

## NARJNOTAT

OPPDRAG	<b>Detaljprosjektering pumpestasjon Ostangen/Hjelmvegen, etappe 5</b>	DOKUMENTKODE	10209050-RIG-NOT-002
EMNE	Geoteknisk prosjektering av pumpestasjon og ledningsanlegg Hjelmvegen	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAGSGIVER	<b>Trondheim kommune</b>	OPPDRAGSLEDER	Ingrid Marklund
KONTAKTPERSON	Maren Blomset Malvik	SAKSBEHANDLER	Anne Mestvedt Olaussen/Konstantinos Kalomoiris
KOPI		ANSVARLIG ENHET	10234011 Geoteknikk Midt

## SAMMENDRAG

Multiconsult er engasjert til å utføre geoteknisk prosjektering av pumpestasjon og ledningsanlegg ved Hjelmvegen på Klæbu i Trondheim kommune. Prosjektering av overføringsledninger bygget i 2019 er utført av Norconsult.

Tidligere utførte og nye grunnundersøkelser viser at løsmasser hovedsakelig består av siltig leire i området. Leira er klassifisert som middels fast til fast. Utføre sonderinger indikerer mulig sprøbruddmateriale under kote ca. +117 på platået. I sidedalen, der pumpestasjonen er planlagt, er det påvist kvikkleire fra kote ca. +118,6. Topplaget i samme område består av siltig leire. Prøvegravingen som ble utført 1.2.2019 viste at løsmasser i sidedalen nord for terrengryggen i hovedsak består av et øvre lag av jord og blandet silt/sand/leire. Under dette var det et lag av relativt fast leire, og deretter bløtere leire. Leira var siltig, og i tillegg til dels finsandig. Under 3 m dybde ble leira noe omrørt under graving. Dette stemmer overens med resultatene fra den nylige utførte grunnundersøkelsen.

I foreliggende notat er det tatt utgangspunkt i at tiltakene skal utføres uten forverring av områdestabiliteten i verken anleggs- eller bruksfasen. Det er av den grunn anbefalt at ledningsgrøften utføres seksjonsvis på en ca. 20 m lang strekning, med suksessiv graving og tilbakefylling før neste seksjon graves ut, i 8 m lange seksjoner. Videre er tilstrekkelig områdestabilitet ivare tatt ved å ivareta tilstrekkelig lokalstabilitet i anleggsfasen i forbindelse med etablering av byggegrop for ny pumpestasjon.

Planlagt pumpestasjon skal fundamenteres direkte på løsmasser. Massene i bunnen av byggegropa vil bestå av bløte leir-/silt-/sandmasser. For å stabilisere bunnen av byggegropa må det legges et lag med pukklag umiddelbart. Mellom original grunn og pukklaget må det legges separasjonsduk bruksklasse 3 iht. NorGeoSpec 2012.

Det må påses at ingen konstruksjoner blir anbrakt på oppbløte/eller omrørte masser. Dersom grunnen blir omrørt/oppbløtt må dette masseutskiftes med pukklag. Dette må vurderes av geotekniker.

Midlertidige graveskråninger bør ikke etableres brattere enn 1:1,5. Dersom det påtreffes vannførende lag, kan det bli behov å vurdere særskilte tiltak. Skråningstoppene skal ikke trafikkeres/belastes nærmere enn 1 m fra skråningskanten.

Ledningsgrøfter kan utføres med helning 1:1 for gravedybder inntil 3 m. Det kan bli behov for å slake ut graveskråninger eller innføre stabiliserende tiltak dersom det påtreffes uventede grunnforhold, høy grunnvannstand eller vannførende lag under utførelse.

			KOUK	ARV	ARV
00	12.6.2020	Geoteknisk prosjektering av pumpestasjon og ledningsanlegg Hjelmvegen	Anne M. Olaussen/Konstantin os Kalomoiris	Arne Vik	Arne Vik
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV

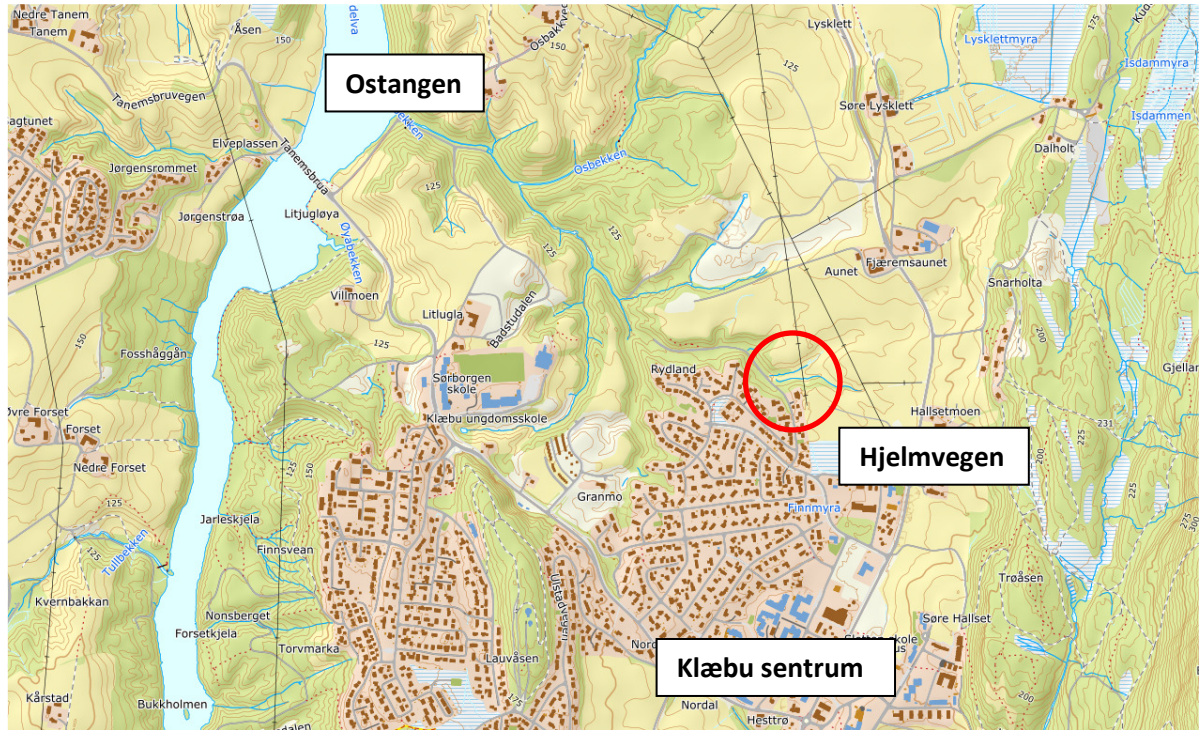
## Innholdsfortegnelse

1	Innledning .....	3
2	Grunnlag .....	4
2.1	Grunnundersøkelser .....	4
2.2	Prøvegravinger.....	4
2.3	Grunnlagsdokumenter.....	4
3	Topografi og grunnforhold .....	6
3.1	Topografi og løsmasser.....	6
3.2	Grunnvann og poretrykksforhold .....	6
3.3	Kvikkleiresoner .....	6
4	Sikkerhetsprinsipper .....	7
4.1	Generelt .....	7
4.2	Klassifisering iht. NVEs kvikkleireveileder.....	7
4.3	Geotekniske problemstillinger.....	7
5	Geotekniske vurderinger .....	8
5.1	Beskrivelse av tiltaket .....	8
5.2	Områdestabilitet.....	9
5.3	Fundamentering av pumpe-stasjon.....	9
5.4	Etablering av bygge-grop .....	10
5.5	Grøftegravning.....	11
5.5.1	Hjelmvegen (pr. 0 – pr. 50).....	11
5.5.2	Terrengrygg (pr. 50 – pr. 70).....	11
5.5.3	Fylling rundt pumpe-stasjon (pr. 70 – pr. 95) .....	11
5.6	Naboforhold.....	12
6	Kontroll av utførelse .....	13
7	Kritiske momenter / slutt-kommentar .....	15
8	Referanser.....	16

# 1 Innledning

Multiconsult er engasjert til å utføre geoteknisk prosjektering for pumpestasjon og ledningsanlegg ved Hjelmvegen på Klæbu i Trondheim kommune.

Oversiktskart med beliggenhet av planlagt pumpestasjon og ledningsanlegg er vist i Figur 1-1.



Figur 1-1: Oversiktskart. Plassering av planlagt pumpestasjon og ledningsanlegg vist i rød sirkel. Kart: [www.norgeskart.no](http://www.norgeskart.no)

## 2 Grunnlag

### 2.1 Grunnundersøkelser

Tidligere grunnundersøkelser som danner grunnlag for våre vurderinger, er presentert i Tabell 2-1.

Tabell 2-1: Tidligere grunnundersøkelsesrapporter

Rapport nr.	Utførende / Oppdragsgiver	År	Rapportnavn	Ref.
5171952-03	Norconsult / Klæbu kommune	2017	Hovedtrasé Klæbu, Ostangen-Solemsbekken. Etappe 5: Hallset – rundkjøring v/Rydlandsvegen. Geoteknisk datarapport	/1/
6130330	Rambøll / Forset Grus	2013	Massedeponi Aune, Klæbu	/2/
840050	NGI	1994	Kvikkleirekartlegging	/3/
6110745	Rambøll	2012	Ravinedal Rydland nord	/4/
10209050-RIG-NOT-001	Multiconsult	2019	Detaljprosjektering pumpe-stasjon Ostangen/Hjelmvegen, etappe 5. Prøvegraving Hjelmvegen	/6/
10209050-RIG-RAP-001	Multiconsult	2020	Pumpe-stasjon Hjelmvegen. Datarapport – Geotekniske grunnundersøkelser	/7/

### 2.2 Prøvegravinger

Det ble utført prøvegravinger i regi av Multiconsult i mars 2019 for å avdekke graveforhold ved tre alternative plasseringer for pumpe-stasjonen. Resultater fra prøvegraving er presentert i geoteknisk notat 10209050-RIG-NOT-001 /6/.

### 2.3 Grunnlagsdokumenter

I tillegg til geotekniske grunnundersøkelsesrapporter og tverrfaglig 3d-modell er tegninger/dokumenter vist i tabell 2-2 benyttet som grunnlag for våre vurderinger.

Tabell 2-2: Grunnlagsdokumenter

Nr.	Tegning / Dokument	Tittel / Kommentar	Datert
1	B001	Oversiktstegning Ostangen og Hjelmvegen	12.6.2020
2	GH101	Plantegning Hjelmvegen APS	12.6.2020
3	GH102	Profiltegning Hjelmvegen APS	12.6.2020
4	GH110	Grøftesnitt, Hjelmvegen	12.6.2020
5	O101	Situasjonsplan til Hjelmvegen pumpe-stasjon	12.6.2020
6	O201	Snitt til Hjelmvegen pumpe-stasjon	12.6.2020
7	Ostangen Hjelmvegen APS	Novapoint modell, sist oppdatert 1.4.2020	1.4.2020
8	t_va_plan.dwg	Autocad tegning, sist oppdatert 2.4.2020	2.4.2020
9	a_va_tverrsnitt	Autoca tegning. Grøftesnitt for vannledningen mellom Hjelmvegen pumpe-stasjon og eksisterende kum i	30.3.2020

## Geoteknisk prosjektering av pumpe-stasjon og ledningsanlegg Hjelmvegen

	geoteknikk.dwg	Hjelmvegen, sist oppdatert 30.3.2020	
10	B01	Ostangen – Solemsbekken. Hovedtrasé VA. Etappe 5. Ostangen – Hallset. Oversiktstegning. Forprosjekt	5.11.2018
11	H03	Ostangen – Solemsbekken. Hovedtrasé VA. Etappe 5. Ostangen – Hallset. Plan-/profiltegning 3. Forprosjekt	5.11.2018
12	5171952-RIG-05_rev03 /5/	Hovedtrasé Klæbu. Ostangen-Solemsbekken. Delrapport 1: Ostangen-Aunet (etappe 5). Geoteknisk prosjekteringsrapport [5].	12.11.2018

### 3 Topografi og grunnforhold

#### 3.1 Topografi og løsmasser

Planlagt pumpe-stasjon og ledningsanlegg er plassert langs Hjelmvegen og en sideveg i bunnen av krysset, Figur 3-1. Terrenget ligger på kote ca. +120 - +128.

Tidligere utførte og nye grunnundersøkelser viser at løsmasser hovedsakelig består av siltig leire i området. Leira er klassifisert som middels fast til fast. Utføre sonderinger indikerer mulig sprøbruddmateriale under kote ca. +117 på platået. I sidedalen, der pumpe-stasjonen er planlagt, er det påvist kvikkleire fra kote ca. +118,6. Topplaget i samme område består av siltig leire.

Prøvegravingen som ble utført 1.2.2019 viste at løsmasser i sidedalen nord for terrengryggen i hovedsak består av et øvre lag av jord og blandet silt/sand/leire. Under dette var det et lag av relativt fast leire, og deretter bløtere leire. Leira var siltig, og i tillegg til dels finsandig. Under 3 m dybde ble leira noe omrørt under graving. Dette stemmer overens med resultatene fra den nylige utførte grunnundersøkelsen.



Figur 3-1: Krysset ved Hjelmvegen. Ca. plassering av ny ledningstrasé vist med stiplet svart linje. Grusvegen som er etablert i 2019 er også vist. Kilde: 3D.kommunekart.no, hentet 31.3.2020

#### 3.2 Grunnvann og poretrykksforhold

Det er ikke gjort poretrykksmålinger ved planlagt pumpe-stasjon, men prøvegravingene antyder at grunnvannstand ligger ca. 2 m under terreng. Grunnvannstand i skråningene er ikke kjent.

#### 3.3 Kvikkleiresoner

Tiltaket ligger ikke i noen eksisterende kartlagt NVE faresone for kvikkleireskred.



## 4 Sikkerhetsprinsipper

### 4.1 Generelt

I Tabell 4-1 er geoteknisk kategori, pålitelighets- og konsekvensklasse, osv. for planlagt tiltak oppsummert. Nærmere begrunnelse for valg er gitt i vedlegg A – Prosjekteringsforutsetninger.

Tabell 4-1: Oppsummering av valgte sikkerhetsprinsipper for tiltaket

	Pumpe-stasjon	Ledningsstrasé
Konsekvens- og pålitelighetsklasse	CC/RC 2	CC/RC 1
Bruddmekanisme	Sprø	Nøytral
Geoteknisk kategori	2	1
Tiltaksklasse iht. PBL	2	1
Prosjekteringskontrollklasse	PKK2	PKK1
Utførelseskontrollklasse	UKK2	UKK1
Seismisk grunntype	S2	S2
Seismisk klasse	I	I
Tiltakskategori iht. NVE 7/2014	K1	K1

### 4.2 Klassifisering iht. NVEs kvikkleireveileder

Tiltaket ligger ikke i en kartlagt kvikkleiresone, men det er påvist kvikkleire der pumpe-stasjonen er planlagt. Tidligere utførte grunnundersøkelser og nylig utført prøvegraving indikerer videre lommer av mulig sprøbruddmateriale. Tiltaket skal imidlertid utføres uten at stabiliteten skal forverres i verken anleggs- eller bruksfasen, og klassifiseres dermed i tiltakskategori K1. Dersom anlegget forverrer områdestabiliteten, må tiltakskategori K2 benyttes. For tiltakskategori K1 er det ikke krav til soneutredning av kvikkleireforekomster som ikke er kartlagt.

### 4.3 Geotekniske problemstillinger

Geotekniske problemstillinger i forbindelse med bygging av pumpe-stasjonen og ledningsanlegget er hovedsakelig relatert til følgende:

- Områdestabilitet
- Fundamentering av pumpe-stasjon
- Etablering av uavstivet byggegrop
- Stabilitet av ledningsgrøfter

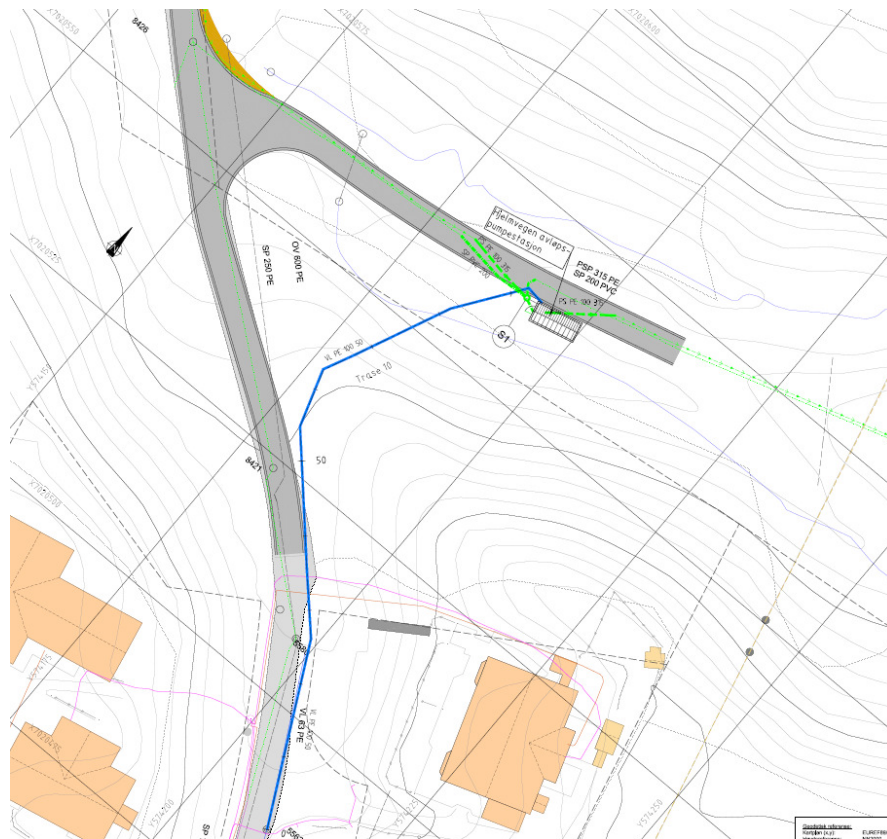
Disse problemstillingene er vurdert i påfølgende kapittel.

## 5 Geotekniske vurderinger

### 5.1 Beskrivelse av tiltaket

Trondheim kommune skal bygge ny avløpspumpestasjon ved Hjelmvegen. Videre skal ny vannledning legges i området på en ca. 95 lang strekning, Figur 5-1.

Vi har videre fått opplyst at overkant bunnplate pumpestasjon vil ligge på kote +119,6. Det benyttes standardtegninger for konstruksjonen utarbeidet av leverandøren.



Figur 5-1: Plassering av vannledning og pumpestasjon. Utsnitt av tegning GH101



Figur 5-2: Novapoint modell i 3D som viser planlagte tiltak og terrenginngrep



## 5.2 Områdestabilitet

Pumpe-stasjonen og ledningstraséen ligger ikke i noen kartlagt kvikkleiresone. Nye og tidligere utførte grunnundersøkelser indikerer imidlertid lommer av mulig sprøbruddmateriale/kvikkleire i området. Under planlagt pumpe-stasjon er det påvist kvikkleire.

I foreliggende notat er det tatt utgangspunkt i at tiltakene skal utføres uten forverring av områdestabiliteten i verken anleggs- eller bruksfasen. Det er av den grunn anbefalt at ledningsgrøften utføres seksjonsvis på en ca. 20 m lang strekning, med suksessiv graving og tilbakefylling før neste seksjon graves ut, i 8 m lange seksjoner. Videre er tilstrekkelig områdestabilitet ivarettatt ved å ivareta tilstrekkelig lokalstabilitet i anleggsfasen i forbindelse med etablering av byggegrop for ny pumpe-stasjon. Fylling etablert i 2019 har gitt en forbedring av stabiliteten og kan vurderes å kompensere for effekten av utgravingen for byggegropa. Graving vil videre utføres med forsvarlige graveskråninger.

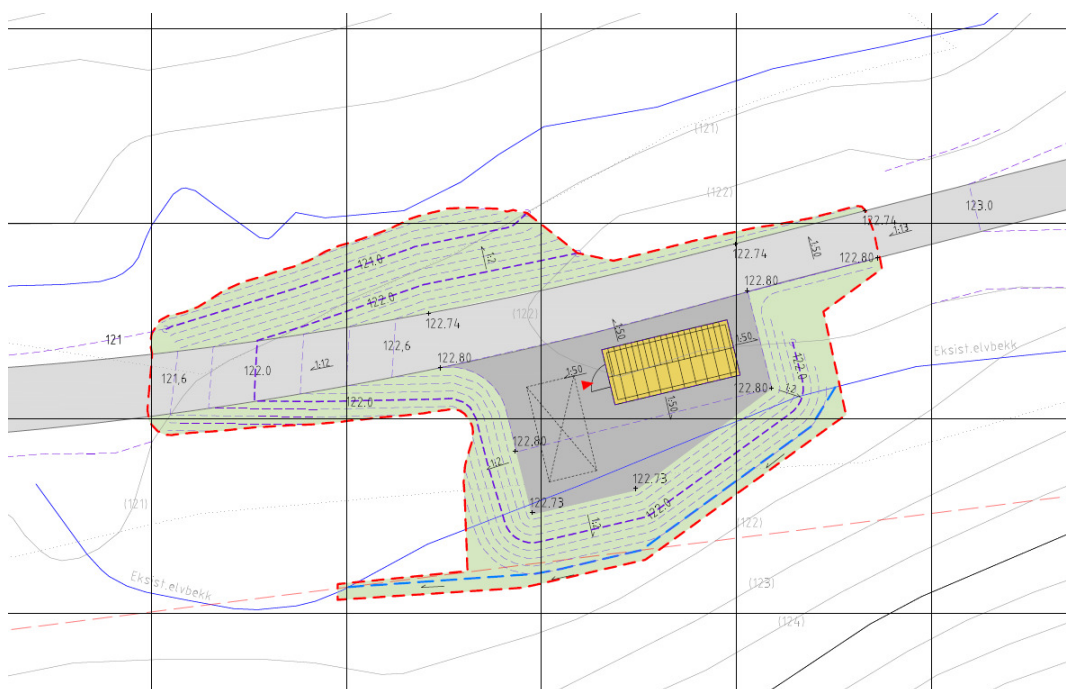
For å unngå forverring av områdestabilitet i anleggsfasen tilrås derfor at gravemasser ikke mellomlagres slik at de kan forverre stabiliteten. Plass for mellomlagring av gravemasser skal godkjennes av geotekniker. Alternativt kan gravemassene fraktes umiddelbart ut av området til egnet midlertidig massedeponi/riggområde. Områder for midlertidig massedeponi avtales i samråd med oppdragsgiver og geotekniker.

## 5.3 Fundamentering av pumpe-stasjon

Planlagt pumpe-stasjon skal fundamenteres direkte på løsmasser.

Prøvegravinger har påvist bløte leir-/siltmasser i gravenivå ved planlagt pumpe-stasjon, se plassering 3 i notat fra prøvegraving, 10209050-RIG-NOT-001 /6/. Grunnundersøkelsen som er utført der pumpe-stasjonen er planlagt, 10209050-RIG-RAP-001 /7/, viser at løsmasser består av et topplag av siltig leire med mektighet på ca. 3 m, dvs. ned til kote +119, over leire lagdelt med silt- og sandlag. Fra 3,35 til 5 m dybde er det påvist kvikkleire.

Graveplanumet er satt ved kote +119. O.k. bunnplate vil ligge på kote +119,6. Et 20 cm tykt avrettingslag av pukk sortering 0/32 vil legges rett under bunnplata umiddelbart etter at byggegropa er etablert.



Figur 5-3: Utsnitt av situasjonsplan til Hjelmvegen avløpspumpe-stasjon, tegning O101

Tillatt grunntrykk i bruddgrensetilstand i forbindelse med dimensjonering av bunnplata er 80 kPa. Det oppnås kompensert fundamentering av pumpestationen.

Det må påses at ingen konstruksjoner blir anbrakt på oppbløte/eller omrørte masser. Dersom grunnen blir omrørt/oppbløtt må dette masseutskiftes med pukk. Dette må vurderes av geotekniker.

Humusholdige masser under planlagt pumpestation må masseutskiftes med pukk/kult sortering 22/120. Det skal legges separasjonsduk bruksklasse 3 iht. NorGeoSpec 2012 mellom pukken og de stedlige massene for å hindre inntrengning av finkornige masser. All oppfylling må skje på telefri grunn, eventuelt må telelag fjernes.

Alle fyllinger må bygges opp lagvis og komprimeres iht. normal komprimering etter tabell 2 i NS 3458 /8/ med to ekstra overfarter.

#### 5.4 Etablering av byggegrop

Ferdig utgravd planum er planlagt på kote +119. Høyde på graveskråningene vil da være ca. 3 m.

Utgraving for pumpestationen medfører graving nær bunnen av en ca. 13 m høy skråning med helning ca. 1:2. På grunnlag av prøvegravinger antas grunnvannstand å ligge ca. 2 m under terreng. Ved prøvegraving var det noe tilsig av overflatevann fra bekken øst for grusvegen. Behov for vannpumping i anleggsfasen må påregnes.

Grunnundersøkelsen som er utført der pumpestationen er planlagt, viser at det er kvikkleire fra kote ca. +118,6. Kvikkleirelaget skal dermed ikke røres i forbindelse med etablering av byggegropa. Overgang til kvikkleirelaget kan imidlertid variere på kort avstand, og det er dermed behov for at geotekniker er til stedet for å vurdere grunnforholdene og behov for ev. tiltak under etablering av byggegropa.

Midlertidige graveskråninger bør ikke etableres brattere enn 1:1,5. Dersom det påtreffes vannførende lag, kan det bli behov å vurdere særskilte tiltak. Skråningstoppene skal ikke trafikkeres/belastes nærmere enn 1 m fra skråningskanten.

Det skal påses at det ikke graves i kvikkleire. Massene i bunnen av byggegropa vil trolig bestå av bløte leire-/silt-/sandmasser under grunnvannstand. For å stabilisere bunnen av byggegropa må det legges et lag med pukk umiddelbart. Mellom original grunn og pukklaget må det legges separasjonsduk bruksklasse 3 iht. NorGeoSpec 2012.

Ferdig utgravd planum må ikke trafikkeres av maskiner. Dersom massene i graveplanum blir omrørt under utgraving eller på grunn av trafikk, må det utføres masseutskifting ned til urørte masser med lagvis utlagte og komprimerte kvalitetsmasser. Dette må imidlertid vurderes av geotekniker. Det skal legges separasjonsduk bruksklasse 3 iht. NorGeoSpec 2012 mellom original grunn og tilbakefylte masser for å hindre inntrengning av finkornige masser.

Alle fyllinger må bygges opp lagvis og komprimeres iht. normal komprimering etter tabell 2 i NS 3458 /8/ med to ekstra overfarter.

Matjord og humusholdige masser under bunnplata og annet infrastruktur må fjernes. All oppfylling må skje på telefri grunn, eventuelt må telelag fjernes.

## 5.5 Grøftegraving

Det skal etableres ny vannledning på en ca. 95 m lang strekning. Åpen grøftegraving er valgt som metode for legging av vannledningen.

Grøftegraving kan i hovedsak utføres med frie graveskråninger. Lokalstabilitet for grøftegravingen vil være tilstrekkelig hvis graveskråningene tilpasses grunnforholdene det skal graves i. Det blir inntil 3 m dype grøfter.

Ledningsgrøfter kan utføres med helning 1:1 for gravedybder inntil 3 m. Det kan bli behov for å slake ut graveskråninger eller innføre stabiliserende tiltak dersom det påtreffes uventede grunnforhold, høy grunnvannstand eller vannførende lag under utførelse, se innspill til kontrollplan i avsnitt 6. Dette skal gjøres i samråd med geotekniker.

### 5.5.1 Hjelmvegen (pr. 0 – pr. 50)

I Hjelmvegen skal det graves en grøft med gravedybde inntil ca. 3 m som vil i all hovedsak følge eksisterende veg. Vest for vegen etableres grøfta i bunnen av en 6-8 m høy skråning opp mot flermannsboliger i Hjelmvegen 11A-11F. Det finnes ikke representative grunnundersøkelser i ledningstraséen, men løsmasser antas i hovedsak å bestå av middels fast til fast siltig leire.

### 5.5.2 Terrengrygg (pr. 50 – pr. 70)

Vannledningen skal legges her gjennom en terrengrygg med helning ca. 1:4 i gjennomsnitt, og med gravedybde inntil ca. 2 m.

For å ivareta områdestabilitet i anleggsfasen er det anbefalt at grøftegravingen utføres seksjonsvis, med sukksesiv graving og tilbakefylling før neste seksjon graves ut, i 8 m lange seksjoner.

### 5.5.3 Fylling rundt pumpe-stasjon (pr. 70 – pr. 95)

Nær pumpe-stasjonen planlegges fylling i forhold til eksisterende terreng for å gi tilstrekkelig overdekning av ledning. Ledningene er delvis planlagt over eksisterende terreng. Der det skal etableres åpen grøft er gravedybden mindre enn 2 m. Det forutsettes rensk av vegetasjon og organiske masser under fylling for å unngå setninger. Fyllingen virker stabiliserende for skråninga sør for grusvegen.

## 5.6 Naboforhold

Nabobebyggelse i Hjelmvegen 11A-11F blir ikke påvirket direkte eller indirekte av grøftegravingen. Pumpe-stasjonen er videre planlagt utbygd i god avstand fra eksisterende veier/nabobygg.

Grusveg og VA-ledninger prosjektert av Norconsult i rapport 5171952-RIG-05\_v03 /5/ som kom til utførelse i 2019 forutsettes i hovedsak ikke påvirket av grøftegraving for tilkopplingsledninger til pumpe-stasjonen. I forbindelse med etablering av byggegrop for pumpe-stasjon vil den nyetablerte PE100 avløpsledningen i veien frigraives, avkobles og reetableres med ny tilkopling til pumpe-stasjonen. Denne er ikke i full drift ved etablering av pumpe-stasjonen, og midlertidig avkopling av ledningene vurderes derfor som uproblematisk.

Entreprenør skal sørge for at arbeidene skal utføres uten skadelige vibrasjoner. Grenseverdiene fastsettes iht. NS8141. Kommunens gjeldende støvforskrifter skal legges til grunn.

Eventuelle kabler og ledninger som ligger i området som blir påvirket direkte av terrenginngrepet må legges om. Kartlegging av eksisterende infrastruktur i grunnen må utføres av entreprenøren i forkant av gravearbeidene.

## 6 Kontroll av utførelse

For å sikre konsistens med prosjektert løsning foreslås følgende innarbeidet i prosjektets kontrollplaner (Tabell 6-1):

Tabell 6-1. Innspill til kontrollplan for utførelse av grave- og fyllingsarbeider.

Kontrollpunkt	Omfang/beskrivelse	Ansvarlig / Utføres av
Geometri graveskråninger/ gravenivå	<p>Krav til helning på midlertidige graveskråninger for etablering av byggegrøp ikke brattere enn 1:1,5</p> <p>Utslaking av graveskråninger ved graving under grunnvannstand. Beredskap for utpumping av vann ved behov.</p> <p>Vurdering av grunnforhold under etablering av byggegrøp. Påse at det ikke graves i kvikkleire.</p> <p>Entreprenør besørger kontinuerlig egenkontroll av graveskråning/helning for å hindre lokale ras i grøfter.</p> <p>Tildekking av graveskråninger ved kraftig nedbør.</p>	<p>Entreprenør. Bistand fra RIG (Multiconsult) ved behov</p> <p>Entreprenør / RIG (Multiconsult)</p> <p>Entreprenør</p> <p>Entreprenør</p>
Utskifting av dårlige masser (humusholdige masser, erosjonsømfintlige masser, og lignende) under pumpe-stasjon og ledningsfundament	<p>Visuell observasjon av gravemasser og masser i traubunn utføres av graveentreprenør i samråd med byggeleder og RIG.</p> <p>Ev. utskifting av masser gjøres etter nærmere vurdering/behov.</p>	<p>Entreprenør / byggeleder / RIG (Multiconsult)</p> <p>Entreprenør / byggeleder / RIG (Multiconsult)</p>
Graveskråninger ledningsgrøfter	<p>Grøftesider skal etableres med helning ikke brattere enn 1:1, forutsatt gravedybde inntil 3 m. Krav til seksjonsvis utførelse av en 20 m lang strekning.</p> <p>Det kan bli behov for å slake ut graveskråninger eller innføre stabiliserende tiltak dersom det påtreffes uventede grunnforhold, høy grunnvannstand eller vannførende lag under utførelse.</p>	<p>Entreprenør</p> <p>Entreprenør</p>
Uventede grunnforhold ved grøftegraving	<p>Dersom bløte/sensitive masser eller grunnvann påtreffes i gravedybde skal arbeidet stanses og geotekniker tilkalles.</p> <p>Beredskap for utpumping av vann fra grøft.</p>	<p>Entreprenør. Bistand fra RIG (Multiconsult)</p> <p>Entreprenør</p>
Kummer	<p>Graveskråninger tilpasses faktiske grunnforhold. Oppstøttingstiltak ved behov dersom det påtreffes bløte grunnforhold</p>	<p>Entreprenør. Bistand fra RIG (Multiconsult) etter behov</p>



Geoteknisk prosjektering av pumpe-stasjon og ledningsanlegg Hjelmvegen

	eller grunnvann.	
Mellomlagring av gravemasser	Gravemasser mellomlagres slik at de ikke kan forverre stabiliteten. Plass for mellomlagring av gravemasser skal godkjennes av geotekniker. I skrånende terreng mellomlagres gravemasser nedenfor grøften.	Entreprenør Bistand fra RIG (Multiconsult) etter behov
Nivå traubunn	Innmåling etter graving. Stikkprøvekontroller.	Entreprenør
Tilbakefylling av kvalitetsmasser	Lagvis utlegging og komprimering av kvalitetsmasser ved tilbakefylling.	Entreprenør

## 7 Kritiske momenter / sluttkommentar

I prosjekteringen er det valgt løsninger som bidrar til å redusere risiko for de som skal utføre arbeidet (jfr. Byggherreforskriften). Løsningene er tradisjonelle og innebærer ingen økt risiko i forhold til sammenlignbare arbeider.

Risikoelementer knyttet til utførelse av anleggsarbeidene behandles av utførende entreprenør. Entreprenøren må som sin del av egen HMS/SHA-planlegging utføre selvstendige risikovurderinger knyttet til arbeidene og foreslå begrensede tiltak. For arbeider vurdert som kritiske utføres SJA (sikker-jobb-analyse). Før oppstart vil det være nødvendig med en gjennomgang av valgt gjennomføring med graveentreprenør og RIG.

De graveskråningene og utforming av grøftesnitt som er gitt i teksten ovenfor er veiledende, og nødvendig slakere skråningshelning for grøftene må derfor vurderes fortløpende mens gravearbeidene pågår, da dette avhenger av grunnvannstand og lokale variasjoner i grunnforholdene.

Dersom det påtreffes bløt grunn ved grøftegravingen må arbeidet stanses og geotekniker kontaktes.

De største risikomomentene knyttet til utførelsen av arbeidene er:

- Stabilitet av midlertidige graveskråninger
- Omrøring av bløte masser i bunn av byggegrøp for pumpe-stasjonen
- Uventede grunnforhold
- Unøyaktig grave- og fyllingsarbeid
- Utsiktet mellomlagring av masser

Før oppstart av anleggsarbeidet skal det foreligge en skriftlig plan for sikkerhet, helse og arbeidsmiljø (SHA-plan). SHA-plan 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 byggeplass 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 omgivelsene fra anleggsarbeider.

Dersom det i senere planfase gjøres endringer av forutsetningene som er lagt til grunn for våre vurderinger, må disse vurderes av geotekniker.

## 8 Referanser

- /1/ Norconsult, rapport 5171952-RIG-03 «Hovedtrasé Klæbu, Ostangen-Solemsbekken. Etappe 5: Hallset – rundkjøring v/Rydlandsvegen. Geoteknisk datarapport», okt. 2017
- /2/ Rambøll, rapport 6130330-01 «Massedeponi Aune», jun. 2013
- /3/ NGI, rapport «Kvikkleirekartlegging, Trondheim. Boreresultater», mar. 1994
- /4/ Rambøll, rapport 6110745-01 «Ravinedal Rydland. Datarapport fra grunnundersøkelse», des. 2018
- /5/ Norconsult, rapport 5171952-RIG-05 «Hovedtrasé Klæbu, Ostangen-Solemsbakken. Delrapport 1: Ostangen – Aunet (etappe 5). Geoteknisk prosjekteringsrapport», mar. 2019
- /6/ Multiconsult, notat 10209050-RIG-NOT-001 «Detaljprosjektering pumpe-stasjon Ostangen/Hjelmvegen, etappe 5. Prøvegraving Hjelmvegen», mar. 2019
- /7/ Multiconsult, rapport 10209050-RIG-RAP-001 «Pumpe-stasjon Hjelmvegen. Datarapport – Geotekniske grunnundersøkelser», mai 2020
- /8/ Standard Norge (2004). NS 3458:2004 Komprimering – Krav og utførelse
- /9/ Arbeids- og sosialdepartementet (2013) Forskrift om utførelse av arbeid, bruk av arbeidsutstyr og tilhørende tekniske krav, FOR-2011-12-06-1357
- /10/ Kommunal- og moderniseringsdepartementet (2008), Lov om planlegging og byggesaksbehandling (plan- og bygningsloven), LOV-2008-06-27-71
- /11/ Kommunal- og moderniseringsdepartementet (2017), Forskrift om tekniske krav til byggverk (Byggteknisk forskrift), FOR-2017-06-19-840
- /12/ Direktoratet for byggkvalitet (2017) Veiledning om tekniske krav til byggverk. Datert 12.12.2017
- /13/ Kommunal- og moderniseringsdepartementet (2010) Forskrift om byggesak (byggesaksforskriften), FOR-2010-03-26-488
- /14/ Direktoratet for byggkvalitet (2016) Veiledning om byggesak. Datert 04.08.2016
- /15/ Standard Norge (2016). Eurokode 0: Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner. NS-EN 1990:2002+A1:2005+NA:2016
- /16/ Standard Norge (2015). Eurokode 3: Prosjektering av stålkonstruksjoner - Del 1-1: Allmenne regler og regler for bygninger. NS-EN 1993-1-1:2005+NA2008
- /17/ Standard Norge (2016), Eurokode 7: Geoteknisk prosjektering - Del 1: Allmenne regler. NS-EN 1997-1:2004+A1:2013+NA:2016
- /18/ Standard Norge (2016), Eurokode 7: Geoteknisk prosjektering - Del 2: Regler basert på grunnundersøkelser og laboratorieprøver. NS-EN 1997-2:2007+NA:2008
- /19/ 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
- /20/ Standard Norge (2014), Eurokode 8: Prosjektering av konstruksjoner for seismisk påvirkning - Del 5: Fundamenter, støttestruksjoner og geotekniske forhold. NS-EN 1998-5:2004+NA:2014
- /21/ Standard Norge (2015) Ledelsessystemer for kvalitet - Krav (ISO 9001:2015). NS-EN ISO 9001:2015

## Vedlegg A

Notat 10209050-RIG-NOT-002\_rev00

# Sikkerhetsprinsipper

## Innholdsfortegnelse

A.1	Generelt .....	1
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.....	2
A.6	Konsekvensklasse / pålitelighetsklasse (CC / RC).....	3
A.7	Tiltaksklasse iht. PBL.....	3
A.8	Seismisk grunntype.....	3
A.9	Seismisk klasse .....	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).....	5

## A.1 Generelt

### Regelverk

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

- NS-EN 1990:2002 + 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 (2016) 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, desember 2018
- Statens vegvesen (SVV), Håndbok V221 Grunnforsterkning, fyllinger og skrånninger, juni 2014

## A.2 Geotekniske problemstillinger

Geotekniske problemstillinger for tiltaket er hovedsakelig relatert til:

- Områdestabilitet
- Fundamentering av pumpestasjon
- Etablering av uavstivet byggegrop
- Stabilitet av ledningsgrøfter

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

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

Slik tiltaket er plassert ligger det ikke innenfor et aktsomhetsområde for flom. Tiltaket ligger ikke i en kartlagt kvikkleiresone, men tidligere utførte grunnundersøkelser og nylig utført prøvegraving indikerer mulig sprøbruddmateriale. Tiltaket skal imidlertid utføres uten at stabiliteten skal forverres i verken anleggs- eller bruksfasen, og klassifiseres dermed i tiltakskategori K1. Dersom anlegget forverrer områdestabiliteten, må tiltakskategori K2 benyttes. For tiltakskategori K1 er det ikke krav til soneutredning av kvikkleireforekomster som ikke er kartlagt.

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» /16/.

Det planlegges utbygging av pumpestasjon og vannledning ved Hjelmvegen på Klæbu. Tiltaket medfører graving av grøft og etablering av uavstivet byggegrop i forbindelse med bygging av pumpestasjonen. Pumpestasjonen fundamentere direkte på løsmasser. Løsmassene består i hovedsak av middels til fast, siltig leire.



**Grøftegraving ifbm legging av vannledninger**

Grøftegraving anses som arbeid med lavere risiko, forutsatt at råd gitt i foreliggende notat følges.

Med bakgrunn i dette velges overordnet krav til prosjektering i henhold til **Geoteknisk kategori 1**, som omfatter små og relativt enkle konstruksjoner.

**Etablering av byggegrop og fundamentering av pumpe-stasjon**

Det skal etableres uavstivet byggegrop i forbindelse med bygging av pumpe-stasjonen.

Pumpe-stasjonen fundamenteres kompensert, på hel bunnplate.

Med bakgrunn i dette velges overordnet krav til prosjektering i henhold til **Geoteknisk kategori 1**, som omfatter små og relativt enkle konstruksjoner.

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

Konsekvensklasser er behandlet i tillegg B i Eurokode 0. 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 /14/.

**Grøftegraving ifbm legging av vannledninger**

Tiltaket plasseres i konsekvensklasse/pålitelighetsklasse **CC/RC 1** med bakgrunn i omfanget av geotekniske arbeider. Konsekvensklasse CC 1 blir i tabell B1 /14/ beskrevet som «Liten konsekvens i form av tap av menneskeliv og små eller uvesentlige økonomiske, sosiale eller miljømessige konsekvenser».

**Etablering av byggegrop og fundamentering av pumpe-stasjon**

Tiltaket plasseres i konsekvensklasse/pålitelighetsklasse **CC/RC 1** med bakgrunn i omfanget av geotekniske arbeider. Konsekvensklasse CC 1 blir i tabell B1 /14/ beskrevet som «Liten konsekvens i form av tap av menneskeliv og små eller uvesentlige økonomiske, sosiale eller miljømessige konsekvenser».

**A.7 Tiltaksklasse iht. PBL**

Arbeidene plasseres i tiltaksklasser iht. Plan- og bygningsloven (PBL) /9/.

**Grøftegraving ifbm legging av vannledninger**

Iht. Tabell 2 «Kriterier for tiltaksklasseplassering for prosjektering» i Veiledning om byggesak /13/, utarbeidet av Direktoratet for byggkvalitet, vurderer vi at utbyggingen kan plasseres i **Tiltaksklasse 1** for geotekniske arbeider.

**Etablering av byggegrop og fundamentering av pumpe-stasjon**

Iht. Tabell 2 «Kriterier for tiltaksklasseplassering for prosjektering» i Veiledning om byggesak /13/, utarbeidet av Direktoratet for byggkvalitet, vurderer vi at utbyggingen kan plasseres i **Tiltaksklasse 1** for geotekniske arbeider.

**A.8 Seismisk grunntype**

Etter NS-EN 1998-1:2004+A1:2013+NA:2014 /18/, Eurokode 8: *Prosjektering av konstruksjoner for seismisk påvirkning* vurderes området der det er planlagt tiltak å være av **Grunntype S2**.

## A.9 Seismisk klasse

Seismiske klasser er behandlet i Eurokode 8: *Prosjektering av konstruksjoner for seismisk påvirkning*. Tabell NA.4 (902) i nasjonalt tillegg av Eurokoden gir rettleidende eksempler på plassering av byggverk i seismiske klasser I-IV /18/.

### Grøftegraving ifbm legging av vannledninger

Tiltaket plasseres i seismisk klasse I. Seismisk klasse I er relevant for «Bygninger av mindre betydning for offentlig sikkerhet» ref. tabell 4.3 /18/. RIB og byggherre må verifisere Multiconsults forslag til seismisk klasse.

### Etablering av byggegrop og fundamentering av pumpestasjon

Tiltaket plasseres i seismisk klasse I. Seismisk klasse I er relevant for «Bygninger av mindre betydning for offentlig sikkerhet» ref. tabell 4.3 /18/. RIB og byggherre må verifisere Multiconsults forslag til seismisk klasse.

## A.10 Kvalitetssystem

Eurokode 0 krever at det ved prosjektering av konstruksjoner i pålitelighetsklasse 2, 3 og 4 skal være et kvalitetssystem tilgjengelig /9/. Oppdraget er kvalitetssikret i henhold til Multiconsults styringssystem. Systemet er bygget opp med prosedyrer og beskrivelser som er dekkende for kvalitetsstandard NS-EN ISO 9001:2015 /20/.

## A.11 Prosjekterings- og utførelseskontroll

Eurokode 0 gir videre føringer for krav til omfang av prosjekteringskontroll og utførelseskontroll avhengig av pålitelighetsklasse /14/.

### Grøftegraving ifbm legging av vannledninger

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**.

### Etablering av byggegrop og fundamentering av pumpestasjon

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. Ed ≤ Rd.*
- GEO: *Svikt eller for stor deformasjon i grunnen, der fastheten av jord eller berg gir et betydelig bidrag til motstanden. Ed ≤ Rd.*

## 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 7 punkt NA.A.3.2 følgende partialfaktorer for henholdsvis effektiv friksjon, kohesjon, udrenert skjærfasthet og tyngdetetthet:

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