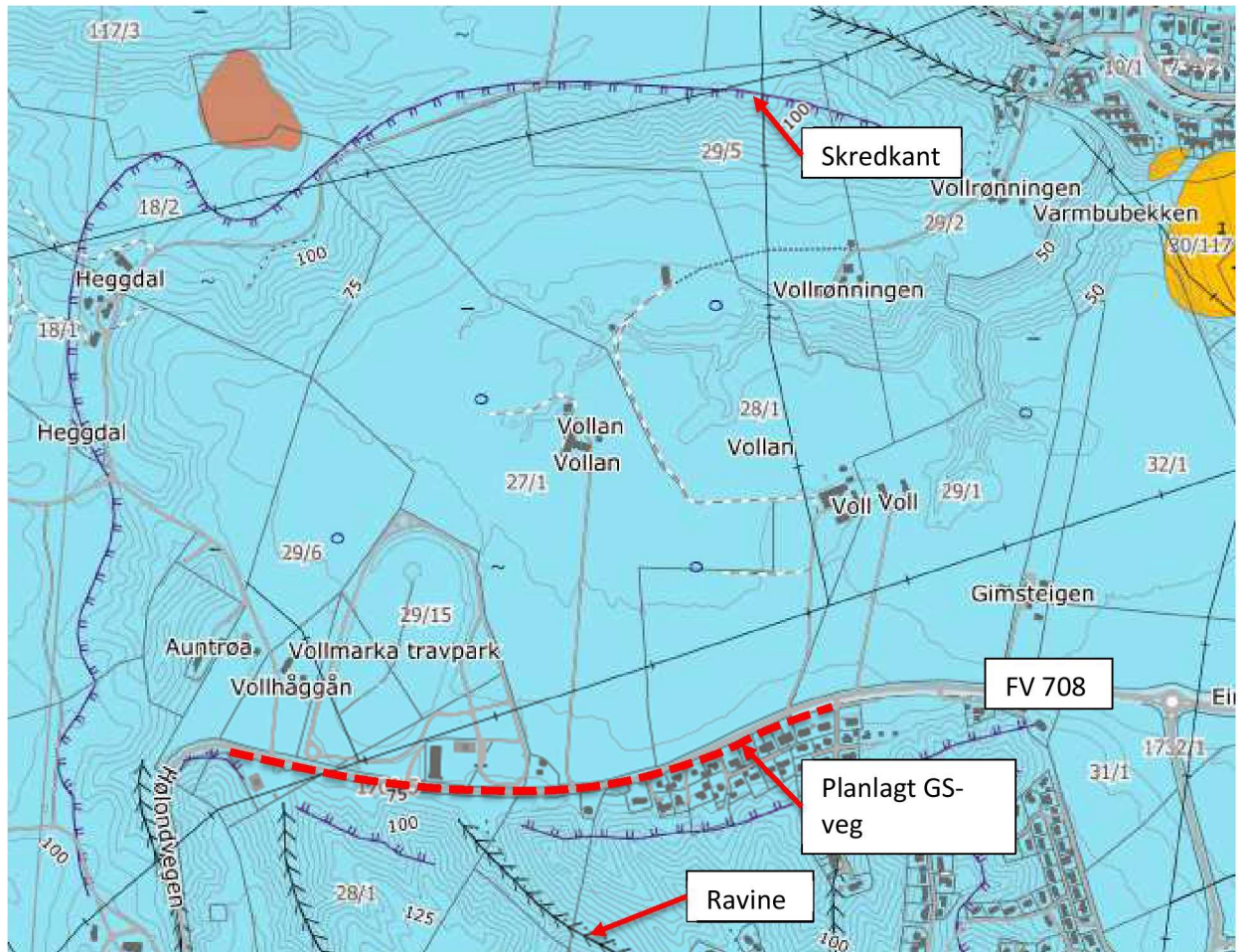
Planlagt trasé er vist i rødt på Figur 3-1. Terrenget for planlagt trasé ligger mellom kote +69 og kote +76.

Nord for planområdet heller terrenget mot nord, med en helning omtrent 1:30. Dette relativt flate området er trolig restene etter ei gammel skredgrop. Her ligger arealer som benyttes til jordbruk samt Vollmarka travpark med tilhørende bygninger og infrastruktur.

Sør for planlagt trasé ligger en nordvendt åsside med stigning 1:2 fra fylkesvegen og oppover mot Brekkåsen, sør for planområdet. Brekkåsen ligger på ett platå på ca. kote +130 til +140. Terrenget er ravinert med flere ravinedaler. Høydeforskjellen mellom fv. 708 og høyeste punkt på platået er ca. 60 meter.

#### 3.2 Løsmasser

Kvartærgeologisk kart angir at løsmassene i planområdet, og området rundt, består av tykk havavsetning (se Figur 3-2). Dette tyder ofte på løsmasser av silt/leire. Det bemerkes at kvartærgeologiske kart kun er basert på grunne prøver av løsmassene. Følgelig kan løsmassene i dybden bestå av andre masser.



Figur 3-2 Kvartærgeologisk kart fra NGU /19/

Som man ser fra kvartærgeologisk kart er det flere ravinedaler i nærheten av planområdet. Videre er det også flere skredkanter i området. Dette antyder at planområdet er en del av en tidligere, større rasgrop.

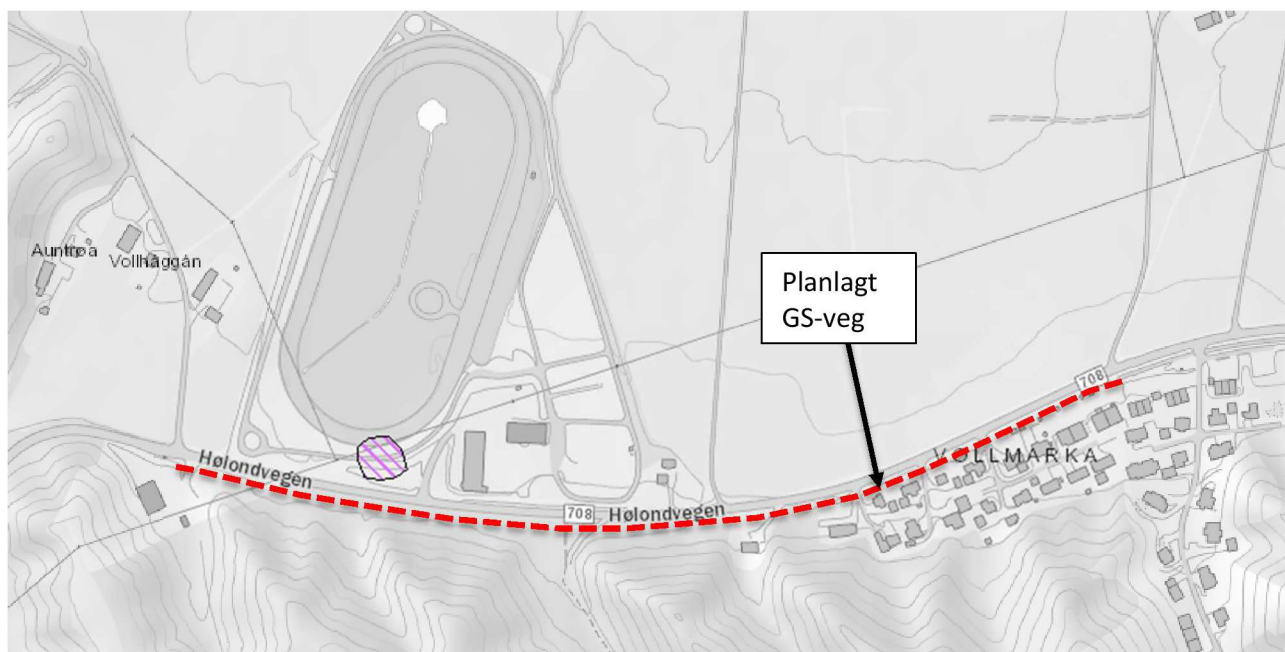
I følge NVE Atlas er det en kvikkleirelomme registrert av Statens vegvesen like i sørenden av travbanen, mellom travbanen og fylkesveg 708, se Figur 3-3.

Nærmeste registrerte kvikkleiresone er nr. 155 Dålagrova, som ligger omtrent 600 meter nordvest for planområdet. Denne sonen har faregrad lav, konsekvens alvorlig og risikoklasse 1. Kvikkleiresone nr. 155 Dålagrova har utløp nordover, i retning Buvika. Mellom kvikkleiresone nr. 155 Dålagrova og Buvika ligger det ytterligere 5 kvikkleiresoner, presentert i Tabell 3-1.

Tabell 3-1: Kvikkleiresoner med utløp mot Buvika

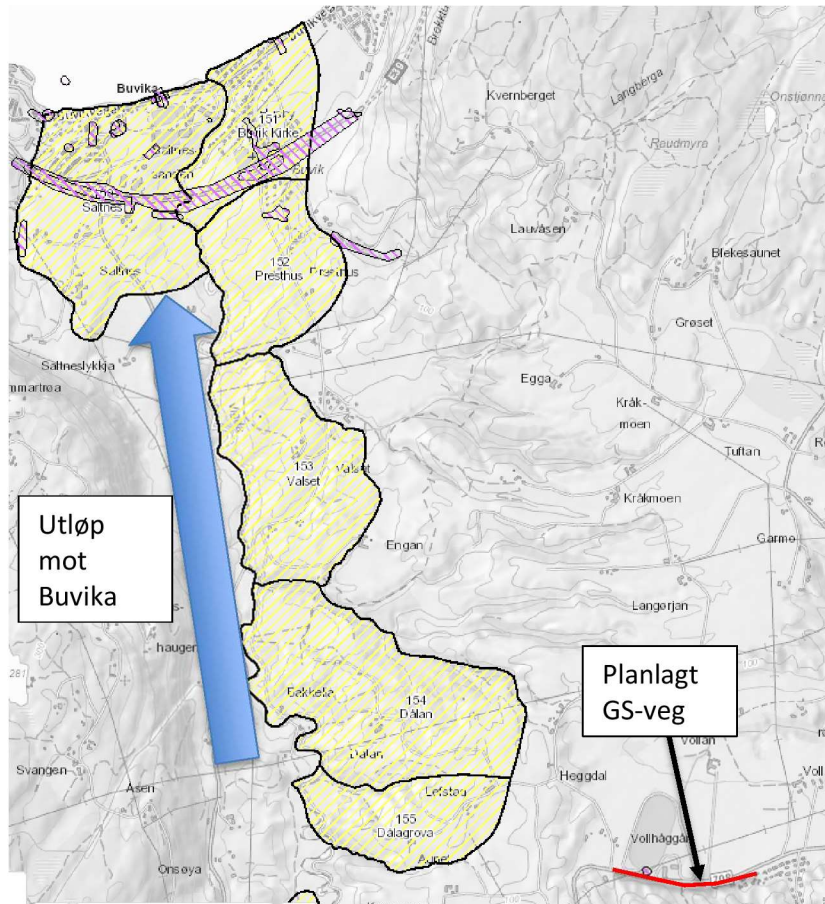
Sone nr.	Navn	Faregrad	Konsekvens	Risikoklasse
150	Saltnes	Lav	Meget alvorlig	3
151	Buvik kirke	Lav	Meget alvorlig	3
152	Presthus	Lav	Meget alvorlig	3

153	Valset	Lav	Alvorlig	2
154	Dålan	Lav	Alvorlig	1



Figur 3-3 Utsnitt av kvikkleirekart – faregrad (kilde: <https://atlas.nve.no/> /20/)

Planområdet ligger sørvest for kvikkleiresone nr. 155 Dålagrova. I tilknytning til denne ligger det også fem andre kvikkleiresoner, som er presentert i Tabell 3-1. Samtlige av disse kvikkleiresonene har sitt utløp i Buvika. Hvordan de er plassert i forhold til hverandre og planområdet vises i Figur 3-4.



Figur 3-4 Kvikkleiresoner med utløp mot Buvika /20/

Utførte grunnundersøkelser viser at løsmassene i planområdet i hovedsak består av et topplag av tørrskorpeleire eller sand/grus med mektighet på 0,8 - 2 m over lagdelt silt og leire. Leira er middels fast til fast. Fra ca. 7 - 10 m under terreng og dypere indikerer sonderingsresultatene sandige og grusige løsmasser.

I BP. 1, 2, og 10 er det registrert fyllmasser av sand/grus/stein over original grunn med mektighet inntil ca. 3 m.

I PR. 4 er det registrert et 0,3 – 0,4 m tynt lag med sensitiv sandig leirig silt som etter NVEs retningslinjer nr. 2/2011 /14/ og tilhørende veileder nr. 7/2014 /15/ defineres som sprøbruddmateriale.

### 3.3 Poretrykk og grunnvann

Det er ikke satt ned piezometer for å måle poretrykk i forbindelse med utførelse av grunnundersøkelser i Vollmarka.

Grunnvannstand er peilet (i borhull) i BP. 4 tirsdag 14.08.2018. Vannstanden var da ca. 0,5 meter under terreng. Det bemerkes at metoden med peiling av grunnvannstand i borhull er noe usikker.

Det må for øvrig påregnes at poretrykksforhold/grunnvannsnivå vil variere med årstider, bl.a. som følge av nedbørsforhold og snøsmelting.

## 4 Sikkerhetsprinsipper

### 4.1 Prosjekteringsforutsetninger

Følgende klassifisering av prosjektet er valgt og grunngitt i Vedlegg A - Prosjekteringsforutsetninger.

- Geoteknisk kategori 2
- Konsekvens- og pålitelighetsklasse CC/RC 1
- Kontrollklasse PKK/UKK 1
- Tiltaksklasse 1 iht. Plan- og bygningsloven
- Tiltakskategori K1 iht. NVE veileder nr. 7/2014
- Grunntype C for vurdering av seismisk påvirkning

### 4.2 Geotekniske problemstillinger

Geotekniske problemstillinger for tiltaket er hovedsakelig relatert til:

- Stabilitet av skråninger
- Støttemur – differansesetninger på nabobygg og -konstruksjoner

## 5 Stabilitetsberegninger

Det er utført stabilitetsberegninger i antatt mest stabilitetskritisk profil langs veglinje 70000. Med grunnlag i topografi, grunnforhold og planlagt terrenginngrep er profil 300 langs veglinje 70000, se tegning nr. 10206561-RIG-TEG-600.11 for tverrprofil av terrenget.

I profil 300 ligger planlagt gang- og sykkelveg omtrent på kote +73. Sør for planlagt trasè ligger en høy og lang skråning i retning Brekkåsen. Høydeforskjellen opp til toppen av denne skråningen er omtrent 45 meter, med en gjennomsnittlig skråningshelning på omtrent 1:2.

Valg av styrkeparametere for stabilitetsberegningene er vist og begrunnet i vedlegg B. Det bemerkes at benyttede udrenerte styrkeparametere i beregningene er justert opp i forhold til opprinnelig tolkning for å oppnå beregningsmessig sikkerhet nær 1,0.

Beregningene er utført både på effektivspennings- ( $\alpha\phi$ -analyse) og totalspenningsbasis (ADP-analyse).

Beskrivelse av utførte stabilitetsberegninger og tilhørende resultater er vist i vedlegg C.

Utskrift av stabilitetsberegninger er vist på tegning nr. 10206561-RIG-TEG-800 og -801.

Resultatene fra stabilitetsberegninger er oppsummert i Tabell 5-1.

*Tabell 5-1 Oppsummering av stabilitetsberegninger profil 300*

Tegning nr. 10206561-	Beregning	Analyse	Sikkerhetsfaktor F
RIG-TEG-800	Før tiltak, uten GS-veg	$\alpha\phi$	1,11
		ADP	0,98
RIG-TEG-801	Etter tiltak, med GS-veg	$\alpha\phi$	1,08
		ADP	0,97

Som resultatene viser er sikkerheten mot brudd svakt lavere etter tiltaket, altså forverring. Iht. NVEs veileder nr. 7/2014 /15/ kan tiltaket kun gjennomføres dersom sikkerheten ikke forverres.

I påfølgende kapittel er det angitt forslag til hvordan man kan oppnå tilfredsstillende sikkerhet for gang- og sykkelveg langs skråningsfoten ved fv. 708.

## 6 Geotekniske vurderinger

### 6.1 Generelt

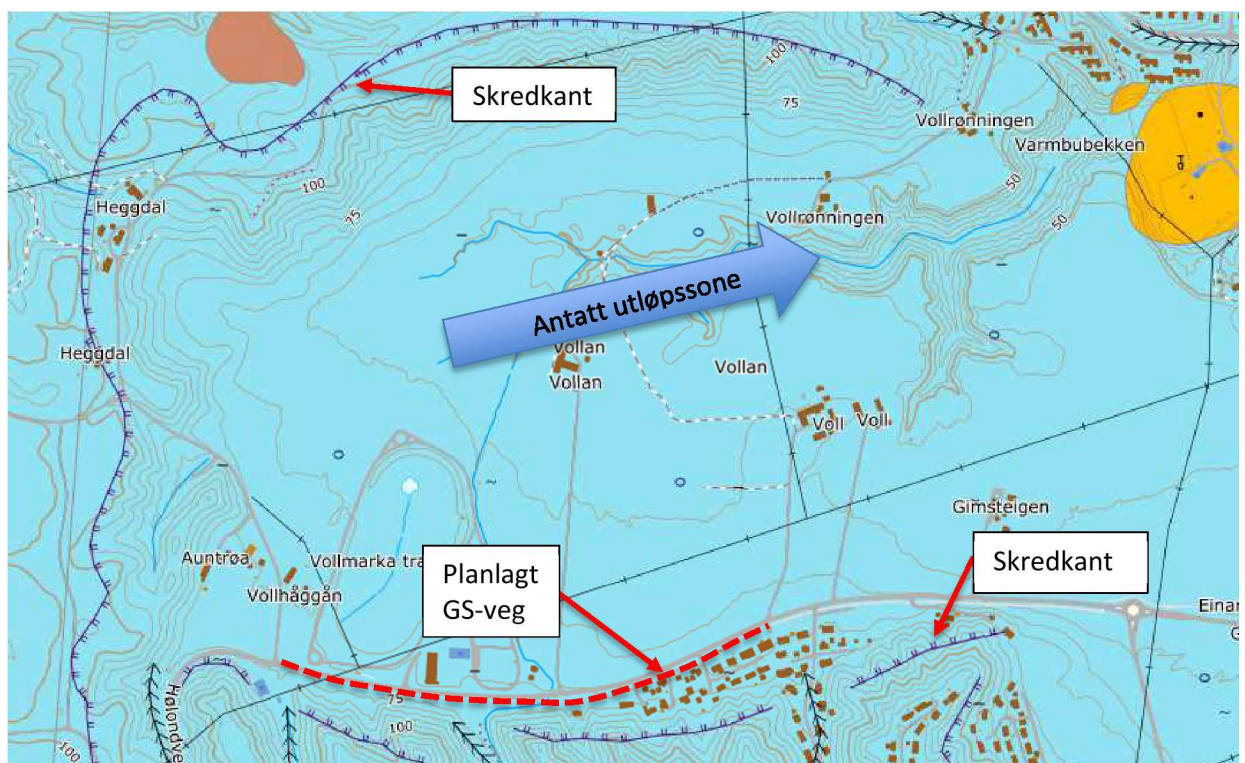
Planlagt gang- og sykkelveg skal være en forlengelse av eksisterende gang- og sykkelveg langs fv. 708 i Vollmarka, Melhus. Utsnitt av planskisse for området er vist i Figur 6-1, planlagt gang- og sykkelveg er vist i rødt. Strekningen er omtrent 900 meter lang.



Figur 6-1 Utsnitt av planskisse utarbeidet av Melhus kommune, datert 02.03.2018

Det antas at området nord for fv. 708 er en del av ei gammel skredgrop. Antakelsen er basert på funn av planterester og humus i opptatte prøver samt topografi og informasjon fra kvartærgeologisk kart.

Antatt gammel skredgrop og dens antatte utløpssone langs Varmbubekken er vist i Figur 6-2.



Figur 6-2 Antatt gammel skredgrop og utløpssone

## 6.2 Områdestabilitet

Utførte grunnundersøkelser har påvist ett 0,3-0,4 m tynt lag med sensitiv sandig leirig silt som kommer innenfor definisjonen sprøbruddmateriale iht. NVEs retningslinjer nr. 2/2011 /14/ og tilhørende veileder nr. 7/2014 /15/.

Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE) har kommet med innspill til varsel om oppstart for detaljreguleringsplan for gang- og sykkelvegen i Vollmarka. Deres innspill påpeker nærheten til kvikkleiresone nr. 155 Dålagrova og kvikkleirelomme registrert av Statens vegvesen.

Som vist i Figur 3-2 er det på kvartærgeologisk kart fra NGU markert flere skredkanter i nærheten av området, som kan tyde på at planområdet ligger i ytterkanten av ei gammel skredgrop. Dette underbygges av funn av planterester og innslag av humus fra opptatte sylinderprøver /17/. Noe innslag av humus er registrert i dybde 5,45 meter i BP 4, som tyder på at løsmassene kan ha blitt omrørt som følge av et tidligere ras.

Iht. retningslinjer i NVEs veileder nr. 7/2014 /15/ kan man som følge av at tiltaket anses som ett trafiksikkerhetstiltak, gå ut i fra at områdestabiliteten ikke skal forverres som følge av tiltaket.

Basert på utførte stabilitetsberegninger vil det med tanke på områdestabiliteten ikke være mulig å oppnå tilstrekkelig sikkerhet for planlagt gang- og sykkelveg. Vi tilrår derfor å løfte veglinjen til et slikt nivå at man unngår å ha skjæringer i skråningen.

Eventuelt kan det vurderes å flytte gang- og sykkelvegen til nordsiden av fv. 708 for å unngå både skjæringer og fyllinger direkte inntil skråningen.

## 6.3 Gang- og sykkelveg

For å kunne etablere gang- og sykkelvegen etter planlagt trasé vil det være nødvendig med både skjæringer og fyllinger langs skråningsfoten. Tiltaket er tenkt å ligge på samme nivå som eksisterende fylkesveg, men vil noen steder fravike for å unngå for store skjæringer inn i skråningen sør for fv. 708.

Veglinjen, slik den er planlagt, vil føre til mindre skjæringer og fyllinger i løsmassene. Vegfyllinger tilrås bygd opp med sprengstein, pukk eller grus. Mellom sprengstein/pukk/grus og mineralsk grunn tilrås det å legge separasjonsduk for å hindre inntrengning av finkornige masser.

Alle vegfyllinger må bygges opp lagvis og komprimeres iht. normal komprimering etter tabell 2 i NS3458 med to ekstra overfarter. Vegfyllinger oppbygd av grus kan etableres med helning 1:2. Dersom det er ønskelig med brattere helning, kan helning 1:1,5 benyttes ved bruk av sprengstein som fyllingsmateriale.

Vurderinger i foreliggende rapport gjelder for den planlagte traséen (veglinje 70000). Dersom endringer i trasé medfører endringer for skjæringer og fyllinger, tilrås det å rådføre med geotekniker.

## 6.4 Støttemurer

I forbindelse med etablering av planlagt gang- og sykkelveg vil det langs traséen bli nødvendig å sette opp støttemur på sørsiden, mot noen av de tilstøtende eiendommene. Støttemuren vil ha til hensikt å gi tilfredsstillende stabilitet uten å gjøre store terrenginngrep.

Å etablere støttemur langs planlagt gang- og sykkelveg er ansett som gjennomførbart, men det tilrås at denne prosjekteres av geotekniker. Ved etablering av støttemur er det viktig at dimensjoneringen er gjort korrekt, slik at man unngår utglidninger av muren som videre kan føre til skader på nabobygg/-konstruksjoner. Materialer til anvendelse og metode for utførelse må tilpasses de grunnforhold, topografien og øvrige forhold på planområdet.

Grunneiere/beboere på tilstøtende eiendommer er kritiske til denne løsningen med tanke på bl. a. stabilitet og setningsskader på eiendom/bygningsmasse. I kap. 6.8 er det angitt forslag til hvordan man kan overvåke eventuelle setninger i anleggsperioden.

## 6.5 Heving av veglinje

Dersom veglinjen heves unngår man skjæringer i skråningen, men noen konflikter vil også oppstå.

På strekningen mellom profil 70-120 vil det være noe problematisk å løfte gang- og sykkelvegen med tanke på stigning, høyde mot eksisterende avkjørsel samt at man ønsker å minimere terrenginngrepet på næringseiendommen (gnr/bnr 29/13, tilhørende Ekren Maskin).

På sørsiden av fylkesvegen på denne strekningen ligger det i dag ett oppfylt område som benyttes til lagring/parkering av Ekren Maskin. I forbindelse med etablering av denne plassen er det allerede satt opp en støttemur mot skråningen samt fylt opp mot fv. 708, se Figur 6-3.



*Figur 6-3 Profil 70-120: parkering/lagringsplass ved Ekren Maskin /23/*

Å etablere en støttemur vil kreve dypere utgraving enn hva som i utgangspunktet var planlagt. Dette vil trolig forverre stabiliteten av skråningen og eksisterende støttemur ved Ekren Maskin. Bygging av ny støttemur på denne strekningen frarådes derfor.

Vi tilrår at det kan etableres skjæring på strekningen (profil 70-120). Skjæring kan tillates på denne strekning da skjæringen vil gå inn i ett flatt, oppfylt område med støttemur i bakkant. Dette forutsetter da at veglinjen legges med stigning fra profil 70 til profil 120, slik at man i profil 120 kommer opp på nivå for hevet veglinje. Dette for å minimere terrenginngrepet og omfanget av skjæringer.

Det bemerkes at det i detaljregulering av tiltaket må foretas en vurdering av stabiliteten tilknyttet støttemuren ved området for lagring/parkering hos Ekren Maskin. I tillegg må støttemurens fundamentering undersøkes og dokumenteres. Det er risiko for reduksjon av bæreevne ved graving tett inntil støttemuren, hvilket kan gjøre det nødvendig med ombygging.

## 6.6 Risiko for sig og overflateglidninger

Åssiden like sør for planområdet består av løsmasser som kan vise seg å være problematiske med tanke på sig og glidninger i terrengoverflaten. For å redusere risikoen for sig og overflateglidninger tilrås det å etablere steinfylte grøfter med sprengstein/grovpukk nedover skråningen, fra skråningstopp. Dette bidrar til drenering av skråningen og gir dermed økt stabilitet.

Videre bemerkes det at skråninger av slik art kan være utsatt for erosjonsskader. Risikoen for dette kan reduseres ved å sørge for at skog og vegetasjon i skråningen ivaretas. Steinfylte grøfter vil også lede vannet unna og bidra til å redusere eventuelle erosjonsskader.

## 6.7 Generelle retningslinjer for graving og fylling

Midlertidige graveskråninger bør ikke etableres brattere enn 1:1 for skråningshøyder inntil 2 m. For skråningshøyder inntil 3 m bør disse ikke etableres brattere enn 1:1,5. Dersom brattere skråning kreves for å gjennomføre utgravinga, bør det vurderes særskilte tiltak. Dette gjelder også hvis det påtreffes vannførende lag. Skråningstoppene skal ikke trafikkeres/belastes nærmere enn 4 m fra skråningskanten.

Trafikking av ferdig utgravd planum er ikke tillatt, da dette kan medføre omrøring av masser. Dersom planum trafikkeres og fører til omrøring av massene, tilrås det å masseutskifte ned til urørte masser med lagvis utlagte og komprimerte kvalitetsmasser. Det legges separasjonsduk mellom original grunn og tilbakefylte masser.

Alle fyllinger må bygges opp lagvis og komprimeres iht. normal komprimering etter tabell 2 i NS 3458 med to ekstra overfarter.

Matjord og humusholdig masser under fundamenter for bygg, vegfyllinger og armert fylling må fjernes. All oppfylling må skje på telefri grunn, eventuelt må telelag fjernes.

Permanente skjæringer i løsmasser tilrås etablert med helning 1:2,5. Graving for uttak av skjæringer og nedplanering av terreng skal starte fra prosjektert skjæringstopp og graves med angitt skråningshelning. Uttak av skjæringer må av stabilitetshensyn ikke utføres med midlertidig brattere skråningshelninger.

## 6.8 Naboforhold

Ved bygg- og anleggsarbeid i bebygde strøk er det ofte risiko for skader på eksisterende nabobygg og infrastruktur.

Planlagte anleggsarbeider vil medføre skjæringer stabilitetskritisk skråning samt oppsetting av støttemur mellom planlagt gang-sykkelveg og eiendommer beliggende langs fv. 708.

Anleggsarbeidene kan gi setninger på eksisterende nabobygg- og konstruksjoner. Skader som kan oppstå på grunn av differansesetninger er vanligvis riss og sprekker i gulv, vegger eller fundamenter. Følgende tiltak tilrås iverksatt i anleggsfasen for kontroll/reduksjon av risiko for setningsskader på utvalgte nabobygg- og konstruksjoner:

- Bygningsbesiktigelse/tilstandsregistrering av nabobygg før byggestart (foto-/videodokumentasjon)
- Etablering av setningsbolter på utvalgte nabobygg/-konstruksjoner

Det forutsettes at måleprogram utarbeides og at setningsbolter måles jevnlig under hele anleggsperioden. Det er viktig at setningsbolter på utvalgte nabobygg etableres i god tid før

byggstart og at det tas 2-3 målinger før oppstart av grunnarbeider for etablering av ett sikkert referansenivå.

Langs deler av traseen ligger det per dags dato VA-ledninger. Disse må påvises ved gravearbeider slik at man unngår ledningsbrudd/skader på ledningene under graving.

## 7 Kritiske momenter

Ved gravearbeider er det viktig at sikkerheten for de som utfører arbeidene prioriteres. De graveskråningene som er gitt i teksten ovenfor er veiledende, og nødvendig skråningshelning for grøftene må vurderes fortløpende mens gravearbeidene pågår, da dette avhenger av grunnvannstand og lokale variasjoner i grunnforholdene.

De største risikomomentene knyttet til utførelsen av arbeidene er:

- Unøyaktig grave- og fyllingsarbeid
- Stabilitet av midlertidige graveskråninger
- Graving under grunnvannstanden

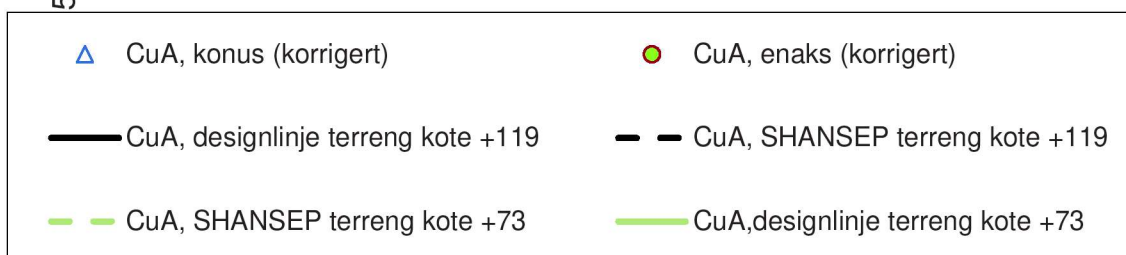
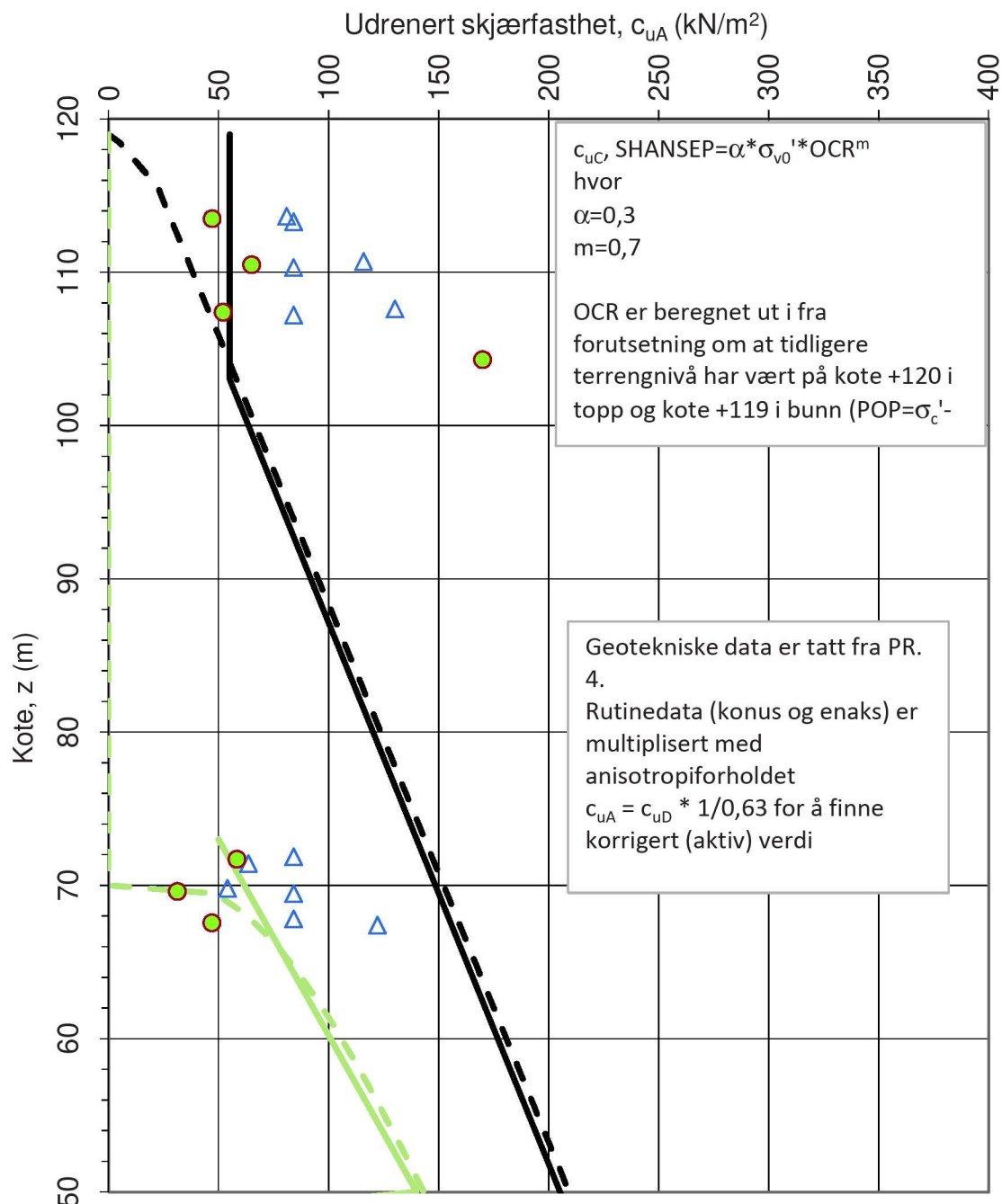
Alle stabilitetskritiske grunnarbeider må følges opp nøye med jevnlig kontroll og registreringer for å påse at forutsetninger i prosjektering blir fulgt.

Dersom det i senere planfase gjøres endringer av geometri for gang- og sykkelvegen, som medfører endringer av fyllinger og skjæringer, må dette vurderes av geotekniker.

## 8 Referanser

- /1/ Kommunal- og moderniseringsdepartementet (2008), Lov om planlegging og byggesaksbehandling (plan- og bygningsloven), LOV-2008-06-27-71. Sist endret 01.01.2018
- /2/ Kommunal- og moderniseringsdepartementet (2017), Forskrift om tekniske krav til byggverk (Byggeteknisk forskrift), FOR-2017-06-19-840. Sist endret 01.01.2018
- /3/ Direktoratet for byggkvalitet (2017) Veiledning om tekniske krav til byggverk. Datert 15.09.2017
- /4/ Kommunal- og moderniseringsdepartementet (2010) Forskrift om byggesak (byggesaksforskriften), FOR-2010-03-26-488. Sist endret 01.01.2018
- /5/ Direktoratet for byggkvalitet (2016) Veiledning om byggesak. Publikasjonsnummer: HO-1/2011. Datert 04.08.2016
- /6/ Standard Norge (2016). Eurokode 0: Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner. NS-EN 1990:2002+A1:2005+NA:2016
- /7/ Standard Norge (2016), Eurokode 7: Geoteknisk prosjektering - Del 1: Allmenne regler. NS-EN 1997-1:2004+A1:2013+NA:2016
- /8/ Standard Norge (2016), Eurokode 7: Geoteknisk prosjektering - Del 2: Regler basert på grunnundersøkelser og laboratorieprøver. NS-EN 1997-2:2007+NA:2008
- /9/ Standard Norge (2014), Eurokode 8: Prosjektering av konstruksjoner for seismisk påvirkning - Del 1: Allmenne regler, seismiske laster og regler for bygninger. NS-EN 1998-1:2004+A1:2013+NA:2014
- /10/ Standard Norge (2014), Eurokode 8: Prosjektering av konstruksjoner for seismisk påvirkning - Del 5: Fundamenter, støttekonstruksjoner og geotekniske forhold. NS-EN 1998-5:2004+NA:2014
- /11/ Statens vegvesen (2014), Håndbok V220 Geoteknikk i vegbygging, juni 2014
- /12/ Statens vegvesen (2014), Håndbok V221 Grunnforsterkning, fyllinger og skråninger, juni 2014
- /13/ Standard Norge (2015) Ledelsessystemer for kvalitet - Krav (ISO 9001:2015). NS-EN ISO 9001:2015
- /14/ Norges vassdrags- og energidirektorat (2011), NVEs retningslinjer nr. 2/2011, Flaum- og skredfare i arealplanar, revidert 22. mai 2014
- /15/ Norges vassdrags- og energidirektorat (2014), NVEs veileder nr. 7/2014, Sikkerhet mot kvikkleireskred, datert april 2014
- /16/ Arbeids- og sosialdepartementet (2018), Forskrift om utførelse av arbeid, bruk av arbeidsutstyr og tilhørende tekniske krav (forskrift om utførelse av arbeid), FOR-2011-12-06-1357. Sist endret i forskrift FOR-2017-12-20-2354 fra 01.01.2018
- /17/ Multiconsult Norge AS (2018), «10206561-RIG-RAP-001 Gang- og sykkelveg Vollmarka, Melhus. Datarapport grunnundersøkelser», datert 28.09.2018.
- /18/ Kartverket, Norgeskart. [www.norgeskart.no](http://www.norgeskart.no)
- /19/ Norges Geologiske Undersøkelse (NGU), løsmassekart. <http://geo.ngu.no/kart/losmasse/>

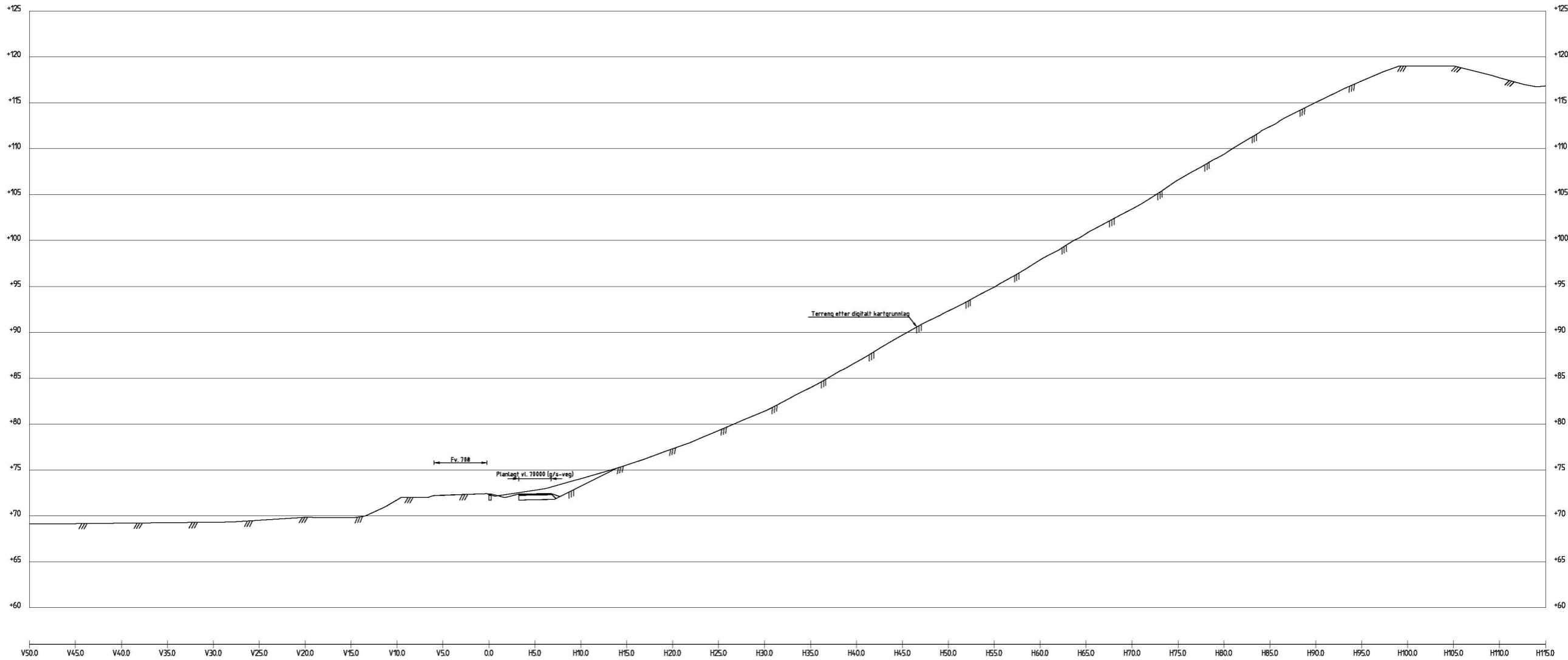
- /20/ Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE), NVE Atlas. <https://atlas.nve.no/>
- /21/ Karlsrud, K. (2003). «Tolkning og fastlegging av jordparametere. Karakteristisk jordprofil.» NGF-kurs: Stabilitetsanalyser av skrånninger, skjæringer og fyllinger, innlegg 4.1. 20.-22. mai 2003, Hell.
- /22/ Norges vassdrags- og energidirektorat (2014), NVEs rapport nr. 14/2014, En omforent anbefaling for bruk av anisotropifaktorer i prosjektering i norske leirer, datert januar 2014
- /23/ Google (2018). Google Maps Street View, bilde tatt april 2010




Valgte SHANSEP-faktorer  
 $\alpha$  valgt: 0,3  
 $m$  valgt: 0,7

Oppdragsgiver: <b>Melhus kommune</b>		Oppdrag: <b>Gang- og sykkelveg Vollmarka, Melhus</b>		Tegningens filnavn: SHANSEP Profil 300.xlsx	
PROFIL 300 Aktiv udrenert skjærfasthet C <sub>uA</sub> , verdier fra SHANSEP-analyse.				<b>Multiconsult</b>	
<b>MULTICONSULT NORGE AS</b>	Dato: 23.10.2018	Tegnet: JONASBJ	Kontrollert: ARV		Godkjent: ARV
	Oppdrag nr.: 10206561	Tegning nr.: RIG-TEG-260	Versjon:		Revisjon: 0

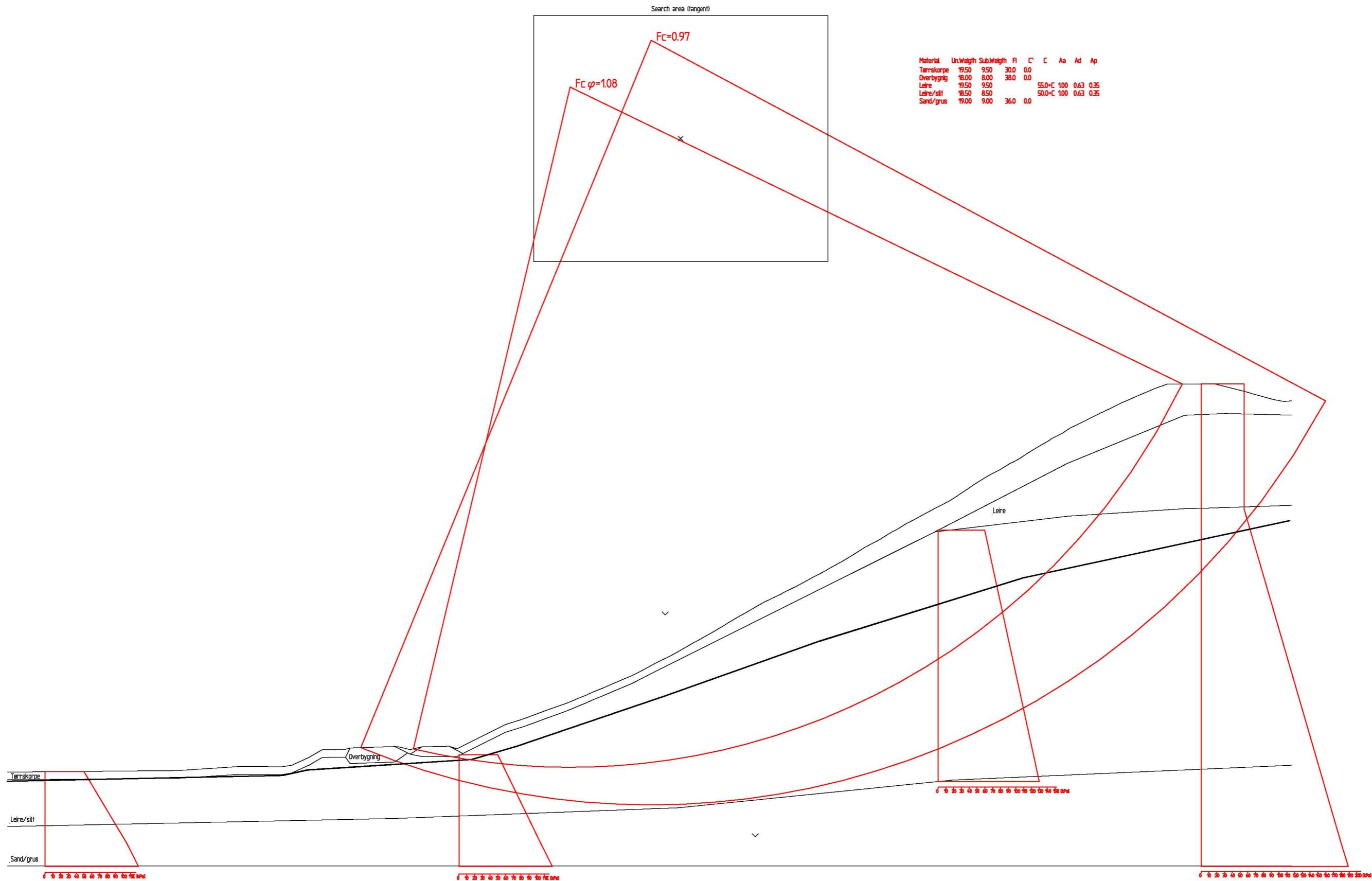
Z:\010206\10206561-01\10206561-01-03 ARBEIDSSOMRÅDE\10206561-01 RIG\10206561-01-04\_TEGNINGER\10206561-70000\_ \_rev00 PR300 Til stabilitetsberegning.dwg, - Layout: (A3); - Plottet av: jonasbj, Dato: 2018.12.10 kl 13:11



00	-	-	-	-	-
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
Melhus kommune Gang- og sykkelveg Vollmarka, Melhus			Fag Geoteknikk	Format A3	
			Dato 22.10.2018		
Tverrprofil, veglinje 70000 Profil 300			Format/Målestokk: 1:500		
Multiconsult		Status	Konstr./Tegnet JONASBJ	Kontrollert ARV	Godkjent ARV
		Oppdragsnr. 10206561	Tegningsnr. RIG-TEG-600.11		Rev. 00

						 <b>Multiconsult</b> <a href="http://www.multiconsult.no">www.multiconsult.no</a>	Gang- og sykkelveg Vollmarka, Melhus	Status	Fag	Original format	Dato
							Melhus kommune	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Målestokk
							Stabilitetsberegning profil 300	JONASBJ	ARV	ARV	1:500
00			-	-	-		Før tiltak (eksisterende terreng) aþ- og ADP-analyse	Oppdragsnr.	Tegningsnr.	Rev.	
Rev.	Beskrivelse	Endr.liste	Dato	Tegn.	Kontr.		Godkj.	10206561	RIG-TEG-800		00

Z:\010206\10206561-01\10206561-01-03 ARBEIDSSOMRÅDE\10206561-01 RIG\10206561-01-04 TEGNINGER\10206561-RIG-TEG-800.x\_rev00 - \_Stabilitetsberegninger profil 300.dwg, - Layout: {801}; - Plottet av: jonasbj, Dato: 2019.01.16 kl 12:10



00			-	-	-	-
Rev.	Beskrivelse	Endr.liste	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.

<b>Multiconsult</b> www.multiconsult.no	Gang- og sykkelveg Vollmarka, Melhus		Status	Fag	Original format	Dato
	Melhus kommune		Konstr./Tegnet JONASBJ	Geoteknikk	A3	16.01.2019
	Stabilitetsberegning profil 300		Oppdragsnr. 10206561	Kontrollert ARV	Godkjent ARV	Målestokk 1:500
Etter tiltak (gang- og sykkelveg) aφ- og ADP-analyse		RIG-TEG-801			Rev. 00	

# Vedlegg A

## Prosjekteringsforutsetninger

(4 sider)

## Vedlegg A

### Prosjekteringsforutsetninger

#### Innholdsfortegnelse

A.1	Generelt .....	2
A.2	Geotekniske problemstillinger .....	2
A.3	TEK 17 § 7, Sikkerhet mot naturpåkjenninger.....	2
A.4	TEK 17 § 10, Konstruksjonssikkerhet .....	2
A.5	Geoteknisk kategori.....	3
A.6	Konsekvensklasse / pålitelighetsklasse (CC / RC).....	3
A.7	Tiltaksklasse iht. PBL.....	3
A.8	Tiltakskategori iht. NVE veileder nr. 7-2014 .....	3
A.9	Seismisk grunntype.....	4
A.10	Kvalitetssystem.....	4
A.11	Prosjekterings- og utførelseskontroll .....	4
A.12	Bruddgrensetilstander .....	4
A.13	Partialfaktorer påvirkninger/lastvirkninger(A) .....	4
A.14	Partialfaktorer grunnens egenskaper (M) & (R).....	4

## A.1 Generelt

### Regelverk

Gjeldende regelverk legges til grunn for prosjekteringen, og for geoteknisk prosjektering gjelder:

- NS-EN 1990-1:2002 + NA:2016 (Eurokode 0)
- NS-EN 1997-1:2004 + NA:2016 (Eurokode 7, del 1)
- NS-EN 1997-2:2007 + NA:2008 (Eurokode 7, del 2)
- NS-EN 1998-1:2004 + NA:2014 (Eurokode 8, del 1)
- NS-EN 1998-5:2004 + NA:2014 (Eurokode 8, del 5)
- Direktorat for byggkvalitet (2011) Veiledning om byggesak. Publikasjonsnr. HO 1/2011
- Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE), NVEs retningslinjer nr. 2/2011, Flaum- og skredfare i arealplanar, Revidert 22. mai 2014
- Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE), NVEs veileder nr. 7/2014, Sikkerhet mot kvikkleireskred, april 2014

I tillegg, og i den grad de er relevante, anbefales følgende håndbøker/veiledninger benyttet:

- Statens vegvesen (SVV), Håndbok N200 Vegbygging, juli 2018
- Statens vegvesen (SVV), Håndbok V220 Geoteknikk i vegbygging, juni 2014
- Statens vegvesen (SVV), Håndbok V221 Grunnforsterkning, fyllinger og skråninger, juni 2014

## A.2 Geotekniske problemstillinger

Geotekniske problemstillinger for tiltaket er hovedsakelig relatert til:

- Skråningsstabilitet (område- og lokalstabilitet)
- Stabilitet av støttemur
- Stabilitet av skjæringer

## A.3 TEK 17 § 7, Sikkerhet mot naturpåkjenninger

I henhold til TEK 17 § 7.2 /3/ skal byggverk plasseres, prosjekteres og utføres slik at det oppnås tilfredsstillende sikkerhet mot skade eller vesentlig ulempe fra naturpåkjenninger (flom, stormflo og skred).

Slik prosjektet er plassert er det ingen elver eller bekker i nærheten som kan forårsake flom. Terrenget heller nordover med en helning 1:30. Det er registrert sprøbruddmateriale iht. NVEs veileder nr 7/2014 /15/. Topografiske forhold (slakt terreng) og ikke sammenhengende forekomst av kvikkleire/sprøbruddmateriale gjør at det ikke er risiko for skred.

TEK 17 § 7.2 er dermed ivaretatt.

## A.4 TEK 17 § 10, Konstruksjonssikkerhet

I henhold til TEK 17 § 10.1 vil forskriftens minstekrav til personlig og materiell sikkerhet være oppfylt dersom det benyttes metoder og utførelse etter Norsk Standard (Eurokoder).

TEK 17 § 10.2 angir følgende:

*Grunnleggende krav til byggverkets mekaniske motstandsevne og stabilitet, herunder grunnforhold og sikringstiltak under utførelse og i endelig tilstand, kan oppfylles ved prosjektering av konstruksjoner etter Norsk Standard NS-EN 1990 Eurokode: Grunnlag for prosjektering av*

*konstruksjoner og underliggende standarder i serien NS-EN 1991 til NS-EN 1999, med tilhørende nasjonale tillegg.*

I veiledningen til TEK 17 står det:

*Forskriftens krav er oppfylt dersom det benyttes metoder og utførelse etter Norsk Standard. Korrekt bruk av prosjekteringsstandardene gir samlet det nivået som tilsvarer det sikkerhetsnivået som er akseptert av myndighetene.*

Ved å benytte standarder (Eurokoder) som angitt i pkt. A.4, vil TEK 17 § 10 dermed være ivaretatt.

## A.5 Geoteknisk kategori

Eurokode 7 stiller krav til prosjektering ut fra tre ulike geotekniske kategorier. Valg av kategori gjøres ut fra standardens punkt 2.1 «Krav til prosjektering» /7/.

Det planlegges å etablere gang- og sykkelveg langs fylkesveg 708 i Vollmarka, Melhus. Planområdet ligger mellom Innleggsvegen og Lefstadvegen og strekningen er omtrent 900 m lang. Tiltaket medfører skjæringer og fyllinger samt oppsett av støttemurer mot skrånende terreng. Løsmassene består av et topplag av tørrskorpeleire med mektighet ca. 0,8-2 m over lagdelt silt og leire. Leira er middels fast til fast. Det er registrert sprøbruddmateriale i BP 4.

Med bakgrunn i dette velges overordnet krav til prosjektering i henhold til **Geoteknisk kategori 2**, som omfatter små og relativt enkle konstruksjoner der det er minimal risiko med hensyn til områdestabilitet eller bevegelser i grunnen, og der grunnforholdene er kjent som tilstrekkelig problemfrie ut i fra sammenlignbar, lokal erfaring.

## A.6 Konsekvensklasse / pålitelighetsklasse (CC / RC)

Konsekvensklasser er behandlet i tillegg B i Eurokode 0 /6/. Tabell NA.A1 (901) i nasjonalt tillegg av Eurokoden gir rettleidende eksempler på plassering av byggverk, konstruksjoner og konstruksjonsdeler i Pålitelighetsklasser (CC/RC) 1-4.

Gang- og sykkelvegen plasseres i **pålitelighetsklasse CC/RC 1** med bakgrunn i tiltaket. Det vil si i samme kategori som «Grunn- og fundamenteringsarbeider og undergrunnsanlegg ved enkle og oversiktlige grunnforhold» iht. tabell NA.A1 (901). Konsekvensklasse CC 1 blir i tabell B1 /6/ beskrevet som «Liten konsekvens i form av tap av menneskeliv og små eller uvesentlige økonomiske, sosiale eller miljømessige konsekvenser».

## A.7 Tiltaksklasse iht. PBL

Iht. Tabell 2 «Kriterier for tiltaksklasseplassering for prosjektering» i Veiledning om byggesak /5/, utarbeidet av Direktoratet for byggkvalitet, vurderer vi at utbyggingen kan plasseres i **Tiltaksklasse 1** for geotekniske arbeider.

## A.8 Tiltakskategori iht. NVE veileder nr. 7-2014

Tiltaket vurderes som et trafiksikkerhetstiltak og klassifiseres i **tiltakskategori K1** iht. tabell 5.1 i NVE veileder nr. 7/2014 /15/. Tiltakskategori K1 omfatter «Byggverk, terrenginngrep og anlegg av begrenset størrelse og tyngde (inkludert inventar) med lite personopphold».

Tiltaket må da bygges slik at det ikke påvirker områdestabiliteten negativt.

## A.9 Seismisk grunntype

Etter NS-EN 1998-1:2004+NA:2008, Eurokode 8: *Prosjektering av konstruksjoner for seismisk påvirkning* /9/ vurderes området der det er planlagt tiltak å være av **grunntype C**.

## A.10 Kvalitetssystem

Eurokode 0 krever at det ved prosjektering av konstruksjoner i pålitelighetsklasse 2, 3 og 4 skal være et kvalitetssystem tilgjengelig /6/. Oppdraget er kvalitetssikret i henhold til Multiconsults styringssystem. Systemet er bygget opp med prosedyrer og beskrivelser som er dekkende for kvalitetsstandard NS-EN ISO 9001:2008 /13/.

## A.11 Prosjekterings- og utførelseskontroll

Eurokode 0 gir videre føringer for krav til omfang av prosjekteringskontroll og utførelseskontroll avhengig av pålitelighetsklasse /6/.

Dette innebærer i henhold til tabell NA.A1 (902) og NA.A1 (903) at det for prosjekteringskontroll og utførelseskontroll av geotekniske arbeider kan forutsettes **kontrollklasse PKK1 og UKK1**.

## A.12 Bruddgrensetilstander

Følgende bruddgrensetilstander er aktuelle for geoteknisk design i prosjektet:

- STR: *Intern svikt eller for stor deformasjon i konstruksjon eller bærende deler, medregnet f.eks. fundamenter, peler eller kjellervegger, der konstruksjonsmaterialenes fasthet gir et betydelig bidrag til motstanden*.  $E_d \leq R_d$ .
- GEO: *Svikt eller for stor deformasjon i grunnen, der fastheten av jord eller berg gir et betydelig bidrag til motstanden*.  $E_d \leq R_d$ .

## A.13 Partialfaktorer påvirkninger/lastvirkninger(A)

I følge Eurokode 0 Tabell NA.A1.2(C) benyttes lastfaktor 1,0 på permanente laster og 1,3 for variable laster for geotekniske laster.

For gunstige lastvirkninger, og for beregninger i ulykkestilstand, regnes det med partialfaktor 1,0 på lasten.

## A.14 Partialfaktorer grunnens egenskaper (M) & (R)

For dimensjoneringsmetode 3 oppgir Eurokode 0 punkt NA.A.3.2 følgende partialfaktorer for henholdsvis effektiv friksjon, kohesjon, udrenert skjærfasthet og tyngdetetthet:

$$\gamma_{\phi'(M2)} = 1,25 \quad / \quad \gamma_{c'(M2)} = 1,25 \quad / \quad \gamma_{cu(M2)} = 1,4 \quad / \quad \gamma_{\gamma(M2)} = 1,0$$

# Vedlegg B

## Materialparametere

(3 sider)



## B.1 Tolkning av beregningsparametere

Tolkning av lagdeling og materialparametere er utført på grunnlag av utførte grunnundersøkelser. Grunnundersøkelser er utført av Multiconsult og laboratorieundersøkelser er utført ved vårt geotekniske laboratorium i Trondheim.

### B.1.1 Tyngdetetthet

Målt tyngdetetthet på opptatte prøver er benyttet som grunnlag.

For materialer som det ikke er målt tyngdetetthet på, er det benyttet erfaringsverdier iht. Statens vegvesens håndbok V220 /11/.

Se tegning nr. 10206561-RIG-TEG-200 for geotekniske data fra BP 4 i datarapport for grunnundersøkelser /17/. Målt tyngdetetthet av opptatte prøver i BP 4 er i intervallet 18,1-19,1 kN/m<sup>3</sup>.

Ved valg av tyngdetetthet for stabilitetsberegninger er det valgt å være konservativ.

Det er i stabilitetsberegninger beregnet med tyngdetettheter som vist i Tabell B.1.

### B.1.2 Grunnvannsnivå og poretrykksfordeling med dybden

Det er ikke satt ned piezometer for å overvåke grunnvannsstanden. I forbindelse med utførelse av grunnundersøkelser har grunnvannsstanden blitt peilet i BP 4. Grunnvannsstanden var da ca. 0,5 meter under terreng. Det bemerkes at denne metoden for peiling av grunnvannsstand er noe usikker.

I stabilitetsberegningene er det valgt å være noe konservativ ved angivelse av grunnvannsstand. Grunnvannstanden og poretrykksfordeling med dybden er i beregningene modellert med hydrostatisk poretrykksfordeling med dybden.

### B.1.3 Effektivspenningsparametere

Effektivspenningsparameterne er basert på utførte grunnundersøkelser og understøttet av erfaringsverdier fra håndbok V220 Geoteknikk i vegbygning /11/. Grunnet usikkerhet er det valgt å være konservativ ved valg av materialparametere.

Valgte styrkeparametere benyttet ved beregningene er vist i Tabell B.1. Følgende materialparametere er benyttet:

Tabell B.1 Materialparametere

Materiale	Tyngdetetthet, $\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Friksjon, $\tan \phi_k$ [-]	Attraksjon, $a$ [kN/m <sup>2</sup> ]
Tørrskorpe	19,5	0,58 ( $\phi_k=30,0^\circ$ )	0
Overbygning	18,0	0,62 ( $\phi_k=32,0^\circ$ )	0
Leire	19,5	0,55 ( $\phi_k=28,8^\circ$ )	10
Leire/silt	18,5	0,60 ( $\phi_k=31,0^\circ$ )	5
Sand/grus	19,0	0,73 ( $\phi_k=36,0^\circ$ )	0

**B.1.4 Totalspenningsparametere****Udrenert skjærstyrke fra enaks og konus**

Verdier for  $c_u$  fra rutineundersøkelser på opptatte prøver (enaks og konus) er i våre vurderinger benyttet som verdier for direkte skjærstyrke,  $c_{uD}$ . Rutineundersøkelsene viser noe variasjoner i målt udrenert skjærfasthet og indikerer varierende prøve kvalitet.

**Udrenert skjærstyrke modellert etter SHANSEP-prinsippet**

Udrenert skjærstyrke er nært relatert til in-situ effektivspenninger og leiras overkonsolideringsgrad. Udrenert skjærstyrke øker med økning i effektivspenning. Denne økningen er avhengig av overkonsolideringsgraden. Udrenert skjærstyrke avhengig av overkonsolideringsgrad kan modelleres etter SHANSEP-prinsippet /21/:

$$c_{uC} = \alpha * OCR^m * p_0'$$

Der  $\alpha$  = normalisert styrke av helt ung leire (OCR=1)

OCR = overkonsolideringsgrad =  $p_c'/p_0'$

m = eksponent som for norske leirer typisk har vist seg å variere mellom ca. 0,6 og 0,9 avhengig av leira og forsøkstype

$p_0'$  = in-situ vertikal effektivspenning

$p_c'$  = prekonsolideringsspenning

I beregninger er det valgt å bruke:

$$\alpha=0,30$$

$$m=0,70$$

Det er tatt utgangspunkt i at grunnen er overkonsolidert.

Utskrift av beregnet udrenert skjærstyrke etter SHANSEP-prinsippet for profil 300 er vist på tegning nr. 10206561-RIG-TEG-260.

**Anisotropi**

Anisotropifaktorer for ADP-analyser er valgt fra NIFS rapport nr. 14/2014 *En omforent anbefaling for bruk av anisotropifaktorer i prosjektering i norske leirer* /22/. Det er valgt å være konservativ i antagelse; grunnet manglende informasjon om plastisitet ( $I_p$ ) er denne satt til å være mindre enn 10%. Dette medfører følgende anisotropifaktorer for hhv. direkte og passiv styrke:

$$c_{uD} = 0,63 * c_{uA}$$

$$c_{uP} = 0,35 * c_{uA}$$

# Vedlegg C

## Stabilitetsberegninger

(3 sider)



## C.1 Stabilitetsberegninger

### C.1.1 Generelt

I denne fasen er det utført beregninger for utvalgt, stabilitetskritisk profil. Profilet er antatt å være mest kritisk på bakgrunn av grunnforhold og topografi samt med hensyn til terrenginngrepet som skal utføres.

Det er utført beregninger for stabilitet av skråningen sør for fv. 708, i profil 300 av planlagt gang- og sykkelveg. Gjennomsnittlig terrenghelning på skråningen er omtrent 1:2, med en høydeforskjell på ca. 45 meter.

### C.1.2 Beregningsverktøy

Stabilitetsberegningene er utført med beregningsprogrammet "GeoSuite Stability" versjon 16.0.0.0 med beregningsmetode Beast 2003. Beregningsmetoden er basert på grenselikevektsmetode, og anvender en versjon av lamellmetoden som tilfredsstiller både kraft- og momentlikevekt.

Programmet søker selv etter kritisk sirkulærsylindrisk glideflate for definerte variasjonsområder av sirkelsentrum. Det er også mulig å definere egne glideflater i programmet.

Det er utført beregninger for nåværende situasjon og med utbygd gang- og sykkelveg. Beregningene er utført på effektivspennings- og totalspenningsbasis.

I beregningene er det forutsatt at topplag av tørrskorpeleire er drenert.

### C.1.3 Laster

Relevante laster er tatt med i stabilitetsberegninger så fremt de ikke virker stabiliserende på skråningen.

### C.1.4 Sikkerhetsnivå

Krav til sikkerhet er vurdert iht. retningslinjer i NVEs veileder nr. 7/2014 /15/. Gang- og sykkelvegen anses som ett trafikksikkerhetstiltak og dette er videre benyttet med tanke på krav til sikkerhetsnivå.

Tiltakskategori K1 iht. NVEs veileder nr. 7/2014 sier at tiltaket oppnår tilfredsstillende sikkerhet såfremt områdestabiliteten ikke påvirkes negativt av det planlagte tiltaket. Dette gjelder for både anleggs- og driftsfasen.

### C.1.5 Beregningsprofiler

#### Profil 300

Langs planlagt gang- og sykkelveg (veglinje 70000) ligger det på sørlig side en høy og relativt bratt skråning. Høydeforskjellen er på ca. 45 meter med en gjennomsnittlig terrenghelning på omtrent 1:2.

Tverrprofil av profil 300 i veglinje 70000 er vist på tegning nr. 10206561-RIG-TEG-600.11.

Stabilitetsberegningene er gjennomført for dagens situasjon og for en situasjon hvor gang- og sykkelvegen er plassert som planlagt i tilsendt grunnlag.

### C.1.6 Beregningsresultater

Resultater og henvisninger til tegninger er vist i Tabell C.1.

Tabell C.1 Sikkerhetsfaktor for kritisk skjærflate profil 300

Tegning nr. 10206561-	Beregning	Analyse	Sikkerhetsfaktor F
RIG-TEG-800	Før tiltak, uten GS-veg	aφ	1,11
		ADP	0,98
RIG-TEG-801	Etter tiltak, med GS-veg	aφ	1,08
		ADP	0,97