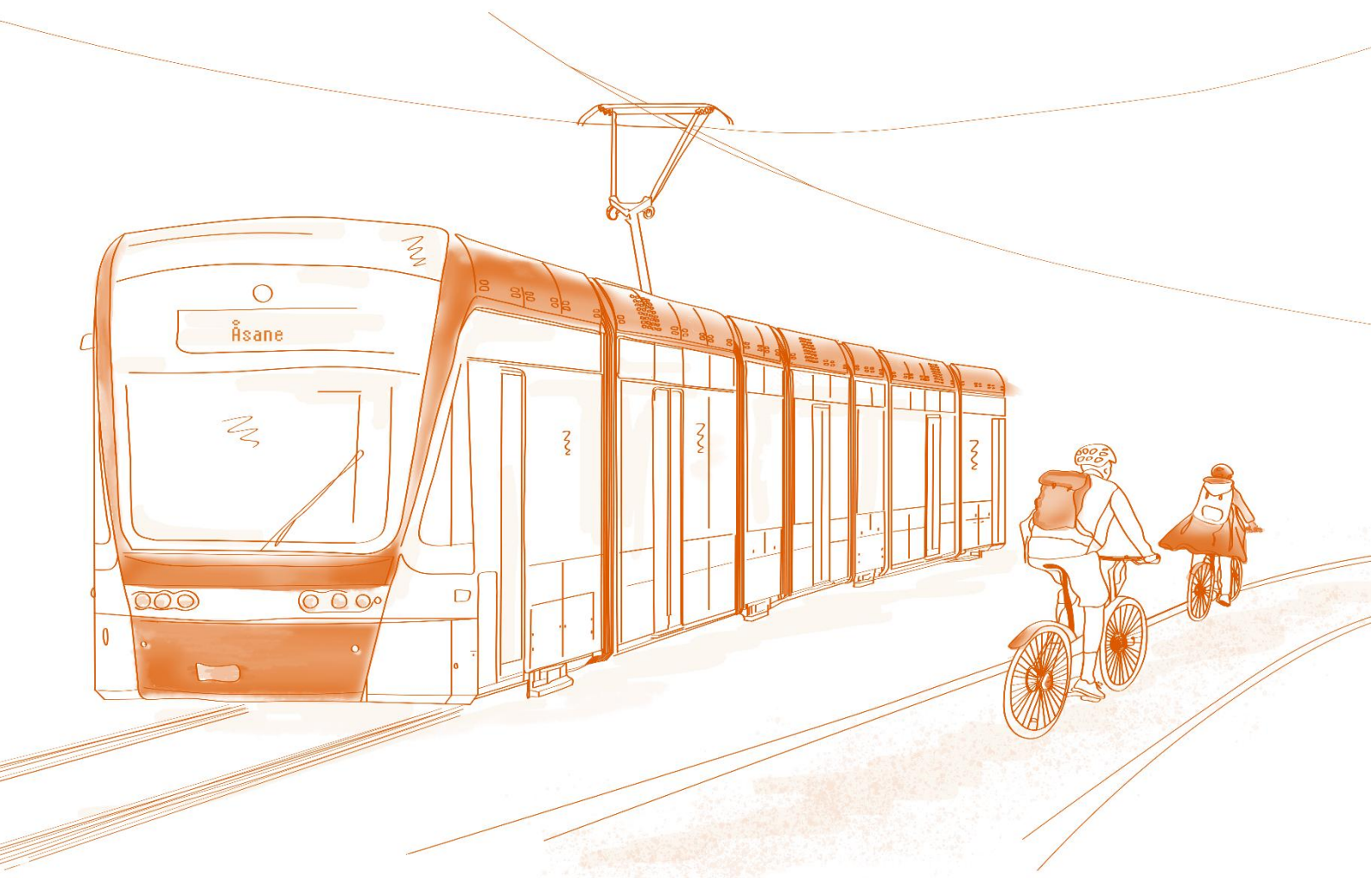


Reguleringsplan og teknisk forprosjekt

BYBANEN OG HOVEDSYKKELROUTE FRA SENTRUM TIL SANDVIKEN



Reguleringsplan

Bybanen sentrum - Sandviken

Planid 71720000

Rapport teknisk forprosjekt for Bybanen

Forord

Reguleringsplaner for Bybanes byggetrinn 5 til Åsane med bybane og hovedsykkelrute fra sentrum til Åsane, ble vedtatt i 2023. Her ble det, blant annet, regulert inn bybanetrasé langs Bryggen. I sak 334/24, «Avtale med Vestland fylkeskommune om tunneltrasé for Bybanen gjennom sentrum», vedtok Bystyret 2. oktober 2024 at det skulle utarbeides en ny reguleringsplan for strekningen mellom sentrum og Sandviken. Formålet var å unngå at Bybanen skulle føres langs Bryggen.

Som en oppfølging av dette vedtok Byrådet i januar 2025 oppstart av offentlig detaljreguleringsplan for Bybanen og hovedsykkelrute på strekningen sentrum – Sandviken. Det fremmes to detaljreguleringsplaner med teknisk forprosjekt:

1. Bybanen, delstrekning Kaigaten – Sandviken, Plan ID 71720000
2. Hovedsykkelrute, Torget – Skuteviken, Plan ID 71730000

Dette dokumentet presenterer teknisk forprosjekt for reguleringsplan for Bybanen, delstrekning Kaigaten og Sandviken. Dokumentet beskriver tekniske forhold som er lagt til grunn for reguleringen. I tillegg til denne rapporten består teknisk forprosjekt av tegningshefte og 3D-modell.

Teknisk forprosjekt skal gi grunnlag og tilstrekkelig sikkerhet for at løsningene som legges til grunn for reguleringsplanen 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 har vært konsulent for planarbeid og teknisk forprosjekt.

Bergen, 25. september 2026

Revisjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontrollert	Godkjent
00	01.07.2026	Utkast til BK	TR / EVRNY / VEHUS	TR	IOV
J01	25.09.2026	Teknisk forprosjekt til 1.g.beh.	TR / EVRNY / VEHUS	TR	IOV

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult som del av det oppdraget som dokumentet omhandler. Opphavsretten tilhører Norconsult. 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.

Perspektivillustrasjoner i denne rapporten er utarbeidet av Norconsult i tverrfaglig 3D-modell Autodesk Civil3d og Navisworks, og er bearbeidet med håndteatinaer. Lumion. Adobe photoshop og Visiod (et KI-basert renderinaverktøy).

Innhold

1	Bybanens byggetrinn 5 med tunnel gjennom sentrum	4
1.1	Beskrivelse av tiltaket	6
1.2	Trafikalt grep	21
2	Forutsetninger og grunnlag for delstrekningen	28
2.1	Kulturhistoriske forutsetninger	28
2.2	Grunnforhold	30
2.3	Havnivåstigning, stormflo og bølgepåvirkning	32
3	Bane	36
3.1	Spor	36
3.2	Elektroanlegg	43
3.3	Bane signalanlegg	56
3.4	Banetunnel	60
4	Underjordisk holdeplass Sverresborg	71
4.1	Utforming holdeplass	71
4.2	Adkomster	73
4.3	Teknisk innredning	81
5	Landskap og arkitektur	90
5.1	Prinsipper landskapsformgivning	90
5.2	Byrom, utganger og holdeplasser	91
5.3	Vegetasjon og trær	102
6	Kulturminner	104
6.1	Særskilte forhold, kulturlag og arkeologi	104
6.2	Gravedybder	105
6.3	Drenering fra tunnel	105
6.4	Tunnelpåhugg Heggebakken	106
6.5	Utgang Sandbrogaten	106
7	Vei og anlegg	107
7.1	Vei og gate	107
7.2	Sykkel	126
7.3	Trafikksignalanlegg	133
7.4	Konstruksjoner	140
7.5	VA-anlegg og annen infrastruktur	149
7.6	Forurensede masser	156
7.7	Støyforhold	157
7.8	Strukturlyd og vibrasjoner	162

8	Geofaglige forhold	163
8.1	Geotekniske vurderinger og tiltak	163
8.2	Hydrogeologiske forhold	163
8.3	Bergtekniske vurderinger og tiltak	164
9	Anleggsgjennomføring	166
9.1	Utfordringer på strekningen	166
9.2	Hovedgrepene ved anleggsgjennomføringen	166
9.3	Rigg-, lager- og anleggsområder	167
9.4	Forberedende arbeider	169
9.5	Sentrum; Kaigaten til Heggebakken	169
9.6	Heggebakken	175
9.7	Tunnel	180
9.8	Underjordisk holdeplass	190
9.9	Sjøgaten	193
9.10	Sandviken	204
9.11	Kryssområdet ved Munkebotn	207
10	Sikkerhet	212
10.1	RAMS	212
10.2	SHA – Sikkerhet, helse og arbeidsmiljø	213
11	Grunnerverv	216
12	Fravik	217
13	Referanser	224
14	Vedlegg	225

1 Bybanens byggetrinn 5 med tunnel gjennom sentrum

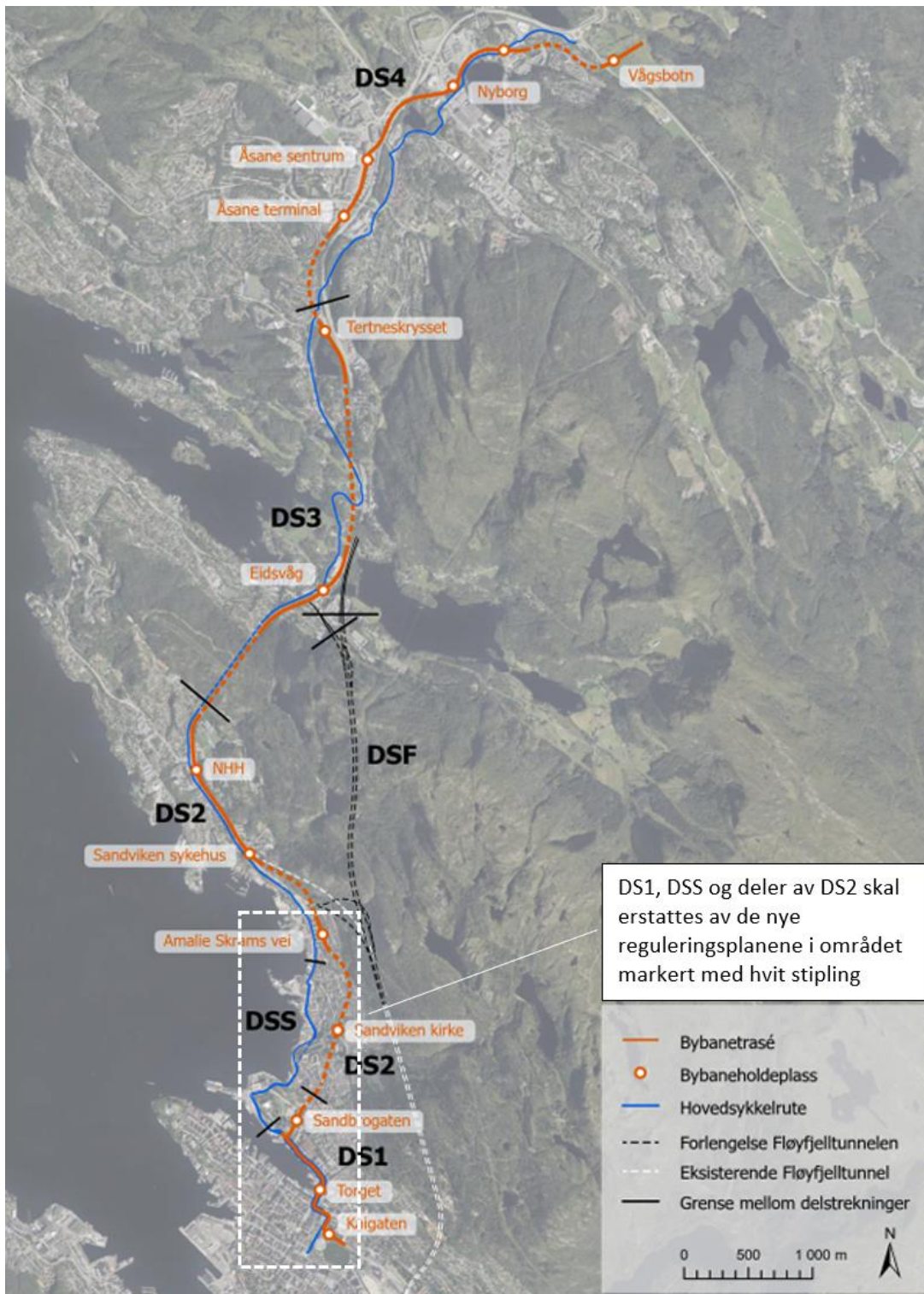
Formålet med teknisk forprosjekt er å gi grunnlag og tilstrekkelig sikkerhet for at løsningene som legges til grunn for at reguleringsplanene er gjennomførbare, kostnadseffektive og sikre. Materialet skal også gi grunnlag for å beregne kostnader, vurdere konsekvenser og konflikter, samt gi grunnlag for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

Den vedtatte reguleringsplanen for Bybanens byggetrinn 5, sentrum – Vågsbotn, er delt inn i seks delstrekninger, j.fr. Figur 1-1:

- 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 er det utarbeidet egne reguleringsplaner med tilhørende teknisk forprosjekt. Denne rapporten for BT5-T sentrum – Sandviken, vil erstatte teknisk plan for

- del av DS1, strekning Christies gate - Småstrandgaten
- del av DS2, strekning Sandbrogaten - Sandviken sykehus
- del av DSS, sykkel gjennom Sandviken



Figur 1-1 Delstrekningene for gjeldende plan. Planforslagene som nå utarbeides vil erstatte gjeldende reguleringsplaner i området markert med hvit stipling. Øvrige deler av traseen vil være som før.

1.1 Beskrivelse av tiltaket

I beskrivelsen av tiltaket er planen delt inn i tre områder; sentrum, tunnel med underjordisk holdeplass og Sandviken.



Figur 1-2 Oversikt over strekningen (i rødt) som omfattes av den nye planen

1.1.1 Sentrum Kaigaten – Heggebakken

Den nye banetraseen starter litt sør for en ny holdeplass i Kaigaten, der den kobler seg på eksisterende spor, og fortsetter nordover gjennom Christies gate. Videre dreier banen mot høyre og går østover inn i Allehelgens gate. Her etableres det en holdeplass i umiddelbar nærhet til dagens politistasjon. Fra

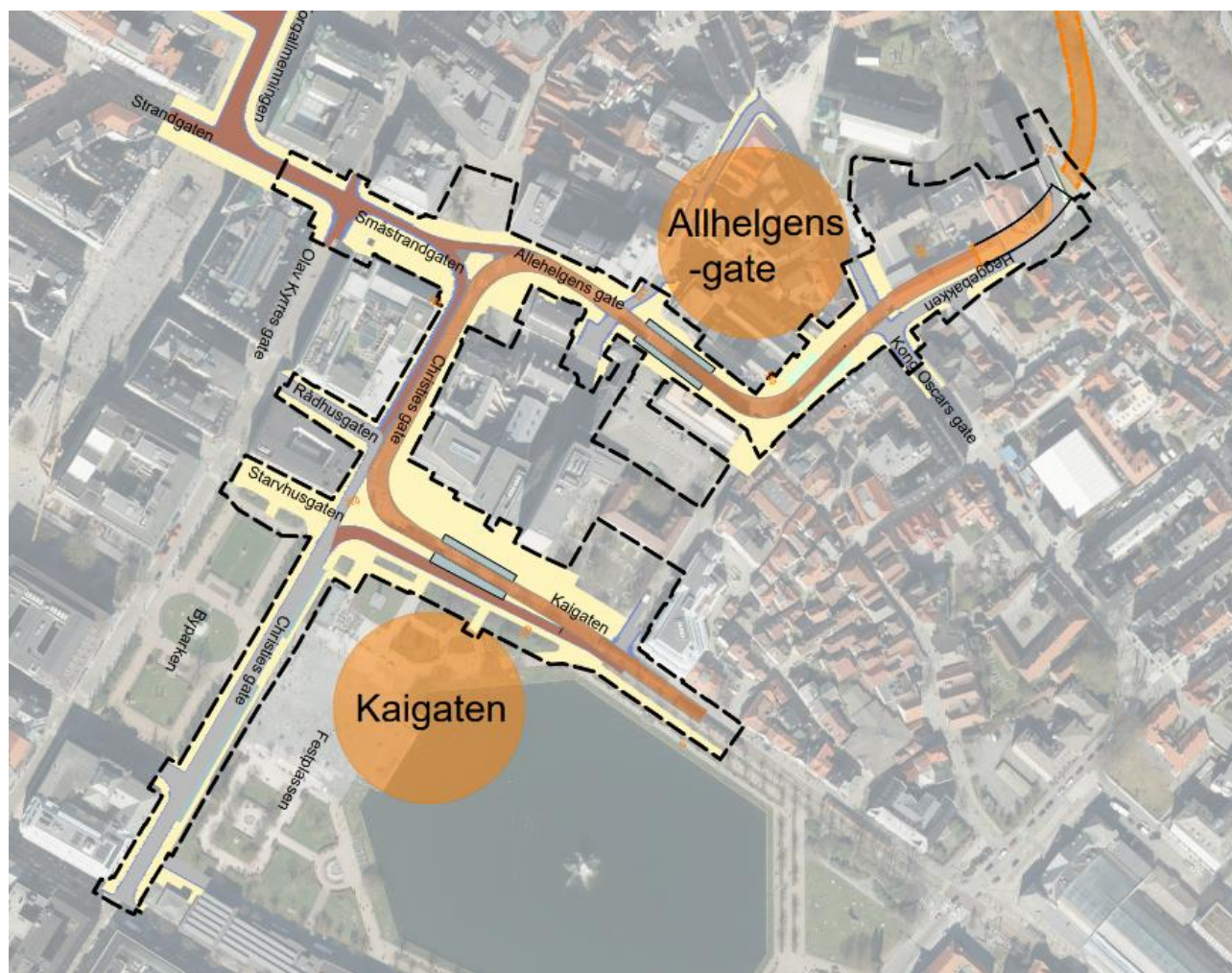
Allehelgens gate følger traseen Nygaten nordover mot Heggebakken, før den går videre inn i tunnel. Tunnelportalen integreres i ny bebyggelse som planlegges for deler av Bergen Katedralskole.

Innenfor planområdet i sentrum legges det til rette for sykling i blandet trafikk, og det etableres ikke egne sykkelanlegg på denne strekningen.

Oversikt over plangeometri for både bane og kjørevei finnes i tegning BT5-T_B1_B_0001 og er illustrert i Figur 1-1. Plan- og profiltegninger for banen er vist i vedlegg BT5-T_B1_C_0001.

Flere av gatene vil i hovedsak være forbeholdt buss, taxi og varelevering. Unntak gjelder for Rådstuplassen, Domkirkegaten, Kong Oscars gate og Peter Motzfeldts gate, hvor annen trafikk også vil være tillatt.

I forbindelse med etablering av ny banetrasé er det planlagt omlegging av eksisterende infrastruktur som kommer i konflikt med traseen. I tillegg vurderes nye infrastruktur-løsninger der dette er hensiktsmessig. Et viktig prinsipp er å begrense mengden infrastruktur under selve banetraseen av hensyn til drift og vedlikehold. Samtidig må ny infrastruktur ivaretas innenfor trange byrom, der store arealer beslaglegges til kabelfritt profil langs banen. De ulike infrastrukturtypene er nærmere omtalt i kapittel 7.5.



Figur 1-3 Plantegning av området Christies gate – Heggebakken

Tiltaket starter i Christies gate, sør for Kaigaten, hvor gaten bygges om og tilpasses ny situasjon med redusert trafikk. Det etableres brede fortau på begge sider av gaten, og eksisterende busslommer på østsiden fjernes. Fortauet på østsiden vil i stedet fungere som plattform for kantstopp langs Festplassen.

Christies gate utformes med to gangfelt utenfor kryssene. Ett nytt ved Rasmus Meyers Allè og ett eksisterende mellom Festplassen og Byparken. Begge gangfeltene opparbeides som opphøyde og signalregulerte, for å sikre god fremkommelighet og trafiksikkerhet for fotgjengere.

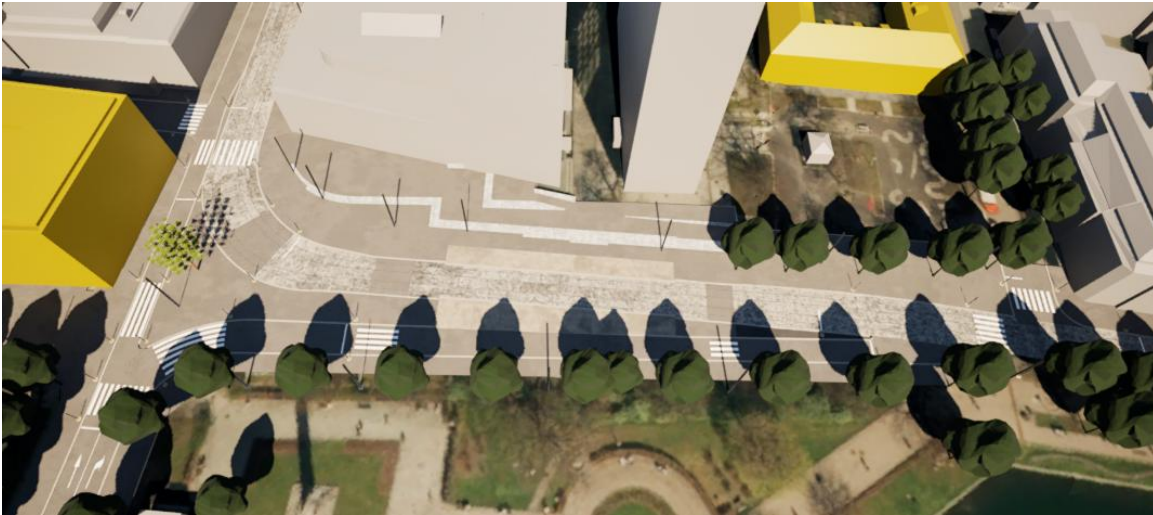


Figur 1-4 3D illustrasjon av Christies gate, sett fra sør-vest

I Kaigaten planlegges det en ny holdeplass med to parallelle plattformer, plassert mellom Gulating og Byparken. Fra Christies gate sør ledes buss, varelevering og taxi i egne kjøretraseer utenom selve banetraseen.

I området rundt holdeplassen i Kaigaten, samt i krysset mellom Kaigaten og Christies gate, legges det opp til flere gangkryssinger. Gangkryssingene i tilknytning til holdeplassen vil ikke være signalregulerte. I tillegg etableres en vifteformet gangkryssing over banen i svingen mellom Christies gate og Kaigaten, denne signalreguleres.

Gangfelt tilknyttet gatekrysset Christies gate x Kaigaten og Kaigaten x Peter Motzfelds gate vil være signalregulerte.



Figur 1-5 3D illustrasjon av Kaigaten

Ved plattformene er det planlagt rekkverk i bakkant, mot kjøreveien. Starvhusgaten stenges for både biltrafikk og bane, og omformes til et torgareal.

Det etableres nye KL-master, signalstolper og annet nødvendig teknisk utstyr der det er behov. Vegetasjon og trær tilpasses de nye løsningene for vei og bane samt for infrastruktur, og adkomsten mot Gulating oppgraderes med et nytt system som inkluderer både trapper og ramper.



Figur 1-6 3D illustrasjon av Gulating sett fra Starvhusgaten

Nordover fra Kaigaten føres buss og bane i egen trasé forbi Gamle brannstasjonen og Xhibition. Kjøreveien holdes adskilt fra banen med kantstein, med lokale høydetilpasninger ved gangfelt og ved avkjørselen til Gamle brannstasjonen.

Det etableres en gangkryssing over både kjørevei og bane rett sør for avkjørselen til Rådhusgaten. Denne kryssingen signalreguleres og utformes som opphøyd i kjøreveien for å bedre trafiksikkerheten og fremkommeligheten for gående.

I Småstrandgaten skilles traseene, hvor bussveien går mot venstre og banen mot høyre. Rundt krysset foran Rådhuset opparbeides det utvidede fortausarealer og torgareal, som gir bedre plass til fotgjengere og opphold.

Kryssene mellom Christies gate, Småstrandgaten og Allehelgens gate, samt krysset Småstrandgaten–Olav Kyrres gate, signalreguleres for busstrafikk, med tilhørende gangfelt. Innenfor denne strekningen er det prioritert areal til kollektivtrafikk og bane.



Figur 1-7 3D illustrasjon av krysset Christies gate X Småstrandgaten X Allehelgens gate

Videre inn i Allehelgens gate legges banen langs eksisterende kjørebane. Gatekryssene bygges om for å tilpasses nødvendig høyde og utforming for banen. I banesporet i Allehelgens gate åpnes det for buss mot sentrum i sporet, med tilkobling fra Kong Oscars gate og videre mot Småstrandgaten.

Ny holdeplass etableres utenfor dagens politistasjon og Magistratbygningen. Plattformene ligger på nivå med fortauet i bakkant, og det er innarbeidet nedramping i fortauet mot gangfelt som krysser banen.

Gangfeltet tilknyttet plattformen på vestsiden signalreguleres sammen med kryssende kjøreveier i Domkirkegaten og Rådstuplassen, inkludert tilhørende gangfelt. Gangkryssingen over banen ved holdeplassen på østsiden, mot Marken, vil derimot ikke være signalregulert.



Figur 1-8 3D Illustrasjon av holdeplass i Allehelgens gate

Fra Allehelgens gate føres banen langs dagens kjørevei i Nygaten. I svingen mellom Nygaten og Allehelgens gate etableres et stort, vifteformet gangfelt. Dette gangfeltet signalreguleres og gir en tydelig forbindelse mot Marken.

Den eksisterende alleen i Nygaten opprettholdes i stor grad, med enkelte unntak som følge av nødvendige arbeider knyttet til infrastruktur. Langs banetraseen etableres det i tillegg brede fortau med integrerte regnbed, som bidrar til både overvannshåndtering og et mer attraktivt gatebilde.

Halfdan Kjerulfs gate stenges for ordinær ferdsel, men holdes åpen for utrykningskjøretøy. Gaten utformes med nedsenket profil for å opprettholde funksjonen som flomvei.



Figur 1-9 3D illustrasjon av Nygaten

Banen krysser Kong Oscars gate i plan, der eksisterende kryss bygges delvis om i retning Heggebakken. Krysset, inkludert gangfelt over både kjørevei og banetrase, signalreguleres.



Figur 1-10 Utklipp fra Google earth

Ved Heggebakken etableres en tunnelportal i området der dagens administrasjonsbygg ligger. Den første delen av traseen vil være åpen, med støttemur på hver side av banen, før den lukkes omtrent ved skillet i administrasjonsbygget.

Deler av bygningsmassen ved Bergen katedralskole må rives, og det legges til rette for oppføring av nye bygg. I det tekniske forprosjektet, er ny situasjon illustrert med utgangspunkt i eksisterende bygningsmasse, med unntak av de delene som er i direkte konflikt med banesporet i dagen.

I dette området vil krysset fortsatt være åpent for allmenn ferdsel i kjøreveiene. Det legges også til rette for at buss i rute kan benytte banesporet i sørgående retning.



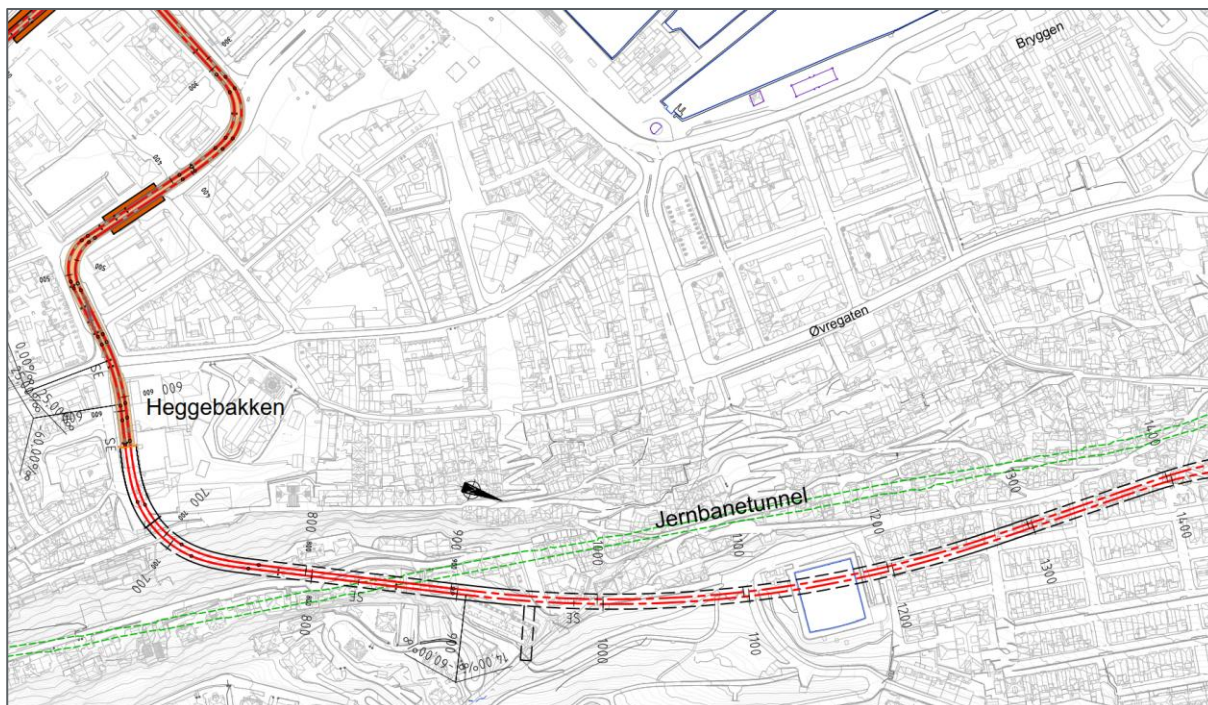
Figur 1-11 3D illustrasjon av Heggebakken

1.1.2 Tunnel, Heggebakken – Sjøgaten

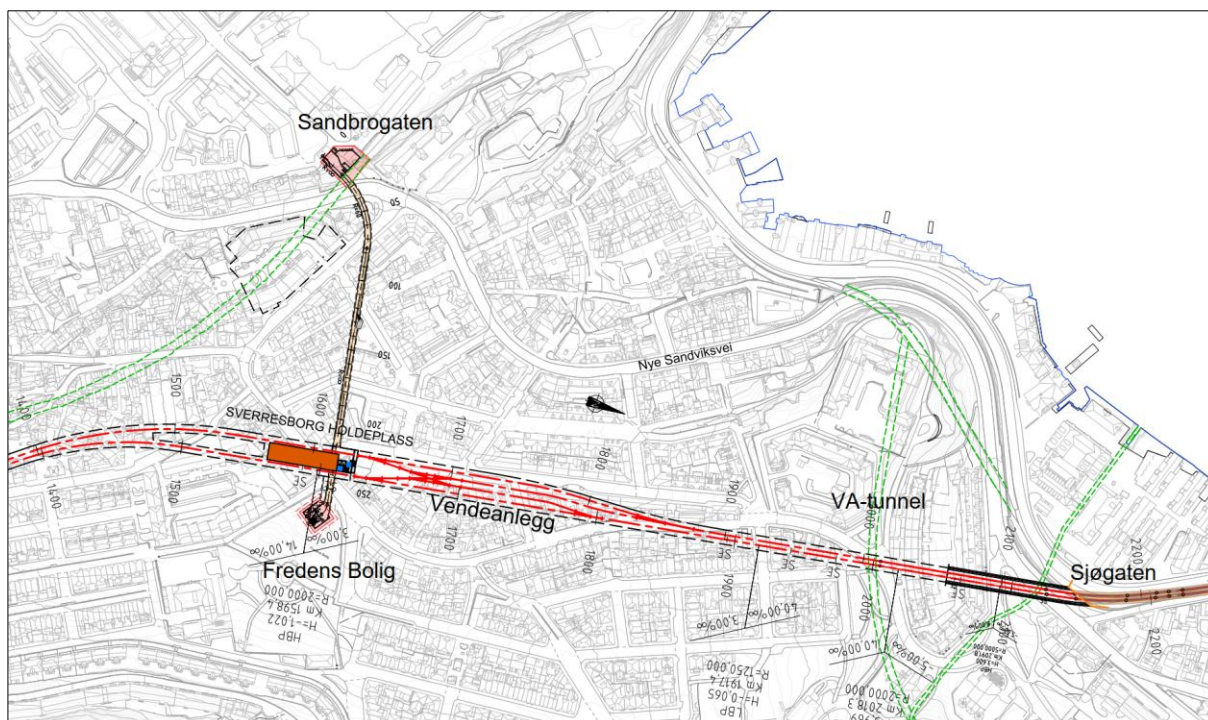
Banen går inn i tunnelportalen ved Heggebakken og Bergen Katedralskole, hvor den etter rundt 60 meter går fra betongkulvert til fjelltunnel. Fjelltunnelen faller så videre med maks 6% og krysser under Bane NOR sin jernbanetunnel. Tunnelen får dermed et lavbrekk rundt 300 meter inn i tunnelen. Her må det anlegges en stoll for pumpebasseng for innlekkasjevann. Etter lavbrekket fortsetter tunnelen så mot nord med svak stigning. Etter rundt 930 meter ankommer banen en underjordisk holdeplass, Sverresborg. Rett nord for holdeplassen planlegges det et anlegg for vending og tidsregulering av to vogner, som medfører en forlengelse av holdeplassens fjellhall på rundt 130 meter i lengde før tunnelen snevres inn til vanlig tunnel igjen. Holdeplassen og vendeanlegget adskilles med en betongvegg. Det sportekniske omkring vendeanlegget er omtalt videre i kapittel 3.1.1.

Etter holdeplassen fortsetter banen i tunnel i rundt 540 meter før den kommer ut i Sjøgaten, gjennom den store natursteinsmuren mellom Sjøgaten og Nye Sandviksveien vis a vis Slaktehustomten. Rundt 150 meter før utløpet krysser tunnelen over og delvis igjennom Bergen Kommune sin VA-tunnel. Siste del av tunnelen går igjennom en betongkulvert på mellom 90 og 100 meter, som må bygges i en åpen byggegrøp. Kulverten avsluttes med en skråstilt portal mot Sjøgaten som tilpasses eksisterende mur. En ny gang- og sykkelrampe mellom Nye Sandviksveien og Sjøgaten etableres over portal. Denne skal integreres i murveggen og erstatte dagens steintrapp.

Tunnelen er utformet som en enkelttunnel med dobbeltspor i hele sin lengde, bortsett fra rett sør for holdeplassen hvor den splitter seg til to enkeltløpstunneler i siste lengde inn mot holdeplassen. Gjennom holdeplassen og vendeanlegget er profilet vesentlig større, med rundt 23 meters spenn. Total lengde på tunnelen, inkludert portaler, holdeplass og vendeanlegg, er på rundt 1525 meter.



Figur 1-12: Sørlig del av tunnelen, med innløpet fra Heggebakken, og kryssingen under jernbanetunnelen



Figur 1-13: Nordlig del av tunnelen, som viser underjordisk holdeplass med adkomster og vendeanlegg, samt utløp i Sjøgaten

Sverresborg Holdeplass

Holdeplassen er utformet som en fjellhall med plattformlengde på 48 meter, i tillegg til noen rom for teknisk innredning. Den ligger plassert omtrent 35 høydemeter under Ladegårdsgaten / Repslagergaten på rundt kote -1, med svak stigning fra sør til nord. Holdeplassen vil få to adkomster, som vender seg vinkelrett i hver sin retning ut fra holdeplassens mesaninnivå.

Mot sentrum blir det en gangtunnel på rundt 220 meter i retning Sandbrogaten. Gangtunnelen planlegges med en innvendig bredde på 4 meter, og går stort sett i en rettløpe før den har en kurve rett før den kommer ut i Sandbrogaten. Her bygges det et adkomstbygg som også vil gi tilkomst til Nye Sandviksveien ved Dr. Wiesener via utvendige trapper og en innvendig heis. I dette bygget settes det også av arealer til tekniske rom.

Mot øvre Sandviken blir det etablert et adkomstbygg som gir tilkomst til nedre del av parken Fredens Bolig ved Ladegårdsgaten. Adkomstbygget bygges i en åpen byggegrop og vil få en høyde på litt over 30 meter. Det vil inneholde to publikumsheiser og trappeløp for rømning, i tillegg til en del teknisk innredning og øvrige fasiliteter for drift og sikkerhet til holdeplassen, deriblant brannventilasjon. Begge adkomstbyggene tilpasses terrenget og arealene der de kommer. Parkarealene til Fredens Bolig forsøkes reetablert i størst mulig grad i etterkant av byggeperioden. Se også videre omtale av dette i kapittel 5.2.9.

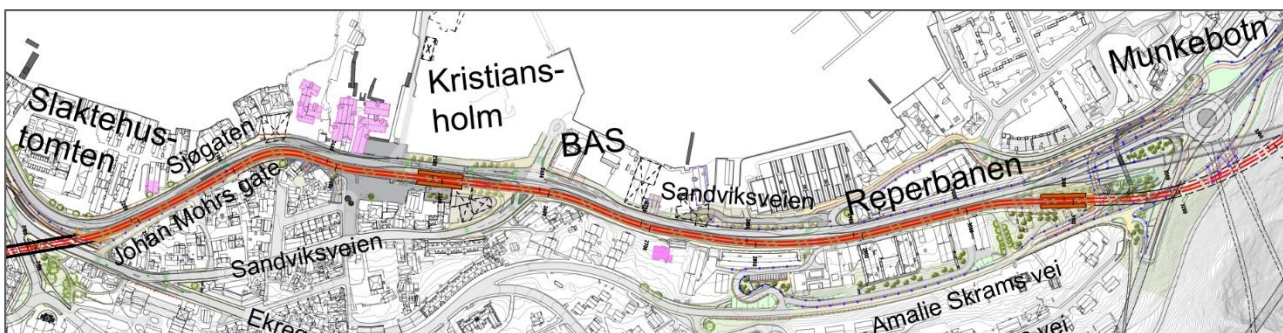
Holdeplass, adkomsttunneler og teknisk innredning er omtalt mer grundig i kapittel 4.



Figur 1-14: Holdeplass med adkomsttunneler og adkomstbygg

1.1.3 Sandviken, Sjøgaten – Sandviken sykehus

Fra sentrum kommer Bybanen ut av tunnel i den høye muren ved Slakterhustomten og går på østsiden av Sjøgaten og Sandviksveien helt opp til Munkebotstunnelen. Nord for lamellblokkene i Amalie Skrams vei, under det nye kryssområdet ved Munkebotn, går banen inn i en ny tunnel. Banetunnelen treffer den regulerte løsningen (BT5, DS2) før tunnelportal og holdeplass ved Sandviken sykehus. På strekningen er det to holdeplasser for banen, en på Sandvikstorget og en utenfor tunnelportal ved Munkebotn/ Amalie Skrams vei.



Figur 1-15 Oversiktstegning for bybanetraseen gjennom Sandviken

Sjøgaten

Bybanetraseen kommer ut i den høye muren ved Slakterhustomten, som vist i Figur 1-16 under, og går nordover langs Johan Mohrs gate. Det etableres en sikkerhetssone med rekkverk mellom bane og vei på en kort strekning etter portalen.



Figur 1-16 Område for tunnelportal ved Slaktehustomten i Sjøgaten

Gatetverrsnittet i Sjøgaten er smalt og for å få plass til bane, kjørevei og fortau, må banetraseen legges inn i nedre del av Johan Mohrs gate. Dette betyr at Johan Mohrs gate må stenges for kjøretilkomst og parkering, men gaten kan videreføres som en viktig gangforbindelse mellom Sandviksveien/ Nye Sandviksveien og Sjøgaten. Gangtraseen vil på det smaleste ha en bredde på 2,5 m og leder ned til et signalregulert gangfelt over bane og vei i Sjøgaten.

Parallelt med Bybanen i Sjøgaten skal det tilrettelegges for tofelts trafikk. Det vil gå buss og andre tunge kjøretøy i gaten. Trafikkmengden i Sjøgaten vil være lav, og fartsgrense foreslås til 30 km/t. En smal rabatt på 0,5 m vil skille vei- og banetraseen gjennom gaten.

På vestsiden (langs sjøsiden) er fortausbredden 3 m, mens på østsiden, på strekningen nord for Johan Mohrs gate, er fortausbredden 2,5 m. Dreneringssystem bygges inn i fortau på begge sider av vei- og banetraseen.



Figur 1-17 Banetraseen gjennom Sjøgaten

For å få plass til ønsket tverrsnitt gjennom Sjøgaten er det foreslått å flytte tre boliger i Rosegrenden. Husene kan få en ny plassering innenfor det samme bomiljøet.

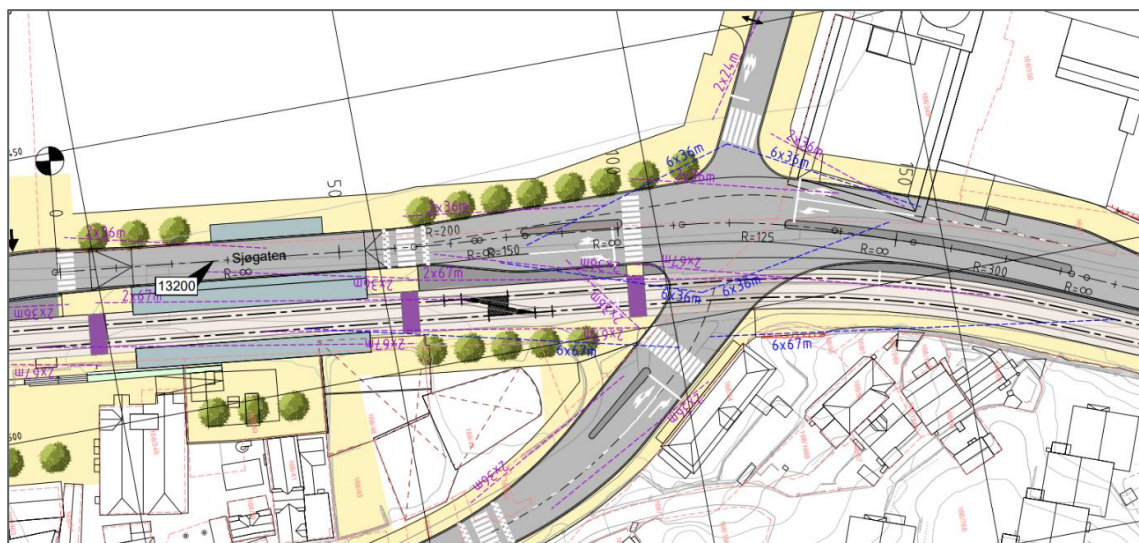
Det er ikke et separat sykkeltilbud langs Bybanen i Sjøgaten. Hovedsykkelruten ledes opp til Sandviksveien, og videre i blandet trafikk gjennom Ekregaten til Amalie Skrams vei der den blir gang- og sykkelvei frem til gang- og sykkelbroen over til sjøsiden og knytter seg til regulert løsning videre nordover.

Sandvikstorget og Kristiansholmkrysset

Sandvikstorget og området rundt med fredet bebyggelse langs sjøsiden ligger i dag på et kritisk lavt terrengnivå. I området skal det etableres trasé og holdeplass for banen, tilrettelegging for flomveier, samtidig som fredet bebyggelse skal ivaretas. Dette betyr at banen må ligge på et lavere nivå enn det som er ideelt mht. fremtidig potensiale for havnivåstigning, se kap. 2.3 for omtale av havnivåstigning.

Bybaneholdeplassen etableres i nordenden av Sandvikstorget. Parallelt med holdeplassen legges det opp til busstopp. Nærings- og leilighetsbygget i Sandviksveien 44D, som i dag blant annet huser Domino's pizza, foreslås revet for å frigjøre areal rundt holdeplassen. For beskrivelse av torget og bybaneholdeplassen, se kap. 5.2.6.

Kristiansholmkrysset med tilhørende gangfeltkryssing i tre armer utformes som et signalregulert X-kryss der banen har full prioritet, j.fr. Figur 1-18. Hovedtrafikkstrømmen gjennom krysset vil følge Sandviksveien, mens Sjøgaten vil ha vesentlig redusert trafikk sammenliknet med i dag.



Figur 1-18 Skisse holdeplass Sandvikstorget og kryssområdet ved Kristiansholm

Sandviksveien

Nord for Kristiansholmkrysset vil det gå toveis trafikk parallelt med banen. Deler av BAS-bygget foreslås revet og et verneverdig naust må flyttes. Her vil det være betydelig høyere trafikk enn i Sjøgaten. ÅDT i denne delen av Sandviksveien vil ligge på 10000-15000, der den nordligste delen har høyest trafikk. Fartsgrensen er 40 km/t. Det legges inn en smal rabatt mellom vei og bane, men der det er plass økes denne opp mot 1m. Langs Reperbanen er snittet på det smaleste.

Sykkeltilbudet på denne strekningen er å finne i form av en gang- sykkelvei i Amalie Skrams vei, men det vil også tilrettelegges for syklister langs vestsiden av Sandviksveien. Mellom Kristiansholmkrysset og Gjensidigekrysset har sykkel og fotgjengere delt løsning. Fra Gjensidigekrysset og nordover etableres sykkelvei med fortau langs den kommunale delen av Sandviksveien som går på baksiden av Reperbanen.

Ved Gjensidigekrysset legges inn et signalregulert gangfelt over vei og bane.



Figur 1-19 Bybanen i grønt spor gjennom Sandviksveien

Munkebotn

Nord for lamellblokkene i Amalie Skrams vei, tett inn mot den nye tunnelportalen for banen, etableres en holdeplass for Bybanen. Flere leilighetsbygg, Amalie Skrams vei 54-64, foreslås revet for å gjøre plass til banetraseen og den nye holdeplassen. Eksisterende busstopp «Munkebotn» i området videreføres på begge sider av veianlegget. Gangbro reetableres mellom Sandviksveien og Amalie Skrams vei, og vil da også betjene holdeplassområdet. Det blir i tillegg fotgjengerkryssing over fylkesveien i sørenden av holdeplassen. Det etableres flere snarveier i form av trapper i/ gjennom området. Det planlegges for et teknisk bygg i holdeplassområdet. For ytterligere beskrivelse av holdeplassområdet, se kap. 5.2.7.

I den vedtatte reguleringsplanen er det planlagt en ny rundkjøring ved Munkebotn. Her er rampeløsningen til Fløyfjelltunnelen endret (j.fr. pågående reguleringsplanarbeid i regi av SVV, planID 71870000, forventes vedtatt høst 2026). I vår nye reguleringsplan får rundkjøringen en ny enveiskjørt arm fra vest for håndtering av nytt lokalt trafikksystem. Det legges også inn en mulighet for driftsadkomst til det gamle tunnelanlegget (Fløyfjelltunnelen sørgående løp som stenges).

Boliggaten Amalie Skrams vei vil på den nordligste biten smales inn og reguleres til GS-vei. Den vil ha tilkomst for 3 boliger. Lamellblokkene og bebyggelse langs Sandviksveien vil få tilkomst fra Amalie Skrams vei. Det etableres tilkomstvei på baksiden av lamellblokkene som vist i Figur 1-20.



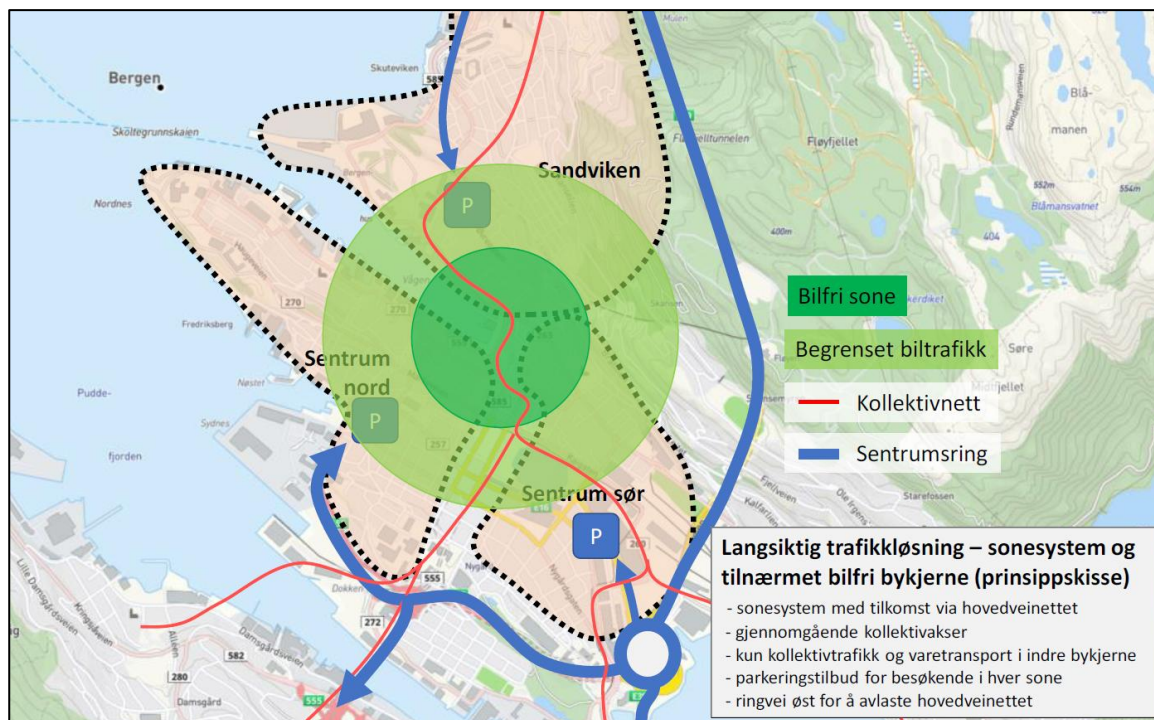
Figur 1-20 Ny adkomstvei fra Amalie Skrams vei

1.2 Trafikalt grep

1.2.1 Trafikkplan sentrum

Trafikkplan sentrum er utarbeidet for å følge opp de overordnede målene om å styrke kollektivtransport, sykkel og gange i Bergen sentrum. Planen, som ble vedtatt av Bergen bystyre i 2023, innebærer en omlegging av trafikksystemet som reduserer personbiltrafikken og frigjør areal og kapasitet til den planlagte bybanetraseen mellom Kaigaten og Heggebakken. Gjennomføring av Trafikkplan sentrum er en forutsetning for byggingen av Bybanen til Åsane. Det har vært koordinering mellom arbeidet med Trafikkplan sentrum og reguleringsplanen for Bybanen. Samlet vil gjennomføring av Trafikkplan sentrum, Bybanen og hovedsykkelruten bidra til en vesentlig reduksjon i biltrafikken gjennom trafikkregulerende tiltak og omdisponering av gate- og trafikkarealer i sentrum.

Hovedgrepet i Trafikkplan sentrum er å redusere gjennomgangstrafikken ved å dele sentrumsområdet inn i soner som i hovedsak betjenes fra innfartsårene. Dette skal begrense biltrafikken i den indre bykjernen og gi bedre forhold for gange, sykkel, kollektivtransport og varelevering. Et sentralt prinsipp i planen er at Torget og den indre sentrumskjernen på sikt skal være fri for ordinær gjennomkjøring med biltrafikk, samtidig som nødvendig tilgjengelighet for kollektivtransport, varelevering, beboere og beredskap ivaretas. For en nærmere beskrivelse av prinsippene vises det til *Trafikkplan sentrum – Temaplan for trafikksystem i det sentrale byområdet i Bergen* (Miljøløftet, 2022). Bergen bystyre har vedtatt at hovedprinsippene i Trafikkplan sentrum skal være gjennomført innen åpningen av Bybanen til Åsane.



Figur 1-21: Prinsipp for langsiktig trafikk-løsning, figur hentet fra Trafikkplan sentrum (Miljøloftet, 2022).

1.2.2 Sentrum

I reguleringsplanforslaget er gjennomføring av Trafikkplan sentrum i tråd med Bystyrets vedtak lagt til grunn, der Torget og Bryggen stenges for gjennomkjøring, med unntak for kollektivtrafikk og lokal varelevering. Dagens gjennomkjøringsmulighet mot nord i akse Christies gate – Småstrandgaten – Torget stenges også for biltrafikk, se figur 1-22. Det er ikke behov for ombygging av Strandkaiaen og dagens enveisregulering kan beholdes.

Som beredskapsvei for Fløyfjelltunnelen kan det midlertidig åpnes for gjennomkjøring langs akse Jon Smørs gate – Strandgaten/Strandkaiaen – Torget – Bryggen – Slottsgaten – Festningskaiaen – Sjøgaten¹.

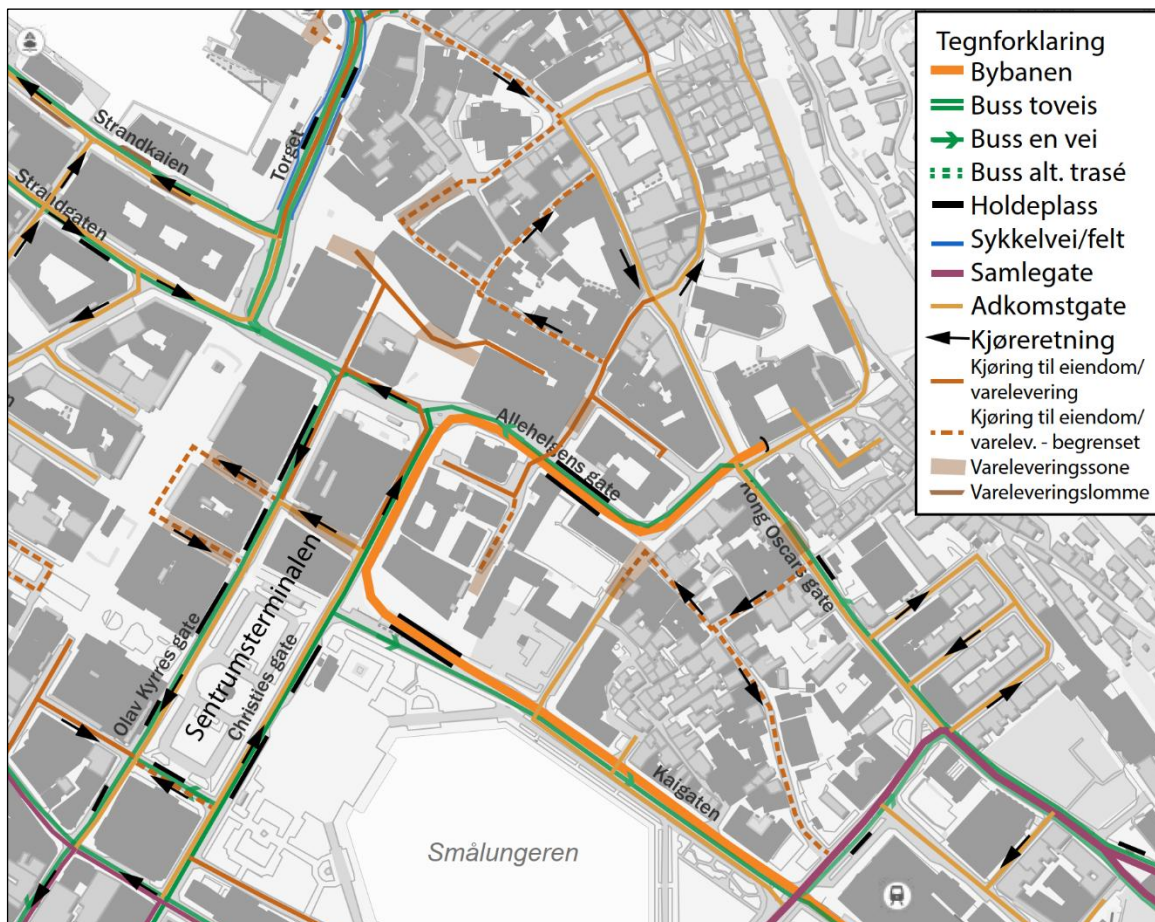
Innføring av Trafikkplan sentrum medfører behov for å gjennomføre tiltak som hverken ligger innenfor planområdet til denne planen, eller detaljreguleringsplan for hovedsykkelforbindelse. Dette gjelder ombygginger av gatekryss, endringer i trafikksignalanlegg og skiltplaner, og det forutsettes at planlegging og godkjenning av disse tiltakene håndteres i egne prosesser.

For å sikre nødvendig tilkomst til eiendommer i ulike deler av sentrum holdes en del av gatene åpne for allmenn ferdsel som lokale adkomstgater uten gjennomkjøring. I tillegg til dette tillates lokal varelevering der dette er nødvendig for etablert næringsvirksomhet, og kjøring til eiendommer som har kjørbare avkjørsler. I sentrale gater med stor ferdsel av myke trafikanter legges til grunn at denne trafikken begrenses f.eks. til et avgrenset tidsrom. Disse gatene er vist med stiplet strek i figur 1-22.

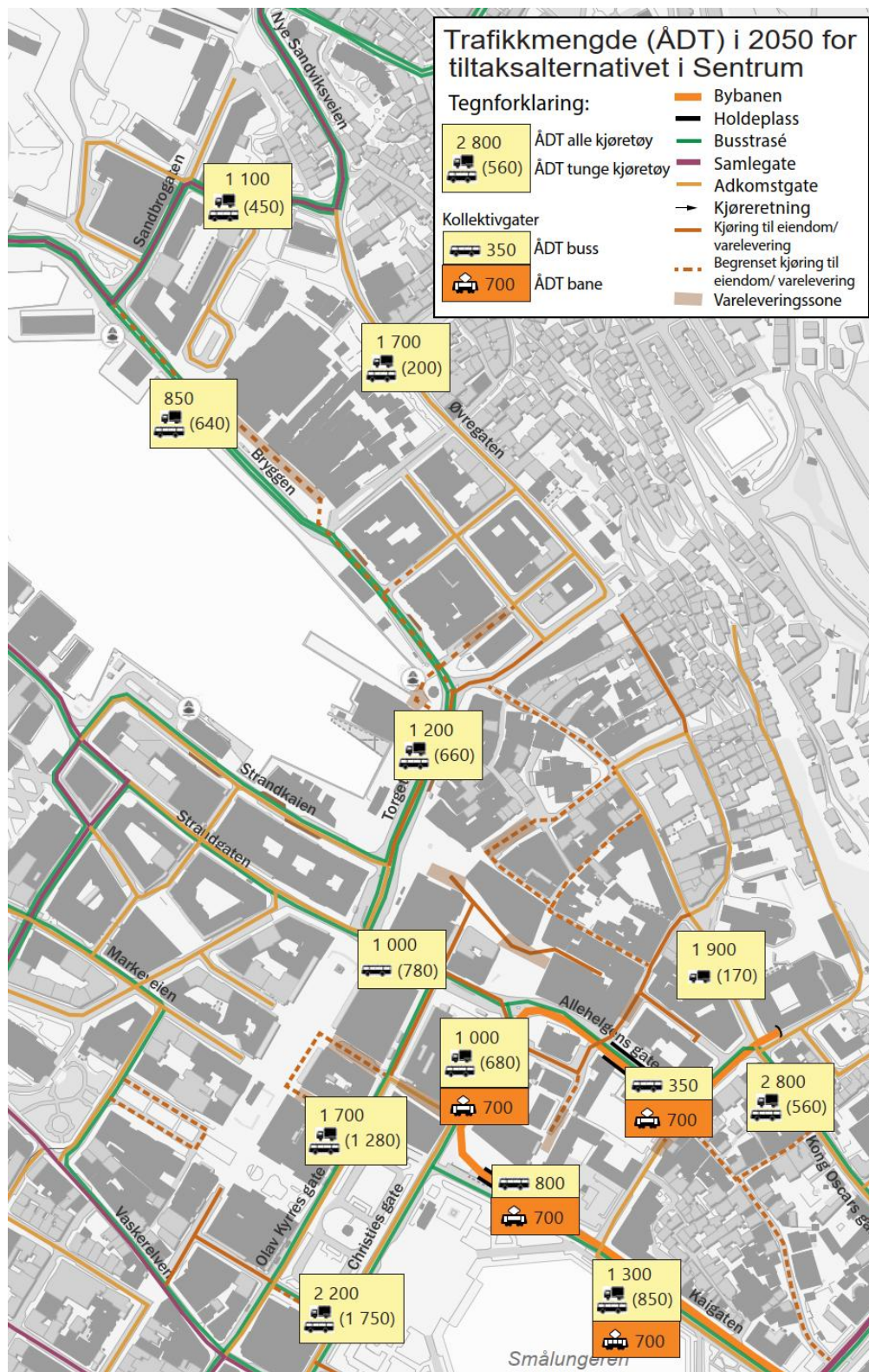
Dagens funksjon og plassering av sentrumsterminalen for buss opprettholdes i Christies gate og Olav Kyrres gate. Busstrafikk til Kalfaret legges om til Kaigaten – Strømgaten, og ledes forbi Bybanens holdeplass i

¹ Gjelder ved ikke planlagte hendelser/ulykker der VTS vurderer at det er nødvendig å åpne for gjennomkjøring i sentrum. Ved planlagt vedlikehold av tunnelen forutsettes bruk av 2-veis regulering i ett tunnellopp.

Kaigaten i eget felt sammen med trafikk til Busstasjonen. Busser fra Kalfaret benytter Kong Oscars gate – Nygaten – Allehelgens gate som i dag. Kjøreretningen i Nordahl Bruns gate snus slik at busser vestover kan betjene holdeplass her, for å redusere lengden av dagens sløyfe via Småstrandgaten.



Figur 1-22 Kjøremønstre for ulike trafikanter i sentrum slik det forutsettes i planen.



Figur 1-23 Trafikkprognose for sentrum i 2050 som legges til grunn for planen.

1.2.3 Sandviken

For Sandviken, Fjellsiden og Bryggen-området, innebærer gjennomføring av prinsippene i Trafikkplan sentrum en total omlegging av trafikksystemet der all tilkomst til områdene skjer fra nord. Unntaket er kollektivtrafikk og lokal vareleveringstrafikk som tillates å kjøre over Torget og Bryggen i sør. Dette grepet vil gi mulighet for å prioritere gående, syklende og kollektivtrafikk også i deler av Sandviken. Planlagt løsning for Bybanen, begrensinger i gatenettet og hensynet til behov for tilkomst til boliger og næringsvirksomhet i området medfører at disse mulighetene varierer, der handlingsrommet er størst i sør og avtar nordover gjennom Sandviken.

Det er en viktig forutsetning for planen at Fv. 577 Sjøgaten beholder sin funksjon med tilkomst for havneområdene Bontelabo, Skoltegrunnskaien og Festringskaien, samt som mulig beredskapsvei ved stenging av Fløyfjelltunnelen². Dette er ivarettatt ved å prioritere plass til to kjørefelt og separate spor for Bybanen samt fortau, mellom tunnelpåhugg ved Slakthustomten og Kristiansholmkrysset.

Kristiansholmkrysset får fire armer, signalregulering med svingefelt, og alle svingebevegelser tillatt. Trafikkprognoser for 2050 viser at en stor del av trafikken gjennom krysset vil velge Fv. 5342 Sandviksveien fremfor Fv. 577 Sjøgaten fordi de har målpunkt i øvre deler av Sandviken. Tilstrekkelig kapasitet i krysset er her sikret ved å legge et høyt estimat for fremtidig trafikkmengde til grunn for dimensjonering, se Figur 1-25.

Som eneste tilkomstvei til Sandviken vil Fv. 577 Sandviksveien nord for Kristiansholmkrysset få relativt høy trafikkbelastning selv om trafikkprognosene for 2050 spriker. Strekningen får to gjennomgående kjørefelt og separate spor for Bybanen, og Gjensidigekrysset forenkles slik at signalanlegg her kan fjernes noe som sikrer god kapasitet. Samtidig vil det være behov for to signalregulerte gangfelt, ett ved Ludebryggen og ett ved Munkebotn holdeplass. Etablert sykkelvei langs Reperbanen fjernes.

Den kommunale delen av Sandviksveien enveisreguleres slik at innkjøringen til Måseskjærområdet blir fra Gjensidigekrysset i sør, mens utkjøringen blir direkte til den nye rundkjøringen i nord. Parallelt med enveiskjørt gate etableres en lokal sykkelvei med fortau.

Den nye rundkjøringen ved Munkebotn får 4-armede åpen for alminnelig ferdsel, hvor direkte arm fra kv. Sandviksveien enveisreguleres inn i krysset. I tillegg får rundkjøringen en arm med sterkt begrenset bruk som kjørbare tilkomst til fremtidig nedlagt løp i Fløyfjelltunnelen. Beregninger basert på høyt estimat for trafikkmengder i 2050 viser at rundkjøringen har god kapasitet, men en viktig forutsetning er at Munkebotnstunnelen er åpen nordover. En stenging av denne vil medføre fare for kø fra Sandviken i rushtiden.

Løsningen for sykkel i tilgrensende sykkelplan ender ved munningen til eksisterende sykkel tunnel nord for Skuteviken. I denne planen videreføres tilbudet nordover, med ny rampe fra Slakthustomten opp til Sandviksveien, videre forutsettes sykling i blandet trafikk forbi Sandviken Brannstasjon gjennom Ekregaten og Amalie Skrams vei. Fra Amalie Skrams vei ved Munkebotn holdeplass etableres ny bru over Fv. 577 Sandviksveien slik at sykkeltilbudet kan kobles til regulert løsning i BT5-DS2 videre nordover.

² Gjelder ved ikke planlagte hendelser/ulykker der VTS vurderer at det er nødvendig å åpne for gjennomkjøring i sentrum. Ved planlagt vedlikehold av tunnelen forutsettes bruk av 2-veis regulering i ett tunnellopp.

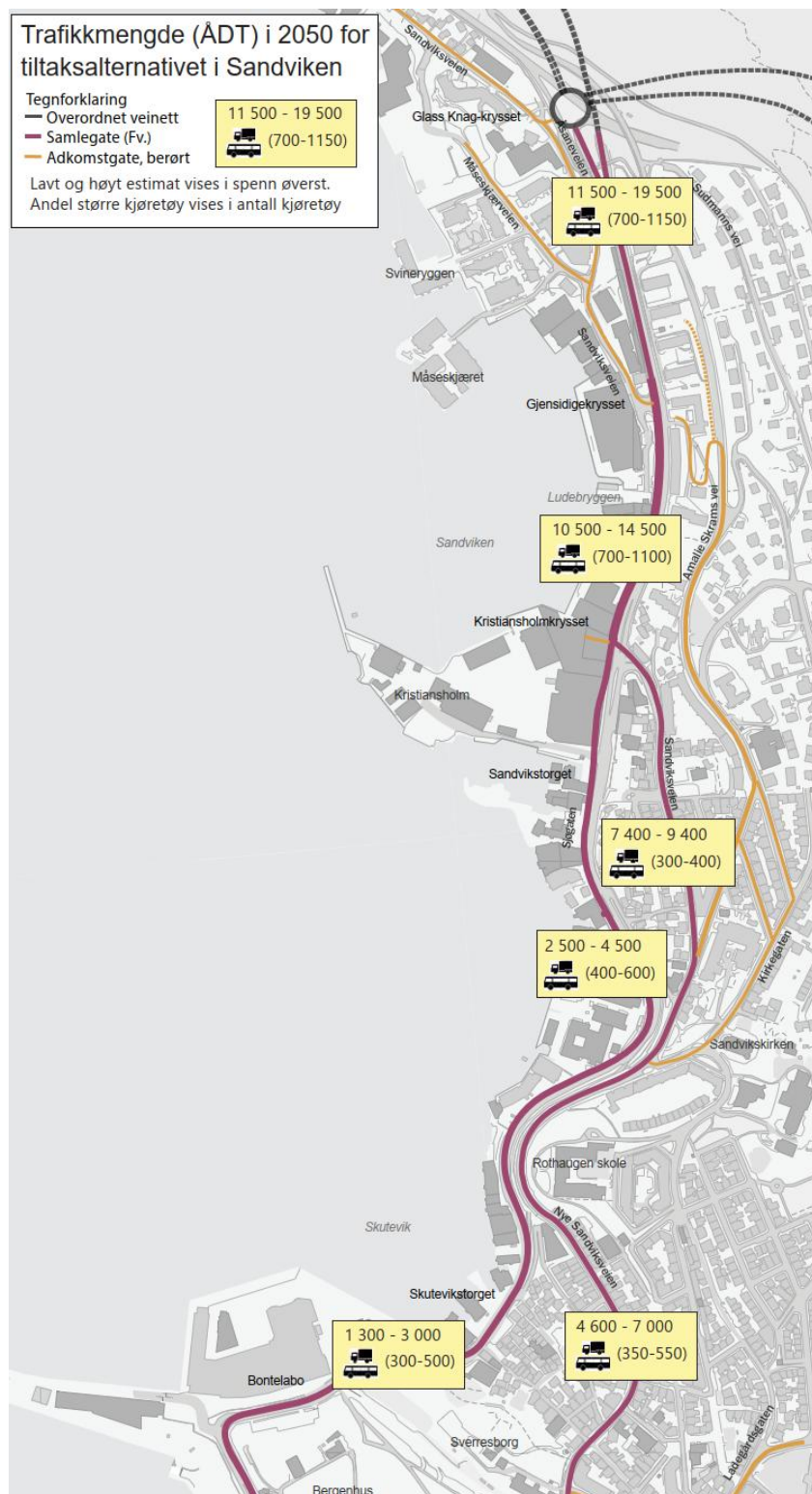


Figur 1-24 Oversikt nytt trafikksystem i Sandviken

Teknisk forprosjekt

Bybanen sentrum - Sandviken

Oppdragsnr.: 52504678 Dokumentnr.: RA-B-006 Revisjon: J01



Figur 1-25 Trafikkprognose for Sandviken i 2050.

Prosjektet har benyttet to ulike prognoser for fremtidig trafikk i Sandviken:

-Grov estimat av ÅDT hentet fra Trafikkmodell (Aimsun) levert fra VLFK høsten 2025.

-Uttak av ÅDT fra kjøring av overordnet transportmodell (RTM) basert på underlag fra SVV, gjennomført våren 2026.

Resultatene i de to trafikkprognosene spriker, og i samråd med Miljøloftet er det besluttet å benytte begge tallsett i plandokumentene.

Begge prognoser forutsetter at Trafikkplan sentrum er gjennomført (Torget stengt for gjennomkjøring), og usikkerhet knyttet til effekten av dette grepet er en mulig årsak til spriket, ulik metodikk for kalibrering av modellene en annen.

Tallene fra transportmodellen (RTM) anses som et lavt estimat for fremtidig trafikk, mens tallene anslått fra trafikkmodellen (Aimsun) anses som et høyt estimat.

For å sikre god trafikkavvikling i gatenettet er trafikk tall fra det høye estimatet (Aimsun) lagt til grunn for kapasitetsberegninger av kryssene i teknisk forprosjekt.

2 Forutsetninger og grunnlag for delstrekningen

2.1 Kulturhistoriske forutsetninger

Grunnforholdene i Bergen sentrum er påvirket, og mange steder et direkte resultat, av menneskelig aktivitet. Tidligere sjøbunn og strandsone ble gjenfylt allerede i middelalderen, som regel med en høy andel organiske komponenter. Grunnen i Bergen består flere steder av tykke kulturlag som er fredet. Her gis en kort historisk gjennomgang av byens historie. Fremstillingen er selektiv og konsentrert langs strekningen som berøres av trasé for Bybanen gjennom Bergen sentrum, fra Kaigaten og Christies gate i sør til tunnelportal i Heggebakken, og fra tunnelportal ved Slaktehustomten og nordover i Sandviken. Deler av traseen går over utfylte masser som beskrevet over. Slike utfylte masser kan også være sårbare for påvirkning utenfor selve traseen. Med høyt organisk innhold er disse fyllmassene avhengige av et stabilt grunnvannsnivå for å unngå tilførsel av oksygen. Oksygen setter i gang forråtnelsesprosesser som fører til at disse fyllmassene komprimeres og ødelegges.

Middelalderbyen Bergen vokste frem rundt Vågen, og Vågen som havn har på mange måter preget byens identitet og i stor grad definert bebyggelse og byplanmønster. Etter alt å dømme oppsto byen langs Vågens mest beskyttede del på nordøstsiden, fra begynnelsen av middelalderen. Vågen var da dobbel så bred som i dag, og stranden gikk om lag 280 meter lenger inn i Vågsbunnen enn dagens kailinje foran Fisketorget. En lagune, Veisan, skilte Holmen (dagens festningsområde) fra områdene lenger sør langs Vågens østside.

Gjennom middelalderen utvidet bebyggelsen seg rundt Vågen, men samtidig også utover i selve Vågen med utfylling, gjerne i kontrollerte former i forbindelse med gjenoppbygging etter de mange brannene som herjet byen. I disse utfyllingene er det tykke lag med arkeologisk materiale og strukturer. Fra middelalderen av har Vågen minnet i areal, særlig fra Bryggenområdet i nordøst og fra Vågsbunnen i sørøst, men også den nevnte Veisan-lagunen ble gjenfylt.

Byen tok tidlig en dominerende rolle som kongelig og kirkelig senter i Norge. Funksjonen som stapelhavn for tørrfiskhandelen med Europa var nok likevel den viktigste grunnen til at byen fikk en internasjonal karakter og ble Norges største i middelalderen, og den største i Skandinavia. Utover middelalderen skulle de tyske handelsmennene ta en dominerende rolle gjennom kontroll av kornimport og eksporten av fisk. Et av Hansaforbundets fire kontor ble etablert i Bergen omkring midten av 1300-tallet, og hanseatene ble en maktfaktor som til dels fungerte som en «by i byen», lokalisert på Bryggen.

Som et svar på hanseatisk dominans på Bryggenområdet, ble byens torg og rådhusfunksjoner flyttet fra Bryggen til Vågsbunnens sørvestre del på 1560-tallet. Nedre del av Vågsallmenningen ble utfylt i Vågen på 14- 1600 tallet og ble en viktig ferdselsåre mellom Vågsbunnen og Rådstuplass og Rådhuskvartalet som ble det administrative sentrum for Bergen i århundrene fremover.

I Sandviken var det gårdsdrift og mølledrift i middelalderen. Skuteviken ble omtalt som et gammelt område allerede på 1600-tallet, men fra denne tiden tas Sandviken i bruk som stapel- og avlastningshavn, og det etableres båtstøer, sjøboder og reperbaner. Byen utvider seg også videre sørover i perioden etter middelalderen. Tidlig på 1600-tallet flyttes byens skomakere til området innerst i Alrekstadvågen (Lungegårdsvann), og strandlinjen her vil etter hvert også fylles ut. Manufakturhuset bygges også ved Alrekstadvågen, i 1646. På Marken mellom byen og Lungegården etableres boliger, noe senere etableres grendene i Sandviken, og tettere bebyggelse vokser utover i det omliggende jordbrukslandskapet rundt byen. Billedutsnittet i Figur 2-1 gir trolig et godt bilde av Bergen sentrum i århundrene etter middelalderen, da byen har strukket seg utover området rundt Vågen.



Figur 2-1 Utsnitt fra perspektivkart over Bergen fra 1740-årene, ukjent tegner. Kartet viser nummererte bygninger som grenser til planområdet i sentrum, som StiftAmtmansGaarden og RaadHuset. I Sandviken er Rot-Houen og Møllerne i Lille Sandvigen, området vi i dag kjenner som Slagthustomten. Kartet gir et godt bilde av hvordan planlagt trasé for bybanen så ut for nærmere 300 år siden, fra Smålongeren oppe til høyre i bildet gjennom sentrum til Heggebakken bak Domkirken. Traseen kommer ut fra tunnel like til venstre for Rothaugen og følger bebyggelsen gjennom Sandviken ned mot venstre i bildet (ubb-bs-fol-01052)

På andre halvdel av 1800-tallet går utfyllingene i Bergen havn inn i en ny fase, med bygging av moderne steinkaier. Kaifunksjonene ved lille Lungegårdsvann var likevel begrenset, og på sikt ble vannet lukket inne som et ferskvannsbasseng, i forlengelsen av Byparken som ble etablert på de gjenfylte arealene. I Vågen ble kaiene utvidet og rustet opp, på Torget i flere faser frem til dagens kaifront i 1911. Langs Bryggen ble kaien utvidet og fylt opp, først i sør i perioden 1899-1903, deretter i nord mellom 1918-24. Gjennom 1800-tallet skjer en voldsom fortetting i Sandviken med bygging oppover fjellsiden. Langs sjøen fylles det etter hvert ut, og de mange sjøbodene erstattes av annen bebyggelse og vei. Denne utviklingen er likevel relativt ny og pågår fremdeles. Gjenfylling av Sandvikstorget med kobling av Sjøgaten til Sandviksveien skjer først på 1950-tallet.

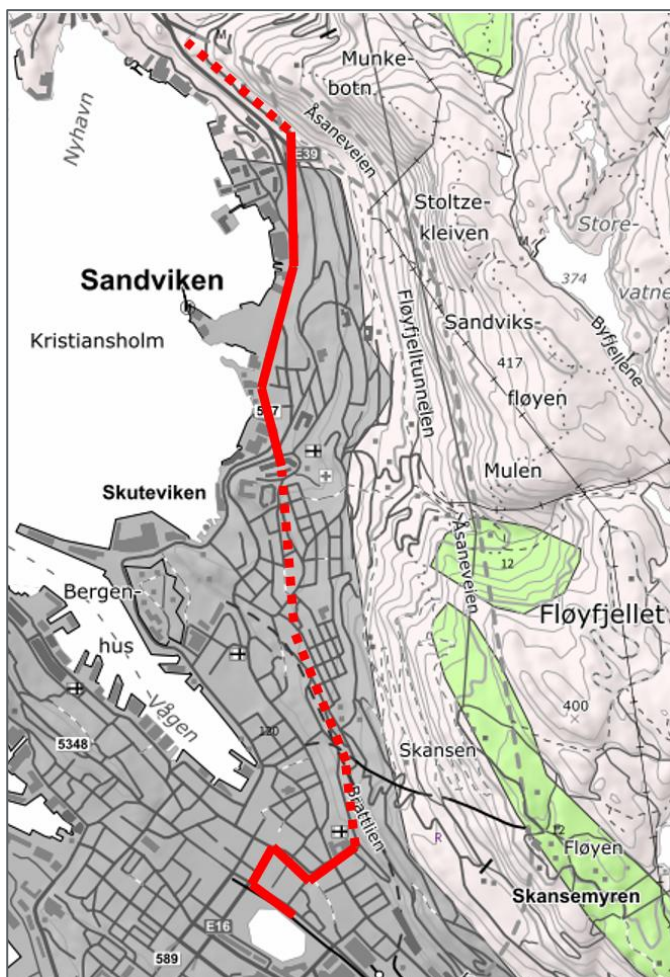
Vågen og sjøen er på mange måter utgangspunkt for byen og har preget byens struktur og utvikling. Gjennom utvidelser i sjø, gjerne som følge av gjenoppbygging etter en bybrann, har byen utvidet seg. Bebyggelsesstruktur fra middelalderen og 1800-tallets Cityarkitektur utgjør kjernen i Bergens egenart, men byen har også beholdt struktur og bygninger fra en rekke andre historiske perioder. Dermed er kulturminneverdiene langs Bybanetraseen svært store og sammensatte, med bygninger og strukturer over bakken, og arkeologiske lag under.

2.2 Grunnforhold

I NGUs løsmassekart er det angitt "fyllmasser" fra området i sentrum ved Kaigaten i sør til tunnelpåhugget ved E39 Fløyfjelltunnelen i nord, se figur 2-2. Generelt faller terrenget fra øst mot vest, og området har høy utnyttelsesgrad av eldre bebyggelse. Tidligere forsenkninger/bekkefar er stort sett fylt igjen med fyllmasser med ukjent kvalitet.

Omkring traséen er løsmassemektheten (dybden til berg fra terreng) generelt inntil ca. 10 m. Helt generelt består løsmassene av et øvre lag med fyllmasser av hovedsakelig grus/sand/silt og varierende organisk innhold. Under dette laget og over berg er det stort sett et fast til meget fast lag av antatt bunnmorene. En bunnmorene består av en blanding av partikler med kornstørrelse varierende fra leir til blokk (kornstørrelse mindre enn 0,002 mm til over 256 mm). For mer detaljert informasjon henvises det til fagrapporten RA-B-015 *Geoteknisk rapport*.

Løsmasseforholdene kan overordnet karakteriseres som gunstige og utfordringer knytter seg først og fremst til at det stedvis er høyt innhold av organisk materiale (blant annet kulturlag) hvor grunnvannssenkning kan føre til setninger og nedbrytning.



Figur 2-2 Det kvartærgeologiske kartet over Bergen sentrum viser karakteristikk "Fyllmasse" (grå) for strekningen som omtrentlig er markert med rødt. Heltrukken linje er bane i dagen og kulvert, mens stiplet linje er bane i bergtunnel (ref. NGU). Lys rosa viser bart fjell, grønn viser usammenhengende morenedekke.

Strukturgeologien i prosjektområdet er preget av skyveforkastninger. I sentrum finnes kaledonske bergarter tilhørende Hardangerfjorddekket, typisk glimmerskifer, amfibolitt, grønnstein og metagabbro med innslag av trondhjemitganger. Videre mot nord, ved Sverresborg holdeplass, er det kartlagt en skyvegrense (forkastning) mot den geologiske formasjonen Blåmannsdekket, der berggrunnen hovedsakelig består av ulike gneisbergarter, stedvis med migmatittisk sammensetning. I tillegg forekommer ganger av pegmatitt, granitt og amfibolitt. Like nord for Sverresborg holdeplass er gneisen gjennomslått av et kvartsittbelte. Grunnet tett bebyggelse er det utfordrende å tolke lineamenter (svakhetssoner og bergartsgrenser) 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 til skiferbergartene kan beskrives som middels god. Kvartsitten fremstår stedvis skifrig og sterkt oppsprukket. Bergmassekvaliteten til kvartsitten kan beskrives som dårlig til svært dårlig. Gneisbergartene fremstår lite til moderat oppsprukket. Bergmassekvaliteten til gneisen kan generelt beskrives som dårlig i nærheten av bergartsgrenser. I området nord for Munkebotn holdeplass i Sandviken er bergmassekvaliteten forventet å være god til svært god.

2.2.1 Grunnundersøkelser

Av forundersøkelser er det utført feltkartlegging, grunnboringer, hydrogeologiske undersøkelser, geofysiske undersøkelser og kjerneboring. Fra tidligere planarbeider for Bybanen foreligger det også mye informasjon fra en rekke ulike typer undersøkelser. Alle nye og tidligere utførte grunnundersøkelser er omtalt i rapport *RA-B-003 Ingeniørgeologisk rapport for tunnel Heggebakken - Sandviken*. Grunnundersøkelsene utført i denne omgang er utført i regi av Bybanen Utbygging (BU). Før oppstart av arbeidet med teknisk forprosjekt var det utarbeidet et omfattende program for undersøkelser, basert på traséalternativer som forelå 1. halvår 2025.

I arbeidet med teknisk forprosjekt har Norconsult gitt innspill til supplerende undersøkelser.

Det foreligger også resultater fra bergspenningsmålinger og testing av bergmateriale fra andre prosjekter i området.

2.3 Havnivåstigning, stormflo og bølgepåvirkning

Byggteknisk forskrift (TEK17) fastsetter krav til sikkerhet mot flom og stormflo. Byggverk skal plasseres, dimensjoneres eller sikres mot flom slik at største nominelle sannsynlighet i Tabell 2-1 ikke overskrides, jf. forskriftens § 7-2 andre ledd.

I tidligere planarbeider for Bybanen er det lagt til grunn at banetraseen skal tilfredsstille kravene til sikkerhetsklasse F2 (Norconsult Norge AS og Asplan Viak, 2023). Dette innebærer at bybanetraseen må sikres mot den samlede effekten fra stormflo- og bølgepåvirkning med 200-års returperiode.

Tabell 2-1 Sikkerhetsklasser for byggverk i flomutsatt område (fra TEK17)

Sikkerhetsklasse for flom	Konsekvens	Største nominelle årlige sannsynlighet
F1	Liten	1/20
F2	Middels	1/200
F3	Stor	1/1000

Norconsult har utført en analyse av stormfloverdier for Bergen (Norconsult Norge AS, 2026). Analysen konkluderer med at de offisielle stormfloverdiene utgitt av Kartverket, som kan hentes fra for eksempel nettsiden «Se havnivå», er for lave. Det anbefales derfor at man legger til grunn et høyere stormflonivå for å sikre at planleggingen er robust. Norconsult sine tall for stormflo med gjentakintervall på 200 år uten tillegg for havnivåstigning er 23 cm høyere enn de offisielle verdiene:

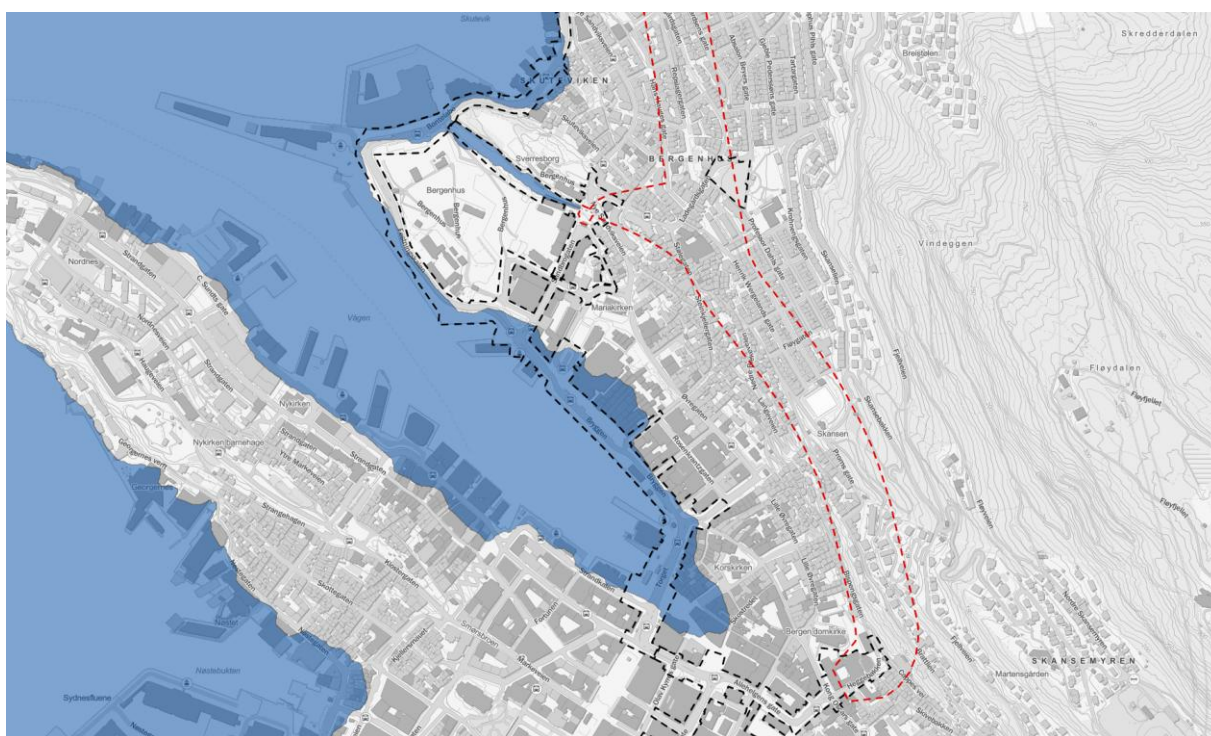
- Stormflo med gjentakintervall på 200 år publisert av Kartverket: +137 cm NN2000
- Stormflo med gjentakintervall på 200 år beregnet av Norconsult: +160 cm NN2000

I tillegg anbefaler Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap (DSB) at man legger til grunn havnivåstigning fram til år 2100 i kommunal planlegging (Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap (DSB), 2024). Det er knyttet usikkerhet til hvor mye faktisk vil stige. For å ta høyde for usikkerheten er det anbefalt å benytte klimascenario SSP 3.7-0 +83 prosentil. Dette gir da en økning i middelvannstand på +81 cm i år 2100 og +138 cm i år 2150 i Bergen.

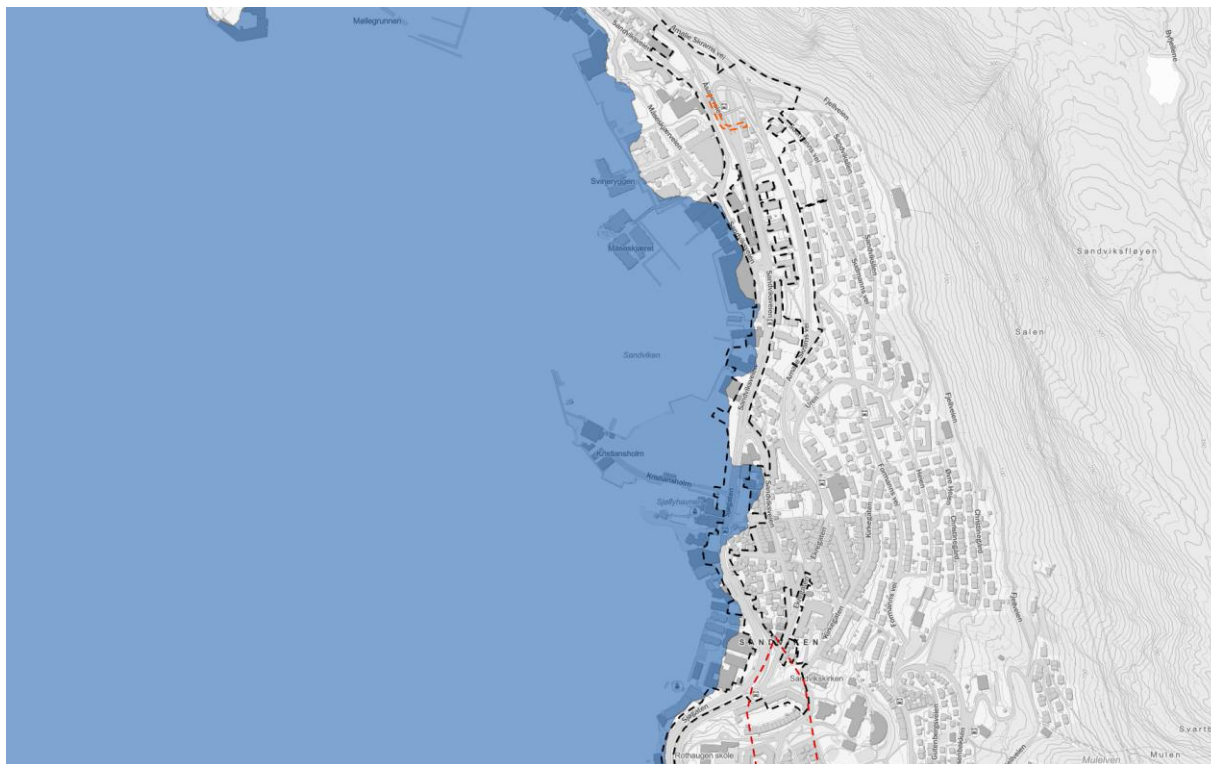
Det gir følgende anbefalte nivåer for å sikre mot stormflo (uten effekten fra bølger):

- +3,0 m NN2000 «Normalen». Anbefalt kotehøyde for langsiktig planlegging fram mot år 2150, men ikke et krav for å tilfredsstillende sikkerhetsklasse F2.
- +2,41 m NN2000. Anbefalt kotehøyde iht. sikkerhetsklasse F2 iht. Norconsults beregninger.
- +2,2 m NN2000. Minimumskravet iht. sikkerhetsklasse F2 iht. Kartverkets beregninger. Denne verdien vil fremdeles oppnå tilfredsstillende sikkerhet iht. TEK17, men er et mindre konservativt valg. Bør kun benyttes i utfordrende tilpasningsområder, og der en nærmere vurdering av konsekvenser for flom kan kategoriseres som lave.

I Figur 2-3 og Figur 2-4 ser man hvilke arealer som risikerer å bli oversvømt i en framskrevet 200-års stormflo i år 2100.



Figur 2-3 Framskrevet 200-års stormflo i år 2100 ved Bryggen og Skuteviken. Vannstand +2,41 m NN2000



Figur 2-4 Framskrevet 200-års stormflo i år 2100 ved Sandviken. Vannstand +2,41 m NN2000

Eventuelle bølgepåvirkninger vil komme i tillegg. Det er vurdert at bølgepåvirkning inne ved Bryggen og Torget er neglisjerbare på grunn av Vågens beliggenhet og framherskende vindretninger når det er sterkt lavtrykk og vannstand. Videre er det vurdert at effekten av bølger også kan neglisjeres ved Sandviken siden banetraseen er planlagt på landsiden av Sjøgaten/Sandviksveien og er skjermet av sjøboder langs kystlinjen.

2.3.1 Sandvikstorg

Av hensyn til tilpasning mot eksisterende kulturminner og flomveier, er det utfordrende å legge skinnegangene over kote +1,78 m NN2000 ved Sandvikstorg. Det tilsvarer ca. 40 cm under 200 års stormflonivå inkludert antatt havnivåstigning iht. Kartverkets verdier.

Ved å legge skinnegangene på kote +1,78 m NN2000 vil banetraseen være godt rustet mot flom de neste årene. Det er først når havet stiger som antatt at traseen kan oversvømmes. Ved å legge til grunn klimascenario SSP 3-7,0 +83-prosentil finner vi følgende:

- I år 2026 tilsvarer kote +1,78 m NN2000 en stormflohendelse med gjentaksintervall rett i underkant av 1 000 år iht. Norconsults beregninger, og godt over 1 000 år iht. Kartverkets beregninger.
- Dersom havet stiger som antatt fram mot år 2050, tilsvarer kotehøyden et stormflonivå med gjentaksintervall på 30 år iht. Norconsults beregninger og rundt 1000 år iht. Kartverkets beregninger.
- I år 2100 risikerer man at banen oversvømmes ca. en til to ganger pr. år iht. Kartverkets og Norconsults beregninger dersom havet stiger som antatt.

Konsekvenser ved oversvømmelse vil først og fremst være innstillinger i avganger, noe som vil påvirke trafikanter og kollektivreisende. Fare for menneskeliv ved at skinnegangene oversvømmes er veldig lav og de materielle kostnadene kan holdes lave ved å benytte materialer som tåler vann.

Mulige avbøtende tiltak ved Sandvikstorget:

- Utforme holdeplassen på Sandvikstorget slik at den tåler oversvømmelse.
- Unngå etablering av sporveksler i områder som kan oversvømmes for å redusere rust, som følge av sjøvann, på bevegelige deler.
- Unngå etablering av teknisk infrastruktur (for eksempel likerettere) i områder som kan oversvømmes.
- Sikre teknisk anlegg mot vanninntrenging
- Spyling/rensing av skinner kan være aktuelt for å redusere fare for rust etter oversvømmelse/sjøsprøyt i tørrværs perioder.
- Det er mulig å forutsi og melde når og hvor høy vannstand vil opptre på forhånd. Dette vil redusere faren og eventuelle beredskapstjenester kan varsles før hendelsen inntreffer.
- Ved lavbrekk, som er utsatt mot stormflo, bør man utforme terrenget for at det raskt og sikkert skal kunne etableres midlertidig flomvern ved hjelp av mobile løsninger.
- Buss for bane ved å følge for eksempel Sandviksveien og Nye Sandviksveien mellom holdeplassen på Munkebotn og Allehelgens gate. Denne strekningen har allerede flere bussholdeplasser, og er uansett planlagt med parallell bussrute.

For flere detaljer om tema vises til notat NO-B3-003.

3 Bane

3.1 Spor

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 Teknisk regelverk (Bybanen AS, 2023) er lagt til grunn for sporets geometri og fastsettelse av sikkerhetsavstand til sideliggende og tilstøtende anlegg. Videre har Bybanen Utbyggings Prosjekteringsveileder (Bybanen utbygging, 2023), Bergens kommunes veiledere «Bybanen – Introduksjon til prinsipper for utforming og sikkerhet» (Bergen kommune, Plan- og bygningsetaten, 2019), samt «Bybanen og sykkel – Grensesnitt, prinsipper og forslag til løsning» (Bergen kommune, 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, ettersom det tilgjengelige tverrsnittet langs banen er begrenset. Dette gjelder spesielt i sentrum hvor det i tillegg til sidestilte master også er lagt til grunn veggfeste der det er mulig. Se kapittel 3.2.6 for beskrivelse av kontaktledningsanlegget.

Det er lagt inn overhøyde på sporet der det er behov 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.

Traseen følger trasekravene i teknisk regelverk, men noen steder vil det være behov for å søke fravik fra krav for å få til ønsket plassering av holdeplass og trasé. Dette gjelder spesielt krav om at horisontal- og vertikalkurver ikke skal ligge oppå hverandre. Forholdene er diskutert med Bybanen AS og Bybanen utbygging ved flere anledninger og det antas at fraviket vil være mulig å få de stedene det er ikke er mulig å separere horisontal- og vertikalkurver, uten store konsekvenser for kostand eller tilpassing til eksisterende gatestruktur. Alle avvik fra teknisk regelverk er kommentert i kapittel 0.

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 tilstrebet 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 siktlengder vist i tabellen nedenfor.

Tabell 3-1 Siktlengder

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 (b ₂)	m	4	15	35	62	96	139	189	247
Reaksjonslengde (s _{reaksjon})	m	3	6	8	11	14	17	19	22
Overheng (u ₂)	m	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3
Siktkrav (b ₂ +u ₂ +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. Disse kommenteres i kapittel 0. Se hastighetsprofil under for hastighet strekningen:



Figur 3-1 Hastighetsprofil BT5-T

Bybanen har en teoretisk gjennomsnittlig hastighet på 24,5 km/t fra Kaigaten til Sandviken sykehus, inkludert 30 sekunder oppholdstid på holdeplassene og 5 % tidspåslag for forsinkelse m.m.

Banen fremføres etter veitrafikklovgivningen i sentrum, inkludert i Christies gate hvor banen ligger i egne kjørefelt. Strekningen vurderes for kort for å fremføre banen etter kun jernbanelovgivning, med krav om skilting og oppmerking av gangkryssinger som planoverganger. Fra Kong Oscars gate til Sandvikstorget fremføres banen etter kun jernbanelovgivningen. I tunnelen ligger den i egen trase, og i Sandviken fra portal til Sandvikstorget i særskilt trase fysisk skilt fra annen trafikk. Over Sandvikstorget fremføres banen etter veitrafikklovgivningen, slik som på Nesttun, før den fra Sandvikstorget og til Sandviken sykehus fremføres etter kun Jernbanelovgivningen. Langs Sandviksveien ligger den i særskilt trase fysisk skilt fra andre trafikanter, og i tunnelen opp til Sandviken sykehus fremføres den i egen trase.

Bybanen har ikke standard sporkonstruksjon, men som andre sporveissystemer skilles det mellom fastspor og ballastspor.

I fastspor benyttes rilleskinne som festes på en betongplate, eventuelt på langsgående bjelker. Under betongplaten benyttes ofte en vibrasjonsdempende plate før forsterkingslag av maskinkult. Gravenivå ved masseutskiftning bestemmes på bakgrunn av grunnforhold, men totaldybde er ofte i underkant av 1,2 m

Bestående av:

- 215 mm skinne inkludert befestning og mellomleggs-/underlagsplate
- 300 mm betongplate
- 150 mm vibrasjonsmatte inkludert avrettingsmasse
- 500 mm forsterkningslag

I ballast benyttes vignolskinne festet på sviller, som så ligger på lag av ballastpukk. Under ballastpukken kommer forsterknings- frostsikringslag. Total sporkonstruksjon for ballastspor er typisk 1,5-1,8 m pga. frostsikring.

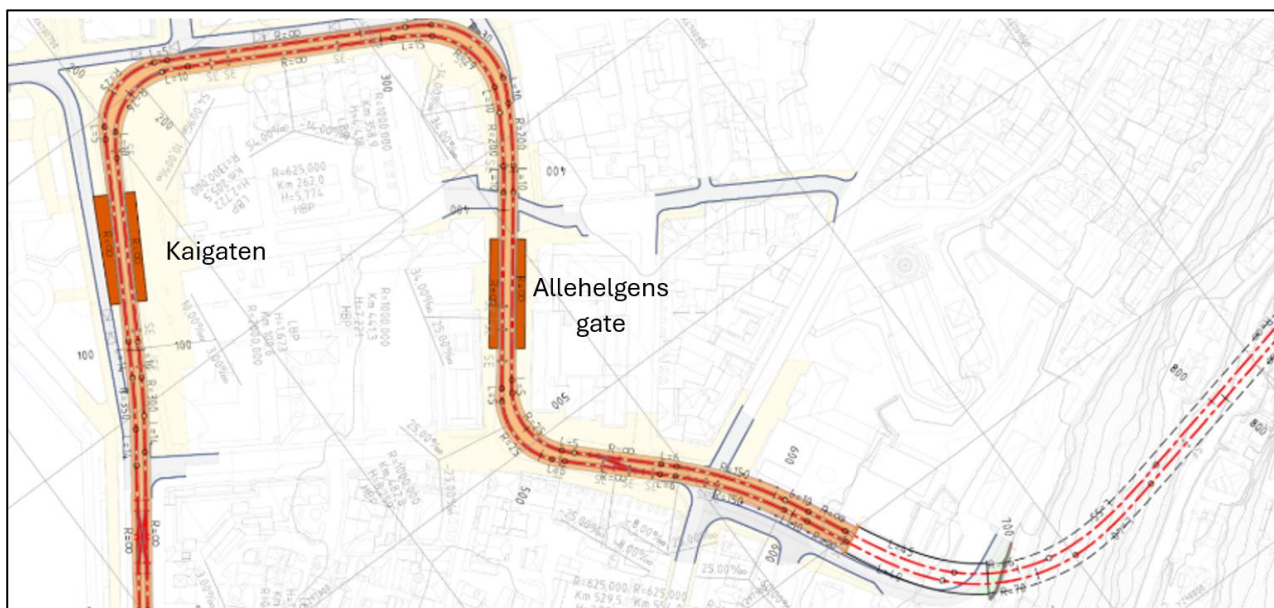
På strekningen fra sentrum til Sandviken sykehus vil fastspor benyttes der hvor banen fremføres i dagen. Pukkspor benyttes kun i tunnel og i sikkerhetssonen til tunnel direkte før/etter tunnel

3.1.1 Beskrivelse av trasé

Sentrum

Se tegning BT5-T-B1-C-0001 for plan- og profiltegning av banetraseen i sentrum

Bybanetraseen til Åsane starter i Kaigaten direkte øst for Peter Motzfeldts gate. Det tilrettelegges for at det kan etableres sporsløyfer i kryss (R=50) sørøst for Peter Motzfeldt gate, for avvikshåndtering ved hendelser i tunnel.



Figur 3-2 Trase gjennom sentrum

I Kaigaten vrir banetraseen seg noe mot nord i forhold til dagens trase og det etableres en holdeplassløsning delvis foran Gulating. Plattform i retning nord er 4 m bredd, og plattform i retning mot sør er kileformet med 4 m plattformsbreidd i sørenden og 5,8 i nordenden. I stedet for at banetraseen ledes inn i Starvhusgaten, som i dag, vil fremtidig bybanetrasé ledes mot nord i Christies gate og videre gjennom sentrum via Allehelgens gate og Nygaten før den går inn i tunnel ved Heggebakken.

Banen følger i stor grad dagens gater, som medfører skarp geometri, både horisontalt og vertikalt.

Fra Kaigaten og nordover i Christies gate, svinger Bybanen inn i gaten med minimum radius $R=25$. Christies gate stiger med 5,5 %, og for å følge eksisterende høyder etableres lavbrekk i $R=25$ horisontalkurven med $R=1300$ vertikalkurve. Det må søkes fravik for sammenfallende horisontal og vertikalkurve.

Fra Christies gate og inn i Allehelgens gate går banen med en kurve inn mot øst. Kurven etableres som eggkurve med $R=29$ til $R=200$ på innerkurve, for å komme mest mulig innenfor dagens veiareal. Nordre del av Christies gate faller med 1,4 % og Allehelgens gate stiger i øst med 3,4 %. Det etableres $R=1000$ vertikalkurve i den horisontale eggkurven. Sammenfallende horisontal og vertikalkurve må fravikssøkes.

I Allehelgens gate etableres holdeplass med 4 m plattformer som integreres i fortauet. I Allehelgens gate er det kort avstand mellom krysset mot Domkirkegaten og krysset mot Nygaten. For å få plass til tilrettelagt kryssing vest for plattform (ved krysset Domkirkegaten x Rådhusplassen x Allehelgens gate) må plattformen

etableres kun 12,2 m fra R=25 kurve inn i Nygaten. Dette gir kurveutslag siste 1,4 m av plattform og maks utslag 31 mm ved enden av plattformen. Forholdet må fravikssøkes.

Kurven inn i Nygaten etableres med R=25 horisontalt og R=1000 vertikalt, for å følge dagens veiareal i plan og profil. Sammenfallende horisontal og vertikalkurve må fravikssøkes.

I Nygaten anlegges sporsløyfe for å gi mulighet for planlagt avviksvending fra nord (for eksempel når trasé er stengt i sentrum pga. 17. mai arrangement). Sporsløyfene binder opp sportraseen vertikal og det er behov for å dele opp det vertikale lavbrekket slik at det ikke går over tungpartiet til tungen. Det etableres R=625 lavbrekk midt i sporsløyfen, mellom sporvekslene, og på nordsiden av sporsløyfen. Vertikallavbrekket på nordsiden av sporsløyfen sammenfaller med R=150 horisontalkurve og må fravikssøkes.

Fra Nygaten og videre nordover fra Kong Oscars gate, vil banen falle med 6 % ned i tunnel. Banen starter å falle rett nord for krysset. Høybrekket etableres med R=625 vertikalkurve og ligger sammenfallende med R=150 horisontalkurve. Forholdet må fravikssøkes.

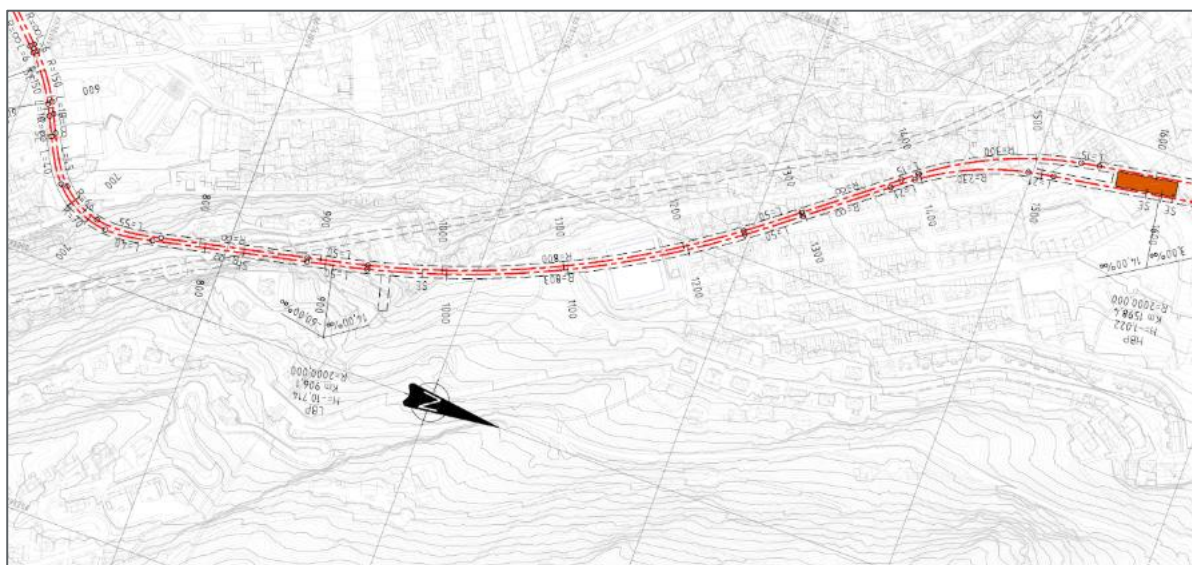
Området fra Kong Oscars gate til portalen (50 m) er del av sikkerhetssone til tunnelen og vil være del av signalert strekning. Det etableres rekkverk langs banetraseen for å hindre uvedkommende i traseen.

Tunnel

Se tegning BT5-T-B2-C-0001 for plan- og profiltegning av banetraseen i tunnel fra Heggebakken til Sjøgaten.

Etter at banen har gått inn i tunnel i Heggebakken må den krysse under eksisterende jernbanetunnel. Traseen faller med 6% ned mot lavbrekket som etableres direkte etter kryssing av jernbanetunnelen på ca. kote -10. I dette området må det etableres et pumpebasseng for å samle opp og pumpe ut innlekkasjevann fra tunnelen. Derfra stiger tunnelen jevnt opp mot stasjonen i fjell.

Lavbrekket etableres med R=2000 vertikalkurve. Vertikalkurven ligger delvis overlappende med R=800 horisontalkurve, og må fravikssøkes.

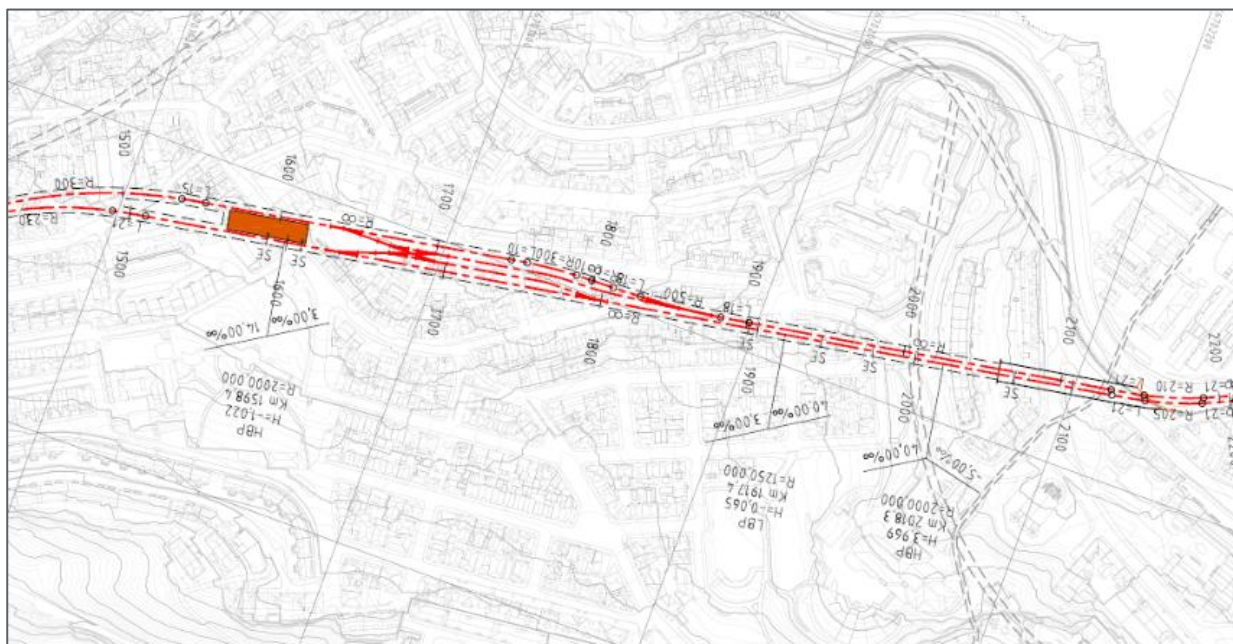


Figur 3-3 Traseé Heggebakken til Sverresborg

Fra lavbrekket stiger tunnelen svakt oppover med 1,4% i en lengde på rundt 700 meter parallelt med Bane NOR sin jernbanetunnel, før man kommer frem til den nye underjordiske holdeplassen Sverresborg. På denne strekningen er banen dimensjonert for en fart på inntil 80 km/t. Rundt 200 meter før holdeplassen vinkler traseen seg og profilet splitter seg fra en enkel dobbeltsporstunnel til to separate ettsporstunneler cirka 80 m før holdeplassen. Traseen her er dimensjonert for 50 km/t, men etter som det er nær holdeplass, og baner uansett må bremse for å stoppe på holdeplass, har det lite å si for fremføringstiden til banen på strekningen.

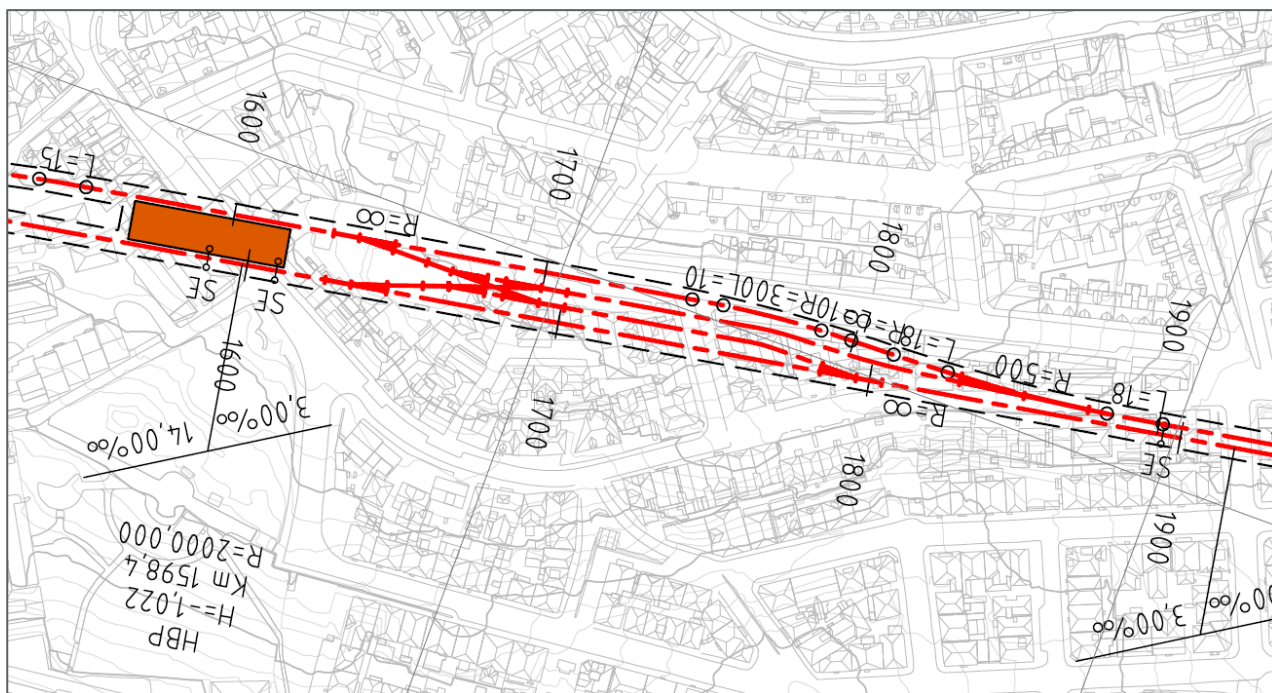
Holdeplassen etableres med 12,2 m bred midtplattform.

Etter holdeplassen etableres vendeanlegg for vending av linje 2. Vendeanlegget etableres med to vendespor med tilgang til/fra begge plattformer. Alle sporveksler er standard 1:6 R=100 veksler dimensjonert for 35 km/t. Bak vendeanlegget er det tilrettelagt for sporforbindelse til hovedspor, for håndtering av avvikstrafikk. Tilkobling til utgående spor etableres med 1:6 R=100 veksler, og tilkobling til inngående spor med 1:12 R=500 veksler i kurve, med avvik i rettløp mot vendeanlegget.



Figur 3-4 Trase Sverresborg til Sjøgaten

Vendeanlegget er utformet for å kunne vende baner med høy frekvens i de to vendesporene, og gi mulighet for kort regulering. Sporforbindelse tilbake til hovedspor gir god fleksibilitet, til å for eksempel vende baner fra nord ved avvik, men det bør i neste fase ses på om denne fleksibiliteten er nødvendig for drift av banen. Sporforbindelsene vil gi et mer komplisert signal og sikringsanlegg i tunnelen og økt drift- og vedlikeholdskostnad for anlegget.



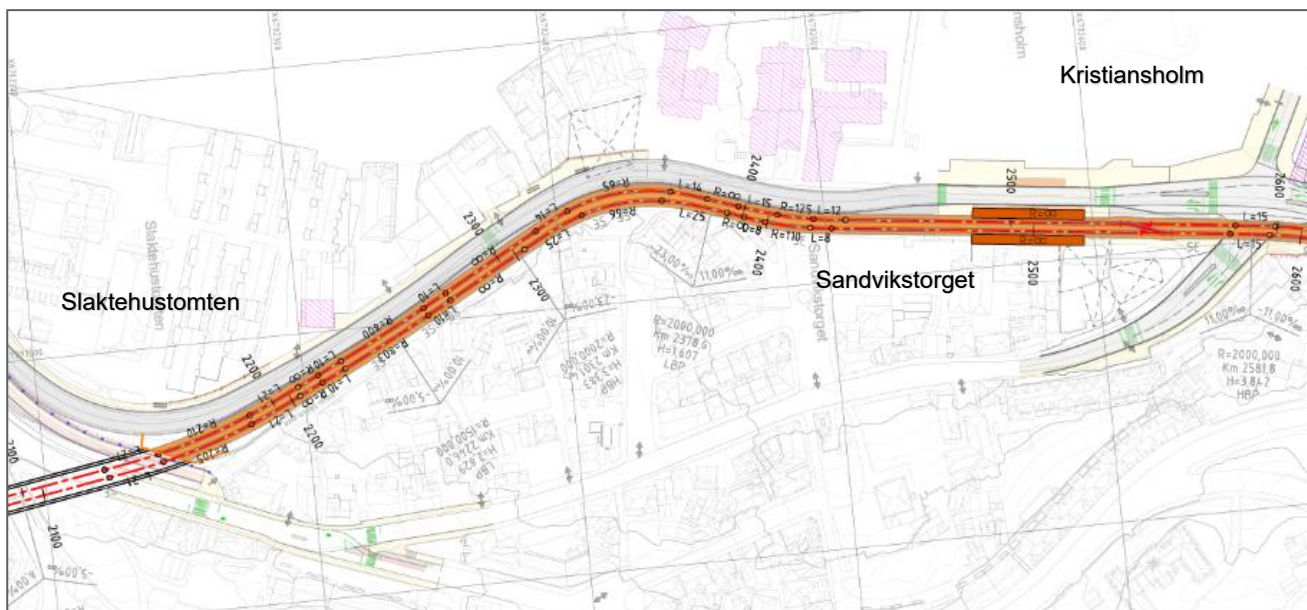
Figur 3-5: Vendeplanlegging

Etter vendeanlegget samles sporene i standard dobbeltsporstunnel og krysser gjennom Bergen Vann sin VA-tunnel, som ligger rundt 150 meter fra Sjøgaten. Traseen er planlagt gjennom VA-tunnelen, men vil gå over VA-ledningene. Å unngå VA-kulverten i sin helhet vil medføre en svært presset sporgeometri og innløsning av flere bygg. Tunnelen kommer ut i Sjøgaten gjennom en skråstilt betongportal gjennom dagens natursteinsmur. Banen har her svakt fall på 0,5% utover og R=200 horisontalkurve.

Sandviken

Se tegning BT5-T-B3-C-0002 og BT5-T-B3-C-0002 for plan- og profiltegning av banetraseen i Sandviken.

I Sandviken kommer banetraseen ut i den høye muren ved Slaktehus-tomten og går langs Johan Mohrs gate. Det etableres rekkverk langs banen 50 m etter portal som sikkerhetssone. Banen følger dagens vei, men sideforskyves inn i muren som må reetableres. Det er flere flomveier på strekningen fra portal til Sandvikstorget og for å tilrettelegge for disse kommer alle vertikalkurvene i horisontale overgangskurver, og må følgelig fravikssøkes. Banen svinger inn på Sandvikstorget med R=65 kurve dimensjonert for 25 km/t, for å i størst mulig grad følge eksisterende gateløp.

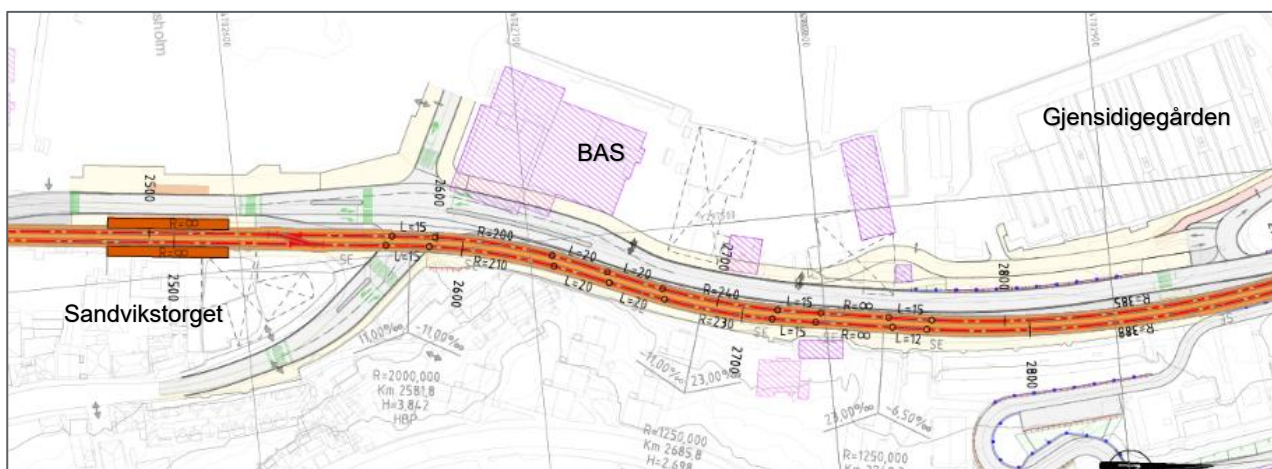


Figur 3-6 Trase Sjøgaten

Holdeplassen etableres i nordenden av Sandvikstorget. Parallelt med baneloldeplassen legges det opp til busstopp. Inngående plattform etableres som 5 m bredde samleholdeplass for buss og bane.

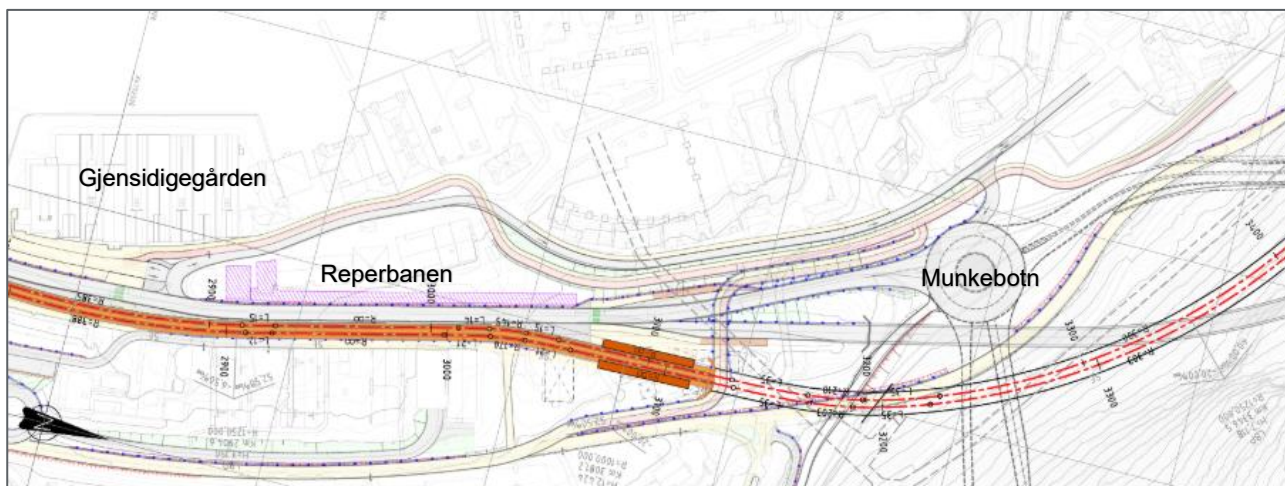
Nord for holdeplassen etableres R=25 sporsløyfe, for å tilrettelegge for avvikshåndtering fra nord ved stopp i tunnelen mot sentrum. Det er valgt å legge sporsløyfen nord for holdeplassen ettersom traseen sør for holdeplass ligger under anbefalt kote for stormflo, se notat NO-B3-003 «Stormflo og bølgepåvirkning ved Sandviken, Bergen».

Etter sporsløyfen krysser banen over Kristiansholmkrysset og følger dagens veigeometri med R=200 s-kurve dimensjonert for 40 km/t. Traseen følger høyden på veien og vertikalkurvene på strekningen blir liggende sammenfallende i horisontal kurver. Sammenfallende horisontal og vertikalkurve må fravikses.



Figur 3-7 Trase Kristiansholmkrysset til Gjensidigekrysset

Videre nordover holder banen generelt god sporgeometri på strekningen, med $R=300-400$ dimensjonert for 50 km/t. For å få holdeplass og samtidig unngå innløsning av bygg i forkant etableres siste kurve inn mot holdeplass i Munkebotn med $R=145/170$ dimensjonert for fart på 35 km/t. Holdeplass etableres i $R=1000$ vertikalkurve. Pilhøyden ved dør på en $R=1000$ kurve er på maks 1 cm.



Figur 3-8 Trase Munkebotn

Fra holdeplass faller banetraseen med 2 % mot og under eksisterende veitunnel Munkebotstunnelen, hvor det etableres lavbrekk med pumpebasseng for å samle opp og pumpe ut innlekkasjevann fra tunnelen. Lavbrekket etableres med $R=1250$ vertikalkurve. Vertikalkurven ligger delvis overlappende med $R=300$ horisontalkurve, og må fraviksbehandles. Fra lavbrekket stiger traseen med 6 % opp mot Sandviken sykehus. Traseen fra dette lavbrekket er identisk med tidligere regulert trasé.

Vibrasjonskompenserende tiltak

Bybanen vil der den fremføres i dagen bygges med vibrasjonsdempende tiltak for å unngå problemer med vibrasjoner og strukturell lyd fra banen på nærliggende bygg. En av de mest kjente metodene er å legge vibrasjonsdempende matter rundt banefundamentet, slik som er gjort blant annet i Kaigaten.

Andre aktuelle tiltak kan være vibrasjonsisolerende skinneinnfesting eller kontinuerlig opplagring av skinne i vibrasjonsdempende material. Tiltak vil besluttes i neste planfase.

3.2 Elektroanlegg

3.2.1 Generelt om elektroanlegg

Elektroanlegg knyttet til reguleringsplan og teknisk forprosjekt omfatter følgende anlegg:

- Banestrømanlegg og kontaktledningsanlegg
- 50 Hz lavspenningsanlegg og teleanlegg tilknyttet baneanlegget

- Belysning
- Omlegging av eksisterende elektrotekniske kraftkabler og telekabler grunnet konflikt med den planlagte traseen.

De påfølgende delkapitlene omtaler risiko og valg av løsninger for elektroanleggene. Spesielle forhold knyttet til elektroanlegget på den underjordiske holdeplassen ved Sverresborg beskrives i kapittel 0.

Banestrømanlegget skal sikre at Bybanen har tilstrekkelig elektrisk kraft. For reguleringsplan og teknisk forprosjekt omfatter dette i hovedtrekk regulering av areal for plassering av likeretterstasjoner og strømforsyning til likeretterstasjonene. Langs den planlagte traseen er det trange byrom, med potensielle konflikter med kulturlag og øvrig teknisk infrastruktur. Av den grunn er det i tillegg gjort vurderinger utover det som anses som normalt ved en reguleringsplan, for å sikre bygbarhet for kontaktledningsanlegget. Dette innebærer forslag til plassering av KL-master og veggfester. Kontaktledningsanlegget er beskrevet i eget delkapittel 3.2.6.

Elektroanleggene reguleres av flere forskrifter med forskrift om elektriske forsyningsanlegg (FEF) og forskrift om elektriske lavspenningsanlegg (FEL) som de mest sentrale. Begge forskriftene krever at valg av løsninger skal baseres på en risikovurdering knyttet til de elektriske anlegget. Denne risikovurderingen er dokumentert i dokument RA-B-041. De viktigste punktene fra risikovurderingen er gjengitt i denne rapporten. I tillegg krever forskriften at det utstedes en samsvarserklæring som erklærer og viser at anlegget er planlagt i samsvar med kravene i forskriftene. Erklæringen er dokumentert i dokument RA-B-042.

For jernbaneanlegg er NEK 900 Elektriske jernbaneinstallasjoner hovedstandarden for å ivareta forskriftens krav. Standardsamlingen består av NEK EN 50119 som omhandler elektriske og mekaniske krav til kontaktledningsanlegget, og NEK EN 50122-serien som omhandler krav til jordingsanlegg og beskyttelse mot likestrømskorrosjon. For å ivareta krav til elektromagnetisk kompatibilitet gjelder EN 50121-serien og EN 50163 oppgir krav til forsyningspenning for kontaktledningsanlegget.

For øvrig elektroanlegg er NEK 400 og NEK 440 de sentrale standardene for henholdsvis lavspenningsanlegg og høyspenningsanlegg. Spesifikt for veianlegg gjelder NEK 600.

I tillegg gjelder Bybanens egne krav til utførelse i «Teknisk regelverk», «Prosjekteringsveileder del 2» og Bergen kommune sitt dokument «Introduksjon til prinsipper for utforming og sikkerhet, til bruk i reguleringsplanfasen».

Deler av forsyningsanlegget for banestrømanlegget er vurdert til å være kraftsensitiv informasjon etter kraftberedskapsforskriften §6-2. Den aktuelle informasjonen er utelatt fra denne rapporten og oppgitt i egen rapport RA-B-045. På samme vis er det utarbeidet to tegningsserier for kabelinfrastruktur, hvor den ene tegningsserien er unntatt offentligheten.

I tillegg til dokumentasjon nevnt over er det reguleringsplan og teknisk forprosjekt utarbeidet strekningsplaner for kontaktledningsanlegget og 3D-modell med plassering av kontaktledningsmaster, fundamenter og tekniske bygg

3.2.2 Likeretterstasjoner

Reguleringsplanen skal avsette areal for etablering av likerettere for banestrømforsyningen. Innenfor området som er omfattet av denne reguleringsplanen viser rapport RA-B-045 at det er tilstrekkelig med to likeretterstasjoner mellom dagens likeretterstasjon ved Bergen busstasjon og planlagt likeretterstasjon ved NHH. Utenfor området som er omfattet av denne reguleringsplanen er det lagt til grunn samme plassering av likeretterstasjoner som i gjeldende reguleringsplan for Bybanen BT5 sentrum-Åsane.

For å vurdere aktuelle lokasjoner er det en rekke tekniske krav som må balanseres opp mot mulige areal som er tilgjengelig på strekningen. Bergen kommune sin veileder anbefaler et areal på omtrent 12x15 meter for et likeretterbygg i en reguleringsplanfase. Et slikt areal har vist seg å være krevende å finne plass til. Det er av den grunn gjort grundigere undersøkelser for å vurdere om et redusert areal kan benyttes. Basert på dialog med Bybanen utbygging er det lagt til grunn et minste utvendig areal for likeretterstasjoner på 4,5x24,1 meter. Dette samsvarer med etablert løsning for Fløen likeretterstasjon

For å vurdere mulige lokasjoner for likeretterstasjonene er det gjennomført en kraftsystemanalyse. Analysen er gjort med en simulert frekvens på 2 minutter i normalsituasjon og 4 minutter ved utfall av en likeretterstasjon. Frekvens på banen er i henhold til krav i Teknisk regelverk.

For strekningen Sandviken Sykehus til Kaigaten viser analysen at det er behov for to likeretterstasjoner. Det er valgt å undersøke to mulige alternativer. For begge alternativer er det likeretterstasjon ved ny holdeplass i Munkebotn. Den andre likeretterstasjonen er i det ene tilfellet plassert i Sandbrogaten, og i det andre alternativet er det simulert med likeretterstasjon ved portalområdet i Sjøgaten. Kraftsystemanalysen viser at begge alternativer tilfredsstiller spenningsnivå i henhold til NEK EN 50163. I reguleringsplanen er det valgt å gå videre med likeretterstasjon i Sandbrogaten.

I tillegg til kraftsystemanalyse er følgende krav vurdert for å avsette tilstrekkelig areal for likeretterstasjon.

- Krav fra tekniske regelverk om at likeretterstasjoner bør plasseres så tett på banen som mulig og i tillegg plasseres så nær som mulig eksternt 11 kV forsyningsnett. Dette for å minimere behov for kabelføringsveier mellom anleggene.
- Teknisk regelverk stiller krav til at største interne delkomponent på en likeretterstasjon skal skiftes ut, uten driftsstans på linjen.
- Teknisk regelverk krever at det skal etableres to oppstillingsplasser for driftskjøretøy maksimalt 10 meter fra likeretterstasjon.

For å redusere plassbehov i Sandbrogaten samt sikre nærhet til banen, er det vurdert å etablere likeretterstasjon inne i fjellet ved Sverresborg holdeplass. Denne løsningen er vurdert til å ikke være hensiktsmessig grunnet krav om mulighet for utskifting av største delkomponenter. Normalt er transformatorer største delkomponent, og Bybanen AS har oppgitt at de ikke har egnet utstyr for utskifting av transformator fra skinnegående materiell. Ved plassering av likeretterstasjon i Sandbrogaten vil det måtte etableres forsyningskabler inn til kontaktledningsanlegget ved Sverresborg. Til gjengjeld er det kort lengde på forsyning fra eksternt 11 kV-anlegg. I Sandbrogaten vil det også kunne etableres oppstillingsplass for driftskjøretøy innenfor 10 meter fra stasjonen.

For likeretterstasjonene vil det for servicebiler og kranbiler være mulig å kjøre inn til likeretterstasjonen. Utover Bybanens egne krav stiller FEF krav til funksjon og sikkerhet. Spesielt relevant for likeretterstasjonene er § 4.5 som gjelder krav til brann og trykkavlastning. For å ivareta forskriftens krav til sikkerhet kan RENblad 8101 og 6000-serien benyttes.

For begge likeretterstasjonene er forslag til forsyning fra BKK sitt 11 kV-anlegg markert på plantegning. Informasjoner om føringsvei for kabel er vurdert til å være KSI, og informasjonen er da vist på tegninger som er unntatt offentligheten.

Sandbrogaten

Likeretterstasjon i Sandbrogaten etableres som en del av adkomstbygget for gangtunnelen som går inn til Sverresborg holdeplass. På grunn av rommets utforming med skrå vegger, vil ikke hele romarealet kunne benyttes til innredning av elektroteknisk utstyr. Av den grunn er det satt av et noe større areal enn

minstebehovet. Det er avsatt et areal på 130 m². Videre er det skilt ut eget rom for 11 kV bryteranlegg for BKK. Rommet til BKK vil ha egen ytterdør.

For likeretterstasjonen er det planlagt med plass til to transformatorer som forsyner likeretteranlegget, og en transformator som kan forsyne 50 Hz lavspenningsanlegg i likeretterstasjon, øvrig elektroanlegg tilknyttet portal, Sverresborg holdeplass, og anlegg i Fredens bolig. I tillegg er det satt av plass til nettstasjon i Fredens bolig for å kunne optimalisere strømforsyning og plasshensyn i senere detaljeringsfase.

Munkebotn

Areal til likeretterstasjon i Munkebotn avviker fra forslag i veileder (Bybanen utbygging, 2023). Det er valgt å benytte et mer rektangulært areal på 24x5 meter. Dette arealet gir en tilsvarende utforming av likeretterstasjon som etablert anlegg ved Fløen. Det er vurdert at arealet også skal være tilstrekkelig for elektrotekniske installasjoner i tilknytning til tunnelen. Ved behov kan rommet utvides noe i dybden.

Fasaden på likeretterstasjonen er planlagt ut mot publikumsområdet på holdeplassen. Eventuell trykkavlastning for å håndtere lysbueeksplosjon eller oljedameksplosjon i likeretterstasjonen skal i henhold til FEF og byggt teknisk forskrift gjøres i «sikker retning». Det er lagt til grunn at trykkavlastning kan etableres i en høyde slik at trykket ikke er skadelig for personer som oppholder seg i området utenfor likeretterstasjonen. Det må i senere faser vurderes om det er behov for særskilte krav til innfesting og materialkrav til rister for å forhindre prosjektiler, og om trykkavlastningsareal kan plasseres i den delen av fasaden som har mindre persontrafikk foran ristene. Tørrisolerte høyspentinstallasjoner bør brukes der dette er mulig for å unngå risikoen for oljedameksplosjon.

Det er avsatt areal for eget rom og inngang for BKK sitt 11 kV koblingsanlegg.

Naturlig ventilasjon med avtrekksvifter for uttrekk av varme forventes å være tilfredsstillende. Kjølebehov detaljeres i neste fase.

3.2.3 Banestrøm og seksjonering av kontaktledningsanlegg

Kontaktledningsanlegget er planlagt med kontakttråd og bæreline i tunneler, og kun kontakttråd i dagsonene. For å ivareta tilstrekkelig overføringskapasitet er det nødvendig med forsterkningsleder langs spor i dagsonene.

Innmating til kontaktledningsanlegget skal i henhold til prosjekteringsveilederen (Bybanen utbygging, 2023) være ved likeretterstasjoner. Her skal det mates til hver side med 2 strekningsfelter.

På strekningen er det planlagt følgende punkter for seksjonering av kontaktledningen.

- Seksjonering mellom holdeplasser i Kaigaten og Allehelgens gate for å kunne gjennomføre vending ved avvik.
- Seksjonering ved Sverresborg holdeplass i forbindelse med utmating fra likeretter.
- Seksjonering nord for vending i tunnel ved Sverresborg holdeplass.
- Seksjonering mellom tunnelportal i Sjøgaten og holdeplass ved Sandvikstorget. Denne seksjoneringen kan vurderes å flytte inn i tunnel for å redusere antall kontaktledningsmaster i dagsonen.
- Seksjonering ved Munkebotn holdeplass i forbindelse med utmating fra likeretter.

Ved de planlagte likeretterstasjonene på strekningen er det også planlagt holdeplasser. Teknisk regelverk stiller krav til at det skal unngås å plasseres seksjonsisolatorer der hvor vognene har sterk nedbremsing eller akselerasjon. Ved holdeplass ved Sverresborg vil det være fare for høy akselerasjon og nedbremsing i begge retninger. Ved holdeplass i Munkebotn er det også fare for høy akselerasjon eller nedbremsing i retning NHH. Ved stort strømtrekk over en seksjonsisolator, er det fare for at lysbue blir stående og skader isolatoren. Det kan dermed bli behov for kompenserende tiltak. I senere detaljering må det vurderes om seksjoneringspunkt skal flyttes vekk fra holdeplassene eller om kompenserende tiltak er tilstrekkelig.

Ved seksjonering mellom holdeplass i Allehelgens gate og Kaigaten kan det være risiko for at seksjonsisolator kommer nær holdeplassen i Allehelgens gate. Det må derfor sikres tilstrekkelig avstand slik at det ikke er en risiko for at pantograf stopper ved seksjoneringsisolator. Plasseringen av seksjoneringen er vurdert flyttet, men på grunn av betydelig kurvatur i sporet er det ikke identifisert bedre egnede alternativer mellom holdeplassene. Et alternativ er seksjonering i Christies gate, men begrenset plass til flere veggfester gjør at dette ikke er vurdert som en robust løsning.

3.2.4 Rundkrets, jording og elektromagnetisk kompatibilitet

For jernbaneanlegg med likestrøm er det risiko knyttet til elektromagnetisk forstyrrelse (EMI), berøringsspenning og likestrømkorrosjon av sporkonstruksjon i tillegg til eksterne metalliske konstruksjoner.

For å ivareta krav til likestrømkorrosjon holdes returkretsen isolert fra jord. Den elektriske isolasjonen mellom spor og jord er ikke perfekt, og noe strøm vil lekke til jord. Andel strøm som lekker til jord og potensielt videre til andre konstruksjoner er avhengig av strømstyrke i returkretsen, kvalitet på isolasjonen og avstand til likeretterstasjon. Lekkasjestrømmen driver en langsgående spenningsforskjell som kan føre til akselerert korrosjon på metalliske konstruksjoner langs banen. Konstruksjoner nært på banen, under 10 meter, forventes å være mer utsatt. Avstand mellom likeretterstasjon er basert på krav/anbefaling i teknisk regelverk. Med maksimal avstand på 4 km mellom annenhver likeretterstasjon, og omtrent 2 km til nærmeste likeretterstasjon. Det er lagt til grunn at denne avstanden normalt vil gi langsgående potensialstigning innenfor grenseverdiene knyttet til likestrømkorrosjon. I senere detaljeringsfase må dette verifiseres opp mot krav i NEK EN 50122-2. For denne delstrekningen er det spesielt tunnelkonstruksjoner og langsgående VA-anlegg som er identifisert som mulige anleggsdeler utsatt for likestrømkorrosjon.

Utsatte anleggsdeler og andre utsatte ledende deler skal beskyttes mot nedfall av kontaktledning i henhold til metoder i NEK900. Normal utførelse for 750 V DC anlegg er utjevning til returkretsen (returkobling) via en spenningsbegrenser (VLD) eller bruk av klasse II utstyr.

For å unngå fare som følge av farlige spenninger eller strømmer i offentlig lavspenningsanlegg skal som hovedregel jordingsanlegget til Bybanens anlegg holdes adskilt fra øvrige offentlige lavspenningsanlegg. Dette er i henhold til prosjekteringsveilederen og NEK 900. Utforming av IT, TN og TT nett i tilknytning til baneanlegg er beskrevet i NEK900. Adskillelse av jordingsanlegg må hensyntas for holdeplasser, likeretterstasjoner og øvrig elektroanlegg langs banetraseen.

Elektromagnetisk kompatibilitet (EMC) er definert som ulike elektriske apparaters evne til å fungere i sitt tiltenkte miljø uten å bli forstyrret av eller forstyrre andre apparater. EMC-forskriften, FEL, FEF, Bybanens regelverk og NEK EN 50121-serien stiller krav til håndtering av EMI og EMC. I henhold til NEK EN 50121-1 skal det etableres en EMC-plan for baneanlegget. Planen skal identifisere potensielle støykilder, støyofre, og elektromagnetiske koplingsmekanismer mellom disse. Den skal videre på overordnet nivå angi hvordan de aktuelle problemstillingene skal håndteres i prosjektet.

Langs den planlagte banetraseen er det i dag eksisterende elektroteknisk anlegg som ved bygging av Bybanen blir introdusert for en ny elektromagnetisk støykilde.

Vanlige støykilder for et bybaneanlegg omfatter:

- Rullende materiell kan være støykilde på følgende måter:
 - Overharmonisk strøm fra nettstrømretter ledes inn i kontaktledning og returkrets.
 - Støyfrekvens er avhengig av type nettstrømretter, men er vanligvis i området mellom noen hundre Hz og ~50 kHz.
 - Støyutslipp fra apparater om bord i togene: Motorer og UPS-er er vanlige støykilder.
 - Radiostøy som følge av dårlig kontakt mellom strømvaktar og kontakttråd. Ved ising på kontakttråden kan det genereres gnister som gir mye radiostøy.
- Likeretterstasjoner er støykilde. 6-puls diodelikeretter gir dominerende frekvens på 300 Hz, og 12-puls diodelikeretter gir 600 Hz. Diodelikeretteren gir også noen støykomponenter ved høyere frekvenser. På vekselstrømsiden gir en 12-puls diodelikeretter overharmonisk støy med 11. og 13. harmoniske som dominerende komponenter (550 Hz og 650 Hz).
- Kopleingsoverspenninger
- Elektrostatisk utladninger
- Lynimpulser

Vanlige støyofre omfatter:

- Utstyr som tar skade som følge av overspenning og overslag:
 - Kabler
 - Transformatorer og likerettere
 - Lavspennings-, tele- og signalutrustning
 - Rullende materiell
- Utstyr som tar skade som følge av termisk overbelastning:
 - Kabler og ledere
- Utstyr som får uakseptabel påvirkning som følge av overført støy til sensorkretser, telekommunikasjonskretser og antenner, der utstyret ikke klarer å skille støyen fra nyttesignalet på en pålitelig måte
 - Signalutstyr, sporfeltsystemer
 - Telekommunikasjonsutstyr
 - Lavspenningsutstyr
 - Radiokommunikasjonssystemer (togradio, mobiltelefonnett, nødsamband)

- Utstyr som får forringet ytelse under påvirkning fra elektromagnetisk støy, eksempelvis flimmer i belysning, hørbar støy i høyttalere, etc.

Mulig elektromagnetisk påvirkning på eksisterende tredjepartsanlegg skal utredes og avklares med berørte anleggseiere.

3.2.5 Tekniske rom

Prosjekteringsveileder, veilederen til Bergen kommune og teknisk regelverk Bybanen, stiller krav til tekniske rom for elektroteknisk anlegg langs banetraseen. Det er satt av plass til teknisk rom ved alle tunnelportaler på minst 15 m².

Ved tunnelportalen i Sjøgaten er det satt av plass til teknisk rom under sykkelrampe, med utgang ut mot bilveien. Her er det også avsatt plass til servicebil like utenfor inngangen til det tekniske rommet.

Ved tunnelportal i Munkebotn er det planlagt at teknisk rom skal integreres i likeretterstasjonen. Nødvendig areal for likeretterstasjon er dermed økt med 15 m².

I tillegg til de nevnte tekniske rommene kan elektrotekniske installasjoner etableres i tilknytning til Sverresborg holdeplass. Dette er nærmere beskrevet i avsnitt 0.

3.2.6 Kontaktledning

Kontaktledningsanlegget prosjekteres i henhold til NEK 900 og Teknisk Regelverk for Bybanen 01.07.2023. I sentrum og Sandviken legges det til grunn enkel kontaktledning uten bæreline for å redusere den visuelle belastningen i byrom og gateløp. I tunnelen mellom Heggebakken og Sjøgaten legges det til grunn kontaktledning med bæreline og tunnelutliggere.

I sentrale byrom og trange gateløp legges det til grunn at veggfester benyttes der dette er egnet. Dette forutsetter nærmere avklaringer i detaljprosjekteringen knyttet til hvilke bygg som kan benyttes for innfesting, samt nødvendige avtaler med grunneiere. Der veggfester ikke kan benyttes, etableres master tilpasset gateutforming, øvrige tekniske anlegg og bymiljø. Masteplasseringer samordnes med øvrig gateutstyr, herunder belysning, signalanlegg, veianlegg og byromsutforming. Det er lagt til grunn løsning med tverrspenn mellom master fremfor ensidige master med utligger. Det benyttes kun mast med utligger på steder der dette er vurdert som den beste løsningen.

Fundamentering og dimensjonering av kontaktledningsmaster tilpasses mastelaster, grunnforhold, kulturlag, eksisterende og planlagt infrastruktur (spesielt VA-anlegg og høyspent), vegetasjon og gjennomførbarhet. I områder med kulturlag, særlig mellom Kaigaten og Heggebakken, legges det til grunn grunne og tilpassede fundamentløsninger fremfor pelefundamenter. Der det er hensiktsmessig, samordnes fundamentering med øvrige konstruksjoner og infrastruktur for å redusere inngrep i grunnen.

Det er identifisert flere aktuelle fundamentløsninger for kontaktledningsmaster. Aktuelle løsninger omfatter blant annet:

- Tradisjonelle mastefundamenter, enten plasstøpt eller prefabrikerte. Gir stor fleksibilitet i plassering, men medfører større inngrep i grunnen og behov for byggegrop.
- Grunne spesialfundamenter. Kan være gunstige der hensynet til kulturlag og grunnforhold er styrende, men gir mindre fleksibilitet i overflaten.

- Pelefundamenter. Kan redusere volumet i grunnen, men er ikke egnet alle steder og må vurderes opp mot lokale grunnforhold og restriksjoner.
- Spesielløsninger. Kan være aktuelle der det er behov for å tilpasse fundamenteringen til øvrige konstruksjoner eller eksisterende infrastruktur.
- Bergforankring. Bør vurderes der det er grunt til berg.

Det er også andre tilpasninger som må hensyntas i videre detaljprosjektering. Spennlengdene er i forprosjektet ikke fastlagt med utgangspunkt i lokale forhold og vurderinger av vindutblåsning. Det samme gjelder dokumentasjon av strekkrafttap for de enkelte ledningsparter. Slike vurderinger må gjennomføres i neste fase som grunnlag for optimalisering av masteavstander og plassering av vekslingsfelt, samt for å dokumentere at ledningspartlengdene holder seg innenfor krav til strekkrafttap. I forprosjektet er det utført overordnede vurderinger basert på ledningspartenes lengder, og det er lagt inn forslag til vekslingsfelt der dette er vurdert som hensiktsmessig. Løsningen er i denne fasen prosjektert med utgangspunkt i at kontakttråden skal ligge innenfor 35 cm fra spormidt.

Kaigaten

I Kaigaten er det lagt til grunn at eksisterende master, fundamenter og veggfester benyttes i den grad dette er teknisk mulig, som vises i tegning BT5-B1-R-0001. Der eksisterende komponenter ikke har tilstrekkelig kapasitet for ny situasjon, erstattes disse med nye komponenter på samme eller tilpasset plassering.

Ved holdeplassen i Kaigaten er masteplasseringen tilpasset eksisterende anlegg, tilgjengelig areal og planlagt gateutforming. Det er lagt til grunn masteplassering bak holdeplassen og inntil planlagt trappeanlegg. I detaljprosjekteringen må det vurderes om mastene kan integreres i trappeanlegget. Tilsvarende vurdering gjelder for master i innerkurven mot Christies gate.

Grensesnittet mot eksisterende kontaktledningsanlegg må videre vurderes i neste fase. I forprosjektet er det lagt opp til skjøting av kontakttrådene mot eksisterende anlegg.

Christies gate, Allehelgens gate og Nygaten

I Christies gate, Allehelgens gate og Nygaten er kontaktledningsanlegget prosjektert under forutsetninger om at infrastruktur for trolleybuss på strekningen fjernes. Det henvises til tegning BT5-B1-R-0002.

Det er lagt opp til et vekslingsfelt i Christies gate for å håndtere krapp kurvatur i sentrumsområdet, som gir økt strekkrafttap. Plasseringen av vekslingsfeltet er vurdert ut fra sporgeometrien og lagt til et parti med rettlinjert spor. Videre er master plassert med hensyn til siktlinjer for fotgjengere og biltrafikk. Det er også lagt opp til seksjonering i nærheten av Rådstuen, ettersom plasseringen er vurdert som gunstig ut fra sporets kurvatur. I denne løsningen er det plassert en mast tett på nytt VA-rør. I detaljfasen bør det derfor vurderes om veggfester kan benyttes som alternativ til mast. Det er lagt til grunn behov for fire veggfester for oppheng til seksjonering og utmating. Endelig plassering av tilhørende skap er ikke fastsatt på dette planstadiet.

Det er lagt opp til bruk av Bybanens prinsipper for holdeplasser ved å etablere master i hver ende av holdeplassen, dette gjelder også holdeplasser i Sandviken. Dette prinsippet er ikke en like god løsning for KL-anlegg av typen byspor (uten bærelinje) da dette medfører en lang spennlengde mellom master (over 40 m). For å unngå dette er det lagt opp til et splittoppheng mellom mastene, men grunnet plassering av master nært på spor medfører dette en stor vinkel på splitten. Det er derfor lagt inn et alternativ med veggfester for to master i Allehelgens gate, som må vurderes videre i detaljfasen.

Heggebakken

Nær tunnelportalen er det lagt opp til ensidige master med utliggere. Dette skyldes at det ikke er ønskelig å etablere master på motsatt side mot Heggebakken, som følge av høydeforskjell og krav til nødvendig berøringsavstand. For å unngå behov for skjerming på master er det derfor lagt til grunn masteløsning kun på én side. Mastene er forutsatt festet til tunnelportalkonstruksjonen, for eksempel ved innstøpte boltegrupper eller tilsvarende løsning. Det henvises til tegning BT5-B1-R-0002.

Det er i forprosjektet vist et alternativ med vekslingsfelt i tunnelportalen. Løsningen må videre bearbeides i neste fase, blant annet med hensyn til strekkrafttap. Som alternativ bør det også vurderes å etablere vekslingsfeltet lenger inn i tunnel, på et rettlinjert sporavsnitt. Dette kan gi en mer robust geometrisk plassering av anlegget og bør utredes videre i detaljprosjekteringen.

Heggebakken – Sjøgaten

For delstrekningen i tunnel er det lagt til grunn Bybanens prinsipp med tunnelutliggere. Plassering av vekslingsfelt og seksjonering må detaljprosjekteres i neste fase, sammen med trådføring.

Sjøgaten og Sandvikstorget

Ved tunnelutløpet i Sjøgaten er tverrsnittet trangt mot eksisterende mur, se tegning BT5-B3-R-0001. Det er derfor lagt opp til at master plasseres tett inntil muren, og at oppheng av kontakttråd etableres med tversspenn i et konsept med tosidige master. Dette prinsippet videreføres frem til Gjensidige-krysset, med unntak av enkelte steder der veggfester vurderes som mer hensiktsmessig.

Masteplasseringene langs strekningen er vurdert opp mot eksisterende bebyggelse, med særlig hensyn til vernede bygninger. Det er tilstrebet å plassere master mellom bygningene fremfor foran dem. Ved Sandvikstorget er masteplasseringene også spesielt tilpasset behovet for areal til fotgjengere. Det henvises til tegning BT5-B3-R-0002 og BT5-B3-R-0003.

Sandviksveien

Langs Åsaneveien ved Reperbanen vurderes det som lite hensiktsmessig å etablere tosidige master. For å unngå fundamentering tett på Reperbanen er det lagt opp til ensidige master med utliggere, plassert tett mot muren mot Amalie Skrams vei. Master plasseres så nær sporet som mulig innenfor avstandskravene i teknisk regelverk for å unngå lange utliggere. Det henvises til tegning BT5-B3-R-0004.

Grensesnittet mot Munkebotn må vurderes i neste fase.

3.2.7 Lavspenning og føringsveier langs banetrasé

Holdeplasser og øvrig lavspenningsanlegg langs banen forsynes fra egne nettstasjoner eller direkte med 230/400 V. Ved likerettstasjoner og holdeplass i fjell er det grensesnitt til BKK med 11 kV forsyning.

Bybanens regelverk krever bruk av IT eller TT fordelingssystem. Ved bruk av forsyning med TN nett, må det bygges om til lokalt IT eller TT-nett eller søkes fravik fra Bybanens regelverk. Alle typer skal følge prinsipp fra NEK 900 del 2 avsnitt 7.3.1.

Lavspenningsanlegget har grensesnitt mot banestrøm med hensyn på jording og sikkerhetsutrustning for nedfall av kontaktledning. Lavspenningsfordelinger på holdeplasser plasseres integrert i den oransje skiven (veggen i lehuset) på holdeplassene.

Frittstående skap for veibelysning, fordelingskap lavspent, signalskap trafikklys, fiberskap osv 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 detaljfasen. Strømforsyning til holdeplasser og likerettere må koordineres med BKK Nett i senere faser. I plantegninger for kabelomlegging som leveres i tilknytning til teknisk forprosjekt er føringsvei for nye forsyningskabler til nettstasjoner eller fordelingskap tegnet inn der hvor disse er mest fordelaktig for senere vedlikehold.

Belyste skilt og signalregulering for syklende og gående må tilpasses og være funksjonelt for avvikling av annen trafikk.

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

Flere trekkekummer og trekkerørstraseer har konflikt med nye signalstolper for gangkryssinger og trafikklys. Dette blir tilpasset i neste fase. Dette gjelder også ledelinjer og taktile heller. Dette blir løst og optimalisert i detaljeringsfasen seinere.

Føringsveier skal være tilpasset behov og har rikelig med reservekapasitet for fremtidige utvidelser eller oppgradering av utstyr.

3.2.8 Belysning

Veibelysning vil være estetisk og funksjonelt viktig for å ferdes langs og i nærheten av banetraseen. I sentrum er det i dag wirestrekk med opphengt lysarmatur. Disse vil komme i konflikt med nye kjøreledning og må erstattes av nye armaturer eller reetableres. Veibelysning hører til veien og har dermed primæroppgave å skape en følelse av trygg ferdsel.

På holdeplassene monteres det lysarmaturer i toppen av holdeplassens kjøreledningsmaster for å belyse plattformene. I leskur monteres det integrerte linjearmaturer i leskurtaket. Ved den oransje skiven monteres det linjearmatur med asymmetrisk reflektor i leskurtaket for ekstra belysning.

Veilys plasseres i utgangspunktet på egne master utenfor baneområdet. Dette på grunn av at det kan bli utfordrende for vedlikehold av andre etaters utstyr. I de områdene hvor det legges opp til sidestilte KL-master, vil en forsøke å utnytte disse også for veilys. Det skal som utgangspunkt ikke settes opp veilysmaster i banetraseen. Ved Gulating brukes eksisterende master og wireoppheng. Christies gate - Heggebakken blir løst med å videreføre omliggende lysmaster/belysning og hvor det blir spesielt tatt hensyn til lysdesignkonsept i Olav Kyrres gt. Ved kombinert trafikk i banetrasen vil håndbøker til SVV og veilysnormen til Bergen Kommune gjelde.

For veilys i egne master benyttes fortrinnsvis standard master/ armaturer. Eventuell omlegging av veilys må sees i sammenheng med planlagt veilys. Noen steder igjennom sentrum er det wirestrekk med opphengt armatur. Disse må vurderes i forhold til høyder og vedlikehold. NEK600 og funksjonskrav for belysning til Bergen kommune gjøres gjeldene.

Det settes krav til utarbeidelse av lysplan for planområdet. Planen skal ivareta hensynet til kulturminner og kulturmiljø i tillegg til funksjonelle krav.

Prinsippene i lysplanen skal legge vekt på løsning som benytter færrest mulig master langs hele strekket og samtidig ivaretar krav til belysning for syklende og gående langs banen.

Master for belysning stiller mindre krav til fundamentering enn master for kontaktledningsnett.

Der hvor sykkeltraseen etableres langs Bybanen, kan belysning heve trygghetsfølelsen og sikker mobilitet.

Det legges opp til belysning av trapper og ramper, iht. universell utforming, funksjonskrav for belysning i Bergen kommune og utforming av veilysanlegg. For trapper bør det vurderes behov snøsmelteanlegg.

Bybanetunneler skal normalt være mørke, og utstyres kun med nødlys. Nødlyset styres via nødstyreskap ved tunnelens innganger/portaler, ved deteksjon av inntrenging eller sentralt fra driftssentral.

3.2.9 Omlegging av elektrisk infrastruktur

Dette delkapittelet beskriver nødvendig omlegging av elektrisk infrastruktur. Omlegging eller nyetablering av øvrig teknisk infrastruktur er beskrevet i kapittel 7.5.3. Strekningen Kaigaten–Heggebakken ligger i et tettbygd sentrumsområde med høy konsentrasjon av eksisterende teknisk infrastruktur av stor samfunnsmessig betydning. Utbygging av Bybanen på denne delstrekningen medfører betydelige inngrep i både undergrunn og overflate, og stiller høye krav til koordinering, faseinndeling og tekniske løsninger for omlegging av infrastruktur.

I dagens situasjon er planområdet preget av:

- Omfattende kabelanlegg for strømforsyning (høy- og lavspent)
- Telekommunikasjon (fiber og kobber) med kritisk funksjon for sentrum
- Gate- og trafikktekniske anlegg, signalanlegg og belysning
- Begrenset tilgjengelighet som følge av eksisterende bygningsmasse, kulturminner og viktige ferdselsårer
- Dokumentasjonen av kabler under bakken varierer, og det er flere potensielle konflikter mellom eksisterende infrastruktur og planlagt bybanetrasé, holdeplasser, sporveksler og tekniske konstruksjoner.

For strekningen Kaigaten–Heggebakken legges følgende prinsipper til grunn:

- Minimalisering av inngrep: Det etterstrebes løsninger som reduserer behovet for omlegging i områder med høy sårbarhet.
- Samordnet gjennomføring: Omlegginger planlegges tett koordinert mellom Bergen kommune, netteiere og øvrige berørte parter for å redusere byggetid og belastning for sentrum.
- Midlertidige løsninger: Det må etableres midlertidige forsyningsløsninger for strøm og tele i anleggsfasen for å sikre kontinuerlig drift.
- Tilpasning til bymiljø: Løsningene skal tilpasses eksisterende gatetverrsnitt, vernede strukturer og byrom, og bidra til god universell utforming etter ferdigstillelse.
- Drift og beredskap: Omlegginger skal sikre høy driftssikkerhet og tilgjengelighet for kritisk infrastruktur både i anleggs- og driftsfase.

Forprosjektet indikerer blant annet behov for:

- Etablering av nye kabeltraseer og samleføringer for strøm og tele
- Eventuell sanering og oppgradering av eldre infrastruktur der dette er hensiktsmessig i forbindelse med utbyggingen
- Endelig teknisk løsning og omfang fastsettes i detaljprosjekt, basert på videre kartlegging, kabelpåvisning og dialog med infrastruktureiere.

Strekningen forutsetter tett samhandling mellom Bybanen Utbygging, Bergen kommune, Statens vegvesen, energiselskap, teleoperatører og øvrige aktører.

I neste fase anbefales det å:

- Utarbeide detaljerte faseplaner for infrastrukturtiltak i sentrum
- Videreutvikle risiko- og sårbarhetsanalyser knyttet til kritisk infrastruktur
- Samordne fremdrift for omlegginger med øvrige bybane- og byutviklingstiltak

Se I-tegninger for detaljer kabelomlegging og planlagte tekniske rom.

Kaigaten

Det skal etableres holdeplass for trasé mot nord. Holdeplass i Starvhusgaten blir nedlagt og samordnet med Kaigaten. Det blir omlagt kjøreledning og sportrase. Infrastruktur som høyspent, lavspent og kommunikasjonskabler må legges om. Det er gjort vurderinger av planområdet og omlegging er byggbar, nettstasjon på Kim Frieles plass er vurdert og blir ikke berørt. Det er kapasitet til å forsyne holdeplass med energi.

Christies gate

Kabelstruktur har lite konflikter med annen infrastruktur og detaljering kan gjøres i neste fase.

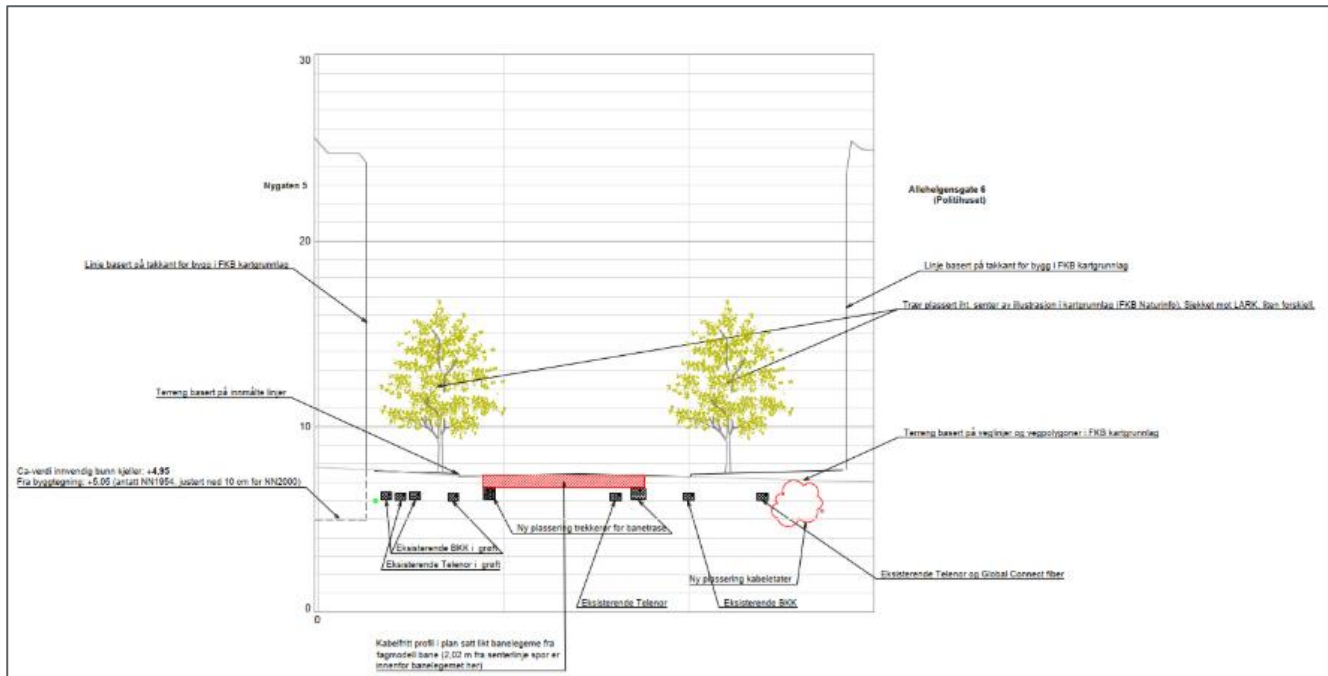
Allehelgensgt/Rådstuplassen/Domkirkegt

Banetraseen kommer nært Allehelgens gt 2-4 og eksisterende kabeltraseer langs husvegg må legges om. Byggbar ny trasé vil være over Rådstuplassen sammen med omlagt fjernvarme. Dette gjelder høyspent og lavspent. Ny trasé for kommunikasjonskabler blir foran Gamle Rådhus mot Allehelgens gate i fortau.

Nygaten

Det er mye kabelstruktur som kommer i konflikt med banetraseen i Nygaten. Byggbar ny kabeltrasé kan være på nordsiden mot Nygaten 6-8 og mot vest til krysset mot Marken/Peter Motzfeldtsgt.

Generelt er det store trekkekummer for kabler som kommer i konflikt. Dette vil detaljeres i prosjekteringsfasen.



Figur 3-9 Snitt i Nygaten for infrastruktur

Heggebakken/Kong Oscars gt

Generelt mye infrastruktur for kabeletater som kommer i konflikt med banetraseen. Teknisk forprosjekt har vurdert omfang sammen med kabeleiere og funnet byggbare forslag til omlegging. Dette må detaljeres i neste fase sammen med teleoperatører og andre eiere av infrastruktur.

Det må videre i neste fase vurderes etablering av ladestasjoner for kjøretøy og nedkast for bosnett. Belysning og signalanlegg skal prosjekteres seinere og tilpasses estetikk og planer for områdene.

Sjøgaten

I hele Sjøgaten er det konflikter med kabelstruktur og dette må detaljeres i neste fase. Underlag er noe begrenset i denne fase og tidlig samarbeid med kabeleiere vil være positivt for fremdrift og kostnadsreduksjon. Det er ikke nettstasjoner som kommer i konflikt, men siden det er store utbygginger i område ved Kristiansholm, vil det være behov for omlegging og nye anlegg i tidligfase.

Sandvikstorget

Her er det kryssende kabler mot vest fra nettstasjon som må taes hensyn til. Forsyning av holdeplass må avklares tidlig for spenningsnivå og nettsystem.

Munkebotn

I denne delen av planområdet er det gjort en del omlegging i SVV sitt sykkelprosjekt.

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

BKK Høyspent, 45-300 kV

Koengen –Nye Sandviksveien

- Oljefyllt 45 kV kabel som går fra Bergenhus trafo til Sandviken trafo kommer i konflikt ved tunnelpåhugget i Sandbrogaten. BKK har som prosjekt å erstatte denne kabelen i forkant av gjennomføring anleggsarbeider Bybanen BT5 og regner dermed denne kabel som ute av drift etter ny kabel er etablert. Selv om kabelen forventes å være ute av drift må dette verifiseres.

Teleoperatører

Samfunnskritisk infrastruktur skal opprettholdes gjennom anleggsperioden, og krever tidlig samordning med berørte eiere.

Områder som er identifisert hvor eksisterende kabler kommer i konflikt med utbygging av Bybanen kommer frem av I-tegninger, eksisterende kabler.

Forsvarets infrastruktur

Forsvarets infrastruktur må være lagt om til permanent løsning før anleggsarbeid med tunnelpåhugget i Sandbrogaten kan starte opp. Arbeidene må planlegges i god tid for å sikre nødvendig involvering fra Forsvarsbygg.

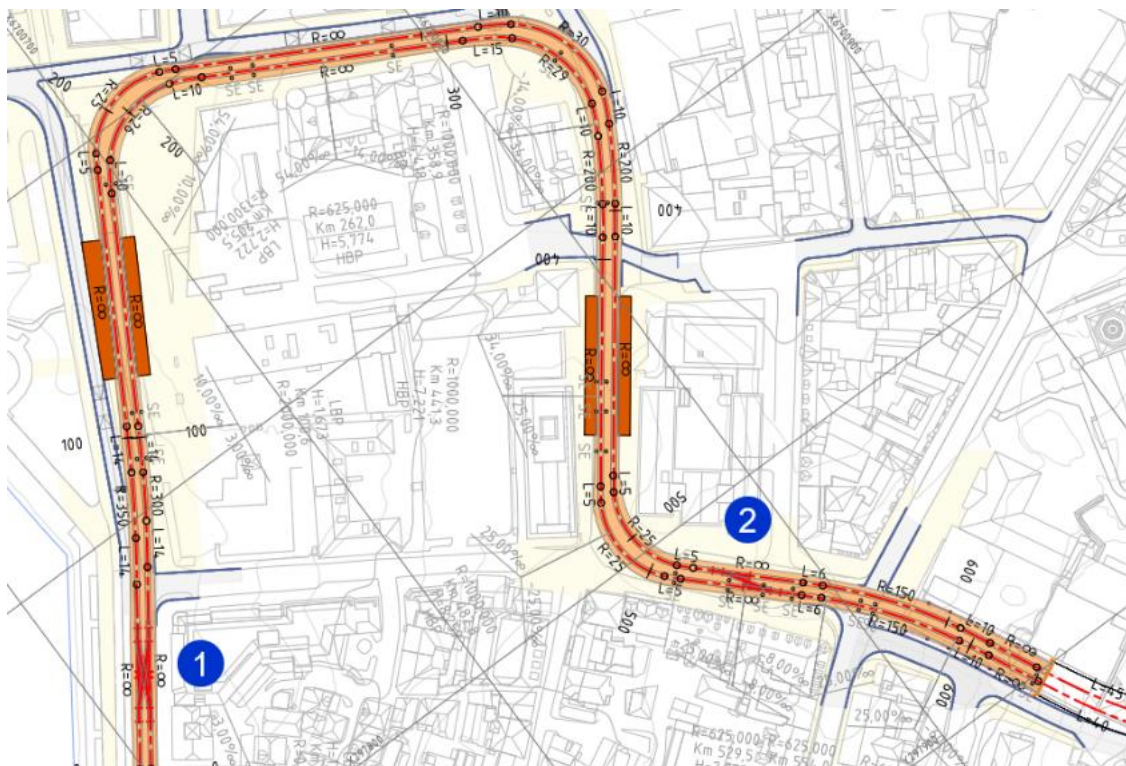
3.3 Bane signalanlegg

3.3.1 Sentrum

Bybanen i sentrum framføres i sin helhet på sikt i gatemiljøet, og kjøringen er derfor underlagt vegtrafikkloven. Området vil ikke ha eget banesignalanlegg. Det er 2 områder med sporveksler langs traseen, og det må vurderes nærmere behovet for lokalt sporvekselstyringsanlegg på hvert av disse stedene Figur 3-10

Plassering av signalutstyr

På de stedene hvor det er aktuelt med lokalt sporvekselstyringsanlegg, settes utstyrsskap (AS skap) fortrinnsvis slik at man kan observere de tilhørende sporvekslene når man står ved skapet (forenkler service og vedlikehold). Ellers bør man søke å plassere skap og signalobjekt slik at de er til minst mulig hinder for gang- og sykkeltrafikken. Disse bør også plasseres slik at de er minst mulig utsatt for mulig påkjørsel fra kjøretøyer.



Figur 3-10 Oversiktskart sentrum som viser områder som må avklares mht. lokal sporvekselstyring

3.3.2 Tunnelstrekningen

Bybanen i tunnelen nord for sentrum skal framføres med banesignal i henhold til gjeldende regelverk. Det skal kun finnes ett togsett av gangen innenfor hver blokkstrekning. Tunnelen planlegges delt inn i 2 blokkstrekninger av følgende årsaker:

- Det skal etableres en underjordisk holdeplass inne i tunnelen (Sverresborg). Dersom det skulle oppstå en hendelse i tunnelen er det hensiktsmessig å kunne sette utkjøringsignalene i stopp på stasjonen, slik at ikke tog kan kjøre inn mot en potensiell farlig situasjon.
- Det er planlagt vendeanlegg rett nord for Sverresborg stasjon. Når tog fra utgående vendespor skal inn på utgående hovedspor, må tog i hovedspor kunne stoppes. Det er hensiktsmessig å gjøre dette via utkjøringsignal på utgående plattform.
- Strekningen mellom portal sør og Sverresborg stasjon skal dimensjoneres for avganger hvert 2. minutt. For at dette skal være mulig, må tunnelen deles opp i 2 blokkstrekninger (se også avsnitt om togsimulering nedenfor).

Foreløpig plassering av blokksignaler

- Portal sør – utgående spor (hindre bane å kjøre inn i tunnelen dersom det befinner seg en annen bane ett sted før eller ved Sverresborg stasjon, eller ved en eventuell hendelse i tunnelen).

- Nordlig ende av Sverresborg stasjon – utgående spor (hindre bane å kjøre videre i tunnelen dersom det befinner seg en annen bane ett sted før portal nord, eller ved en eventuell hendelse i tunnelen).
- Portal nord – inngående spor (hindre bane å kjøre inn i tunnelen dersom det befinner seg en annen bane ett sted før eller ved Sverresborg stasjon, eller ved en eventuell hendelse i tunnelen).
- Sørlig ende av Sverresborg stasjon – inngående spor (hindre bane å kjøre videre i tunnelen dersom det befinner seg en annen bane ett sted før lavbrekk mot portal sør, eller ved en eventuell hendelse i tunnelen).
- Ved lavbrekk før portal sør – inngående spor (hindre bane å kjøre videre mot portal sør dersom det er en forankjørende bane som blir stående før kryssing av Kong Oscars gate).

Plassering av signalutstyr

Utstyr for banesignal i tunnel nord for sentrum er tiltenkt plassert på følgende steder:

- Ved portal sør
- Ved portal nord
- I teknisk rom på Sverresborg stasjon

Forenklet banesimulering

Det er foretatt en forenklet simulering av bybaneframføringen, der følgende parametere er lagt til grunn (ref. teknisk regelverk og generell konservativ praksis ved utregning av bremselengder):

- Konstant akselerasjon på 1 m/s^2 med endring ift. fall / stigning.
- Konstant retardasjon på 1 m/s^2 med reduksjon for fall på banen, men ikke tillegg for stigning på banen (konservativ vurdering). Tillegg på 15% av bremselengde.
- Stasjonsopphold satt til 30s.
- Lengdeinndeling langs banen er satt til 20m.

Teoretisk bybanefølgetid er beregnet til følgende:

- Utgående spor portal sør til bane har passert Sverresborg holdeplass: 116s
- Utgående spor fra bane har passert Sverresborg holdeplass fram til portal nord: 36s
- Inngående spor fra portal nord til banen har passert Sverresborg holdeplass: 90s
- Inngående spor fra banen har forlatt Sverresborg holdeplass fram til portal sør: 67s

3.3.3 Sandviken

I dagsonene i Sandviken, mellom tunnel fra sentrum og tunnel nord for Munkebotn stasjon, vil banen fremføres på sikt. Fremføringen er underlagt veitrafikklovgivningen på Sandvikstorget og jernbane-lovgivningen ellers på strekningen.

På Sandvikstorget er det planlagt en sporsløyfe nord for holdeplassen, og behovet for lokalt sporvekselstyringsanlegg må vurderes nærmere her.

3.3.4 Tunnel nord for Munkebotn holdeplass

Bybanen i tunnelen nord for Munkebotn stasjon skal framføres med banesignal i henhold til gjeldende regelverk. Det skal kun befinne seg ett togsett av gangen innenfor hver blokkstrekning. Tunnelen er planlagt med en blokkstrekning på hvert spor av følgende årsaker:

- Tunnelen er forholdsvis kort (ca. 620m).
- Strekning er dimensjonert med redusert frekvens (dimensjonert for avganger hvert 4. minutt).

Disse forholdene gjør at inndeling av banen med en blokkstrekning ikke vil utgjøre noen flaskehals for trafikkavviklingen.

Plassering av blokksignaler

- Portal sør – utgående spor (hindre bane å kjøre inn i tunnelen dersom det befinner seg en annen bane ett sted i tunnelen, eller ved en eventuell hendelse i tunnelen).
- Portal nord – inngående spor (hindre bane å kjøre inn i tunnelen dersom det befinner seg en annen bane i tunnelen, eller ved en eventuell hendelse i tunnelen).

Plassering av signalutstyr

Utstyr for banesignal i tunnel nord for Munkebotn stasjon er tiltenkt plassert på følgende steder:

- Ved portal sør
- Ved portal nord

3.4 Banetunnel

3.4.1 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 sprøytbar membran, eller kontaktstøp med membran som vannsikringsløsning. Dette vil være svært fordyrende løsninger sammenliknet med Giertsen T100 Tunnelhvelv eller tilsvarende, men i henhold til Bane NORs tekniske regelverk.

3.4.2 Pumpestasjon

Banens vertikalgeometri har lavbrekk, både i tunnelen gjennom sentrum og tunnelen fra Munkebotn til Sandviken sykehus. På tunnelstrekningen mellom Heggebakken og underjordisk holdeplass på Sverresborg ligger lavbrekket under Proms gate. På tunnelstrekningen mellom Munkebotn og Sandviken sykehus ligger lavbrekket under eksisterende veitunnel Munkebotstunnelen.

For tunnelen gjennom sentrum vil innlekkasjevann samt overvann fra portalsone ved Heggebakken samles opp i langsgående dremsledninger og ledes til lavbrekket. Her må det sprenges ut en stoll i banetunnelen hvor det etableres pumpestasjon for innlekkasjevann og overvann. Pumpestasjonen inneholder et pumpemagasin som dimensjoneres for 24 timers pumpestans. Det legges pumpeledning under gangbane på siden av tunneltversnittet ut mot dagsonen i sentrum. I dagsonen ledes vannet inn på nytt overvannssystem i Peter Motzfeldts gate, via planlagt dykkerledning i Kong Oscars gate og Nygaten. Herfra ledes vannet ut i Lille Lungegårdsvann.

For tunnelen mellom Munkebotn og Sandviken sykehus vil innlekkasjevann og overvann fra portalsone samles opp i langsgående dremsledninger og ledes til lavbrekket i tunnelen. Her må det sprenges ut en stoll i banetunnelen hvor det etableres en pumpestasjon for innlekkasjevann. Pumpestasjonen omfatter også et pumpemagasin som dimensjoneres for 24 timers pumpestans. Det legges pumpeledning under gangbane på siden av tunneltversnittet ut mot dagsone i Sandviken. I dagsonen ledes vannet inn på nytt overvannssystem med utløp til Byfjorden. Ved detaljprosjektering kan alternative løsninger for håndtering av innlekkasjevann vurderes. Et alternativ kan være å søke om påslipp til kommunal overvannsledning i VA-tunnelen som ligger under den planlagte bybanetunnelen. Kapasitet på kommunal overvannsledning er ikke vurdert.

3.4.3 Heggebakken – Sjøgaten

Overbygd portalkonstruksjon i Heggebakken starter ved pr. 625, med bergpåhugg i pr. 683, se tegning BT5-T-B1-C-0001. Tunnelen går derfra ned til et lavbrekk ved pr. 950, og videre til underjordisk holdeplass ved omtrent pr. 1561-1611. Tunnelen kommer ut ved Sjøgaten ved pr. 2150, med bergpåhugg ved pr. 2053, se tegning BT5-T-B2-C-0001.

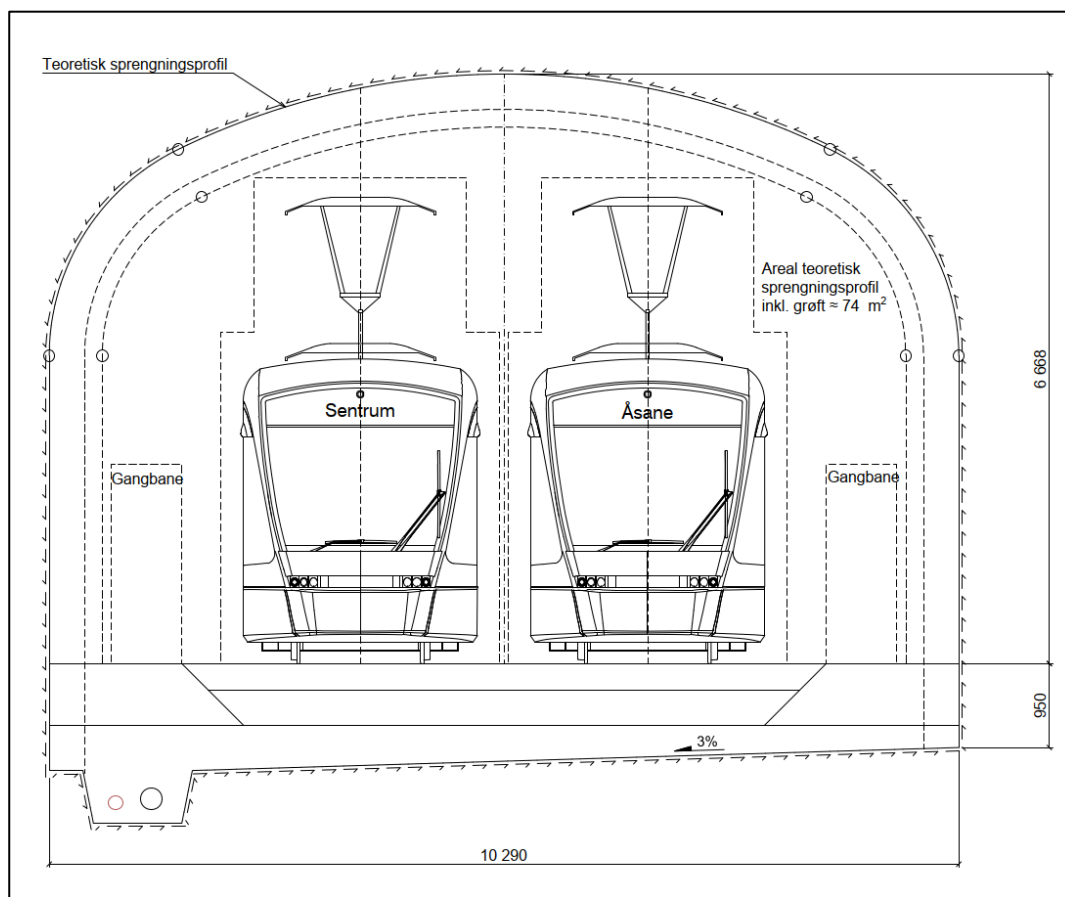
Tunnelen bygges i hovedsak med standard tversnitt for dobbeltspor som vist i Bybanens tekniske regelverk. Underjordisk holdeplass er utformet med midtstilt plattform, der sporene må gå ut fra hverandre før

holdeplassen. Fra pr. 1385 til pr. 1495 utvides tverrsnittet gradvis til en trompetform, før hvert spor går videre i hver sin enkeltsporstunnel inn mot holdeplassen.

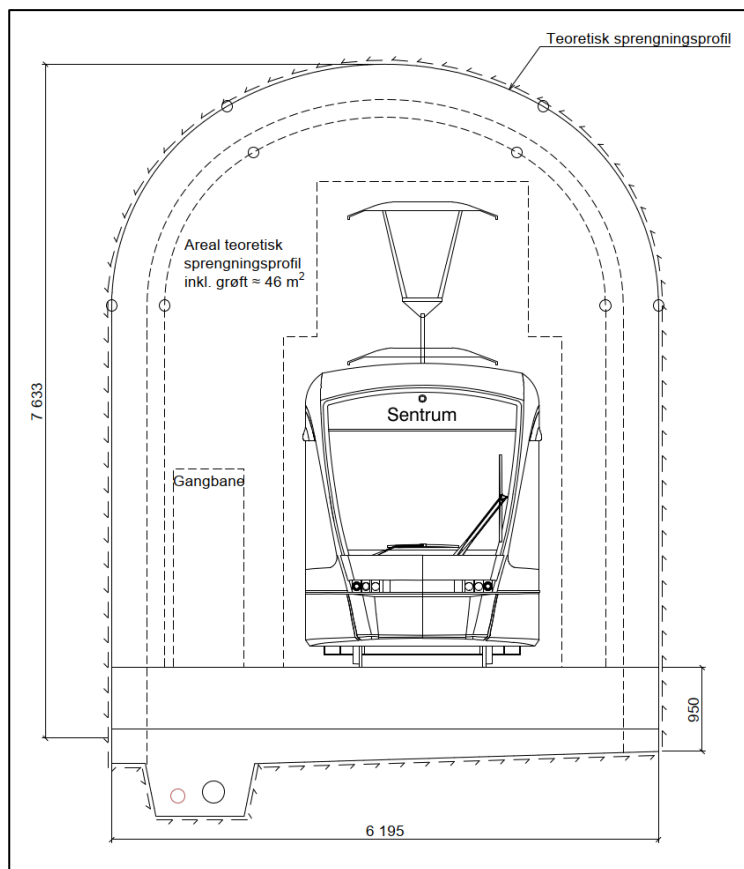
Holdeplassen er utformet med to ulike tverrsnitt, ett med mesaninnivå og ett uten. Begge tverrsnittene har en spennvidde på 22,64 meter. Tverrsnittene er vist på tegningene BT5-T-B2-F-0003 og 4.

For mer inngående detaljer rundt underjordisk holdeplass se kapittel 4.

Dersom det blir behov for vanntett udrenert utstøping av deler av banetunnelen, må tunneltverrsnittet utvides og gis en utforming som hensyntar opptredende vanntrykk mot konstruksjonen. For å sikre en helt vanntett konstruksjon, bør andre utvidelser som nisjer etc. på strekningen med utstøping unngås i størst mulig grad. Dette kan påvirke utforming av drenssystemet og plassering av pumpestasjon med fordrøyningsbasseng. Form på tverrsnitt og vanntett konstruksjon er ikke utredet i detalj i arbeidet med teknisk forprosjekt, men omtales nærmere i notat NO-B-009.



Figur 3-11 Tverrsnitt dobbeltsporstunnel



Figur 3-12 Tverrsnitt enkeltsporetunnel

Kryssing av eksisterende VA-tunnel

For at banen skal få en fornuftig vertikalgeometri må tunnelen krysse gjennom den eksisterende VA-tunnelen mellom holdeplassen ved Sverresborg og portal ved Sjøgaten. Tegning BT5-T-B2-F-0010 viser hvordan den nye tunnelen vil krysse gjennom VA-tunnelen, og hvor rørene ligger i forhold til banen. Rørene i VA-tunnelen vil beskyttes under banetraseen, mens ett eksisterende ventilasjonsrør vil måtte flyttes akkurat forbi der kryssingen skjer.

Den nye banetunnelen vil bygges som en lukket tunnel med støpt plate og vannsikring på vegger og i heng. Det tekniske anlegget for banen vil ikke påvirke det eksisterende anlegget i VA-tunnelen eller motsatt. Med tanke på drift og vedlikehold av VA-tunnelen vil det medføre en ulempe i form av at man må benytte seg av to ulike adkomster for å nå frem til hele tunnelen. Dersom man en gang i fremtiden skulle få utfordringer med røret akkurat der hvor banen krysser VA-tunnelen vil man få en vesentlig ulempe med å bytte røret i og med at banen må stenges og underbygningen må fjernes. Sannsynligheten for at dette skjer er derimot lav. Ventilasjon av VA-tunnelen sør for banetunnelen må i denne situasjonen løses ut mot den eksisterende inngangen ved Rothaugen. Detaljerte løsninger for dette må prosjekteres i en senere fase.

Kryssingen medfører at VA-tunnelen ikke får sammenhengende kjøre- eller gangforbindelse fra sør til nord. Fra sør vil tilkomst skje fra dagens inngang ved Rothaugen, og fra nord blir tilkomsten også som i dag. Det etableres dører fra VA-tunnelen og inn i banetunnelen som kan benyttes i forbindelse med rømning. Dørene skal kun brukes til rømning og ikke som adkomst til VA-tunnelen. Disse dørene må utstyres med deteksjonssensorer eller tilsvarende slik at banen får stoppsignal hvis de åpnes.

3.4.4 Munkebotn – Sandviken sykehus

Tunnelen starter med en ca. 80 meter lang portalkonstruksjon fra portalåpning til påhugg før den fortsetter med dobbeltspørtunnel i berg til portalkonstruksjonen på 25 meter rett før holdeplassen ved Sandviken sykehus. Tunnelen krysser under eksisterende Munkebotstunnelen. Lengde på tunnelen (inkludert portaler) er 620 meter.

3.4.5 Brannsikkerhet – Rømning og redning

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

Det skal etableres gangbane på 0,8 meter (0,9 meter med håndløper) på hver side av tunneltversnittet i begge tunneler for å legge til rette for rømning, se teknisk regelverk B.2.2.5 (Bybanen AS, 2023). Rømning kan gjennomføres gjennom tunnelportalene, og eventuelt via stasjon i tunnelen. Det skal være maksimalt 1000 meter mellom rømningsveier.

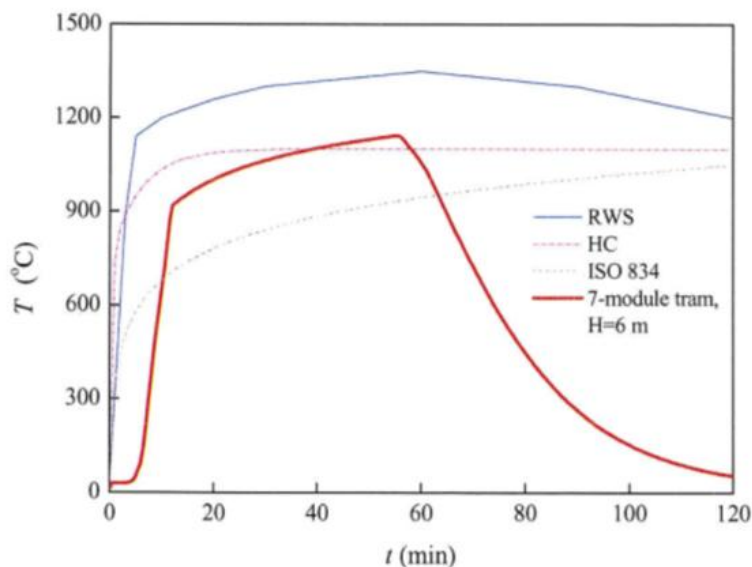
Redningsområder er oppstillingsplassområder for nødetatenes kjøretøy, som i henhold til teknisk regelverk skal være minimum 500 m² ved hver tunnelportal. Omkringliggende veisystemer kan benyttes til å tilfredsstille arealkravet om det ligger til rette for det. Ved bruk av areal som ikke er veiareal er det viktig å sikre at dette er fast dekke uten beplantning, møbler, skilt og lignende. Ved slike tilfeller kan det være behov for et større areal.

I tillegg har brannvesenet behov for påsporingsområder, der det kan spore på skinnbasert rednings- og slokkeutstyr. Bybanen kan også benytte påsporingsområder til vedlikehold. Påsporingsområder må plasseres i nærheten av samtlige tunnelportaler, men gjerne med en sikkerhetsavstand på minst 25-50 meter. Påsporingsområder må plasseres slik at risikoen minimeres for at bybanevogner blir stående på begge spor mellom påsporingsområdet og tunnelportal, som kan vanskeliggjøre å få kjørt inn sikkerhetsutstyr i tunnelen. Påsporingsområdet må bestå av et opphevet, fast dekke som ligger i nivå med skinnene i minst 20,0 meters lengde. Der spor krysser bilveier dannes det naturlige påsporingsområder. Plassering av påsporingsområder må avklares med brannvesenet og Bybanen, samt behov for påsporingsområder dersom tunnelen ikke er avhengig av mobile vifter til røykventilasjon. I følgende fase er det kun verifisert at det er mulig å etablere påsporingsområder, men utførelse og endelig plassering må avklares i neste fase. Forslag til plassering er angitt for hver enkelt tunnelstrekning.

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 må avklares med brannvesenet.

Tunnelene tilrettelegges med skjermet slokkevannsledning på minimum 1000 l/min ved 7 bar ved strålefører. Uttak skal være minimum hver 250 meter gjennom hele tunnelens lengde. Det skal også være uttak ved beredskapsplasser ved hver tunnelmunning. Brannvannuttakene skal tilrettelegges med minst tre 65 mm påkoblingspunkter med separate stengeventiler. Samtlige uttak må ha frostsikker løsning og det må være lett tilgang til påkoblingspunkter. Detaljforklaringer må utføres med Bergen brannvesen i neste fase. Bergen Brannvesen har tilgang på skinnegående ATV med tilhenger med trykkforsterker som er brukt i andre skinnegående tunneler. Det bør avklares om denne kan brukes for aktuell tunnel for å unngå krav til trykkforsterking. Lavere trykk ved strålefører kan også vurderes.

Dimensjonerende brannkurve for betongkonstruksjoner er vist i Figur 3-13.



Figur 3-13 Design tid-temperaturbrannkurve for 7-modul tog (H= 6m) utarbeidet av SP Technical Research Institute of Sweden (Ingason & Li, 2017)

Branntekniske særtrekk for banetunnel Heggebakken-Sjøgaten

Tunnelen har en total lengde på cirka 1520 meter, der holdeplass Sverresborg er plassert < 1000 meter fra hver tunnelportal. Det er derfor ikke regulert inn ytterligere rømningsveier utover tunnelportaler og underjordisk stasjon. Tunnelen inneholder et lavbrekk mellom tunnelmunningen Heggebakken og Sverresborg stasjon, der den bratteste helningen er på 6 %. Strekningen med 6 % helning er cirka 200 meter. Tunnelen vil inneholde et vendespor ved holdeplass Sverresborg. Som følge av lengden på tunnelen har prosjektet lagt til rette for at det kan etableres røykventilasjon, se kap. 3.4.6.

Regelverkskrav til vendesporområdet vil være avhengig av faktisk bruk og personopphold. For eksempel kan krav i arbeidsplassforskriften (Arbeids- og inkluderingsdepartementet, 2013) og forskrift om tekniske byggverk (Kommunal- og distriksdepartementet, 2017) bli gjeldende. Det er i denne fasen forutsatt at det er tilstrekkelig at personell kan evakuere i hver retning i tunnelen, og at kun krav i sporrelatert regelverk er gjeldende, som kravforskriften (Samferdselsdepartementet, 2015). Det må i neste fase evalueres om det er nødvendig å etablere en rømningskulvert fra vendesporområdet og tilbake til plattform. Det er satt av plass i reguleringsplanen for å kunne etablere en slik rømningskulvert.

Særtrekk ved tunnelen er at det vil være hyppige avganger og mulighet for flere bybaner i hvert spor samtidig. Normal beredskapsstrategi for Bybanen er at bybane som brenner skal, der det er mulig, kjøre frem til plattform og evakuere der. Sannsynligheten for evakuering i tunnelen reduseres som følge av denne beredskapsstrategien. Ved flere bybaner i tunnelen samtidig, samt etablering av stoppsignal i tunnelen, kan sannsynligheten øke noe for at en bybane må evakuere inne i tunnelen, eller at bybaner som er uberørte av brannen må snu inne i tunnelen. Det skal utarbeides et eget overordnet brannteknisk risikovurderingsnotat i denne fasen rundt dette forholdet. Hendelser som må inkluderes er:

- Brann i fremre bybane, bakre bybane må snu og kjøre ut av tunnelen. Det er ikke anbefalt at bakre bybane evakuerer mot brennende tog på plattform.
- Brann i bakre bybane, risiko for at brennende bybane stanser i tunnelen og personer påbegynner evakuering i tunnelen og ikke ved plattform.
- Avsporing som drar ned kontaktledning og påfølgende brann.

Følgende tiltak er diskutert i denne fasen:

- Lyssignal plasseres mot lavbrekket til plattform. Mesteparten av røyken vil da spre seg oppover mot tunnelmunningen heller enn mot stanset bybane.
- Lyssignal plasseres i henhold til blokkstrekning og det må vurderes om blokkstrekninger i tunnelen skal seksjoneres slik at frafall av strøm på den ene blokkstrekningen ikke påvirker den andre blokkstrekningen.
- Innenfor regulert område er det mulighet til å etablere en rømningsvei mellom lyssignal og plattform og videre ut til Fredens bolig i tilfelle det blir avdekket at risikoen er uakseptabel og/eller at det ikke er mulig å etablere beredskapsmessige rutiner.

Et annet særtrekk ved tunnelen er at det skal antakeligvis etableres et byggverk over tunnelportalen i Heggebakken, se Figur 3-14. Tunnelportalen er planlagt utført i betong. Betongkonstruksjonen må sikres mot kollaps ved en fullt utviklet brann i en bybanevogn, for å forhindre at potensielle skader oppstår på byggverket. Dimensjonerende brannkurve angir et dimensjonerende brannforløp på HC 90 for et fullstendig brannforløp for et 7-vognsett. Brannkurven forutsetter en takhøyde på minst 6,0 meter, se Figur 3-13. Tunnelprofilen som er planlagt i tunnelmunningen er på 5,56 meter og det kan derfor forventes høyere temperaturer mot tunnelkonstruksjonene enn det som er vist i figuren. I denne fasen er det derfor lagt inn rom for å dimensjonere konstruksjonene for RWS 120 konstruksjoner. Det kan evalueres i neste fase om det er mulig å redusere dette til HC 90 / HC 120 som følge av at mye varme kan forventes å luftes ut via tunnelmunningen.

Det vil sannsynligvis bli stilt krav til brannmotstand i fasadeveggen som vender mot tunnelportalen i Heggebakken, for å redusere risikoen for brannspredning mellom tunnel og bygg, samt redusere risikoen for nedfall fra bygg og ned mot spor.



Figur 3-14 Mulig byggverk over tunnelportal ved Heggebakken som sannsynligvis får krav til brannmotstand

Forslag til oppstillingsareal ved tunnelmunningen i Heggebakken er vist i Figur 3-15. Det er vist to alternativer, avhengig av om brannvesenet aksepterer oppstilling i bybanespor eller ikke. Forslag til oppstillingsareal til Sjøgaten er vist i Figur 3-16. Det finnes gode muligheter å justere på arealene til annet veiareal, for eksempel om brannvesenet ønsker oppstilling lengre unna tunnelportalen og/eller ikke ønsker oppstilling i bybaneareal. Påsporingsområder kan etableres ved oppstillingsareal ved Heggebakken, samt ved enten Sjøgaten eller Sandvikstorget. Det må i neste fase evalueres hvilken plassering som er best egnet.



Figur 3-15: Forslag til oppstillingsareal utenfor tunnelportalen ved Heggebakken. To forslag på 500 m² hver er vist.



Figur 3-16: Forslag til oppstillingsareal utenfor tunnelportalen ved Sjøgaten på 500 m2

Branntekniske særtrekk for banetunnel Munkebotn – Sandviken sykehus

Tunnelen har en total lengde på cirka 620 meter, og det er derfor ikke regulert inn ytterligere rømningsveier utover tunnelportaler. Tunnelen inneholder et lavbrekk, der den bratteste helningen er på 6 %. Strekningen med 6 % helning er cirka 300 meter. Som følge av at tunnelen har begrenset lengde er den ikke planlagt med røykventilasjon.

Særtrekk ved tunnelen er at det skal etableres en utstøpning av tunnelkonstruksjoner mot ovenpåliggende veitunnel, Munkebotntunnelen. Dimensjonerende brannkurve angir et dimensjonerende brannforløp på HC 90 for et fullstendig brannforløp for et 7-vognsett, ved en takhøyde på minst 6,0 meter, se Figur 3-13. Tunnelprofilen som er planlagt er på 6,1 meter og dimensjonerende brannkurve kan derfor settes til HC90.

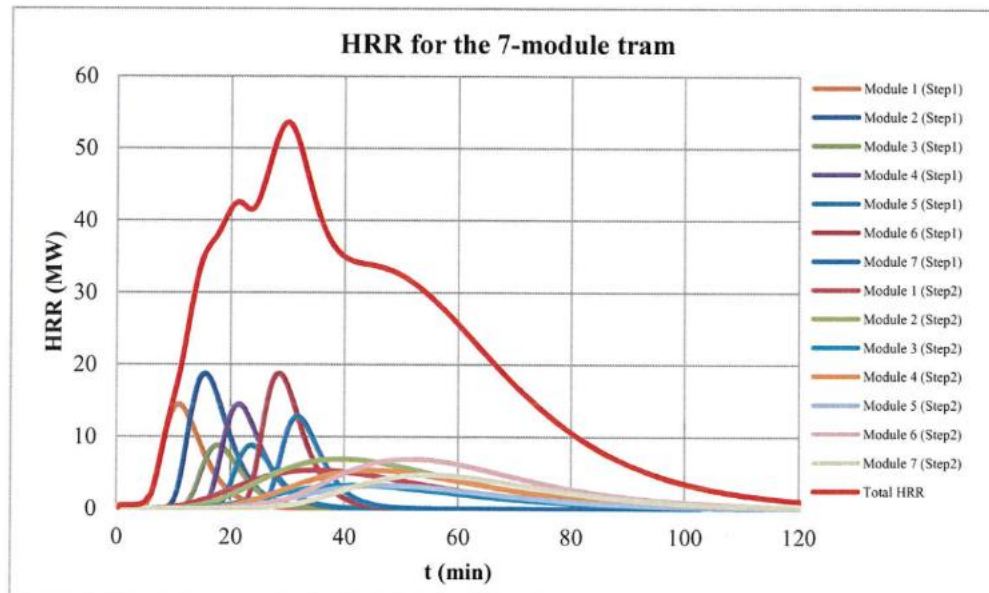
Forslag til oppstillingsplass ved tunnelportalen mot Munkebotn holdeplass er vist i Figur 3-17. Portal ved Sandviken sykehus er allerede regulert og endres ikke i denne rapporten. Det er mulig å etablere påsporingsområde ved Munkebotn holdeplass.



Figur 3-17: Forslag til oppstillingsareal utenfor tunnelportalen ved Munkebotn holdeplass på 500 m²

3.4.6 Ventilasjon

Tunnelprofilen skal ha plass til røykventilasjonsanlegg i henhold til veiledningen Tilrettelegging for brann- og redningsmannskap i jernbane- og banetunnel (Samfunnsbedriftene, Brann og redning, 2022) som følge av at total tunnellengde er over 1000 meter. Røykventilasjonsanlegg med fast installerte ventilatorer er planlagt dimensjonert etter dimensjonerende brannkurve for Bybanen med branneffekt som angitt i figur 3-18. Brannkurven er utarbeidet av SP Technical Research Institute of Sweden (Ingason & Li, 2017). Ventilasjonsanlegget dimensjoneres for å kunne oppnå røykkontroll i begge retninger for en maksimal branneffekt på 54 MW i 1 time etter brannstart. Det legges til grunn at brannen er fullt utviklet etter 30 minutter.



Figur 3-18 Branneffektkurve utarbeidet av SP Technical Research Institute of Sweden (Ingason & Li, 2017)

Det kan i neste fase avklares med brannvesenet om det istedenfor røykventilasjon er akseptabelt med bruk av brannvesenets mobile vifter. 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 vil ikke være nødvendig med installasjon av røykventilasjon i tunneløpet. Bruk av mobile vifter krever at brannvesenet får særskilte påkjørselsområder ifm. tunnelene. Disse områdene er tenkt kombinert med redningsområdene. Lengden og helningen på tunnelen kan derimot gjøre den uegnet til bruk av mobile vifter.

Det vil være behov å gjøre særskilte vurderinger rundt røykventilering av vendesporområdet som følge av stort tunnelprofil, noe som kan gjøre det utfordrende å sikre området helt i henhold til dimensjonerende brannkurve. Området ligger kun 0-200 meter fra holdeplassen i Sverresborg og har derfor relativt enkel tilkomst for brannvesenet. Det ene trapperommet fra holdeplassen/sluse foran heiser, skal ha tilkomst direkte ut mot vendespor for å forenkle tilkomst fra holdeplassen. Dimensjonerende branneffekt bør revurderes for dette området. Dersom det ikke er mulig å dimensjonere ventilasjonsanlegget for nødvendige branneffekter på denne strekningen er det i reguleringsplanen lagt inn en mulighet for tilkomstskulvert under spor bort til vendespolet som også kan brukes som rømningsvei fra vendesporområdet. Det anbefales at avbøtende tiltak vurderes i samarbeid med brannvesenet for å tilrettelegge for tilfredsstillende evakuering og innsats i dette området.

For resten av tunnelen er det utført beregninger for dimensjonerende brannplassering på hver side av holdeplassen. For beregning av nødvendig skyvkraft er kritisk hastighet lagt til grunn. Kritisk hastighet er nødvendig lufthastighet oppstrøms brannen for å unngå tilbakesjiktning av røyk, og er beregnet med metode gitt i NFPA 502:2026 (NFPA, 2026).

Dimensjonerende brannplassering er lokalisert 100 m fra portal Sentrum, tilsvarende 1430 m fra portal Sandviken. Ved en brann med effekt på 54 MW er det nødvendige netto skyvkraftbehovet, altså skyvkraften som må leveres til tunnelen etter alle tap, beregnet til 3,05 kN.

Det er i beregningene lagt til grunn en symmetrisk impulsvifte med indre diameter på 1120 mm, nominell skyvkraft på 1190 N, og motoreffekt på 37 kW. Med den foreslåtte vifteinstallasjonen er det estimert et behov for totalt 4 ventilatorer i tunnelen, fordelt med 2 ventilatorer på hver side av plattformen. Ventilatorene er plassert 80 meter inn fra hver portal, med en innbyrdes avstand på 80 meter. Hensiktsmessig størrelse på ventilatorer mtp. plassbehov og ytelse må vurderes i neste fase.

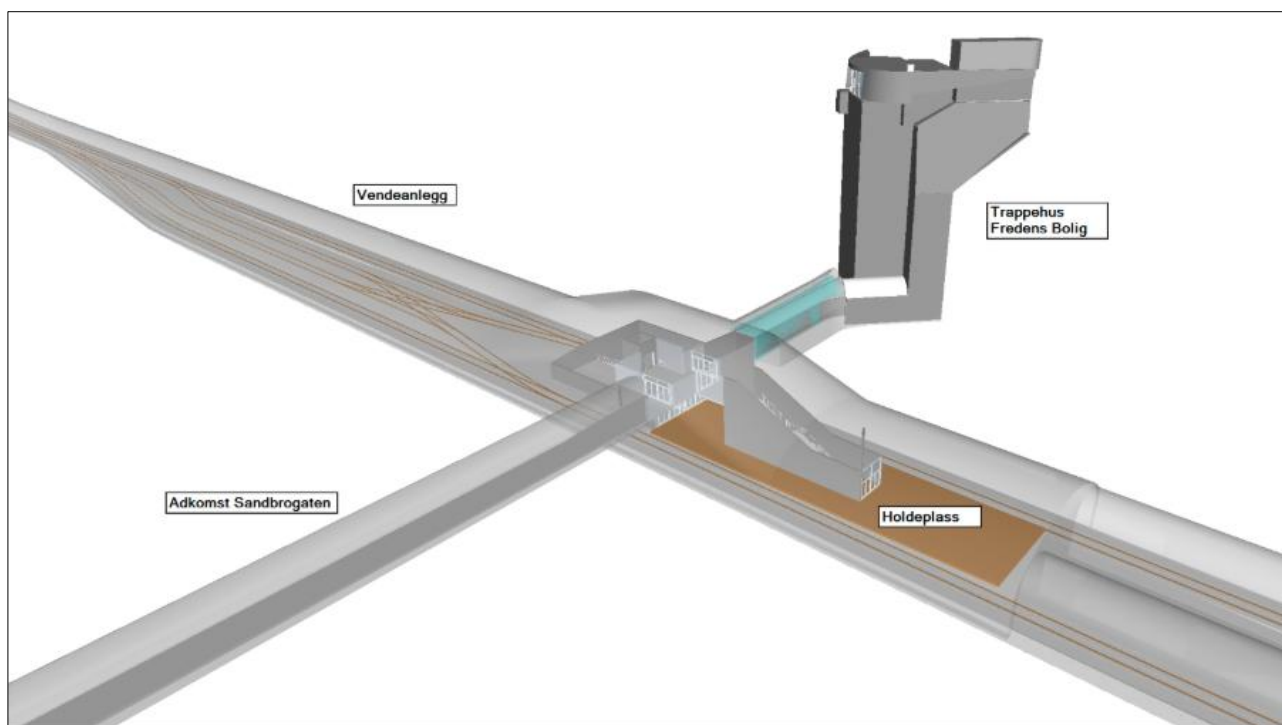
Nødvendig antall vifter er beregnet ut fra plasseringen i tunnelen, og tar hensyn til redusert ytelse ved ventilering av varm røyk. Skyvkraftbehovet er derfor knyttet til ventilatorenes plassering, og avvik fra denne kan medføre endringer i nødvendig antall vifter. Det er ikke inkludert ekstra kapasitet for å hensynta eventuelt bortfall av vifter ved brann.

Beregningene forutsetter ventilasjon gjennom hele tunnelens lengde, uten bruk av røykavtrekket fra plattformhallen. Detaljerte simuleringer/analyser må utføres i neste fase for dimensjonering av røykventilasjonsanlegget, samt styring av ventilasjonsanlegget og eventuell bruk av røykavtrekk fra plattform ved brann i tunnel.

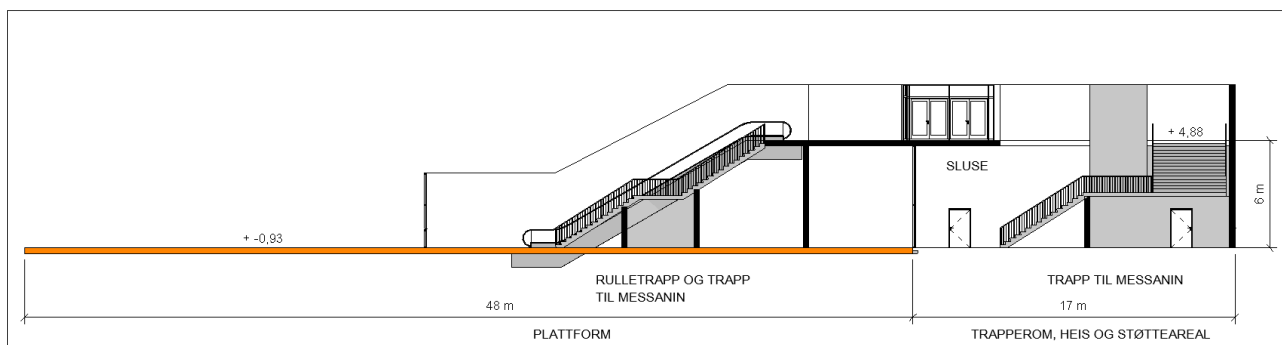
4 Underjordisk holdeplass Sverresborg

4.1 Utforming holdeplass

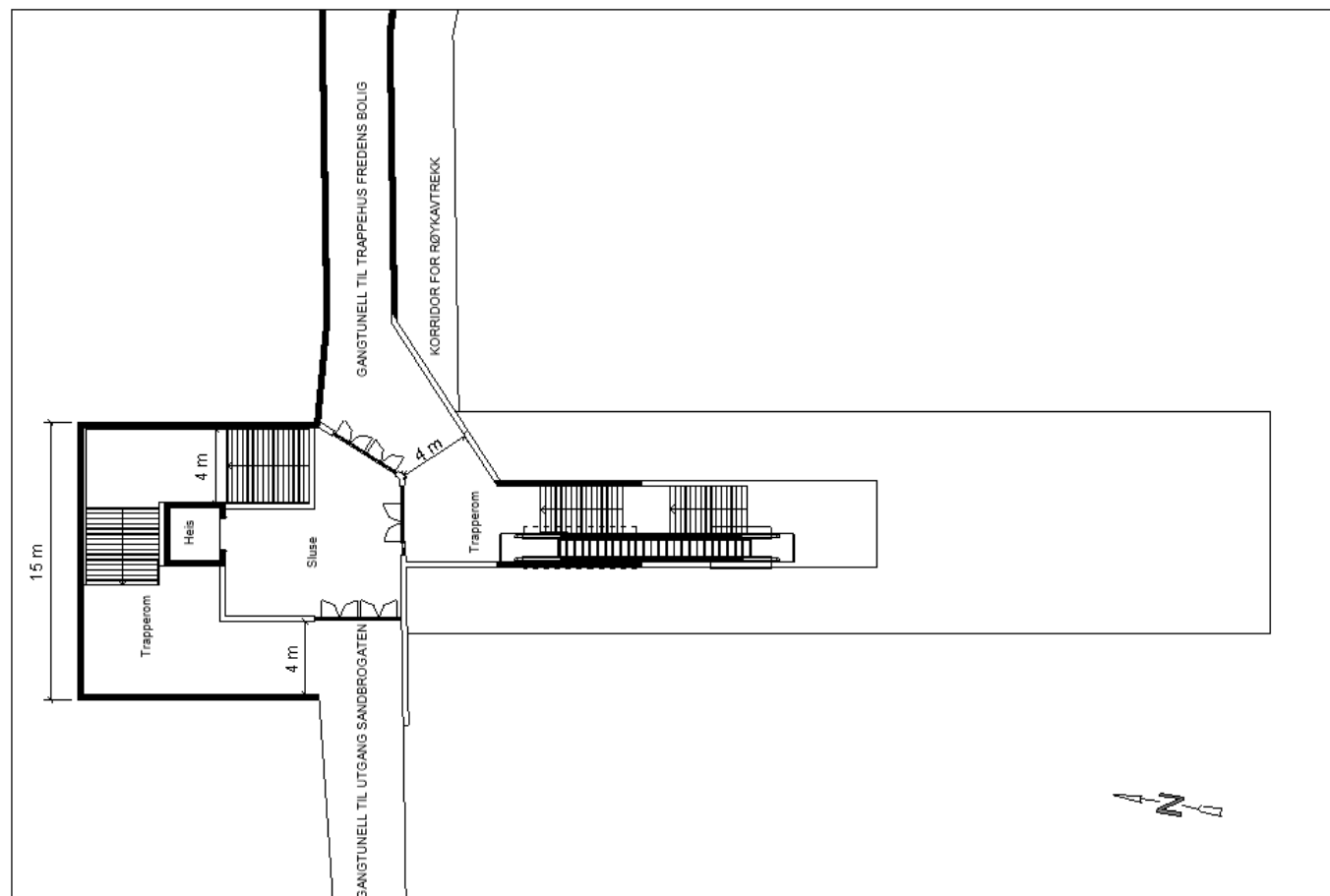
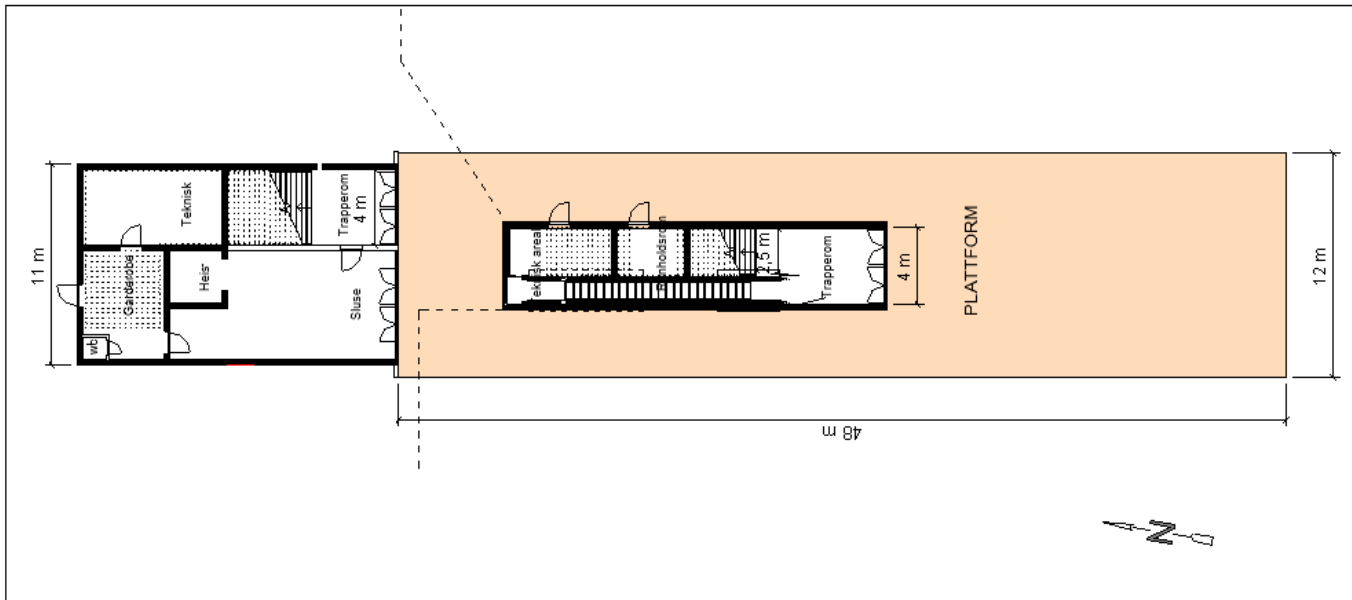
Den underjordiske holdeplassen på Sverresborg er utformet som en fjellhall med midtplattform ca. på kote -1. Holdeplassen har plattformlengde på 48 meter. Begge bybanelinjer vil betjene holdeplassen.



Figur 4-1: 3D-utsnitt av holdeplass, vendeanlegg og trappehus



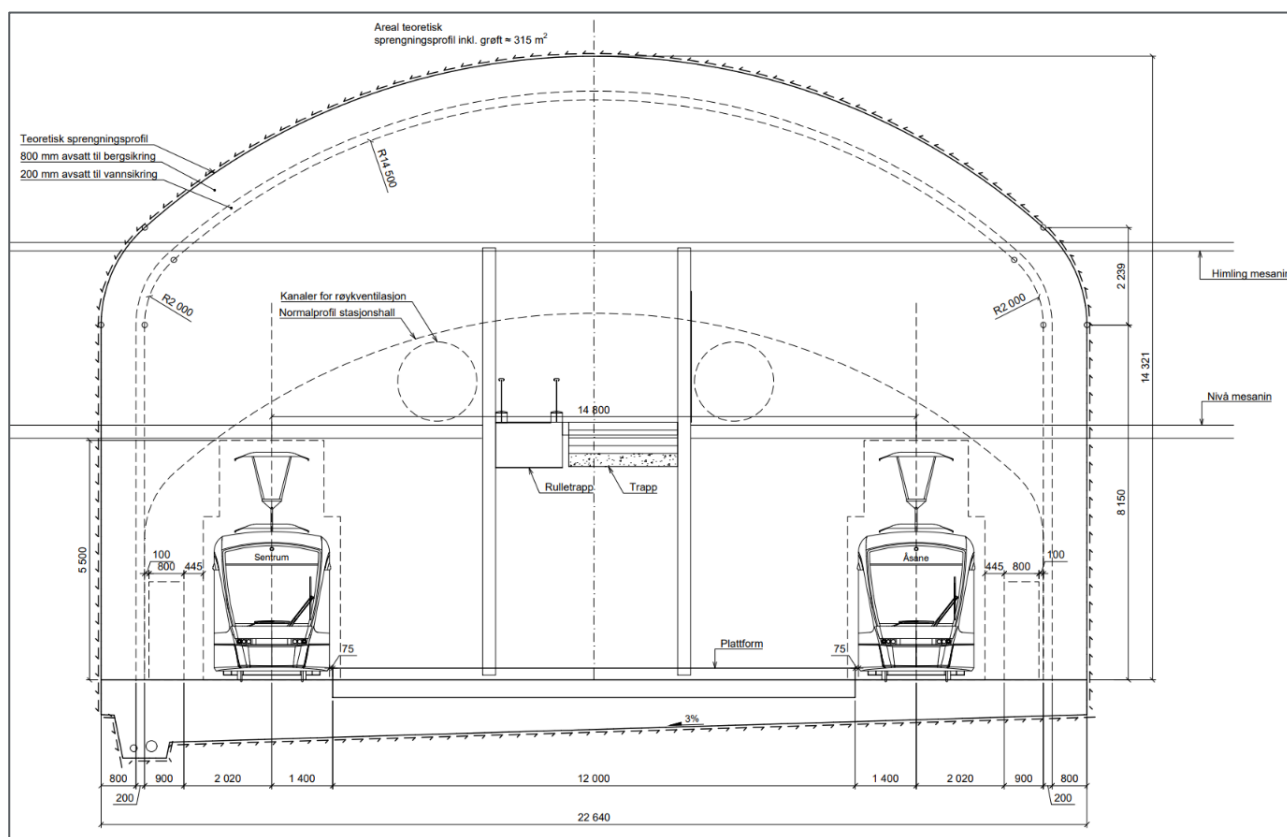
Figur 4-2: Snitt gjennom plattform og mesanin



Figur 4-3: Plan av plattform og mesanin

Valg av midtplattform er gjort etter en samlet vurdering av arealbehov, anleggsgjennomføring, sikkerhet og passasjerflyt. Løsningen gir et mer kompakt stasjonsanlegg enn sidestilte plattformer i separate bergrom, med redusert berguttak og mindre behov for tverrforbindelser og tekniske installasjoner. Midtplattformen gir samtidig oversiktlige orienteringsforhold for passasjerene og effektiv fordeling mellom adkomstene.

Stasjonen er bygget opp med ett plattformnivå og ett overliggende mesaninnivå. Mesaninen fungerer som felles fordelingsplan for passasjerer mellom plattform, rømningsveier og adkomster. Løsningen gir tydelig passasjerflyt, god tilgjengelighet og robuste evakueringsforhold.



Figur 4-4: Tverrprofil for holdeplass ved Mesanin

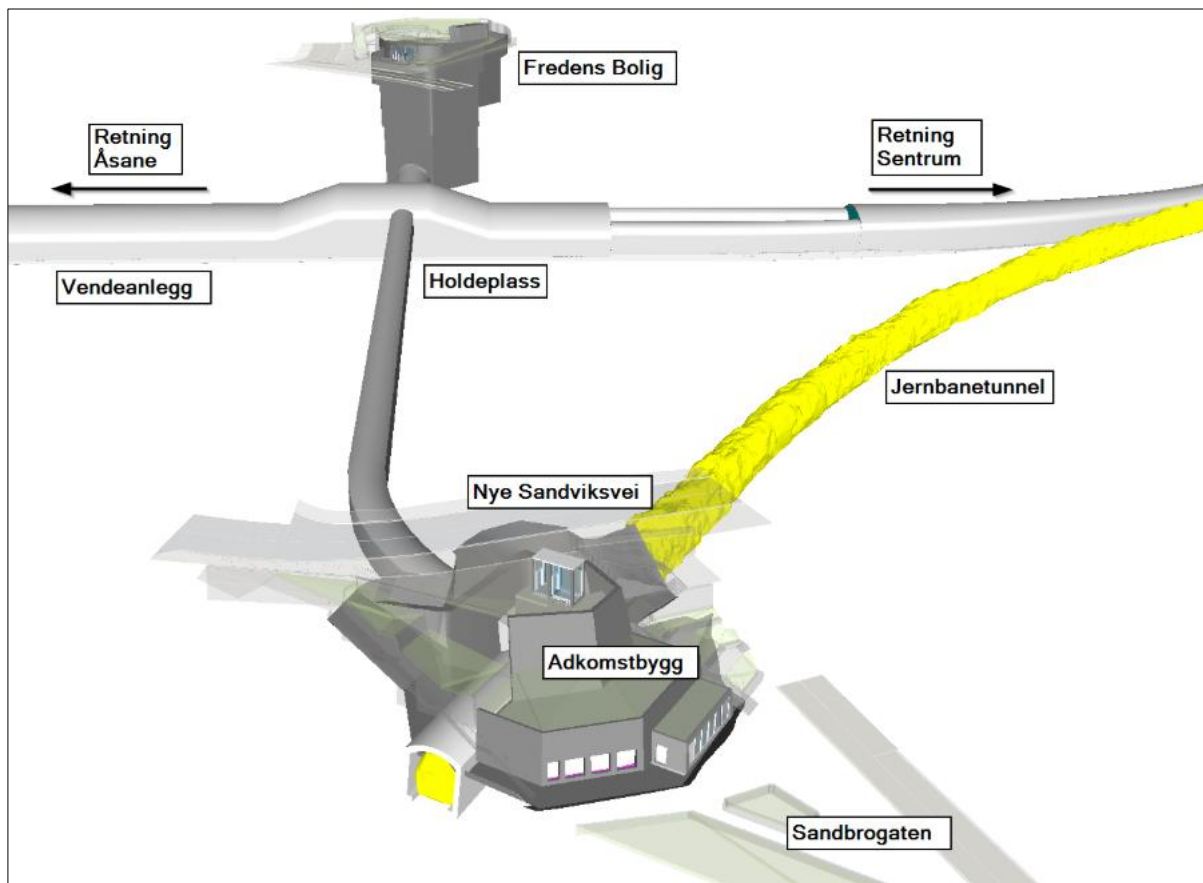
Utforming av stasjonen skal tilfredsstille krav til universell utforming, brannsikkerhet, rømning, ventilasjon og drift av tekniske anlegg. Det er avsatt arealer for nødvendige tekniske rom, sikkerhetsinstallasjoner og infrastruktur for bane, elektro og kommunikasjon. Endelig utforming og dimensjonering av stasjonsrom og tekniske arealer vil bli videreutviklet i detaljfasen.

4.2 Adkomster

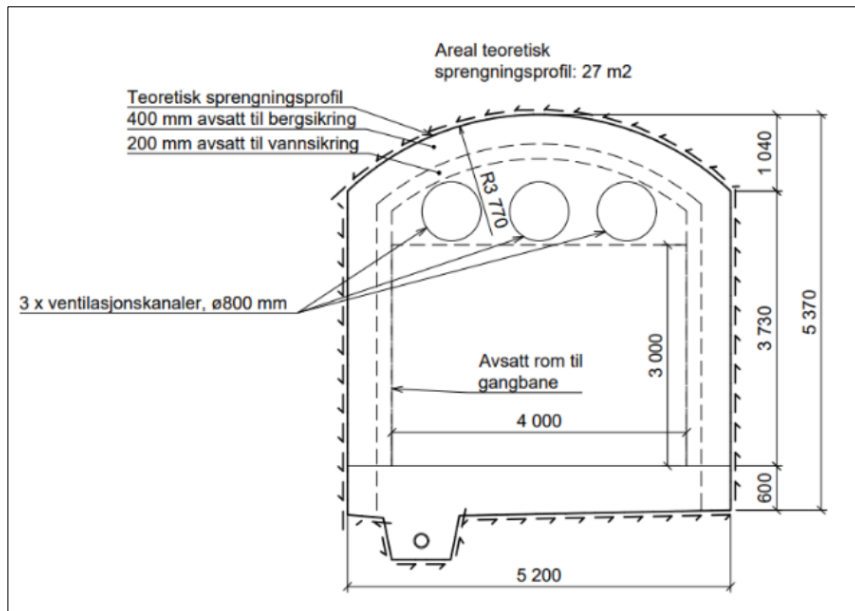
4.2.1 Sandbrogaten

Den sørlige adkomsten er lokalisert ved Sandbrogaten og gir stasjonen direkte forbindelse til sentrum, Bryggen, kollektivknutepunkter og sentrale målpunkt i Bergen sentrum. Adkomsten består av en horisontal adkomsttunnel mellom mesaninnivået og et adkomstbygg ved Sandbrogaten. Adkomsttunnelen fungerer

som hovedforbindelse for passasjerer til og fra sentrumssiden av holdeplassen. Tunnelen har en lengde på ca. 200 m og et tverrprofil med fri bredde på ca. 4 m og fri høyde på ca. 3m i gangbane. Profilet er dimensjonert for passasjerflyt, universell utforming, rømningsforhold og integrasjon av tekniske installasjoner.

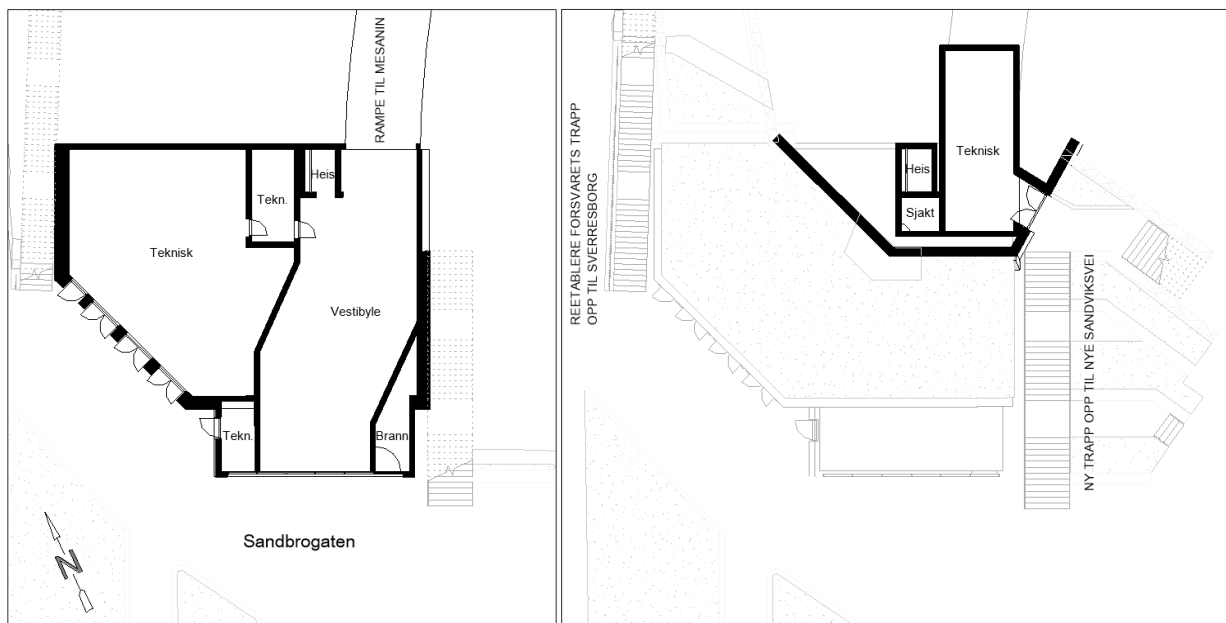


Figur 4-5: 3D-utsnitt av adkomstbygg ved Sandbrogaten



Figur 4-6: Normalprofil av adkomsttunnel fra Sandbrogaten

I tilknytning til adkomsten etableres et adkomstbygg. Skissert løsning har et samlet bruttoareal på ca. 350 m². Bygget inneholder inngangssone, heisforbindelse mellom Sandbrogaten og Nye Sandviksveien, trapperom, tekniske rom og øvrige funksjoner knyttet til drift og sikkerhet. Heissjakt og trappeanlegg er dimensjonert ut fra forventede passasjerstrømmer, krav til universell utforming og stasjonens samlede rømningskonsept.



Figur 4-7: Planskisse av mulig adkomstbygg i Sandbrogaten med teknisk rom og vestibyle med heisforbindelse til Nye Sandviksveien. Utvendig trapp, via mellomnivå med teknisk rom, opp til Nye Sandviksveien

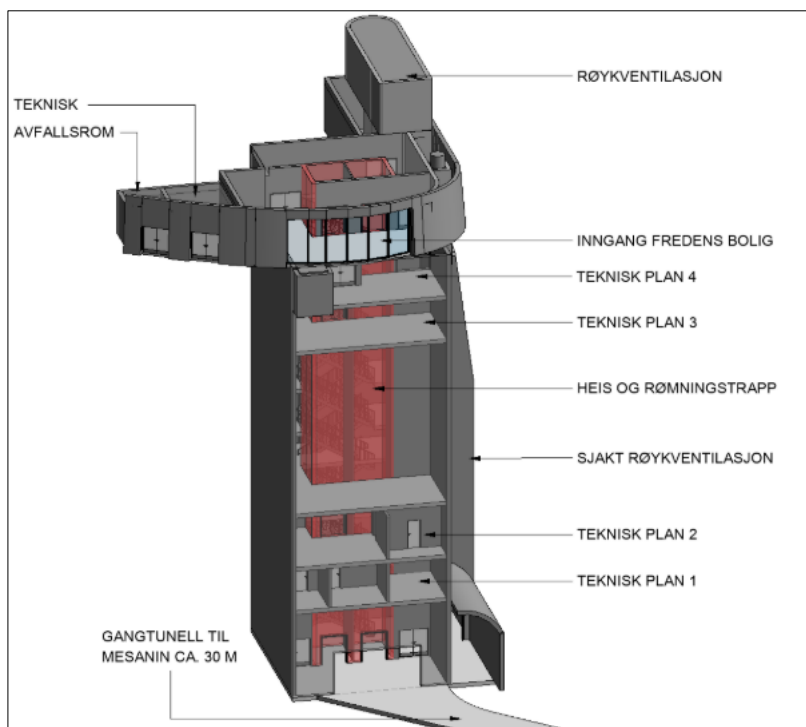
Foreslått plassering og utforming av adkomstbygget er fastlagt etter en samlet vurdering av passasjerflyt, tilgjengelighet, synlighet, tekniske krav, kulturmiljø og byromsmessige forhold. Det har vært lagt særlig vekt på å begrense inngrep i historisk bebyggelsesstruktur, kulturminner og eksisterende byrom samtidig som stasjonens funksjonskrav ivaretas.



Figur 4-8: Illustrasjon av adkomstbygg i Sandbrogaten.

4.2.2 Fredens Bolig

Den øvre adkomsten er lokalisert ved Fredens Bolig og gir stasjonen forbindelse til Ladegårdsgaten, øvre Sandviken og omkringliggende boligområder. Adkomsten etableres som en vertikal forbindelse mellom terrengnivå og stasjonens mesaninnivå gjennom et adkomstbygg med publikumsheis og rømningstrapp.

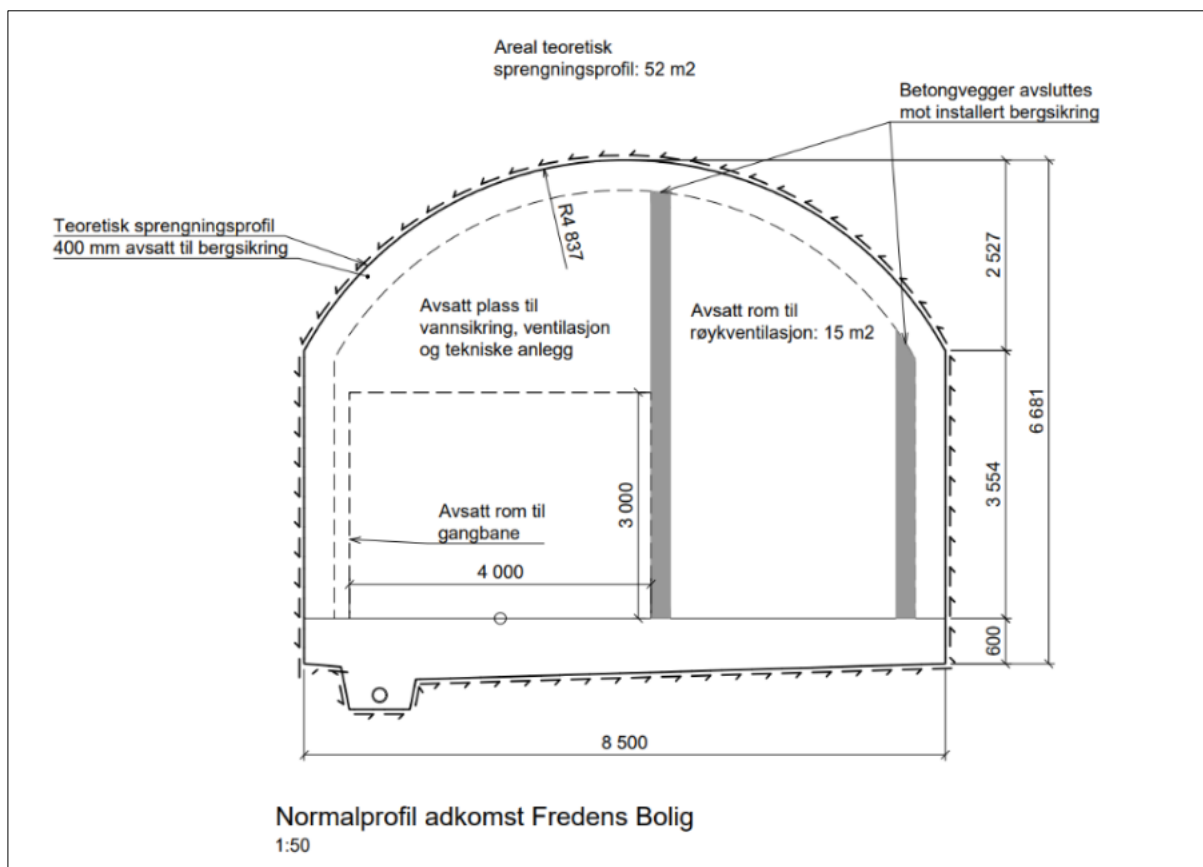


Figur 4-9: Plan av adkomstbygg i Fredens bolig med heis, rømningstrapp og tekniske rom

Adkomsten er dimensjonert for både ordinær passasjertrafikk og rømning ved hendelser. Løsningen består av et adkomstbygg med inngangsfunksjoner på terrengnivå, vertikale forbindelser med trapper og heis, samt nødvendige tekniske og driftsmessige støttefunksjoner. I den skisserte løsningen har adkomstbygget et samlet bruttoareal på ca. 1000 m².

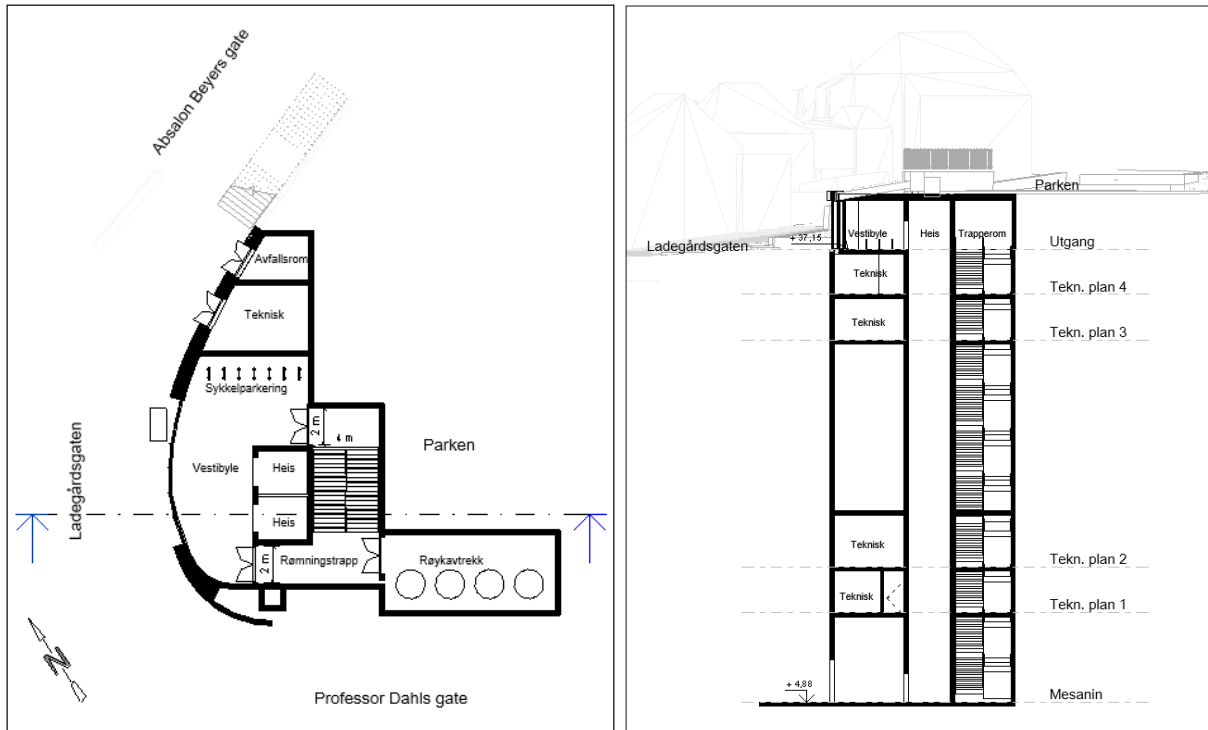
Trappe- og heissjakten forbinder terrengnivå med mesaninnivået over en høydeforskjell på ca. 32 m. Trappeanlegget består av 2 trapper med samlet rømningsbredde på ca. 4 m. Heisanlegget dimensjoneres for universell utforming, drift og beredskap.

Fra mesaninnivået etableres en kort adkomsttunnel som knytter adkomsten til stasjonens sentrale fordelingsplan. Tunnelen har en lengde på ca. 30 m og et tverrprofil med fri bredde på ca. 4 m og fri høyde på ca. 3 m i gangbane. Profilen er dimensjonert for passasjerflyt, universell tilgjengelighet, rømningsforhold og fremføring av nødvendige tekniske installasjoner.



Figur 4-10: Normalprofil adkomsttunnel mellom holdeplass og Fredens Bolig

Adkomstbygget inneholder inngangssone, trapperom, heis, tekniske rom og øvrige funksjoner knyttet til drift, sikkerhet og stasjonens tekniske infrastruktur. Arealer til tekniske rom utgjør ca. 450 m² og omfatter blant annet funksjoner knyttet til elektro, kommunikasjon, ventilasjon og øvrige stasjonstekniske anlegg.



Figur 4-11: Plan og snitt av adkomstbygg i Fredens bolig med vestibyle, heis, rømningstrapp, avfallsrom og teknisk rom. Bygg for røykavtrekk er plassert i bakkant av publikumsbygget.

Foreslått plassering og utforming av adkomststanlegget er fastlagt etter en samlet vurdering av passasjerflyt, tilgjengelighet, tekniske krav, kulturmiljø, landskap og grensesnitt mot eksisterende bebyggelse. Det har vært lagt vekt på å begrense terrenginngrep og visuell påvirkning, samtidig som stasjonens funksjonelle og sikkerhetsmessige krav ivaretas.



Figur 4-12: Illustrasjon av adkomstbygg i Fredens bolig.

Tabell 4-1 Tabell med nøkkeltall for adkomstbygg og tunneler

Parameter	Sandbrogaten	Fredens bolig
Adkomsttunnel lengde	Ca. 200 m	Ca. 30 m
Adkomsttunnel bredde	4 m	4 m
Adkomsttunnel høyde	3 m	3 m
Adkomstbygg BTA	Ca. 350 m ²	Ca. 1000 m ²
Antall heiser	1	2
Antall trapper	1 (utvendig)	2
Høydeforskjell terreng-mesalin	1,32 m	32,27 m
Areal tekniske rom	Ca. 200 m ²	Ca. 450 m ²

4.3 Teknisk innredning

Dette kapittelet beskriver elektroanleggene for underjordisk holdeplass ved Sverresborg. Elektroanleggene skal sikre stabil og sikker strømforsyning til alle tekniske systemer i normal drift, avvikssituasjoner og nødsituasjoner.

Anleggene prosjekteres for kontinuerlig drift i et underjordisk miljø med høy fuktbelastning, begrenset tilgjengelighet og strenge krav til personsikkerhet, driftssikkerhet og brannsikkerhet.

Elektroinstallasjonene prosjekteres i henhold til følgende regelverk og standarder:

- Forskrift om elektriske lavspenningsanlegg (FEL)
- NEK 400
- NEK EN 50122 (jernbane – elektrisk sikkerhet)
- DSBs veiledning for tunnelsikkerhet
- Krav fra Statens jernbanetilsyn
- Bybanens tekniske krav og driftsstandarder

Holdeplassen tilknyttes det lokale distribusjonsnett via to uavhengige matepunkter (A- og B-forsyning). Forsyningen etableres slik at bortfall av én mating ikke medfører tap av sikkerhetskritiske funksjoner.

Hovedprinsipper for kraftforsyning:

- Dobbel innmating både fra Sandbrogaten og Fredens Bolig
- Automatisk omkobling
- Separasjon mellom sikkerhetskritiske og ikke-kritiske laster
- Mulighet for utkobling av ikke-kritiske laster ved nødmodus

Hovedfordeling plasseres i dedikert teknisk rom i stasjonshallen/trappehus. Underfordelinger etableres for:

- Plattform og publikumsarealer (teknisk)
- Ventilasjonsanlegg
- Sjakter og rømningstunneler
- Tekniske rom for utganger.

Fordelingsanleggene dimensjoneres for:

- Minimum 20 % reservekapasitet
- Fremtidige tekniske utvidelser
- Full selektivitet mellom vern

4.3.1 Lastberegninger – dimensjonerende for holdeplass Sverresborg

Effektoversikt – normal drift

System	Dimensjonerende effekt (kW)
Funksjonell belysning	35
Nødbelysning (lading)	12

Ventilasjon – normal drift	90
Rulletrapper	30
Heiser	20
IT, overvåkning, kommunikasjon	12
Pumper og drenering	12
Sum normal drift	≈ 210 kW

Dimensjonerende effekt for normal drift settes til 210 kW.

Effektoversikt – Nød- og brannmodus

Ved overgang til nødmodus frakobles alle ikke-kritiske laster automatisk.

System	Effekt (kW)
Nødbelysning	15
Ventilasjon – brann	300
Brannalarm og deteksjon	5
Kommunikasjon / nødtelefon	5
Overvåkning og styring	8
Dreneringspumper	7
Sum nødlast	≈ 340 kW

Dimensjonering av hovedforsyning

- Dimensjonerende aktiv effekt: 210 kW
- Dimensjonerende tilsynelatende effekt ($\cos \varphi = 0,9$): ≈ 235 kVA
- Hovedfordeling dimensjoneres for minimum 400 kVA

Dette gir nødvendig reservekapasitet for fremtidige utvidelser og driftssikkerhet.

Nødstrøm og UPS

Sikkerhetskritiske systemer forsynes via UPS-anlegg.

Dimensjoneringsgrunnlag:

- Nødlast: 340 kW
- Driftstid: minimum 60 minutter
- Effektreserve: 15 %

Dimensjonerende UPS

- Effekt: 300 kW
- Energi: 300 kWh

UPS etableres med modulbasert løsning (N+1-redundans) og plasseres i eget teknisk rom med kjøling og overvåkning.

For et batterirom på en underjordisk bybaneholdeplass må du ha:

- Risikoanalyse for hydrogen, brann, røyk og gassrømning
- Dimensjonert ventilasjonssystem (mekanisk)
- Gassdeteksjon med alarm/utkobling ved farlige nivåer
- Integrasjon med stasjonens ventilasjon og brannsikkerhetssystemer
- Forsvarlig utslipp av ventilasjonsluft til sikkert område
- Overholdelse av NEK/TEK17/HMS krav

Krav til ventilerings av batterirom avhenger av batteritype, størrelse/kapasitet og regelverk (byggteknisk, elektro og HMS).

Belysningssystemer

Belysningssystemene deles i:

- Funksjonell belysning
- Nødbelysning

Funksjonell belysning dimensjoneres for tilstrekkelig lysnivå i plattform- og gangarealer samt tekniske rom.

Nødbelysning forsynes via UPS og utformes slik at alle rømningstraseer, tekniske rom og sikkerhetssoner har tilstrekkelig belysning ved spenningsbortfall.

Armaturer velges med høy kapslingsgrad (minimum IP65) og lang levetid.

Jordings- og utjevningssystem

Det etableres helhetlig jordings- og utjevningssystem for hele holdeplassen:

- Hovedjordskinne i teknisk rom
- Potensialutjevning i tunneler, sjakter og tekniske rom
- Utjevning mellom spor, konstruksjon og elektroinstallasjoner

Løsningen skal sikre at berøringsspenninger holdes innenfor tillatte grenser.

Kabelanlegg

Kabler legges i faste kabeltraseer langs tunnel, inngangstunnel og i stasjonshallen. Følgende legges til grunn:

- Halogenfrie, brannhemmende kabler
- Fysisk separasjon mellom kraft og svakstrøm
- Mekanisk beskyttelse i utsatte områder

Kabelanlegg utformes for enkel inspeksjon og vedlikehold.

Overvåkning og drift

Elektroanleggene tilknyttes sentralt drifts- og overvåkningssystem for Bybanen. Dette omfatter:

- Overvåkning av spenning, last og vern
- Alarm ved feil og avvik
- Logging av driftsdata

Fremdrift og fleksibilitet

Anlegget dimensjoneres for:

- Økt trafikk
- Nye tekniske systemer

Reservekapasitet er ivare tatt både i effekt, tavleplass og kabeltraseer.

4.3.2 Normalventilasjon

Det etableres luftbehandlingsanlegg for underjordisk holdeplass samt tilhørende byggverk. Ventilasjon skal sikre tilfredsstillende luftkvalitet og være tilpasset rommenes utforming, forutsatte bruk, samt forurensnings- og fuktbelastning.

Det vises til krav gitt i teknisk forskrift, arbeidsmiljøloven, samt Bybanens prosjekteringsveileder, Del 2 Hvordan, og Teknisk regelverk for prosjektering og bygging, Bybanen.

Luftbehandlingsanlegg skal betjene tilkomstarealer, trapperom, tekniske rom og andre rom i tilknytning til trappehus. Anlegget skal også ventilere adkomsttunneler og holdeplass med tilhørende rom.

Det etableres teknisk rom for luftbehandlingsaggregat i begge adkomstbygg, teknisk rom i nordlig adkomstbygg, Fredens Bolig, og teknisk rom i sørlig adkomstbygg lokalisert ved Sandbrogaten.

Med denne løsningen betjener ventilasjonsaggregatet i sørlig adkomst selve adkomstbygget, adkomsttunnel og underjordisk holdeplass. Tilsvarende vil ventilasjonsaggregat i nordlig adkomstbygg betjene trappehuset, adkomsttunnel og underjordisk holdeplass.

En løsning med to aggregat vil gi kortere føringsvei for kanaler og dermed lavere energibruk i forhold til en løsning med kun ett ventilasjonsaggregat i det ene trappehuset.

Det er også gunstig å skille betjeningssoner med tanke på rømningsveier, slik at kanaler ikke krysser over til den andre adkomsttunnelen.

Ventilasjonsaggregat etableres med god tilkomst for vedlikehold og service. Aggregat utstyres med roterende varmegjenvinner.

For sørlig adkomstbygg blir inntaksrist plassert integrert i vegg teknisk rom, og avkast på motsatt vegg, eller via jethette over tak. For nordlig adkomstbygg er inntak planlagt via sjakt med rist på bakkenivå, og avkast via sjakt til jethette. Det er avsatt to rom for teknisk VVS i nordlig adkomstbygg.

Teknisk rom og sjakter for ventilasjon og VVS er tilpasset areal som skal ventileres. Luftmengder beregnes detaljert i senere fase med hensyn på type rom og tekniske krav.

Det etableres ventilasjonssjakt i adkomstbygg ved Fredens Bolig. Kanaler føres fra teknisk rom via sjakt og videre til holdeplass via himling i adkomsttunnel.

Luftmengder vurderes med hensyn til relativ fuktighet. Nødvendig utlufting/ventilasjon for å unngå kondens, som angitt i teknisk regelverk for Bybanen, kan tilfredsstilles ved avfukting.

Det stilles krav til ventilering av heishus for å ivareta fuktproblemer med påfølgende økte servicekostnader.

Elektrotekniske rom med krav til temperatur og eller luftfuktighet prosjekteres i videre fase med varmpumpe for å tilfredsstille krav til innneklima i rom. Lokale enheter for klimatisering eller sentral installasjon vurderes i senere fase.

Det vises til kapittel om brann i dette dokumentet for krav til brannsikring, herunder brannspjeld og slokkevann.

Vifter for nødvendig trykksetting av sluser og venteareal er tenkt plassert i teknisk rom med kanalføringer via sjakter og himling i adkomsttunnel. Se også kapittel om brann for hensyn til plassering av inntak med hensyn til røykventilasjon.

4.3.3 Brannventilasjon

Røykavtrekket fra plattformhallen dimensjoneres for en branneffekt på 20 MW. Avtrekket skal holde en røykfri høyde på 2,5 m i minimum 10 minutter for å sikre røykfri evakuering.

Grunnlaget for valg av dimensjonerende branneffekt er branneffektkurven vist i figur 3-18 utarbeidet av SP Technical Research Institute of Sweden (Ingason & Li, 2017). Branneffektkurven viser at ved 10 minutter, som er tiden den røykfrie høyden skal opprettholdes, har brannen utviklet seg til omtrent 20 MW. Den nødvendige avtrekkskapasiteten er vurdert til 150 m³/s, tilsvarende 540 000 m³/h. Detaljerte simuleringer/analyser må utføres i neste fase for dimensjonering og styring av røykventilasjonsanlegget.

Estimatet forutsetter at bybanetrafikken er stanset ved brann. For å håndtere avtrekksmengden utformes røykventilasjonsanlegget med to parallelle kanaler over sporene med diameter Ø2000, med punktavtrekk langs hele plattformen. Kanalene samles i felles sjakt i nordenden av plattformen med et areal på rundt 6 m². Deretter føres sjakten inn i en røyktunnel med tverrsnitt på ca. 16 m². Denne følger gangtunnelen og føres videre opp til avkasttårn med vifterom ved trappehuset i Fredens Bolig. Vifterommet utstyres med 4 stk. Ø1600-vifter, inkludert én vifte i redundans. Med en avstand mellom viftene på 1,5 ganger indre diameter senter-til-senter, vil nødvendig grunnflateareal for viftene i avkastsjakten være minimum 34 m². I tillegg må det være tilstrekkelig areal ved siden av viftene for å muliggjøre utskifting av hver enkelt vifte. Det forutsettes at utskifting av vifter kan gjennomføres med bruk av skinnegang og løpekatt. Det antas at det ikke vil være behov for lydfeller for røykavtrekket ved en brannhendelse, men det anbefales å gjøre en vurdering av dette i en senere fase av prosjektet.

Sjakt for røykventilasjonsanlegg må utføres med brannmotstand som ivaretar et fullstendig brannforløp, estimert til EI 120 i denne fasen. Faktisk brannmotstand må velges basert på analyser som estimerer faktisk temperatur i avtrekkssjakten.

Avkast fra røykavtrekk er planlagt relativt tett opp mot utgang fra rømningsvei til Fredens Bolig. Avkast må enten utføres med jet-hette som sikrer at røyk ikke røyklegger utvendige områder der personer evakuerer, og/eller det må utføres røykgassimuleringer som viser at det ved valgt plassering ikke er en risiko for at personer som evakuerer, samt brannvesenets innsatspersonell, blir utsatt for uakseptable konsentrasjoner av brannrøyk. Avkastet må også orienteres slik at man ikke risikerer røyksmitte til luftinntak for trykksetting av rømningsveier.

4.3.4 Brann og rømning

Stasjonen vil bli plassert i brannklasse 4, noe som stiller krav til at det utføres brannteknisk risikovurdering for å finne egnete tiltak i henhold til byggteknisk forskrift 2017 (Kommunal- og distriktsdepartementet, 2017). Fullstendig brannteknisk risikovurdering er ikke utført til denne rapporten. Overordnede beregninger av nødvendig rømningstid og dimensjonering av røykventilasjonsanlegget er utført i denne fasen for å estimere nødvendig plassbehov.

Stasjonen er planlagt dimensjonert for 700 personer. Det tilsvarer to fulle tog, samt ventende på plattform. Stasjonen skal ha heldekkende automatisk brannalarmanlegg og røykventilasjonsanlegg over plattformsområdet som starter automatisk på branndeteksjon. Til reguleringsplanarbeidet er kun plasskrevende tiltak vurdert, som rømningsveier, krav til sluser og venteareal for rullestolbrukere, cirka behov for tekniske rom basert på forventede branntekniske tiltak, samt tilkomstveier for brannvesenet. Det vil til detaljprosjekteringen være nødvendig å prosjektere endelige krav til brannverntiltak.

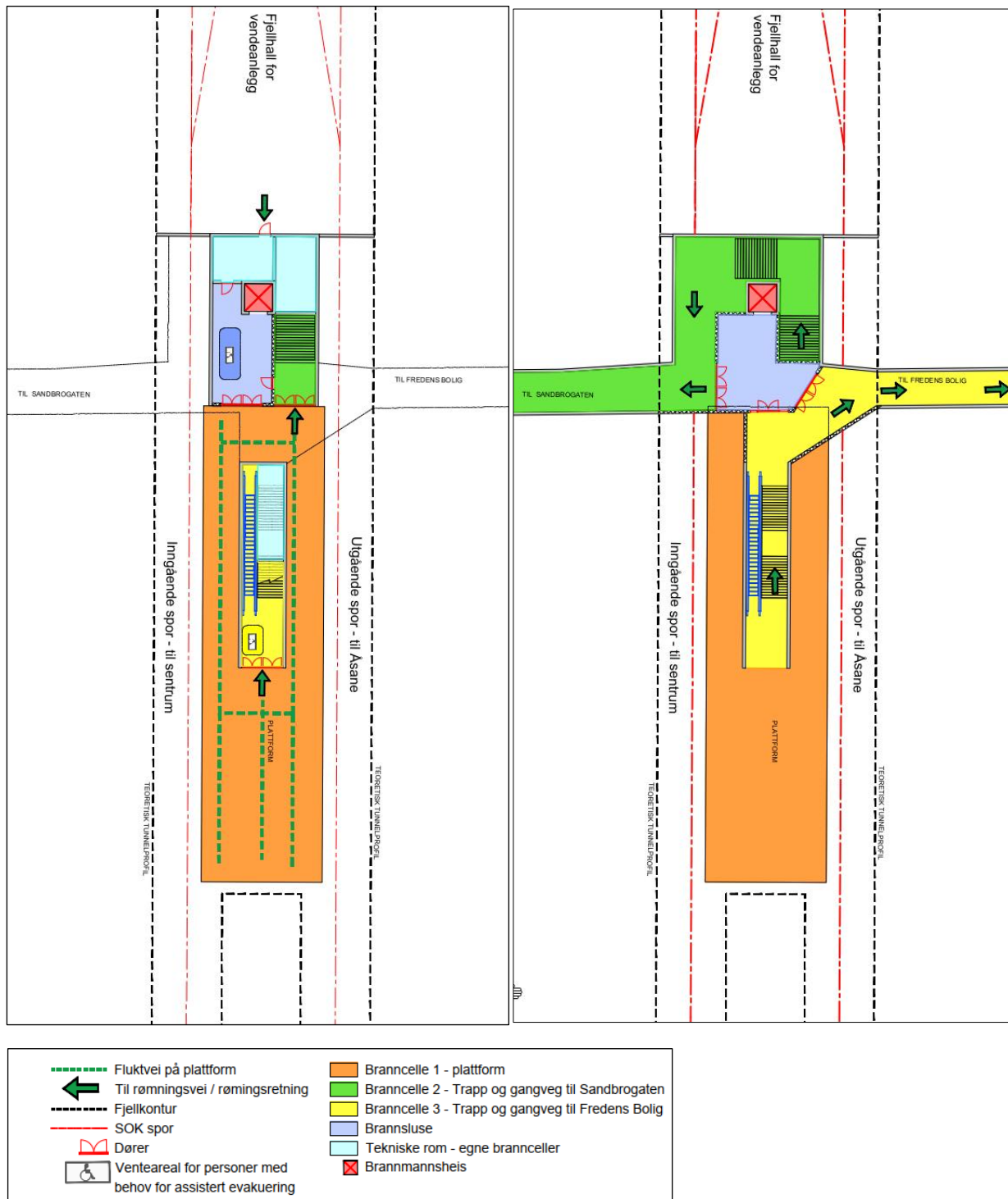
Det er utført håndberegninger i henhold til NFPA 130:2026 (NFPA, 2026) for å verifisere at det tar under 4,0 minutter å evakuere plattform og inn i rømningsvei. Det bemerkes at NFPA 130 ikke stiller krav om røykventilasjonsanlegg for plattformsområder som kan evakueres på under 4,0 minutter (forutsetter også at personer er ute til sikkert sted/midlertidig sikkert sted i løpet av 6,0 minutter). I kombinasjon med røykventilasjonsanlegg anses løsningen robust til neste fase med tanke på rømningsbredder.

Det skal etableres to uavhengige rømningsveier fra plattformsområdet. Total rømningsbredde må være minimum 6,5 meter og bør være best mulig fordelt mellom oppgangene. I denne fasen er det planlagt med at rømningsveien mot Sandbrogaten er 4,0 meter og at den mot Fredens Bolig er 2,5 meter. Rømningsveiene skal ikke ha innsnevring. Forflytningstid for tømning av plattform er beregnet til < 2,0 minutter. Det er planlagt at rømningsveier kan være brannteknisk adskilt fra plattform.

Begge rømningsveiene kommer opp på en felles mesanin. Det er nødvendig med minimum én brannteknisk sluse mellom rømningsveiene på mesanin for å ivareta uavhengighet mellom rømningsveiene. I den branntekniske risikovurderingen må det utføres brannsimuleringer på eventuelle branner som kan oppstå i rømningsvei / sluse mellom rømningsveier, og risiko for røykspredning til alternativ rømningsvei. Det er ikke akseptabelt med hendelser som kan blokkere begge rømningsveiene. Det kan bli behov for trykksetting av sluse mellom trapperom på mesaninplan, eller endringer i planløsningen. Reguleringsplanen vil regulere formål som tilrettelegger for mulighet til å etablere alternativ rømningsvei i motsatt ende av plattform og videre opp mot Fredens bolig i tilfelle den branntekniske risikovurderingen kommer frem til at det ikke er mulig å føre begge rømningsveiene opp til felles mesanin.

Det kan være behov for ytterligere branncelleinndeling langs med mesaninen og/eller mot trapperom for å sikre rømning og forenkle etablering av trykksetting av områder med venteareal for rullestolbrukere.

Foran sentral rømningsvei ved rulletrapp (rømningsvei mot Fredens bolig) og i sluse foran brannmannsheis er det planlagt et venteareal for rullestolbrukere, der personer med nedsatt funksjonsevne kan avvente assistanse fra brannvesenet. Arealene skal til sammen være på minimum 10 m² og ikke redusere rømningsbredden for øvrige personer. Venteareal for rullestolbrukere skal være brannteknisk adskilt fra plattform og kunne overtrykksettes. Ettersom overtrykksetting må fungere samtidig som røykventilasjonsanlegget på stasjon må tilluft til overtrykksetting enten plasseres ved motsatt oppgang fra røykventilasjonsavkastet, eller på en tilstrekkelig sikkerhetsavstand, som dokumenteres ved brannsimulering fra røykventilasjonsavkastet. Dersom tilluft og røykventilasjonsavkast plasseres ved samme oppgang må det utføres analyser som viser at røykspredning ikke er mulig. Det skal finnes nødtelefoner fra venteareal.



Figur 4-13: Skisse som viser utforming av brannceller og fluktveier på holdeplassen; henholdsvis plattformnivå og mesaninnivå

Trappehuset fra mesanin og opp til Fredens Bolig er planlagt med to separate rettløpstrapper med 2,0 meter rømningsbredde hver. Rømningsveien mot Fredens Bolig har store høydedifferenser (cirka 30 meter) og det

må tilrettelegges med ekstra dybde i repos for å sikre at personer som går langsommere kan hvile på repos uten å være til hinder for øvrige evakuerende. Det må etableres en brannteknisk sluse mellom trapperom og heisdør, og tekniske rom. Dette for å sikre eventuelt krav til brannmannsheis, samt redusere risikoen for røykspredning til trapperom. Tilkomst til tekniske rom må derfor skje via brannteknisk sluse. Planløsning må optimaliseres i enkelte etasjer for å få etablere en sluse. Det er begrenset med areal, og tekniske rom inntil trappeløpet har i utgangspunktet kun tilgang til én merket rømningsvei. Det må vurderes om det kan tilrettelegges med tilkomst til det andre trappeløpet eller om det er tilstrekkelig med rømning via ett trapperom. Tekniske rom skal kun ha sporadisk personopphold og regelverket legger da opp til at det kan være rømning via annen branncelle. Trapperommet inneholder ikke noen faste antenningsskilder, med unntak av lysarmatur/deteksjon. Ved etablering av brannsluse med selvluukkende dører, vil sannsynligheten for røykspredning inn i trapperommet fra en brann i omkringliggende areal være meget lav, og betydelig lavere enn i brannceller som tekniske rom normalt kan evakuere via. Ventilasjon av rømningstrapp til tekniske rom må evalueres særskilt, slik at en røyk ikke sprer seg ved en brann via ventilasjonsanlegget og inn i trapperommet. Behov for brannmannsheis kan evalueres i neste fase ettersom hovedangrepsvei er planlagt fra inngangsparti i Sandbrogaten.

Rømningsveier /fluktveier skal utgjøre egne brannceller. Øvrig type bruk skal ikke forekomme i rømningsveiene/fluktveiene, unntak kan være vestibyleareal med informasjonsskjermer, og tekniske funksjoner til rulletrapper forutsatt at hendelser i slike installasjoner er vurdert i den branntekniske risikovurderingen. Tekniske rom og sykkelparkering skal være brannteknisk adskilt fra rømningsveier. Rom med høyspentinstallasjoner og batterirom skal ikke ha direkte forbindelse til rømningsvei. Tilkomst må enten skje via annet område eller via brannteknisk sluse. Bakgrunnen er for å redusere risikoen for at en eksplosjon i rommet blåser opp dører til rømningsvei. Slike rom må ha utadslående dører med panikkbeslag, noe som kan begrense dørens trykkmotstand også ved bruk av trykkavlastning. Dersom dør skal slå rett ut i rømningsvei må dør dimensjoneres for å tåle maksimalt trykk ved en eksplosjon. Løsning kan evalueres i detaljprosjekteringsfasen.

Ventilasjonsanlegget er forutsatt sikret med brannspjeld mellom branncellebegrensende konstruksjoner. De to rømningsveiene kan ikke være tilkoblet felles ventilasjonsanlegg, alternativt må særskilte vurderinger utføres for å verifisere at røykspredning via ventilasjonsanlegget ikke skaper kritiske forhold. Feil på minst én brannteknisk installasjon må inkluderes i analysen.

Det er planlagt at inngangen fra Sandbrogaten utføres som hovedangrepsvei for brannvesenet som følge av at det er lavest nivåforskjell til plattform. Inngangen ved Fredens Bolig er planlagt som alternativ angrepsvei. Inngangen fra Sandbrogaten må derfor ha tilkomst til brannmannsheis og ned til plattform. Det må etableres sluse foran brannmannsheis i samtlige etasjer i henhold til NS:EN 81-72:2020 (Standard Norge, 2020). Det er planlagt etablert et rom ved siden av hovedinngangen til vestibylen med brannalarmsentral og skjermer med videoovervåking som brannvesenet kan bruke i en nødsituasjon. Det er også lagt inn mulighet til å etablere brannmannsheis ved oppgangen til Fredens bolig.

Begge angrepsveiene i Sandbrogaten og Fredens Bolig skal ha tilgang på slokkevann, minimum 2 uavhengige uttak med 50 l/sekund. Det skal finnes brannkum/hydrant 25-50 meter fra inngangsdørene. Eksisterende brannkummer/hydranter vil sannsynligvis ivareta disse kravene basert på rørdimensjonene i områdene. Det skal tilrettelegges med tørropplegg på stasjon frem til plattform med uttak i enten rømningsvei eller sluse foran brannmannsheis. Løsninger bør avklares med lokalt brannvesen.

Det må tilrettelegges for oppstillingsplasser for brannvesenets kjøretøy utenfor stasjonsområdene. Det må være god plass til oppstilling for nødetatene rundt utgangene, og spesielt utgang som kan forventes å bli brukt som hovedangrepsvei. En brannbil/ambulanse krever som regel cirka 5x10 m², og det må legges opp til at flere kjøretøy kan stille opp utenfor stasjonsområdet. Utførelse av sikringstiltak /møblering for å

redusere risikoen for terrorhendelser må ses i sammenheng med brannvesenets oppstillingsplasser slik at disse ikke blir forringet.

Adkomstvei og oppstillingsplass skal være med fast dekke som ikke er tilrettelagt for vegetasjon eller parkering, og som ligger innenfor brøyteplanen. Oppstillingsplass kan kombineres med reservert parkering for Bybanen sine kjøretøy (vedlikeholdsparkering til stasjonen). Grus og singel er akseptabelt så lenge dimensjoneringsbestemmelser for vekt på vei er ivaretatt (10 tonn akseltrykk og 16 tonn boggitrykk).

Ved hovedangrepsvei må det være plass til at ambulanser kan kjøre inn og ut til området for å hente skadde personer, samtidig som brannvesenet har låste oppstillingsplasser som ikke skal komme i konflikt med ambulansen. Oppstillingsplasser til brannvesenet kan være i veibanen dersom det er tilstrekkelig med plass for ambulanser å kjøre forbi, eller at ambulanser kan stå oppstilt ved annen vei i nærheten til stasjonen.

4.3.5 Andre fasiliteter

Det tilrettelegges for etablering av nødvendige driftstekniske rom og støttefunksjoner for å sikre effektiv drift, vedlikehold og beredskap ved stasjonen. Dette omfatter blant annet renholdsrom samt garderobe og toalett for driftspersonell på plattformnivå. På gateplan etableres innsatsrom for nødeter i tilknytning til hovedangrepsvei og vestibyleområde, samt søppelrom med direkte utgang til offentlig gate for effektiv renovasjon. Det tilrettelegges også for innendørs sykkelparkering ved den ene adkomsten for å understøtte overgang mellom sykkel og kollektivtransport. I videre detaljering bør det vurderes om det er reelt behov for dette.

Omfang og plassering av funksjonene er lagt inn i teknisk forprosjekt og vil bli videre detaljert i senere planfaser.

5 Landskap og arkitektur

5.1 Prinsipper landskapsformgivning

Strekningen er planlagt med mål om å invitere til bruk av byrommene i sin helhet, forsterke opplevelsen av dem og koble dem sammen på tvers av kjørefelt og banetrasé. Byrommene skal gi plass til gode løsninger for kollektivreisende og bidra til minimal biltrafikk og risiko for uhell.

Områdets kulturhistoriske betydning har vært premissgivende igjennom hele prosessen, og det har styrt plassering av funksjoner og valg av konsepter og materialer. I utformingene er det tatt sikte på å forsterke den historiske sammenhengen i byen, som i dagens situasjon er delt opp av trafikkerte veibaner.

5.1.1 Materialbruk

Materialbruken legger opp til høy kvalitet i alle dekker langs hele traseen, både i spor, kjørebane, sykkelfelt og gang- og torgarealer. Materialvalgene tar utgangspunkt i den historiske konteksten og må gjenspeile at dette er sentrale byrom i Bergen, og en del av middelalderbyen.

Sporet planlegges i gjenbrukt storgatestein igjennom hele sentrum og fra tunnellutslaget i Sjøgaten til Kristiansholmkrysset. Dette må bygges med hensyn til at deler av traseen skal tåle busser. I kryssområder der svingebevegelser fra buss og større kjøretøy gir spesielle utfordringer for drift og vedlikehold i banetrasé, tillates dekke av betong med natursteinstilslag eller liknende. Betongdekket skal tilpasses fargen på tilstøtende dekker for å gi sammenheng i byrommene. Fra Kristiansholmkrysset til holdeplass ved Munkebotn planlegges grønt spor.

Et hovedkonsept for materialbruk i Bergens gater er gjenbrukt gatestein i kjørearealene og skifer på fortausarealene. Der det ikke er sykkelfelt bør brostein i kjørearealet være rullevennlig. Prosjektet viderefører denne materialbruken langs det meste av traseen i sentrum og for å markere byrommene i Kaigaten, Småstrandgaten, Allehelgens gate, Nygaten, Heggebakken, Sandbrogaten, Fredens bolig og Sandvikstorget. At både gater og banetrasé opparbeides med samme dekke, skal gi sammenheng og hindre at banen fremstår som et fremmedelement i byrommene.

Gangsonene skal være gå- og rullevennlige. Fortau i skifer brukes langs gatene i sentrum og deler av traseen i Sandviken. Der det ikke brukes skifer, skal det likevel tilrettelegges med rullevennlig dekke.

Prosjektet skal etterstrebe gjenbruk av materialer som tas opp i anleggsfasen. I tillegg skal materialer som ligger på eventuelle lager brukes på nytt. Gjenbrukte materialer som gatestein og skifer kan gi et alderspreg som passer godt til byrommene langs strekningen.

5.1.2 Terreng og optimaliseringer

Tilpasning til fasadeliv og universell tilgjengelighet til alle innganger langs hele strekningen er ikke modellert i detalj i reguleringsplanfasen. Noen steder langs strekningen vil det i detaljprosjektering kreves justeringer mot fasadeliv for å oppnå forskriftsmessige fortau. Det vil også være behov for tilpasninger for å håndtere overvann. Dette må løses i detaljprosjekteringsfasen med optimalisering av banehøyder og tilpasning til eksisterende fasader, trær og terreng der det er mulig.

5.2 Byrom, utganger og holdeplasser

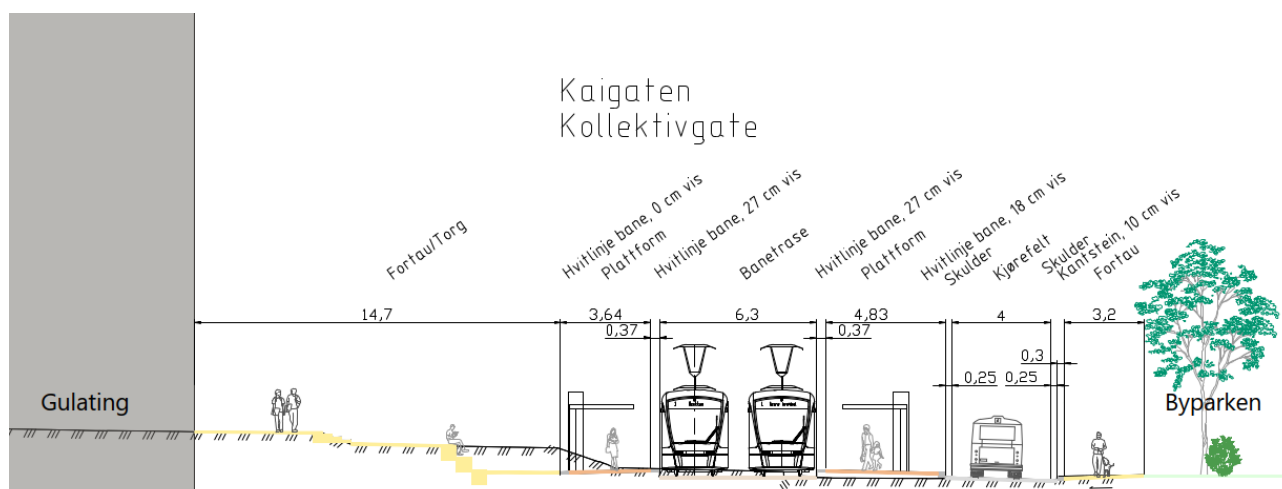
5.2.1 Kaigaten byrom og holdeplass

Kaigaten holdeplass ligger tett på Byparken, omgitt av trær. Banetraseen forskyves noe mot nord og gir plass til en kjørevei for buss mot Byparken. Dette gjør plassen foran Gulating smalere, men ombyggingen som er foreslått opprettholder dagens funksjoner. Nivåforskjellene løses på samme måte som i dag med trapper og sittetrinn. Løsningen bidrar til å redusere behovet for sikring.

I bakkant av sørgående plattform åpnes en tidligere passasje inn til Byparken for bedre flyt for gående til og fra sør. Det foreslås å fjerne busksjiktet og gressdekket under de tre nordligste trærne for å etablere lesbare gangforbindelser inn i parken og videre sørover. Tiltaket vil binde byrommene bedre sammen, samtidig som trærne fortsatt ivaretar parkens overordnede struktur.

Plassen foran Gulating snevres noe inn og avgrenses, som i dag, med trinn for å håndtere høydeforskjellene. Enkelte steder er det lagt inn ramper og trapper, men det er ikke ønskelig å lede fotgjengere opp på plataet. Det er derfor etablert et fortau på 2,5-3,6m langs Kaigaten utenfor plattformareal, og rampen i bakkant av holdeplassen er trukket nærmere Rådhuset.

Gulating utformes med god oversikt mot omgivelsene, og det skal verken etableres sykkelparkering her eller brukes pullerter og gjerder. Planforslaget viser i hovedsak hvor nivåforskjeller, kanter og møblering skal plasseres, men dette skal konkretiseres i detaljprosjekteringen.



Figur 5-1 Illustrasjonssnitt av holdeplass i Kaigaten ved Gulating og Byparken



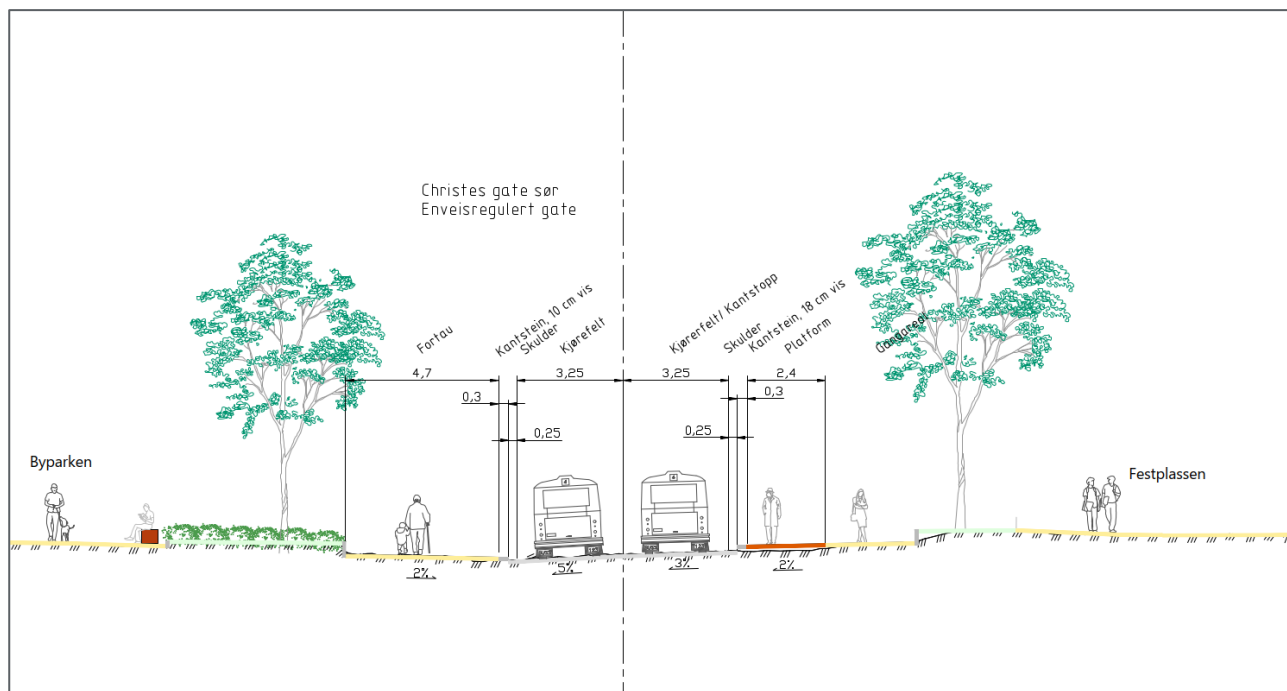
Figur 5-2 Illustrasjon av holdeplass i Kaigaten, sett fra sør-øst

5.2.2 Christies gate

Christies gate sør for Kaigaten er en flott promenadegate som grenser til Bergens viktigste parker og byrom. Store flotte trær står på begge sider av gaten. Gaten krysses av «Den grønne aksen» fra Den Nationale Scene til Nonneseter.

Kjørebanelen reduseres fra to kjørefelt med busslommer til to kjørefelt med kantstopp, noe som gir langt bedre plass til fotgjængere og syklistene. Fortausbredden økes til fem meter på begge sider av gaten. Fortauet mot holdeplassen ved Festplassen får doblet bredde i forhold til i dag, mens fortauet på andre siden økes med vel en meter. Det opparbeides brede gangfelt som knytter sammen aksene mellom Byparken og Festplassen.

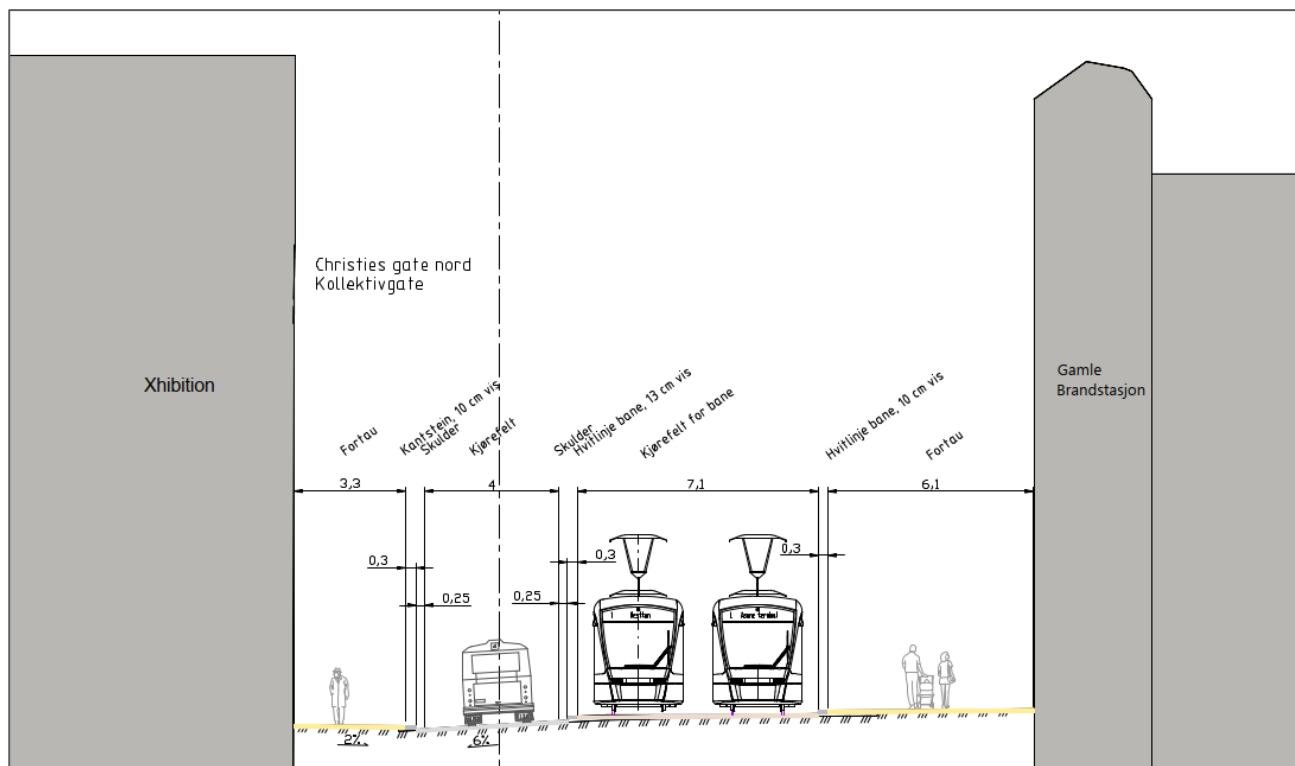
Gaten skal opparbeides med natursteinsdekker på fortauet og kjørevei i storgatestein. Dette vil gi en flott overgang mot Byparken, Festplassen og Permanenten. Eksisterende trær og plantefelt bevarer.



Figur 5-3 Illustrasjonssnitt av Christies gate sør

Christies gate nord for Kaigaten har et smalere tverrsnitt. Gaten har staselige bygg på begge sider, flere av dem er fredet. Mot vest grenser gaten til Rådhusgaten og gatetunet i Starvhusgaten og mot nordøst grenser den til byrommet ved Gamle Rådhus.

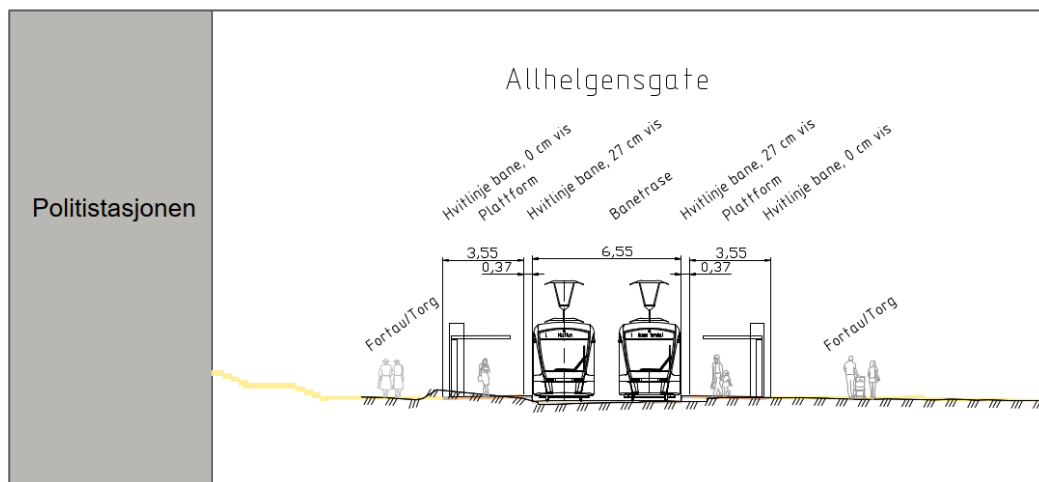
Gatetverrsnittet endres fra tre kjørefelt til et bussfelt og to banefelt. Fortausbredden blir lik. Gaten opparbeides med natursteinsdekker på fortauet og kjørevei og banespor i storgatestein. Kvalitetsdekkene vil understreke gatens flotte bygninger og tilgrensende byrom. Starvhusgaten opparbeides med natursteinsdekke i hele gatetunet, mens Rådhusgaten skal ha kjørevei i storgatestein. Dekket i Rådhusgaten må tåle større belastning på grunn av varelevering. Fremfor Gamle Rådhus opparbeides torget med rullevennlig smågatestein. Dette er et dekke som passer inn med de fredete bygningene og binder sammen torget med byrommet Vågsallmenningen.



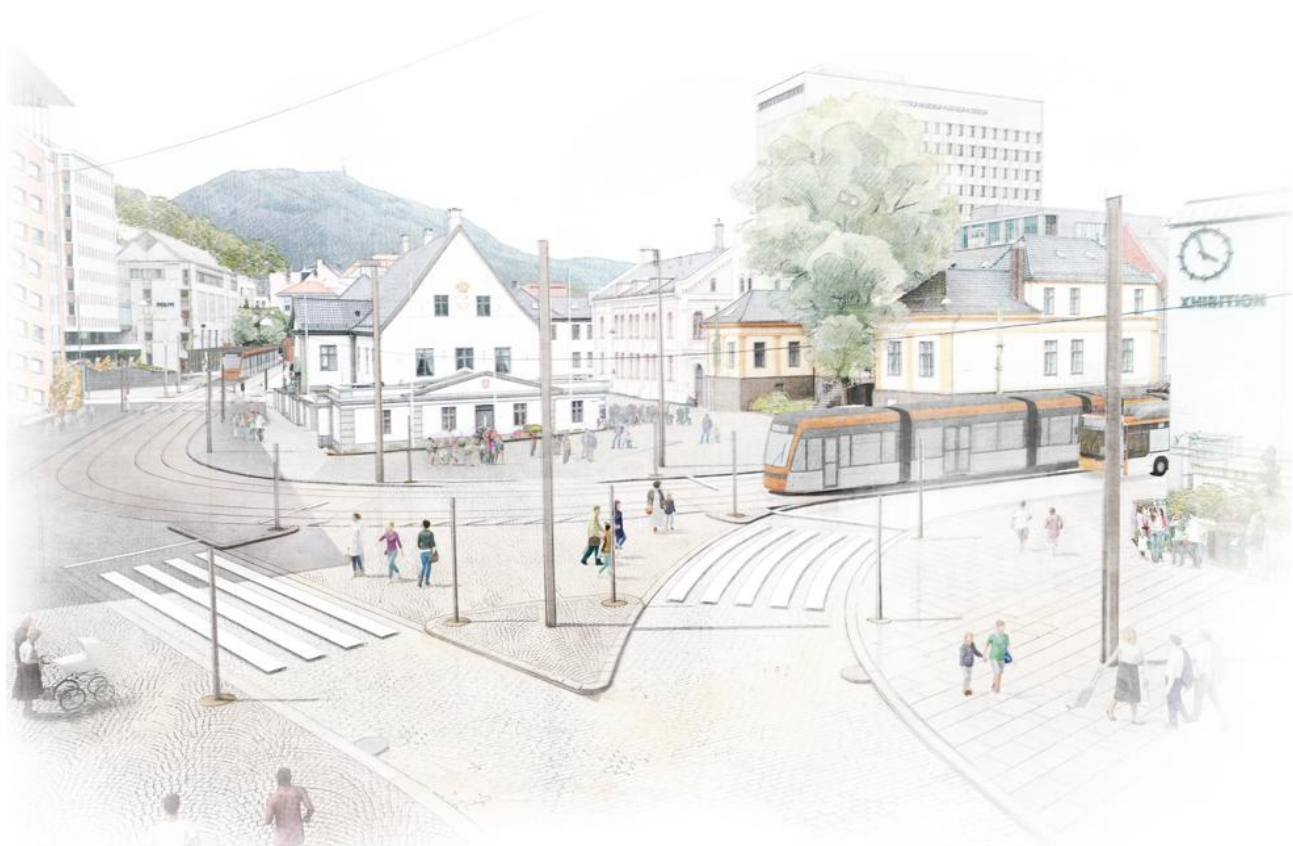
Figur 5-4 Illustrasjonssnitt av Christies gate nord

5.2.3 Allehelgens gate byrom og holdeplass

Holdeplassen ligger sentrert i gateluken og plattformene er integrert i fortauet. Aksen mellom Domkirken og Lille Lungegårdsvann er beholdt åpen, uten konstruksjoner i forbindelse med Bybanen og holdeplassen. Høydene er bearbeidet for å treffe fasadelivet til Magistratbygningen, og dette må påses i detaljprosjekteringen. Den eksisterende rampen inn til politihuset fjernes for å gi plass til passasje bak holdeplassen. Eksisterende trapp erstattes med en ny kombinert trapp/ rampe til inngangspartiet.



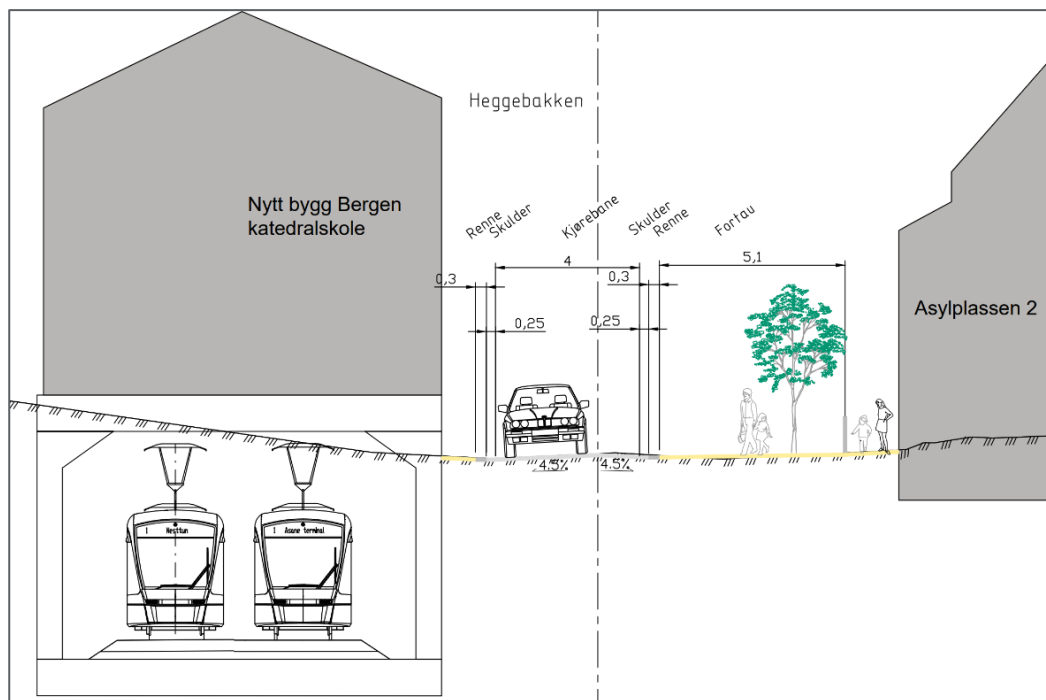
Figur 5-5 Illustrasjonssnitt av holdeplass i Allehelgens gate



Figur 5-6 Illustrasjon av krysset Christies gate x Småstrandgaten X Allehelgens gate, sett fra Småstrandgaten

5.2.4 Heggebakken byrom

Heggebakken ligger på sørsiden av den nye tunnelportalen. Heggebakken har lite trafikk og skal opparbeides med prioritet for fotgjengere. Den reguleres til gatetun etter lyskrysset mot Kong Oscars gate. Gatetunet opparbeides med buesatt smågatestein tilpasset det historiske trehusmiljøet og det fredete Bergen Barneasyl. Langs fasadene legges rullevennlige heller av skifer. Det skal ikke være høydeforskjell mellom areal med smågatestein og skiferheller. Gaten skal oppfattes som et sammenhengende areal prioritert for myke trafikanter. Opparbeidelsen med smågatestein og skiferheller avsluttes øverst i Heggebakken, inn mot hellelagt fortau nord for Katedralskolen. Det skal plantes et tre på fortauet sør for Bergen Barneasyl. Øverst i Heggebakken skal det bygges teknisk rom og trafo. Dette skal innlemmes i en ny natursteinsmur. Fra muren opp til Cappes vei legges en grønn skråning som i dag. I skråningen kan det sås til med blomstereng og det skal plantes et tre.



Figur 5-7 Illustrasjonssnitt av Heggebakken

5.2.5 Tunnelportal med sykkelrampe Sjøgaten

I den høye natursteinsmuren nedenfor Sandviken kirke vil tunnelportalen for Bybanen komme. Over portalen vil det være en rampe som leder syklister og fotgjengere mellom øvre nivå ved Sandviken brannstasjon og nedre nivå, ved eksisterende sykkel tunnel i Sjøgaten. Rampen vil bygges sammen med den reetablerte natursteinsmuren. Baneportalen utformes som buet for å passe bedre sammen med portalen til sykkel tunnelen. Materialbruk og detaljert utforming vil være svært viktig for at sykkelrampen sammen med tunnelportalen kan bli til elementer som tilpasser seg bylandskapet. På innsiden av banen er det satt av noe plass til grøntareal slik at det er mulig å få til klatreplanter på deler av muren som i dag.



Figur 5-8 Illustrasjon av tunnel og sykkelrampe

5.2.6 Sandvikstorget byrom og holdeplass

På Sandvikstorget forsterkes opplevelsen av torgarealet på tvers av både bane og vei. Sandvikstorget vil bli et mer sentralt byrom med bybaneholdeplass og ny utvikling på Kristiansholm. Derfor er det avgjørende å åpne for gangstrømmer i akse mellom Søndre Allmenningen og Kristiansholm.

Det anbefales lav kantsteinsvis og brosteinsdekker i både banespor og kjørebane for å styrke koblingen på tvers av disse og for å kunne lede overvann over banesporet i en flomsituasjon. Materialbruken og utformingen skal styrke lesbarheten til kulturmiljøet som Sandvikstorget er en del av og viktige siktlinjer skal opprettholdes og styrkes.



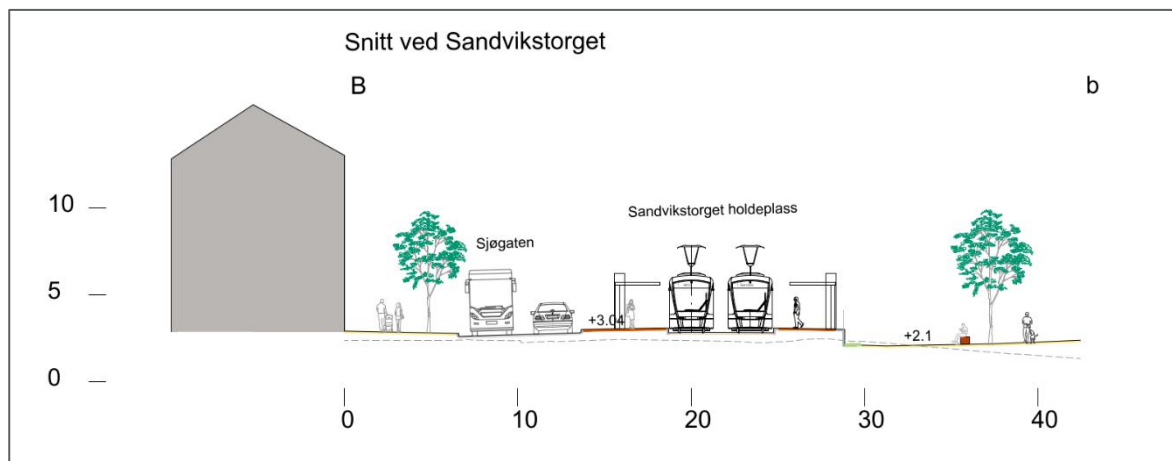
Figur 5-9 Sandvikstorget sett fra sør

Overgangen til brosteinsdekke i kjørebane i sør og nord vil kommunisere en endring i omgivelsene til bilistene og bidra til å øke oppmerksomheten. Nivåforskjeller tas opp med natursteinsmurer og trapper tilpasset kulturmiljøet. Øst for holdeplassen etableres et lite byrom mellom holdeplassen og grenden bak. Dette byrommet vil gi en god overgang mellom private hager og offentlig byrom med holdeplass. Terrenget er bearbeidet for å kunne lede en større del av flomvannet over Sjøgaten enn i dagens situasjon, noe som vil bedre forholdene for flomsonen ved Sandvikstorget 11.

Selve holdeplassen ligger i nordenden av torget. Denne plasseringen unngår å sperre viktige kulturhistoriske siktlinjer. Hensikten med plasseringen og utformingen er at holdeplassen skal bidra til økt byliv og få karakter av torg og møteplass.

I bakkant av nordgående plattform må en høydeforskjell mellom Sandvikstorget og gaten tas opp gradvis. Høydeforskjellen mellom plattformen og fortauet på nedre nivå tas opp med mur og plantefelt, og snarveier

løses med mindre trapper. Høydeforskjellen gjør at det vil bli behov for rekkverk i bakkant av plattformen. Videre nordover mot Kristiansholmkrysset er det lagt inn trerekker på begge sider av gaten, og gaterommet ved holdeplassen vil oppleves romslig og grønt. Bebyggelsen på vestsiden er planlagt med aktive fasader ut mot Sjøgaten og vil bidra med liv til gaten.



Figur 5-10 Snitt holdeplass ved Sandvikstorget sett mot nord. Ny bebyggelse på Kristiansholm til venstre

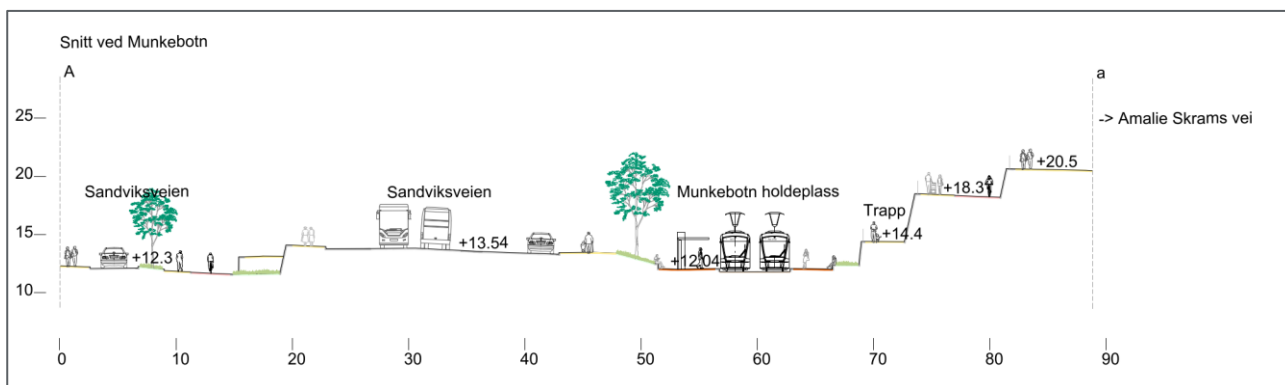
5.2.7 Munkebotn byrom og holdeplass

Holdeplassen etableres mellom grønne omgivelser og natur på nordsiden og en sterkt trafikkert vei på sør- og østsiden. Holdeplassområdet skal ta opp store høydeforskjeller og får preg av et konstruert landskap. Her er det nødvendig å ta hensyn til historisk bebyggelse og alleen tilhørende Brødretomten. Tiltaket forsøker å være en god megler mellom disse hensynene. Det er derfor foreslått et parkmessig preg i tilknytning til veien og den historiske alléen, og i nærheten av naturområdene er det foreslått stedegen vegetasjon og naturhermende beplantning. Vegetasjonen er også viktig for å dempe inntrykket av de mange konstruksjonene i området og tilføre en menneskelig skala til holdeplassområdet.



Figur 5-11 Holdeplass ved Munkebotn (fra modell)

Holdeplassen ligger lavt i terrenget med ny gang- og sykkelbro etablert over baneportalen. For å gi en opplevelse av et åpent landskapsrom er murer og konstruksjoner plassert ut mot sidene, mens terrenget sørover stiger slakere mot alleen til Brødretomten og Amalie Skrams vei. I bakkant av nordgående holdeplass etableres et byrom for reisende som samtidig løser kjøretilkomst til tekniske rom bygget inn i muren i bakkant. Det etableres gangkobling opp mot Amalie Skrams vei med stigning på 1:15, og det etableres i tillegg snarveier i form av trapper opp på gang- og sykkelbroen og videre opp mot Fjellveien. Gangkryssingen over spor og Sandviksveien sør for holdeplassen vil gjøre området mye mer tilgjengelig og lesbart for gående og syklende. Det etableres også trapper opp fra nordgående bussholdeplass og opp på broen, som kobles sammen med snarveien opp i retning Fjellveien. Vest for holdeplassen etableres snarveier ned til sykkelvei og fortau med både trapp og rampe.



Figur 5-12 Snitt igjennom Munkebotn holdeplass sett mot nord

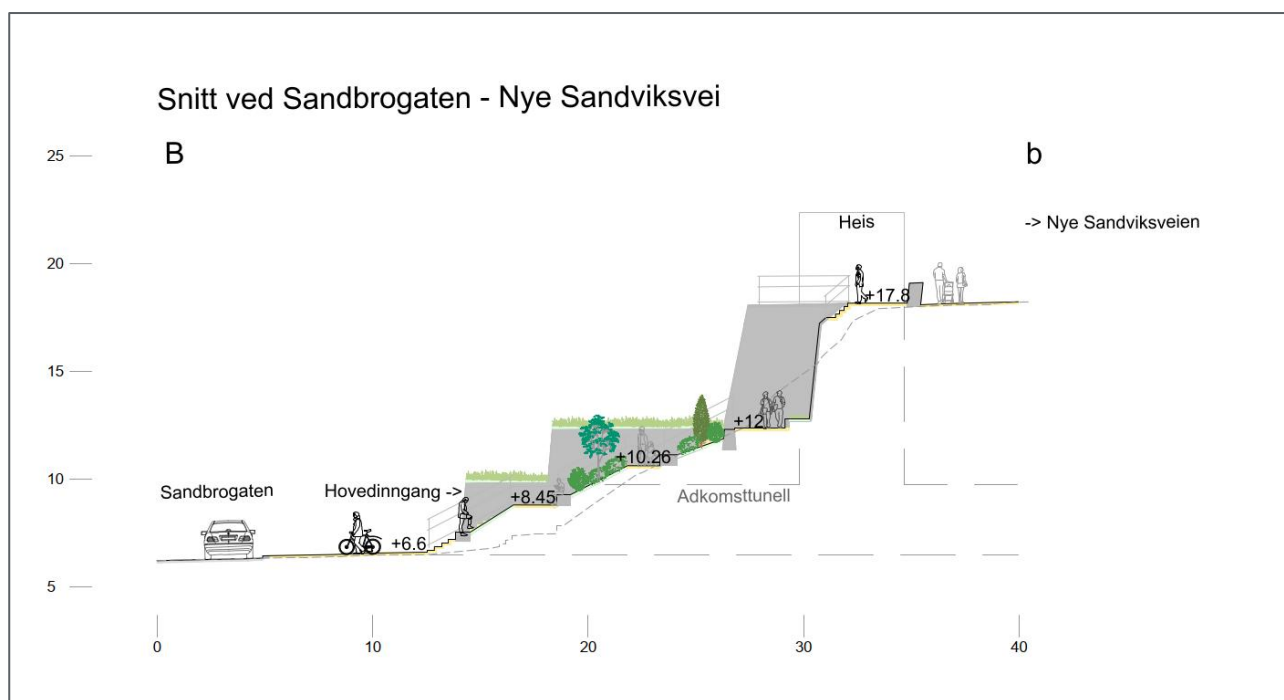
5.2.8 Inngang Sandbrogaten

Inngangen til den underjordiske holdeplassen er plassert inn i terrenget mellom Sandbrogaten og nye Sandviksvei. Plasseringen innebærer at nivåforskjeller må tas opp med murer, og adkomstbygg og tekniske bygg integreres i disse.

Sandbrogaten opparbeides som torg fra krysset mot Øvre Dreggsallmenningen og frem til adkomstbygget for å lede reisende inn. Reisende vil også komme via Kroken, og adkomstbygget vil være godt synlig også herfra. Trappeforbindelsen opp mot Nye Sandviksveien oppgraderes og opparbeides med parkmessig preg. I tillegg har den skisserte løsningen en heis mellom de to nivåene noe som bedrer tilgjengeligheten i området. Oppe ved Nye Sandviksveien etableres et lite torg med adkomst til trappene og heis. Det legges til rette for sykkelparkering på begge nivåer. Materialbruken tilpasses den kulturhistoriske konteksten av hensyn til nærheten til Sverresborg og Bergenhus.

Byrommet i Sandbrogaten opparbeides med natursteinsdekker og soner for opphold, beplantning og sykkelparkering. Byrommet vil også fungere som kjørbare adkomst til eiendommene og for drift av adkomstbygget og holdeplassen. Det anbefales bruk av lav kantstein, vannrenner og møbleringssoner for å skille kjørbare områder fra gangarealer. Det anbefales å etablere regnbed og natursteinsdekker i løsmasser for å tilføre grunnvann til kulturlag i grunnen i Sandbrogaten.

Sikringstiltak for Forsvarets tilstøtende bygninger ivaretas gjennom bestemmelsene med krav til sikringstiltak i bygg, anlegg og eiendom.



Figur 5-13 Terrengsnitt Sandbrogaten - Nye Sandviksveien



Figur 5-14 Inngang Sandbrogaten sett fra sør

5.2.9 Inngang Fredens bolig

Inngangen ved Fredens Bolig etableres i nedre del av parken, som medfører at dette området blir utilgjengelig i byggefasen, men vil reetableres. Det skisserte forslaget viser et adkomstbygg lagt inn i det skrånende terrenget for å kunne reetablere ballbanen over konstruksjonen i etterkant. Bygget trekkes bakover fra dagens fortau og skaper et lite byrom i forkant av bygget for å gi plass både byggets fasade og til de reisende. Her etableres sykkelparkering og dagens bussholdeplass videreføres.

Det vil bli behov for en større konstruksjon for utkast av luft og dette vil bli et fremmedelement i landskapet. Tiltaket vil kompenseres med stedstilpasset materialbruk av høy kvalitet og plasseringen i tilknytning til fotballbanen integrerer denne i anlegget slik at den også får en funksjon som gjerde eller skjermvegg. Parkstrukturen med trapper og gangveier opp langs murene er gjenskapt, og dette muliggjør en trinnfri gangvei opp i parken. Parktrær erstattes for å videreføre dagens parkpreg. Eksisterende murer skal i størst mulig grad bevares og stein og portstolper gjenbrukes.

Ladegårdsgaten får gatesteinsdekke i området foran adkomsten for å gjøre kjørende mer oppmerksomme på omgivelsene, da det vil bli mer gangtrafikk i området enn i dagens situasjon.



Figur 5-15 Inngang ved Fredens bolig, Ladegårdsgaten

5.2.10 Holdeplass i tunnel

For informasjon om teknisk utforming av holdeplass henvises det til tekst i kap 4.1

Utformingen av publikumsarealene og den samlede opplevelsen i det underjordiske anlegget er sentral – det skal oppleves attraktivt å reise kollektivt, også uten tilgang til dagslys. Det tilstrebes derfor høy kvalitet, på nivå med, eller bedre enn, Bybanens holdeplasser ved Haukeland og Flesland. Materialvalg, lyssetting og øvrige arkitektoniske grep vil være viktige tema som må utredes videre i neste fase.

Fra mesaninplanet føres passasjerene videre til to fullverdige publikumsutganger, henholdsvis til Sandbrogaten (nedre adkomst) og Fredens Bolig (øvre adkomst).

5.3 Vegetasjon og trær

Naturstrategien for Bergen, vedtatt av Bergen bystyre 29. mars 2023, har følgende visjon: *“Bergen er Norges grønneste storby – vi sikrer naturen plass og styrker naturen i byen”*. Samtidig vil hensynet til historisk kontekst og siktlinjer begrense hvilke steder langs strekningen det er aktuelt med større, grønne innslag. Hensynet til kulturhistoriske sammenhenger og eksisterende kulturmiljø tilsier at eksisterende trær i størst mulig grad bevares, i tråd med føringene i Bergen kommunes kulturminnestrategi *«Identitet med særpreg – Kulturminnestrategi for Bergen»* (Bergen bystyre 19.06.2019).

Trær i Byparken berøres ikke, men seks trær nord foran Gulating må fjernes. Et av disse kan flyttes til ny plassering mellom Starvhusgaten og Kaigaten.

Tre trær i Allehelgens gate felles, samt ett til tre trær i Nygaten. I Heggebakken er det foreslått å plante en hegg. Øverst i Heggebakken må tre trær felles.

Det er foreslått nye trær der planen gir rom for det. Foran Småstrandgaten 3 er det tegnet inn en trerekke og foreslått at det nye torgarealet foran Exhibition detaljeres videre i neste fase. Hensikten er at utformingen skal

gi bedre rammer for byliv. Det er rom for møblering, sykkelparkering, vegetasjon og annet som bidrar til bylivet. Siktaksen mot Det Gamle Rådhuset skal ivaretas.

I forbindelse med etablering av utgang fra holdeplass i tunnel ved Sandbrogaten må to trær ved Dr. Wiesener felles/flyttes. Ved utgang fra holdeplass ved Fredens Bolig må det felles 11 trær i parkarealet. Nye trær må plantes for å erstatte de gamle og å bevare parkpreget også i ny situasjon.

Ved tunnelmunningen ved Sjøgaten må det felles 9 trær, og her er det i tillegg flere store gamle trær som kan få skader som følge av anleggsarbeider og senket grunnvannstand i byggeperioden. Videre må det felles til sammen 24 trær fordelt på Sandviksveien og Sjøgaten, samt ved ny holdeplass ved Munkebotn.

Ved Kristiansholmkrysset i Sandviken, der det rives og etableres ny bebyggelse, gir plangrepet vesentlig bredere fortau. Her er det foreslått å plante trekker ytterst på fortauene mellom kjørebane og gangsonen på fortauene. Hensikten med dette er blant annet å dempe det visuelle inntrykket av det brede kjørebanelteversnittet.

Holdeplassen ved Munkebotn tilfører en ny funksjon i området som tiltrekker seg mange mennesker. Det er foreslått mye vegetasjon i utformingen av holdeplassområdet for at det skal harmonere best mulig med omgivelsene i dette området. Holdeplassen er foreslått med parkpreg mot alleen og ned mot Sandviksveien, og med naturpreg opp mot fjellsiden. Det er viktig å unngå invaderende arter i området da disse kan spre seg ut i naturen.

6 Kulturminner

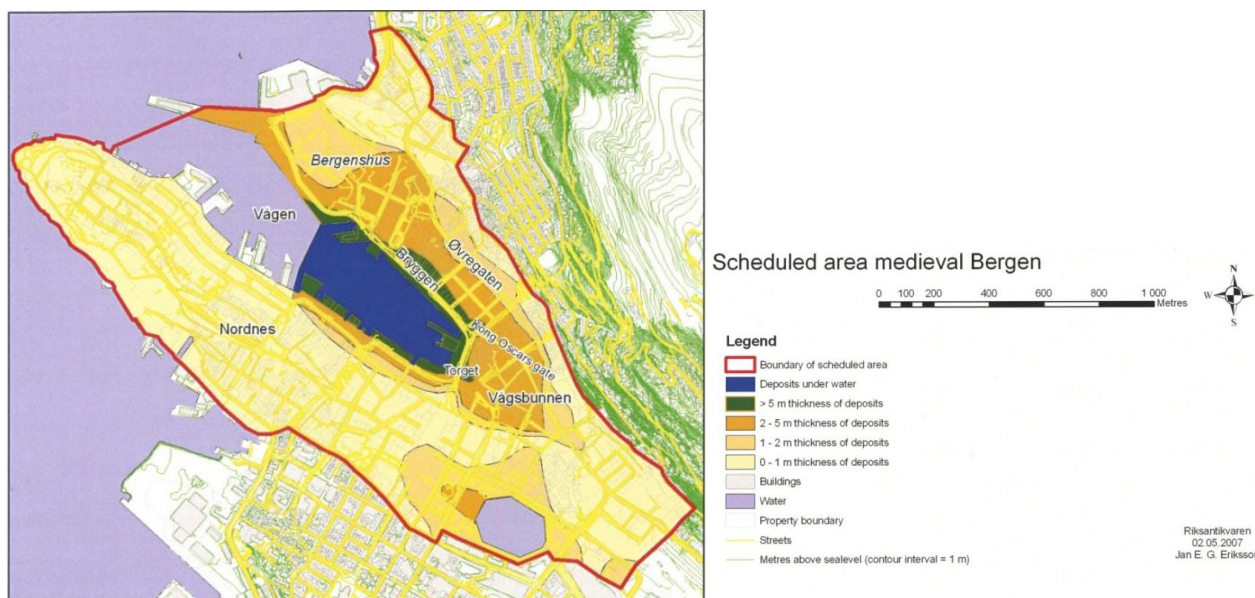
6.1 Særskilte forhold, kulturlag og arkeologi

Planlagt bybanetrasé ligger innenfor fredet bygrunn. Arkeologiske lag, eller kulturlag, i sentrum ligger innenfor det automatisk fredete kulturminnet middelalderbyen Bergen, jf. kulturminneloven (kml) § 4a. Etter kml § 3 er det forbud mot inngrep i automatisk fredete kulturminner med mindre det foreligger særskilt tillatelse etter kml § 8. Formelt sett er dermed yngre kulturlag del av det automatisk fredete kulturminnet som har sin legitimitet i de middelalderske avsetningene, og det er Riksantikvaren som avgjør hvorvidt de yngre kulturlagene er bevaringsverdige, ut fra hensynet til underliggende, eldre lag. Disse kulturlagene inneholder mye organisk materiale, og er avhengige av anaerobt miljø for å bevares. Et slikt miljø opprettholdes best ved et stabilt grunnvannsnivå. Ved tilførsel av oksygen kan det organiske materialet gå i forråtnelse og komprimeres kraftig. Dette gir ikke bare et tap av kulturminneverdier som ikke kan erstattes, det kan også føre til at grunnen som deler av byen er bygget på, får setningsskader.

Det har derfor vært et mål i arbeidet med reguleringsplan og teknisk forprosjekt å unngå eller minimere inngrep i kulturlag, samt unngå og begrense virkninger for grunnvannsnivået. For ytterligere informasjon om kulturlag vises det til kap. 2.1 Kulturhistoriske forutsetninger.

Etter innspill fra arbeidet med KUVA-rapport (RA-B-002 KUVA) er det også undersøkt om det kan utføres kompensierende tiltak som kan bedre tilstanden for kulturminneverdier. For kulturlag vil dette være tiltak som bidrar til og sikrer stabil grunnvannsstand, og dermed bedrer bevaringsforhold.

Dette kapitlet omhandler tema og strekninger hvor kulturminneverdier har vært førende for valg av tekniske løsninger.



Figur 6-1 En generell oversikt over kulturlagstykkelser i middelalderbyen Bergen (id 89049) basert på arkeologiske registreringer og andre kilder er publisert i en rekke utforminger. De oppgitte tykkelser på kulturlag samsvarer ikke nødvendigvis med forekomst av automatisk fredede kulturminner (Riksantikvaren)

6.2 Gravedybder

Planlagt gravedybde for fremtidig fjernvarme- og VA-anlegg, banetrase og veianlegg, master for kontaktledningsnett og belysning, trær, samt fortau og torg er vist på tegning BT5-T-B1-X-0101 og BT5-T-B2-X-0104. De ulike fargekodene angir antatt gravedybde innenfor respektive areal. Gravedybdene er angitt utfra prosjektets kunnskapsgrunnlag i denne planfasen. De angitte gravedybdene forutsetter at underliggende eksisterende masser er stabile slik at det ikke vil være behov for ekstra masseutskifting. Dersom grunnforholdene viser seg å gi behov for stabiliseringstiltak, skal tiltak som ivaretar planlagt gravedybde prioriteres. Ved dypere graving enn angitt i tegning BT5-T-B1-X-0101 og BT5-T-B2-X-0104 må dette godkjennes hos rette kulturmiljømyndighet.

Langs banetraseen vil det være behov for etablering av langsgående og kryssende infrastruktur. Dette vil bli detaljert i byggefasen. Fargekodene i tegningene angir derfor gravedybder opptil 4 meter for å synliggjøre dette forholdet, med ulik farge for hver halve meter. Den generelle gravedybden for banetraseen er vist med 1,0 til 1,5 meter, men vil i hovedsak avgrenses til 1.0 meter.

I gater der det er vesentlige endringer av kjørefeltbruk viser tegningene en gravedybde på 0,5 til 1,0 meter. Dette er gjort for å synliggjøre usikkerhet knyttet til kvalitet på eksisterende overbygning. Der det er mulig å unngå utskifting av denne, vil dybden kunne avgrenses til 0,5 meter såfremt det ikke er behov for langsgående eller kryssende infrastruktur. I gater og sideveier hvor det er tilpasning av eksisterende tverrfall og kjørebane er gravedybden satt til 0 til 0,5 meter.

Gravedybder er vurdert for hovedanlegg for infrastruktur langs delstrekningen. Det er vist graving også for traseer som foreslås etablert med gravefri metode for å synliggjøre eventuelt gravebehov. Gravedybde for VA-anlegg tilhørende Bybanens dreneringssystem, lokalisering av sandfang og stikkledninger langs fortaus- og sykkelareal samt eventuelt behov for omlegging av private vann- og avløpsledninger er ikke vurdert. Det skal være adkomst til all infrastruktur i ettertid. Dette kan medføre behov for etablering av permanent grøfteavstivning for kryssende ledningsanlegg med varerør. Lokalisering av grøfteavstivning er vist i BT5-T-B1-X-0101 og BT5-T-B2-X-0104. Utførelsen skal være av typen nedgravd betongstøttemur som vist i VA-rammeplan. Eventuelt andre metoder kan vurderes ved detaljprosjektering, men metoden skal da ha som hensikt å redusere inngrepet og ikke gå dypere enn fundament i grøft.

Infrastruktur som skal knyttes til eksisterende anlegg er i stor grad låst til dagens ledningsnivå og gravedybde. I områder med verdifulle kulturlag skal gravearbeid begrenses i den grad det er mulig.

6.3 Drenering fra tunnel

Et langsgående tunnelløp kan medføre endringer i grunnvannsregimet i området. Hvis tunnelløpet drenerer grunnvann og dermed reduserer mating til grunnvannet i Bergen sentrum, kan dette få følger for kulturminneverdiene i byen. Dette gjelder særlig organiske kulturlag som er avhengige av stabilt grunnvannsnivå og anaerobe forhold for å unngå forråtnelse og komprimering. Tilførsel av luft i disse kulturlagene kan medføre setninger, som også kan få følger for kulturminneverdier på overflaten. Utbredelsen av automatisk fredede kulturlag i Bergen er definert av kulturminneid 89049. Kulturlagene er særlig tykke i områder som er utfyllt i sjø fra middelalder av, som på Bryggen og i Vågsbunnen. Under verdensarvstedet Bryggen er dessuten disse lagene i stor grad sammenhengende og uforstyrret, i motsetning til resten av byen hvor de er mer fragmentert av fundamentering for bygninger og veier, og infrastruktur i grunnen. For tiltak for å unngå og begrense endringer i grunnvannsnivå vises det til kap.8.2 hydrogeologi.

6.4 Tunnelpåhugg Heggebakken

I Heggebakken og under Katedralskolens K-bygg og N- bygg (Østfløyen og Heggebakken 2) blir det omfattende inngrep i automatisk fredet bygrunn, i et område med store kulturminneverdier. Bygningene må fjernes. Under bygningsavtrykket etableres kulvert med rørsput, delvis ut i, og parallelt med Heggebakken. Den vanntette rørsputen følger banetraseen til den har tilstrekkelig bergoverdekning, og er således en smal byggegrop, sammenlignet med tiltakets størrelse. Rørsputen må imidlertid forankres i massene på skrå ut fra rørene, før kulvert er kommet så langt inn mot påhugg, og dypt nok, at tverrstag kan brukes mellom spuntveggene

Store inngrep i organiske kulturlag og påhugg i berg kan ha følger for grunnvannsnivå. Endringer i grunnvannsnivå, som følge av at organiske lag fjernes, eller at nytt bergrom reduserer mating av grunnvann fra fjellsiden, kan påvirke kulturlag i et større område. Dette er særlig aktuelt vestover mot Vågsbunnen, hvor det i økende grad vil være organiske kulturlag avhengige av et stabilt grunnvannsnivå. For byggegropen, påhugg og selve tunnelen skal det, som for øvrige tiltak i grunnen, foreligge plan for tiltak for beskyttelse mot senkning av grunnvannstand, jamfør planens bestemmelser. Det vises til kap 8.2. for hydrogeologiske vurderinger.

6.5 Utgang Sandbrogaten

Sandbrogaten har svært verdifulle kulturlag under gateløpet og i tilstøtende områder på Koengen. Organiske kulturlag ligger generelt fra 1,5 meter under overflaten, middelalderske lag begynner generelt fra 2 meter nede i grunnen, selv om det er påvist at de kan treffes grunnere, rundt 1,4 meter nedi grunnen utenfor Sandbrogaten 5. I perioder i anleggsfasen vil det være behov for utkjøring av sprengsteinsmasser fra adkomsttunnel via Sandbrogaten. Dette skyldes nivåforskjell for adkomsttunnel og dagens jernbanetunnel, hvorfra det meste av tunnelmassene vil tas ut via anleggsområdet på Koengen jernbaneområde.

Grunnvannet fluktuerer rundt overgang til middelalderske kulturlag. Kulturlag i «tørrlagt» sone er i generelt dårlig tilstand. Dette kan gjelde de høyestliggende middelalderske lagene noen steder. I fluktuasjonssonen befinner det seg både middelalderske og etterreformatoriske lag. Fluktueringen av grunnvann er uheldig for bevaring av disse lagene. Regulerte regnbed i Sandbrogaten vil kunne bidra positivt til grunnvannsnivået, sammen med brosteinsdekke i sand, som gir bedre infiltrasjon.

For byggegropen til forskjæringen til atkomsttunnelen skal det, som for øvrige tiltak i grunnen, foreligge plan for tiltak for beskyttelse mot senkning av grunnvannstand, jamfør planens bestemmelser. Det vises til kap 8.2. for vurderinger som gjelder hydrogeologi.

7 Vei og anlegg

Det blir store endringer av trafikksystemet i hele Bergen sentrum som i større og mindre grad har sammenheng med etablering av Bybanen. Den helhetlige trafikkløsningen for sentrumsområdet er beskrevet i innledende kapittel 1.2. Tiltakene som omtales i denne planen er avgrenset til planområdet, samt noen tilstøtende områder/gater der det er nødvendig med mindre endringer innenfor regulert trafikkareal for å kunne gjennomføre planen.

I noen tilfeller har det vært behov for å søke fravik fra enkelte av vegnormalenes krav for å kunne gjennomføre løsningene i planen. Samlet oversikt over fravikssøknader og status for disse er tatt inn i kapittel 12. Fravik er også tatt med i omtale av hver enkelt gate.

7.1 Vei og gate

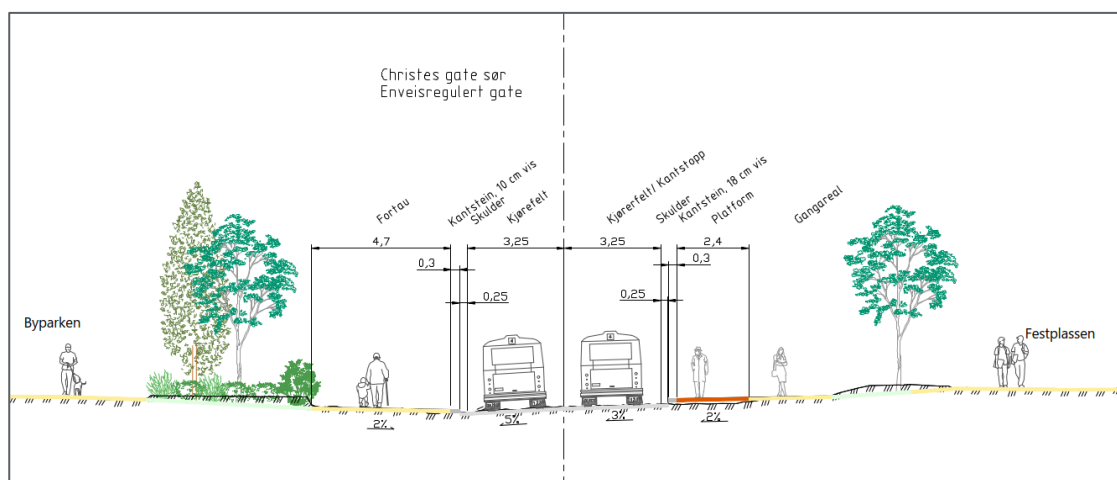
Dette kapitlet inneholder en beskrivelse av eksisterende forhold og planlagte endringer for alle berørte gater. De beskrevne endringene tar utgangspunkt i Trafikkplan Sentrum som beskrevet i innledende kapittel 1.2. Endelig løsning utarbeides i samarbeid med veieier i byggeplanfasen. Tekst som beskriver eksisterende forhold, står i *kursiv*. Fravik fra vegnormaler er omtalt under hver enkelt gate der det er aktuelt.

7.1.1 Sentrum

Christies gate – sør, Ev16

Christies gate mellom Lars Hilles gate og Kaigaten er i dag enveisregulert mot nord og har to gjennomgående kjørefelt der det høyre kjørefelt er regulert som kollektivfelt. Gaten har fortau på begge sider samt to lengre busslommer langs Festplassen med tilhørende plattform for buss. Skiltet fartsgrense er 30 km/t.

Planlagt gate blir midtstilt med to kjørefelt, der høyre kjørefelt har kantstopp. Høyre kjørefelt vil også fungere som høyresvingefelt for bussene som skal inn i Kaigaten. Gaten skal primært være en kollektivgate, men vil også være åpen for lokal atkomsttrafikk. Gaten vil ha en fortausbredde på 5-6m på begge sider. Det vil være opphøyd gangfelt ved Rasmus Meyers alle og Blomsterpaviljongen, disse skal signalreguleres. Kantstopp vil ha plattform mot Festplassen med 18 cm vis.



Figur 7-1 Snitt Christies gate

Kryss Christies gate - Kaigaten skal signalreguleres og er omtalt i kapittel 7.3.1

Valg av materialbruk i gategrunn omtales i kapittel 5.1.1

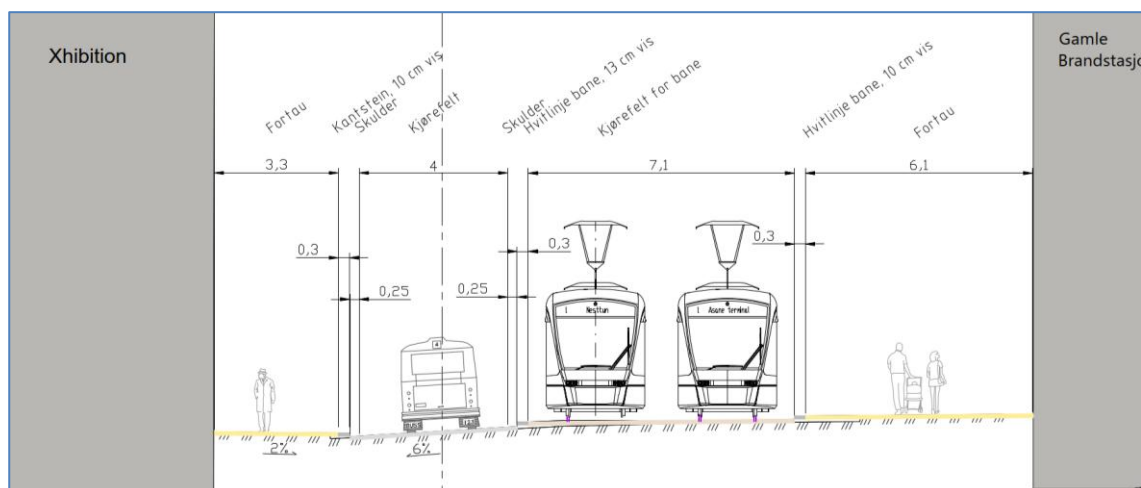
Det er behov for følgende fravik i gateløpet:

- Fravik for bredde på gangfelt ved Festplassen
- Fravik for resulterende fall under 1,5%

Christies gate – nord, fv.577

Christies gate mellom kryss Kaigaten - Starvhusgaten og kryss Allehelgens gate - Småstrandgaten har to kjørefelt frem til Rådhusgaten og deretter tre kjørefelt. Langs venstre kjørefelt er det etablert en kort lasteplass samt kantsteinsparkering for funksjonshemmede. Skiltet fartsgrense er 30 km/t.

Det etableres kollektivgate for Bybanen i høyre og midtre kjørefelt. I venstre kjørefelt etableres ett eget felt på 3,75m inkludert skulder for buss. Atkomsttrafikk tillates frem til Rådhusgaten. Tilkomst for historiske utrykningskjøretøy til/fra portrom i Gamle brannstasjon skal opprettholdes ned nedsenket kantstein inn i banesporet og opphøyet kjøreareal. Fortau etableres langs begge sider av gaten.



Figur 7-2 Normalprofil Christies gate

De signalregulerte kryssene/ krysningspunktene i gaten omtales i kapittel 7.3.1.

Valg av materialbruk i gategrunn omtales i kapittel 5.1.1

Det er behov for følgende fravik i gateløpet:

- Det er søkt om fravik for rekkverk mellom bane og vei, fraviket er godkjent av VLFK
- Fravik for kantsteinshøyde mot fortau ved gamle brannstasjonen
- Fravik for resulterende fall mindre enn 1,5%
- Fravik for kryssing av 3 kjørefelt uten trafikkøy på gangfelt ved Rådhusgaten

Rasmus Meyers allé, kv.

Gaten er enveisregulert fra Christies gate mot øst i dag, men har lite trafikk. Syklende tillates å kjøre mot enveisreguleringen. Det er etablert fortau mot sør, mot nord er gaten avgrenset av Byparken.

Gaten beholder dagens funksjon og regulering med enveiskjøring mot øst der syklende tillates kjøring mot reguleringen. Krysset Rasmus Meyers alle utformes som avkjørsel mot opphøyd gangkryssing i Christies gate.

Det er behov for følgende fravik i gateløpet:

- Utforming av kryss som avkjørsel

Nordahl Bruns gate, kv.

Gaten er enveisregulert mot Christies gate/ sør i dag, er åpen for allmenn ferdsel og har noe busstrafikk. Det er skiltet vikeplikt for Christies gate og etablert fortau på begge sider.

Gaten beholder dagens funksjon, men reguleres med enveiskjøring mot vest.

Valg av materialbruk i gategrunn tilpasses dagens situasjon.

Det er behov for følgende fravik i gateløpet:

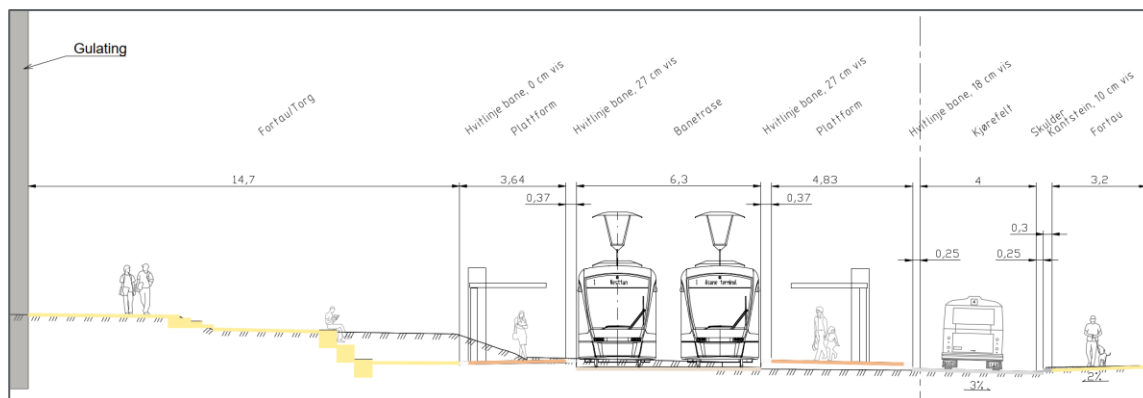
- Fravik for resulterende fall på under 1,5%

Kaigaten, fv.577

Gaten har i dag bybanetrasé, der busstrafikk tillates i retning mot øst sammen med bane frem til Peter Motzfeldts gate. Videre østover er det eget kjørefelt åpen for allmenn ferdsel for å gi tilkomst til sidegater. Skiltet fartsgrense er 40 km/t.

Det er planlagt ny holdeplass for Bybanen i nordre del av gaten, holdeplassen blir sakset. Buss får et eget felt fra Christies gate frem til Peter Motzfeldts gate. Fra Peter Motzfeldts gate vil funksjon med busstrafikk i banespor i østlig retning opprettholdes. Eget felt for allmenn ferdsel fra Peter Motzfeldts gate mot øst beholdes som i dag.

Geometrien for ny banetrasé endres vest for Peter Motzfeldts gate. I krysset mot Christies gate etableres en plassdannelse mellom banetraseen og kollektivgaten i form av et større gangareal som smalner av mot sør og avsluttes ved Peter Motzfeldts gate. Det etableres 3 krysningsspunkt over bane som ikke skal signalreguleres.



Figur 7-3 Normalprofil Kaigaten

De signalregulerte kryssene/ krysningpunktene i gaten omtales i kapittel 7.3.1. Valg av materialbruk i gategrunn omtales i kapittel 5.1.1.

Det er behov for følgende fravik i gateløpet:

- Fravik for lengde på gangfelt ved Peter Motzfeldts gate
- Fravik for resulterende fall på under 1,5%

Starvhusgaten, fv.577

Bybanens endeholdeplass for linje 1 opptar hele gateløpet som i dag er stengt for all annen trafikk.

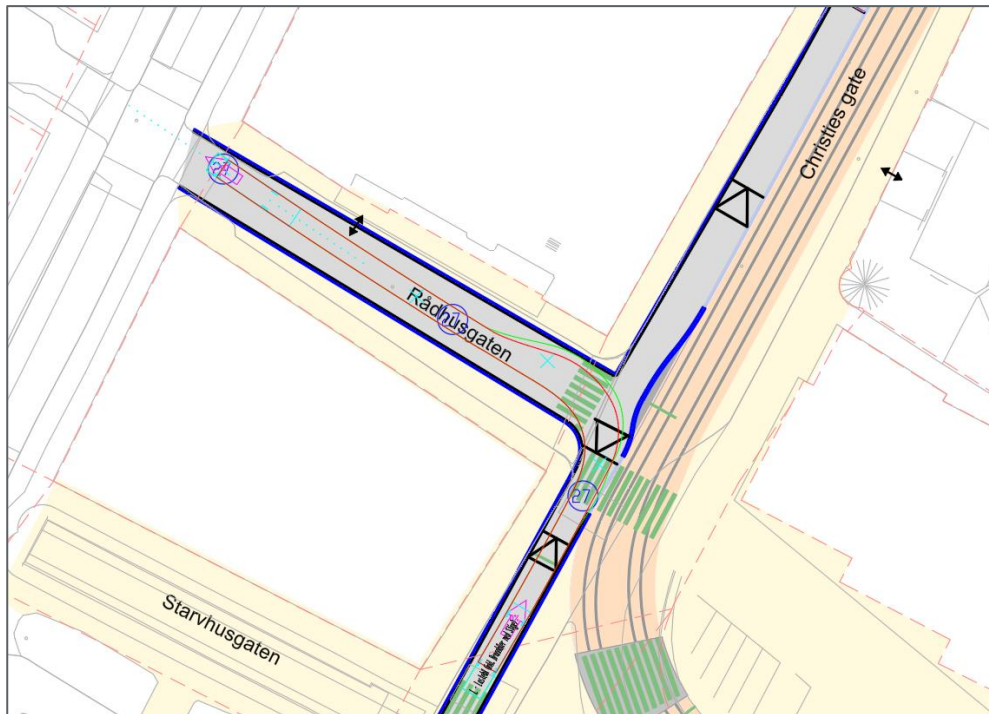
Gaten blir utformet som torg og stengt for biltrafikk med kantstein mot Christies gate.

Valg av materialbruk i gategrunn omtales i kapittel 5.1.1

Rådhusgaten, kv.

Gaten har i dag to kjørefelt med toveis trafikk for allmenn ferdsel. Det er fortau på begge sider av gaten.

Rådhusgaten reguleres med trafikk i en retning mot vest. Utkjøring skjer til venstre gjennom Olav Kyrres gate. Vareleveringstrafikk kan også fortsette rett frem i sløyfe via Torgallmenningen til vestre del av Starvhusgaten og ut i Olav Kyrres gate derfra, se Figur 1-22. Kryss med Christies gate strammes opp og signalreguleres. Det blir behov for mindre tilpasninger mot resten av gateløpet.



Figur 7-4 Sporingskurve for 12 m lastebil fra Christies gate til Rådhusgaten.

Gaten vil kunne benyttes av 12 m lastebil, se sporingskurve i Figur 7-4 over. De signalregulerte kryssene/ krysningpunktene i gaten omtales i kapittel 7.3.1. Valg av materialbruk i gategrunn tilpasses dagens situasjon.

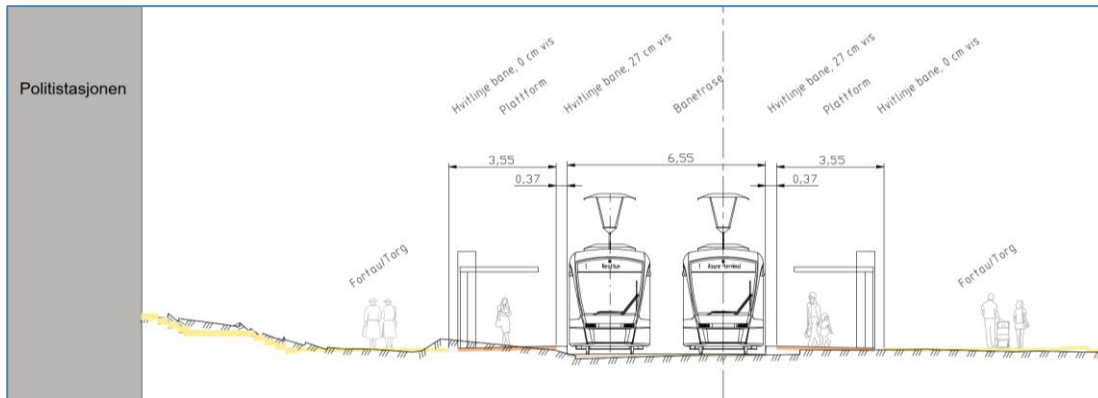
Det er behov for følgende fravik i gateløpet:

- Fravik for resulterende fall mot påkobling i Christies gate/ banetrasé
- Fravik for avstand fra gangfelt til gatekryss

Allehelgens gate, fv.585

Gaten har toveistraffikk med tre kjørefelt i dag, to mot nord og ett mot sør. Høyre kjørefelt mot nord har kantstopp for buss. Det er fortau på begge sider av gaten. Skiltet fartsgrense er 30 km/t.

Allehelgens gate planlegges med sportrasé i eksisterende kjørebane. Det etableres ny holdeplass med parallelle plattformer utenfor dagens politistasjon og Magistratbygningen. Det blir tillat med buss i spor fra Kong Oscars gate til Småstrandgaten som medfører buss i banespor i retning Allehelgens gate. Det etableres en stor trekantet trafikkø for myke trafikanter i nordenden av gaten som en del av plassdannelse i området Xhibition - Det gamle Rådhus – Vågsallmenningen.



Figur 7-5 Normalprofil Allehelgens gate

Krysset Allehelgens gate - Christies gate - Småstrandgaten signalreguleres, se kapittel 7.3.1. Valg av materialbruk i gategrunn omtales i kapittel 5.1.1.

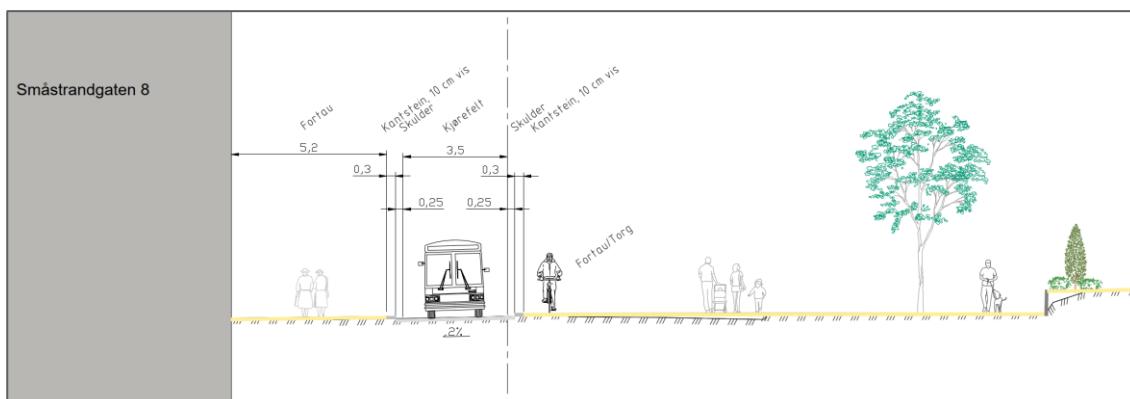
Det er behov for følgende fravik i gateløpet:

- Fravik for sikt til kryss, KL mast i siktsonen – sikthinder over 15 cm
- Fravik for sikt til gangfelt, KL master i siktsonen
- Fravik for sikt til kryssingspunkt for gående ved holdeplass Allehelgens gate

Småstrandgaten, fv.577

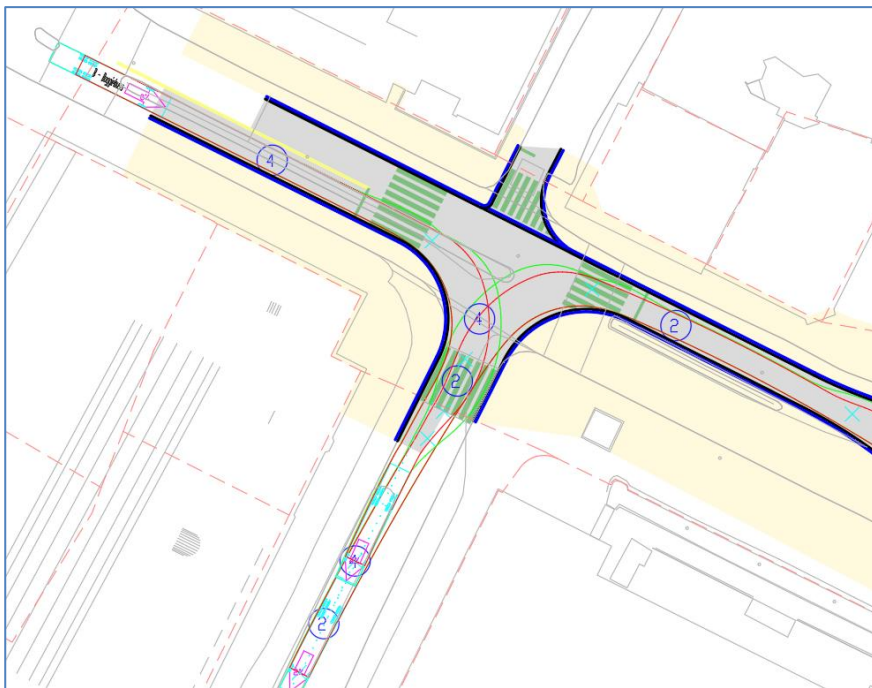
Gaten har 3-4 kjørefelt i dag, hvorav ett mot sør, to mot nord supplert av venstresvingefelt for buss inn i Olav Kyrres gate. Gaten er åpen for allmenn ferdsel mot nord, men kun tillatt for buss og taxi mot sør. Det er fortau på begge sider av gaten og kantstopp for buss ved Xhibition i retning sør. Skiltet fartsgrense er 30 km/t.

Småstrandgaten planlegges med ett kjørefelt på 4m inkludert skulder fra Allehelgens gate mot Småstrandgaten frem til krysset med Olav Kyrres gate.



Figur 7-6 Normalprofil Småstrandgaten

Kjørefeltbredden i gaten er satt til 4 m for å sikre at buss som svinger inn i Olav Kyrres gate ikke kommer i konflikt med møtende kjørefelt/, se sporingskurver i Figur 7-7.



Figur 7-7 Sporingskurver for 15 m buss fra Småstrandgaten til Olav Kyrres gate.

De signalregulerte kryssene/ krysningpunktene i gaten omtales i kapittel 7.3.1

Valg av materialbruk i gategrunn omtales i kapittel 5.1.1

Det er behov for følgende fravik i gateløpet:

- Fravik for resulterende fall langs banetraseen kan bli under 2 %
- Fravik for bredde på gangfelt i krysset med Allehelgens gate

Olav Kyrres gate, fv.585/ kv.

Olav Kyrres gate sør har i dag to enveiskjørt kjørefelt i retning sør for buss i rute. Skiltet fartsgrense er 30 km/t. I nord har den et smalt gateløp med toveistrafikk som er åpen for allmenn ferdsel. Fartsgrense 30km/t

Dagens løsning i Olav Kyrres gate sør føres videre. Geometri tilpasses ny løsning i krysset med Småstrandgaten. I Olav Kyrres gate nord blir kjøring kun tillatt for varelevering.

Kryss med Småstrandgaten signalreguleres, se kapittel 7.3.1

Det er behov for følgende fravik i gateløpet:

- Fravik for resulterende fall ved tilpasning til eksisterende gate

Domkirkegaten, kv

Gaten har i dag et bredt gateløp med to kjørefelt som er åpen for allmenn ferdsel. Gaten har parkeringsplass mot Politihuset og kantparkering på vestsiden av gaten. Skiltet fartsgrense er 30 km/t.

Søndre del av gaten beholder dagens funksjon, med endring av kantsteinslinje inn mot kryss. Det er kun tillatt med kjøring rett frem over bybanetraseen. Kantparkering fjernes, men parkering i lomme opprettholdes som i dag. Nordre del av gaten går fra enveis til toveistrafikk med min bredde på 5,5m. Krysset Allehelgens gate - Rådstuplassen - Domkirkegaten signalreguleres, se kapittel 7.3.1.

Det er behov for følgende fravik i gateløpet:

- Fravik for bredde på fortau ved Østre Skostredet
- Fravik for bredde på fortau på hjørnet ved Allehelgens gate

Rådstuplassen, kv

Gaten har i dag ett bredt gateløp med to kjørefelt som er åpen for allmenn ferdsel. Gaten har parkeringsplass mot det gamle rådhus, Ingen skiltet fartsgrense.

Gaten beholder dagens funksjon, men det er kun tillatt med kjøring rett frem over Bybanetraseen.

Krysset med Allehelgens gate og Domkirkegaten signalreguleres, se kapittel 7.3.1

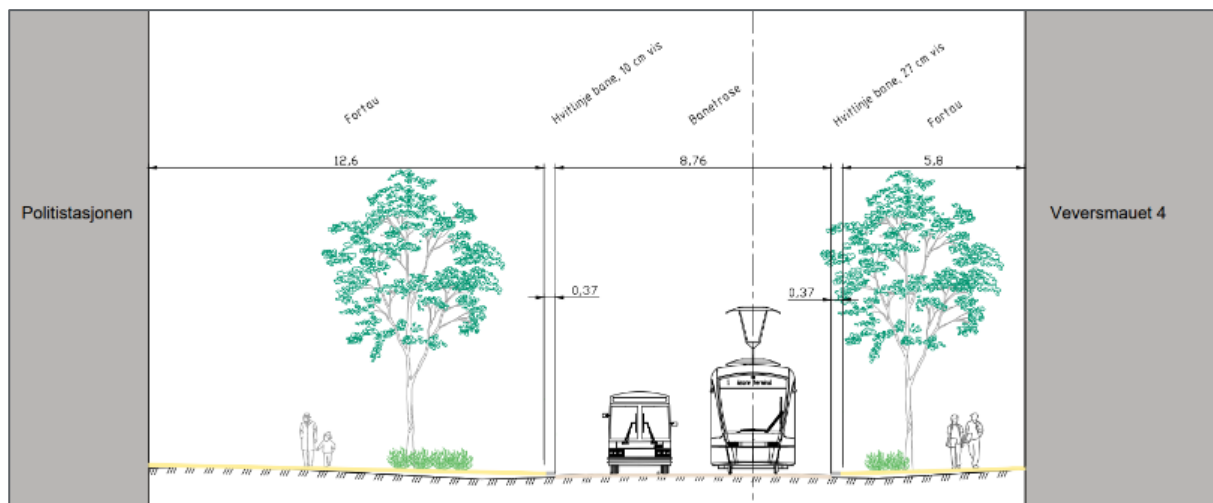
Det er behov for følgende fravik i gateløpet:

- Resulterende fall inn mot krysset mindre enn 2%

Nygaten, Fv 585

Gaten har to kjørefelt som er åpen for allmenn ferdsel. I retning Kong Oscars gate er det kollektivfelt med holdeplass. Fra Halfdan Kjerulfs gate til Allehelgens gate er det kantparkering. Skiltet fartsgrense er 30 km/t.

Det etableres kollektivgate for Bybanen i eksisterende kjørefelt med brede fortau på begge sider av gaten. Det tillates med buss i bybanesporet fra Kong Oscars gate til Småstrandgaten. Det er også fysisk tilrettelagt med nedsenket fortau for at utrykningskjøretøy kan krysse banesporet mellom Halfdan Kjerulfs gate til Kong Oscars gate. Nedsenket fortau vil også være et flomtiltak i Halfdan Kjerulfs gate.



Figur 7-8 Normalprofil Nygaten

Krysset med Kong Oscars gate og Heggebakken signalreguleres, se kapittel 7.3.1

Det er behov for følgende fravik i gateløpet:

- Fravik for sikt til kryss med Kong Oscars gate - for bane fra tunnel
- Fravik for sikt mot gangfelt i kryss med Kong Oscars gate, KL mast i siktsone
- Fravik for sikt mot kryss med Kong Oscars gate, KL mast i siktsone – sikthinder over 15 cm i diameter
- Fravik for sikt mot gangfelt ved Marken – eksisterende tre i siktsonen
- Fravik for kantsteinsvis mot Haldfan Kjerulfsgate som stenges for allmenn ferdsel

Haldfan Kjerulfs gate

Gaten har i dag et bredt gateløp med to kjørefelt i begge retninger som er åpen for allmenn ferdsel, men stengt for gjennomkjøring fra Kong Oscars gate i øst. Langs politihuset er det lommer for kantparkering. Det er fortau på begge sider av gaten. Skiltet fartsgrense 30km/t.

Gaten lukkes mot Kong Oscars gate med kantstein og blir en blindvei for allmenn ferdsel. Det er kun fysisk tilrettelagt at politiet kan benytte det som utrykningsvei over banesporet, da kantsteinen er planlagt med lav vis grunnet flomvei. Kantparkering beholdes kan beholdes som i dag.

Kong Oscars gate, kv

Gaten har et bredt gateløp som er enveiskjørt fra kryss med Nygaten til Bergen Domkirke, med tosidig fortau. Det er tillatt med kantparkering på vestsiden av gaten. Skiltet fartsgrense er 40 km/t.

Gaten gjøres om til toveistrafikk og kantparkering fjernes. Det er ikke tillatt med kjøring for allmenn ferdsel til høyre mot Nygaten. Kantlinjer tilpasses kryssområdet mot banetraseen.

Krysset med Nygaten og Heggebakken signalreguleres, se kapittel 7.3.1

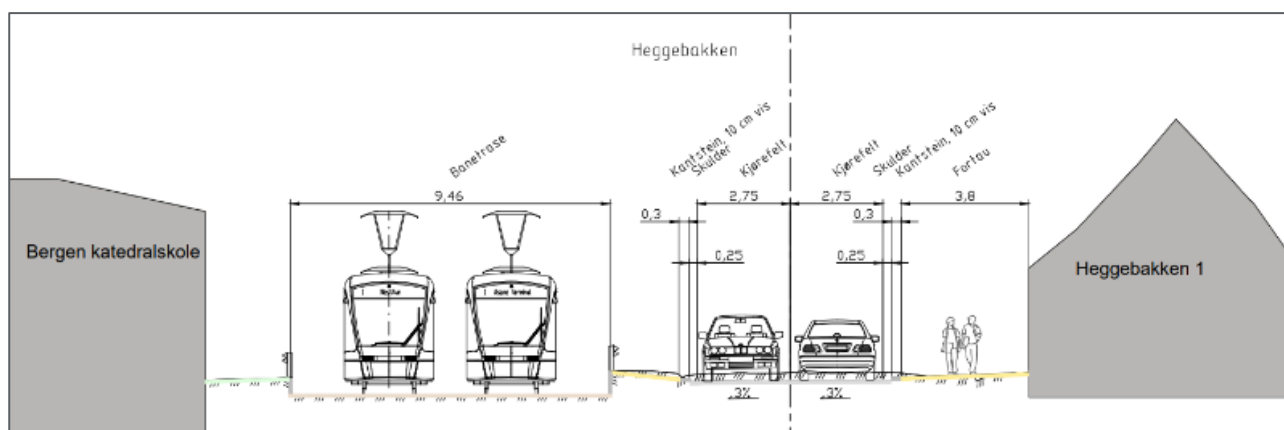
Det er behov for følgende fravik i gateløpet:

- Fravik for krav til resulterende fall mot eksisterende vei
- Fravik for veibredde

Heggebakken, kv

Gaten har to kjørefelt med toveistrafikk åpen for allmenn ferdsel. Gaten har smale fortau på begge sider. Det er gateparkering mot Bergen Katedralskole. Skiltet fartsgrense 30 km/t.

Det planlegges for portal til Bybanen i Heggebakken. Deler av Bergen Katedralskole rives for å få plass til portalen. Det etableres en sambruksgate frem til kryss med Skivebakken. Første del av gaten frem til stopplinjen for kryss etableres med kantsteinsvis og som boliggate med fortau mot boliger og opphøyd rabatt mot portal.



Figur 7-9 Normalprofil Heggebakken

Krysset med Kong Oscars gate - Heggebakken signalreguleres, se kapittel 7.3.1

Valg av materialbruk i gategrunn omtales i kapittel 5.1.1

Det er behov for følgende fravik i gateløpet:

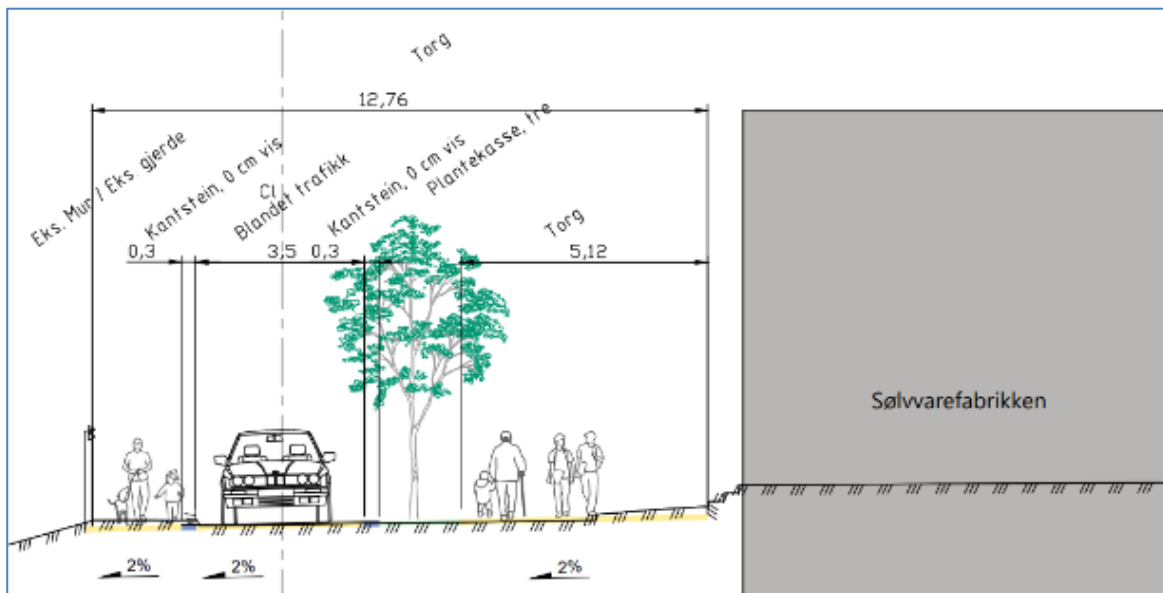
- Fravik for gatekryss, hjørneavrunding med flere radier
- Fravik for stigning

7.1.2 Tunnel

Sandbrogaten – nord, kv.

Denne delen av Sandbrogaten har to kjørefelt med toveistrafikk åpen for allmenn ferdsel i dag. Gaten gir også tilkomst til Kroken. Gjennomkjøring til Øvre Dreggsallmenningen er tillatt, og mulig for mindre kjøretøy. Kantparkering er tillatt på begge sider i store deler av gaten. Det er etablert fortau på begge sider. Fartsgrense 30km/t.

Gaten planlegges som et torg med kjørebane på 3,5m og 0 vis kantstein der det er tillatt med kjøring til/fra eiendom og renovasjon.



Figur 7-10 Normalprofil torg Sandbrogaten nord

Valg av materialbruk i gategrunn omtales i kapittel 5.1.1

Det er behov for følgende fravik i gateløpet:

- Fravik for sikt mot kjørende i kryss med Øvre Dreggsallmenningen
- Fravik for sikt mot gangfelt ved kryss med Øvre Dreggsallmenningen
- Fravik for resulterende fall mindre enn 1,5 %

Kroken

Kroken er et smalt gateløp mellom Dreggsallmenningen og Sandbrogaten som er regulert og skiltet som «Gatetun» i dag.

Gaten reguleres i samsvar med dagens utforming.

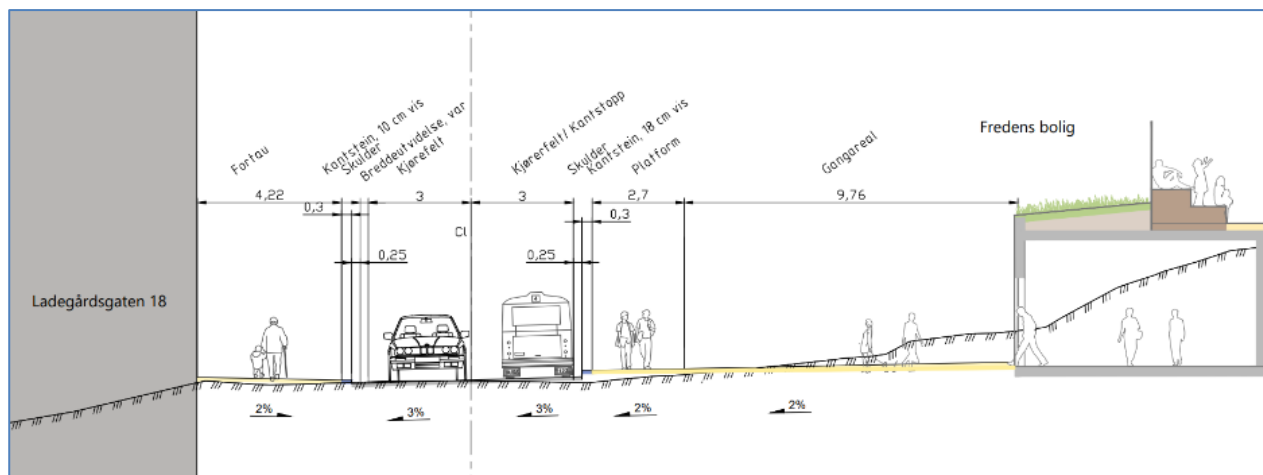
Nye Sandviksveien ved Dr. Wiesener, fv.5342

Gaten har to kjørefelt, toveistrafikk og er åpen for allmenn ferdsel. Skiltet fartsgrense er 40 km/t og det er etablert fortau på begge sider.

Prosjektet graver opp deler av gaten for å etablere inngang til underjordisk holdeplass. Gaten reetableres med tilnærmet samme geometri som i dag og det etableres to kantstopp for buss ved Dr Wiesner.

Det er behov for følgende fravik i gateløpet:

Det planlegges nytt kantstopp foran Fredens Bolig. Kantparkeringen langs gaten mellom Professor Dahls gate og Absalon Beyers gate fjernes og det etableres et bredere fortau mot byggene på denne strekningen. Kysset med Absalon Beyers gate tilpasses holdeplass og sporing for buss.



Figur 7-11 Normalprofil Ladegårdsgaten

Det er behov for følgende fravik i gateløpet:

- Krav til sikt kryss med Professor Dahls gate, eksisterende bygg er sikthinder
- Krav til sikt til gangfelt ved Professor Dahls gate, eksisterende mur er sikthinder
- Krav til stigning i Professor Dahls gate, gjelder påkobling mot eksisterende gateløp

Ladegårdsgaten ved Sandviken kirke

Gaten har et bredt gateløp med to kjørefelt åpen for allmenn ferdsel og kantparkering mot byggene. Det er fortau på begge sider av gaten. Skiltet fartsgrense er 30 km/t

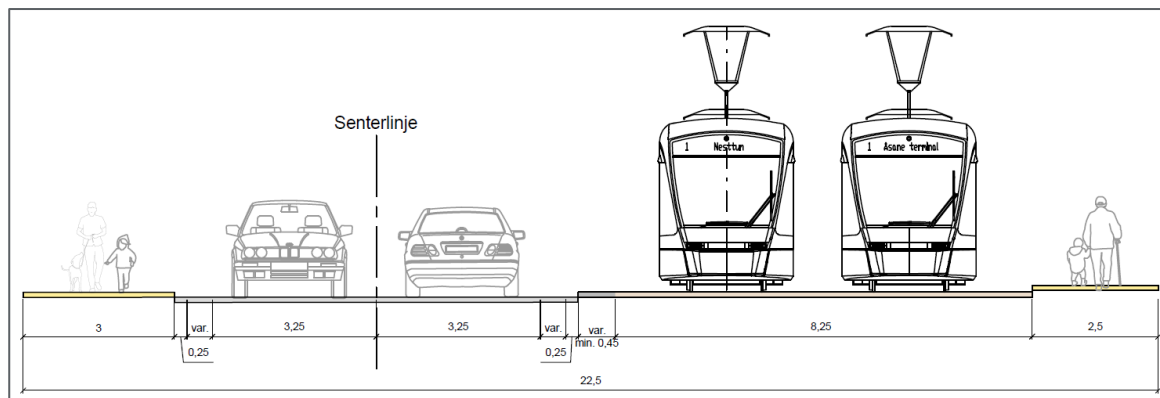
Gaten reetableres til samme standard etter bygging av portal for bybanetunnelen.

7.1.3 Sandviken

Sjøgaten nord, Skuteviken – Kristiansholm, fv 577

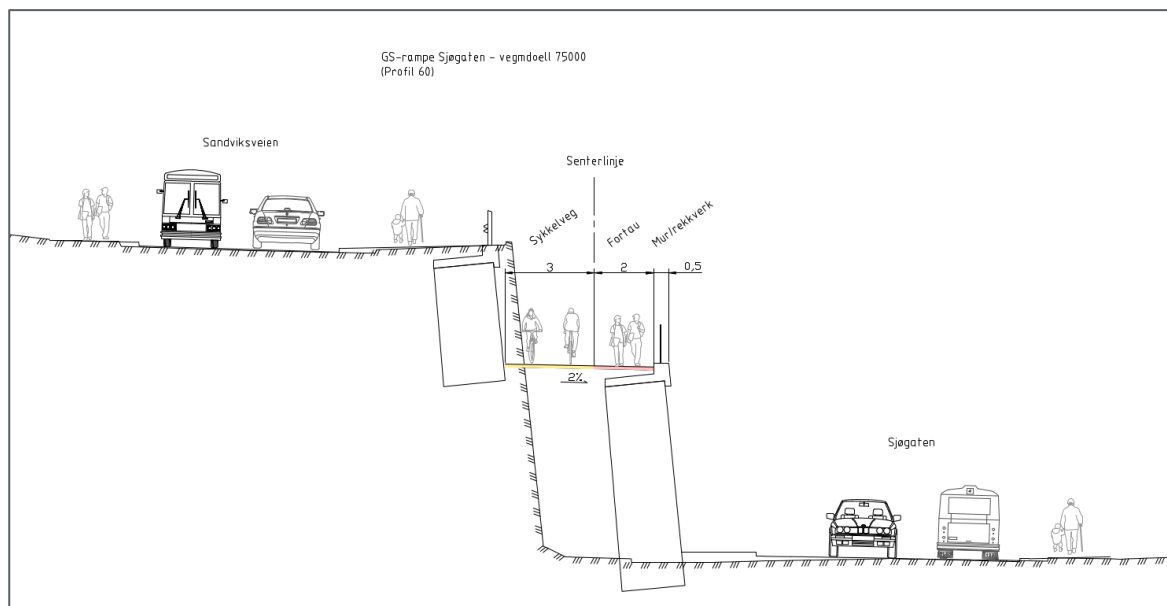
Gaten har to kjørefelt med toveistrafikk og fortau på begge sider. Gaten er åpen for allmenn ferdsel. I kurven rundt sykkel tunnelen har gaten ett sykkel felt mot sentrum og fortau på hver side av gaten. Sykkelveien går gjennom tunnelen. Fra utgang sykkel tunnel ved Sandviksbodene, er det bygget sykkelvei med fortau på østsiden av veien som avsluttes ved Sandvikstorget. Dette tiltaket er ikke regulert. Skiltet fartsgrense er 40 km/t.

Sjøgaten er primært planlagt med en gjennomgående kjørebanebredde på 3,5 meter inklusiv skulder. En smal rabatt på ca. 0,5m skiller vei- og banetrasé. På sjøsiden blir det etablert fortau på 3m. Det er lagt inn nødvendig breddeutvidelse i kurver og det er også sjekket med sporing for VT på strekningen.



Figur 7-12 Normalprofil i Sjøgaten

I Sjøgaten, fra dagens portal for sykkel tunnel ved Slakterhustomten etableres det en rampe for sykkelvei med fortau som leder opp til Sandviksveien. Rampen får en stigning på 8,9 %. For nærmere beskrivelse av rampen se sykkelkapittel 7.2.2.



Figur 7-13 Normalprofil i Sjøgaten ved sykkelrampen nær Slakthustomten

Utkjøringen ved Johan Mohrs gate blir stengt for kjørende. Gaten blir regulert til gangvei. I krysset med bane/vei etableres en signalregulert gangkryssing. Mellom Johan Mohrs gate og Sandvikstorget etableres et fortau på 2,5m langs banen.

På Sandvikstorget planlegges et torg med 2 cm vis kantstein langs bane/vei/fortau for å tydeliggjøre plassdannelsen og for å sikre flomvei. Det blir etablert kantstopp for buss i tilknytning til bybanestoppet.

Krysset Sjøgaten – Sandviksveien blir gjort om fra 3 armet signalregulert kryss til et signalregulert X-kryss der banen har full prioritet. Hovedtrafikkstrømmen gjennom krysset går i Sandviksveien, nord – øst, og vil krysse banetraseen til/fra Nye Sandviksveien.

Krysset Sjøgaten – Sandviksveien signalreguleres, se kapittel 7.3.2

Valg av materialbruk i gategrunn omtales i kapittel 5.1.1

Det er behov for følgende fravik i gateløpet:

- Det er søkt fravik fra veinormens krav om rekkverk mellom vei og bane da det er svært trangt i gaten. Fravik er godkjent hos VLFK med forbehold om avvisende kantstein og fartsdempende tiltak langs strekningen
- Fravik for resulterende fall på mindre enn 1,5 %
- Fravik for kantsteinsvis på torg ved Sandvikstorget
- Fravik for signalregulerte gangfelt som krysser tre felt uten trafikkøying ved Kristiansholm
- Fravik for sikt mot bane i kryss Kristiansholm
- Fravik for høyde over middelvannstand ved Sandvikstorget
- Fravik for hjørneavrundning i avkjørsel vis a vis Johan Mohrs gate
- Fravik for stigning på sykkelrampe, blir i underkant av 9 %
- Fravik for horisontalgeometri på sykkelvei inn mot sykkel tunnelen

Ekregaten sør for x Gørbitz' gate, kv

Gaten har to kjørefelt og toveistrafikk som er åpen for allmenn ferdsel. Gaten fungerer som lokal boliggate og betjener en bussrute. Det er etablert fortau på begge sider. Skiltet fartsgrense er 30 km/t.

Fra kryss Ekregaten - Sandviksveien reguleres gaten til enveiskjøring retning nord, med tillatt sykling mot enveiskjørt gate. Det etableres sykkelfelt inn mot krysset Ekregaten - Sandviksveien. Kantparkering fjernes og det etableres fortau i høyde med dagens vei og ny mur mot private hager. Det tilrettelegges for snumulighet ved Grensegrenden.



Figur 7-14 Illustrasjon for å vise kort sykkelfelt ut fra Ekregaten

Krysset Sandviksveien/Ekregaten signalreguleres, se kapittel 7.3.2

Det søkes ikke fravik for forhold i gaten ifm. reguleringsplanen.

Dagens valg av materialbruk i gategrunn videreføres.

Johan Mohrs gate, kv

Gaten har i dag et trangt gateløp hvor det er tillatt med kantparkering, Gaten er enveiskjørt i retning Nye Sandviksveien til Sjøgaten og har ikke skiltet fartsgrense.

Planlagt gate blir omgjort til gangvei som varierer i bredde fra 2,5-6 m. Det blir ikke tillatt med kjøring i denne gaten.

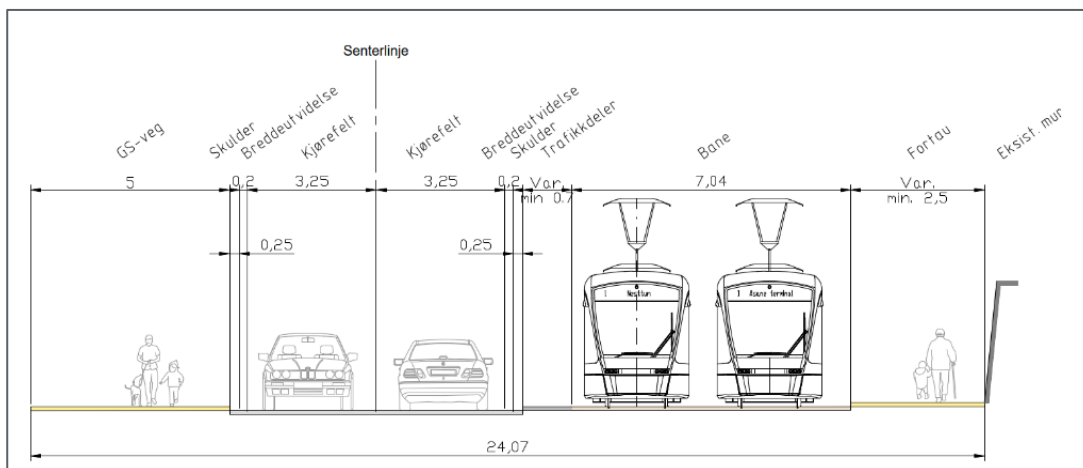
Det søkes ikke fravik for forhold i gaten ifm. reguleringsplanen.

Valg av materialbruk i gategrunn omtales i kapittel 5.1.1

Sandviksveien, fv.577

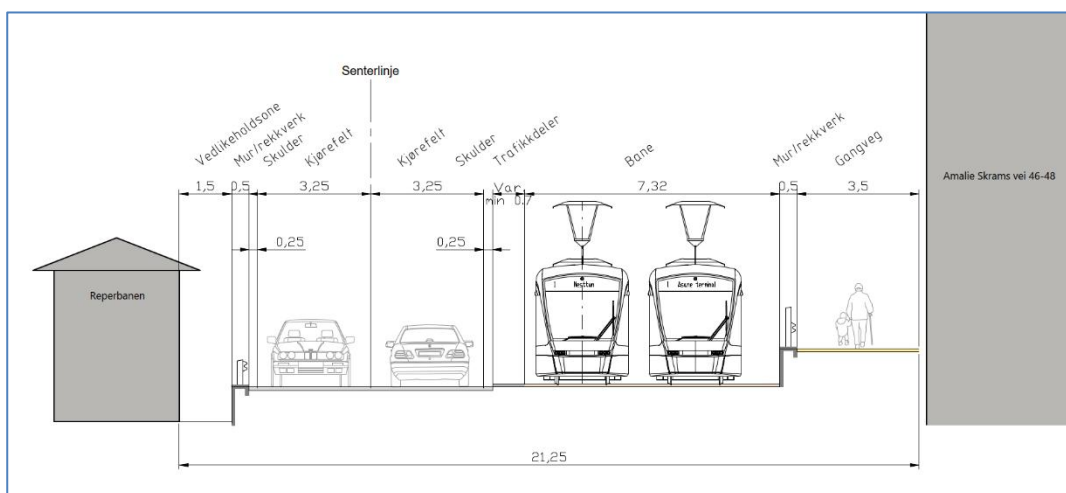
Sandviksveien fungerer som lokalgate for sentrale deler av Sandviken fra signalregulert kryss med Sjøgaten til E39. Sandviksveien har to ordinære kjørefelt med sykkelfelt i begge retninger. Fra kryss med Sjøgaten og frem til Gjensidigekrysset er det fortau på begge sider av gaten. Videre forbi Reperbanen er det fortau på østsiden. Skiltet fartsgrensen er 50 km/t. Krysset mellom fv. 577 Sandviksveien og kommunal del av Sandviksveien, det såkalte Gjensidigekrysset, er et vikepliktsregulert T-kryss som skal utbedres med trafikksignalregulering før tiltak knyttet til reguleringsplan for Bybanen gjennomføres.

Sandviksveien planlegges utformet med bane på østsiden av gaten og to kjørefelt på vestsiden med kjørefeltbredde på 3,5m inkludert skulder. På østsiden etableres det et fortau med bredde på 2,5 meter, mens det på vest-/sjøsiden anlegges en gang- og sykkelvei med bredde på 5 meter fra krysset med Sjøgaten til Gjensidigekrysset.



Figur 7-15 Normalprofil i Sandviksveien fra Kristiansholmkrysset til Gjensidigekrysset. Gjensidigekrysset reguleres med enveiskjøring mot nord. Sør for krysset etableres det en signalregulert gangkryssing over bane/vei. Videre etableres det en ny rundkjøring ved Munkebotn, med kjørefelt til og fra Sandviksveien.

Fra Gjensidigekrysset og frem til ny holdeplass ved Munkebotn etableres et gangareal med bredde på 3–3,5 meter på østsiden av veien, plassert på samme nivå som i dag langs lamellblokkene. På vestsiden er det satt av plass til vedlikehold av Reperbanen.



Figur 7-16 Normalprofil i Sandviksveien ved Reperbanen.

Det opprettholdes ett kjørefelt frem til eksisterende Munkebotstunnel. Det etableres ny busslomme like før tunnelen, og utkjøringen fra denne blir ført direkte over i eksisterende kollektivfelt i tunnelen. I tilknytning til ny holdeplass for Bybanen, anlegges en ny signalregulert gangkryssing over bane/vei, med forbindelse fra holdeplass til den kommunale delen av Sandviksveien.

Krysset Sjøgaten – Sandviksveien, gangkryssing Gjensidigekrysset og gangkryssing Munkebotn signalreguleres, se kapittel 7.3.2

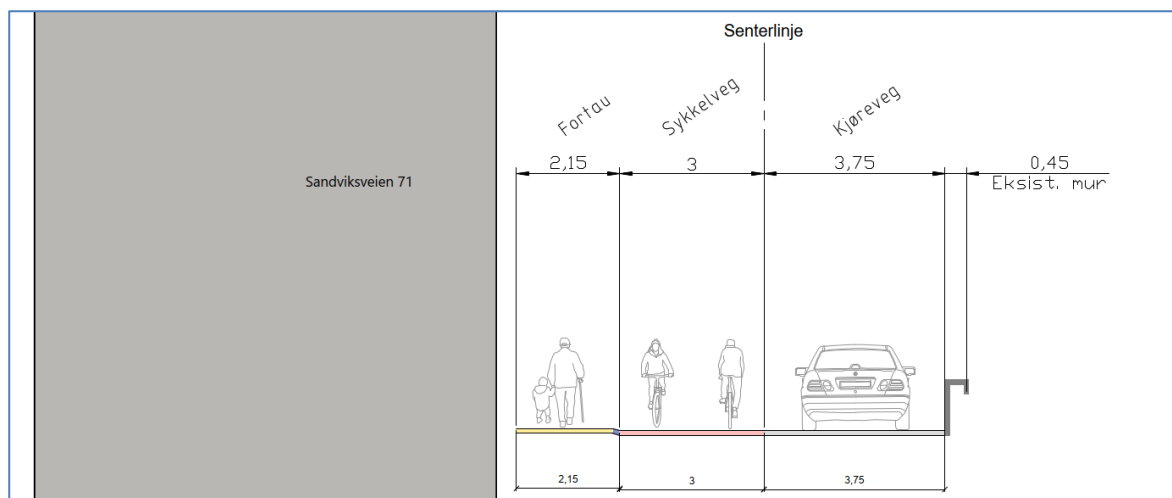
Det er behov for følgende fravik i gateløpet:

- Det er søkt om fravik for rekkverk mellom bane og vei, fraviket er godkjent av VLFK med forbehold
- Fravik for resulterende fall på mindre enn 1,5%
- Fravik for signalregulerte gangfelt som krysser tre felt uten trafikkøy ved Kristiansholm
- Fravik for fortausbredde ved påkobling mot eksisterende gateløp (Fv.5342)

Sandviksveien sør for rundkjøring ved Munkebotn, kv

Gaten har i dag 2 kjørefelt med fortau på vestsiden av gaten. Det er tillatt med kantparkering på deler av strekningen. Skiltet hastighet 30km/t.

Fra Gjensidigekrysset og sørover etableres en adkomstvei for kjøring til eiendommene. Fra Gjensidigekrysset til rundkjøringen ved Munkebotn enveisreguleres gaten med ett kjørefelt på 4m. Det etableres sykkelvei med fortau på sjøsiden fra Gjensidigekrysset til kryss med Måseskjæret. Fra kryss Måseskjæret skifter sykkelvei med fortau side til østsiden av gaten. Siste del av stekningen fra innkjøringen til Sandviksveien 110 heves veien frem til ny rundkjøring ved Munkebotn. Sykkelvei med fortau krysser armen inn til rundkjøringen og kobler seg på regulert sykkelvei med fortau i Åsaneveien.



Figur 7-17 Normalprofil enveisregulert gate og sykkelvei med fortau bak Reperbanen

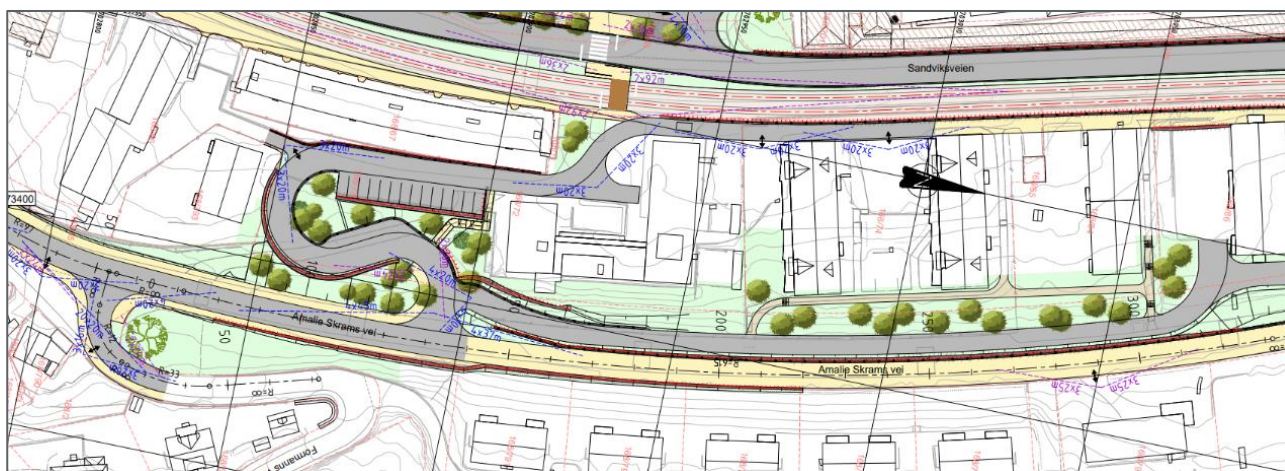
Det er behov for følgende fravik i gateløpet:

- Fravik for resulterende fall
- Fravik for stigning på gate
- Fravik for stigning på sykkelvei
- Fravik for horisontalkurveradius på sykkelvei
- Fravik for høyde over middelvannstand

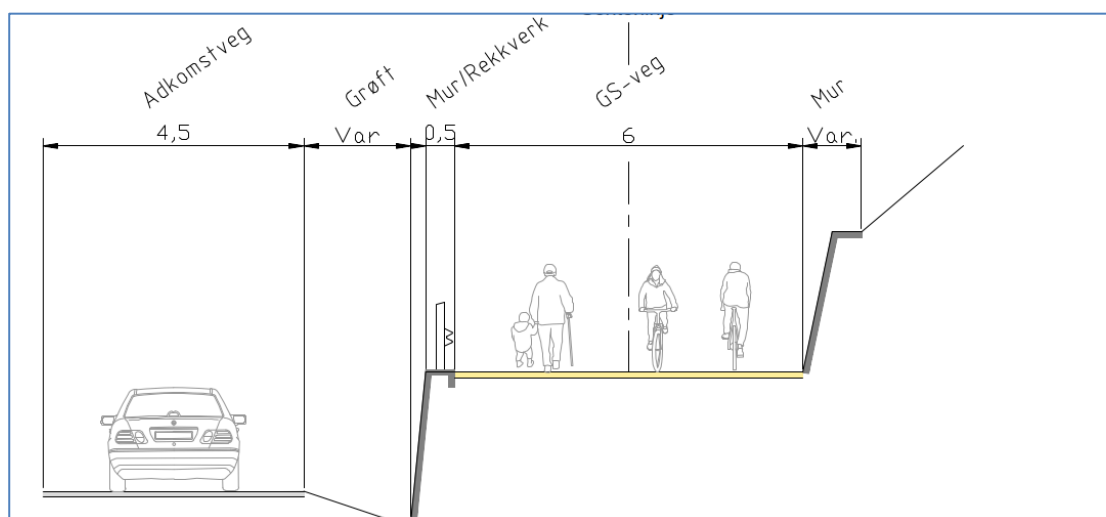
Amalie Skrams vei nord for arm mot Formannsvei, kv

Gaten har to kjørefelt og toveistrafikk som er åpen for allmenn ferdsel. Det er etablert kantparkering langs gaten i vest og fortau på østsiden av gaten. Skiltet fartsgrense er 30 km/t

Det utflytende krysset med arm mot Formannsvei strammes opp og veien senkes frem til sørsiden av Stolzen bosenter. Her etableres det to nye adkomstveier. Adkomst til lamellblokkene blir skilt med mur mot Amalie Skrams vei. Adkomst til Stolzen bosenter/Sandviken bofellesskap går i en slynge. Amalie Skrams vei videre nordover omgjøres fra gate med fortau til en 6 meter bred gang- og sykkelvei, som også er kjørbar adkomst til eiendommene langs gaten. Kantparkering langs lamellblokkene fjernes.

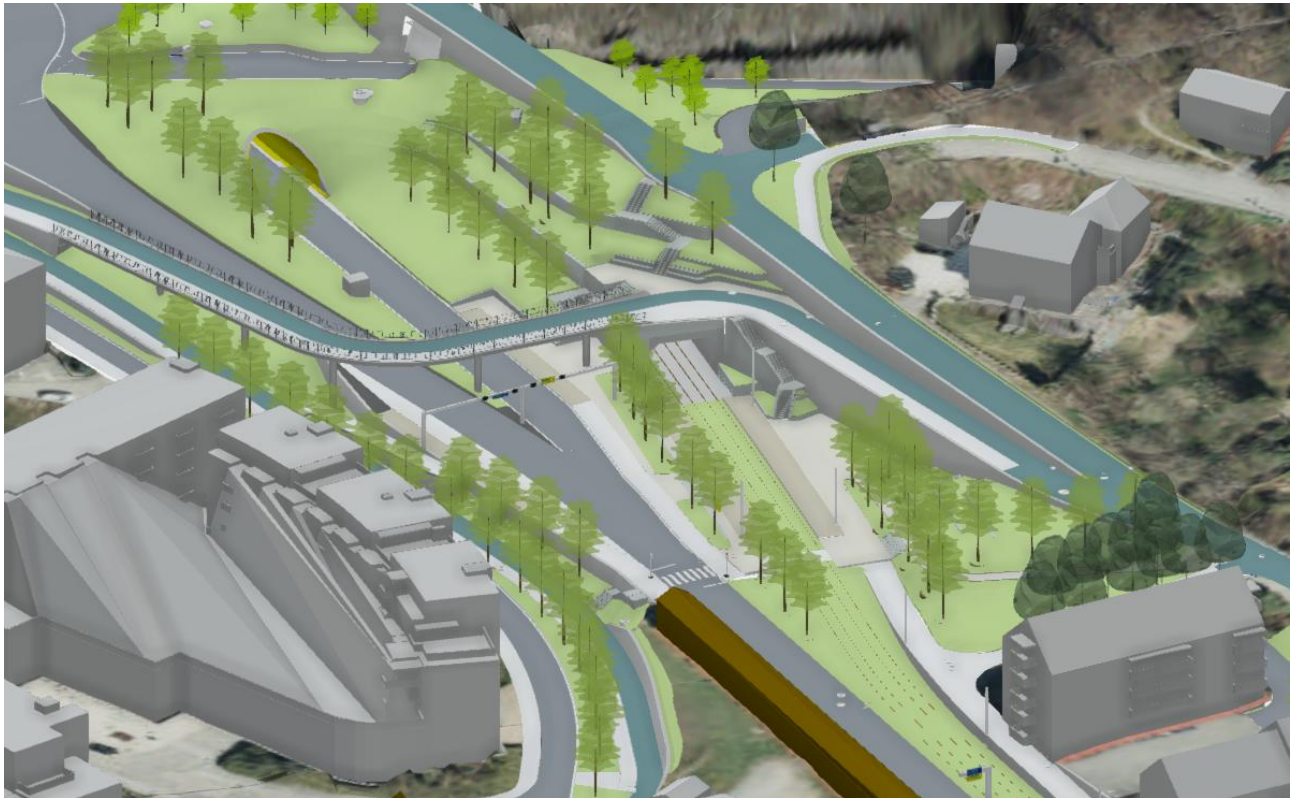


Figur 7-18 Utsnitt av tegning: gang- og sykkelvei Amalie Skrams vei, adkomst til lamellblokker og Stolzen bosenter



Figur 7-19 Normalprofil gang- og sykkelvei Amalie Skrams vei (t.h. på figuren) og adkomst til lamellblokker (t.v. på figuren)

Nord for lammelblokkene ved det nye holdeplassområdet vil gang- og sykkelveien endre system til sykkelvei med fortau med bru over portal for bybane og Sandviksveien, Fv 577.



Figur 7-20 Fra modell: bru over Sandviksveien og snuhammer i Amalie Skrams vei

Ved krysset mellom Amalie Skrams vei og Sudmanns vei, etableres snuhammer og adkomstvei til eksisterende Fløyfjelltunnelen.

Det er behov for følgende fravik i gateløpet:

- Fravik for stigning på vei til Stolzen bosenter
- Fravik for horisontalgeometri ved lamellblokkene
- Fravik for horisontalgeometri sykkelvei (over bro)

Tilkomst for brannvesenet

Boligene i Amalie Skrams vei 38-52 har alternativ rømningsvei via brannvesenets høyderedskaper. Det er fra tidligere enkelte boliger som har begrenset tilgang til rømning via høyderedskaper. Prosjektet skal sikre at situasjonen ikke blir dårligere enn dagens situasjon. Prosjektet har gjennomgått byggesaken for byggverkene, og det fremstår som om samtlige leiligheter er gjennomgående. Minimum én side av byggverket må være tilgjengelig fra oppstillingsplass. Det må opprettholdes kjørbare atkomst til dagens parkeringsareal, vist i Figur 7-21, som kan fungere som oppstillingsplasser. Størrelse og oppbygging av

oppstillingsplasser endres ikke som følge av tiltaket. Tilkomst til parkering til Amalie Skrams vei 38 vil forbedres som følge av tiltaket ettersom det i dag er nivåforskjell og mur som gir dårligere svingradius.

Følgende krav må ivaretas i henhold til Bergen brannvesen, *Veiledning: Tilrettelegging for innsats for rednings- og slokkemannskaper*. 2019.

Kjørebredde rettløpsvei: Min. 3,5 meter.

Akseltrykk kjørevei: 10.000 kg.

Svingradius vei: N100 for lastebil, se veileder figur 1.

Fri kjørehøyde: 4,0 meter (bilen er 3,75 meter)



Figur 7-21. Oppstillingsplasser (blå rektangler) til Amalie Skrams vei 38-52

7.2 Sykkel

I sentrum inneholder ikke denne reguleringsplanen egne tilbud til syklistene. Syklistene kan sykle i blandet trafikk i gatene eller på fortau, gange- og torgarealer.

I Sandviken omfatter denne reguleringsplanen tre segmenter med sykkelinfrastruktur:

- Skuteviken til Ekregaten
- Amalie Skrams vei til Munkebotn
- Sandviksbodene 64, nord for BAS tomten til Munkebotn

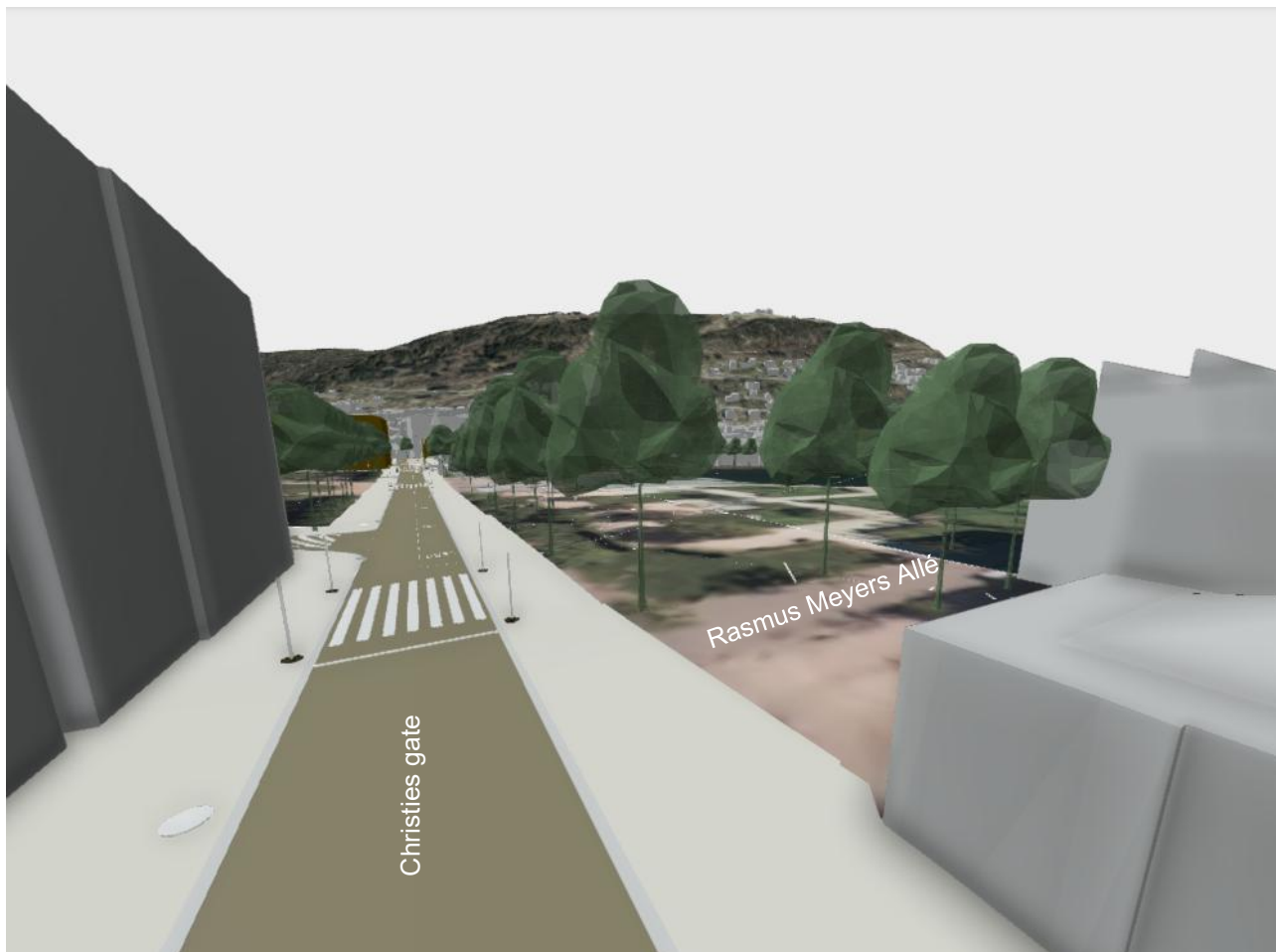
Fra sentrum og frem til tunnelportalen for sykkel tunnelen under Rothaugen, nord for Skuteviken, reguleres sykkeltilbudet i egen reguleringsplan for hovedsykkelruten. Denne reguleringsplanen viderefører sykkelveien gjennom sykkel tunnelen og videre nordover.



Figur 7-22 Samlet oversikt over sykkelanlegg for baneplanen og sykkelplanen

7.2.1 Sykkel i sentrum

Hovedsykkelruten er i dag etablert som sykkelvei i Lars Hilles gate frem til Grieghallen der den føres over i blandet trafikk i Rasmus Meyers allé frem til planområdet for denne planen ved krysset mellom Rasmus Meyers allé og Christies gate. Syklende sørfra kan benytte gangfelt over Christies gate for å sykle videre nordover.



Figur 7-23: Hovedsykkelruten sørfra kommer fra Rasmus Meyers Allé og føres over Christies gate i nytt gangfelt.

I sentrum har denne reguleringsplanen ikke et eget gjennomgående tilbud for syklende. Planen legger opp til at syklende skal ta i bruk gatenett, fortau og torg. Det skal etableres et eget tilbud for syklistene fra nedre del av Torgallmenningen og nordover over Torget og Bryggen. Denne løsningen reguleres i annen plan.

7.2.2 Sykkel i Sandviken

Skuteviken til Ekregaten

Eksisterende sykkel tunnel under Rothaugen videreføres, men det er behov for å fjerne en del utstikkende nabber for å etablere areal for gange, total bredde for gange og sykkel er 5 m. I tillegg må det tilrettelegges for gode lysforhold.

Fra sykkel tunnelen videreføres sykkelvei med fortau nordover til en 5 m bred rampe med 8,9 % stigning opp langs muren ved Slaktehustomten og over tunnelportalen til Bybanen frem til Sandviken brannstasjon. Rampen innlemmes i muren og starter på fortauet utenfor sykkel tunnelen. Rampens rekkverk følger fortauet et stykke og hindrer syklende fra å sykle direkte ut i veibanen.



Figur 7-24 Illustrasjon av gang- og sykkelrampen i Sjøgaten og portalområdet for gang- og sykkel tunnelen

Sykkel rampen er bratt og ligger rett ved inn-/utløp av sykkel tunnelen. Dette kan utgjøre en trafikksikkerhetsrisiko og avbøtende tiltak som varmekabler, fartsdemping, varslingsanlegg, lyssetting i tunnelen, mv. må vurderes i senere fase.

Sykkelveien avsluttes ved Sandviksveien og syklende kan her enten sykle videre i blandet trafikk eller på fortau. Det etableres et signalanlegg som prioriterer syklistene i den mest trafikkerte strekningen i Sandviksveien mellom Sandviken brannstasjon og Ekregaten. Denne strekningen forutsettes også opparbeidet med et miljøgatepreg for å dempe trafikken og gi syklende bedre opplevd trygghet. Det etableres et sørgående sykkel felt i søndre del av Ekregaten. Nordgående syklistene forutsettes å sykle i blandet trafikk i Ekregaten.



Figur 7-25: Sykkelveien føres på rampe opp til Sandviken brannstasjon. Syklende kan bruke Sandviksveien i blandet trafikk frem til Ekregaten.

Fra Skuteviken til Ekregaten består planforslagets løsning for syklende av

- 200 m sykkeltunnel, bredde sykkelvei 3m og fortau 2m, mellom Skuteviken og Slaktehustomten
- 125 m rampe, bredde sykkelvei 3m og fortau 2m, fra Slaktehustomten til Sandviken brannstasjon
- 100 m med sykling i blandet trafikk og gangfelt i Sandviksveien ved Sandviken brannstasjon frem til Ekregaten

Ekregaten til Munkebotn

Strekningen fra Ekregaten frem til Amalie Skrams vei 21 er ikke omfattet av denne reguleringsplanen. Her forutsettes sykling i blandet trafikk i eksisterende gate uten større tiltak. Mellom Amalie Skrams vei 21 og 50

reguleres kjørevei med fortau. Sykkeltilbudet blir også her sykling i blandet trafikk. Krysset mot Formanns vei legges litt om, mens Amalie Skrams vei videreføres som en gjennomgående hovedakse. Ved nr. 50 reguleres ny adkomst til lamellblokkene og Stolzen bosenter/Sandviken bofellesskap. Fra denne avkjørselen og videre nordover reguleres gang- og sykkelvei. For å koble seg til hovedsykkelruten i Åsaneveien krysses bane og vei på en ny bro ved planlagt bybaneholdeplass på Munkebotn.

Gang- og sykkelveien i Amalie Skrams vei vil være åpen for bilkjøring til et fåtall eiendommer, renovasjonsbiler og utrykningskjøretøy. På gang- og sykkelbroen over Sandviksveien reguleres det sykkelvei med fortau. Denne fortsetter videre nordover, gjennom rundkjøringsarm, og frem til plangrensen for vedtatt reguleringsplan for Bybanen videre mot Åsane. Sykkeltilbudet videreføres nordover i vedtatt plan.

Videre nordover i Amalie Skrams vei fra gang- og sykkelbroen, fortsetter gang- og sykkelveien i retning Munkebotsveien og Fjellveien som i tilgrensende reguleringsplan for den nye Fløyfjelltunnelen (og gjeldende reguleringsplan).

Fra Amalie Skrams vei 21 til Munkebotn består planforslagets løsning for syklende av

- 100 m kjørevei med tosidig fortau (sykkel i blandet trafikk), bredde 6m
- 200 m gang- og sykkelvei i Amalie Skrams vei, bredde 6m
- 250 m gang- og sykkelbro over bane og vei, bredde 3m sykkel + 2m fortau
- 150 m sykkelvei med fortau langs Åsaneveien, bredde 3m sykkel + 2m fortau



Figur 7-26 Ny gang- og sykkelbro ved holdeplass Munkebotn

Sandviksbodene 64 (BAS-tomten) til Munkebotn

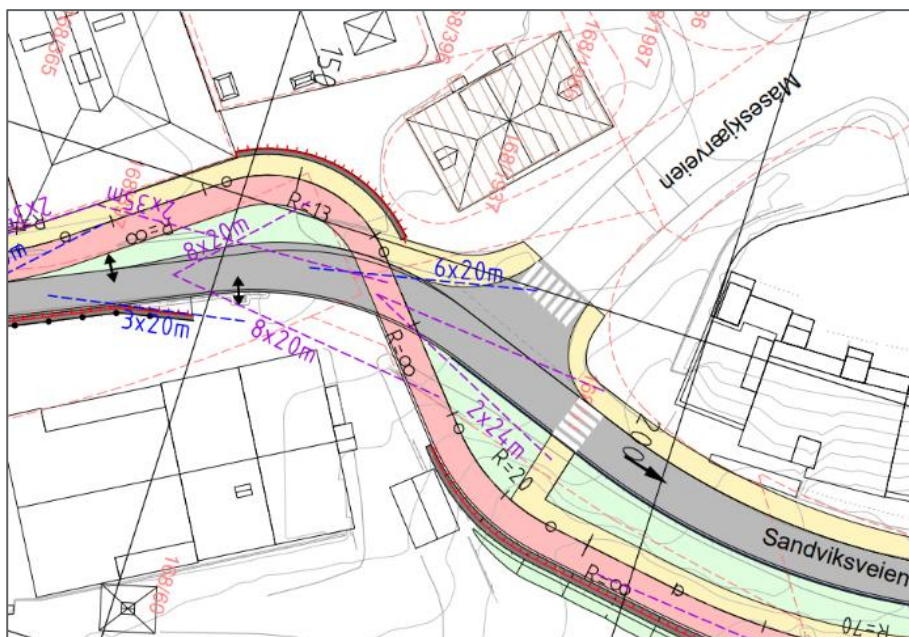
Langs Sjøgaten nord for sykkel tunnelen reguleres det ikke et eget tilbud for syklister. Syklende kan enten sykle i blandet trafikk eller bruke fortau frem til forbi Kristiansholmkrysset og langs Sandviksveien forbi dagens BAS. Det er planlagt nye akser som kan benyttes av syklende gjennom Kristiansholm. I tillegg vil opprustning av Sandvikstorget som byrom også gi et tilbud for syklister.

Nord for BAS tomten ved Sandviksbodene 64 vil det parallelt med Sandviksveien etableres en gang- og sykkelvei fram til Ludebryggen. Mellom Ludebryggen og Gjensidigekrysset kan kjørevei for adkomst til eiendommer benyttes for syklende. Denne strekningen vil ha lite biltrafikk.



Figur 7-27: Sykkeltilbud mot Gjensidigekrysset, sett fra sør

Nordover fra Gjensidigekrysset reguleres det sykkelvei med fortau langs den kommunale delen av Sandviksveien. Ved krysset til Måseskjæret, der sykkelveien krysser kjøreveien, følger ganglinjen egen trasé med gangfelt, se Figur 7-28 under.



Figur 7-28 Sykkelveien krysser Sandviksveien ved Måseskjærveien

Sykkelvei med fortau følger østsiden av Sandviksveien frem til den møter sykkelveien som kommer fra den nye broen ved holdeplassen på Munkebotn. Derfra og nordover følger sykkelvei med fortau gjeldende regulert løsning langs Åsaneveien.

Langs sjøsiden mellom Kristiansholmkrysset og Munkebotn består regulert tilbud for syklistar av:

- 150 m gang- og sykkelvei mellom BAS-bygget og Ludebryggen, bredde 5m
- 100 m kjørevei/ adkomst for Gjensidigegården og Ludebryggen, bredde 5m
- 360 m sykkelvei med fortau, bredde 3+2 m

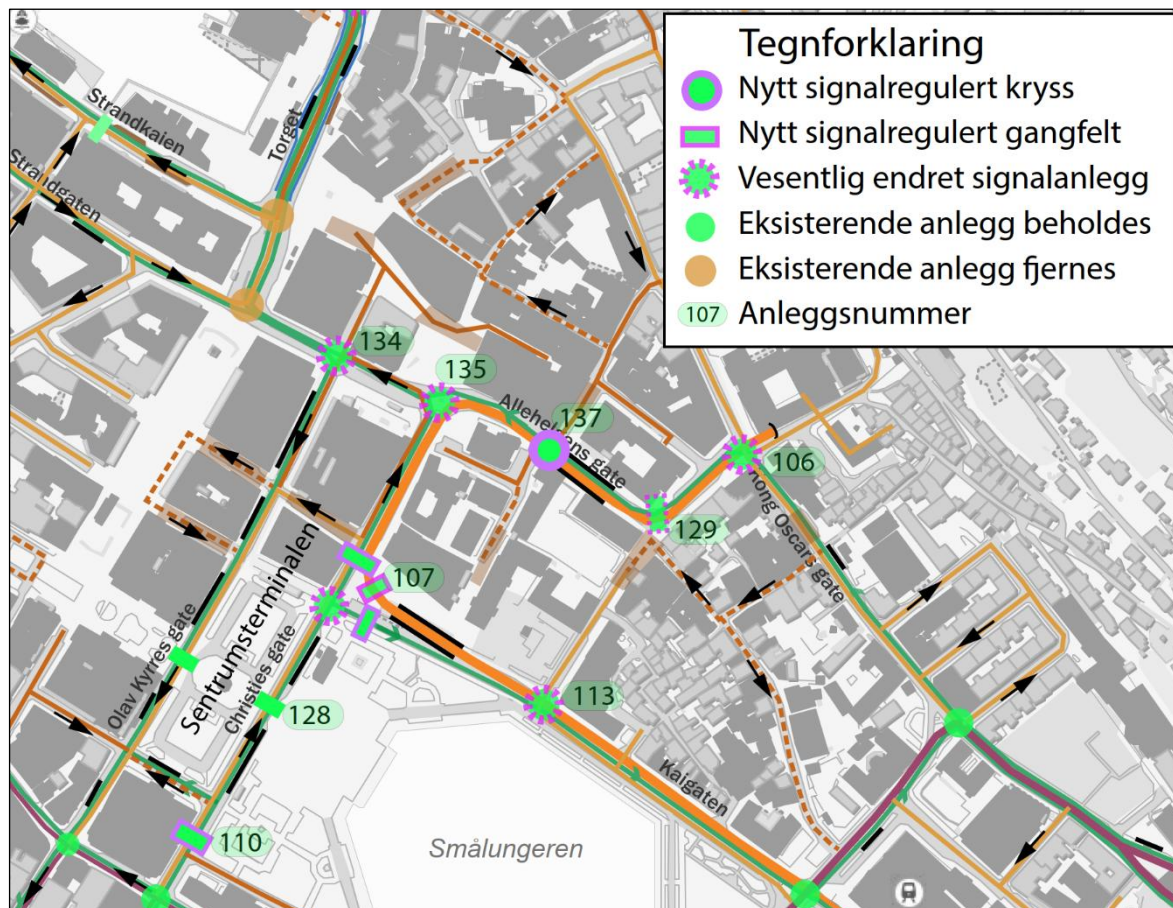
7.3 Trafikksignalanlegg

I tilknytning til veiene og gatene vil det bli etablert signalanlegg som i vegtrafikklovgivningen benevnes trafikksignalanlegg. Beskrivelsen omfatter kryss og kryssingssteder 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 alle trafikksignalanleggene. Bybanen vil få grønt/klart signal før den ankommer kryssingspunktet. Egen utkvitteringsdetektor til Bybanen sikrer hurtig veksling til en fase med grønt signal for øvrige trafikanter.

Signaltekniske M-tegninger inngår som del av teknisk forprosjekt, se tegningsheftet.

Ett eksisterende signalanlegg på planstrekningen er forutsatt fjernet/tatt ned. Åtte eksisterende signalanlegg vil bli vesentlig endret. Det er forutsatt at seks nye signalanlegg etableres. I ett eksisterende signalanlegg endres trafikkmengdene slik at det blir behov for endring av programmering av styringen i gjennomføringsfasen. Disse totalt 16 trafikksignalanleggene er i det etterfølgende omtalt. 9 anlegg ligger i sentrum og 7 anlegg i Sandviken.

7.3.1 Signalanlegg i sentrum



Figur 7-29 Oversikt over berørte signalanlegg i Sentrum. Anlegg som inngår i teknisk plan er angitt med anleggsnummer.

Vesentlig endring av anlegg 113 Kaigaten x Peter Motzfeldts gate

Selve kryssingspunktet mellom Kaigaten og Peter Motzfeldts gate endres lite. Dagens sporplan forenkles siden eksisterende buttspor forsvinner når ny løsning med to gjennomgående spor etableres. Dagens to gangkryssinger med signalregulerte gangfelt opprettholdes. Buss og bane har hvert sitt kjørefelt i Kaigaten fra Christies gate frem til stopplinja i krysset med Peter Motzfeldts gate. Endringene i eksisterende signalanlegg er vesentlige jfr. definisjonene i vegnormalen for trafikksignalanlegg.

Signalanlegget skiller bussene fra Bybanen, samt de gående over Kaigaten i tid fra bussene og Bybanen. Signalanlegget ivaretar trafikksikkerheten og fremkommelighet for fotgjengere og kollektivtrafikk. Signalregulering er en betingelse for å kunne merke gangfelt over Kaigaten grunnet gjeldende regelverk (ulike vikepliktsbestemmelser for bane og busstrafikk i samme trasé). Med signalregulering vil man oppfylle krav til et universelt utformet kryssingspunkt. Uten anrop fra kjørende fra Peter Motzfeldts gate vil signalvekslingen ha to faser. Hvilkefasen har grønt signal til de gående i begge gangfeltene.

Vesentlig endring av anlegg 107 Christies gate x Kaigaten x Starvhusgaten x Rådhusgaten

Trafikksignalanlegget omfatter T-krysset mellom Christies gate og Kaigaten, samt T-krysset mellom Christies gate og Rådhusgaten. Eksisterende kryssingspunkt mellom Bybanen og kjørende i Christies gate utgår. Bussene som svinger inn i Kaigaten kjører i ny situasjon i trasé adskilt fra Bybanen.

De gående får tre gangfelt å velge blant når de skal krysse Christies gate slik som i dag, men den samlede bredden øker tilpasset ny geometrisk situasjon og antallet gående. Signal-vekslingen vil skje med tre faser, der en fase gir samtidig grønt signal for de 7 signalregulerte gangfeltene i krysset. Signalvekslingen vil generelt styres av taktingen til Bybanen samt busstrafikken.

Signalanlegget ivaretar trafikksikkerheten og fremkommelighet for fotgjengere og kollektivtrafikk. Signalregulering er en betingelse for å kunne merke gangfelt over Christies gate ved Rådhusgaten grunnet gjeldende regelverk (ulike vikepliktsbestemmelser for bane og busstrafikk i samme trasé). Signalreguleringen gir et kryssingssted med universell utforming.

Vesentlig endring av anlegg 135 Småstrandgaten x Christies gate x Allehelgens gate

T-krysset har Bybane i to av armene i krysset. Gangkryssing etableres over de tre veiarmene via en stor 'trekantøy' i krysset. To av gangfeltene har grønt signal når det ankommer enten Bybane eller buss. Med samtidig ankomst av Bybane og buss har alltid ett gangfelt grønt signal. I hvilefasen har alle tre gangfelt grønt signal.

Signalanlegget ivaretar trafikksikkerheten og fremkommelighet for fotgjengere og kollektivtrafikk, og oppfyller krav til et universelt utformet kryssingspunkt.

Nytt anlegg 137 Allehelgens gate x Domkirkegaten x Rådstuplassen

Trafikksignalanlegget omfatter X-krysset mellom Bybanen i Allehelgens gate samt Domkirkegaten og Rådstuplassen. Den kjørende trafikken på tvers av Bybanen avviker i separate signalfaser for hver kjøreretning. Sett fra fotgjengerne veksler signalanlegget i to faser der gående vekselvis har grønt over Allehelgens gate med Bybanen eller over sidegatene. Uten ankommende kjørende trafikk går signalanlegget i hvilefase med grønt signal for alle fire gangfelt. Signalanlegget ivaretar trafikksikkerheten og fremkommelighet for fotgjengere og kollektivtrafikk. Signalreguleringen gir et kryssingssted med universell utforming.

Vesentlig endring av anlegg 129 Gangfelt over Allehelgens gate ved Marken

Eksisterende signalregulerte gangfelt endres siden Bybanen etableres og føres gjennom gangfeltet og signalanlegget. Endringene i eksisterende signalanlegg er vesentlige jfr. definisjonene i vegnormalen for trafikksignalanlegg. Uten ankommende Bybane eller buss hviler signalanlegget med grønt for de gående.

Signalanlegget ivaretar trafikksikkerheten og fremkommelighet for fotgjengere og kollektivtrafikk. Signalregulering er en betingelse for å kunne merke gangfelt grunnet gjeldende regelverk (ulike vikepliktsbestemmelser for bane og busstrafikk i samme trasé). Signalreguleringen gir et kryssingssted med universell utforming.

I avvikssituasjoner kjører Bybanen i begge kjøreretninger i begge spor gjennom signalanlegget.

Vesentlig endring av anlegg 106 Kong Oscars gate x Nygaten x Heggebakken

Etablering av Bybanen innebærer endring av veiarmene på tvers av Kong Oscars gate. Dagens sideforskyvning av Heggebakken forsterkes, og Bybanen etableres i aksen til Nygaten, og føres inni/ut av tunnelen på østsiden av Kong Oscars gate.

Hvilefase er en tidsstyrt veksling mellom to faser som sikrer grønt signal for alle gående, samt syklende og kjørende i begge kjøreretninger i Kong Oscars gate.

Signalanlegget ivaretar trafikksikkerheten og fremkommelighet for fotgjengere og kollektivtrafikk, samt syklende og kjørende i Kong Oscars gate. Signalregulering er en betingelse for å kunne merke gangfelt over Nygaten grunnet gjeldende regelverk (ulike vikepliktsbestemmelser for bane og busstrafikk i samme trasé). Signalreguleringen gir et kryssingssted med universell utforming.

Nytt anlegg 110 Gangfelt over Christies gate ved Nordahl Bruns gate

Nytt signalregulert gangfelt over Christies gate mellom Nordahl Bruns gate og Rasmus Meyers allé sikrer universelt utformet kryssing for gående, og eventuelle syklistene som vil ferdes sammen med de gående. I hvilefase gis grønt signal til de gående.

Eksisterende anlegg 128 Gangfelt over Christies gate ved Festplassen beholdes

Det blir en marginal fysisk endring i eksisterende signalregulerte krysningspunkt. Trafikkmengdene vil endre seg slik som for nesten samtlige anlegg i sentrumsområdet som ligger innenfor eller utenfor reguleringsplanen.

Signalanlegget opprettholder to faser som skiller gående og kjørende i tid. I hvilefase gis grønt signal til de gående.

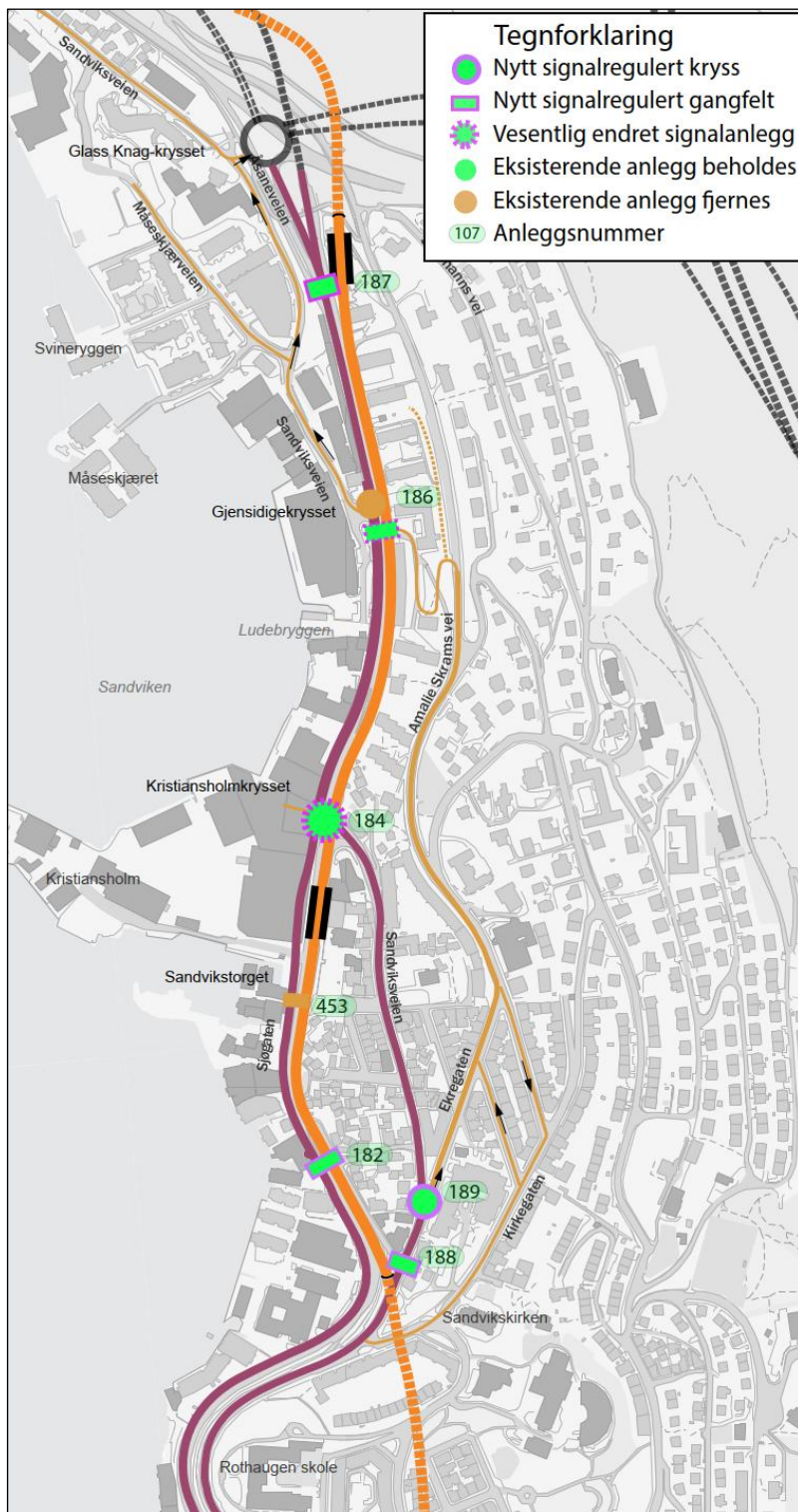
Vesentlig endring av anlegg 134 Småstrandgaten x Olav Kyrres gate

Dagens kryssareal reduseres ved at trafikkøyer fjernes, antall kjørefelt reduseres og tilfarten fra Småstrandgaten enveiskjøres mot krysset. I ny situasjon er det et X-kryss med kun 5 kjørebevegelser. Dette åpner for prioritering av fotgjengere og etablering av gangfelt over alle veiarmene.

Aktiv signalveksling vil ha to faser. Hvilefase har grønt signal for alle fire gangfelt.

Signalanlegget ivaretar trafikksikkerheten og fremkommelighet for fotgjengere og kollektivtrafikk.

7.3.2 Signalanlegg i Sandviken



Figur 7-30 Oversikt over berørte signalanlegg i Sandviken. Anlegg som inngår i teknisk plan er angitt med anleggsnummer.

Nytt anlegg 182 Gangfelt over Sjøgaten og Bybanen ved Johan Mohrs gate

Nytt signalregulert gangfelt skiller de gående over Sjøgaten og Bybanen ved Johan Mohrs gate i og øvrige kjørende i tid. Med signalanlegget etableres et trygt kryssingssted for myke trafikanter med universell utforming.

Sør for kryssingspunktet kommer Bybanen ut fra en tunnel. Det er stor høydeforskjell med mur mellom Bybanen og Johan Mohrs gate på strekningen frem til kryssingspunktet.

Trafikkøy mellom bane og vei i kryssingspunktet innebærer at gående ikke trenger å krysse både vei og banetrasé i samme periode med grønt fotgjengersignal. Trafikkøyen øker den totale lengden på kryssingen, men er ikke bred nok til å separere/sakse gangkryssingen over Sjøgaten fra gangkryssingen over Bybanen. Gangkryssingen får en totallengde på 16,5 meter.

Planlagt anlegg 453 med sykkelkryssing og gangfelt ved Sandvikstorget tas ned

Uavhengig av prosjektet med Bybanen pågår det bygging av signalregulert sykkelkryssing og gangfelt ved Sandvikstorget. Dette er en del av prosjektet Sykkeltamvegen Bergen, delstrekning 6c Sandvikstorget - Munkebotn. Planlagt ferdigstilling er høsten 2027.

Med bybane endres den fysiske situasjonen og trasé med fysisk tilrettelegging for syklist flyttes. Signalanlegget skal fjernes/tas ned når Bybanen etableres på strekningen.

Vesentlig endring av anlegg 184 Sjøgaten x Sandviksveien (Kristiansholmkrysset)

Dagens T-kryss bygges om til et X-kryss der den fjerde armen gir adkomst mot vest og Kristiansholm. Bybanen føres gjennom kryssområdet og over tilfarten fra øst. Det etableres gangfelt over tre av kryssets armer. Grønt signal i de to lengste gangkryssingene gis etter anrop på trykknapp.

Signalregulering ivaretar trafikksikkerhet og fremkommelighet for kollektivtrafikken. Øvrig kjørende trafikk er fordelt på til sammen tre hovedfaser i signalvekslingen. Signalreguleringen gir et kryssingssted med universell utforming.

Vesentlig endring av anlegg 186 Gangfelt over Sandviksveien og Bybanen ved Ludebryggen

Området rundt kryssingspunktet inngår også i det pågående prosjektet for sykkelstamvegen. Det signalregulert gangfelt over Sandviksveien flyttes noe nordover og integreres med T-krysset som signalreguleres.

Når Bybanen etableres i Sandviksveien vil krysset fysisk endres og den trafikale situasjonen forenkles. Gjennomgående sykkelvei flyttes til annen trasé og sideveien i T-krysset enveiskjøres bort fra hovedveien, dvs. mot Gjensidige-gården. De samlede forenklingene i krysset innebærer at det kun er behov for skille de gående fra de kjørende over Sandviksveien og Bybanen. Det etableres en 2,5 m bred trafikkø mellom vei og bane for å kunne separere og sideforskyve gangfeltet over Sandviksveien fra gangkryssingen over Bybanen. Den totale kryssingen for de gående skjer i to sekvenser med separat signalstyring der hver kryssing er 7,5 meter lang. Signalreguleringen gir et kryssingssted med universell utforming.

Nytt anlegg 187 Gangfelt over Sandviksveien ved Reperbanen

Gangfelt nord for Reperbanen skiller de gående i tid fra de kjørende på den trafikkerte Sandviksveien. Det signalregulerte gangfeltet er et kryssingspunkt for gående mellom holdeplass for Bybane i øst og holdeplass for buss samt boligområdene mot sjøen i vest. Det signalregulerte gangfeltet samler de gående i ett punkt og ivaretar trafikksikkerheten og tryggheten for de gående.

Nytt anlegg 188 Gangfelt over Sandviksveien ved Johan Mohrs gate

Gangfeltet over Sandviksveien etableres der ny rampe for myke trafikanter med sykkelvei med fortau føres inn mot dagens kryss mellom Johan Mohrs gate og Sandviksveien. Syd for kryssingspunktet etableres sykkelvei med fortau, mens syklistene nord for kryssingspunktet vil sykle i blandet trafikk i Sandviksveien.

Det signalregulerte gangfeltet sikrer kryssing over Sandviksveien for gående, samt systemskiftet for syklistene.

Styring og regulering av signalanlegget integreres med anlegg 189 Sandviksveien x Ekregaten.

Nytt anlegg 189 Sandviksveien x Ekregaten

T-krysset har kun tre kjørebevegelser for motorisert kjøretrafikk pga. enveiskjøring av Ekregaten og svingeforbud. Sykkelfelt mot sør i Ekregaten får eget sykkel signal som gir konfliktfri sykling inn i Sandviksveien. Separate gangfelt over de to gatene reguleres med signal og gir gående konfliktfri kryssing.

Styring og regulering av signalanlegget integreres med styring og regulering av anlegg 188. Samlet vil de to anleggene ivareta trafiksikkerhet og fremkommelighet for syklistene på strekningen forbi Sandviken brannstasjon.

7.4 Konstruksjoner

Konstruksjonene på strekningen er omtalt i underliggende kapitler og det er utarbeidet fagmodell for alle de omtalte konstruksjonene. For utvalgte konstruksjoner er det også utarbeidet tegninger.

Tabell 7-1: Oversikt over konstruksjoner med utarbeidet oversiktstegning.

K-nr.	Navn
K100	Bybaneportal Heggebakken
K202	Bybaneportal Sjøgaten
K204	Bybaneportal Munkebotn
K205	GS bru Munkebotn

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 strekningen. Løsningene er basert på konstruksjoner i betong.

Tabell 7-2: Sammendrag av konstruksjonstypene på strekningen.

Konstruksjonstype	Antall (stk)
Gang- og sykkelbruer/rampe	1
Andre kulverter/bruer	2
Portaler	4

Tabell 7-3: Sammendrag av konstruksjonstypene for strekningen.

Konstruksjon	Linje	Lengde (m)
K100 – Bybaneportal Heggebakken	Bybane	55
K105 – Portal for adkomstunnel ved Sandbrogaten	-	8,5
K202 - Bybaneportal Sjøgaten	Bybane	95
K204 - Bybaneportal Munkebotn	Bybane	80
K205 GS Bro Munkebotn	73400	94,5
K209 – Portal ny veitunnel ved Munkebotn	13400	53
K219 – Betongstøp for bybanetunnel Munkebotn	Bybane	60

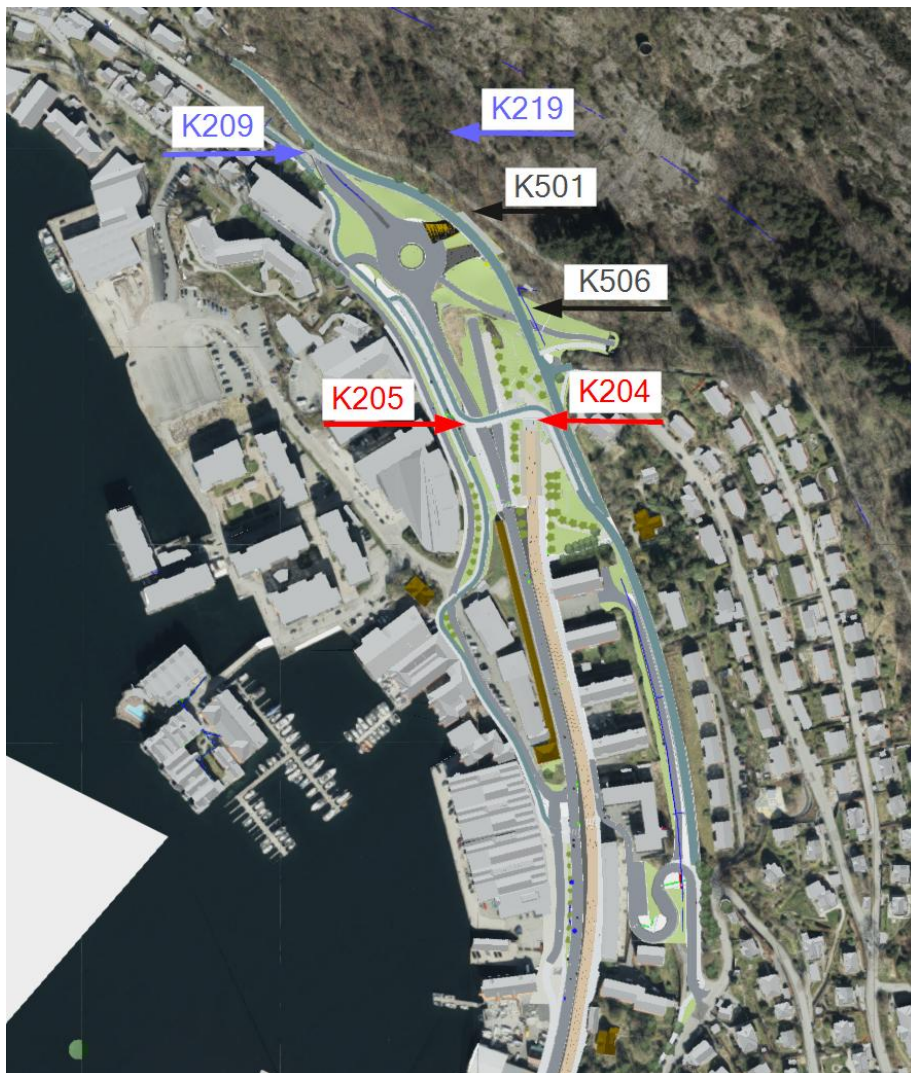
Det er utført enkel forprosjektdimensjonering av konstruksjonenes hoveddimensjoner, basert på erfaringstall, oppslagsverk og overslagsberegninger.

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

Figurene Figur 7-31 og Figur 7-32 viser en oversikt over hvor konstruksjonene er lokalisert på strekningen.



Figur 7-31: Oversikt Heggebakken-Sjøgaten, konstruksjoner markert



Figur 7-32: Oversikt over området i Sandviken, konstruksjoner markert.

I Figur 7-32 er konstruksjoner som er markert i blått ikke endret fra forrige teknisk forprosjekt (vedtatt reguleringsplan). K501 og K506 inngår i *Teknisk forprosjekt og revisjon plangrunnlag E39 Fløyfjelltunnelen* hvor det sees på endrede ramper i Sandviken som kobler seg på Fløyfjelltunnelens forlengelse.

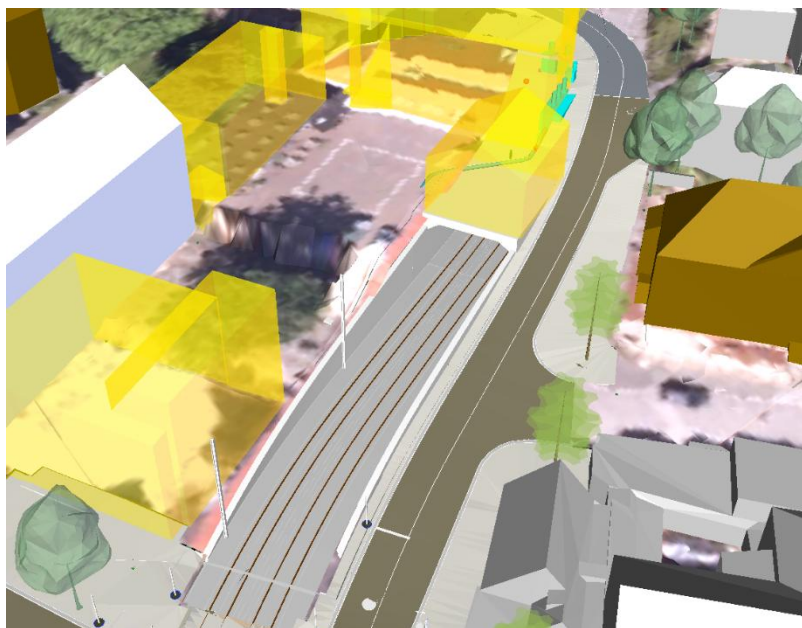
7.4.1 K100 Bybaneportal Heggebakken

Portalen har rektangulært tverrsnitt og dimensjoneres for bygg over portalen. Portalen er ca. 60 m lang fra påhugg til portalåpning. Konstruksjonen har breddeutvidelse inn mot påhugget, med innvendig bredde ved portalåpning på 9,76 m og 10,42 m ved påhugget. Taktykkelsen er 1000 mm. Portalen har 1000 mm tykk bunnplate for å kunne bygges vanntett. Ved portalåpning er det et ca. 45 m langt trau med hel bunnplate og vegger for å holde masser/vei på sider av spor. Total lengde for konstruksjonen er dermed ca. 105 m. Det er avsatt plass til 60 mm brannplater i tak og 170 mm veggelementer for eventuell brannsikring.

Vegger i portalen kan støpes mot forskaling som lektes mot berg eller spunt. Etter støp fylles rom mellom vegg og berg/spunt med betong eller lette masser. Forskaling kan stå igjen bak vegg. Dette sørger for minst

mulig inngrep bak vegg, og unngår krav til arbeidsrom bak vegg, ettersom personer ikke skal oppholde seg mellom vegg og berg/spunt. Portalen kan også støpes mot berg/spunt, men da må man i større grad hensynta fastholding. Det kan også bli stor avstand mellom vegg og berg, som kan føre til stor støp, som kan være uheldig for bestandighet.

Antatt grunnforhold er berg eller faste masser. Portalen tilfredsstiller «grønn verdi» med 5,5 m frihøyde over SOK.



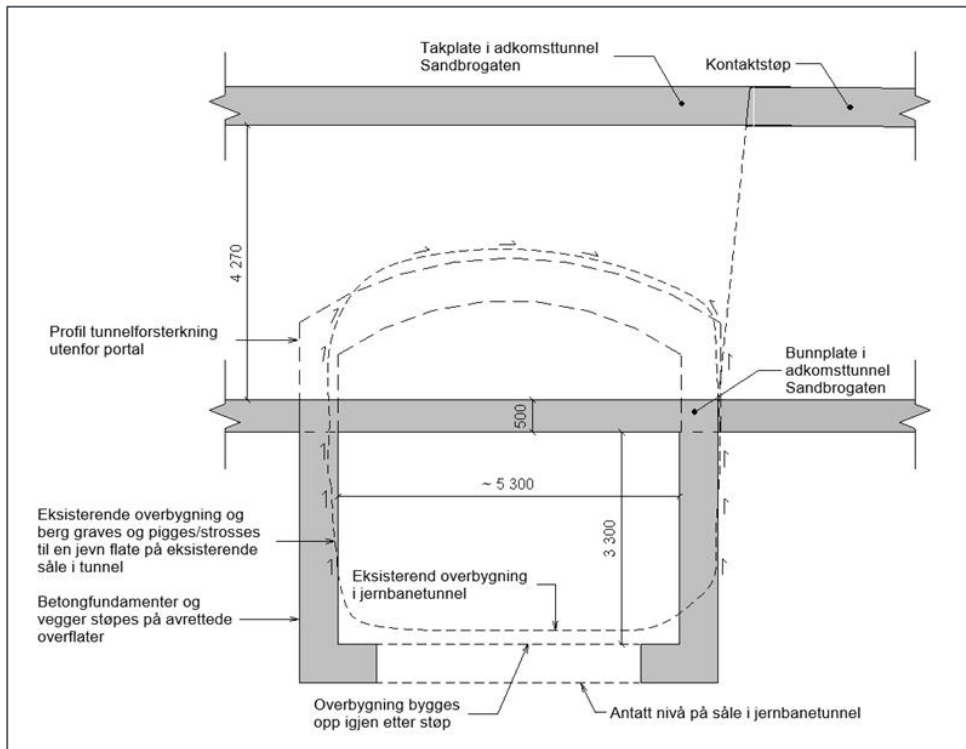
Figur 7-33: K100 Portal Heggebakken, illustrasjon fra innsynsmodell

7.4.2 K105 Portal for adkomsttunnel ved Sandbrogaten

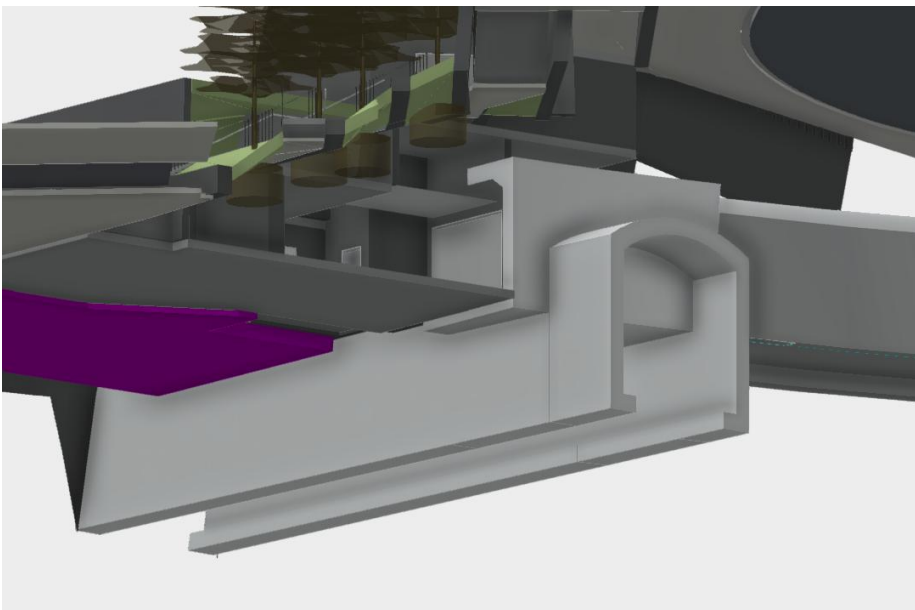
I adkomstbygg ved Sandbrogaten er det behov for både en portal for adkomsttunnelen og en tunnelforsterkning for eksisterende jernbanetunnel. Innvendig bredde av portalen er 4,0 m og høyden er 4,27 m. Tykkelse for takplate er satt til 600 mm. Lengden av portalen er ca. 8,5 m fra påhugg til portalåpning. Tunnelforsterkningen har innvendig bredde på 5,3 m, høyde av vegger på 5,1 m og høyde av buet tak på 0,9 m. I området hvor portal krysser forsterkningen er høyden fra fundament til UK portal 3,3 m. Tykkelse av tunnel er satt til 600 mm. Lengden av forsterkingen er ca. 28 m. Deler av forsterkningen krysser under portalen og tilpasses geometrien til denne.

På grunn av vei på overside vil det være ønskelig å begrense berguttak for portalen. Som i forrige reguleringsplan foreslås det å pigge/strosse en jevn flate i eksisterende tunnel og støpe mot denne.

Eventuelt kan støp lektes mot berg som for K100. Figur 7-34 viser løsning med forsterkning i området hvor adkomstveien til underjordisk stasjon krysser over.



Figur 7-34: Betongutstøpning i eksisterende jernbanetunnel.



Figur 7-35: K105 sett fra underside, illustrasjon fra innsynsmodell

7.4.3 K202 Bybaneportal Sjøgaten

Portalen har sirkulært tverrsnitt og dimensjoneres for veitrafikk over. Portalen må også dimensjoneres for nytt bygg over. Bygget er i dag vist ca. 18 meter høyt, men nøyaktig grunnlag må innhentes før detaljprosjektering. Portalen er ca. 95 m lang fra påhugg til portalåpning. Konstruksjonen utføres med skrå avslutning ved portalåpning. Tverrsnittstykkelsen er satt til 600 mm basert på erfaringstall for portaler med tilsvarende overfylling. Portalen har 1000 mm bunnplate for å kunne støpes vanntett.

Det er antatt at portalen vil bli delvis fundamentert på berg og delvis på løsmasser.

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



Figur 7-36: Bybaneportal K202 Portal Sjøgaten, illustrasjon fra innsynsmodell

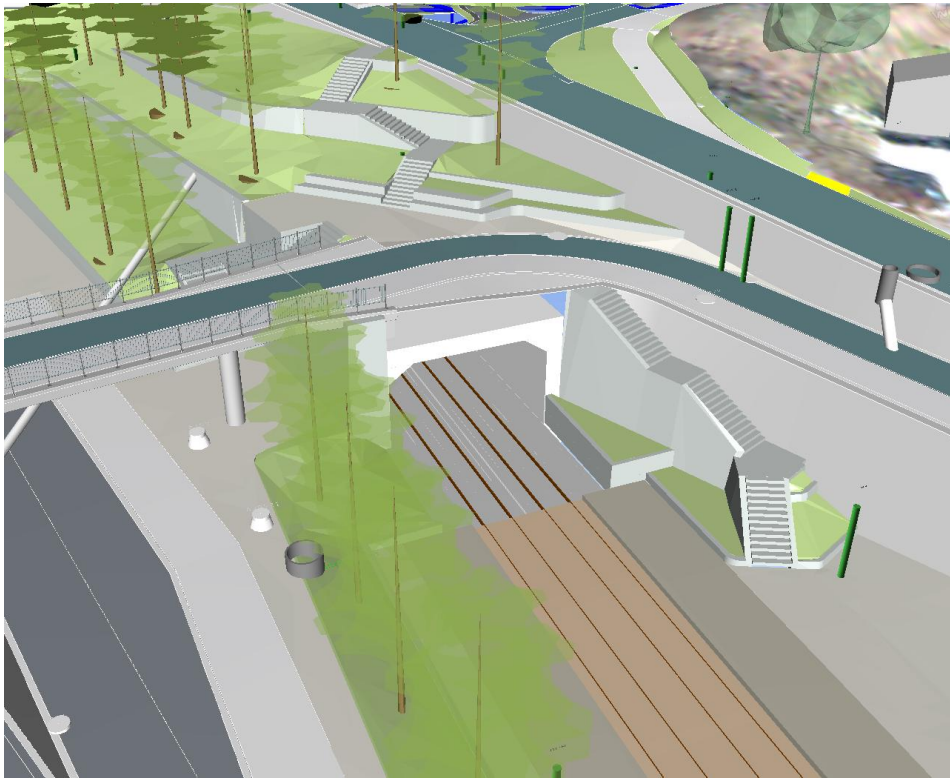
7.4.4 K204 Bybaneportal Munkebotn

Portalen har rektangulært tverrsnitt og dimensjoneres for veitrafikk over. Portalen er ca. 80 m lang fra påhugg til portalåpning. Innvendig bredde er 9,1 meter, taktykkelse er satt til 1000 mm. Portalen har 1000 mm bunnplate for å kunne støpes vanntett.

GS-Bro K205 vil fundamenteres oppå portalen. Deler av portalen kan måtte forsterkes for å ta opp kreftene fra broen. Over portalen inn mot påhugget krysser adkomstvei til Fløyfjelltunnelen. På grunn av vei og høy fylling på portalen kan det også bli behov for forsterkning inn mot påhugget.

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

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



Figur 7-37: K204 Bybaneportal, illustrasjon fra innsynsmodell

7.4.5 K205 Gang- og sykkelbro ved Munkebotn

Eksisterende gang- og sykkelbro byttes ut med en ny bro, tilsvarende dagens utforming. Dette er en slakkarmert platebro over 6 spenn, med lengste spennlengde på 20 m. Total bro lengde er ca. 94,5 m og bredden er 7 m. Fugefri løsning, sirkulære søyler $\varnothing 1000$ i akse 2-6. Maksimal tverrsnittstykkelse 1000 mm. Landkar i øst fundamenteres oppå bybaneportal K204.

Det er sett på løsning med å korte ned lengden av broen ved å flytte landkar i nord sørover og heller benytte lengre støttemur. Det vil da trolig være behov for betongmur ettersom fall 1:5 for natursteinsmur vil gå inn i GS-veien på vestsiden av broen.

Antatt faste grunnforhold eller berg. Eksisterende bro, 12-2458 Amalie Skramsvei I, ligger i samme område, og er ifølge ferdigbrotegning fundamentert på komprimert sprengstein. Frihøyde 4,9 meter til underliggende vei er ivare tatt.



Figur 7-38: K205 Gang- og sykkelbro, illustrasjon fra innsynsmodell

7.4.6 K209 Portal ny veitunnel ved Munkebotn

Konstruksjonen har ingen endring fra tidligere teknisk forprosjekt.

Portal for ny toveis tunnel for lokaltrafikk mellom ny rundkjøring ved Munkebotn og Sandviken sykehus.

Rektangulær portal, lengde 53 meter målt i senterlinje vei. 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 vei 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 vei og portal, antatte fundamenteringsforhold er sprengsteinspute til berg.



Figur 7-39: K209 Portal for ny vegtunnel ved Munkebotn, illustrasjon fra innsynsmodell

7.4.7 K219 Betongstøp bybanetunnel Munkebotn

Konstruksjonen har ingen vesentlig endring fra forrige teknisk forprosjekt.

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

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

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



Figur 7-40: Utstøpning K219 av bybanetunnel mellom Amalie Skrams vei og Sandviken sykehus

7.5 VA-anlegg og annen infrastruktur

Tiltaket i området vil i hovedsak bestå av omlegginger av eksisterende VA-anlegg som kommer i konflikt med planlagte vei- og banetiltak. Omlagte ledninger planlegges i hovedsak 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 tunnelportal for å sikre tilstrekkelig brannvannsdekning til tunnelene samt etablering av overvanns- og drenssystem tilhørende vei og bane.

Bybanen skal etableres som fastspor med en fundamentplate av betong som ofte dekker dagens veiareal der store deler av eksisterende ledningsanlegg er etablert. Det er som hovedregel ikke tillatt å etablere langsgående VA-ledninger under Bybanen med unntak av Bybanens interne drenssystem. Planlagte ledningstraseer som etableres parallelt med Bybanen må sikres tilkomst i forhold til fremtidig tilsyn, fremgraving og vedlikehold. Vannledninger som krysser under Bybanesporet eller plattform/holdeplass skal ha varerør. Ved videre detaljprosjektering må bruk av varerør for andre ledningsanlegg vurderes for hvert enkelt tilfelle. Tilkomst til planlagte VA-ledninger må sikres i detaljprosjektering.

På avløpsanlegget skal det tilrettelegges for fremtidig separering av eksisterende avløpfellesledninger opp- og nedstrøms planområdet. Der det er mulig utføres separering av overvann fra planlagt avløpfellesystem. Eksisterende overløpsledninger skal ivaretas, men vil i de fleste fremtidige situasjoner fungere som overvannsledninger. Separering på fellesnettet vil forbedre kapasiteten på avløpsnettet i aktuelle områder og redusere mengden overvann som føres til renseanlegg.

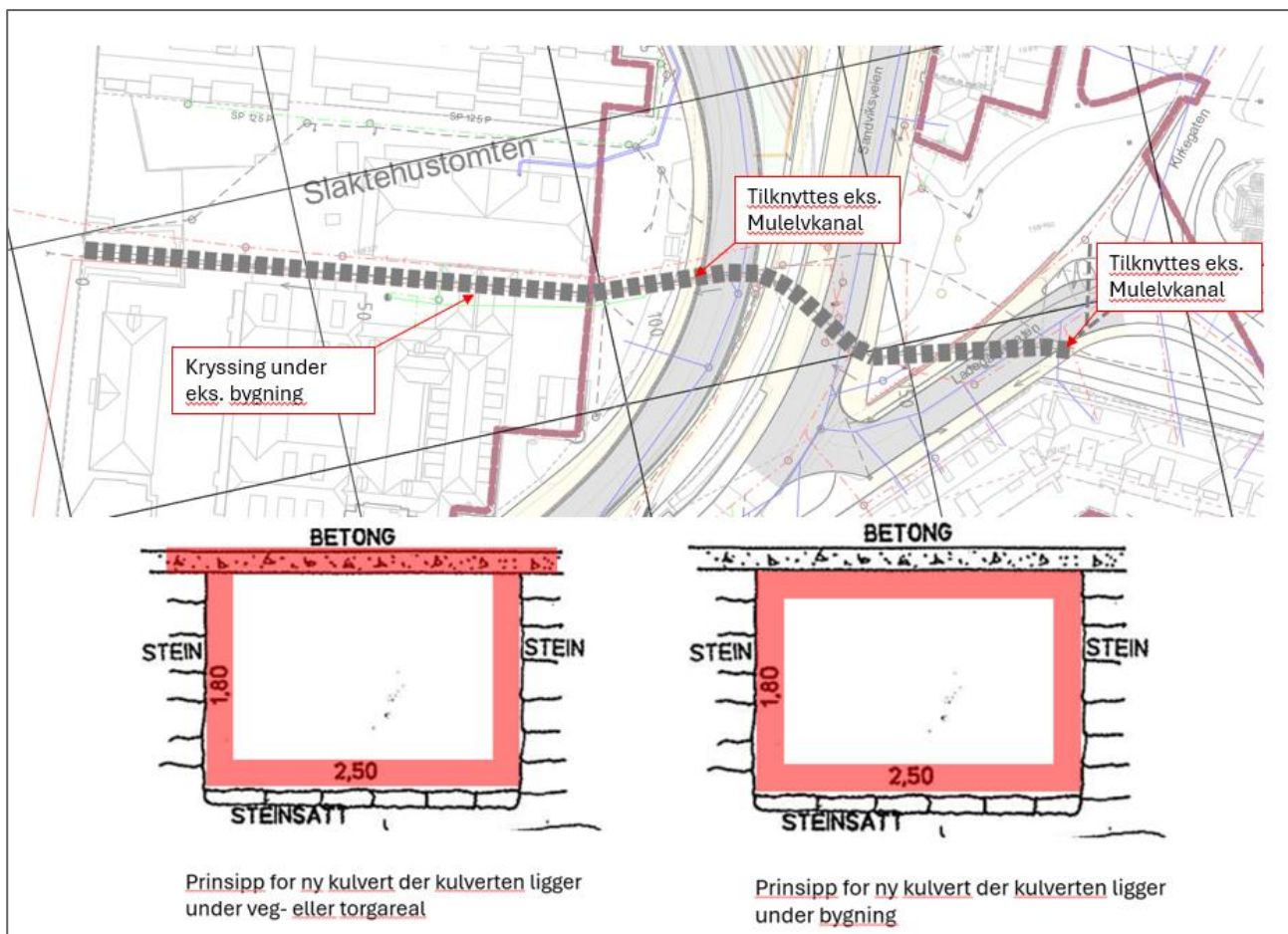
Overvannshåndtering i planområdet skal i størst mulig grad baseres på infiltrasjon for å ivareta krav i KDP overvann samt for å ivareta ferskvannsbalanse i kulturlag i grunnen. Mulighet for infiltrasjon må vurderes, ved detaljprosjektering, for hvert enkelt tilfelle i forhold til eksisterende kjellere og grunnvannsstand. Avrenning vil også skje på overflaten og via ledningsanlegg i grunnen.

Vannforsyning i området skal i hovedsak legges om i nye traseer utenom banelegemet. Det skal ikke utføres noen endringer i forhold til kapasitet eller trykk. Planforslaget vil opprettholde og forbedre forsyningssikkerheten for vann i planområdet ved å skifte ut gamle rør og etablere nye overføringsledninger. Brannvannsdekning i området skal være uendret i forhold til dagens situasjon.

Større tiltak innenfor planområdet omfatter:

- Omlegging av eks. AF-ledning i Kaigaten som er i konflikt med ny holdeplass. AF-ledningen flyttes fra nordsiden av Bybanen til å ligge i veigrunn sør for Bybanen. Det vil i tillegg etableres to felles kryssingspunkt med annen infrastruktur. Det vil bli stilt strenge krav til utførelsen av ledningsanlegget da AF-ledningen har svært lite lengdefall. De kryssende OV-ledningene må etableres med dimensjoner som er mindre enn krav i N500 for å unngå konflikt med Bybanens kabelfrie profil.
- Tilførsel av økt mengde overvann til Lille Lungegårdsvann. Det skal etableres nytt overvannssystem fra Kong Oscars gate og Skansemyren til Lille Lungegårdsvann. Drensvann fra tunnelen vil tilknyttes systemet fra Kong Oscars gate. Overvannssystemene skal utformes som et dykkesystem og lede overvannet gjennom lavbrekket i Nygaten til nytt ledningsanlegg i Peter Motzfeldts gate. Eksisterende overvannsledning i Peter Motzfeldts gate må oppdimensjoneres for å kunne håndtere fremtidige overvannsmengder.
- Omlegging av eks. AF-ledning fra Kong Oscars gate til Halfdan Kjerulfs gate. AF-ledningen flyttes til en trase som ligger like utenfor planlagt Bybane. AF-ledningen krysser bybanen ved lavpunktet i Nygaten. Deler av traseen kommer tett på eks. trær. Trær som må fjernes ved omlegging av ledningen skal reetableres, men da uten konflikt med det nye ledningsanlegget.

- Omlegging av eks. vannledninger i Kong Oscars gate. Vannledninger som krysser Bybanen, skal etableres med varerør. Det skal også etableres nye vannkummer på ledningsanlegget. En av kummene vil være plasstøpt med tilknytning mellom de to vannledningene.
- Omlegging av eks. VA i Ladegårdsgaten grunnet konflikt med byggegrop til tunnelportal. Det skal utføres omfattende omlegging av VA-anlegg i Ladegårdsgaten. Vannledninger som er i konflikt med byggegropen legges om i nye traseer. AF-ledninger i området skal separeres og det nye spillvannsnett skal knyttes til eks. AF-ledning i VA-tunnelen via borehull. Det skal etableres en overløpsledning som knyttes til eks. AF-ledning i sykkel tunnelen. Overløpsledningen etableres i planlagt sykkelvei langs muren på Sjøgaten.
- Omlegging av Mulelvkanalen over ny tunnelportal. Eksisterende Mulelvkanal leder overvann fra Skredderdalen og Storediket til utløp i Byfjorden. Dagens kanal har varierende utforming langs traseen. I tiltaksområdet er kanalen murt i bunn og vegger med en betongplate i topp. Kanalen er vurdert å være utett, slik at strømningsforholdene i dagens kanal må baseres på selvføll for å sikre at eventuelle lekkasjer til tilstøtende masser ikke fører til skade. Omleggingen av Mulelvkanalen skal sikre kapasitet for en 200 års flomhendelse iht Statens vegvesens håndbok N200. Dette innebærer at kanalen i tiltaksområdet må dimensjoneres for trykkrørstrømning. Over portalen støpes en ny kanal som knyttes til eksisterende kanal på oppstrøms og nedstrøms side. I Sjøgaten må eksisterende kanal forsterkes for å sikre at trykkrørstrømning ikke fører til skade for omgivelsene. Det foreslås å grave frem eksisterende Mulelvkanal og fjerne topplaten. Deretter støpes vegger og gulv. Til slutt støpes ny topplate som legges på nivå med dagens kulvert. Ved kryssing av eks. bygning, må kulverten støpes vanntett innenfor dagens tverrsnitt. Alle skjøter må være helt vanntette for å sikre omgivelsene. Kanalen har utløp på kote ca. -0,5 slik at utførelsesarbeider må tilpasses høy- og lavvann i sjøen.



Figur 7-41. Trase for omlagt Mulelvkanal ved kryssing av tunnelportal og prinsipp for tetting av eks. Mulelvkanal. Se tegn. BT5-T-B2-GH-2101 for lengdeprofil og grensesnitt til andre planlagte VA-ledninger.

- Omlegging og separering av AF-ledning i Johan Mohrs gate. Eks. mur langs Sjøgaten og Johan Mohrs gate skal flyttes lenger inn i Johan Mohrs gate. Ledningsanlegg i gaten skal reetableres. Det vil bli behov for dispensasjon fra avstandskrav mellom VAO-anlegg og konstruksjon i Bergen kommunes VA-norm.
- Langsgående omlegging i Sjøgaten. Eks. VA-anlegg i konflikt med planlagt bybane skal reetableres på utsiden av Bybanen. I områder med AF-ledninger legges det til rette for separering med nye overvannsledninger med utløp til Byfjorden enten via nye utløpsledninger eller via eks. overløpsledninger. Oppstrøms områder knyttes til det nye ledningsanlegget ved utvalgte krysningspunkter.
- Separering og tilrettelegging for lukket flomvei ved fremtidig havnivå ved Sandvikstorget. Det skal etableres nytt VAO-anlegg på utsiden av planlagt bybane. VAO-systemet i området baseres på tiltak beskrevet i områderegulering for Kristiansholm, Sandvikstorget og Rosegrenden, plan ID 61690000.

- Separering i Sandviksveien og Amalie Skrams vei. Det skal etableres fellesgrøfter på utsiden av Bybanen og i Amalie Skrams vei. Overvann fra oppstrøms områder skal ledes ned mot OV-ledninger som krysser Bybanen via Amalie Skrams vei. Utløp for overvannsystemet vil være ved Sandviksveien64.
- Tilpasning av ledningsanlegg etablert i forbindelse med sykkelstamveien mot Åsane. Store deler av ledningsanlegget i den nordre delen av planområdet, fra Ludebryggen til Munkebotnen, er helt nye. De store langsgående hovedledningene skal ivaretas, men det må utføres tilpasninger av mindre ledninger og omlegginger ved kryssingspunkter for å ivareta krav til kabelfritt profil til Bybanen. Det må også etableres en langsgående permanent grøfteavstivning langs Bybanen for å sikre fremtidig drift og vedlikehold.
- Ny overvannsledning fra Fjellsiden. Det foreslås etablert ny overvannsledning i fellesgrøft med kabelanlegg fra holdeplass ved Munkebotn til Fjellsiden. Overvannsystem i holdeplassområdet må etableres samtidig som utbygging av Bybanen. Oppstrøms overvannsanlegg kan utføres ved senere tidspunkt. Overvannsystemet vil ha utløp i Byfjorden ved Måseskjærveien.

Av større utfordringer i planområdet kan nevnes ivaretagelse av grunnvannsforhold i Vågsbunnen. Det planlegges å bruke lavpermeable masser i planlagte VA-traseer slik at de ikke bidrar til drenering av grunnvann fra området, se bestemmelse om «Særlige krav til infrastruktur». Bruk av lavpermeable masser under grunnvannstand vil reduseres risiko for negativ påvirkning av grunnvannstanden. I Sandbrogaten er det stilt krav om grunne grøfter på planlagt ledningsanlegg for å sikre kulturlag i grunnen.

7.5.1 Overvannsflom og flomveier

Flomveier for overvannsflom skal håndteres på overflaten iht KDP Overvann. Alle flomveier fra planområdet ledes enten direkte til sjø eller til systemer som påvirkes av havnivået (Lille Lungegårdsvann). Noen av de planlagte flomveiene vil være kombinasjoner av åpne og lukkede flomveier der den lukkede flomveien må tas i drift ved høgt havnivå. Det vises til egen VA-rammeplanen RA-B-005 for detaljerte opplysninger.

Planlagt flomvei i Kaigaten vil være lik dagens situasjon. Nedbørfeltene som har avrenning ned mot Lille Lungegårdsvannet vil være noe større enn i dagens situasjon. Det vil være en flomsone likt dagens situasjon i Kaigaten der overvannet stuver seg opp før det renner ut i Lille Lungegårdsvann.

Planlagt flomvei i Heggebakken vil være lik dagens situasjon. Flomvann vil ledes til lavbrekk i Nygaten der det krysser inn i Halfdan Kjerulfs gate. Derfra ledes flomvannet videre ned mot Torget. I reguleringsplan ID 71730000 skal dagens flomvei justeres noe slik at dagens flomsone foran Torget 1 reduseres. Se VA-rammeplan tilhørende plan ID 71730000 for en mer detaljert beskrivelse av tiltaket.

Den omlagte Mulelvkanalen ved Sjøgaten dimensjoneres for en 200 års flom. Kapasitet på oppstrøms kanal er ikke vurdert og eventuelle flaskehalser oppstrøms den nye kulverten vil kunne ha lavere kapasitet. Ved gjentetting av inntak til kanalen vil det også kunne oppstå en flomsituasjon som ledes på overflaten. Flomveier og flomsone for Mulelven er nærmere beskrevet i hydrologisk rapport RA-B-018.

Ved Sandvikstorget skal det etableres en ny hovedflomvei som krysser over Bybanen. Selve Sandvikstorget skal avskjærmes slik at store deler av overvannet som i dag ledes ned i lavpunktet på Sandvikstorget istedenfor ledes direkte over Bybanen. Bybanen vil ha et lavpunkt på kote + 1,78. Det vil være behov for lukket flomvei for å håndtere flomvann fra lavpunktet på Sandvikstorget.

I den nordlige delen av planområdet ledes flomveien i dagens situasjon langs Sandviksveien med utløp ved Sandviksbodene 69. I planlagt situasjon skal flomveien fortsatt følge Sandviksveien, men i kryss inn mot Sandviksbodene skal flomveien ledes sørover langs Gjensidigebygget. Flomveien vil få et nytt utløp ved

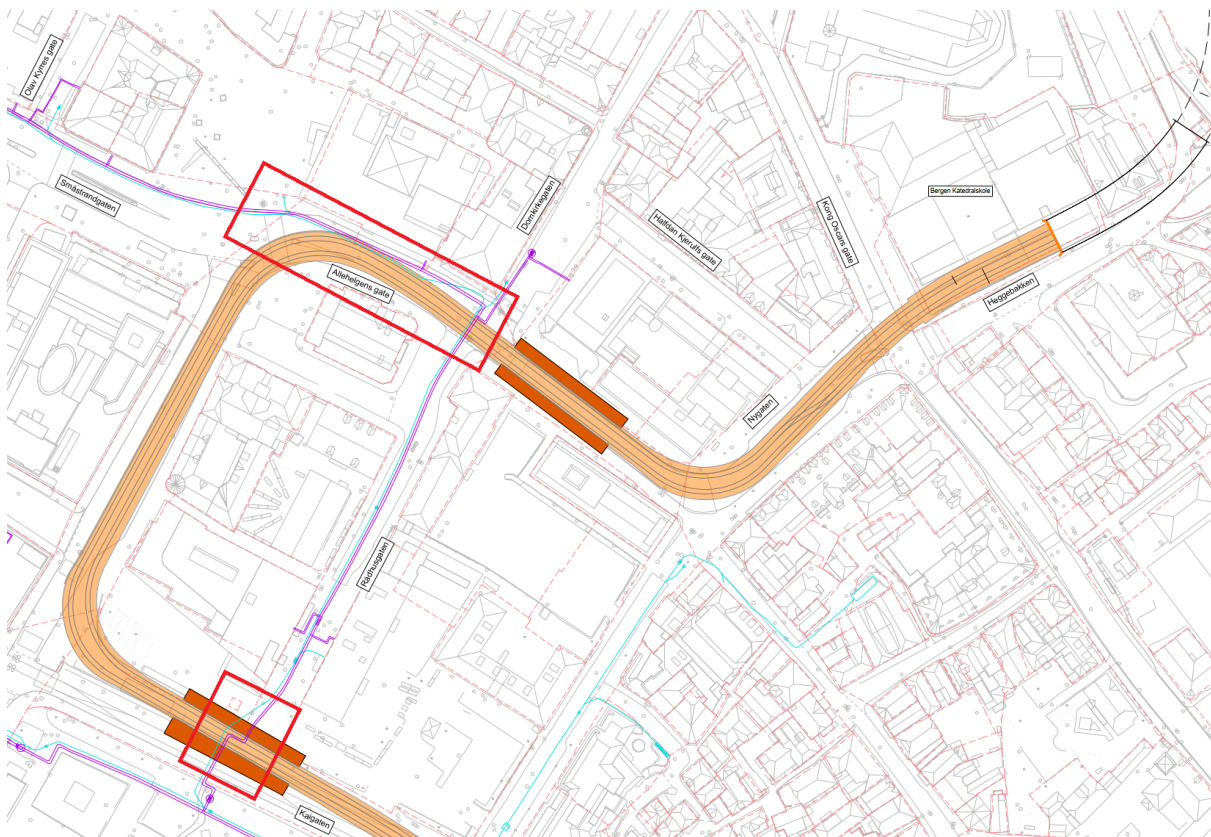
kaien like ved Gjensidigegården. Flomvann oppstrøms Amalie Skrams vei vil ledes ned mot veien og følge den nye forbindelsen mellom Amalie Skrams vei og Sandviksveien. Når flomvannet møter Sandviksveien vil det følge den nye flomveien langs Gjensidigegården.

7.5.2 Fjernvarme/ bossnett

Tiltaket i området vil i hovedsak bestå av omlegginger av eksisterende fjernvarme- og bossledninger som kommer i konflikt med planlagte vei- og banetiltak, samt utskiftning av gamle muffert på fjernvarmeledningene. Omlagte ledninger planlegges med tilsvarende dimensjon som eksisterende ledninger, eventuelt en høyere isolasjonsklasse der det er rom for dette. Det er også planer om å bygge bossnettet i Bergen sentrum. Planen viser også fremtidige traseer for bossledninger som både ligger i og utenfor planområdet slik at utvidelsen av bossnettet er gjennomførbar og at nødvendige grensesnitt til annen infrastruktur er ivarettatt.

Fjernvarmenettet har flere av de samme konfliktpunktene som bossnettet i forbindelse med Bybaneutbyggingen jf. figur under, særlig i Kaigaten og Allehelgens gate der eksisterende rør berøres av nytt banetverrsnitt. Dette gjør det nødvendig å legge om deler av rørføringen for å sikre drift gjennom anleggsperioden og tilpasse nettet til fremtidig gatetverrsnitt. Der fjernvarme- og bossrørene krysser Bybanen skal de legges i varerør, og alle nye traséer sikres mot nærliggende konstruksjoner slik at de kan graves frem ved behov senere. Øvrig eksisterende anlegg må ivaretas.

Omlegginger og utkoblinger bør også utføres utenfor fyringssesongen. Fjernvarmen kan ikke sette ut av drift dersom temperaturen er ned mot null grader.

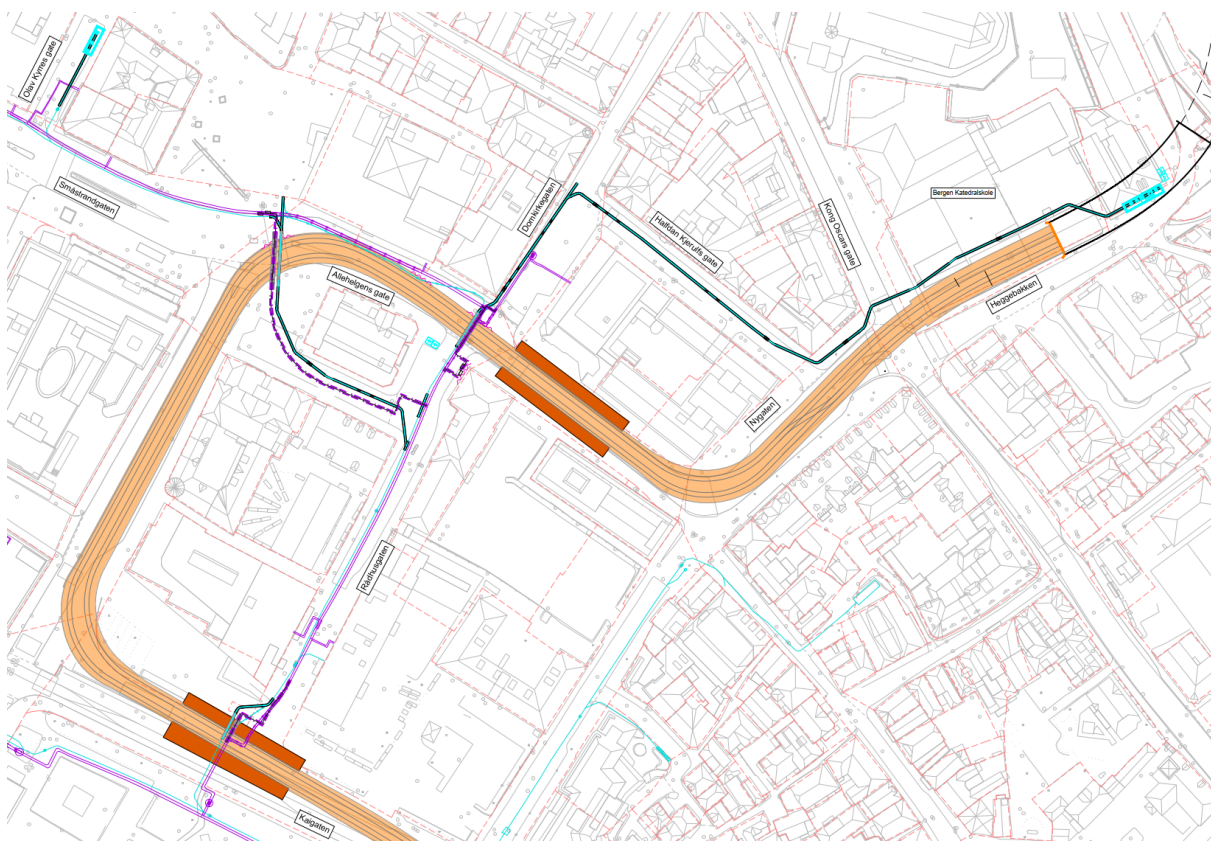


Figur 7-42 Eksisterende fjernvarme- og bossnett med konfliktområder i henholdsvis Kaigaten og Allehelgens gate.

Henviser til figur under for omlegginger i Sentrum. I Kaigaten løses omleggingene ved å forskyve bossug- og fjernvarmebend i nordlig retning. Traséene kobles deretter til eksisterende nett på nærmeste hensiktsmessige punkt.

Som følge av begrenset tilgjengelig areal i Allehelgens gate legges traséene for bossug og fjernvarme om fra nye avstikk ved Rådstuplassen. Videre føres de langs sør- og vestsiden av «Det gamle rådhus». Traséene krysser deretter banekonstruksjonen før tilkobling til eksisterende nett vest i Allehelgens gate.

I krysningsområdet mellom Rådstuplassen og Allehelgens gate skiftes eksisterende boss- og fjernvarmeledninger ut. Ledningene justeres noe for å tilrettelegge for føring i varerør gjennom kryssningssonen. Bossledning føres videre direkte inn i Domkirkegaten i eksisterende trasé. Fjernvarmeledning kobles til eksisterende anlegg vestover ved Allehelgens gate 4. Avstikk i retning Domkirkegaten etableres som parallellavgreining eller tilsvarende teknisk løsning.



Figur 7-43 Fjernvarme- og bossnett med omleggingstraséer og nye anlegg.

Av nye tiltak er det planlagt å utvide bossnettet med bunkersystemer i Heggebakken/Bergen Katedralskole og nord i Olav Kyrres gate. I tillegg etableres det bunntømte containere ved Allehelgens gate og Heggebakken/Katedralskolen. Tiltak som er en direktekonsekvens av planlagt bybane, er etablering eller forlengelse av varerør i kryssningspunkter med planlagt bybane og omlegging/flytting av eks. ledningstrase i Allehelgens gate til Rådstuplass. Ledningsanlegg i Domkirkegaten og Halfdan Kjerulfs gate og nye nedkastsystemer er en del av BIR sin utbyggingsplan for sentrum.

Eksisterende bossnettrasé i Domkirkegaten videreføres via Halfdan Kjerulfs gate, Nygaten og frem til Bergen Katedralskole. Nedkastsystemet plasseres oppå tunnelportalen, med kundetilknytning fra Heggebakken (se figur over). Rørføringen som legges inn på tomten til Katedralskolen gir særlig gode muligheter for en effektiv

og fremtidsrettet avfallshåndtering. Løsningen legger til rette for etablering av en innvendig terminal for skolen, som kan håndtere flere avfallsfraksjoner samlet. Dette innebærer at behovet for tradisjonelle avfallsbeholdere, manuell håndtering og tømning reduseres betydelig.

En innvendig terminal på bakkeplan vil gi en rekke fordeler: Bedre logistikk, økt hygiene, redusert lukt og mindre intern transport av avfall. Samtidig oppnås en tryggere og mer ryddig skolehverdag, uten tunge løft og unødig trafikk knyttet til avfallshåndtering. Terminalen kan også kobles sammen med utvendige nedkastpunkter ved behov, noe som gir fleksibilitet og kapasitet for fremtidige behov.

For å kunne om dirigere kundene i anleggsperioden må bossledningene erstattes med manuelle tømmeløsninger der det er nødvendig. Løsningene er midlertidige for å opprettholde avfallshåndteringen, og det er ønskelig at de brukes så kort som mulig, da de gir økt belastning på mannskapet.

Bymiljøetaten utreder også et tredje bossnett i Sandviken, omtalt som det røde nettet. Det er ikke planlagt noe utvidelse i dette området i gjeldende prosjekt. Det er ikke planlagt for nye anlegg på fjernvarmenettet.

7.5.3 Infrastrukturplan

Reguleringsplanen gjelder ny bybanetrase og sykkelrute samt veier og stier i tilknytning til tiltaket. 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 VA-rammeplan med infrastrukturplan (RA-B-005) som viser hvordan en kan få plass til de ulike aktørene på tilgjengelig areal. Detaljering av planene er utført i den grad at det sikrer gjennomførbarhet av planlagte og eksisterende infrastrukturens system.

Det er viktig å ha fokus på drift- og vedlikehold av både Bybanen og annen infrastruktur under planleggingen av Bybaneutbyggingen.

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

- BKK Nett har el-anlegg i området i dag. I hovedsak lav- og høgspennet til lokal strømforsyning. BKK Nett planlegger å forsterke sitt høgspennetnett i deler av området. Behovet for økt effektuttak vil ikke påvirke eksisterende anlegg eller bebyggelse. Energiforsyningen til bybanen er sikret gjennom avtale med lokal strømløseleverandør. Det er reservert tilstrekkelig kapasitet i både lokalt og regionalt nett.
- Teleoperatørene planlegger ingen større utbygginger i området. Eksisterende anlegg må ivaretas.
- BIR Infrastruktur må legge om en del eksisterende bossnett-anlegg for å tilpasse seg Bybaneutbyggingen. Eksisterende anlegg må ivaretas. Det planlegges også for nye nedkastpunkter i sentrum med tilhørende rørsystemer.
- BKK Varme må legge om en del av sine eksisterende Fjernvarmeanlegg for å tilpasse seg Bybaneutbyggingen. Eksisterende anlegg må ivaretas.
- Bergen Vann har anlegg over hele sentrum som blir berørt av Bybaneutbyggingen, og må legge om mange anlegg. Bl. a. kritiske hovedanlegg med store dimensjoner i Kaigaten.

Det tilstrebes å separere fellesavløp, samt å forsterke en del eksisterende anlegg. Det må sikres å holde VA-anlegg i drift i hele anleggsperioden.

Reguleringsplanen er tegningsbasert. Hovedanleggene for VA er planlagt i en felles modell. I modellen er de ulike tekniske anleggene koordinert i forhold til hverandre. Modellen skal vise at anleggene kan bygges, og at «hovedkonflikter» er løst før en starter arbeidet med detaljprosjekteringen. Dette er avgjørende i trange tverrsnitt med store anlegg som er lite fleksible. Noen av minsteavstandene i modellen er ikke i henhold til NS3070 og det må innhentes nødvendige dispensasjoner ved detaljprosjektering. Det er utarbeidet følgende tegningsserier.

- H-tegninger viser eksisterende og fremtidige fjernvarme og renovasjonsledninger
- GH-tegninger viser eksisterende og fremtidige offentlige og private VA-ledninger samt fremtidig fjernvarme og bosnett. 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 flomveier til sjø.
- I-tegninger viser oversikt over eksterne kabler og plassering av nettstasjoner og likeretterstasjoner. Detaljer for omlegging av kabler er beskrevet i kapittel 3.2.9.
- X-tegninger viser planlagte gravedybder

7.6 Forurensede masser

Innledende miljøtekniske grunnundersøkelser ble utført av Norconsult og Asplan Viak (NOAV) i 2020, 2021 og 2022 i forbindelse med øvrige geotekniske og hydrogeologiske undersøkelser utført under regulering for Bybanens byggetrinn 5, sentrum – Vågsbotn. Det vises til rapport RA-DS1-002 (Norconsult og Asplan Viak, 2022), RA-DS2-002 (Norconsult og Asplan Viak, 2021) og RA-DST-003 (Norconsult og Asplan Viak, 2021). Høsten og vinteren 2025/2026 ble ytterligere miljøtekniske grunnundersøkelser utført på tilgrensende områder av COWI, Rambøll og Asplan Viak (CORAV).

Over 140 jordprøver er tatt i 55 posisjoner fordelt på arealer til «Bybane sentrum-Sandviken». Prosjektet har et godt grunnlag for å vurdere både omfang og typer forurensning som kan forventes innenfor prosjektområdet. Resultatene kan oppsummeres som følge:

- Forurensningen er i hovedsak, men ikke utelukkende, knyttet til overflatejordmasser i intervallet 0–2 m under terreng.
- Forurensningstypene er sammensatte og omfatter både enkelte PAH-forbindelser og tungmetaller.
- Forurensningsgraden ligger i hovedsak mellom tilstandsklasse 2 og 4, med enkelte avvik.

Det er kun jord- og løsmasser (med kornstørrelse under 25 mm) som klassifiseres etter dette systemet. Grus og berg/stein omfattes i utgangspunktet ikke.

Resultatene gir en god oversikt over den generelle forurensningssituasjonen i de undersøkte områdene.

Foreliggende data gir samtidig rimelig sikkerhet for at løsningene som legges til grunn i reguleringsplanen er gjennomførbare og kostnadseffektive.

I en senere fase vil det være behov for å koordinere krav til ytterligere kartlegging av massene for å sikre korrekt disponering både innenfor og utenfor prosjektet. Det må avklares med kommunen om de vil akseptere en tiltaksplan basert på foreliggende data, eller om det stilles krav om fullstendig kartlegging i henhold til forurensningsforskriftens kapittel 2 og Miljødirektoratets veileder.

Det må uansett utarbeides én eller flere tiltaksplaner som skal godkjennes av kommunen før arbeid i grunnen kan igangsettes.

7.7 Støyforhold

For å belyse støysituasjonen i området, er det utført støyberegninger av to scenarioer med fremskrevet trafikk til år 2050. Det er sett på støysituasjonen når tiltakene som ligger i planforslaget er gjennomført (utbygget situasjon) samt en referansesituasjon (nullalternativet). Tallsettet er satt opp på grunnlag uten tiltak for nullvekstmål. I nullalternativet er Bybanen og de trafikkomleggingene som er nødvendig for å etablere denne tatt ut, samtidig som bussfrekvensen er økt for å kunne gi et kollektivtilbud med tilsvarende kapasitet. Dette tallsettet blir kun benyttet for støyberegningene i prosjektet.

Det er beregnet støy fra bane, utbedrede veilenker og eksisterende veinett. Det er forutsatt at det ikke er personbiltrafikk på Torget og over Bryggen. Både i nullalternativet og i utbygget situasjon går det kun buss på Torget og over Bryggen. Generelt er det forventet tilnærmet uendret eller redusert trafikk i utbygget situasjon sammenlignet med nullalternativet. Størst nedgang i antall kjøretøy og/eller tungtrafikk vil det være over Bryggen, Festningskaien, Bontelabo og Sjøgaten. Her reduseres antall kjøretøy med 50-70%. Det vil bli noe utbedring/ombygging av Sjøgaten og Sandviksveien i forbindelse med hovedsykkelruten, ellers berøres geometrien til eksisterende veinett i liten grad av utbyggingen. Trafikkerte veier som inngår i beregningene, er Kaigaten, Christies gate, Småstrandgaten, Allehelgens gate, Nygaten, Heggebakken, Kong Oscars gate, Strandkaien, Strandgaten, Torgallmenningen, Torget, Vetrilidsallmenningen, Øvregaten, Øvre Dreggsallmenningen, Sandbrogaten, Bryggen, Bradbenken, Festningskaien, Bontelabo, Sjøgaten, Nye Sandviksveien og Sandviksveien.

Utsnitt av støysonekart er vist for tre situasjoner:

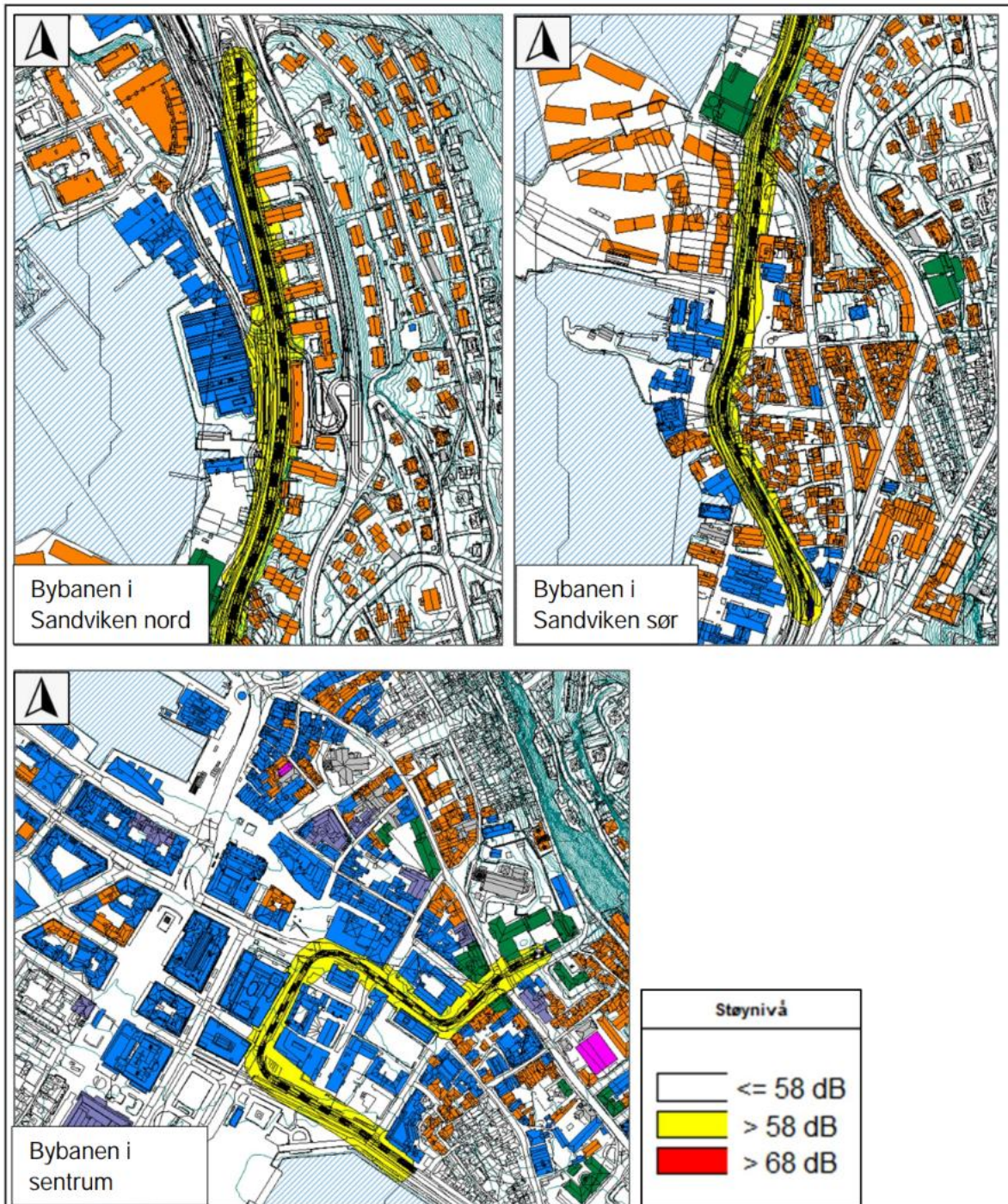
- Figur 7-44 viser beregninger av støy kun fra ny bane. Dette for å fremstille i hvor stor grad Bybanen alene bidrar til støysituasjonen.
- Figur 7-45 - Figur 7-49: viser beregninger av støy fra både ny bane og veitrafikk fra nærliggende veinett, inkludert både eksisterende og ombygde veier. Disse støykartsonene er sammenstilt med nullalternativet for å belyse endringen i støysituasjonen.

Utbygget situasjon vil generelt gi lavere støynivå i sentrum da det vil bli mindre trafikk sammenlignet med nullalternativet.

Støysonekartene viser utbredelse av gul og rød støysone iht. Støyretningslinjen T-1442. Ifølge retningslinjen er gul støysone der støy fra veitrafikk overstiger 55 dB og rød støysone der nivået er over 65 dB, mens grensene for banestøy er 58 dB for gul sone og 68 dB for rød sone. Ved samlet støybelastning omgjøres resultatene for jernbanestøy til veistøy og grensene for veistøy benyttes. Boliger som ligger i gul og/eller rød sone fra ny bane har krav på vurdering av behov for støytiltak. Boliger som får økt nivå av samlet støy fra vei og bane som følge av endring og utbedring av eksisterende samferdselsanlegg har også krav på vurdering av behov for støytiltak. Det er i bybaneprojektet besluttet at boliger som får økning på 3 dB eller mer og samtidig ligger i gul eller rød sone skal vurderes for støytiltak. I tillegg skal boliger som får økning på 2 dB eller mer og samtidig har støynivå over 60 dB også vurderes med tanke på lokale støytiltak.

Støytema er utfyllende beskrevet i støyrapport.

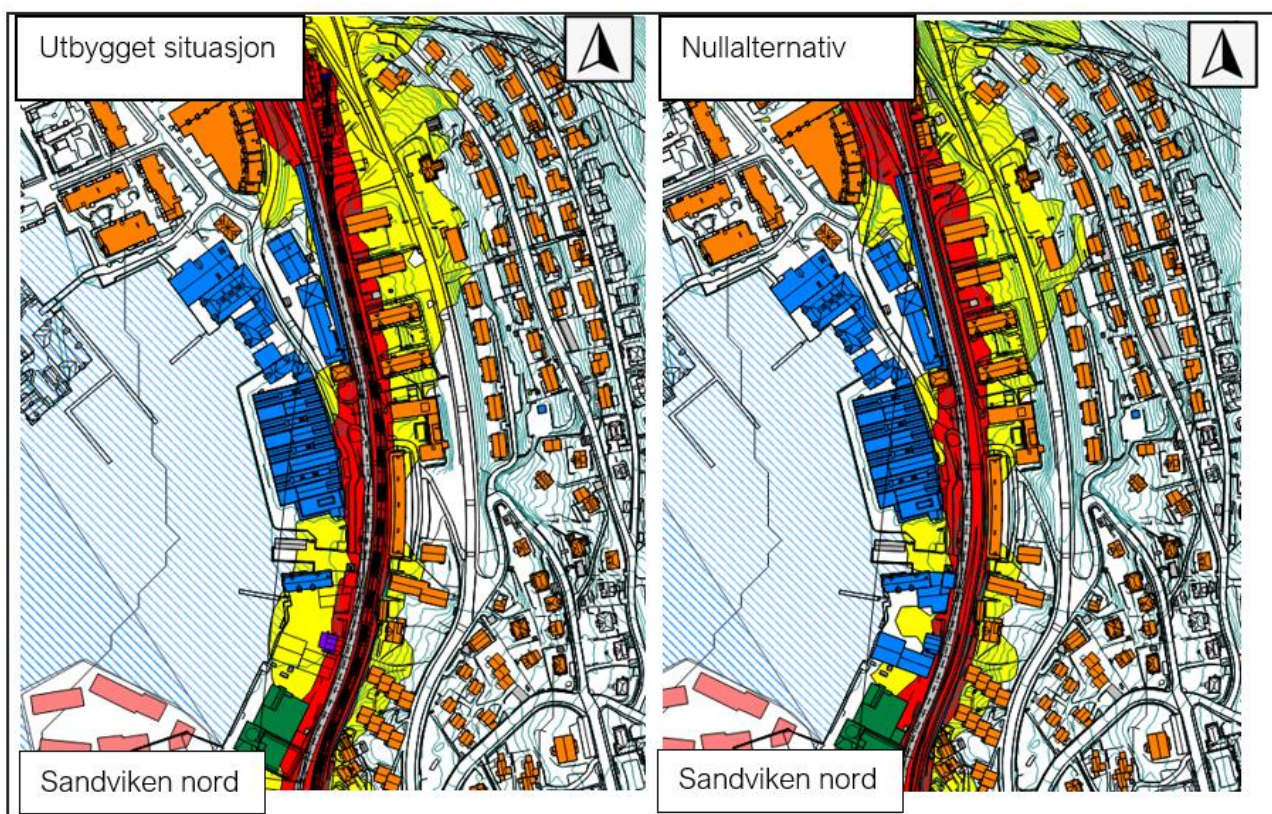
7.7.1 Støy fra Bybanen i utbygget situasjon



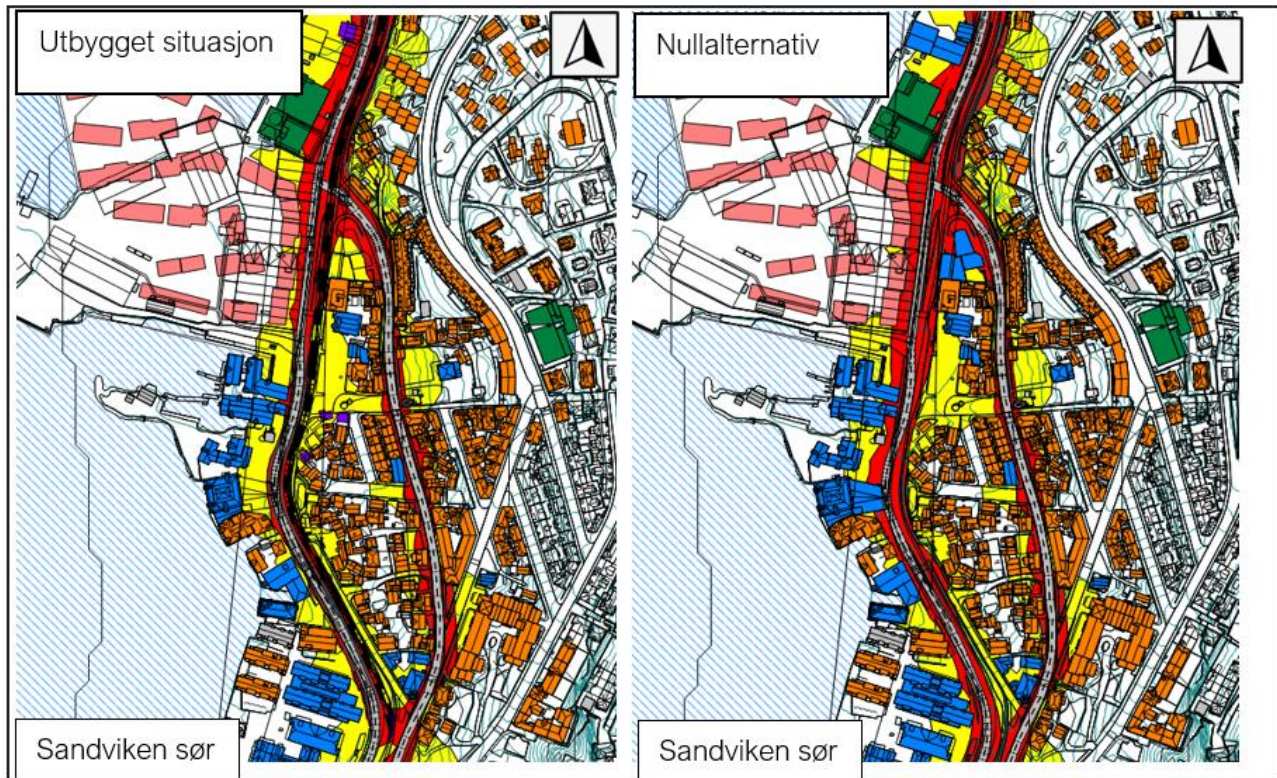
Figur 7-44 Støynivå Lden fra Bybanen i ferdig utbygget situasjon. Beregnet 4 m.o.t.

7.7.2 Støy fra vei og bane i utbygget situasjon

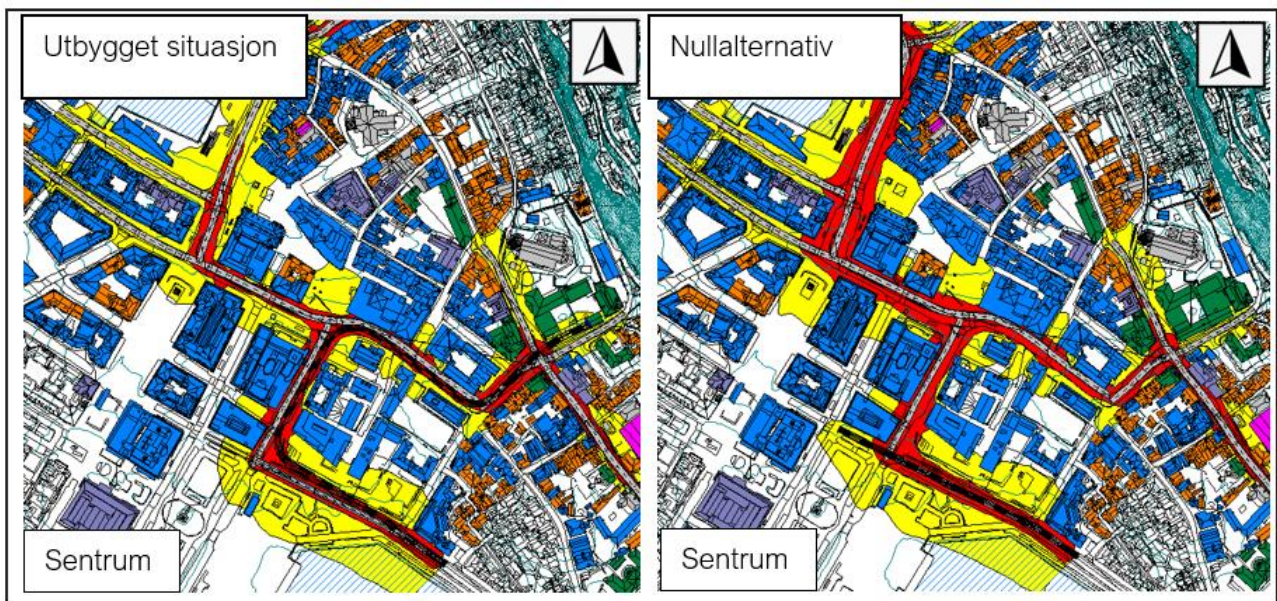
Det er beregnet støy fra bane, utbedrede veilenker og eksisterende veier. Beregningene for utbygget situasjon for den delen av strekningen som inneholder bane, er vist sammenstilt med nullalternativet i Figur 7-45 - Figur 7-48. Som det fremgår av figurene vil utbygget situasjon gi bedre eller tilnærmet uendrede støyforhold både i sentrum og i Sandviken. Størst nedgang i støynivå vil det være over Bryggen, Festningskaaien, Bontelabo og Sjøgaten. Her reduseres støynivået med 3-8 dB grunnet stor reduksjon i biltrafikk og nedgang i tungtrafikkandel. En sammenstilling av støysonekart for Bryggen og Torget i nullalternativet og utbygget situasjon er vist i Figur 7-49



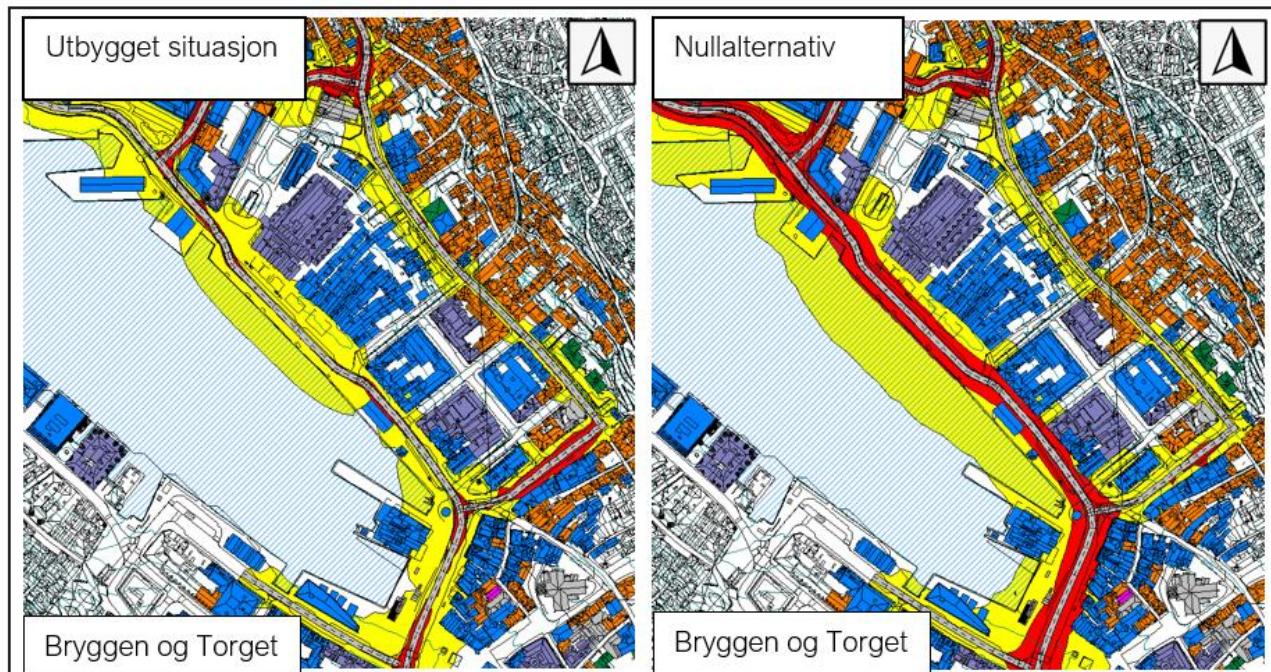
Figur 7-45 Samlet støynivå fra vei og bane i Sandviken nord i ferdig utbygget situasjon vist t.v. og for nullalternativet vist t.h. Beregningshøyde 4 m.o.t. Gul støysone, $L_{den} > 55$ dB, rød støysone $L_{den} > 65$ dB.



Figur 7-47 Samlet støynivå fra vei og bane i Sandviken sør i ferdig utbygget situasjon vist t.v. og for nullalternativet vist t.h. Beregningshøyde 4 m.o.t. Gul støysone, $L_{den} > 55$ dB, rød støysone $L_{den} > 65$ dB.



Figur 7-48 Samlet støynivå fra vei og bane i sentrum i ferdig utbygget situasjon vist t.v. og for nullalternativet vist t.h. Beregningshøyde 4 m.o.t. Gul støysone, $L_{den} > 55$ dB, rød støysone $L_{den} > 65$ dB.



Figur 7-49 Samlet støynivå fra veg og bane på Bryggen og Torget i ferdig utbygget situasjon vist t.v. og for nullalternativet vist t.h. Beregningshøyde 4 m.o.t. Gul støysone, Lden > 55 dB, rød støysone Lden > 65 dB.

7.7.3 Støyutsatte boliger

Støynivået reduseres eller vil være tilnærmet likt i utbygget situasjon sammenlignet med nullalternativet. Selv om støynivåene totalt sett går ned, forventes det omtrent likt antall støyutsatte boligbygg etter utbygging, sammenlignet med nullalternativet, dvs. uten gjennomføring av tiltakene i planforslaget. Dette kan forklares med at støynivå på fasade for de fremste husrekkene vil gå ned, samtidig som husrekkene skjærer for husrekker som ligger bak, slik at støyutbredelsen begrenses.

Det er beregnet at ca. 270 boligbygg vil være utsatt for støy fra vei og bane i utbygget situasjon. Til sammenligning er det beregnet ca. 280 boligbygg utsatt for støy fra vei og bane i nullalternativet. Det opplyses om at det er en stor andel store boligbygg/blokkbebyggelse, så antall støyutsatte boenheter vil være mye høyere enn de tallene som er oppgitt her. I tillegg til boliger er det også tre barnehager og fem undervisningsbygg som er støyutsatt fra vei og bane. Det er ingen boliger eller annen støyfølsom bebyggelse som får nevneverdig økning i samlet støybelastning etter utbyggingen. Det vil derfor kun være boliger utsatt for støy fra ny bane som vurderes med tanke på støytiltak.

Boliger som ligger i gul eller rød sone fra ny bane, skal vurderes videre for lokale tiltak i byggeplanfasen. Dette omfatter om lag 30 boligbygg, som alle ligger i gul støysone. Aktuelle boliger er markert i støysonekart i tegning BT5-T-B1-X-0002 og BT5-T-B3-X-0002. Boligene som har krav på vurdering med hensyn på lokale støytiltak i byggeplanfasen, er også støyutsatt fra eksisterende vei. De fleste boligene vil oppleve et uendret eller redusert støynivå, men det har likevel krav på støytiltak som følge av støybidraget fra banen som er en ny støykilde i området. I tillegg til boliger er fire undervisningsbygg støyutsatt fra bane.

Det er ikke identifisert boligbygg som får en økning i samlet støy fra vei og bane på over 2 dB og som samtidig har støynivå over 60 dB i utbygget situasjon. Det er heller ingen boliger som får økning på

3 dB eller mer og samtidig ligger i gul eller rød sone. Det er dermed ingen krav om støytiltak som følge av endring og utbedring av eksisterende samferdselsanlegg.

7.8 Strukturlyd og vibrasjoner

Vibrasjoner fra trafikk kan forplante seg til bygninger som rystelser som mennesker kan føle på kroppen. I tillegg vil vibrasjoner i gulv, vegger og tak kunne 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 først og 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.

Det forutsettes at retningslinjene vedrørende strukturlyd og vibrasjoner i reguleringsbestemmelsene for strekningen Sentrum–Åsane (Bergen kommune, vedtatt 31.05.2023) også kommer til anvendelse for denne aktuelle strekningen. Grenseverdien i NS8176 (klasse C), $v_{w,95} = 0,3$ mm/s legges til grunn for omfanget av tiltak mot vibrasjoner. Dersom kostnadene står i rimelig forhold til effekten, skal det gjennomføres tiltak for å kunne oppnå lavere nivåer for vibrasjoner. Grenseverdien i NS8175 (klasse C), $LA_{max} = 32$ dB legges til grunn for omfanget av tiltak mot strukturstøy fra tunnelene. På dagstrekningene er målsetningen $LA_{max} = 37$ dB i rom der strukturlyd er dimensjonerende. Dersom kostnadene står i rimelig forhold til effekten skal det gjennomføres tiltak for å kunne oppnå lavere nivåer for strukturoverført lyd.

Overordnede beregninger viser at grenseverdien for vibrasjoner kan overskrides på hele eller deler av strekningen. Det vil være spesielt aktuelt å se nærmere på dagstrekningen nord for sentrumstunnelen. Eventuelt behov for og utstrekning av tiltak mot vibrasjoner må vurderes i byggeplanfasen basert på mer detaljerte grunnundersøkelser som gir grunnlag for å bestemme skjærbølgehastighet. Eksempel på slike grunnundersøkelser er CPTU eller SCPTU.

For bergtunnelene mellom Heggebakken – Sjøgaten, vil strukturstøy kunne overstige grenseverdien (32 dB) i flere boliger over tunnelene. 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 store deler av strekningen hvor banen går i dagen vil det være nødvendig med tiltak mot strukturstøy for å møte målsetningen at strukturstøynivået skal være lavere enn $LA_{maxF} = 37$ dB i rom der strukturlyd er dimensjonerende.

Det gjøres oppmerksom på at det må undersøkes om det langs deler av dagsonene er fredede kulturlag i grunnen som kan gi begrensede muligheter for tiltak under sporet i form av masseutskifting eller fundamentering av spor til fastere lag. Ved prosjektering vil nødvendig dybde for masseutskifting og konstruksjon avveies opp mot vern av fredede bygninger. Aktuelle tiltak mot vibrasjoner kan være å legge et elastisk underlag av f.eks. polyuretan eller steinull under betongplaten eller å bruke en tykkere og stivere betongplate under sporet. Tykkelse på betongplate og egenskaper for et eventuelt elastisk underlag må nøye vurderes sammen med grunnens dynamiske egenskaper i beregninger i byggeplanfasen.

Tiltak mot strukturstøy skal ses i sammenheng med tiltak mot vibrasjoner. Fastspor med vibrasjonsisolerende skinneinnfesting kan gi god effekt på strukturstøy forutsatt at resonansfrekvensen velges lik $f_0 = 45$ Hz eller lavere. Vibrasjonsisolerende skinneinnfesting i kombinasjon med elastisk underlag under betongplaten vil gi ytterligere støyreduksjon.

8 Geofaglige forhold

8.1 Geotekniske vurderinger og tiltak

Geotekniske forhold og vurderinger er omtalt i fagrapporten RA-B-015 *Geoteknisk rapport*. Det henvises til denne for detaljerte opplysninger. De viktigste geotekniske oppgavene og problemstillingene er identifisert som:

- Sikringstiltak rundt tunnelpåhugg ved Heggebakken. Her er det liten plass mellom veien og gjenstående del av Bergen katedralskole og annen bebyggelse. Det anses derfor spesielt viktig å sørge for tilstrekkelig tett byggegrop for å unngå påvirkning på grunnvannstand og nærliggende kulturlag.
- Sikringstiltak rundt tunnelpåhugg ved Sjøgaten. På grunn av konflikt med eksisterende mur, kulvert for Muleelven og trafikkavvikling blir byggegropen komplisert med behov for mange faseomlegginger. Det er også nærhet til flere historiske bygninger, som f.eks. Sandviken brannstasjon, hvor det vurderes nødvendig med spesielle tiltak (f.eks. vandrevet hammer ved boring av eventuelle stag) for å redusere risiko for setningsskader ved etablering av støttekonstruksjon.
- Sikringstiltak rundt tunnelpåhugg Munkebotn. Basert på at det er relativt god plass mot bygninger og konstruksjoner som ikke uansett skal rives og gode grunnforhold ligger forholdene til rette for relativt enkel utgraving og sikring.
- Sikringstiltak rundt sjakt for adkomst til underjordisk stasjon ved Fredens bolig. Med ønske om å begrense utstrekning på utgraving, men generelt gode grunnforhold ligger forholdene til rette for at noe enklere støttekonstruksjoner (som f.eks. avstivet rørvegg) kan være aktuelt.

8.2 Hydrogeologiske forhold

Hydrogeologiske forhold og vurderinger er omtalt i fagrapportene RA-B-017 Hydrogeologisk rapport for tunnel Heggebakken – Sandviken og RA-B-004 Ingeniørgeologisk og hydrogeologisk rapport for OB3. Det henvises til rapportene for detaljerte opplysninger. Følgende forhold trekkes frem som særlig utfordrende:

Den regionale grunnvannstrømningen er fra høyereliggende områder i øst og nordøst mot Vågen og Vågsbunn i vest. I sentrum ligger grunnvannstanden relativt grunt under terreng. I umiddelbar nærhet til Vågen påvirkes grunnvannstanden av variasjoner i flo og fjære.

Problemstillinger rundt grunnvann i Bergen sentrum er i hovedsak knyttet til kulturlag. Kulturlag som ligger under grunnvannstand blir beskyttet av at det under grunnvannstand er lite tilførsel av oksygen. Oksygen fører til forvitring av kulturlag som består av organisk materiale. Ved reduksjon av grunnvannstand grunnet endringer i dreneringsforhold vil kulturlag forvitte raskere pga. økt tilgang på oksygen. Dette vil kunne føre til setninger på bygg og infrastruktur fundamentert på kulturlag og føre til at fredede kulturlag blir ødelagt for evig tid eller kommer i dårligere forfatning. Ved bl.a. Sandbrogaten, Bryggen, Hanseatisk museum og Vågsbunn er det fredede kulturlag som er spesielt viktig å ta vare på.

Det er derfor viktig at tiltak gjøres for at grunnvannstand ikke reduseres som følge av Bybanen, og etterfølger krav fra Riksantikvaren. Tiltak som fører til en stabil grunnvannstand, vil være positivt. Aktuelle tiltak vil være å tette berget rundt tunnel, holdeplassen, vendesløyfen, sjakter og tunnelpåhugg. Det vil være nødvendig med midlertidige infiltrasjonsbrønner ved tunnelpåhugg og langs den søndre delen av tunnelanlegget og holdeplassen. Modelleringsresultater indikerer at det må strenge tettekrav til for å sikre at grunnvannssenkningen blir mindre enn NGUs foreslåtte akseptkriterier. Siden det vil ta lang tid før en ny likevekt i grunnvannet etter eventuelle tunnellekkasjer etablerer seg, vil det være behov for omfattende overvåkning i brønner ved tunneltraseen som kan registrere eventuelle grunnvannssenkning over tunnelen under anleggsfasen.

Foreløpige tettekraftkrav for tunnelanlegg er:

Tunnelanlegg	Pel nr.	Foreløpige tettekraftkrav [liter/minutt/100 m tunnel]
Banetunnel (fra Heggebakken)	680-1200	< 1
Banetunnel (sør for holdeplassen)	1200-1500	2
Sverresborg holdeplass og vendeområde, inkl. sjakten ved Fredens bolig	1500-1850	5
Adkomst-/anleggstunnel	-	2
Banetunnel (nord for vendeområdet)	1850-2055	5

Forskjæringene ved Heggebakken og Sjøgaten må overholde de samme kravene til maksimal grunnvannssenkning som tunnelene. Dette vil bli krevende i Heggebakken siden tunnelen kommer opp fra under grunnvannsnivået, og kulverten ut til Heggebakken vil også være delvis under grunnvannsnivået. Her er det nærliggende kulturminner, og en tett konstruksjon er nødvendig. Det vil være behov for forinjeksjon av berg, samt tetting av overgang mellom spunt og berg. Det vil også være behov for flere infiltrasjonsbrønner under anleggsfasen i området, både pga. mulig grunnvannslekkasjer under bygging av kulverten, men også i tiden mens driving og tetting av tunnel pågår. Dette for bla. å beskytte Vågsbunn og Hanseatisk museum. Infiltrasjonsbrønner er ment å være midlertidige tiltak, og anbefales ikke som permanente installasjoner. Det vil være nødvendig med grunnvannstærsker i ferdig konstruksjon for å opprettholde grunnvannsnivået, både langs kulverten i Heggebakken og i Sjøgaten.

Påhugg for adkomsttunnel i Sandbrogaten ligger over grunnvannsnivå, slik at selve påhugget er mindre viktig/drenerende i dette området. Det er imidlertid viktig at de delene av adkomsttunnelen som ligger under grunnvannsnivå overholder tettekraftkravene.

Dagsonen i Vågsbunnen er registrert med varierende men til dels høyt grunnvannsnivå i løsmasser og kulturlag. Det vil være viktig å hindre ny drenering av grunnvann i området. Det bør generelt etableres plugg plassert i grøfter under grunnvannstand med leire eller lignende slik at grunnvann ikke dreneres.

Det er viktig at poretrykk og grunnvannstand overvåkes før, under og etter anleggsfasen, jfr. rekkefølgebestemmelse §6.1.10.

8.3 Bergtekniske vurderinger og tiltak

Ingeniørgeologiske forhold og vurderinger er omtalt i fagrapportene RA-B-003 *Ingeniørgeologisk rapport for tunnel Heggebakken - Sandviken* og RA-B-004 *Ingeniørgeologisk og hydrogeologisk rapport for OB3*. Det henvises til rapportene for detaljerte opplysninger.

Følgende forhold trekkes frem som særlig utfordrende:

Strekning med tunnel Heggebakken – Sjøgaten:

- Meget strenge krav til tetting av tunneler og forskjæringer for å unngå uønsket grunnvannssenkning vil medføre behov for detaljert planlegging og oppfølging av tettearbeider. Det forventes behov for systematisk forinjeksjon av tunnelene på hele strekningen. Langs søndre del av banetunnel fra Heggebakken er det risiko for at forinjeksjon alene ikke vil gi tett nok tunnel. Det anbefales derfor å planlegge for vanntett udrenert utstøping av tunnelprofilet på denne strekningen (ca. 500 meter).
- Rystelser fra sprengning og strukturstøy fra omfattende boring vil påvirke omgivelsene. Det må forventes strenge krav til grenseverdier for vibrasjoner, som vil påvirke utførelse av sprengningsarbeider. Det må påregnes behov for å utføre bygningsbesiktigelser i et stort antall bygg og anlegg langs tunneltraseen. God informasjon og tett dialog med naboer og andre berørte vil bli viktig.
- Påhugg Heggebakken: Utfordrende påhugg og første del av tunnelen med nærhet til eksisterende fjellanlegg og jernbanetunnel som krysses med liten avstand, samtidig som grunnvannstand ikke skal påvirkes.
- Utfordrende forskjæring og påhugg for adkomsttunnel Sandbrogaten. Nærhet til eksisterende jernbanetunnel og gamle murer, liten bergoverdekning ved påhugget og første del av tunnelen.
- Utfordrende driving og stabilitetssikring av bergrom/tunnel med svært stor spennvidde for holdeplass Sverresborg. Kjerneboring har avdekket en skyveforkasting som vil krysse diagonalt gjennom bergrommet. Det antas behov for tung sikring i form av sprøytebetong, stag og gitterbuer langs deler av holdeplassen. Nord for holdeplassen fortsetter tunnel med stor spennvidde for vendesporsanlegget. Her synker bergoverdekningen ned mot ca. 10 meter på det minste, og det kan bli behov for tung sikring også her grunnet lav innspenning.
- Utfordrende berguttak og sikring i sjakt ved Fredens bolig
- Grensesnitt mot eksisterende Skuteviken VA-tunnel, som krysses med gjennomslag i nordre del av banetunnelen.

Strekning med tunneler Sandviken – Munkebotn:

- Utfordrende påhugg for bybanetunnelen, med skrått påhugg i flukt med eksisterende bergskjæring i sør og kort avstand til eksisterende bebyggelse ved påhugg i nord.
- Kort avstand (ned mot <1 m) fra bybanetunnelen til flere eksisterende og planlagte anlegg i grunnen, samt begrenset og noe usikker sideoverdekning i nord.
- Krevende forskjæring for ny veitunnel med skrått tunnelpåhugg i sør. Forskjæringen vil krysse både Amalie Skrams vei og Fjellveien i et område med grovblokkig ur.
- Kryssområde med stor spennvidde der ny veitunnel skal kobles inn på eksisterende nordgående løp til Fløyfjelltunnelen.

9 Anleggsgjennomføring

9.1 Utfordringer på strekningen

Arealer for midlertidige tiltak, lager-, rigg- og anleggsområder og vurderinger rundt nødvendige arealer for å sikre byggbarhet, er vist i Y-tegninger. 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 momentene som har vært spesielt fokusert på er:

- Rekkefølge på arbeider og gjennomførbarhet for tunnelanlegg og portalkonstruksjoner
- Arealer for lager, rigg og drift
- Anleggsbelte langs traseen for å sikre gjennomførbarhet
- Arealer til permanent og midlertidig omlegging av trafikk, inkludert gangtrafikk og med spesielt fokus på kollektivtrafikk
- Arealer til omlegging av infrastruktur

De største overordnede utfordringene med tanke på anleggsgjennomføringen er:

- Store og omfattende tunnelportaler i tettbebygde strøk med mye trafikk og mye teknisk infrastruktur i bakken, samt svært liten tilgjengelig plass.
- Tunneldriving midt i byen; riggareal, masseuttak, avhengigheter, lav overdekning, større bergrom.
- Utfordringer med bergsikring og svært strenge krav til innlekkasjeverdier i tunnelen.
- Etablering av adkomster til underjordisk holdeplass og bygging av adkomstbygg, i områder med svært liten plass og store hensynsbehov mot tredjepart
- Arealbehovet for omlegging av eksisterende infrastruktur.
- Trafikkavviklingen gjennom sentrum og Sandviken i fasene med omlegging både av infrastruktur og seinere etablering av bybanesporet vil kreve flere omlegginger som også vil påvirke kollektivtrafikk.
- Mange berørte naboer med behov for tilkomst til sine eiendommer

9.2 Hovedgrepene ved anleggsgjennomføringen

Gjennom gatene i sentrum og Sandviken medfører byggingen av Bybanen et behov for omlegging av eksisterende teknisk infrastruktur som havner under fremtidig sportrase. Dermed blir det tunge anleggsarbeider i de fleste gater hvor Bybanen skal gå, samtidig som man også må forsøke å i størst mulig grad ha disse gatene åpne for trafikk, kollektiv og gående/syklende i byggefasen.

Prinsipielt legges det opp til at man utvider det arealet man trenger slik at man tidligst mulig har så mye plass som mulig til rådighet for å kunne gjennomføre arbeidene og samtidig føre trafikk forbi, der kjøre- og gangveier trolig må legges om og flyttes fra den ene til den andre siden i flere omganger. Det er lagt opp til en rekkefølge på arbeidene som følger:

1. Riving av bygninger og andre objekter.
2. Utvidelse av areal for veier, gs-veier, bane og sideområder, inkl. bygging av nye murer mot eiendommer, evt. øvrige konstruksjoner og tilsvarende.
3. Omlegging og etablering av ny teknisk infrastruktur.
4. Bygging av nye veier, evt. også gs-veier
5. Bygging av spor med tilhørende infrastruktur
6. Fullføring av sideområdene.

I de påfølgende faseplanene er det for 2-veis trafikk lagt opp til ett kjørefelt i hver retning på 3,5 meter inkl. skulder. For enveis trafikk er det lagt opp til 5 meter veibredde. Det presiseres at faseplanene her er vist på et overordnet nivå basert på det detaljnivået prosjektet har i denne planfasen. Det betyr at det for eksempel ikke er vist detaljerte faseplaner for situasjoner der man har en VA-kryssing av en vei eller tilsvarende, noe som vil kreve en mindre og kortvarig omlegging av veien som krysses. I byggeplanfasen må faseplanene derfor bearbeides ytterligere og flere må trolig splittes i mindre underfaser etter hvert som traseer for teknisk infrastruktur blir mer eksakt detaljert.

For tunnelarbeidene legger prosjektet opp til å benytte det gamle jernbanearealet på Koengen som tunnelrigg, med en anleggsadkomst derfra og inn til hovedtunnelen som delvis går igjennom dagens jernbanetunnel. Tunnelen vil i hovedsak drives fra dette angrepspunktet, med unntak av 1-2 salver på rundt 10 meter ved portalene i hver ende. Tunnelarbeidene blir omfattende med utfordringer knyttet til logistikk, tettingsbehov og større bergrom. Dette er videre omtalt i underliggende kapittel.

Dersom man legger til grunn at samtlige arbeider kan utføres noenlunde parallelt, er det estimert en byggetid som angitt under. Grensesnitt mellom områdene, og forholdet mellom parallell bygging i ulike områder samtidig, må derimot koordineres og detaljeres ytterligere i neste planfase. Planen under har ikke tatt stilling til hvor et eventuelt første byggetrinn bygges til. Dersom man for eksempel anser det som nødvendig å avvente arbeider i indre Sandviken til etter at Fløyfjelltunnelen er forlenget og oppgradert, vil dette arbeidet trolig ikke kunne starte før i år 8, og vil da også være avhengig av at Fløyfjellprosjektet får bevilgninger og kan ha fysisk oppstart i år 1.

Tabell 4: Tabellen viser mulig vurdert mulig fremdrift gitt at denne delen av prosjektet kan bygges uavhengig av forlengelse av Fløyfjelltunnelen. Legger man til grunn at arbeidene i Sandviken må avvente at Fløyfjelltunnelen er forlenget, må nest siste rad forskyves med ca. 8 år.

Fase	Antatt varighet	År 0				År 1				År 2				År 3				År 4				År 5			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Forberedende arbeider, Trafikkplan Sentrum	12																								
Dagsonearbeider i sentrum; Kaigaten - Heggebakken.	48																								
Heggebakken; byggegrop og portal, inkl. forberedende arbeider	37																								
Sjøgaten; byggegrop og portal, inkl. forberedende arbeider	48																								
Byggegrupp og anleggstunnel Sandbrogaten, inkl. forberedende	16																								
Tunneldriving hovedløp inkl. bergrom for holdeplass	20																								
Innredning tunnel og holdeplass, inkl. adkomstbygg	24																								
Dagsonearbeider i Sandviken; Sjøgaten - Munkebotn	48																								
Testkjøring	12																								

9.3 Rigg-, lager- og anleggsområder

Det er gjennomført en vurdering av hvilke rigg-, lager-, og anleggsområder som kan være aktuelle ved gjennomføringen av bygging av Bybanen gjennom sentrum. Følgende områder har pekt seg ut:



Figur 9-1: Kartutsnitt riggarealer

1. Mindre arealer av Festplassen og området rundt kan vurderes brukt i enkelte faser hvor det skal pågå arbeider i nærområdet
2. Rådhuskvartalet. Kim Frieles plass (området foran Manufakturhuset mot Kaigaten) og parkeringsplassen mellom Manufakturhuset og Allehelgens gate kan nyttes til lagerområde/riggområdet for entreprenør, som primært riggområde for arbeidene i Sentrum. Områdene er tenkt brukt gjennom hele anleggsfasen. Det kan ikke graves i dette området, men arealet kan benyttes til lagring av utstyr, containere, etc.
Entreprenørens kontor- og lumperrigg kan også forsøkes plassert i et ledig næringslokale i nærheten av anlegget.
3. Øvre deler av Vågsallmenningen opp mot Småstrandgaten kan nyttes til riggområde for entreprenør i enkelte faser.
4. Koengen jernbaneområde nyttes som rigg- og anleggsområde for det aller meste av både driving og innredning av Sentrumstunnelen. I dette området er det restriksjoner for hvor mye man kan grave seg ned i eksisterende underlag. Det er også en begrensning på at området ikke kan benyttes som rigg- og anleggsområde i mer enn fire år. Det kan gjøres forberedende arbeider i forkant av disse fire årene dersom man da begrenser seg til utenfor den delen av tomten som er områdefredet. Transport via tomten ut til Bontelabo tillates også i den forberedende fasen.
5. Bontelabo kaiområde kan bli benyttet som anleggsområde for eventuell utskipping av stein fra tunnelen, dersom dette skulle vise seg å bli aktuelt.
6. En mindre utstyrrigg kan trolig plasseres nært ved byggegropen ved Fredens Bolig, så lenge den i seg selv ikke medfører felling av flere trær i området.
7. Arealene til de tidligere nærings- og lagerområdene, rett nord for BAS, benyttes som lager- og riggareal for entreprenør for arbeidene i dagen i Sandviken.

For øvrig bør tilgjengelige areal fra bygninger som rives og arealer som midlertidig beslaglegges også kunne benyttes som lokale riggområder. Dette kan være aktuelt ved Sandvikstorget, Munkebotn og ved påhuggene til tunnelen i Heggebakken og Sjøgaten.

9.4 Forberedende arbeider

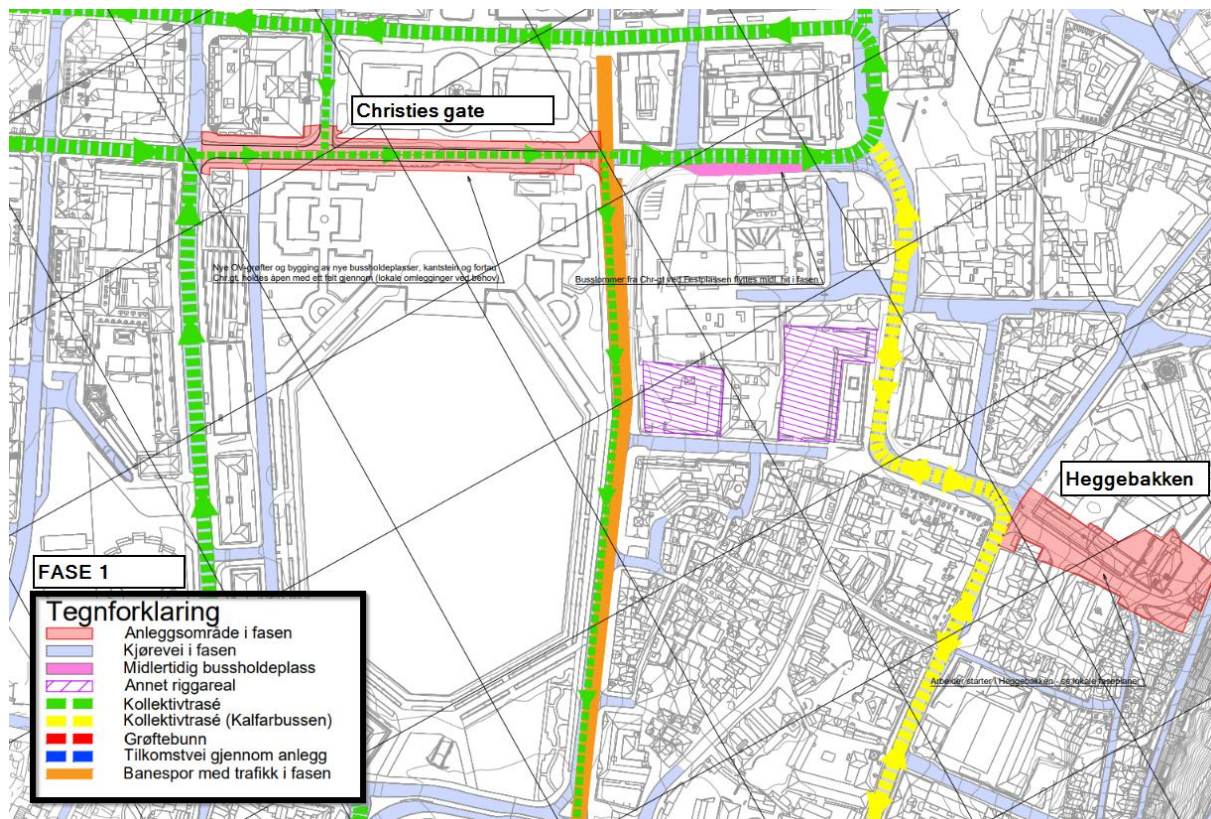
Å gjennomføre forberedende entrepriser vil redusere tiden en større hovedentreprenør engasjeres, og dermed redusere dennes rigggkostnader. Flere tiltak langs delstrekningen kan være aktuelle å utføre som forberedende entrepriser. Dette gjelder:

- Innføring av Trafikkplan Sentrum fase 1, slik at ordinær biltrafikk fjernes fra Christies gate.
- Riving av Bergen Katedralskole og klargjøring av Heggebakken for «tunge» arbeider ved at gatens berørte infrastruktur ryddes ut av veien.
- Klargjøring av byggegrop ved Sandbrogaten, inkludert omlegging av berørt infrastruktur og riving av eksisterende portal for jernbanetunnel. Disse arbeidene kan også inkludere etablering av påhugg for adkomsttunnel, strossing av eksisterende jernbanetunnel og driving av tverrslaget, slik at hovedentreprenør kommer til «dekket bord» klart for full aktivitet på tunneldriving.
- Klargjøring av riggområde på Koengen.
- Riving av bygninger og omlegging av teknisk infrastruktur ved kommende byggegrop for tunnelens nordlige portal i Sjøgaten og Nye Sandviksveien.
- Flytting av trehusbebyggelse i Rosegrenden.
- Riving av berørte boliger i Sandviken.

For å ivareta best mulig overordnet trafikkavvikling i sentrumsområdet bør det også legges opp til en tett koordinering med arbeidene som skal skje med oppgradering og forlengelse av Fløyfjelltunnelen. Større stengningsperioder i Fløyfjellprosjektet kan ikke sammenfalle med de mest omfattende anleggsarbeidene i sentrum.

9.5 Sentrum; Kaigaten til Heggebakken

Arbeidene som skal gjennomføres fra Kaigaten og frem til Heggebakken omfatter hovedsakelig omlegging av infrastruktur og bygging av spor, vei og sideområder. Denne delstrekningen gjennom Sentrum inneholder ingen større konstruksjoner før man kommer til portalen i Heggebakken, og det er derfor trafikkavviklingen som er den primære utfordringen her. Det er utarbeidet overordnede faseplaner for Sentrum som spesielt forsøker å ivareta fremkommelighet for de gjennomgående kollektivtraseene. Faseplanene tar utgangspunkt i en etappevis utbygging som er vist på faseplaner BT5-T-B1-Y-0001 til -0005.

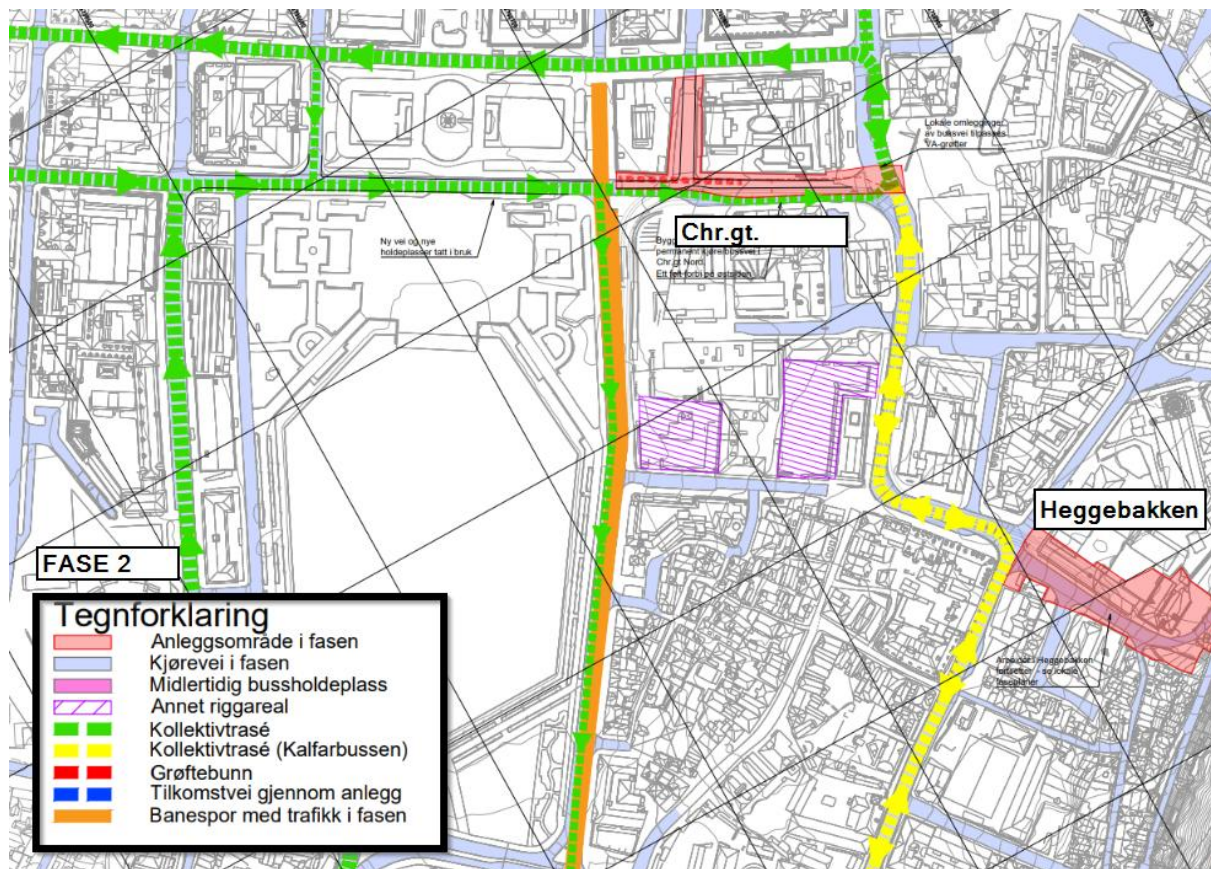


Figur 9-2: Anleggsgjennomføring Sentrum, fase 1

I første fase bygges nytt overvannsystem, bussholdeplasser, kantstein og fortau langs Christies gate mellom Lars Hilles gate i sør og Kaigaten i nord. Ett kjørefelt gjennom anleggsområdet (for kollektiv, taxi og varelevering jmf. innføringen av Trafikkplan Sentrum) holdes åpent, og gaten bygges i etapper med en side om gangen. Dagens busstopp ved Festplassen flyttes midlertidig nord til området utenfor den gamle brannstasjonen. Trafikk for kollektivtrafikk går som normalt ellers, inkl. Bybanens linje 1 og 2.

Antatt tidsbehov for fasen er ca. 12 måneder.

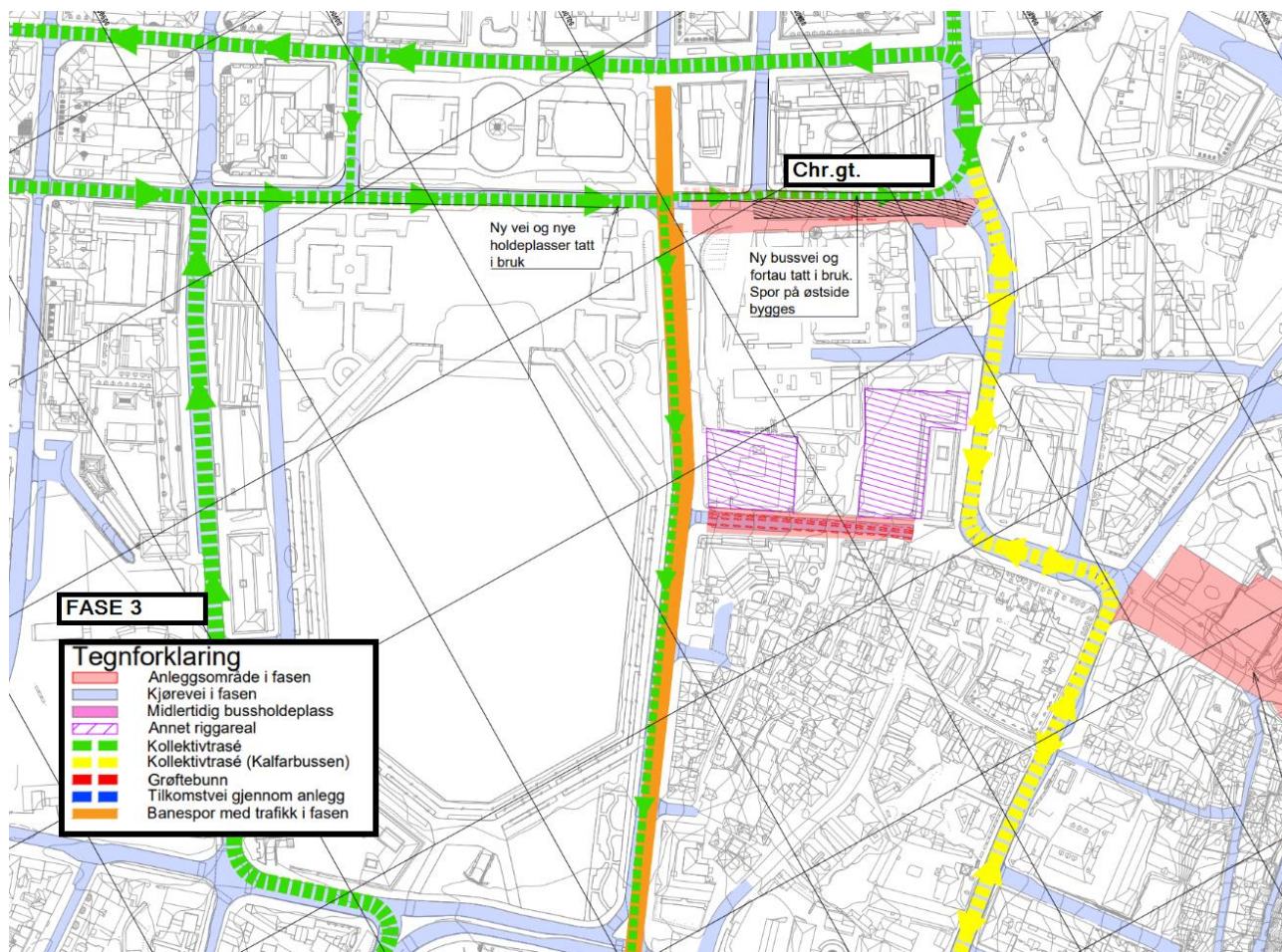
Samtidig i fase 1 begynner arbeidene i Heggebakken. Disse pågår parallelt gjennom flere faser og separat fra arbeidene ellers i sentrum. Heggebakken er vist mer i detalj i neste delkapittel.



Figur 9-3 Anleggsgjennomføring sentrum fase 2

I neste etappe, fase 2, tas den nybygde delen av Christies gate fra forrige fase i bruk, og busstoppene flyttes tilbake til sine opprinnelige lokasjoner. I fasen bygges nytt VA-anlegg og permanent ny kjørevei (bussvei) i nordlig del av Christies gate, mellom Kaigaten og Allehelgens gate. Ett felt gjennom anleggsområdet holdes åpent gjennom fasen. Kobling mot VA i krysset med Kaigaten og i Allehelgens gate vil trolig kreve noen lokale omlegninger avhengig av videre detaljering. Trafikk for kollektivtrafikk går som normalt ellers, inkl. Bybanens linje 1 og 2.

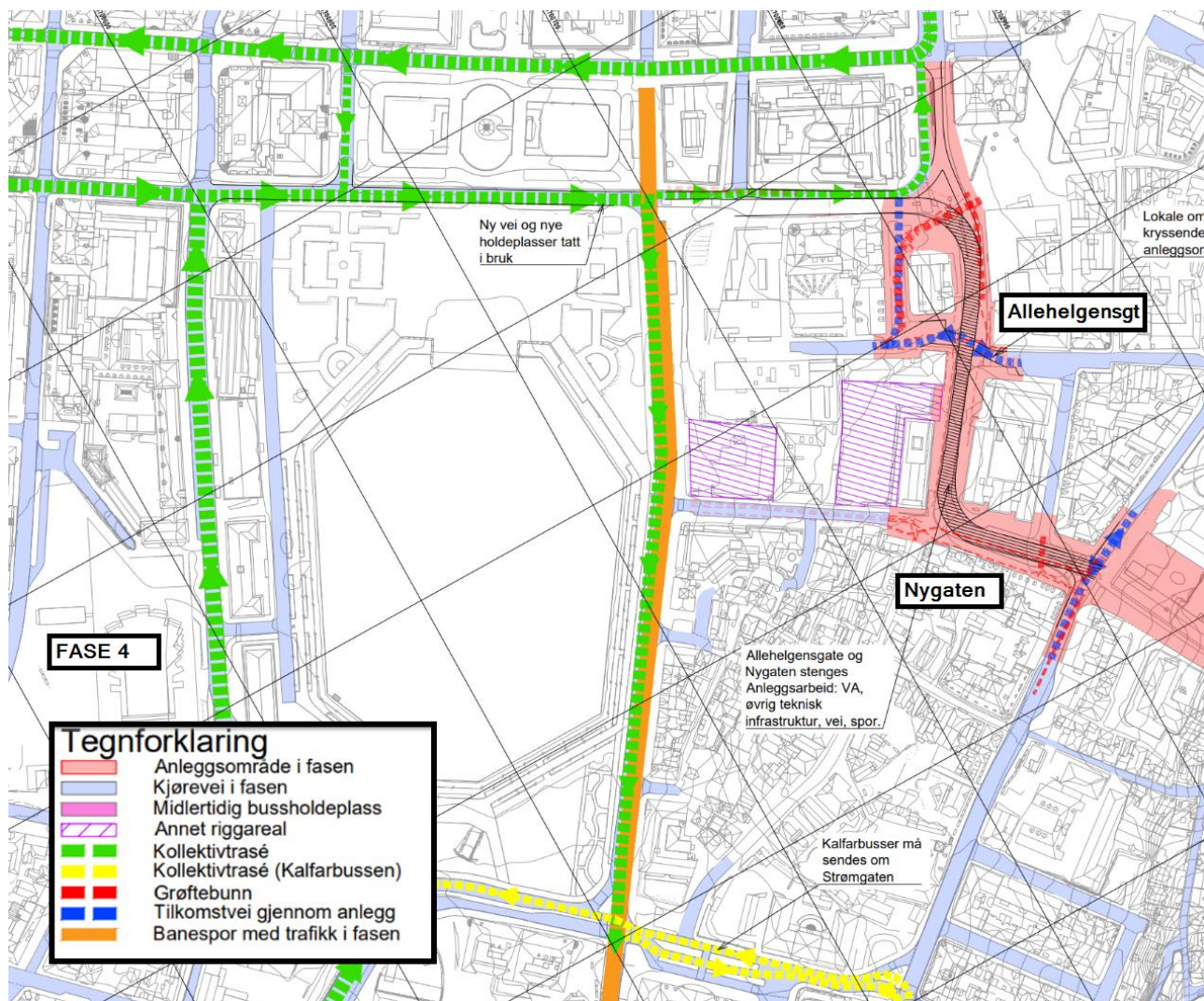
Antatt tidsbehov for fasen er ca. 6 måneder etter ferdigstillelse av forrige fase.



Figur 9-4 Anleggsgjennomføring sentrum fase 3

I tredje fase tas ny bil/bussvei i Christies gate nord i bruk, og resterende del av gaten bygges ferdig, inkl. sportrase for Bybanen og eventuell resterende VA etter forrige fase. Det er fortsatt ett felt gjennom anleggsområdet holdes åpent gjennom fasen. Kobling mot VA i krysset med Kaigaten og i Allehelgens gate vil trolig kreve noen lokale omlegginger avhengig av videre detaljering. Trafikk for kollektivtrafikk går som normalt ellers, inkl. Bybanens linje 1 og 2.

Antatt tidsbehov for fasen er ca. 4 måneder etter ferdigstilling av forrige fase.

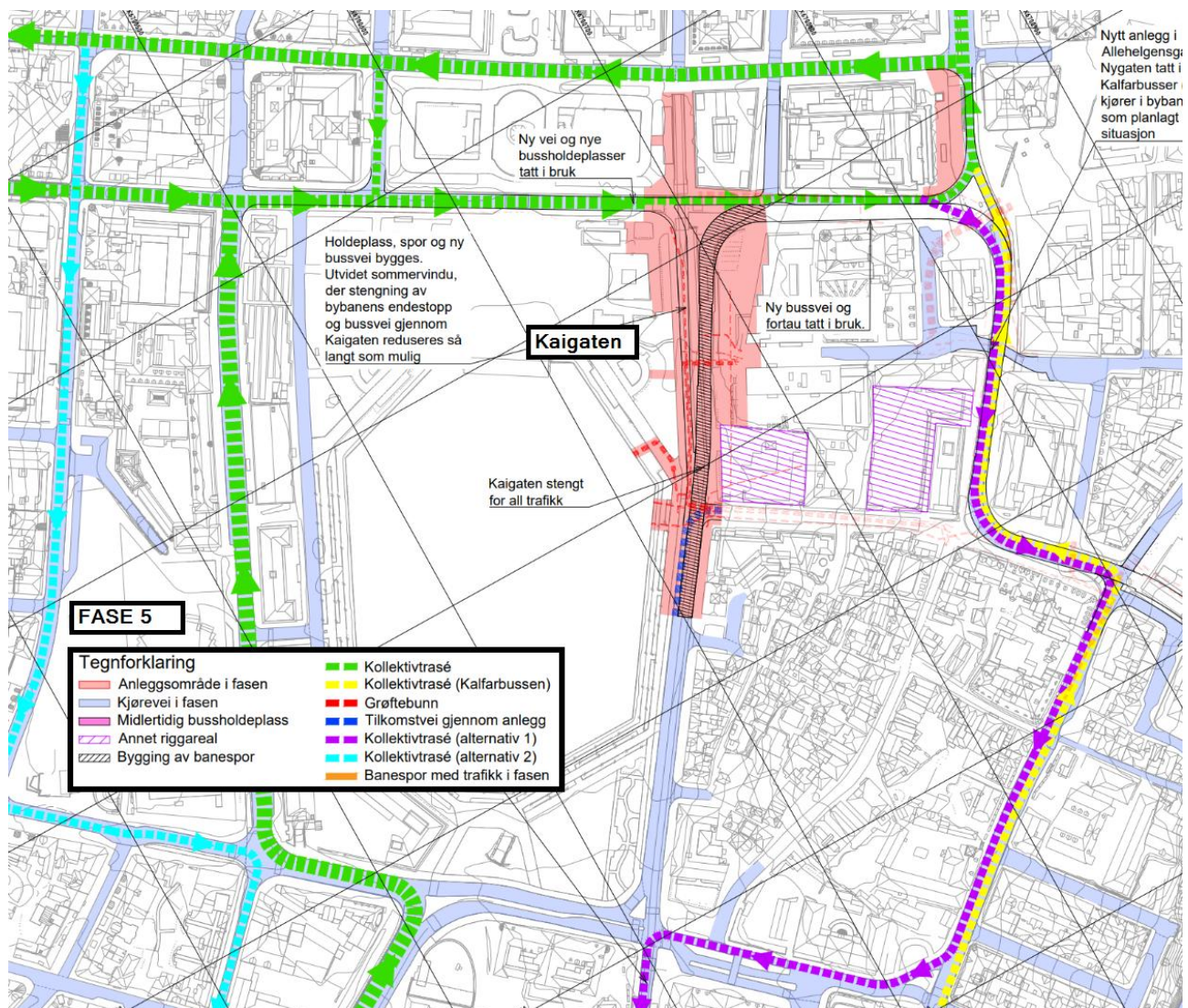


Figur 9-5 Anleggsgjennomføring sentrum fase 4

Fjerde fase er en av de mest omfattende. Her skal det gjennomføres omfattende arbeider med VA, elektro, tele, fjernvarme og bosnett i området fra Småstrandgaten, gjennom Allehelgens gate, Nygaten og frem til Kong Oscars gate og Heggebakken. Det er et omfattende nett med omlegginger, og det vurderes ikke å være realistisk å holde disse gatene åpne gjennom denne fasen. Dette får da konsekvenser for «Kalfarbussen» som må ledes fra Sentrum via Kaigaten og Strømgaten og mot Sentrum via Strømgaten og Lars Hilles gate. Det får også konsekvenser for boende og næringsområder i gatene og sidegatene, og det må sikres nødvendige tverrforbindelser gjennom gatene i fasen, som trolig må omlegges i flere omganger tilpasset arbeidene. Utenom «Kalfarbussen» går trafikk for kollektivtrafikk ellers som normalt, inkl. Bybanens linje 1 og 2.

Siden gatene først stenges fullstendig benytter man anledningen til å også fullføre alle arbeider med sportrase, ny vei og sideområder i disse gatene.

Antatt tidsbehov for fasen er ca. 14 måneder etter ferdigstilling av forrige fase.



Figur 9-6 Anleggs gjennomføring sentrum fase 5

Fase 5 er den siste «hovedfasen», og også denne er forholdsvis utfordrende med tanke på kollektivavvikling. Her er den nye traseen gjennom Allehelgens gate og Nygaten åpnet, og tas i bruk av busser. I fasen må det derimot gjennomføres sammenkobling av nytt spor og dagens spor i Kaigaten. Dette berører dagens endestopp i Byparken for linje 1 og stoppet ved Gulating for linje 2. Det skal også gjennomføres omfattende VA-arbeider her som gjør denne fasen litt tidkrevende. Dette medfører en fullstendig stengning av Kaigaten over en viss periode, der bussene må kjøre alternative ruter frem til den nye bussveien i Kaigaten åpner. Skissen over viser to forslag i lilla; via Kong Oscars gate eller via Håkonsgaten. I tillegg må begge Bybanens linjer ha endestopp ved Bystasjonen eller Nonneseter.

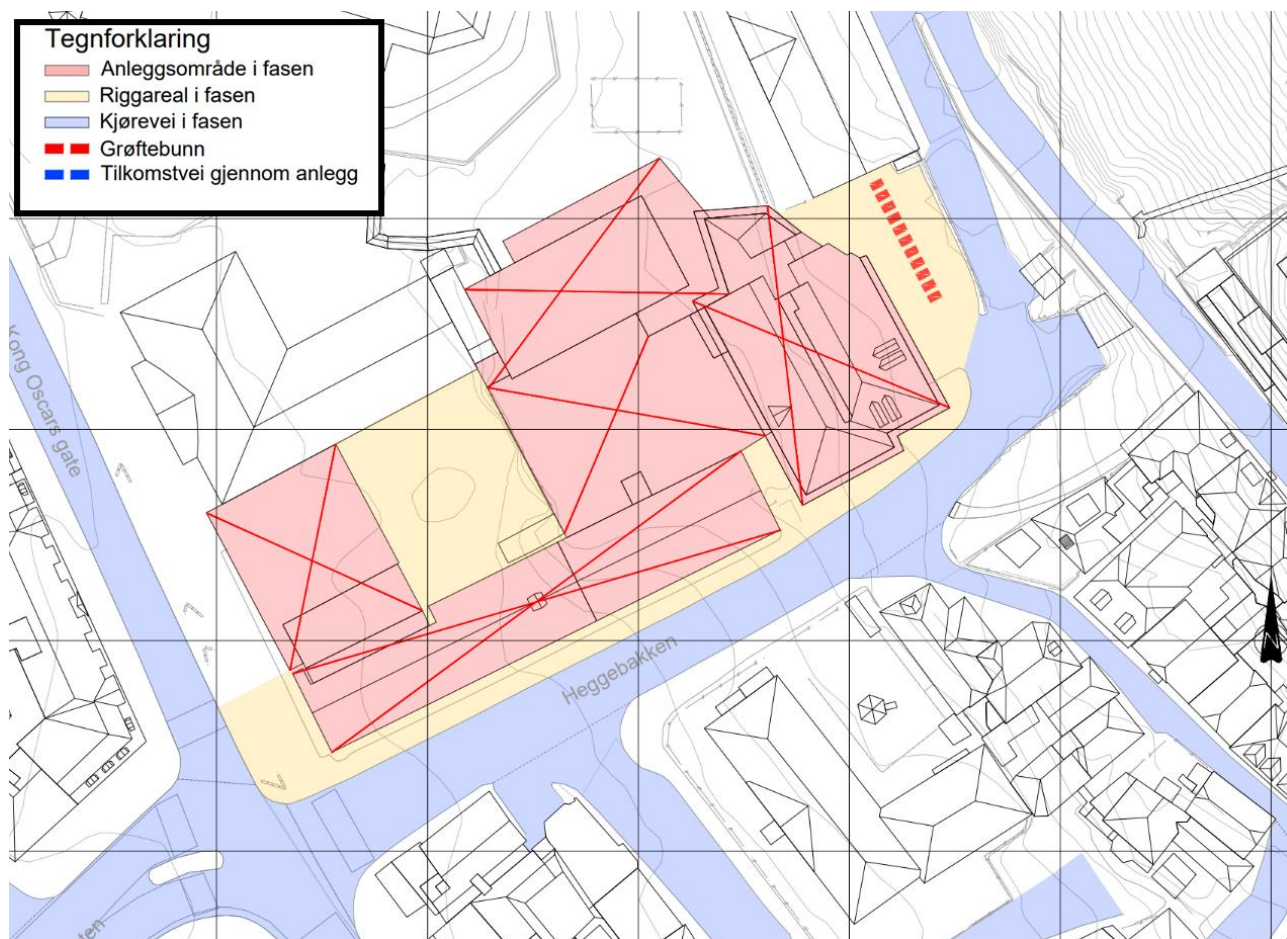
Antatt tidsbehov for fasen er ca. 12 måneder etter ferdigstillelse av forrige fase.

Etter at fase 5 er fullført kan alt av de nye bussveiene i Sentrum tas i bruk, og Bybanen kan testkjøres og etter hvert også åpnes for trafikk nordover.

9.6 Heggebakken

Hovedarbeidene som skal gjennomføres i Heggebakken er riving av skolebygg, omlegging av trafikken i ulike faser, omlegging av kabler og ledninger som kommer i konflikt med fremtidig trau og tunnelportal for Bybanen, etablering av byggeplog og deretter etablering av konstruksjonen, samt etablering av Bybanens sportrase med tilhørende installasjoner. Skolebygg skal etableres på tunnelportalen i etterkant. Anleggsarbeidene må gjennomføres som etappevis utbygging og er vist på faseplaner BT5-T-B2-Y-1001 til -1005.

Det er begrenset med øvrig riggarealer i dette området hvis ikke ytterligere del av eksisterende skoleareal kan benyttes, så det må planlegges med et «satelittareal» som rigg for mye av lagrings- og brakkebehov og oppstillingsplass for maskiner for disse arbeidene.

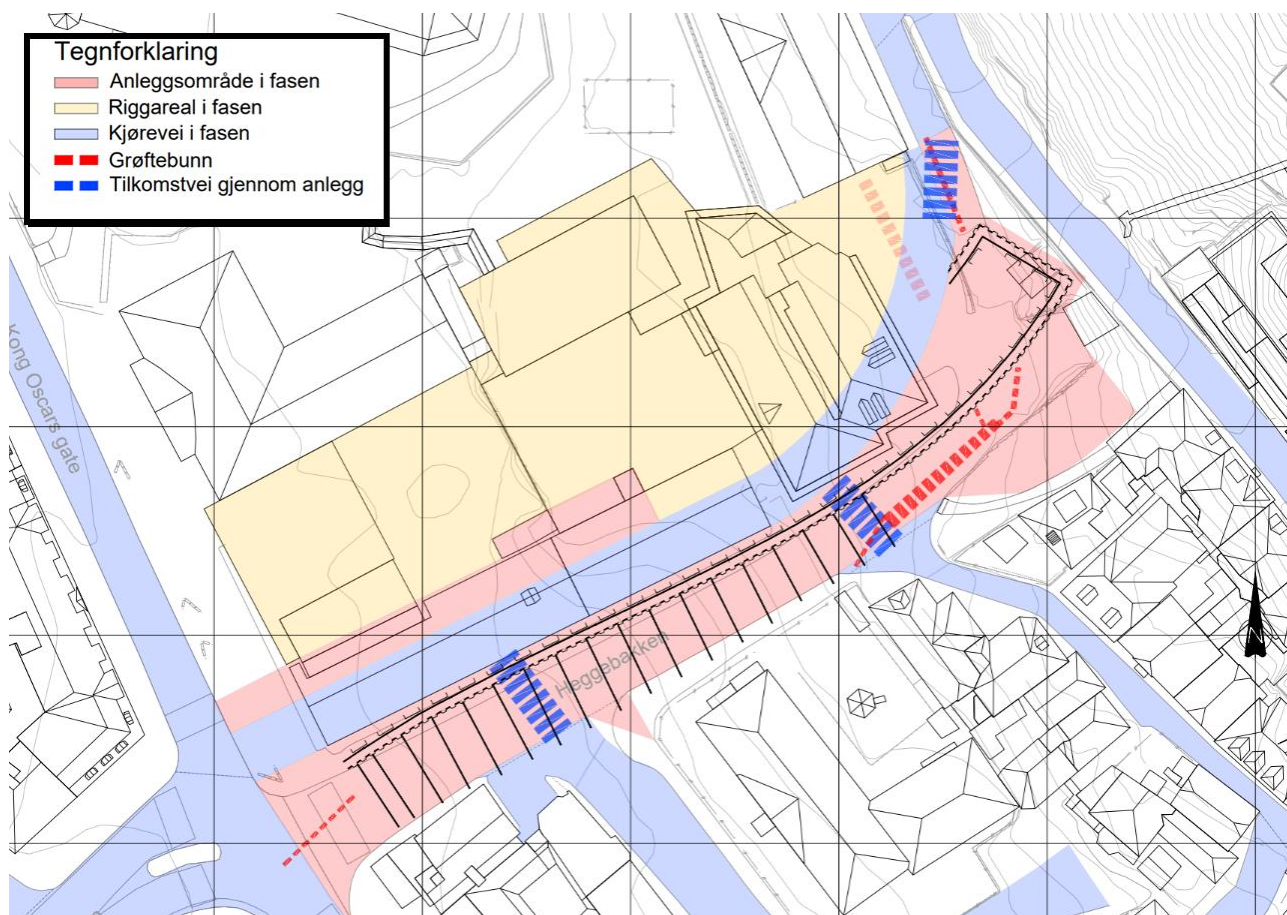


Figur 9-7 Fase 1 for påhugg/portal i Heggebakken

I første fase rives skolebyggene langs Heggebakken for å sikre tilstrekkelig anleggsareal for videre gjennomføring. Dette er også området som de nye konstruksjonene for Bybanen skal etableres. Enkelte deler av VA-omlegginger bør også gjennomføres i denne første fasen da de blir mer utilgjengelige i senere faser.

Trafikken inkl. g/s-trafikk i Heggebakken kan i stor grad opprettholdes i fasen, men det må påregnes noe lokal innsnevring der rivearbeidene utføres. Tilkomst for anleggsarbeidene fra Kong Oscars gate og Heggebakken.

Antatt tidsbehov for fasen er ca. 3 måneder.



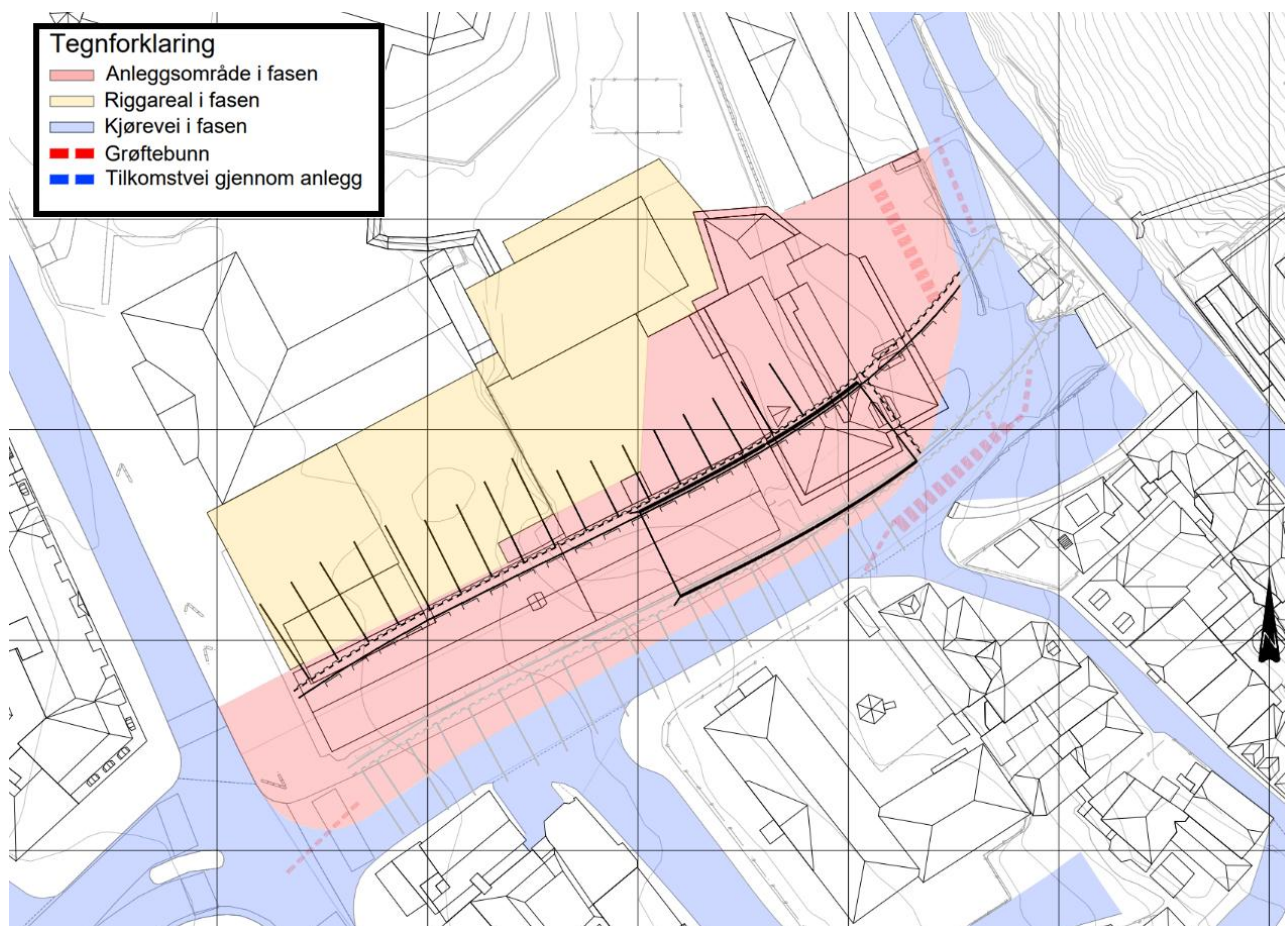
Figur 9-8 Fase 2 for påhugg/portal i Heggebakken

I starten av fase 2 legges all trafikken i Heggebakken over på området der man har revet skolebyggene slik at man frigjør eksisterende veiareal. I eksisterende veiareal kan de kabler og ledninger legges om som kommer i konflikt eller for tett inn mot Bybanens fremtidige konstruksjoner. Generelt flyttes de lenger sørover i veiarealet, men omlagte traseer må også tilpasses eksisterende kabler og ledninger i denne delen av veiarealet.

Øverst i Heggebakken må også deler av grøntområdet sør for Heggebakken fjernes midlertidig for bruk til midlertidig veiareal i senere faser. I denne fasen kan også den eksisterende trafoen øverst i Heggebakken flyttes midlertidig over til grøntarealet inkl. kabelomlegginger.

Trafikken i Heggebakken kan opprettholdes med noenlunde samme veibredde som for eksisterende trafikksituasjon i fasen, men g/s-trafikken må trolig inkluderes i samme veiareal. Atkomsten til Asylplassen må opprettholdes gjennom anleggsområdet i fasen, mens atkomsten til Skivebakken vurderes stengt siden det er en alternativ atkomst til dette området (via Molløesmauet). Anleggsarbeidene har tilkomst fra Kong Oscars gate.

Antatt tidsbehov for fasen er ca. 6 måneder etter ferdigstilling av forrige fase.



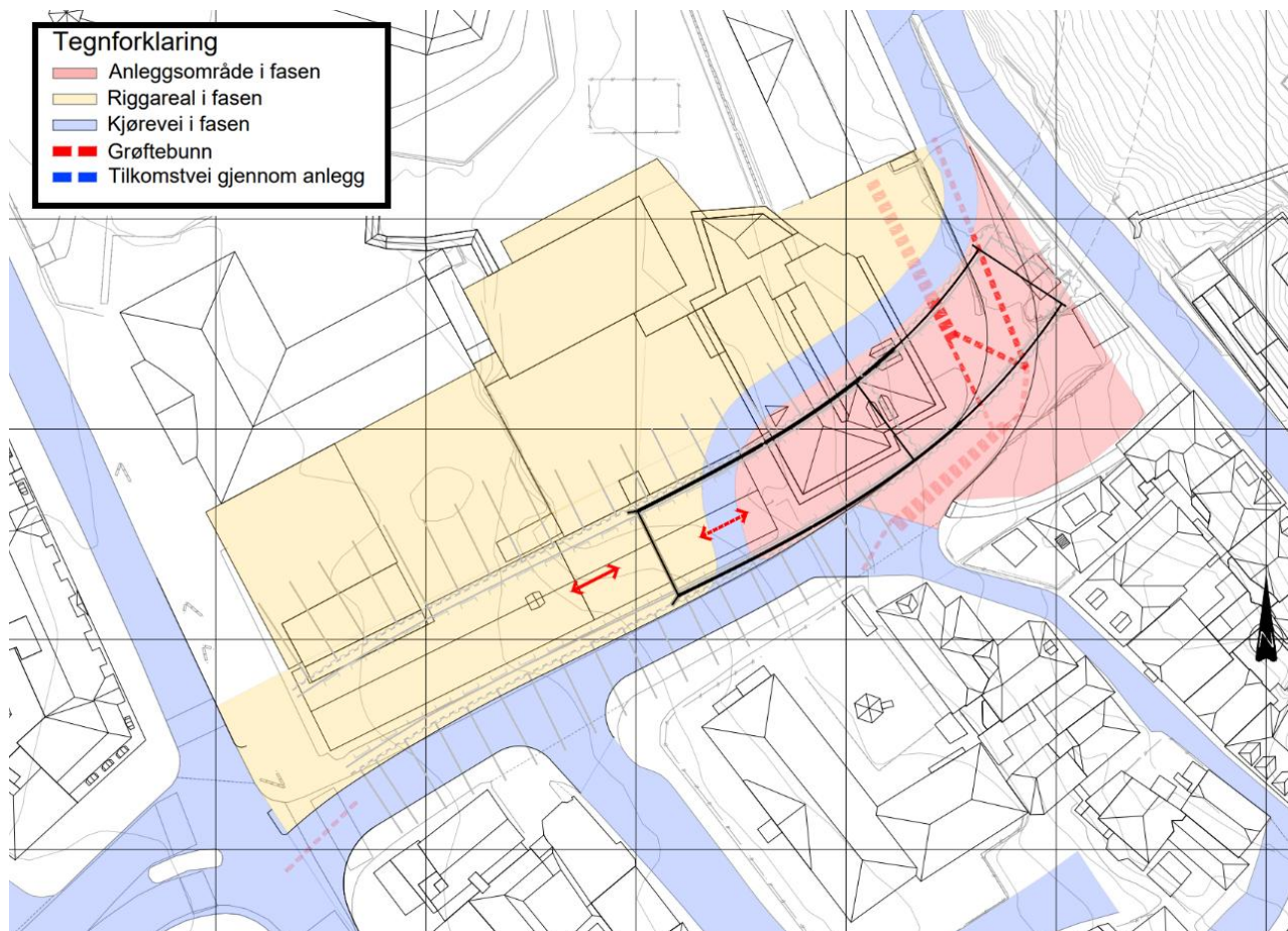
Figur 9-9 Fase 3 for påhugg/portal i Heggebakken

I starten av fase 3 flyttes trafikken i Heggebakken over på den søndre delen, dvs. at man utnytter også fortausarealene til veitrafikk. I tillegg benyttes deler av ombygd grøntarealer til veiareal og møteplass for kjøretøy.

I denne fasen starter de tunge anleggsarbeidene for Bybanens konstruksjoner. Spuntgropen, forutsatt tett rørsput, etableres og løsmasser graves ut. Eksisterende berg frigraves og det vil være behov for utsprengning for deler av traseen innenfor spuntgropen. Det er noe tilgjengelig anleggsareal på siden av spuntgropen som gir mulighet for flere angrepspunkter til byggegropen. Bygegropen vil i denne fasen strekke seg ca. 3/4-deler opp i Heggebakken. Det etableres en vanntett trauekonstruksjon nederst inn mot Kong Oscars gate, mens tunnelportalen starter i forlengelsen av traue rett overfor Asylplassen.

Trafikken i Heggebakken opprettholdes med mulighet for to-veistrafikk (avhengig av hvor stort areal man vil benytte til anleggsareal langs spuntgropen), men g/s-trafikken må inkluderes i samme veiareal. Det etableres i tillegg en møteplass øverst i Heggebakken pga. en tilnærmet 90-graders sving i samme område. Anleggsarbeidene har tilkomst fra Kong Oscars gate.

Antatt tidsbehov for fasen er ca. 18 måneder etter ferdigstilling av forrige fase.



Figur 9-10: Fase 4 for påhugg/portal i Heggebakken

Trafikken legges om i øvre delen av Heggebakken i starten av denne fasen slik at den føres over taket på den nyetablerte tunnelportalen til Bybanen. Da frigjøres det gjenstående arealet øverst i Heggebakken for etablering av videre spuntgrop, også denne delen forutsatt med tett rørsputt, med påfølgende masseuttak og utsprenkning for ny trasé inn mot påhugget til bergtunnelen. De første par tunnelsalvene (ca. 10 meter) vil trolig også bli utført fra byggegropen. Deretter etableres resten av tunnelportalen inn mot påhugget, inkl. overgangskonstruksjonen i tunnelpåhugget. I forbindelse med etablering av tunnelpåhugget vil det bli behov for sikring av eksisterende mur som støtter opp Cappes vei. Det må vurderes om det må etableres ytterligere tiltak for å holde denne veien åpen i denne fasen, og det må påregnes korte stengninger ifbm. berguttaket for tunnelen under.

Det etableres også et mindre teknisk bygg over tunnelportalen inn mot tunnelpåhugget i denne fasen.

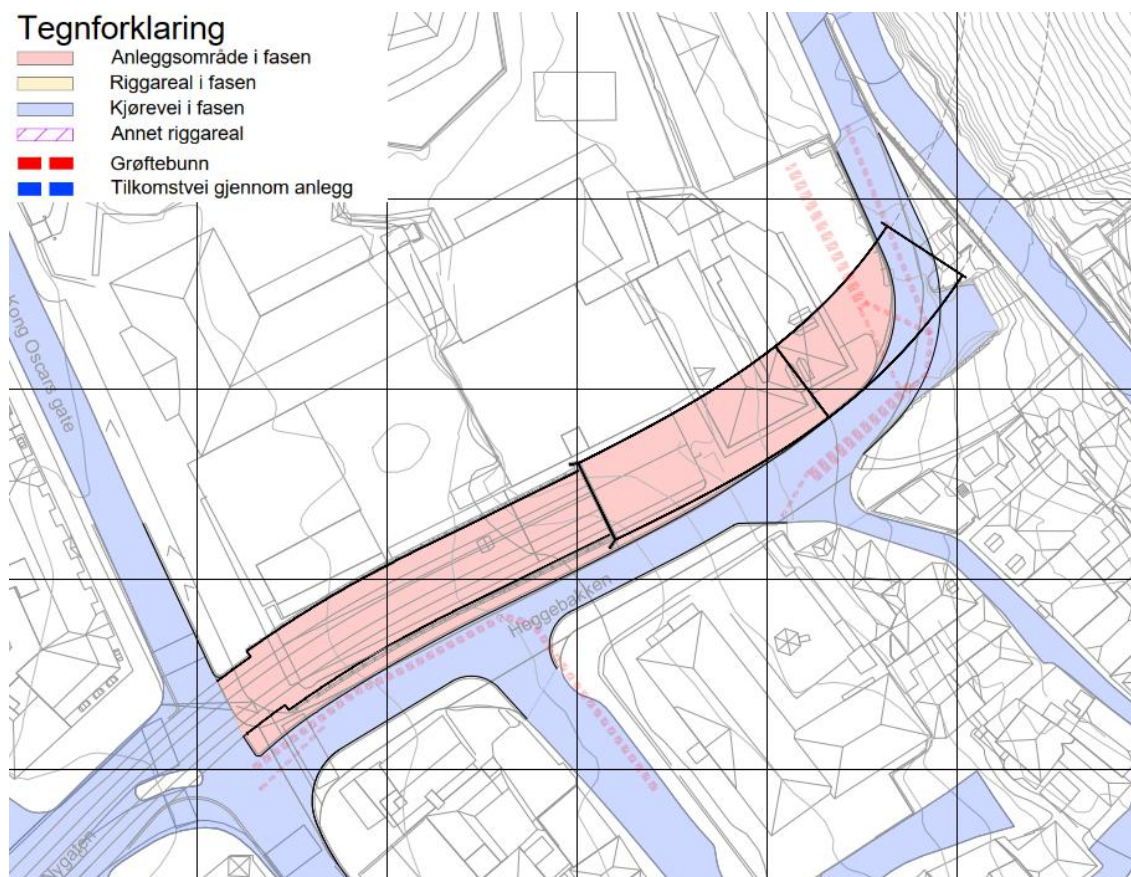
Det er satt av et anleggsareal på siden av spuntgropen slik at entreprenøren har tilkomst både via trau/tunnelportal og fra terrengnivået øverst i Heggebakken ved anleggsgjennomføringen i denne fasen.

Det vil være behov for oppheng/beskyttelse av eksisterende og omlagte kabler og ledninger som krysser over byggegropen i denne fasen.

I slutten av fasen reetableres eksisterende vei- og grøntareal øverst i Heggebakken.

Trafikken i Heggebakken opprettholdes med mulighet for to-veistrafikk. Det vil være noe begrenset tilgjengelig veiareal øverst i Heggebakken ved kryssingen over kulverten (tunnelportalen), spesielt da det er to 90-graders svinger i det området. Videre nedover Heggebakken kan trafikken opprettholdes som i eksisterende situasjon inkl. med fortau. Anleggsarbeidene har tilkomst fra Kong Oscars gate.

Antatt tidsbehov for fasen er ca. 12 måneder etter ferdigstillelse av forrige fase.



Figur 9-11: Fase 5 for påhugg/portal i Heggebakken

I denne fasen legges veitrafikken tilbake til eksisterende situasjon og alle arbeider gjennomføres i trau og tunnelportal. Arbeidene består i stor grad av etableringen av spor med tilhørende installasjoner som KL-anlegg og signalanlegg. I hvilken grad portalen vil bli benyttet som anleggsatkomst til andre tunnelarbeider i forkant av disse arbeidene, er avhengig av entreprenøren arbeidsopplegg og fremdriftsplan.

Trafikk i Heggebakken som i eksisterende situasjon. Anleggsarbeidene har tilkomst fra Kong Oscars gate.

Antatt tidsbehov for fasen må ses i sammenheng med tilsvarende arbeider i tunnelen.

9.7 Tunnel

9.7.1 Utfordringer

Tunnelen mellom Heggebakken og Sjøgaten, omtalt som «Sentrumstunnelen», anses å være svært anleggsteknisk utfordrende på grunn av store og varierende tunnelprofiler, lav bergoverdekning, kompliserte bergrom, vanskelig logistikk, lite tilgjengelig riggområde og svært strenge krav til tetting og sikring.

Hovedtunnelen er totalt sett rundt 1525 meter, hvorav ca. 1370 m. er fjelltunnel og resten er betongportaler på hver side bygget etter cut-and-cover metoden. Den underjordiske holdeplassen befinner seg litt nord for tunnelens midtpunkt. Holdeplassen bygges som et større bergrom med midtstilt plattform, og det store bergrommet forlenges i retning nord for å gi plass til vendeanlegget.

Frem til holdeplassområdet, i en lengde på rundt 800 meter fra sørlig portal og 300 meter fra nordlig portal, vil tunnelen bli bygget som en vanlig dobbeltspors bybanetunnel slik som vist på tegning BT5-T-B2-F-0001 med ca. 10,2 meters spenn, som i utgangspunktet er relativt ukompisert. For den første delen fra Heggebakken og nordover må man i tillegg planlegge for et større profil som gir plass til en vanntett utstøpning, jmf. kapittel 8.3 hvor dette omtales. Et slikt profil er rundt 15 m² større og mer sirkulært, og dette må detaljeres videre i neste planfase.

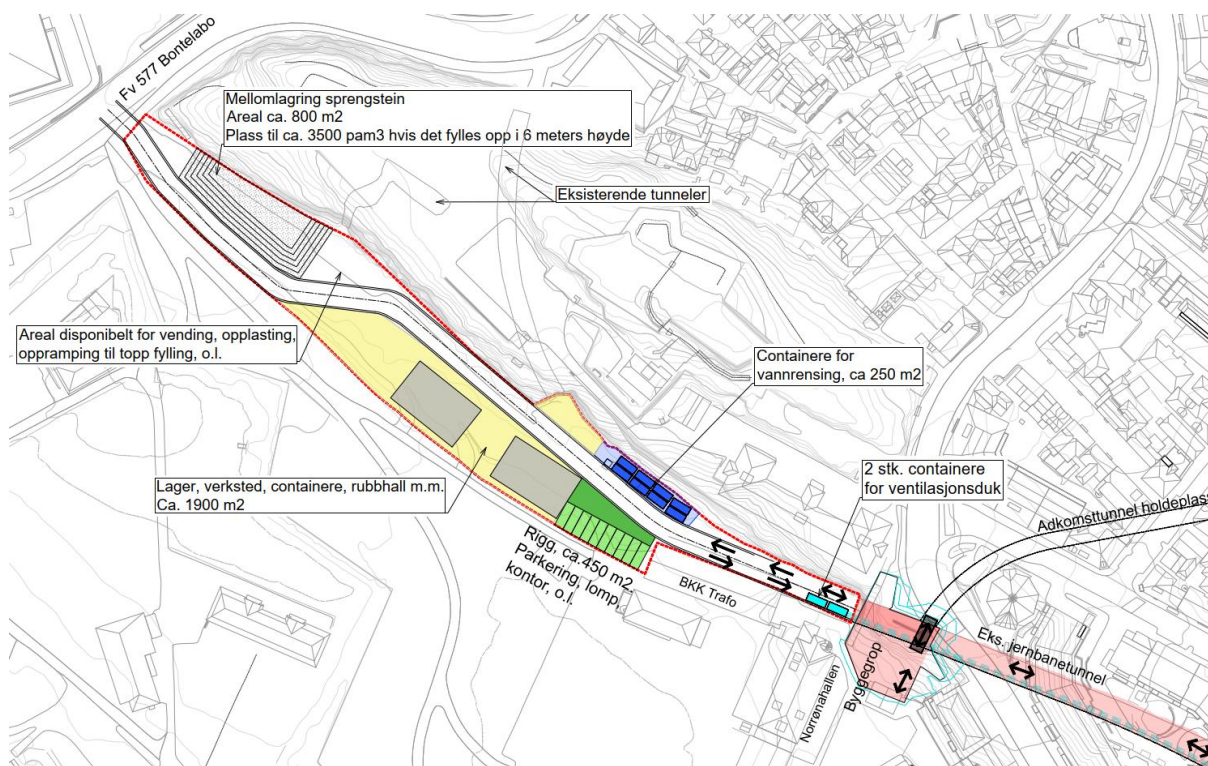
Før tunnelen går inn i holdeplassområdet fra sør utvides tunnelprofilen gradvis opp til et spenn på rundt 19 meter før sporene splittes i to enkeltløp, som vist på tegning BT5-T-B2-F-0002. Etter en lengde på rundt 60 meter som to enkeltspors tunneler kommer sporet ut i selve holdeplassen i det store bergrommet. Dette bergrommet får et spenn på nesten 23 meter, og sammen med vendeanlegget vil det ha en lengde på rundt 200 meter før det begynner å snevre seg inn igjen tilbake til dobbeltsporsprofilen. Metodikk for uttak av berg i dette fjellrommet er omtalt videre i senere kapittel.

I tillegg til hovedtunnelen skal det bygges en adkomsttunnel fra Sandbrogaten og inn til bunnen av byggegropen fra Fredens bolig, med en total lengde på 230 meter, som krysser vinkelrett igjennom holdeplassens fjellhall på mesaninnivå. Da denne tunnelen også er tenkt brukt som utgangspunkt for å ta ut massene fra byggegropen ved Fredens Bolig må den bygges før man sprenger ut den nordlige delen av holdeplassens bergrom. Denne adkomsttunnelen kan også benyttes til berguttak/uttransport av masser fra holdeplassens bergrom hvis entreprenøren finner det hensiktsmessig for sin gjennomføring.

9.7.2 Riggareal og tilkomst for tunneldriving

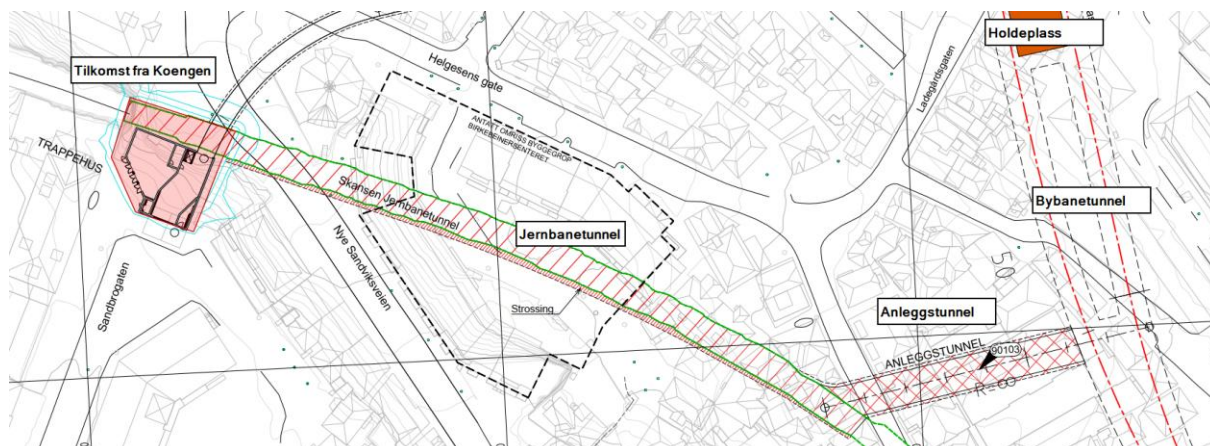
For å gjennomføre tunneldriving kreves det normalt sett avsatte riggarealer som skal ivareta en rekke fasiliteter som bl.a. rigg- og lompebrakker for arbeiderne, ventilasjonscontainere for anleggsfasen, flere rensebasseng for tunneldrivevann, rubbhaller for verksted til maskiner og tunnelborerigger, arealer for lagring av sprengstoff, mellomlagring av sprengstein og materiell til innredning. Dette medfører et arealbehov som i minste fall krever rundt 5000 m², men ideelt sett minst 10.000 m². Ved tunnelportalene på hver side, i Heggebakken og i Sjøgaten, er det svært lite tilgjengelig plass, og det er ikke mulig å etablere arealer for slike tunnelrigger her uten at det ville medført en omfattende innløsning og rivning av bygninger nært påhuggene. Det skal i tillegg også bygges store tunnelportaler i disse endene, på henholdsvis 100 meter og 60 meter i Sjøgaten og Heggebakken, som inkluderer store byggegrop, spunting og omlegging av infrastruktur, noe som i seg selv legger et stort beslag på det arealet man har tilgjengelig. I tillegg ville disse arbeidene trolig blitt liggende på kritisk linje i fremdriften hvis man i tillegg skulle gjennomført en større del av tunneldrivingen fra disse portalene. Gjennomføringen av disse portalarbeidene er omtalt videre i andre kapittel. For å kunne bygge tunnelen er det derfor nødvendig å vurdere en dedikert anleggstunnel fra et alternativt riggareal et annet sted langs traseen.

Innenfor planområdet er det eneste realistiske alternativet for dette fortsatt dagens jernbanetomt på Koengen. Dette arealet kan, til tross for en noe avlang utforming, i stor grad ivareta en tunnelriggs arealbehov og samtidig sørge for rasjonell drift for entreprenør, selv om området også har sine egne utfordringer knyttet til seg, spesielt knyttet til kulturminner. I tillegg har Koengen en del infrastruktur for strøm som trolig gjør arealet egnet for byggestrøm dersom anlegget ønskes å bli fossilfritt. Mengden sprengstein som skal sprenges ut vil være på rundt 150.000 faste kubikkmeter, noe som tilsvarer rundt 30.000 lastebillass som skal ut gjennom området over en periode på 2-3 år.



Figur 9-12: Forslag til møblering av riggplan på jernbaneområdet på Koengen

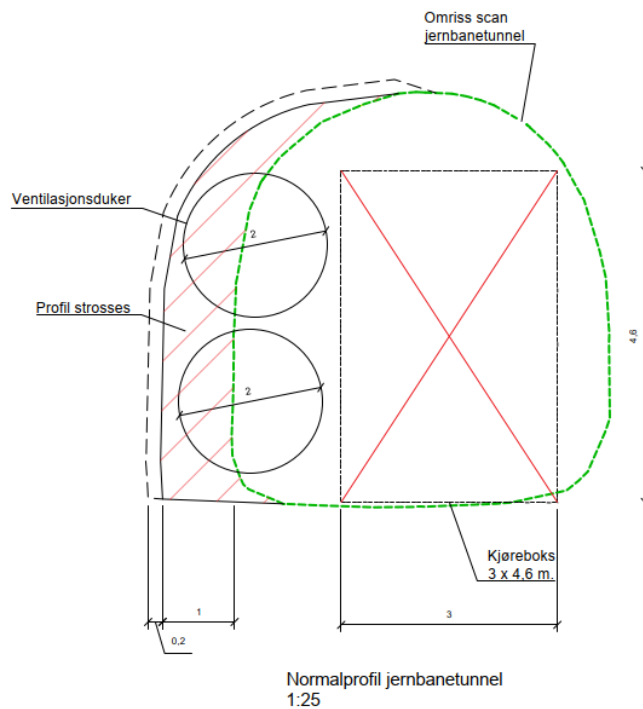
Fra Koengen benytter man dagens jernbanetunnel (tilhørende Bane NOR) som utgangspunkt for driving av «Sentrumstunnelen». Jernbanetunnelens portal må uansett rives ned i forbindelse med byggingen av adkomstbygget til holdeplassen fra Sandbrogaten. Man benytter så eksisterende jernbanetunnel i en lengde på rundt 190 meter, før man sprenger ut et nytt tverrslag fra jernbanetunnelen og ned til «Sentrumstunnelen», med angrepspunkt rett sør for den planlagte holdeplassen. Herfra vil man da kunne drive seg i retning nord og i retning sør med parallell drift. Rekkefølge på utførelse er omtalt videre i neste kapittel.



Figur 9-13: Jernbanetunnel, anleggstunnel og hovedtunnel

Denne anleggsadkomsten vil medføre behov for å strosse dagens jernbanetunnel med rundt 1 meter på en av sidene, slik at man får plass til to ventilasjonsduker på inntil $\varnothing$ 2 m. i tillegg til ett felt for anleggsadkomst på 3 meters bredde og 4,6 meters høyde. Ved behov for noe økt kjørebredde (inntil 0,5 meter) kan bredden for utstrossing økes tilsvarende, men strossing av tunnelen må planlegges videre i neste fase og ses på spesielt mot plasseringen av søyler tilhørende Birkebeinersenteret, som jernbanetunnelen krysser under. I tillegg er det noe teknisk infrastruktur i dagens tunnel som må hensyntas. At jernbanetunnelen kun får plass til ett kjørefelt vil medføre behov for lysregulering ved inn- og utkjøring, eller eventuelt at det bygges en eller to møtenisjer. Det er vurdert muligheten for å strosse ut tunnelen ytterligere for å kunne etablere en tofelts kjørebredde, men er neppe positivt sett ut fra en kostnytte-vurdering da overliggende bygninger har liten bergoverdekning og søyleplasseringene er tilpasset eksisterende tunnel. Lengden med ett kjørefelt i tunnelen er ca. 200 meter, og med en hastighet på anleggstransporten på 15 km/h, bør kapasiteten (1 bil i minuttet) være tilfredsstillende i forhold til forventet anleggstrafikk i tunnelen. Det vurderes derfor at disse logistikkutfordringene ved utlasting av masser kan løses med god planlegging av entreprenøren.

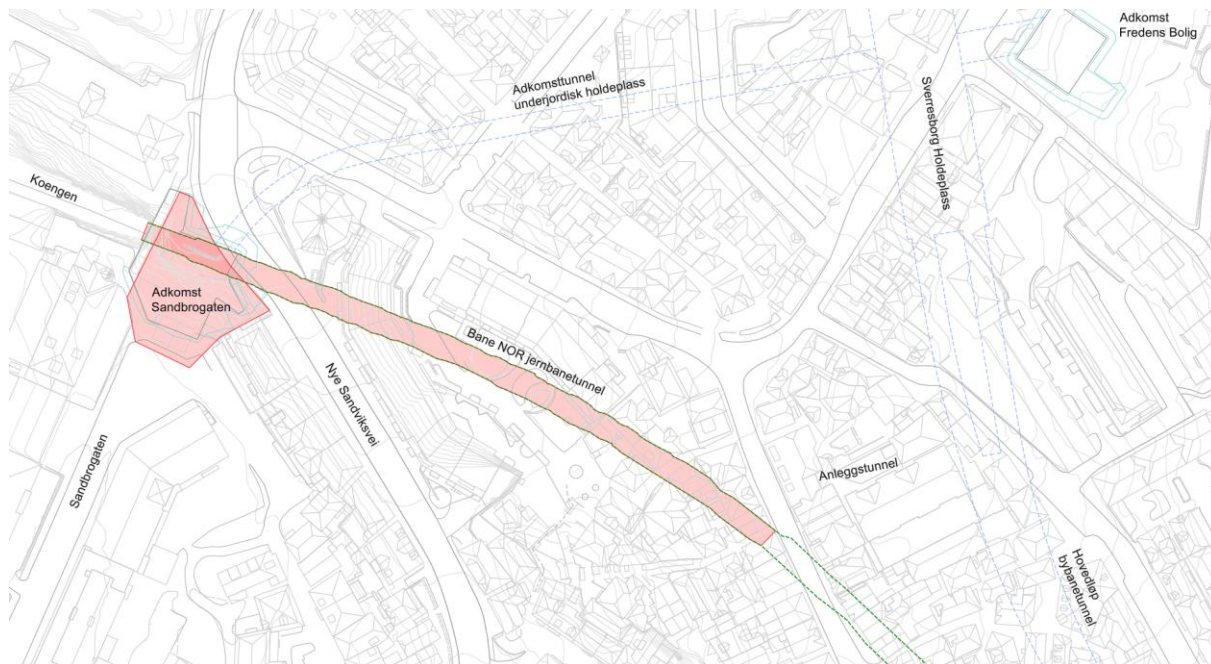
Den nye anleggstunnelen er planlagt med et T8-profil, med plass til to kjørefelt og to ventilasjonsduker på $\varnothing$ 2 meter. Anleggstunnelens lengde er på rundt 60 meter, med en stigning på nesten 11%.



Figur 9-14: Normalprofil jernbanetunnel med utvidelse

9.7.3 Rekkefølge på arbeidene med tunneldriving

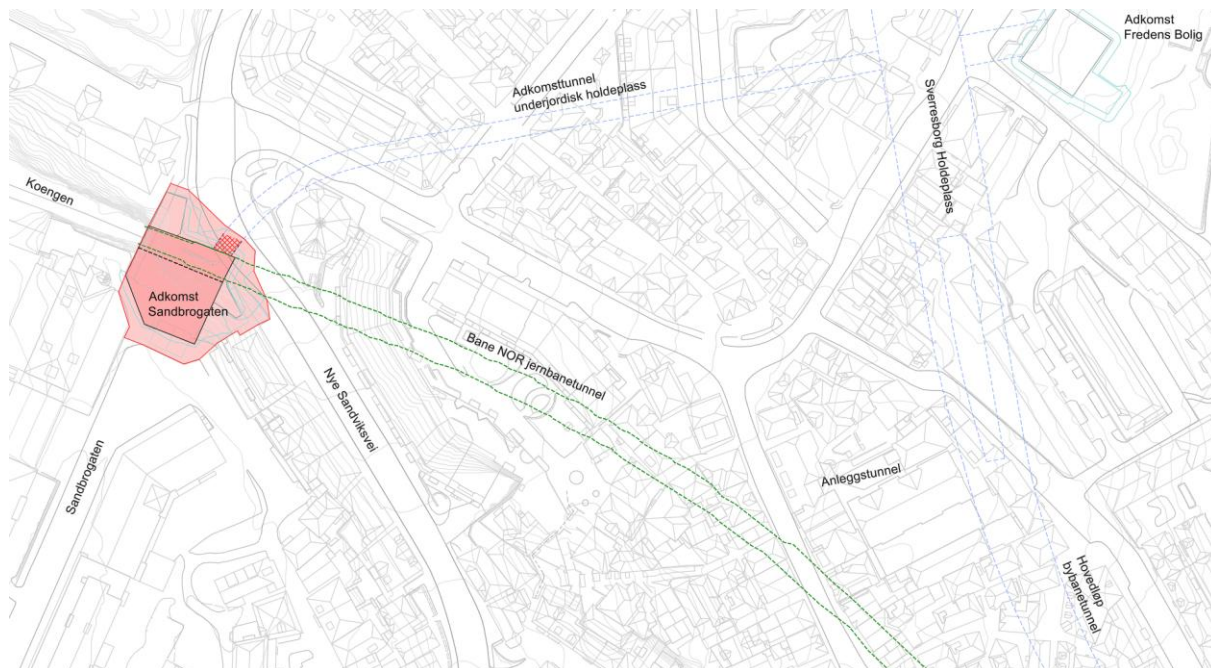
Da tunneldrivingen trolig vil ligge på kritisk linje med tanke på fremdrift, og angrepspunktet for tunneldriving befinner seg i et område hvor det også skal etableres en adkomst til selve holdeplassen, er det beskrevet i den videre teksten hvordan dette kan utføres etappevis.



Figur 9-15: Tunnelarbeider - forberedende etappe. Anleggsområde i rødt.

I en forberedende / innledende etappe klargjøres området ved byggegroppen i Sandbrogaten og i jernbanetunnelen for de kommende arbeidene. Dette omfatter omlegging av strømkabler som berøres ved byggegropparbeidene og sikring/omlegging av kabler og kjølerør i eksisterende jernbanetunnel. I tillegg må det i denne fasen også tilrettelegges for en gangforbindelse mellom Sverresborg og Koengen som midlertidig erstatter dagens trapp innenfor Forsvarsbygg sitt område.

Antatt tidsbehov for fasen er ca. 4 måneder.



Figur 9-16: Tunnelarbeider - fase 1. Anleggsområde i rødt.

I den første arbeidsetappen (fase 1) nedtas eksisterende jernbanetunnelportal og spor og tilhørende installasjoner i jernbanetunnelen fjernes. Området frigraves og planlagt byggegrop sprenges ned til traunivå for adkomstbygget i Sandbrogaten. Dette medfører også at henget til jernbanetunnelen i det samme området fjernes. Mesteparten av bergmassene slippes ned i tunnelen og fraktes ut til Koengen, men noe kan bli liggende igjen for å fungere som underlag for maskiner til påhuggsarbeider og som underlag for etablering av midlertidig bru i neste fase. Påhugg for adkomsttunnel etableres, og tunnelen sprenges inn i en lengde på 5-10 meter. Arbeidene medfører trolig noen omlegginger av og tiltak med Nye Sandviksveien for å sikre trafikk forbi i fasen. Dersom gjennomkjøring fra Sandbrogaten til Kroken stenges for beboere bør adkomst til Kroken fra Dreggsallmenningen kunne benyttes.

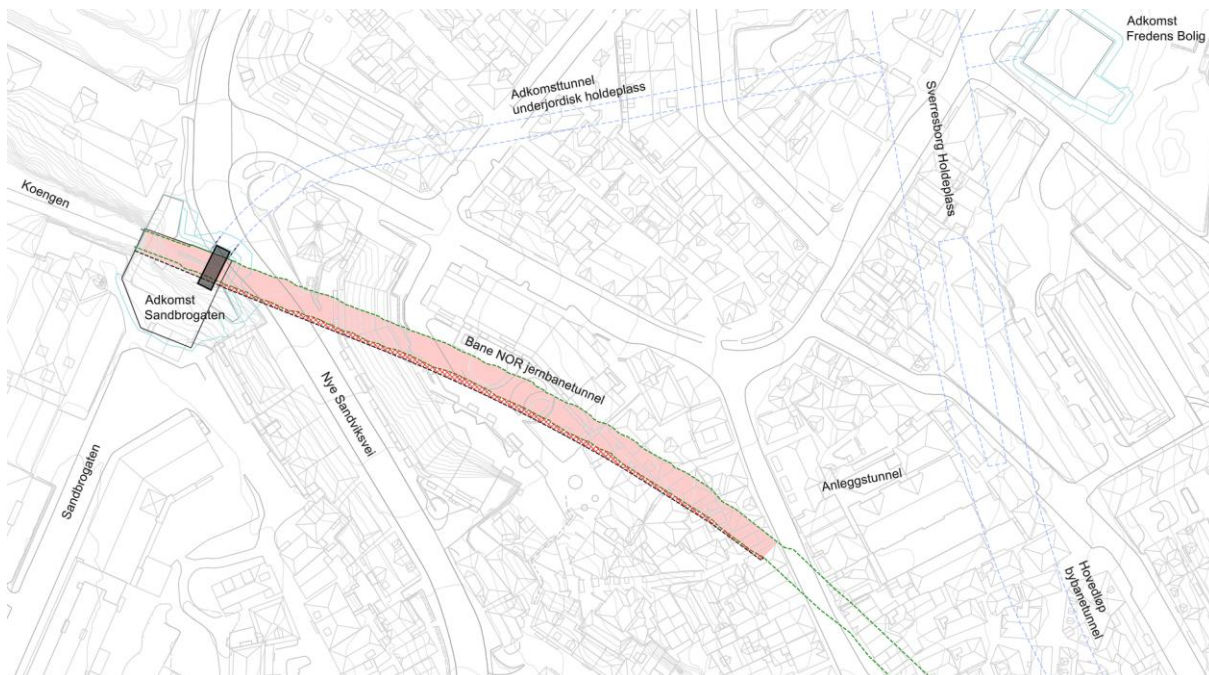
Antatt tidsbehov for fasen er ca. 6 måneder, hvorav 4 måneder etter ferdigstillelse av forrige fase.



Figur 9-17: Tunnelarbeider - fase 2. Anleggsområde i rødt, midlertidig bro i svart.

I andre etappe etableres det en midlertidig brokryssing mellom byggegropen i Sandbrogaten og adkomsttunnelen, ettersom dette ligger på et nivå over jernbanetunnelen. Broen skal sikre anleggsadkomst til adkomsttunnelen i byggefasen samtidig som det pågår transport gjennom jernbanetunnelen under. Broen må prosjekteres med nødvendige laster for sprengsteintransport, og tilstrekkelig frihøyde under den må ivaretas.

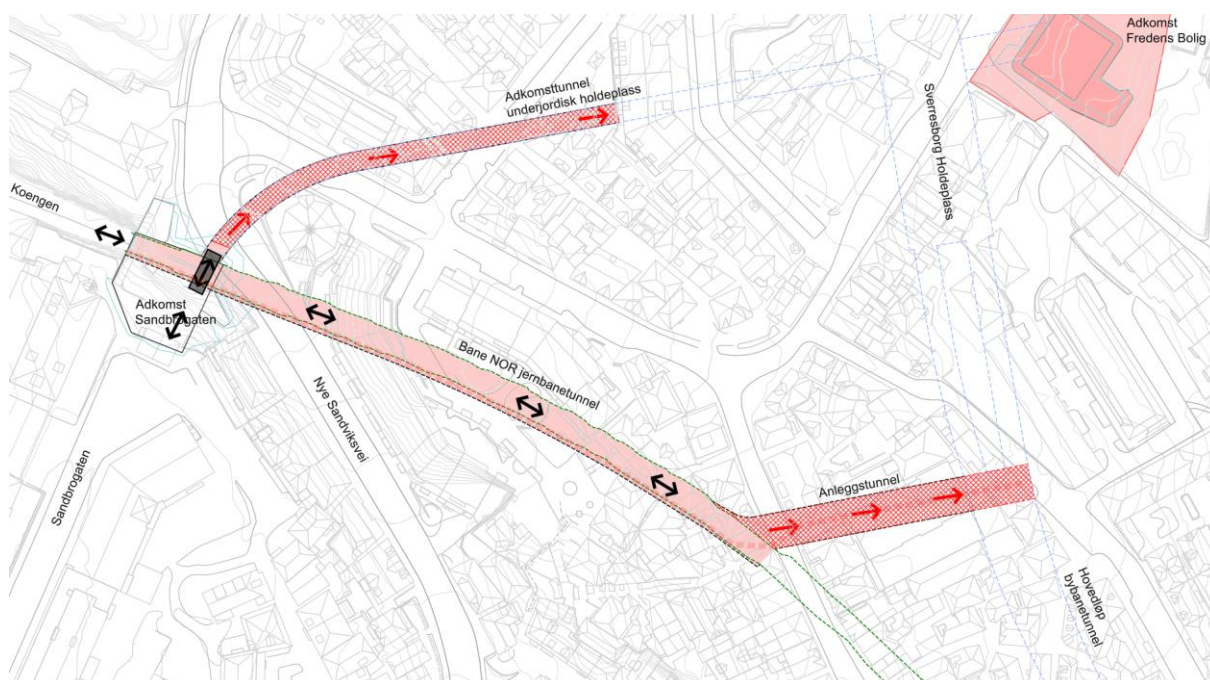
Antatt tidsbehov for fasen er ca. 1 måneder etter ferdigstillelse av forrige fase.



Figur 9-18: Tunnelarbeider - fase 3. Anleggsområde i rødt, midlertidig bro i svart.

I tredje etappe strosses (utvides) dagens jernbanetunnel med rundt 1 meter på den ene siden, for å sikre tilstrekkelig tverrsnitt for ett kjørefelt + ventilasjonsduker i anleggsfasen. Det kan være aktuelt å gjøre alle arbeidene frem til dette som forberedende entrepriser for å sikre best mulig utgangspunkt for hovedentreprenør.

Antatt tidsbehov for fasen er ca. 5 måneder etter ferdigstilling av forrige fase.



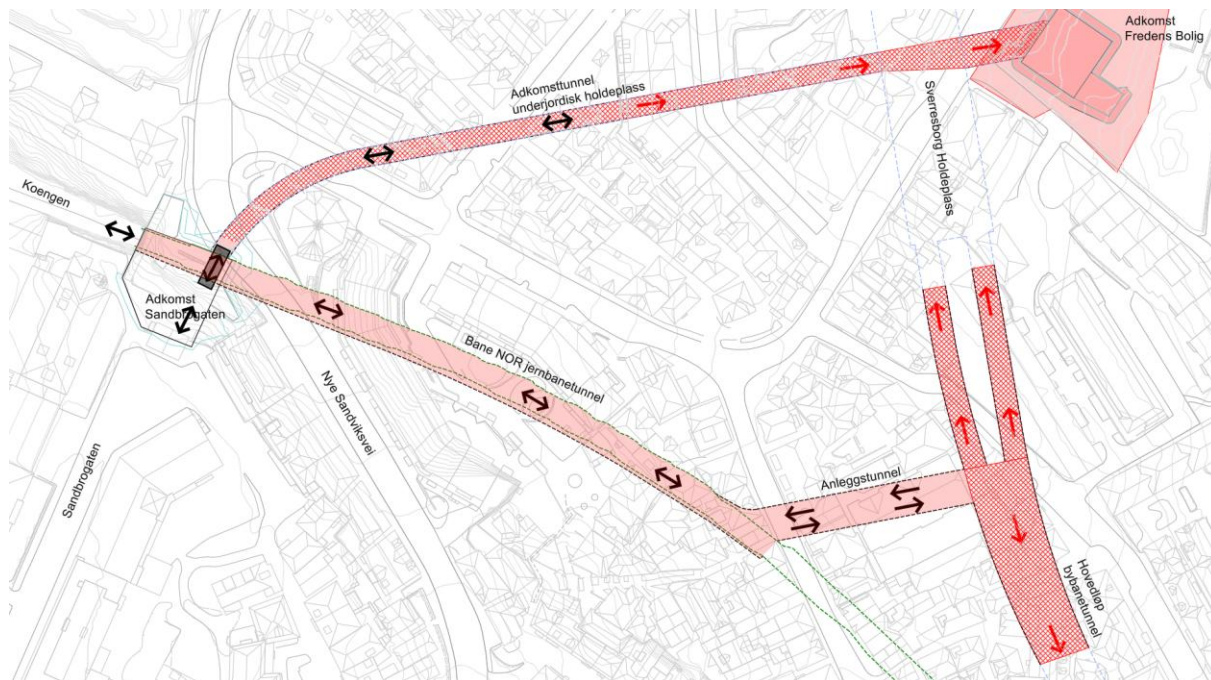
Figur 9-19: Tunnelarbeider - fase 4. Anleggsområde i rødt. Røde linjer illustrerer driveretning. Sorte linjer anleggsadkomst

I den fjerde arbeidsetappen påbegynnes tunneldriving for fullt, ved at man driver anleggstunnelen fra jernbanetunnelen og ned til hovedtunnelen, hvor man etablerer et utgangspunkt for å drive stuffer både i retning nord og sør. Sprengsteinsmasser kjøres direkte ut til Koengen via jernbanetunnelen. Dette kan også utføres som en del av de forberedende arbeidene.

Parallelt starter man arbeidet med å drive adkomsttunnelen til den underjordiske holdeplassen. Dette tunnelprofilen er noe mindre. Sprengstein må her fraktes ut via Sandbrogaten, og derfra videre til permanent deponering via offentlig veinett eller omlasting på Koengen, ettersom det er vanskelig å etablere en kobling ned til Koengen i denne fasen. Arbeidet med adkomsttunnelen har en viss fleksibilitet i seg sett opp mot resten og kan også påbegynnes i den foregående fasen.

Parallelt starter også arbeidene med byggegropen til adkomsten i Fredens Bolig, med spunting rundt byggegrop og utgraving av løsmasser.

Antatt tidsbehov for fasen er ca. 2 måneder etter ferdigstilling av forrige fase.

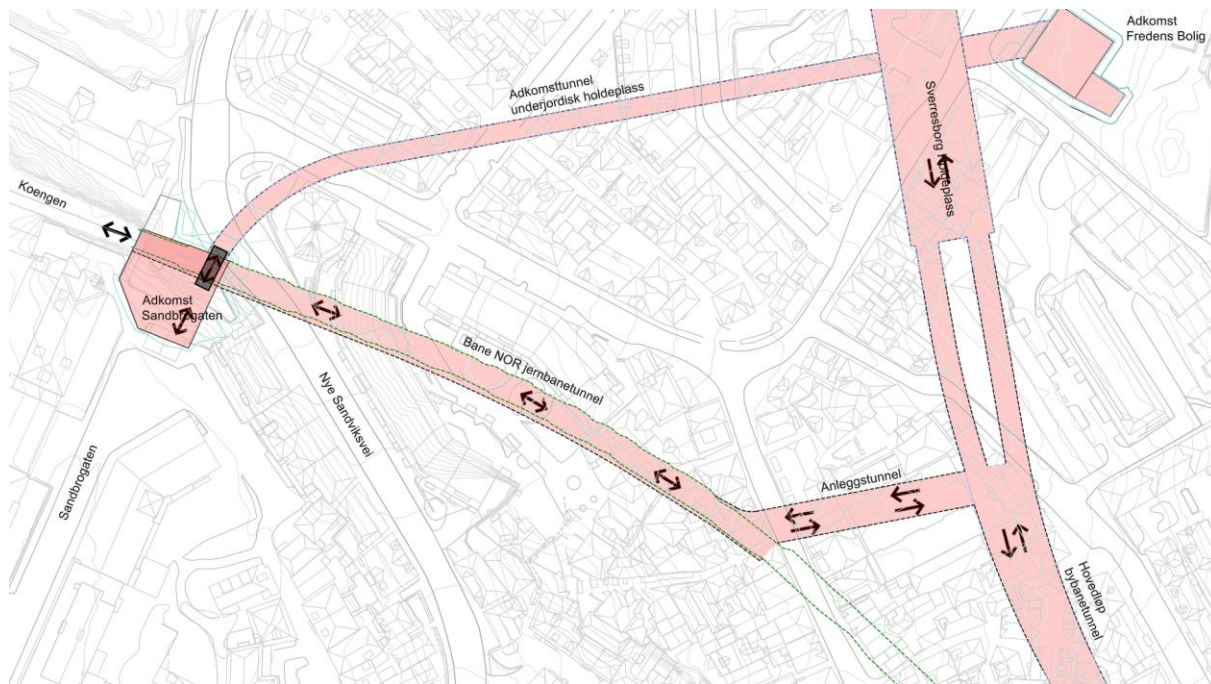


Figur 9-20: Tunnelarbeider - fase 5. Anleggsområde i rødt. Røde piler illustrerer driveretning. Sorte piler anleggsadkomst

I den femte arbeidsetappen starter driving av hovedtunnel, med innledningsvis to eller tre stuffer, en for dobbeltspor mot sør og en eller to for enkeltspor mot nord (den ene stuffen for enkeltspor kan avventes hvis entreprenøren finner det mer hensiktsmessig å ta den ut senere), som snart går over til selve holdeplassens fjellhall. Sprengsteinsmasser kjøres ut til Koengen via anleggstunnel og jernbanetunnel.

Parallelt fortsetter drivingen av adkomsttunnelen, som drives helt frem til bunn byggegrop ved Fredens Bolig. Her borres det et grovhull fra topp bergnivå i byggegropen ned til tunnelnivå, før man fra oversiden begynner å sprengne seg ned for å etablere byggegropen. Etter sprengning av salver dyttes massene ned i borehullet og lastes ut til Sandbrogaten via adkomsttunnelen. Metodikk for uttak er omtalt i kapittel 9.8.

Antatt tidsbehov for fasen må sees i sammenheng med tunnelarbeidene.



Figur 9-21: Tunnelarbeider - fase 6. Anleggsområde i rødt. Sorte piler viser anleggsadkomst

I den siste etappen er uttak av byggegrop ved Fredens Bolig fullført. Tunnelen drives videre i retning nord, først gjennom holdeplassens fjellhall, så forbi adkomsttunnelens kryssing og videre gjennom vendeanleggets fjellhall, før den fortsetter helt til gjennomslag ved portalen i Sjøgaten. Tilsvarende drives tunnelen hele veien mot sør helt til gjennomslag ved portalen i Heggebakken.

Etter at driving fullføres, begynner innredningsarbeider samt eventuelt arbeid med vanntett utstøping av tunnelprofilen. Avhengig av tilkomspunkt og logistikk kan man da parallelt med dette begynne arbeidet med å reetablere jernbanetunnelens portal mot Koengen, og så bygge adkomstbygget over dette i Sandbrogaten. Parallelt vil man også kunne bygge adkomstbygget i Fredens Bolig.

Antatt tidsbehov for fasen må sees i sammenheng med tunnelarbeidene.

9.7.4 Anleggsteknisk gjennomføring av tunneldriving i kompliserte områder

På grunn av meget strenge krav til tetting mot innlekkasje av grunnvann, vil det bli behov for systematisk forinjeksjon av alle deler av tunnelanlegget mellom Heggebakken og Sjøgaten samt forskjæringer og sjakt. Tettestrategi må planlegges grundig og arbeidene må følges opp tett for å sikre et tilfredsstillende resultat. Tettearbeidene vil i stor grad påvirke inndriften til tunneldrivingen.

Det store bergrommet ved Sverresborg holdeplass må tas ut ved seksjonsvis sprengning, med oppdeling av tverrsnittet vertikalt i takskive og bunnfall/-stross ved den høyeste delen. I tillegg må det forventes deling av tverrsnittets bredde i en eller to pilot tunneler og sidestross. Det forventes behov for tung sikring i deler av holdeplassen og forlengelsen av denne ved vendesporområdet.

9.7.5 Kryssing av Bergen Vann sin VA-tunnel

Bybanetunnelen vil drives igjennom eksisterende Skuteviken VA-tunnel, ca. 50 meter sør for påhugget ved Sjøgaten. Kryssingen er vist på tegning BT5-T-B2-F-0010.

Før bybanetunnelen får gjennomslag til VA-tunnelen må eksisterende infrastruktur legges om og beskyttes. Det må også vurderes behov for supplering av eksisterende bergsikring i VA-tunnelen på hver side av krysningspunktet.

Driving inn mot VA-tunnelen må detaljeres i prosjekterings- og byggefasen på bakgrunn av opptredende vibrasjoner og fastsatte rystelsesgrenser for infrastrukturen i tunnelen. Bybanetunnelen drives først inn i søndre vegg i VA-tunnelen. Ved gjennomslaget tas bergmassen ut forsiktig i delte salver. Andre metoder for forsiktig uttak, som sømboring, pigging, eventuelt vaiersaging eller hydraulisk splitting kan være aktuelt.

Kryssingen gjennom VA-tunnelen vil medføre at det blir et kryss med en ekstra fri flate i hver vegg, noe som vil medføre behov for stedstilpasset og økt omfang av bergsikring.

9.7.6 Vanntett utstøpning

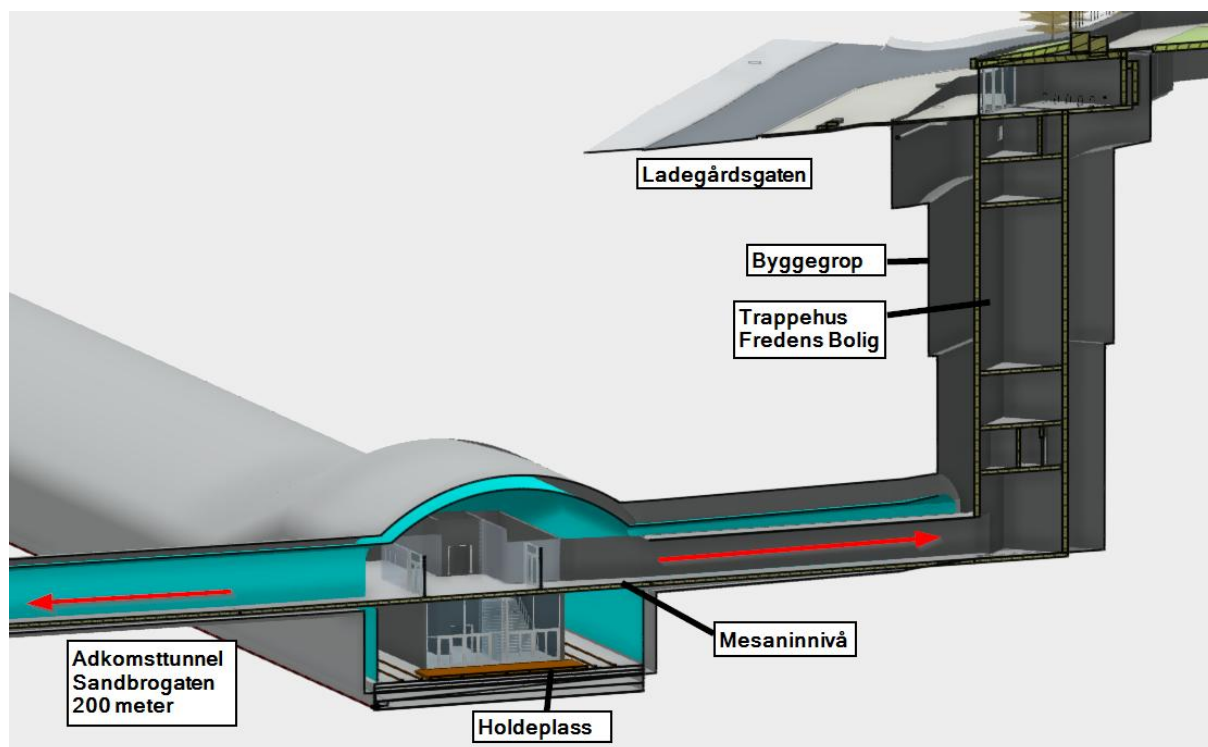
Arbeider med etablering av vanntett utstøping er tidkrevende, og vil hindre andre arbeider i den delen av tunnelen som skal støpes ut. Utstøpingen bør derfor etableres etter at strekningen er ferdig utsprengt.

Etter utsprengning av bybanetunnelen må midlertidig kjørebane på sålen fjernes, vegger og heng avrettes med sprøytebetong, og sålen utjevnes med magerbetong. Det monteres deretter heldekkende fiberduk og vanntett membran mellom avrettet overflate og støp. Hvelvet er normalt uarmert. Det antas at konstruksjonen kan støpes i etapper på 5-10 meter. Støpe-skjøter kan plasseres i overgangen mellom såle og tunnelbuen, og det må etableres vanntette fuger mellom støpe-skjøtene i tunnelens lengderetning. Minimum i hver ende av den utstøpte strekningen må det etableres endeseksjoner/tetting for å hindre drenasje langs/forbi det utstøpte partiet og inn i drenert del av tunnelen.

Det forutsettes at det benyttes muligheten for adkomst fra begge sider, og at arbeidene vil pågå døgntkontinuerlig med to skift per døgn. Det antas at de ulike arbeidsoperasjonen vil kunne utføres suksessivt med noe overlapp, men på grunn av tilkomst for betongbiler antas det at membranen ikke kan monteres ferdig i hele strekningen. Det antas videre at bunnseksjonen vil støpes et stykke i forkant av hvelvet. Etter at støpen er ferdig støpt og herdet, må det påregnes noe tid til injeksjon av riss og fuger.

9.8 Underjordisk holdeplass

Holdeplassen vil bestå av en 48 meter lang plattform med trapper, rulletrapp og heis opp til et mesaninnivå som ligger over banens kjøreledning. I tillegg vil holdeplassen ha to adkomstbygg ved hver gateinngang; et ved Sandbrogaten og et ved Fredens Bolig. Både omfanget av og metodikken for byggingen av disse to adkomstene er svært ulike. Der adkomstbygget i Sandbrogaten kun består av et relativt sett enkelt adkomstbygg supplert med noen tekniske rom, er adkomsten ved Fredens Bolig tenkt utført som et trappehus på rundt 36 høydemeter bygget i en åpen byggegrop med en høyde på mellom 32 til 35 meter, der de øverste 6 meter består av løsmasser og resten berg.



Figur 9-22: Snitt gjennom holdeplassens fjellhall, adkomsttunnelen og byggegrop Fredens Bolig

Begge adkomstene er tilknyttet holdeplassen med en felles adkomsttunnel, som krysser vinkelrett gjennom holdeplassens fjellhall, på mesaninnivået rundt 5,7 meter over SOK (spor). Som omtalt i tidligere kapittel er det tenkt at adkomsttunnelen sprenges ut før selve hovedtunnelen/fjellhallen. Dette fordi man da slipper å hensynta høydeforskjellene mellom plattformnivå og mesaninnivå når man skal laste sprengstein ut.

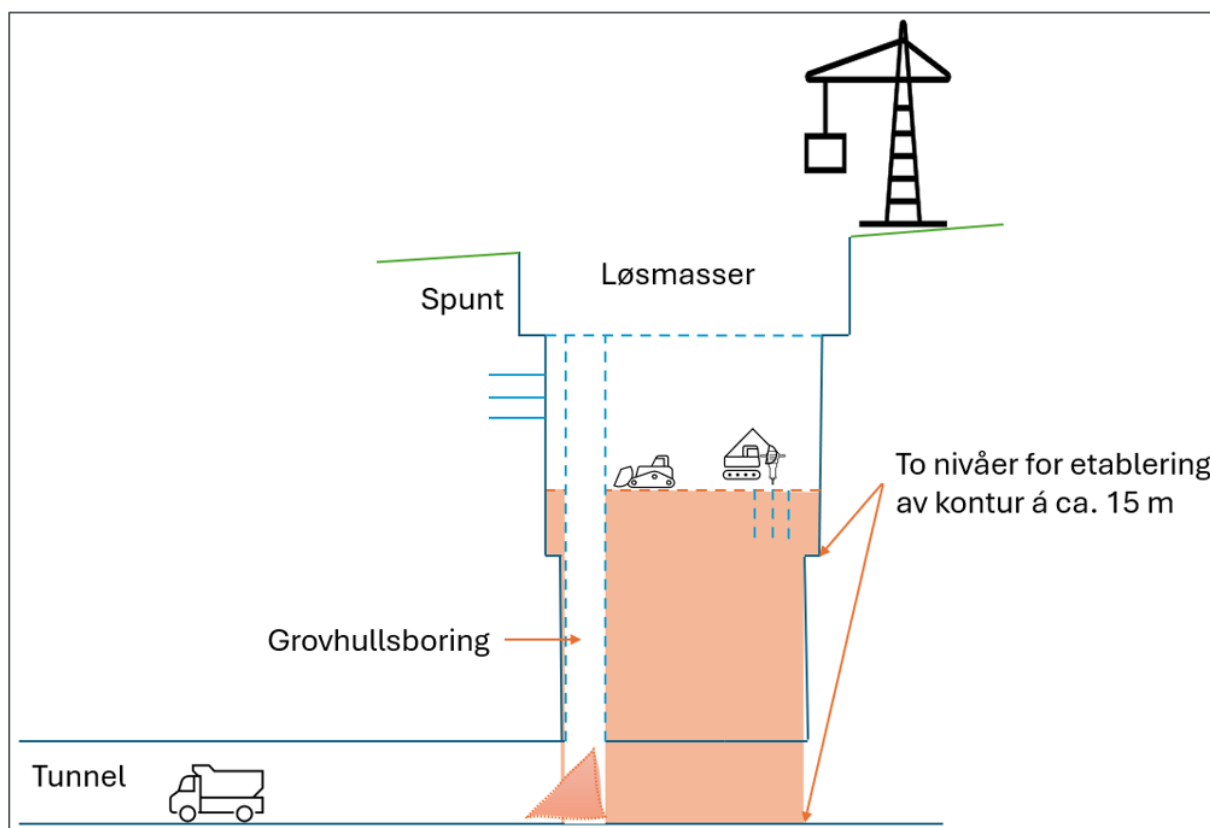
Adkomsttunnelen sprenges og lastes ut fra Sandbrogaten og helt frem til bunnen av fremtidig byggegrop ved Fredens Bolig. Tunnelen har et relativt lite profil og vil kreve noe mer kompakt anleggsutstyr enn en ordinær tunnel. Parallelt med sprengning og utlasting av adkomsttunnelen utføres spunting og utlasting av løsmasser fra byggegropen oppe på gatenivå ved Fredens Bolig. Løsmassene er vurdert å være såpass bærende at anleggsarbeid i byggegropen kan gjennomføres uten spesielle tiltak. Når løsmasser er lastet ut fra byggegropen bores det et grovhull ned til anleggstunnelen, av en stor nok størrelse til at det senere kan benyttes til å lempe sprengsteinsmasser ned i, typisk diameter 2-3 meter. Grovhullet kan etableres ved boring av pilothull fra dagen og deretter opprømming til ønsket diameter (eng. "raise boring").

Det forutsettes at byggegropen i berg ved Fredens Bolig tas ut ved sprengning. Etableringen av sjakta vil innebære relativt kompliserte grunnarbeider. I det etterfølgende er forslag til metode beskrevet. Ved videre detaljprosjektering bør muligheter for optimalisering av både sjaktas utforming/plassering og uttaksmetode vurderes spesielt.

Før sprengning starter må det etableres en tetteskjerm ved forinjeksjon fra dagen rundt hele sjakta, med tett overgang mellom berg og spunt. Boring og etablering av kontur kan skje fra dagen ved langhulls-boring. For å redusere problemer med boreavvik er det forutsatt at kontur etableres først i øvre halvdel av sjakta. Halvveis ned i sjakta er det lagt inn plass til ansett for boring av kontur og eventuelt injeksjonshull i den nedre halvdel. Nedre del av sjakta kan også forinjiseres fra tunnelnivå. Boring og sprengning av hver

salve utføres ovenfra ved å heise maskiner ned i gropen. Sprengstein etter hver salve skyves ned i grovhullet og kan transporteres ut på tunnelnivå. Herfra lastes de på bil og kjøres ut i Sandbrogaten. På denne måten slipper man å laste disse massene helt opp av byggegropen, noe som ville medført et kransystem som blir relativt tidkrevende. Sjaktveggene må sikres suksessivt etter hver salve med bergbolter og sprøytebetong, eventuelt stag ved større potensielle utglidninger.

De største utfordringene ved etablering av sjakta ventes å være knyttet til logistikk med tanke på det begrensede anleggsområdet ved Fredens bolig.



Figur 9-23: Prinsipp for top-down uttak av sjakt med suksessiv bergsikring av sjaktvegger og utlasting av masser på tunnelnivå. Kontur etableres i to steg for minst mulig boreavvik og omfang av sjaktuttak i berg.

Etter at tunnel, sjakt og byggegrop er ferdig sprengt, lastet ut og sikret, kan selve hovedtunnelen i denne delen sprenges ut. I denne perioden blir kjørbær tilkomst til bunn byggegrop og adkomsttunnelens ende ved Fredens Bolig stengt. Større utstyr må da lastes ned fra gatenivå ved Ladegårdsgaten. Her må det trolig etableres en tårnkran for å kunne bygge selve trappehuset.

Trappehuset foreslås bygget ved hjelp av prefabriserte forskalingselementer, tilsvarende som ble benyttet under bygging av for eksempel Løren stasjon i Oslo. Dette er en tids- og plassbesparende byggemetode, spesielt egnet i trange, sentrumsnære byggegropen som Fredens bolig. Da kan forskalingsdekker og vegger av betong ankomme med bil, heises direkte på plass før utstøping uten behov for omfattende mellomlagring. Det er også en fordel at man kan isolere skallveggen med XPS på utsiden før den heises på plass og at man dermed slipper senere arbeid i trange rom. Bygget kan stives av innvendig og ved hjelp av bergbolter gjennom membran. Det er derfor mulighet for å redusere avstand til berg i forhold til tradisjonell

byggemetode. Dette igjen medfører at behovet for å ta ut berg kan reduseres med dertil reduksjon av massetransport i området.

Parallelt med bygging av trappehus kan også selve holdeplassens innredning bygges, inkludert mesaninnivået, tekniske rom, trapper, heis, ventilasjon og brannseksjonering. Det mest hensiktsmessige er å gjennomføre dette etter at tunnelen er ferdigsprenget og utlastet. Avhengig av entreprenørens arbeidsopplegg og fremdrift kan det vurderes at man også benytter tunnelens hovedinnganger fra Heggebakken og Sjøgaten for å frakte materiell inn. Det kan også vurderes å benytte adkomsttunnelen fra Sandbrogaten til dette formålet, men det avhenger av hvor etableringen av adkomstbygget ute i Sandbrogaten ligger på fremdriftsplanen.

9.9 Sjøgaten

Anleggsgjennomføringen for påhuggs- og tunnelportalarbeidene i Sjøgaten er kompliserte og må utføres med grundig planlegging i forkant av de fysiske arbeidene. Arbeidene vil foregå i to nivåer; oppe i Nye Sandviksveien og Ladegårdsgaten og nede i Sjøgaten. En ekstra utfordring i dette området er den eksisterende kulverten for Mulelven som må legges om.

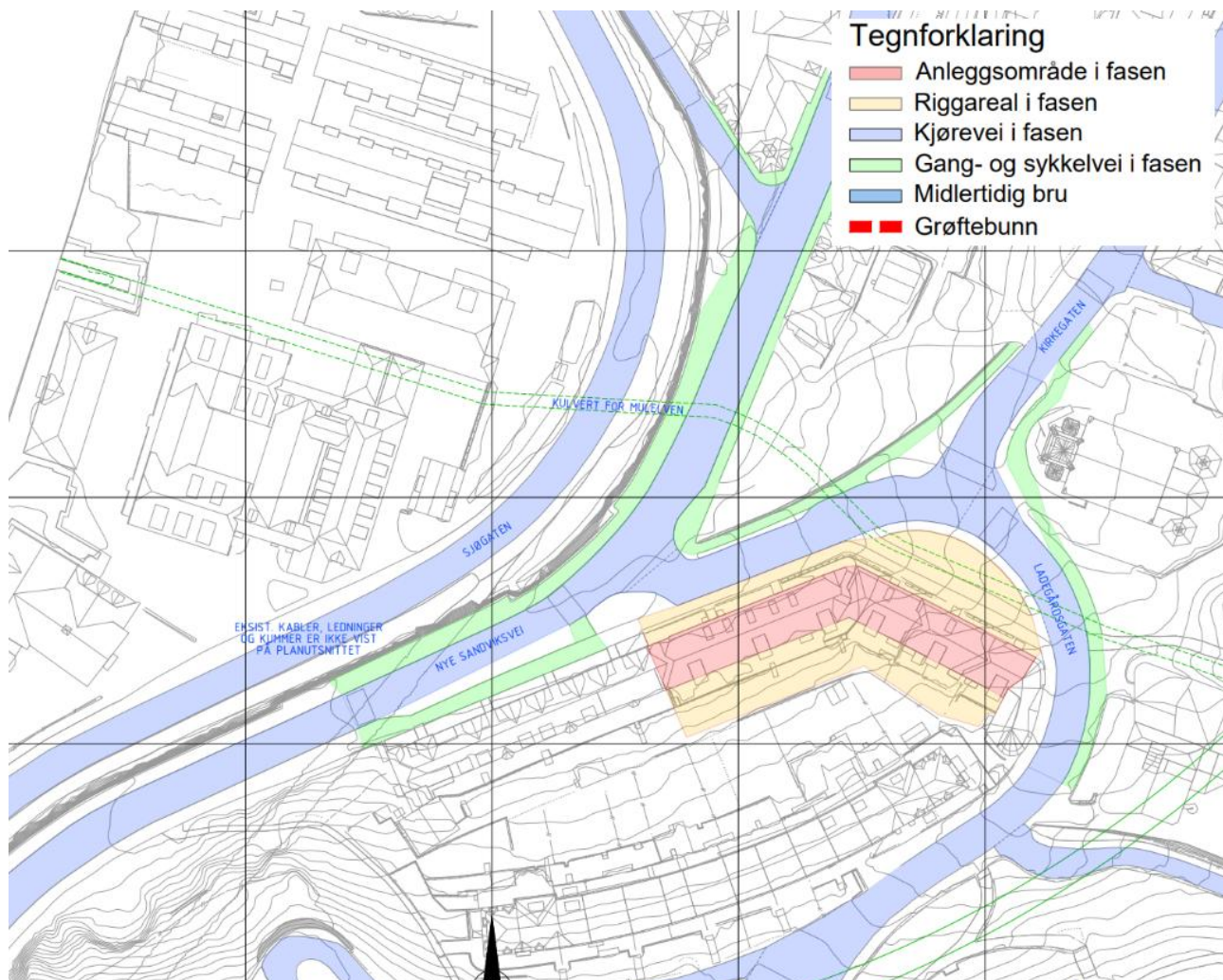
Hovedarbeidene vil være riving av bygg, omlegging av trafikken i ulike faser, omlegging av Mulelvkanalen (kulvert), omlegging av kabler og ledninger, etablering av byggegrop i flere faser for både nye kulvert for Mulelven og tunnelportal for Bybanen, masseuttak av løsmasser og berg, etablering av nye konstruksjoner for både Mulelven og Bybanen, samt for en ny sykkelrampe, i tillegg til etablering av Bybanens sportrase med tilhørende installasjoner. Anleggsarbeidene må gjennomføres som etappevis utbygging og er vist på faseplaner BT5-T-B2-Y-2001 til -2011.

Anleggsgjennomføringen i dette området er delt inn i fire hovedfaser;

- Hovedfase 1 er arbeider i all hovedsak i og langs Ladegårdsgaten
- Hovedfase 2 er arbeider i all hovedsak i og langs Nye Sandviksvei
- Hovedfase 3 er arbeider med indre del av portalkonstruksjonen for Bybanen og omlegging av Mulelvkanalen med utførelse i all hovedsak fra Sjøgaten
- Hovedfase 4 er arbeider med ytre del av portalkonstruksjonen for Bybanen med utførelse i all hovedsak fra Sjøgaten

Hovedfasene er oppdelt i underfaser.

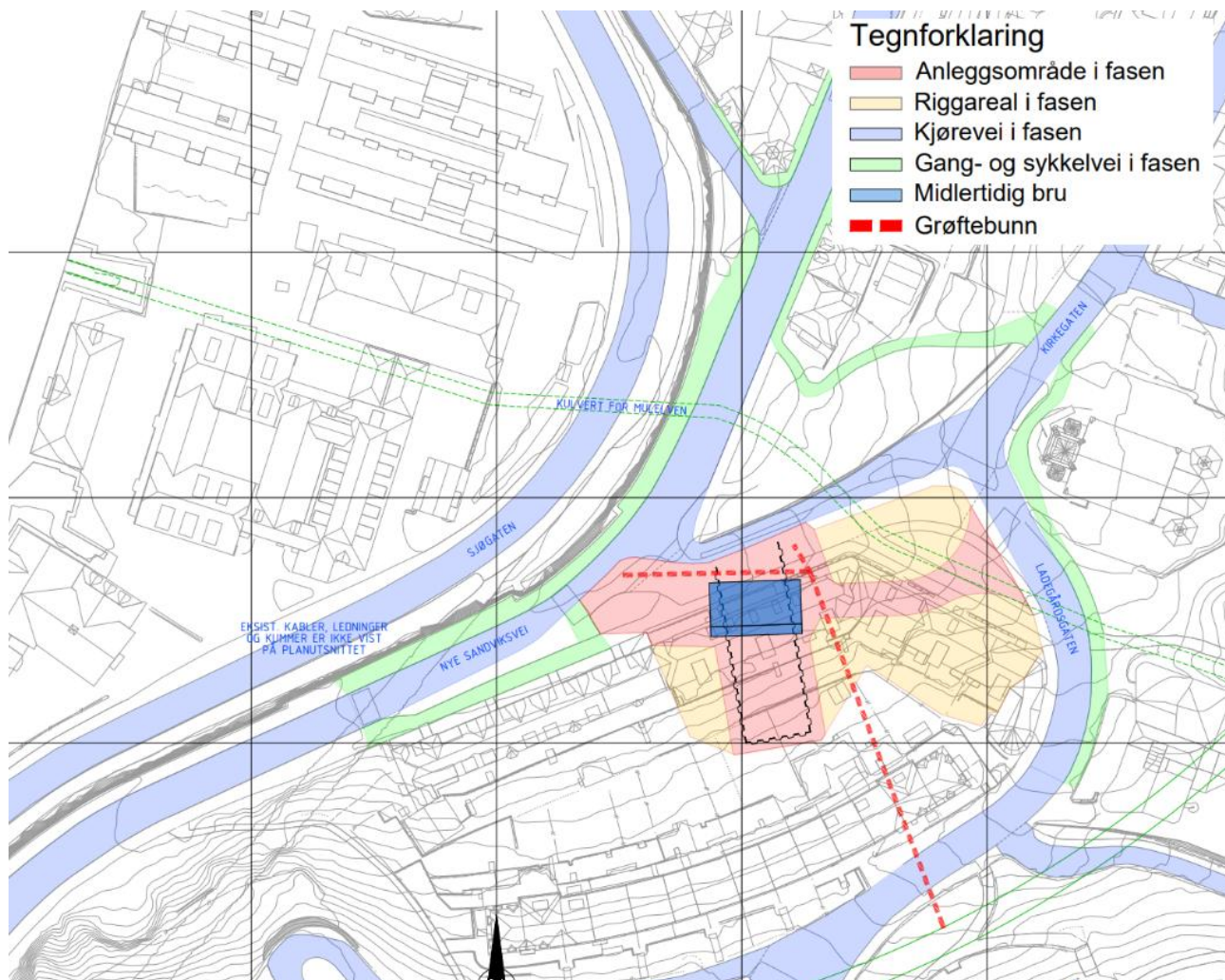
Det er noe begrenset med øvrig riggarealer i dette området, spesielt på øvre plan (Nye Sandviksveien og Ladegårdsgaten) så det må planlegges med et «satelittareal» som rigg for mye av lagrings- og brakkebehov og oppstillingsplass for maskiner for disse arbeidene.



Figur 9-24: Fase 1A for påhugg/portal i Sjøgaten

I første fase rives bygg langs Ladegårdsgaten for bruk til midlertidig veiareal i senere faser. I tillegg skal traseen for Bybanen krysse under disse byggene.

Trafikken Ladegårdsgaten kan i stor grad opprettholdes i fasen, men det må påregnes noe lokal innsnevring der rivearbeidene utføres. Fortauet langs byggene som rives blir stengt og alle gangtrafikk må flyttes over på motsatt side av Ladegårdsgaten. Tilkomst for anleggsarbeidene fra Ladegårdsgaten.



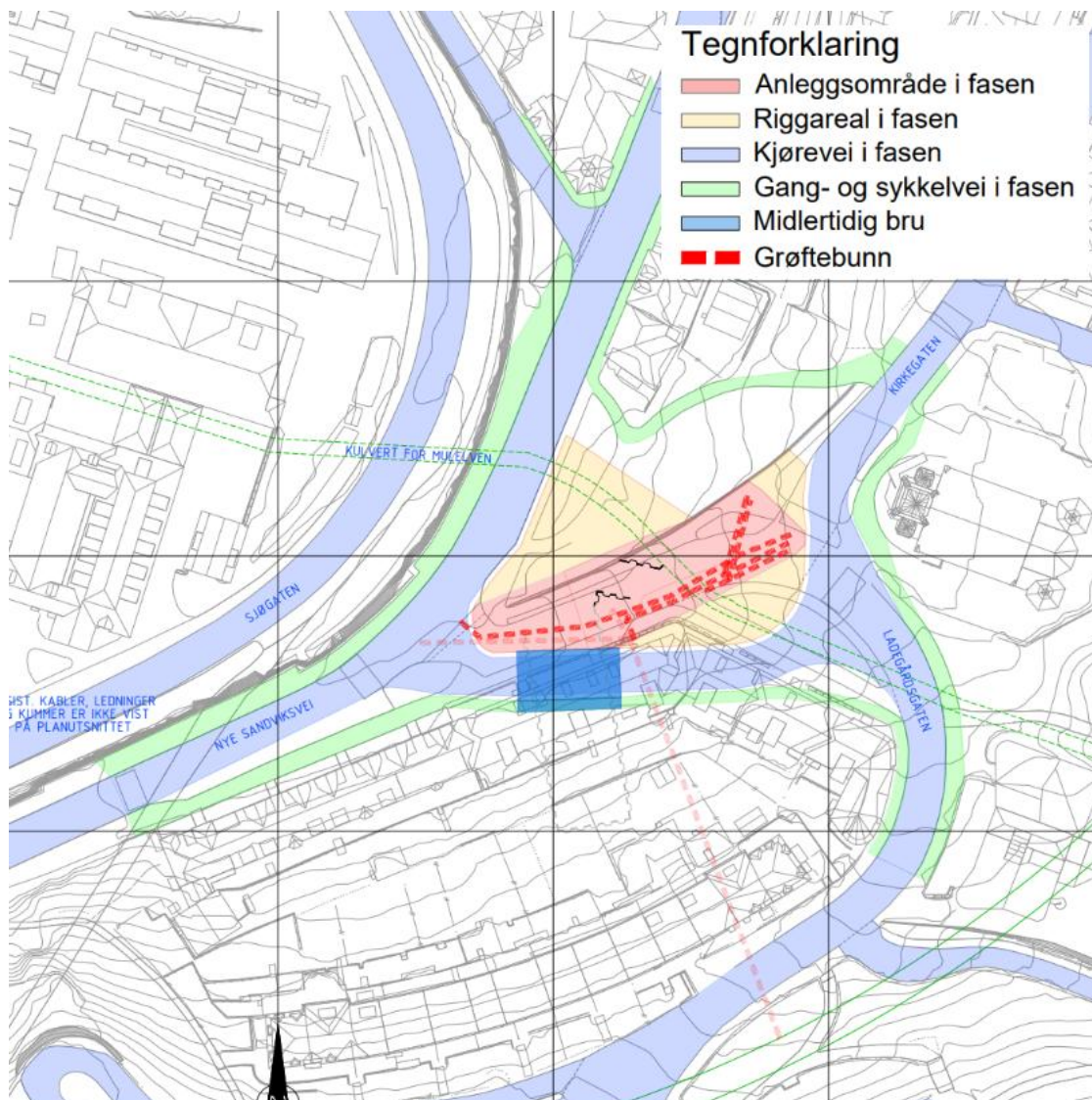
Figur 9-25: Fase 1B for påhugg/portal i Sjøgaten

I denne fasen etableres det spunt for den indre delen av portalområdet for Bybanen med påfølgende masseuttak for løsmassene. Brorparten av masseuttaket kan også avvendes til fase 3A hvis det er mer hensiktsmessig å ta ut disse massene i Sjøgaten. Det monteres en midlertidig kjørebri med påhengt gangbane på tvers av spuntgropen, samt at midlertidig kjøre- og fortausareal etableres på siden av dagens Ladegårdsgaten.

Det er behov for omlegginger av kabler og ledninger som ligger i Ladegårdsgaten. Det er spesielt boring for ny spillvannsledning ned til VA-tunnelen fra boregrop ved Ladegårdsgaten, samt omlagt VA-ledninger langs Ladegårdsgaten ned til Nye Sandviksveien som er av større arbeidsomfang.

Det kan trolig opprettholdes normal trafikk i Nye Sandviksveien med unntak av en lokal innsnevring ved tilkoblingen av ny spillvannsledning. Ladegårdsgaten er innsnevret med to-veistrafikk i ett felt mellom Nye Sandviksveien og Kirkegaten med lysregulering. Dette kan gi noe tilbakeblokkering i Nye Sandviksvei. Fortauene er stengt på begge sider av Ladegårdsgaten og g/s-trafikken ledes rundt via parkarealet.

Tilkomst for anleggsarbeidene fra Nye Sandviksveien og Ladegårdsgaten.



Figur 9-26: Fase 1C for påhugg/portal i Sjøgaten

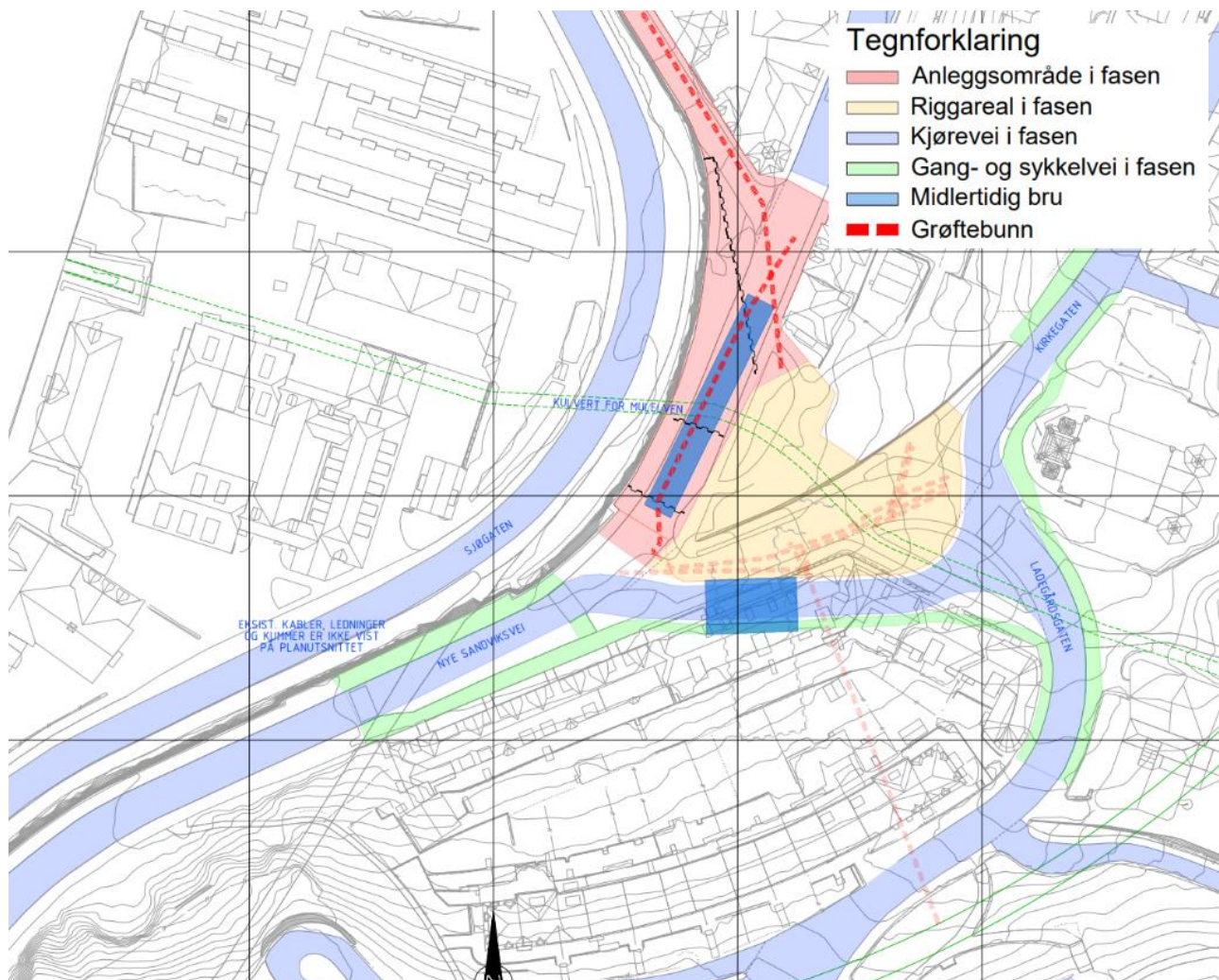
I starten av denne fasen flyttes trafikken i Ladegårdsgaten over på midlertidig veiareal. Dette inkluderer også g/s-trafikk.

Anleggsarbeidene fortsetter i Ladegårdsgaten der trafikken gikk i forrige fase med etablering av spunt inn mot Mulelvkanalen og forlengelse av spunten for den indre delen av portalområdet som ble satt i forrige fase. I tillegg fortsetter omleggingen av VA-ledningene i Ladegårdsgaten sammen med andre mindre omlegginger av kabler og ledninger.

Det kan opprettholdes normal trafikk i Nye Sandviksveien og i Ladegårdsgaten på midlertidig veiareal. Fortauet på nordre side av Ladegårdsgaten er stengt og denne gangtrafikken ledes rundt via parkarealet.

Tilkomst for anleggsarbeidene fra Nye Sandviksveien og Ladegårdsgaten.

Antatt tidsbehov for første fase, dvs. fase 1A, 1B og 1C, er ca. 10 måneder.



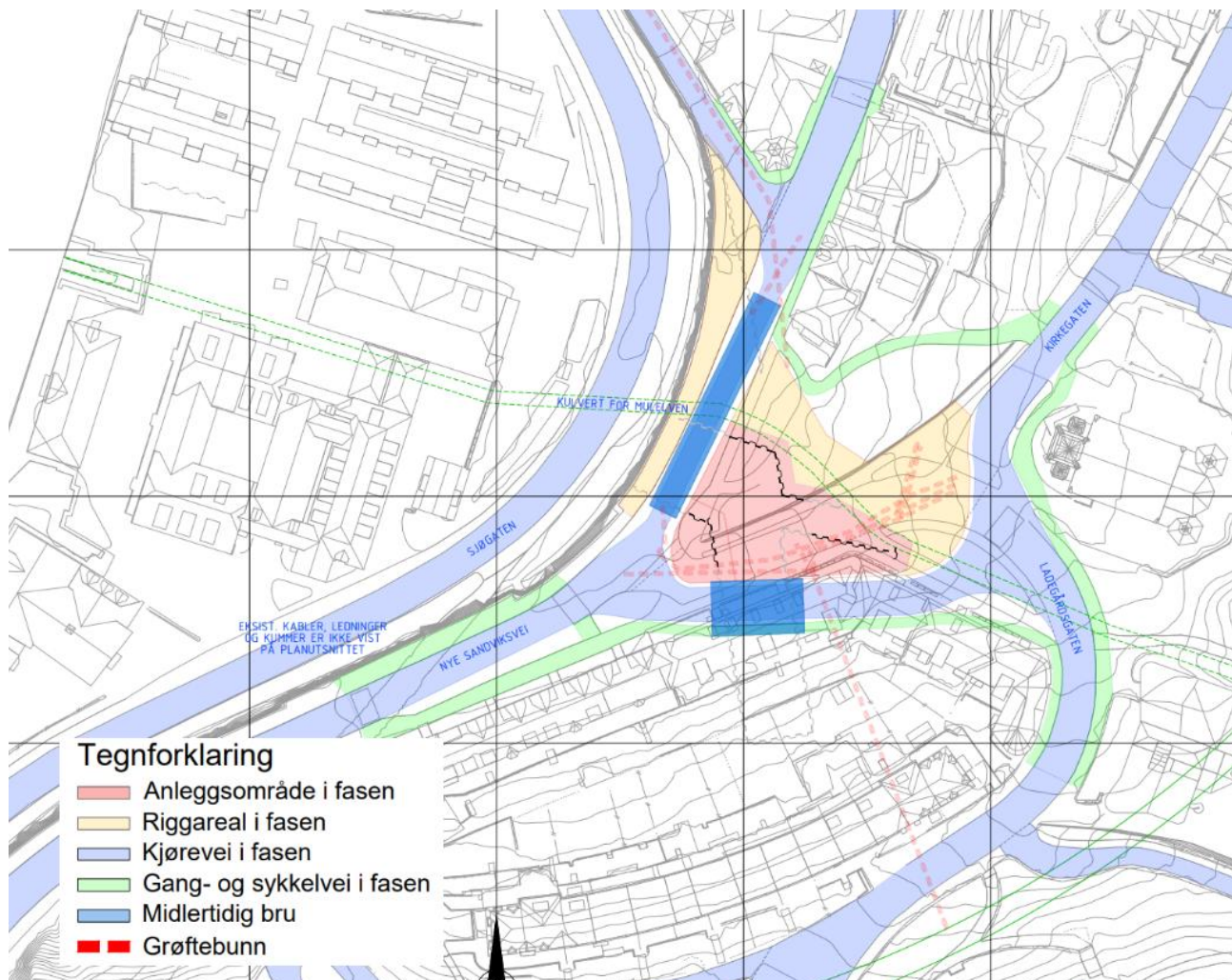
Figur 9-27: Fase 2A for påhugg/portal i Sjøgaten

I denne fasen starter arbeidene i Nye Sandviksveien med etablering av spuntvegger og etablering av midlertidig kjørebri. Kjørebri etableres med en slik lengde at den kan beholdes i hele anleggsperioden. Det må vurderes om kjørebri skal etableres med ett eller to felt. Med ett kjørefelt må det også etableres lysregulering, men anleggsarbeidene vil bli enklere å gjennomføre (mer tilgjengelig plass). Tilsvarende må det vurderes om kjørebri skal ha påhengt gangbane eller om det er tilstrekkelig å lede gangtrafikken rundt anleggsområdet i de videre fasene.

Det vil også i denne fasen være behov for omlegging av kabler og ledninger med bl.a. en omlegging av en større vannledning. Det er i tillegg behov for omlegging av spillvannledning ned Johan Mohrs gate. Denne omleggingen må ses i sammenheng med behov for flytting av eksisterende mur langs denne gaten, og tidspunktet for disse arbeidene.

Det vil bli behov for å stenge Nye Sandviksveien i deler av denne fasen og dirigeres i ett felt resten av fasen. Alternativt stenges veien med kun gjennomkjøring for kollektivtrafikk. Trafikken i Ladegårdsgaten gjennomføres med to-veistraffikk på midlertidig veiareal inkl. omlagt fortau. Den omlagt gangtrafikken via parkarealet må stenges i deler av fasen og ledes videre via Kirkegaten.

Tilkomst for anleggsarbeidene i hovedsak fra Nye Sandviksveien.



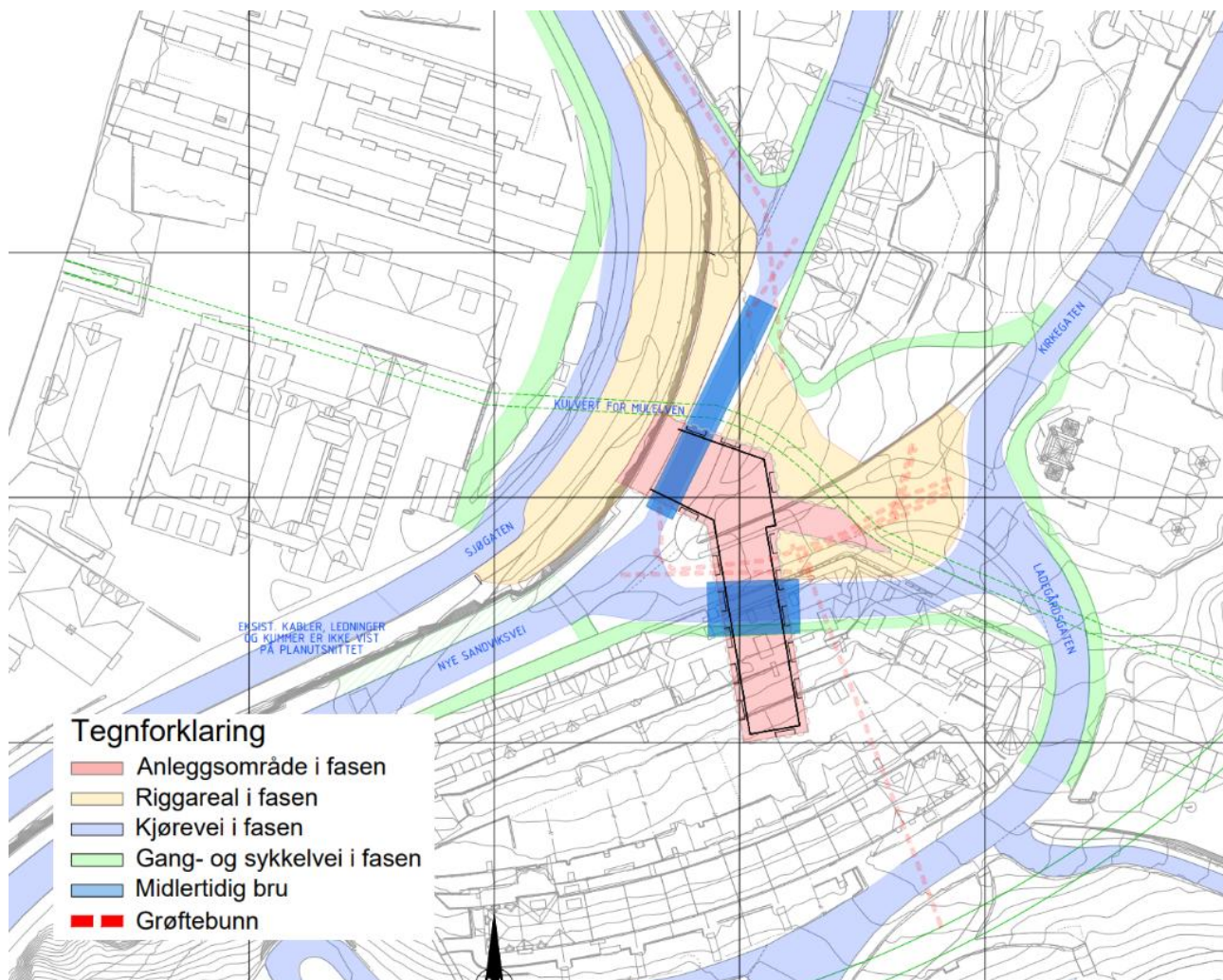
Figur 9-28: Fase 2B for påhugg/portal i Sjøgaten

I denne fasen fortsetter arbeidene med etablering av spuntvegger i Nye Sandviksveien, i Ladegårdsgaten og i parkarealet mellom disse veiene. Det vil trolig være behov for å felle fem større trær i parken. Det vil trolig bli noe utgraving av løsmasser fra spuntgropen, brorparten av masseuttaket kan også avventes til fase 3A hvis det er mer hensiktsmessig å ta ut disse massene i Sjøgaten. Det etableres også spunt i Nye Sandviksveien og langs Johans Mohrs gate for den ytre delen av portalområdet.

Trafikken i Nye Sandviksveien føres over byggegropen på en midlertidig kjørebri med ett felt med lysregulering i hver ende. Gangtrafikken føres rundt via Ladegårdsgaten og parkarealet. Alternativ kan bruene etableres med to felt eller påhengt gangbru, se også tekst i forrige fase. Trafikken i Ladegårdsgaten gjennomføres med to-veistrafikk på midlertidig veiareal inkl. omlagt fortau.

Tilkomst for anleggsarbeidene fra Nye Sandviksveien og Ladegårdsgaten.

Antatt tidsbehov for andre fase, dvs. fase 2A og 2B, er ca. 6 måneder etter forrige fase.

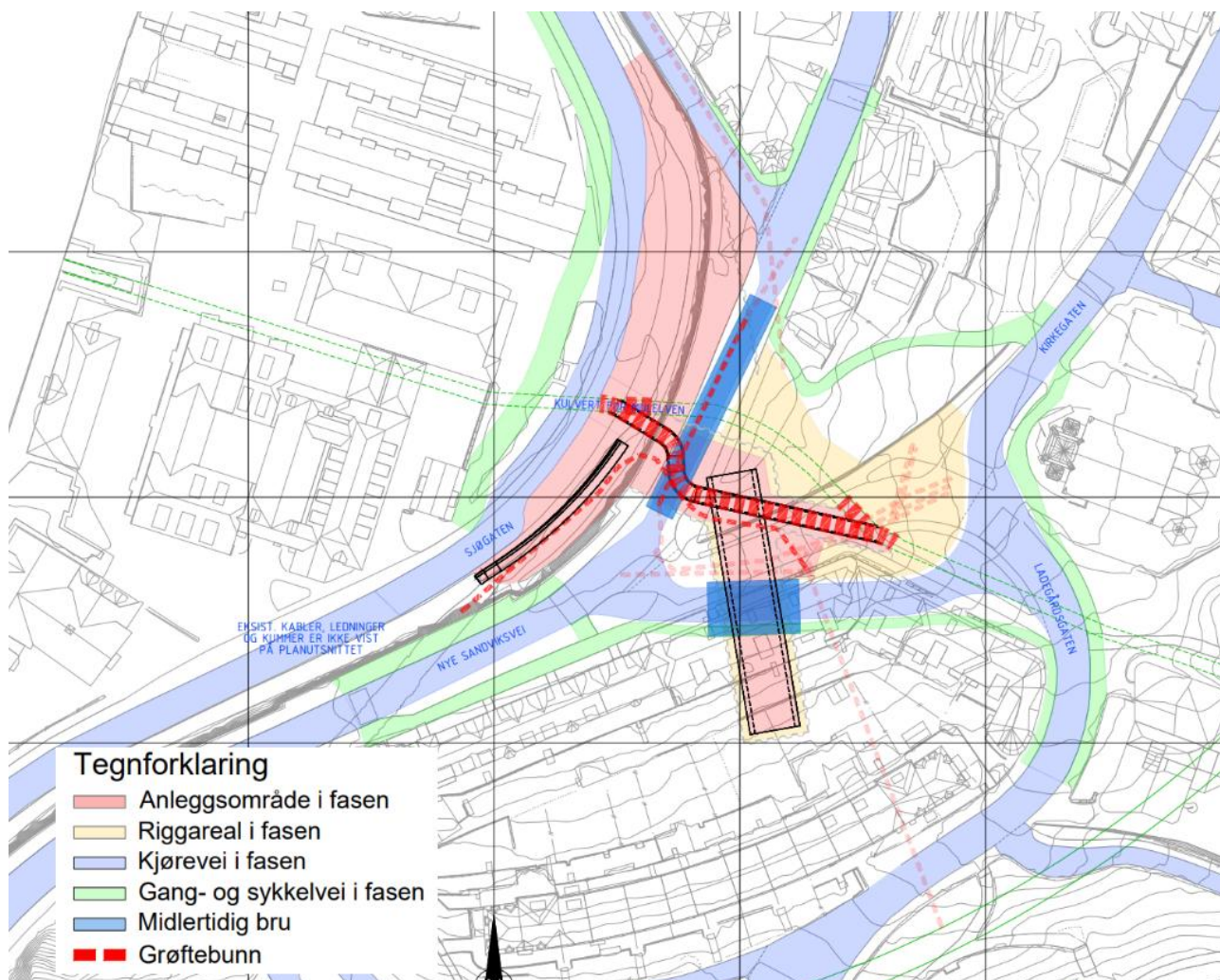


Figur 9-29: Fase 3A for påhugg/portal i Sjøgaten

I denne fasen utføres det meste av anleggsarbeidene fra Sjøgaten. Gangtrafikken flyttes og går over et eksisterende parkeringsareal på motsatt siden av Sjøgaten, mens veitrafikken flyttes slik at det brukes delvis fortauet og delvis kjørefelt også på motsatt side av Sjøgaten. På det gjenværende vei- og fortausarealet etableres det rigg- og anleggsareal.

Den eksisterende høye natursteinsmuren langs Sjøgaten plukkes ned /demonteres innenfor spuntveggen som er etablert inn mot muren. Muren plukkes ned stein for stein, og hver stein merkes slik at de kan reetableres på samme sted. Det må i tillegg vurderes om det er behov for stabiliseringstiltak ut mot enden av den gjenstående muren på hver side av åpningen. Dette gjelder også ved videre nedplukking av muren i fase 4A. Parallelt med at muren plukkes ned, fjernes løsmassene bak muren ned til berg. Deretter graves det ut alle løsmasser innenfor spuntgropen til man er kommet ned på berg. Det øvre nivået av løsmassene er trolig fjernet i tidligere faser via Ladegårdsgaten og Nye Sandviksveien, mens det nedre nivået fjernes nå via Sjøgaten. Deretter sprenges det ut berg for ny trasé for Bybanen helt inn mot påhugget til bergtunnelen. Alle masser kjøres ut via åpningen i muren og ut i Sjøgaten. De par første tunnelsalvene (ca. 10 meter) vil trolig også bli gjennomført fra påhuggsområdet i denne fasen.

Trafikken i Nye Sandviksveien føres over byggegropen på en midlertidig kjørebru med ett felt med lysregulering i hver ende. Gangtrafikken føres rundt via Ladegårdgaten og parkarealet. Trafikken i Ladegårdsgaten gjennomføres med to-veistrafikk på midlertidig veiareal inkl. omlagt fortau. Tilkomst for anleggsarbeidene fra Sjøgaten.



Figur 9-30: Fase 3B for påhugg/portal i Sjøgaten

I denne fasen utføres konstruksjonsarbeidene for den indre delen av portalområdet, samt overgangskonstruksjonen i tunnelpåhugget. Portalkonstruksjonen er en tospors betongkulvert for Bybanens trase og føres så tett inn mot den tverrgående spuntveggen/bergskjæringen som mulig. Arbeidene utføres med atkomst fra Sjøgaten.

Når kulvertdelen er etablert kan ny kulvert for Mulelven etableres over bybane-kulverten. Den nye betongkulverten for Mulelven etableres helt inn mot eksisterende Mulelv-kulvert uten at det tas hull i eksisterende kulvert. Deretter etableres det et skille inne i eksisterende elvekulvert slik at elven føres på siden lengst vekk fra ny kulvert. Så tas det hull i eksisterende kulvert og ny kulvert kobles inn på eksisterende kulvert i begge ender. Deretter flyttes elven over på motsatt side av skillet slik at elven går over

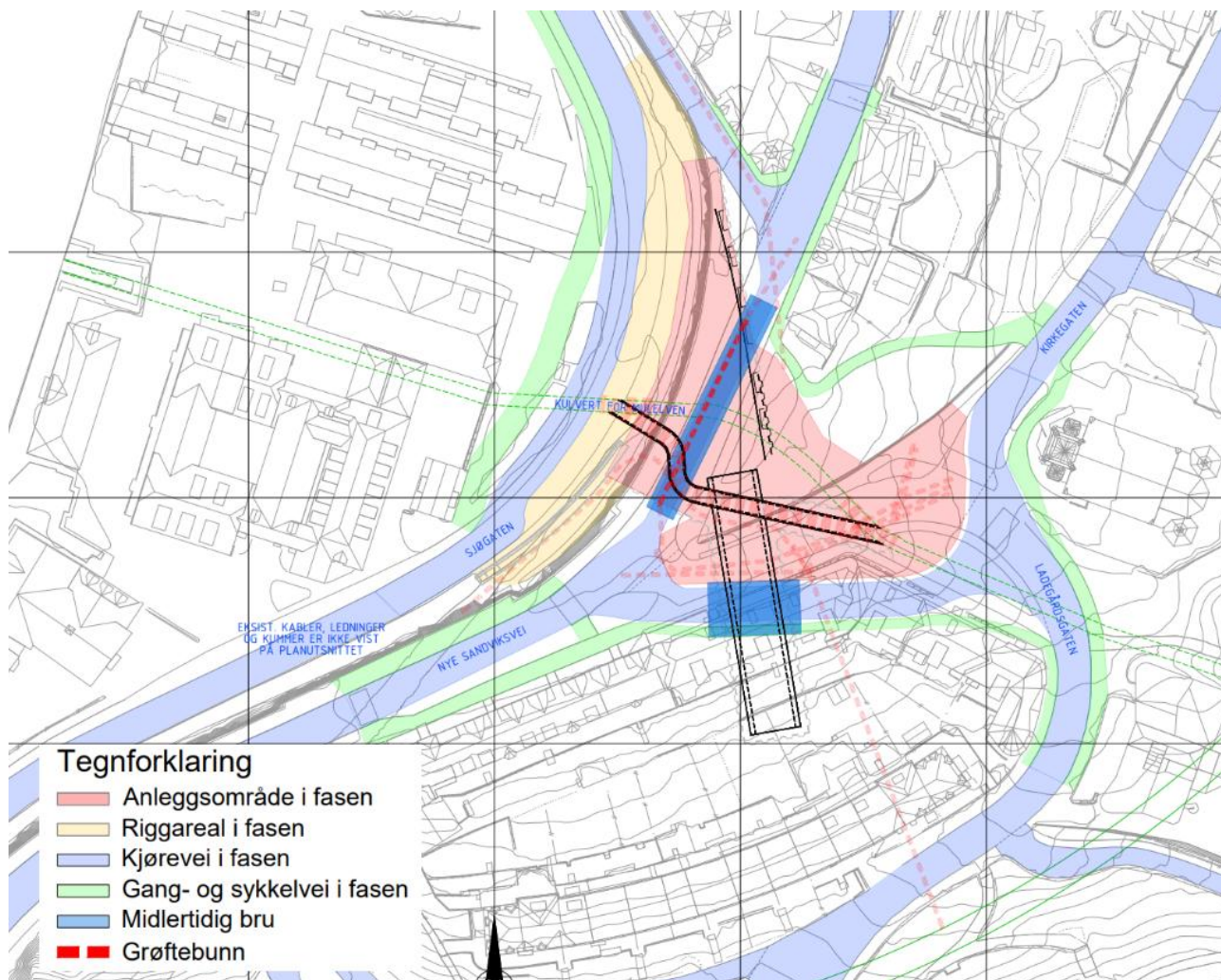
i ny kulvert. Da kan ny endevegg etableres i eksisterende kulvert. Koblingsarbeidene bør gjennomføres i en periode med lite nedbør.

En ny AF-ledning etableres også i samme trasé som ny kulvert for Mulelven, men fortsetter inn mot eksisterende sykkel tunnel (gamle trikketunnel).

Arbeidene med ny Mulelv-kulvert utføres både fra atkomst via Sjøgaten, men også fra Ladegårdsgaten med arbeidene i øvre del.

Trafikken i både Sjøgaten, Nye Sandviksveien og Ladegårdsgaten med tilhørende gangtrafikk gjennomføres som i forrige fase.

Antatt tidsbehov for tredje fase, dvs. fase 3A og 3B, er ca. 17 måneder etter forrige fase.

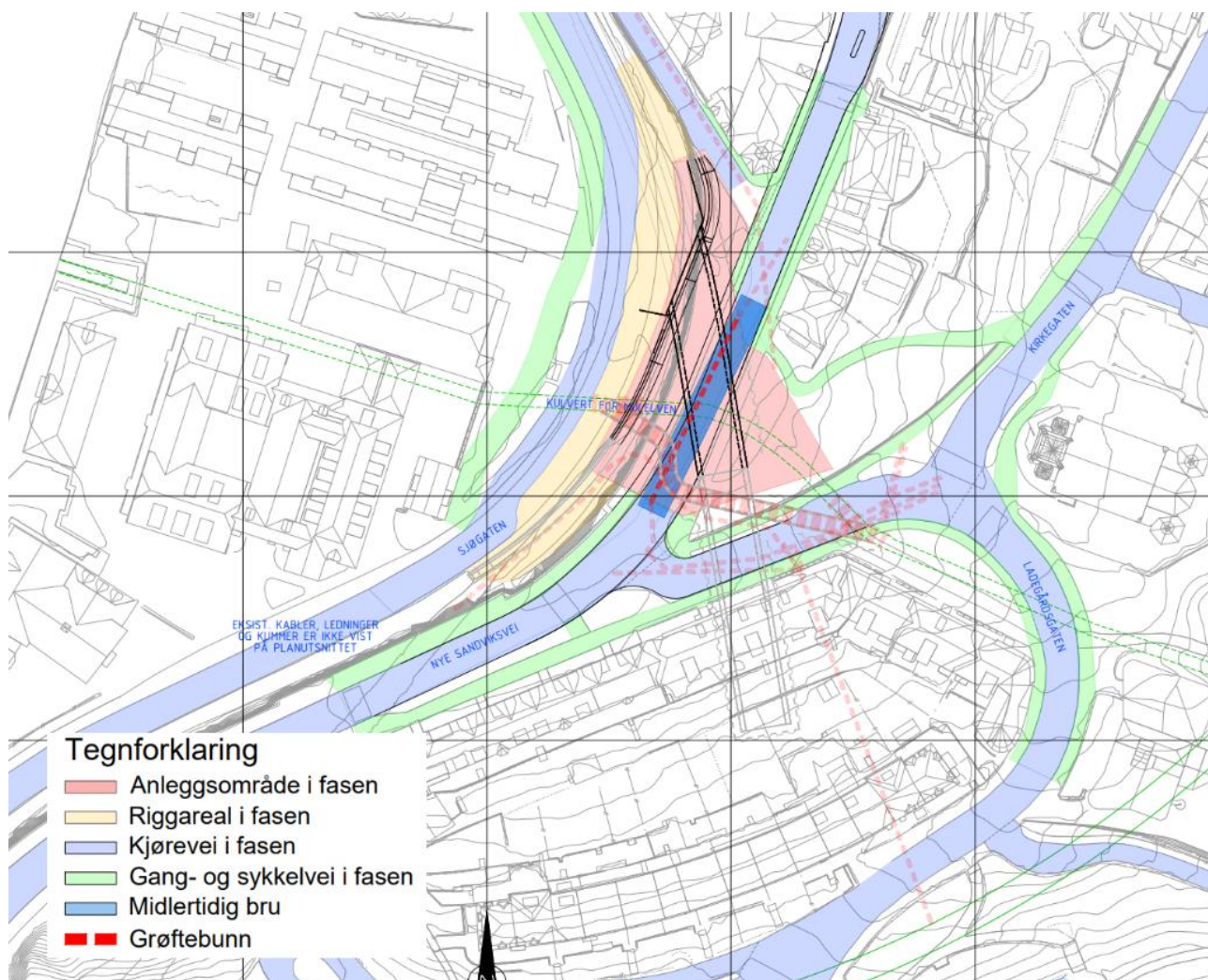


Figur 9-31: Fase 4A for påhugg/portal i Sjøgaten

Hovedarbeidene i denne fasen foregår i den ytre delen av portalområdet, men også reetablering av arealer i den indre delen. Når Mulelven er lagt i ny kulvert i forrige fase, kan eksisterende kulvert i ytre del av portalområde graves frem og saneres/rives, og spuntvegg langs ny banetrasé kan forlenges inn i dette området (parkarealet). Den eksisterende natursteinsmuren langs Sjøgaten plukkes ned/demonteres videre i samme område, løsmasser graves ut og tverrspunten mellom indre og ytre del av portalområdet fjernes. Det er trolig også behov for noe utsprengning for portalkonstruksjonen i dette området, men i mindre omfang enn i den indre delen.

Samtidig reetableres vei- og fortausarealene i Ladegårdsgaten, spunt kappes/trekkes og trafikken kan legges tilbake til sin opprinnelige trase. Den midlertidige veien og fortauet fjernes inkl. den midlertidige kjørebruen med påhengt gangbane. Arealene reetableres iht. avtaler med eier av dette området.

Trafikken i Sjøgaten og Nye Sandviksveien med tilhørende gangtrafikk gjennomføres som i forrige fase. Tilkomst for anleggsarbeidene fra Sjøgaten og fra Ladegårdsgaten (spuntarbeider og retablering av veiarealer).

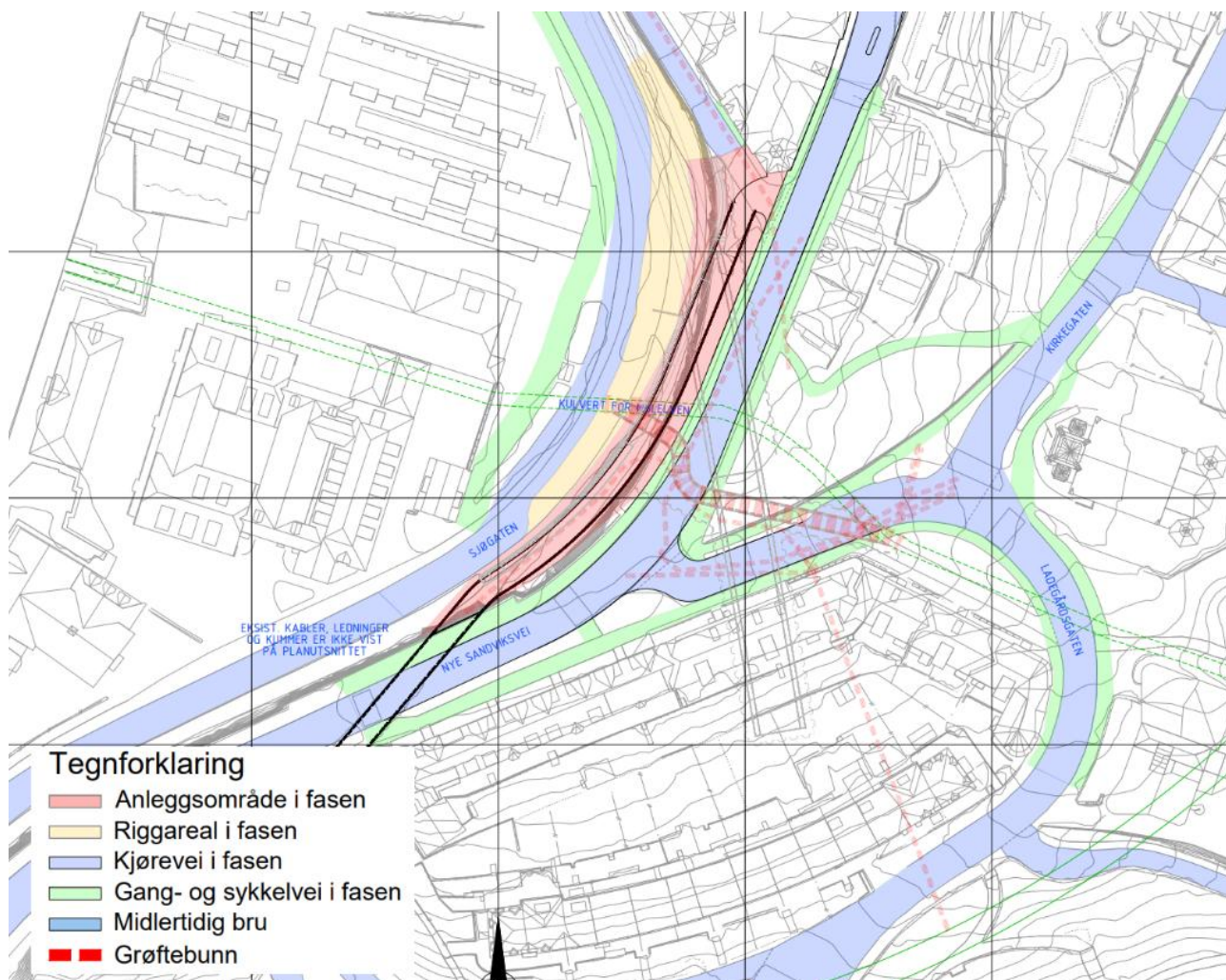


Figur 9-32: Fase 4B for påhugg/portal i Sjøgaten

I denne fasen blir resterende del av portalkonstruksjonen (ytte del) etablert. Dette inkluderer også selve portalen ut mot Sjøgaten, og den må tilpasses den nye sykkelrampen som etableres i neste fase. To-spors betongkulkverten for Bybanen videreføres ut til Sjøgaten. Deretter reetableres veiarealene i Nye Sandviksveien inkl. fjerning av midlertidig kjørebru, spunt kappes/trekkes og trafikken kan legges tilbake til sin opprinnelige trasé. Parkarealene reetableres også i denne fasen.

Trafikken i Sjøgaten med tilhørende gangtrafikk gjennomføres som i forrige fase, mens trafikken i Ladegårdsgaten er lagt tilbake i sin opprinnelige trasé. Trafikken i Nye Sandviksveien må dirigeres/tilpasses reetableringen av vei- og fortausarealene. Gaten må stenges ved fjerning av den midlertidige kjørebruen.

Tilkomst for anleggsarbeidene fra Sjøgaten og fra Nye Sandviksveien (retablering av veiarealer og parkarealer).



Figur 9-33: Fase 4C for påhugg/portal i Sjøgaten

I denne fasen etableres den nye sykkelrampen fra Sjøgaten og opp til Nye Sandviksvei. Natursteinsmuren stables/mures/reetableres både på nedsiden og på oversiden av sykkelrampen slik at den tilpasses det

eksisterende bybilde. Det er også aktuelt å plassere tekniske rom under sykkelrampen med utgang til Sjøgaten. Disse arbeidene utføres også i denne fasen. Til slutt reetableres vei- og fortausarealene i Sjøgaten og trafikken kan legges tilbake til sin opprinnelige trase. Alle arbeider utføres i/fra Sjøgaten.

I denne fasen kan også sporarbeider med tilhørende installasjoner (bl.a. KL- og signalanlegg) etableres i kulverten for Bybanen. I hvilken grad portalen vil bli benyttet som anleggsatkomst til andre tunnelarbeider i forkant av disse arbeidene, er avhengig av entreprenøren arbeidsopplegg og fremdriftsplan.

Antatt tidsbehov for fjerde fase, dvs. fase 4A, 4B og 4C, er ca. 15 måneder etter forrige fase.

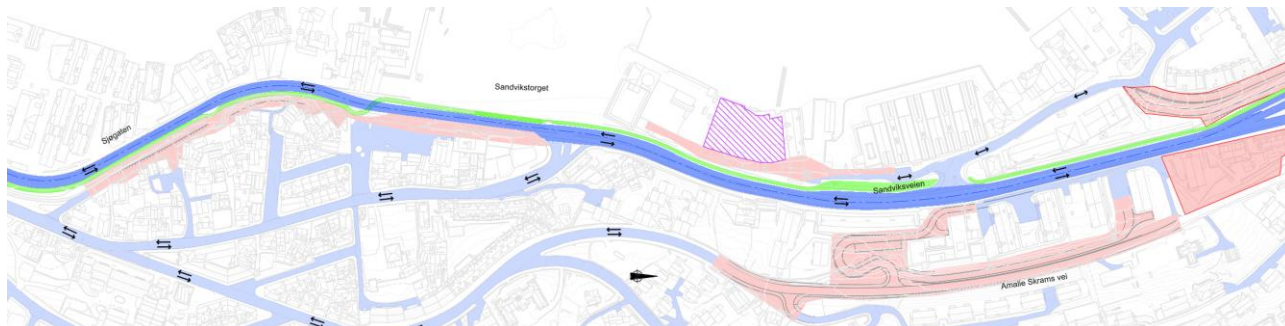
Generelt viser faseplanene at løsningene i portalområdet er gjennomførbare, men de må detaljeres videre i den neste planfasen for å sikre/verifiseres at alle forhold er ivarettatt.

9.10 Sandviken

Arbeidene som skal utføres i Sandviken – fra portalen i Sjøgaten og nordover til krysset ved Munkebotn - omfatter hovedsakelig omlegging av teknisk infrastruktur, bygging av ny bilvei, sykkelvei og banetrasé. Det omfatter også noe murarbeid i både større og mindre grad, samt en del landskapsarbeid med byrom, da spesielt rundt Sandvikstorget. Området hvor arbeidene skal utføres er trangt, tett på boliger og vernede kulturminner, og hovedgatene har i dag store mengder busser og biltrafikk som går igjennom, som også er svært sårbare for hendelser i Fløyfjelltunnelen.

De følgende faseplanene for gjennomføring har lagt opp til at alt tilgjengelig areal benyttes uten at man river noe utover de eiendommene hvor det uansett skal rives. Det er også lagt opp til at gjennomgående trafikk i de aller fleste tilfellene kan ledes igjennom anleggsområdet med ett felt på 3,5 meter inkl. skulder i hver retning, samt at det også er passasje for sykkelvei og gangvei. Selv om dette fremstår som løsbart, så er det utfordrende med dagens behov for kollektivtrafikk og beredskap, og det vil både forlenge og fordyre byggetiden. Ved utarbeidelsen av faseplanene er det ikke tatt stilling til om Bybanen gjennom Sjøgaten og Sandviksveien bør bygges før eller etter at forlengelsen av Fløyfjelltunnelen er gjennomført. Selv om bygging før vurderes som mulig, vil konsekvensene og risikoen være stor ettersom det ikke finnes alternative omkjøringer for Fløyfjelltunnelen. Selv etter åpningen av Fløyfjelltunnelen og stengning av gjennomkjøring på Torget, vil det på deler av strekningen fortsatt være mye trafikk som vil gi utfordringer i gjennomføring av arbeidene.

Arbeidene i Sandviken vil trolig innledes med en forberedende entreprise der alle de berørte byggene rives, og den berørte trehusbebyggelsen ved Rosegrenden som skal flyttes internt gjennomføres. Dette frigjør areal til midlertidige omlegginger og til riggarealer for entreprenøren i de neste fasene.



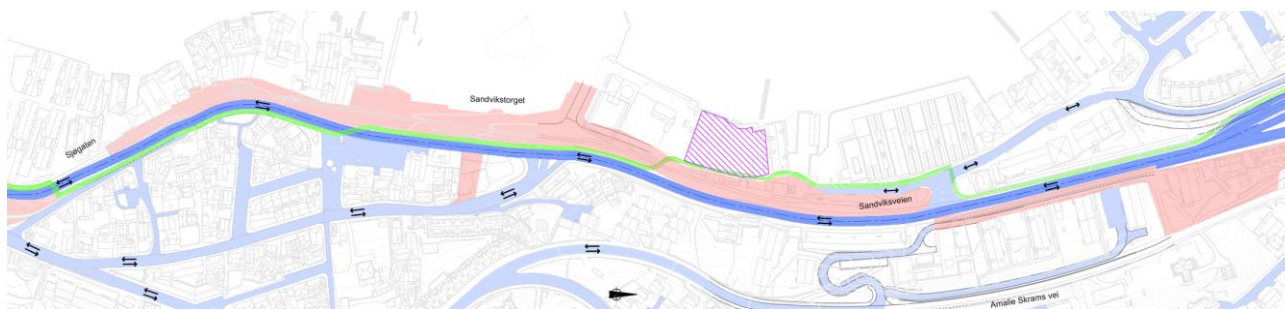
Figur 9-34: Sandviken fase 1. Kjøreveier vist i blått. GS-veier i grønt. Anleggsområde i rødt. Riggområde lilla.

I den første hovedfasen i Sandviken gjennomføres det arbeid med utvidelse av bredder langs hovedveiene og klargjøring av sideveiene for de kommende fasene. I sør langs Sjøgaten flyttes dagens natursteinsmur mellom Sjøgaten og Johan Mohrs gate. I sistnevnte gate ligger det også en del VA-ledninger som må legges om, trolig midlertidig først og så permanent. Deler av denne gaten har også natursteinsmurer på innsiden mot eiendommene, og stikkledninger for privat VA som ligger i dette området. Gjennomføringen av tiltakene med mur, vei og spesielt VA i dette området vurderes å være svært komplisert på grunn av liten plass og mange rør. Her må det trolig gjennomføres flere midlertidige omlegginger og etappevise byggefaser, og det må jobbes med mulige optimaliseringer i neste planfase.

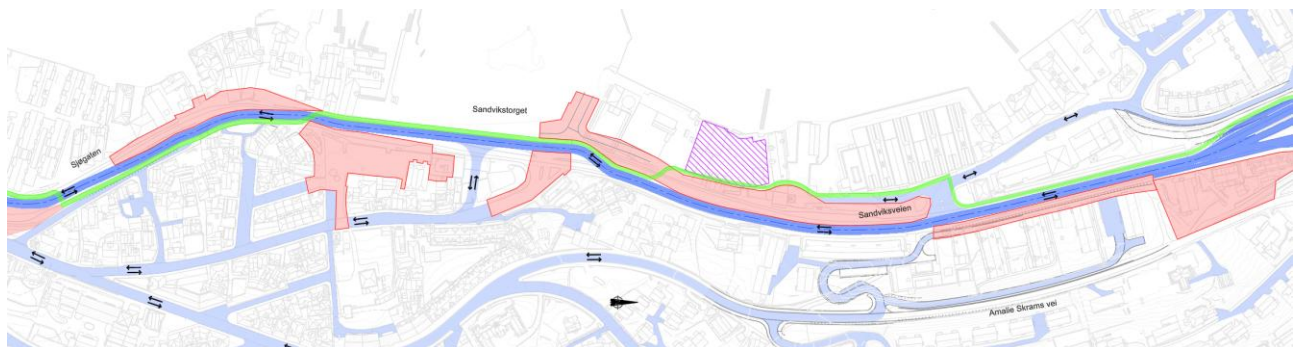
Videre nordover utvides veiarealet langs Sjøgaten, Sandvikstorget og ved Ludebryggen som forberedelse for kommende faser med trafikkomlegginger. Dette inkluderer også noen murer mot eiendommer. Langs den kommunale delen av Sandviksveien (bak Reperbanen) gjøres det arbeider med å bygge permanent vei og gs-vei, slik at disse kan benyttes i kommende faser. På oppsiden av fv 577 Sandviksveien bygges ny kjøre- og gs-vei i Amalie Skrams Vei, inkludert nytt VA-anlegg. I tillegg bygges nye adkomstveier til lamellblokkene mellom Amalie Skrams Vei og Sandviksveien.

Kjøre- og gs-veier går tilnærmet som normalt i fasen, foruten ved Johan Mohrs gate hvor det må påberegnes innsnevring og muligens omlegginger.

Antatt tidsbehov for fasen er ca. 9 måneder etter ferdigstilling av forberedende arbeider.



Figur 9-35: Sandviken fase 2A. Kjøreveier vist i blått. GS-veier i grønt. Anleggsområde i rødt. Riggområde lilla.

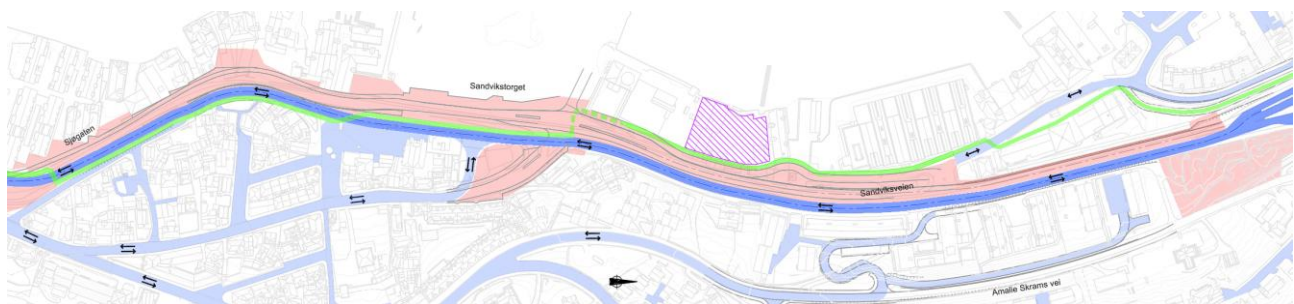


Figur 9-36: Sandviken fase 2B. Kjøreveier vist i blått. GS-veier i grønt. Anleggsområde i rødt. Riggområde lilla.

Den andre hovedfasen består av to delfaser, fase 2A og 2B. GS-veier benytter delvis eksisterende, delvis nytt og delvis midlertidig omlagt anlegg i fasen, med et par kryssinger av hovedveien. Felles er at hoveddelen av det nye og gjennomgående VA-anlegget bygges, fra Gjensidigekrysset i nord og sørover mot Sandvikstorget og videre sørover langs Sjøgaten mot Slakterhustomten. Det kan trolig legges opp til parallelle angrepspunkt på denne traseen. Kjøre- og gs-vei er lagt om og legges på motsatt side av hovedgrøften i denne fasen. Ved kryssinger og mindre sideledninger må det legges opp til mindre midlertidige omlegginger og evt. innsnevring og nattarbeid. Ved Sandvikstorget skal det gjennomføres mer omfattende VA-arbeider som strekker seg innover på selve torget. Her blir det behov for å gjennomføre en større trafikkomlegging mellom fase 2A og 2B. Det samme gjelder for Kristiansholmkrysset og den nederste delen av Nye Sandviksveien.

Ved lamellblokkene på motsatt side av Reperbanen skal det bygges en ny mur mot blokkene. Denne bygges også i fase 2, med en suksessiv og etappevis byggefase fra sør til nord slik at adkomst til blokkene sikres enten fra nordsiden eller fra sørsiden.

Antatt tidsbehov for fasene er ca. 21 måneder totalt etter ferdigstilling av forrige fase.

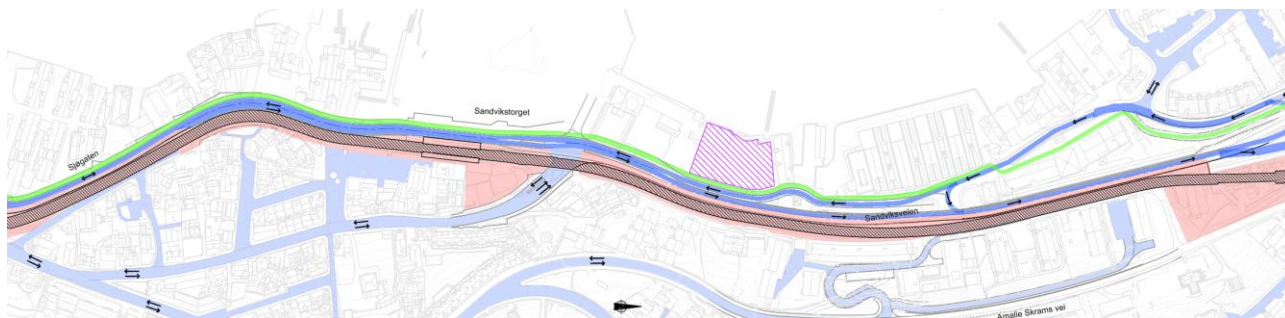


Figur 9-37: Sandviken fase 3. Kjøreveier vist i blått. GS-veier i grønt. Anleggsområde i rødt. Riggområde lilla.

I den tredje fasen legges gjennomgående trafikk igjen på innsiden, i stor grad samme trasé som fase 2, både for kjørevei og gs-vei. I fasen bygges mesteparten av ny vei og gs-vei langs Sjøgaten, over Sandvikstorget, langs Ludebryggen og langs Reperbanen. Ved sistnevnte bygges også en ny mur. Over Sandvikstorget skal det legges brosteinsdekke, så arbeidene her er noe mer tidkrevende enn øvrig. I tillegg bygges også det nye

Kristiansholmkrysset. I dette området må tilgjengelig areal trolig benyttes til flere midlertidige omlegginger slik at krysset til dels kan benyttes gjennom byggefasen.

Antatt tidsbehov for fasen er ca. 9 måneder etter ferdigstillelse av forrige fase.



Figur 9-38: Sandviken fase 4. Kjørveier vist i blått. GS-veier i grønt. Anleggsområde i rødt. Riggområde lilla.

I den fjerde og siste hovedfasen tas ny permanent vei i bruk langs deler av strekningen, og resterende vei bygges, i tillegg til sportrasé langs hele lengden mellom tunnelportalen i sør og Munkebotn holdeplass i nord. Mye av permanent gs-vei tas også i bruk. I fasen er det prioritert å sikre nok anleggsbelte der man skal bygge sportrasé, og dette medfører en midlertidig innsnevring til ett kjørefelt med lysregulering ved Slakterhustomten i sør. Langs Ludebryggen må permanent gs-vei benyttes som midlertidig sørgående kjørefelt i fasen, og langs Reperbanen er det også innsnevring til ett kjørefelt. Her er det tenkt at nordgående trafikk kjører langs Reperbanen mens sørgående kjører via Sandviksveien (kommunal del). I fasen bør det være fokus på å slutføre arbeidene som fører til innsnevringer så fort som mulig. Det må også her påberegnes flere lokale og mindre omlegginger.

Etter at fjerde hovedfase er fullført kan trafikk settes på alle kjøre- og gs-veier, og eventuelle gjenstående sidearealer kan slutføres.

Antatt tidsbehov for fasen er ca. 9 måneder etter ferdigstillelse av forrige fase.

9.11 Kryssområdet ved Munkebotn

I planens nordlige ende blir det en overlapp med tiltakene som Statens Vegvesen skal bygge i forbindelse med Fløyfjelltunnelprosjektet. I dette området skal det etableres to nye sørvendte rampetunneler til og fra Fløyfjelltunnelen. Disse kommer ut i en ny rundkjøring som planmessig «tilhører» både Fløyfjellprosjektet og BT5. Denne rundkjøringen kobler seg mot blant annet Sandviksveien / Åsaneveien. For Bybanen sin del skal det bygges en ny holdeplass «Munkebotn», før banen går ned i terrenget og inn i tunnel videre nordover mot Sandviken sykehus. Denne tunnelen har en lengre betongportal i sørlig ende, som krysser under dagens E39-innkjøring til sørgående løp av Fløyfjelltunnelen uten tilstrekkelig bergoverdekning. Portalen må derfor bygges i en åpen byggegrop som går gjennom dagens E39. I forrige reguleringsfase var det planlagt å bygge denne samtidig som E39 gikk over, noe som da medførte flere omlegginger og montering av en baileybru.

Arbeidene som skal gjennomføres i Sandviken generelt, og i det nye kryssområdet ved Munkebotn spesielt, henger veldig tett sammen med arbeidene til Statens Vegvesen med Fløyfjelltunnelen og den endelige ferdigstillelsen av denne. På nåværende tidspunkt er det uklart når prosjektene bygges i forhold til hverandre, selv om de er knyttet tett sammen utførelsesmessig.

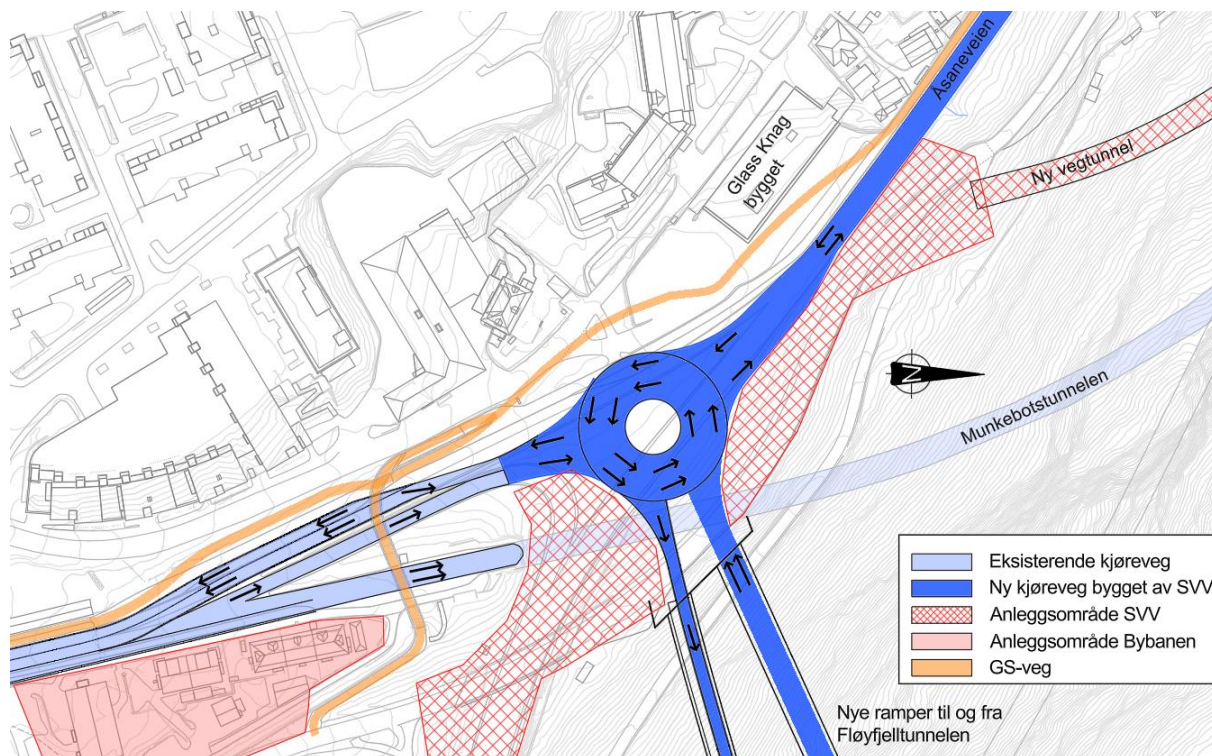
En etappevis utbygging av Bybanen mellom Kaigaten og holdeplassen ved Munkebotn, og videre inn i tunnelen frem til rett før kryssingen av Munkebotstunnelen (veitunnelen), vil være mulig å gjennomføre før Fløyfjelltunnelen er åpnet, men dette vil medføre en mer komplisert anleggsfase, spesielt ved Munkebotn. Det er ikke tatt noen endelig beslutning om når Bybanen skal bygges i dette området sett opp mot tidspunkt for gjennomføringen av forlengelsen av Fløyfjelltunnelen (SVV-prosjekt). Det vil uansett bli store konsekvenser trafikalt, og for anleggsgjennomføring, ettersom det ikke finnes alternative omkjøringer dersom Fløyfjelltunnelen blir stengt. Selv etter åpningen av Fløyfjelltunnelen vil det fortsatt være mye trafikk som vil gi utfordringer for gjennomføringen av arbeidene, men da er det ikke lenger konflikt med dagens sørgående E39.

I forbindelse med vegvesenets omregulering av rampetunnelene (plan ID 71870000) er det utarbeidet detaljerte faseplaner for gjennomføringen, som har en viss likhet med Bybanens faseplaner i dette området fra forrige reguleringsplan (DS2). I neste planfase må det derfor jobbes videre med grensesnittet mellom Statens Vegvesen sine planer og Bybanen sine planer i dette området, ved å avklare hvem som bygger hva og at planene er koordinerte og sammenfallende.

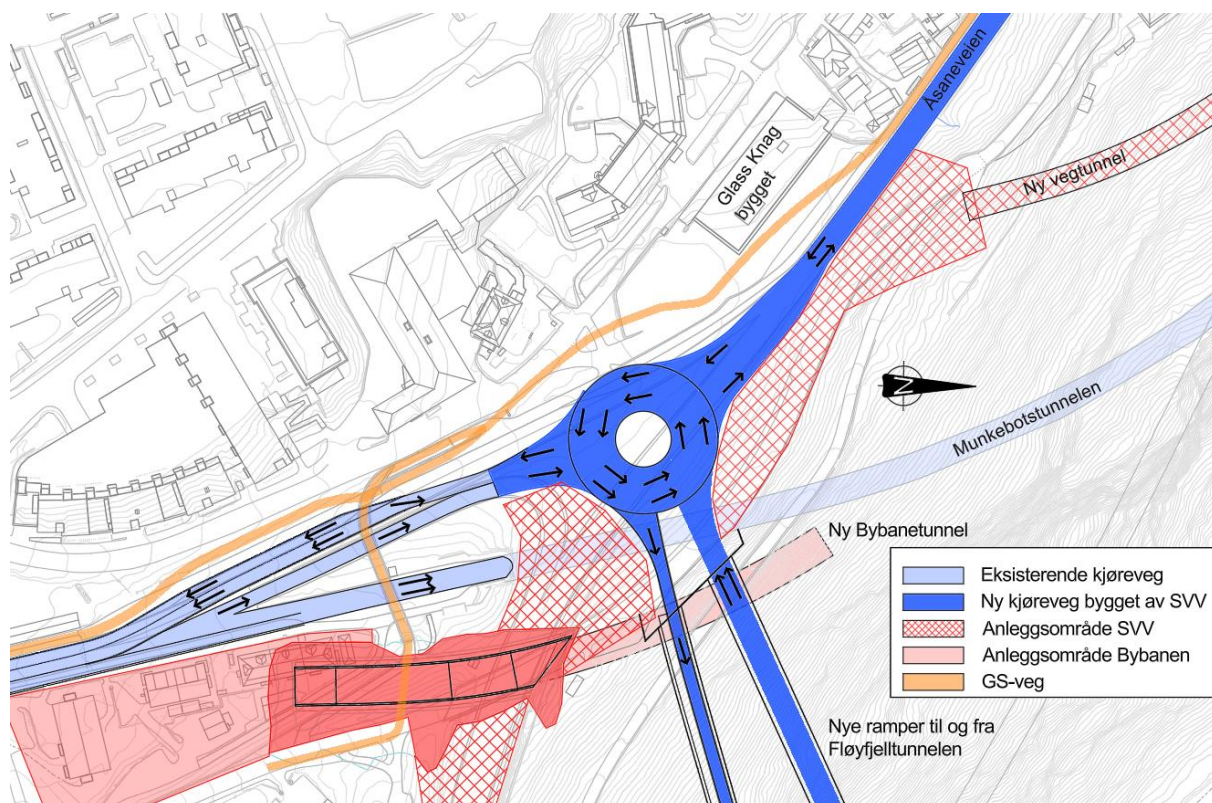
Hovedprinsippet på nåværende tidspunkt er at SVV bygger tunnel og portaler til sine rampetunneler, som vil ha åpning på ulike tidspunkt, og i tillegg også rundkjøringen utenfor og en god del av den nye veitunnelen videre nordover mot Munkebotn, inkl. tunnelportal og reetablering av Amalie Skrams vei og Fjellveien over portalen. Den sørlige delen av Amalie Skrams vei, hvor kryssingen over dagens E39 skal reetableres, må derimot vente til Bybanen har bygget sin tunnelportal.

Dette medfører at Bybanen «overtar» området i den tilstanden det er vist i på Figur 9-39 under. Bybanen kan da etablere byggegrop, tunnelportal og starte tunneldriving mot nord, uten å måtte ta hensyn til trafikk som krysser over, ettersom det nå forutsettes at Fløyfjelltunnelens nye ramper og løp er satt i drift så vil ikke konflikten med E39 lenger være et problem.

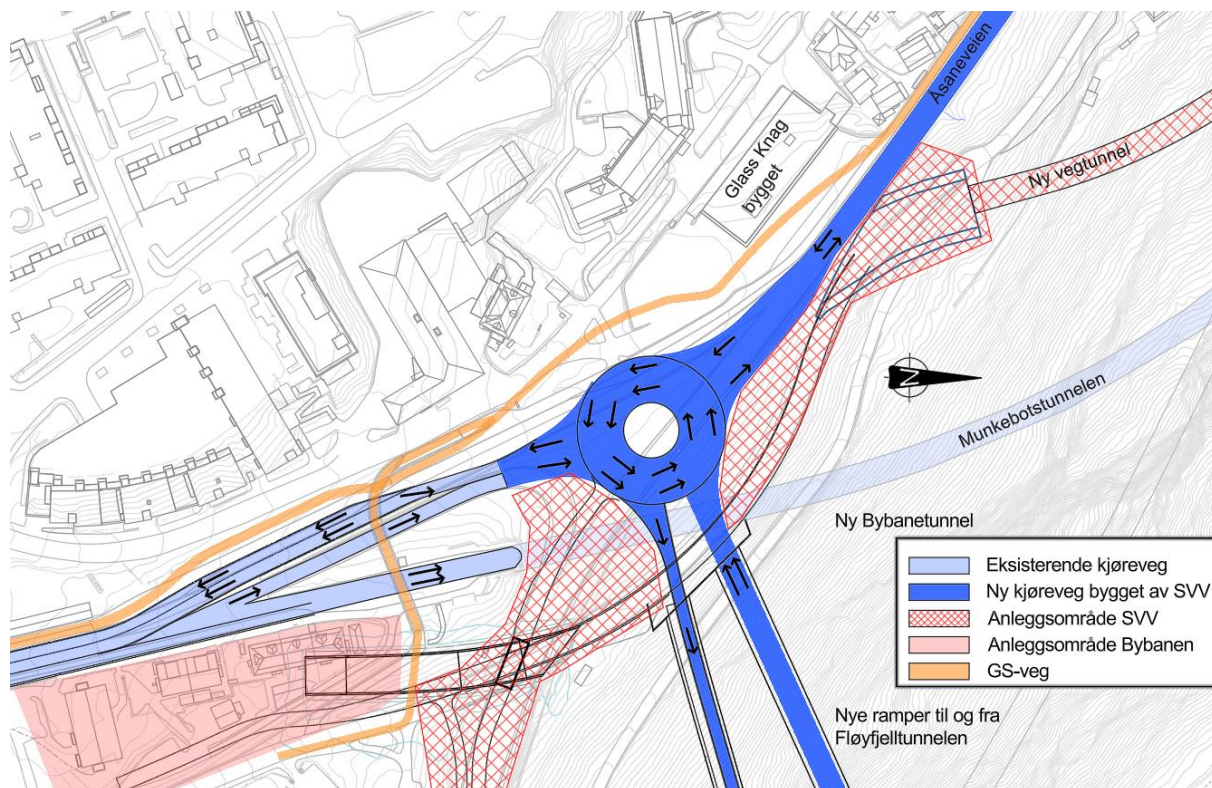
Etter at Bybanens tunnelportal er bygget og tilbakefylt, kan SVV igjen overta området over portalen, og fullføre sine arbeider med reetablering av Amalie Skrams vei over tidligere E39, hvor det skal bygges en kulvert, og over nye tunnelportaler. Til slutt kan sidearealene fullføres. Dette grensesnittet og rekkefølgen er forsøkt illustrert i skissene under. Parallelt med disse arbeidene bygger Bybanen nytt anlegg for bane, vei og gs-veier sørover mot Reperbanen.



Figur 9-39: Situasjonen ved Munkebotn (krysset Åsaneveien/ Sandviksveien) når Bybanen starter sine arbeider med tunnel og portal videre nordover



Figur 9-40: Situasjonen ved Munkebotn (krysset Åsaneveien/ Sandviksveien) med mulig grensesnitt når Bybanens portal og første del av tunnel bygges.



Figur 9-41: Situasjonen ved Munkebotn (krysset Åsaneveien/ Sandviksveien) når Bybanens tunnelportal er ferdigbygd og SVV fullfører sine arbeider i området.

10 Sikkerhet

10.1 RAMS

RAMS-prosessen sikrer en systematisk vurdering knyttet til pålitelighet, tilgjengelighet, vedlikeholdsvennlighet og sikkerhet, og følger krav i EN 50126. Gjennom hele prosjektet har RAMS kontinuerlig vært en del av beslutningsgrunnlaget ved fortløpende innspill til løsninger og konsepter. Det er gjennomført to RAMS-vurderinger i prosjektet: Risikovurdering fravik rekkverk, RA-00-006, og RAMS-vurdering, RA-B-039. Hvor RAMS-vurdering er en overordnet vurdering av hele strekningen.

10.1.1 Sikkerhet

Sikkerhetsutfordringene på strekningen knytter seg særlig til samspill mellom bybane, buss, øvrig veitrafikk og myke trafikanter i områder med begrenset areal og komplekse trafikkmønstre. Dette gjelder både i sentrum og i Sandviken hvor Bybanen skal integreres i et tett bymiljø.

For å tilrettelegge for planlagt høy frekvens på strekningen fra sentrum til Sverresborg holdeplass (vendeanlegget), skal tunnelen deles inn i flere blokkstrekninger. Dette muliggjør at flere bybanevogner kan befinne seg i tunnelen samtidig. En konsekvens av denne løsningen er imidlertid at en bybanevogn som begynner å brenne inne i tunnelen, ikke nødvendigvis vil kunne kjøre helt frem til plattform. Dette avviker fra et viktig premiss som har ligget til grunn for tidligere byggetrinn. Dette forholdet medfører behov for nærmere vurdering, inklusivt behov for eventuelle risikoreduserende tiltak og tilhørende beredskap, herunder håndtering av hendelser i tunnel.

Det er ikke identifisert uønskede hendelser for traseen fra Kaigaten til Sandviken som vurderes å medføre at sikkerheten ikke er ivaretatt på strekningen, forutsatt at identifiserte risikoforhold håndteres videre.

På grunn av smale gater langs bybanetraseen er det ikke hensiktsmessig å følge Statens vegvesens krav om rekkverk mellom veibanen og bybanesporet. Det var derfor nødvendig å søke om fravik fra Statens vegvesens krav 3.4-1 i håndbok N101 Trafikksikkert sideterreng og veisikringsutstyr. For fravik fra rekkverkskrav er utfordringen at kjøretøy mister kontrollen og kommer inn i sporet. Det ble foreslått tilstrekkelig høyde på kantstein som tiltak for å redusere risikoen for at kjøretøy kommer inn i sporet. På grunn av lav sannsynlighet og begrenset konsekvens vurderes risikonivået uten rekkverk som akseptabelt.

Farer og tiltak som er vurdert for strekningen dokumenteres i en RAM- og farelogg. Dette legger til rette for systematisk oppfølging og lukking av forholdene i senere planfaser.

10.1.2 RAM

I sentrumsområdet er det flere skarpe kurver, noe som fører til økt slitasje og dermed økt behov for vedlikehold. De krappeste kurvene har en levetid på 15 år og det er derfor viktig med god planlegging av løpende vedlikehold og utskifting etter endt levetid.

I Sandviken er de viktigste utfordringene knyttet til den komplekse trafikksituasjonen i og rundt Kristiansholmkrysset, der Bybanen, biltrafikk, buss, syklist og gående møtes i et område med høy trafikkbelastning. Løsningen er særlig sårbar ved svikt i signalanlegg eller ved kø og tilbakeblokkering, som kan føre til at kjøretøy blir stående i eller nær banesporet og dermed hindre fremføring av Bybanen.

Det er ikke identifisert RAM-forhold for strekningen fra Kaigaten til Sandviken som tilsier at løsningen ikke kan gjennomføres. RAM-forhold og tiltak dokumenteres i en RAM- og farelogg. Dette legger til rette for systematisk oppfølging og lukking av forholdene i senere planfaser.

10.2 SHA – Sikkerhet, helse og arbeidsmiljø

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

Fareidentifikasjon er gjennomført med bakgrunn i RIF sin sjekkliste for SHA-fareidentifikasjoner. Fareidentifikasjonen har hatt fokus på spesielle risikoforhold som knytter seg til valgt bane-trasé 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.

10.2.1 Sentrum

Det er identifisert flere farer ifm. anleggsarbeidene i sentrum. Det er beskrevet flere mulige tiltak i 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 i forprosjektfasen 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:

- Riggplasser: Anleggsområdet og riggareal kan bli trangt grunnet anlegg i sentrum av en gammel by samt arealbegrensninger for å ivareta kulturminner i grunnen og i nærheten av fredede bygninger. Det legges opp til å rive bygg ved skolen i Heggebakken i forbindelse med tunnelpåhugget som kan gi entreprenøren noe mer areal til å utføre arbeidet.
- Transport: Nærhet til passerende trafikk og ivaretagelse av sikkerhet for 3. person vil være tema på hele strekningen, da Bergen sentrum er et område med mye ferdsel. Temaet vil ha stort fokus ifm. videre planlegging av anleggsgjennomføringen. Det må forventes at deler av veien i Allehelgens gate vil være stengt under arbeidene, mens det jobbes med å holde andre gater oppe i størst mulig grad. Delvis eller helt stengte veier i anleggsperioden vil forekomme.
 - Kollektivtransporten må legges om i deler eller store deler av anleggsperioden. Dette vil medføre at det må utføres forberedende arbeider for å sikre fremkommeligheten til bussterminalen.
 - Massetransport skal i hovedsak for tunell gå gjennom tunnelen, men noe anleggstrafikk må gjennom sentrum.
 - Syklende og gående: hovedsykkelrute kommer inn til Christies gate og må sikres og fordeles videre på en god måte for å unngå konflikter med anleggstrafikken. Brukere av bygg skal alltid ha tilkomst på en universell måte.
- Tilkomst til boliger og næring må ivaretas. Det kreves kontinuerlig tilkomst med bil til tinghuset. Det samme gjelder politistasjonen, med mindre lokasjonen av politistasjonen endres før utbygging. I neste fase må man sikre at det er tilkomst for brann og redning i alle bygg.
- Grunnforholdene er varierende med høyt grunnvann og fjell. Det kan forventes at det må utføres både sprengningsarbeid i området rundt den gamle brannstasjonen der det ligger en fjellrygg, og i områder med høyt grunnvann.
- Gravearbeider ifm. omlegging av infrastruktur (VA, el-kabler, Telenor sine kabler, fjernvarme mm.) vil være omfattende og kompliserte. Flere steder må store deler av gatenes bredde graves opp, og grøftene vil være dype og komme tett på eksisterende bygninger. Det er nå prosjektert inn støttemurer for å sikre at man i fremtiden ikke kan undergrave banetraseen.

Farer og tiltak som er vurdert teknisk forprosjekt er dokumentert i et risikoregister for videre oppfølging av risikoforhold i detaljprosjekteringsfasen.

10.2.2 Tunnel

Tunnelarbeidene og påhuggene anses som svært anleggsteknisk krevende. Arbeidene skjer midt i Bergen sentrum, som medfører at det kan være utfordrende å få anleggsmaskiner med masser ut, og transportere masser i dagen utenom Koengen. Det skal bygges en underjordisk stasjon med utløp både i Sandbrogaten og ved Fredens Bolig. Utfordringene knytter seg i hovedsak til:

- Stedvis vil lav bergoverdekning kunne medføre rystelsesfare og nedfall
- Store og varierende tunnelprofiler
- Koordinering med eksisterende tunneler og anlegg i fjellet
- Store bergrom både til stasjon og til vendeanlegg
- Strengt krav til tetting og sikring
- Byggegropp ved Fredens bolig er teknisk krevende både med tanke på adkomst ned i byggegropen, manglende areal for tilkomst, kraner mm, kulturminner og ev drift- og vedlikeholdsforhold i fremtiden. Støy fra brannvifter i driftsfase bør også vurderes videre.
- Ved etablering av tunnelpåhugg ved Sandbrogaten, vil det være utfordringer knyttet til et komplisert grensesnitt mot bl.a. eksisterende infrastruktur.
- Tekniske konstruksjoner mellom Sandbrogaten og Nye Sandviksveien vil være krevende både med hensyn til 3. personer, adkomst og tunge løft.
- Massetransport og logistikk: Det må etableres en detaljert plan for massetransport, og vurderes om det er mulig å få massene ut den veien. Det må også planlegges hvor massene skal, på lekter eller til deponi. Drukningsfare øker på lekter men transport og fare for påkjørsel reduseres. Det må uansett tilrettelegges for et midlertidig/kortvarig massedeponi på Koengen. Dette for å unngå stopp i arbeidet hvis det blir trafikale utfordringer eller lignende.
- Riggplass er tenkt på Koengen. Området er lite og har en del begrensninger knyttet til kulturminner, tilgjengelig areal, og brukstid, som kan påvirke om man får ut alle massene som er tenkt. Det må jobbes videre med logistikkgjennomføringen med anleggstunnelen og forgreninger inne i tunnelene, inn-, og utkjøring og tilkobling til offentlig vei, samt løsninger for 3.person, sykkel og gangtrafikk.
- Anleggsdrift og jernbanedrift: grensesnittet mellom anleggsområdet og bane i drift må koordineres med Bane NOR.
- Arbeid i tunnel: ventilasjon, belysning, rømning, snuplasser osv. Det må sikres at det er et system for kontroll på alle som arbeider inne i tunnelen gjennom hele prosjektet, og at det er forsvarlig ventilasjon og rømningsmuligheter som kammer, samt rømningsutstyr iht krav. Anlegget må planlegges i størst mulig grad for å unngå rygging. Det skal være separerte kjøre- og gangområder for arbeidstakere i de områdene der arbeidstakere kan bevege seg inne i tunnel.
- Det skal utføres kontroll og målinger av eksponering av radon, kvartsstøv og avklare om det er fare for naturlig asbestholdig berg.
- Arbeidstilsynets krav til HMS for arbeidstakere som skal vedlikeholde tunnelen og tekniske rom må vurderes og hensyntas i prosjekteringen i neste fase.

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

10.2.3 Sandviken

Det er identifisert flere farer i forbindelse med anleggsarbeidene fra tunnelpåhugget i Sjøgaten og videre utover til Sandviken. 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 kryssområdet ved Munkebotn hvor det er lite plass til anleggsområder og mye passerende trafikk. På nåværende tidspunkt anses det som mest realistisk at Fløyfjelltunnel-prosjektet og Statens vegvesen sine arbeider utføres før Bybanen bygges. Disse arbeidene må koordineres både på tekniske og gjennomføringsmessige løsninger, for å redusere risiko ved for lite anleggsplass, fremkommelighet for 3. person mm.
- Området ved påhugget i Sjøgaten medfører rivning og retablering av natursteinmuren, samt etablering midlertidig baileybro i Ladegårdsgaten, rivning av bygg, noe massetransport, sprenging, utgravinger, trafikkavvikling, spunting, og arbeider i flere nivåer,
- Nye Sandviksveien, Sjøgaten, Ladegårdsgaten og Sandviksveien hvor det vil være arbeider i flere høydenivåer, passerende trafikk og et komplisert grensesnitt mot bl.a. infrastruktur i bakken.
- Trafikkavvikling:
- Grensesnitt mot tredjeperson, bygg og trafikk vil være aktuelt flere steder langs strekningen, spesielt Johan Mohrs gate, Nye Sandviksveien, Kristiansholmkrysset og Sandvikstorget. Temaet må ha fokus ifm. videre planlegging av anleggsgjennomføringen.
- Det forutsettes at kollektivtrafikken skal opprettholdes i hele byggeperioden, det samme med fremkommeligheten for beredskap.
- Overvann og VA omlegginger må følges i det videre arbeidet, da det til tider vil være behov for å håndtere våte byggeproper med høyt grunnvann og bekkelukkinger.
- Det skal rives bruer, etableres midlertidige baileybruer, samt bygges bruer mens trafikken skal være fremkommelig til enhver tid.
- For å sikre nok areal og fremkommelighet må det flyttes og rives bygg, inkludert vernede bygg og BAS.

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

11 Grunnerverv

Tabellen under gir oversikt over bygninger som må rives, jamfør reguleringsplankart.

I tillegg kommer innløsning av deler av eiendom på privat grunn. Viser til W-tegninger (disse vil ikke foreligge før til 2. gangs behandling, våren 2027).

Tabell 11-1 Oversikt berørte bygg

Type	Berørt	Matrikkel nr.	Adresse	kommentar
Skole/ Institusjon	Omfang usikkert for enkelte deler	166/531	Kong Oscars gate 36	Del av Bergen katedralskole må rives i forbindelse med bygging av tunnel fra Heggebakken til Sandviken. Dette gjelder: Søndre undervisningsfløy, Mesobygget og Gymnastikkbygg
Skole/ Institusjon	Sikkert	166/112	Kong Oscars gate 36	Administrasjonsbygg fra 1992 med spesialrom og kantine må rives i forbindelse med bygging av bybanetunnel fra Heggebakken til Sandviken
Bolig	Sikkert	167/517	Ladegårdsgaten 64, 66, 68, 70, 72, 74 og 76.	Sammenhengende boligblokk med lang historikk med setningsskader, og som uansett er planlagt revet, jmf. planforslag med PLANID 4601_66270000.
Betongbunker	Sikkert	167/895	Batteri / betongbunker fra krigen, Sverresborg	Nærforsvarstilling, batteri, del av festningen.
Bolig	Sikkert	#60: 168/119 #62: 168/123 #64: 168/124	Amalie Skrams vei 60, 62 og 64	Foreslått innløst i gjeldende DS2-plan for BT5
Bolig	Sikkert	#56: 168/121 #58: 168/121	Amalie Skrams vei 56-58	56 er innløst, 58 er foreslått revet i gjeldende DS2-plan for BT5
Bolig	Sikkert	168/89	Amalie Skrams vei 54	
Næring	Sikkert	168/357	Sandviksveien 65A	Båtberge
Næring	Sikkert	168/355	Sandviksveien 64A	Båtberge
Naust/ næring	Sikkert	168/354 168/64	Sandviksbodene 63A	Naustet bevares/ flyttes, tilbygget rives
Næring	Sikkert	168/353 168/2103	Sandviksbodene 63	Båt&Motor
Skole/ Institusjon	Usikkert	168/349	Sandviksbodene 59	Deler av Bergen arkitektskole (BAS)
Næring	Sikkert	168/47	Sandviksveien 44B	Bensinstasjon
Næring	Sikkert	168/48	Sandviksveien 44C	Bensinstasjon
Bolig/ næring	Sikkert	168/49	Sandviksveien 44D	Leilighetsbygg med næring i 1. etg. (Domino's pizza)
Næring	Sikkert	168/333 168/332 (del av)	Sandviksbodene 14	Babyland
Bolig	Sikkert	168/466	Bakersmauet 11	Eiendommen innløses, men bygget planlegges beholdt/ flytte til annen lokasjon i Rosegrenden
Bolig	Sikkert	168/470	Bakersmauet 20	Eiendommen innløses, men bygget planlegges beholdt/ flytte til annen lokasjon i Rosegrenden
Bolig	Sikkert	168/437	Fjæregrenden 18	Eiendommen innløses, men bygget planlegges beholdt/ flytte til annen lokasjon i Rosegrenden

12 Fravik

Der det av ulike årsaker ikke er mulig å tilfredsstille spesifikke krav Statens vegvesens normaler setter til utforming av vei 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 veieier setter krav til avbøtende tiltak for å innvilge fravik som kan gi arealmessige konsekvenser.

Oversikten under viser en liste over fravik i planen datert 25.09.2026 og vil oppdateres ved endelig planforslag.

Tabell 12-1 Oversikt over identifiserte fravik i fylkesveg (inkl. Ev som forutsettes omklassifisert)

Fravik nr.	Vei.nr.	Gatenavn	Hb	Type fravik	Status pr. 25.09.2026
501	FV585	Nygaten x Allehelgens gate	N100	Sikt gangkryssing ved holdeplass - stoppsiktkrav for bane, sikthinder bygg (Politistasjonen)	Under arbeid
502	FV577	Christies gate nord	N100	Resulterende fall - under 1,5% på dagens tverrfall i profil 10-15 og profil 155 -160	Under arbeid
503	FV577	Christies gate nord	N100	Kantsteinshøyde mot fortau. Som resultat av opphøyd vei mot gamle brannstasjonen for å sikre inn- og utkjøring for brannbiler, må kantsteinshøyden på motsatt side også settes til 4 cm	Under arbeid
504	FV577	Christies gate nord	N101	Krav om veisikringsutstyr ved separat skinnegående trafikk som går langs vei. I Christies gate går Bybanen parallelt med kjørebane i enveiskjørt gate med svært lav trafikkmengde, lav fart og hovedsakelig kollektivtrafikk.	Godkjent av VLFK 23.03.2026
505	FV585	Nygaten	N100	Sikt ved tunnelportal. På grunn av portalens utforming, og fordi krysset mot Kong Oscars gate er nærme portalen, oppnås ikke siktkravene.	Under arbeid
506	FV577	Christies gate x Rådhusgaten (ved Gulating)	N100	Ingen trafikkøy. Gangfelt over tre kjørefelt	Under arbeid

507	FV577	Kaigaten x Peter Motzfeldts gate	N100	Ingen trafikkøy. Gangfelt over tre kjørefelt	Under arbeid
508	FV585	Allehelgens gate/Nygaten ved (tidligere) kryss med Marken	N302	Bredde på gangfelt	Bredde redusert, avklares i byggeplan ³
509	FV585	Allehelgens gate/Nygaten ved (tidligere) kryss med Marken	N302	Utforming av gangfelt	Utforming tilpasset krav, avklares i byggeplan ³
510	FV577	Småstrandgaten ved kryss med Christies gate	N302	Utforming av gangfelt	Utforming tilpasset krav, avklares i byggeplan ³
511	FV577	Småstrandgaten ved kryss med Christies gate	N302	Bredde på gangfelt	Under arbeid
512	FV577	Christies gate x Kaigaten	N302	Bredde på gangfelt	Bredde redusert, avklares i byggeplan ³
513	FV577	Christies gate x Kaigaten	N302	Utforming av gangfelt	Utforming tilpasset krav, avklares i byggeplan ³
514	FV577	Kaigaten	N100	Resulterende fall under 1,5% på eksisterende tverrfall i profil 0-10 og profil 135 -160	Under arbeid
515	FV577	Småstrandgaten	N100	Resulterende fall under 1,5% på eksisterende tverrfall i profil 0 - 23 og profil 127 - 135	Under arbeid
516	FV585	Olav Kyrres gate	N100	Resulterende fall under 1,5% på eksisterende tverrfall i profil 0-20 og profil 5 -15	Under arbeid
517	FV585	Allehelgens gate x Domkirkegaten	N100	Sikt gangfelt, KLmast innenfor siktsone. objekthøyde 0m.	Under arbeid

³ Gjelder utforming av gangfelt i kurve, VLFK har besluttet at det ikke skal søkes fravik for dette i planfasen (fravik 509, 510 og 513). Fravik 508 er bare relevant sammen med fravik 509, og fravik 512 sammen med fravik 513.

Teknisk forprosjekt

Bybanen sentrum - Sandviken

Oppdragsnr.: 52504678 Dokumentnr.: RA-B-006 Revisjon: J01

518	FV585	Allehelgens gate x Domkirkegaten	N100	Sikt kryss – KLmast innenfor siktsone. Sikthinder over 15 cm i diameter.	Under arbeid
519	FV585	Nygaten x Kong Oscars gate	N100	Sikt kryss – KLmast innenfor siktsone. Sikthinder over 15 cm i diameter.	Under arbeid
520	FV585	Nygaten x Kong Oscars gate	N100	Sikt gangfelt – KLmast innenfor siktsone. objekthøyde 0m.	Under arbeid
521	EV16 (blir Fv.)	Christies gate sør	N100	Resulterende fall under 1,5% på eksisterende tverrfall i profil 145 - 165	Under arbeid
522	EV16 (blir Fv.)	Christies gate ved Festplassen	N302	Bredde på gangfelt - gangfeltet har en bredde på 12m som beholdes	Under arbeid
523	EV16 (blir FV)/ KV	Christies gate x Nordahl Bruns gate	N100	Avstand fra gangfelt til gatekryss	Under arbeid
524	Fv585	Allehelgens gate/Nygaten ved (tidligere) kryss med Marken	N100	Sikt gangfelt – eksisterende tre innenfor siktsone	Under arbeid
525	Fv585 x KV4555	Kong Oscars gate x Heggebakken	N100	Gatekryss med hjørneavrunding med to radier for å gi plass til lastebil uten at krysset blir for utflytende.	Under arbeid
526	EV16 (blir Fv.)/ KV	Christies gata x Rasmus Meyers allé	N100	Gatekryss utformes som avkjørsel	Under arbeid
601	FV5342	Nye Sandviksveien x Helgesens gate	N100	Sikt i kryss – sikthinder, eksisterende mur i sør for krysset	Under arbeid
602	FV5342	Nye Sandviksveien x Helgesens gate	N100	Sikt mot gangfelt – sikthinder, eksisterende mur i sør for krysset	Under arbeid
701	FV577	Sandviksveien	N100	Stigning kjørevei - Gaten har 8% i siste del (ca. 50m) opp mot ny rundkjøring ved Munkebotn. Lik vertikalgeometri som løsningen i forrige plan	Under arbeid
702	FV577	Sjøgaten	N100	Resulterende fall - Endre fra takfall til ensidig fall ved Slaktehustomten, gjelder høyre kjørefelt, resulterende fall ned i 1,34 %.	Under arbeid

Teknisk forprosjekt

Bybanen sentrum - Sandviken

Oppdragsnr.: 52504678 Dokumentnr.: RA-B-006 Revisjon: J01

703	FV577	Sjøgaten	N100	Kantsteinsvis - Kantstein må ha nedsenk til 2 cm for flomvei i lavpunkt ved profil 230, 414,5 og 568,5	Under arbeid
704	FV5342	Nye Sandviksveien	N100	Horisontalgeometri gate. Krav til Rh minst lik 40m, mens prosjektert R = 25m. Forbi krysset med Ekregaten	UTGÅR
705	FV577	Sjøgaten x Sandviksveien	N100	Ingen trafikkøy. Gangfelt over tre kjørefelt	Under arbeid
706	FV577	Sjøgaten x Sandviksveien	N100	Ingen trafikkøy. Gangfelt over tre kjørefelt	Under arbeid
707	FV577	Sjøgaten	N100	Resulterende fall i profil 3,24-12,4: Ved endret tverrfall gir dette resulterende fall under 1,5% på en kort strekning (< 10 meter.) Profil 207,6-220: Ved endret tverrfall gir dette resulterende fall under 1,5 % på kort strekning (< 10 meter.) Det er eksisterende kjeftesluk i begge områder.	Reguleres som bygget, er et avvik.
708	FV577	Sjøgaten	N101	Krav om veisikringsutstyr ved separat skinnegående trafikk som går langs vei.	Godkjent av VLFK 23.03.2026
709	FV577	Sandviksveien nord	N101	Krav om veisikringsutstyr ved separat skinnegående trafikk som går langs vei. På strekningen Sandviksveien nord går Bybanen parallelt med kjørebane uten rekkverk mellom vei og bane.	Godkjent av VLFK 23.03.2026
710	FV577	Sjøgaten	N100	Hjørneavrundning. R=2 i avkjørsel i sørsiden. Grunnet overgangsfelt med stopplinje mot Johan Mohrs gate i nær tilknytning.	Under arbeid
711	FV577	Sjøgaten	N303	Detaljplassing av signaler	UTGÅR
712	FV557	Sandviksveien sør	N101	Krav om veisikringsutstyr ved separat skinnegående trafikk som går langs vei. På strekningen Sandviksveien sør går Bybanen parallelt med	Godkjent av VLFK 23.03.2026

Teknisk forprosjekt

Bybanen sentrum - Sandviken

Oppdragsnr.: 52504678 Dokumentnr.: RA-B-006 Revisjon: J01

				kjørebanelen, med ca. 1m horisontal avstand mellom vei og spor.	
713	FV5342	Sandviksveien	N100	Fortausbredde. Ved påkobling til dagens vei i Sandviksveien er fortauet og gatetverrsnitt veldig smalt. Fortauet har en bredde under 2,5m i ca. 15m før påkobling til dagens situasjon. Bredden er ca. 0,9m ved påkoblingspunktet	Under arbeid
714	FV577 / FV 5342	Sykkelrampe Sjøgaten/Sandviksveien	N100	Stigning sykkelvei/rampe. Stigning på rampe for sykkelvei med fortau mellom Sandviksveien og Sjøgaten, som lander inne i eks. sykkel tunnel, har stigning på i underkant av 9 %	Under arbeid
715	FV577 / FV5342	Sjøgaten/Sandviksveien	N100	Horisontalgeometri sykkelvei. Sykkelvei har Rh=20 der den svinger inn i dagens sykkel tunnel	Under arbeid
716	FV5342	Sandviksveien	N100	Resulterende fall er 0,7% i kryss mot bane	Under arbeid
717	EV39	Munkebotstunnelen	N100	Resulterende fall 0,9% der vi snur tverrfallet i Munkebotstunnelen	Under arbeid
718	FV577	Sjøgaten x Kristiansholm	N100	Resulterende fall er 1,5% forbi kryss	Under arbeid, kan utgå hvis krav i N100 endres
719	FV577	Sykkelrampe mot tunnel under Rothaugen	N100	Stoppsikt for syklende ved portal	Under arbeid
720	FV577/ KV 5745	Ny sykkelbru med fortau mellom Sandviksveien og Amalie Skrams vei	N100	Sykkelveg har Rh=12 og Rh=15 over ny bru.	Under arbeid
721	FV577	Sjøgaten ved Sandvikstorget	N200	Høyde over middelvannstand lavere enn krav for Bergen	Under arbeid

Fravik kommunale gater

Tabell 12-2 Oversikt over identifiserte fravik i kommunale gater.

Fravik nr.	Vei.nr.	Gatenavn	Hb	Type fravik
530	KV12690	Kong Oscars gate	N100	Resulterende fall under 1,5% på eksisterende tverrfall i p8-p10.
531	KV10600	Kong Oscars gate	N100	Dagens gate har kjørefeltbredder på 2,75 og skulder mot kantstein på 0,25 m, er under kravet på 3,0 m
532	KV4389	Domkirkegaten	N100	Bredde fortau - blir under kravet på 2 m, er i dag omtrent 1,1 m og går ned til 0,6 m på grunn av utvidelse av kjørebane med toveistrafikk.
533	KV4823	Nordahl Bruns gate	N100	Resulterende fall under 1,5% på eksisterende tverrfall i p0-p15. Etablering av opphøyd gangkryssing vil i praksis gi tilstrekkelig fall her.
534	KV4928	Rådhusgaten	N100	Resulterende fall under 1,5% på eksisterende tverrfall i p0-p10
535	KV4389	Domkirkegaten	N100	Bredde fortau - Eksisterende fortau er smalere enn 2,5 m like ved hjørnet mot Allehelgens gate
603	KV4930	Sandbrogaten x Øvre Dreggsallmenningen	N100	Sikt gangfelt – sikthinder er gjerde og hekk mot festningsområdet i vest
604	KV4930	Sandbrogaten x Øvre Dreggsallmenningen	N100	Sikt gangfelt – sikthinder er bygg (Vikingshalen)
605	KV4930	Sandbrogaten x Øvre Dreggsallmenningen	N100	Sikt kryss – sikthinder er gjerde mot nord
606	KV4930	Sandbrogaten	N100	Resulterende fall under 1,5% på eksisterende tverrfall som er 1,23%
607	KV5318	Ladegårdsgaten x Professor Dahls gate	N100	Sikt kryss – sikthinder er bygg, Ladegårdsgaten 19
608	KV5318	Ladegårdsgaten x Professor Dahls gate	N100	Sikt gangfelt – sikthinder er mur
609	KV5318	Professor Dahls gate	N100	Gaten har 9,27% stigning i siste del fra krysset. Følger vertikalgeometri som eksisterende veg.
730	KV5299	Sandviksveien	N100	Stigning sykkelvei – fra Måseskjærveien til Glass Knag-krysset blir stigning 7% i 200 m
731	KV5299	Sandviksveien	N100	Kurveradius sykkelveg - Sykkelveg har Rh=13 inn mot kryssing av kjøreveg, ved kryss mot Måseskjærveien.

Teknisk forprosjekt

Bybanen sentrum - Sandviken

Oppdragsnr.: 52504678 Dokumentnr.: RA-B-006 Revisjon: J01

732	KV5299	Sandviksveien	N100	Gaten har 9,5% stigning i første del fra kryss med Måseskjærveien. Følger vertikalgeometri som eksisterende veg
733	KV5745/ PV	Amalie Skrams vei (tilkomst Stolzen bosenter)	N100	Ny tilkomstvei får her 9,7 % stigning
734	KV5745/ PV	Amalie Skrams vei (tilkomst Stolzen bosenter)	N100	Ny tilkomstvei får $R_h=10,5$ i S-kurver
735	KV5299/ PV	Sandviksveien ved Gjensidigegården	N100	Resulterende fall under 1,5%, blir ca. 0,5%
736	KV5299	Sandviksveien	N200	Høyde over middelvannstand lavere enn krav for Bergen
737	KV5299	Sandviksveien, sykkelvei ved kryss Munkebotn	N100	Kurveradius sykkelveg - Sykkelveg inn mot kobling med hovedsykkelrute

13 Referanser

- Arbeids- og inkluderingsdepartementet. (2013). *Forskrift om utforming og innretning av arbeidsplasser, arbeidslokaler og innkvartering (arbeidsplassforskriften)*.
- Bergen kommune. (2018). *Bybane og sykkel, Grensesnitt, prinsipper og forslag til løsninger*.
- Bergen kommune, Plan- og bygningsetaten. (2019). *Bybanen, Introduksjon til prinsipper for utforming og sikkerhet, Til bruk i reguleringsplanfasen*.
- Bybanen AS. (2023). *Teknisk regelverk for prosjektering og bygging*.
- Bybanen utbygging. (2023). *Prosjekteringsveileder, Del 2, Hvordan*.
- Ingason, H., & Li, Y. Z. (2017). *Design fires and time-temperature curves for Bergen trams*. SP Technical Research Institute of Sweden.
- Kommunal- og distriktsdepartementet. (2017). *Forskrift om tekniske krav til byggverk (Byggteknisk forskrift)*.
- Miljøløftet. (2022). *Trafikkplan sentrum, Tempaplan for trafikksystemet i det sentrale byområdet i Bergen*.
- NFPA. (2026). *130, Standard for Fixed Guideway Transit and Passenger Rail Systems*.
- NFPA. (2026). *502, Standard for Road Tunnels, Bridges, and Other Limited Access Highways*.
- Norconsult Norge AS. (2026). *Fremtidig havnivå, stormflo og bølgepåvirkning*. Bergen kommune PBE "Puddefjorden United
- Norconsult Norge AS og Asplan Viak. (2023). *Risiko- og sårbarhetsanalyse, Bybanen og hovedsykkellruite fra sentrum til Åsane, med forlengelse av fløyfjelltunnelen*.
- Norconsult og Asplan Viak. (2021). *Bybanen til Åsane - BT5, Reguleringsplan og teknisk forprosjekt, Miljøteknisk grunnundersøkelse, Delstrekning DS2*. Bergen kommune.
- Norconsult og Asplan Viak. (2021). *Bybanen til Åsane - BT5, Reguleringsplan og teknisk forprosjekt, Miljøteknisk grunnundersøkelse, Delstrekning DST*.
- Norconsult og Asplan Viak. (2022). *Bybanen til Åsane - BT5, Reguleringsplan og teknisk forprosjekt, Miljøteknisk grunnundersøkelse, Delstrekning DS1*. Bergen kommune.
- Samferdselsdepartementet. (2015). *Forskrift om krav til sporvei, tunnelbane, forstadsbane m.m. (kravforskriften)*.
- Samfunnsbedriftene, Brann og redning. (2022). *Veiledning, Tilrettelegging for brann- og redningsmannskap i jernbane- og banetunneler*.
- Standard Norge. (2020). *NS-EN 81-72:2020, Safety rules for the construction and installation of lifts - Particular applications for passenger and goods passenger lifts - Part 72: Firefighters lifts*.

Teknisk forprosjekt

Bybanen sentrum - Sandviken

Oppdragsnr.: 52504678 Dokumentnr.: RA-B-006 Revisjon: J01



14 Vedlegg

Tegningshefte