

NOTAT

Oppdrag	Detaljregulering Persaunvegen	Dokumentkode	10222210-RIG-NOT-001
Emne	Geoteknisk vurdering	Tilgjengelighet	Åpen
Oppdragsgiver	Trondheim kommune	Oppdragsleder	Sissel Enodd
Kontaktperson	Elin Øvren	Utarbeidet av	Isolde Syversen
Kopi		Ansvarlig enhet	10234011 Seksjon Geoteknikk, Samferdsel

SAMMENDRAG

Persaunvegen mellom Kuhaugen og Dalenkrysset skal utbedres med sykkelveg med fortau, samt VA-sanering. Eksisterende veglinje blir utvidet, som medfører bergskjæring, fylling og støttemurer.

Det er gjennomført grunnundersøkelser i forbindelse med vurderingen som er beskrevet i en egen rapport. Grunnforholdene i området er hovedsakelig faste masser, bestående av fast leire, sand og grus. Dybden til berg varierer mellom 0,8 – 10 m.

Generelt bør utgravingen for støttemurene gjennomføres med graveskråninger som ikke er brattere enn 1:1,5. I bakkant og under støttemurene skal det masseutskiftes 0,5 m med drenerende, ikke telefarlige masser og etableres frostsikring under støttemuren. VA-saneringen og etableringen av ny VA skal gjennomføres iht. Trondheim kommunes normtegnning for grøfter (TK-A04). Der graveskråningene fører til for stort graveutslag, må det evt. benyttes grøftkasser som en form for personsikring. Stedvis vil det være nødvendig å pigge og/eller sprengte berg for å oppnå full grøftedybde.

Følgende notat inneholder geoteknisk vurdering for reguleringsplan.

REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV
01	01.06.2023	Revidert notat etter tilbakemeldinger fra Trondheim kommune	Isolde L. G. Syversen	Guro T. Vassenden	Guro T. Vassenden
00	02.05.2023	Utarbeidet notat	Isolde L. G. Syversen	Guro T. Vassenden	Konstantinos Kalomoiris

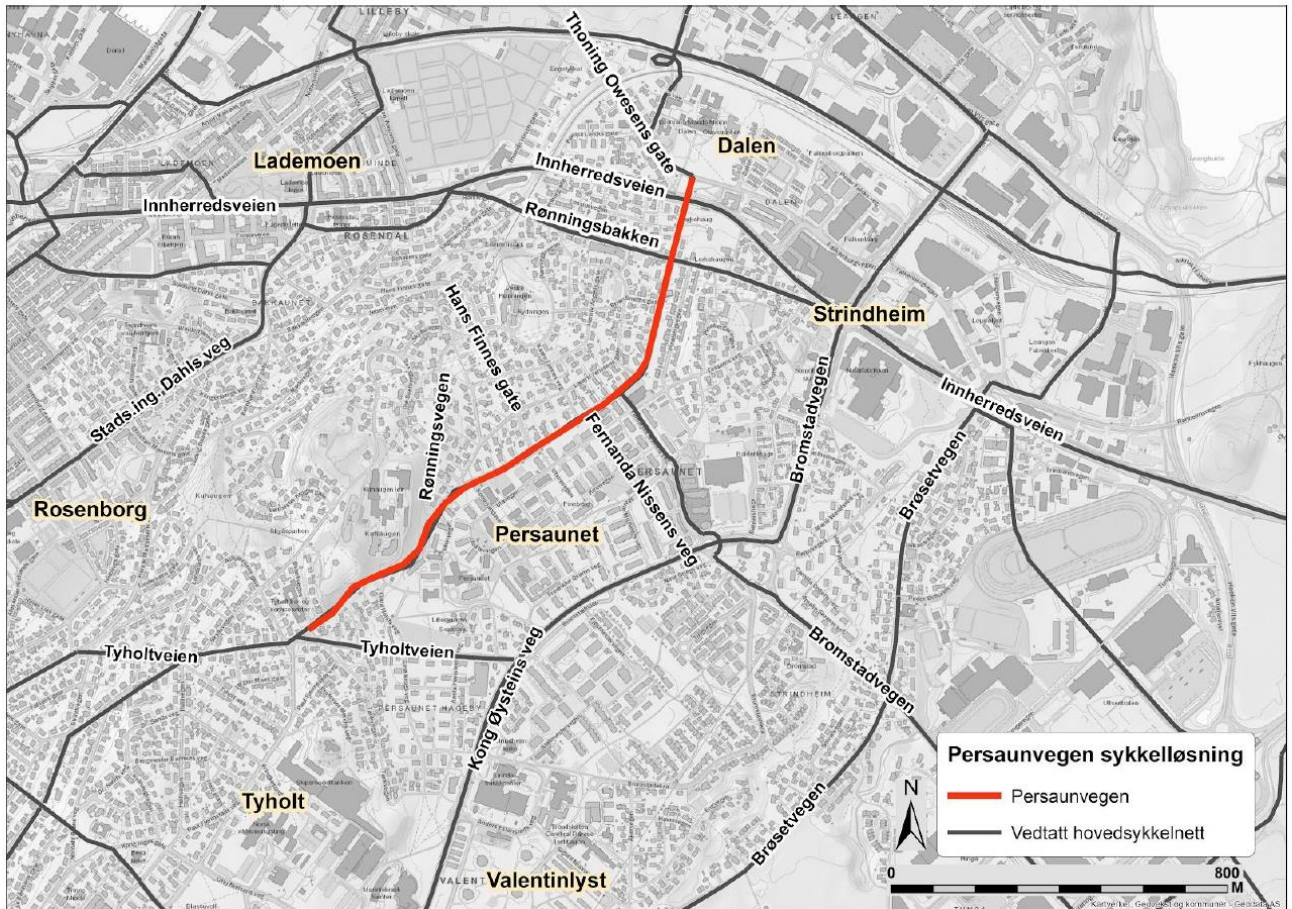
Innholdsfortegnelse

1	Innledning	3
2	Grunnlag	4
3	Topografi og grunnforhold	5
3.1	Topografi.....	5
3.2	Grunnforhold	5
3.3	Grunnvannstand	6
4	Sikkerhetsprinsipper	7
4.1	Geotekniske problemstillinger.....	7
4.2	Geoteknisk prosjektering. Kategori, grensetilstander	7
4.3	Regelverk	7
4.4	Konsekvensklasse/pålitelighetsklasse (CC/CR).....	8
4.5	Geoteknisk kategori.....	8
4.6	Prosjekterings- og utførelseskontroll	8
4.7	Seismisk klasse og grunntype	9
4.8	Dimensjoneringsmetode etter Eurokode 7	9
4.9	Kvalitetssystem	9
5	Geoteknisk vurdering.....	10
5.1	Generelt.....	10
5.2	Generelle retningslinjer for graving og fylling	10
5.3	Områdestabilitet.....	10
5.4	Profil 0-750	10
5.5	Profil 750-1050	12
5.6	Thoning Owesens gate	13
5.7	Materialklassifisering.....	13
5.8	Setninger.....	13
6	Kritiske momenter / oppsummering	14
7	Referanser.....	14

1 Innledning

Trondheim kommune skal utbedre Persaunvegen mellom Kuhaugen og Dalenkrysset, for å tilrettelegge for syklende og gående. Tiltaket medfører at eksisterende vegtrasé blir utvidet med sykkelveg med fortau, samt at eksisterende VA-ledninger blir utbedret. Prosjektet medfører etablering av bergskjæringer og støttemurer i den sørlige delen av planområdet, mellom Kuhaugen og Luftkrigsskolen. Nye VA-ledninger vil medføre gravedybder mellom 2-6 m langs traseen.

Dette notatet er utarbeidet for reguleringsplan. Notatet beskriver geotekniske forhold og vurderinger.



Figur 1.1 Oversiktskart med markering av planlagt trasé i Persaunvegen. Illustrasjon hentet fra konkurransegrunnlaget utarbeidet av Trondheim kommune, mai 2020.

2 Grunnlag

Det er gjennomført grunnundersøkelser i området av Multiconsult AS i februar 2023. Grunnundersøkelsene er presentert i 10222210-05-RIG-RAP-001, datert 27.04.2023. Resultatene fra undersøkelsen danner grunnlag for en geoteknisk vurdering av støttemurene, VA-ledningstrase og utskiftning av overbygning på vege.

I tillegg er vurderingen basert på tidligere grunnundersøkelser i området, listet opp i Tabell 2.1.

Tabell 2.1 Tidligere grunnundersøkelser

Prosjektnavn	Tittel/kommentar	Utarbeidet av	Dato	Ref.
Ud450J13: E6 Øst Strindheim Møllenberg	Enkeltboringer hentet fra NADAG, datarapport ikke tilgjengelig. Relevante boringer er vist i blått i borplanene.	Statens vegvesen	10.07.18	[1]
Ud450J-93-R8: E6 Øst Alternative traceer Lade	Orienterende grunnundersøkelser E6 Øst Alternative traceer Lade	Statens vegvesen	27.10.93	[2]
08511	Enkeltboringer hentet fra NADAG, datarapport ikke tilgjengelig. Boringene er vist i grønt i -RIG-TEG-001.	Rambøll	-	[3]
6050265	Persaunet Utvikling AS – Utbygging Persaunet	Rambøll	23.06.05	[4]
R.591 Tyholt aldershem	Grunnundersøkelser – geoteknisk vurdering.	Trondheim kommune	20.01.82	[5]

I tillegg til geotekniske rapporter er følgende tegninger/dokumenter utarbeidet av Multiconsult benyttet som grunnlag for våre vurderinger:

Tabell 2.2 Tegningsgrunnlag utarbeidet av Multiconsult Norge AS

Tegningsnummer	Tittel/kommentar	Fagfelt	Dato
B0001	Oversiktstegning	RIVEG	26.04.23
C001 tom. C003	Plan og profil	RIVEG	26.04.23
F001 tom. F008	Samordningsprofil og overbygning – Profil A-A tom. P-P	RIVEG	26.04.23
GH100 tom. GH104	Overordnet VA-plan – prosjektert VA	RIVA	26.04.23

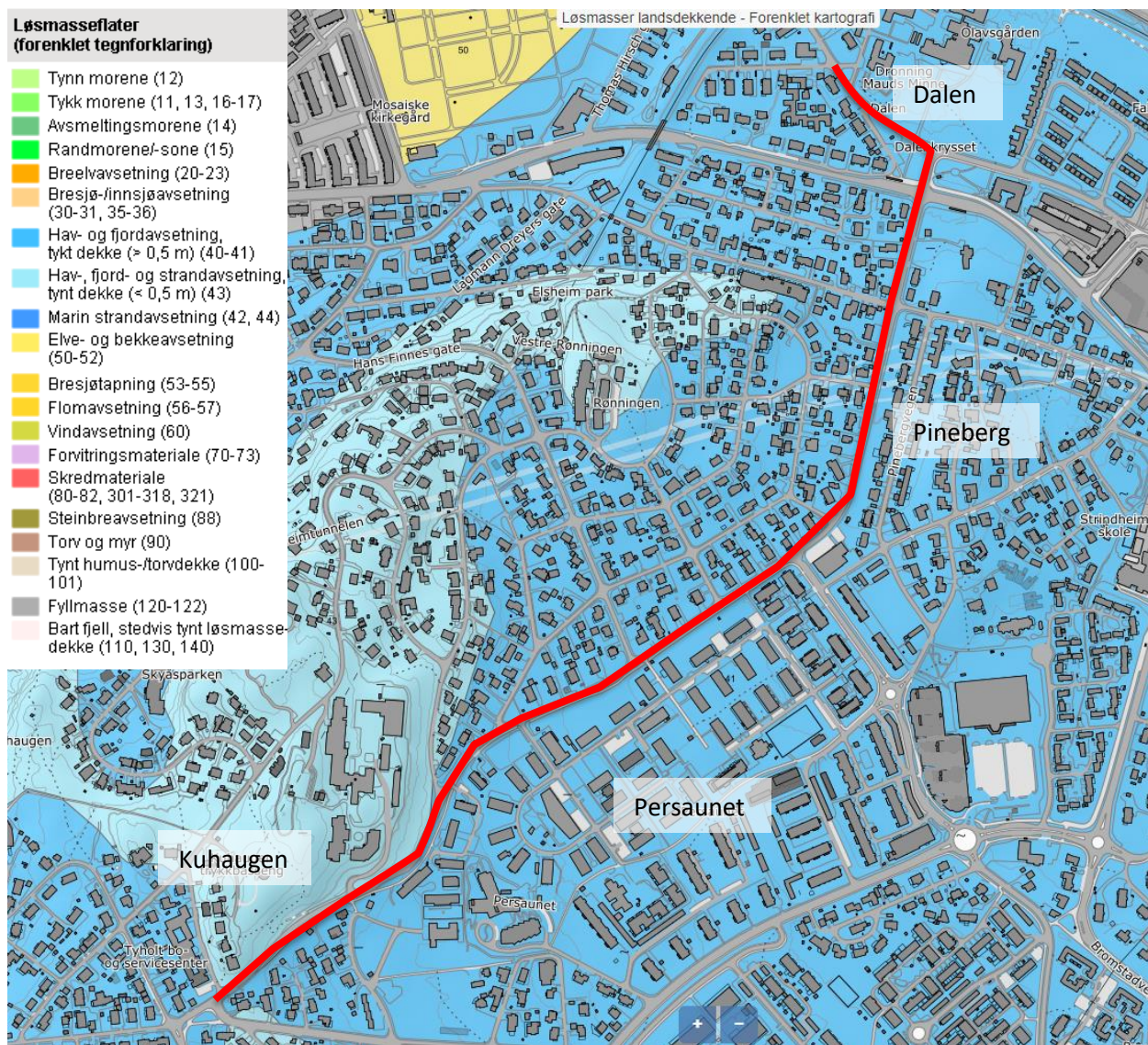
3 Topografi og grunnforhold

3.1 Topografi

Området strekker seg langs Persaunet fra Kuhaugen, ved Tyholt eldrester, og ned til Dalenkrysset. I den sørlige delen, mellom Tyholt eldrester og Rønningsvegen, er det synlig berg på nordlige side av vegen og hellende terreng nedover mot sør. Mellom Rønningsvegen og nordover til Rønningsbakken er terrenget relativt flatt. Fra Rønningsbakken og mot Dalen heller vegen slakt mot nord.

3.2 Grunnforhold

Gjennomførte grunnundersøkelser mellom Kuhaugen og Dalen viser at det generelt langs traseen er faste masser bestående av fast leire, sand, grus og noe stein ned til bergnivå. Dybden til berg varierer mellom 0,8 til 15 m, men dybden til berg er generelt mellom 0 og 7 m mellom Kuhaugen og Pineberg. For nærmere beskrivelse av grunnforhold vises det til rapport 1022210-05-RIG-RAP-001.



Figur 3.1 Utsnitt av kvartærgeologisk løsmassekart med markering av aktuell strekning (kilde: www.nqu.no).

Kvartærgeologisk løsmassekart viser at det langs veglinja er tynt og tykt dekke av hav- og fjordavsetninger, som kan bestå av alt fra leir til blokk, men hovedsakelig silt og leire avsatt i saltvann.

3.3 Grunnvannstand

Det er ikke gjennomført målinger av grunnvann i planområdet.

4 Sikkerhetsprinsipper

4.1 Geotekniske problemstillinger

Geotekniske problemstillinger for utbygging av sykkelveg med fortau samt etablering av ny VA-ledning er hovedsakelig relatert til:

- Stabilitet/midlertidig oppstøtting ved utgraving av dype VA-grøfter
- Fundamentering av ledningsanlegg
- Fundamentering av konstruksjoner/støttemurer

4.2 Geoteknisk prosjektering. Kategori, grensetilstander

Under er valgt geoteknisk kategori, pålitelighetsklasse- og konsekvensklasse, osv. for planlagt tiltak oppsummert. Nærmere begrunnelse er videre gitt i påfølgende delkapitler.

- Konsekvens- og pålitelighetsklasse
 - o G/S-veg: CC/RC 1
 - o VA-ledning og støttemurer: CC/RC 2
- Geoteknisk kategori
 - o G/S-veg: 1
 - o VA-ledning og støttemurer: 2
- Bruddmekanisme: seigt, dilatant
- Krav til sikkerhetsnivå
 - o G/S-veg: $\gamma_{M,\phi'} \geq 1,25$ og $\gamma_{M,cu} \geq 1,4$
 - o VA-ledning og støttemurer: $\gamma_{M,\phi'} \geq 1,25$ og $\gamma_{M,cu} \geq 1,4$
- Prosjekterings- og utførelseskontrollklasse:
 - o G/S-veg: PKK1/UKK1
 - o VA-ledning og støttemurer: PKK2/UKK2

4.3 Regelverk

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

- Statens vegvesen (SVV), Håndbok N200 Vegbygging, rev. 2022
- Statens vegvesen (SVV), Håndbok V220 Geoteknikk i vegbygging, 8. utgave, rev. 2022
- NS-EN 1990-1:2002+NA:2016 (Generelle regler)
- NS-EN 1997-1:2004+A1:2013+NA:2020 (Geoteknikk)
- NS-EN 1998-1:2004+A1:2013+NA:2021 (Jordskjelv, allment)
- NS-EN 1998-5:2004+NA:2014 (Jordskjelv, fundamenter)
- NS 3458:2004 (Komprimering, krav og utførelse)
- NS 8141-1:2012+A1:2013 (Vibrasjoner og støt)
- NVEs retningslinjer nr. 2-2011 "Flaum- og skredfare i arealplanar", revidert mai 2014
- NVEs veileder nr. 7-2014 «Vurdering av områdestabilitet ved arealplanlegging og utbygging i områder med kvikkleire og andre jordarter med sprøbruddegenskaper»

4.4 Konsekvensklasse/pålitelighetsklasse (CC/CR)

Eurokode 0, NS-EN 1990:2002 definerer byggverks plassering med hensyn til konsekvensklasse og pålitelighetsklasse (CC/RC). Konsekvensklasser er behandlet i standardens tillegg B i tabell B1 (informativt), mens veiledende eksempler på klassifisering av byggverk i pålitelighetsklasser er vist i nasjonalt tillegg NA (informativt), tabell NA.A1 (901). Her er grunn- og fundamenteringsarbeider splittet i følgende to alternativer:

- "kompliserte tilfeller"
- "ved enkle og oversiktlige grunnforhold"

Det forventes fast leire og grove masser og det foreligger grunnundersøkelser langs hele traseen.

Basert på foranstående velges:

G/S-veg → CC/RC = 1

VA-grøfter og støttemurer → CC/RC = 2

4.5 Geoteknisk kategori

Eurokode 7, NS-EN 1997-1:2004, stiller krav til prosjektering ut fra tre ulike geotekniske kategorier. Valg av kategori gjøres ut fra standardens punkt 2.1 «Krav til prosjektering».

Det skal etableres sykkelveg med fortau langs eksisterende vegtrasé, det medfører en utvidelse av traséen. Utvidelsen av vegbanen medfører støttemurer i sørlige del. I tillegg skal det gjennomføres etablering av ny VA-ledning i vegbanen. Etablering av VA medfører grøfter med utgravingsdybder på inntil 5 m. Utgravingen skal foregå i åpen utgraving så fremt det er areal til å etablere graveskrånninger. Stedvis vil det bli behov for oppstøtting.

Det er gjennomført grunnundersøkelser i området, og en har erfaring på tilsvarende grunnforhold og utgraving. Utgraving og fundamentering utføres med konvensjonelle metoder uten unormale risikoer. Det er ikke gjennomført måling av grunnvannstand for prosjektet, og det er dermed usikkerhet knyttet til om utgravingen vil være under grunnvannstand. Det er minimal risiko med hensyn til områdestabilitet eller bevegelser i grunnen.

Med dette som grunnlag velges følgende krav til prosjektering:

G/S-veg → Geoteknisk kategori 1

VA-grøfter og støttemurer → Geoteknisk kategori 2

4.6 Prosjekterings- og utførelseskontroll

NS-EN 1990:2002+A1:2005+NA:2016 (Eurokode 0) gir føringer for krav til omfang av prosjekteringskontroll og utførelseskontroll avhengig av pålitelighetsklasse. Dette innebærer i henhold til tabell NA.A1 (902) og NA.A1 (903) at det for prosjekteringskontroll og utførelseskontroll av geotekniske arbeider kan forutsettes følgende:

For prosjekteringskontroll og utførelseskontroll av fundamentering og utgraving av byggegrupp velges kontrollklasse:

G/S-veg → PKK1 og UKK1

VA-grøfter og støttemurer → PKK2 og UKK2

For **prosjektering og utførelse** gjelder dermed at det utføres egenkontroll, intern systematisk kontroll og utvidet kontroll fra et annet foretak.

4.7 Seismisk klasse og grunntype

Seismisk klasse bestemmes i henhold til Eurokode 8 (del1) pkt. 4.2.5 (tabell 4.3) og etter veiledninger i tabell NA.4(902). Tiltaket faller innenfor seismisk klasse I, og dermed gjelder utelatelseskriteriet.

4.8 Dimensjoneringsmetode etter Eurokode 7

NS-EN 1997-1:2004 angir tre ulike dimensjoneringsmetoder for geoteknikk, dvs. tre ulike metoder for hvordan forholdet mellom dimensjonerende lastvirkning og dimensjonerende motstand skal avveies. Ved geoteknisk prosjektering benyttes i Norge dimensjoneringsmetode 3 i henhold til NA:2016 med unntak av peler der det benyttes dimensjoneringsmetode 2. Det vil ikke bli aktuelt med pelefundamentering i dette oppdraget.

4.9 Kvalitetssystem

Eurokode 0, NS-EN 1990-1:2002 krever at ved prosjektering av konstruksjoner i pålitelighetsklasse 2, 3 og 4 skal et kvalitetssystem være tilgjengelig, og at dette systemet skal tilfredsstillere NS-EN ISO 9000-serien for konstruksjoner i pålitelighetsklasse 4. Multiconsults system tilfredsstiller sistnevnte, og kravet er ivarettatt også for pålitelighetsklasse 2 og 3.

5 Geoteknisk vurdering

5.1 Generelt

Planlagt trase for sykkelveg med fortau vil hovedsakelig ligge i nivå med eksisterende veg. Utvidelsen av vegens bredde medfører at det i sør må etableres støttemurer og skjæringer i eksisterende terreng. Det skal etableres nye VA-ledninger i forbindelse med utbedringen av vegen. Dette vil medføre gravedybder opp mot 5 m, og stedvis må det påregnes behov for midlertidig oppstøttingsløsning som følge av mangel på areal for åpen utgraving. Det vil også bli behov for sprenging for planlagt VA-ledning.

5.2 Generelle retningslinjer for graving og fylling

Permanente skjæringer i løsmasser tilrås generelt å etableres med helning 1:2 eller slakere. For midlertidige graveskråninger kan disse etableres med 1:1 eller slakere for skråningshøyder inntil 2 m, og 1:1,5 for skråningshøyder inntil 5 m. Graveskråninger høyere enn 5 meter skal vurderes særskilt.

Vegfyllinger tilrås bygd opp med sprengstein eller grus med helning 1:2. For steinfyllinger skal største steinstørrelse (målt som største steinlengde) i materialene ikke overstige 2/3 av lagtykkelsen og maks. 1,0 m. Mellom tilførte masser og eksisterende grunn legges en separasjonsduk for å hindre inntrenging av finkornige masser. All oppfylling må utføres på telefri grunn, eventuelt må telelag fjernes.

Humusholdige masser under vegfyllingene må fjernes/masseutskiftes ned til original mineralsk grunn. Dette for å unngå store og ujevne setninger på vegen. I tillegg må ledningsanlegget fundamenteres slik at det ikke oppstår ujevne eller uønskede setninger.

Alle fyllinger må bygges opp lagvis og komprimeres iht. prosess 25 i Håndbok R761.

5.3 Områdestabilitet

Det er ikke registrert kvikkleire eller sprøbruddmateriale ved de utførte grunnundersøkelsene for prosjektet. Det er påvist kvikkleire nord for planområdet, men basert på topografi kan områdeskred utelukkes.

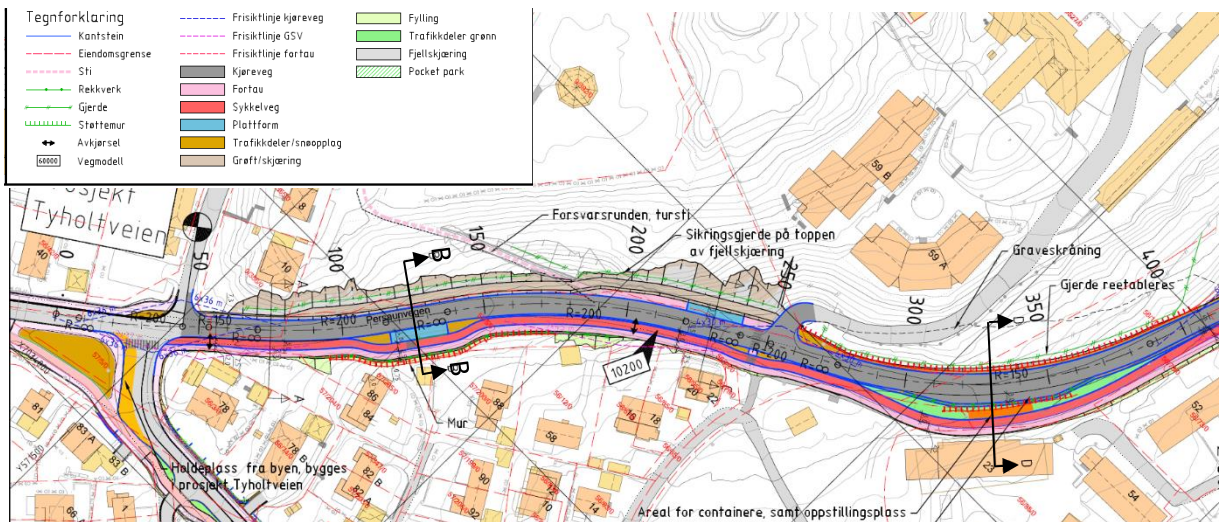
5.4 Profil 0-750

Mellom profil 0-750 vil veglinjen bli utvidet i samme nivå som eksisterende veg. Utvidelsen medfører behov for både etablering av bergskjæring, fylling og støttemur, se Figur 5.2. Bergskjæringen mellom profil 50-250 er beskrevet i eget notat, se 10222210-RIGberg-NOT-001.

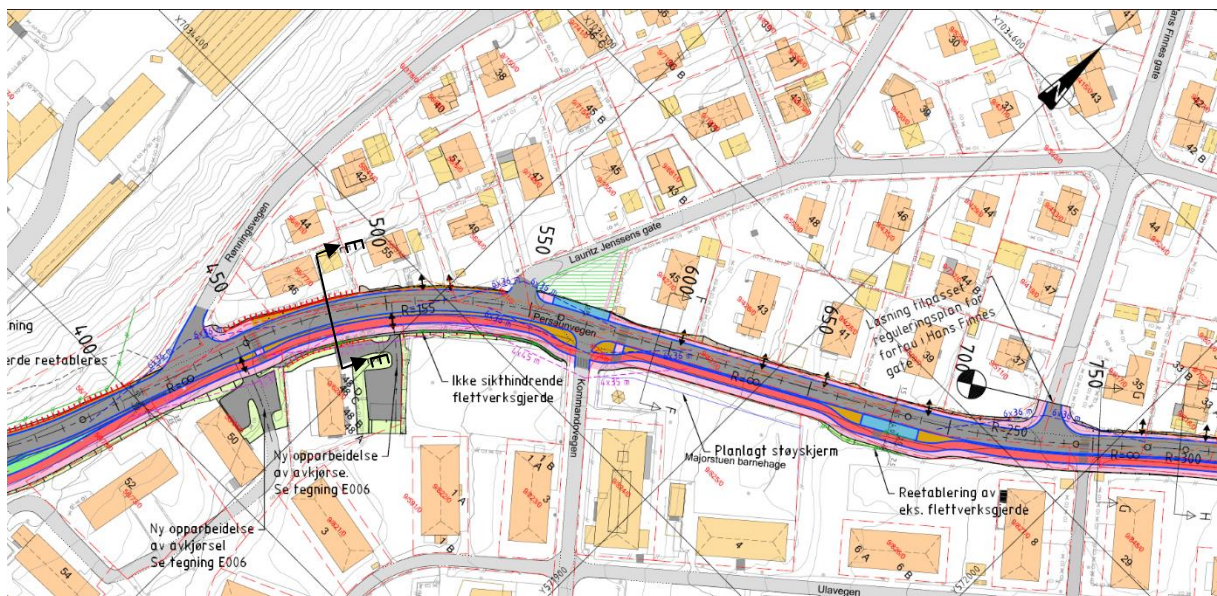
Det skal etableres støttemur langs flere partier mellom profil:

- 90-170 langs sørlige side
- 260-410 langs nordlige side
- 300-350 langs sørlige side
- 440-480 langs nordlige side

Geoteknisk vurdering



Figur 5.2 Plantegning pr 0-400. Utklipp fra 10222210-C001, datert 26.04.23



Figur 5.1 Plantegning pr 400-750. Utklipp fra 10222210-C001, datert 26.04.23

Omtrentlig dimensjoner for støttemurene er vist i tegningene F001, F002 og F003. Det skal etableres et driftsareal ca. 0,5 m nedenfor/ovenfor murene.

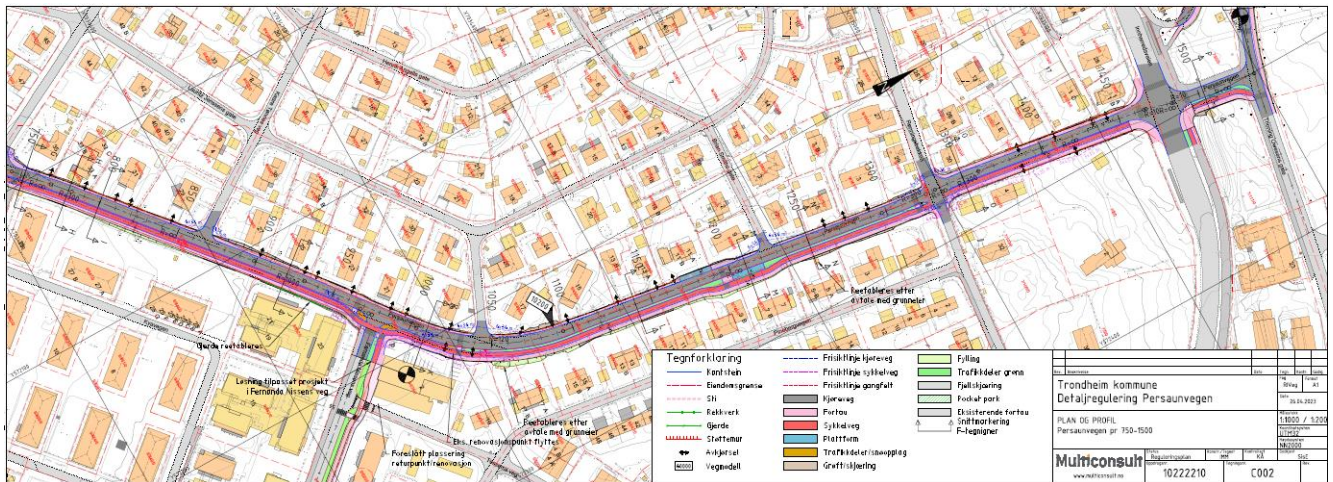
Utgravingen for støttemuren bør gjennomføres med graveskråninger som ikke er brattere enn 1:1,5. I bakkant og under støttemuren skal det masseutsiftes 0,5 m med ikke telefarlige masser, for eksempel pukk, og etableres frostsikring under støttemuren. Stedvis kan løsmassedekket være tynt mellom profil 350-400, og det kan bli behov for pigging/sprengning eller etablering av bergskjæring.

Langs traseen skal det etableres ny VA-ledning. Mellom profil 0-500 vil VA-traseen plasseres på østre side av vegen, der det skal etableres fylling. Nederste ledning vil ligge på 2-3,5 m dybde under terrengoverflaten. Det skal gjennomføres sanering/etableres VA på tvers av vegtraseen i fire punkt på partiet. Utgravingen vil gjennomføres i forbindelse med utskiftningen av vegoverbygningen og medføre at gravedybden i praksis blir mindre enn tidligere nevnte nivåer. Grøftene skal etableres i

friksjonsjordarter. Utgravingen skal gjennomføres iht. Trondheim kommunes normtegning for grøfter (TK-A04). Der graveskråningene fører til for stort graveutslag, må det vurderes om det er behov for å benytte grøftekasser.

5.5 Profil 750-1050

Mellom profil 750-1050 vil utvidelsen av veglinjen medføre oppfylling langs østlige side. Gjennomførte grunnundersøkelser viser at det på partiet er faste masser, bestående av fast leire, sand, grus og stein. Dybden til berg varierer mellom 0,8-15 m.



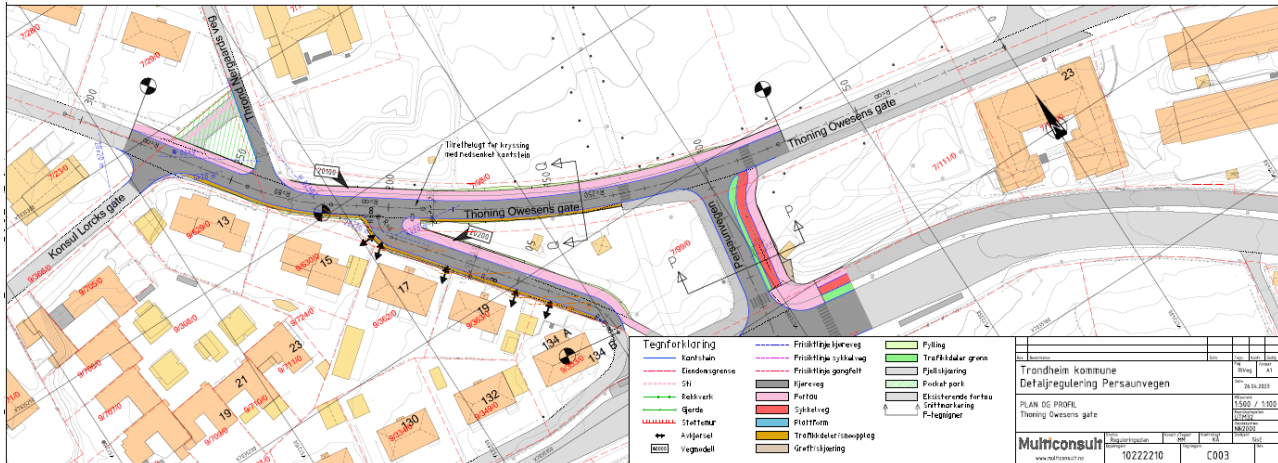
Figur 5.3 Plantegning pr 750-1050. Hentet fra 10222210-C002, datert 26.04.23

Etablering av ny VA-ledning vil medføre gravedybder mellom 3-5 m dybde. Grunnundersøkelsene viser at det på partiet stedvis er grunt til berg, stedvis mindre enn nødvendig gravedybde for VA. Det kan da bli nødvendig med pigging eller sprengning av berg for å kunne etablere ønsket grøftedybde for VA.

Utgravingen skal gjennomføres iht. Trondheim kommunes normtegning for grøfter (TK-A04). Stedvis vil det ikke være tilstrekkelig areal for å gjennomføre utgravingen med åpne grøfter. På de aktuelle stedene må det vurderes behov for midlertidig oppstøttingsløsning, som skissert inn i tegningene F004 t.o.m. F007.

5.6 Thoning Owesens gate

Det skal etableres sykkelveg langs Persaunvegen ned til krysset med Thoning Owesens gate. Ved Thoning O. gate skal vegoverbygningen fornyes og det skal etableres fortau. På partiet vil ny VA-ledning medføre gravedybder mellom 2-3 m. Utgravingen skal gjennomføres iht. Trondheim kommunes normtegnning for grøfter (TK-A04). Hvis det ikke er tilstrekkelig areal for å gjennomføre utgravingen med åpne grøfter, bør det vurderes behov for oppstøtningsløsning.



Figur 5.4 Plantegning Thoning Owes gate. Hentet fra 10222210-C003, datert 26.04.23

Det er ikke gjennomført grunnundersøkelser i forbindelse med prosjektet på dette partiet. Det er dermed knyttet usikkerhet til grunnforhold. Tilgjengelige grunnundersøkelser gjennomført ved Dalen Hageby viser siltig leire, som trolig ikke har sprøbruddegenskaper [6]. Grunnundersøkelser gjennomført ved Thoning O. gate 9, ca. 100 m nordvest viser at det er påvist kvikkleire i 4 til 7 m dybde [7]. Det er dermed usikkerhet knyttet til stedlige grunnforhold, og det må vurderes om det er behov for å gjennomføre grunnundersøkelser ifbm. detaljprosjektering.

5.7 Materialklassifisering

Vegen skal deles inn i parseller med ensartede forhold gjennom klassifisering etter telefarlighetsklasse og bæreevnegruppe i tabell 512.1, gitt i Håndbok N200 Vegbygging (SVV) [8]. Øvre del av løsmassedekket klassifiseres som T4, leire, silt og morene, basert på gjennomførte korngraderinger langs traseen, se -RIG-RAP-001.

5.8 Setninger

Løsmassene bedømmes lite kompressibel og i stor grad overkonsolidert. Det forventes derfor ikke store langtidssetninger i grunnen som følge av vegfyllingene. Det vil imidlertid oppstå egensetninger i fyllingene. I godt komprimerte sprengsteisfyllinger må det påregnes egensetninger i størrelsesorden 1% av fyllingshøyden.

6 Kritiske momenter / oppsummering

Dersom det i senere planfaser gjøres endringer på veglinje, og dermed endring av stabilitetsforholdene, må dette vurderes av geotekniker.

Videre arbeider bør inkludere detaljprosjektering av støttemurer, utgraving/oppstøttingsløsning for etablering av VA-ledning og fundamentering av ledningsanlegg, samt kartlegge fundamenteringsmåte og -nivå til eksisterende hus og garasjer.

I tillegg må det vurderes om det er behov for å gjennomføre grunnundersøkelser ifbm. detaljprosjektering.

7 Referanser

- [1] Statens vegvesen, «NADAG: Ud450J13: E6 Øst Strindeheim Møllenberg,» 10.07.2018. [Internett]. Available: <https://geo.ngu.no/kart/nadag/>.
- [2] Statens vegvesen, «Ud450J-93-R8: E6 Øst Alternative traceer,» 27.10.1993.
- [3] Rambøll, «NADAG: 08511,» ukjent. [Internett]. Available: <https://geo.ngu.no/kart/nadag/>.
- [4] Rambøll, «6050265 Persaunet Utvikling AS - Utbygging Persaunet,» 23.06.2005.
- [5] Trondheimkommune, «R.591 Tyholt aldershjem,» 20.01.1982.
- [6] Trondheim kommune, «R.1656 Dalen Hageby, VA ledninger,» 15.12.2015.
- [7] Multiconsult Norge AS, «10225877-02-RIG-RAP-001 Laboratorierapport,» 01.06.22.
- [8] Statens vegvesen, «N200 Vegbygging,» Statens vegvesen,, 11.01.2022 2022. [Internett]. Available: <https://viewers.vegnorm.vegvesen.no/product/859936/nb>.
- [9] NGU, «NADAG,» NGU, 2023. [Internett]. Available: <https://geo.ngu.no/kart/nadag/>.