

TRØNDELAG FYLKESKOMMUNE

GEOTEKNISKE VURDERINGER FOR REGULERINGSPLAN METROBUSSTRASÉ OVER NYHAVNA

PROSJEKTNR.	DOKUMENTNR.				
A246574	RIG-RAP-01				
VERSJON	UTGIVELSESDATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET	KONTROLLERT	GODKJENT
1	7.3.2023	Geoteknisk notat	KGNO	IJSE	MAFL

INNHold

1	Introduksjon	3
2	Grunnlag	3
2.1	Beskrivelse av terreng	3
2.2	Beskrivelse av område	4
2.3	Beskrivelse av løsmasser	5
2.4	Grunnvann	6
2.5	Naboforhold	6
2.6	Prosjekteringsforutsetninger	6
2.7	Krav til sikkerhet	6
2.8	Materialparametere	7
2.9	Laster	7
3	Geotekniske vurderinger	7
3.1	Naturfare	7
3.2	Områdestabilitet	8
3.3	Lokal stabilitet og graveskråninger	10
3.4	Mellomlagring av masser	11
3.5	Setninger	11
4	Konklusjon	11
5	Referanser	12

1 Introduksjon

Nyhavna skal i fremtiden omformes fra et industriområde til en bydel med sentrumsformål. Overordnet mål med dette planarbeidet er å sikre infrastrukturen til fremtidig kollektivtrasé over Nyhavna og samtidig ivareta gode løsninger for gående og syklende, samt sikre en tilstrekkelig adkomst til området.

Traseen skal i hovedsak gå gjennom de eksisterende veiene Maskinistgata, Strandveien og Stiklestadveien. Figur 1 viser planlagt trasé. Det er planlagt masseutskifting av eksisterende løsmasser og breddeutvidelse av veien. Masseutskiftingen medfører en utgraving på ca. to meter i anleggsfasen. Hensikten med breddeutvidelsen er at en kan utvide fra to til tre kjørefelt, i tillegg til gang- og sykkelvei.

Denne rapporten gir en innledende vurdering av de geotekniske forholdene langs traseen i forbindelse med reguleringsplan.

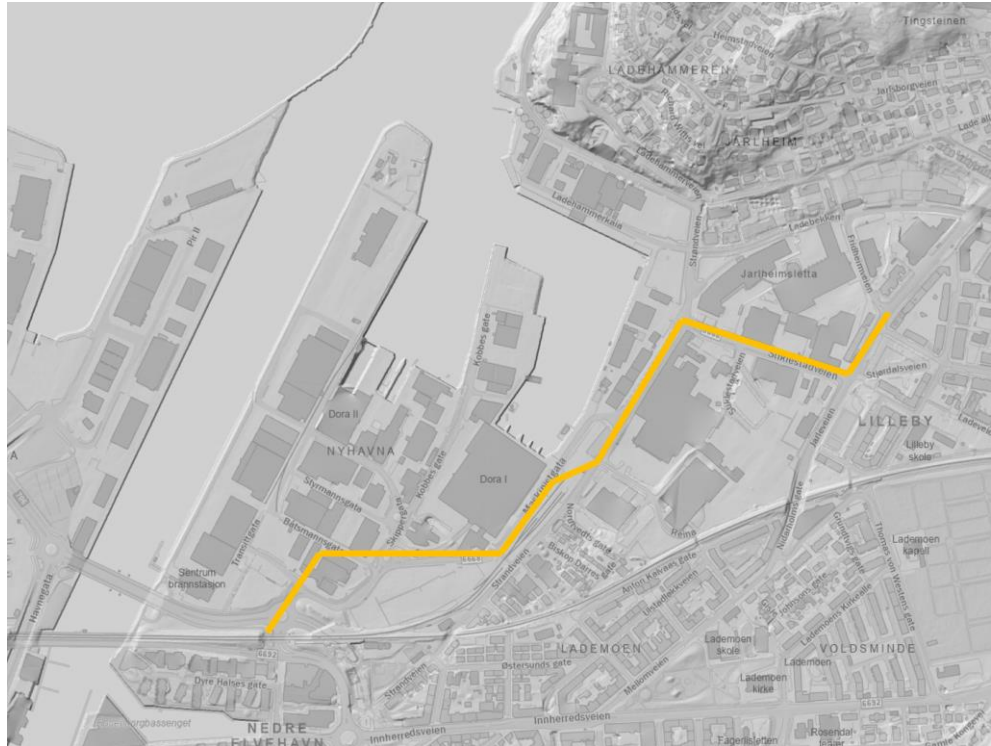


Figur 1 Ny metrobusstrasé er planlagt langs den grønne linja.

2 Grunnlag

2.1 Beskrivelse av terreng

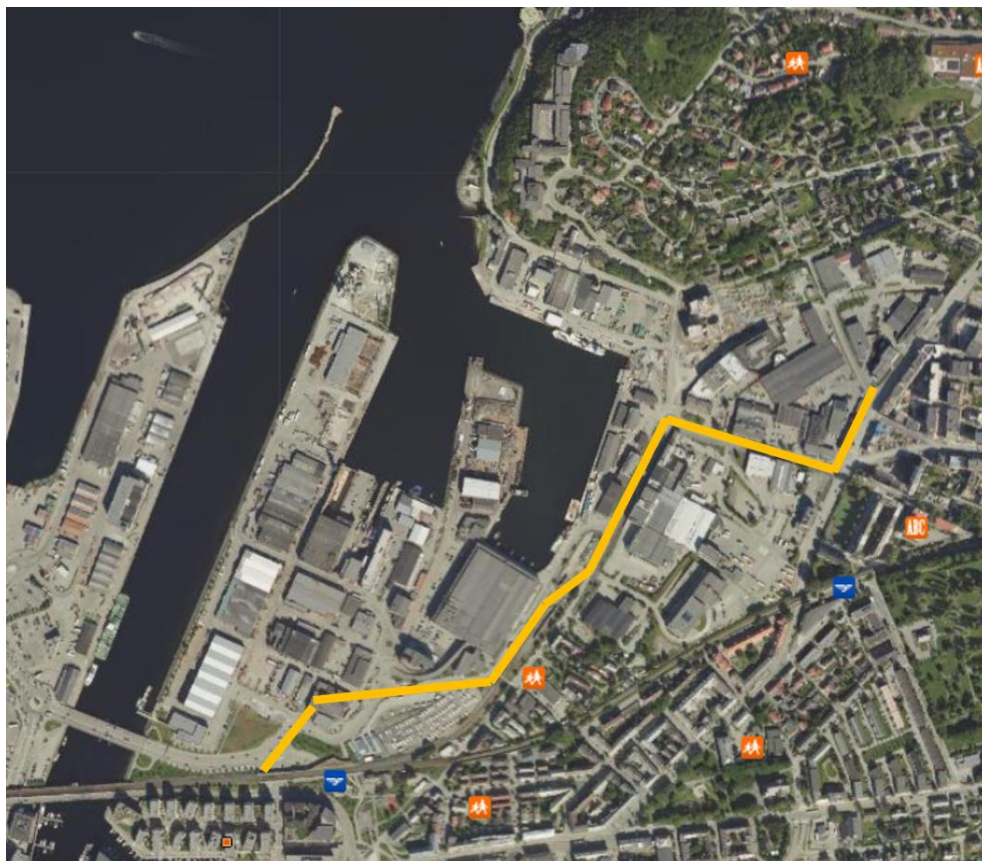
Terrenget er forholdsvis flatt, og ligger på ca. kote +4 i området rundt Nyhavna og bort til Lilleby. Nord for planområdet, mot Lade, stiger terrenget og det er brattere. Figur 2 viser topografisk kart over området.



Figur 2 Topografisk kart over området. Kilde: atlas.nve.no, den 8.12.2022. Tra-
seen for metrobussen er omtrentlig tegnet inn med gult.

2.2 Beskrivelse av område

I dag er området på Nyhavna preget av industri- og næringsbygg. Fra Ladebekken og nordover er det stort sett boligblokker og eneboliger.



Figur 3 Flyfoto over området, datert 2021. Kilde: kart.finn.no, den 8.12.2022. Tra-seen for metrobussen er tegnet inn med gult.

2.3 Beskrivelse av løsmasser

Det er tidligere gjort grunnundersøkelser i flere omganger for ulike prosjekter i området.

Langs Stiklestadveien er grunnforholdene beskrevet av Trondheim kommune i rapport R.1746 Stiklestadveien VA (1). De øverste 2-4 meterne består av fyllmasser (sand med innslag av grus). Under dette er det middels fast til fast leire. I én prøve er det påvist sprøbruddmateriale ved 2,1 meter dybde.

Langs Strandveien er grunnforholdene kartlagt i forbindelse med bygging av en avløpsledning. Dette er beskrevet i rapport R.883 Strandvegen – Møllenberg (2). De øverste 3-5 meterne består av sand. De øverste 0,5 metrene av sanden er fyllmasser av sand og grus, resten betegnes som strandsediment. Under sanden er det silt med overgang til leire. I posisjon A5-A8 tyder grunnundersøkelsene på at leiren er sensitiv. Dette gjelder for strekket mellom kryss Maskinistgata/Strandveien og Strandveien/Stiklestadveien. Det er gjort vingebor. Udrenert skjærstyrke er målt til 20-50 kPa. Det er stor dybde til berg.

I krysset mellom Maskinistgata-Skippergata er grunnforholdene rapportert i rapport R.1003-2 Nyhavna pumpestasjon (3). Der identifiseres det ca. 5 meter sand over 2 meter grus. Under dette ligger ca. 2,5 meter silt med overgang til leire.

2.4 Grunnvann

Grunnvannet ventes å stå mellom 1,5-3 meter under terreng. Det anbefales å sette ut poretrykksmålere i forbindelse med detaljprosjekteringen. Dette for å vite mer nøyaktig hvor grunnvannsspeilet ligger. I stabilitetsberegningen (omtalt i kapittel 3.3) er grunnvannstanden satt til 1,5 meter dybde.

Graving under grunnvannsnivå medfører behov for utpumping av vann i byggefasen. Dette kan føre til setninger i bygningene i nærheten. Disse tingene må vurderes i detaljprosjektet.

2.5 Naboforhold

Langs traseen ligger det flere bygninger i umiddelbar nærhet. Det er viktig at fundamentene til bygningene ikke undergraves. For bygninger som har kjeller, kan det graves ut helt inn til bygget, men seksjonsvis utgraving anbefales for å unngå svekket bæreevne for fundamenter. For bygg som ikke har kjeller, kan seksjonsvis utgraving vurderes for å ivareta eksisterende fundamenter. Hvis ikke seksjonsvis utgraving er tilstrekkelig, kan støttekonstruksjoner som spunt bli nødvendig.

2.6 Prosjekteringsforutsetninger

Det er gjort en innledende vurdering av prosjekteringsforutsetninger, men det poengteres at dette må vurderes og eventuelt justeres i detaljprosjekteringen.

Prosjekteringsforutsetning	Verdi	Henvisning/ kommentar
Geoteknisk kategori	2	EC7/N200
Pålitelighetsklasse (RC)	RC2	EC0/N200
Konsekvensklasse (CC)	CC2	EC0/N200
Prosjekteringskontrollklasse	PKK2	EC0/N200
Tiltaksklasse	2	EC0/N200
Tiltakskategori	K1	EC0/N200

2.7 Krav til sikkerhet

Basert på eksisterende grunnundersøkelser ventes det at utgravingen vil skje i friksjonsmasser som sand, og at dette gir en nøytral bruddmekanisme (ikke sprøtt brudd). Veistrekningen har i dag en ÅDT mellom 6000 (Stiklestadveien) og 7600 (Maskinistgata). Dette setter veien i konsekvensklasse CC2. I henhold til Vegnormal N200 (4) gir dette krav til sikkerhetsfaktor på 1,4 for nøytralt brudd. Dette gjelder både drenert og udrenert beregning. Hvis veien skal holdes

åpen under arbeidene, må denne sikkerheten oppfylles. Merk at hvis ÅDT øker til over 8000, vil veien settes i CC3, og kravet til sikkerhet økes til $F=1,5$ for nøytralt brudd.

2.8 Materialparametere

Det er gjort innledende stabilitetsberegninger av utgraving for masseutskiftning med materialparametere og lagdeling basert på tidligere grunnundersøkelser. Tabell 1 viser lagdeling og hvilke materialparametere som er blitt brukt i beregningen.

Udrenert skjærstyrke i leira er valgt på bakgrunn av vinge boring og treaksialforsøk fra en posisjon ca. 280 meter sørøst for planområdet. Dreiesonderinger og visuell klassifisering fra lab tyder på at grunnforholdene er lignende, men det anbefales å gjøre noen supplerende grunnundersøkelser for å verifisere valgt skjærstyrke i leira. Dette kan for eksempel gjøres med CPTu-sondering.

Tabell 1 Materialparametere som er brukt i stabilitetsberegning.

Materiale	Fyllmasser	Løs sand	Leire (siltig)
Dybde underkant	0,5 m	3 m	Til berg
Tyngdetetthet	18	18	19
Friksjonsvinkel	35 °	34 °	-
Attraksjon	7	1	-
Su	-	-	20-25 kPa

2.9 Laster

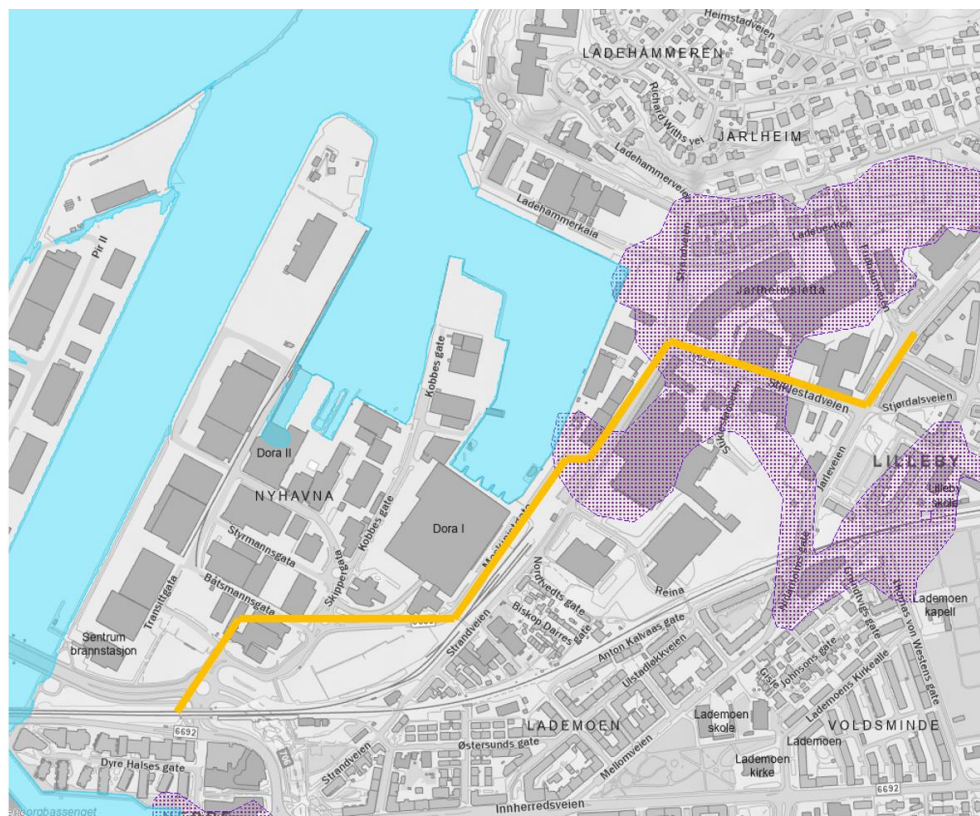
I stabilitetsberegninger skal det for trafikklasten benyttes en jevnt fordelt last på 15 kPa over hele veibredden hvis dette er mest ugunstig.

Det benyttes en partialfaktor for trafikklast $\gamma_Q=1,3$ (eller 0 hvis lasten har gunstig virkning) i henhold til NS-EN 1997-1.

3 Geotekniske vurderinger

3.1 Naturfare

Figur 4 viser naturfarer som er registrert i området. Deler av traseen (i nordøst) ligger innenfor aktsomhetsområde for flom, dette må hensyntas i prosjektet. Forholdene må vurderes av hydrogeolog. Havnivå for 200-årsflom vil ikke gå over veien.



Figur 4 Naturfarer som er registrert i området. Blått område viser havnivå for stormflo med gjentaksintervall 200 år. Lilla skravur viser aktsomhetsområde for flom. Kilde: atlas.nve.no den 13.12.2022. Ny trasé for metrobusen er tegnet inn med gult.

Ellers har planområdet en helning som er slakere enn 1:15. Dermed er det for slakt til at det kan inngå i et løsneområde for områdeskred.

Området i nærheten (utenfor planområdet) er også flatt. Mot sør er det ca. 400 meter avstand til der terrenget blir brattere enn 1:15. Mot øst er det også slakt terreng i flere hundre meter fra tiltaket. det vurderes derfor at tiltaket er utenfor fare for å bli truffet av et områdeskred fra øst og sør.

3.2.2 Strandveien



Figur 5 Grunnundersøkelser i Strandveien mellom A5 og A8 (tegnet inn) indikerer at det kan være sprøbruddmateriale i bakken. Derfor er det et aktsomhetsområde på denne strekningen og ut mot fjorden (omtrentlig tegnet inn med rødt).

I Strandveien er det gjort grunnundersøkelser som indikerer sprøbruddmateriale. Det er også en høydeforskjell større enn 5 meter ut mot sjøbunnen, og terrenget rundt kaifronten har brattere helning enn 1:15. Derfor er dette et aktsomhetsområde, og kan ikke friskmeldes på steg 1-3 i tabell 3.1 i NVE veileder 1/2019. Figur med plassering av borer og aktsomhetsområde er vist i Figur 5.

Neste steg er å velge tiltakskategori. Tiltaket er av begrenset størrelse. Det er en eksisterende vei som skal oppgraderes. Det skal gjøres en masseutskifting, men terrenget skal ikke endres stort fra det som er dagens situasjon. Tiltaket settes derfor i K1. Eksempler på K1-tiltak listet i veilederen er blant annet private og kommunale veier, mindre parkeringsanlegg og trafiksikkerhetstiltak (G/S-vei, midtdeler).

For tiltakskategori K1 er kravet til sikkerhet oppfylt hvis tiltaket ikke forverrer stabiliteten. Metrobusstraséen ligger inne på «platået» innenfor kaifronten, og således på toppen av skråningen. Å ikke forverre stabiliteten medfører derfor at

lastene ikke skal økes i forhold til det som er dagens situasjon. Masseutskiftingen vil ikke medføre en økt belastning på terrenget. I anleggsfasen vil utgravingen senke belastningen. Hvis det fylles tilbake med tilsvarende masser, vil lastsituasjonen være uendret og kravet til sikkerhet i tiltakskategori K1 oppfylt.

Der hvor det skal etableres et ekstra kjørefelt, vil det bli en økt trafikklast. Det regnes med en dimensjonerende last på 19,5 kPa over hele veiens bredde. I de områdene hvor det planlegges et ekstra kjørefelt, må det brukes lette masser for å utligne den nye lasten. De eksisterende massene i grunnen må altså skiftes ut med lette masser for å få en avlastning tilsvarende belastningen fra ny trafikklast. Dette må beskrives nærmere og vurderes i detaljprosjekt.

Det er også krav til at erosjon som kan utløse skred må forebygges. Det er ingen elver eller bekker i nærheten. Det forutsettes at kaikanten er sikret mot eventuell erosjon. Dette må avklares senest før utbygging starter.

Siden tiltaket ikke forverrer stabiliteten, er det ikke fare for at et områdeskred skal utløses.

3.2.3 Oppsummering

Strandveien ligger i et aktsomhetsområde for områdeskred. Krav til sikkerhet er ivaretatt fordi tiltaket plasseres i tiltakskategori K1 og ikke forverrer stabiliteten. Erosjon må forebygges og undersøkes nærmere før utbygging starter. Vurdering av områdestabilitet i tiltakskategori K1 er underlagt intern kvalitetssikring. Det er følgelig ikke behov for kvalitetssikring av uavhengig foretak.

Faresonen "Ladebekken" ligger så langt nord at tiltaket ikke påvirkes.

Resten av planområdet ligger i terreng som er slakere enn 1:15, og det er dermed ikke fare for at et områdeskred vil utløses. Området rundt er også flatt, og det er ikke fare for at tiltaket skal bli truffet av et områdeskred.

Områdestabiliteten er ivaretatt iht. NVE veileder 1/2019 (6).

3.3 Lokal stabilitet og graveskråninger

I forbindelse med masseutskiftning til 2 meter dybde er det gjort innledende stabilitetsberegninger med graveskråning 1:2 og ett kjørefelt åpent. Avstand fra trafikklasten til toppen av graveskråning er minst en meter. Beregningen viser at skråningen har god nok stabilitet ($F > 1,4$) for graveskråning med helning 1:2 med valgt lagdeling og materialparametere. Det er ikke brukt 3D-effekter i beregningene.

Denne innledende vurderingen er ikke tilstrekkelig for gjennomføring av masseutskiftninger, og supplerende grunnundersøkelser anbefales for nærmere bestemmelse av parametere langs gravetrasé.

Det må sørges for at det er god nok plass til utgravingen. Det kan bli nødvendig med seksjonsvis utgraving eller midlertidig spunt mot eksisterende bygninger for å hindre skade på disse. Se også kap. 2.5 angående Naboforhold.

Ut mot Dorabassenget er det eksisterende spuntvegger som støtter opp kaiområdet. Stabiliteten til den nordlige delen av Maskinistgata er avhengig av eksisterende spunt. Tilstanden til spunten må kontrolleres for å ivareta veiens stabilitet mot vest.

3.4 Mellomlagring av masser

Det må ikke lagres masser på toppen av graveskråningene, da dette vil gi fare for utglidning. Mellomlagring må også skje i god avstand fra kaikanten. Detaljprosjekteringen må angi minimum avstand fra graveskråning til mellomlagring av masser.

3.5 Setninger

Det ventes ikke en stor økning i last på veien, sammenlignet med dagens situasjon. Derfor ventes det minimalt med setninger som følge av tiltaket.

4 Konklusjon

Det er gjort beregninger som viser at 2 meter masseutskifting kan utføres med graveskråning 1:2. Stabiliteten er god nok til at veien kan holdes åpen under arbeidene, men det forutsettes at det er minst en meter mellom trafikklaster og topp graveskråning. Beregningen er gjort på bakgrunn av tidligere utførte grunnundersøkelser. Det er noe usikkerhet knyttet til udrenert skjærstyrke i leira. Supplerende grunnundersøkelser anbefales derfor. Det anbefales også å sette ut poretrykksmålere for å kontrollere grunnvannstanden og poretrykksforhold. Det er ikke brukt 3D-effekter i beregningene som er utført. Hvis grunnforholdene er dårligere enn antatt, kan sikkerheten ved graving økes ved å gjøre utgravingen seksjonsvis.

Utgraving inn mot eksisterende bygninger må gjøres uten at byggene påføres skade. Det anbefales seksjonsvis utgraving inn mot eksisterende bygninger. Midlertidig spunt kan i enkelte tilfeller bli nødvendig. Dette må vurderes i detaljprosjekt.

Tilstanden til spunten ut mot Dorabassenget må kontrolleres, da denne sikrer lokal stabilitet for nordlig del av Maskinistgata.

Deler av veistrekningen ligger innenfor et aktsomhetsområde for flom. Dette må hensyntas.

Det meste av området er flatt, og uten fare for å utløse et områdeskred. I Strandgata er det et aktsomhetsområde, men sikkerhet mot områdeskred er ivaretatt fordi stabiliteten ikke forverres av tiltaket. Det forutsettes at det masseutskiftes med lette masser der hvor veien skal utvides med et ekstra kjørefelt.

På denne måten vil den nye trafikklasten være kompensert, og stabiliteten ikke forverret. Områdestabiliteten er ivaretatt iht. NVE 1/2019.

Det ventes ikke å få setninger av betydning da lastene på veien ikke endres.

4.1.1 Gjenstående arbeid:

Før tiltak med metrobuss traseen i Nyhavna kan utføres, må det gjennomføres geoteknisk prosjektering. Foreløpig er følgende momenter vurdert som nødvendige, men listen er ikke uttømmende.

- > Utgraving inn mot eksisterende bygninger må detaljprosjekteres.
- > Det anbefales utført supplerende grunnundersøkelser for å få bedre kontroll på massene i bakken. Udrenert skjærstyrke i leira og nivå på grunnvannstand er blant tingene som anbefales undersøkt.
- > Vurdering av lokalstabilitet og plassering av gravemasser.
- > Områdestabiliteten er ivaretatt med forbehold om at stabiliteten ikke forverres i Strandgata. Masseutskifting må prosjekteres slik at lasten på terrenget ikke økes. Utvidelse med ekstra kjørefelt må kompenseres med lette masser. Dette må beskrives i detaljprosjekt.
- > Eksisterende spuntkonstruksjon ved Dorabassenget må kontrolleres og sjekkes om denne har tilstrekkelig stabilitet.

5 Referanser

1. **Trondheim kommune** . R.1746 Stiklestadveien VA. 2018.
2. —. R.883 Strandvegen-Møllenberg, Grunnundersøkelser datarapport. 1992.
3. **Trondheim kommune, Teknisk seksjon**. R.1003-2 Nyhavna pumpestasjon, grunnundersøkelser datarapport . 1998.
4. **Statens vegvesen** . Vegnormal N200 Vegbygging . 2022.
5. **Multiconsult** . 417209-RIG-RAP-002 Utredning av faresone ved Ladebekken. 2016.
6. **NVE** . Veileder 1/2019 - Sikkerhet mot kvikkleireskred. 2020.
7. **Standard Norge**. Eurokode 7 Geoteknisk prosjektering del 1: Allmenne regler . 2020.