

## VA-SANERING AUSTBØVEGEN

GEOTEKNISK PROSJEKTERINGSNOTAT

ADRESSE COWI AS  
 Karvesvingen 2  
 Postboks 6412 Etterstad  
 0605 Oslo  
 TLF +47 02694  
 WWW cowi.no

## INNHold

1	Oppsummering	2
2	Innledning	3
2.1	Plannivå	3
2.2	Prosjektbeskrivelse	3
3	Prosjekteringsforutsetninger	4
3.1	Geotekniske oppgaver	5
3.2	Regelverk	5
3.3	Geoteknisk kategori	6
3.4	Konsekvens- og pålitelighetsklasse (CC/RC)	6
3.5	Tiltaksklasse	6
3.6	Prosjekterings- og utførelseskontrollklasse	6
3.7	Sikkerhetsfaktor	7
3.8	Variable laster i anleggsfasen	7
3.9	Permanente laster	7
4	Grunnforhold og topografi	7
4.1	Topografi	7
4.2	Kvartærgeologi og mulighet for marine leire	8
4.3	Grunn og grunnvannsforhold	9
5	Områdestabilitet og naturfare	13
5.1	Naturfare	13
5.2	Områdestabilitetsvurdering	13

OPPDRAGSNR.	DOKUMENTNR.	REV 1			
A208733	001				
VERSJON	UTGIVELSESDATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET	KONTROLLERT	GODKJENT
1.0	05.07.2021 / 17.03.2023	Rev. iht. nye grunnundersøkelser	INON/TLSL	CBNI	OIP

6	Geotekniske styrke- og deformasjonsparametere	14
6.1	Rutineundersøkelser	14
6.2	Materialparametere	14
7	Prosjektgjennomføring	15
7.1	Austbøvegen	15
7.2	Norheimstølen	18
7.3	Dovamyrsvegen	21
7.4	Grunnvann	21
7.5	Eksisterende bebyggelse	22
8	Generelt om gravearbeider	22
9	HMS / SHA	22
10	Videre arbeid og kontrollplan	23
10.1	Anbefalt videre arbeid	23
10.2	Kontrollplan	23
11	Vedlegg	24
12	Referanser	24

## 1 Oppsummering

COWI AS er engasjert av Karmøy kommune i forbindelser med VA-sanering i Austbøvegen og Norheimstølen på Norheim i Karmøy kommune.

Grunnundersøkelser har avdekket dybde til fjell som er mindre enn de planlagte gravedyder og det er derfor gitt anbefalinger om løsninger for gjennomføring av gravearbeidene som inkluderer pigging og/eller sprengning. For løsmassene er det utført stabilitetsberegninger for å finne helning på grøftene med tilstrekkelig sikkerhet.

På bakgrunn av grunnundersøkelser kan grunnforholdene i området deles inn i tre ulike deler:

- > Tilnærmet flate områder bestående med grunnforhold bestående av morene, fyllmasser og noe løsere lagret materiale over berg (Austbøvegen)
- > Mulig myrområde med fare for setninger på omkringliggende bebyggelse (østre del av Norheimstølen)
- > Høyreliggende områder over marin grense med moreneforekomster (Dovamyrsvegen og østre deler av Austbøvegen)

I Austbøvegen viser grunnundersøkelsene at løsmassene stort sett består av fyllmasse, morene og noe løsere lagret materiale over berg. Planlagte

gravedybder overskrider stort sett dybder til fjell, noe som gir behov for pigging eller sprengning. Gravedybder og det nødvendige skråningsutslaget gir grøftebredder som overskrider tilgjengelig vegbredde. Det er derfor anbefalt bruk av grøftekasser.

I Norheimstølen er det avdekket en forekomst av torv og leire med ukjent utbredelse. Grunnvannet i Norheimstølen er målt til å ligge omkring 0,8 til 1 m under terreng. I anleggsfasen vil planlagte tiltak kunne medføre senkning av grunnvannsspeilet i området, som igjen vil kunne føre til setninger på nabobygg. Det forutsettes derfor at det gjennomføres pumping og reinfiltrasjon av innsigende vann fra byggegrop til omkringliggende bebyggelse. Vegbredden begrenser muligheten for å frigrave grøftene til planlagt dybde/berg og det anbefales derfor bruk av grøftekasser.

I Dovamyrsvegen viser grunnundersøkelsene at grunnforholdene er tilsvarende som i Austbøvegen. Planlagte gravedyder overskrider også her dybde til fjell. Her er vegbredden enda mer begrenset og terrenget generelt hellende mot vest. Det anbefales derfor bruk av grøftekasser i dette området. Ekstra aktsomhet må utvises ved graving nær støttemurer.

## 2 Innledning

COWI AS er engasjert av Karmøy kommune i forbindelse med sanering av 1200 m VA-trasé på Norheim i Karmøy kommune. COWIs feltavdeling utførte i mars 2021 geotekniske grunnundersøkelser for å kartlegge løsmassene og dybde til fjell med tanke på detaljprosjektering.

### 2.1 Plannivå

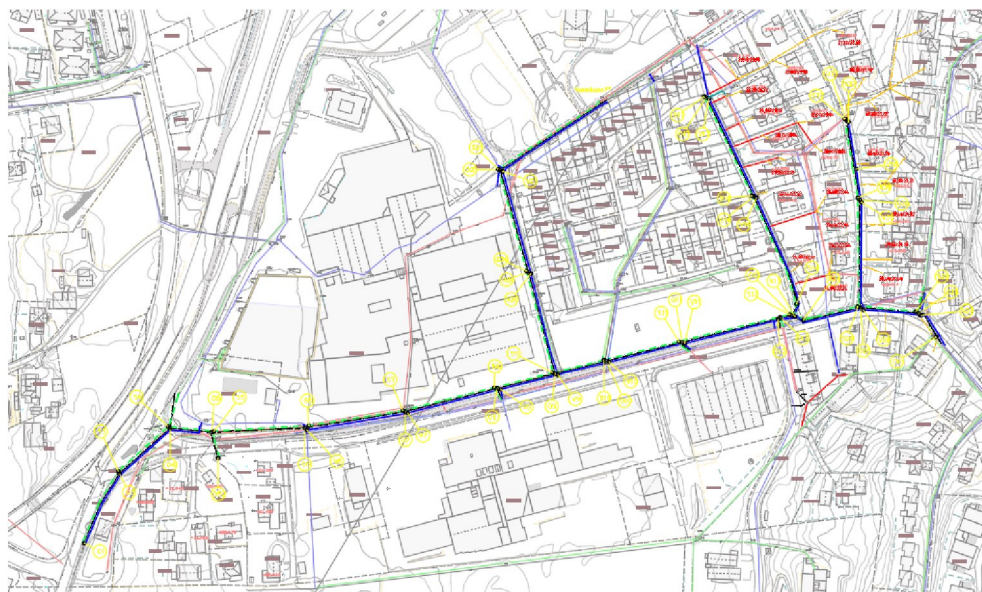
Den geotekniske vurderingsrapporten utarbeides for plannivå svarende til detaljprosjektering.

Foreliggende rapport presenterer beskrivelse og tolkning av utførte geotekniske grunnundersøkelser, prosjekteringsforutsetninger, samt vurdering av tiltak som må ivaretas i forbindelse med gjennomføringen av prosjektet.

Forurenset grunn behandles ikke i dette notatet.

### 2.2 Prosjektbeskrivelse

Området består i dag av eksisterende bolig- og næringsbebyggelse. Deler av Norheimstølen er antatt å være tidligere myrområde og det er derfor fare for at gravearbeider vil kunne gi setninger i nabobebyggelse.



Figur 1: Utklipp fra teknisk plan som viser planlagt VA-trasé i Austbøvegen, Norheimstølen og Dovamyrsvegen

I Austbøvegen er det planlagt gravedybder ned mot 7 m under terreng. Grunnundersøkelser viser at dybde til fjell varierer mellom ca. 1 m og 3,7 m.

I Norheimstølen er det planlagt gravedybder mellom 4 m i sør mot Austbøvegen og omtrent 2 m i nord. Berg er i denne delen generelt påtruffet dypere enn planlagt gravedybde. Unntaket er helt i nord hvor berg er påtruffet i 1,55 m under terreng og helt i sør hvor berget er påtruffet i 2,18 m. I Norheimstølen er det i ett punkt funnet torv og leire, ellers er det funnet grovere masser.

I Dovamyrsvegen i nordøst er traseen planlagt med gravedybder ned til i overkant av 4 meter under terreng.

All geoteknisk prosjektering baserer seg på grunnlag tilgjengelig på prosjekteringstidspunktet. Det tas forbehold i endringer i teknisk plan.

### 3 Prosjekteringsforutsetninger

Følgende avsnitt inneholder generelle prosjekteringsforutsetninger for geotekniske vurderinger gjort i dette prosjektet.

Hensikten er å oppsummere de viktigste geotekniske dimensjoneringsforutsetninger og myndighetskrav som er aktuelle for prosjektet.

Grunnforholdene i Austbøvegen, Norheimstølen og Dovamyrsvegen er beskrevet i geoteknisk rapport VA-sanering Austbøvegen GU, datert 12.05.2021, ref. [1], og kort oppsummert i avsnitt 3.

Det samlede omfanget av grunnundersøkelser er vurdert som tilstrekkelig til å fastsette geoteknisk kategori og foreta geotekniske vurderinger omtalt i avsnitt 2.1.

### 3.1 Geotekniske oppgaver

Geotekniske vurderinger som utføres i forbindelse med utgraving av grøftetrase for nye ledninger:

- > Vurderinger av jordparametere basert på utførte grunnundersøkelser i det aktuelle området.
- > Vurdering av grøftegraving med frie graveskråninger
- > Vurdering av grøfter med bruk av grøftekasser, og bruk av kombinert grøfteprofil
- > Vurdering av setninger som følge av grunnvannssenkning

### 3.2 Regelverk

Følgende regelverk, standarder og veiledere ligger til grunn for prosjekteringen:

- > PBL: Lov om planlegging og byggesaksbehandling (Plan og bygningsloven) av 27. juni 2008 nr. 71, [2]
- > Tek 17: Byggteknisk forskrift 2017 (TEK17), [3]
- > SAK 10, Byggesaksforskriften, [4]
- > NS-EN 1997-1:2004+A1:2013+NA:2016: Geoteknisk prosjektering Del 1: Allmenne regler (Eurokode 7), [5]
- > NS-EN 1990:2002+A1:2005+NA:2016 Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner (Eurokode 0), [6]
- > NVE veileder nr. 1/2019 Sikkerhet mot kvikkleireskred: vurdering av områdestabilitet ved arealplanlegging og utbygging i områder med kvikkleire og andre jordarter med sprøbruddsegenskaper, [7]
- > Håndbok N200, Statens vegvesen, 2018, [8]

I tillegg, i den grad det er relevant, er følgende veiledning benyttet:

- > Statens vegvesen (SVV), Håndbok V220 Geoteknikk i vegbygging, [9]
- > Statens vegvesen (SVV), Håndbok V221 Grunnforsterkning, fyllinger og skrånninger, [10]

### 3.3 Geoteknisk kategori

NS-EN 1997-1:2004+A1:2013+NA:2020 [5] stiller krav til prosjektering ut fra tre ulike geotekniske kategorier. Valg av kategori gjøres ut fra standardens punkt 2.1 «Krav til prosjektering».

Dette prosjektet innebærer graving til 7 meters dybde og plassering av midlertidige støttekonstruksjoner.

Det treffes eksisterende bygninger i umiddelbar nærhet av prosjektområdet.

Prosjektet klassifiseres som konvensjonelle typer konstruksjoner uten unormal risiko og med begrenset utbredelse. Det velges krav til prosjektering iht. **geoteknisk kategori 2**.

### 3.4 Konsekvens- og pålitelighetsklasse (CC/RC)

NS-EN 1990:2002+NA:2016 [6] definerer prosjektets plassering med hensyn til konsekvensklasse og pålitelighetsklasse (CC/RC). Konsekvensklasser er behandlet i standardens tillegg B (Informativt). Veiledende eksempler på klassifisering av prosjekter i pålitelighetsklasser er vist i nasjonalt tillegg NA, tabell NA.A1(901).

For geoteknisk prosjektering er det valgt **CC2/RC2**.

### 3.5 Tiltaksklasse

Byggesaksforskriften SAK10 [4] krever at prosjektet inndeles i tiltaksklasse, under §9-3 «Fastsettelse av tiltaksklasser».

Prosjektet plasseres i **tiltaksklasse 2 for geotekniske arbeider** da det regnes som arbeider plassert i pålitelighetsklasse CC2/RC2. På bakgrunn av vurderingen om at prosjektet skal plasseres i tiltaksklasse 2 kreves det uavhengig kontroll iht. SAK 10. Kontrollomfanget omfatter bl.a. at det i løpet av detaljprosjekteringsfasen er gjort geoteknisk prosjektering, og at kvalitets-sikringen dokumenteres. Uavhengig kontroll gjøres i regi av/på oppfordring fra byggherre.

### 3.6 Prosjekterings- og utførelseskontrollklasse

NS-EN 1990:2002+A1:2005+NA:2016 [6] gir føringer for krav til omfang av prosjekterings- og utførelseskontroll avhengig av pålitelighetsklasse. Iht. tabell NA.A1(902) og NA.A1(903) innebærer dette at det for geotekniske arbeider kan forutsettes kontrollklasse **PKK2** og **UKK2**.

Prosjekteringskontrollklasse **PKK2** innebærer at det utføres egenkontroll og intern systematisk og regelmessig kontroll med faste rutiner samt utvidete kontroll.

Utvidet kontroll i prosjekteringskontrollklasse PKK2 kan omfatte kontroll av at egenkontroll og intern systematisk kontroll er utført. Dette utføres i regi av byggherren.

Utførelseskontrollklasse **UKK2** innebærer krav til Basis kontroll, intern systematisk kontroll og utvidet kontroll. Dette utføres i regi av byggherre.

### 3.7 Sikkerhetsfaktor

For dimensjonering av utgravinger kreves en materialfaktor på  $\gamma_M = 1,40$  for totalspenningsanalyse og  $\gamma_M = 1,25$  for effektivspenningsanalyse, iht. Eurokode 7 [5].

### 3.8 Variable laster i anleggsfasen

Variabel karakteristisk anleggslast er valgt til 15 kPa. I tråd med Statens vegvesens håndbok V220 [9] anvendes partialfaktor for variable laster,  $\gamma_Q = 1,3$  (eller 0 hvis gunstig). Det skal ikke fylles masser eller lagres materialer og utstyr direkte ved topp skråning.

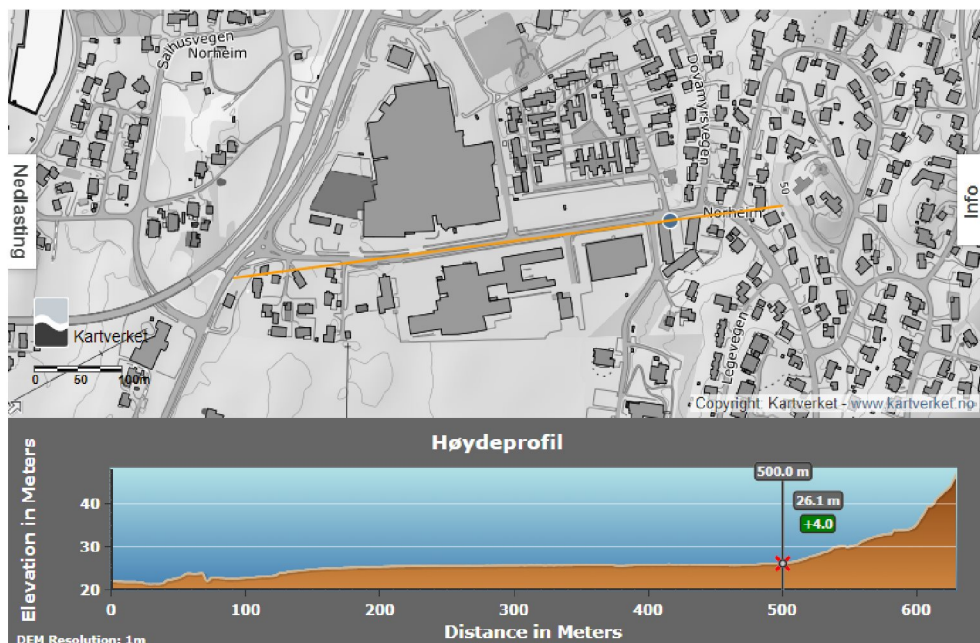
### 3.9 Permanente laster

For permanente laster regnes egenvekt av jord. For vekt av jord benyttes partialfaktor  $\gamma_Q = 1,0$  i bruddgrensetilstand.

## 4 Grunnforhold og topografi

### 4.1 Topografi

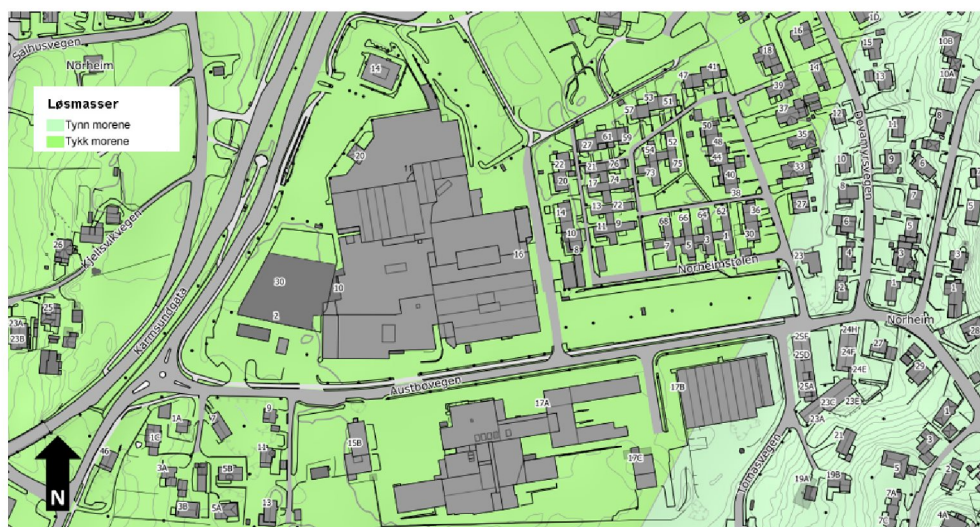
Området rundt Austbøvegen og Norheimstølen er relativt flatt. Det er enkelte små oppstikkende rygger med berg. Øst for Norheimstølen stiger terrenget, se Figur 2.



Figur 2: Utklipp fra hoydedata.no som viser topografi langs Austbøvegen

## 4.2 Kvartærgeologi og mulighet for marine leire

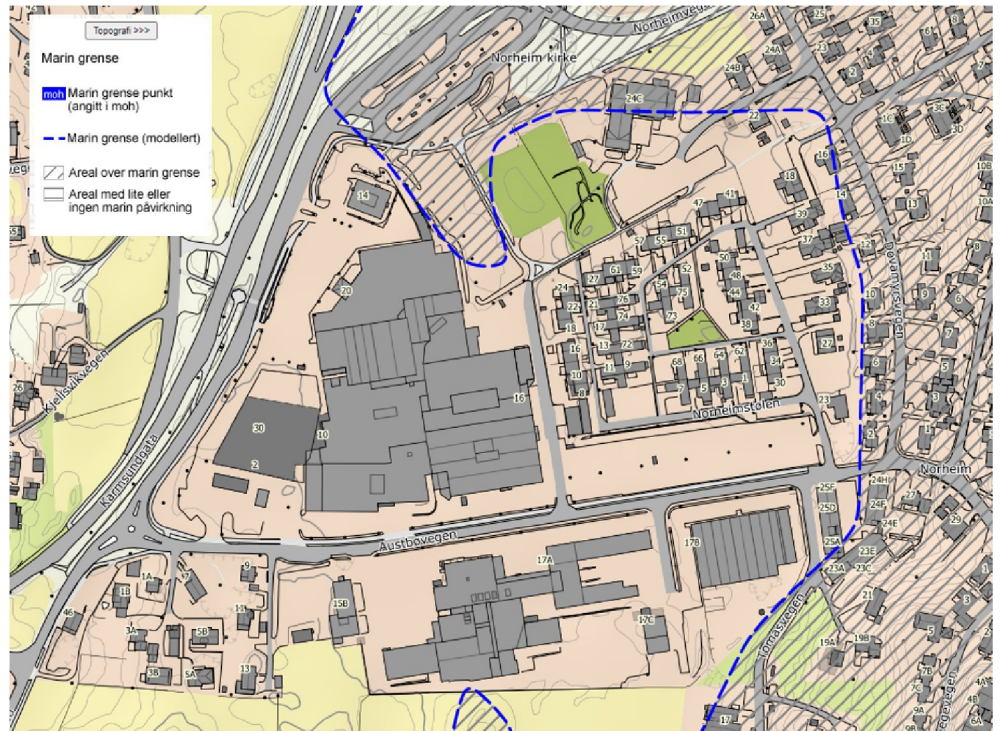
Kvartærgeologisk kart fra Norges geologiske undersøkelse (NGU) viser at området består av tykk morene, se Figur 3.



Figur 3: Utklipp fra kvartærgeologisk løsmassekart fra NGU viser at området består av morene.

De flate delene av området befinner seg under marin grense, se Figur 4, og det er derfor mulighet for å treffe på marine leirer i disse områdene, her under kvikkleire og sprøbruddsmateriale.





Figur 4: Antatt plassering av marin grense hentet fra NGUs løsmassekart. Marin grense i området markert med blå stiplet linje. Områdene som ikke er skravert tilsvarer områder under marin grense hvor det kan være mulighet for å treffe på marin leire

Historiske flyfoto og lokal kunnskap tilsier at deler av traseen skal bestå av tidligere myr. Det ble gjennomført et grunnundersøkelingsprogram for å få kjennskap til grunnforholdene. Resultatene fra grunnundersøkelsene kan ses i geoteknisk datarapport utarbeidet av COWI, ref. [1]. Relevante funn og beskrivelser er oppsummert i det følgende.

### 4.3 Grunn og grunnvannsforhold

#### 4.3.1 Grunnforhold

##### **Austbøvegen**

I Austbøvegen er det gjort 6 totalsonderinger med kontroll av bergdybde. Oversikt over utførte boringer i Austbøvegen er gitt i Figur 5. Berg er antatt i 1,3 til 5,1 meters dybde. Grunnest i øst. Dypest i vest. Øst for T-krysset ved Norheimstølen viser 3 totalsonderinger (østover) antatt 2,6 m, 2,2 m og 1,3 m dybde til fjell. Vest for T-krysset ved Norheimstølen viser 3 totalsonderinger (vestover) hvor borformann har markert 4,0 m, 4,5 m og 5,1 m dybde til fjell.

Det er gjort fjellkontrollboringer av lokal entreprenør. Boringene viser største dybde til fjell på 3,7 m i Austbøvegen. Bergnivå er lagt inn i terrengprofiler.

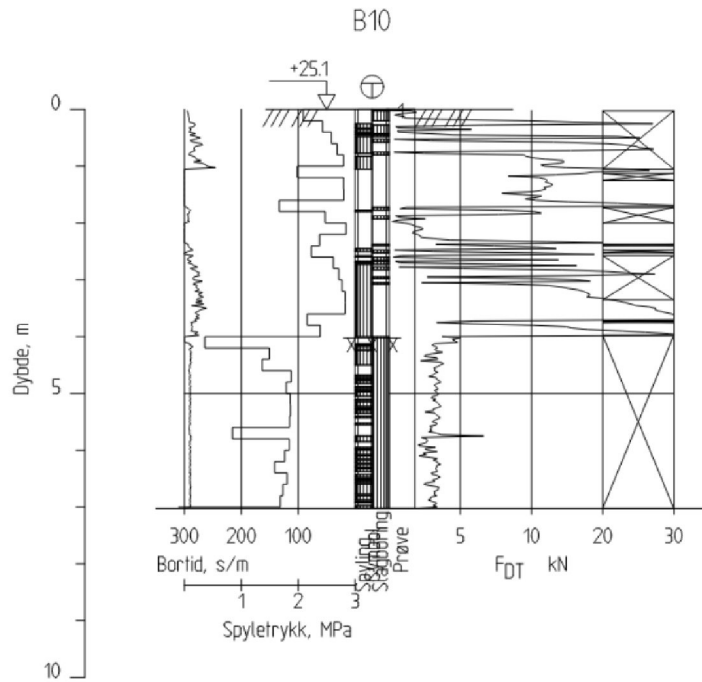


Figur 5: Oversikt over utførte boringer i Austbøvegen. Terrengkote og bergkote er angitt i plankartet.

Totalsonderingsprofilene i pkt. 7-12 viser middels og høy bormotstand over fjell. Fra utførte laboratorieundersøkelser i pkt. 8 og 12 beskrives massene som sand. Sanden fra borpunkt 12 beskrives som middels til grov, humusholdig/matjordig, siltig, grusig. Sanden fra borpunkt 8 som middels, siltig, noen grove gruskorn.

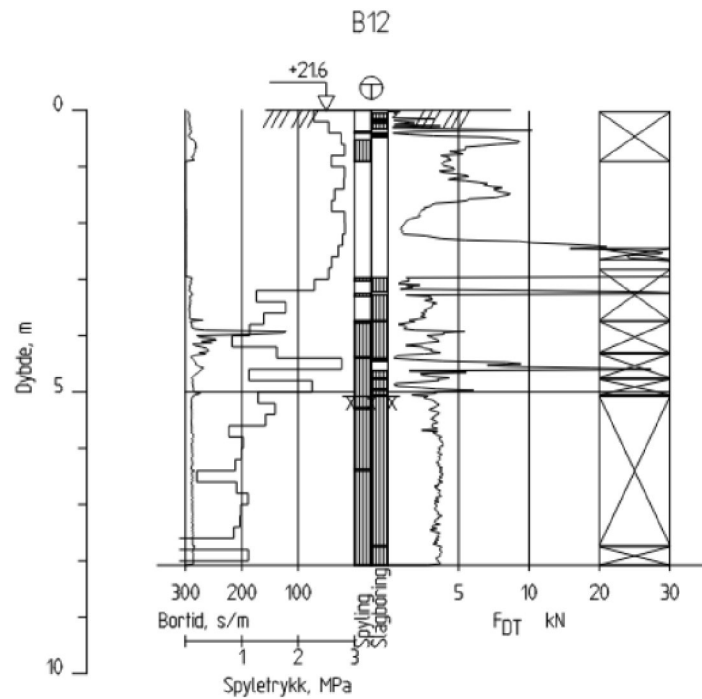
Det generelle bildet fra totalsonderingene er middels fast til fast lagrede løsmasser over fjell. Løsmassene antas å bestå av fast lagret sand, sandig grus, morenemateriale og/eller fyllmasser. I borhull B08, B11 og B12 er det påvist dybdeintervaller med vesentlig lavere sonderingsmotstand. Prøver fra disse dybdeintervallene beskrives stort sett som sandmateriale. Sandmateriale har innslag av silt, grus og humus. Det må antas at disse intervallene inneholder løsere lagrede masser, og derfor har en lavere styrke enn hva tilfellet er for morenemateriale. Borhull B09 og B10 viser fast lagrede masser, sannsynligvis morene, over fjell. Borhull B07 viser fast lagrede masser 1,3 meter over antatt fjell. I flere av totalsonderingene er det vanskelig å bestemme nøyaktig overgangen fra morene til fjell. Totalsonderingsprofiler for Austbøvegen ligger vedlagt. Vurderingene er generelt gjort ved sammenligning med grunnlag i NGF-melding nr. 9; *Veiledning for utførelse av totalsondering* [11].

Totalsonderingsprofil fra borhull B10, hvor løsmassene kan tolkes som fast morenelag med antatt dybde til berg på ca. 4 meter, er vist i Figur 6.



Figur 6: Totalsonderingsprofil fra borhull B10.

Totalsonderingsprofil fra borhull B12, hvor løsmassene kan tolkes som løsere lagrede friksjonsmasser over fast morene, med antatt dybde til berg på ca. 5 meter, er vist i Figur 7.



Figur 7: Totalsonderingsprofil fra borhull B12. Løse lagrede masser over antatt morenelag i 2,5 meter. Antatt berg ligger 5 meter under terreng.

Grunnvannstanden for Austbøvegen antas generelt, med grunnlag i poretrykksmålere i Norheimstølen, å ligge 1 meter under terreng.

## Norheimstølen

I den delen av Norheimstølen hvor det var forventet å finne rester av myr ble det utført grunnundersøkelser i 5 borpunkt. Disse var organisert i to profiler (borpunkt B01 og B02, ca. ved profil 590, og borpunkt B03 og B04 ved profil 700) med totalsonderinger, CPT og prøveserier og ett enkelt punkt (borpunkt B08 ved profil 540) bestående av kun totalsondering.



Figur 8: Plassering av borpunkter i Norheimstølen og Dovamyrsvegen

I nord viser resultater fra både borpunkt B03 og B04 at løsmassene hovedsakelig består av grove masser. I borpunkt B04 er dybde til fjell begrenset til 1,55 m. Det vil derfor måtte påregnes pigging eller sprengning for å gjennomføre tiltakene til planlagt dybde. I borpunkt B03 tyder sonderingene på et svakere lag med leire eller lignende rundt 2 m dybde. Over dette svakere laget er det faste masser som kan tilsvare fyllmasse til veg og under det er det trolig morene over fjell. Det ble tatt prøveserie rundt dybde 2 m i borpunkt B03 hvor det ble påvist fin, siltig sand med noen planterester.

Lenger sør viser resultatene fra borpunkt B01 at alle løsmassene over fjell er faste masser, trolig en kombinasjon av fyllmasse og morene. I borpunkt B02, hvor sonderingen ble gjort utenfor vegbanen, er det påtruffet omtrent 4 m med masser med liten motstand. Resultater fra laboratorieprøver viser et 2 m tykt lag med torv over et 2 m tykt lag med leire på fjell. Leira er siltig og humusholdig og har lommer av planter og røtter. Både torv og leire har høyt vanninnhold (> 80%).

I krysset mot Austbøvegen (profil 540) viser totalsonderingen fra borpunkt B08 at det er et svakere lag mellom 1 og 2 m under terreng. Resultat fra laboratorium viser her at det er snakk om middels, siltig sand med noen grove gruskorn. Berg ble påtruffet 2,18 m under terreng. Det vil måtte påregnes pigging eller sprengning i dette området.

Oppsummert kan grunnforholdene i Norheimstølen mellom profil 540 og 700 sies å bestå av grovere masser med noen svakere lag bestående av siltig sand rundt 2 m dybde. Det er påtruffet en lomme av torv og leire ved profil 590 med ukjent utstrekning. Dybde til fjell varierer mellom 1,55 m i nord (profil 700), 4,23 m og 4,65 m i hhv. B01 og B02 (profil 600) og 2,18 i BP18 (profil 540).

### Dovamyrsvegen

Det ble utført én totalsondering (borpunkt B10) ved profil 96 i trasé 6 i Dovamyrsvegen. Resultatene i denne tyder på at grunnen består av 3,15 m morene eller fyllmasser over fjell. Det er planlagt gravedybder ned til omtrent 4 m.

### 4.3.2 Grunnvannsforhold

Det er installert to elektriske poretrykksmålere med minne i forbindelse med de geotekniske grunnundersøkelsene. Begge poretrykksmålerne er plassert i Norheimstølen, P01 i den østre delen og P02 i nordvest. Plassering av poretrykksmåler P01 sammenfaller med plassering av borpunkt B01. Poretrykksmåler P02 er plassert ved borpunkt B06.

Begge poretrykksmålerne logger med intervaller på 12 timer. P01 er installert i 4 m dybde og P02 er plassert i 2,2 m dybde. Avlesning av poretrykksmåler P01 viser at grunnvannspeilet ligger i omtrent 0,8 m under terreng. For poretrykksmåler P02 varierer grunnvannspeilet mellom 1,5 og 2 m under terreng.

For grafisk fremstilling av poretrykksmålingene, se datarapport, [1].

## 5 Områdestabilitet og naturfare

### 5.1 Naturfare

Ifølge NVE Atlas ligger ingen del av området i en registrert faresone for flom eller skred. Ettersom deler av området befinner seg under marin grense er det mulighet for marin leire. Området er derimot ikke markert med mulighet for sammenhengende forekomster av marin leire.

### 5.2 Områdestabilitetsvurdering

Delen av området som befinner seg under marin grense fremstår som tilnærmet flatt ifølge høydesnitt hentet fra hoydedata.no, se Figur 2 og Figur 4. Ifølge løsmassekart fra Norges geologiske undersøkelse (NGU) består området av morene. Grunnundersøkelsene utført av COWI i april 2021 antyder friksjonsmasser og/eller morene med unntak av ett punkt i Norheimstølen (B02) som viser torv over leire.

NVEs veileder for vurdering av områdestabilitet i områder med kvikkleire 1/2019, [7], definerer kriteriene for områdeskredfare som total skråningshøyde i

løsmasser over 5 meter eller jevnt hellende terreng brattere enn 1:20 og høydeforskjell over 5 m.

Ettersom ingen av disse kriteriene er oppfylt i områdene under marin grense i tillegg til at grunnundersøkelsene i stor grad indikerer grovere masser vurderes det at planlagte tiltak ikke utgjør fare for områdestabilitet.

## 6 Geotekniske styrke- og deformasjonsparametere

### 6.1 Rutineundersøkelser

Det ble hentet opp prøver fra fire borpunkt i området, hvorav to var i Norheimstølen. Resultatene fra geoteknisk laboratorium viser at massene hovedsakelig består av siltig sand med innslag av organisk materiale. I Norheimstølen ble det i borpunkt 2 funnet torv og leire.

### 6.2 Materialparametere

For stabilitetsanalyse er det benyttet erfaringsverdier for friksjonsmasser fra ref. [9]. For området rundt borpunkt B02 i Norheimstølen er styrkeparametere tolket ut fra CPTu-sondering og resultater fra geoteknisk laboratorium.

Tabell 1: Materialparametre benyttet i stabilitetsberegning i friksjonsmasser i Austbøvegen

Material	Tyngdetetthet, $\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	Friksjonsvinkel, $\phi$ (°)	Effektiv kohesjon, $c'$
Morene/fyllmasse	18	36	4,3

Tabell 2: Tolkede materialparametere benyttet i stabilitetsberegning for området rundt borpunkt B02 i Norheimstølen

Material	Tyngdetetthet, $\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	Friksjonsvinkel, $\phi$ (°)	Effektiv kohesjon, $c'$ [kPa]	Udrenert skjærfasthet, $c_u$ (kPa)	ADP-faktorer
Torv	12	20	1,8	18	-
Leire	13,5	20	1,8	18	1; 0,63; 0,35

Tabell 3: Materialparametre benyttet i stabilitetsberegninger i friksjonsmasser i Norheimstølen

Material	Tyngdetetthet, $\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	Friksjonsvinkel, $\phi$ (°)	Effektiv kohesjon, $c'$
Tørrskorpe/bærelag	18	30	0
Morene/fyllmasse	18	36	4,3

For å vurdere mulige setninger i torv- og leirmassene rundt borpunkt B02 i Norheimstølen er det gjort en overslagsberegning på effekten av grunnvannssenkning ved hjelp av Geosuite Stability. Materialparametre er tolket ut ifra resultater fra geoteknisk laboratorium. For tolkning av M-modul se vedlegg 4.

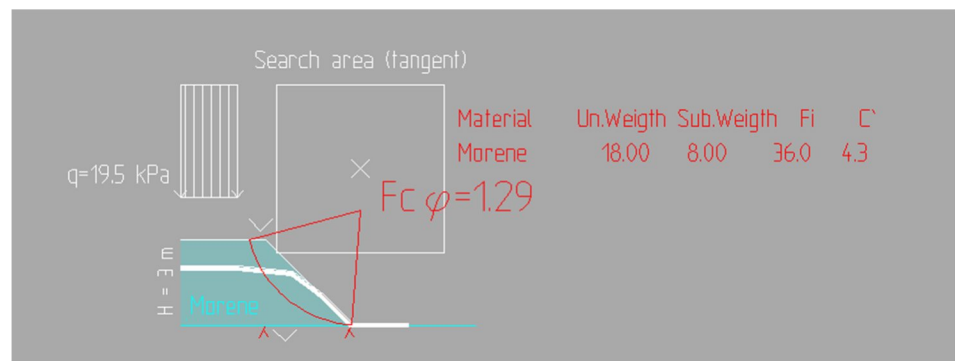
Tabell 4: Tolkede materialparametere benyttet i overslagsberegning av potensielle setninger i Geosuite Stability

Jordmodell	Permeabilitetsmodell	Tyngdetetthet, $\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	M <sub>oc</sub> -modul (kN/m <sup>2</sup> )	Overkonsoliderings-spennning, $\sigma'_c$ (kN/m <sup>2</sup> )
Janbu	Log based (strain)	13,0	800 (i terreng) til 1000 (i 4 m dybde)	63

## 7 Prosjektgjennomføring

### 7.1 Austbøvegen

Det er gjort analyse av lokal skråningsstabilitet av VA-grøfter for de ulike løsmassemekthetene over fjell i Austbøvegen. Stabilitetsanalysene ble utført i Geosuite Stability versjon 22.0.0. Beregnet tilstrekkelig sikkerhet oppnås for skråningsutslag 1:1,5.



Figur 9: Utklipp fra stabilitetsanalyse i Austbøvegen.

Der løsmassemektheten er større enn 3,7 meter må grøftekasser benyttes.

Et kombinert profil med åpne grøfter og grøftekasser kan velges dersom dette foretrekkes. Dybden med frigravde grøfter bør ikke overstige 2 meter ved en slik kombi-løsning. Kombinert profil beskrives nærmere i kapittel 7.1.5.

Øst for Norheimstølen kan åpne grøfter ned til fjell tillates, da utførte sonderinger antyder løsmassemekthet på mindre enn 3,0 m. Disse utføres da med helningsutslag 1:1,5 (33,7°).

Da det er antatt at grunnvannstanden befinner seg 1 meter under terreng i Austbøvegen, må det forventes at massene er vannmettede 1 meter under terreng. Dette vil gi et visst vanntilslag inn i gropa. For å holde anleggsgropa tilstrekkelig tørr vil pumper være nødvendig. Vanntilslaget, og nødvendig pumpekapasitet, må vurderes fortløpende på plass. Det anbefales å gjøre en prøvegraving i forkant av arbeidene for vurdering av vanntilslag og bestemmelse av praktisk håndtering av vann.

Fiberduk må legges over de åpne grøftene dersom det kommer regn av betydning under anleggsarbeidene.

Fjellskjæringen kan, ved god bergkvalitet, stå med helningsutslag 5:1 med 0,5 m hyllebredde inntil utgravingen av løsmasser. Vurderingen omkring bergkvaliteten må gjøres av kvalifisert personell – for eksempel fjellsprenger med riktig kompetanse. Fjellskjæring må kontinuerlig undersøkes og sikres av erfarent personell. Arbeidssikring i form av stenger og bolter må vurderes av utførende og brukes der det er nødvendig.

Løsmassene er stedvis svært fast lagret og kan være vanskelig å grave i. Sprengning kan være nødvendig.

Det skal gjøres kontroll av rystelser ifm. sprengningsarbeid. Entreprenør sørger for at arbeidene utføres uten skadelige vibrasjoner. Grenseverdier fastsettes iht. NS8141. For videre rådføring knyttet til dette kan ingeniørgeolog kontaktes.

De graveskråningene, og utforming av grøftesnitt som er gitt i denne teksten, er veiledende. Nødvendig slakere skråningshelning for grøftene må derfor vurderes fortløpende mens arbeidene pågår, da dette avhenger av grunnvannstand og lokale variasjoner i grunnforhold.

### 7.1.1 Grøfteutbredelser, åpne grøfter

For 5 m dype VA-grøfter, med 2,0 m bredde i traubunn, gir dette totale grøftebreder som følger:

- > 1,3 m løsmasser, 3,7 m fjell;  $(1,95 \text{ (utslag, løsmasser)} + 0,5 \text{ (hyllebredde, fjell)} + 0,37 \text{ (utslag, fjellskjæring)} + 1 \text{ (traubunn)}) \times 2 = 7,64$
- > 2,0 m løsmasser, 3 m fjell;  $(3 + 0,5 + 0,3 + 1) \times 2 = 9,6 \text{ m}$
- > 2,5 m løsmasser; 2,5 m fjell;  $(3,75 + 0,5 + 0,25 + 1) \times 2 = 11,0 \text{ m}$
- > 3,0 m løsmasser; 2 m fjell;  $(4,5 + 0,5 + 0,2 + 1) \times 2 = 12,4 \text{ m}$

Disse avstandene må, sammen med fjellkontrollboringene, hensyntas når det skal avgjøres hvor bred grøftetrase som skal graves/beslaglegges langs



ledningstraseen. Det må legges til en sikkerhetsmargin som tar høyde for at grøften kan måtte bli bredere enn det nærliggende fjellkontrollboring tilsier.

### 7.1.2 Grøfteutbredelser, grøftekasser

Dersom frigraving erstattes med grøftekasser hvor løsmassemekktigheten er mindre enn 3 meter, blir nødvendig total bredde av grøft med grøftekasse:

- > 3 meter løsmasser, 2 m fjell;  $(0,5 \text{ (hyllebredde, fjell)} + 0,2 \text{ (utslag, fjellskjæring)} + 1,0 \text{ (traubunn)}) \times 2 = 3,4 \text{ m}$
- > 2 meter løsmasser, 3 m fjell;  $(0,5 + 0,3 + 1,0) \times 2 = 3,6 \text{ m}$

### 7.1.3 Forutsetninger, restriksjoner og andre føringer for utførelse av grøftegraving i Austbøvegen

Dette delkapitlet er revidert i mars 2023 på bakgrunn av ny kunnskap.

Det er gjort nye fjellkontrollboringer og påvist bergnivå på mindre enn 3 meter fra terreng i sørsteparten av boringene i Austbøvegen. 3 boringer viser berg på 3,7, 3,3 og 3,3 meter i Austbøvegen. Det er gjort en ny vurdering av hvordan grøftestabilitet bør ivaretas. Vurderingen gjelder også de dypere utgravingene (dypere enn 3 m), men ekstra forsiktighet må utvises her. Grøftekasser kan være naturlig tiltak i områdene med løsmassemekktighet over 3 m, da skråningsutslagene uansett vil gi svært stor total grøftebredden. Om bløt leire eller sensitivt jordmateriale påvises må bunn grøft fylles igjen, og tiltak vurderes. Geotekniker kontaktes.

Det anføres at i forhold til grøftestabilitet så kan grøfting utføres med fri utgraving for hele Austbøvegen. For å redusere anleggsbredde og ulemper for omgivelsene og eksisterende infrastruktur, vil det likevel være aktuelt å benytte grøftekasser på deler av strekningen.

Mellom fot graveskråning og bergskjæring må det etableres en hylle, som vurderes i hvert tilfelle blant annet avhengig av helningen på berget og løsmassenes beskaffenhet. Rystelser fra sprengning kan svekke stabiliteten av løsmassene. Berghyllbredden ved overgang løsmasser berg må minimum være 0,5 meter.

Det anføres at grøfter i kombinert løsmasse- og bergskjæring kan utføres på følgende måte:

- Fri graveskråning 1:1,5 i løsmasser. Maksimalt 3,7 m dybde.
- 0,5 meter hyllebredde
- Bergskjæring med utslag 5:1 til ønsket traubunn (iht. VA-norm)

### 7.1.4 Grøftekasser – utførelse

Ved bruk av grøftekasser graves i første omgang maksimalt 1,25 meter vekk med bratt skråningsutslag (f. eks. 2:1 e.l.) før grøftekasse settes ned. 1,5 meter kan fungere ved særlig gode grunnforhold. Utgraving og nedsetting av grøftekasse må skje i løpet av en dag om bratt utgraving velges. Grøften graves ut i seksjoner – maksimalt tilsvarende to seksjoner grøftekasser av gangen.

Stedlige masser tilbakefylles mellom grøftekasse og graveskråning – grøftekasser er normalt ikke dimensjonert for utrasing av masser. Deretter graves suksessivt de resterende løsmassene vekk, innenfra grøftekassen, til ønsket grøftedybde er nådd. Maksimalt graves 0,5 meter løsmasser av gangen før grøftekassen presses videre ned.

Det må, i tillegg til ønsket bredde av traubunn, hensyntas at fjellsprenkning fordrer plass mellom fjellskjæring og grøftekasse – slik at sprengnings-/piggingsarbeid ikke kommer i konflikt med grøftekassen. I størrelsesorden dreier det seg om 0,5 meter på hver side.

Etter at VA-arbeidene er ferdig skal grøftekassene trekkes forsiktig, stegvis opp. Maksimalt trekkes grøftekassen opp 0,5 meter av gangen før det fylles opp med masser i gropen.

Type og størrelse grøftekasse vurderes og velges av entreprenør. Bruksveiledningen for grøftekassen som skal benyttes skal vise til hvilke dybder og hvilke jordarter konstruksjonen er beregnet og sertifisert for.

### 7.1.5 Kombinert grøfteprofil – utførelse

Det kan benyttes et kombinert grøfteprofil med grøftekasser og frigraving dersom dette foretrekkes. I så fall frigraves grøftene med helningsutslag 1:1,5 i en dybde på, maksimalt, 2,5 meter. Deretter settes grøftekassen ned og det graves suksessivt ned innenfra grøftekassen som beskrevet ovenfor.

## 7.2 Norheimstølen

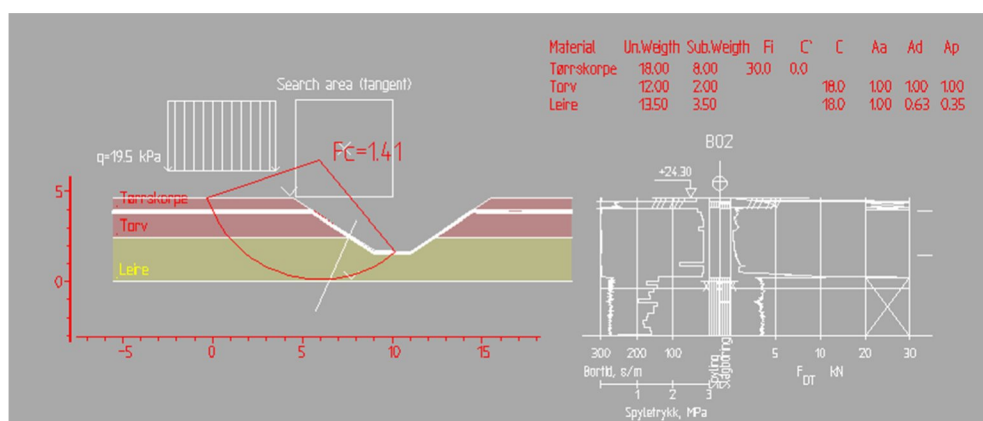
### 7.2.1 Lokalstabilitet av grøfter

Det er undersøkt om det vil være mulig å benytte åpne grøfter i forbindelse med arbeidene i Norheimstølen. Stabilitetsanalyse ble utført i Geosuite Stability versjon 20.0.2.0 for to ulike jordprofil tolket på bakgrunn av resultater fra borpunkt B01 og B02. B01 er antatt å være representativ for deler bestående av fyllmasse over morene og det er derfor regnet på drenert situasjon (effektivspenningsbasis). B02 består utelukkende av torv og leire over fjell, men er antatt å representere en begrenset utbredelse. For jordprofilen bestående av torv og leire er det regnet udrenert (på totalspenningsbasis) for en situasjon hvor grøftene står åpne i mindre enn en dag. For grøfter som står åpne lenger enn én dag er det regnet drenert (på effektivspenningsbasis).

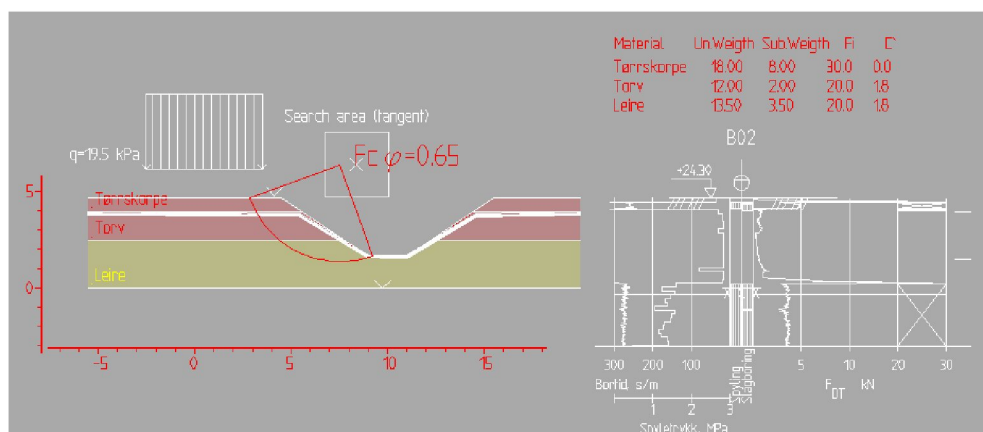
To ulike skråningsutslag er vurdert for begge jordprofilene, 1:1 og 1:1,5. Grunnvann var lagt i høyeste målte posisjon i poretrykksmåler P01, tilsvarende 0,8 m under terreng.

Det ble ikke oppnådd tilstrekkelig sikkerhet for skråningsutslag på 1:1 for noen av snittene. Ved bruk av utslag på 1:1,5 samt seksjonsvis utgraving med seksjoner på maksimalt 16 m lengde ble det oppnådd tilstrekkelig sikkerhet for den udrenerte beregningen (korttidssituasjon) for profilet med torv og leire, se Figur 10. For den drenerte situasjonen (grøfter som står åpne i mer enn én dag) ble det ikke oppnådd tilstrekkelig sikkerhet for profilet med torv og leire, selv med bruk av seksjonsvis utgraving, se Figur 11. Skal grønfter i dette området stå åpne i mer enn én dag må det benyttes avstivning i form av grønfteskasser eller spunt.

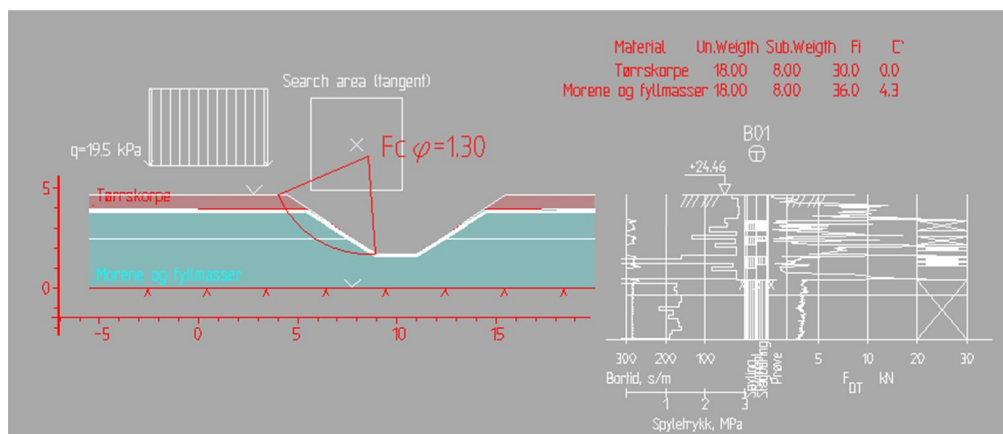
For profilet med morene/fyllmasser ble det oppnådd tilstrekkelig sikkerhet med skråningsutslag på 1:1,5 uten bruk av seksjonsvis utgraving, se Figur 12.



Figur 10: Utklipp fra udrenert stabilitetsberegning av jordprofil med torv og leire som viser oppnådd tilstrekkelig sikkerhet ved bruk av åpne grønfter med utslag på 1:1,5 og grønftelengder opptil 16 m.



Figur 11: Utklipp fra drenert stabilitetsberegning av jordprofil med torv og leire som viser at det ikke oppnås tilstrekkelig sikkerhet for åpne grønfter med utslag på 1:1,5 og grønftelenger begrenset til 9 m.



Figur 12: Utklipp fra stabilitetsberegningen av jordprofil med fyllmasse og morene som viser oppnådd krav til sikkerhet for et skråningsutslag på 1:1,5.

Planlagt dybde av utgravinger på 3 m kombinert med et skråningsutslag på 1:1,5 tilsier at bredden av grøftene vil bli minimum 9 m bred uten å regne med bredde av traubunn. Dette grøftetversnittet vil overstige tilgjengelig bredde av vegbanen og vil komme nært på nabobebyggelse.

For å gjennomføre tiltaket innenfor vegbredden anbefales det å benytte avstivning av grøftene. Dette kan for eksempel utføres i form av grøftekasser eller midlertidig spunt.

Der hvor det blir nødvendig med pigging eller sprengning anbefales det spesielt bruk av grøftekasser for å sikre overliggende løsmasser under arbeidet.

## 7.2.2 Setninger

I borpunkt B02 ble det påtruffet torv over leire. Endring i grunnvannsnivået i torv kan potensielt gi betydelige setninger. Det er utført overslagsberegning av forventede setninger ved hjelp av beregningsprogrammet Geosuite Settlements versjon 22.0.2.0. Materialparametere benyttet kan ses i Tabell 4.

Det er tatt utgangspunkt i at grunnvannet senkes fra det målte 0,8 m under terreng til omtrentlig traubunn i 3 m under terreng. Dette medfører en tilleggslast tilsvarende vanntrykket i 2,2 m, altså 22 kPa. Dette er modellert med en last på 22 kPa påført i 3 m under terreng i tillegg til en mindre last på 10 kPa påført fra terreng. Denne overslagsberegningen viser at man totalt kan forvente setninger på mellom 1 og 2 cm. Setninger er tidsavhengige og med en forventet maksimal anleggstid per åpne grøft på maksimalt en måned må det regnes med setninger på omkring 1 cm.

For å hindre setninger på grunn av grunnvannssenking i området anbefales det at tiden grøfter dypere enn grunnvannsspeilet (omkring 0,8 m under terreng i Norheimstølen) står åpne begrenses. Fritt vann i grøftene anbefales pumpet ut av grøft og ut på terreng, evt. gjeninnfiltrert i nærliggende torvmasser.

Det anbefales å avdekke utbredelsen av torv- og leireforekomstene ved å utføre prøvegraving eller flere totalsonderinger i området rundt borpunkt B02 innen anleggsstart.

### 7.3 Dovamyrsvegen

I Dovamyrsvegen er det utført én totalsondering i borpunkt B05. Denne viser 3,15 m til fjell hvor løsmassene består av grovere friksjonsmasser. Planlagte gravedybder er omtrent 4 m og det må derfor benyttes pigging/sprengning. Vegbredden er også svært begrenset på omtrent 7 m. På bakgrunn av plassbegrensingen og de planlagte gravedybdene anbefales det at det benyttes grøftekasser til fjell. I overkant av vegen ved Dovamyrsvegen 9 er det i dag en ca. 1 m høy støttemur. Det anbefales at graving i nærheten av støttemur foregår med skråningsutslag på minimum 1:1 fra underkant av muren. Det må forventes oppretting av muren i etterkant av arbeidene ettersom det graves tett på den.

Det er knyttet usikkerhet til bergoverflatens forløp. I krysset Dovafjellsvegen/Austbøvegen er det utført totalsondering i borpunkt B07. Denne viser 1,2 m til fjell. Det bør derfor påregnes bruk av pigging eller sprengning for å nå planlagte gravedybder i hele traseen. For stabilisering av løsmasser under dette arbeidet, samt for å begrense grøfteutslag, anbefales det bruk av grøftekasser.

### 7.4 Grunnvann

Grunnvannstanden antas å ligge omkring nivå 1 meter under terreng. Ved utgravinger dypere enn 1 meter under terreng må det forventes at det skal håndteres grunnvann.

Under graving skal det ikke stå fritt vann i grøftene over tid. I områder med morene eller fyllmasse forventes det at innsigende vann fra morenemasser under graving kan håndteres med simpel lensepumping. Det må forventes lokal bruk av sugespisser eller tilsvarende dersom lensepumper ikke er tilstrekkelig.

For grøfter i torv eller leire må innsig i grøfter overvåkes og kontrolleres. For å unngå uheldig senkning av grunnvannsspeilet i området anbefales det at tiden grøfter dypere enn grunnvannsspeilet står åpne begrenses. Fritt vann i byggegrop i torvområdet pumpes ut på terreng mot nabobebyggelse, ev. gjeninnfiltreres.

Det må påregnes bruk av leirepropper rundt torv- og leireforekomsten i Norheimstølen for å unngå at grunnvann fra området dreneres via grøfter som er fylt med pukk. Behov for bruk og utførelse av leirepropp vurderes av geotekniker på befaring i anleggsfasen eller under prøvegraving i forkant av arbeidene.

## 7.5 Eksisterende bebyggelse

Ved oppstart av prosjektet anbefales det at det gjennomføres tilstandskontroll og registrering med foto av nabobebyggelse. Dette gjelder spesielt på bygg og konstruksjoner i nærhet av planlagt sprengning/pigging i berg, samt i Norheimstølen rundt torvforekomst.

## 8 Generelt om gravearbeider

- > Det kan bli behov for justeringer av graveskråninger og -geometri under arbeidene dersom det avdekkes dårligere grunnforhold enn forventet, eller det gjøres erfaringer med eventuelle utglidninger og innrasing av masser i grøftene.
- > Det tilrås å gjennomføre arbeidene i tørre perioder dersom dette er mulig. Ved kraftig nedbør bør midlertidige graveskråninger tildekkes med presenning.

## 9 HMS / SHA

Det skal foreligge en skriftlig plan for sikkerhet, helse og arbeidsmiljø (SHA-plan) før oppstart av anleggsarbeidene. SHA-planen skal foreslå tiltak for å eliminere eller redusere risiko i utførelsesfasen knyttet til grunnarbeider:

- > Påtreff av registrerte/uregistrerte kabler, ledninger og andre installasjoner i grunnen i forbindelse med gravearbeidene.
- > Påtreff av forurenset grunn.
- > Påkjørsel av personell/kollisjon mellom kjøretøyer ved transport ut og inn av anleggsplass. Samt trafikk på byggeplass.
- > Skade på personell/maskiner ved utglidning av ustabile graveskråninger.
- > Velting/synking av maskiner ved graving og massetransport.
- > Rystelser og støy/støv på omgivelser fra anleggsarbeider (sprengning).

Videre gjelder følgende:

- > Personopphold skal ikke forekomme i grøften før det er tilbakefylt med masser inntil grøftekassen.
- > Veien skal være avstengt når grøften står åpen uten oppstøtning fra grøftekasser (ved åpne midlertidige graveskråninger).
- > Stedlige masser skal ikke under noen omstendighet plasseres nær kanten/toppen av grøften. En minimumsavstand på 2,0 meter fra

skråningstoppen er absolutt. For midlertidige graveskråninger bør minimumsavstanden være 3,0 meter.

- > Stans av boggilast (brannbil) og annen tung last skal ikke forekomme inntil grøften, især ikke mens den står åpen med en midlertidig graveskråning.

## 10 Videre arbeid og kontrollplan

### 10.1 Anbefalt videre arbeid

Før oppstart av arbeider må endelig teknisk plan gjennomgås og sammenlignes med forutsetninger i dette notatet. Endrede gravedybder og plassering av kumgrupper skal spesielt kontrolleres.

Det anbefales at entreprenør utfører prøvegravinger innen igangsettelse for å stadfeste utbredelsen av torv- og leireforekomsten rundt borpunkt B02. Grøftene bør stå åpne lenge nok til å observere evt. vanninnslag, men tilbakefylles innen kort tid. Dette for å vurdere faren for grunnvannssenkning på omkringliggende områder.

### 10.2 Kontrollplan

Kontrollpunkt	Beskrivelse	Ansvarlig
Tilstandsvurdering av nabobygg	Det skal utføres tilstandskontroll med foto av nabobebyggelse innen arbeidet startes.	Byggherre/entreprenør
Grunnforhold	Dert skal kontrolleres at de stedlige masser er i overensstemmelse med beskrivelse i dette dokument Dersom bløt leire eller sensitiv jord påtreffes fylles grøft igjen og tiltak vurderes. Geotekniker kontaktes for evt. råd.	Byggherre/Entreprenør
Grunnvannsnivå	Det skal kontrolleres at alle grøfter er tørre og tilsigende vann pumpes bort.	Entreprenør
Midlertidige graveskråninger i seksjoner	Det skal kontrolleres at utgravinger gjennomføres med utslagene som er anbefalt i dette notatet.	Entreprenør
Utgravde masser og annen last nær grøfttopp	Det kontrolleres at all unødvendig last holdes vekk fra skråningstoppen av grøftene. Stedlige masser plasseres i en minimumsavstand 2,0 meter fra skråningstopp.	Entreprenør
Forurenset grunn	Tas hånd fortløpende. Miljørådgiver må eventuelt kontaktes.	Entreprenør

Fjellsikring	Det skal utføres vurdering av sikkerhet i forbindelse med arbeid i sprengte grøfter/fjellskjæringer.	Entreprenør
--------------	--	-------------

## 11 Vedlegg

Tolkning av trykksondering (CPTu)	Vedlegg 1
Tolkning av ødometerforsøk	Vedlegg 2
Prinsippskisse grøftkasser	Vedlegg 3

## 12 Referanser

- [1] COWI, «Geoteknisk datarapport VA-sanering Austbøvegen GU,» Oslo, 2021.
- [2] Kommunal- og moderniseringsdepartementet, Lov om planlegging og byggesaksbehandling (Plan- og bygningsloven).
- [3] D. f. byggkvalitet, Byggteknisk forskrift (TEK17).
- [4] «Direktoratet for Byggkvalitet (dibk), Byggesaksforskriften (SAK10), <www.dibk.no>».
- [5] Eurokode 7: NS-EN 1997-1:2004+A1:2013+NA:2020, Geoteknisk prosjektering - Del 1: Almenne regler, Norsk Standard, 2016.
- [6] Eurokode 0: NS-EN 1990:2002+A1:2005+NA:2016, Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner, Norsk Standard, 2016.
- [7] NVE, Veileder 1/2019 Sikkerhet mot kvikkleireskred. ISSN:1501-0678, 2020.
- [8] Statens vegvesen, Håndbok N200, Vegbygging, 2018.
- [9] Statens vegvesen, Håndbok V220, Geoteknikk i vegbygging, 2018.
- [10] Statens vegvesen, Håndbok V221, Grunnforsterkning, fyllinger og skråninger, 2014.
- [11] Norsk geoteknisk forening, NGF-melding nr. 9: veiledning for utførelse av totalsondering, Oslo: NGF, 2018.