
RAPPORT

Separering Kyvannet

OPPDRAKSGIVER

Trondheim kommune

EMNE

Geoteknisk og ingeniørgeologisk
prosjekterings- og vurderingsrapport VA-
grøfter

DATO / REVISJON: 3. mai 2021 / 00

DOKUMENTKODE: 418769-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	Separering Kyvannet	DOKUMENTKODE	418769-RIG-RAP-002
EMNE	Geoteknisk og ingeniørgeologisk prosjekterings- og vurderingsrapport VA-grøfter	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAAGSGIVER	Trondheim kommune	OPPDRAAGSLEDER	Lisbeth Jamtli
KONTAKTPERSON	Frode Andrew Selvik	UTARBEIDET AV	Roar Skulbørstad/Ann Kristin Selmer/Ine Gressetvold
KOORDINATER	SONE: 32V ØST: 5664 NORD: 703133	ANSVARLIG ENHET	10234010 Geofag Midt
GNR./BNR./SNR.	- / - / - / Trondheim		

SAMMENDRAG

Trondheim kommune planlegger nye vann- og avløpsledninger på Kyvannet i Trondheim kommune. Multiconsult er i den forbindelse engasjert til å utføre geoteknisk og ingeniørgeologisk prosjektering for tiltaket.

Utførte grunnundersøkelser viser at løsmassene i området generelt består av et topplag med sand og grus over morenemasser. Videre er det påtruffet torv og myr ved Øystein Langseths veg i dybder inntil ca. 3,5 m under eksisterende terreng. Det er ikke boret i berg ved de utførte grunnundersøkelsene, men det er registrert bart berg flere steder i nærheten av de planlagte ledningstraséene. Det tolkes at bergoverflaten generelt ligger i relativt små dybder under terreng i hele planområdet, men at bergoverflaten er noe usikker.

Der traséene ligger tett inn mot naboeiendommer, eksisterende bebyggelse og infrastruktur, konstruksjoner og/eller andre installasjoner som er ømfintlig for undergraving eller rystelser som følge av anleggsarbeidet, må man ta de nødvendige forhåndsregler slik at ulempe og skade unngås. Ved grave- og anleggsarbeider i nærheten av eksisterende bygg, konstruksjoner og infrastruktur vil det alltid være en risiko for at skader kan oppstå. I tillegg til setninger som kan oppstå i forbindelse med utgraving (skjæringer), kan både midlertidig og permanent senkning av grunnvannsstanden også kunne forårsake setninger.

Grunnforholdene varierer fra strekning til strekning. Generelt er kan det forventes strekninger med liten løsmasseoverdekning over berg, men det forekommer enkelte strekninger med større løsmassemektighet. I områder hvor løsmassemektigheten er størst, må det generelt påregnes tiltak som utslaking og sikring av graveskråninger, alternativt kan det benyttes grøftkasser som oppstøttingstiltak av plasshensyn. Gravearbeid bør generelt utføres i perioder med lite nedbør og grøfter ikke skal etterlates åpne over helligdager eller helger. Graveskråninger som blir stående åpne over lengre tid (mer enn 3-4 dager) tilrås tildekket med plastduk eller lignende. Det må påregnes at utgraving, utlegging av VA-ledningene og igjenfylling av grøftene må utføres i kortere seksjoner. I berg vil det være aktuelt med forsiktig sprenging, tettere boring og også sømboring i konturen, for å overholde vibrasjonskrav eller ikke skade gjenstående berg for mye. Der hvor VA-ledningene legges i grøfter av både berg og løsmasser, kan det bli behov for å benytte bjelkestengsel for å redusere risikoen for innrasing av løsmasser i grøfta.

Etter det vi har kjennskap til er tomannsbolig ved Øystein Langsets veg 3/3B fundamentert på jernbaneskiner ned til faste masser. For øvrige bygg i området er fundamenteringsmetode og nivå usikker. Det tilrås derfor at det utføres befaring og bygningsbesiktigelse/tilstandsregistrering for nærliggende boliger til ledningsanlegget og innhentes informasjon om fundamenteringsforhold og -nivå til nærliggende hus, garasjer, uthus, eksisterende støttemurer og lignende. Dette kan f.eks. utføres ved prøvegraving og må utføres før anleggsstart. Dersom det under anleggsarbeider skulle avdekkes nærliggende hus som ikke er fundamentert på fast grunn, må geotekniker kontaktes. I så tilfelle må det vurderes andre tiltak for å redusere risikoen for setningsskader på bygg som f.eks. spuntoppstøtting eller re-fundamentering av bygg.

Denne rapporten beskriver behov for omfattende tiltak for etablering av ny VA-trasé. Det er av avgjørende betydning at innholdet i rapporten blir kommunisert til entreprenør for implementering i videre arbeider.

			<i>Jne Grenstad</i>	<i>Svein</i>	<i>Pål Øst</i>
00	03.05.2021	Geoteknisk og ingeniørgeologisk prosjekterings- og vurderingsrapport VA-grøfter	Ann Kristin Selmer/Ine Louise Gressetvold	Roar Skulbørstad/Sverre Hagen	Roar Skulbørstad/Pål Jakobsen
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV

INNHOLDSFORTEGNELSE

1	Innledning	5
1.1	Bakgrunn.....	5
2	Grunnlag.....	6
2.1	Tidligere grunnundersøkelser	6
2.2	Øvrige grunnlagsdokumenter	6
3	Planlagt utbygging	8
4	Topografi og grunnforhold	10
4.1	Topografi og områdebeskrivelse.....	10
4.2	Grunnforhold	10
4.3	Grunnvann	12
4.4	Berg.....	13
5	Prosjekteringsforutsetninger	16
6	Geotekniske vurderinger	17
6.1	Generelt	17
6.2	Retningslinjer for graving av grøfter i løsmasser	17
6.2.1	Generelt	17
6.2.2	Spesielle tiltak	18
6.3	Støttemur.....	20
6.4	Etablering av anleggsveg.....	21
7	Ingeniørgeologiske vurderinger/bergarbeider.....	23
7.1	Generelt	23
7.2	Bergarbeider	23
7.2.1	Uttak av berg.....	23
7.2.2	Dekking og sikring	24
7.2.3	Sprengstoff og tennmidler	24
7.2.4	Borbarhet, sprengbarhet og borslitasje	24
7.2.5	Vibrasjonskrav.....	24
7.2.6	Sikring – arbeidssikring/midlertidig sikring	25
8	SHA/HMS.....	26
9	Naboforhold	27
10	Plan for geoteknisk og ingeniørgeologisk kontroll	28
11	Referanser	29

TEGNINGER

418769-RIG-TEG -000	Oversiktskart
-001	Borplan
-002	Situasjonsplan
-610	Prinsippsnitt for sikring av graveskråninger

VEDLEGG

- A. Prosjekteringsforutsetninger

1 Innledning

1.1 Bakgrunn

På oppdrag for Trondheim kommune har Multiconsult vurdert grøftetraséene på VA-prosjektet: Separering Kyvannet.

Avløpsnett i gatene Bjørnebyvegen, Vestmarkbakken, Øystein Langsets veg, Kyvannsvegen og Olaf Grilstads veg skal separeres for å skille overvann fra spillvann. Det vil i den forbindelse bli lagt nye vann- og avløpsledninger i området.

Boligene som i dag er tilknyttet eksisterende VA-nett skal tilkobles det nye nettet som legges. Nye VA-traséer vil i noen gater bygges hvor eksisterende VA-ledninger allerede ligger.

Foreliggende rapport omfatter geotekniske og ingeniørgeologiske vurderinger og prosjektering av planlagte tiltak.

2 Grunnlag

2.1 Tidligere grunnundersøkelser

Det er for dette og for tidligere tiltak utført grunnundersøkelser i/ved det aktuelle området. Resultater fra grunnundersøkelser er benyttet som grunnlag for vurderinger i foreliggende rapport. Tidligere utførte grunnundersøkelser vi har kjennskap til er listet opp i Tabell 2-1.

Tabell 2-1 Tidligere grunnundersøkelsesrapporter

Rapport-nummer	Utført av	År	Oppdragsgiver	Oppdragsnavn/rapportnavn
418769-RIG-RAP-001	Multiconsult Norge AS	2020	Trondheim kommune	Grunnboring Kyvannet, Datarapport – Geotekniske grunnundersøkelser
R.1704	Trondheim kommune	2017		Kyvannsvegen, Datarapport
R.1704-2	Trondheim kommune	2018		Kyvannsvegen supplerende undersøkelser
R.1704-3	Trondheim kommune	2018		Kyvannsvegen, Supplerende grunnundersøkelser
R.1714	Trondheim kommune	2017		Uglavegen fortau del 2
R.1714-2	Trondheim kommune	2018		Uglavegen fortau del 2, supplerende grunnundersøkelser
R.1419	Trondheim kommune	2008		Gløttrenna, Grunnundersøkelser datarapport
1350022708 G-rap-001	Rambøll Norge AS	2017	Trondheim kommune	VA-trase Kyvannsvegen, Datarapport fra grunnundersøkelser
414193-1	Multiconsult AS	2010	Trondheim kommune	Myra barnehage, Grunnundersøkelser datarapport
414193-2	Multiconsult AS	2010	Trondheim kommune	Myra barnehage, Miljøteknisk undersøkelse, Datarapport og tiltaksplan

2.2 Øvrige grunnlagsdokumenter

I tillegg til geotekniske rapporter er følgende tegninger/dokumenter lagt til grunn for våre vurderinger:

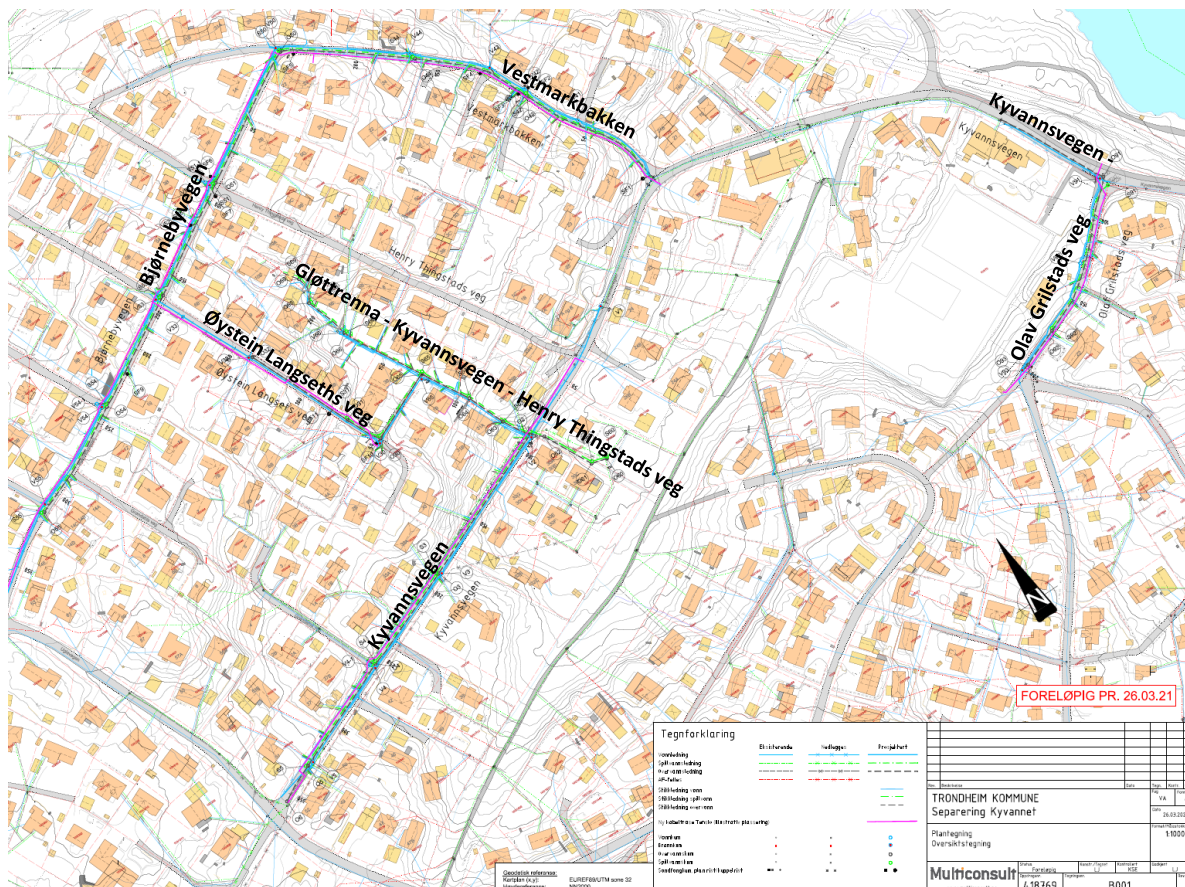
Tabell 2-2 Grunnlagsdokumenter

Nr.	Tegnings-/dokumentnummer	Tegnings-/dokumenttittel/kommentar	Datert
1	GH003	Trasé 5, Profil 0-200, Bjørnebyvegen. Plan- og profiltegning. Utarbeidet av Multiconsult Norge AS	26.03.2021

Nr.	Tegnings-/dokumentnummer	Tegnings-/dokumenttittel/kommentar	Datert
2	GH004	Trasé 5, Profil 200-375, Bjørnebyvegen. Plan- og profiltegning. Utarbeidet av Multiconsult Norge AS	26.03.2021
3	GH005	Trasé 4, Vestmarkbakken. Plan- og profiltegning. Utarbeidet av Multiconsult Norge AS	26.03.2021
4	GH006	Trasé 1, Kyvannsvegen. Plan- og profiltegning. Utarbeidet av Multiconsult Norge AS	26.03.2021
5	GH007	Trasé 3, Øystein Langseths veg. Plan- og profiltegning. Utarbeidet av Multiconsult Norge AS	26.03.2021
6	GH008	Trasé 3, Gløttrenna - Kyvannsvegen. Plan- og profiltegning. Utarbeidet av Multiconsult Norge AS	26.03.2021
7	GH009	Trasé 9, Olaf Grilstads veg. Plan- og profiltegning. Utarbeidet av Multiconsult Norge AS	26.03.2021
8	GH010-GH031	Tegninger av grøftesnitt og kummer. Detaljtegninger. Utarbeidet av Multiconsult Norge AS	26.03.2021
9	GH035	Tegning av leirstengsel. Detaljtegning. Utarbeidet av Multiconsult Norge AS	26.03.2021
10	K-001 til K-004	Tegning av støttemur, Alt 1 og 1, Plan og snitt-tegning. Utarbeidet av Multiconsult Norge AS	12.03.2021
11	17/37784-3/R1704	420746 Kyvannsvegen m.fl. - separering. Innledende geoteknisk vurdering for prosjektet. Utarbeidet av Trondheim kommune	09.03.2018
12	414193-RIG 01	Myra barnehage, geoteknisk vurdering av fundamenteringsforhold	25.11.2010
14	1350021926 G-not-001	Byggeplan Uglavegen – del II, Geoteknisk vurdering av støttemurer. Utarbeidet av Rambøll	12.06.2020
15	1350021947 G-not-001	Nytt veg og VA-anlegg Uglavegen, del 2 – Geoteknisk vurdering. Utarbeidet av Rambøll	06.07.2018

3 Planlagt utbygging

Det er planlagt å etablere nye vann- og avløpsledninger i området og boligene som i dag er tilknyttet eksisterende VA-nett skal tilkobles det nye nettet. Videre planlegges det etablert kummer langs traséene. Plassering av planlagt VA-ledninger og kummer er vist i Figur 3-1 samt i tegninger nr. GH004-GH009.



Figur 3-1 Utsnitt av tegning nr. B001 (Utarbeidet av Multiconsult, foreløpig tegning datert 26.03.2021)

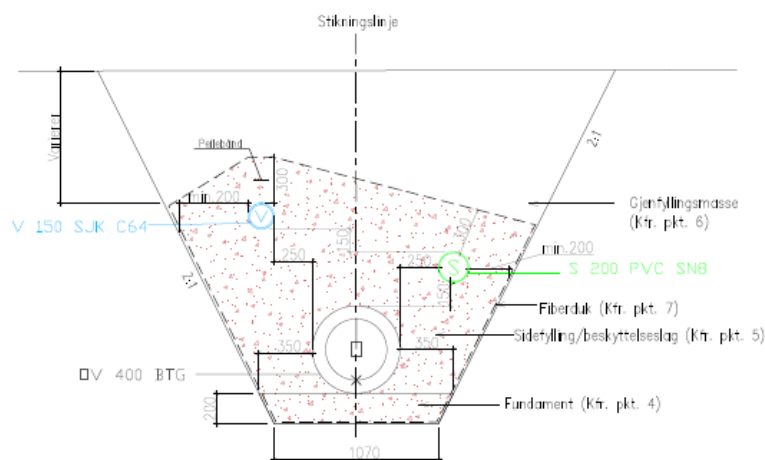
Traséer for tiltaket:

- Trasé 1 - Kyvannsvegen
- Trasé 3 - Øystein Langseths veg
- Trasé 4 - Vestmarkbakken
- Trasé 5 - Bjørnebyvegen
- Trasé 6 - Gløttrenna - Kyvannsvegen - Henry Thingstads veg
- Trasé 9 - Kyvannsvegen - Olav Grilstads veg

I grøftesnippet er det varierende antall ledninger, ledninger av varierende størrelse og type (vannledning, spillvannledning og overvannsledning). I Figur 3-2 er det vist det dypeste grøftesnippet for graving i løsmasser. Figur 3-3 viser prinsipp av grøft med både løsmasser og berg i grøftetraséen.

Nye VA-ledninger er planlagt å ligge omtrent i eksisterende VA-trasé og midt i eksisterende vegtrasé. Ved utlegging av eksisterende VA-ledninger, ble ledningene lagt i en noe grunnere og smalere grøft enn den som planlegges nå.

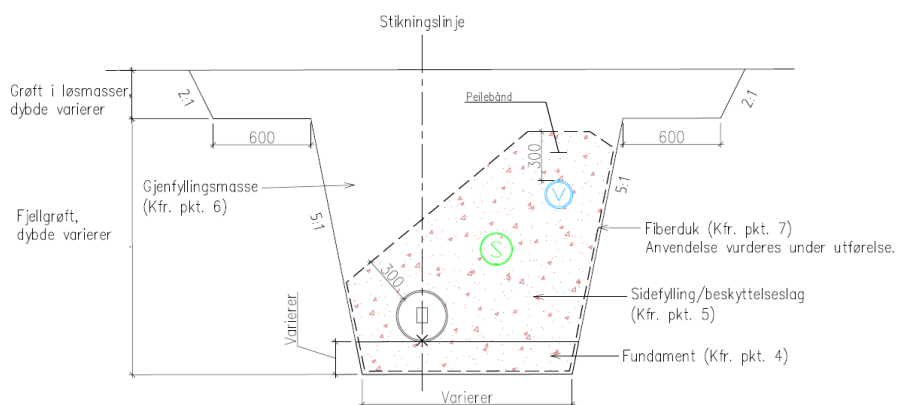
NORMALGRØFTESNITT 4
VL 150 SJK, OV 400 BTG og SP 200 PVC



Figur 3-2 Utsnitt av normalgrøftesnitt for graving i løsmasser (Kilde: tegning nr. GH012, datert 26.03.2021)

NORMALGRØFTESNITT
KOMBINERTGRØFT

P



Figur 3-3 Utsnitt av normalgrøftesnitt for grøfter med kombinasjon av berg og løsmasser i grøfta (Kilde tegning nr. GH014, datert 26.03.2021)

Ved etablering av grøfter for VA-ledninger og kummer langs traséene forventes det generelt å ta ut masser i dybder inntil ca. 3 m.

Grøftene planlegges generelt gravd med helning 2:1 i løsmassene. I Olafs Grilstads veg skal ledningene legges på nordsiden av veien mot Myra ballplass, for å unngå bebyggelsen i Kyvannsvegen 4. Veggen ligger i bunn av en skråning og den første strekningen fra Kyvannsvegen og oppover langs Olaf Grilstads veg planlegges gravd med grøftehelning 1:1 på grøfta mot boligene i Olaf Grillstads veg. Graveskråning mot Myra ballbane er vist med helning 2:1.

Grøftene er i utgangspunktet planlagt utgravd i seksjonsvise lengder på ca. 50 m, men nedre del av grøft utføres i kortere seksjoner.

I berg er prinsippet vist med en helning på 5:1 og med ei hylle på 60 cm. Overgangen mellom berg og løsmasser er ikke kjent.

4 Topografi og grunnforhold

4.1 Topografi og områdebeskrivelse

Det aktuelle området ligger ved Kyvannet på Byåsen i Trondheim kommune. Området er et typisk villastrøk med både eldre og ny bebyggelse. Terrenget er stedvis kupert og varierende i både høydeforskjell og terrenghelning. Omtrentlig plassering av nye traséer for vann- og avløpsvannledninger i området er vist i oversiktstegningen i Figur 4-1.

Eksisterende infrastruktur ligger i hovedsak langs eksisterende vegnett i området.

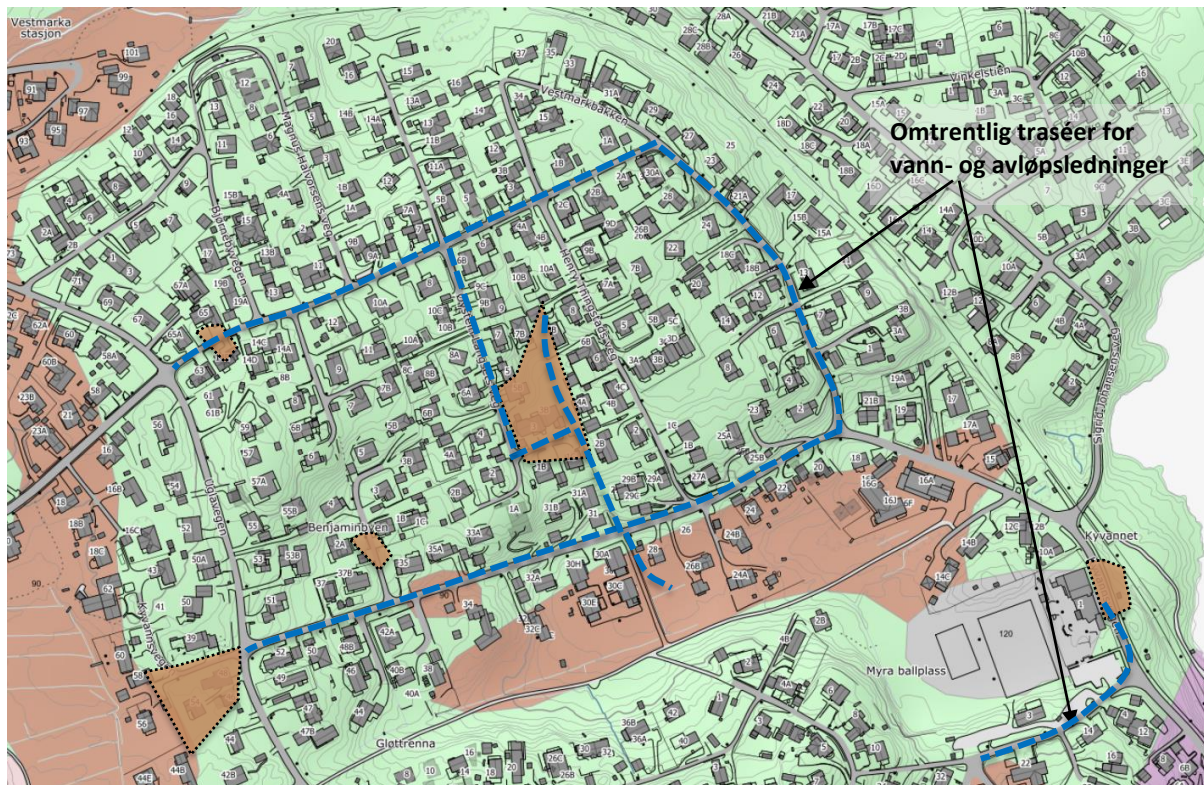


Figur 4-1 Oversiktstegning med omtrentlig plassering av traséer for vann- og avløpsledninger. (Kilde ?)

4.2 Grunnforhold

Kvartærgeologisk kart viser at løsmassene i området i hovedsak består av et tynt lag med morenemasser, vist i lys grønn farge, samt myr- og torvmasser, vist brun farge, se Figur 4-2. I figuren er det i tillegg inntegnet flere områder med myr/torv (brune områder med svart stiplet linje), kartlagt ved supplerende grunnundersøkelser, listet opp i Tabell 2-1. Undersøkelsene viser at det er registrert flere områder med myr/torv i planområdet, men full utbredelse av myr og torv er ikke kjent.

Det bemerkes av kvartærgeologisk kart i all hovedsak er visuell overflatekartlegging og kartene gir ingen informasjon om løsmassefordeling i dybden samt kun begrenset informasjon om løsmassemektighet.



Figur 4-2 Utsnitt av kvartærgeologisk kart (Kilde: <http://geo.ngu.no/kart/losmasse>)

Det er utført flere runder med grunnundersøkelser i området. Undersøkelsene er i hovedsak utført langs Olav Grilstads veg, Kyvannsvegen og Øystein Langseths veg. Det er flere områder og strekninger innenfor planområdet det ikke er utført grunnundersøkelser, blant annet langs Vestmarkbakken, deler av Bjørnebyvegen. Dette skyldes i hovedsak at det er mye eksisterende infrastruktur i grunnen, og ved sonderinger er det en stor risiko for å påtreffe og skade eksisterende kabler og ledninger i grunnen. Grunnforholdene er derfor ikke kartlagt i detalj.

De utførte sonderingene langs de planlagte traséene er avsluttet i faste masser i dybder ca. 0 m til 7 m under terreng. Da det ikke er boret i berg ved de utførte grunnundersøkelsene er løsmassemengden noe usikker. Det er registrert bart berg flere steder i nærheten av de planlagte ledningstraséene. Det kan derfor tolkes som om bergoverflaten generelt ligger i relativt små dybder under terreng i hele planområdet.

Utførte grunnundersøkelser viser at løsmassene i området generelt består av et topplag med sand og grus over et lag med torv- og myrmasse, sand og morenemasser. Morenemasser består som oftest av leire, silt, sand og grus og er for det meste fast lagret.

Videre følger en detaljert beskrivelse av grunnforholdene for hver enkelt trasé:

Trasé 1 – Kyvannsvegen

Utførte sonderinger er avsluttet i dybder mellom ca. 1-4,5 m under terreng og viser at det generelt er liten dybde til berg på strekningen. Lokale forsenkninger i bergoverflaten kan forekomme. Opptatte prøver består av leire, silt, sand og grus, noe som kan tolkes som morenemasser. Videre er det ved grunnundersøkelsene påtruffet torv i området, slik at det kan ikke utelukkes at det kan forekomme lokale lommer av torv i planlagt VA-trasé.

Trasé 3 – Øystein Langseths veg

Løsmassene i området mellom profil ca. 0-40 består i hovedsak av et topplag med mektighet på ca. 1 m over et lag med torv og myr, og med underliggende lag med leire, sand, silt og grus. Topplaget er stedvis klassifisert som fyllmasser og mektigheten på torvlaget inntil ca. 3,5 m. Fra ca. profil 40 og oppover langs Øystein Langseths veg er det ikke utført grunnundersøkelser slik at grunnforholdene og utstrekningen på laget med myr/torv er ukjent.

Ved profil ca. 200 er sonderingen avsluttet i 1,5 m dybde og sonderingsresultatet viser at det forventes fast lagrede løsmasser over berg.

Trasé 4 – Vestmarkbakken

På denne strekningen er det mange eksisterende ledninger i grunnen og stor risiko for å utføre grunnundersøkelser langs planlagt VA-trasé. Derfor er grunnforholdene ukjent. Grunnet flere observasjoner av berg langs strekningen kan det tolkes at løsmassemektigheten generelt er liten.

Trasé 5 – Bjørnebyvegen

Mellom profil 0-160 er det mange eksisterende ledninger i grunnen og stor risiko for å utføre grunnundersøkelser langs planlagt VA-trasé. Grunnforholdene er derfor ukjent.

Fra profil 160 og til ca. profil 375 er utførte sonderinger avsluttet i dybder mellom 1-3,5 m under terreng. Det er ikke tatt opp prøver fra grunnundersøkelsene, men ut ifra sonderingsresultatene tolkes løsmassene å bestå av leire/silt/sand/grus, noe som igjen kan tolkes som morenemasser.

Ved ca. profil 330 er det ved feltarbeider registrert et mulig torvlag i dybder mellom ca. 1,2 og ca. 1,4 m under terreng.

Trasé 6 – Gløttrenna - Kyvannsvegen - Henry Thingstads veg

Løsmassene langs denne traseen består i generelt av et topplag med mektighet på ca. 1 m over et lag med torv og myr, og med underliggende lag med leire, sand, silt og grus, noe som igjen kan tolkes som morenemasser. Topplaget er stedvis klassifisert som fyllmasser.

Generelt er mektigheten på torvlaget mellom 0,5 m og 1 m, men lokalt ved Øystein Langseths veg er mektigheten inntil ca. 3,5 m. Her er det også påtruffet et ca. 2 m tykt lag med leire under myra. Under leira er det påtruffet lag som ut fra sonderingsresultater kan tolkes som morenemasser.

Det er synlig berg i dagen nord for Kyvannsvegen ved profil ca. 50, slik at løsmassemektigheten her kan være noe mindre.

Trasé 9 – Kyvannsvegen - Olav Grilstads veg

Utførte sonderinger er avsluttet i dybder mellom ca. 2-3 m under terreng og viser at det generelt er liten dybde til berg på strekningen. Ut i fra sonderingsresultater er løsmassene tolket til å bestå av lagdelte masser av sand, silt, leire og grus. Ved ca. profil 10-30 er det ved feltarbeider registrert et mulig torvlag i dybder mellom ca. 1,1 og ca. 1,5 m under terreng og ved ca. 200 er det ut ifra sonderingsresultater tolket et bløtere lag i dybde mellom ca. 2-3 m under terreng.

4.3 Grunnvann

Det er satt ned vannstandsør i borpunkt 5 og 6 i området ved Øystein Langseths veg. For plassering av vannstandsørerne vises det til tegning nr. -001 i rapport nr. 418769-RIG-RAP-001. Resultater fra målingene indikerer en grunnvannsstand på ca. 2 meter under terrengnivå i borpunktene.

Ut ifra observasjonene under feltarbeidet ved Myra barnehage kan det antas at grunnvannet ligger ca. 1-2 meter under terrengnivå. Det er usikkert om vannspeilet representerer grunnvannsstanden i området eller om det er et såkalt hengende, lokalt grunnvannsspeil.

Grunnvannstand- og poretrykkssituasjonen i grunnen vil kunne variere med nedbør og årstidsvariasjoner.

4.4 Berg

Berggrunnsgeologisk kart viser at berggrunnen i området i hovedsak består av grønnstein (metabasalt) og grønnskifer, se Figur 4-3. Grønnstein er en metamorf bergart. Bergarten inneholder grønne mineraler som kloritt, epidot og amfibol. Grønnskifer er en skifer som er mer omvandlet enn grønnsteinen.



Figur 4-3 Utsnitt av berggrunnsgeologisk kart, bergarten er den samme for hele området. (Kilde: https://geo.ngu.no/kart/berggrunn_mobil/)

Det er enkelte synlige bergblotninger i området, og bergarten som er registrert er grønnskifer og grønnstein. Befaringer og bilder av berg i området viser en variasjon mellom moderat oppsprukket berg til svært oppsprukket berg. Kartleggingen er begrenset til enkelte blotninger i dagen, og bergandel i ledningstraséene er usikker. Det er boret i begrenset omfang og det er ikke boret i berg. Hvor det vil påtreffes berg i ledningstraséene er derfor usikkert, og kvaliteten på berget er ikke kjent.

Trasé 1 – Kyvannsvegen

På strekningen er det mye berg i dagen på oversida av vegen (nordsida).

Trasé 3 – Øystein Langseths veg

Ikke noe synlig berg på bilder fra området, men det er sannsynlig grunt til berg på deler av strekningen.

Trasé 4 – Vestmarkbakken

Det observeres berg i dagen ved Vestmarkbakken 4 og 6, på begge sider av vegen.

Trasé 5 – Bjørnebyvegen

Det er lite berg å se langs vegen, men nybygd bygg 5A viser berg på flyfoto (Finn.no). Det er antakelig grunt til berg på lengre strekninger.

Trasé 6 – Gløttrenna - Kyvannsvegen - Henry Thingstads veg

Det er observert berg nord for Kyvannsvegen ved profil ca. 50.

Trasé 9 – Kyvannsvegen - Olav Grilstads veg

Det er synlig berg ved barnehagen på begge sider av vegen.



Figur 4-4 Anleggsarbeider ved Kyvannsvegen 25B viser hvordan resultat fra sprengning og/eller evt. pigging av berget i området kan bli. (Kilde: Google Street View, mai 2019)



Figur 4-5 Gravearbeider i Øystein Langsets veg 1c. Bildet viser både fyllmasser og (muligens?) oppsprukket berg. Bilde tatt 15.06.2018.

5 Prosjekteringsforutsetninger

Følgende klassifisering av prosjektet er valgt og grunnlagt i vedlegg A, se Tabell 5-1:

Tabell 5-1 Klassifisering av tiltaket

Klassifisering i regelverk:	Fundamentering
Sikkerhetsklasse for flom og stormflo (PBL, TEK17)	F1
Sikkerhetsklasse for skred (PBL, TEK17)	S1
Tiltaksklasse (PBL, SAK10)	2
Geoteknisk kategori (Eurokode 7)	2
Konsekvensklasse/pålitelighetsklasse CC/RC (Eurokode 0)	2
Seismisk klasse (Eurokode 8)	I
Kontrollklasse for prosjekterings- og utførelseskontroll (Eurokode 0)	PKK2/UKK2

6 Geotekniske vurderinger

6.1 Generelt

I forbindelse med graving av grøfter for etablering av det nye ledningssystemet vil det erfaringsmessig bli behov for graving i dybder inntil ca. 3-3,5 m. Traséer planlegges i hovedsak å ligge langs og i eksisterende veier i området, samt i gamle traséer for eksisterende infrastruktur. Utgraving av selve ledningsgrøftene vil hovedsakelig foregå i masser som sand, grus og morene, med unntak av enkelte lokasjoner hvor det må påregnes graving i områder med myr og torv. Videre må det påregnes sprengning og pigging for etablering av grøftene.

Der traséene ligger tett inn mot naboeiendommer, eksisterende bebyggelse og infrastruktur, konstruksjoner og/eller andre installasjoner som er ømfintlig for undergraving eller rystelser som følge av anleggsarbeidet, må man ta de nødvendige forhåndsregler slik at ulempe og skade unngås.

Ved grave- og anleggsarbeider i nærheten av eksisterende bygg, konstruksjoner og infrastruktur vil det alltid være en risiko for at skader kan oppstå. I tillegg til setninger som kan oppstå i forbindelse med utgraving (skjæringer), kan både midlertidig og permanent senkning av grunnvannsstanden også kunne forårsake setninger. Typiske skader som skyldes setninger, da i hovedsak differansesetninger, kan være riss og sprekker i gulv, vegger eller fundamenter.

Det tilrås at det utføres befarings- og bygningsbesiktigelse/tilstandsregistrering for nærliggende boliger til ledningsanlegget og innhentes informasjon om fundamenteringsforhold og -nivå til nærliggende hus, garasjer, uthus, eksisterende støttemurer og lignende. Det kan f.eks. utføres ved prøvegraving. Dette må utføres før anleggsstart.

Der det påtreffes myr/torv under fundamentnivå for ledninger tilrås det i utgangspunktet å etablere et forsterkningslag (bunnforsterkning) av pukk, men ikke full masseutskifting under ledningene, der disse skal anlegges i nærheten av bygg og konstruksjoner. Bunnforsterkningen foreslås utført med pukk sortering 22/120 mm eller lignende og mektighet på forsterkningslaget bør være min. 30 cm.

Spillvannsledning fra Henry Thingstads veg 4A og til nettet er i nyere tid utskiftet og her er sannsynligvis myr og torv masseutskiftet. Dersom det under utgraving av nye VA-grøfter påtreffes myr og torvmasser under gamle ledninger, må det i tilfelle utføres særskilte vurderinger om dybde samt omfang på masseutskifting.

Det forutsettes at inngrep på privat grunn tilbakeføres til original tilstand og at vegkonstruksjonene gjenoppbygges. Det er hensiktsmessig å kunne holde vegene i området åpne under anleggsarbeidene dersom dette er mulig.

6.2 Retningslinjer for graving av grøfter i løsmasser

6.2.1 Generelt

Graving for etablering av VA-ledninger og kummer vil generelt foregå i områder hvor løsmassene består av morenemasser og fyllmasser. Lokalt blir det behov for graving i områder med myr og torv. Stabiliteten av sidekantene vil avhenge av typen løsmasser og av grunnvannsnivået i området. Generelt kan følgende graveskrånninger benyttes:

Fyllmasser, morenemasser, sand og grus

- Midlertidige graveskrånninger i løsmasser der grunnvannstand er under gravedybden kan etableres med skråningshelning 2:1 for gravedybder inntil 1 m.

- Grøfter i løsmasser i dybder mellom 1 m og inntil 3 m må etableres med maksimal skråningshelning 1:1, forutsatt at man tar de nødvendige forhåndsregler og sikrer at løse steiner og/eller klumper av leire eller annen kohesjonsjordart kan falle ut fra grøftesida og ned i grøfta. Det kan være nødvendig å dekke til graveskråninger med presenning e.l. dersom det er risiko for nedbør eller at overflatevann kan medføre utvasking i graveskråningene.

Torv- og myrmasser

- Maksimal skråningshelning 1:3 ved åpen utgraving. Ved å stabilisere overflaten ved å masseutskifte med ca. 0,5-1 m samfengt sprengstein kan helning 1:2 benyttes.
- Dersom det ikke er plass til åpne graveskråninger, må det benyttes grøftekasser til oppstøtting.

Områder der torva er lite omdannet vil graveskråningene kunne stå med brattere skråningshelning.

Stabilitet av sidekantene i skrånningene vil avhenge av grunnvannstanden i området. Det må påregnes at grunnvannstanden ligger høyere i terreng i områder hvor det er terrengsenkninger og i områder hvor det er myr og torvmasser. Generelt vil graveskråningene være stabile ved graving over grunnvannsstandnivå, mens det under grunnvannsnivå må påregnes problemer med innrasing i grøftene.

Når grunnvannstanden står høyere enn bunnen av grøften eller at det påtreffes vannførende lag må graveskråningene slakes ut til akseptabel skråningshelning. I tillegg kan vannførende masser og lag medføre behov for sikring av graveskråninger, f.eks. med et filter av fiberduk og samfengt sprengstein. Alternativt kan det benyttes grøftekasser som oppstøttingstiltak. Der hvor VA-ledningene legges i grøfter av både berg og løsmasser, kan det bli behov for å benytte bjelkestengsel for å redusere risikoen for innrasing av løsmasser i grøfta. Prinsippsnitt for sikring av graveskråninger er vist i tegning nr. -610.

Gravearbeid bør generelt utføres i perioder med lite nedbør. Grøftene må lukkes tilnærmet umiddelbart etter at ledninger er lagt. Dvs. at grøfter ikke skal etterlates åpne over helligdager eller helger. Graveskråninger som blir stående åpne over lengre tid (mer enn 3-4 dager) tilrås tildekket med plastduk eller lignende. Det kan bli behov for justering av graveskråninger og -geometri underveis under arbeidene, bl.a. med tanke på usikkerhet knyttet til beliggenhet av grunnvannstanden og lokale forekomster av myr og torvmasser. Det må derfor påregnes at utgraving, utlegging av VA-ledningene og igjenfylling av grøftene må utføres i kortere seksjoner.

Gravemassene kan mellomlagres med en horisontal avstand min 2 m ut fra topp graveskråning og med maksimal fyllingshøyde på 1,5 m. Igenfylling av masser i grøfta utføres lagvis med lagtykkelse tilpasset massene som benyttes. Utgravde torvmasser kan legges til side og legges tilbake over ledningen igjen. Torvmassene kan komprimeres lett med gravemaskin.

Alle gravearbeider må for øvrig utføres iht. *Forskrift om utførelse av arbeid, bruk av arbeidsutstyr og tilhørende tekniske krav.*

6.2.2 Spesielle tiltak

Områder det må settes spesielt fokus på under anleggsarbeidene er følgende strekninger:

Gløttrenna - Kyvannsvegen - Henry Thingstads veg, ca. PR. 110-220 og Øystein Langseths veg, ca. profil 0-100

Ledningstraséen er planlagt å ligge i hagen mellom boliger i Øysteins Langsets veg og Henry Thingstads veg og deretter kobles på øvrige ledninger i Øysteins Langsets veg i kum O65 (se tegning

nr. GH005 og GH006). Etter det vi har kjennskap til er tomannsbolig ved Øystein Langsets veg 3/3B fundamentert på jernbaneskiner ned til faste masser (ref. Trondheim kommune notat nr. 17/37784-3, R1704). For øvrige bygg i området er fundamenteringsmetode og nivå usikker. I dette området består grunnen av myr og torv med mektighet inntil ca. 3,5 m og grunnvannet er registrert til å ligge ca. 2 m under terreng. Basert på grunnundersøkelser og topografi vurderes det at mektigheten på torvlaget kiler ut mot Henry Thingstads veg 8B og Øystein Langseth veg 7B, men utstrekningen er noe usikker. Dybden til faste masser og bergoverflaten er også usikker i dette området. Eiere av tomannsboligen i 3/3B opplyser om at terrenget rundt huset synker og det etterfylles pukk («singel») på gårdsplassen annethvert år.

Avstanden mellom eneboligene i Øystein Langsets veg 3B og Henry Thingstads veg 4A er ca. 10 m. Tegning nr. GH006 viser graving ned til ca. 3 m under terreng. Da boligene ikke har kjeller, vil grøftegravinga medføre graving under fundamentnivå.

En utgraving av grøft mellom Øystein Langseth veg 7B og Henry Thingstads veg 8B vil medføre en høydeforskjell på ca. 6-7 m fra bunnen av grøfta og til toppen av skråningen. Ved Henry Thingstads veg 8B er grøfta planlagt med mindre enn 0,5 m avstand fra kjelleren. Grøfta er vist med helning 2:1 og grøftebunn er vist ca. 3 m under gulvnivå i kjeller i Henry Thingstads veg 8B.

Etablering av grøfter og masseutskifting av myr kan permanent senke grunnvannstanden i området. Ved en permanent grunnvannssenkning er det stor risiko for setningsskader på eksisterende bygg og infrastruktur i nærheten. Risikoen for setningsskader på bygg og infrastruktur avhenger av hvordan eksisterende bygg og infrastruktur er fundamentert. Graving av åpen grøft i torv nær boliger kan medføre horisontale og vertikale deformasjoner i grunnen som igjen kan forårsake skader på hus, også hus fundamentert på peler. Det frarådes derfor å grave åpent uten oppstøttingstiltak i dette området pga. stor risiko for setningsskader på nabobygg og -konstruksjoner.

Det foreslås at det benyttes grøftekasser mellom ca. profil 110-220 for utgraving av grøfta for trasé 6, samt mellom ca. profil 0-80 for trasé 3. Prinsipp for etablering av grøft med grøftekasser er vist på tegning nr. -610. Oppstøtting av graveskråninger ved bruk av grøftekasser er likevel ikke en risikofri oppstøttingsløsning med tanke på skader på nabobygg/-konstruksjoner. Ved utgraving av masser for etablering av grøftekassene kan det oppstå hulrom bak grøftekassene som igjen kan medføre en deformasjon av terrenget rundt grøftekassene som igjen øker risikoen for setningsskader på nærliggende bygg/konstruksjoner. For å redusere risikoen for terrengsenkning bak grøftekassene tilrås det at det tilbakefylles med masser inntil grøftekasseveggene så raskt som mulig etter at grøftekassene er etablert.

Grøftekassene må ha kapasitet til å ta opp det ekstra jordtrykket som oppstår på grunn av hellende terreng i skråningen.

Dersom det påtreffes myr og torv under gravenivå må det etableres et forsterkningslag av pukk, som beskrevet i kap. 6.1. Videre tilrås det at ledninger legges med større fall enn minimumsfall og at det benyttes ledninger som tåler setninger, f.eks. sveiste PE-ledninger eller ledninger med strekkfaste skjøter på de mest setningsutsatte strekningene. Denne type ledninger tåler bedre setninger i grunnen enn betongrør. I områder med myr og torv i grunnen tilrås det tilbakefylling med stedlige løsmasser over ledningene.

For å redusere risikoen for permanent grunnvannssenkning må det etableres leirstengsel i ledningsgrøftene. Aktuelle plasseringer for leirstengsel er ovenfor kum O65, ved ca. profil 140 samt ved O66. Toppen av leirstengselene må ligge over nivået for grunnvannstanden og toppen på leirstengselene må ha minimum 1 m bredde i grøftas lengderetning. For detaljer vedrørende oppbygging av leirstengsel vises det til tegning nr. GH035.

Når situasjon for eksisterende ledninger i området ved bolig i Henry Thingstads veg 8B blir kjent, bør det ses på mulighet for å etablere de nye VA-ledningene i mindre dybde under eksisterende terreng. Dermed kan gravedybden reduseres og risikoen for skader på nabobygg/-konstruksjoner vil reduseres. Med mindre gravedybde vil høydeforskjellen mellom grøftebunn og opp mot Øystein Langseths veg 7B reduseres og dermed bedre stabiliteten av skråningen ved gravearbeidene sammenlignet med dypere grøftegraving.

Dersom det under anleggsarbeider skulle avdekkes nærliggende hus som ikke er fundamentert på fast grunn, må geotekniker kontaktes. I så tilfelle må det vurderes andre tiltak for å redusere risikoen for setnings-skader på bygg som f.eks. spuntoppstøtting eller re-fundamentering av bygg.

Kyvannsvegen - Olav Grilstads veg, ca. profil 0-50 og ca. profil 80-200

Grunnundersøkelser viser at det er påtruffet myr og torvmasser ved Myra barnehage og i området ved planlagt VA-trasé langs Kyvannsvegen, mellom ca. profil 0-50 (jf. tegning nr. GH007). Dersom det påtreffes myr og torv under gravenivå tilrås dette masseutskiftet med pukk ned til ren mineralsk grunn. Det kan også bli behov for å slake ut og stabilisere graveskråningene eller eventuelt å benytte grøftekasser.

Mellom profil 80-160 vil planlagt VA-trasé ligge i bunnen av en skråning med bolighus. For å ivareta stabiliteten av skråningen er grøften mot boligen på denne strekningen planlagt med helning 1:1.

Etablering av grøfta på strekningen mellom profil 160-200 planlegges med helning 2:1 og det er planlagt å grave i dybder inntil ca. 3 m. På grunn av løsmassesammensetning og mulig bløte lag i grunnen tilrås vi at midlertidige graveskråninger etableres med helning 1:1 for begge sider av grøfta. Dersom det påtreffes grunnvann eller vannførende lag kan det bli behov for å stabilisere graveskråningene eller eventuelt å benytte grøftekasser. Prinsipp for utslaking og stabilisering av graveskråninger er vist på tegning nr. -610.

Bjørnebyvegen, ca. profil 300-370

Grunnundersøkelser viser at det kan påtreffes myr og torvmasser ved planlagt VA-trasé langs Kyvannsvegen, mellom ca. profil 300 og 370 (jf. tegning nr. GH002). Dersom det påtreffes myr og torv under gravenivå tilrås dette masseutskiftet med pukk ned til ren mineralsk grunn. Det kan også bli behov for å slake ut og stabilisere graveskråningene eller eventuelt å benytte grøftekasser. Prinsipp for utslaking og stabilisering av graveskråninger samt prinsipp for oppstøtting av grøftekasser er vist på tegning nr. -610.

6.3 Støttemur

Ved Henry Thingstads veg 8B er det en eksisterende støttemur inntil en garasje med kjeller. Muren er planlagt revet og erstattet med en ny. Muren er planlagt som en blokk- eller betongmur med fundamentsåle, se tegninger nr. K-001 til K-004.

Nærmeste borpunkt til planlagt støttemur ligger ca. 50 m møt sør/sørøst. Her viser sonderingen at det er mulig torv ned til ca. 1 m dybde og derunder er det faste masser/ evt. mulig berg. Det er ikke utført grunnundersøkelser i umiddelbar nærhet til planlagt støttemur og det er derfor noe usikkerhet på nøyaktig løsmassemekktighet og type løsmasser i området.

Støttemuren planlegges i et område hvor løsmasseoverdekningen forventes å være liten og det er registrert bart berg ved flere steder i området rundt. Basert på topografi, registrerte forekomster av bart berg og nærmeste utførte grunnundersøkelser vurderes det at løsmassene i hovedsak består av sand og grus, eventuelt morenemasser over berg. Dybden til berg er noe usikkert.

Det vurderes at støttemuren kan direktefundamenteres på et lag med drenerende kvalitetsmasser (f.eks. pukk) over stedlige masser. Det kan ikke utelukkes at det er forekomster av organiske materiale (f.eks. myr/torv) i løsmassene. Dersom det påtreffes organisk materiale ved utgraving må dette i så fall masseutskiftes med pukk/sprengstein ned til ren mineralisk grunn. Undergraving av eksisterende nabobygg og -konstruksjoner må unngås.

Det er planlagt en VA-ledning under muren. Bergoverflaten i området er usikker og det kan ikke utelukkes at muren delvis må etableres på berg og delvis på løsmasser. Grøft i berg må i så fall pigges/sprenges ut. Dersom muren fundamenteres på både berg og på løsmasser vil det være en økt risiko for skadelige differansesetninger. Tilbakefylling av masser i VA-grøfter må derfor legges ut og komprimeres godt.

En betongmur er en stiv konstruksjon og dersom det oppstår differansesetninger, kan det oppstå riss og oppsprekking i betongen. For å redusere risikoen for riss og oppsprekking vurderer vi at en tørrmur/stablemur (blokkmur) er mer egnet da disse bedre kan ta opp deformasjoner bedre enn en plasstøpt betongmur.

Stedlige løsmasser kan være telefarlige. Vi tilrår derfor at det legges opp til frostsikring av støttemuren, f.eks. ved bruk av isolasjon.

6.4 Etablering av anleggsveg

Det legges opp til at anleggstrafikk i stor grad skal følge eksisterende vegnett i området. Det planlegges et område for rigg og et område med midlertidig parkering, se Figur 6-1. I tilknytning til disse områdene er det planlagt midlertidige anleggsveger/adkomstveger.

Grunnundersøkelser i området ved planlagte adkomst- og anleggsveger viser at løsmassemektheten i borpunktene varierer mellom ca. 1-7 m. Generelt består løsmassene av et topplag på mellom 0,5 – 1 m med fyllmasser/sand og grus over et lag med torv og myr. I området ved eiendom gnr/bnr 103/1003 og 103/1022 er registrert mektighet på torvlaget inntil 3,5 m. Basert på grunnundersøkelser og topografi vurderes det at mektigheten på torvlaget kiler ut mellom eiendommene gnr/bnr 103/905 og 103/1133 og mot Henry Thingstads veg. I området ved planlagt anleggsveg inn mot riggområdet sør for Kyvannsvegen 16 er registrert mektighet på torvlaget inntil 3,5 m.

Det er opplyst at garasje og mur ved eiendom gnr/bnr 103/905 fundamentert på myr og har setningsskader. Vi vurderer at det må påregnes ytterligere skader på nærliggende bygg ved etablering av anleggsvegen. Vi tilrår derfor at det utføres prøvegraving, tilstandsregistrering samt setningsmålinger på bygg og mur i anleggsfasen.

Etablering av anleggsveg ved Henry Thingstads veg mot Øystein Langseths veg må vurderes opp mot risikoen for setningsskader på nabobygg og konstruksjoner. Dersom det velges å etablere anleggsveg må denne dimensjoneres.



Figur 6-1 Utsnitt av tegning nr. B003 (Utarbeidet av Multiconsult, foreløpig tegning datert. 26.03.2021)

7 Ingeiørgeologiske vurderinger/bergarbeider

7.1 Generelt

Alle traséene går nært bebyggelse og ligger i avstander fra 1,7 meter til 10-15 meter fra nærmeste hus. Det må for alle disse avstandene tas hensyn til byggene ved uttak av berg, og det er spesielt viktig når avstanden er nærmere enn 5 meter. I tillegg skal det tas ut berg i traséer der det allerede ligger ledninger som må ivaretas.

Trasé 1 – Kyvannsvegen

Det forventes noe berg i grøftetraséene. Avstanden til bygninger varierer fra 5 meter (280-330) til 15 meter.

Trasé 3 – Øystein Langseths veg

Det forventes noe berg i grøftene. Grøftetraséen ligger på det nærmeste 2 meter fra en garasje ved profil 50, der er det også plassert kummer. For øvrig på strekningen er avstanden 5-10 m.

Trasé 4 – Vestmarkbakken

Det forventes noe berg i grøftene. Avstand fra grøft til bygninger varierer fra 2,5 m (P50) til 10 meter.

Trasé 5 – Bjørnebyvegen

Det forventes noe berg i grøftene. Avstand fra grøft til bygninger varierer fra 2 m (P15, Bjørnebyvegen 22) til 10 meter.

Trasé 6 – Gløttrenna - Kyvannsvegen - Henry Thingstads veg

Traséen går i ny trasé, mellom boliger og svært nært boliger. Det kan forventes berg i grøftene. Avstanden fra grøftekant til grunnmur Kyvannsvegen 31 A er 1,5 m ved profil 65, som er det nærmeste punktet. Ved profil 210 til 230 ligger også grøft svært nær flere bygninger (Henry Tingstads veg 8B/Øystein Langseths veg 7B) og grøfta er dyp. Sprenging i disse områdene vil kreve ekstra fokus og vurdering når berget er avdekket.

Trasé 9 – Kyvannsvegen - Olav Grilstads veg

Traséen forbi barnehagen ligger omtrent 6 meter fra grøftekant, og det er i dette området registrert berg og det er sannsynligvis grunt til berg i området fra profil 0 til 50.

7.2 Bergarbeider

Bergarbeidene skal utføres i samsvar med gjeldende lover og forskrifter. Det vises spesielt til Forskrift om sivil håndtering av eksplosjonsfarlige stoffer (eksplosivforskriften), §79 - §93.

7.2.1 Uttak av berg

Det er ikke avklart dybde til berg langs ledningstraséene. Berget er synlig flere steder i området. Bergdybde langs grøftetraséene er usikker og antageligvis varierende. RIGberg kan kontaktes etter at evt. berg er avdekket, for å avklare blant annet uttaksmetode.

Avhengig av omfanget og bergmassekvalitet i grøftene, kan det velges å fjerne berg ved pigging (hydraulisk hammer) eller ved sprenging. Oppsprukket og mindre mengder berg kan fjernes ved pigging, men om det blir større mengder og hardere berg kan det hende at sprengning er det mest hensiktsmessige. Det er også aktuelt med en kombinasjon av disse uttaks metodene. Det antas at omtrent halvparten av berget som tas ut ved sprengning tas ut som flåsprengning (sprengning med

dybde inntil 1 m), men omfanget usikkert. Evt. merkostnad for flåsprengning skal i henhold til NS3420 (2018) tas med i prosess FH1.5 (sprengning av grøfter) og FH 1.6 (sprengning av nisjer og groper).

Berget er innspant ved grøftesprenging og sprenging for kummer, som krever høyt spesifikt sprengstofforbruk og gir potensiale for rystelser, om det ikke tas spesielle hensyn. Grøftene i prosjektet ligger i boligfelt, hovedsakelig i veier, men også på strekninger i tomtegrenser i hager. Avstanden fra senter grøft til bygninger varierer fra omtrent 20 meter helt ned til 2-3 meter. Nærmeste skjæringsutslag er 1,5 meter fra grunnmur. Dette gjør at det må tas ekstra hensyn. Det må også tas hensyn til eksisterende ledninger i eksisterende grøft. Det vil være aktuelt med forsiktig sprenging, tettere boring og også sømboring (uladede borehull) i konturen, som pigges bort, for å overholde vibrasjonskrav eller ikke skade gjenstående berg for mye.

7.2.2 Dekking og sikring

Salver skal dekkes på hensiktsmessig måte og er bergsprengers og bergsprengningsleders ansvar. Det samme gjelder nødvendig, varsling, vegstenging, skilting og postering.

7.2.3 Sprengstoff og tenmidler

Det kan benyttes patronert sprengstoff eller bulksprengstoff. Ved bruk av bulksprengstoff må lademengden kontrolleres fortløpende for å unngå overlading i slepper. Eventuelle slepper og større åpninger i bergmassen som avdekkes under salveboring, skal dokumenteres i borerapport. Entreprenør skal velge et egnet tennsystem med hensyn til sikker opptenning og kontroll av rystelser.

7.2.4 Borbarhet, sprengbarhet og borslitasje

Det er ikke foretatt laboratorietesting av borbarhet, sprengbarhet eller borslitasje for dette prosjektet, og vi har ikke funnet erfaringer om dette fra nærliggende sprengningsarbeider.

Svake bergarter som grønnskifer har liten motstandsevne mot nedknusing. Dette kan dempe støtbølgen fra sprengningen som kan føre til at bergmassen har dårligere sprengbarhet.

7.2.5 Vibrasjonskrav

Begge uttaksmetodene vil medføre vibrasjoner og det settes krav til maksimale tillatte vibrasjoner på bygg i nærheten av uttaket. Dette gjelder alle traséer og alt berguttak.

Vurderingene av anbefalte grenseverdier fra sprengningsinduserte vibrasjoner er gjort med bakgrunn i NS 8141-2001 [12]. Standarden fastsetter en metode for å bestemme veiledende grenseverdier for vibrasjoner i byggverk forårsaket av grunnarbeider slik som sprengning og pigging, og hvordan vibrasjonene kan måles. Videre har det blir gjort en vurdering av anbefalte grenseverdier.

NS 8141-2001 anbefaler besiktigelse utført på bygg som er nærmere enn 50 m fra vibrasjonskilde dersom bygget står på berg og 100 m dersom bygget står på løsmasser.

Grenseverdien for toppverdien av vibrasjoner (V) for sprengning (NS 8141:2001) fastsettes etter formelen:

$$V = v_0 \times F_g \times F_b \times F_d \times F_k$$

der

v_0 er den ukorrigerede toppverdien av vertikal svingehastighet i millimeter per sekund og er fastsatt til 20 mm/s;

F_g er en grunnforholdsfaktor som tar hensyn til grunnforholdene der byggverket står.

F_b er en byggverksfaktor som er avhengig av type og utforming av byggverk (k_b), konstruksjonsmateriale (k_m) og fundamenteringsmåte (k_f).

F_d er en avstandsfaktor som tar hensyn til avstanden mellom vibrasjonskilden og målepunkt.

F_k er en kildefaktor som tar hensyn til egenskaper ved vibrasjonskilden.

Maks tillatte vibrasjoner er angitt i tabellen under, som et generelt krav, men må vurderes nærmere når evt. sprengning og pigging kommer til utførelse, da det vil variere med blant annet byggenes fundamentering og avstand.

Tabell 7-1: Maks tillatte vibrasjoner

Byggverk	F_g	F_b			F_d	$V_{\text{sprengning}}$ (mm/s)	V_{pigging} (mm/s)
		k_b	k_m	k_f			
Vanlig bolig fundamentert på berg eller tynn avretting på berg	2,5	1	1	0,8	1	40	32
Vanlig bolig fundamentert på fast lagret morene, fylling med komprimert sprengtstein – 2 m avstand	1,8	1	1	0,8	1,2	34	27
Vanlig bolig fundamentert på fast lagret morene, fylling med komprimert sprengtstein – 5 m avstand	1,8	1	1	0,8	1	28	23
Vanlig bolig fundamentert på fast lagret morene, fylling med komprimert sprengtstein – 10 m avstand	1,8	1	1	0,8	0,87	25	20

Det anbefales at sprengning- og piggearbeidene utføres slik at rystelsesgrenser på omkringliggende nabobebyggelse gitt i tabellen overholdes. Dersom forhåndsbesiktigelse av omkringliggende bebyggelse avdekker forhold som avviker i forhold til antakelser i tabellen over, skal endelige rystelsesgrenser justeres i forhold til dette.

Det anbefales å måle rystelser ved den av nabobygningene som til enhver tid er nærmest. Ved sprengning nærmere enn 10 m fra eksisterende bebyggelse anbefales det å benytte triaksiale målere.

7.2.6 Sikring – arbeidssikring/midlertidig sikring

Når tiltaket er ferdigstilt er grøfta gjenfylt og det er ikke nødvendig med permanente sikringstiltak. Det kan likevel være behov for sikringstiltak som arbeidssikring. Det kan også være behov for sikring for å bevare grøfteveggen slik at det ikke glir ut berg under løsmasser eller bygg. Sikringsmidlene kan være sikringsbolter og/eller nett.

8 SHA/HMS

Valgte løsninger for etablering av byggegrop og utførelse av grunnarbeider er tradisjonelle og innebærer etter vår vurdering 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).

Topp av graveskråning må sikres med gjerde eller lignende for å hindre nedfall fra skråningstopp ned i byggegrop. Det må følges med på eventuell sprekkdannelse i graveskråninger og byggeområdet generelt, ved endringer må geotekniker tilkalles.

Graveskråninger er prosjektert til å ha en helning på 2:1 og 1:1. Dette er relativt bratt og det må daglig utføres visuell kontroll av graveskråningene. Det skal ses etter tegn til bevegelse og sprekkdannelse. Dette gjelder både i, og på toppen, av skråningene. Ved tegn til bevegelse må geotekniker kontaktes. Det kan være fare for at det lokalt raser inn noe masser fra topplaget. Det må i så fall settes opp stengsel som skjermer byggegropa.

Sprengningsarbeider er risikofylte arbeider, og det er viktig med risikovurdering og å følge lover og regler. I forbindelse med at det er grøfter i traséene fra før, er det en mulighet for å påtreffe gjenstående sprengstoff.

9 Naboforhold

Ved gravearbeider i urbane strøk er det risiko for skader på nabokonstruksjoner og infrastruktur.

Følgende tiltak tilrås iverksatt i anleggsfasen for kontroll/reduksjon av risiko:

- Avklare fundamenteringsløsning og -nivå på nabobygg f.eks. ved prøvegraving.
- Vurdere re-fundamentering av bygg eller bruk av spuntoppstøtting i områder med myr og torvmasser i grunnen.
- Bygningsbesiktigelse og tilstandsregistrering (foto/videodokumentasjon) av nabobygg
- Etablering av setningsbolter på nabobygg inkludert fasademålinger (x,y,z-målinger). Jevnlig måling under hele byggeperioden. Måleprogram må utarbeides.
- Vibrasjonsmålinger på bygninger for å overholde grenseverdier fra pigging/sprengning av berg.

Det er viktig at setningsbolter på nabobygg etableres i god tid før byggestart og at det tas 2-3 målinger før oppstart grunnarbeider for etablering av sikkert referansenivå.

10 Plan for geoteknisk og ingeniørgeologisk kontroll

De største risikomomentene knyttet til utførelsen av arbeidene er:

- Stabilitet av ledningsgrøfter/unøyaktige grave- og fyllingsarbeider
- Graving under grunnvannstand
- Undergraving av fundamenter på eksisterende bebyggelse/risiko for setningskader
- Anleggsutfordringer med myr og torv i grøftebunnen
- Sprengning nært bygg og eksisterende ledningsnett

Grunnarbeider bør følges opp nøye med jevnlig kontroll og registreringer for å påse at forutsetninger i prosjekteringen blir fulgt. Kontroll punkter som må følges opp i anleggsfasen er vist i Tabell 10-1.

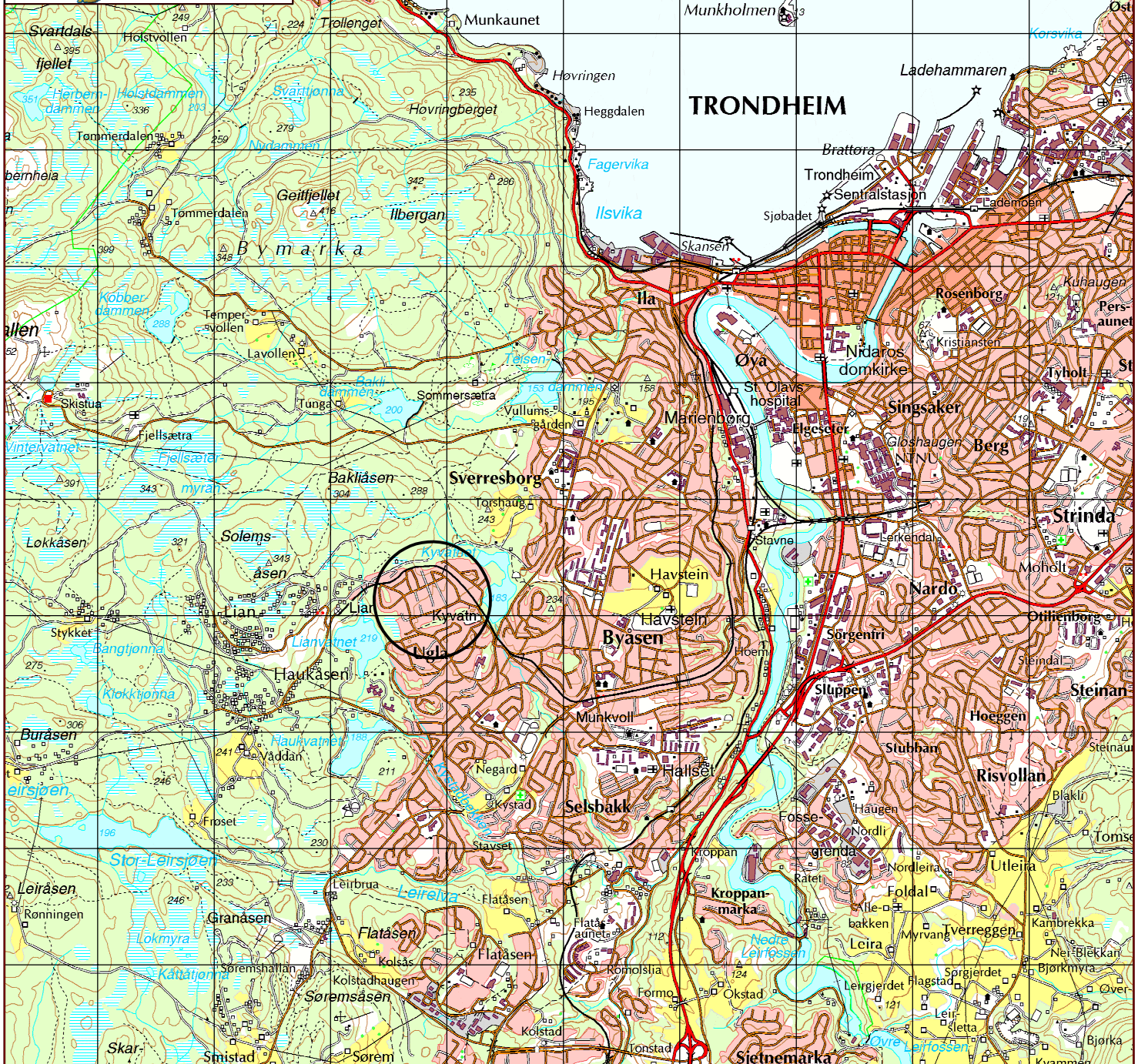
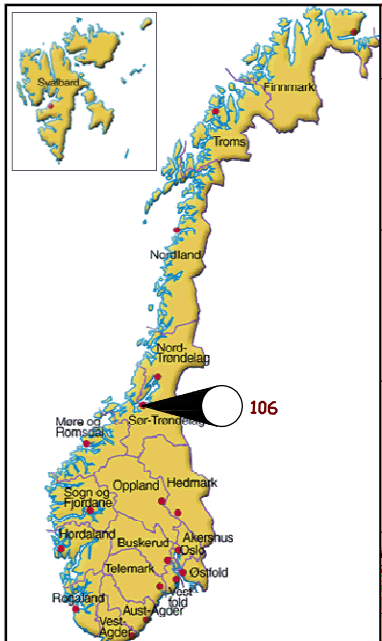
Tabell 10-1 Kontrollplan for utførelse av gravearbeider.

Kontrollpunkt	Omfang/beskrivelse	Ansvarlig / Utføres av
Geometri graveskråninger/ gravenivå	Krav til helning på midlertidige graveskråninger for grøftegraving: <ul style="list-style-type: none"> • 2:1 for dybde mindre enn 1 m • 1:1 for dybde inntil 3 m Entreprenør besørger kontinuerlig egenkontroll av graveskråning/helning for å hindre lokale ras i grøfter. Tildekking av graveskråninger i perioder med kraftig nedbør.	Entreprenør. Bistand fra RIG (Multiconsult) ved behov Entreprenør
Seksjonsvis utførelse	Grøftegraving skal generelt utføres med seksjonslengde maks 50 m. Der det er risiko for innrasing av masser i grøfta må grøfta generelt gjenfylles før endt arbeidsdag.	Entreprenør. Bistand fra RIG (Multiconsult) ved behov
Kummer	Graveskråninger tilpasses faktiske grunnforhold. Oppstøttingstiltak ved behov.	Entreprenør. Bistand fra RIG (Multiconsult) etter behov
Mellomlagring av gravemasser og matjord	Gravemasser må mellomlagres i avstand min 1 m fra topp graveskråning.	Entreprenør
Berguttak	Valg av metode, sprenging eller pigging, evt. ekstra forsiktige tiltak. Vibrasjonsgrenser skal overholdes	Entreprenør. Bistand fra RIGberg (Multiconsult) ved behov Entreprenør

11 Referanser

- [1] Direktoratet for byggkvalitet, «Veiledning om tekniske krav til byggverk (TEK17)», 2017.
- [2] Direktoratet for byggkvalitet, Veiledning om byggesak (Veiledning til SAK10). 2016.
- [3] Standard Norge, «Eurokode 0: Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner (NS-EN 1990:2002+A1:2005+NA:2016)», 2016.
- [4] Standard Norge, «Eurokode 7: Geoteknisk prosjektering. Del 1: Allmenne regler (NS-EN 1997-1:2016)», Standard Norge, Norsk standard (Eurokode) NS-EN 1997-1:2004+A1:2013+NA:2020, nov. 2004.
- [5] Standard Norge, «Eurokode 7: Geoteknisk prosjektering. Del 2: Regler basert på grunnundersøkelser og laboratorieprøver (NS-EN 1997-2:2007+NA:2008)», Standard Norge, Norsk standard (Eurokode) NS-EN 1997-2:2007+NA:2008, 2008.
- [6] Standard Norge, «Eurokode 8: Prosjektering av konstruksjoner for seismisk påvirkning. Del 1: Allmenne regler, seismiske laster og regler for bygninger. (NS-EN 1998-1:2004)», Standard Norge, Norsk standard (Eurokode) NS-EN 1998-1:2004+A1:2013+NA:2014.
- [7] Standard Norge, «Eurokode 8: Prosjektering av konstruksjoner for seismisk påvirkning. Del 5: Fundamenter, støttekonstruksjoner og geotekniske forhold (NS-EN 1998-5:2004)», Standard Norge, Norsk standard (Eurokode) NS-EN 1998-5:2004+NA:2014.
- [8] NVE Norges vassdrags- og energidirektorat, «Flaum- og skredfare i arealplanar (2-2011)», NVE, Oslo, NVE retningslinjer Retningslinjer nr. 2-2011, revidert mai 2014.
- [9] NVE, «Sikkerhet mot kvikkleireskred», Veileder nr. 1/2019, 2020.
- [10] Statens vegvesen, Vegdirektoratet, «Geoteknikk i vegbygging (Håndbok V220)», Vegdirektoratet, Oslo, Veiledning, jun. 2018.
- [11] Statens vegvesen, «Grunnforsterkning, fyllinger og skråninger (Håndbok V221)», Vegdirektoratet, Oslo, Veiledning, jun. 2014.
- [12] Standard Norge, «Vibrasjoner og støt – Måling av svingehastighet og beregning av veiledende grenseverdier for å unngå skade på byggverk». NS 8141-1:2001:2001

Z:\04.18.18769-01\4.18769-01-03 ARBEIDSRÅDE\4.18769-01-04 TEGNINGER\4.18769-01-04 RIG-TEG-000 OVERSIKTSKART.dwg - Layout: ny logoi; - Plottet av: jkm, Date: 2020.05.25 kl 8:51



 www.multiconsult.no	Oversiktskart Trondheim kommune Grunnboring Kvatnet	Status Konstr./Tegnet Oppdragsnr.	Geoteknikk Kontrollert Tegningsnr.	Original format Godkjent ARV	Dato Målestokk Rev.
		418769	SEH	A4	25.05.2020 1:50000
		RIG-TEG-000	00		

Z:\04\18\4\18769-01\1\4\18769-01-RIG\4\18769-01-04_TEGNINGER\4\18769-RIG-TEG-001_REV00_BORPLAN.dwg, - Layout: (BORPLAN), - Plottet av: jkm, Dato: 2020.05.25 kl 8:56



TEGNFORKLARING:

- DREIESONDERING
- ENKEL SONDERING
- ▼ RAMSONDERING
- ▽ TRYKKSONDERING
- ⊕ TOTALSONDERING
- ⊙ PRØVESERIE
- PRØVEGROP
- ⦿ DREI TRYKKSONDERING
- ⊠ SKRUPLATEFORSØK
- + VINGEBORING
- ⊖ PORETRYKKMÅLING
- ⊕ KJERNEBORING
- ⊗ FJELLKONTROLLBORING
- ⊠ BERG I DAGEN

KARTGRUNNLAG: Digitalt kart fra sosi
 KOORDINATSYSTEM: UTM Sone 32V
 HØYDEREFERANSE: NN 2000
 UTGANGSPUNKT FOR NIVELLEMENT: GPS GLONAS CPOS
 BORBOK NR: Digital
 LAB.BOK NR: Digital

EKSEMPEL
 BP 1 ⊕ $\frac{430}{28.2}$ 14.8 + 2.4 — BORET DYBDE + BORET I BERG
 ANTATT BERGKOTE

TIDLIGERE BORINGER:

Tidligere boringer er opptegnet fra scannet kopi og kan ha noe avvik.
 Tidligere boringer er angitt med indekser foran borhullsnr:

R1-X Boringer fra Trondheim kommune, rapport nr. R.1704-2 (2018)- Kyvannsvegen. Supplerende grunnundersøkelser

00	-	-	-	-	-
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
	Trondheim kommune		Fag		Format
	Grunnboring Kyvatnet		Geoteknikk		A3
	Borplan		Dato	25.05.2020	
			Format/Målestokk:	1:1000	
Multiconsult		Status	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
www.multiconsult.no		Oppdragsnr.	JKM	SEH	ARV
		418769	Tegningsnr.	RIG-TEG-001	Rev.
					00

FORKLARING:

TEGNFORKLARING:

- DREIESONDERING
- ENKEL SONDERING
- ▼ RAMSONDERING
- ▽ TRYKKSONDERING
- ⊕ TOTALSONDERING
- ⊗ PRØVESERIE
- PRØVEGRØP
- ◆ DREIETRYKKSONDERING
- ⊠ SKRUPLATEFORSØK
- + VINGEBORING
- ⊙ PORETRYKKMÅLING
- ⊕ KJERNEBORING
- ⊠ FJELLKONTROLLBORING
- ⊠ BERG I DAGEN

KARTGRUNNLAG:
 KOORDINATSYSTEM:
 HØYDEREFERANSE:
 UTGANGSPUNKT FOR NIVELLEMENT:
 BORBOK NR:
 LAB.BOK NR:

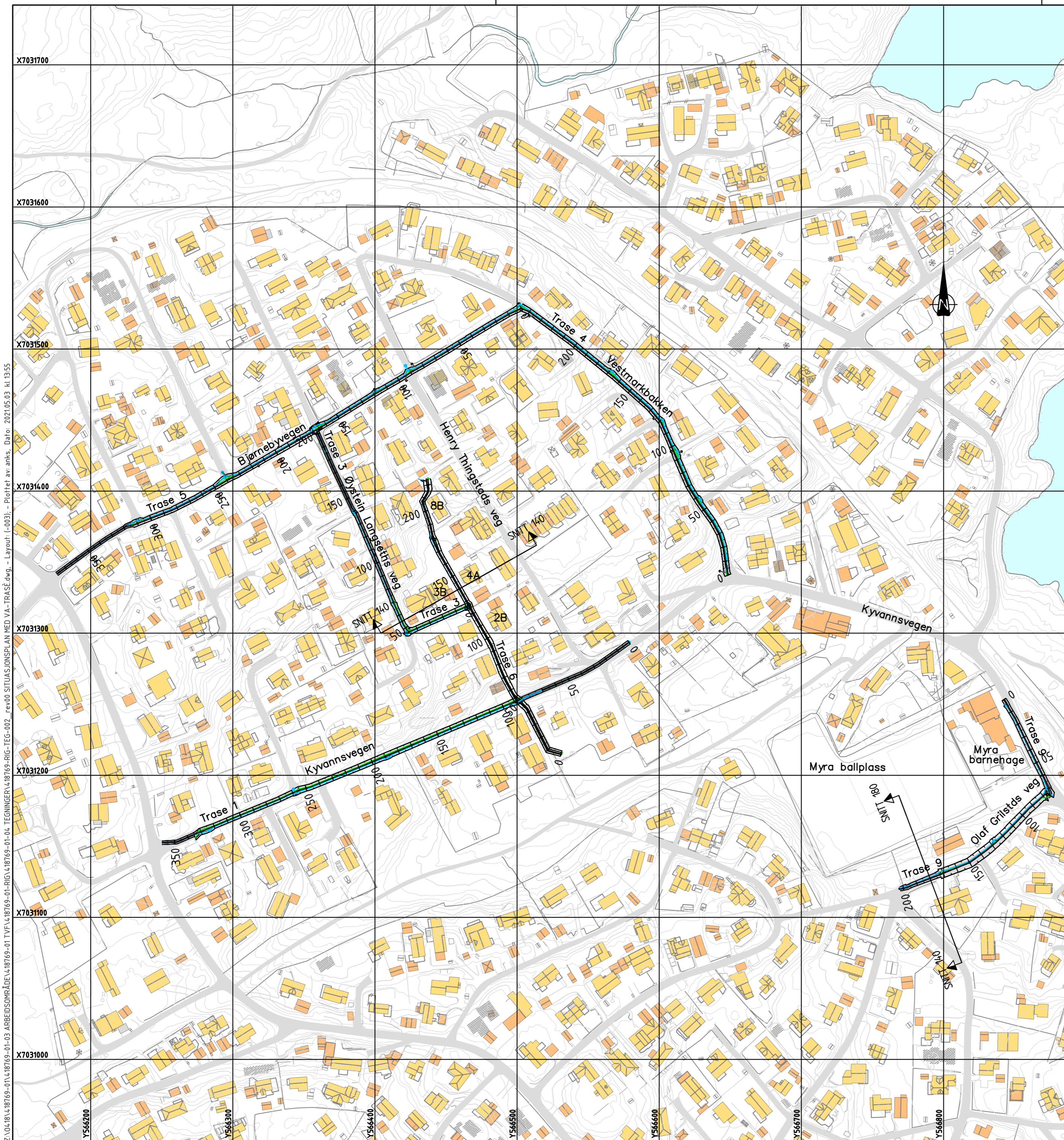
Digitalt kart fra xx
 UTM Sone 32V
 NN 2000
 GPS GLONAS CP05
 XXX
 XXX

EKSEMPEL
 BP 1 ⊕ $\frac{430}{28.2}$ 14.8 +2.4 — BORET DYBDE + BORET I BERG
 TERRENGKOTE/SJØBUNNKOTE
 ANTATT BERGKOTE

HENVISNINGER:

Tegning nr. 418769-RIG-TEG-610 Prinsippsnitt for sikring av graveskråninger
 Tegning nr. GH035 Tegning av leirstengsel, detaljtegning
 Rapport nr. 418769-RIG-RAP-002 Geoteknisk og ingeniørgeologisk vurderings- og prosjekteringsrapport

Z:\04\1814\18769-01\1\18769-01-03 ARBEDSDOMRÅDE\1\18769-01-04 TEGNINGER\418769-RIG-TEG-002_rev00 SITUASJONSPLAN MED VA-TRASÉ.dwg - Layout: (-003) - Plottet av anks. Dato: 2021.05.03 kl. 13.55

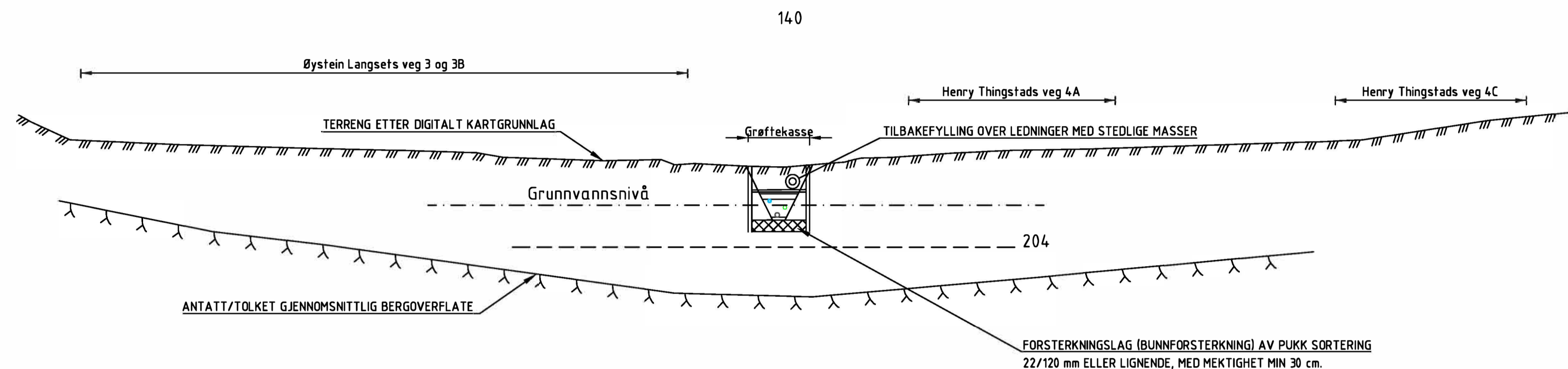


00					
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
Trondheim kommune			Fag	Format	
Separering kyvannet			Geoteknikk	A2	
Situasjonsplan			Dato	16.04.2021	
			Format/Målestokk:	1:2000	
Multiconsult		Status	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
www.multiconsult.no		418769	ANKS	ROS	ROS
		Tegningsnr.	RIG-TEG-002		Rev.
					00

Prinsippsnitt grøftekasse og masseutskifting under VA-ledninger

MÅLESTOKK A1/A3 = 1:200/1:400

Trasé 6 - Profil 140



TEGNFORKLARING:

HENVISNINGER:

Tegning nr. 418769-RIG-TEG-002 SITUASJONSPLAN
 Tegning nr. GH035 Tegning av leirstengsel, detaljtegning.
 Rapport nr. 418769-RIG-RAP-002 Geoteknisk og ingeniørgeologisk vurderings- og prosjekteringsrapport

MERKNADER:

Generelt:

- Høydereferanse: NN2000 (NGO)

Overflatestabilisering av graveskråninger:

- Erfaringsmessig vil det være risiko for overflateglidninger i skjæringene og graveskråningene.
- Det forutsettes at man tar de nødvendige forhåndsregler og sikrer at løse steiner og/eller klumper av leire eller annen kohesjonsjordart kan falle ut fra grøftesida og ned i grøfta. Det kan være nødvendig å dekke til graveskråninger med presenning e.l. dersom det er risiko for nedbør eller at overflatevann kan medføre utvasking i graveskråningene.
- I områder med bløtere masser kan det bli behov for masseutskifting/plastring av graveskråninger samfengt sprengstein fraksjon 0/400 mm eller lignende, for sikring av graveskråninger mot overflateglidninger.
- Steinmassene legges ut fortløpende under utfak av graveskråningene.
- Tykkelse av steinplastring skal være min. 0,5 m. Maksimal tykkelse avtales med byggherren.
- Som separasjon over mineralisk grunn legges det separasjonsduk mellom undergrunn og fyllmasser.
- Der hvor VA-ledningene legges i grøfter av både berg og løsmasser, kan det bli behov for å benytte bjelkestengsel for å redusere risikoen for innrasing av løsmasser i grøfta.

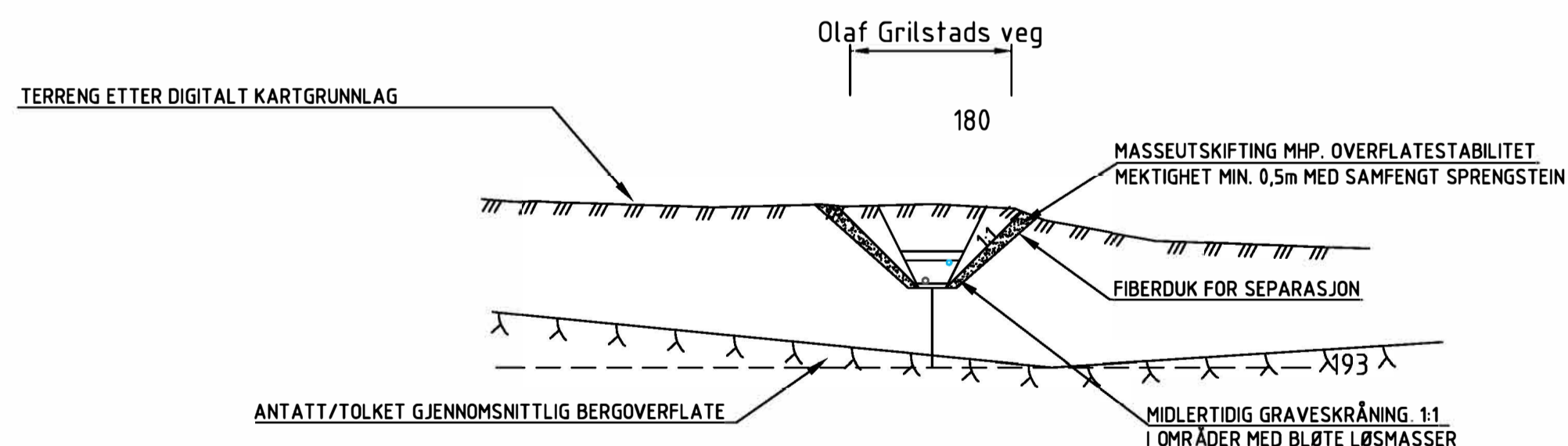
Gravearbeider i områder med myr og torv:

- Graving av åpen grøft i torv og myr nær (avstand fra topp graveskråning mindre enn 3 x gravedybde) boliger kan medføre vertikale og horisontale deformasjoner i grunnen som igjen kan forårsake skader på hus, også hus fundamentert på peler. Det frarådes derfor å grave åpent uten oppstøttingsløsning i disse områdene pga. stor risiko for setningssskader på nabobygg og -konstruksjoner.
- I disse områdene foreslås det at det benyttes grøftekasser.
- Grøftekassene må ha kapasitet til å ta opp det ekstra jordtrykket som oppstår på grunn av hellende terreng i løsmasseskråninger over grøfter.
- Dersom det under anleggsarbeider skulle avdekkes nærliggende hus/konstruksjoner som ikke er fundamentert på fast grunn, må geotekniker kontaktes. I så tilfelle må det vurderes andre tiltak for å redusere risikoen for setningssskader på bygg som f.eks. spuntoppstøtting eller re-fundamentering av bygg.

Prinsippsnitt masseutskifting/plastring av graveskråning med helning 1:1

MÅLESTOKK A1/A3 = 1:200/1:400

Trasé 9 - Profil 180



Masseutskifting under VA-ledninger:

- Masser med organisk innhold varierer i mektighet i prosjektområdet. Det er registrert lommer med myr- og torvmasser.
- Der det påtreffes myr/torv under fundamentnivå for ledninger tilrås det i utgangspunktet å etablere et forsterkningslag (bunnforsterkning) av pukk, men ikke full masseutskifting under ledningene, der disse skal anlegges i nærheten av bygg og konstruksjoner.
- Bunnforsterkninga foreslås utført med pukk sortering 22/120 mm eller lignende og mektighet på forsterkningslaget bør være min. 30 cm.
- Dersom det under utgraving av nye VA-grøfter påtreffes myr og torvmasser under gamle ledninger, må det i tilfelle utføres særskilte vurderinger om dybde samt omfang på masseutskifting
- I områder med myr og torv i grunnen tilrås det tilbakefylling med stedlige løsmasser over ledningene.
- For å redusere risikoen for permanent grunnvannssenkning må det etableres leirstengsel i ledningsgrøftene. Aktuelle plasseringer for leirstengsel er ovenfor kum 065, ved ca. profil 140 samt ved 066. Toppen på leirstengselene må ligge over nivået for grunnvannstanden og toppen på leirstengselene må ha minimum 1 m bredde i grøftas lengderetning. For detaljer vedrørende oppbygging av leirstengsel vises det til tegning nr. GH035.

00	-	-	-	-	-
----	---	---	---	---	---

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godk.
	Trondheim kommune		Fag	Format	
	Separering Kyvatnet		Geoteknik	A3	
			Dato	16.04.2021	
	Prinsippsnitt for sikring av graveskråninger		Format/Referanse:		
	Trase 6 profil 140 og Trasé 9 profil 180		-		

Multiconsult	Status	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
	0 pukk gnr.	ANKS	ROS	ROS
www.multiconsult.no	418769	RIG-TEG-610		00

Vedlegg A

Innholdsfortegnelse

A.1 Prosjekteringsforutsetninger	1
A.1.1 Normativt grunnlag for geoteknisk prosjektering	1
A.1.2 Geotekniske problemstillinger	2
A.1.3 TEK 17 § 7, Sikkerhet mot naturpåkjenninger, flom- og skredfare	2
A.1.4 TEK 17 § 10, Konstruksjonssikkerhet	3
A.1.5 Geoteknisk kategori	3
A.1.6 Konsekvensklasse/pålitelighetsklasse (CC/CR)	4
A.1.7 Tiltaksklasse iht. SAK10 og krav om uavhengig kontroll	4
A.1.8 Kontrollklasse og utførelseskontroll	4
A.1.9 Seismisk grunntype og klasse.....	4
A.1.10 Kvalitetssystem.....	5
A.1.11 Bruddgrensetilstander.....	5
A.1.12 Dimensjoneringsmetode (STR og GEO)	5
A.1.13 Partialfaktorer påvirkninger/lastpåvirkninger (A)	5
A.1.14 Partialfaktorer grunnens egenskaper (M) & (R)	5

A.1 Prosjekteringsforutsetninger

A.1.1 Normativt grunnlag for geoteknisk prosjektering

Gjeldende regelverk for prosjektering i dette prosjektet er *Lov om planlegging og byggesaksbehandling (Plan- og bygningsloven; PBL)* med relevante sentrale og lokale forskrifter. Relevante sentrale forskrifter vil her være:

- Forskrift om byggesak (SAK10)
- Byggeteknisk forskrift (TEK17)

Byggeteknisk forskrift (TEK17) /1/ til Plan- og bygningsloven stiller krav til sikkerhet mot flom og stormflo (§7.2), sikkerhet mot skred (§7.3) og konstruksjonssikkerhet (§7.10).

Veiledning til de sentrale forskriftene er tilgjengelig fra Direktoratet for byggekvalitet (DIBK), og vil legges til grunn for tolkning av myndighetskravene.

Følgende standardverk er valgt benyttet for å tilfredsstille regelverket:

- Norsk standard NS-EN 1990-1:2002 + NA:2016 (Eurokode 0)
- Norsk standard NS-EN 1997-1:2004 + NA:2020 (Eurokode 7, del 1)
- Norsk standard NS-EN 1997-2:2007 + NA:2008 (Eurokode 7, del 2)
- Norsk standard NS-EN 1998-1:2004 + NA:2014 (Eurokode 8, del 1)
- Norsk standard NS-EN 1998-1:2004 + NA:2014 (Eurokode 8, del 5)

I tillegg og i den grad det er relevant, benyttes som supplement til standardverket:

- Statens vegvesen (SVV), Håndbok V220. Geoteknikk i vegbygging, 2018
- Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE), NVEs retningslinjer nr. 2/2011, Flaum og skredfare i arealplanar, og tilhørende NVEs veileder nr. 1/2019.

Valgt klassifisering av prosjektet er oppsummert i Tabell 1-1 og beskrevet i detalj i videre kapitler.

Tabell 1-1: Oppsummering av myndighetskrav og klassifisering

Klassifisering i regelverk:	Fundamentering
Sikkerhetsklasse for flom og stormflo (PBL, TEK17)	F1
Sikkerhetsklasse for skred (PBL, TEK17)	S1
Tiltaksklasse (PBL, SAK10)	2
Geoteknisk kategori (Eurokode 7)	2
Konsekvensklasse/pålitelighetsklasse CC/RC (Eurokode 0)	2
Seismisk klasse (Eurokode 8)	I
Kontrollklasse for prosjekterings- og utførelseskontroll (Eurokode 0)	PKK2/UKK2

A.1.2 Geotekniske problemstillinger

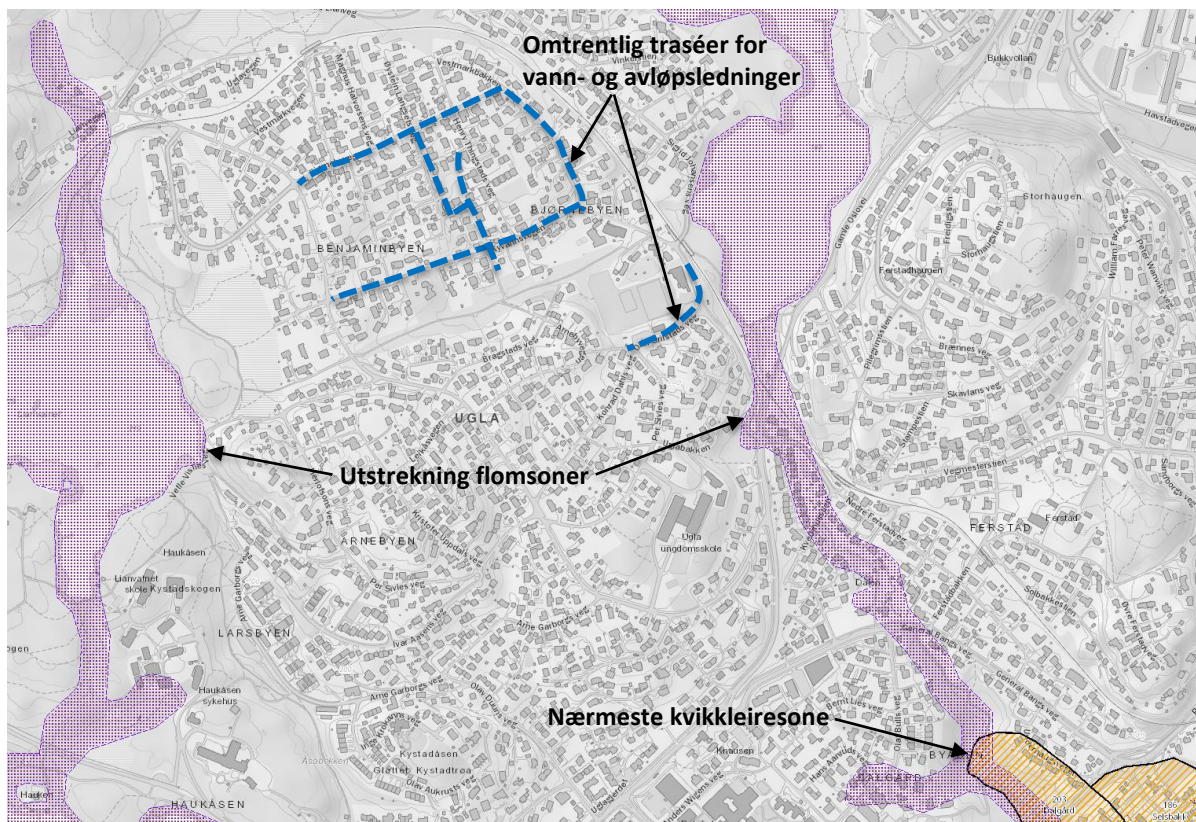
Geotekniske problemstillinger i forbindelse med utbygginga er i hovedsak relatert til:

- Stabilitet av graveskråninger
- Naboforhold
- Setninger, differansesetninger på nærliggende konstruksjoner og bygninger pga. ledningsarbeider

A.1.3 TEK 17 § 7, Sikkerhet mot naturpåkjenninger, flom- og skredfare

I henhold til TEK17 § 7-1(1) skal byggverk plasseres, prosjekteres og utføres slik at det oppnås tilfredsstillende sikkerhet mot skade eller vesentlig ulempe fra naturpåkjenninger (Flom og skred).

Gjennomgang av NVE atlas viser at området ikke befinner seg i et løsne eller utløpsområde for kvikkleireskred, se Figur 1-1. Planområdet befinner seg heller ikke i et aktsomhetsområde for hverken, snøskred, jordskred, flomskred eller steinsprang. Det er heller ikke registrert noen tidligere skredhendelser på eller i nærheten av planområdet, samt at det ikke er noen fare for flom i planområdet.



Figur 1-1 Utsnitt NVE atlas.

Det er dermed ikke funnet nødvendig å gjøre dimensjonering for skred og flom.

TEK17 § 7-1 er dermed ivaretatt.

A.1.4 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.1.1, vil TEK 17 § 10 dermed være ivaretatt.

A.1.5 Geoteknisk kategori

Eurokode 7 stiller krav til geoteknisk prosjektering (inkludert ingeniørgeologi) ut ifra tre ulike geotekniske kategorier. Valg av kategori gjøres ut fra standardens punkt 2.1 «Krav til prosjektering».

Prosjektet omfatter konvensjonelle typer konstruksjoner og fundamenter uten unormale risikoer eller vanskelige grunn- og belastningsforhold, og det velges krav til prosjektering i henhold til Geoteknisk kategori 2.

Geoteknisk kategori 2 innebærer at prosjekteringen bør omfatte kvantitative geotekniske data og analyser for å sikre at de grunnleggende kravene blir oppfylt.

A.1.6 Konsekvensklasse/pålitelighetsklasse (CC/CR)

Tabell NA.A1 (901) i nasjonalt tillegg i Eurokode 0 gir veiledende eksempler på plassering av byggverk, konstruksjoner og konstruksjonsdeler i pålitelighetsklasser.

Bygget plasseres i Konsekvens- og Pålitelighetsklasse CC/RC 2 som blant annet omfatter kontor- og forretningsbygg, skoler, institusjonsbygg, boligbygg, osv. i henhold til tabell NA.A1 (901).

Konsekvensklasse CC 2 blir i tabell B1 beskrevet som «middels stor konsekvens i form av tap av menneskeliv eller betydelige økonomiske, sosiale eller miljømessige konsekvenser».

A.1.7 Tiltaksklasse iht. SAK10 og krav om uavhengig kontroll

I henhold til tabell 2 «Kriterier for tiltaksklasseplassering for prosjektering» i «Veiledning om byggesak» (SAK10 § 9–4), vurderes grave- og fundamenteringsarbeidene å kunne plasseres i tiltaksklasse 2. Dette med bakgrunn i «Fundamentering for anlegg og konstruksjoner som iht. NS-EN 1990:2002+A1:2005+NA:2016 plasseres i pålitelighetsklasse 2».

For geoteknikk i tiltaksklasse 2 er det krav om uavhengig kontroll av prosjektering og utførelse, i henhold til SAK10 §14–2 punkt c.

A.1.8 Kontrollklasse og utførelseskontroll

Eurokode 0 gir videre føringer for krav til omfang av prosjekteringskontroll og utførelseskontroll avhengig av pålitelighetsklasse /4/.

I samsvar med tabell NA.A1 (903) og NA.A1 (904) i Eurokode 0 blir prosjekteringskontroll og utførelseskontroll av geotekniske arbeid satt til kontrollklasse PKK2 og UKK2.

Kontrollklasse PKK2 for prosjektering medfører:

Krav om grunnleggende kontroll (egenkontroll) og intern systematisk kontroll. Dette gjennomføres etter vanlig praksis i Multiconsult. I tillegg skal det utføres en utvidet systemkontroll. Det innebærer uavhengig kontroll av et annet foretak som er uavhengig av foretaket som utførte prosjekteringen.

Kontrollklasse UKK2 for utførelse medfører:

Krav om grunnleggende kontroll (egenkontroll), intern systematisk kontroll og utvidet systemkontroll. Det innebærer uavhengig kontroll av et annet foretak som er uavhengig av foretaket som utførte prosjekteringen.

A.1.9 Seismisk grunntype og klasse

Grunntype bestemmes i henhold til Eurokode 8 (del 1) tabell NA.3.1. For prosjektering av bygg vurderes grunnen å falle innenfor grunntype D, som innebærer avleiringer av løs til middels fast kohesjonsløs jord (med eller uten enkelte myke kohesjonslag) eller av hovedsakelig myk til fast kohesjonsjord.

Klassifisering av «VA-anlegg» etter veiledninger i tabell NA.4(902) resulterer i seismisk klasse 1. Konsekvensen knyttet til sammenbrudd vil derfor være som kulverter, småhus, rekkehus, bygg i én etasje, mindre lagerhus osv.

A.1.10 Kvalitetssystem

Eurokode 0 krever at det ved prosjektering av konstruksjoner i pålitelighetsklasse 2, 3 og 4 skal være et kvalitetssystem tilgjengelig, og at dette systemet skal tilfredsstillere NS-EN ISO 9000-serien for konstruksjoner i pålitelighetsklasse 4. Multiconsults styringssystem tilfredsstiller sistnevnte krav, og kravet er således også ivaretatt for pålitelighetsklasse 2.

A.1.11 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.

$$E_d \leq R_d$$

Eurokoden åpner for bruk av både strengere og mildere verdier for partialfaktorer enn de som er anbefalt i tillegg A eller nasjonalt tillegg.

A.1.12 Dimensjoneringsmetode (STR og GEO)

Dimensjoneringsmetode 3 blir benyttet for all annen geoteknisk prosjektering enn peler. Følgende sett av partialfaktorer blir benyttet for denne dimensjoneringsmetoden (2.4.7.3.4.4, /5/ og NA.A1.3.1(5) (side 7) /4/):

Påvirkninger / lastvirkninger: A1 (konstruksjonslaster) & A2 (geotekniske laster)

Grunnens egenskaper: M2

Motstand: R3

A.1.13 Partialfaktorer påvirkninger/lastpåvirkninger (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 bruksgrensetilstand (f.eks. setningsvurderinger) benyttes lastfaktor 1,0 for permanente laster (egenvekt), 0,6 for nyttelaster og 0,2 for snølaste (ECO: Tabell NA.A1.1 (γ_2) /4/).

For ugunstige lastvirkninger, samt for beregninger i ulykkestilfelle, regnes det med partialfaktor 1,0 på lasten.

A.1.14 Partialfaktorer grunnens egenskaper (M) & (R)**Dimensjoneringsmetode 3 (generell geoteknisk prosjektering)**

Følgende gjelder for partialfaktor på effektiv friksjon ($\tan \phi'$) og kohesjon, udrenert skjærfasthet og tyngdetetthet etter dimensjoneringsmetode 3 (NA.A.3.2, ref. /4/):

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