

Reguleringsplan og teknisk forprosjekt

BYBANEN OG HOVEDSYKKELRUTE
FRA SENTRUM TIL ÅSANE,
MED FORLENGELSE AV FLØYFJELLTUNNELEN

Områdereguleringsplan

Delstrekning 2, Sandbrogaten - Eidsvågtunnelen

Planid 65810000

Teknisk rapport

Forord

Dette dokumentet presenterer teknisk forprosjekt for reguleringsplanen for bybanetrasé og hovedsykkelrute mellom Sandbrogaten og Eidsvågtunnelen. Dokumentet beskriver tekniske forhold som er lagt til grunn for reguleringen. I tillegg til denne rapporten består teknisk forprosjekt av tegningshefte, fagrapporter og 3D-modell.

Teknisk forprosjekt skal gi grunnlag og tilstrekkelig sikkerhet for at løsningene som legges til grunn for reguleringsplanene er gjennomførbare og kostnadseffektive og oppfyller krav til sikkerhet. Materialet skal også gi grunnlag for å beregne kostnader, vurdere virkninger og konflikter, samt gi grunnlag for grunnerverv.

Det vises ellers til planbeskrivelsen for en bredere gjennomgang av planområdet og beskrivelse av tiltaket.

Planarbeidet er gjennomført av Bergen kommune på vegne av partene i Miljøløftet. Norconsult og Asplan Viak har vært konsulenter for planarbeid og teknisk forprosjekt.

Bergen
2022-09-15

03J	Til 1. gangs behandling	2022-09-15	TR	TR	AK	IOV
02D	Utkast til BK	2022-05-25	TR	TR	AK	IOV
01D	Utkast til BK	2022-04-01	TR	TR	AK	IOV
Versjon	Beskrivelse	Dato	Utarb. av	Fagkontroll	Tverf.kontr.	Godkj. av

Dette dokumentet er utarbeidet av rådgiver som del av det oppdraget som dokumentet omhandler. Opphavsretten tilhører rådgiver. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.

Innhold

Forord	2
1 Bybanens byggetrinn 5	5
1.1 Beskrivelse delstrekning 2	6
1.2 Trafikalt grep	6
2 Forutsetninger og grunnlag for delstrekningen	9
2.1 Grunnforhold (geoteknikk).....	9
2.2 Hydrogeologiske forhold	12
2.3 Bergtekniske forhold	13
3 Bane	14
3.1 Spor.....	14
3.2 Banestrøm	23
3.3 Bane signalanlegg	24
3.4 Elektroanlegg.....	26
3.5 Banetunnel	29
3.6 Underjordisk holdeplass Sandviken.....	36
4 Veg og anlegg	49
4.1 Veg- og gate.....	49
4.2 Signalanlegg veg	53
4.3 Sykkel.....	55
4.4 Konstruksjoner	56
4.5 Vegtunnel	81
4.6 VA-anlegg og annen infrastruktur	82
4.7 Forurensede masser	84
4.8 Støy.....	84
5 Anleggsgjennomføring	94
5.1 utfordringer på strekningen.....	94
5.2 Nye Sandviksveien	94
5.3 Amalie Skrams vei.....	95
5.4 Glass Knag - krysset	95
5.5 Munkebotn ved Sandviken sykehus	97
5.6 NHH - krysset	98
5.7 Bybanetunnelen mellom Sandbrogaten og Amalie Skrams vei	98
5.8 Underjordisk stasjon.....	98
6 Landskap og arkitektur	107
6.1 Vegetasjon og trær	107
6.2 Prinsipper landskapsformgivning	107
6.3 Holdeplasser	108
7 Sikkerhet	112
7.1 RAMS	112
7.2 SHA	113

8	Grunnerverv.....	114
9	Fravik.....	115
9.1	Innledning.....	115
9.2	Fravik europaveg og riksveg (E39, E16).....	115
9.3	Fravik hovedsykkelruten.....	115
9.4	Fravik i fylkesveg inkludert gang-/sykkelveg langs fylkesveg	116
9.5	Fravik i kommunal/privat veg, inkludert kommunal gang-/sykkelveg	116
10	Vedlegg.....	118

1 Bybanens byggetrinn 5

Formålet med teknisk forprosjekt er å gi grunnlag og tilstrekkelig sikkerhet for at løsningene som legges til grunn for reguleringsplanene er gjennomførbare, kostnadseffektive og sikre. Materialet skal også gi grunnlag for å beregne kostnader, vurdere konsekvenser og konflikter, samt gi grunnlag for grunnverv.

Planleggingen av Bybanens byggetrinn 5 er delt i seks delstrekninger, se figur 1:

- Delstrekning 1: Kaigaten – Sandbrogaten (DS1)
- Delstrekning 2: Sandbrogaten – Eidsvågtunnelen (DS2)
- Delstrekning 3: Eidsvågtunnelen – Tertneskrysset (DS3)
- Delstrekning 4: Tertneskrysset – Vågsbotn (DS4)
- Delstrekning Fløyfjelltunnelens forlengelse (DSF)
- Delstrekning hovedsykkelruten Festningskaaien – Sandviksveien (DSS)

For alle delstrekningene utarbeides det egne område- reguleringsplaner med tilhørende teknisk forprosjekt.



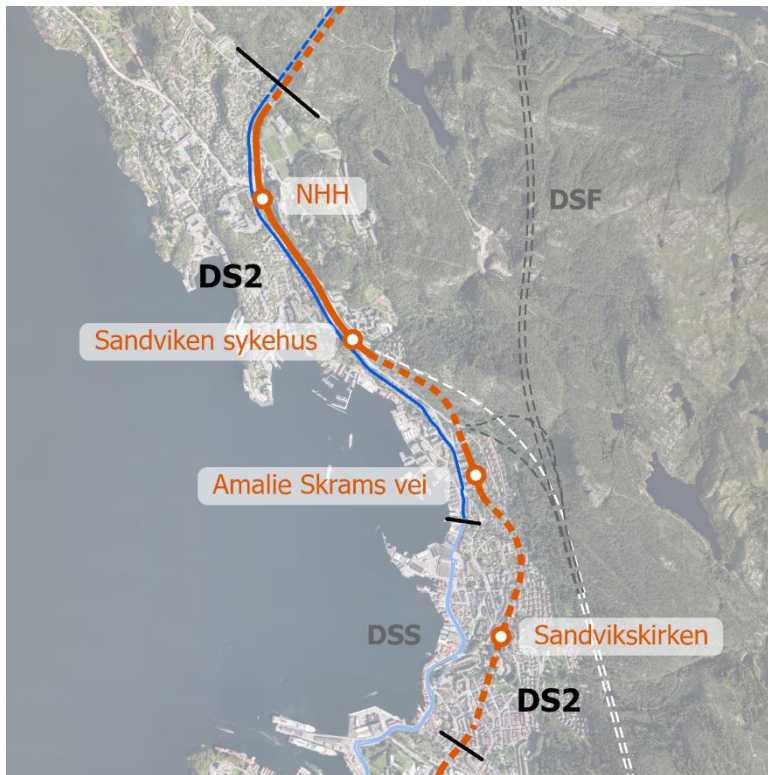
Figur 1: Oversiktstegning som viser alle delstrekninger.

1.1 Beskrivelse delstrekning 2

Banetraseen starter med en lang tunnel fra Sandbrogaten, via underjordisk stasjon ved Sandvikskirken, til Amalie Skrams vei. I Amalie Skrams vei går banen en kort dagstrekning før den dukker ned i en ny tunnel under Munkebotn og ny rundkjøring med ramper til Fløyfjelltunnelen. Banen kommer ut i dagen igjen ved Sandviken sykehus og følger Åsaneveien videre nordover, forbi NHH og inn mot Eidsvågtunnelen.

Det er 4 holdeplasser på delstrekningen. Holdeplassen «Sandviken kirke» er en underjordisk stasjon, mens de tre andre; Amalie Skrams vei, Sandviken sykehus og NHH, ligger i dagen. Ved NHH legges det til rette for vendemulighet for Bybanen.

Hovedsykkelruten på strekningen følger i stor grad samme rute som dagens sykkeltilbud. Parsellen starter i Sandviksveien, rett sør for Gjensidigekrysset (grense DSS), og går nordover forbi Glass Knag - bygget, og videre langs vestsiden Åsaneveien helt til Eidsvågtunnelen.



Figur 2 Oversiktskart DS2

1.2 Trafikalt grep

Hovedgrepet på strekningen er å flytte gjennomfartstrafikken over til ny forlenget Fløyfjelltunnel, og benytte dagens E39 (firefeltsveg) til bybane, hovedsykkelrute og lokalveg. Den nye lokalvegen vil få to kjørefelt og en estimert trafikkmengde (ÅDT) i 2040 på 13 000 sør for NHH, og utformes som gate. Beregnet fremtidig trafikkmengde forutsetter virkemidler for å ivareta nullvekstmålet knyttet til personbiltrafikk.

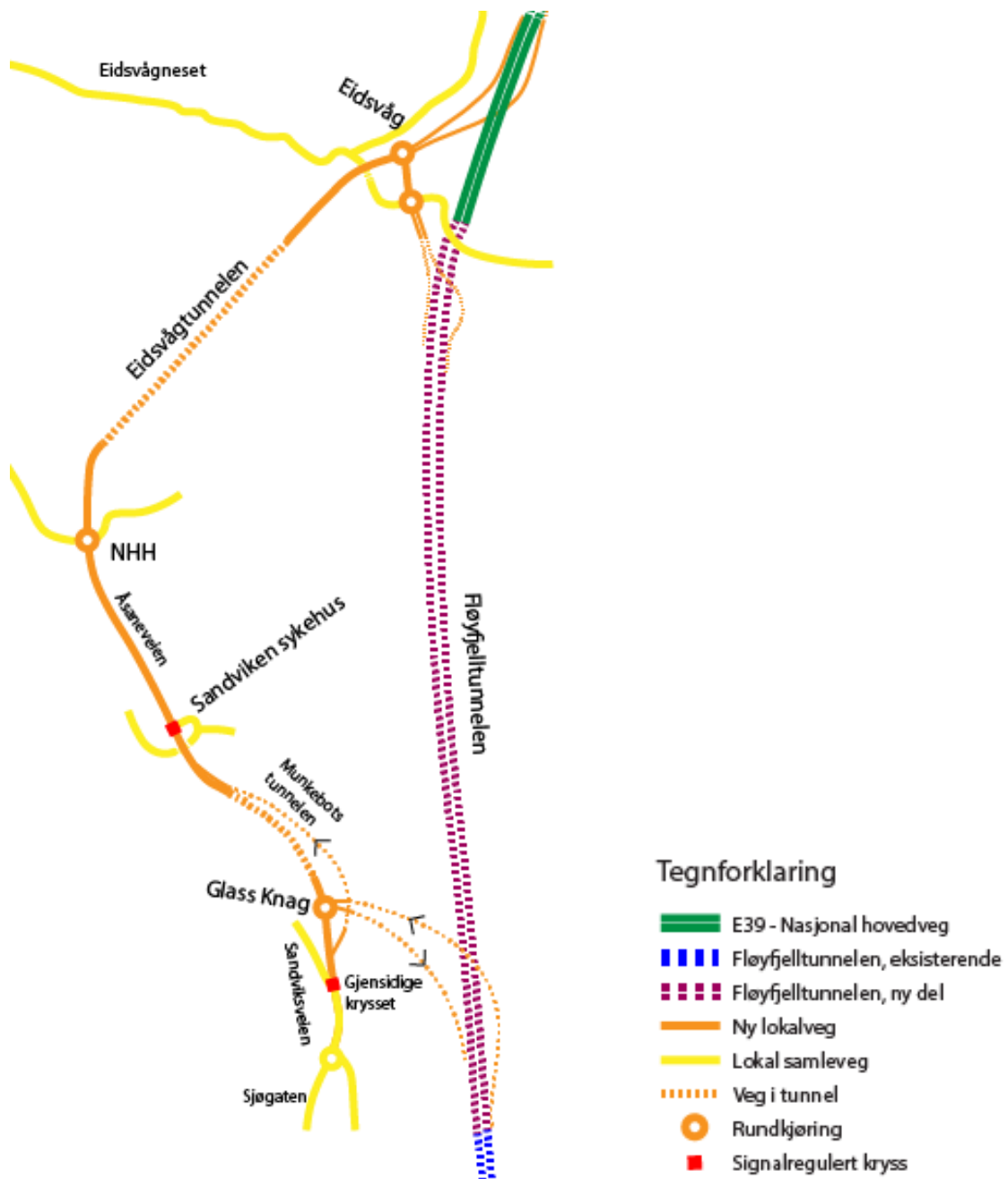
Lokalvegen vil ha to kryssområder til overordnet vegnett (E39). Kryssområdet i sør ved Glass Knag, har kobling til/fra sør. Kryssområdet i nord ved Eidsvåg har fullverdig kobling både til/ fra nord og sør, se figur 3.

Ved NHH etableres et nytt kollektivknutepunkt for buss og bane. Banen og hovedsykkelruten går oppe på dagens vegnivå, mens bussterminalen og lokalvegnettet legges på nivå under banen. Krysset Helleveien/ Øyjordsveien og Åsaneveien møtes i en ny rundkjøring under banebroen.

Dagens kryss ved Sandviken sykehus/ Nyhavn bygges om til et signalregulert T-kryss. Lokalvegen videre sørover/ inn mot sentrum går derfra i en ny vegtunnel til ny rundkjøring ved Glass Knag. Denne rundkjøringen blir også påkoblingspunkt til/fra Fløyfjelltunnelen sørover (Nygårdstangen/ Danmarks plass). Dagens Munkebotstunnelen beholdes som i dag, med ett løp med trafikk i nordgående retning. Denne vil avlaste rundkjøringen fra lokal gjennomgangstrafikk nordover.

Lokalvegen videre mot sentrum følger dagens trasé i Sandviksveien, og estimert trafikkmengde (ÅDT) i 2040 her er 14 000.

Prinsippene for det nye vegsystemet er vist i skisse, se figur 3.



Figur 3 Prinsippskisse som viser det nye vegsystemet i området.

2 Forutsetninger og grunnlag for delstrekningen

2.1 Grunnforhold (geoteknikk)

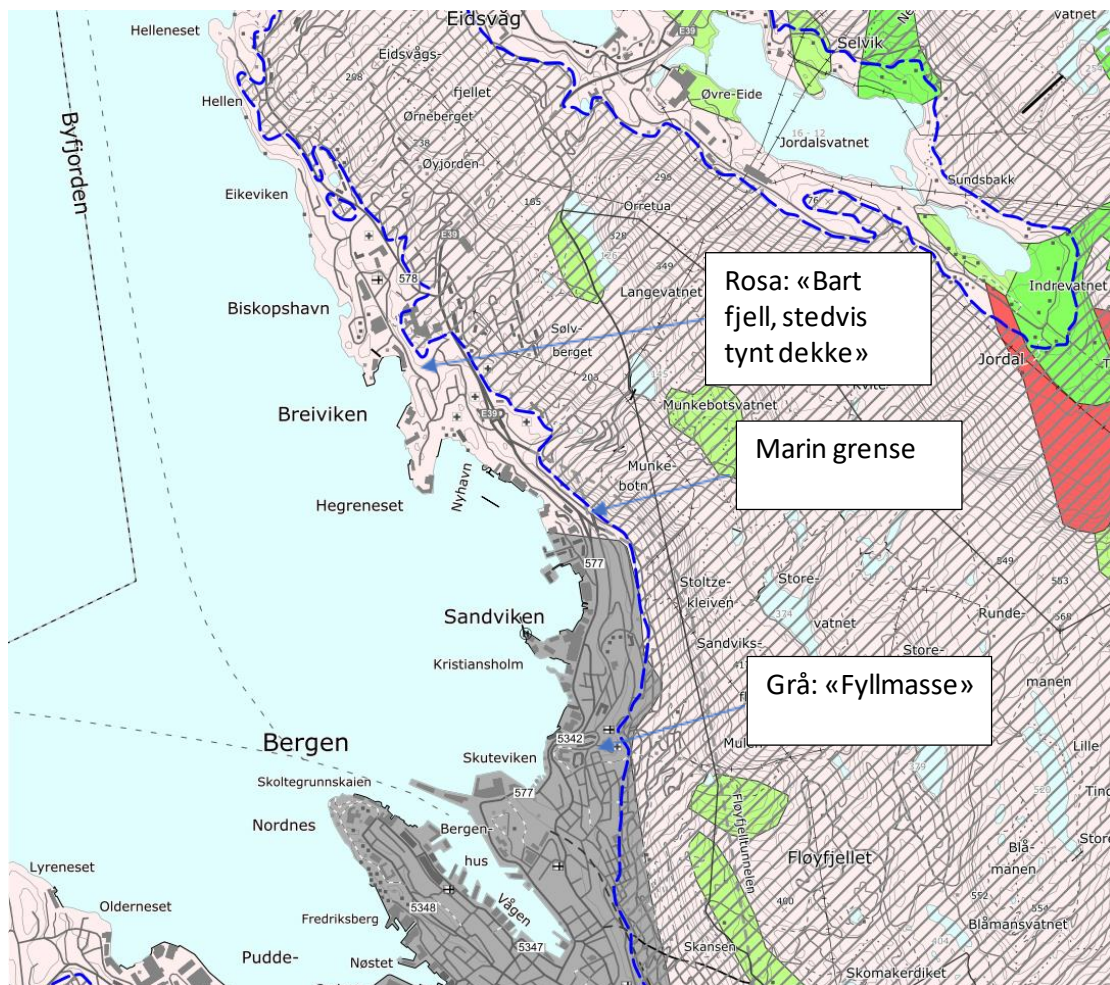
2.1.1 *Beskrivelse av området*

Traseen går i tunnel gjennom Sandviken, en kort dagsone i Amalie Skrams vei og en kort tunnel under E39 som kommer ut i dagsone igjen ved Sandviken sykehus. I dagsonene etableres banen i all hovedsak på eksisterende veier/gater. Ved Kirkegaten skal det etableres en stasjon i berggrunnen. Her vil inngangene komme ut i området rundt Kirkegaten.

Kart fra NGU, som viser modellert marin grense og forventede løsmasser, er vist på Figur 4. Traseen er i det aktuelle områdene under marin grense.

I NGUs løsmassekart er det angitt "fyllmasser" i området mellom Nye Sandviksveien i sør til tunnelpåhugget ved E39 Fløyfjelltunnelen i nord, se Figur 4. Generelt faller terrenget fra øst mot vest, og området har høy utnyttelsesgrad i fht. eldre bebyggelse. Tidligere forsenkninger/bekkefar er fylt igjen med fyllmasser med ukjent kvalitet. I utførte grunnundersøkelser varierer løsmassemekktigheten fra ca. 1-13 m, hvor gjennomsnittet viser ca. 5m løsmassemekktighet.

Mellom tunnelpåhugget ved E39 Fløyfjelltunnelen og Eidsvågtunnelen er det på NGUs løsmassekart angitt som «bart fjell, stedvis løsmassedekke». Denne beskrivelsen stemmer godt overens med erfaringer og grunnundersøkelser i området.



Figur 4: Kart fra NGU som illustrerer den overordnede beskrivelse grunnforholdene i Sandviken (DS2) området. Området domineres av «berg i dagen, stedvis tynt dekke» (rosa) og «fyllmasser» (grå).

2.1.2 Grunnundersøkelser

Av grunnundersøkelser på strekningen er følgende utført:

- 165 totalsonderinger
- 1 pionerboring
- Naverprøvetaking i 33 ulike posisjoner
- Installasjon av 3 stk. elektriske poretryksmålere/piezometer og 1 hydraulisk piezometer
- 20 profiler refraksjonsseismikk med total lengde 1990 m

Grunnundersøkelsene er utført i de viktigste byggeområdene og de utfordringer som knyttes til mektighet og antatte egenskaper i løsmassene. Det er utført supplerende undersøkelser i flere omganger, men færre undersøkelser enn ønsket i viktige områder. Grunnen til dette er utfordringer med tilkomst og mye infrastruktur i grunnen.

Det vil være behov for supplerende grunnundersøkelser i prosjekteringsfasen for å kunne bestemme bergoverdekning (tunnel), endelig metode for fundamentering, samt beregninger av ulike konstruksjonstiltak knyttet til styrke, setningsmotstand, mv.

Grunnundersøkelsene er presentert i rapport «RA-DS2-006_01J Geoteknisk datarapport».

2.1.3 Grunnforhold og sikringstiltak

Det meste av traseen går enten i tunnel eller på eksisterende vegger.

Generelt vurderes det at eksisterende vegger har solid underlag med liten risiko for forstyrrende setninger over tid. I områder hvor det er behov for breddeutvidelse må det utføres masseutskifting iht. gjeldene håndbøker.

Grunnforholdene karakteriseres overordnet som gunstige. Det er ikke påtruffet bløte masser i områder hvor det skal utføres tiltak eller ved bebyggelse som kan påvirkes av tiltak.

De mest krevende vurderingene vil være knyttet til etablering av tunnel gjennom Sandviken, hvor det stedvis er liten bergoverdekning i kombinasjon med gammel setningsfølsom bebyggelse. Vurderingen av bergoverdekning og tetting (for å forhindre innlekkasje) er hovedsakelig ingeniørgeologiske vurderinger, men en eventuell grunnvannssenkning i området kan medføre setningssskader, og dette potensialet må analyseres av geotekniker i senere planfase.

I forbindelse med en potensiell grunnvannssenkning vil det være behov for å gjøre en grundig vurdering av hvilken bebyggelse og teknisk infrastruktur (veger, VA, mm.) som kan bli influert. Tilstanden til disse bør kartlegges før bygging for å unngå at prosjektet blir heftet med gamle skader som ikke skyldes bygging av Bybanen.

De geotekniske viktigste oppgavene for prosjekteringsfasen er:

- Sikringstiltak rundt tunnelpåhuggene (generelt alle påhugg).
- Sikringstiltak rundt inngangspartiene for underjordisk stasjon ved Kirkegaten/Sandvikskirken. Ved Sandvikskirken vil det være behov for midlertidig og permanent sikringstiltak for å ivareta lokal stabilitet for inngangspartiet. I Grensegrenden/ Gørbitz gate er det også planlagt et inngangsparti som vil kreve omfattende, midlertidige sikringstiltak for å ivareta omkringliggende bebyggelse.
- Setningsvurdering for bygg/infrastruktur fundamentert på løsmasser i områder hvor det etableres tunnel under bygg/tunnel. Dette er særlig aktuelt i området ved Nye Sandviksveien, Skuteviksveien og Bakkegaten.
- Sikringstiltak for leilighetsbygg som ligger nær bane/tunnelpåhugg ved Amalie Skrams vei.
- Dimensjonering av diverse støttemurer/tørrmurer langs traseen.

I kap. 4.4. er det gitt en beskrivelse av konstruksjoner på strekningen. Her omtales også grunnforhold og aktuell fundamenteringsmetode for konstruksjonene.

2.2 Hydrogeologiske forhold

Hydrogeologiske forhold og vurderinger er omtalt i fagrapport *RA-DS2-004 Ingeniørgeologisk og hydrogeologisk rapport*.

Grunnundersøkelser viser at bybanetunnelen mellom Sandbrogaten og Amalie Skrams vei generelt har lav overdekning, antatt 5-30 m. Grunnvannsnivået er antatt å befinne seg nær terrengoverflaten, og potensielt grunnvannstrykk på tunnelnivå antas derfor å begrenses til maksimalt 30 m enkelte steder, hovedsakelig lavere. For bybanetunnelen mellom Amalie Skrams vei og Sandviken sykehus, samt vegtunnelen mellom Sandviken Sykehus og Glass Knag, forventes det høyere grunnvannstrykk på tunnelnivå.

Influensområdene til tunnelene antas å strekke seg til omtrent 300 meter til hver side av tunnelene. Dette innebærer at store deler av bebyggelsen omkring tunnelene kan bli påvirket. Eventuell grunnvannsreduksjon vil være størst direkte over tunneltraseen, og vil typisk bre seg som en trakt med avtakende grunnvannsreduksjon med større avstand til tunnelen. Permeable løsmasser og/eller oppsprukket berg vil øke influensområdet.

For å unngå setninger på bebyggelse og nedbryting av kulturlag i grunnen ved søndre portal, er det satt følgende forslag til tetthetskrav for de tre tunnelene:

Tunnel	Profil fra – til (bane)	Tettekrav
Banetunnel 1	1400 – 1600	3 l/min pr. 100 m
	1600 – 1750	5 l/min pr. 100 m
	1750 – 2800	10 l/min pr. 100 m
Banetunnel 2	3100 – 3750	10 l/min pr. 100 m
Vegtunnel	Glass Knag – Sandviken sykehus	10 l/min pr. 100 m

2.3 Bergtekniske forhold

Ingeniørgeologiske forhold og vurderinger er omtalt i fagrapport *RA-DS2-004 Ingeniørgeologisk og hydrogeologisk rapport*.

Terrenget i prosjektområdet er kupert og preges av fyllmasser og bart berg. En stor andel av området ligger under marin grense. Marine avsetninger kan følgelig forekomme.

Helt sør i området finnes kaledonske bergarter tilhørende Hardangerfjorddekkekomplekset, typisk glimmerskifer, amfibolitt, grønnstein og metagabbro med innslag av trondhemittganger. Nord for skyvegrensen består berggrunnen av bergarter tilhørende Blåmannsdekket, som består hovedsakelig av ulike gneisbergarter, stedvis med migmatittisk sammensetning. Gneisene tilhører Ulriksgneiskomplekset. I tillegg forekommer ganger av pegmatitt, granitt og amfibolitt. Like sør for Sandviken holdeplass er Ulriksgneiskomplekset gjennomsett et kvartsittbelte.

Strukturgeologien i prosjektområdet er preget av skyveforkastninger. Grunnet tett bebyggelse er det utfordrende å tolke lineamenter basert på lineamentskart. De mest markante svakhetssonene forventes å være parallelle med bergartsgrensene i området.

Bergmassen i området utviser varierende oppsprekking. Skiferbergartene i sør fremstår stedvis skifrig og moderat oppsprukket. Bergmassekvaliteten kan beskrives som middels god. Kvartsitten fremstår stedvis skifrig og sterkt oppsprukket. Bergmassekvaliteten kan beskrives som dårlig til svært dårlig. Gneisbergartene fremstår lite til moderat oppsprukket. Bergmassekvaliteten kan beskrives som dårlig til middels god i nærheten av bergartsgrensen mot kvartsitt. Kvaliteten bedres mot nord. Nord for den underjordiske holdeplassen i Sandviken er bergmassekvaliteten forventet å være god til svært god.

Av forundersøkelser er det utført feltkartlegging, grunnboringer og refraksjonsseismikk. De fleste av undersøkelsene er utført i forbindelse med bybanetunnel Sandbrogaten – Amalie Skrams vei. Grunnet hyppig opptreden av infrastruktur i bakken, samt vanskelig tilkomst i bygårder, har det vært svært utfordrende å utføre tilstrekkelig antall totalsonderinger for å kartlegge bergoverflatens beliggenhet. Det er dermed stedvis knyttet stor usikkerhet til bergoverdekningen i tettbygde områder.

3 Bane

3.1 Spor

3.1.1 Overordnede sporprinsipper

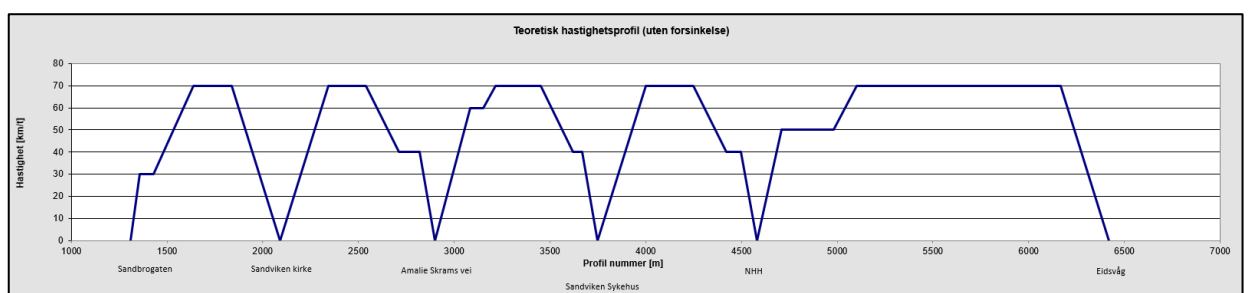
Gjennom arbeidet med banetraseen har det vært fokus på god sporgeometri innenfor rammene av ønsket plassering av holdeplasser og trasé. Det har vært nødvendig å jobbe på et høyt detaljeringsnivå i forhold til plannivået. Bybanens AS sitt «Teknisk regelverk for prosjektering og bygging» datert 05.02.2019 er lagt til grunn for sporets geometri og fastsettelse av sikkerhetsavstand til sideliggende og tilstøtende anlegg. Videre har Bybanen Utbyggings «Prosjekteringsveileder» versjon 1 datert 2021, Bergens kommunes veiledere «Bybanen – Introduksjon til prinsipper for utforming og sikkerhet» datert 09.09.2019, samt «Bybanen og sykkel – Grensesnitt, prinsipper og forslag til løsning» versjon 2 datert 01.03.2018, gitt viktige innspill til utforming av traseen og valg av løsninger.

Som et hovedprinsipp er det lagt til grunn sidestilte kjøreledningsmaster for hele traseen i byggetrinn 5, ettersom det tilgjengelige tverrsnittet langs banen er begrenset. Det er lagt inn overhøyde på sporet der det er ønskelig og kurvetillegg i frittromsprofilen. Overhøydetillegg er ikke lagt inn i frittromsprofilen, men gjenstander og konstruksjoner langs sporet, slik som KL-master, signal og skilt er sjekket mot overhøydetillegget.

Det er tilstrebet å dimensjonere traseen geometrisk for høy hastighet. Det vil si opp mot 80 km/t der den ligger i egen eller særskilt trasé, og 50 km/t der den ligger i gate med andre trafikanter. Dette er gjort også der det ikke kan forventes at banen kan holde så høy hastighet ved åpning, men da for å tilrettelegge for en eventuelt fremtidig endret situasjon. For vurdering av hastighet og fremsikt er det lagt til grunn prinsippene i dokument NO-DS0-030 «Designforutsetning fremsikt». Krav til siktlengder er vist i tabellen nedenfor (vertikalsikt med objekthøyde = 0 og øyehøyde på føreren = 1,98 m).

Hastighet	Km/t	10	20	30	40	50	60	70	80
	m/s	2,8	5,6	8,3	11,1	13,9	16,7	19,4	22,2
Bremselengde (b2)	m	4	15	35	62	96	139	189	247
Reaksjonslengde (s,reaksjon)	m	3	6	8	11	14	17	19	22
Overheng (u2)	m	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3
Siktkrav (b2+u2+s,reaksjon)*z	m	11	28	53	88	131	183	244	313

Til tross for ønske om høy hastighet, er det flere steder hvor det vil være hastighetsbegrensning som følge av banens kurvatur eller sikthindringer. Disse kommenteres i kapittel 3.1.2 *Beskrivelse av trasé*. Se hastighetsprofil under for hastighet på delstrekning 2:



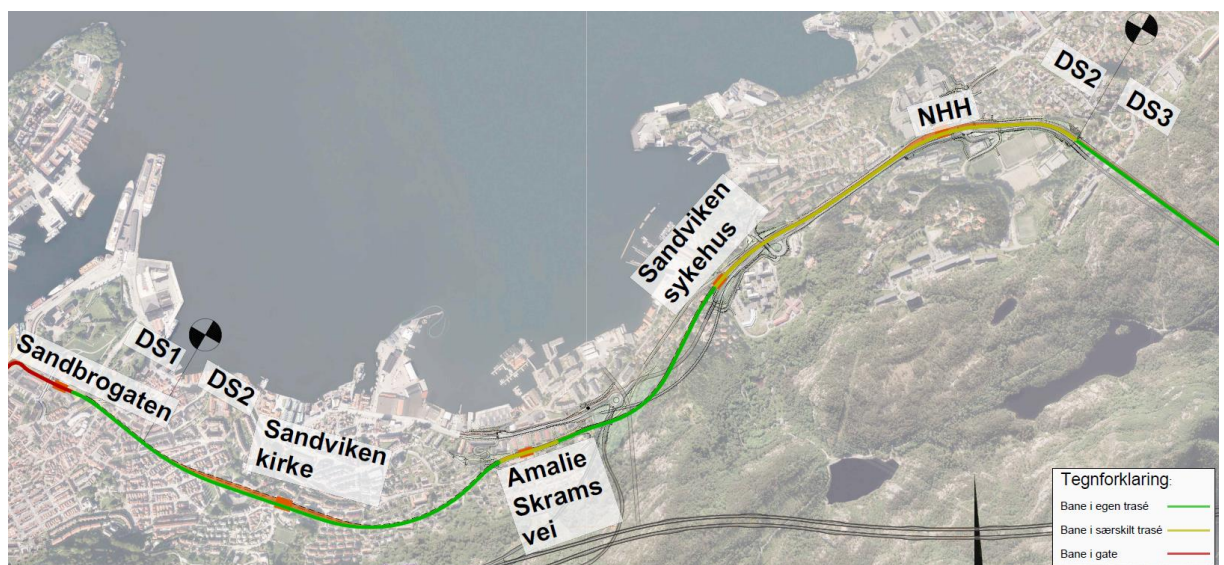
Figur 5: Hastighetsprofil DS2.

Bybanen har en teoretisk gjennomsnittlig hastighet på 31,6 km/t fra Sandbrogaten holdeplass til NHH holdeplass, inkludert 30 sekunder oppholdstid på holdeplassene og 5 % tidspåslag for forsinkelse m.m. Strekning med sikt eller signal og overbygningstype blir kommentert senere under kapittel 3.1.2 *Beskrivelse av trasé*.

På figuren under er det vist en oversikt over grad av separasjon. Det skilles på tre grader av separasjon:

- Bane i gate (fremførelse reguleres av både jernbane og veitrafikklovgivning)
- Bane i særskilt banelegeme (fremførelse reguleres kun av jernbanelovgivningen)
- Bane i eget banelegeme (fremførelse reguleres kun av jernbanelovgivningen)

Dette er i tråd med definisjonen i *Forskrift om krav til sporvei, tunnelbane, forstadsbane m.m. (kravforskriften)*, som blant annet setter krav til at «Det skal ikke bygges nye planoverganger der kjøretøy fremføres på eget banelegeme». Definisjonen av grad av separasjon er ikke identisk med begrepene *Gate* og *Egen trase* i Bybanens tekniske regelverk. Med hensyn til krav til linjeføring skilles det kun på de to kategorier *Gate* og *Egen trase* i tekniske regelverk, og definisjonene er noe ulik definisjonen over.



Figur 6: Grad av separasjon fra annen trafikk.

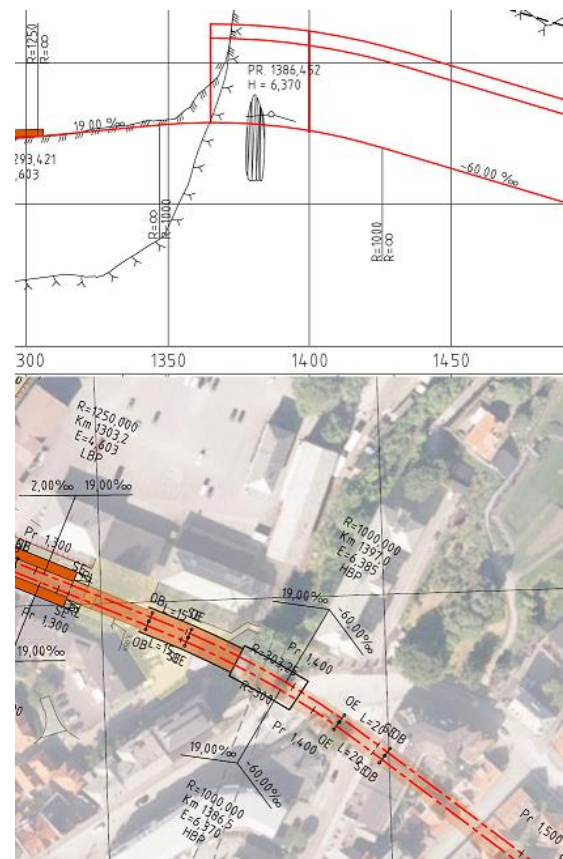
Delstrekningen består av to tunneler, to dagstrekninger og fire holdeplasser. Det er en underjordisk holdeplass ved Sandviken kirke. De tre holdeplassene i dagen er i Amalie Skrams vei, nedenfor Sandviken sykehus og ved NHH. På strekningene i dagen ligger traseen i særskilt banelegeme ved siden av veg og gang- og sykkelveg, men separert fra annen trafikk.

3.1.2 Beskrivelse av trasé

Traseen starter i tunnelen i enden av Sandbrogaten. I Sandbrogaten (DS1) følger traseen dagens terreng og stiger opp mot tunnelportal i enden av gaten. Direkte innenfor portalen krysser bybanetraseen gjennom Skansentunnelen, som er en jernbanetunnel som går fra Bergen jernbanestasjon og til Koengen, og som i dag brukes til hensetting av godstog.

I arbeidet har en sett på alternative traseer som går over jernbanetunnelen, eventuelt over en senket jernbanetunnel, men en har ikke funnet løsninger som er fullgode med tanke på risiko for bebyggelse over planlagt bybanetunnel eller vern av kulturminner.

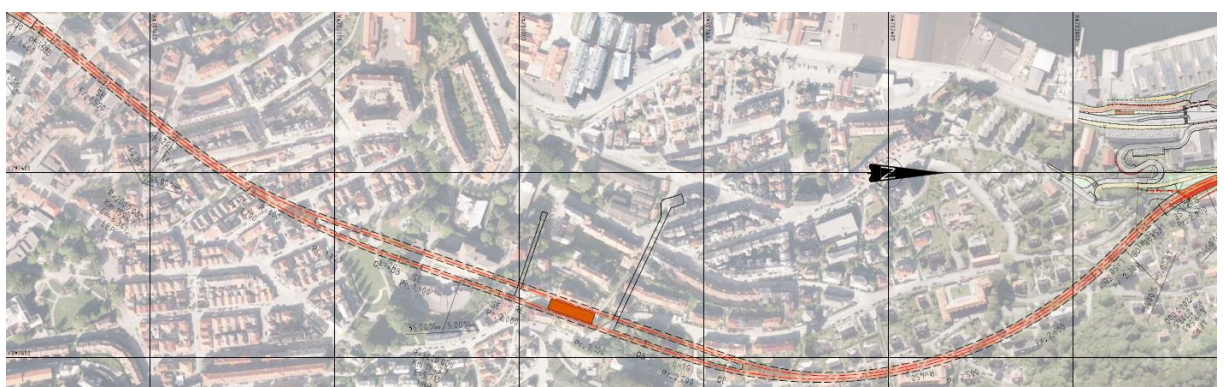
Det er lagt inn et høybrekk med radius 1000 og 6 % fall i tunnelen fra Sandbrogaten, for å sikre tilstrekkelig overdekning til bebyggelse i Helgesens gate og Skuteviksveien. Den skarpe R=1000-vertikalkurven gjør at vertikalsikt ut av tunnelen mot Sandbrogaten er redusert, og medfører at hastigheten ut av tunnelen må begrenses til 30 km/t.



Figur 7: Kryssing av jernbanetunnel

Ettersom Sandbrogaten holdeplass planlegges nær tunnelportalen, vurderes dette som akseptabelt. Det vurderes ikke som mulig å fremføre bybanetunnelen med mindre overdekning under bebyggelse enn det som er lagt til grunn i regulert løsning.

Inne i tunnelen kurver traseen mot øst som følge av at terrenget og berget faller mot vest. Det etableres et lavbrekk cirka 250 m inn i tunnelen før banen stiger opp mot underjordisk holdeplass bak Sandvikskirken.



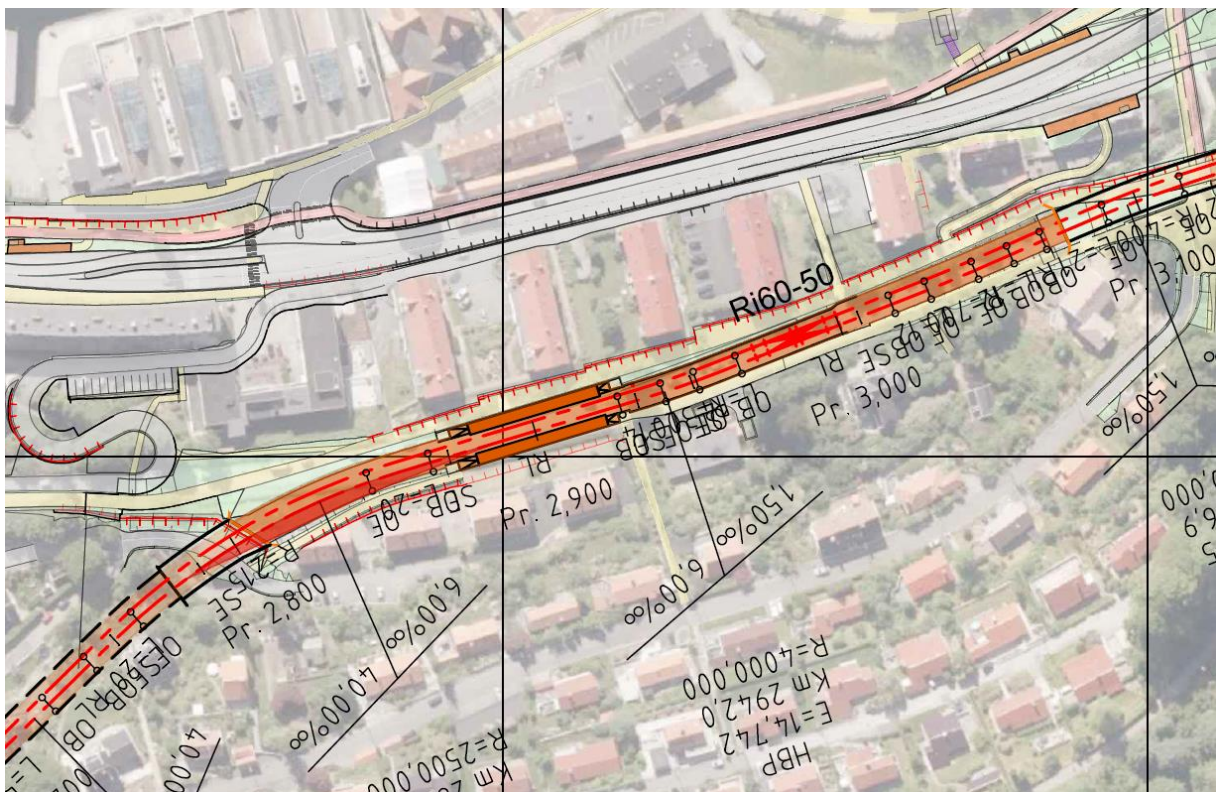
Figur 8: Oversikt tunnelstrekning Sandviken

Underjordisk stasjon bak Sandvikskirken planlegges med 12 meter bredde på midtplattform. Inn- og utgående spor må derfor splittes før stasjonen og fremføres som to separate ettløpstunneler det siste stykket før stasjonen. Nøyaktig hvor denne splitten kommer kan

optimaliseres i detaljprosjekteringsfasen når man har mer kunnskap om berget. I reguleringsplanforslaget er denne splittet lagt relativt langt fra holdeplassen. Dette for å gi stor fleksibilitet til senere optimalisering.

Etter underjordisk stasjon samles inn- og utgående spor igjen og de følger bergryggen på østsiden av Formanns vei, før traseen kommer ut i Amalie Skrams vei. På strekningen fra underjordisk stasjon og mot Amalie Skrams vei stiger traseen med 5 ‰ de første 600 meterne før traseen stiger med 4 ‰ direkte før traseen kommer ut i dagen.

Ut av tunnelen er det begrenset sikt langs skjæringen/støttemuren mot der firemannsboligen i Amalie Skrams vei 33 i dag ligger. For å ivareta siktkrav og anleggsgjennomføring er de to første av firemannsboligene foreslått revet. Her er det lagt til grunn maks 40 km/t hastighet for å unngå unødvendige store inngrep på boligene/tomtene.

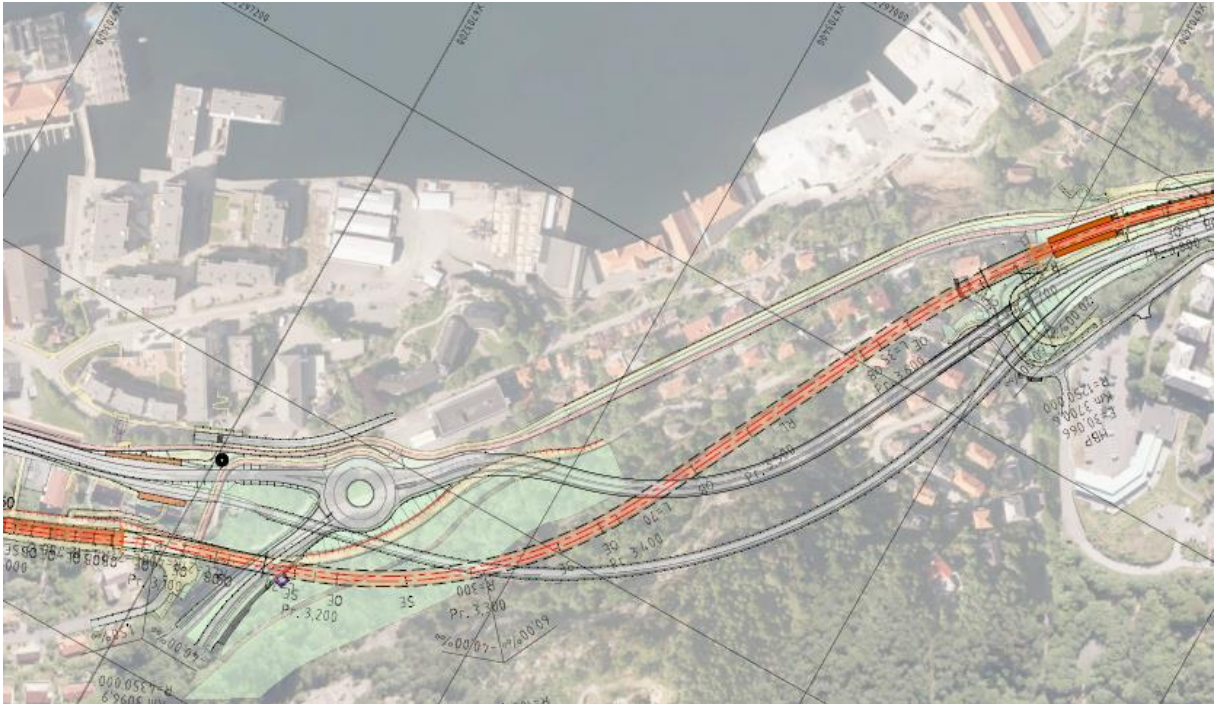


Figur 9 Holdeplass Amalie Skrams vei

Holdeplassen i Amalie Skrams vei er plassert slik at overgangen i nord passer med gangstien som kommer ned skråningen øst for plattformen fra Sudmanns vei og Sandvikslien.

Direkte etter holdeplassen er det avsatt plass for sporsløyfer i kryss til bruk i avvik. Traseen fra holdeplass og mot nord går langs Amalie Skrams vei med gang- og sykkelveg på begge sider av traseen. På østsiden av traseen vil gang- og sykkelvegen benyttes som kjøreadkomst til boligene på østsiden, og det legges til grunn at det må etableres rekkverk mellom banetraseen og gang- og sykkelvegen for å unngå at biler kjører ned på banesporet. Det er også ønskelig med rekkverk helt i nord ved Brødretomten, for å unngå at det etableres en snarveg over sporet i det punktet hvor bane fra nord kommer opp fra tunnelen fra Sandviken sykehus. Her har banen lite sikt til siden av traseen som følge av støttemur langs banen.

Ved Brødretomten i cirka profil 2,980, faller traseen samtidig som gang- og sykkelvegen på begge sider stiger. Traseen kommer derfor raskt under bakken og det etableres kulvert frem til antatt påhugg på nordsiden av påkjøringsrampen til Fløyfjelltunnelen. Tunnelen fra Amalie Skrams vei til Sandviken sykehus går under Munkebotstunnelen og får dermed en stigning på 6 % for å nå terreng ved Sandviken sykehus.



Figur 10: Tunnel fra Amalie Skrams vei til Sandviken sykehus

Traseen kommer ut i nabben mellom Åsaneveien og E39 med holdeplass direkte utenfor påhugg. For å sikre tilstrekkelig sideoverdekning i tunnelen sør for holdeplassen, er det nødvendig å ha en kurve med $R=580$ langs plattformen.

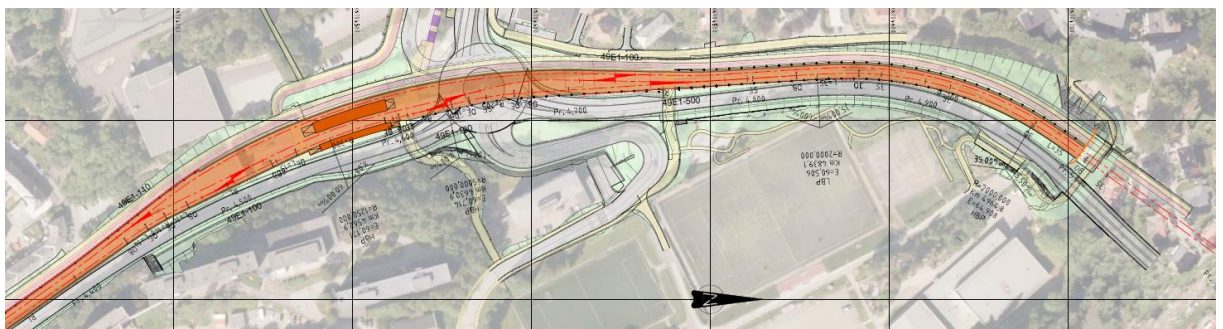
Etter Sandviken sykehus holdeplass fremføres banetraseen i dagens sørgående løp av E39. Nordgående løp skal i fremtiden benyttes som lokalveg og det må som følge av trafikkmengde etableres kjørestrekk mellom bane og veg. For å få til grøntrabatt mellom bane og veg, legges hvitlinje inntil dynamisk profil slik at rømningsarealet (A) blir i selve grøntrabatten.



Figur 11 Dagstrekning fra Sandviken sykehus til NHH

På grunn av rekkverk mellom bane og veg, og dermed manglende sikt, må banen fremføres på signal på stekningen fra Sandviken sykehus og opp mot NHH. Ved NHH har det vært ønskelig å etablere en holdeplass og et robust sporarrangement som tillater at banen kan snu, selv med forstyrrelser i trafikken. Det er derfor lagt opp til et midtspor, som i normal drift kan benyttes til vending av bane, men også et uttrekkspor bak. Uttrekksporet bak kan benyttes til vending ved avvik, eventuelt hensetting av defekt materiell. For å få til ønsket sporplan og komme over Helleveien, har det vært nødvendig å legge holdeplassen i 4 % stigning. Dette er et avvik, ettersom banen skal kunne snu på midtsporet. Avviket er i RAMS-analysen vurdert å innebære et akseptabelt risikonivå, og er på bakgrunn av gjennomført RAMS-analyse godkjent av Bybanen AS. Uttrekksporet ligger flatt.

Ved NHH er dimensjonerende hastighet satt til 40 km/t som følge av kurvaturen. Her er det mulig å fremføre banen uten signal, som følge av gode siktforhold. Etter holdeplassen fortsetter banetraseen over Helleveien og må fra kurven inn mot Eidsvåg tunnelen igjen fremføres på signal som følge av manglende horisontal- og vertikalsikt.



Figur 12 Sporplan NHH

3.1.3 Liste over minimumsverdier

Selv om det har vært fokus på god sporgeometri gjennom hele arbeidsprosessen, er det flere steder det har vært nødvendig å godta minimumsverdier, blant annet for å få til ønsket plassering av holdeplass og trasé.

Tabell 1: Oversikt minimumsverdier bane.

Lokalisering	Fravik	Krav i teknisk regelverk (minimumskrav)	Årsak	Konsekvens
Km. 1,400	R=1000 vertikalkurve	R>1250 (min R>1000)	For å få overdekning i tunnel	Lav hastighet, som følge av manglende vertikalsikt. Sikkerhetsmessig OK pga. lav hastighet.
Km. 1,430 – 1,540	Stigning/fall 6 %	4 % (min 6 %)	For å få overdekning i tunnel	Inne i tunnel. Lite klimapåvirkning. Vurderes OK

Lokalisering	Fravik	Krav i teknisk regelverk (minimumskrav)	Årsak	Konsekvens
Km 2,700	Kombinasjon av vertikalkurve og horisontal overhøyderampe	Overhøyderampe bør ikke legges sammenfallende med vertikalkurve (min $R > 2000$)	For å få overdekning i tunnel og kurve tunnel med landskapsform / bergskrent.	Lav hastighet ut av tunnel som følge av manglene sikt. Vurderes OK
Km. 2,800	R=215 horisontalkurve	$R > 300$ (min $R > 50$)	For å kurve tunnel med landskapsform / bergskrent.	Lav hastighet, som følge av manglende sikt. Vurderes OK
Km 2,820	Kombinasjon av vertikalkurve og horisontal overhøyderampe	Overhøyderampe bør ikke legges sammenfallende med vertikalkurve (min $R > 2000$)	For å få overdekning i tunnel og kurve tunnel med landskapsform / bergskrent.	Lav hastighet ut av tunnel som følge av manglene sikt. Vurderes OK
Km 3,100	Kombinasjon av vertikalkurve og horisontal overhøyderampe	Overhøyderampe bør ikke legges sammenfallende med vertikalkurve (min $R > 2000$)	For å få overdekning i tunnel og sikt ut av tunnel	$R_v = 4350$. Vurderes OK
Km 3,150	Kombinasjon av vertikalkurve og horisontal overhøyderampe	Overhøyderampe bør ikke legges sammenfallende med vertikalkurve (min $R > 2000$)	For å få overdekning i tunnel og sikt ut av tunnel	$R_v = 4350$. Vurderes OK
Km. 3,300	R=1000 vertikalkurve	$R > 1250$ % (min $R > 1000$)	For å få avstand til Munkebotstunelen	Lavbrekk. Vurderes OK.
Km. 3,340 – 3,660	Stigning/fall 6 %	4 % (min 6 %)	For å få komme under Munkebotstunelen og samtidig nå terreng nedenfor	Inne i tunnel. Lite klimapåvirkning. Vurderes OK

Lokalisering	Fravik	Krav i teknisk regelverk (minimumskrav)	Årsak	Konsekvens
			Sandviken sykehus	
Km. 3,720	R=580 horisontalkurve langs plattform	R>700 (min R>300)	For å få til ønsket plassering av holdeplass og unngå område med lite sideoverdekning i tunnel	I størrelsesorden <2 cm ekstra avstand mellom vogn og plattform. Vurderes OK
Km 4,00	Kombinasjon av vertikalkurve og horisontal overhøyderampe	Overhøyderampe bør ikke legges sammenfallende med vertikalkurve (min R>2000)	For å følge terreng/E39	H=30. Vurderes OK. Vertikalkurve kan i detaljprosjekteringsfasen økes til R=3000/4000
Km. 4,150 – 4,300	Stigning/fall 4,8 %	4 % (min 6 %)	For å følge terreng/E39	Vurderes OK.
Km. 4,300 – 4,550	Stigning/fall 6,0 %	4 % (min 6 %)	For å følge E39 og komme over Helleveien	Vurderes OK. Ingen alternativ.
Km. 4,400	R= 160 horisontalkurve	R>300 (min R>50) Gitt krav til egen trase i TR	For å få til ønsket sporplan og plassering av holdeplass ved NHH	Lav hastighet, som følge av manglende sikt. Vurderes OK
Km. 4,450	R=250 horisontalkurve	R>300 (min R>50) Gitt krav til egen trase i TR	For å få til ønsket sporplan og plassering av holdeplass ved NHH	Lav hastighet, som følge av manglende sikt. Vurderes OK
Km. 4,540	Stigning/fall 4 % langs plattform som skal benyttes til vending	0 % (min 0,3 %)	For å få til ønsket sporplan og plassering av holdeplass ved NHH	Vurdert i RAMS analyse og vurdert som OK

Lokalisering	Fravik	Krav i teknisk regelverk (minimumskrav)	Årsak	Konsekvens
Km. 4,550	R=300 / 300 / 400 horisontalkurve langs plattform	R>700 (min R>300)	For å få til ønsket plassering av holdeplass plass til Åsaneveien og GS-vei nord for plattform	I størrelseorden <4 cm ekstra avstand mellom vogn og plattform. Vurderes OK
Km. 4,610	R=5000 vertikalkurve i sporsløyfe	I sporvekslene ungeparti skal minimum vertikalkurveradi us være 5000 meter.	For å få til ønsket sporplan og plassering av holdeplass ved NHH	Vurderes OK
Km. 4,640	R=205 horisontalkurve	R>300 (min R>50) Gitt krav til egen trase i TR	For å få til ønsket sporplan og plassering av holdeplass ved NHH	Lav hastighet, som følge av manglende sikt. Vurderes OK
Km. 4,650	R=125 horisontalkurve	R>300 (min R>50) Gitt krav til egen trase i TR	For å få til ønsket sporplan og plassering av holdeplass ved NHH	Lav hastighet, som følge av manglende sikt. Vurderes OK
Km 4,820	Kombinasjon av vertikalkurve og horisontal overhøyderampe	Overhøyderampe bør ikke legges sammenfallende med vertikalkurve (min R>2000)	For å nå terreng før Eidsvågs-tunnelen	Lavbrekk. Vurderes OK
Km. 4,650	R=200 horisontalkurve	R>300 (min R>50)	For å få til følge kurvatur på eksisterende vei	V=50 km/t. Vurderes OK
Km 4,950	Kombinasjon av vertikalkurve og horisontal overhøyderampe	Overhøyderampe bør ikke legges sammenfallende med vertikalkurve (min R>2000)	For å nå terreng før Eidsvågs-tunnelen	H=50mm. Vurderes OK

3.2 Banestrøm

3.2.1 Likeretterstasjoner

Simuleringer av strømforsyningen til Bybanen fra sentrum til Vågsbotn har vist at et system med syv likeretterstasjoner langs banen gir gode forsyningsforhold. I disse vurderingene er det lagt til grunn at depotene ved Åsane terminal og Vågsbotn skal forsynes fra egne likerettere – det vil si separate anlegg uten kobling mot DC-anleggene som mater linjen.

For delstrekning 2 (DS2) er det planlagt og simulert med likeretterstasjoner ved Amalie Skrams vei (km 3,11 i simulering, men senere flyttet til km 2,78) og ved NHH (km 4,67).

Disse plasseringene av likeretterstasjonene gir god støtte, selv dersom en likeretterstasjon (på delstrekning 2 eller andre delstrekninger) skulle falle ut eller være frakoblet i forbindelse med vedlikehold.

Plasseringene av likeretterstasjonene er vist på plankart, og i innsynsmodellen for prosjektet.

3.2.2 Kontaktledning (KL)

Det anbefales å bruke kontaktledning med bæreline for hele delstrekning 2, for å kunne ha lengre avstand mellom KL-master og færre punkter langs strekningen med innmating fra banestrømforsyning. I Amalie Skrams vei bør det i detaljprosjekteringsfasen sees på å minimere det fysiske inntrykket av KL-anlegget. Det anbefales å bruke enkeltsidige master med utligger for begge spor på hoveddelen av strekningen. Der det er kurver plasseres mastene i ytterkurven, men det må tas stedlige hensyn. Helhetsinntrykk på gateutforming optimaliseres i detaljprosjekteringsfasen. Midtstilte master anbefales ikke, da dette vil medføre behov for større avstand mellom sporene og dermed større areal enn nødvendig. På holdeplasser anbefales det å bruke standard holdeplassprinsipp med sidestilte master, med syntetisk tau mellom mastene. Behov for unntak fra standard utforming vil avdekkes i detaljprosjekteringsfasen.

Reguleringsplanfasen har avdekket følgende behov for avvik fra den generelle anbefalingen:

- Vekslingsfelt plasseres hovedsakelig i tunnel på grunn av plassering av holdeplasser og kurvatur. Ved tunnelen nordover fra Amalie Skrams vei kan vekslingsfelt plasseres utenfor tunnelmunning med master på begge sider. Vekslingsfelt bør optimaliseres i neste planfase med tanke på estetiske hensyn til lokal gatestruktur.
- I Amalie Skrams vei er det dobbel sporsløyfe som medfølger tett med master på begge sider for å håndtere 4 stk kontaktledninger. Dette må optimaliseres i detaljprosjekteringsfasen slik at omfanget av KL-anlegget blir mest mulig minimert med hensyn til estetiske behov.
- I dagsonen ved NHH er plassering av master gjort slik at en reduserer antall master ved Åsaneveien. Det innebærer at mastene plasseres i støyskjermutformingen på motsatt side, samt at fixpunkt med avspenninger blir på forskjellige steder i dagsonen. Når det gjelder utfordringer knyttet til forskjellig plassering av fixpunkt, se punkt 2 under Utfordringer nedenfor. Det presiseres at dette området har et smalt profil med lite areal for teknisk infrastruktur til Bybanen.
- Ved holdeplass NHH er KL-mastene plassert på brakett på utsiden av broutforming.

- Det planlegges å avvike fra masteplassering for standard utforming på NHH holdeplass på grunn av midtplattform. KL-masten som i utgangspunktet skal plasseres på midtplattform, plasseres istedenfor på utsiden av banetraseen. KL-løsning for oppheng på holdeplass detaljeres i detaljprosjekteringsfasen.
- Ved NHH er det 3 hovedspor, samt flere sporsløyfer som gjør at det blir mange master i dette området. Masteplassering bestemmes av sporsløyfene, samt at det planlegges at spor nærmest NHH får egne master. Planen er at sporene nærmest Åsaneveien dekkes av samme mast. Ved enkelte steder vil det være behov for midtstilte master.
- Det planlegges å etablere et vekslingsfelt for utgående spor i nærheten av NHH holdeplass for å få fixpunkt på ønsket plassering bort fra Åsaneveien, samt å ha kontroll på maksimal ledningslengde i dagsonen.

Utfordringer:

- Løsning for kontaktledningsanlegget i første del av tunnelen ved Sandbrogaten er uavklart, se notat NO-DS1-029.
- Når fixpunktene for to kontaktledninger ikke er på samme sted på strekningen, må man benytte en egen utligger per kontaktledning. Det betyr at man ikke kan benytte en felles utligger for begge kontaktledningene, selv om de blir holdt oppe av samme mast.
- Plassering av sporsløyfer ved NHH skaper utfordringer for KL i form av at tråden for avspenning må gå over plattform. Det er ønskelig å se nærmere på plassering av sporsløyfe i neste planfase.

Seksjonsisolatorer må prosjekteres etter mulighet for å utføre utkoblinger, og mulighet for trafikkgjennomføring og vedlikehold. Dette må også tilpasses signalplassering. På delstrekningen vil det være viktig å beskytte mot direkte og indirekte berøring av spenningsførende deler fra kontaktledningsanlegget fra bilbroer, gangbroer og lignende.

Masteplassering er førende, men kan tilpasses stedlig behov for belysning. Det er i denne planfasen ikke sett på kontaktledningsanlegg inne i tunnel.

3.3 Bane signalanlegg

På delstrekning 2 går Bybanen i sin helhet på egen trasé i tunnel og i særskilt trasé på dagstrekningene, og har stedvis begrensede siktforhold. For å kunne opprettholde høyest mulig kjørehastighet på steder der man har redusert siktforhold, vil det være behov for signalanlegg for banen. I tunnelene vil det være behov for signalanlegg for å oppnå lang nok avstand mellom tog som kjører i samme retning.

3.3.1 Plassering av signalobjekter

Tunnel / kulvert

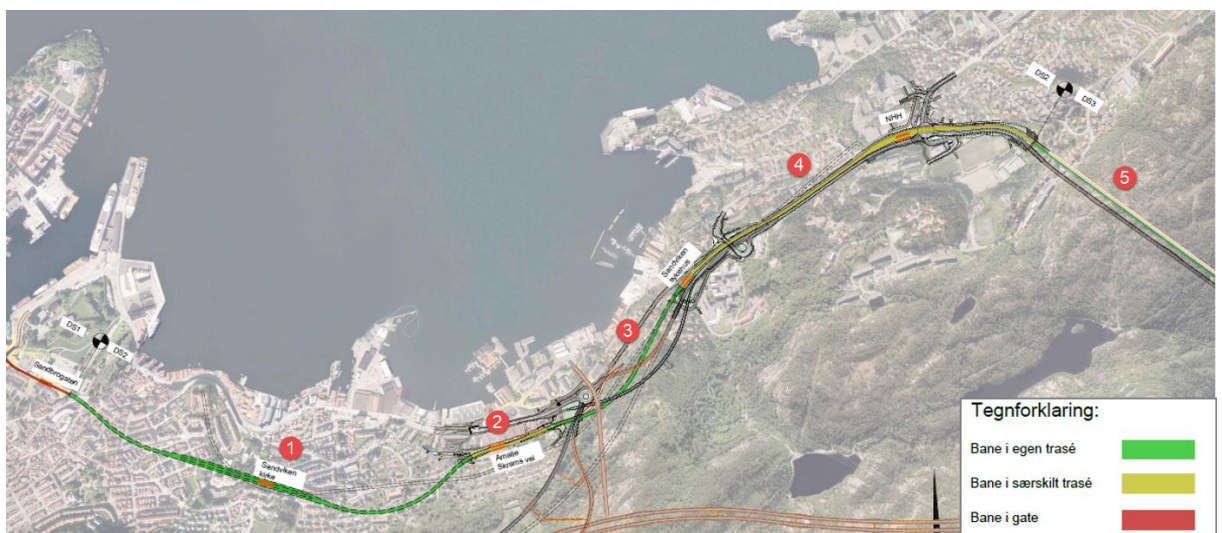
- Utstyrsskap (AS-skap) plasseres fortrinnsvis ved holdeplasser for god tilgang ved installasjon og drift. Ved behov for skap langs traseen, settes disse primært i utstøpte nisjer langs sporet, slik at man oppnår god oversikt og tilstrekkelig sikkerhetsavstand til sporet.

- På underjordisk stasjon kan AS-skap settes i eget signalteknisk rom nede ved plattform (under rulletrapp eller annet hensiktsmessig sted).
- Signaler plasseres utenfor rømningsprofilen, fortrinnsvis på vegg.
- Ved utfordrende siktforhold kan det vurderes bruk av forsignal for å varsle om tilstand på neste hovedsignal (forvent stopp / forvent kjør). Det kan også vurderes å plassere signaler på venstre side av spor, dvs. hengende ned fra taket mellom sporene, med pilskilt for å indikere sportilhørighet.
- Skilt settes på vegg over rømningsprofilen, alternativt på KL-master eller egne master dersom hensiktsmessig.

Dagstrekninger

- Signaler og skilt plasseres utenfor rømnings- og klemfare profilen, på egne master der det er hensiktsmessig, alternativt på KL-master. Ved behov kan disse flyttes ut på egne master i tilstøtende grøntarealer, dersom de ikke utgjør en for stor kollisjonsfare for syklist og andre myke trafikanter i området.
- Ved utfordrende siktforhold kan det vurderes bruk av forsignal for å varsle om tilstand på neste hovedsignal (forvent stopp / forvent kjør). Det kan også vurderes å plassere signaler på venstre side av spor, dvs. på mast mellom sporene, med pilskilt for å indikere sportilhørighet.
- AS-skap plasseres fortrinnsvis ved holdeplasser for god tilgang ved installasjon og drift. Ved behov for skap langs traseen, plasseres disse i passe avstand til sporet slik at man oppnår god oversikt og tilstrekkelig sikkerhetsavstand til sporet. Ved behov kan disse flyttes ut i tilstøtende grøntarealer der dette er mulig.

3.3.2 Områder som må avklares med hensyn til signalregulering



Figur 13: Oversiktskart som viser områder som må avklares mht. signalering

Tabell 2: Beskrivelse av områder som må avklares mht. signalering.

Område	Beskrivelse av strekning	Hensiktsmessigheten av bane signalanlegg
1. Sandbrogaten – Amalie Skrams vei	Strekning i tunnel	Begrense samtidige antall tog i hver retning
2. Amalie skrams vei	Kort strekning i dagen, egen trasé og sporsløyfer i kryss	Styring av vekslene i sporsløyfene
3. Amalie Skrams vei – Sandviken sykehus	Strekning i tunnel	Begrense samtidige antall tog i hver retning
4. Sandviken sykehus - NHH	Egen trasé i dagen, midtspor for vending eller hensetting av tog	Kompensere for redusert sikt slik at man kan opprettholde større kjørehastighet. Styring av vekslene inn og ut av midtsporet
5. NHH – Eidsvåg	Egen trasé i dagen og strekning i tunnel	Kompensere for redusert sikt slik at man kan opprettholde større kjørehastighet på dagstrekningen. Begrense samtidige antall tog i tunnelen i hver retning

Det er behov for følgende avklaringer i det videre arbeidet:

- Reversibelt bane-signalanlegg (kjøring på signal begge veier på begge spor). Dette kan være gunstig ved avvikssituasjoner der det er behov for enkeltsporkjøring.
- Hvor det skal anlegges bane-signalanlegg og om det skal være en eller flere blokkstrekninger på den enkelte delstrekningen.
- Om det er hensiktsmessig å etablere skilt eller signaler til venstre for sporet for å bedre siktforhold i høyrekurver.

3.4 Elektroanlegg

3.4.1 Elektroanlegg banetrasé

Fordelinger plasseres integrert i veggen i lehuset på holdeplassene. Frittstående skap plasseres integrert i landskapet, med prinsipp om at det er grønne skap i grønne områder og grå skap i mer urbane områder. Farger og plassering koordineres med landskapsarkitekt i detaljeringsfasen. Elkrafttilførsel til holdeplasser og likeretter må koordineres med BKK Nett i senere faser.

På holdeplassene monteres det lysarmaturer i toppen av holdeplassens KL-master for å belyse plattformene. I lehuset monteres det integrerte linjearmaturer i lehusetaket. Ved den oransje skiven (veggen i lehuset) monteres det linjearmatur med asymmetrisk reflektor i lehusetaket for ekstra belysning.

Integrering av veglys i midtstilte KL-master kan gi utfordringer knyttet til vedlikehold av veglysene. I de fleste områdene legges det opp til sidestilte KL-master. Der disse følger veien,

vil en forsøke å utnytte disse også for veglys. For veglys i egne master benyttes det standard master/armaturer. Evt. omlegging av eksisterende veglys må sees i sammenheng med planlagt veglys. GS-veg belyses med standard master/armaturer. Effektbelysning tas underveis i prosjekteringsfasen, i samråd med LARK. Det legges opp til belysning av trapper og ramper, iht. universell utforming. For trapper vil det bli vurdert snøsmelteanlegg.

Det legges opp til at Bybanetunnelene normalt er mørke, og utstyres kun med nødlys. Nødlyset styres via nødstyreskap ved tunnelens innganger/portaler, ved deteksjon av inntrenging eller sentralt fra driftssentral.

Tunnelen fra Sandbrogaten til Amalie Skrams vei og videre til Sandviken sykehus planlegges med ventilasjon. Tunneltekniske rom forsøkes plassert utenfor tunnelene eller sammen med likerettere.

Hovedføringsveier langs banen etableres som innstøpt trekkerørstrasé, på begge sider av banen. Unntaket er i tunneler, hvor det etableres kabelkanaler. Ved holdeplasser etableres det en plasstøpt trekkekum under/bak den oransje skiven i lehuset, som hovedtraseen føres gjennom i bakkant av. Mellom disse trekkekummene etableres det en innstøpt trekkerørstrasé som tverrforbindelse.

Bybanens anlegg og ledende objekter i nærheten av banen skal jordes iht. gjeldende forskrifter, spesielt FEF kap. 9 og NEK 900. For veger følger forskrifter og håndbøker samt REN-blader til etablering av nye føringsveger for omlegging av eksisterende anlegg. Eksisterende kabelanlegg innenfor anleggsområdet og evt. tiltak for disse må vurderes i samråd med kabeletatene.

Elkrafttilførsel må koordineres med BKK Nett i senere fase, og det er derfor for tidlig å si noe om plassering av nettstasjoner. Noen eksisterende nettstasjoner vil komme i konflikt med enten banen eller sykkelvegen, men dette løses i prosjekteringsfasen. Det er i denne omgang funnet alternativ plassering og vurdert at det er mulig å løse innenfor normal omlegging.

Belyste skilt og signalregulering for syklende og gående må tilpasses og være funksjonelt for avvikling av annen trafikk. Trygghetsfølelse og sosial kontroll må forsterkes med god belysning som ikke er til sjenanse for gående eller andre.

3.4.2 BKK Høyspent, 45-300 kV

I forbindelse med byggegrøp for bybaneportal i Sandbrogaten, vil eksisterende jordkabel, type oljefyllt med spenningsnivå 45 kV, komme i konflikt med utbyggingen av banen. Denne kabelen planlegges omlagt med skjøt i Helgesens gate og midlertidig kabel rundt byggegrøpen. Utredning av midlertidig omlegging er gjort i samarbeid med BKK og funnet at det er mulig å løse innenfor gitt tidsramme. Permanent omlegging og løsning avklares i tett dialog med BKK i senere fase.

BKK Nett planlegger å forsterke sitt høgspenningsnett i området. Fra nettstasjonen på Koengen vil de etablere to stk. 132 kV høgspenningsanlegg samt legge 4 stk. 11 kV kabler nordover i gatene Bontelabo, Sjøgaten, Sandviksveien og videre til Hellen trafostasjon. Ved Gjensidigegården vil det være et knutepunkt hvor det går en trasé via holdeplassen i Amalie Skrams vei til Sandviken trafostasjon i Fjellveien. Anleggene legges sannsynligvis i en OPI-kanal. Trasévalg fra Amalie Skrams vei til Sandviken trafostasjon, og fra knutepunkt ved Gjensidigegården til Saltimport, må avklares i prosjekteringsfasen. Størrelsen på denne er ikke endelig bestemt, men kan fort bli minst 80 cm x 80 cm.

3.4.3 BKK Høyspent, 11-22 kV

Det er flere steder hvor 11 kV kommer i konflikt med eksisterende nettstasjoner. Disse er mulig å løse senere i samarbeid med BKK. Nettstasjoner som ligger i umiddelbar nærhet til DS2-traseen vil være typiske konfliktområder som må løses spesielt.

Høyspentkabler må legges om i samarbeid med BKK og samles i nye traseer.

Likerettere er plassert i Sandbrogaten (tunnelportal), Amalie Skrams vei og ved NHH. I dialog med BKK er det funnet at det er kapasitet i høgspennetnettet til disse, men løsning må vises i detaljeringsfasen. I den forbindelse kan det være aktuelt å hente kapasitet noen steder utenfor reguleringsgrensen.

Ved forsyning til underjordisk stasjon i Sandviken må det etableres en ny nettstasjon i inngangspartiet/ teknisk rom bak Sandvikskirken.

Ved etablering av holdeplasser i Amalie Skrams vei og Sandviken sykehus vil det være konflikt med kryssende 11 kV kabler. Dette løses ved enten å støpe inn kryssing i opi-kanal, eller ved omlegging.

3.4.4 BKK Lavspenning

Det er identifisert noen områder hvor eksisterende kabler kommer i konflikt med utbygging av Bybanen:

- Sandviken i forbindelse med utganger fra underjordisk stasjon
- NHH i forbindelse med konstruksjoner
- Holdeplasser og tunneler ved Amalie Skrams vei og Sandviken sykehus

Lavspenningkabler som forsyning til boliger og kontorer/industri kan komme i konflikt og løses i prosjekteringsfasen i samarbeid med BKK.

Det skal etableres ny belysning langs traseen og forsyning til disse må plasseres hensiktsmessig i forhold til lysberegning og FEBDok kortslutningsberegning.

Det skal etableres ny hovedsykkelrute på strekningen. På deler av strekningen går denne utenfor veg- og banetrasé. I den forbindelse kan belysning heve opplevelsen av trygghet. Dette må behandles som et særskilt objekt der konsept for lysdesign må utarbeides.

3.4.5 Telenor

I området ved byggegrop for tunnelportalen i Sandbrogaten kommer eksisterende kabler i konflikt med utbygging av banen. Telenor vil utfase alle kobberkabler og behovet vil med dette reduseres.

3.4.6 BKK fiber, Broadnett, Telia, Canal Digital osv.

Områder hvor eksisterende kabler kommer i konflikt med utbygging av DS2, kommer frem av tegningsunderlag eksisterende kabler.

3.4.7 Infrastrukturplan

I forbindelse med at gater og fortau skal graves opp, ønsker noen offentlige etater og halvoffentlige selskap å delta i prosjektet med sine anlegg. For å ivareta alle disse interessene

er det laget en infrastrukturplan som viser hvordan en kan få plass til de ulike aktørene på tilgjengelig areal.

Følgende store aktører er involvert i området når det gjelder infrastruktur under bakken:

- VA-etaten har hovedanlegg for både vannforsyning og avløpstransport i området.
- Statens vegvesen og fylkeskommunen eier en del sluk og stikkrenner langs hovedvegene og gatene i området.
- BKK Nett har el-anlegg i området i dag. I hovedsak lav- og høgspent til lokal strømforsyning. BKK Nett planlegger å forsterke sitt høgspentnett i området. Hellen trafostasjon blir oppgradert og utvidet med ny forsyning som gir økt kapasitet i hele Sandviken og DS2-strekningen.
- Telenor har anlegg i området i dag. Vi er ikke kjent med at de planlegger noen større utbygginger i området. Eksisterende anlegg må ivaretas.
- BKK Varme har ikke fjernvarmeanlegg i området i dag, men vurderer å bygge ut fjernvarmeanlegg mot Kristiansholm og NHH.
- BIR Nett utreder rørbasert bossnett i Sandviken-området, og i Kristianholmplanen utredes et privat rørbasert bossnett. I utgangspunktet er ikke disse bossnettene med i bybaneprosjektet, men bybaneprosjektet kan innebære nærføring og kryssinger av bossrør.
- I tillegg er det en del private VA-anlegg, og andre leverandører av bredbånd og kabel-TV o.l. i dette området. Eksisterende anlegg må ivaretas.

Prosjektet er modellbasert og hovedanleggene er «prosjektert» i en felles modell. I modellen er de ulike tekniske anleggene koordinert i forhold til hverandre for å sikre minimumsavstander, kryssinger osv. Modellen skal vise at anleggene kan bygges, og at konflikter er løst før en starter arbeidet med detaljprosjekteringen. Dette er avgjørende i trange tverrsnitt med store anlegg som er lite fleksible.

Basert på modellen i prosjektet er det produsert tegninger for det ulike fagene. Plan- og profiltegninger, noen snitt, samt en felles infrastrukturplan:

- H-tegninger viser offentlige og private VA-ledninger samt fremtidig fjernvarme. Det er laget oversiktstegninger, plan- og profiltegninger samt noen snitt-tegninger som viser prinsipp for hvordan man kan plassere installasjonene i tverrsnittet i trange områder.
- G-tegninger viser nedbørfelt, avrenningslinjer og flomveger til sjø.
- I-tegninger viser kabler. En tegningsserie viser eksisterende kabler og en annen viser nye planlagte traser med likerettere og trafo markert.
- GHI-tegninger er infrastrukturplan som sammenstiller overstående.

VA-etaten har eksisterende anlegg både på land og i sjø.

3.5 Banetunnel

3.5.1 Vann- og frostsikring

Ifølge Bybanens tekniske regelverk, punkt B2.2.2, skal krav til konstruksjon for vann- og frostsikring etterleve krav som er stilt i både Bane NORs tekniske regelverk 521, og Statens vegvesens håndbok N500.

Eksisterende tunneler på Bybanen bruker Giertsen T100 Tunnelhvelv som vannsikring. Dette er ikke en godkjent løsning i henhold til Bane NORs tekniske regelverk. Kravene i Bane NORs tekniske regelverk er stilt for jernbane hvor dimensjonerende hastighet kan være opp mot 250 km/t. For Bybanen er dimensjonerende hastighet kun 80 km/t. Det bør derfor ses på muligheten for å kunne fravike dette kravet, slik at man kan bruke samme løsningen som er brukt på eksisterende bybanetunneler i størst mulig grad. Alternativt må man bruke vanntett sprøytebetongkledning med sprøytebar membran, eller kontaktstøp med membran som vannsikringsløsning. Dette vil være svært fordyrende løsninger sammenliknet med Giertsen T100 Tunnelhvelv eller tilsvarende.

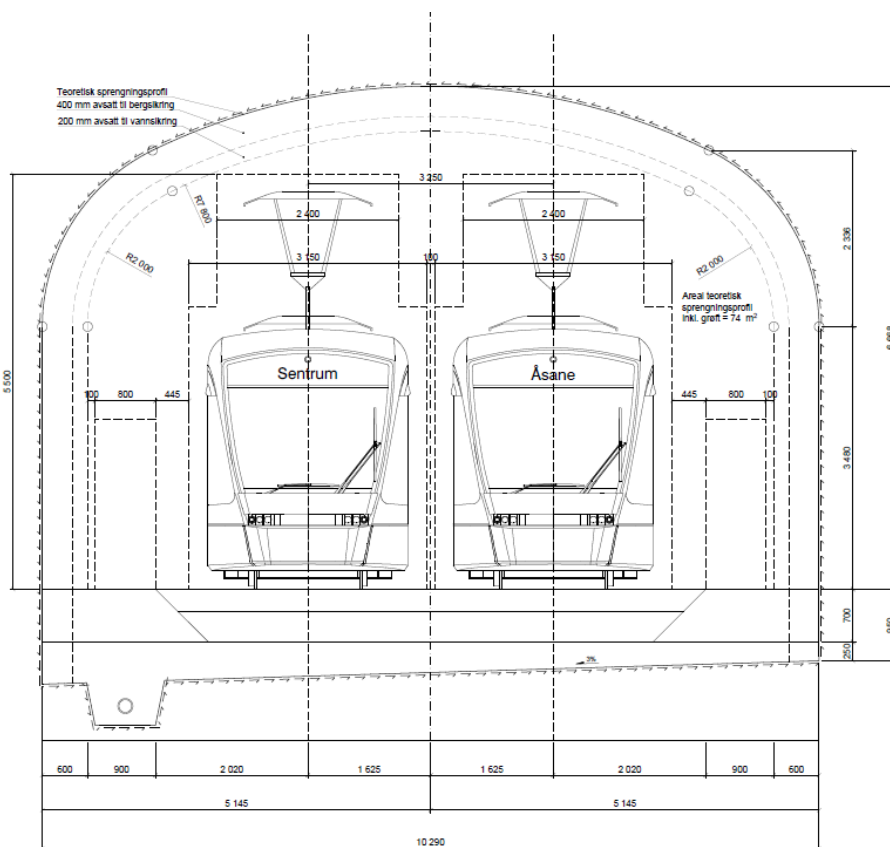
3.5.2 Pumpestasjon

Banens vertikageometri har lavbrekk i begge tunnelene. På tunnelstrekningen mellom Sandbrogaten og underjordisk stasjon i Sandviken ligger lavbrekket under Jens Rolfsens gate, og i tunnelen mellom Amalie Skrams vei og Sandviken sykehus ligger lavbrekket under Munkebotstunnelen.

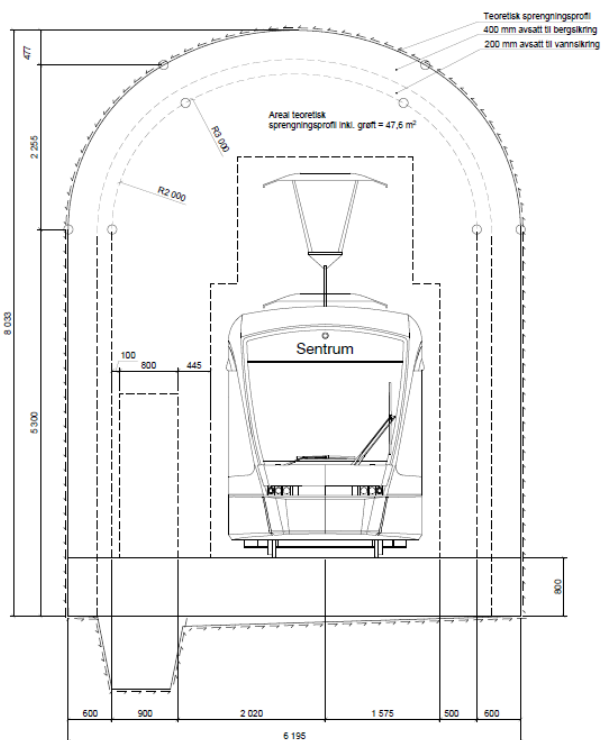
Overvann og eventuelt innlekkasjevann som samler seg i lavbrekksonen, må pumpes ut mot Sandbrogaten og Amalie Skrams vei. Det må sprenges ut en nisje i banetunnelen hvor det etableres pumpestasjon for overvann. Det legges pumpeledning under gangbane på siden av tunnelverrsnittet ut mot dagsonen. Overvann fra banetunnel ledes inn på overvannssystem i Sandbrogaten og Amalie Skrams vei.

3.5.3 Banetunnel Sandbrogaten – Amalie Skrams vei

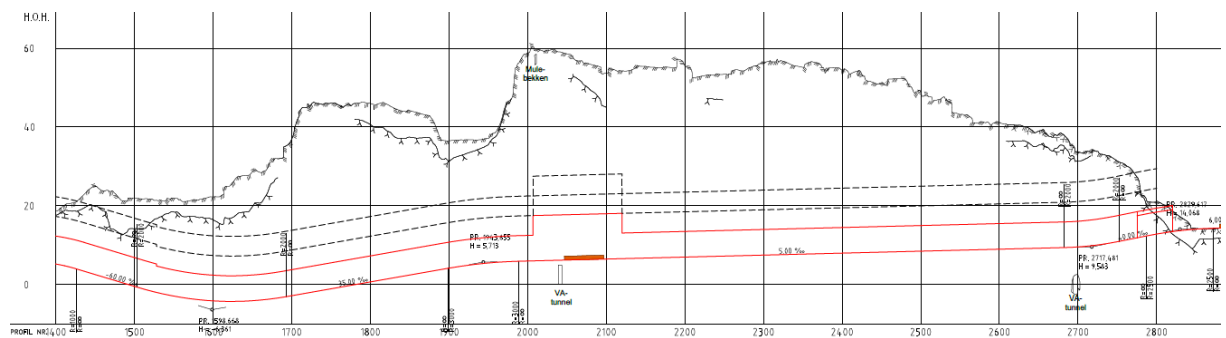
Ved enden av Sandbrogaten går man inn i en ca. 25 meter lang portalkonstruksjon, inkludert kryssing av den gamle jernbanetunnelen, før man kommer inn i berg. Herfra går bybanetraseen i dobbeltportunnel frem til den splittes til to separate ettløpstunneler det siste stykket sør for den underjordiske holdeplassen bak Sandvikskirken. Inn- og utgående spor går i ettløpstunneler også et stykke nord for holdeplassen, før de samles igjen og fortsetter i dobbeltportunnel frem til en ca. 30 meter lang portalkonstruksjon i Amalie Skrams vei. Nøyaktig hvor splittingene kommer, kan optimaliseres i detaljprosjekteringsfasen. Total lengde tunnel (inkludert portaler og underjordisk holdeplass) er 1440 meter.



Figur 14 Tverrsnitt dobbeltsporetunnel



Figur 15 Tverrsnitt ettsporetunnel



Figur 16 Lengdesnitt tunnel Sandbrogaten - Amalie Skrams vei inkludert underjordisk stasjon

Brannsikkerhet – rømning og redning

Til reguleringsplanarbeidet er kun plasskrevende tiltak vurdert, som rømningsveier, størrelse på tunnelprofil slik at det er plass til tekniske tiltak, samt tilkomstveier for brannvesenet. Det vil til detaljprosjekteringen være nødvendig å prosjektere endelige krav brannverntiltak.

Det skal etableres gangbane på 0,8 meter (0,9 meter med håndløper) på hver side av tunnelversnittet for å legge til rette for rømning, se teknisk regelverk B.2.2.5 for krav til utførelse. Rømning kan gjennomføres gjennom tunnelportalene, og via stasjonen ved Sandvikskirken. Sandvikskirken stasjon er plassert cirka på midten av tunnelstrekningen. Det gir en maksimal avstand mellom rømningsveier på cirka 700 meter. Dette tilfredsstiller avstandskrav til rømningsveiene i teknisk regelverk. I reguleringsplanen er det lagt opp til at deler av tunnelen utføres som to separate ettsporstunneler inn mot stasjonen. Strekningene for ettsporstunnelene er mellom 150-250 meter. Bybanens tekniske regelverk differensierer ikke på avstand mellom rømningsveier i ettspors og tosporstunneler. I banetunneler er det vanlig med en maksimal avstand på 500 meter mellom rømningsveier i ettsporstunneler, sammenlignet med 1000 meter for tosporstunneler. Ettersom lengden på ettsporstunnelene er kortere enn 500 meterskravet, og at maksimal avstand mellom rømningsveiene er under 1000 meter, begge avstandene med gode sikkerhetsmarginer, er det ikke lagt opp til ytterligere rømningsveier.

Tilkomst til tunnelportalene og hvilke arealer som utgjør redningsområder er under avklaring med brannvesenet. Det har vært flere møter med brannvesenet, der løsninger er gjennomgått og diskutert, men endelig bekreftelse foreligger ikke. Redningsområder er oppstillingsplassområder for nødetatens kjøretøy, som i henhold til teknisk regelverk skal være minimum 500 m² der omkringliggende veisystemer kan benyttes til å tilfredsstille arealkravet om det ligger til rette for det. I tillegg har brannvesenet behov for påsporingområder, der det kan spore på skinnbasert rednings- og slokkeutstyr. Påsporingområder må plasseres i nærheten av portaler. Påsporingområdene må bestå av et opphevet, fast dekke som ligger i nivå med skinnene i minst 15,0 meters lengde. Plassering av påsporingområder er under avklaring med brannvesenet, og plassering av disse kan derfor bli justerte.

Ved portal ved Sandbrogaten, har brannvesenet tilkomst til tunnelen via kjøreveiene/ gatene i området. Gatene vil også fungere som redningsområder. Påsporingområde er planlagt i planovergangen i krysset Øvre Dreggsallmenningen og Sandbrogaten.

Ved Amalie Skrams vei er det foreslått at brannvesenet får kjørbart atkomst via eksisterende gatenett, ny adkomst til boliger og gang- og sykkelvei langs banen. Gang og sykkelveier, samt

atkomstvei må ha minimum 3,5 meter fri bredde og 4,0 meter fri kjørehøyde. Disse vil også fungere som redningsområder. Det vil også være naturlig med oppstilling av kjøretøy i eksisterende veinett, som Sandviksveien og Sudmannsvei. Påsporingsområde er tenkt plassert i anslutning til holdeplassen i Amalie Skrams vei.

Brannvann skal etableres i tunnelene iht. teknisk regelverk, dvs. utenfor og med uttak pr 250 m i tunnelen. Vannkapasitet er under avklaring med brannvesenet, og er pr. nå planlagt med 1000 l/min og minste trykk på 1,5 bar ved uttak etter foreløpige innspill fra brannvesenet.

Ventilasjon

Tunnelen er lengre enn 1000 meter, og det vil sannsynligvis være nødvendig med en eller annen form for røykventilasjon av tunnelen for å tilrettelegge for en rask og effektiv innsats. Endelige avklaringer må utføres i detaljprosjekteringsfasen. Det bør da vurderes om røykventilasjonssystemet for tunnelen kan kombineres med røykventilasjonssystemet på den underjordiske stasjonen. Det er en pågående avklaring med brannvesenet om røykventilasjon av tunnelene i prosjektet kan løses med mobile vifter, som brannvesenet selv bringer med seg frem til tunnelene. Brannvesenet har allerede slike vifter på brannstasjonen i sentrum, som er kjøpt inn ifm. Fyllingsdalstunnelen, men det kan være nødvendig å komplettere med bl.a. vifte på Åsane brannstasjon. En slik løsning kan da være operativ for samtlige tunneler på strekningen, og det er ikke nødvendig med installasjon av røykventilasjon i tunnelløpet.

Ingeniørgeologi

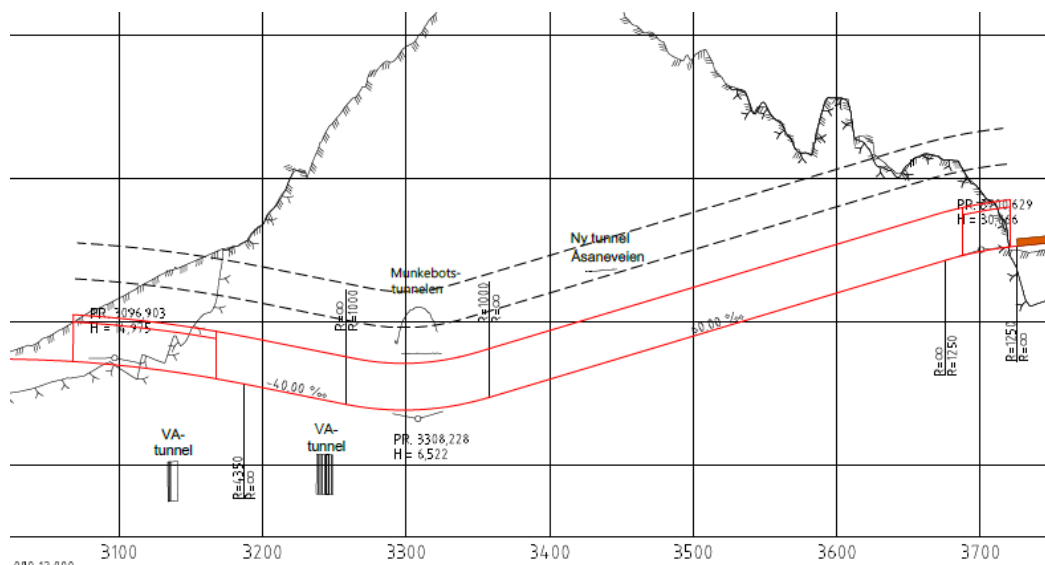
Det vises til fagrapport *RA-DS2-004 Ingeniørgeologisk og hydrogeologisk rapport* for detaljerte opplysninger. Følgende forhold trekkes frem som særlig utfordrende for banetunnel Sandbrogaten – Amalie Skrams vei:

- Etablering av forskjæring og tunnelpåhugg i området Sandbrogaten/Nye Sandviksvei, inkludert grensesnitt mot Koengen jernbanetunnel, og potensielt utfordrende hydrogeologiske forhold.
- Tunneldriving med usikker og stedvis svært liten bergoverdekning på strekningen fra Nye Sandviksvei til Bakkegaten.

Det er i tillegg satt meget strenge krav til innlekkasje til tunnelen for å unngå senkning av grunnvannsnivå (3, 5 og 10 l/min/100 m). Kravene er satt for å unngå setninger på bebyggelse og nedbryting av kulturlag i grunnen ved søndre portal. Det forutsettes behov for systematisk og omfattende forinjeksjon av tunnelen, inkludert holdeplass og inngangstunneler. Det vil stedvis være utfordrende muligheter for tetting av bergmassen på grunn av liten bergoverdekning. Langs første del av tunnelen (ca. 200 m) er det forutsatt økt tverrsnitt for å få plass til vanntett, udrenert utstøping dersom det ikke oppnås tett nok tunnel ved hjelp av forinjeksjon.

3.5.4 Banetunnel Amalie Skrams vei – Sandviken sykehus

Tunnelen starter med en ca. 90 meter lang portalkonstruksjon fra portalåpning til påhugg før den fortsetter med dobbeltsportunnel i berg til portalkonstruksjonen på 25 meter rett før holdeplassen ved Sandviken sykehus. Tunnelen krysser under eksisterende Munkebotstunnelen. Lengde på tunnelen (inkludert portaler) er 645 meter. Se Figur 14 i kap. 3.5.3 for tverrsnitt dobbeltsportunnel.



Figur 17 Lengdesnitt tunnel Amalie Skrams vei - Sandviken Sykehus

Brannsikkerhet – rømning og redning

Til reguleringsplanarbeidet er kun plasskrevende tiltak vurdert, som rømningsveier, størrelse på tunnelprofil slik at det er plass til tekniske tiltak, samt tilkomstveier for brannvesenet. Det vil til detaljprosjekteringen være nødvendig å prosjektere endelige krav til brannverntiltak.

Det skal etableres gangbane på 0,8 meter (0,9 meter med håndløper) på hver side av tunneltversnittet for å legge til rette for rømning, se teknisk regelverk B.2.2.5. Rømning kan gjennomføres gjennom tunnelportalene. Tunnelen har en total lengde på drøyt 650 meter. Det er derfor ikke regulert inn ytterligere rømningsveier. Tunnelen inneholder et lavbrekk, der den bratteste helningen er på 6 %. Strekingen med 6 % helning er cirka 350 meter. Bratte tunneler kan bidra til raskere røykspredning enn i tunneler med liten stigning. Det må derfor alltid vurderes om dette kan påvirke rømningssikkerheten og avstanden mellom rømningsveiene. Ettersom strekingen er relativt kort, er det ikke ansett å være behov for ytterligere rømningsveier. Avstanden er betydelig kortere enn krav i teknisk regelverk.

Tilkomst til tunnelportalene og hvilke arealer som utgjør redningsområder er under avklaring med brannvesenet. Det har vært flere møter med brannvesenet, der løsninger er gjennomgått og diskutert, men har ikke fått endelig, skriftlig bekreftelse. Redningsområder er oppstillingsplassområder for nødetatens kjøretøy, som i henhold til teknisk regelverk skal være minimum 500 m² der omkringliggende veisystemer kan benyttes til å tilfredsstille arealkravet om det ligger til rette for det. I tillegg har brannvesenet behov for påsporingsområder, der det kan spore på skinnbasert rednings- og slokkeutstyr. Påsporingsområder må plasseres i nærheten av portaler. For aktuell tunnel anses det tilstrekkelig med ett påsporingsområde, som følge av at tunnelen er kort. Påsporingsområdet må bestå av et opphevet, fast dekke som ligger i nivå med skinnene i minst 15,0 meters lengde. Der spor krysser bilveier dannes det naturlige påsporingsområder. Plassering av påsporingsområder er under avklaring med brannvesenet, og plassering av disse kan derfor bli justerte. Kjøreveier må ha minimum 3,5 meter fri bredde (dette gjelder også gang- og sykkelveier der disse skal fungere som kjørbare atkomst), 4 meter fri kjørehøyde. Øvrige parametere, som svingradius er under avklaring med brannvesenet.

Ved Amalie Skrams vei er det foreslått at hovedatkomstveien blir i forlengelsen av Sudmanns vei. Brannvesenet får kjørbare atkomst via eksisterende gatenett, ny adkomst til boliger og gang- og sykkelvei langs banen. Disse vil også fungere som redningsområder. Det vil også være naturlig med oppstilling av kjøretøy i eksisterende veinett, som Sandviksveien.

Påsporingsområde er tenkt plassert ved holdeplassen i Amalie Skrams vei.

Ved Sandviken sykehus vil redningsområdet ivaretas med lokale kjøre- og gangveier. Kjørbare atkomst til portal/holdeplass ivaretas via nye gang- og sykkelveier, og via bussholdeplass. Det etableres ikke noe påsporingsområde ved denne tunnelportalen.

Brannvann skal etableres i tunnelene iht. teknisk regelverk, dvs. utenfor og med uttak pr 250 m i tunnelen. Vannkapasitet er under avklaring med brannvesenet, og er pr nå planlagt med 1000 l/min og minste trykk på 1,5 bar ved uttak etter foreløpige innspill fra brannvesenet.

Ventilasjon

Røykventilasjon skal i henhold til teknisk regelverk vurderes for hver enkelt tunnel. Denne tunnelen kortere enn 1000 m og vurderingen er at det normalt sett ikke er behov for røykventilasjon. Det er rettet en henvendelse til Bergen brannvesen for å avklare deres vurdering av dette, og en samlet vurdering av om deres mobile viftemateriell kan brukes i prosjektet. Det er p.t. ikke mottatt endelig tilbakemelding på denne henvendelsen. Da det ikke er identifisert noe som skulle tilsi at det er behov for røykventilasjon i denne tunnelen anbefales det derfor at tunnelen bygges uten røykventilasjon.

Ingeniørgeologi

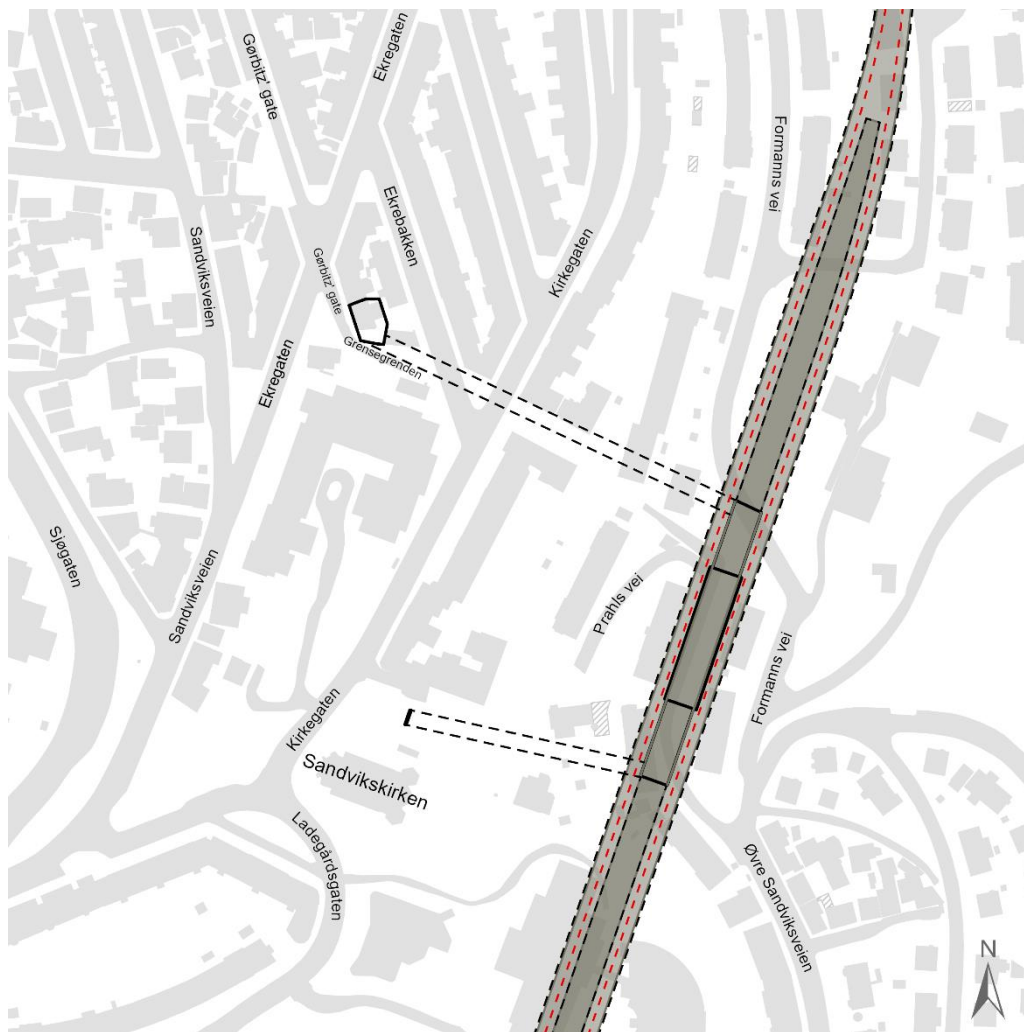
Det vises til fagrapport *RA-DS2-004 Ingeniørgeologisk og hydrogeologisk rapport* for detaljerte opplysninger. Følgende forhold trekkes frem som særlig utfordrende for banetunnel Amalie Skrams vei – Sandviken sykehus:

- Tunneldriving under avkjøringsrampen (veg i dagen) fra forlenget Fløyfjelltunnel med liten bergoverdekning, samt grensesnitt mot eksisterende bergsjakt for vannledninger i umiddelbar nærhet til tunnelpåhugget.
- Passering under den eksisterende vegtunnelen Munkebotstunnelen med gjennomslag, og påfølgende etablering av betonghvelv i bybanetunnelen.
- Liten sideoverdekning, og usikre grunnforhold, ved passering forbi Munkebotn 12B.
- Utfordrende sprengningsarbeider i forbindelse med etablering av forskjæring og tunnelpåhugg i umiddelbar nærhet (< 5 m) til Munkebotn 16.

3.6 Underjordisk holdeplass Sandviken

Holdeplassen Sandvikskirken er i sin helhet en dyptliggende holdeplass i bergrom som ligger i bybanetunnelen mellom Sandbrogaten og Amalie Skrams vei. Holdeplassen har to fullverdige publikumsinnganger hhv. fra Kirkegaten rett nord for Sandvikskirken, og i Gørbitz gt. 5 ved Grensegrenden/ Ekregaten.

Holdeplassen etableres dypt under boligbebyggelse i Prahls vei og Formanns vei. Det er ca 50 høydemeter fra overflate terreng ned til plattform. Utgangstunnelene vil også i stor grad være i bergrom.

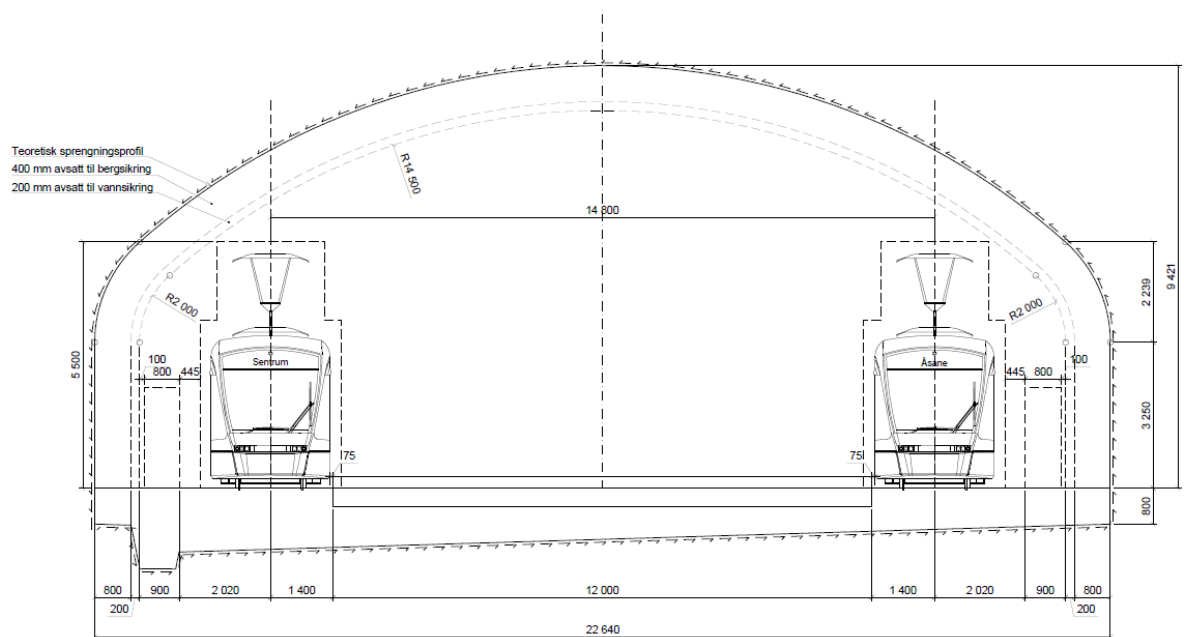


Figur 18 Oversiktskart plassering holdeplass

Materialbruk, lysforhold og andre arkitektoniske aspekter er viktige elementer som må utredes nøye i neste planfase, men det antas gode kvaliteter, tilsvarende ny underjordisk stasjon på BT4, ved Haukeland. Den totale opplevelsen man får under bakken når man benytter seg av denne holdeplassen er viktig; det skal oppleves trygt og være positivt å reise kollektivt, selv der det ikke er dagslys.

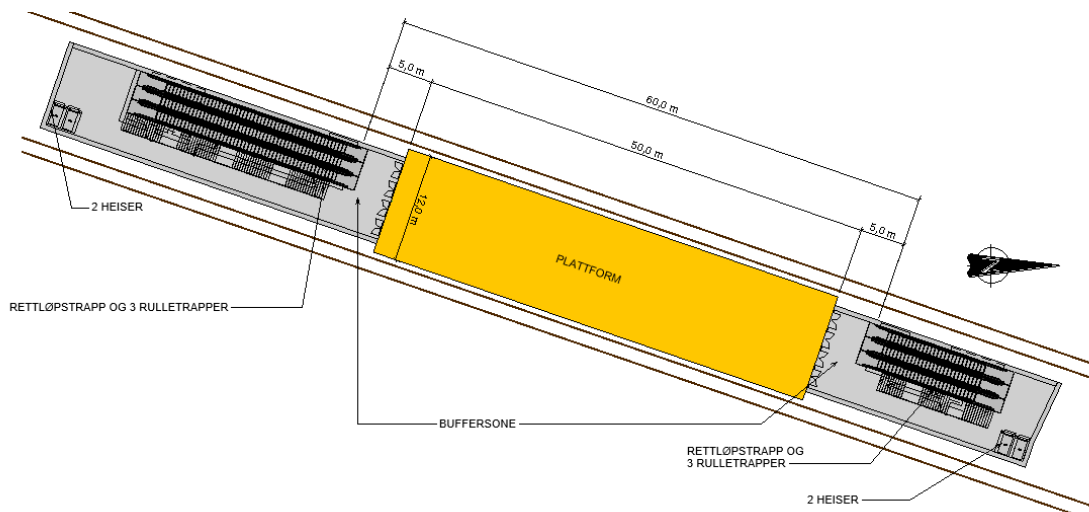
Med holdeplass og gangtunneler dypt i fjell blir det en utfordring å føre naturlig dagslys ned til disse. Man bør søke å få så mye dagslys som mulig inn i gangtunnel i forbindelse med inngangene.

Bergrommet til holdeplassen er omtrent 23 meter bred, 100 meter langt og 8,5 meter høyt. Mesaninområdene i hver ende er høyere (ca 17m i sør og ca 12m i nord). Perrongen er 12 meter bred og ligger sentrert i dette bergrommet, med banespor, hhv. sørgående og nordgående, på hver side.

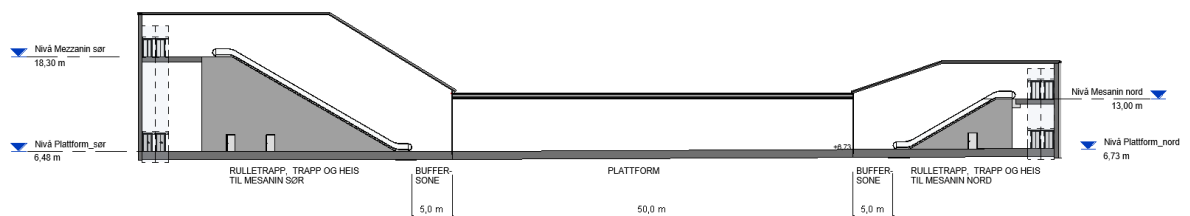


Figur 19 Tverrsnitt stasjonshall

Fra plattform etableres det rulletrapper, samt trapp og heis til mesanin i hver ende. Mesanin krysser over sporet og videre til utgangstunneler. Det er 60 meter mellom rulletrappene i hver ende av holdeplassen.



Figur 20 Plan, underjordisk stasjon



Figur 21 Lengdesnitt, underjordisk stasjon

I forbindelse med utgangen i sør vil det etableres et tekniske bygg i betong, under terreng. Trafo har direkte tilkomst i dagen, ved siden av publikumsutgangen. Lavspenntrom og rom for røykventilasjon har tilgang fra gangtunnel. Røyk skal ventileres ut via sjakt som vil stikke ut i terrenget bak kirken. Tårnet skal ha et tverrsnitt på ca. 7m² og en høyde på maksimalt 2 m over gjennomsnittlig terrengnivå. Utforming av ventilasjonstårn skal anonymiseres i størst mulig grad i forhold til sine omgivelser.

Fjellhallen med utgangstunneler kommer ikke i konflikt med VA-tunnelen. Det er kun behov for å etablere en mindre sikkerhetskonstruksjon ved kryssing av et østgående tverrslag fra VA-tunnelen.

Stasjonshallen har et tverrsnitt bredt nok til 3 rulletrapper og en vanlig rettløpstrapp fra plattform til mesanin. Rulletrappene har en fri bredde på 1m (total bredde per trapp ca. 1,6 meter). Rettløpstrappen skal ha fri rømningsbredde 1,5-2m. Rulletrapper er planlagt med stigning 30 grader og maksimum høyde 12 m. Det er i tillegg planlagt med 2 heiser i bakkant av

trappene. Heiser er dimensjonert med heisstol med innvendig størrelse 1,1x2,1m (krav i TEK17 for bygg med mere enn tre etasjer).

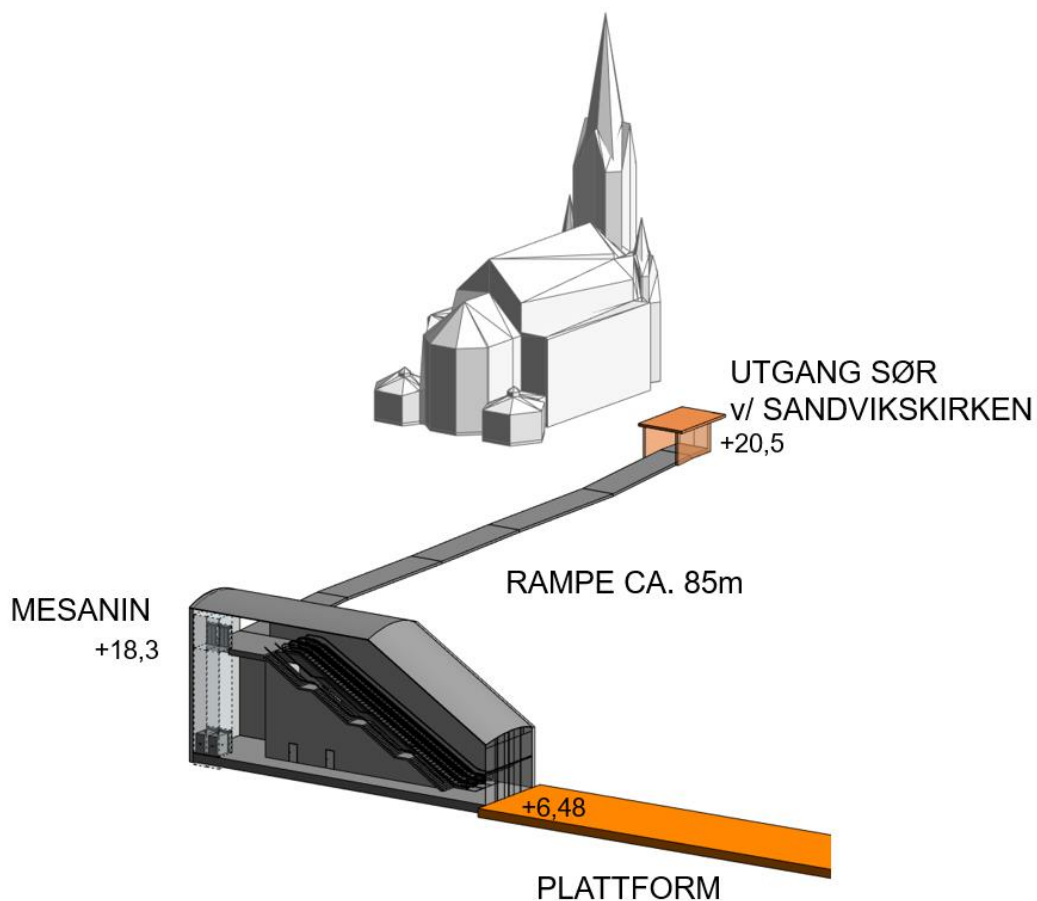
Møbleringskonseptet kan endres i neste planfase, men total plattformbredde må utvides noe dersom det skal være plass til både trapper og heis innenfor plattformkant.

I tillegg til areal satt av til tekniske rom ved utgang sør, er det tilgjengelige arealer under og bak rulletrapper.

Ramper i gangtunnel har maksimum stigning 1:15 og minimum horisontalt hvileplan for hver 1,0 m høydeforskjell, med lengde minimum 1,5 m. Rømningsbredde for gangtunneler skal være minimum 3 m, men disse bør ha større bredde der dette er mulig.

3.6.1 Utgang sør - Sandvikskirken

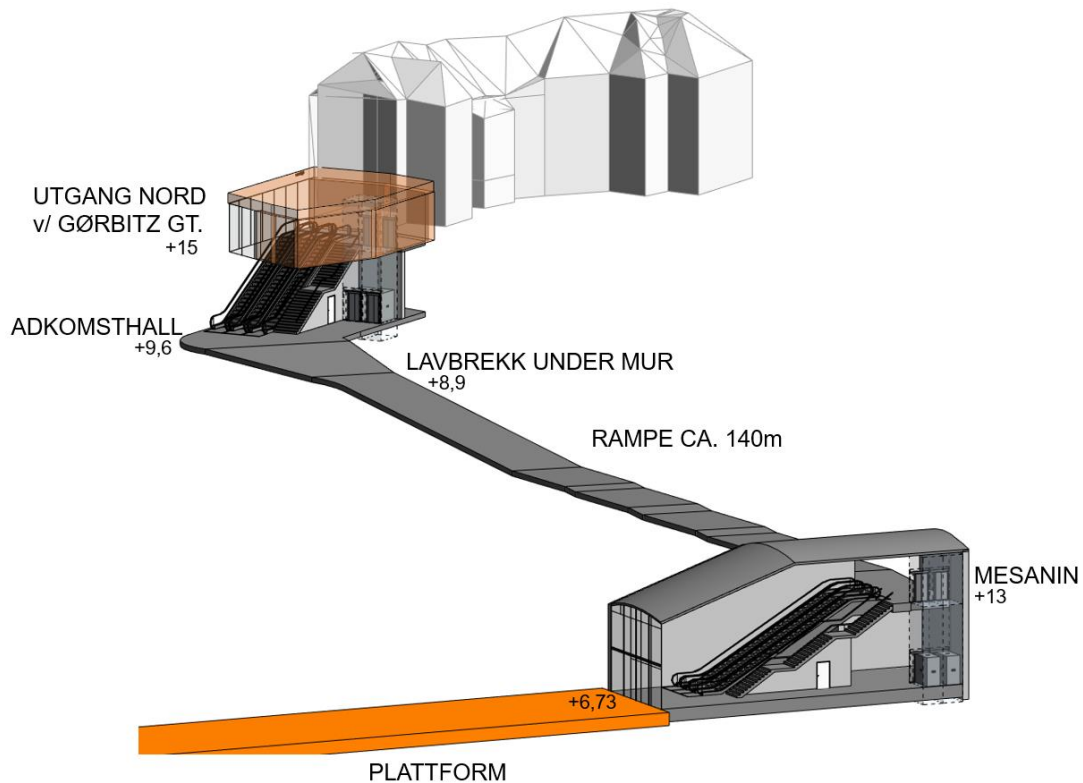
Fra plattform fører trapper og heis til en mesanin på kote 18,3, og rampe videre i gangtunnel opp til utgang ved Sandvikskirken på kote 20,5.



Figur 22 Illustrasjon av utgang mot sør fra plattform til Sandvikskirken

3.6.2 Utgang nord - Gørbitz gate

Fra plattform fører trapper og heis opp til mesanin på kote 13, rampe videre i gangtunnel ned til et lavbrekk på kote 8,9 under mur mot Ekrebakken og videre opp til en ankomsthall på kote 9,6 under Gørbitz gate. Herfra fører tilsvarende oppsett med trapper og heis opp til utgang i Gørbitz gate på kote 15.



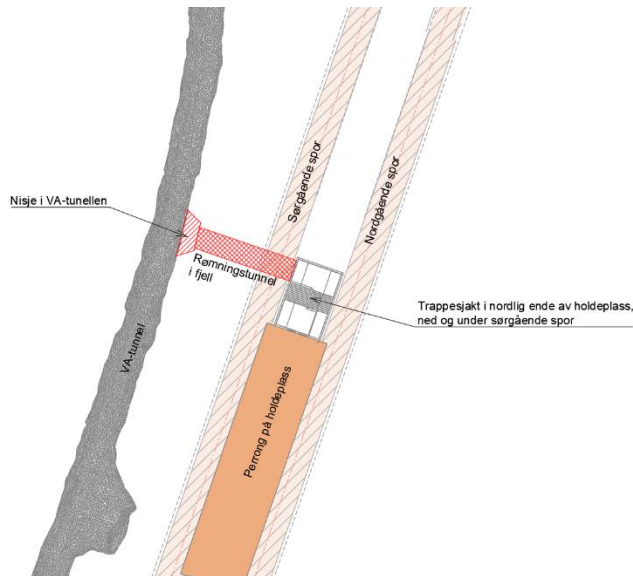
Figur 23 Illustrasjon av utgang mot nord fra plattform til Gørbitz gate

3.6.3 Rømningsvei ved én (1) publikumsinngang

Planen skal tilrettelegge for enten en eller to publikumsinnganger til den underjordiske stasjonen. Den ene løsningen har to publikumsinnganger, en i hver ende av plattform, hhv. utgang sør ved Sandvikskirken og utgang nord til Gørbitz gate/ Grensegrenden. Denne løsningen er beskrevet i de foregående kapitlene.

Det andre løsningskonseptet har kun én publikumsutgang - i sør ved Sandvikskirken omtalt i kapittel 3.6.1. Grunnet krav om minimum to rømningsmuligheter fra underjordisk stasjon, erstattes utgangen i nord med en rømningsvei. Denne går i trapp ned og gangtunnel under sporet, og direkte inn til eksisterende VA-tunnel. Videre rømning ut i dagen går sørover i VA-

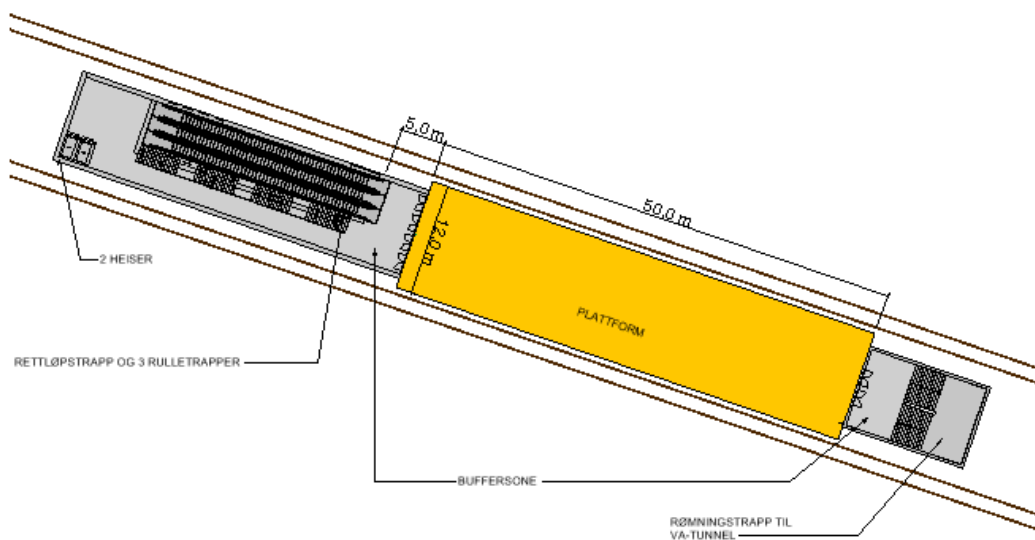
tunnelen, med utgang til sykkel tunnelen på strekning DSS i Sandviken. Rømningsveien ender i gangsonen på hovedsykkelruten langs Sjøgaten.



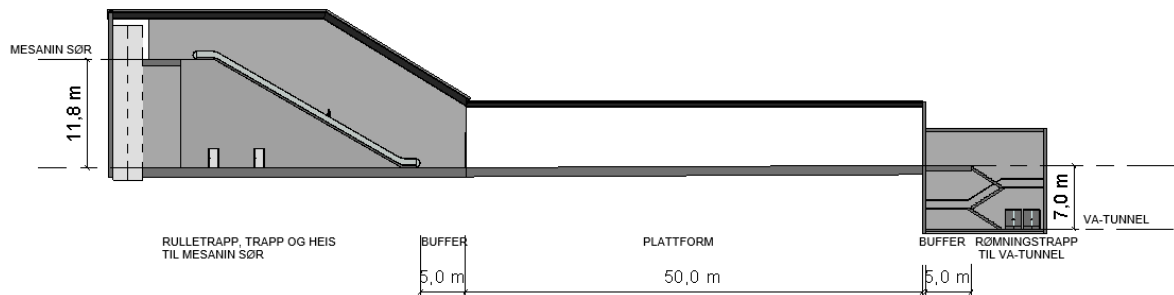
Figur 24 Oversikt løsning for rømningsvei fra plattform via trapp og inn til VA-tunnel

Rømningsstunnelen, fra trappesjakten og inn til VA-tunnelen, er ca. 28m lang. Rømningsstunnelen har fribredde 4m og frihøyde 3m. Tunnelen har ikke stigning eller fall.

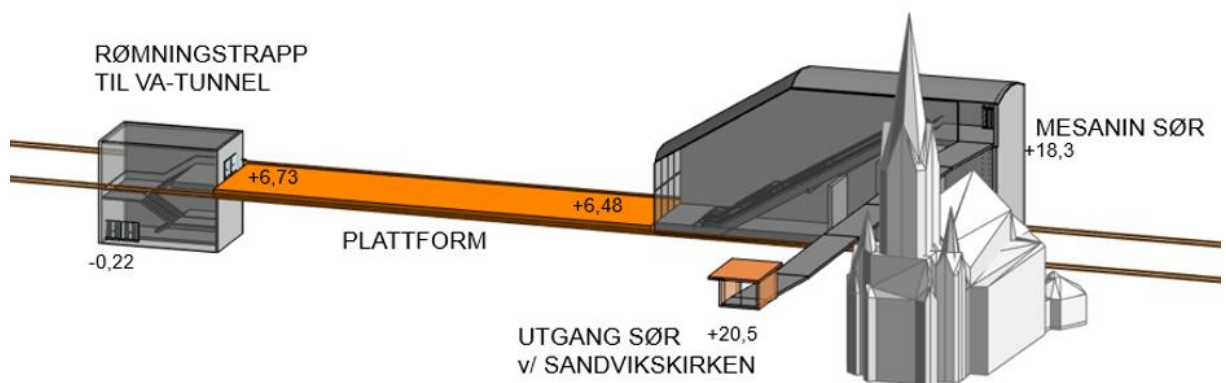
Rømningslengden gjennom selve VA-tunnelen er ca 430 m. VA-tunnelen har ikke stigning eller fall.



Figur 25 Plan stasjonshall ved 1 publikumsinngang + rømningsvei



Figur 26 Lengdesnitt stasjonshall ved 1 publikumsutgang + rømningsvei

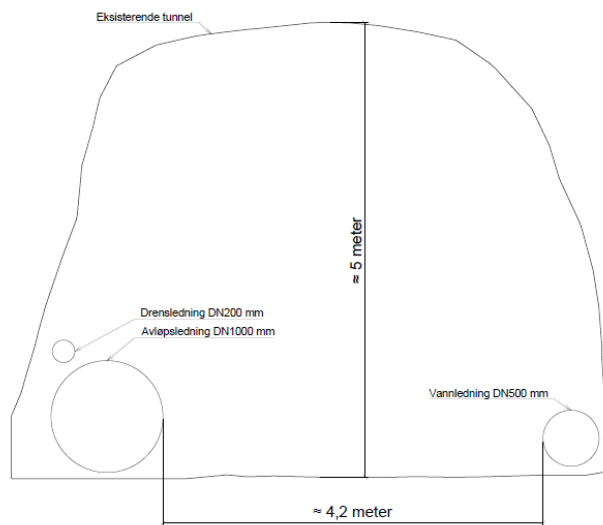


Figur 27 Illustrasjon av rømningsvei mot nord fra plattform

Tiltak i VA-tunnelen

Rømningsveien må utformes på en slik måte at driften av VA-anlegget i tunnelen ikke hindres. I permanent situasjon skal VA-tunnelen alltid ha kjørbare tilkomst. For å gi plass til rømningsveien i påkoblingspunktet mellom VA-tunnel og rømnings tunnel som kommer fra plattform og trapp, lages en nisje 3x9m for omlegging av eksisterende vannledning.

VA-tunnelen oppfylder krav til fri rømningsbredde (4m), men må suppleres med utstyr som kreves for nødutgang. Dette gjelder belysning, ventilasjon, merking og skilting. Det bør også settes opp en enkel port for å hindre ferdsel nordover. Døren mellom VA-tunnelen og gang- og sykkel tunnelen må skiftes ut.



Figur 28 Tverrsnitt av eksisterende VA-tunnel som kan benyttes som rømningsvei

3.6.4 Ingeniørgeologi

Det vises til fagrapport *RA-DS2-004 Ingeniørgeologisk og hydrogeologisk rapport* for detaljerte opplysninger. Følgende forhold trekkes frem som særlig utfordrende for underjordisk stasjon i Sandviken:

- Utfordrende driving og anleggsgjennomføring av berghall og inngangstunneler for holdeplassen. Spesielt fremheves utfordrende stabilitetsforhold i forbindelse med driving av nordre mesaninområde, grunnet lave bergspenninger og samtidig opptreden av to antatte svakhetssoner.
- Det er foreslått meget strenge innlekkasjekrav til tunnelene for å unngå setningsskader på nærliggende bebyggelse. For hele stasjonshallen og inngangstunnelene er det satt krav om maksimal innlekkasje på 10 liter per minutt samlet. Det vil bli behov for systematisk og omfattende forinjeksjon. Oppfølging av grunnvannsnivå i poretrykkmålere og bergbrønner bør være styrende for tetteiltak i tunnelene. For å oppnå tilstrekkelig tette inngangstunneler bør det planlegges med tunneldriving fra dagen, minimum ytre del av tunnelene der bergoverdekningen er liten.
- Grensesnitt mot vann- og avløpstunnelen mellom Bergen sentrum og Ytre Sandviken Renseanlegg. Tverrslag mot Mulen skal krysses med brukonstruksjon og fullstendig gjennomslag mot Bybanetunnelen.
- Utfordrende etablering av byggegrop og tunnelpåhugg i tettbygd strøk ved Grensegrenden for driving av inngangstunnelen til nordenden av Sandvikskirken holdeplass. Utfordringene er særlig knyttet til etablering av bergpåhugg i umiddelbar nærhet til eksisterende tørrmur mot Ekrebakken.

3.6.5 Brannsikkerhet

Den underjordiske holdeplassen i Sandviken er brannteknisk dimensjonert for 700 personer. Det baserer seg på to tog (285 personer) samt 130 ventende. Holdeplassen har to aktuelle rømningsalternativ. Begge alternativene har publikumsinngang ved Sandvikskirken. Det ene alternativet har ytterligere en publikumsinngang – ved Gørbitz gate. Utgangene skal være plassert i hver sin ende av plattformen. Det andre alternativet har alternativ rømningsvei via en eksisterende VA-tunnel som ligger under plattformsområdet (se kap. 3.6.3). Denne tilkomsten skal kun benyttes som rømningsvei. Det er forutsatt at VA-tunnelen utføres som et midlertidig sikkert sted, som rømningsveien for øvrig, og at evakuerende har mulighet å evakuere helt ut til det fri. Dører i VA-tunnelen må derfor tilrettelegges for rømning av mange personer (utført med panikkbeslag, og kunne åpnes uten bruk av nøkkel fra innsiden).

For å dokumentere sikkerhetsnivå er følgende regelverk og beregningsmetoder benyttet:

- Teknisk forskrift til plan- og bygningsloven av 2017, dato 2020-10-01. (TEK)
- Veiledning til teknisk forskrift til plan- og bygningsloven av 2017, dato 2020-10-01. (VTEK)
- NFPA 130, Standard for Fixed Guideway Transit and Passenger Rail Systems, 2020.
- PathFinder, Anerkjent simuleringsprogram for evakuering, utarbeidet av ThunderheadEng.

Rømning

Det er utført rømningsberegninger/simuleringer for å sikre at planlagte rømningsbredder gir en god personflyt ved en nødsituasjon (ref. notat NO-DS2-016). Simuleringer og beregninger viser at det er gode sikkerhetsmarginer. Det skal være minimum 3,0 meter fri rømningsbredde i hver ende av plattformen, og helt ut til det fri. Det er planlagt at minimum 1,5 meter - 2,0 meter fri rømningsbredde skal være trappeløp. Det er lagt til grunn at ca. 50 % av rulletrappene kan benyttes til evakuering i alternativet med to publikumsinnganger. I alternativet med VA-tunnel skal det være ca. 4,0 meter fri rømningsbredde via trappeløp til VA-tunnel. Utgangen ved Sandvikskirken er lik for begge alternativene. Bruk av rulletrapper ved en evakuering er et avvik fra TEK, og vil kreve dispensasjonssøknad til kommunen. Dette som følge av at rulletrapper som regel trenger vedlikehold, kan kjøres i forskjellige retninger, og at det kan utgjøre en fallrisiko for personer å bruke de i en stresset situasjon. Risikoen for fallskader anses lav fra T-banestasjoner ettersom evakuering skjer oppover. Rulletrappene er plassert i områder definert som trapperom og som er sikret mot røykinntrengning. For å sikre at det kan utføres vedlikehold på rulletrappene er derfor kun forutsatt at en liten del av rulletrappene benyttes, og at det alltid er én rulletrapp som går oppover. Det anses derfor hensiktsmessig å benytte seg av rulletrapper i en nødsituasjon. I utførte rømningsanalyser er det forutsatt at rulletrappene står stille. Det anses gi en ekstra sikkerhetsmargin.

Rulletrappene skal utføres med sikker strømtilførsel slik at de kan opprettholde sin drift i evakuerings- og redningsforløpet. Rulletrapper som går oppover skal opprettholde sin drift, og rulletrapper som går nedover skal stanses.

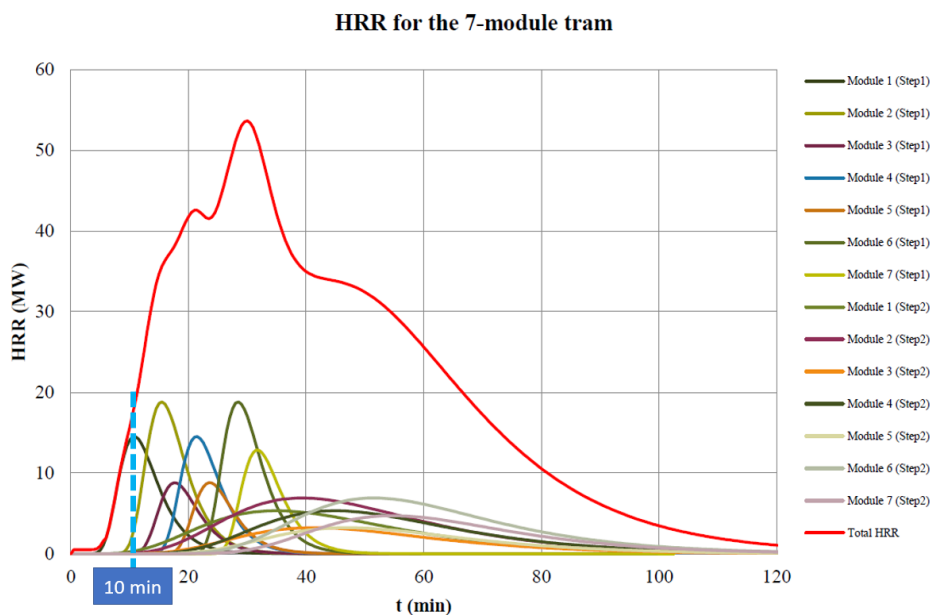
Det er planlagt med en buffersone på 5,0 meter mellom trappeløp og rulletrapper inntil plattformsområdet, og selve plattformen. Buffersonen skal sikre at det er mulig å etablere et brannteknisk skille mellom plattform og trappeløp/rulletrapper, samt at personer i kø foran utgangene skal kunne stå innenfor brannskillet. I rømningsanalysen er det forutsatt et brannteknisk skille med brannmotstand på minst 30 minutter, for en redningsinnsats kan det kreves høyere brannmotstand. Det må avklares i detaljprosjekteringen. Forholdet anses ikke å påvirke reguleringsplanen. Det kan også være nødvendig å vurdere behov for ytterligere

brannskiller, eller andre tiltak i detaljprosjekteringen. Det er i reguleringsplanarbeidet satt av plass til at det er mulig å etablere ytterligere brannskiller i fluktveiene ved behov.

Ventilasjon

Plattformsområdet er planlagt med røykventilasjon, som blir dimensjonert slik at det opprettholder minst 2,5 meter fri høyde for 20 MW branner. For branner med høyere effekter vil røykventilasjonsanlegget fortsatt ivareta minst 10 minutter røykfri høyde i tilvekstfasen av brannen. Røykventilasjonsanlegget vil har et separat avtrekk, som er planlagt å gå i 7 m² sjakt i taket langs med publikumsinngangen mot Sandvikskirken. Sjakt må utføres med brannmotstand. Røykavkastet er plassert ved tekniske areal på sørsiden om Sandvikskirken, slik at det ikke kommer ut ved rømningsveien/angrepsveiene. Trappeområdet og ramper ut til det fri sikres med ventilasjon som danner et overtrykk i fluktveien. Kanaler trekkes uavhengig av røykventilasjonsjakten. Valgt løsning vil redusere risikoen for at røyk kommer inn i fluktveien, samt bidra med å tynne ut røyken dersom den allikevel kommer inn i fluktveien. Det vises til beslutningsnotat BN-DS2-006 for ventilasjonskonsept.

Utgangspunktet for valg av 20 MW som dimensjonerende brannstørrelse er branneffektutviklingskurven som er vurdert av RISE i 2018 for Bybanen. Evakueringsvurderingene i prosjektet gir at akseptkriteriet (røykfri høyde) skal opprettholdes i minst 10 minutter, som tilsvarer 20 MW iht. RISE sin vurdering av maksimal branneffekt.



Figur 29 Dimensjonerende brannkurve utviklet av RISE, 2018

Redning

Redningsinnsats forventes utført fra publikumsinngangen ved Sandvikskirken. Kjørbar atkomst vil være via Kirkegaten, der det sammen med Ladegårdsgaten er godt med plass for oppstilling til nødetatene.

Høydeforskjellen fra angrepsveien til plattformsområdet er ca. 14 meter. Ettersom nivåforskjellene er relativt små, har prosjektet ikke lagt opp til brannmannsheiser. VTEKs

preaksepterte ytelser angir at brannvesenet skal ha en separat angrepsvei, som er uavhengig av rømningsveiene, til areal under øverste kjelleretasje. En slik angrepsvei skal kunne benyttes uten at det er en risiko for å røykfylle rømningsveiene under pågående evakuering, samt at angrepsveien kan benyttes til å ventilere ut røyk ved restverdireddning uten å påvirke omkringliggende areal. Ettersom plattformområdet utføres med et røykventilasjonsanlegg som har separat avtrekkskanal, samt at rømningsveier er brannteknisk adskilt fra plattformområdet og er planlagt overtrykksatte med ventilasjon, anses det ikke nødvendig med en separat angrepsvei for brannvesenet. Rømningsveiene dimensjoneres for rask tømning av stasjonen. Kødannelse forventes primært å oppstå foran trappeløp fra plattformområdet i det tidlige brann- og rømningsforløpet, før brannvesenet ankommer og rekker å starte en innsats. Det vil derfor være liten risiko for at rømning kommer i konflikt med redningsinnsatsen.

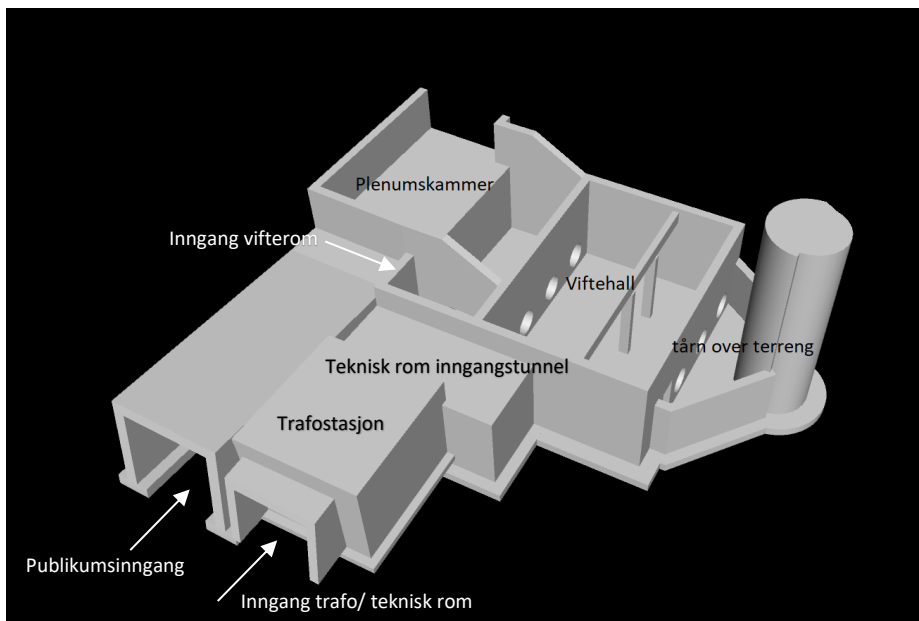
Det må også etableres tørropplegg for fremføring av brannvann til plattformnivå fra inngangen. I detaljprosjekteringen må det avklares om det er behov for ytterligere barrierer/fysiske brannskiller for å sikre en redningsinnsats, samt detaljutførelse på tørropplegg. Prosjektet har i reguleringsplanen lagt opp til 4,0 meter bredde i transporttunnelene, der kravet til fri rømningsbredde er 3,0 meter. Det vil derfor være plass til både tørropplegg og eventuelle ekstra barrierer.

3.6.6 Røykavtrekk fra stasjonshallen

For dimensjoner på løsning for røykavtrekk er det tatt utgangspunkt i branneffekt på 20 MW. Basert på dette er det vurdert at en avtrekkskanal på 7 m² er tilstrekkelig for å føre røykgassen bort fra stasjonshallen.

Det er i teknisk forprosjekt vurdert ulike plasseringer for avtrekksjakt over stasjonshallen. Det ble ikke funnet aktuelle posisjoner over stasjonshallen som ble vurdert egnet for egen avtrekksjakt. Plassering av avtrekkskanaler for røykavtrekk og arealer for teknisk bygg er derfor lagt i forbindelse med inngangen ved Sandviken kirke. I stasjonshallen etableres det kanaler over spor for røykavtrekk. Dette føres videre til samlekanal i taket i publikumsinngangen fra Sandvikskirken. Tekniske areal for røykavtrekk fra stasjonshallen er etablert sørsiden av Sandvikskirken og røykavkastet plasseres bort fra publikumsinngangen.

Figur 30 viser teknisk areal for røykavtrekk fra stasjonshallen. Dimensjonene er tilpasset en dimensjonerende avtrekksmengde på 252 000 m³/h. Det etableres et plenumskammer for røykavtrekket i forbindelse med kanalen i taket i publikumsinngangen. I viftehallen er det lagt opp til en løsning med tre vifter, hvor det dimensjoneres for at to vifter i drift gir tilstrekkelig luftmengde (én vifte i reserve). Det forventes at det er temperaturen på røykgassen som vil være dimensjonerende for avtrekksmengden fra stasjonshallen.



Figur 30: Teknisk areal for røykavtrekk fra stasjonshall.

3.6.7 Ventilasjon av rømningsveier

Adkomstene trykkeses og ventileres. Det må etableres ventilasjonskanal for tilluft fra inngangene og føres frem til røykskillet mot plattform. Det monteres trykkavlastningsspjeld i forbindelse med inngangskonstruksjonen. Dette gjøres for å ventilere adkomsttunnelen nå dørene fra stasjonshallen og til dagen er stengt.

3.6.8 Tekniske rom

I tillegg til teknisk areal for røykventilering bak Sandvikskirken, er det tilrettelagt for ny nettstasjon (trafo) i samme område (se fig. 30). Her er også satt av areal til teknisk rom for inngangstunnelen.

Nede på plattformen, under trappehuset i sørenden, kan det etableres banetekniske rom. Ved etablering av utgang til Gørbitz gate, kan tekniske rom for inngangstunnelen etableres under trappehuset ved inngangen.

Reguleringsbestemmelsene tar høyde for fleksibilitet med tanke på etablering av nødvendige tekniske rom og installasjoner for å kunne drifte en underjordisk stasjon med innganger.

3.6.9 Driftskostnader

Driftskostnader for underjordiske holdeplasser kan deles i tre ulike kategorier:

1. Daglig drift

Løpende og kontinuerlige kostnader slik at en underjordisk holdeplass er tilgjengelig og kan brukes av passasjerer. Kostnadselementer er strøm (belysning, ventilasjon, tekniske anlegg, rulletrapp og heis), varme, renhold, sikkerhet, evt. bemanning.

2. Regelmessige vedlikehold inklusive kontroll og reparasjon

Aktiviteter gjennomført over ulike intervaller. Disse intervallene kan være planlagt eller i spontane i forbindelse med teknisk svikt, skade eller hærverk. Kostnadselementer kan f.eks. være reparasjon/ justering/ bytting av lyskilder, oppretting etter hærverk, rengjøring av ventilasjonsanlegg, kontroll av tekniske system/ heis/ rulletrapp, testing av tekniske systemer inklusiv øvelse.

3. Fornyelse og revisjon av tekniske systemer

Systemer, og spesielt tekniske systemer, må fornyes etter ulike tidsperioder. Disse kostnadene kan i større grad planlegges enn kategori 2, men kan være omfattende og kan i verste fall bety at holdeplassen må stenges for en periode. Stenging vil bety driftskostnader knyttet til et erstatningstilbud. Kostnadene her kommer ikke årlige, men over anlegget sin levetid. Siden tidsintervaller mellom fornyelse og revisjon varierer fra system til system, må disse kostnadene fordeles over årene med forventet levetid for å gi et estimat over årlige kostnader.

Det foreligger ingen erfaringstall for langsiktige driftskostnader for en underjordisk holdeplass på Bybanen, men ut fra studie og litteratursøk for andre tilsvarende underjordisk holdeplasser utenlands, kan det antas en årlig driftskostnad på 3 – 10 % av investeringskostnaden for stasjonen. Kostnadene avhenger sterkt av hvilke kvaliteter som legges inn, samt av omfang av tekniske installasjoner, frekvens for utskifting av dette, og evt. behov for sikkerhetspersonell.

4 Veg og anlegg

4.1 Veg- og gate

Hele vegsystemet på strekningen blir lagt om. Dagens gjennomfartsåre, firefelts E39, som i dag går i Åsaneveien, flyttes inn i fjellet. Dagens Fløyfjelltunnel forlenges nordover helt til Eidsvåg, slik at fremtidig biltrafikk i området kun blir lokaltrafikk. Det etableres et nytt kryssområde i Eidsvåg (på delstrekning 3 i bybaneprojektet), og dagens nordgående løp av Eidsvågtunnelen gjøres om til en tofelts tunnel for lokal biltrafikk.

4.1.1 Åsaneveien

Åsaneveien består i dag av en firefeltsveg som nå vil bli erstattet med en tofelts kapasitetssterk gate i nordgående løp. Sørgående løp vil bli erstattet med banetrasé og hovedsykkelrute. Gaten vil ha kantstein mot fjellskjæring og mot bane. Mot bane vil det i tillegg være rekkverk.

Vegparameter for Åsaneveien fra Sandviken sykehus til rampe NHH:

Tegningsnummer	D-20105 – D-20106
Lengde	400
Fartsgrense	50 km/t
Kjørefeltbredde inklusiv skulder	3,25
Skulderbredde	0,25
Grøftebredde	1-3m
Maksimal stigning	6%

Ingeniørgeologi

Det er utarbeidet egen rapport *RA-DS2-010 Ingeniørgeologisk rapport, bergskjæringer*, som omhandler utvidelse av eksisterende bergskjæring langs Åsaneveien.

Langs Åsaneveien skal en ny lokalveg etableres langs eksisterende skjæring fra avkjøring til Sandviken sykehus (ca. profil 370) og frem til rundkjøring ved NHH (ca. profil 1000). Det er kun planlagt utvidelse av eksisterende vegskjæring fra profil 815-1000. Det forutsettes at utvidelse utføres som konvensjonell boring og sprengning. Stedvis uttak ved sømboring og pigging kan bli aktuelt. Merk at det må vurderes behov for supplerende rensk og sikring også på strekningen hvor det ikke er planlagt berguttak (profil 370-815). Dette er spesielt viktig da det ikke er lagt opp til fanggrøft på strekningen, og det dermed kan bli behov for overflatesikring med tilhørende vedlikeholdsbehov.

Maksimal skjæringshøyde er ca. 15 m vis a vis Hatleberg studentboliger. Overliggende terreng opp mot boligblokkene er stedvis svært bratt, med skråningshøyde (skjæring + naturlig terreng) opp mot 30 m fra ferdig veg. Noen steder er det hensiktsmessig å benke skjæringen noe, for å redusere risikoen for nedfall mot veg. Et eksempel på tverrsnitt er vist på tegning BT5-V-21008.

Det er lagt opp til fanggrøft alle steder hvor det er planlagt berguttak. Merk at det ikke er lagt opp til fanggrøft der det ikke skal tas ut berg. Overflatesikring av eksisterende skjæringer med nett kan bli aktuelt enkelte steder. Det er også lagt opp til rekkverk på strekningen. Dersom dette fravikes i en senere prosjekteringsfase, vil det kunne bli behov for ytterligere berguttak sammenlignet med det som er lagt til grunn i denne planfasen. Årsaken er kravet om «slett bergvegg» i vegnormalen. Det tillates maksimalt 30 cm utstikkende knøl i områder hvor

skjæringshøyden er større enn 4 m, dersom det ikke benyttes rekkverk i områder med fartsgrense ≥ 60 km/t. Ved 50 km/t stilles ikke dette kravet. Statens vegvesen må ta stilling til ovennevnte utformingsaspekter i detaljprosjekteringsfasen.

4.1.2 Kryssområde NHH

Ved NHH legges dagens kryss ned på nivå under banen, i en rundkjøring. Armer i rundkjøringen, foruten retning nord-sør, blir Øyjordsveien østover, samt Helleveien og adkomst til ny bussterminal vestover. Helleveien er dimensjonert som en kapasitetssterk gate.

Vegparameter ramper til/fra rundkjøring Åsaneveien:

Tegningsnummer	D-20106-D-20107
Lengde	150+400 m
Fartsgrense	50 km/t
Kjørefeltbredde	3,25
Skulderbredde	0,25
Grøftebredde	1-3 m*
Maksimal stigning	5%

*fanggrøft må etableres ved høy skjæring mot øst, fravikbehandles. Se også RA-DS2-010 *Ingeniørgeologisk rapport, bergskjæringer*

Vegparameter Helleveien:

Tegningsnummer	D-20109
Lengde	200 m
Fartsgrense	50 km/t
Kjørefeltbredde	3,25
Skulderbredde	0,25
Grøftebredde	1 m
Maksimal stigning	6,5%

Vegparameter Øyjordsveien:

Tegningsnummer	D-20110
Lengde	250 m
Fartsgrense	30 km/t
Kjørefeltbredde	3,25
Skulderbredde	0,25
Grøftebredde	1-3 m*
Maksimal stigning	7.20%

*fanggrøft må etableres ved høy skjæring mot øst, fravikbehandles. Se også RA-DS2-010 *Ingeniørgeologisk rapport, bergskjæringer*

Ingeniørgeologi

Det er utarbeidet egen rapport RA-DS2-010 *Ingeniørgeologisk rapport, bergskjæringer*, som omhandler utvidelse av eksisterende bergskjæring langs Øyjordsveien.

Langs Øyjordsveien skal eksisterende vegskjæring utvides inn mot boligblokken Øyjordsveien 3. Maksimal uttaksbredde i plan er ca. 15 m. Det forutsettes at utvidelsen utføres som konvensjonell boring og sprengning. Stedvis uttak ved sømboring og pigging kan bli aktuelt.

Maksimal skjæringshøyde er ca. 9 m fra ferdig veg. Det bør tilstribes slett vegg i skjæringens fulle høyde, med helning 10:1. Det vil imidlertid kunne bli behov for å tilpasse skjæringen til opptredende geologiske strukturer. Det anbefales at det stilles strenge krav til konturkvalitet grunnet nærheten til boligblokken på toppen av skjæringen. Aktuelle tiltak for å minimere bakkbryting og sikre god konturkvalitet er forbolting, sømboring og kontursprengning. Et tverrprofil i det mest kritiske området med hensyn på nærhet til boligblokken er vist på tegning BT5-V-21008. Her er også skjæringen på sitt høyeste.

Av plasshensyn og nærhet til overliggende boligblokk, er det ikke lagt opp til fanggrøft. Det må påberegnes overflatesikring i skjæringens fulle høyde, med tilhørende vedlikeholdsbehov.

4.1.3 Kryssområde Nyhavnsveien/ Sandviken sykehus

Ved Sandviken sykehus går den kapasitetssterke gaten sørover inn i ny tunnel som ender i ny rundkjøring ved Glass Knag. Fra sør kommer også trafikken, som i dag, fra Munkebotstunnelen. Dagens ramper fra/til Nyhavnsveien og Sandviken sykehus fjernes og erstattes med et lysregulert T-kryss. Det etableres også et lysregulert gangfelt i Åsaneveien, nær bybaneholdeplassen, og busslommer på hver side av gaten. Busser som kommer fra Fløyfjelltunnelen, kan ikke betjene nordgående busslomme.

Vegparameter fra tunnel til kryss Sandviken sykehus, Åsaneveien:

Tegningsnummer	D-20105
Lengde	500 m
Fartsgrense	50 km/t
Feltbredde	3,25 + 1 m oppmerking i midtrabatt
Skulderbredde	0,25
Bankett	1 m
Maksimal stigning	2,18%

Vegparameter Nyhavnsveien:

Tegningsnummer	D-20108
Lengde	250 m
Fartsgrense	50 km/t
Kjørefeltbredde	3,25
Skulderbredde	0,25
Grøftebredde	1 m
Maksimal stigning	9,5%

4.1.4 Kryssområde Glass Knag

Åsaneveien ved Glass Knag består i dag av ett gjennomgående vegløy fra Sandviken sykehus til Fløyfjelltunnelen, med avkjøringsrampe til Sandviksveien og påkjøringsrampe fra Sandviksveien til Fløyfjelltunnelen. Dette vegsystemet vil nå bli erstattet med en rundkjøring i nærheten av Glass Knag med armer til/fra den kapasitetssterke gaten og tunnelen i nord, til/fra Fløyfjelltunnelen i øst og til/fra Sandviksveien i sør.

Vegparameter ramper Fløyfjelltunnelen:

Tegningsnummer	D-20103
Lengde	150m + 150 m
Fartsgrense – rampe	50 km/t
Feltbredde, rampe	3,5
Skulderbredde	0,25 og 1,5
Grøftebredde	2-5 m*
Maksimal stigning	2,1%

*fanggrøft må etableres ved høy skjæring mot øst, fravikbehandles. Se også *RA-DS2-010 Ingeniørgeologisk rapport, bergskjæringer*

Vegparameter Sandviksveien:

Tegningsnummer	D-20101
Lengde	350 m
Fartsgrense	40 km/t
Kjørefeltbredde	3,25
Skulderbredde	0,25
Grøftebredde	1-2 m
Maksimal stigning	8%

Ingeniørgeologi

Det er utarbeidet egen rapport *RA-DS2-010 Ingeniørgeologisk rapport, bergskjæringer*, som omhandler forskjæring rampetunnel Fløyfjelltunnelen

Forskjæringen skal tas ut ved konvensjonell pallsprengning. For å kunne gjennomføre sprengningsarbeidene på en trygg måte, må bergskjæringen sprenges ned i flere etapper, med ulike pallhøyder. Innledningsvis foreslås en pallhøyde på 8 m. Innerst i hjørnet ved tunnelpåhugget er skjæringshøyden ca. 23 m. Forskjæringen skal fortrinnsvis etableres med helning 10:1. Det vil imidlertid kunne bli behov for å tilpasse skjæringen til opptredende geologiske strukturer.

Det bør tilstrebes at berghyllen mellom hvert nivå er så smal som mulig, for å minimere risikoen ved nedfall på hyllen. En hyllebredde på minst 0,7 m vil være nødvendig for ansett ved boring. For robusthet er det foreløpig lagt opp til en hyllebredde på 1,0 m. Ved nedfall vil hyllen kunne tilføre fallende stein en horisontalkomponent som øker utløpslengden ved steinsprang betydelig. En slett skjæringsvegg er derfor å foretrekke. Det anbefales at det stilles strenge krav til konturkvalitet. Dette vil kunne medføre mindre bergsikringsbehov, og generelt minimere risikoen ved nedfall. Aktuelle tiltak for å minimere bakbryting og sikre god konturkvalitet er forbolting, sømboring og kontursprengning.

Vegnormalen (N200) presiserer at bergskjæringen skal etableres slik at det ikke er fare for nedfall av stein og is på veg. Videre presiserer vegnormalen at bergskjæringen bør etableres slik at man unngår rensk og annen sikring de første 20 årene. Det samme gjelder rensk og sikring av løsmassene på skjæringstopp. Det er også presisert at bergskjæringen skal etableres med fanggrøft. I nyere tid er det blitt vanlig å anlegge en skråfylling mot skjæringsfoten av hensyn til trafiksikkerhet som alternativ til rekkverk. Dette har imidlertid vist seg å kunne gi

dårligere fangevne ved nedfall ved skjæringshøyder over 10 m. I tillegg vanskeliggjør det tolkningen av kravet om nulltoleranse for nedfall, i kombinasjon med anmodningen om å unngå rensk og sikring i driftsfasen. Dersom bergskjæringen skal etableres slik at det ikke er fare for nedfall, og det samtidig er anlagt skråningsfylling i stedet for fanggrøft, må det installeres overflatesikring, f.eks. i form av steinsprangnett, for å ivareta kravet om nulltoleranse for nedfall. Dette vil imidlertid kreve årlig vedlikehold i form av tømning av steinsprangnettet og eventuelt supplerende rensk. Fra et ingeniørgeologisk perspektiv vil det være fordelaktig å etablere fanggrøft for å minimere vedlikeholdsbehovet og kostnader for overflatesikring.

4.1.5 Gjensidigekrysset og Sandviksveien

Dagens kryss ved Gjensidigegården er strammet inn og får færre mulige svingebevegelser. Trafikkstrømmen rettes mot nord, slik at kjørende som skal til/ fra sentrum må via den nye rundkjøringen ved Glass Knag.

I Sandviksveien, mellom Gjensidigekrysset og Glass Knag, endres tverrsnittet fra tre til to kjørefelt. Dette betyr at kollektivfeltet i sørgående retning vil utgå. Det etableres fortau langs sykkelveien og en gangkryssing nord for Reperbanen.

4.2 Signalanlegg veg

I tilknytning til vegene og gatene vil det bli etablert signalanlegg som i vegtrafikklovgivningen benevnes trafikksignalanlegg. Beskrivelsen omfatter kryss og krysningsteder som i teknisk plan og reguleringsplan er forutsatt signalregulert med trafikksignalanlegg. Bybanen vil ha eget prioriteringssystem med egne detektorer som sikrer Bybanen absolutt prioritet i trafikksignalanlegget. Bybanen vil få grønt signal før den ankommer krysningpunktet. Egen utkvitteringsdetektor til Bybanen sikrer hurtig veksling til en fase med grønt signal til øvrige trafikanter.

Krysset i Sandviksveien ved Gjensidigebygget (anlegg 451) er planlagt ombygget av Statens vegvesen før utbyggingen av Bybanen og den gjennomgående hovedsykkelruten. Denne midlertidige ombyggingen omhandles ikke i teknisk plan.

4.2.1 Kryss Sandviksveien fv x Sandviksveien kv (Gjensidigekrysset) (anlegg 451)

Krysset på Sandviksveien opprettholder fire av seks svingebevegelser for motorisert trafikk. De direkte svingebevegelsene mellom sideveien og sentrum utgår. Ved å kjøre via den nye rundkjøring ved Glass Knag om lag 300 meter lenger nord kan man gjennomføre samtlige seks svingebevegelser også i det nye kryssområdet. Kjøretrafikken med fire svingebevegelser sammen med de tre signalregulerte gangfeltene og sykkelvegen med egne sykkelsignaler, fordeles på to hovedfaser i signalvekslingen. Grønt signal for begge kjøreretninger på hovedveien sammen med grønt signal for den parallelle sykkelvegen og gangfeltet er hvilefase. Høyresving til sideveien og venstresving fra sideveien sammen med ganggrupper på tvers av hovedvegen utgjør den andre hovedfasen. Med deteksjon av trafikantene og fri gruppestyring vil signalvekslingen også skje ved ulike kombinasjoner av de to hovedfasene. Se også RA-DS2-405_Oppsetting av signalanlegg 4601-451 med tilhørende tegninger.

4.2.2 Kryss Sandviksveien x gangfelt (anlegg 449)

Det signalregulerte gangfeltet skiller myke trafikanter og kjøretrafikken på Sandviksveien i tid. Grønt signal for begge kjøreretninger på Sandviksveien er hvilefase. Gående får grønt signal

etter anrop med trykknapp og eventuelt annen supplerende detektering. Se også RA-DS2-406_Oppsetting av signalanlegg 4601-449 med tilhørende tegninger.

4.2.3 Kryss Åsaneveien x gangfelt (anlegg 448)

Det signalregulerte gangfeltet skiller myke trafikanter og kjøretrafikken på Åsaneveien i tid. Grønt signal for den motoriserte trafikken er hvilefase. Gående får grønt signal etter anrop med trykknapp og eventuelt annen supplerende detektering. Detektorer i traseen til Bybanen i begge kjøreretninger sikrer at anrop fra fotgjengere (med trykknapp) tilnærmet umiddelbart gir grønt signal for de gående når Bybanen ankommer holdeplassen. Det er en samordning/samkjøring med det tilstøtende anlegg 458 ved Sandviken sykehus for å sikre at de gående ikke får grønt signal på tidspunkt der dette hindrer avvikling i T-krysset (anlegg 458). Se også RA-DS2-407_Oppsetting av signalanlegg 4601-448 med tilhørende tegninger.

4.2.4 Kryss Åsaneveien x Nyhavnsveien ved Sandviken sykehus (anlegg 458)

Krysset mellom Nyhavnsveien og Åsaneveien fordeler de seks kjørerelasjonene på tre faser i signalvekslingen. Grønt signal for begge kjøreretninger på hovedveien er hvilefase. Venstresving til Nyhavnsveien og utkjøring til venstre og høyre fra Nyhavnsveien får grønt signal etter anrop fra detektorene i krysset. Det er en samordning/samkjøring med det tilstøtende anlegg 448 for å sikre at de gående i anlegg 448 ikke får grønt signal på tidspunkt der dette hindrer avvikling i T-krysset (anlegg 458). Se også RA-DS2-401_Oppsetting av signalanlegg 4601-458 med tilhørende tegninger.

4.2.5 Kryss Helleveien x gangfelt ved Handelshøyskolen (anlegg 456)

Gående samt syklende mot nord (Eidsvågneset) skilles i tid fra de kjørende. Signalanlegget får to faser. De gående anroper grønt signal med trykknapp. Anlegget kan ha forskjellige signalplaner som gjelder for de ulike trafikkbeltningene/tidene på døgnet. Se også RA-DS2-402_Oppsetting av signalanlegg 4601-456 med tilhørende tegninger.

4.2.6 Gangkryssing over Bybanen rett nord for Handelshøyskolen (anlegg 457)

Myke trafikanter og Bybanen skilles i tid. Anlegget hviler i grønt for de gående over planovergangen. Når Bybanen nærmer seg, gis den grønt signal i forkant av at den passerer krysningspunktet. Så snart fronten av bybane-vogna har passert planovergangen, aktiveres utkvitteringsdetektoren og veksling tilbake til grønt signal for fotgjengerne starter, gitt at det ikke er en annen bybanevogn som er i ferd med å ankomme krysningspunktet og er detektert. Det signalregulerte krysningspunktet er en planovergang. Se også RA-DS2-402_Oppsetting av signalanlegg 4601-457 med tilhørende tegninger.

4.2.7 Eksisterende signalanlegg i Åsaneveien x Helleveien (anlegg 450) utgår

Anlegget utgår og erstattes med rundkjøring. Dagens kryss med hovedvegen senkes til nivået under Bybanen. Det eksisterende signalanlegget som kobler sammen Helleveien og ramper fra og til hovedvegen for kjørende mot sør vil utgå. Det etableres en ny kryssløsning med rundkjøring som kobler sammen Helleveien og bussterminalen i vest, Øyjordsveien i øst samt Åsaneveien i nord og sør. Se også RA-DS2-404_Nedtaking av signalanlegg 4601-450.

4.3 Sykkel

4.3.1 Hovedsykkelruten

Fra Gjensidigekrysset og nordover følger hovedsykkelruten vestsiden av Sandviksveien. Mellom Glass Knag-krysset og Sandviken sykehus går sykkelruten i det tidligere sørgående E39-vegløpet. Denne strekningen blir helt bilfri. Fra Sandviken sykehus til Eidsvågtunnelen følger hovedsykkelruten vestsiden av banen. Sykkelruten planlegges som sykkelveg med fortau på hele strekningen.

Hovedsykkelruten bør trafikkreguleres med forkjørsrett for å gi best mulig fremkommelighet. Det må jobbes med tiltak i prosjekteringsfasen som gir sikre kryssløsninger. Det er ofte vanskelig for både syklist og bilist å oppfatte hvem som har vikeplikt i avkjørslar og kryss. Dette henger ofte sammen med at kryss og avkjørslar utformes tilnærmet likt. Det anbefales derfor at alle avkjørslar og kryss skiltes, slik at det er entydig hvem som har vikeplikt.

Sykkelvegen krysser i bakkant av bybanestoppene. Generell avstand til veg er 1,5 m der fartsgrensen er 50 km/t. Avstand mellom veg og sykkelveg ved gangfelt er generelt 2 m for å tilfredsstille krav til oppstilling for fotgjenger. Avstand mellom bane og sykkelveg ved krysningspunkter er generelt 2 m for å tilfredsstille krav til oppstilling for fotgjenger.

Hovedsykkelruten kobles til bydelsruter, øvrige fortau og gang- og sykkelveger ved:

- Amalie Skrams vei, gang- og sykkelbru
- Sandviken sykehus, gang- og sykkelbru
- Nyhavnsveien
- Øyjordsveien
- Helleveien

4.3.2 Andre sykkelruter og gangveger

Glass Knag

Ved Glass Knag er det planlagt sykkelveg med fortau på ny bru over Sandviksveien. Sykkelvegen er koblet sammen med hovedsykkelruten ved rundkjøringen på Glass Knag og ender i Amalie Skrams vei med en tilkobling til Fjellveien.

Amalie Skrams vei

I Amalie Skrams vei går sykkelveg med fortau (fra broen) over til gang- og sykkelveg langs Amalie Skrams vei i sørgående og nordgående retning. Nordover bygges det ny gang- og sykkelbru som krysser rampene til Fløyfjelltunnelen og kobler seg til Munkebotn og Fjellveien.

Sandviken sykehus

Fra bybanestoppet ved Sandviken sykehus går det en ny gang- og sykkelbru over ny tunnelportal og Munkebotstunnelen. Denne kobler seg til fortau på Sandviksleitet og Munkebotn. Det tilrettelegges også for en sakset gangkryssing i Åsaneveien mellom bybanestoppet og nordgående busslomme.

Nyhavnsveien

Fra bybanestoppet ved Sandviken sykehus etableres det en gang- og sykkelveg som går ned til Nyhavnsveien. Det går også en gang- og sykkelrampe fra Nyhavnsveien nordover som kobler seg til hovedsykkelruten.

Øyjordsveien

Bydelsruten langs Øyjordsveien kobler seg på en ny gang- og sykkelveg som går i bru over rampen fra rundkjøringen ved NHH og kobler seg på hovedsykkelruten. Det er også en kobling med gang- og sykkelveg fra Øyjordsveien direkte til bybanestoppet via ny bru. Det etableres også en gangforbindelse mellom Helleveien og Øyjordsveien gjennom rundkjøringen.

Helleveien

Helleveien har sykkelfelt langs traseen. Denne går over til sykkelveg med fortau ved ny bussterminal. Sykkelveg med fortau går langs terminalen og kobles til hovedsykkelruten ved bybanestoppet på NHH.

4.4 Konstruksjoner

Konstruksjonene på delstrekning 2 er omtalt i underliggende kapitler og det er utarbeidet fagmodell for alle de omtalte konstruksjonene. For utvalgte konstruksjoner er det også utarbeidet en oversiktstegning.

Tabell 3: Oversikt over konstruksjoner med utarbeidet oversiktstegning.

K-nr.	Navn
K204	Bybaneportal Amalie Skrams vei Nord
K205	GS bru Åsaneveien / Amalie Skrams vei
K206	Bru Amalie Skrams vei (over eks E39)
K209	Portal Måseskjæret (2 veis trafikk) Sør
K214	Bane Bru Helleveien
K216	Bybane + GS portal Stemmemyren Nord
K217	Utvidet portal for tovegstrafikk Stemmemyren Nord
K224	Ny portal Munkebotstunnelen

Konstruksjonene skal utformes etter Bybanens gjeldende tekniske regelverk. De skal også følge retningslinjer fra Statens vegvesens håndbok N400 «Bruprosjektering», og alle tilhørende håndbøker, samt at de skal utformes etter prosjekteringsreglene i Eurokode-serien.

I tabellene under er sammendrag av konstruksjonstypene for delstrekning 2. Løsningene er basert på konstruksjoner i betong.

Tabell 4: Sammendrag av konstruksjonstypene for delstrekning 2.

Konstruksjonstype	Antall (stk)
Gang- og sykkelbruer/rampe	5
Større bruer for veg eller bane	1
Andre kulverter/bruer	3
Portaler	11
Støttemurer i betong	1

Tabell 5: Sammendrag av konstruksjonstypene for delstrekning 2.

Konstruksjonstype	Linje	Ved profil	Lengde (m)
Gang- og sykkelbruer/rampe:			
K205 - GS bru Åsaneveien / Amalie Skrams vei	70403	68-170	102
K206 - Bru Amalie Skrams vei (over eks E39)	70401	430 - 486	56
K213 - GS Bru NHH	70508	17 - 40	23
K215 - GS bru Stemmemyren	70509	14 - 36	22
K229 - Gangbru ved bussterminal NHH	70509	4620	20
Større bruer for veg eller bane:			
K214 - Bane Bru Helleveien	70509	4595-4700	105
Andre kulverter/bruer:			
K201 - Bybane stopp Sandviken	Bybane	2000	-
K212 - Bane Bru Sandviken Sykehus	Bybane	3900-3917	17
K219 - Betongstøp Bybanetunnel Glass Knag	Bybane	3265-3320	55
Portaler:			
K202 - Bybane portal Amalie Skrams vei Sør	Bybane	2765-2800	35
K204 - Bybane portal Amalie Skrams vei Nord	Bybane	3056-3155	99
K208 - Portal Måseskjæret (2 veis trafikk) Nord	10500	49,6 - 53	3,4
K209 - Portal Måseskjæret (2 veis trafikk) Sør	10401	260 - 325	65
K210 - Portal Bybane Sandviken Sykehus	Bybane	3667-3701	39
K211 - Portal Munkebotstunnelen Nord			
K216 - Bybane + GS portal Stemmemyren Nord	Bybane	4988-4996	8
K217 - Utvidet portal for tovegstrafikk Stemmemyren Nord	10500	343-355	12
K224 - Ny portal Munkebotstunnelen	10404	215 - 305	90
K227 - Portal utvidet tunnel sørgående til Fløyfjelltunnelen Glass Knag	10043	137 - 147	10
K228 - Portal ny tunnel nordgående fra Fløyfjelltunnelen Glass Knag	21002	767 - 780	13
Støttmurer:			
K223 - Murer NHH	Bybane	4120-4440	320

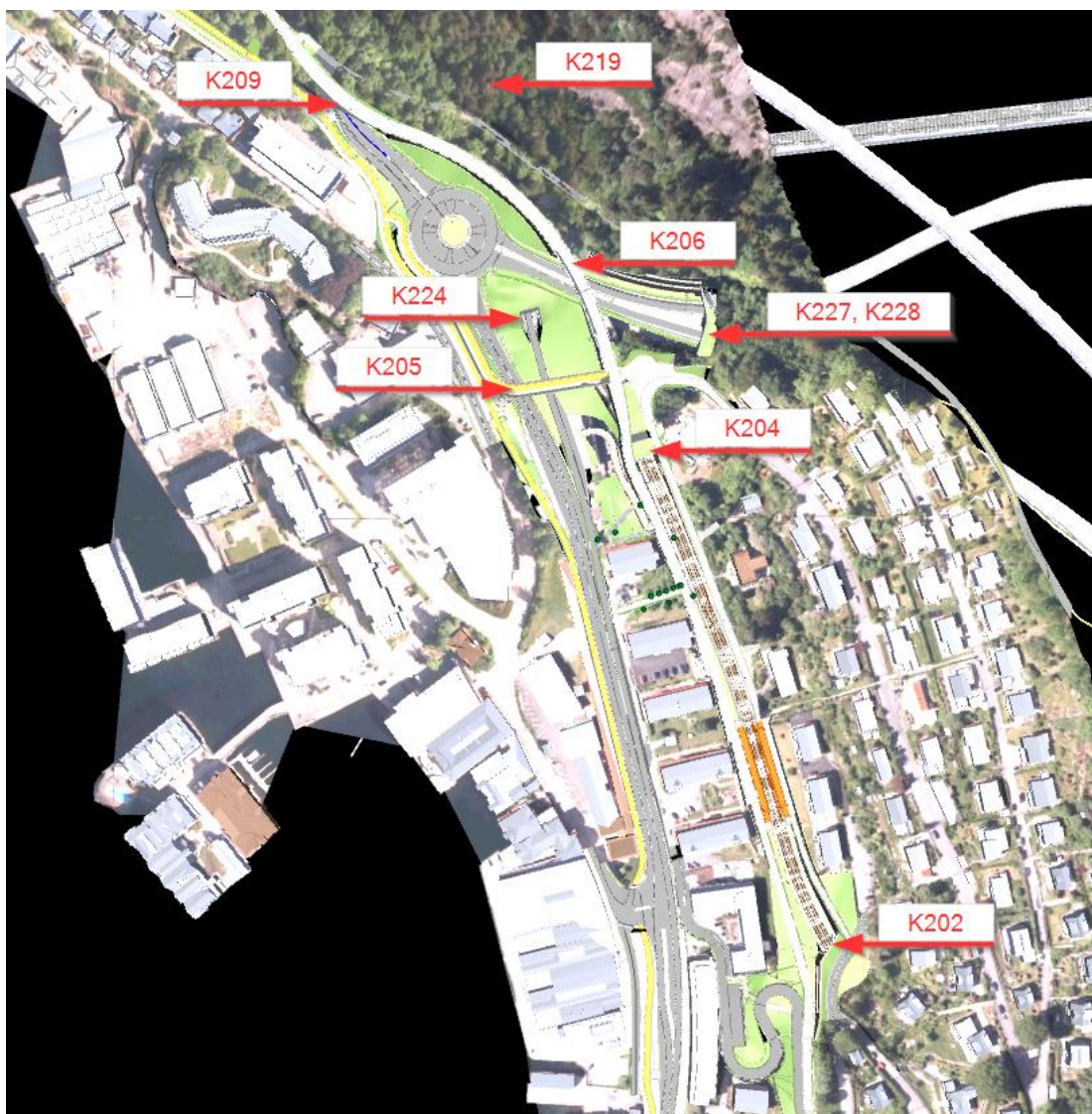
Det er utført enkel forprosjektdimensjonering av konstruksjonenes hoveddimensjoner, basert på erfaringstall, oppslagsverk og overslagsberegninger.

I detaljprosjekteringen vil det gjøres lokale tilpasninger og justeringer, blant annet på grunnlag av plassering i forhold til omkringliggende konstruksjoner, veger, bane, bygninger, terreng, vannveger etc. Dette omfatter også videre optimalisering av spennlengder. Konstruksjonene blir statistisk beregnet, dimensjonert og detaljert i byggeplanfasen.

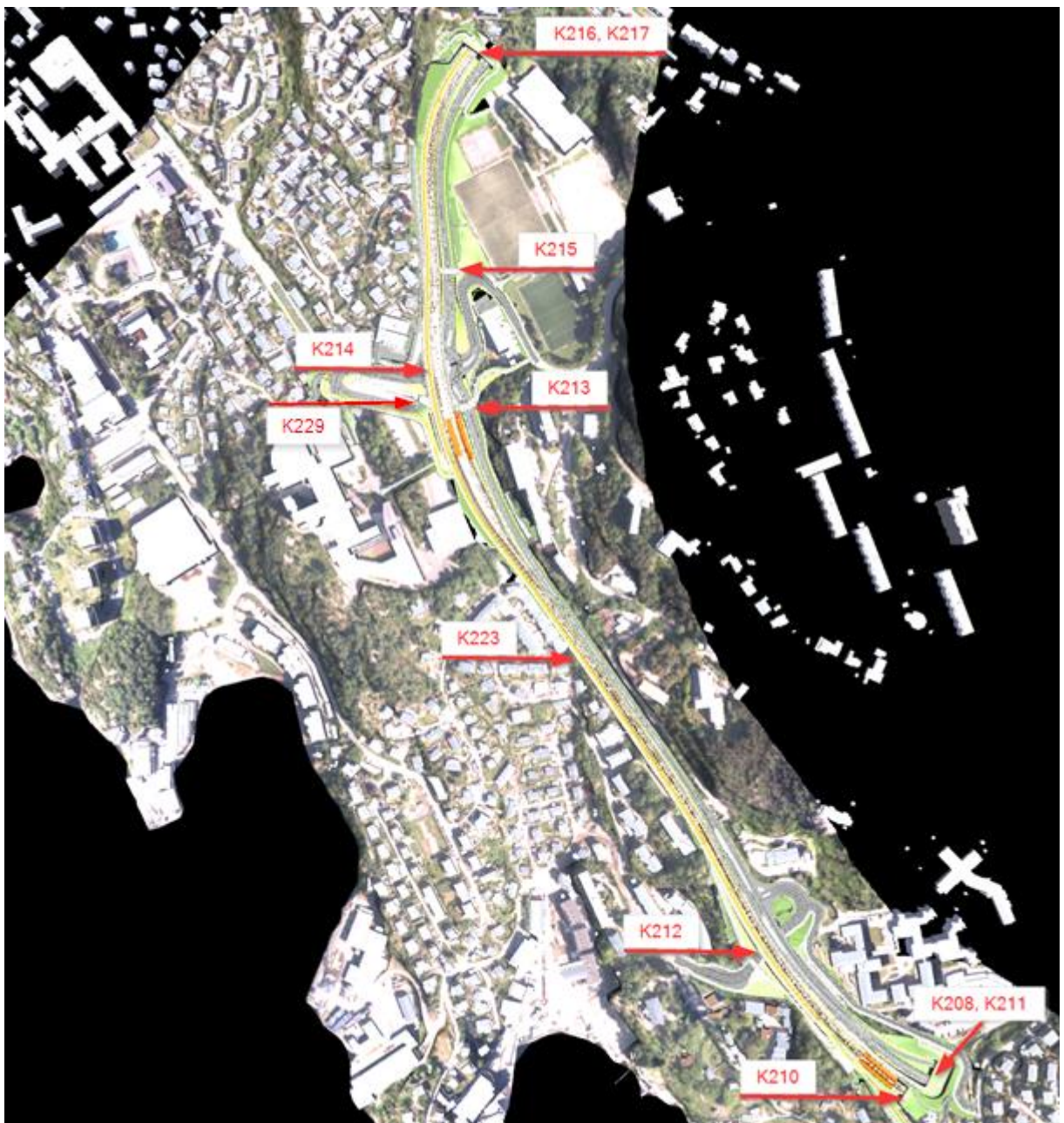
Figurene 31, 32 og 33 nedenfor og påfølgende sider viser en oversikt over hvor konstruksjonene er lokalisert på strekningen.



Figur 31: Oversikt over plassering av konstruksjon ved Sandvikskirken K201.



Figur 32: Oversikt over Glass Knag-området i Sandviken, konstruksjoner markert.



Figur 33 Oversikt over Sandviken sykehus, NHH og Stemmemyren, konstruksjoner markert

4.4.1 K201 Bybanestopp Sandviken

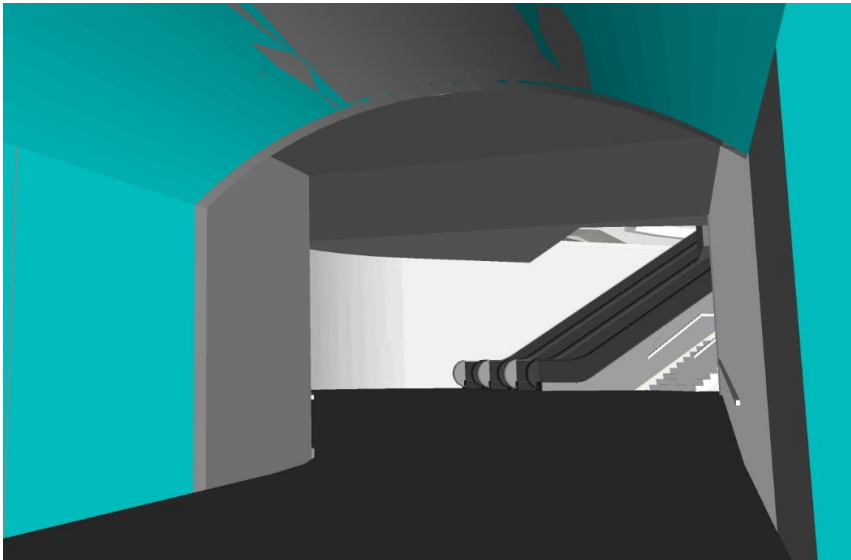
Underjordisk stasjon i bergrom i umiddelbar nærhet til Sandvikskirken. Inngangspartiet krever konstruksjoner. Det er foreslått en kulvert på ca. 22 meters lengde, bredde 4 meter og taktykkelse 500 mm. Området rundt kulverten må sprenges ut. Fundamentering blir dermed på sprengsteinspute eller direkte til berg.

I tilknytning til inngangen ved Sandvikskirken etableres et teknisk rom, ca. 10x12 m² i betong. Areal til dette rommet må også sprenges ut, men området fylles tilbake etter anleggsperioden.



Figur 34 Inngang til underjordisk stasjon ved Sandvikskirken, illustrasjon fra innsynsmodell

Den nordlige inngangen i Gørbitz gate har også behov for kulvertløsning. Kulvertbredden er 5,5 meter ved inngangen til tunnel og utvider seg mot hallen ved rulletrapp/heis. Frihøyde på minimum 3,1 meter er ivarettatt.



Figur 35 Kulvert med utvidelse mot hall/rulletrapp, utgang til Gørbitz gate, illustrasjon fra innsynsmodell

4.4.2 K202 Bybaneportal Amalie Skrams vei sør

Portalen har rektangulært tverrsnitt og dimensjoneres for vegtrafikk over. Portalen er ca. 30 m lang fra påhugg til portalåpning. Konstruksjonen har breddeutvidelse mot portalåpning. Portalen har innvendig bredde 10 meter ved påhugget, og 12 meter ytterst ved portalåpning. Taktykkelse er satt til 1000 mm. Likeretterbygg plasseres i tørrsteinsmur ved siden av portal.

Det har ikke vært mulig å utføre grunnundersøkelser i veg i området hvor portal kommer ut av berg, men det er observert berg i dagen som stuper bratt. Det er derfor antatt at portalen vil bli delvis fundamentert på berg og delvis på løsmasser.

Portalen tilfredsstillende «grønn verdi» med 5,5 m frihøyde over SOK.



Figur 36: Bybaneportal K202 sør i Amalie Skrams vei, illustrasjon fra visningsfilm

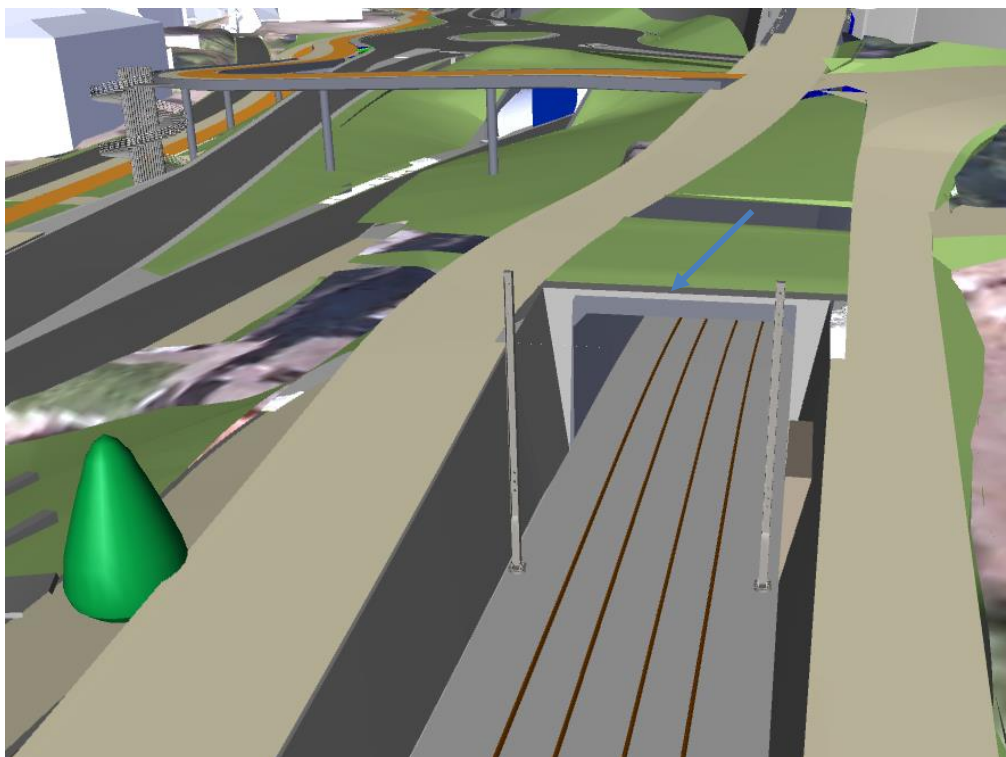
4.4.3 K204 Bybaneportal Amalie Skrams vei nord

Portalen har rektangulært tverrsnitt og dimensjoneres for vegtrafikk over. Portalen er ca. 91 m lang fra påhugg til portalåpning. Innvendig bredde er 9,1 meter, taktykkelse er satt til 1000 mm.

Bruene K205 og K206 vil delvis fundamenteres oppå portalen. Deler av portalen kan måtte forsterkes for å ta opp krefter fra brukonstruksjonene.

Portalen tilfredsstillende «grønn verdi» med 5,5 m frihøyde over SOK.

Antatte fundamenteringsforhold er berg eller på komprimerte (eventuelt utskiftede) kvalitetsmasser til berg.



Figur 37: Bybaneportal K204 nord i Amalie Skrams vei, illustrasjon fra innsynsmodell

4.4.4 K205 Gang- og sykkelbru Åsaneveien - Amalie Skrams vei

Eksisterende gang- og sykkelbru byttes ut med ny. Slakkarmert platebru over 6 spenn med lengste spennlengde på 20 m, total brulengde ca. 103 m, bredde 7 m. Landkarløs/fugefri løsning, sirkulære søyler $\varnothing 800$ i akse 2-6. Maksimal tverrsnittstykkelse 1000 mm. Landkar i øst kan fundamenteres oppå bybaneportal K204.

Antatt faste grunnforhold eller berg. Eksisterende bru, 12-2458 Amalie Skramsvei I, ligger i samme område, og er ifølge ferdigbrutegning fundamentert på komprimert sprengstein.

Frihøyde 4,9 meter til underliggende veg er ivare tatt.



Figur 38: Gang- og sykkelbru K205 over Sandviksveien sør for Glass Knag, illustrasjon fra visningsfilm

4.4.5 K206 Bru Amalie Skrams vei (over eksisterende E39)

Gang- og sykkelbru for Amalie Skrams vei som skal krysse eksisterende E39 (ramper Fløyfjelltunnelen). Det etableres portal (K204) for Bybanen under eksisterende E39, brua starter i nordenden over portalen. Videre går brua sørover skrått over E39. Spenn opp mot 25 m, total lengde 50 m, bredde 7 m, spennarmert fugefri konstruksjon, tykkelse 1000 mm.

Grunnforhold blir fundamentering mot underliggende konstruksjon (K204) i sør, og på berg i nord.

Fri høyde 4,9 meter til underliggende veg er ivaretatt.



Figur 39: Gang- og sykkelbru K206 over ramper til Fløyfjelltunnelen, illustrasjon fra visningsfilm

4.4.6 K208 Portal Måseskjæret nord

Portal for ny 2-vegs tunnel for lokaltrafikk mellom Sandviken sykehus og Glass Knag.

Slakkarmert rektangulær portal. Eksisterende buet portal for E39 nordgående løp av Fløyfjellstunnelen rives og ny portal etableres for å tilfredsstille krav til portaler med to-veis trafikk, samt kunne bære GS-veg over. Det anbefales rektangulær portal for å få best mulig plass til veg over portalen, samt for best tilpassing til tilstøtende mur og portal.

Portalen er ca. 22 m lang fra påhugg til portalåpning. Portalen har innvendig bredde 11 meter, overgang til sirkulært tverrsnitt gjøres i kontaktstøp. Taktykkelse er satt til 700 mm.

Antatt grunnforhold er berg eller faste masser, det er en eksisterende portal der i dag.

Frihøyde til underliggende veg på 4,9 meter er ivaretatt.



Figur 40: Tunnelportal K208 for 2-felts veg ved Sandviken sykehus, illustrasjon fra visningsfilm

4.4.7 K209 Portal Måseskjæret sør

Portal for ny 2-vegs tunnel for lokaltrafikk mellom Glass Knag og Sandviken sykehus.

Rektangulær portal, lengde 53 meter målt i senterlinje veg. Spenn ca. 29 meter på skrå i åpning, 14.5 m spenn mellom parallelle vegger.

Mur på hver side. Rektangulær portal er valgt for å få plass til veg over portal. Tykkelse vegger 800 mm, tykkelse tak 1000 mm. Konstruksjonen er forutsatt slakkarmert. Overgang til sirkulært tverrsnitt i betong før påhugg.

Det må stort sett sprenges ut plass til veg og portal, antatte fundamenteringsforhold er sprengsteinspute til berg.



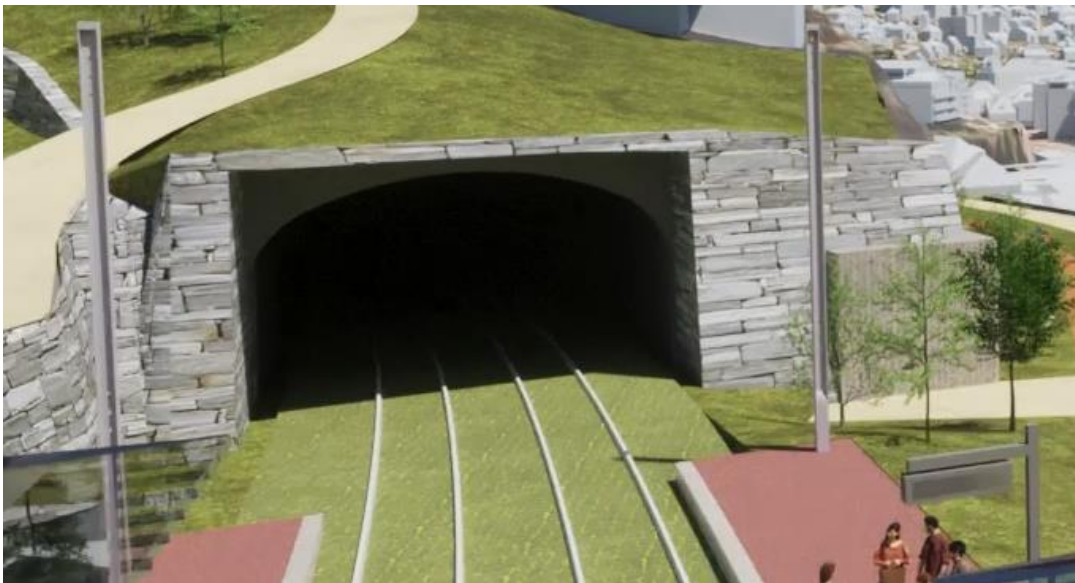
Figur 41: Tunnelportal K209 for 2-felts veg ved Glass Gnag, illustrasjon fra innsynsmodell

4.4.8 K210 Bybaneportal Sandviken sykehus

Portalen har rektangulært tverrsnitt. Portalen er ca. 25 m lang fra påhugg til portalåpning. Innvendig bredde er 9,1 meter, taktykkelse er satt til 1000 mm.

Antatte fundamenteringsforhold er berg eller på komprimerte (eventuelt utskiftede) kvalitetsmasser til berg.

Portalen tilfredsstiller «grønn verdi» med 5,5 m frihøyde over SOK.



Figur 42: Bybaneportal K210 ved Sandviken sykehus, illustrasjon fra visningsfilm

4.4.9 K211 Portal Munkebotstunnelen nord

Slakkarmert rektangulær portal. Ny portal erstatter eksisterende og må bygges for å ivareta GS-trafikk over. Portalen er ca. 16 m lang fra påhugg til portalåpning, og har en innvendig bredde på 10 meter. Taktykkelse er satt til 700 mm.

Antatte grunnforhold er som for eksisterende portal, og den antas fundamentert på sprengsteinspute til berg.

Portalen tilfredsstillter frihøyde til veg på 4,9 meter gjennom portalen.



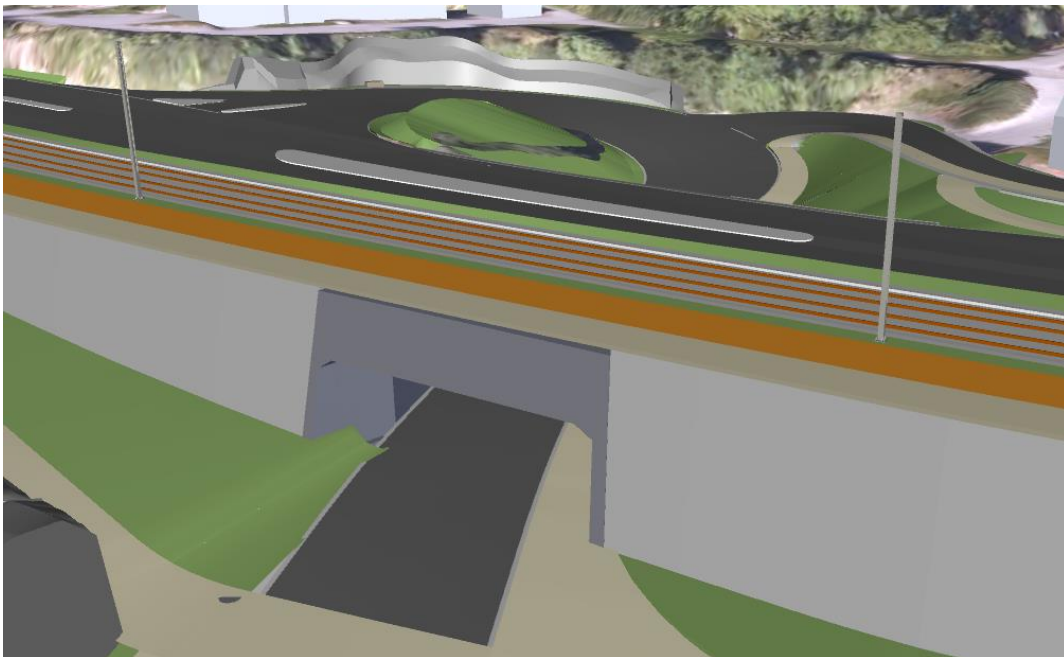
Figur 43: Ny portal K211 for Munkebotstunnelen ved Sandviken sykehus, illustrasjon fra visningsfilm

4.4.10 K212 Banebru Sandviken sykehus

Eksisterende konstruksjon anbefales revet på grunn av levetid og tilstand. Ny portal er ca. 33 meter lang og forutsettes som en slakkarmert betongkonstruksjon. Vegtykkelser 700 mm, taktykkelse 900 mm. 16 m spenn på skrå i utvidelse. Fri innvendig bredde på 12,5 m normalt på veglinje i delen av kulverten med konstant bredde.

Eksisterende konstruksjon er vist fundamentert på komprimert sprengstein, ny konstruksjon vil få samme fundamenteringsforhold.

Tilfredsstill 4,9 m frihøyde til veg gjennom portalen.



Figur 44: Ny banebru/ kulvert K212 ved Sandviken sykehus, sett fra Nyhavnsveien, illustrasjon fra innsynsmodell

4.4.11 K213 Gang- og sykkelbru NHH

Gang- og sykkelforbindelse fra østsiden av eksisterende E39 til nytt bybanestopp og NHH opprettholdes med en GS-bru. Det er forutsatt en spennarmert bru over ett spenn.

Landkar fundamentert på berg i øst, i vest fundamenteres landkaret/mur på konstruksjon K214. Lengde på bru er satt er ca. 25 meter, bredde 7 meter. Tykkelse satt til 1000 mm.

Form må optimaliseres videre i detaljprosjekteringen, da kurvatur i øst kan bli uheldig. Det kan i optimaliseringsfasen også vurderes om brua kan gjøres om til en 3-spenns bru med søyler nærmere underliggende veg. Da kan brua eventuelt utføres slakkarmert.



Figur 45: Gang- og sykkelbru K213 som binder sammen Stemmyren/ Øyjorden og bybaneholdeplassen, illustrasjon fra visningsfilm

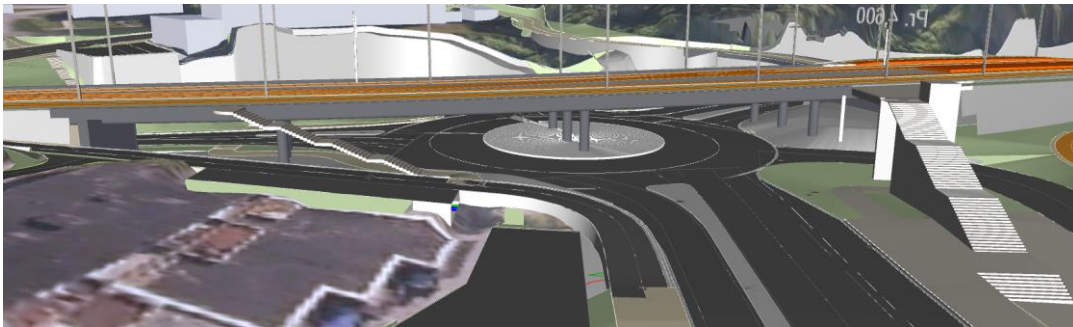
4.4.12 K214 Banebru Helleveien

Spennarmert betongbru, lengde ca. 100 meter. Spennvidder er vurdert å være 15 m – 30 m – 34 m – 19 m. Platebredde varierer mellom 22 og 26 meter.

Sporet over brua forutsettes utført som ballastspor. Sporveksel på bru er ikke ønskelig, men banetekniske krav og ønsker med ekstra spor i området gjør at det ikke kan unngås. Bybanen har imidlertid også tidligere bygd sporveksel på bru. Det gjelder for bru 12-0864 Kalgahaugen I på Lagunen.

Det forutsettes etablert et likeretterbygg i det nordlige landkaret.

Det er ca. 7,2 meter høydeforskjell mellom overkant veg og overkant spor. Med 4,9 meter frihøyde for veg og 700 mm ballastpukk gir det mulighet for opptil 1,6 m konstruksjonstykkel under sporet.



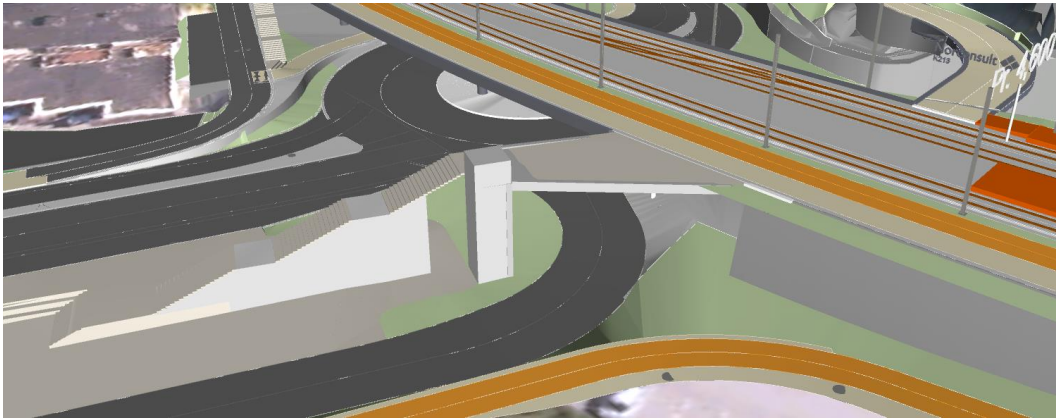
Figur 46: Banebru K214 med søyleakse i rundkjøringen, illustrasjon fra innsynsmodell

Søylar i rundkjøring plasseres ca. 4 meter inn fra kant rundkjøring. Dette gir en relativt stor utkraging for vingen med gangbanen, men dette anses å være løsbart med den høyden som er tilgjengelig for konstruksjonstykkel av overbygningen. Om det er hensiktsmessig kan det bygges en bjelke mellom søylar og overbygning. Dette antas imidlertid å være en arkitektonisk dårlig løsnings, og er ikke sett på som nødvendig.

Frihøyde 4,9 meter er tilfredsstillende gjennom rundkjøringen.

Eksisterende konstruksjon på stedet er fundamentert på sprengsteinsfylling til berg. Grunnundersøkelser viser at det er ca. 1,8-2,4 m fra terreng til berg. Antatt fundamenteringsmetode for ny konstruksjon er også direkte på berg eller på sprengsteinspute til berg.

Til høyre i figuren over er det vist en trapp som fører fra bussterminalen opp på banebrua. Se figuren under der gangvegen er vist fra en annen kant.



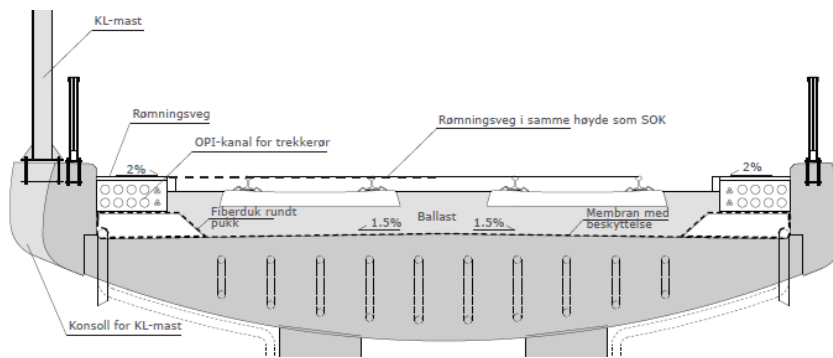
Figur 47 Platebru K229 for gangveg fra bussterminal til banebru og holdeplass, illustrasjon fra innsynsmodell

Av tekniske årsaker er det komplisert å integrere bruplata for gangvegen over avkjøringsrampe til bussterminalen med banebrua. Det etableres derfor en egen konstruksjon K229 for gangvegen. Grensesnittet mellom K214 og K229 blir i GS-vegen som går på bruvingen langs banen. Se nærmere omtale av konstruksjon K229 i eget avsnitt lenger ned.

Det vil være behov for KL-master på banebrua. Disse legges på en utkraget konsoll iht. Prosjekteringsveilederen for Bybanen:



Figur 48: KL-master over bru, fra Prosjekteringsveilederen for Bybanen



Figur 49: KL-master over bru, fra Prosjekteringsveilederen for Bybanen.

4.4.13 K215 Gang- og sykkelbru Stemmemyren

Ettspenns, slakkarmert, gangbru med brulengde ca. 20 m, bredde 7 m.

Landkar er forutsatt fundamentert på mur mellom veg og bane i vest. I øst antas brua fundamentert direkte på berg.

Frihøyde 4,9 meter tilfredsstilles under brua. Rekkverkløsning på brua må ses i sammenheng med rekkverk på murkonstruksjon og videreføres på denne.



Figur 50: Gang- og sykkelbru K215 mellom Stemmemyren og hovedsykkelruten, illustrasjon fra visningsfilm

4.4.14 K216 Bybane + GS portal Stemmemyren nord

Eksisterende GS-bru rives. GS-veg etableres over portal for bybane, samt forsterket vegportal K217. Det er forutsatt rektangulær, slakkarmert portal. Foreløpige beregninger viser at taktykkelse på 1000 mm og veggyttelse på 800 mm er tilstrekkelig. Lengde portal 10 meter.

Antatte fundamenteringsforhold er direkte på berg, eventuelt på faste masser over berg. Portal bygges på samme sted som eksisterende vegportal.

Portalen tilfredsstillende «grønn verdi» med 5,5 m frihøyde over SOK.

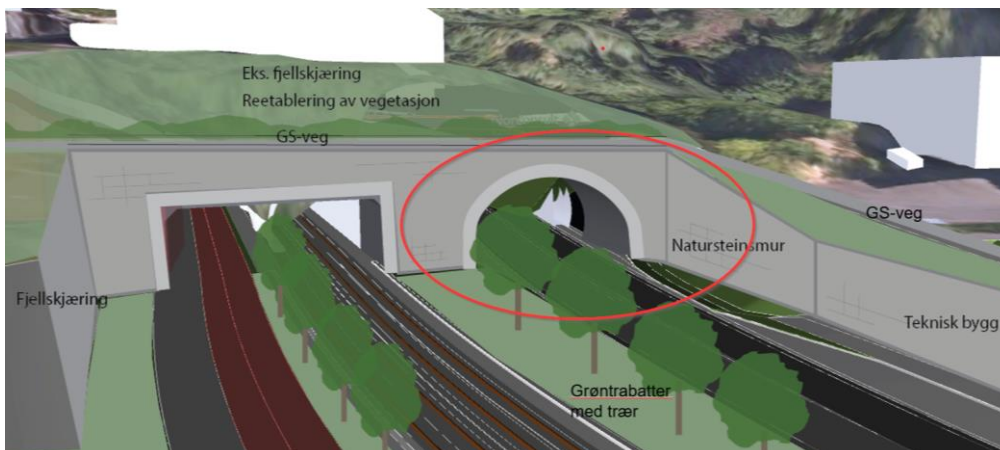


Figur 51: Tunnelportal for Bybanen og hovedsykkelruten K216 til venstre, gjenbruk av sørgående løp av Eidsvåg tunnelen, illustrasjon fra innsynsmodell

4.4.15 K217 Utvidet portal for tovegstrafikk Stemmemyren nord

Tunnel endres til tovegstrafikk og utvides, det legges til rette for ny GS-veg over portal. Dette medfører at eksisterende portal rives og ny sirkulær portal etableres. Tykkelse er satt til 500 mm. Lengde ca. 15 meter fra påhugg til portalåpning. Portalen har trakt for å unngå kollisjonsfare i portalåpning.

Antatte fundamenteringsforhold er direkte på berg, eventuelt på faste masser over berg. Portal bygges på samme sted som eksisterende portal.



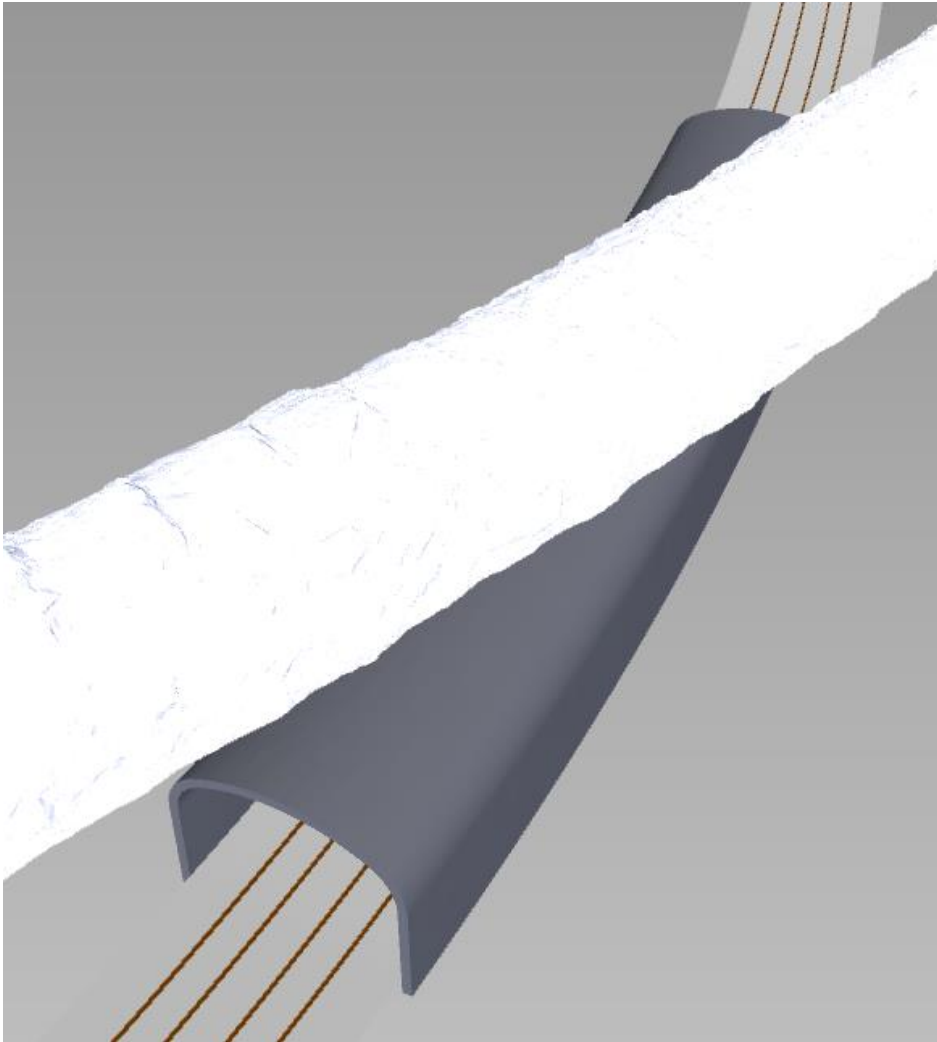
Figur 52: Tunnelportal for tofelts veg K217 til høyre, gjenbruk av nordgående løp av Eidsvåg tunnelen, illustrasjon fra innsynsmodell

4.4.16 K219 Betongstøp bybanetunnel Glass Knag

Armert og statisk bærende kontaktstøp etableres for å understøtte og sikre eksisterende vegtunnel over.

Teoretisk bergtykkelse mellom de to tunnelene er bare ca. 500 mm i krysningpunktet. Lengde på området med nærføring mellom tunnellopene er ca. 50 m. Reelle forhold samt aktuelle tiltak må vurderes i samråd med ingeniørgeologi i neste planleggingsfase.

Frihøyde tilfredsstillende verdi for bane, betongstøpen har samme tverrsnitt som tunnel.



Figur 53: Utstøpning K219 av bybanetunnel mellom Amalie Skrams vei og Sandviken sykehus der denne krysser under eksisterende vegtunnel, illustrasjon fra innsynsmodell

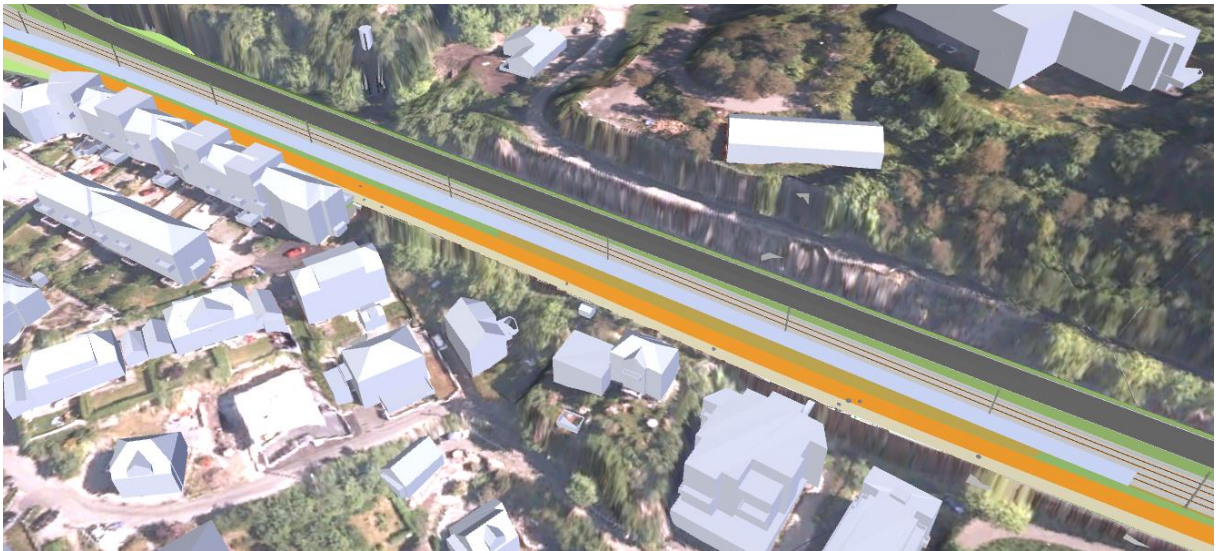
4.4.17 K223 Murer Åsaneveien - NHH

Støttemur i betong med støyskjerm fundamentert på toppen. Dette for å ta opp høydeforskjellen mellom bane og veg. Høyde mur er opp mot 3 meter, muren er ca. 400 m. Lengde og høyde på mur optimaliseres i detaljprosjekteringen.

KL-master fundamenteres på mur. Topp mur er 550 mm. Ved KL-master og støyskjerm kan muren måtte utvides i bakkant, under banespor.

Fundament vil kunne strekke seg under både gangveg og bane, spesielt i områder med KL-master. Fundament legges 800 mm under gangveg for å sikre høyde til grøntområde mot muren.

Det er ikke utført grunnundersøkelser i dette området. Veg er etablert i bergskjæring og det er antatt at mur kan etableres nær eller på berg.



Figur 54: Mur K223 mellom hovedsykkelruten og banetraséen på strekningen Sandviken sykehus - NHH, illustrasjon fra innsynsmodell

4.4.18 K224 Ny portal Munkebotstunnelen

Eksisterende portal i sør rives på grunn av tilstand og nærhet til ramper over portal.

Total portallengde er satt til ca. 84 m. Nødvendig taktykkelse fra portalåpning og ca. fra 38 m bakover mot påhugg er 850 mm pga. stor overfyllingshøyde med overliggende veg. Resten av taket er mindre belastet, og taktykkelse på 600 mm er tilstrekkelig. Veggtykkelsen settes til 500 mm. Innvendig portalbredde er 9,5 meter. Overgang til sirkulært tverrsnitt utføres i betong før påhugg.

Frihøyde 5 meter for veg gjennom portal.



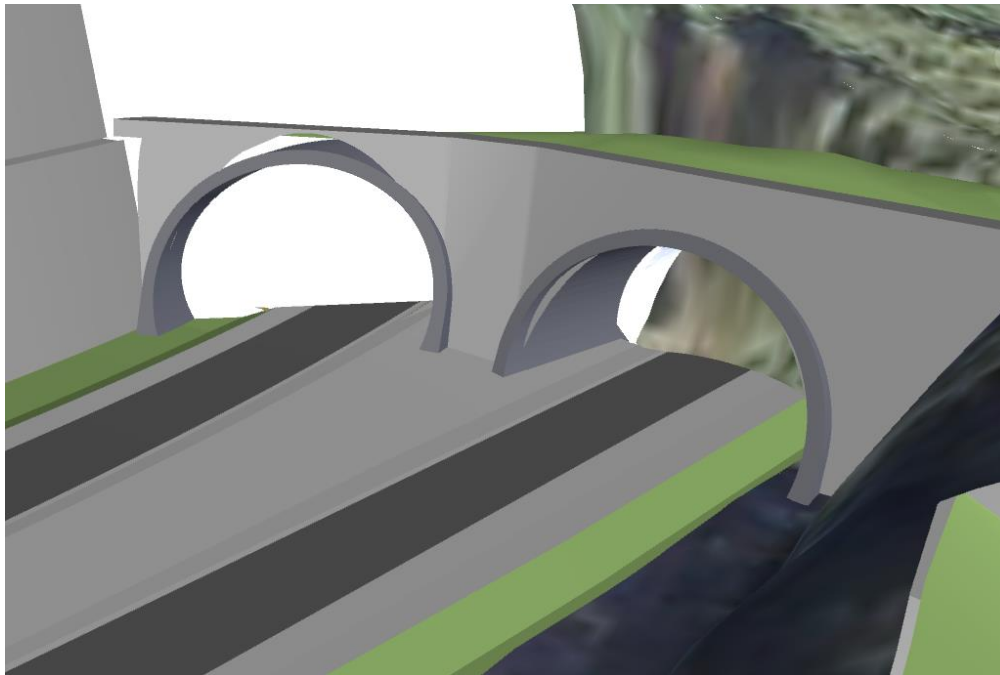
Figur 55: Ny portal K224 for Munkebotstunnelen i sør, illustrasjon fra innsynsmodell

4.4.19 K227 Portal utvidet tunnel sørgående til Fløyfjelltunnelen Glass Knag

Eksisterende portal rives og ny etableres grunnet arbeidet med ny rampetunnel til Fløyfjelltunnelen.

Det forutsettes sirkulær portal med tykkelse 500 mm, lengde 10 meter. Portalen har trakt for å unngå kollisjonsfare i portal.

Antatte grunnforhold er berg, eller faste masser, bygges på samme sted som eksisterende portal.



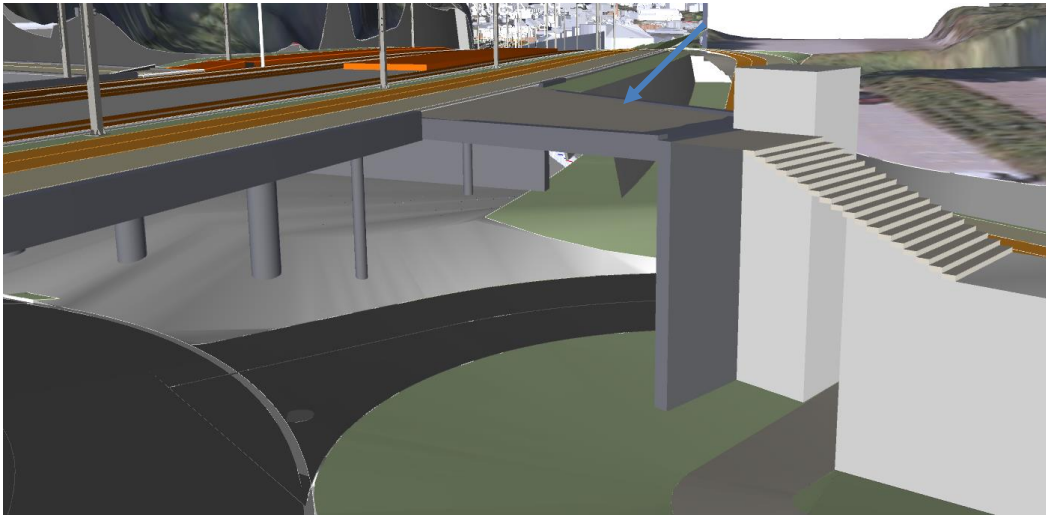
Figur 56: Portaler til ramper Fløyfjelltunnelen, K227 til høyre i bildet, K228 til venstre. Illustrasjon fra innsynsmodell

4.4.20 K228 Portal ny tunnel nordgående fra Fløyfjelltunnelen Glass Knag

Sirkulær portal, tykkelse 500 mm og portallengde er ca. 10 meter. Antatte grunnforhold er sprengsteinspute til berg, hele området til portalen må sprenges ut. Se figur 55/ illustrasjon over.

4.4.21 K229 Gangbru ved bussterminal NHH

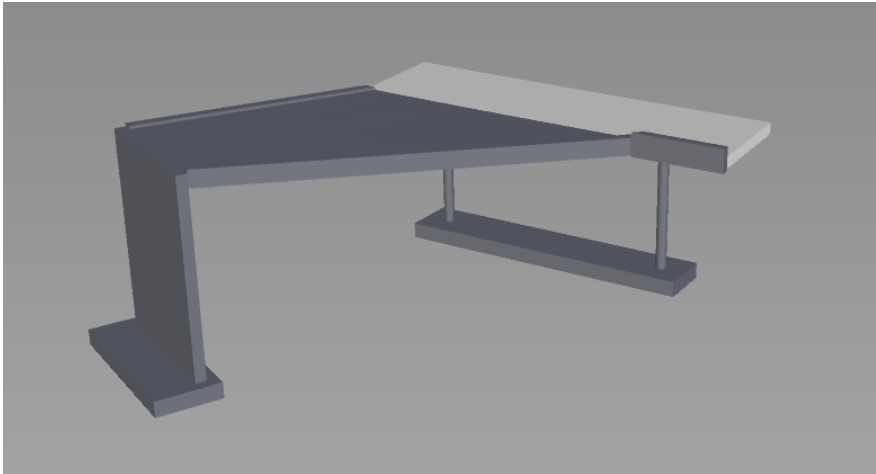
Som tidligere omtalt under banebru K214 innføres det en separat mindre platebru inntil K214 på vestsiden i den sørlige enden. Det fordi dette er nødvendig av hensyn til å få etablert en gangadkomst fra bussterminalen til banebru og holdeplass. Av tekniske årsaker er det krevende og ikke hensiktsmessig å integrere denne bruplatea i K214 som en del av bruvingen. Det innføres derfor en separat brukonstruksjon K229. Løsningen for K229 kompliseres som følge av vegen under ved at det ikke er mulig å etablere søyler under bruplatea på yttersiden av bruvingen til K214. Dette er løst ved at en del av vingen på K214 er inkludert i bruplatea på K229. Dermed kan søyler for K229 flyttes ut av vegbanen. Se figur under, der de aktuelle søylene er de to søylene med minst diameter i figuren.



Figur 57: K229 er en platebru fra toppen av trapp fra bussterminal og over på banebru K214, illustrasjon fra innsynsmodell

K229 vil i praksis framstå som en del av K214, men er i realiteten en separat konstruksjon som er frikoblet fra K214. I figuren under er konstruksjonselementene som tilhører K229 vist.

I grensesnittet mellom K229 og K214 vil det være bevegelige fuger. Grensesnittet vil være langsgående rand og venstre endekant på den lysfargede delen av bruplata i figuren under.



Figur 58: K229 utgjøres av konstruksjonsdelene som er vist. Den lyse delen av bruplata vil i praksis inngå som del av vingen med GS-veg på banebru K214.

Bruplata på K229 får en skjev geometri med varierende bredde og med en representativ spennvidde på opp mot ca. 20 meter. Konstruksjonen er tenkt utført slakkarmert. I modellen er bruplata vist med tykkelse 600 mm og søylene er vist med diameter 500 mm. Det er rikelig frihøyde over underliggende veg, slik at platetykkelsen kan justeres noe opp hvis statisk nødvendig. Søylene plassering og eventuelt søylediameter vil også kunne optimaliseres i neste planfase.

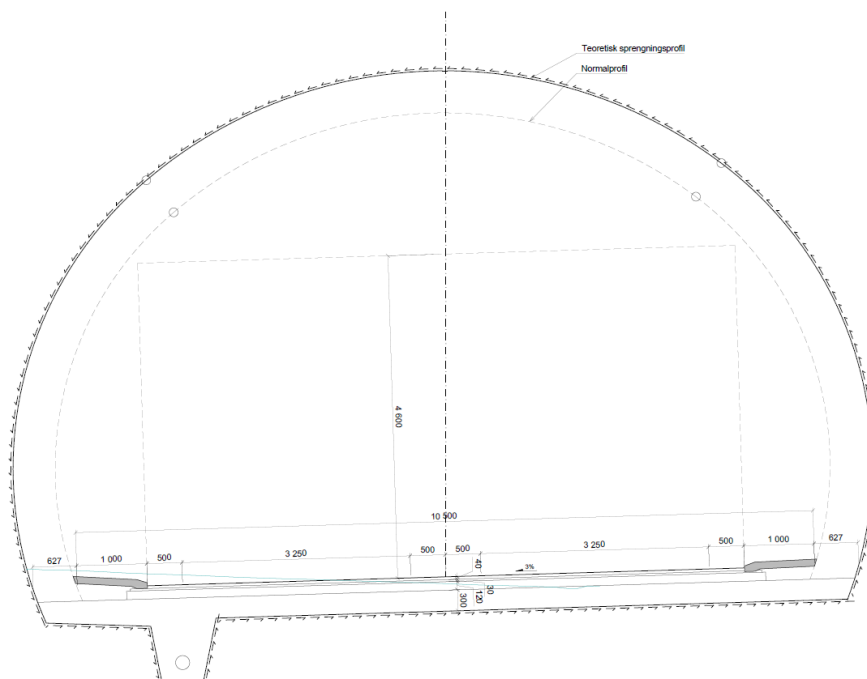
Fundamenteringen forutsettes utført som for K214, dvs. direkte på berg eller på sprengsteinspute til berg.

4.5 Vegtunnel

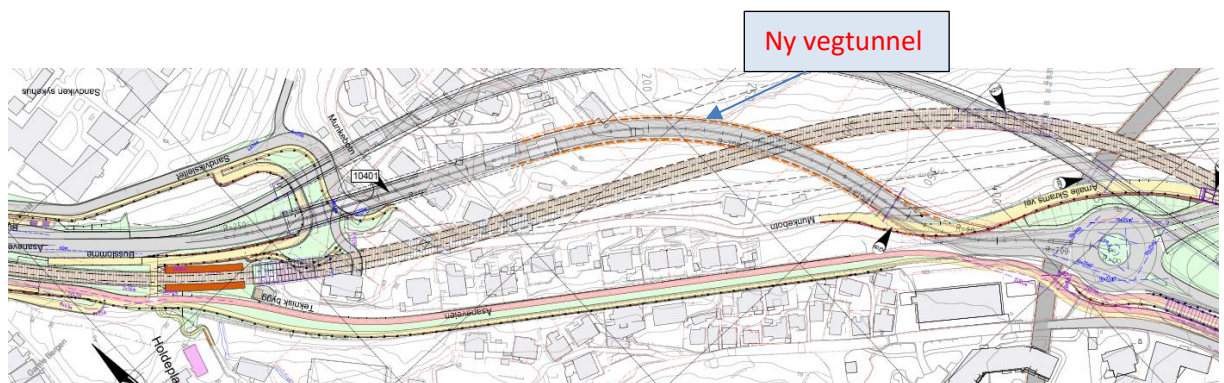
4.5.1 Ny tunnel Sandviken sykehus - Glass Knag

Det etableres ny lokalveg som gjenbraker påhugg og noen meter av det eksisterende nordgående løp for Fløyfjelltunnelen til ny rundkjøring på Glass Knag. Tunnelen er ca. 330 meter lang og har tunneltverrsnitt T10,5 med siktutvidelse ved Glass Knag. ÅDT er ca 9000.

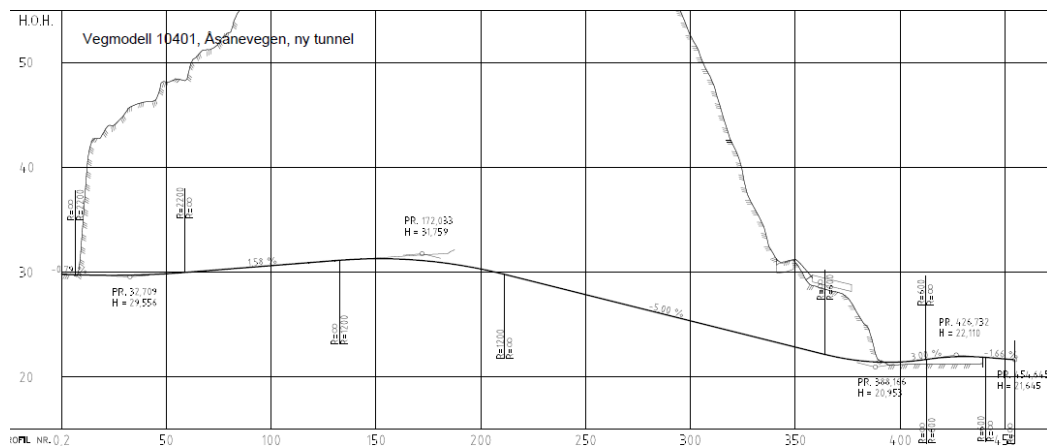
Tunnelen innredes med veggelementer av betong og hvelv av sprøytebetong i tak. På grunn av frostmengde $F_{10} < 8000 \text{ h}^\circ\text{C}$ trengs det kun vannsikring, enten i form av godkjent membranduk eller 45 mm tykke PE-skumplater. Iht. til Statens vegvesens håndbok N500, gjelder ikke krav til sikkerhetsutrustning for tunneler kortere enn 500 meter.



Figur 59 Tverrsnitt tunnelprofil T10,5



Figur 60 Plan for tunnel Sandviken sykehus - Glass Knag



Figur 61 Lengdesnitt tunnel Sandviken sykehus-Glass Knag

Det vises til fagrapport RA-DS2-004 *Ingeniørgeologisk og hydrogeologisk rapport* for detaljerte opplysninger om vurderinger knyttet til vegtunnelen. Følgende forhold trekkes frem som særlig utfordrende for vegtunnel Sandviken sykehus – Glass Knag:

- Driving av tunnelkryss fra eksisterende nordgående Fløyfjelltunnel og videre sørover mot Glass Knag.
- Etablering av høy forskjæring (> 15 m) og skrått tunnelpåhugg på tvers av vegen Munkebotn, i skredfarlig terreng med gjennomsettende, dalsideparallelle bergsprekker.

4.5.2 Eksisterende tunneler

I tillegg til den nye vegtunnelen mellom Sandviken sykehus og Glass Knag, er det flere vegtunneler, både på delstrekning 2 og tilstøtende strekninger, som skal gjenbrukes. Dette gjelder Munkebotstunnelen, rampetunnel til Fløyfjellstunnelen og Eidsvågtunnelen. Noen av disse må skifte ut portaler. Portaler er omtalt under kap. 4.4 Konstruksjoner.

4.5.3 Tekniske rom

Alle vegtunneler skal ha tilgang til teknisk rom i hht. Statens vegvesen's Håndbok N500 Vegtunneler, kap. 9.3.1 (utgave 2020). For Eidsvågtunnelen etableres et nytt teknisk rom 5x23 m langs vegen, rett sør for portalen i Øyjorden. Teknisk rom for rampetunnelene til Fløyfjellstunnelen håndteres i tilstøtende plan for DSF (Fløyfjellstunnelen). Munkebotstunnelen får nye portaler, men eksisterende teknisk rom forutsettes videreført. Evt. behov for teknisk rom for den nye vegtunnelen mellom Glass Knag og Sandviken sykehus kan etableres i den tilstøtende eksisterende tunneldelen som ikke lenger skal brukes.

4.6 VA-anlegg og annen infrastruktur

Det vises til egen VA-rammeplan inklusiv infrastrukturplan RA-DS2-011 for detaljerte opplysninger.

4.6.1 Vann og avløp

Tiltaket i området vil i hovedsak bestå av omlegginger av eksisterende VA-anlegg som kommer i konflikt med planlagte veg- og banetiltak. Omlagte ledninger planlegges med samme dimensjon/kapasitet som eksisterende ledninger. Tiltaket i seg selv har lite behov for VA-anlegg eller tilknytning til eksisterende nett. Det begrenser seg til etablering av nye vannledninger frem til tunnelportaler for å sikre tilstrekkelig brannvannsdekning til tunnel.

I enkelte områder separeres eksisterende AF-ledning, og det etableres separate spillvanns- og overvannsledninger. Det legges opp til separering av fellessystemer blant annet ved Amalie Skrams vei, Nyhavnsveien og ved NHH/Øyjorden.

Hovedvannledning DN400, som ligger i Åsaneveien, skal legges om og det etableres ny vannledning i gang- og sykkelveg utover mot NHH/Øyjorden.

Vannledninger utføres/legges iht. VA-norm (strekkefaste 2-kamrede skjøter). PE-ledning kan vurderes i partier med mye fall, avvinkling og under veg/bane-kryssing. Der hvor vannledningen legges i/under konstruksjoner, skal det sikres tilkomst for fremtidig drift og vedlikehold ved å etablere vannledningen i trekkerør.

Planforslaget vil opprettholde og forbedre forsyningssikkerheten for vann i planområdet ved å skifte ut gamle rør og etablere nye overføringsledninger. Planforslaget legger også opp til separering av fellesledninger innenfor planområdet, som vil bedre kapasiteten på spillvannsnettet i aktuelle områder og redusere mengden overvann som føres til renseanlegg.

Av større utfordringer kan nevnes ivaretagelse av VA-fjellsjakt ved fjellskjæring nordre utløp av Fløyfjelltunnelen. Fjellsjakt er utsprengt i fjell med ca. 4 m bredde og som må ivaretas i anleggsfasen. I denne sjakten ligger det vann- og overvannsledninger. Det må etableres midlertidig vannforsyning i anleggsfasen.

4.6.2 Overvann / flomveier

I dag er det flere større flomveier som går på tvers av planområdet. Flere naturlige bekkeløp er lagt i rør, noe som medfører at gater og veger vil fungere som flomveier dersom rørsystemet ikke har tilstrekkelig kapasitet.

Ved Amalie Skrams vei skal det etableres ny DN1000 mm overvannsledning, som fører overvann fra oppstrøms nedslagsfelt i kulvertsystem under Bybanen, og videre krysser Sandviksveien før det ledes ut mot sjø. Kulvertkryssing av Sandviksveien skal utføres i Statens vegvesen sitt sykkelprosjekt.

Ved Sandviken sykehus må eksisterende DN1000 mm overvannsledning ivaretas. Det planlegges ny DN1000 mm overvannsledning ved kryssing av E39.

Ved Nyhavnsveien planlegges ny overvannsledning ført i borehull til sjø, for å lede bort overflatevann fra veg og bane i dette området.

Langs bilveger føres overvann i hovedsak til grønne grøfter langs vegkant og infiltreres til grunn. Vegvann kan føres til grøntområder via kantstein, eller annen tilsvarende løsning. Ved behov etableres lukket drenering, eller sandfangskum med hevet kuppelrist som tar unna større overvannsmengder.

4.6.3 Fjernvarme/ bossnett

Bossnett skal trolig bygges ut lokalt ved Kristiansholm, men dette er ikke hensyntatt i bybaneprojektet. Bossnett og fjernvarme vurderes også videreført utover i Sandviken mot NHH, men trasévalg er ikke avklart. Det er også vurdert en føringsvei for fjernvarme og bossnett i eksisterende VA-tunnel.

4.7 Forurensede masser

Innledende miljøtekniske grunnundersøkelser ble utført i 2020 i forbindelse med øvrige geotekniske og hydrogeologiske undersøkelser. Det vises til rapport RA-DS2-002. Resultatene gir en oversikt over den generelle forurensningsgraden i massene i planområdet.

Miljøtekniske grunnundersøkelser langs delstrekning 2, indikerer at massene langs traseen er lettere forurenset i tilstandsklasse 2 og 3. Til sammen ni miljøprøver fra seks ulike posisjoner langs traseen er analysert for tungmetaller.

- Forurensning i tilstandsklasse 2 ble registrert i flere prøver, både i overflateprøver og i dypereliggende masser.
- Rene masser, påvist i 3 av prøvene, ble registrert flekkvis, men vil være vanskelig å forutsette eller avgrense ytterligere. Dette gjelder punkt ved Sandvikskirken, i dypereliggende masser i punkt ved utgang fra tunnel og ved punkt i Amalie Skrams vei.
- Forurensning i tilstandsklasse 3 ble påvist i én av prøvene. Forurensningen består av PAH og registreringen er i overflate masser. Påvisningen kan således være forbundet med asfalt og ikke betegnende for større jordmengder.

En bensinstasjon ved Helleveien 34 rives som del av tiltaket. Ytterligere miljøtekniske vurderinger forbundet med disse arealene må utføres i påfølgende faser.

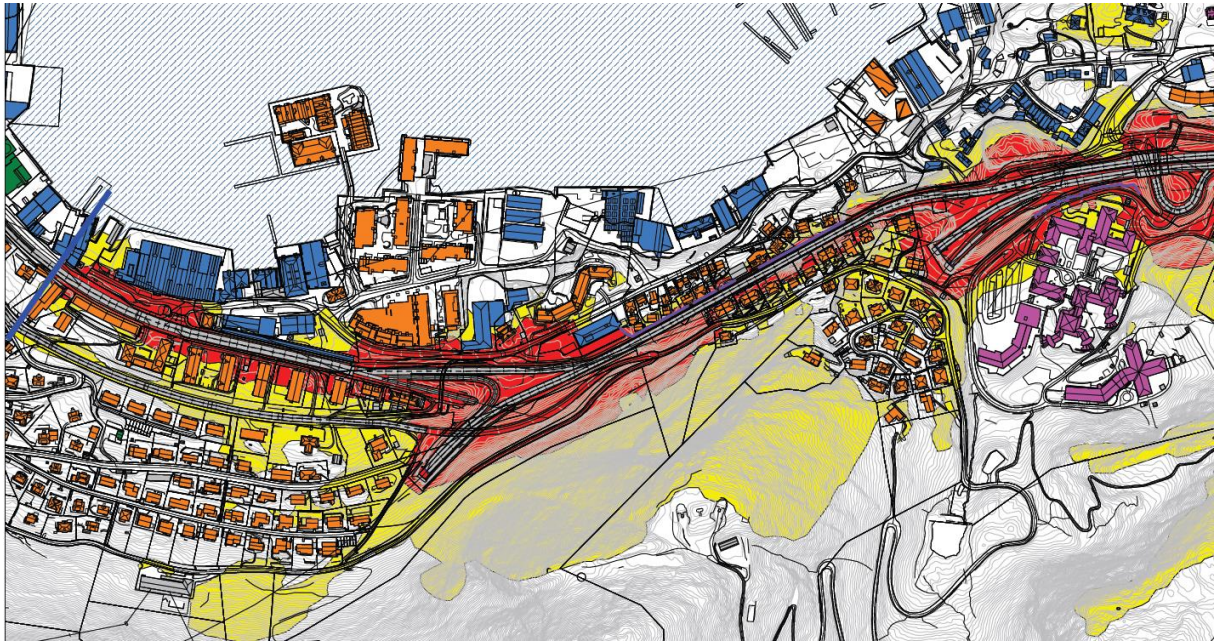
4.8 Støy

4.8.1 Støyforhold dagens situasjon og nullalternativet

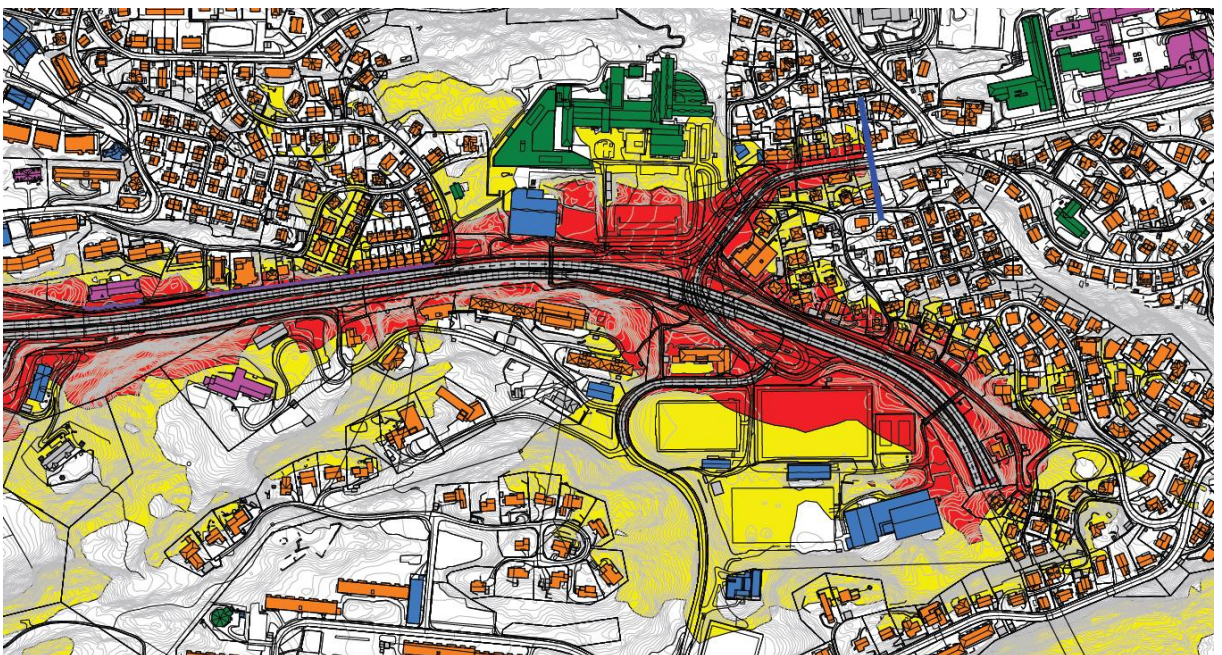
Det er utarbeidet en støyrapport for hele BT5, se dokument RA-DS0-012.

Det er utført støyberegninger med dagens vegsystem og fremtidig situasjon, slik det forventes å være om planlagt utbygging ikke gjennomføres («nullalternativet»). Støyberegninger for nullalternativet er beregnet med fremskrevet trafikk til år 2040. Trafikkerte veger som inngår i beregningene er eksisterende E39, deler av fv.577 Sandviksveien, Amalie Skrams vei, fv.578 Helleveien og deler av Øyjordsveien. Åsaneveien (Eksisterende E39) er forventet å få en vesentlig nedgang i trafikk etter utbyggingen, dette som følge av omlegging av E39 i utvidet Fløyfjellstunnel fra Bergen sentrum til Eidsvåg. Det resterende vegnettet er forventet å ha tilsvarende trafikkmengde både før og etter utbyggingen, med kun mindre endringer.

Det er utført beregninger i henhold til Nordisk beregningsmetode for støy fra vegtrafikk. Beregningsresultatene er vist i støysonekart med gul og rød støysone i henhold til Støyretningslinjen T-1442. Utsnitt av beregningsresultatet er vist i figurene nedenfor. Støysonene følger T-1442, hvor gul støysone er > 55dB og rød støysone er > 65 dB.



Figur 62: Støyutbredelse av gul støysone ($L_{den} > 55$ dB) og rød støysone ($L_{den} > 65$ dB) fra vegtrafikk for nullalternativet beregnet 4 m.o.t. Kartet viser området fra Amalie Skrams vei i sør til Sandviken sykehus i nord. Nord er mot høyre i figuren.



Figur 63: Støyutbredelse av gul støysone ($L_{den} > 55$ dB) og rød støysone ($L_{den} > 65$ dB) fra vegtrafikk for nullalternativet beregnet 4 m.o.t. Kartet viser området fra Sandviken sykehus i sør til Eidsvåg tunnelen i nord. Nord er mot høyre i figuren.

4.8.2 Støyforhold etter utbygging

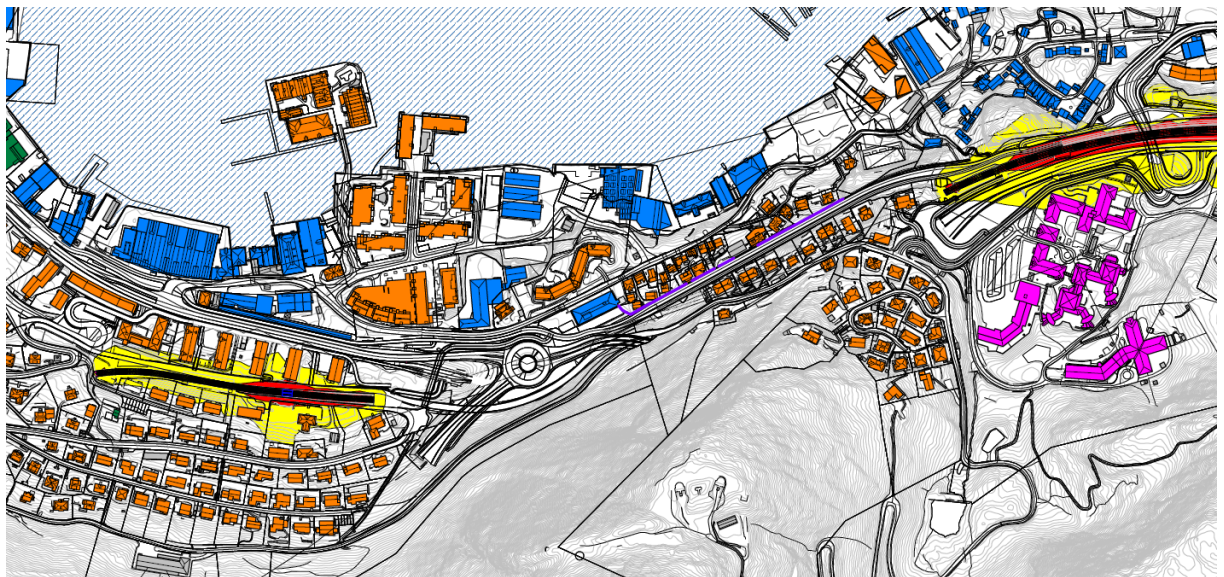
Det er utført beregninger av støy for utbygget situasjon i år 2040, hvor Bybanen er bygget fra Bergen sentrum til terminal i Vågsbotn i Åsane. I Åsaneveien reduseres eksisterende firefelts

veg til tofelts veg, og det bygges bane i det ene av dagens to vegløp. En stor del av trafikken på denne strekningen vil i utbygget situasjon være flyttet til ny E39 i utvidet Fløyfjell tunnel. Det vil også bli ombygging av flere eksisterende vegkryss i forbindelse med utbyggingen. Større endringer av eksisterende vegsystem medfører at vegtrafikkstøy er å betrakte som støy fra nytt anlegg på lik linje med den nye banen. Hovedsykkelruten vil også være etablert, men den vil ikke påvirke støyforholdene i samme grad som ny bane og nytt veganlegg.

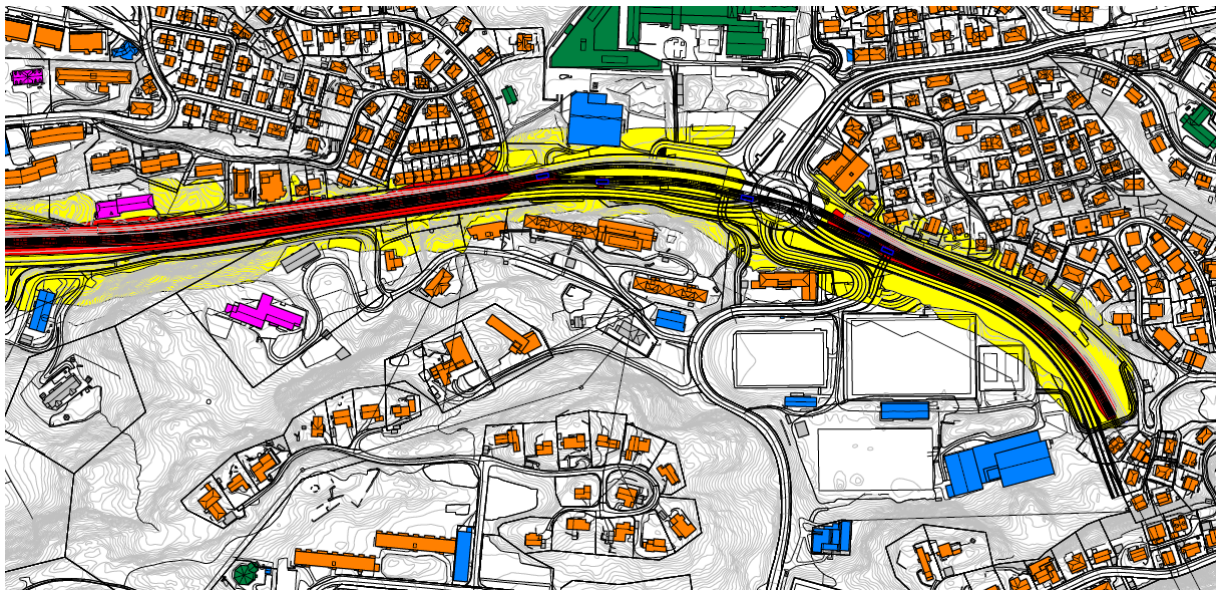
Foruten vesentlig nedgang i trafikken på eksisterende E39, er det resterende vegnettet forventet å ha tilsvarende trafikkmengde både før og etter utbyggingen, med kun mindre endringer.

Det er utført beregninger i henhold til Nordisk beregningsmetode for henholdsvis støy fra vegtrafikk og støy fra skinnegående trafikk. Beregningsresultatene er vist i støysonekart med gul og rød støysone i henhold til støyretningslinjen T-1442. For vegtrafikk gjelder i hht T-1442 følgende støyutbredelse av gul støysone > 55 dB og rød støysone > 65 dB. For banen gjelder gul støysone > 58 dB og rød støysone > 68 dB. I støysonekart vises beregninger av støy kun fra ny bane og i tillegg vises støy fra både ny bane, vegtrafikk på ny E39 og nærliggende eksisterende vegnett.

Utsnitt av beregningsresultatet for ny bane er vist i Figur 64 og Figur 65.



Figur 64: Støyutbredelse av gul støysone ($L_{den} > 58$ dB) og rød støysone ($L_{den} > 68$ dB) fra bane i utbygget situasjon beregnet 4 m.o.t. Kartet viser området fra Amalie Skrams vei i sør til Sandviken sykehus i nord. Nord er mot høyre i figuren.

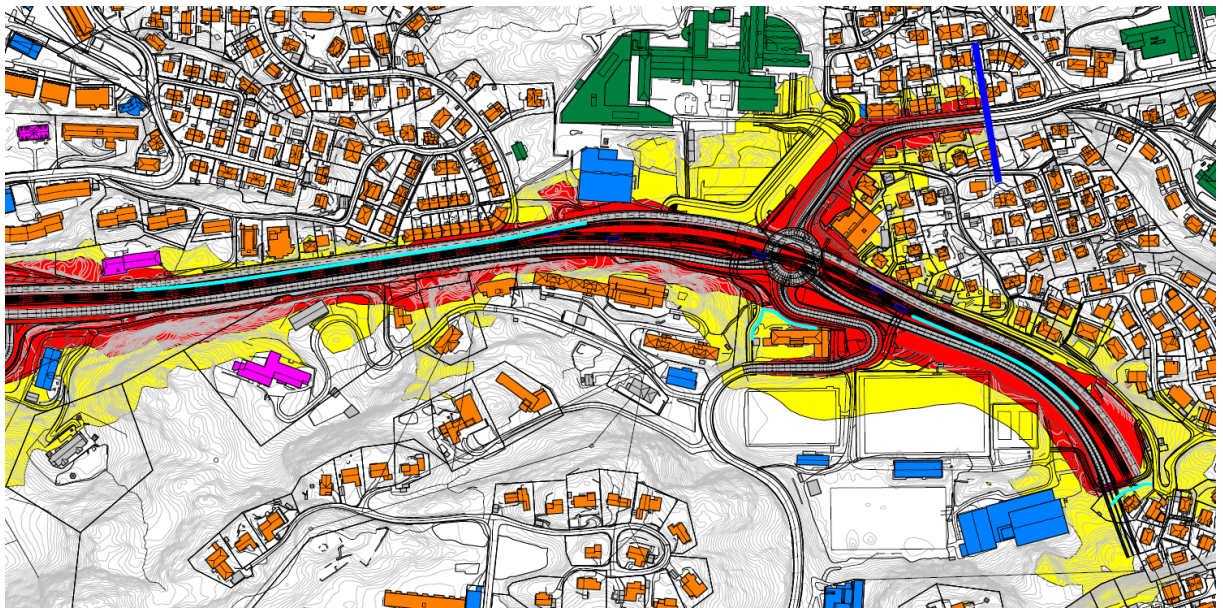


Figur 65: Støyutbredelse av gul støysone ($L_{den} > 58$ dB) og rød støysone ($L_{den} > 68$ dB) fra bane i utbygget situasjon beregnet 4 m.o.t. Kartet viser området fra Sandviken sykehus i sør til Eidsvåg tunnelen i nord. Nord er mot høyre i figuren.

Det er beregnet støy av støy fra bane, nye veglenker og eksisterende veier. Beregninger av skjermet støysituasjon i utbygget alternativ er vist i Figur 66 og Figur 67. Ved summering av støynivåer er grenseverdiene for bane «omgjort» til vegtrafikkstøygrenser.



Figur 66: Summert støynivå (gul støysone, $L_{den} > 55$ dB og rød støysone, $L_{den} > 65$ dB) fra veg og bane i utbygget situasjon beregnet 4 m.o.t. Kartet viser området fra Amalie Skrams vei i sør til Sandviken sykehus i nord. Nord er mot høyre i figuren.

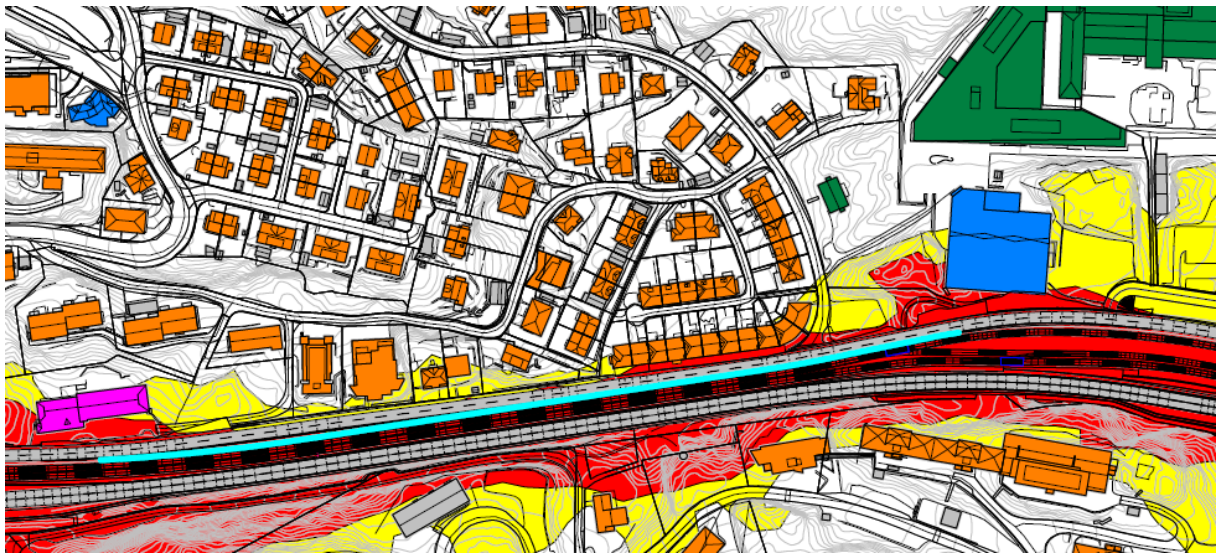


Figur 67: Summert støynivå (gul støysone, $L_{den} > 55$ dB og rød støysone, $L_{den} > 65$ dB) fra veg og bane i utbygget situasjon beregnet 4 m.o.t. Kartet viser området fra Sandviken sykehus i sør til Eidsvåg tunnelen i nord. Nord er mot høyre i figuren.

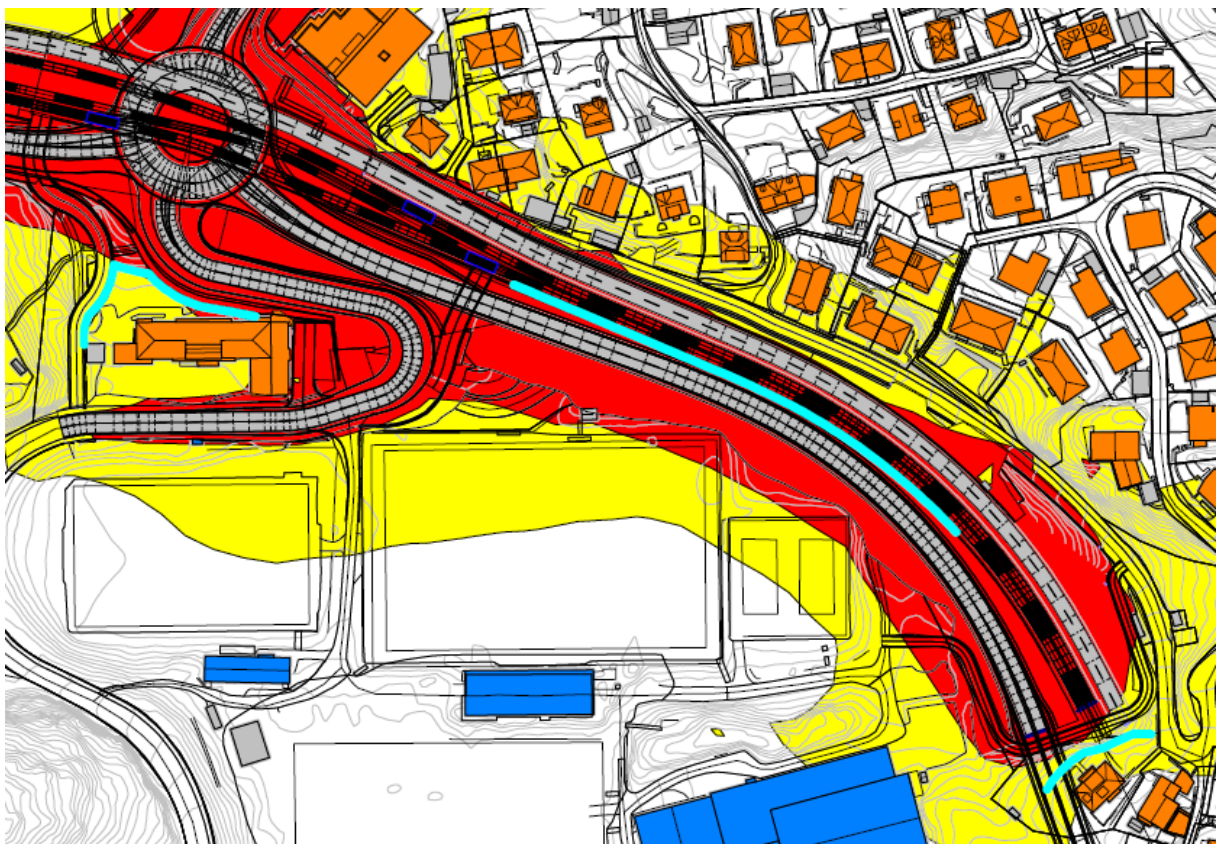
4.8.3 Støyskjermer

Det er vurdert bruk av støyskjermer langs nytt veganlegg og langs Bybanen i områder hvor disse vil ha god støyreducerende effekt. Det er forslag til fire nye støyskjermer i forbindelse med utbyggingen, og disse ligger nord på strekningen. To av skjermene er plassert langs bane eller veg, og to skjermer er plassert ved eiendommer.

Den sørligste skjermen er vist i Figur 68. Denne skjermen erstatter eksisterende skjerm som må rives som følge av utbyggingen, like sør for NHH. Den nye foreslåtte skjermen er plassert mellom bane og gang- og sykkelveg, og vil skjerme bebyggelsen i vest fra støy fra både veg og bane. Støyskjermen er 2 m høy relativ til bane og har en utstrekning på ca. 390 m. De to lokale skjermene og den andre langsgående skjermen er vist i Figur 69. Den langsgående skjermen er plassert mellom veg og bane og skjermer bebyggelsen i vest fra støy fra veg, og skjermer idrettsanlegget i øst fra støy fra bane. Skjermen er 2 m høy relativ til bane og har en utstrekning på ca. 160 m. Ny lokal støyskjerm er foreslått ved Øyjordsveien 1 og 3, den har høyde 2,5 m relativ til terreng og lengde på ca. 80 m. Det er også foreslått lokal støyskjerm ved eiendommene over tunnelportalen. Denne er 3 m høy relativ til terreng og ca. 40 m lang.



Figur 68: Summert støynivå (gul støysone, $L_{den} > 55$ dB og rød støysone, $L_{den} > 65$ dB) fra veg og bane i utbygget situasjon like sør for NHH (grønt bygg øverst t.h. i figuren). Ny foreslått støyskjerm er vist i turkis. Beregningshøyde 4 m.o.t. Nord er til høyre i figuren.



Figur 69: Summert støynivå (gul støysone, $L_{den} > 55$ dB og rød støysone, $L_{den} > 65$ dB) fra veg og bane i utbygget situasjon like sør for Eidsvåg tunnelen. Ny foreslåtte støyskjerm er vist i turkis. Beregningshøyde 4 m.o.t. Nord er til høyre i figuren.

4.8.4 Støyutsatte boliger

For både nullalternativet og utbygget situasjon er antall støyutsatte bolighus i gul og rød støysone talt opp fordelt på kategorien «små hus» og «store hus». Små hus omfatter eneboliger og opp til 3-4 mannsboliger. Det er ved anslag av antall boenheter antatt et gjennomsnitt på 2 boliger per hus. Store hus er blokkbebyggelse og det er for dette området anslått et gjennomsnitt på ca. 20 boliger per «stort hus». I Tabell 6 og Tabell 7 nedenfor er det gitt en oversikt over ca. antall støyutsatte bolighus og boenheter for nullalternativet og for utbygget situasjon. For enkelte bolighus er kun deler av bygningen i angitt støysone og deler av bygningen utenfor støysone, antall støyutsatte boliger kan derfor være noe overestimert i denne oversikten. Det blir benyttet samme metodikk for fremtidig situasjon og nullalternativ slik at sammenligningsgrunnlaget er basert på samme nøyaktighet. Det er ikke registrert støyutsatt fritidsbebyggelse i dette området. I tillegg til boliger ligger tre helseinstitusjoner i gul og/eller rød støysone fra veg og/eller bane, ett undervisningsbygg (NHH) og én barnehage ligger delvis i gul sone fra ny veg. I nullalternativet er én ekstra barnehage delvis i gul sone, men den bringes ned i hvit sone etter utbygging.

Tabell 6: Støyutsatte boligbygg og boliger i nullalternativet

Støysone	Antall støyutsatte boliger i nullalternativet		
	Små bolighus	Store bolighus	Ca antall boliger
Rød sone	39	47	1020
Gul sone	119	15	540
Sum totalt	158	62	1560

Tabell 7: Støyutsatte boligbygg og boliger fra veg og bane i utbygget situasjon (flerkildestøy, skjernet)

Støysone	Antall støyutsatte boliger fra veg og bane i utbygget situasjon		
	Små bolighus	Store bolighus	Ca antall boliger
Rød sone	4	31	630
Gul sone	51	12	340
Sum totalt	55	43	970

Tabellene viser at antall støyutsatte forventes å bli redusert med ca. en tredjedel etter utbygging sammenlignet med nullalternativet uten utbygging.

4.8.5 Boliger som skal vurderes for lokale støytiltak

Boliger som ligger i gul eller rød sone fra ny bane eller nytt veganlegg, skal vurderes for lokale støytiltak i detaljprosjekteringsfasen. Antall boliger som skal vurderes med tanke på støytiltak i detaljprosjekteringsfasen er listet opp i tabellene nedenfor.

Tabell 8: Støyutsatte boligbygg og boliger fra bane i utbygget situasjon. Antall som skal vurderes videre mhp lokale tiltak i detaljprosjekteringsfasen.

	Antall støyutsatte boliger fra ny bane som skal vurderes for lokale tiltak*		
Støysone	Små bolighus	Store bolighus	Ca antall boliger
Rød sone	0	1	20
Gul sone	15	22	470
Sum totalt	15	23	490

* 36 av bolighusene, alle unntatt to små bolighus, er støyutsatt fra både bane og veg

Tabell 9: Støyutsatte boligbygg og boliger fra nytt veganlegg i utbygget situasjon. Antall som skal vurderes videre mhp lokale tiltak i detaljprosjekteringsfasen.

	Antall støyutsatte boliger fra nytt veganlegg som skal vurderes for lokale tiltak*		
Støysone	Små bolighus	Store bolighus	Ca antall boliger
Rød sone	4	31	630
Gul sone	40	11	300
Sum totalt	44	42	930

* 36 av bolighusene, 13 små bolighus og 23 store bolighus er støyutsatt fra både bane og veg

Tabell 10: Oversikt over totalt antall støyutsatte boligbygg og boliger fra utbygget situasjon som skal vurderes videre mhp lokale tiltak i detaljprosjekteringsfasen.

Støysone	Totalt antall støyutsatte boliger som skal vurderes med tanke på lokale støytiltak*		
	Små bolighus	Store bolighus	Ca antall boliger
Rød sone	4	31	630
Gul sone	51	12	340
Sum totalt	55	43	970

* Antallet er justert med tanke på boliger som er støyutsatt både fra bane og veg.

Ti av bolighusene i gul sone, ni små bolighus og ett stort bolighus, overskrider ikke grenseverdi for støy fra veg og bane hver for seg, men ligger over grenseverdi for samlet støybelastning fra både veg og bane. Disse skal dermed inkluderes i antallet som skal vurderes videre for lokale tiltak.

Tabellene over viser at antall støyutsatte forventes å reduseres med ca. en tredjedel etter utbygging sammenlignet med nullalternativet. Flertallet av boligene er støyutsatt fra ny veg, men det er også en del boliger som er støyutsatt fra bane. Nesten alle boligene som er støyutsatt fra bane er også støyutsatt fra veg.

Det er ingen fritidsboliger i rød eller gul støysone, men følgende støyfølsomme bygg må også vurdere med tanke på støytiltak

- 2 skoler/barnehager i gul støysone.
- 1 helseinstitusjon i rød sone og 1 helseinstitusjon i gul støysone.

Ca. 970 boliger vil vurderes med hensyn på lokale støytiltak i byggeplanfase som følge av utbyggingen. I tegningene BT5-X-23001 - BT5-X-23002 er boligbyggene som skal vurderes for lokale støytiltak markert på kart.

4.8.6 Strukturlyd og vibrasjoner

Vibrasjoner fra trafikk kan forplante seg til bygninger som rystelser som man kan føle på kroppen. I tillegg vil vibrasjoner i gulv, vegger og tak, kan vibrasjoner også avstråles som hørbar strukturlyd. I rom som vender mot banen, gir strukturlyden ofte lavere støynivåer enn den luftoverførte støyen som går gjennom fasaden. For rom som vender vekk fra banen eller i bygninger over tunneler kan strukturlyden være dominerende.

Følbare rystelser er vanligvis kun et problem når både hus og bane står på løsmasser og da spesielt bløte løsmasser som for eksempel bløt leire eller torv. Hørbar strukturlyd på dagstrekninger er fremst et problem der både bane og boliger er fundamentert på berg, men også ved fundamentering på leire kan hørbar strukturlyd oppstå grunnet overføring i tørrskorpen. Over tunneler bør risiko for hørbar strukturstøy alltid vurderes.

Teknisk regelverk for Bybanen angir krav til strukturstøy og følbare rystelser i tre soner: grønn, gul og rød. Grønn sone er akseptabel, tiltak vurderes ved overskridelse av grense for gul sone og tiltak er nødvendig ved overskridelse av grensen for rød sone. For følbare rystelser samsvarer grensen for rød sone med grenseverdien for klasse C i Norsk Standard for

vibrasjoner fra landbasert samferdsel, NS 8176. For strukturstøy fra bane i tunnel og kulvert samsvarer grenseverdien for grønn sone med grenseverdien for klasse C i Norsk Standard for Lydforhold in bygninger, NS 8175. For bane i dagen er det ikke fastsatt egne grenseverdier for strukturstøy i NS 8175, men kun til summen av luftoverført støy og strukturstøy fra utendørs lydkilder.

På den aktuelle strekningen går banen i to bergtunneler med en dagstrekning mellom. På dagstrekningen er dybden til berg de fleste steder lav unntatt ved Amalie Skrams vei 29-49 der det er fyllmasser av ukjent mektighet. Følbare rystelser vurderes ikke å overstige grenseverdien for klasse C i NS 8176, $v_{w,95} = 0,3$ mm/s, forutsatt at banen ved Amalie Skrams vei 29-49 fundamenteres til berg eller til faste løsmasser.

For bergtunnelene mellom Sandbrogaten – Amalie Skrams vei og Amalie Skrams vei – Sandviken sykehus vil strukturstøy kunne overstige grenseverdien, $L_{AmaksF} = 32$ dB i flere boliger over tunnelene (hvilke boliger dette gjelder, er angitt i NGI-rapport). Aktuelt tiltak mot strukturlyd fra banen i tunnel vil være ballastmatter under spor. Med ballastmatter under spor vil grenseverdien for klasse C i NS 8175 kunne møtes.

På dagstrekningen er målsetningen at strukturstøynivået skal være lavere enn $L_{AmaksF} = 37$ dB i rom der strukturlyd er dimensjonerende. Det er kun i boliger nær sporveksler som det kan være aktuelt med tiltak for å oppnå denne målsetning. Aktuelt tiltak er svillematter under sporveksler eller alternativt vibrasjonsisolert fastspor.

For ytterligere informasjon om tema, se rapport fra NGI.

5 Anleggsgjennomføring

5.1 utfordringer på strekningen

Areal for midlertidige tiltak, rigg- og anleggsområder og vurderinger rundt nødvendige arealer for å sikre byggbarhet, er vist i Y-tegninger for delstrekning 2. Disse Y-tegningene er grunnlag for å sikre nok midlertidige arealer i plankartene.

I planlegging av anleggsgjennomføringen er det lagt vekt på å avdekke alle momenter som krever areal for anleggsgjennomføringen og etablering av midlertidige tiltak.

De momenter som har vært spesielt fokusert på er:

- Arealer for rigg og drift
- Anleggsbelte langs traseen
- Arealer til omlegging av trafikk
- Arealer til omlegging av infrastruktur

De to største overordnede utfordringene på denne delstrekningen med tanke på anleggsgjennomføring er:

- Tre svært kompliserte dagsoner i Ytre Sandviken. Dette er områder med svært høy trafikk hvor det skal bygges flere nye portaler, bruer, tunneler og vegsystem. Kompleksiteten i arbeidene medfører at gjennomgangstrafikk må være lagt om før arbeidene kan begynne for fullt. Dermed er tidspunktet for den forlengede Fløyfjelltunnelens åpning (DSF) styrende for når arbeidene kan starte opp. Dette gir igjen begrenset med tid for gjennomføringen av arbeidene i DS2, slik at disse dagsonene blir styrende for den totale fremdriftsplanen til prosjektet, med liten tilgjengelig sikkerhetsbuffer.
- Bybanetunnelen gjennom Sandviken mellom Sandbrogaten og Amalie Skrams vei, inkludert arbeidene med underjordisk holdeplass. Dette medfører tunneldrift i trange areal, tett på svært mange boliger og med utfordrende tilkomst til gatenett.

5.2 Nye Sandviksveien

Det må etableres en byggegrop i enden av Sandbrogaten under Nye Sandviksveien for tunnelpåhugg og betongportal (konstruksjon K104) for bybanetunnelen videre nordover gjennom Sandviken mot Amalie Skrams vei. Tilknyttet portalen skal det også bygges et teknisk bygg for likeretter. Byggegroppen bryter igjennom taket på den gamle jernbanetunnelen som krysser noenlunde vinkelrett under, og dette medfører at jernbanetunnelens portal også må rives og senere gjenoppbygges.

I forkant av utgravingen må også teknisk infrastruktur, deriblant en veldig stor høyspentledning, legges om midlertidig. Mens byggegropen graves og sprenges ut må Nye Sandviksveien stenges for gjennomkjøring for biltrafikk, mens det må legges til rette for at gangtrafikk kan passere. Byggegroppen vil måtte bli stående åpen i lang tid, fordi man må legge til rette for at uttransport av tunnelstein kan skje direkte fra byggegrop og til Koengen. Dermed må oppstart av portalbygging utsettes til etter at tunneldrivingen er fullført. For å unngå at Nye Sandviksveien er stengt i hele denne perioden er det foreslått å etablere en midlertidig brukryssing (med en baileybro), som da kan etableres parallelt med nedspregning av byggegrop. Denne er da i bruk i perioden mens tunneldriving og portalbygging pågår. Når

portal er ferdigbygget og tilbakefylt kan den midlertidige broen løftes vekk og Nye Sandviksveien med tilstøtende sidearealer reetableres til permanent stand. I denne perioden vil det da også bli et relativt kortvarig behov for å stenge Nye Sandviksveien for gjennomkjøring. Dette må da koordineres med andre planlagte stengninger av Sjøgaten på DS1 og DSS, slik at disse ikke sammenfaller i tid.

5.3 Amalie Skrams vei

Bybanetunnelens nordlige utløp i Amalie Skrams vei medfører behov for en tunnelrigg i en smal boliggate med begrenset plass, som også kun har tilkomst til hovedvegnettet gjennom smale boligater. Det er derfor tidlig nødvendig å rive de boligene som er berørte av tiltaket, og etablere en midlertidig rundkjøring til Sandviksveien som sikrer tilkomst til anleggsområdet. I tillegg er det også viktig å få begynt arbeidet med muring mot blokkene på vestsiden, slik at dette arealet som man da bygger opp kan benyttes til riggareal mens tunneldriving pågår. Man må også vurdere å benytte areal for fremtidig adkomstvei i sørvest til riggareal. Uansett vil riggarealet være smalt, avlangt og tett på boliger.

Fjellpåhugget til tunnelen kutter i tillegg adkomstveien til tre firemannsboliger, som må sikres midlertidig adkomst frem til tunnelportal (K202) er ferdigbygget og permanent tilbakeført adkomst er etablert. Her ser man derfor for seg at bybanetunnelens portal bygges før man begynner for fullt med tunneldriving sørover.

5.4 Glass Knag - krysset

Tiltakene som skal skje i krysset nært Glass Knag-bygget er blant de mest krevende i hele byggetrinn 5, og derfor omtalt litt mer detaljert her. Det skal bygges fire nye tunnelportaler, to nye bruer, tre nye tunneler, flere nye murer og nytt vegsystem med tidvis høye fjellskjæringer, midt i et trangt område med svært mye biltrafikk. For hovedtyngden av arbeidene som skal skje er det nødvendig at gjennomgangstrafikken på E39 er lagt gjennom forlenget Fløyfjellstunnel. Likevel er det av tidsmessige årsaker en del arbeider som det er nødvendig å starte opp med før. Dette gjelder hovedsakelig bybanetunnelen mot nord sin betongportal (K204), som er rundt 90 meter lang. Denne ligger lavere i høyde enn en del andre konstruksjoner i dette området og det er derfor viktig å få den bygget tidlig, slik at arealet over er frigjort i senere faser.

Portalen ligger under eksisterende bru som krysser E39. Denne brua må derfor tidlig rives, og alternativ tilkomst til den nordlige delen av Amalie Skrams vei må etableres fra nord via Munkebotn. Den innerste delen av tunnelportalen, like før fjellpåhugget, krysser under dagens sørgående innløp til Fløyfjellstunnelen og medfører der en åpen byggegrop på tvers av en veg med en ÅDT på 24 000. Her må derfor dagens veg legges om og krysse over byggegropen på en baileybro. Klargjøringen av denne broen medfører sprengning, planering og omlegginger på begge sider, med komplisert anleggsadkomst og lite areal. I tillegg vil vegutvidelse for ny avramping fra forlenget Fløyfjellstunnel komme i direkte konflikt med en fjellsjakt for vann- og overvannsledninger. Omlegginger av disse rørene må også håndteres, samt mulig nedfall i sjakten under anleggsgjennomføringen. Man ser for seg at vannledningen kan legges om midlertidig i to omganger. I første omleggingsfase legges den i dagen i skjæringen over rampetunnelenes påhugg, mens den i neste legges den midlertidig på toppen av K204 i forbindelse med gjenfylling av denne. Sjakten må reetableres som en betongkonstruksjon der

man sprenger vekk fjellet, og det kan også være aktuelt å innlemme dette i deler av den kommende gang- og sykkelbru K206 sitt nordlige landkar.

Etter at K204 (bybanetunnelens portal) er ferdigbygget, kan man starte opp tunneldriving nordover parallelt med tilbakefylling over portalen. Tunneldrivingen må derimot stoppes etter ca. 100 meter, da tunnelen kommer i direkte konflikt med eksisterende veitunnel Munkebotstunnelen, og utsettes til sistnevnte stenges i en senere fase.

Parallelt med arbeidene med K204 er det også viktig å komme i gang med avgraving og etablering av forskjæring for den planlagte vegtunnelen mellom Glass Knag og Sandviken sykehus (også omtalt som Måseskjæret), som delvis benytter seg av eksisterende nordgående løp av Fløyfjelltunnelen. Denne tunnelen har en stor og komplisert tunnelportal (konstruksjon K209) på motsatt side av Glass Knag-bygget, som det vil ta noe lengre tid å bygge enn en tradisjonell portal. Fjellpåkutt og byggegrop til portalen vil kreve at man går dypt inn i det forholdsvis bratte terrenget, og blant annet krysser gangveg Fjellveien, som må legges midlertidig over portalens planlagte byggegrop. Arbeidene her bør av fremdriftsmessige hensyn komme i gang før Fløyfjelltunnelen forlenges, til tross for de ekstra komplikasjoner dette medfører, blant annet med nødvendige stenginger av motorvegen i forbindelse med sprengning. E39 må uansett sideforflyttes inn på Glass Knag sitt parkeringsareal for å gi noe bedre arbeidsrom.

Når Fløyfjelltunnelens forlengelse åpnes vil gjennomgangstrafikk på E39 forsvinne fra området, og dagens innkjøring til Fløyfjelltunnelen stenges midlertidig. Lokaltrafikken gjennom området vil trolig likevel være svært høy, men totalt sett er situasjonen vesentlig forbedret. Det er allikevel begrenset med tid til å gjennomføre de resterende arbeidene, og det er viktig at man får bygget Fløyfjelltunnelens av- og påramper så fort som mulig. Med en gang forlengelsen tas i bruk vil derfor antallet parallelle arbeidsoperasjoner i Glass Knag-krysset øke.

I den første fasen etter forlengelsen vil den eksisterende Munkebotstunnelen stenges, og lokal nord-sør-trafikk mellom Ytre og Indre Sandviken ledes på dagens E39 Åsaneveien i dagen, med ett løp i hver retning. Man kan da grave av og rive den eksisterende portalen til Munkebotstunnelen, og begynne arbeidene med å bygge en ny portal (konstruksjon K224) som er rundt 100 meter lang. Parallelt med portalarbeidene må man også fortsette tunneldrivingen av bybanetunnelen nordover. Denne krysser under Munkebotstunnelen og vil bryte igjennom sålen av eksisterende tunnel. Det vil dermed bli en åpen kryssing her i to nivå. Her er det planlagt en statisk bærende kontaktstøpkonstruksjon (K219), som først må bygges og så tilbakefylles. Ved ferdigstillelse av arbeidene med portal og med kryssingskonstruksjonen i Munkebotstunnelen settes tunnelen i stand igjen og klargjøres for tovegs trafikk i den kommende fasen.

Samtidig som arbeidene med Munkebotstunnelen pågår må man også fortsette arbeidene med å etablere påhugg for Fløyfjelltunnelens planlagte avrampe. Påhugget vil komme i et svært bratt område, med høge fjellskjæringer som må sprenges ned i flere pallhøyder, og som trolig vil medføre en betydelig oppfylling av sprengstein for å kunne gi tilkomst opp på skjæringstopp i forbindelse med nedpallingen. Ettersom arbeidene med Munkebotstunnelens portal vil kutte dagsonens anleggsareal på tvers må anleggstilkomst til dette området skje via Amalie Skrams vei. Etter at fjellpåkutt er etablert kan man begynne tunneldriving innover i rampetunnelen, og begynne arbeider med nye tunnelportaler i området (konstruksjonene K227 og K228).

I denne fasen er det også nødvendig å starte tunneldriving av vegtunnelen mellom Glass Knag og Sandviken sykehus. Her ser man for seg oppstart fra både nord og sør. Fra nord vil

tunneldriving påbegynnes fra inne i dagens nordgående løp av Fløyfjelltunnelen. Her må også deler av eksisterende tunnel strosses ut i en lengde. Arbeid med denne tunnelens tidligere omtalte tunnelportal K209 må også starte i denne fasen. Dette vil da medføre at denne fasen på et tidspunkt kan risikere å ha parallelt arbeid med hele tre tunnelportaler og en hvelvkonstruksjon, så dette kan logistisk sett være svært utfordrende.

I den andre fasen etter Fløyfjellstunnelens forlengelse vil nord-sør trafikk mellom Ytre og Indre Sandviken legges igjennom Munkebotstunnelen. Fasen vil omfatte en fullføring av de resterende tunge arbeidene i Glass Knag-krysset. Dette gjelder da gjenstående del av tunneldriving, tunnelinnredning og elektro/testing av tunnelene. Parallelt må også det nye vegsystemet med rundkjøring, tilfarter og tilhørende teknisk infrastruktur måtte bygges, samt gang- og sykkelbru (K206) og natursteinsmurer for ny gang- og sykkelveg forbindelse mellom Amalie Skrams vei i sør og Munkebotn i nord. Arbeidene vil trolig også være logistisk utfordrende på grunn av svært mange arbeidsoperasjoner som skal skje samtidig på et begrenset areal. Gang- og sykkelveg må ledes igjennom området på vestsiden av og tilpasses arbeidene med lokale omlegginger.

I den siste fasen åpnes Fløyfjellstunnelens av- og pårampe, og det nye vegsystemet tas i bruk i sin helhet, mens sideområdene og en ny øst-vest gang- og sykkelbru (konstruksjon K205) fullføres.

5.5 Munkebotn ved Sandviken sykehus

I dette området skal det bygges et nytt kryss til Sandviken sykehus og Nyhavn, og kulverten under dagens E39 skal rives og reetableres. Det skal også bygges nye tunnelportaler, og bybanetunnelen fra Amalie Skrams vei har sitt nordlige utløp her. Dagsonen har lite tilgjengelig areal, og det er derfor nødvendig at gjennomgangstrafikken på E39 er lagt igjennom forlenget Fløyfjellstunnel og eksisterende kjøreveg er nedskalert til ett felt i hver retning for den lokale nord-sør-trafikken, før arbeidet kan starte opp for fullt.

I de første fasene vil nord-sør-lokalveg legges ute i dagen på eksisterende sørgående løp av dagens motorveg, og arbeidet vil da skje parallelt med portalbygging og internkryssing i Munkebotstunnelen ved Glass Knag-området. I disse fasene vil tunnelpåkugg for bybanetunnelen etableres, og tunneldriving sørover mot internkryssningspunktet vil starte opp. Samtidig vil man starte utstrossing av dagens nordgående løp av Fløyfjellstunnelen, og tunneldriving av den nye vegtunnelen mot Glass Knag. Tunnelrigg må etableres i arealet foran dagens utløp av både Fløyfjellstunnelen og Munkebotstunnelen, med anleggsadkomst via en midlertidig rundkjøring som må etableres litt lenger nord. Parallelt vil det pågå arbeid med å bygge ny betongkulvert under dagens E39, konstruksjon K212. Både riving av eksisterende kulvert og bygging av ny må skje i en todelt operasjon slik at trafikken kan ledes over den ene delen, mens den andre rives og reetableres.

Adkomst til Sandviksleitet i øst og Nyhavnsveien i vest vil i disse fasene måtte skje via to midlertidige rundkjøringer ettersom det ikke vil bli kjørbar adkomst gjennom kulverten under dagens E39.

I de senere fasene er Munkebotstunnelen reetablert og lokal nord-sør-trafikk føres da gjennom denne. Dette frigjør dagens sørgående løp av E39, hvor det skal bygges hovedsykkelløp. Til slutt tas det permanente veganlegget i bruk, og arbeidet med bane, gang- og sykkelveger, lokalveger og andre sidearealer, kan fullføres. Videre mot nord skal det bygges en lang støttemur mellom bybanespor og hovedsykkelløp. Dette utføres parallelt med de

andre arbeidene i tidligere faser, etter at arbeider med permanent veg er fullført der og trafikken da kan benytte denne.

5.6 NHH - krysset

Ved NHH er det også svært lite som kan påbegynnes i tidlige faser pga. stor trafikk og mangel på plass. Med en gang Fløyfjelltunnelen er lagt om og gjennomgående kjøreveg er nedskalert til ett felt i hver retning, kan man starte opp arbeidene for fullt. Adkomst til Helleveien på vestsiden av Åsaneveien etableres da via en midlertidig rundkjøring i sør som blir liggende i store deler av anleggsperioden. Den omlagte armen til Helleveien legger beslag på deler av NHH sitt parkeringsareal, og det bør også lages løsninger for midlertidige busstopp langs denne vegen. Adkomst til Øyjordsveien på østsiden av Åsaneveien etableres via et midlertidig T-kryss, som må flyttes og legges om noe underveis.

I dette området skal eksisterende bruer rives, og det skal bygges en ny og veldig stor brukonstruksjon (K214) for bybane og hovedsykkelrute. Eksisterende bru må rives i to omganger. Først rives den østlige delen mens trafikken går over den vestlige delen. Så etableres ny nord-sør-omkjøringsveg på utsiden av den tidligere østlige delen, og trafikk legges over, før den vestlige delen rives. Den omlagte nord-sør-vegen gir da plass til den planlagte store brukonstruksjonen, som da bygges samtidig som arbeider med ny rundkjøring under brua også begynner å ta form. I disse fasene benyttes de to eksisterende gang- og sykkelbruene som i dag krysser over E39 for gang- og sykkeltrafikk, før disse rives i senere faser.

Etter at den store brukonstruksjonen er ferdigbygget, må gjennomgående nord-sør-biltrafikk ledes over denne midlertidig. Så fullføres den nye rundkjøringen med tilstøtende armer til Helleveien og Øyjordsveien. Til slutt bygges brukonstruksjonens tilstøtende mindre gang- og sykkelruer (K213 og K215), samt trapp mot ny bussterminal. Nytt permanent vegsystem tas i bruk og resterende arbeider fullføres.

I nord må trafikkomlegging tilpasses faseplaner og arbeider for Eidsvågtunnelen.

5.7 Bybanetunnelen mellom Sandbrogaten og Amalie Skrams vei

Tunnelen er forutsatt sprengt ut fra både nord og sør. Fra sør etableres en fullverdig tunnelrigg på Koengen, med tilkomst til tunnelen via byggegrop under Nye Sandviksvei. I nord etableres en noe nedskalert tunnelrigg (basert på manglende tilgjengelig areal) fra Amalie Skrams vei.

5.8 Underjordisk stasjon

Den underjordiske holdeplassen består av et utvidet fjellrom med to ettløps banetunneler som inn- og utløp i hver ende. I sørlig ende vil det bli en forhøyelse av fjellhallen for å etablere mesaninnivå med adkomsttunnel videre mot utgangen ved Sandvikskirken. I nordlig ende vil det med etablering av publikumsutgang bli en tilsvarende løsning, med adkomsttunnel fra mesanin til Gørbitz gate/ Grensegrenden. Hvis utgangen i nordenden kun blir en rømningsvei ned til VA-tunnelen, vil det ikke kreve et forhøyet fjellrom i denne enden.

Holdeplassen ligger omtrent midtveis i Sandvikentunnelen, med ca. 650 meter fra sør og 680 meter fra nord. Det er lagt opp til at tunnelen drives fra begge ender, men hvilken av tunnelstuffedene som først når stasjonshallen vil komme an på når tunneldrivingen startes opp og hvor stor inndrift man klarer å oppnå. Sørlig tunnelstuff har mindre av forberedende arbeider enn den nordlige, og vil dermed trolig komme i gang tidligere, men den har i gjengjeld forventet lavere inndrift på grunn av strengere krav til innlekkasje og forventet dårligere bergmassekvalitet. Uansett vil utsprengning av selve hallen være tidkrevende på grunn av den store spennvidden og omfattende behov for bergsikring.

Det vil trolig være mest hensiktsmessig å fullføre sprengning og sikring av selve fjellhallen før man begynner på adkomsttunnelene. Sålen til den sørlige adkomsttunnelen ligger som kjent på mesaninnivået som ligger godt over nivået til selve banetunnelene. Man må derfor komme seg opp til dette nivået ved å fylle opp med sprengstein mot fjellhallens endevegg, slik at man kan etablere seg en midlertidig arbeidsplattform som utgangspunkt for å bore og sprengte ut adkomsttunnelen. Dette vil antakeligvis blokkere all tilkomst fra sørlig tunnelinngang ved Koengen til stasjonshallen i perioden arbeidene pågår, og dermed medføre en logistikkutfordring som må løses. Men ettersom man legger opp til at det meste av sørlige adkomsttunnel sprenges fra utsiden er det trolig bare snakk om en begrenset periode.

Dersom man velger variant med fullverdig publikumsinngang i nordlig ende av stasjonshallen vil man også få tilsvarende utfordring med dens adkomsttunnel. I tillegg er den nordlige adkomsttunnelen dobbelt så lang, og vil av logistikkhensyn (som blir omtalt videre i kommende avsnitt) kreve at en god del av dens lengde sprenges og lastes ut fra innsiden. Dermed vil tilkomst mot nordlig tunnelinngang i Amalie Skrams vei bli blokkert, og trolig også i vesentlig lenger tid enn den sørlige.

Man kan også vurdere behovet for å anlegge en egen anleggstunnel forbi disse utfordrende områdene. En slik bypass-løsning vil kunne lede anleggstrafikk forbi de aktuelle områdene i stasjonshallen og sørge for at arbeidene med adkomsttunnel og mesaninnivåer kan pågå med minimal påvirkning av logistikken for resten av hovedtunnelen. En slik løsning må vurderes ut ifra fremdrift, logistikk og kost-nytte. En bypasstunnel vil medføre enda strengere tettekrav ved passering av holdeplassområdet, og ha ingen nytte i permanent tilstand, men den vil kunne løse en del av anleggsfasens potensielle flaskehals.

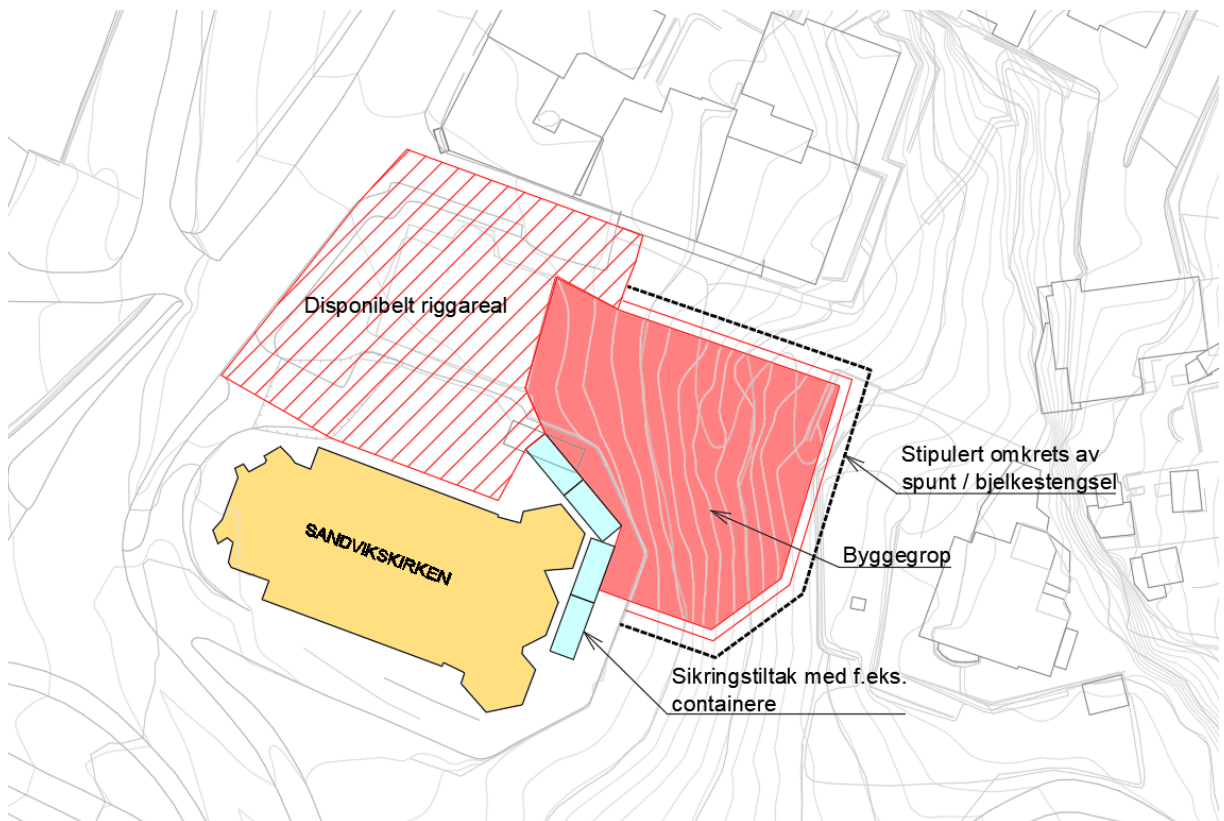
Dersom man velger variant med nødutgang til VA-tunnelen, vil man ikke ha behov for et mesaninnivå, så utsprengningen av selve stasjonshallen vil trolig kunne gjennomføres raskere. For å etablere nødutgangen må man derimot sprengte seg ned ca. 7 meter til et dypere nivå i stasjonshallen, før man så sprenger en forholdsvis kort tunnel videre mot vest og kobler seg på VA-tunnelen. Denne utsprengningen må antakeligvis skje fra stasjonshallen på grunn av begrensninger i VA-tunnelen. Tilkomst ned til denne nødutgangstunnelen fra stasjonshallen vil være komplisert på grunn av de store høydeforskjellene. Det vil blokkere fullstendig det vestlige tunnellopet som kommer fra nord, og potensielt også det østlige, noe som igjen vil gi store logistikkutfordringer og trolig medføre behov for en bypasstunnel, eller en slags midlertidig broløsning over byggegroppen. Først når nødutgangstunnelen er ferdig sprengt og konstruksjonen rundt denne er ferdigbygd, kan det vestlige tunnellopet åpnes igjen.

5.8.1 Inngang ved Sandvikskirken

Sørlig inngang ved Sandvikskirken består av en ca. 50 meter lang fjelltunnel som bryter igjennom hengt ved mesaninområdet til holdeplassen. Ute i dagen er det planlagt tekniske bygg tilknyttet holdeplassen som også medfører et ekstra arealbehov. Arbeidene i dagen

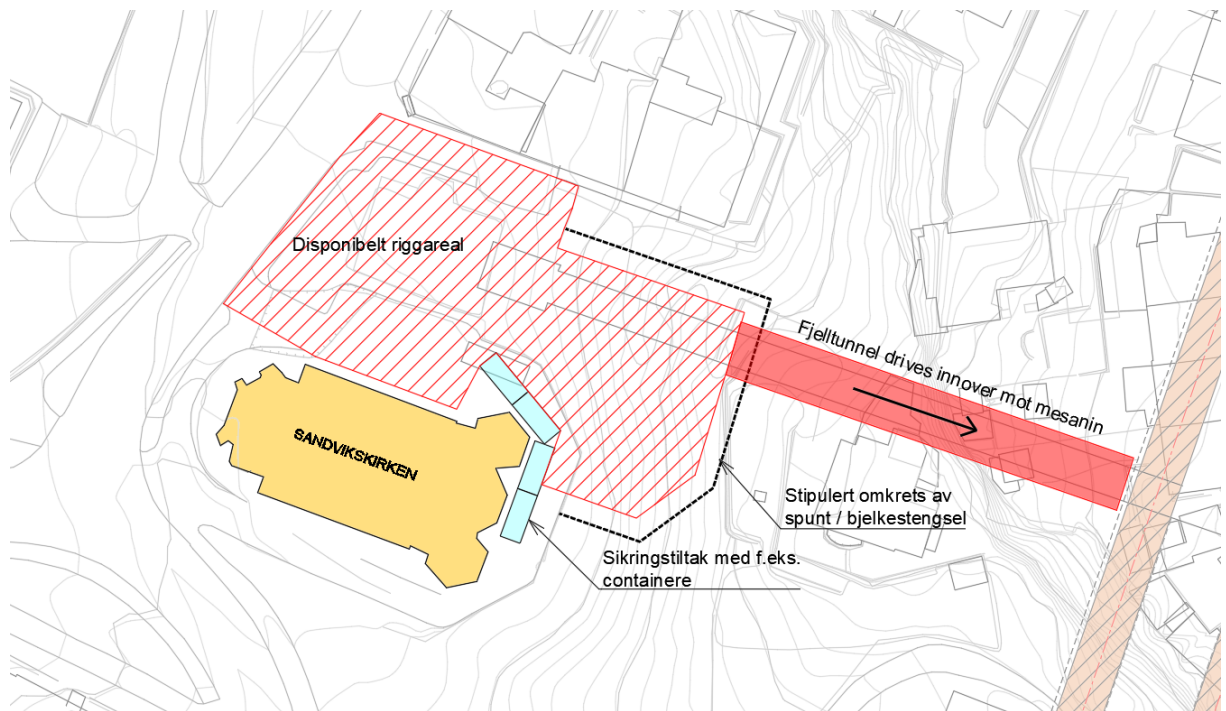
medfører avgraving, boring, sprengning, masseforflytning og konstruksjonsarbeider som vil komme svært tett på Sandvikskirkens nordlige fasade, og i ett bratt og stigende terreng. Det vil trolig bli nødvendig å enten etablere en spunt eller et bjelkestengsel for å holde løsmassene i terrenget over forskjæring og teknisk bygg på plass i anleggsfasen, for å unngå konflikt med uteområdet til barnehagen på toppen.

Innledningsvis vil det her da bli nødvendig med skogrydding og klargjøring av anleggsvei opp mot terrenget for å siden kunne bore spunnrør eller bjelker. Etter dette vil terrenget kunne avgraves, og boring påbegynnes. Siden det skal sprenges veldig tett på Sandvikskirken vil det trolig være nødvendig med sikringstiltak for å forhindre eventuell uønsket steinsprut eller tilsvarende i forbindelse med sprengning. Ett slikt tiltak kan være å sette opp eksempelvis 3 tomme containere i høyde på en rad rundt de mest eksponerte delene av kirken i perioden da fjellsprengning pågår. Dette vil beskytte mot steinsprut og samtidig også ha en støyreducerende effekt.



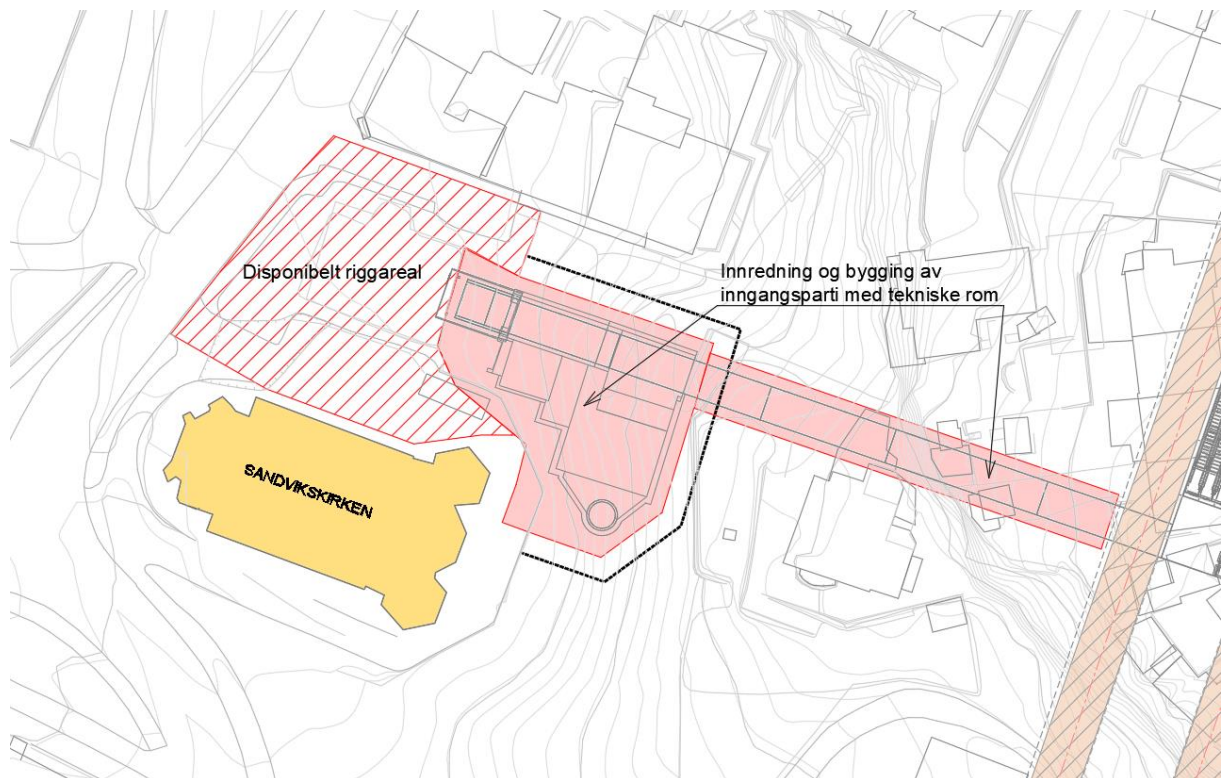
Figur 70: Arbeider med sørlig inngang i innledende fase.

Etter at man har sprengt ned byggegropen og etablert fjellpåhugg kan sprengning av adkomsttunnelen starte. På grunn av strenge krav til tetting av begge adkomsttunneler må det trolig legges opp til driving og forinjeksjon fra utsiden, i hvert fall for første del av tunnelen der bergoverdekningen er liten. På grunn av et svært lite disponibelt område på utsiden (ca. 1500 m² medregnet byggegrop) vil dette medføre noen logistiske utfordringer som trolig vil gjøre arbeidene mer tidkrevende. Det vil være begrenset plass til nødvendige tunnelriggfasiliteter som verksted og rensecontainere, og det må legges opp til at sprengstein lastes direkte på lastebil og kjøres ut av området. På grunn av adkomsttunnelens relativt korte lengde vil det trolig ikke bli behov for egen ventilasjonsduk.



Figur 71: Arbeider med sørlig inngang i tunneldrivingsfasen.

Når tunnelen er ferdig sprengt, kan arbeider med innredning og bygging av inngangsparti og tekniske bygg begynne. Disponibelt riggareal vil da minke noe, men behovet vil også bli mindre. Disse arbeidene vil ikke kreve like store sikringstiltak mot kirken. Etter fullførte konstruksjonsarbeider vil byggegroppen kunne tilbakefylles og området settes i stand i permanent situasjon.



Figur 72: Arbeid med konstruksjoner og innredning til sørlig inngang.

5.8.2 Inngang ved Gørbitz' gate / Grensegrenden

Nordlig inngang består av en ca. 120 meter lang fjelltunnel fra en byggegrop under Grensegrenden, som bryter igjennom hengt ved mesaninområdet i nordlig ende av holdeplassen. Inngangen er anleggsteknisk vesentlig mer omfattende enn sørlig inngang, og vil medføre tunge anleggsarbeider som skal gjennomføres i et trangt boligområde tett på vernede bygninger. Inngangens nedgang fra gateplan vil kreve en åpen byggegrop med dybde på rundt 7 meter og areal på nesten 400 m². Etableringen av denne byggegropen vil innledningsvis kreve riving av Gøritz gate 5 og demontering og mellomlagring av den vernede Grensegrenden 6, før en kryssende avløpsfellesledning må legges om.

Det vil trolig måtte etableres en tett rørspunt rundt hele byggegropen før man begynner å spreng seg ned. Det er svært begrenset med tilgjengelig areal og arbeidene vil derfor kreve at Ekregaten stenges for gjennomkjøring slik at deler av dette gatearealet kan benyttes til riggareal. Gangtilkomst til boliger og mulighet for gjennomgang for fotgjengere skal likevel ivaretas, og stengningen kan ikke sammenfalle med eventuelle mindre stengninger av Kirkegaten eller andre lokalveier i dette området av Sandviken. Arbeidene vil pågå svært nære den vernede Grensegrenden 1, og hensyn til dette huset inkludert eventuelle sikringstiltak må ivaretas i hele byggefasen. Konstruksjonen for inngangspartiet vil også komme så tett på nabobygninger at det antakeligvis må legges opp til spesielle tiltak med for eksempel ensidig forskaling på noen av ytterveggene, og spesielle spuntløsninger og/eller alternative uttak av enkelte av bergveggene.



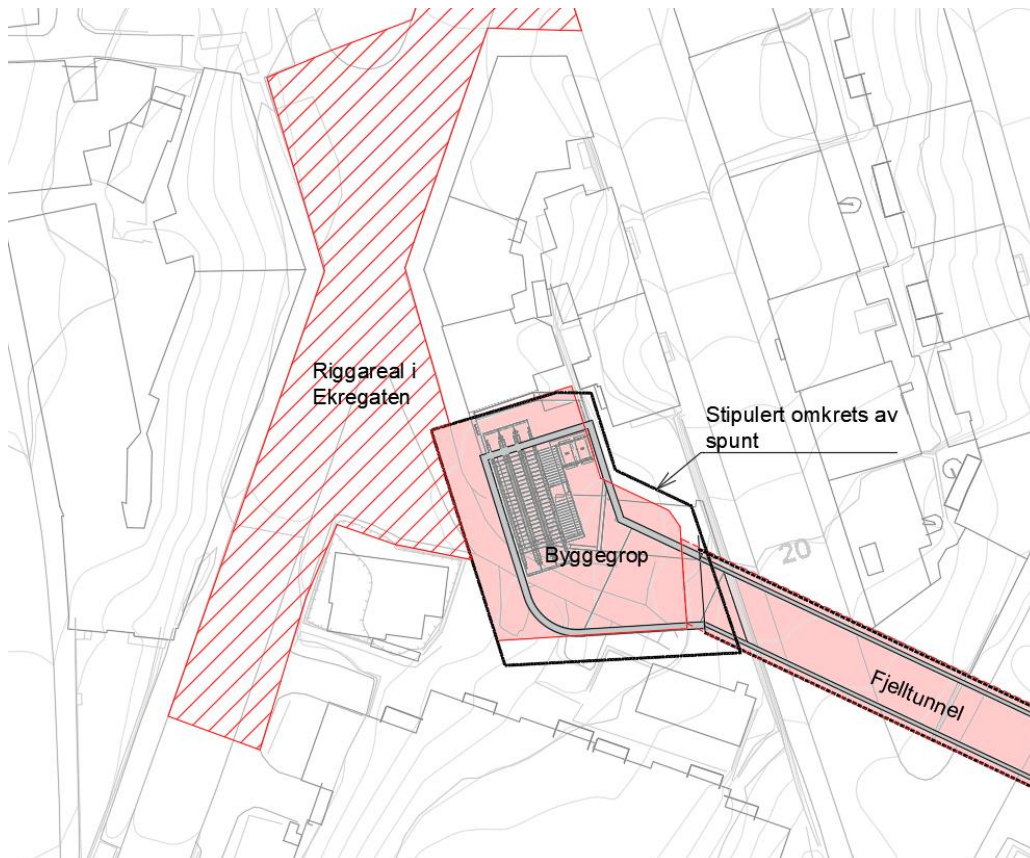
Figur 73: Arbeid med byggegrop og tunneldriving til nordlig inngang

Utlasting av sprengstein fra byggegropen vil trolig måtte skje fra kanten av gropen på oppsiden og direkte til lastebil. Innledningsvis vil en større gravemaskin på ca. 40 tonn kunne gjøre mye av opplastningen innenfor sin egen lasterekkevidde, men etter hvert som man begynner å komme dypere ned kreves det trolig tyngre utstyr som mellomaster sprengstein nede i byggegropen. Det antas at byggegrop og tunnelpåhugg vil kunne etableres uten at man undergraver eksisterende natursteinsmur mot Ekrebakken, men dette er fortsatt noe usikkert og vil måtte klareres og detaljeres videre i neste planfase. Det kan bli aktuelt å måtte rive og senere reetablere muren, og i så fall må også Ekrebakken stenges i perioden, og det må regnes med spuntarbeider i gaten.

Etter at byggegropen er etablert vil man kunne begynne på adkomsttunnelen. Tilsvarende som for sørlig inngang ved Sandvikskirken er det også her stilt svært strenge krav til maksimal tillatt innlekkasje. For den første delen av tunnelen der det er lav bergoverdekning vil det derfor måtte legges opp til driving og forinjeksjon fra utsiden. I motsetning til sørlig inngang vil dette her medføre vesentlig større logistikkutfordringer ettersom det vil være umulig å etablere en kjørbare rampe ned i byggegropa med den plassen man har tilgjengelig på gatenivå. Dermed må alt av utstyr lastes ned i byggegropa med kran, og så må sprengstein fra tunnelsprengningen lastes ut i en mer omstendelig prosess, da ved lokal mellomlagring/oppranking i den åpne byggegropen, før en stor gravemaskin på gatenivå laster massene videre til lastebil. Det må fortsatt legges opp til at den innerste delen av adkomsttunnelen drives fra innsiden, og at de

møtes med gjennomslag en plass midtveis, både på grunn av masselogistikken og på grunn av vanskeligheter med å etablere ventilasjonsduk nede i byggegropen.

Etter fullført tunneldriving vil man kunne starte opp innredning av tunnelen og bygging av selve inngangspartiet. Dette vil fortsatt være logistisk utfordrende med begrenset plass og mye utstyr som skal inn i området, og det vil fortsatt være behov for å benytte Ekregatens gateareal som riggareal. Når inngangspartiet er ferdigbygd og byggegropen tilbakefylt kan uteområdene settes istand igjen, og Grensegrenden 6 kan reetableres.



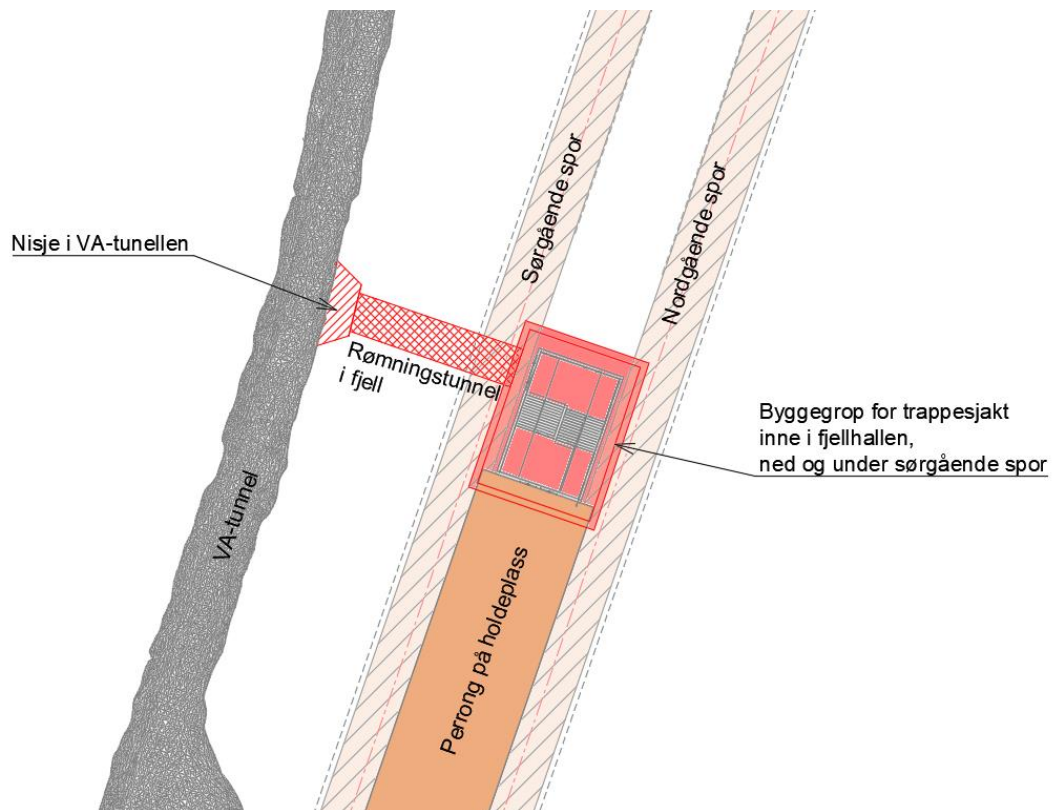
Figur 74 Arbeid med konstruksjon og innredning av inngangsparti og adkomsttunnel

5.8.3 Rømningsvei til VA-tunnel

Den alternative løsningen fra nord er en nødutgangstunnel som krysser ned under sørgående spor og kobler seg på eksisterende VA-tunnel etter en rundt 15 meter lang fjelltunnel. Foruten logistikkutfordringene med denne løsningen i selve stasjonshallen (som er omtalt i kapittel 5.8.1 over) medfører den også en del tekniske utfordringer med tilkobling til eksisterende VA-tunnel, hvor det i dag går en 500mm-vannledning og en enda større spillvannsledning.

Som nevnt tidligere legges det opp til at nødutgangstunnelen sprenges primært fra stasjonshallen. Parallelt med dette må også selve VA-tunnelen klargjøres for tilkoblingen. Det bør gjøres tiltak for å muliggjøre kjørbare adkomst fra sør. Så må den store vannledningen legges om midlertidig, da den ligger inn mot den siden av tunnelen hvor tilkoblingen kommer. Dette kan trolig gjennomføres med en midlertidig PE-ledning av litt mindre dimensjon, og omleggingen må ivareta behovet for inn- og uttransport i tunnelen med masser og tungt utstyr. Etter omlegging må alle ledninger sikres mot steinsprut og eventuelle kollisjoner. Dette

kan gjennomføres eksempelvis ved at de dekkes med sand over de utsatte lengdene. Neste arbeidsoperasjon vil bli å forberede tilkoblingen ved å pigge og/eller strosse ut østsiden av tunnelen i det aktuelle området, for å etablere en nisje på ca. 9 x 3 meter. Nisjen vil i tillegg til sin primære hensikt i permanent tilstand også frigjøre noe plass i VA-tunnelen i anleggsfasen slik at det blir lettere å etablere et vinkelrett tunnelpåhugg i retning stasjonshallen. Nødutgangstunnelen er planlagt å komme ut ca. 1 meter over VA-tunnelens gulv, slik at rømningspassasjen passerer over vannledningen. Etter at tunnelene er ferdigsprengte og koblet sammen vil vannledningen bli lagt tilbake i permanent tilstand. Den vil nå ved hjelp av flere 30 graders bend svinge seg inn og ut av nisjen, slik at den fortsatt blir liggende inn mot fjellveggen. Til slutt blir rømningsvegen fra stasjonshallen bygget, den legges over vannledningen og med en trappenedgang i selve nisjen, slik at en ikke kommer i konflikt med det kjørbare arealet i resten av VA-tunnelen.



Figur 75 Planskisse av rømningsveiens stipulerte utforming og tilkobling til VA-tunnelen.



Figur 76: VA-tunnelen hvor tilkoblingen mot nødutgangstunnel skal skje. Fjellveggen på høyre side utvides med en nisje, og vannledningen legges i permanent tilstand inn mot ny fjellvegg i nisjen. Rømningsvei fra stasjonshallen krysser over vannledningen.

6 Landskap og arkitektur

I Sandviken innarbeides innganger til underjordisk stasjon i et område med finmasket byroms- og gatenett og småskala boligbygg med høy kulturminneverdi. Holdeplassen i Amalie Skrams vei ligger i et område med historisk viktige eiendommer og strukturer som har blitt gradvis oppstykket av utbygging fra midten av forrige århundre. Mellom Glass Knag og Sandviken sykehus gjenbrukes dagens E39 til en raus promenade med gangveg og sykkelveg separert med grøntrabatt. Fra baneportalen ved Sandviken sykehus og til Eidsvågtunnelen følger bilveg, banetrasé og gang- og sykkelveg Åsaneveien. Dette er områder som allerede er sterkt preget av infrastrukturtiltak og som vil gis et løft, særlig med tanke på gående og syklende.

6.1 Vegetasjon og trær

Det grønne spiller en viktig rolle i ulike trafikantgruppers opplevelse av reisen. Med store konstruksjoner og stedvis trange tverrsnitt blir det ekstra viktig å sette av nok plass til vegetasjon langs traseen. Det grønne har også ulike funksjoner på de ulike delene av strekningen. For dagsonen av strekningen har det vært viktig å bruke vegetasjonen til å forsterke de tverrgående forbindelsene og tidvis motvirke det lineære preget banetraseen gir. Det er flere steder langs traseen viktige koblinger mot turområder som krysser banen, og her er vegetasjon brukt for å lede og å gi gode opplevelser. En forsterkning av slike grønne korridorer vil også være gunstig for det biologiske mangfoldet. Strategisk plassert vegetasjon åpner også opp for utsyn mot byfjorden.

I trange tverrsnitt hvor man prøver å tilpasse seg eksisterende strukturer, er det viktig å få inn vegetasjon på riktig sted for å gi gatepreg og gode opplevelser for gående og syklende. Flere steder er restarealer gjenbrukt som små parklommer i tilknytning til gang- og sykkelvegnettet.

Delstrekningen har mange murer og konstruksjoner hvor det har vært viktig å bruke vegetasjon for å ta ned noe av virkningen av disse.

Alletrær ved Brødretomten, Christineborg og NHH som må flyttes skal lagres i deponi og settes tilbake.

6.2 Prinsipper landskapsformgivning

6.2.1 *Overvannshåndtering*

Overvann skal fortrinnsvis håndteres åpent og lokalt via regnbed og grøntarealer. Flere steder ligger grøntarealer og plantefelt oppå konstruksjoner som ikke vil være egnet for infiltrasjon, og det vil derfor være ekstra viktig å få til lokal overvannshåndtering der det er mulig. Regnbed i tilknytning til holdeplasser, torg og langs gang- og sykkelveger skal ha en opparbeidelse som både gir de reisende gode estetiske opplevelser, og som bidrar til biologisk mangfold.

6.2.2 *Blå og grønne strukturer*

Traseen følger for en stor del eksisterende infrastruktur, og med tiltaket har en kunnet bedre flere av de eksisterende situasjonene og har fått mer grønt inn i tverrsnittet, og får forsterket de grønne tverrforbindelsene. Det har vært lagt vekt på å styrke koblingene på tvers av banen fra strandlinjen og opp mot grønne strukturer i byfjellene.

6.2.3 Materialbruk

Murer skal fortrinnsvis utføres i naturstein, men murer i betong kan benyttes som del av holdeplasskonsept eller der det kreves av arealhensyn. Likerettere og tekniske bygg er innlemmet i portalkonstruksjoner og skal utføres i naturstein og tilpasset Bybanens designkonsept. Baneportaler utføres i naturstein med betongomramming som følger Bybanens designveileder. Ved Eidsvågtunnelen deler bane- og vegtunneler portalkonstruksjon, og her skal begge portalåpningene utformes med betongomramming. Konstruksjoner som trapper og kanter skal utføres i naturstein.

Torg og byrom skal utføres i naturstein. Formater må tilpasses de ulike byrommenes karakter, og hensyn til kulturhistorisk kontekst må veie tungt i Grensegrenden, og også ved Sandvikskirken. Også i parken ved Amalie Skrams vei skal materialbruken bidra til å forsterke den tapte koblingen mellom de kulturhistoriske eiendommene øst for banetraseen med Sandviksveien.

6.3 Holdeplasser

6.3.1 Sandvikskirken

Innganger og holdeplass

Holdeplassen ved Sandvikskirken er underjordisk med to innganger henholdsvis ved Sandvikskirken (inngang sør) og fra krysset Ekregaten/Gørbitz' gate (inngang nord).

Inngang sør ved Sandvikskirken, med kobling til mesanin via ca. 80m rampe i gangtunnel. Inngang etableres i et nybygg i den vestvendte skråningen nord for kirken og er trukket tilbake fra gaten. Dette for å gi tilstrekkelig avstand fra kirkebygget og samtidig mulighet for å opparbeide et attraktivt byrom i front av inngangen. Utforming av inngangsparti tilpasser seg landskap og utformes slik at det blir godt synlig i gatebildet samtidig som det ikke blir for dominerende i forhold til kirken.



Figur 77 Inngang til underjordisk holdeplass ved Sandvikskirken

Inngang nord etableres i Gørbitz` gate 5, med kobling til mesanin via ca. 140 m rampe i gangtunnel. Nytt inngangsparti utformes slik at det blir godt synlig i gatebildet samtidig som det ikke blir for dominerende i forhold til de små grendehusene. Utforming av nybygg, inngang og landskap må forholde seg til kvartalsstrukturen til Gørbitz` gate og det verneverdige grendemiljøet med de lave trehusene i Grensegrenden.

Rulletrapper og gangtunnel føres under Grensegrenden 6 som demonteres og flyttes i anleggsfasen og tilbakeføres til samme sted og høyde. Dagens oppmurte uteplass foran Grensegrenden 6 erstattes og blir en del av inngangsbygget.



Figur 78 Inngang til underjordisk holdeplass ved Gørbitz gate/ Ekregaten/ Grensegrenden

Innganger til holdeplass i fjell skal utformes i tråd med Bybanens designprofil, men innganger må samtidig utformes på en måte som ivaretar og tilpasser seg det området de inngår i, som er ansett som kulturmiljø med høy kulturminneverdi.

Det henvises til kap. 3.6 med hensyn til utforming av underjordisk holdeplass.

Byrom

Ved Sandviken kirke oppgraderes byrommet nord for kirken for å sikre gode gangadkomster både via Kirkegaten og via oppgraderte snarveier ned fra boligområdene ovenfor. Byrommet skal være åpent og gi plass til ganglinjer til og fra inngangen til stasjonen, men skal samtidig også fungere som et plassrom i tilknytning til kirken. Utearealene skal legge til rette for opphold, lek og aktivitet for både reisende, besøkende til kirken og nabolaget. Sykkelparkering er lagt i ytterkantene for å unngå at sykkelparkeringen fremstår som sentrale element i byrommet. Høydeforskjeller tas opp med murer og trinn i tilknytning til plassen, mens terrenget i øst fortsatt holdes tilbake av en mur, og inngangen til stasjonen kobles til denne konstruksjonen. Plassdekker, murer og konstruksjoner skal utføres i naturstein. Bymøbler og vannarrangement som inviterer til lek skal være en integrert del av byrommets design, og skal tilpasses i formspråk og materialbruk. Snarveier skal opparbeides med hensyn til terreng.

I Grensegrenden opparbeides byrommet med materialbruk tilpasset den kulturhistoriske konteksten. Det legges til rette for trinnfri og universelt utformet adkomst over et lite torg i krysset Gørbitz' gate/Ekregaten. Videre oppover i Grensegrenden stiger terrenget som i dagens situasjon. Snarveien østover opp til Ekrebakken oppgraderes med trapper og gir en bedre kobling videre oppover i Sandviken enn i dagens situasjon.

6.3.2 Amalie Skrams vei

Den tosidige holdeplassen ligger på nivå med dagens veg i bakkant av blokkbebyggelsen mot Sandviksveien. Murene mot vest følger blokkbebyggelsen og skaper lommer for beplantning, sitteplasser og sykkelparkering oppe langs gang- og sykkelveien langs holdeplassen. Dette grepet gir en god tilpasning til en småskala boliggate, med variasjon og rom for opphold. I baneportalen i sør er en likeretter integrert i portalkonstruksjonen. Gangveien vest for holdeplass skal utformes som et torgareal og ha dekker av naturstein.

Mot nord stiger gangveiene på begge sider av portalen og møtes på nivået hvor gangbroen fra Glass Knag lander. Her er også koblinger over mot Munkebotn og opp til Fjellveien. Fra holdeplassen oppgraderes snarveien oppover mot øst, og det etableres en ny forbindelse opp mot Sudmanns vei i tillegg til to trapper ned mot Sandviksveien.

Alleen som leder opp til Brødretomten bevares, og terrenget i dette snittet ligger som i dagens situasjon. Tomten brukt til rigg i nord mot Munkebotstunnelen opparbeides som park, med reetablert allé mot Christineborg og åpen flomvei og overvannstrasé integrert i parken. Gangvei til bussholdeplass ved Munkebotstunnelen går igjennom parken.

6.3.3 Sandviken sykehus

Ved Sandviken sykehus etableres en tosidig holdeplass mellom gang- og sykkelvei og tunnelmunningen på Åsaneveien. Holdeplassen er trukket nært tunnelportalen for å bedre ganglinjene mellom målpunktene ved holdeplassen og gi en bedre plassering i landskapsrommet. Holdeplassen ligger i et område preget av infrastruktur og konstruksjoner, men ligger også høyt i landskapet med utsikt utover Byfjorden. Her etableres det gangkobling mellom boligområdene ved Sandviksveien og opp mot Munkebotn. I tillegg forbedres gang- og sykkelforbindelsene mot Gamle Bergen og Nyhavn. Sandviken sykehus blir en holdeplass med kort avstand til gang- og sykkelkoblinger, i tillegg til bussholdeplass. Gangforbindelsene mot vest over banetraseen lander på et reisetorg med sykkelparkering i direkte tilknytning til den nye hovedsykkelruten. En lommepark med sitteplasser og snarvei etableres ned mot Gamle Bergen, som også gir plass til eksisterende trær langs dagens mur. Langs gangveien sør for holdeplassen etableres lommer med benker på steder med godt utsyn.

6.3.4 NHH

Ved NHH ligger holdeplassen på nivå med dagens Åsaneveien på bro, mens biltrafikk passerer i rundkjøring under. Holdeplassen har en midtplattform og en sideplattform, med gang- og sykkeladkomster fra begge sider. På vestsiden av broen etableres en bussterminal på bakkeplan, som blir liggende noe lavere enn dagens nivå. Bussterminalen utformes rundt et sentralt torgareal med sittekanter og møblering med holdeplassene liggende langs ytterkantene. Det blir adkomst via trapper og heis fra nivået ved holdeplassen og ned til bussterminalen. Universelt utformet gang- og sykkelveg opp fra bussterminalen stiger opp til broen i sør og kobler seg også på gangaksen fra NHH. Likeretter ligger under bro og får tilkomst via rundkjøringen. Sykkelparkering etableres oppe på nivå med hovedsykkelruten på broen, i

tillegg til nede ved terminalområdet. Holdeplassen og gangforbindelsene markeres med vegetasjon, og vegetasjonen brukes for å dempe inntrykket av de store konstruksjonene.

7 Sikkerhet

7.1 RAMS

Ulike RAMS-problemstillinger har vært vurdert og dokumentert på delstrekningsnivå gjennom teknisk forprosjekt-fasen. I tillegg er det gjennomført et overordnet RAMS-møte for å informere om RAMS-prosessen som har vært gjennomført, og gjennomføre en vurdering av løsningene som foreligger på de ulike delstrekningene. Representanter fra Bergen kommune, Vestland fylkeskommune, Bybanen Utbygging, Bybanen AS, Skyss og Norconsult deltok på møtet.

Følgende forhold trekkes fram fra RAMS-vurderingene som er gjennomført på delstrekningen:

- I tunnelen fra Sandbrogaten til Amalie Skrams vei etableres en underjordisk holdeplass. Det skal etableres to uavhengige rømningsveier ut fra holdeplassen, med planskilt kryssing av sporet. For begge kjøreretninger i tunnelen legges det til grunn at banen må forlate den underjordiske holdeplassen før det tillates at ytterligere en sporvogn kjører inn i tunnelen. Det etableres derfor to blokkstrekninger i hver retning i tunnelen.
- Ved Amalie Skrams vei holdeplass etableres det rekkverk for å redusere faren for villkryssing.
- Ved Brødretomten vil det være behov for rekkverk langs banen for å redusere faren for villkryssing.
- Ved Sandviken sykehus holdeplass er det kort avstand mellom holdeplassen og tunnelportalen. Det er derfor etablert kryssingsmulighet kun på den ene siden av holdeplassen, dvs. mot nord lengst borte fra tunnelportalen. Plassering av «snarveg» inn mot holdeplassen er optimalisert slik at faren for villkryssing rett foran tunnelportalen minimeres og det blir mer naturlig å benytte kryssingen nord for plattformen.
- Det er trangt oppover i Åsaneveien, bane og veg ligger svært tett.
- Ved NHH er det mulighet for vending. Vendingen vil foregå i stigning, noe som er et fravik fra teknisk regelverk og som innebærer fare for ukontrollert rulling. Fraviket er vurdert i en RAMS-analyse og det er foreslått tiltak som reduserer risikoen.
- Nord for holdeplassen ved NHH, rett etter broen over Helleveien, er det en signalregulert gang- og sykkelkryssing. Det legges til grunn at utforming av banetrasé og sideareal, samt hastighet på banen, vil gjøre at kryssingen ikke kommer i konflikt med Kravforskriftens §11-5 om at «det skal ikke bygges nye planoverganger der kjøretøy fremføres på eget banelegeme». I neste planfase må utforming av kryssingen følges opp ift. sikkerhet, signalregulering og banehastighet.

Farer og tiltak som er vurdert for delstrekningen dokumenteres i en farelogg. Forhold relevante for skissefase og teknisk forprosjekt har vært fulgt opp fortløpende, øvrige forhold dokumenteres for videre oppfølging i detaljprosjekteringsfasen.

7.2 SHA

Som en del av teknisk forprosjekt er det gjort en kartlegging av farer som kan føre til alvorlige ulykker ved utførelse av anleggsarbeidene i gjennomføringsfasen.

Fareidentifikasjon er gjennomført med bakgrunn i RIF sin sjekklister for SHA-fareidentifikasjoner. Fareidentifikasjonen har hatt fokus på spesielle risikoforhold som knytter seg til valg av banetrasé og konstruksjoner i tilknytning til denne.

Generell helse- og sikkerhetsrisiko som er dagligdags i anleggsbransjen og som entreprenørene forutsettes å iverksette tiltak overfor, i henhold til krav i HMS-lovgivningen, har ikke hatt fokus i denne kartleggingen.

Det er identifisert flere farer i forbindelse med anleggsarbeidene på delstrekning 2. Det er implementert og beskrevet flere mulige tiltak i planlegging og prosjektering for å redusere risikoen i gjennomføringsfasen, og disse må følges opp og detaljeres i kommende faser av prosjektet. Det er ikke identifisert forhold som tilsier at risikoen for ulykker i anleggsfasen vil være uakseptabel, men det må gjøres supplerende vurderinger i kommende faser av prosjektet.

Noen av de mest relevante risikoforholdene når det gjelder SHA på delstrekningen er:

- Det vil være krevende og utfordrende rammebetingelser for anleggsarbeidene flere steder på delstrekningen. Dette gjelder blant annet i Glass Knag-krysset hvor det er lite plass til anleggsområder og mye passerende trafikk, samt i området ved Nye Sandviksveien hvor det vil være arbeider i flere høydenivåer, passerende trafikk og et komplisert grensesnitt mot bl.a. infrastruktur i bakken og en gammel jernbanetunnel.
- Bybanetunnelen fra Nye Sandviksveien vil ha liten overdekning, og bergkvaliteten er usikker som følge av at det ikke er gjort tilstrekkelig med undersøkelser i området ved tidspunktet for SHA-gjennomgangen.
- Bygging av fjellhall for ny holdeplass ved Sandviken kirke vil være utfordrende, blant annet som følge av liten plass til rigg i dagen og en komplisert geometri på fjellhallen. I praksis vil flere nivåer og lite totalareal gjøre det utfordrende å få etablert ramper inne fjellhallen.
- Grensesnitt mot tredjeperson og trafikk vil være aktuelt flere steder langs strekningen, men spesielt utfordrende ved NHH, med store folkemengder. Temaet må ha fokus ifm. videre planlegging av anleggsgjennomføringen.

Farer og tiltak som er vurdert i skissefase og teknisk forprosjekt, er dokumentert i et notat. Notatet vil danne basis for videre oppfølging av risikoforhold i detaljprosjekteringsfasen.

8 Grunnerverv

Tabellen under gir oversikt over bygg som må rives/ blir berørt.

Type	Berørt	MATRIKSEL NR.	Adresse	Kommentar
Bolig	Sikkert	168/119	AMALIE SKRAMS VEI 60	
Bolig	Sikkert	168/121	AMALIE SKRAMS VEI 56	
Bolig	Sikkert	168/122	AMALIE SKRAMS VEI 58	
Bolig	Sikkert	168/123	AMALIE SKRAMS VEI 62	
Bolig	Sikkert	168/124	AMALIE SKRAMS VEI 64	
Bolig	Sikkert	168/1478	SØNDRE ØYJORDEN 42	
Bolig	I tvil	168/1480	SØNDRE ØYJORDEN 38	Eiendommen innløses, men bolig kan trolig stå
Bolig	Sikkert	168/161	HELLEVEIEN 34	
Bolig	Sikkert	168/357	SANDVIKSODENE 65A	Kun tak over bygg
Bolig	Sikkert	168/748	GRENSEGRENDEN 6	Rives og reetableres
Bolig	Sikkert	168/791	AMALIE SKRAMS VEI 29	
Bolig	Sikkert	168/792	AMALIE SKRAMS VEI 31	
Bolig	I tvil	168/890	MUNKEBOTN 16	Bolig må trolig fraflyttes under anleggsperioden
Bolig	Sikkert	168/892	MUNKEBOTN 18	

9 Fravik

9.1 Innledning

Der det av ulike årsaker ikke er mulig å tilfredsstille spesifikke krav Statens vegvesens normaler setter til utforming av veg og gate, skal det søkes om fravik. Behovet for avklaring av fravikssøknader i reguleringsplanfasen er avgrenset til:

- Fravik som betyr at løsningen i planen ikke kan bygges om det ikke blir innvilget.
- Fravik som gir arealmessige konsekvenser dersom det ikke blir innvilget.

I tillegg er det viktig å få avklart om vegeier setter krav til avbøtende tiltak for å innvilge fravik som kan gi arealmessige konsekvenser.

Etter ønske fra berørte vegeiere vil fravik i BT5 bli håndtert mest mulig samlet, og sortert etter følgende vegkategorier:

- Europaveg/riksveg (E39, E16)
- Hovedsykkelrute (HSR), Sentrum-Vågsbotn
- Fylkesveg, inkludert gang/sykkelveg langs fylkesveg/banetrasé
- Kommunal/ privat veg, inkludert kommunal gang/sykkelveg

For E39 er det tidligere søkt om fravik for Fløyfjelltunnelen, slik at fravik knyttet til Ev/Rv i denne omgang bare omfatter dagstrekninger.

Det vil bli utarbeidet en samlet rapport som omhandler fravik for tre av de fire kategoriene (EV/Rv, Fv. og HSR), og i tillegg vil berørt vegeiers søknadsskjema bli fylt ut for hvert enkelt fravik. Videre behandling av søknadene håndteres av de respektive vegeierne, og utfallet av behandlingen legges til grunn for videre planarbeid. Fravik for kommunal/ privat veg avklares som en del av planen, men det utarbeides søknadsskjema for kommunal veg.

I teknisk forprosjekt gjengis en oversikt over registrerte fravik som vil ha betydning for reguleringsplanen. Alle fravik er gjennomgått med berørte vegeiere.

9.2 Fravik europaveg og riksveg (E39, E16)

Ikke relevant for DS2, dagens E39 trasé forutsettes omklassifisert til fylkesveg når Fløyfjelltunnelen forlenges.

9.3 Fravik hovedsykkelruten

I DS2 er det funnet behov for ett fravik i hovedsykkelruten.

Sted	Fravik	Krav
Fv. 577 Åsenveien mellom Sandviken sykehus og NHH	Stigning mellom 6,3 og 6,7 % i 300 m. lengde	Stigning 5 % (hb N100)

9.4 Fravik i fylkesveg inkludert gang-/sykkelveg langs fylkesveg

I DS2 er det funnet behov å søke 8 fravik som det legges til grunn at Vestland fylkeskommune vil få forvaltningsansvar for. Tre av disse gjelder forhold i/ved fylkesveg, mens fem gjelder utforming av sykkelveg eller gang- og sykkelveg langs fylkesveg. I tillegg er det identifisert ett mulig fravik som vil bli avklart gjennom en risikovurderingsprosess i forkant av neste planfase.

Sted	Fravik	Krav
Fv.577 Åsaneveien v/ munning av Eidsvågtunnelen	Resulterende fall 1,4 %	Resulterende fall min. 2 % (hb N100)
Sykkelveg fra Fv. 578 Helleveien til ny HSR	Stigning på 6,5 % i 120 m. lengde	Maks 5 % stigning (hb N100)
Sykkelveg i bru fra A. Skrams vei til ny HSR	Horisontalradius R=9, 25 og 15 m. (tre pkt.)	R>=40/20 m (hb N100)
Sykkelveg ved systemskifte i fv.578 Helleveien	Horisontalradius R=8 m. i to punkt.	R>=40/20 m (hb N100)
Sykkelveg vest for terminal i fv.578 Helleveien	Horisontalradius R=8 og R=10 m. (to pkt.)	R>=40/20 m (hb N100)
Sykkelveg i rampe fra fv.578 Helleveien til HSR	Horisontalradius R=19 og R=10 m. (to pkt.)	R>=40/20 m (hb N100)
Fv.577 Åsaneveien x Fv. 578 Helleveien (Rkj.)	Fremoversikt i rundkjøring, brusøyler reduserer oversikt	Krav til god oversikt (hb N100)
Fv.577 Åsaneveien sør for Hatleveien	For smal grøft langs 9 m høy bergskjærning (150 m. lang)	Fanggrøft (N200)
Fv.577 Åsaneveien sør for Hatleveien	Løsning uten rekkverk mellom gate og banespor – behov for fravik avklares etter risikovurdering	Rekkverk mot bane (N101)

9.5 Fravik i kommunal/privat veg, inkludert kommunal gang-/sykkelveg

I DS2 er det funnet behov for 10 fravik tilknyttet kommunal eller privat veg samt kommunale gangveger. Nyhavnsveien legges delvis om fra avkjørsel til Nyhavnsveien 7-13, til kulvert som går under Åsaneveien. Stigningen på dagens veg fra Gamle Bergen til dagens ramper er 11,5% stigning. Stigningen fra kulvert til kryss mot Åsaneveien er 9,5%. Ny veg følger dagens stigning, som ikke i henhold til krav i N100. Dette anses ikke som et fravik, da vegen følger dagens stigning på vegen.

Sted	Fravik	Krav
Kjørbar G/S veg Søndre Øyjordsveien	Stigning 10,2 %,	Maks 5% >100m eksisterende veg (hb N100)
Adkomst til Helleveien 32 - 34	Stigning 11.6%, (eksisterende stigning)	Maks 8 % stigning (hb N100)
G/S-vei fra Øyjordsveien ned til bybanestopp	Stigning 7,5% i 85m lengde	Maks 7 % stigning (hb N100)
G/S vei fra Nyhavnsveien nordover til hovedsykkelruten	Stigning 11,8 %	Maks 7 % stigning (hb N100)

Kv. Øyjordsveien, ny lenke til rkj.	Kurveradier på 15 og 20 m	Minimum 40 m (N100)
Kv. Øyjordeveien, ny lenke til rkj.	For smal grøft langs 11 m høy fjellskråning	Fanggrøft (N200)
G/S-veg Amalie Skrams veg ved portal	Stigning 8.9 % i vest, 11.8 % i øst,	Maks 7 % stigning (hb N100)
Ny adkomst lamellblokker	Stigning 9.1 % (eksisterende veg), horisontal radius R=10 m	Maks 8 % stigning (hb N100)
Alleen ved Brødretomten	Stigning 12,5 %	Maks 7 % stigning (hb N100)
Adkomst til Helleveien 32-34 m.fl	Kommunal adkomstveg der en ønsker å utforme kryss som avkjørsel	

10 Vedlegg

Tegningshefte