Bergen kommune

RAMS-vurdering

Reguleringsplaner og teknisk forprosjekt for Bybane Sentrum-Sandviken

BT5 Bybanen til Åsane
Reguleringsplaner og teknisk forprosjekt Bybanen og hovedsykkelrute
Bergen sentrum–Sandviken

Oppdragsnr.: 52504678 Dokumentnr.: RA-B-039 Versjon: J02 Dato: 2026-10-23



Norconsult

Oppdragsgiver:	Bergen kommune
Oppdragsgivers kontaktperson:	Torhild Wiklund
Rådgiver:	Norconsult Norge AS
Oppdragsleder:	Ivar Øvretvedt
Fagansvarlig:	Gro Aanesland Dahle
Andre nøkkelpersoner:	Lene Therese Backus Erichsen, Kay Lægraid Iversen, Christina Torjussen Heggelund

Versjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontrollert	Godkjent
C00	07.05.2026	Høringsutgave	LEERIC	CHRHEG	-
J01	01.07.2026	Første utgave	LEERIC	GAD	IOV
J02	23.10.2026	Andre utgave, oppdatert etter nytt analysemøte	LEERIC	KLIVE	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.

Forord

Denne rapporten er utarbeidet som en del av planarbeidet for Bybanen og hovedsykkelrute fra Bergen sentrum til Åsane (BT5). I alt arbeid med planlegging og utbygging av Bybanen legges det stor vekt på systematisk håndtering av sikkerhet, med vekt på pålitelighet, tilgjengelighet og vedlikehold (RAMS). Denne rapporten presenterer en RAMS-vurdering som grunnlag for videre prosjektering og beslutninger i reguleringsplan og teknisk forprosjekt.

Analysen er gjennomført av Norconsult Norge AS på oppdrag for Bergen kommune. Dokumentet er utarbeidet av Lene Therese Backus Erichsen, fagkontrollert av Kay Lægraid Iversen med Gro Aanesland Dahle som fagansvarlig, og Ivar Øvretvedt som oppdragsleder.

Hos oppdragsgiver Bergen kommune har Torhild Wiklund vært kontaktperson.

Bergen 23.10.2026

Sammendrag

Norconsult Norge AS skal utarbeide reguleringsplan og teknisk forprosjekt for Bybanen BT5-T fra Bergen sentrum til Sandviken. Prosjektet inkluderer bybanetrasé fra sentrum gjennom tunnel til Sandviken. Dette dokumentet inneholder en RAMS-vurdering av Norconsults prosjekterte løsning for strekningen. Formålet med RAMS-vurderingen er å vurdere strekningen med hensyn til sikkerhet og RAM (pålitelighet, tilgjengelighet og vedlikeholdbarhet).

Følgende avgrensninger gjelder for vurderingen:

- Analysen gjelder løsningen slik den foreligger på analysetidspunktet, 15. oktober 2026. Endringer etter dette tidspunktet er ikke medtatt i analysen, men følges opp i RAM- og fareloggen [1].
- Analysen vurderer risiko for ansatte, reisende og 3. person
- Analysen vurderer ikke tilsiktede handlinger (security)
- Analysen er kvalitativ
- Analysen vurderer ikke trafikksikkerhet generelt, men er avgrenset til forhold knyttet til fremføring av bybane. Trafikksikkerhet ivaretas i en egen analyse.
- Identifiserte forhold knyttet til SHA og sikring ivaretas i egne analyser

Farer identifiseres med utgangspunkt i Bybanens definerte topphendelser. De identifiserte farene og forholdene vurderes kvalitativt med hensyn på sannsynlighet og konsekvens. Forholdene plasseres i Bybanens risikomatrise. Identifiserte RAM-forhold vurderes ut fra hvor stor påvirkning de har på Bybanens pålitelighet, tilgjengelighet og vedlikeholdbarhet. Farer og RAM-forhold ble identifisert i tverrfaglige analysemøter 21. april og 15. oktober 2026.

Totalt er det identifisert ti farer fordelt på områdene sentrum, tunnel og Sandviken. Åtte farer er vurdert i gult (tolererbart) område, hvor risikoreduserende tiltak anbefales vurdert og gjennomført i tråd med ALARP. To farer er vurdert i grønt (akseptabelt) område, men med anbefalte tiltak i tråd med ALARP.

Sikkerhetsutfordringene 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, inkludert behov for eventuelle risikoreduserende tiltak og tilhørende beredskap, herunder håndtering av hendelser i tunnel.

Det er ikke identifisert noen 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.

For RAM er det identifisert 11 forhold. Det er identifisert utfordringer knyttet til høy frekvens på banen i felles trasé med buss i rute. Dette gjelder i hovedsak strekningen fra Kaigaten til tunnelportal ved Heggebakken, hvor bybanen har frekvens på ned mot 2 minutter. Det foreligger begrenset erfaring med busser i blandet trafikk med så høyfrekvent banetrasé i Bergen. Man har erfart noen utfordringer i fellestraseen i Kaigaten, hvor det går både buss og bane. Felles trasé for buss og bane medfører mer og hyppigere vedlikehold, og det er oftere feil på sporveksler som følge av at tunge kjøretøy gir økt slitasje på vekslene.

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 bybane, biltrafikk, buss, syklister 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. Alle identifiserte farer og RAM-forhold følges opp videre i prosjektets RAM- og farelogg [1].

Innhold

1 Innledning 9
1.1 Formål 9
1.2 Avgrensninger 9
1.3 Terminologi 9
1.4 Relevant regelverk 10
2 Metodikk 11
2.1 Sikkerhet 11
2.1.1 Risikoakseptkriterier 13
2.2 RAM 13
2.3 Analysemøter 14
2.3.1 21. april 2026 14
2.3.2 15. oktober 2026 15
3 Systembeskrivelse 17
3.1 Område 1 - Sentrum 17
3.1.1 Kaigaten 19
3.1.2 Christies gate 21
3.1.3 Allehelgens gate 22
3.1.4 Krysset Nygaten og Kong Oscars gate 24
3.2 Område 2 - Tunnel 26
3.2.1 Tunnel 26
3.2.2 Sverresborg Holdeplass med adkomster 30
3.2.3 Vendeanlegg i fjell 34
3.2.4 Signalanlegg i tunnel 35
3.3 Område 3 - Sandviken 35
3.3.1 Sjøgaten 36
3.3.2 Sandvikstorget og Kristiansholmkrysset 39
3.3.3 Sandviksveien 40
4 Risikovurdering 44
4.1 Topphendelse: Avsporing 44
4.1.1 F-1: Avsporing i sporveksler i Kaigaten eller Nygaten 44
4.2 Topphendelse: Sammenstøt sporvogn og annet skinnegående kjøretøy 45
4.3 Topphendelse: Sammenstøt sporvogn og veikjøretøy 45
4.3.1 F-2: Sammenstøt buss og motgående bybane i Kaigaten 45
4.3.2 F-3: Sammenstøt buss og bybane i Kaigaten 46
4.3.3 F-4: Sammenstøt mellom bybane og politiutrykning i bybanesporet 47
4.3.4 F-9: Sammenstøt mellom bybane og kjøretøy ved Sandvikstorget 48

4.4 Topphendelse: Sammenstøt sporvogn og objekt 50
4.5 Topphendelse: Brann i sporvogn og langs spor 50
4.5.1 F-5: Brennende bybanevogn kan ikke kjøre til plattform 50
4.6 Topphendelse: Personskade i sporvogn 51
4.7 Topphendelse: Personskade på/ved plattform 51
4.7.1 F-6: Fare for villkryssing ved plattform i Munkebotn 51
4.8 Topphendelse: Personskade ved av-/påstigning 53
4.9 Topphendelse: Personskade i og ved spor 53
4.10 Topphendelse: Personskade påkjørsel av personer 53
4.10.1 F-7: Påkjørsel av fotgjenger i Allehelgens gate 53
4.10.2 F-8: Påkjørsel av fotgjenger ved tilrettelagt kryssing av spor og veibane 54
4.10.3 F-10: Påkjørsel av personer på Sandvikstorget 55
4.10.4 F-11: Syklende skadet i banesporet i Kaigaten 56
4.11 Topphendelse: Ekstern påkjørsel av konstruksjon/struktur 58

5 RAM-vurdering 59
5.1 Sentrum 59
5.1.1 RAM-1: Skarp kurve fører til økt vedlikehold 59
5.1.2 RAM-2 Plassering av skap og tekniske rom 59
5.1.3 RAM-3: Buss fortsetter i spor 60
5.1.4 RAM-4: Økt vedlikehold av sporveksler i Kaigaten og Nygaten 60
5.1.5 RAM-5: Kjøretøy inn i tunnel ved Heggebakken 60
5.1.6 RAM-6: Opphopning av vogner som venter på å kjøre inn i tunnel 61
5.1.7 RAM-7: Redusert fremkommelighet i delt trasé med buss 61
5.2 Tunnel 61
5.2.1 RAM-8: Vedlikehold av vendeanlegg 61
5.3 Sandviken 62
5.3.1 RAM-9: Trafikkaos i Kristianholmkrysset 62
5.3.2 RAM-10: Kjøretøy blir stående over banespor pga. kø på veien 62
5.3.3 RAM-11: Flom i Sandviken 63

6 Tiltaksvurdering 64
6.1 Risikoreduserende tiltak 64
6.2 RAM-tiltak 66

7 Oppsummering og evaluering 69
7.1 Fareidentifisering 69
7.2 RAM 70

8 Referanser 71

Vedlegg 1 – BT5-T_B1_B_0001 72

Vedlegg 2 - BT5-T_B1_C_0001 74

Vedlegg 3 - BT5-T_B2_C_0001 76
Vedlegg 4 - BT5-T_B3_C_0001 78
Vedlegg 4 - BT5-T_B3_C_0002 80
Vedlegg 5 - BT5-T_B3_B_0001 82

1 Innledning

Norconsult Norge AS skal utarbeide reguleringsplan og teknisk forprosjekt for Bybanen BT5-T, fra Bergen sentrum til Sandviken. Prosjektet inkluderer bybanetrasé fra sentrum gjennom tunnel til Sandviken. Dette dokumentet inneholder RAMS-vurdering av Norconsults prosjekterte løsning for strekningen.

1.1 Formål

Formålet med RAMS-vurderingen er å vurdere strekningen med hensyn til sikkerhet og RAM (pålitelighet, tilgjengelighet og vedlikeholdbarhet).

1.2 Avgrensninger

Følgende avgrensninger gjelder for analysen:

- Analysen gjelder løsningen slik den foreligger på analysetidspunktet, 15. oktober 2026. Endringer etter dette tidspunktet er ikke medtatt i analysen, men følges opp i RAM- og fareloggen [1].
- Analysen vurderer risiko for ansatte, reisende og 3. person
- Analysen vurderer ikke tilsiktede handlinger (security)
- Analysen er kvalitativ
- Analysen vurderer ikke trafikksikkerhet generelt, men er avgrenset til forhold knyttet til fremføring av bybane. Trafikksikkerhet ivaretas i en egen analyse.
- Identifiserte forhold knyttet til SHA og sikring ivaretas i egne analyser

1.3 Terminologi

Tabell 1-1 viser anvendt terminologi i rapporten.

Tabell 1-1 Terminologi

Forkortelse	Beskrivelse
ALARP	As Low As Reasonably Practicable
RAMS	Reliability, Availability, Maintainability, Safety (Pålitelighet, tilgjengelighet, vedlikeholdbarhet og sikkerhet)
RTM	Regional transportmodell
SV	Sporvogn
ÅDT	Årlig døgntrafikk

1.4 Relevant regelverk

Tabell 1-2 viser relevant regelverk/styrende dokumenter for RAMS-prosessen som er gjennomført.

Tabell 1-2 Relevant regelverk

ID	Beskrivelse
BBAS ID 1248	Risikostyring og akseptkriterier, Bybanen AS
BBAS ID 1388	Sikkerhetsstyring, Bybanen AS
BBAS ID 1180	Teknisk regelverk for prosjektering og bygging, Bybanen AS
NEK EN 50126-1:2017	Jernbaneapplikasjoner, Spesifikasjon og demonstrasjon av pålitelighet, tilgjengelighet, vedlikehold og sikkerhet (RAMS), Del 1: Generisk RAMS prosess
NS 5814	Krav til risikovurderinger

2 Metodikk

En RAMS-vurdering er en systematisk gjennomgang som tar for seg fire hovedaspekter: pålitelighet, tilgjengelighet, vedlikeholdbarhet og sikkerhet. Vurderingen skal sikre at anlegget oppfyller både tekniske og sikkerhetsmessige krav gjennom hele livsløpet, og følger en metodikk basert på internasjonale standarder (NEK EN 50126-1:2017). Vurderingen skal gi et helhetlig bilde av hvordan systemet møter kravene til driftssikkerhet og sikkerhet.

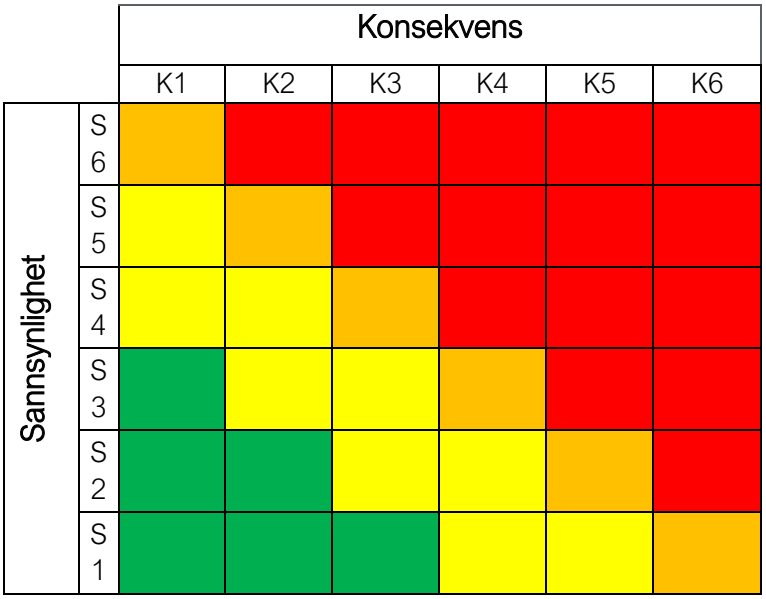
2.1 Sikkerhet

Farer identifiseres med utgangspunkt i Bybanens definerte topphendelser, vist i Tabell 2-1. De identifiserte farene og forholdene vurderes kvalitativt, og sannsynlighet og konsekvens vurderes. Forholdene plasseres i Bybanens risikomatrise, vist i Tabell 2-2.

Tabell 2-1 Bybanens topphendelser

ID	Topphendelse	Beskrivelse av typiske forhold
TH1	Avsporing	Sporveksler, tunge kjøretøy/buss i sporet, svingradius, grunnforhold, hastighet
TH2	Sammenstøt SV og annet skinnegående kjøretøy	Kjøring på sikt eller signal, siktforhold, flankekollisjon
TH3	Sammenstøt SV og veikjøretøy	Kryssing i plan, sikt, overgang delt trasé – eget banelegeme, ulovlig trafikk i banetraseen, nye løsninger
TH4	Sammenstøt SV og objekt	Gjenstander i traseen, bro over banen, nedfall trær, snø
TH5	Brann, i SV og langs spor	Evakuering, utkjøring fra tunnel, brannobjekter nær spor, beredskapsplasser
TH6	Personskade i SV	Nødbrems, kraftig oppbremsing, hastighet
TH7	Personskade på/ved plattform	Bredde plattform, folkemengder, trengsel
TH8	Personskade ved av-/påstigning	Utforming av holdeplass
TH9	Personskade i og ved spor	Drift og vedlikehold, tilkomst
TH10	Personskade påkjørsel av personer	Fotgjengere, syklister, sikt, kryssingspunkter, hastighet, planoverganger
TH11	Ekstern påkjørsel av konstruksjon/struktur	Skade på kjøreledning, konstruksjon

Tabell 2-2 Bybanens risikomatrise



Fargekodingen i matrisen skal tolkes som følger:

Tabell 2-3 Beskrivelse av farger i risikomatrise

Farge	Risiko	Forklaring/tolkning
Rød	Uakseptabel	Risikoen er for høy til at aktiviteten kan gjennomføres. Tiltak må gjøres.
Oransje	Kritisk/uønsket	Risikoen er høy, men ikke uakseptabel. Flere tiltak må vurderes før gjennomføring av aktiviteten. ALARP gjelder.
Gul	Tolererbar	Risikoen er tolererbar, og aktiviteten kan gjennomføres. Men man bør gjøre tiltak for å redusere risikoen ytterligere, ref. ALARP.
Grønn	Akseptabel	Risikoen er akseptabel og det er ikke behov for ytterligere tiltak.

Følgende tabell angir sannsynlighetskategoriene i matrisen:

Tabell 2-4 Sannsynlighetskategorier

Sannsynlighets-kategori	Hendelser per år	Frekvens per personkilometer	Antall og styrke på barrierer
S6	Flere enn 10 ganger per år	Oftere enn hver 10 million personkm	Ingen fungerende barrierer
S5	1-10 ganger per år	En gang hver 10 – 100 million personkm	En operasjonell eller organisatorisk barriere
S4	En gang hvert 1 – 10 år	En gang hver 100 – 1000 million personkm	To eller flere uavhengige operasjonelle eller organisatoriske barrierer

S3	En gang hvert 10 – 100 år	En gang hver 1 – 10 milliard personkm	Én teknisk barriere og én operasjonell eller organisatorisk barriere
S2	En gang hvert 100 -1000 år	En gang hver 10 – 100 milliard personkm	To uavhengige tekniske barrierer eller én teknisk og flere operasjonelle eller organisatoriske barrierer.
S1	Sjeldnere enn hvert 1000 år	Færre enn en gang hver 100 milliard personkm	To eller flere uavhengige tekniske barrierer og minst én operasjonell eller organisatorisk barriere.

Følgende tabell angir konsekvenskategorier i matrisen:

Tabell 2-5 Konsekvenskategorier

Konsekvens-kategori	Sikkerhet
K6	Dødsfall, mer enn 10 drepte
K5	Dødsfall, 2-10 drepte
K4	Alvorlig skade, fare for 1 dødsfall
K3	Varig skade
K2	Skade, behov for medisinsk behandling
K1	Lett skade, behov for førstehjelp

2.1.1 Risikoakseptkriterier

I henhold til Bybanens styrende dokumenter [2] skal Bybanens risikomatrise benyttes i kvalitative vurderinger, hvor uønskede hendelser skal vurderes ut fra kategoriene i Tabell 2-4 og Tabell 2-5, og tolkes som beskrevet i Tabell 2-3. I tillegg skal ALARP-prinsippet som beskrevet under anvendes for alle identifiserte tiltak:

Bybanens akseptkriterium for ALARP sier at alle tiltak som med rimelighet kan iverksettes skal iverksettes [2].

2.2 RAM

Identifiserte forhold vurderes basert på hvor stor påvirkning de har på Bybanens pålitelighet, tilgjengelighet og vedlikeholdbarhet. Eventuelle tiltak vurderes også som en del av analysen. I analysen inngår også en vurdering av hvor ofte feil kan forventes å oppstå (pålitelighet), hvor raskt systemet kan settes tilbake i normal drift etter en feil (tilgjengelighet), og hvor enkelt det er å utføre nødvendig vedlikehold (vedlikeholdbarhet).

2.3 Analysemøter

2.3.1 21. april 2026

Det ble avholdt et fysisk tverrfaglig analysemøte 21. april 2026. Arbeidsgruppens sammensetning er basert på analysens omfang og formål. Deltakerne i analysen representerte nødvendig kompetanse og erfaring for å identifisere uønskede hendelser. Deltakere er vist i Tabell 2-6.

Tabell 2-6 Deltakere i analysemøte 21.04.2026

Navn	Rolle	Bedrift
Jimmy Oliveira Schmincke	FA fremføring	Bybanen AS
Arild Sundal	Leder infrastruktur	Bybanen AS
Eirik Grønstol	Sikkerhetssjef	Bybanen AS
Justyna Swiercz	Senioringeniør Spor / sporveksler	Bybanen Utbygging, Vestland fylkeskommune
Øystein Opheim	Prosjektleder Banesignal, Tele og driftsstøtte	Bybanen Utbygging, Vestland fylkeskommune
Declan Rice	Overingeniør Kontaktledning	Bybanen Utbygging, Vestland fylkeskommune
Fredrik Schumann	Sikkerhetssjef	Bybanen Utbygging, Vestland fylkeskommune
Bernt Fredrik Berger	Leder planlegging og prosjektering	Bybanen Utbygging, Vestland fylkeskommune
Geir Olsvold	Leder Teknisk	Bybanen Utbygging, Vestland fylkeskommune
Geir Markhus	Leder Utbygging	Bybanen Utbygging, Vestland fylkeskommune
Håkon Magnus K. Skagen	Assisterende for delstrekning	Bergen Kommune
Helga Rasten	Byplanlegger	Bergen Kommune
Thomas Leathem	Byplanlegger	Bergen Kommune
Svein Dortin Viken	Transportforvaltning	Statens Vegvesen
Kjell Myre	Transportforvaltning	Statens Vegvesen
Silje Skogstad Sommersel	Fagansvarlig underjordisk holdeplass	Aas Jakobsen
Tore Bergundhaugen	Veg	Norconsult Norge AS
Veronika Ludvigsen Husa	Områdeleder sentrum	Norconsult Norge AS
Trude Rosendahl	Områdeleder Sandviken	Norconsult Norge AS
Even Nygard	Områdeleder tunnel	Norconsult Norge AS

Kjersti Øyen	SHA – Delvis deltakelse	Norconsult Norge AS
Polina Kalinina	SHA – Delvis deltakelse	Norconsult Norge AS
Marius Roksøy	Sikring	Norconsult Norge AS
Ivar Øvretvedt	Oppdragsleder	Norconsult Norge AS
Kay Lægraid Iversen	Bane, spor og RAMS	Norconsult Norge AS
Lene Therese Erichsen	RAMS, møteleder	Norconsult Norge AS

2.3.2 15. oktober 2026

15. oktober 2026 ble det gjennomført et nytt analysemøte for å vurdere hvordan endringer i løsningen påvirker sikkerhet og RAM. Deltakerne i analysen representerte nødvendig kompetanse og erfaring for å identifisere uønskede hendelser. Deltakerne i analysemøtet er vist i Tabell 2-7.

Tabell 2-7 Deltakere i analysemøte 15.10.2026

Navn	Rolle	Bedrift
Eirik Grønstøl	Sikkerhetssjef	Bybanen AS
Fredrik Schumann	Sikkerhetssjef	Bybanen Utbygging, Vestland fylkeskommune
Declan Rice	Overingeniør Kontaktledning	Bybanen Utbygging, Vestland fylkeskommune
Kristine Hausberg Kjeilen	Prosjekteringsleder	Bybanen Utbygging, Vestland fylkeskommune
Justyna Swiercz	Senioringeniør Spor / sporveksler	Bybanen Utbygging, Vestland fylkeskommune
Øystein Opheim	Prosjektleder Banesignal, Tele og driftsstøtte	Bybanen Utbygging, Vestland fylkeskommune
Leo Ari Vetaas	Veiforvaltning trafikksikkerhet	Vestland fylkeskommune
Guro Steine	Veiforvaltning Bergensområdet	Vestland fylkeskommune
Anders Lie-Nielsen	Forvaltning trafikkteknikk signal	Vestland fylkeskommune
Svein Olav Lysø	Samferdsel, plan og bygningsetaten	Bergen Kommune
Thomas Leathem	Plan- og bygningsetaten, ansvarlig Baneplan	Bergen Kommune
Tale Haverkamp	Plan- og bygningsetaten, ansvarlig Sykkelplan	Bergen Kommune
Svein Viken	TS rådgiver	Statens Vegvesen
Kjell Erik Myre	Transportforvaltning	Statens Vegvesen
Even Nygard	Områdeleder tunnel	Norconsult Norge AS
Ivar Øvretvedt	Oppdragsleder	Norconsult Norge AS
Veronika Ludvigsen Husa	Områdeleder Sentrum	Norconsult Norge AS
Trude Rosendahl	Områdeleder Sandviken	Norconsult Norge AS
Tore Bergundhaugen	Disiplinleder trafikk	Norconsult Norge AS
Line Elvøy	Disiplinleder veg og gate	Norconsult Norge AS

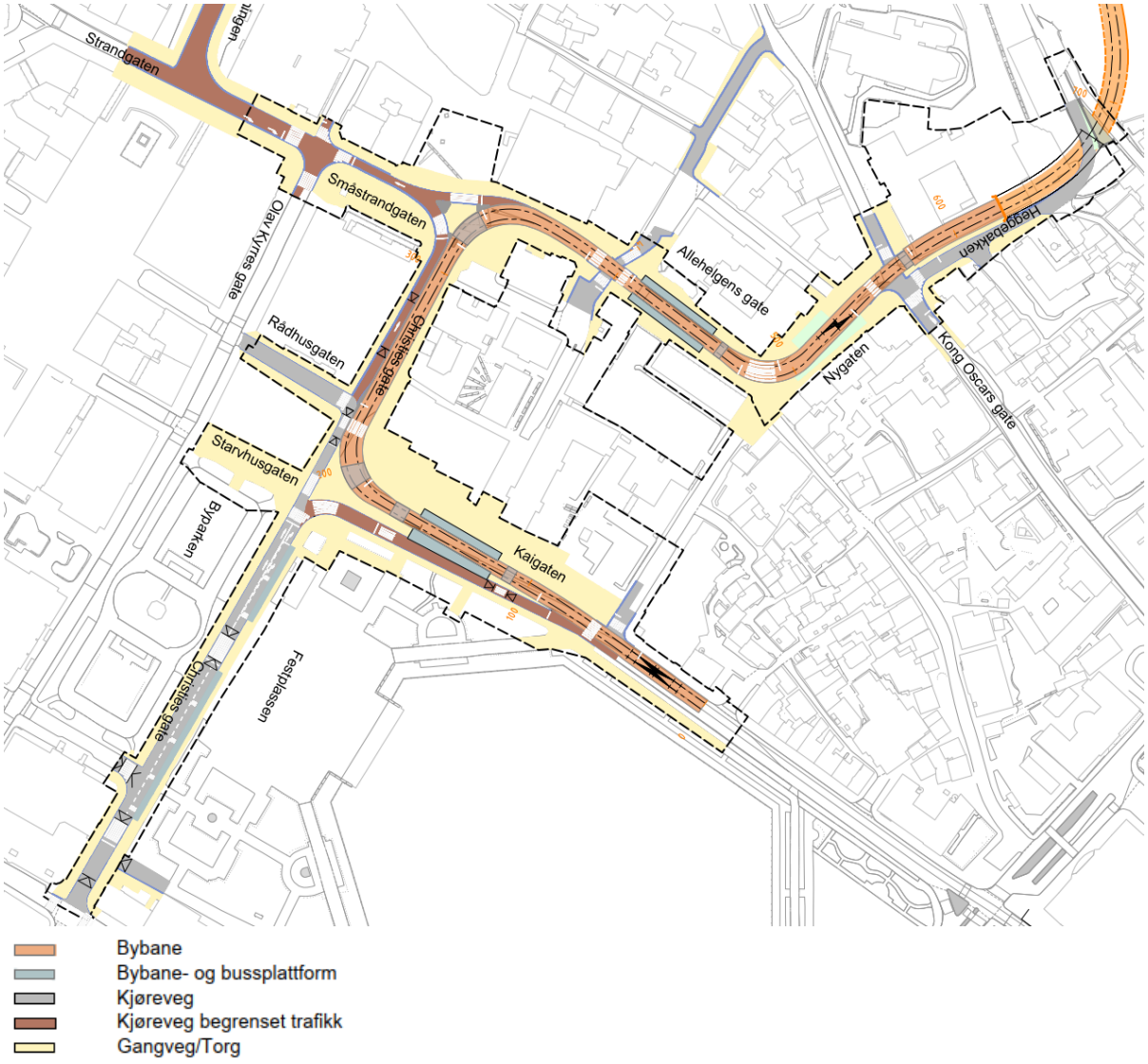
Ingvild Hernes Lunde	Ass. strekningsleder sykkel, FA trafikksikkerhet	Norconsult Norge AS
Kay Lægraid Iversen	Bane, spor og RAMS	Norconsult Norge AS
Lene Therese Erichsen	RAMS	Norconsult Norge AS

3 Systembeskrivelse

Dette kapitlet gir en overordnet beskrivelse av løsningen på analysetidspunktet, 15. oktober 2026. Tegninger av strekningen finnes i vedlegg. Planforslaget for Bybanen legger opp til at bybanetraseen fra Kaigaten gjennom Christies gate, Allehelgens gate og Nygaten blir reservert for kollektivtrafikk frem til Heggebakken. Buss fra Kalfaret tillates her å kjøre i deler av banetraseen. I Kaigaten får buss i rute eget kjørefelt sør for Bybanens holdeplass, mens øst for holdeplassen kjører busser til Kalfaret og Busstasjonen i banetraseen. I Sandviken er traseen utelukkende for bane. Løsningen i planforslaget legger opp til 4 minutters maksimal frekvens på banelinjene. Dette innebærer 2 minutters frekvens på strekninger som trafikkeres av to parallelle linjer (dvs. fra sør til og med Sverresborg holdeplass).

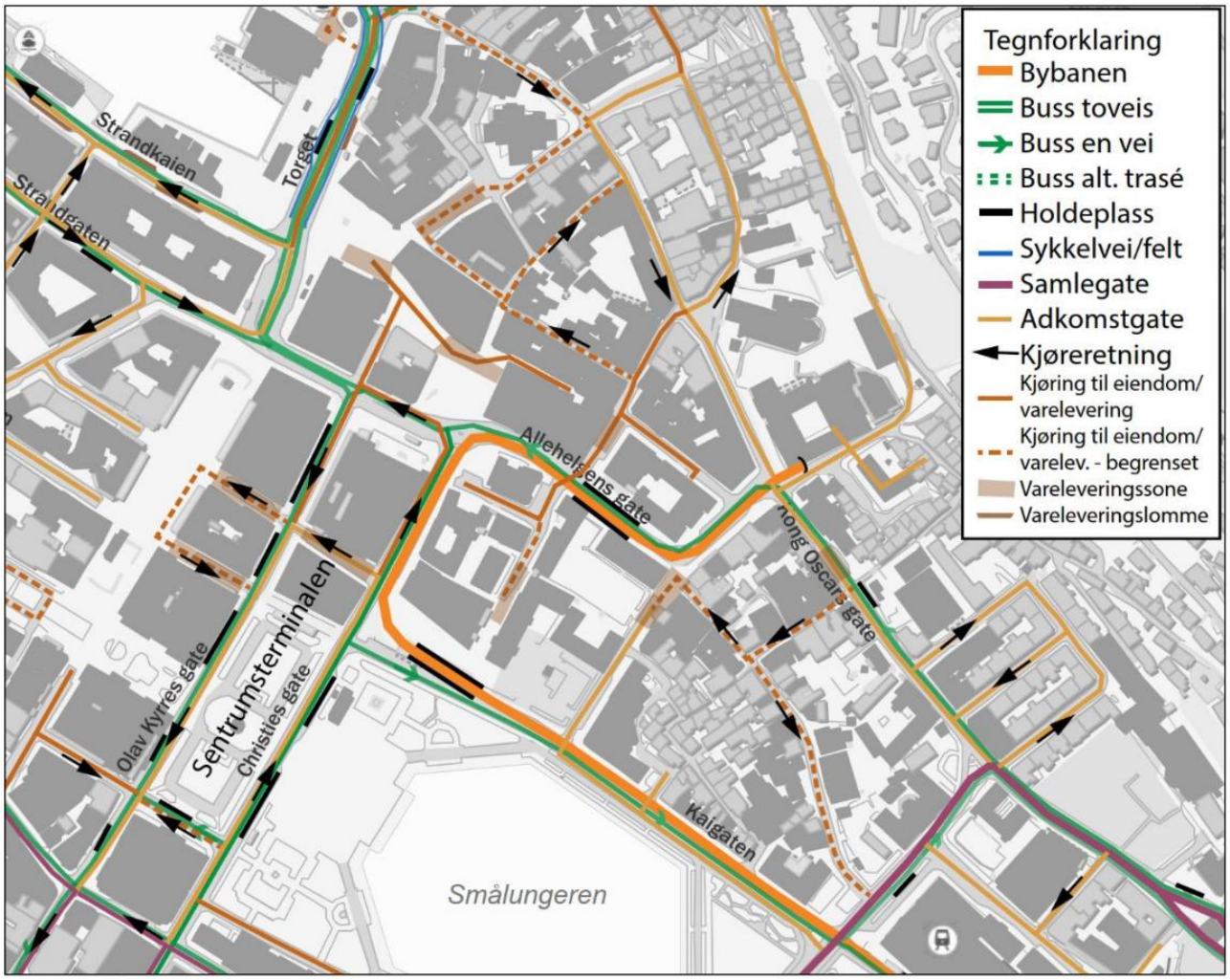
3.1 Område 1 - Sentrum

Ny banetrase i sentrum starter ved Kaigaten med eksisterende spor og holdeplass. Videre går banetraseen nordover i Christies gate og mot øst i Allehelgens gate. Fra Allehelgens gate følger banen Nygaten nordover mot Heggebakken, hvor videre trase går i tunnel. Planlagte holdeplasser i sentrum er i Kaigaten like ved eksisterende holdeplass, og Allehelgens gate ved det nåværende politihuset. Oversiktstegning av plangeometri for kjørevei og bane er gitt i Vedlegg 1. Plan og profiltegning for bane er gitt i Vedlegg 2.



Figur 3-1 Oversiktstegning av plangeometri for kjørevei og bane

Planlagt kjøremønster for gitt geometri er gitt i Figur 3-2**Feil! Fant ikke referansekilden.**.



Figur 3-2 Kjøremønster for ulike trafikantgrupper i sentrum slik det forutsettes i planen

Detaljer rundt trafikksituasjonen, kjøremønstre og gateutforming er videre presentert i underkapitler for hvert gatesnitt. R- og M-tegning viser plassering av KL-master og signalstolper.

3.1.1 Kaigaten

Ny prosjektert banelinje starter ved eksisterende banespor øst for Peter Motzfeldts gate. Ved Peter Motzfeldtsgate svinger banen med en slak R=300 kurve skrått inn forbi Gulating. Langs rettlinjen legges det opp til to parallelle plattformer. Plattformene vil være en del av gangareal og ha en minimumsbredde på 4 m. Den sørligste plattformen vil være kileformet og ha en bredde på 4-6 m, hvor minstebredden er gitt ved østligste punkt.

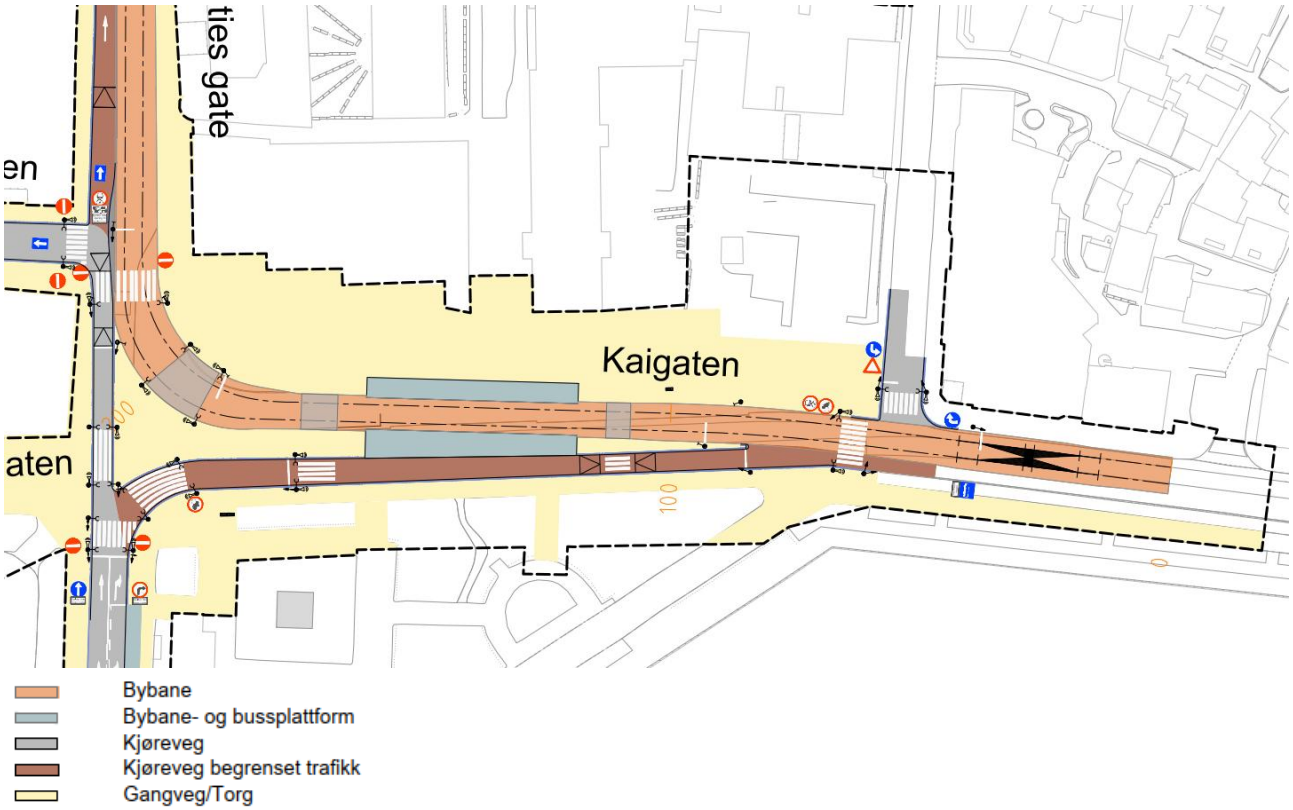
Krysset mellom Peter Motzfeldts gate og Kaigaten vil være signalregulert og fungere tilnærmet likt som i dag. Det vil kunne være noen endringer knyttet til ny reguleringsplan for rådhuskvartalet med tanke på trafikkmengde, men planlagt banetrase legger ikke opp til noen større endring her.

Videre langs den sørligste plattform vil det gå en kjørevei for buss. Denne kjøreveien vil ligge inntil plattformen og skal skilles med kantstein og mulig rekkverk fra plattform. Kjøreveien går videre inn i delt trase med bane i øst etter plattform, slik som eksisterende situasjon. Den nye kjøreveien har en minimumsbredde på 3,75 m i bakkant av plattform.

Videre går det kjørevei fra Christies gate i sør og videre nordover. Gaten skal primært være en kollektivgate, men vil også være åpen for lokal atkomsttrafikk frem til Rådhusgaten.

De fleste gangkryssingene over bane og kjøreveg i dette området er planlagt signalregulert, unntaket er tre kryssinger. To gangkryssinger over banen tilknyttet plattformene ved bybanestoppet i Kaigaten, samt ett gangfelt over kjørevegen på sørøstsiden av samme bybanestopp.

Resterende gangkryssinger over både bane og kjøreveg er signalregulert som del av kryssene Kaigaten X Christies gate, Kaigaten X Peter Motzfeldts gate og Christies gate X Rådhusgaten.



Figur 3-3 Kaigaten med to plattformer og spor

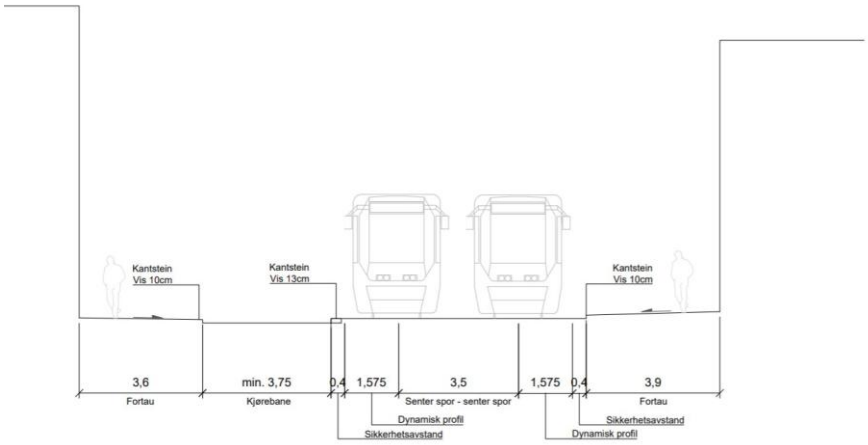
I Kaigaten er det identifisert følgende fravik fra vegnormalene tilknyttet banetrase:

- Gangfelt over tre «kjørefelt» ved Peter Motzfeldts gate. Her defineres kjøreveg som ett, og banetrase som to kjørefelt.

Fravikene er sendt til Vestland fylkeskommune.

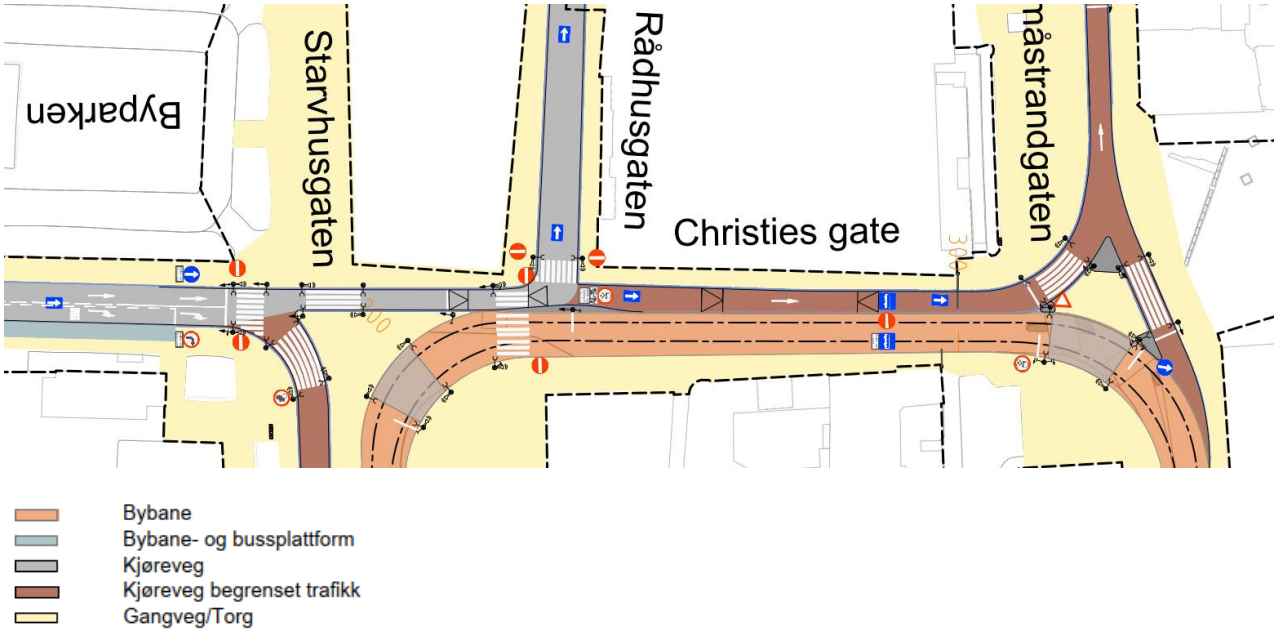
3.1.2 Christies gate

Fra Kaigaten og videre 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. Sammenfallende horisontal og vertikalkurve må fravikssøkes. I Christies gate vil kjørevei for buss og varelevering være separert fra bane med kantstein. Kjøreveien vil være skilt fra banen med 13 cm kantstein ned fra banetraseen, med unntak av området for avkjørsel til Gamle Brannstasjonen. I dette området er det søkt fravik fra krav om rekkverk mellom kjørevei og bane, gitt i Statens Vegvesens håndbok N100. Dette fraviket er risikovurdert i eget møte og fraviket er godkjent av fremtidig veieier, som er Vestland fylkeskommune. Som nevnt i forrige kapittel, vil det kun gå buss, varelevering og tillatt kjøring til eiendom i kjøreveien fra Rådhusgaten og videre nordover. Kjøreveien skal ha en bredde på minimum 3,75m.



Figur 3-4 Typisk tverrsnitt i Christies gate

Gangfeltet i Christies gate er planlagt signalregulert, og behovet for signalstolpe for bybane mellom kjørevei og banetrase er ivaretatt. Det er foreløpig planlagt en minimumsbredde på 1,2 m for ett areal på høyde med bybanetraseen, hvor det vil være stor nok plass til en signalstolpe for bane. Arealet er vist i mørkegrått på Figur 3-5**Feil! Fant ikke referansekilden.**, mellom kjørevei og bane i Christies gate. Bredden på 1,2m ligger utenfor hvitlinjen til banen men inkluderer eventuelle kantsteiner tilhørende opphøyd areal.



Figur 3-5 Plantegning Christies gate

Midt i gaten etableres banen med R=625 høybrekk, for å følge eksisterende gatekurvatur. Vertikalkurven etableres på rettstrekk.

I Christies gate er det identifisert følgende fravik fra vegnormalene tilknyttet banetrase:

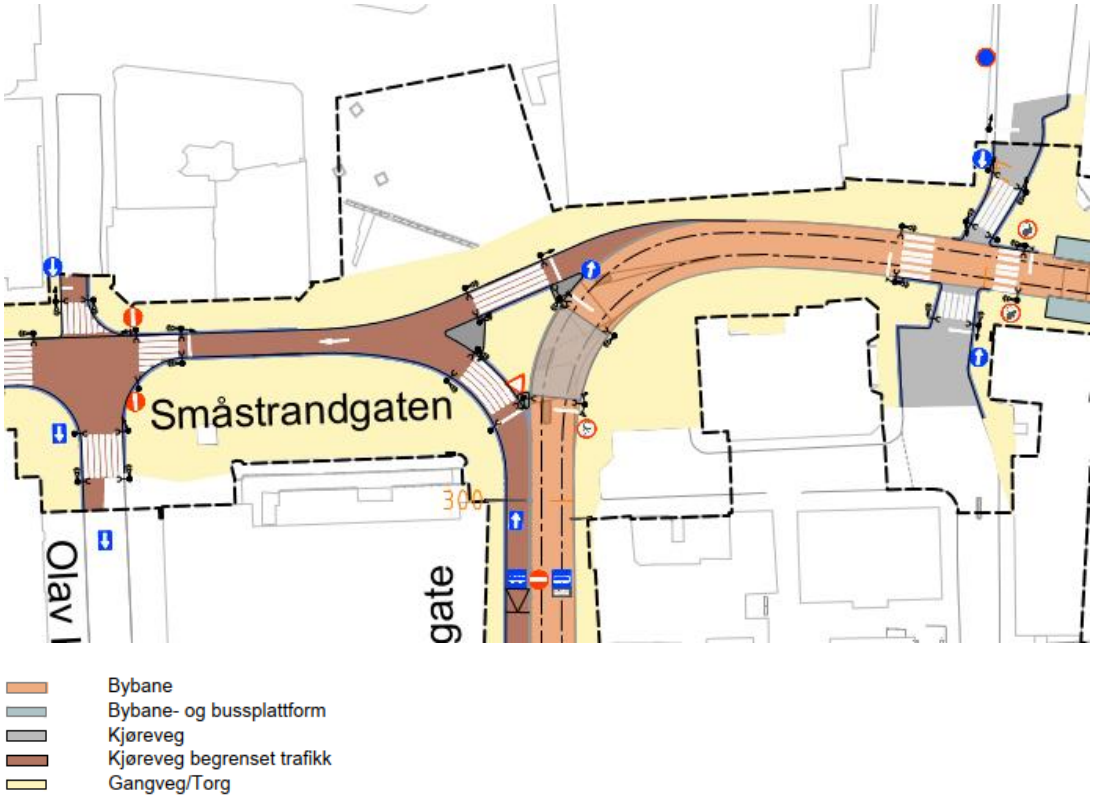
- Gangfelt over tre «kjørefelt» ved Rådhusgaten. Her defineres kjøreveg som ett, og banetrase som to kjørefelt.
- Kantsteinshøyde mot fortau, gjelder ved snittet mot avkjørsel for Gamle Brannstasjonen.

Fravikene er sendt til Vestland fylkeskommune. Fravik tilhørende rekkverkskrav, er som nevnt tidligere, allerede godkjent av fremtidig vegeier.

3.1.3 Allehelgens gate

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 eggekurven. Sammenfallende horisontal og vertikalkurve må fravikssøkes.

I Allehelgens gate fra øst og mot vest (mot sentrum), vil det gå buss i banesporet. Busstraseen fortsetter ut av Allehelgens gate og videre vestover i Småstrandgaten.



Figur 3-6 Plantegning Allehelgens gate

Plattformene i Allehelgens gate ligger langs med en rettlinje og har en minimumsbredde på 4m. I dette gatesnittet vil det være signalregulert kryssing for kjørevei over banespor mellom Domkirkegaten og Rådstuplassen. Trafikkmengden ved denne kryssingen vil være lav, men tillatt for allmennheten

I denne sammenheng vil derfor gangkryssingene ved dette krysset være signalregulert. Videre gangkryssing øst fra plattformen i Allehelgens gate vil ikke være signalregulert. Alle andre gangkryssinger over bane og kjøreveg vil være signalregulerte i disse gatene. For å få plass til tilrettelagt kryssing vest for plattform 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.

Trafikk som krysser banespor er åpen for allmenn ferdsel, men med begrenset målpunkt da det ikke er mulig for videre gjennomkjøring.



Figur 3-7 Holdeplass Allehelgens gate

I Allehelgens gate er det identifisert følgende fravik fra vegnormalene tilknyttet banetrase:

- Bygg og tre i siktsonen for sørgående bane mot gangkryssing tilhørende østre del av plattform
- Tre i siktsonen for sørgående bane mot gangkryssing i sving.
- KL-mast i siktsonene tilknyttet Domkirkegaten og Rådstuplassen, for både nord- og sørgående bane.
- KL-mast i siktsonen for nordgående bane mot gangfelt over banetrase ved krysset Domkirkegaten X Rådstuplassen X Allehelgens gate.

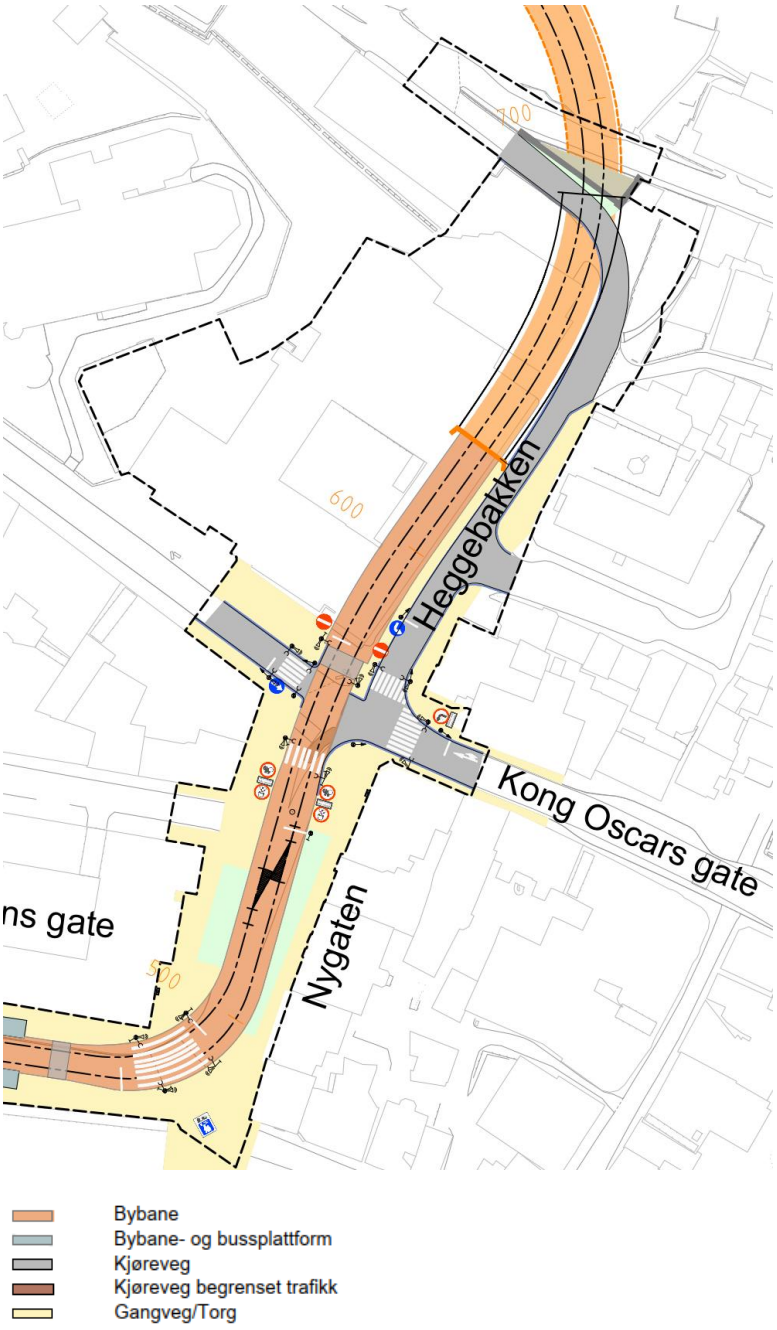
Fravikene er sendt til Vestland fylkeskommune.

3.1.4 Krysset Nygaten og Kong Oscars gate

Videre går banen midtstilt i Nygaten og inn mot Kong Oscars gate. Ved Kong Oscars gate er det planlagt at allmenn trafikk skal krysse banesporet. Det blir kun tillatt for buss å kjøre fra Kong Oscars gate og mot venstre/sør-vest langs sporet i Nygaten. Gangfelt over bane vil være signalregulert i sammenheng med krysset for kjørevei.

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

I Nygaten anlegges sporsløyfe for å gi mulighet for planlagt avviksvending fra nord (17. Mai vending). Sporsløyfene binder opp sportraseen vertikalt 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. Vertikalbrekket på nordsiden av sporsløyfen sammenfaller med R=150 horisontalkurve og må fravikssøkes.



Figur 3-8 Nygaten og kryss med Kong Oscars gate

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.

Portal er satt til 50 m fra stopplinje til gangfelt. Det er planlagt rekkverk langs portal og frem til gangfelt. Heggebakken er adskilt med mur/portal.



Figur 3-9 Enkel 3D-illustrasjon av situasjon i Heggebakken

I Nygaten er det identifisert følgende fravik fra vegnormalene tilknyttet banetrase:

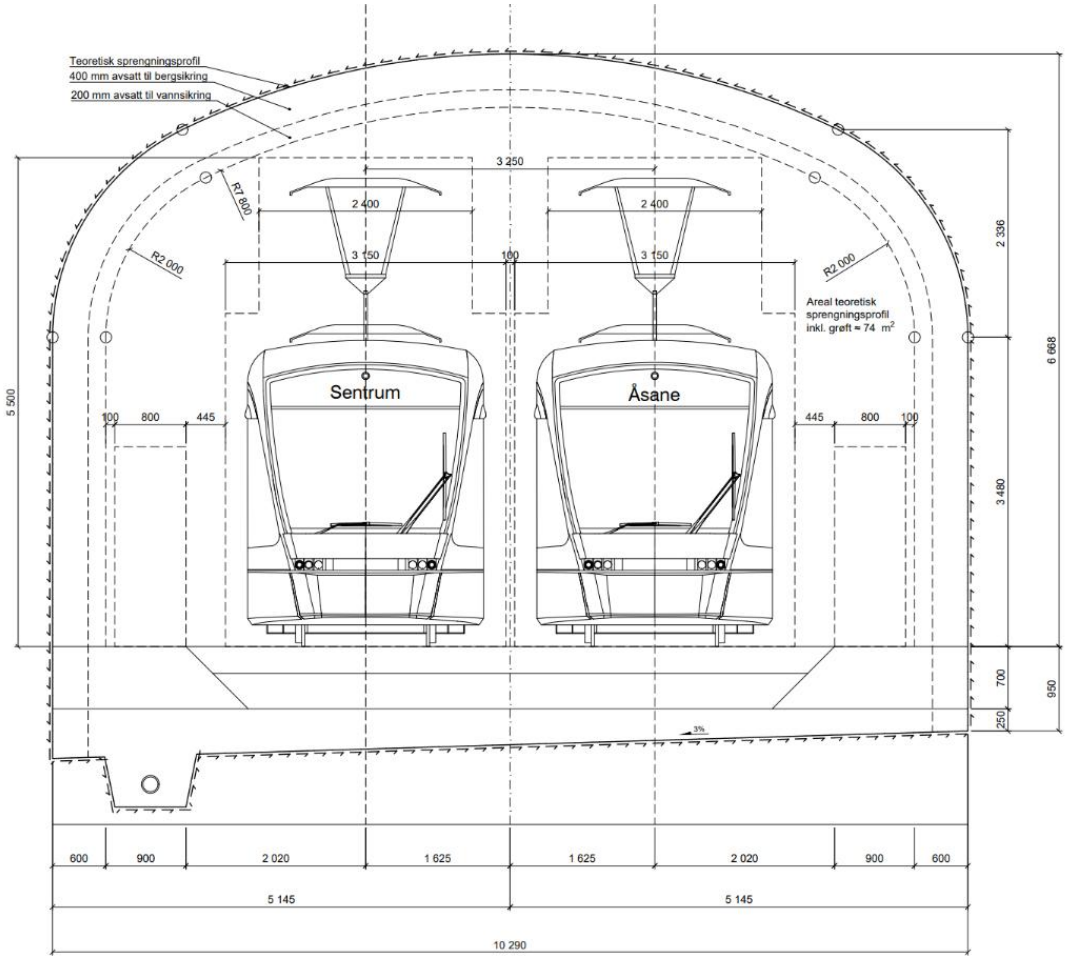
- KL-mast i siktsonen for sørgående bane og gangkryssing mot krysset Kong Oscars gate
- KL-mast i siktsonen for sørgående bane mot gangfelt over banetrase ved Kong Oscars gate
- Mur fra portal i Heggebakken med tilhørende rekkverk i siktsonen for bane mot krysset Kong Oscars gate
- Kantsteinshøyde mot fortau ved Halfdan Kjerulfs gate

Fravikene er sendt til Vestland fylkeskommune.

3.2 Område 2 - Tunnel

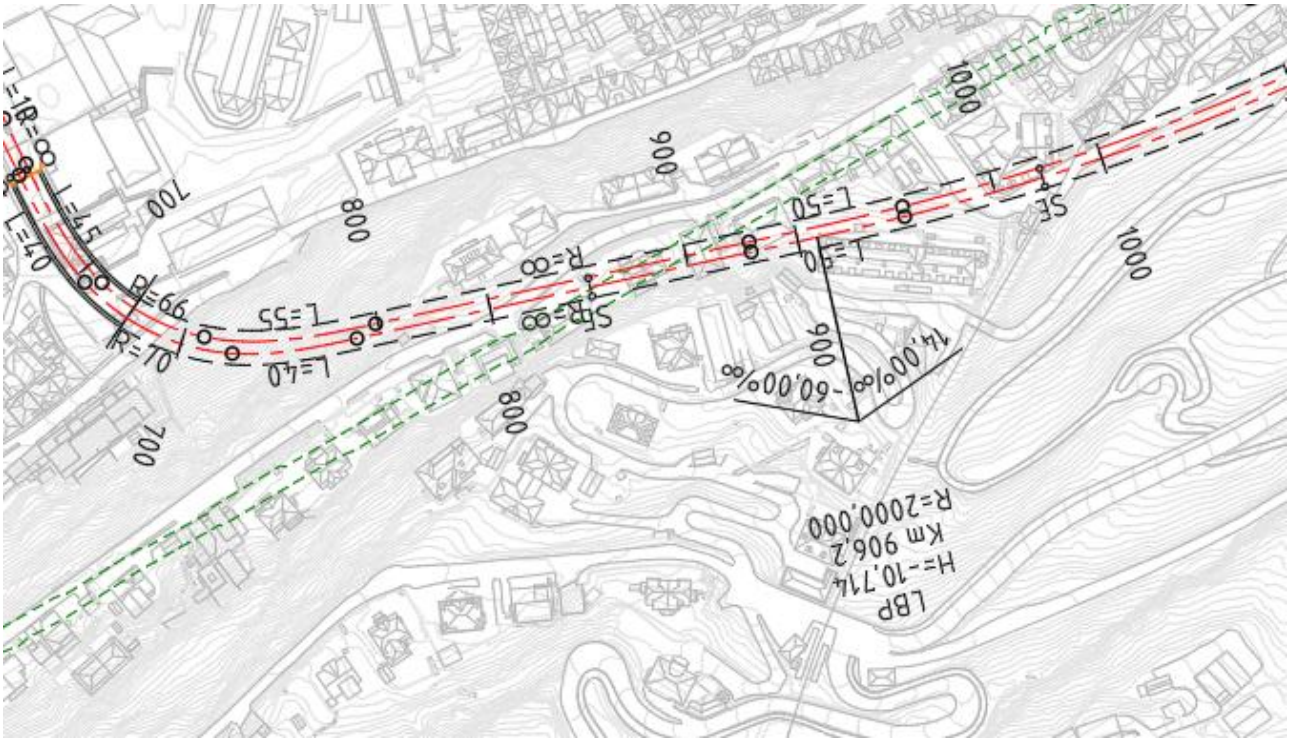
3.2.1 Tunnel

Tunnelen går fra Heggebakken i sør til Sjøgaten i nord, med en total lengde på ca. 1520 meter, inkludert portaler og holdeplass. Sverresborg holdeplass ligger litt nord for tunnelens midtpunkt. Fra holdeplassens plattform til sørlig tunnelmunning er det ca. 930 meter. Fra plattform til nordlig tunnelmunning er det ca. 540 meter. Tunnelen er primært planlagt som en enkelttunnel med dobbeltspor og innvendig bredde på rundt 10,3 meter, med rømningsgangbane på 80 cm på begge sider av sporet som er iht. krav fra Bybanens Tekniske Regelverk. Det er ikke planlagt parallell rømningstunnel.



Figur 3-10 Normalprofil for tosporstunnel

Etter at banen har gått inn i tunnelmunningen i Heggebakken må den krysse under fjellanlegg og eksisterende jernbanetunnel og fortsetter derfor å falle med 6% ned mot et lavbrekk som ligger rundt 250 meter inn i tunnelen på ca. kote -10. I dette området må det etableres et pumpebasseng for å samle opp og pumpe ut innlekkasjevann fra tunnelen. Dette vil ha behov for noen pumper og tilhørende teknisk skap/rom som kun vil ha driftsadkomst via spor. Lavbrekket etableres med R=2000 vertikalkurve. Vertikalkurven ligger delvis overlappende med R=800 horisontalkurve, og må fraviksbehandles.



Figur 3-11 Sørlig del av banetunnelen, som også viser lavbrekket og kryssingen av Bane NOR sin tunnel

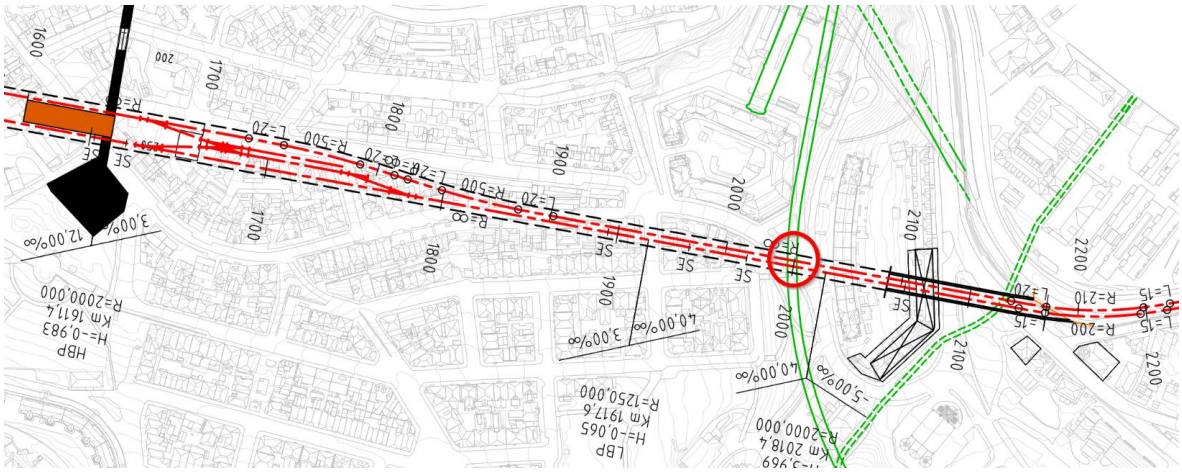
Fra lavbrekket stiger tunnelen svakt oppover med 1,4% i en lengde på rundt 700 meter parallelt med Bane NOR sin jernbanetunnel, før man kommer frem til den underjordiske holdeplassen (omtales videre i eget delkapittel). I denne lengden er banen dimensjonert for en fart på inntil 80 km/t. Rundt 80 meter før innkjøringen til holdeplassen splitter profilet seg fra en enkel dobbeltsporstunnel til to separate ettsporstunneler. Også disse har rømningsvei på 80 cm på den ene siden.



Figur 3-12 Banetraseen frem til Sverresborg Holdeplass

Etter holdeplassen fortsetter traseen videre mot nord i en lengde på rundt 550 meter før den kommer ut i Sjøgaten. Banen er her dimensjonert for en fart på opptil 70 km/t. I deler av denne lengden går sporet parallelt med vendeanlegget like nord for holdeplassen, som også omtales i et eget delkapittel. Like før traseen kommer ut i dagen får den en økning i stigning for å kunne krysse over Bergen kommune sin VA-tunnel, som ligger rundt 150 meter fra Sjøgaten. Banetraseen vil krysse direkte gjennom VA-tunnelen, vinkelrett i plan, og legge seg på et nivå litt over den store avløpsledningen som går gjennom tunnelen. Avløpsledningen vil måtte sikres/støpes inn og inngå i banens underbygning, men blir ikke berørt utover dette. VA-tunnelen vil miste sin mulighet for kjørbar adkomst hele veien fra nord til sør, men har ellers adkomst fra begge sider frem til kryssingen slik at normal drift og vedlikehold vil kunne pågå som før uten at Bybanen påvirkes. Det bør trolig etableres en dør eller luke fra banetunnelen til VA-tunnelen, men adkomst gjennom denne vil trolig bare benyttes i spesielle tilfeller.

Tunnelen kommer til slutt ut i Sjøgaten gjennom en skråstilt betongportal gjennom dagens natursteinsmur. Banen har her svakt fall på 0,5% utover, for å unngå at vann renner inn i tunnelen. Banen kommer ut i dagen på ca. kote +3.5, og går der inn i en kurve med R=200 m. Dimensjonerende fart her er 40 km/t.



Figur 3-13 Nordlig del av tunnelen, fra holdeplass og frem til utløp. Kryssing av VA-tunnel vist med rød sirkel.



Figur 3-14 3D-utsnitt av tunnelens nordlige portal og utløp i Sjøgaten

3.2.2 Sverresborg Holdeplass med adkomster

Holdeplassen er planlagt som et større bergrom med en midtstilt plattform på 12 meter og lengde på 48 meter. Fra midtre og sørlig ende av plattform er det rulletrapp og vanlig trapp til et mesaninnivå som ligger ca. 6 meter over plattformnivå. Fra nordre ende av plattform er det heiser og vanlige trapper opp til samme mesaninnivå. Oppgangene er planlagt som separate branncelle r.

Fra mesaninnivået er det en adkomsttunnel på rundt 220 meter i retning vest til den sentrumsvendte adkomsten i Sandbrogaten og rundt 30 meter i retning øst til heiser og rømningstrapp opp til adkomsten ved Fredens Bolig, som retter seg mot Sandviken og området rundt Krohnengen. RTM-beregninger antyder et passasjergrunnlag i døgnet på 1280 stk. ut og 1420 stk. inn gjennom adkomsten til Sandbrogaten, med 130 stk. ut og 250 stk. inn i makstime fra 15:00 til 16:00. Til adkomsten ved Fredens Bolig har modellen beregnet 1520 stk. ut og 1730 stk. inn i døgnet, med 280 stk. ut og 150 stk. inn i makstime.



Figur 3-15: Planskisse av holdeplass med adkomster til Sandbrogaten i vest og Fredens Bolig i øst.

Adkomsttunnelen til Sandbrogaten er foreløpig planlagt med en innvendig bredde på 4 meter, og en stigning på litt under 1%. Adkomsten er planlagt med et rettstrekk og en kurve med R=60 meter, for å gi så optimale siktlinjer som mulig. I Sandbrogaten er det planlagt et adkomstbygg med en foaje med bl.a. en heis opp til Nye Sandviksvei. På utsiden av bygget er det planlagt trapper i dagen mellom Sandbrogaten og Nye Sandviksvei. I tillegg vil adkomstbygget huse et rom for normalventilasjon (til holdeplassen) og likeretter for banestrøm. Adkomst til likeretter vil skje på siden av bygget, med dører og ventiler som er vendt bort fra områder hvor publikum vil kunne oppholde seg.



Figur 3-16 Skisse av adkomst i Sandbrogaten

Adkomsten til Fredens bolig er planlagt som et trappehus etablert i en åpen byggegrop, med to heiser mellom mesaninnivå og bakkenivå, en høydeforskjell på rundt 30 meter. Den ene av heisene vil være tilrettelagt for bruk som brannmannsheis. I tillegg vil det ved denne adkomsten etableres en trappesjakt for rømning som kun benyttes i nødsituasjoner. Trappen er planlagt med innvendig bredde på 2 meter. Tilknyttet trappehuset vil det også anlegges kanaler for røykventilasjon av plattform, samt ulike rom for teknisk innredning (signal, tele, strøm, sanitær, etc.). Ingen av disse rommene vil være åpne eller tilgjengelige for allmennheten. På gatenivå er det planlagt en foaje med bl.a. sykkelparkering, i tillegg til rom for renovasjon, trafo og brannventilasjon som vil være stengt for allmennheten. Foran adkomstbygget er det planlagt et utvidet fortausareal slik at publikum ikke går rett ut i gaten. I dette området blir det mulighet for oppstilling av servicebiler.



Figur 3-17: 3D-utsnitt av adkomst Fredens Bolig

3.2.3 Vendeanlegg i fjell

I den nordlige delen av Sverresborg holdeplass planlegges det et anlegg for vending og tidsregulering av banen. Dette medfører at holdeplassens fjellhall forlenges med nærmere 200 meter, og det anlegges sporveksler og vendespor som tilrettelegger for både vending og oppstilling av vogner. Her er det også antydet at det kan være aktuelt å stalle to vogner over natten for å kunne starte drift fra Sentrum i retning Flesland raskere. Vendeanlegget skilles fysisk fra holdeplassen ved at det etableres en vegg mellom rommene.

Vendeanlegget skal i normaltilstand kun brukes av vognførere. Tilkomst for disse i denne fjellhallen vil skje i gangbaner langs sporene. Her må det trolig også legges inn rekkverk mot de gjennomgående sporene.



Figur 3-18 Foreløpig utforming av vendeanlegg rett nord for Sverresborg holdeplass

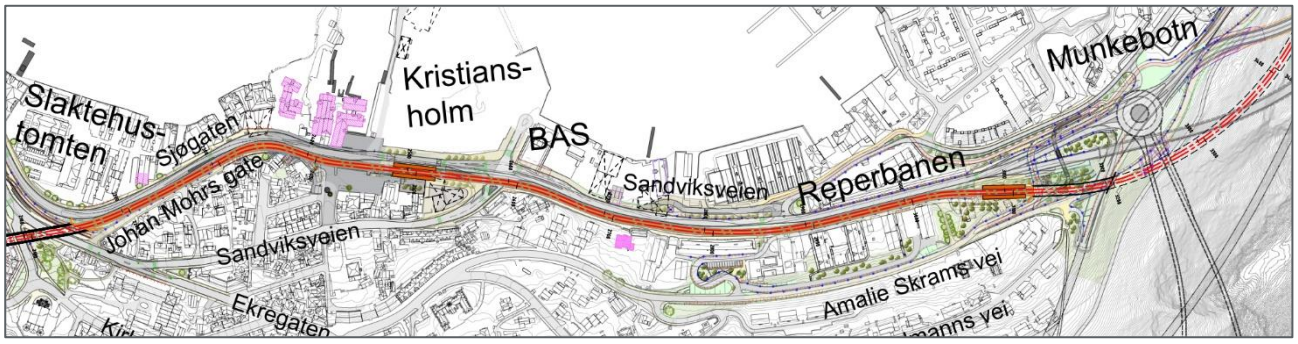
3.2.4 Signalanlegg i tunnel

For å ivareta planlagt frekvens på banen er det planlagt signalanlegg som tillater to tog i nordgående retning mellom portal Heggebakken og holdeplass. Det betyr minst to blokkstrekninger på strekningen fra tunnelportal til holdeplass. I tillegg vil holdeplass, vendeanlegg og strekningen fra holdeplass til portal Sjøgaten være egne blokkstrekninger. På den måten kan tog nr. 2 signalteknisk kjøre inn i tunnel fra Heggebakken før tog nr. 1 forlater holdeplass i utgående retning, noe som er nødvendig for ønsket kapasitet.

3.3 Område 3 - Sandviken

Gjennom Sandviken vil Bybanen gå i dagen i Sjøgaten og Sandviksveien. Fra sentrum kommer banen ut fra tunnelen i den høye muren ved Slaktehustomten, og vil gå på østsiden av dagens gatenett nordover til Sandviksveien ved Reperbanen. Nord for lamellblokkene i Amalie Skrams vei 38-52 går banen inn i en ny tunnel under det nye kryssområdet like ved Munkebotstunnelen. Bybanetunnelen treffer den regulerte tunnelløsningen før tunnelportal og holdeplass ved Sandviken sykehus.

På strekningen er det to holdeplasser for banen, på Sandvikstorget og utenfor tunnelportal ved Munkebotn. På Sandvikstorget må vern mot stormflo balanseres mot flom fra fjellsiden og tilpasning mot eksisterende bebyggelse.



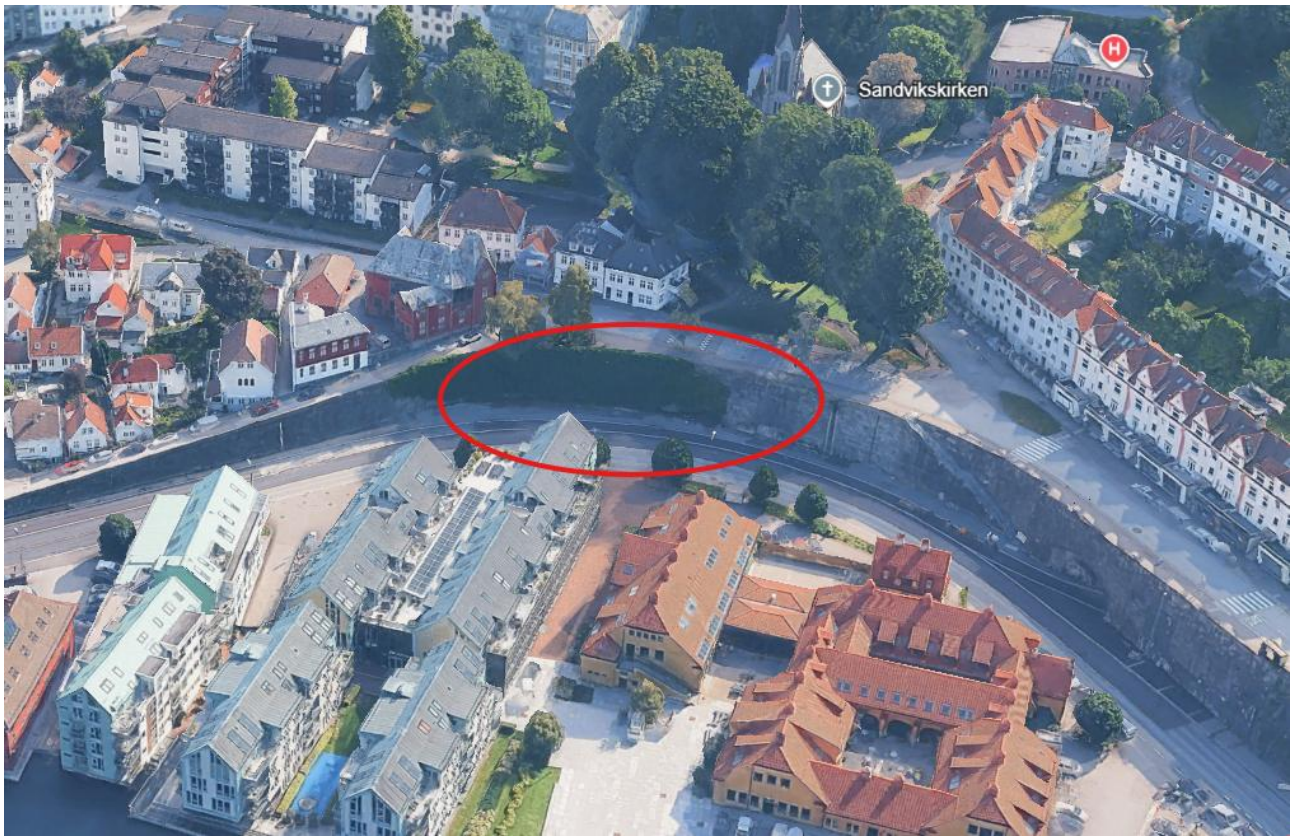
Figur 3-19 Oversiktstegning for banen i Sandviken



Figur 3-20 Utsnitt fra modell (krysset i nord mot Fløyfjelltunnelen retning sør er til venstre i figuren)

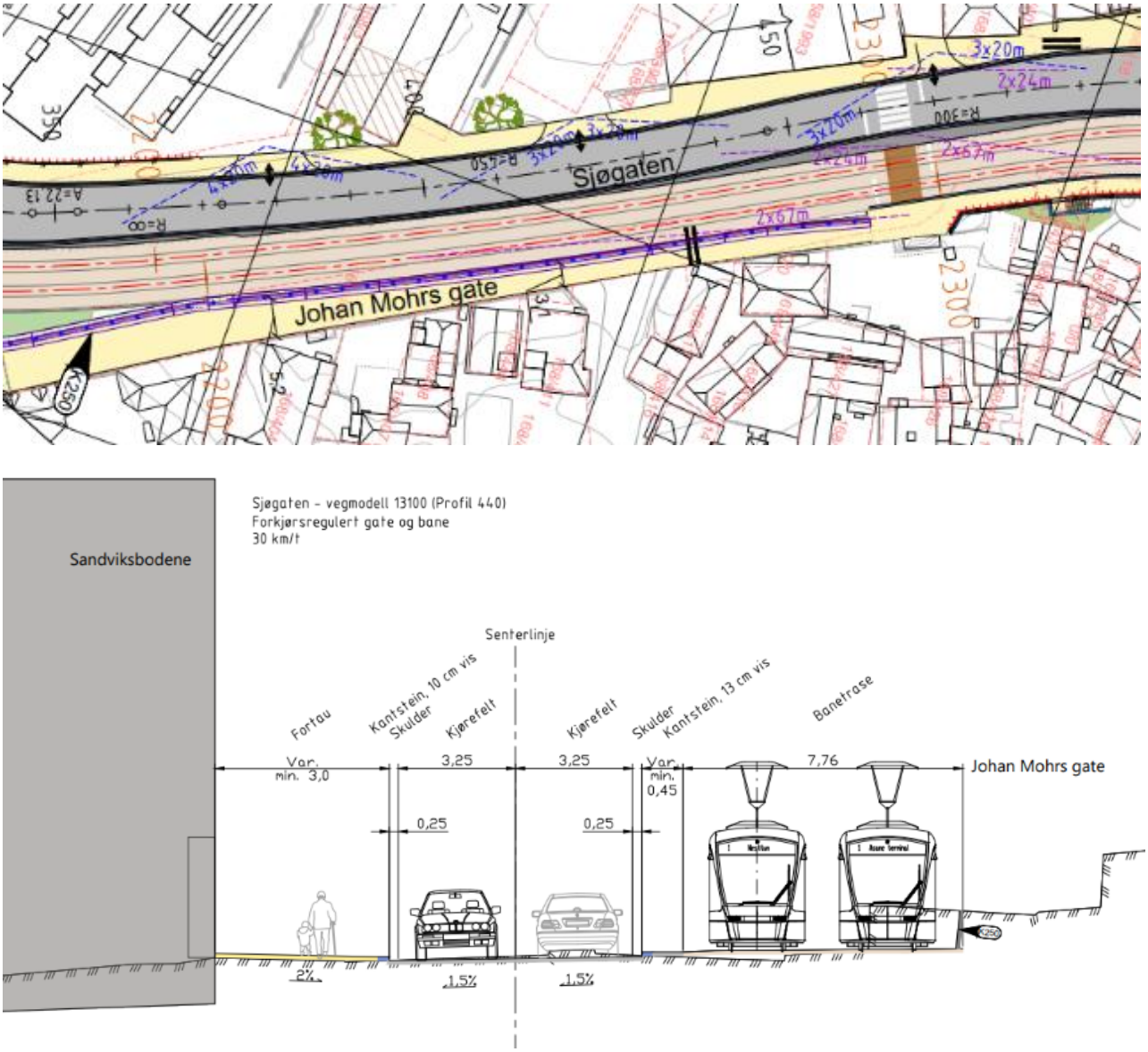
3.3.1 Sjøgaten

Fra sentrum kommer banetraseen ut i den høye muren ved Slaktehustomten, jfr. Figur 3-21 under, og går langs Johan Mohrs gate. Det etableres rekkverk langs banen 50 m etter portal som sikkerhetssone. Gatetverrsnittet i Sjøgaten er smalt slik at nedre del av Johan Mohrs gate må snevres inn for å få plass til både bybane, kjørevei og fortau i Sjøgaten. Det er ikke et separat sykkeltilbud i Sjøgaten på strekningen mellom Kristiansholm og der banen går inn i tunnel v/ Slaktehustomten.



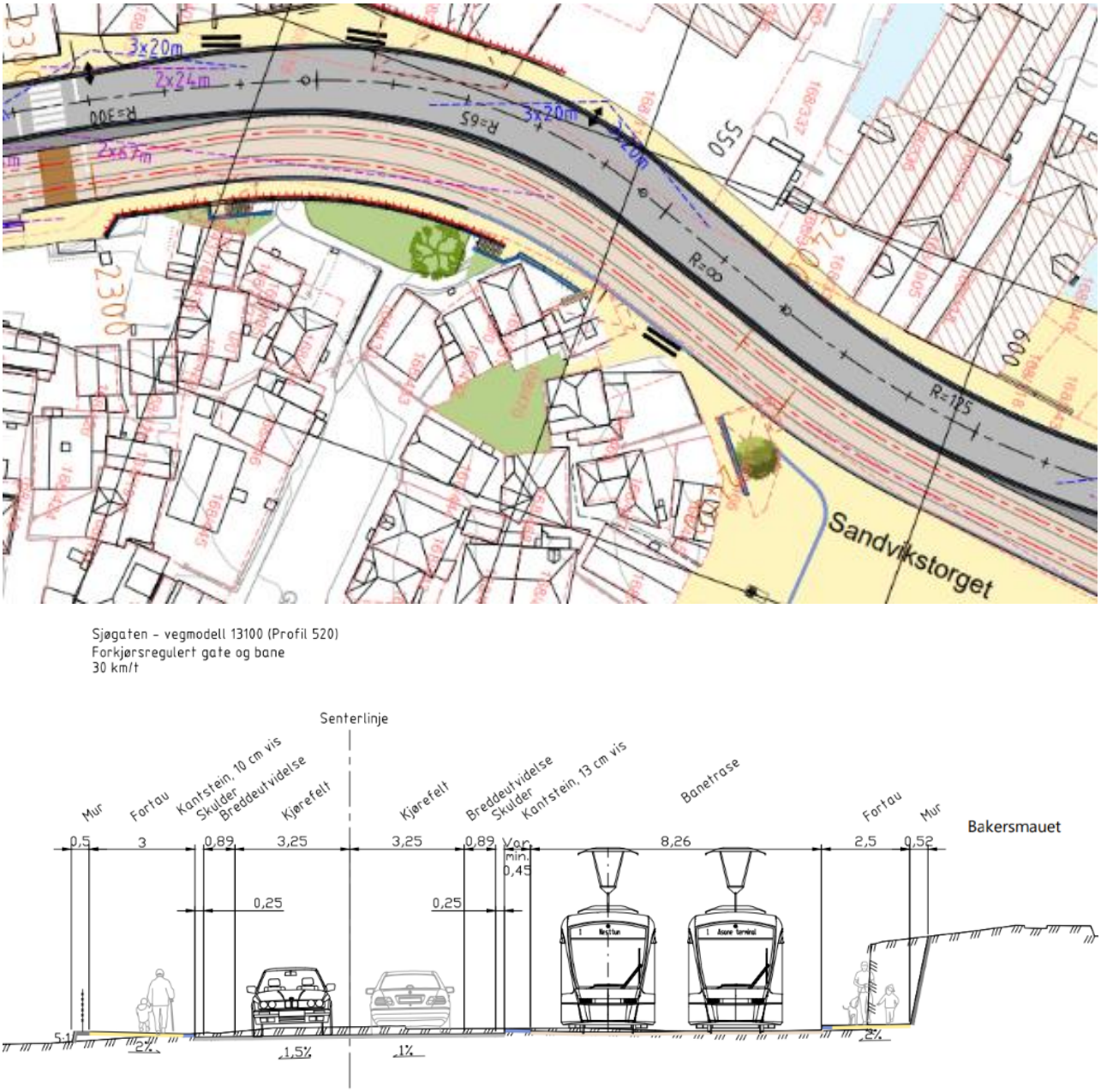
Figur 3-21 Område for tunnelportal ved Slakthustomten

Parallelt med Bybanen i Sjøgaten skal det tilrettelegges for tofelts trafikk med kjørebanebredde 2 x 3,25 m + kantsteinsklaring. Det vil gå buss og en god del andre tunge kjøretøy i gaten. Det legges til grunn vogntog som dimensjonerende kjøretøy og som grunnlag for breddeutvidelse. ÅDT i Sjøgaten vil være < 5000 og fartsgrense 40 km/t. En smal rabatt på en halvmeter skiller vei- og banetraseen. Det er søkt fravik fra vegnormens krav om rekkverk da det er trangt i gaten og søknaden er innvilget. Det legges inn fortau på begge sider av vei- og banetraseen. Fortausbredden er 3 m på vestsiden (langs sjøsiden) og 2,5 m på østsiden (på strekningen nord for Johan Mohrs gate).



Figur 3-22 Bane langs og delvis inn i Johan Mohrs gate

Johan Mohrs gate blir som i dag en viktig gangforbindelse mellom Nye Sandviksveien og Sjøgaten. I ny løsning er det kun plass til en gangvei på min. 2,5 m. Gangveien leder ned til et signalregulert gangfelt over banen og veien (se Figur 3-22 over). En 3 m bred rabatt skiller vei- og banetrasé i gangfeltet.



Sjøgaten - vegmodell 13100 (Profil 520)
Forkjørsregulert gate og bane
30 km/t

Figur 3-23 Banetrasé i konflikt med boliger i Rosegrenden

For å få plass til ønsket tverrsnitt gjennom Sjøgaten må tre boliger i Rosegrenden flyttes. Banen svinger inn på Sandvikstorget med R=65 kurve dimensjonert for 25 km/t for å i størst mulig grad forholde seg til eksisterende gateløp.

3.3.2 Sandvikstorget og Kristiansholmkrysset

Sandvikstorget og området rundt med fredet bebyggelse langs sjøsiden ligger i dag på et kritisk lavt terrengnivå (ned mot kt. 1,7 moh). I området skal det etableres trasé og holdeplass for Bybanen, tilrettelegges 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.



Figur 3-24 Skisse holdeplass Sandvikstorget og kryssområdet ved Kristiansholm

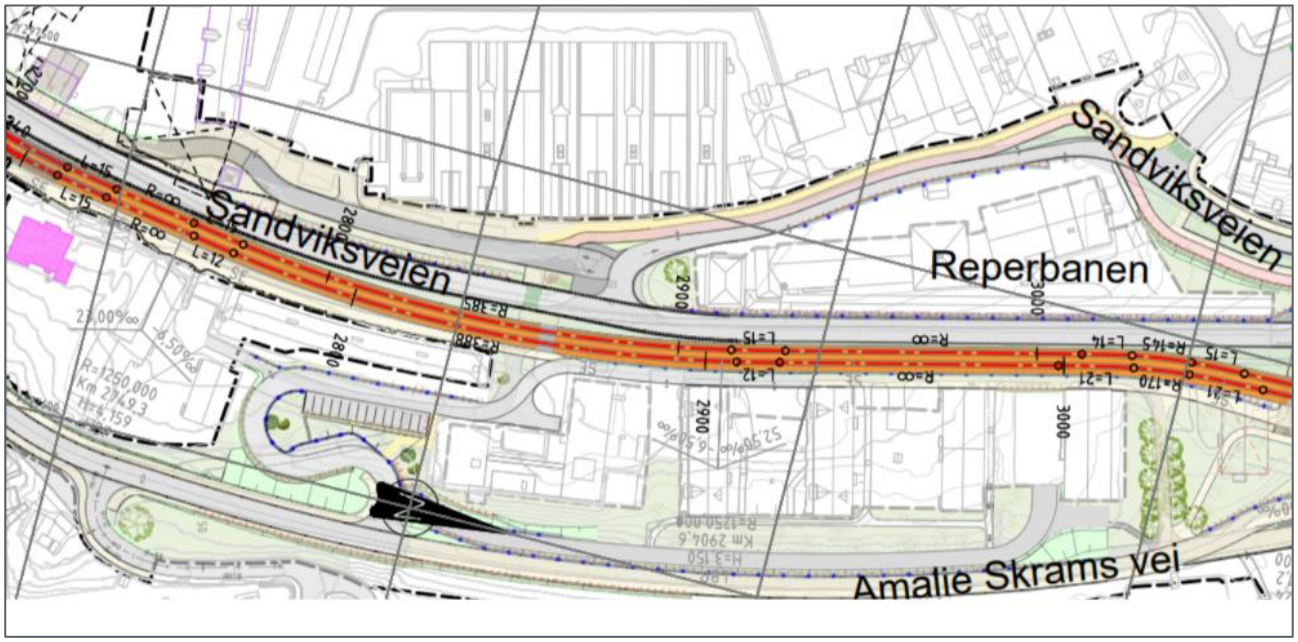
Holdeplassen etableres i nordenden av Sandvikstorget. Parallelt med baneholdeplassen legges det opp til busstopp. Det er gangfelt i hver ende av holdeplassen. Disse gangfeltene signalreguleres ikke.

Kristiansholmkrysset med tilhørende gangfeltkryssing i tre armer utformes som 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.

3.3.3 Sandviksveien

I Sandviksveien nord for Kristiansholmkrysset vil det parallelt med banen gå toveis trafikk. Her vil det være betydelig høyere trafikk enn i Sjøgaten. ÅDT i denne delen av Sandviksveien ligger på 11000-19000. Fartsgrense er 40 km/t. Tverrsnittet for kjøreveien økes til 2 x 3,5 m + kantsteinsklaring. Også her legges inn en smal rabatt mellom vei og bane, men der det er bedre plass økes denne opp til 1 m. Banetraseen skilles fra veien med kantstein. Avbøtende tiltak kan være å heve kantsteinen noe der skillet er smalt. Langs Reperbanen er snittet på det smaleste.

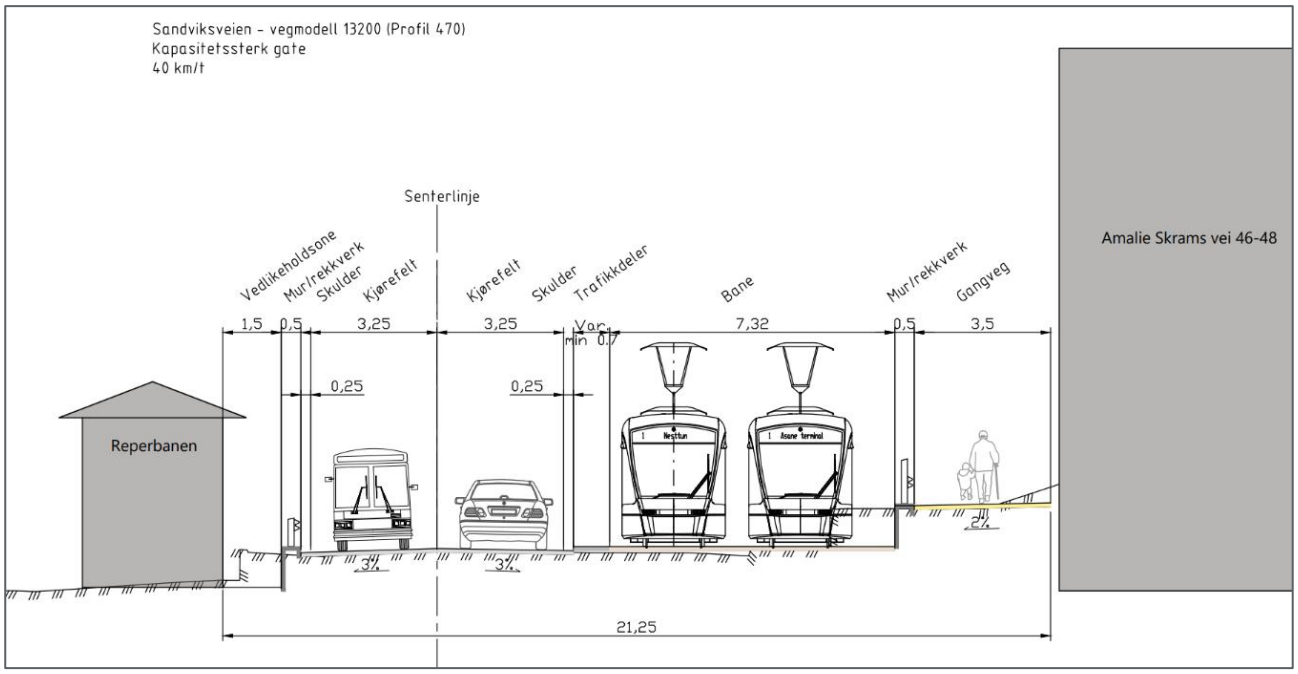
Sykkeltilbud på strekningen ligger på vestsiden av fylkesveien. Mellom Kristiansholmkrysset og Gjensidigekrysset har sykkel og fotgjengere delt løsning. Fra Gjensidigekrysset og nordover etableres sykkelvei med fortau langs den kommunale delen av Sandviksveien som går bak Reperbanen.



Figur 3-25 Sandviksveien, nord for Kristiansholmkrysset

Det legges inn et sakset signalregulert gangfelt over vei og bane i forbindelse med Gjensidigekrysset (se Figur 3-25 over).

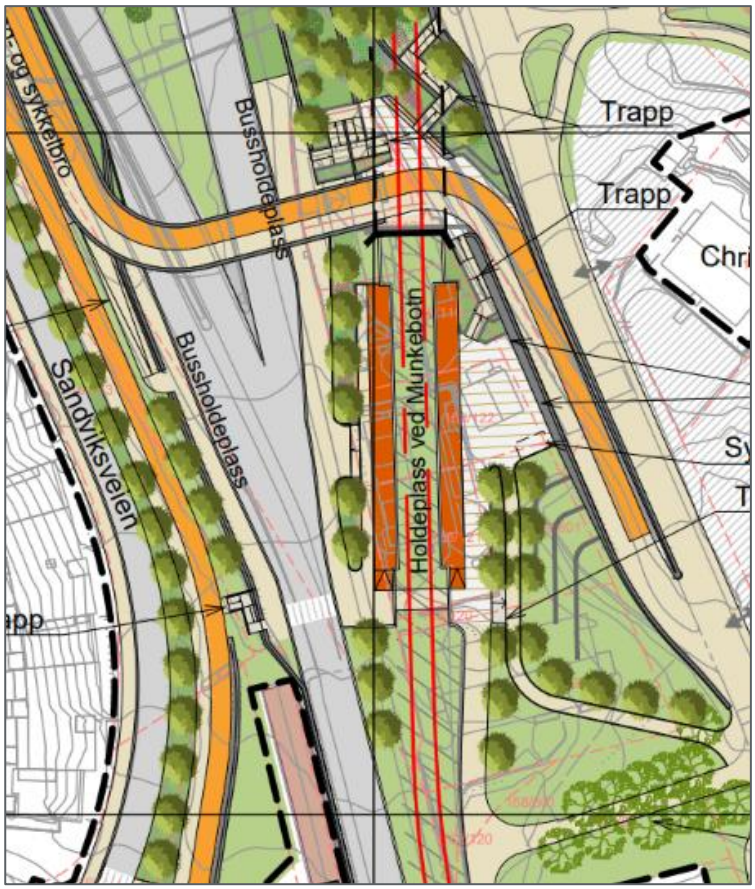
Banen følger dagens veiløp og holder generelt god sporgeometri på strekningen, med R=300-400 dimensjonert for 50 km/t. For å få holdeplass og samtidig unngå innløsning av Amalie Skrams vei 38 etableres siste kurve inn mot holdeplass i Munkebotn med R=145/170 dimensjonert for fart på 35 km/t. Holdeplass etableres i R=1000 vertikalkurve.



Figur 3-26 Snitt Sandviksveien ved Reperbanen

Før tunnelportalen ved Munkebotn etableres en ny holdeplass for Bybanen. En god del bygg rives for å gjøre plass til banetraseen og den nye holdeplassen. Eksisterende busstopp 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 veien i sørenden av holdeplassen. Gode gangforbindelser m/ snarveier på langs og på tvers til banestoppet.

Det etableres en likeretterstasjon i holdeplassområdet, fortrinnsvis integrert i muren ved tunnelportalen.



Figur 3-27 Illustrasjonsplan holdeplass Munkebotn



Figur 3-28 Illustrasjon holdeplass Munkebotn

Fra holdeplass faller banetraseen med 2 % mot og under Munkebotstunnelen, hvor det etableres lavbrekk med pumpebasseng for å samle opp og pumpe ut innlekkasjevann fra tunnelen. Det vil være behov for pumper og tilhørende teknisk skap/rom som vil ha driftsadkomst via spor. 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 regulert trasé.

4 Risikovurdering

Fareidentifiseringen ble gjennomført i de tverrfaglige analysemøtene 21. april og 15. oktober 2026. Det er totalt identifisert 11 uønskede hendelser. Fare F-1 til F-8 ble identifisert 21. april, og fare F-9 til F-11 ble identifisert 15. oktober. Fare F-8 er vurdert som utgått og lukket, begrunnelse for dette er beskrevet under faren. Tiltak som er implementert som et resultat av den første analysen er flyttet til barrierer. Beskrivelse av hvordan tiltakene er håndtert er beskrevet i Tiltak som er fjernet fra rapporten mellom analysemøtene er vist i Tabell 6-1, med en beskrivelse av hvorfor.

Tabell 6-1. Farene er videre sortert basert på Bybanens topphendelser.

4.1 Topphendelse: Avsporing

Banen har flere skarpe kurver i sentrum, noe som øker avsporingsrisikoen. Alle kurvene er innenfor kravene i Teknisk regelverk [3], og anses derfor som ivaretatt av regelverket.

4.1.1 F-1: Avsporing i sporveksler i Kaigaten eller Nygaten

Område

Sentrum

Farebeskrivelse og årsak

For vending i planlagte avvikssituasjoner, som 17. mai, er det etablert en enkel sporsløyfe i Nygaten. Tilsvarende er det plassert dobbel sporveksel for uplanlagte avvikssituasjoner i Kaigaten, som for eksempel stopp i tunnel eller behov for vending i sentrum. Plasseringen i Kaigaten og Nygaten er utsatt for løvfall, og busser i sporet drar med seg snø, slaps, sand og grus inn i sporvekselen. Dette fører til en risiko for at Bybanen sporer av i sporvekselen.

Barrierer

- Sporvekslene brukes kun i avvikssituasjoner
- Hastigheten er lav ved bruk av sporvekslene
- Det kommer ikke motgående trafikk når sporvekslene benyttes

Vurdering av risiko

Sporvekslene skal kun benyttes i avvikssituasjoner. Sannsynligheten for avsporing vurderes derfor som svært lav. Vending i sporvekslene er en planlagt aktivitet og gjennomføres i svært lav hastighet uten passasjerer ombord. Konsekvensen av en avsporing vil trolig kun være forsinkelser og eventuelle materielle skader, men det er en risiko for førstehjelpsskade for vognfører.

Sannsynlighet: S2 En gang hvert 100 – 1000 år
Konsekvens: K1 Lett skade, behov for førstehjelp

Foreslåtte tiltak

T-1: Vurdere alternative plasseringer av sporsløyfen

Vurdering av tiltak

Ved å flytte sporsløyfen til et område som er mindre utsatt for ytre påvirkning reduseres sannsynligheten for faren.

4.2 Topphendelse: Sammenstøt sporvogn og annet skinnegående kjøretøy

Det er ikke identifisert uønskede hendelser knyttet til topphendelsen Sammenstøt sporvogn og annet skinnegående kjøretøy.

4.3 Topphendelse: Sammenstøt sporvogn og veikjøretøy

4.3.1 F-2: Sammenstøt buss og motgående bybane i Kaigaten

Område

Sentrum

Farebeskrivelse og årsak

I Kaigaten skal bussen flettes inn i bybanesporet i retning sør. Se Figur 3-2 **Feil! Fant ikke referansekilden.**og Figur 3-3**Feil! Fant ikke referansekilden.**. Dersom svingen inn i sporet er for krapp er det en risiko for at bussen kommer ut i motgående spor på grunn av svingradius/overheng. Dette kan føre til et sammenstøt med motgående bybane.

Barrierer

- Buss har vikeplikt for banen
- God sikt for både vognfører og bussjåfør
- Lav hastighet på bybanen
- Lav hastighet på buss

- Bybanen kjører på sikt

Vurdering av risiko

Det er høy frekvens på både buss og bane på strekningen, sannsynligheten for et sammenstøt vurderes derfor som moderat. Både buss og bybane har lav hastighet i krysset. Bybanen er på vei mot holdeplass, og bussen starter trolig fra stillestående. Et sammenstøt vurderes derfor i hovedsak å føre til materielle skader på buss og bybane, og førstehjelpsskader for bybanefører og bussjåfør. Det er også en risiko for førstehjelpsskader for passasjerer på bybanen grunnet nødbrems.

Sannsynlighet: S3 En gang hvert 10 – 100 år
Konsekvens: K1 Lett skade, behov for førstehjelp

Foreslåtte tiltak etter analysemøtet 21.april

T-2: Øke vinkel på utkjøringen til bussen

Vurdering av tiltak

I etterkant av analysemøtet 21.april er det besluttet å signalregulere krysset. Tiltak T-2 er derfor ikke lenger anbefalt implementert.

4.3.2 F-3: Sammenstøt buss og bybane i Kaigaten

Område

Sentrum

Farebeskrivelse og årsak

I Kaigaten skal bussen flettes inn i bybanesporet i retning sør. Se Figur 3-2 **Feil! Fant ikke referansekilden.**og Figur 3-3**Feil! Fant ikke referansekilden.**. Bussen og banen kommer parallelt før flettingen. Denne vinkelen kan gjøre det vanskelig for bussjåføren å se når det er klart for å kjøre ut i sporet. Dersom bussen kjører ut mens det kommer en bane kan dette føre til en flankekollisjon mellom bane og buss.

Barrierer

- Buss har vikeplikt for banen
- God sikt for både vognfører og bussjåfør
- Lav hastighet på bybanen
- Lav hastighet på buss

- Bybanen kjører på sikt

Vurdering av risiko

Det er høy frekvens på både buss og bane på strekningen, og det skal potensielt flettes flere ganger om dagen. Sannsynligheten for hendelsen vurderes derfor som høy. Et sammenstøt i lav hastighet vurderes i hovedsak å føre til materielle skader på buss og bybane, og førstehjelpsskader for bybanefører. Det er også en risiko for førstehjelpsskader for passasjerer på bybanen grunnet nødbrems.

Sannsynlighet: S4 En gang hvert 1 – 10 år
Konsekvens: K1 Lett skade, behov for førstehjelp

Foreslåtte tiltak

T-3: Signalanlegg som gir varselsignal til buss når bybanen belegger nærliggende sporfelt

Vurdering av tiltak

Varselsignal for buss vil blinke når bybanen belegger sporfeltet. Dette sikrer at bussene ser når bybanen kommer og vil virke som en ekstra sikkerhet når sikten er begrenset. Tiltaket reduserer sannsynligheten for faren.

4.3.3 F-4: Sammenstøt mellom bybane og politiutrykning i bybanesporet

Område

Sentrum

Farebeskrivelse og årsak

Bergen sentrum politistasjon er plassert i krysset Allehelgens gate og Nygaten. Det er mulig for utrykning fra politistasjonen å kjøre ut i bybanesporet fra Halfdan Kjerulfs gate, se Figur 3-8**Feil! Fant ikke referansekilden.**. Dersom utrykningskjøretøy kommer i høy hastighet ut i bybanesporet er det en risiko for sammenstøt med en bybane som ikke rekker å stoppe for utrykningskjøretøyet.

Barrierer

- Bybanen kjører på sikt
- Bybanen kjører med lav hastighet på grunn av kurver og kort avstand til holdeplass
- All trafikk har vikeplikt for utrykningskjøretøy

- Det er opplært personell som kjører utrykning og de er kjent med at de kjører ut i sporet og at bybanen kan komme raskt forbi.

Vurdering av risiko

Sjåfører på utrykningskjøretøy har god erfaring med utfordrende kjøreforhold, og vet at de kjører ut i sporet og dermed ikke kan kjøre for fort. Bybanen fra nord kommer i lav hastighet grunnet krapp kurve i krysset Nygaten og Allehelgens gate, og nedbremsing til holdeplass i Allehelgens gate. Sannsynligheten vurderes som moderat, og konsekvensen vurderes som skader med behov for medisinsk behandling. Det er også en risiko for førstehjelpsskader for passasjerer på bybanen grunnet nødbrems.

Sannsynlighet: S3 En gang hvert 10 – 100 år
Konsekvens: K2 Skade, behov for medisinsk behandling

Foreslåtte tiltak

T-4: Varselsignal for bybanen ved utrykning

Vurdering av tiltak

Dersom bybanen får et visuelt varsel ved utrykning, kan bybaneører senke hastigheten og ta ekstra hensyn i sporet ved utkjørselen i Halfdan Kjerulfs gate. Tiltaket reduserer sannsynligheten for sammenstøt.

4.3.4 F-9: Sammenstøt mellom bybane og kjøretøy ved Sandvikstorget

Område

Sandviken

Farebeskrivelse og årsak

Sandvikstorget utformes som et sammenhengende torg med lav kantstein mellom torgareal, banetrasé og veibane. Utformingen er blant annet nødvendig for å ivareta flomvei, men innebærer samtidig at skillet mellom de ulike trafikkarealene blir mindre fysisk tydelig. Den lave kantsteinen gjør det mulig for kjøretøy å krysse banetraseen og kjøre inn på torgarealet.

I forbindelse med varelevering til torget er det en risiko for at kjøretøy som kommer til/fra Sjøgaten kan velge å kjøre over banetraseen og inn på Sandvikstorget. Dersom dette skjer samtidig som en bybane passerer, kan det oppstå sammenstøt mellom bybane og kjøretøy.

Barrierer

- Brosteinsbelagt område – med tydelige skiller mellom torg, spor og veibane
- Lav hastighet på bybanen grunnet kort avstand til holdeplass
- Lav hastighet på kjøretøy, 30 km/t
- Bybanen kjører på sikt

Vurdering av risiko

Den sammenhengende torgutformingen og de lave kantene medfører at uønsket kjøring over banetraseen er fysisk mulig. Sannsynligheten avhenger særlig av hvor tydelig det fremgår hvilke arealer som er beregnet for henholdsvis vei, bane og torg, samt hvor attraktiv den uønskede kjøreruten fremstår sammenlignet med tilkomst via Sandviksveien. Brosteinsbelegg, tydelige skiller mellom trafikantgrupper og lav hastighet bidrar til å redusere sannsynligheten for hendelsen.

Et eventuelt sammenstøt forventes å skje ved lav hastighet, både for kjøretøy og bybane. Hendelsen vurderes derfor primært å kunne medføre materielle skader og lettere personskader. Det kan likevel oppstå mer alvorlig personskade dersom kjøretøyet treffes i siden, eller dersom nødbrems medfører fallskader blant stående passasjerer i bybanevognen.

Sannsynlighet: S3 En gang hvert 10 – 100 år
Konsekvens: K2 Skade, behov for medisinsk behandling

Foreslåtte tiltak

T-9a: Pullert eller lignende på Sandvikstorget

T-9b: Justere trafikkavviklingen i Kristiansholmkrysset slik at det er mer effektivt å velge Sandviksveien

Vurdering av tiltak

Etablering av pullert eller tilsvarende fysisk sperre på Sandvikstorget vil redusere sannsynligheten for at kjøretøy kjører over banetraseen og inn på torget. Tiltaket er effektivt der den lave kantsteinen alene ikke hindrer innkjøring. Plassering og utforming må samtidig ivareta nødvendig adkomst for drifts- og utrykningskjøretøy. Justering av trafikkavviklingen i Kristiansholmkrysset kan gjøre ordinær kjørerute via Sandviksveien mer effektiv. Dette vil redusere insentivet til å velge den uønskede ruten over banetraseen. Tiltakene vil bidra til å redusere sannsynligheten for faren.

4.4 Topphendelse: Sammenstøt sporvogn og objekt

I analysemøtet ble det diskutert om det er en fare for at objekter kastes ned i sporet fra tunnelportalene. Det er en generell risiko for at objekter havner i sporet i sentrumsområder, men det ble ikke vurdert som høyere sannsynlighet for at det skjer her sammenlignet med eksisterende anlegg.

4.5 Topphendelse: Brann i sporvogn og langs spor

I analysemøtet ble det vurdert at det ikke er høyere sannsynlighet for brann i tunnelen i dette byggetrinnet sammenlignet med tidligere byggetrinn. Det som er nytt med tunnelen i dette byggetrinnet sammenlignet med eksisterende tunneler er at det er tilrettelagt for flere vogner i tunnelen samtidig. Dette er beskrevet i farebeskrivelsen nedenfor.

4.5.1 F-5: Brennende bybanevogn kan ikke kjøre til plattform

Område

Tunnel

Farebeskrivelse og årsak

For å tilrettelegge for planlagt frekvens skal tunnelen deles inn i flere blokkstrekninger. Den største risikoen er nordgående retning gjennom tunnelen ettersom frekvensen er hyppigst i denne retningen grunnet planlagt bruk av vendeanlegget. En sannsynlig løsning er beskrevet i kap.3.2.4. Konsekvensen av denne løsningen er at flere bybanevogner kan befinne seg i tunnelen samtidig. I nordgående retning kan det potensielt være 4 bybaner i tunnelen samtidig. Dette innebærer at en brennende bybanevogn ikke nødvendigvis vil ha mulighet til å kjøre helt fram til plattform. Evakuering må da gjennomføres langs rømningsgangbanen, som vist i Figur 3-10**Feil! Fant ikke referansekilden.**, langs sporet. Blokkstrekningen før holdeplassen vil trolig stoppe 100 – 150 m fra plattformen. Dette vil dermed være nærmeste stoppunkt mot plattform i en situasjon der blokkstrekningen til holdeplassen er belagt.

Barrierer

Det er ikke identifisert barrierer for hendelsen.

Vurdering av risiko

Fra driftsstart i 2010 har det ikke vært brannhendelser knyttet til brennende bybanevogn. Sannsynligheten for en brannhendelse vurderes som svært liten.

Tunnelen er tilrettelagt for evakuering med blant annet gangbane og evakueringsbelysning, og kravene i gjeldende regelverk til avstander mellom nødutganger er ivaretatt. Evakuering anses derfor å være tilfredsstillende ivaretatt også i situasjoner der bybanevognen ikke kan kjøre videre og må stoppe på et vilkårlig sted i tunnelen. Konsekvens ved evakuering i tunnel kan medføre helserisiko, herunder røykskader og potensielt brannskader.

Sannsynlighet: S2 En gang hvert 100 – 1000 år
Konsekvens: K4 Alvorlig skade, fare for 1 dødsfall

Foreslåtte tiltak

T-5a: Etablere rømningsvei fra sør på plattformen og ut av holdeplassområdet

T-5b: Gjennomføre beredskapsanalyse med fokus på håndtering av brannhendelse med flere vogner i tunnel

T-5c: Etablere rutiner for håndtering av brannhendelse med flere vogner i tunnel

Vurdering av tiltak

Ved å etablere en rømningsvei sør på plattform vil avstanden til trygt område i en evakueringssituasjon reduseres, noe som reduserer sannsynligheten for personskader i forbindelse med brannhendelser. Tiltak T-5b er viktig for å sikre at det er et omforent konsept for evakuering som er tilpasset planlagt frekvens på bybanen. Tiltak T-5c sikrer at vognførere har en omforent forståelse av hvordan brannhendelser skal håndteres. Tiltakene bidrar til å øke forståelsen av hvordan hendelser skal håndteres og kan dermed redusere sannsynligheten for personskader i forbindelse med brannhendelser i tunnelen.

4.6 Topphendelse: Personskade i sporvogn

Det er ikke identifisert uønskede hendelser hvor hovedkonsekvensen er personskade i sporvogn. Førstehjelpsskader i forbindelse med kraftig oppbremsing som konsekvens av sammenstøt er nevnt i farer under topphendelsene Sammenstøt sporvogn og veikjøretøy og Personskade påkjørsel av personer.

4.7 Topphendelse: Personskade på/ved plattform

4.7.1 F-6: Fare for villkryssing ved plattform i Munkebotn

Område

Sandviken

Farebeskrivelse og årsak

Holdeplassen i Munkebotn er tett på portalen til Munkebotstunnelen. Det er planlagt en trapp fra bussholdeplassen og ned til nordenden av holdeplassen, se Figur 3-27Feil! Fant ikke referansekilden.. Det er en risiko for at passasjerer som skal i nordgående retning krysser sporet i stedet for å gå helt sør på plattformen for å benytte den tilrettelagte gangkryssingen. Den andre veien ned på nordgående plattform fra nord er trappene på østsiden av sporet, vist i Figur 3-27 og Figur 3-28Feil! Fant ikke referansekilden..

Når bybanen kommer ut av tunnelen mot holdeplassen, vil overgangen fra tunnel til dagsone kunne gi rask endring i lysforhold. Dersom villkryssing skjer samtidig som bybanen kommer ut av tunnelen og kjører til holdeplass, kan det forårsake en påkjørsel av fotgjenger.

Barrierer

- Tilrettelagt kryssing ved sørenden av plattformen
- Bybane fra nord kommer inn mot plattform hvor banen skal stoppe. Hastigheten er dermed lav.
- Få personer som skal fra nordgående bussholdeplass til nordgående bybaneplattform eller omvendt.
- Trapp fra bussholdeplass og ned til plattform er plassert i den sørlige delen av plattformen. *(Tidligere tiltak T-6a)*
- Ganglinjen til nordgående plattform er tydeliggjort ved vegetasjon og murer *(Tidligere tiltak T-6b)*

Vurdering av risiko

Bybanen kommer ut av tunnelen og bremser ned mot holdeplass. Hastigheten er fortsatt relativt høy, og en bybanevogn som kjører på en fotgjenger vurderes å føre til alvorlig personskade, fare for 1 dødsfall. Buss og bybane går parallelt fra holdeplass på Sandvikstorget og videre forbi Munkebotstunnelen. Overgangen fra nordgående busstopp til nordgående plattform, eller omvendt, vurderes som unaturlig på dette stoppet. Det er en mulighet for at gående fra Amalie Skrams vei, som skal til bybanestoppet, går feil og kommer ned trappen til busstoppet. Det er kun unntaksvis personer som ikke er kjent som vil, ved en feil, ta denne trappen ned og gå mot bybaneplattformen. På bakgrunn av dette vurderes sannsynligheten for villkryssing som lav og derfor også sannsynligheten for påkjørsel som lav.

Sannsynlighet: S2 En gang hvert 100 – 1000 år
Konsekvens: K4 Alvorlig skade, fare for 1 dødsfall

Foreslåtte tiltak

Det er ikke foreslått ytterligere risikoreduserende tiltak.

4.8 Topphendelse: Personskade ved av-/påstigning

Holdeplassene er utformet etter teknisk regelverk [3] med universell utforming, og det er ikke identifisert uønskede hendelser knyttet til topphendelsen Personskade ved av- og påstigning. Det var enighet i analysegruppen at løsningen i Kaigaten, hvor trafikkmengden vurderes som størst, er godt planlagt for å håndtere folkemengdene. Ved større arrangementer med store folkemengder som konserter på Koengen og 17. mai vil det være behov for operative tiltak som vakter og slusing inn på holdeplasser. Dette løses på gode måter i andre store byer og er ikke vurdert som en utfordring for bybanen.

4.9 Topphendelse: Personskade i og ved spor

I analysemøtet ble det identifisert flere forhold knyttet til vedlikehold, men disse omhandlet i hovedsak tilrettelegging av tilkomst og effektiv gjennomføring av vedlikehold og er beskrevet i kap. 5 RAM-vurdering. Det ble ikke identifisert uønskede hendelser som medfører fare knyttet til topphendelsen Personskade i og ved spor.

4.10 Topphendelse: Personskade påkjørsel av personer

I analysemøtet ble det diskutert risiko for villkryssing langs linjen, men det ble generelt ikke identifisert områder med større risiko enn i dagens anlegg. Det ble identifisert to gangkryssinger med ekstra utfordringer. Disse er beskrevet i farene nedenfor.

4.10.1 F-7: Påkjørsel av fotgjenger i Allehelgens gate

Område

Sentrum

Farebeskrivelse og årsak

Busser fra Kalfaret kjører inn i bybanesporet ved Heggebakken, og kjører i sporet i Nygaten og Allehelgens gate. Dersom det står en bybane på holdeplassen i Allehelgens gate vil bussen bli stående bak banen og stenge for de to gangfeltene som er sør for holdeplassen, se Figur 3-7Feil! Fant ikke referansekilden.. Dette kan medføre at fotgjengere krysser veien i sporet bak bussen i stedet for over gangfeltet. Når en buss blir stående i sporet, reduseres siktforholdene for både fotgjenger og bybanefører. Dersom det kommer en bybane i nordgående retning er det en risiko for at bybanen kjører på en fotgjenger fordi bybanefører har begrenset sikt til fotgjengere som krysser sporet bak bussen.

Barrierer

- Bybanen kjører med lav hastighet i området grunnet holdeplass og kurvatur.
- Bybanen kjører på sikt

Vurdering av risiko

Det antas betydelig fotgjengertrafikk over gangfeltene grunnet nærheten til holdeplass og målpunkt i Marken. Busser fra Kalfaret i retning sentrum har en frekvens på 32 avganger i makstimen, og sannsynligheten vurderes derfor som moderat.

Bybanen kommer fra holdeplass og har så vidt startet akselerasjonen. En påkjørsel av fotgjenger vurderes å kunne medføre skade med behov for medisinsk behandling.

Sannsynlighet: S3 En gang hvert 10 – 100 år
Konsekvens: K2 Skade, behov for medisinsk behandling

Foreslåtte tiltak

T-7: Vurdere annen rute for bussen

Vurdering av tiltak

Ved å fjerne busser fra traseen vil det ikke lenger stå busser i sporet og sperre for gangfeltene. Sannsynligheten for faren reduseres.

4.10.2 F-8: Påkjørsel av fotgjenger ved tilrettelagt kryssing av spor og veibane

Mellom analysemøtene 21.april og 15. oktober er tiltak T-8c implementert. Løsningen er endret slik at det ikke blir en tilrettelagt kryssing som beskrevet i denne faren. Faren er dermed lukket og beskrives kun kort her for å vise at temaet er vurdert.

Område

Sandviken

Farebeskrivelse og årsak

Det er planlagt en tilrettelagt kryssing ved Sandvikstorget. Kryssingen følger den naturlige ganglinjen nedover Sandvikstorget. Den tilrettelagte kryssingen vil krysse to bybanespor og en to-felts veibane, med kun en kantstein på 0,5 m mellom sporet og veibanen. En tilrettelagt kryssing er kun nedsenket kantstein, dvs. uten gangfeltmerking eller signalanlegg. Kryssingen ligger cirka 50 meter sør for holdeplassområdet.

Selv om den tilrettelagte kryssingen kan gi fotgjengere en økt trygghetsfølelse, er det ikke nødvendigvis tydelig at fotgjengere har vikeplikt for bybanen. Dette kan føre til misforståelser om reguleringene i området og redusert oppmerksomhet under kryssingen. Dette fører til en risiko for at personer løper over sporet i en stresset situasjon og blir påkjørt av bybanen.

Foreslåtte tiltak

T-8a: Etablere fullstendig gangfelt med signalregulering

T-8b: Etablere et større venteareal mellom spor og vei

T-8c: Fjerne kryssingen

4.10.3 F-10: Påkjørsel av personer på Sandvikstorget

Område

Sandviken

Farebeskrivelse og årsak

I sørenden av Sandvikstorget er det ikke tilstrekkelig mellomrom mellom banetraseen og veibanen til å etablere et tydelig og trygt oppholdsareal for fotgjengere som krysser etappevis. Fotgjengere må krysse to bybanespor og en tofelts veibane, og må dermed forholde seg til trafikk fra flere retninger og ulike trafikantgrupper samtidig. Både banetraseen og veien ligger i kurve, noe som gir noe reduserte siktforhold mellom fotgjengere, vognfører og bilførere.

I forbindelse med gangfeltet ved holdeplassen er det etablert en refuge som strekker seg et stykke sørover mellom spor og vei, men arealet vurderes som for begrenset til å oppleves som et trygt venteareal. Dersom flere personer krysser samtidig, eller en fotgjenger må avbryte kryssingen, kan personer bli stående nær banesporet eller veibanen. Manglende vintervedlikehold av refugen kan i tillegg redusere tilgjengelig bredde og gjøre arealet mindre egnet som oppholdssted.

Barrierer

- Lav trafikkmengde i Sjøgaten
- Brosteinsbelagt område – med tydelige skiller mellom torg, spor og veibane
- Bybanen er på vei inn mot holdeplass og hastigheten er derfor lav
- Bybanen kjører på sikt

Vurdering av risiko

Norsk Fiskerimuseum og Bergen Kystkultursenter er viktige målpunkter på vestsiden av veien, og det må derfor forventes fotgjengerkryssing i området. Sannsynligheten for at en fotgjenger kommer i konflikt med bybanen eller kjøretøy vurderes som moderat ut fra forventet fotgjengertrafikk, banens frekvens og trafikkmengden i Sjøgaten. Kryssingen er kompleks fordi fotgjengere må krysse to bybanespor og en tofelts veibane, samtidig som oppholdsarealet mellom spor og vei er begrenset. Dette gir liten margin for feil ved etappevis kryssing, særlig dersom flere personer krysser samtidig eller refugen ikke er tilgjengelig som følge av snø og is.

Bybanen antas å holde svært lav hastighet i området grunnet kort avstand til holdeplass og forventet kryssende trafikk over sporet. En påkjørsel av en fotgjenger i lav hastighet kan medføre personskade. En nødvendig nødbrems kan i tillegg medføre fall og lettere personskader blant stående passasjerer i bybanevognen.

Sannsynlighet: S3 – En gang hvert 10–100 år
Konsekvens: K3 – Varig skade

Tiltak

T-10: Gjøre kjørefeltene smalere

Vurdering av tiltak

Innsnevring av kjørefeltene kan bidra til lavere kjørehastighet og økt oppmerksomhet hos bilførere gjennom området. Tiltaket reduserer primært konsekvensen og sannsynligheten for konflikt mellom fotgjengere og veikjøretøy, men vil i begrenset grad redusere risikoen for konflikt med bybanen.

4.10.4 F-11: Syklende skadet i banesporet i Kaigaten

Område

Sentrum

Farebeskrivelse og årsak

I Kaigaten kan syklister og elsparkesyklister bli fristet til å benytte banesporet som trasé, særlig i nordgående retning. Området har allerede i dag en del sykling i og langs banesporet, og erfaring fra dagens situasjon viser at syklister og elsparkesyklister bruker sporet der fortau og øvrige gangarealer oppleves som lite attraktive eller har høy fotgjengerbelastning.

I fremtidig situasjon kan denne tendensen forsterkes. Løsningen i Marken/Allehelgens gate vurderes å bli mindre attraktiv for syklende enn i dag, og det forventes samtidig høye fotgjengerstrømmer rundt holdeplassen i Kaigaten. Dersom plattform- og fortausarealene oppleves som trange eller fulle av ventende passasjerer, kan syklister og elsparkesyklister velge banesporet som en mer effektiv og sammenhengende rute gjennom området.

Sykling i banesporet medfører risiko for fall ved at hjul setter seg fast i skinnegangen. Slike fall kan skje både ved kryssing av spor og ved langsgående sykling i eller nær spor. I tillegg kan en syklist eller elsparkesyklist som faller i eller ved sporet bli liggende i banetraseen, eller måtte foreta uforutsigbare bevegelser inn og ut av sporet. Dette kan gi risiko for sammenstøt med bybane, eller med buss/annen trafikk.

Barrierer

- Bybanen kjører på sikt
- Lav hastighet for bybanen gjennom holdeplassområdet i Kaigaten
- Høy oppmerksomhet hos vognfører i området med holdeplass, fotgjengere og buss i banetrasé.

Vurdering av risiko

Sannsynligheten for at syklister eller elsparkesyklister benytter banesporet i Kaigaten vurderes som høy. Dette skyldes både erfaring fra dagens situasjon og forventet fremtidig bruksmønster, der høy fotgjengeraktivitet, trange arealer og mindre attraktiv sykkeltrasé via Marken kan gjøre banesporet mer fristende.

Den mest sannsynlige hendelsen vurderes å være fall som følge av hjul som setter seg fast i skinnene. Slike fall kan medføre alt fra lettere skader til dødsfall, med varig skade som mest sannsynlige konsekvens, avhengig av fart, fallretning og om syklisten treffer kantstein, skinne, stolpe, kjøretøy eller andre trafikanter. Fall i seg selv vurderes som en relativt sannsynlig hendelse. Den mer alvorlige situasjonen oppstår dersom en syklist eller elsparkesyklist faller i banetraseen samtidig som en bybane nærmer seg, eller dersom bybanen må nødbremse for å unngå sammenstøt. Dette kan medføre alvorlig personskade for syklisten og førstehjelpsskader blant stående passasjerer i bybanevognen.

Sannsynlighet: S3 – En gang hvert 10–100 år
Konsekvens: K3 – Varig skade

Tiltak

Det ble ikke identifisert risikoreduserende tiltak.

4.11 Topphendelse: Ekstern påkjørsel av konstruksjon/struktur

Det er ikke identifisert uønskede hendelser knyttet til topphendelsen Ekstern påkjørsel av konstruksjon/struktur.

5 RAM-vurdering

Identifisering av RAM-forhold ble gjennomført i de tverrfaglige analysemøtene 21. april og 15.oktober 2026. Det er totalt identifisert 11 RAM-forhold, hvorav alle ble identifisert i analysemøtet 21.april. Ett nytt tiltak, T-4c, ble identifisert 15.oktober. RAM-forholdene er videre sortert på de tre områdene sentrum, tunnel og Sandviken.

5.1 Sentrum

5.1.1 RAM-1: Skarp kurve fører til økt vedlikehold

Bybanen skal gå i eksisterende gater gjennom sentrum, som ikke nødvendigvis er tilrettelagt for spordrift. Det innebærer flere skarpe kurver. Kurvene er innenfor regelverket, men skarp kurvatur gir økt slitasje og dermed større behov for vedlikehold, for eksempel smøring. I tillegg har skarpe kurver en forventet levetid på om lag 15 år. Både løpende vedlikehold og utskifting etter endt levetid vil kunne medføre nedetid på sporet. Det er derfor viktig å planlegge for effektive vedlikeholds- og utskiftingsoperasjoner som i størst mulig grad reduserer påvirkning på drift og tilgjengelighet.

Foreslåtte tiltak

TRAM-1: Hensiktsmessig og effektiv løsning for bytting av spor etter endt levetid for å redusere nedetid på spor

5.1.2 RAM-2 Plassering av skap og tekniske rom

Det er foreløpig ikke avsatt areal til tekniske skap og rom. En hensiktsmessig plassering av skapene er viktig for å sikre effektiv drift og vedlikehold, blant annet ved å gi god tilkomst for inspeksjon, feilsøking og utskifting. Videre bør arealene plasseres slik at de ikke hindrer sikt eller tilgjengelighet for trafikanter, samtidig som de er beskyttet mot påkjørsler og ytre påvirkninger. Optimal plassering vil kunne redusere nedetid ved feil og gjøre det enklere å utføre nødvendige oppgraderinger eller utskiftinger i fremtiden.

Foreslåtte tiltak

TRAM-2: Avsette nødvendig areal til skap og tekniske rom på hensiktsmessige steder

5.1.3 RAM-3: Buss fortsetter i spor

Bussen deler trasé med bybanen i Allehelgens gate, og skal kjøre ut av sporet og inn i Småstrandgaten. Det er en risiko for at bussen fortsetter i bybanesporet forbi planlagt avkjøringspunkt i enden av Allehelgens gate, og dermed kommer inn i et sporavsnitt hvor buss ikke skal oppholde seg. En buss i sporet vil blokkere sporet og føre til forsinkelser for bybanen, ved at bybanen må stoppe og vente til sporet er frigjort igjen. Det er kun buss i rute som skal bruke sporet. Bussjåfør skal være kjent med ruten, derfor vurderes sannsynligheten som lav for forholdet.

Foreslåtte tiltak

TRAM-3a: Vurdere alternative traseer for bussen

TRAM-3b: Markering i form av farge eller annet materiale i sporet/gatedekket

5.1.4 RAM-4: Økt vedlikehold av sporveksler i Kaigaten og Nygaten

For avvikssituasjoner er det lagt inn sporveksler i Kaigaten og Nygaten, se Figur 3-3Feil! Fant ikke referansekilden. og Figur 3-8Feil! Fant ikke referansekilden.. I Kaigaten er det en dobbel sporsløyfe og i Nygaten er det en enkel sporsløyfe. Plasseringen i Kaigaten og Nygaten er utsatt for løvfall, og busser i sporet drar med seg snø, slaps, sand og grus inn i sporvekselen. Dette fører til behov for hyppigere rensing/vedlikehold og økt sannsynlighet for feil i omlegging eller deteksjon. Dette kan også medføre risiko for forsinkelser som fort sprer seg til både bane og buss.

Foreslåtte tiltak

TRAM-3a: Vurdere alternative traseer for bussen

TRAM-4b: Vurdere alternative plasseringer av sporsløyfen til et mindre belastet område

TRAM-4c: Vurdere plass til oppstilling i forbindelse med vedlikehold av sporvekslene

5.1.5 RAM-5: Kjøretøy inn i tunnel ved Heggebakken

I Kong Oscars gate er det lagt opp til at persontrafikk kan krysse bybanesporet i et regulert veikryss. Dersom kjøretøy kjører feil inn i krysset kan det feilaktig kjøre inn i bybanetunnelen ved portalen i Heggebakken. Hendelsen kan oppstå ved misforståelser i gatebildet eller stressede trafikksituasjoner.

Det er gode varslingssystemer, slik at bybanefører får beskjed om å senke farten og dermed mest sannsynlig ikke kjører på kjøretøyet. Feilkjøringen vil føre til at trafikken må stanses inntil situasjonen er avklart og kjøretøy er fjernet. Dette vil gi redusert tilgjengelighet og regularitet, og kan i verste fall medføre behov for assistanse fra nødetater/bergingsbil og etterfølgende inspeksjon av spor/overbygning dersom det

er risiko for skade. Sannsynligheten vurderes som lav ettersom det skal benyttes pukk fra gangfeltet og inn i tunnelen *(Tidligere tiltak TRAM-5).*

Foreslåtte tiltak

Det er ikke identifisert behov for ytterligere tiltak.

5.1.6 RAM-6: Opphopning av vogner som venter på å kjøre inn i tunnel

Den planlagte frekvensen for bybanen er satt til intervaller på to minutter for strekningen Nonneseter til Sverresborg. Dette innebærer svært korte tidsrom mellom vognene, noe som kan bli utfordrende dersom det oppstår uforutsette stopp eller forsinkelser. Situasjonen er særlig kritisk i tunnelen, hvor hver vogn må vente til strekningen foran er fri før den kan kjøre videre. Med så tett ruteplan kan selv små hendelser få store ringvirkninger, som påvirker trafikkflyten gjennom sentrum for både buss og bybane.

Foreslåtte tiltak

TRAM-6: Definere «venteplasser» slik at bybaner/busser i kø påvirker trafikkavviklingen rundt i minst mulig grad

5.1.7 RAM-7: Redusert fremkommelighet i delt trasé med buss

I store deler av traséen gjennom sentrum skal bybanen dele trasé med buss i rute. Dette kan skape utfordringer knyttet til trafikkavvikling. Dersom buss blir forsinket, stanser uventet eller av andre årsaker bruker lengre tid i sporet enn forutsatt, kan dette føre til at bybanen må redusere hastigheten eller stoppe. Tilsvarende kan forsinkelser i bybanetrafikken påvirke bussens fremkommelighet. Delt trasé gir dermed økt sannsynlighet for forsinkelser og redusert regularitet for begge transportsystemene, og gjør trafikkavviklingen mer sårbar for mindre driftsforstyrrelser.

Foreslåtte tiltak

TRAM-3a: Vurdere alternative traseer for bussen

5.2 Tunnel

5.2.1 RAM-8: Vedlikehold av vendeanlegg

I vendeanlegget i tunnelen er det flere store sporveksler. Disse skal være i hyppig bruk og har behov for vedlikehold. Det er i utgangspunktet ikke tilkomst i tunnelen for kjøretøy, og tilkomst må skje via spor eller

heiser ned fra mesanin. For at sporveksler og annet utstyr i tunnelen skal få tilstrekkelig vedlikehold, er det viktig med god tilkomst for nødvendig utstyr.

Foreslåtte tiltak

TRAM-8: Fremskutt lager med nødvendig utstyr for vedlikehold

5.3 Sandviken

5.3.1 RAM-9: Trafikkaos i Kristianholmkrysset

Kristianholmkrysset er et sentralt punkt der bybane, biler, busser, syklister og gående møtes. For å opprettholde høy regularitet for bybanen er det avgjørende at signalanlegget har stabil oppetid og at prioriteringslogikken fungerer som planlagt. Dersom signalanlegget svikter, kan det få betydelige konsekvenser for trafikkavviklingen både for bybanen og øvrig trafikk i krysset. Spesielt Sandviksveien, med høy trafikkmengde (ÅDT), blir ekstra utsatt for kaotiske tilstander ved slike driftsavvik. Dette kan også føre til at kjøretøy i en kaotisk situasjon kjører ut i bybanesporet, noe som kan medføre ytterligere forsinkelser.

Foreslåtte tiltak

TRAM-9: Prosjektere signalanlegget med ekstra redundans

TRAM-3b: Markering i form av farge eller annet materiale i sporet/gatedekket

5.3.2 RAM-10: Kjøretøy blir stående over banespor pga. kø på veien

I Kristiansholmkrysset kan kjøretøy fra Sandviksveien som skal nordover bli stående over bybanesporet på grunn av kø og tilbakeblokkering over krysset. Hendelsen kan oppstå når kjøretøy kjører inn i krysset uten at det er tilstrekkelig plass til å komme helt ut på andre siden. I henhold til trafikkregler skal man ikke kjøre over en planovergang før man vet at man har plass på andre siden, men dette overholdes ikke alltid i praksis. Sandviksveien har høy ÅDT på over 10 000. Det er i tillegg en avkjøring på vestsiden av veien hvor et kjøretøy fra sør potensielt må stå lenge og vente for å kunne kjøre av, se Figur 3-25Feil! Fant ikke referansekilden.. Bybanen kjører i lav hastighet på sikt og det vurderes at den klarer å stoppe før krysset. Tilbakeblokkering over sporet kan føre til nedetid på sporet.

Foreslåtte tiltak

TRAM-3b: Markering i form av farge eller annet materiale i sporet/gatedekket

5.3.3 RAM-11: Flom i Sandviken

Sandviken har flomutfordringer knyttet til både avrenning fra fjellsiden og stormflo/havnivåstigning. Sandvikstorget ligger lavt og er spesielt utsatt. Dersom det blir for mye vann i sporet er det ikke mulig for bybanen å kjøre. Vann kan også skade drivmaskinene i sporveksler, noe som fører til ytterligere nedetid på sporet. I tillegg kan flomvann transportere med seg masser (sand/grus/løv) som tetter sluk og drenssystem, noe som øker sannsynligheten for økt vedlikehold og driftsavbrudd.

Foreslåtte tiltak

TRAM-11b: Heve hele sporområdet

TRAM-11c: Benytte manuelle sporveksler

6 Tiltaksvurdering

Tiltakene som er foreslått i denne RAMS-analysen er oppsummert nedenfor. Hvert tiltak er overordnet vurdert med hensyn til nytteverdi. Samtlige identifiserte tiltak vil følges opp videre i prosjektets RAM- og farelogg [1]. Tiltak som er fjernet fra rapporten mellom analysemøtene er vist i Tabell 6-1, med en beskrivelse av hvorfor.

Tabell 6-1 Tiltak som er fjernet fra rapporten

Fare/RAM-ID	Tiltaks-ID	Beskrivelse	Begrunnelse
F-6	T-6a	Flytte trappen lengre sør	Tiltaket er gjennomført. Trappen er flyttet lengre sør.
	T-6b	Tydeliggjøre at ganglinjen til nordgående plattform er over tilrettelagt kryssing i sørenden av plattform	Ganglinjen til nordgående plattform er tydeliggjort ved vegetasjon og murer.
F-8	T-8	Fjerne kryssingen	Kryssingen er fjernet og faren er derfor utgått og lukket.
RAM-4	TRAM-4a	Vurdere om det kan benyttes enkel sporsløyfe for å redusere vedlikehold	Det er byttet til enkel sporsløyfe i Nygaten. I Kaigaten er det nødvendig med dobbel sporsløyfe.
RAM-5	TRAM-5	Etablere avvisende underlag, som pukk, fra gangfeltet og inn i portalen	Det er etablert pukk fra gangfeltet og inn i portalen.
RAM-11	TRAM-11	Flytte sporvekslene til et mindre flomutsatt sted	Sporvekslene er flyttet til nord for holdeplassen hvor risiko for flom er lavere.

6.1 Risikoreduserende tiltak

Tabell 6-2 angir foreslåtte risikoreduserende tiltak for farene som er identifisert i analysene, samt en vurdering av disse.

Tabell 6-2 Foreslåtte risikoreduserende tiltak

Fare-ID	Tiltaks-ID	Beskrivelse	Vurdering
F-1	T-1	Vurdere alternative plasseringer av sporsløyfen	Tiltaket vil redusere sannsynligheten for faren ettersom dagens lokasjon er utsatt for løvfall og busser som drar med seg snø, slaps, sand og grus inn i sporvekselen. Tiltaket må vurderes opp mot hvilke konsekvenser alternative plasseringer fører med seg mtp. planlagt driftsmønster.

Fare-ID	Tiltaks-ID	Beskrivelse	Vurdering
F-2	T-2	Øke vinkel på utkjøringen til bussen	I etterkant av analysemøtet 21.april er det besluttet å signalregulere krysset. Tiltak T-2 er derfor ikke lenger anbefalt implementert.
F-3	T-3	Signalanlegg som gir varselsignal til buss når bybanen belegger nærliggende sporfelt	Tiltaket krever oppsett av sporfelt og signal, og det er dermed ekstra kostnader tilknyttet tiltaket. Tiltaket anbefales allikevel grunnet svært høy nytteverdi.
F-4	T-4	Varselsignal for bybanen ved utrykning	Varselsignalet kan samkjøres med eksisterende varselsignaler ved uttrykning og vurderes som relativt enkelt å etablere. Tiltaket vil gjøre vognførere mer oppmerksom på utrykning og anbefales gjennomført.
F-5	T-5a	Etablere rømningsvei fra sør på plattformen og ut av holdeplassområdet	En rømningsvei sør på plattformen vil være kostbart å etablere. Basert på antatt behov og bruk, og risiko dersom den ikke etableres, må det vurderes om dette tiltaket er hensiktsmessig å innføre. Tiltaket anbefales vurdert videre.
	T-5b	Gjennomføre beredskapsanalyse med fokus på håndtering av brannhendelse med flere vogner i tunnel	Tiltaket bidrar til å sikre en helhetlig strategi for evakuering etter at planlagt frekvens på banen er etablert. Tiltaket anbefales.
	T-5c	Etablere rutiner for håndtering av brannhendelse med flere vogner i tunnel	Tiltaket er svært viktig for å sikre at vognførere har en omforent forståelse av hvordan brannhendelser skal håndteres. Tiltaket anbefales.
F-6	T-6b	Tydeliggjøre at ganglinjen til nordgående plattform er over tilrettelagt kryssing i sørenden av plattform	Tiltaket er viktig for å redusere sannsynligheten for villkryssing ved tunnelportalen. Tiltaket anbefales gjennomført.
F-7	T-7	Vurdere annen rute for bussen	Tiltaket vil redusere sannsynligheten for faren og må vurderes opp mot hvordan dette påvirker rutetilbudet for busslinjen. Tiltaket anbefales vurdert videre.

Fare-ID	Tiltaks-ID	Beskrivelse	Vurdering
F-9	T-9a	Pullert eller lignende på Sandvikstorget	Tiltaket vil redusere sannsynligheten for at biler kjører inn på Sandvikstorget på feil sted. Plassering og utforming må samtidig ivareta nødvendig adkomst for drifts- og utrykningskjøretøy, og hindre at biler som kjører over sporet blir stående fast i banetraseen. Tiltaket anbefales vurdert videre.
	T-9b	Justere trafikkavviklingen i Kristiansholmkrysset slik at det er mer effektivt å velge Sandviksveien	Tiltaket vil redusere insentivet til å velge den uønskede ruten over banetraseen og anbefales gjennomført så fremt det ikke skaper utfordringer for trafikkflyten i krysset. Tiltaket anbefales vurdert videre.
F-10	T-10	Gjøre kjørefeltene smalere	Tiltaket vil tvinge hastigheten ned for kjøretøy, men må vurderes videre basert på konsekvensene smalere kjørefelt vil ha for trafikkflyt og trafikktrygghet.

6.2 RAM-tiltak

Tabell 6-3 angir foreslåtte RAM-tiltak for RAM-forholdene som er identifisert i analysene, samt en vurdering av disse.

Tabell 6-3 Foreslåtte RAM-tiltak

RAM-ID	Tiltaks-ID	Beskrivelse	Vurdering
RAM-1	TRAM-1	Hensiktsmessig og effektiv løsning for bytting av spor etter endt levetid for å redusere nedetid på spor	Tiltaket er viktig for å redusere nedetiden på sporet når nødvendig sporbytte gjennomføres. Tiltaket anbefales.
RAM-2	TRAM-2	Avsette nødvendig areal til skap og tekniske rom på hensiktsmessige steder	Tiltaket bidrar til effektivt vedlikehold ved sporet, og sikrer at vedlikehold kan gjennomføres på en trygg måte. Tiltaket anbefales.
RAM-3/ RAM-4/ RAM-7	TRAM-3	Vurdere alternative traseer for bussen	Tiltaket vil redusere bussens påvirkning på planlagt rutetrafikk for bybanen og må vurderes opp mot hvordan dette påvirker rutetilbudet for busslinjen. Tiltaket anbefales vurdert videre.

RAM-ID	Tiltaks-ID	Beskrivelse	Vurdering
RAM-3/ RAM-9/ RAM-10	TRAM-3b	Markering i form av farge eller annet materiale i sporet/gatedekket	Tiltaket er en visuell barriere, og vil redusere sannsynligheten for at kjøretøy kjører inn i sporet. Materialvalg må vurderes opp mot behov for vedlikehold og sportilgang. Tiltaket anbefales.
RAM-4	TRAM-4a	Vurdere om det kan benyttes enkel sporsløyfe for å redusere vedlikehold	Dersom dobbel sporsløyfe ikke er nødvendig for planlagt avviksvending, bør det vurderes om sporarrangementet kan forenkles. En enklere løsning vil gi lavere vedlikeholdsbehov og redusere omfanget av arbeid ved framtidige utskiftninger. Tiltaket må vurderes.
	TRAM-4b	Vurdere alternative plasseringer av sporsløyfen til et mindre belastet område	Dersom det finnes alternative lokasjoner for sporvekslene, kan dette gjøre vedlikehold lettere å gjennomføre. Tiltaket må vurderes opp mot hvilke konsekvenser alternative plasseringer fører med seg.
	TRAM-4c	Vurdere plass til oppstilling i forbindelse med vedlikehold av sporvekslene	Tiltaket er viktig for å sikre effektiv gjennomføring av drift og vedlikehold av sporvekslene. Tiltaket anbefales gjennomført.
RAM-5	TRAM-5	Etablere avvisende underlag, som pukk, fra gangfeltet og inn i portalen	Tiltaket er en visuell og delvis fysisk barriere, og vil redusere sannsynligheten for hendelsen. Tiltaket anbefales.
RAM-6	TRAM-6	Definere «venteplasser» slik at bybaner/busser i kø påvirker trafikkavviklingen rundt i minst mulig grad	Tiltaket bidrar til effektiv trafikkavvikling og har lave kostnader. Tiltaket anbefales.
RAM-8	TRAM-8	Fremskutt lager med nødvendig utstyr for vedlikehold	Tiltaket er tidsbesparende for vedlikehold i tunnelen. Tiltaket må vurderes basert på tilgjengelig plass og eventuelle kostnader knyttet til etablering av rom til lageret.
RAM-9	TRAM-9	Prosjektere signalanlegget med ekstra redundans	Tiltaket er potensielt kostbart, men vil ha god effekt i et område som kan skape kaos i trafikkavviklingen. Tiltaket anbefales.
RAM-11	TRAM-11a	Flytte sporvekslene til et mindre flomutsatt sted	Dersom det finnes alternative lokasjoner for sporvekslene, kan dette sikre drift av bybanen i en flomsituasjon. Tiltaket må vurderes opp mot hvilke konsekvenser alternative plasseringer fører med seg.

RAM-ID	Tiltaks-ID	Beskrivelse	Vurdering
	TRAM-11b	Heve hele sporområdet	Tiltaket er svært kostbart, men vil redusere sannsynligheten for nedetid på sporet ved flom. Tiltaket må vurderes basert på forventet frekvens for flom og krav om oppetid i disse situasjonene for bybanen.
	TRAM-11c	Benytte manuelle sporveksler	Tiltaket kan redusere sårbarheten ved flom ved at sporvekslene ikke er avhengige av elektriske drivmaskiner som ikke tåler vann. Tiltaket må vurderes videre basert på forventet bruk og kostnader knyttet til løsningen.

7 Oppsummering og evaluering

7.1 Fareidentifisering

Det er identifisert og vurdert ti farer knyttet til planlagt trasé for Bybanen fra sentrum via tunnel til Sandviken. Risiko tilknyttet de identifiserte farene er oppsummert i Tabell 7-1. Beskrivelse av sannsynlighets- og konsekvenskategoriene finnes i Tabell 2-4 og Tabell 2-5.

Tabell 7-1 Risikomatrise med oppsummering av analysen

		Konsekvens					
		K1	K2	K3	K4	K5	K6
Sannsynlighet	S6						
	S5						
	S4	F-3					
	S3	F-2	F-4, F-7, F-9	F-10,F-11			
	S2	F-1			F-5, F-6		
	S1						

Åtte farer er vurdert som gule – tolererbart område i risikomatrisen. For alle farene er det foreslått risikoreduserende tiltak. Tiltak T-3, T-4, T-5b, T-5c, T-6a og T-6b anbefales implementert i henhold til ALARP-prinsippet. Tiltak T-5a er svært kostbart og nytteverdien må vurderes, og tiltak T-7, T-9b og T-10 må vurderes basert på hvordan de påvirker ytterligere trafikk.

To farer er vurdert som grønn – akseptabelt område i risikomatrisen. Det er foreslått ett tiltak for hver fare som anbefales implementert i henhold til ALARP-prinsippet.

Oppsummert for sikkerhet viser vurderingen at løsningen for Bybanen BT5-T, fra Bergen sentrum til Sandviken, i hovedsak kan gjennomføres på en sikker måte, men at enkelte forhold må ivaretas videre i detaljering av løsningene.

Sikkerhetsutfordringene 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 håndteres videre i en egen risikovurdering [4].

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.

7.2 RAM

I denne vurderingen er 11 RAM-forhold vurdert for planlagt trasé for Bybanen fra sentrum via tunnel til Sandviken.

Det er identifisert utfordringer knyttet til høy frekvens på banen i felles trasé med buss i rute. Dette gjelder i hovedsak strekningen fra Kaigaten til tunnelportal ved Heggebakken, hvor bybanen har frekvens på ned mot 2 minutter. Det foreligger begrenset erfaring med busser i blandet trafikk med så høyfrekvent banetrasé i Bergen. Man har erfart noen utfordringer i fellestraséen i Kaigaten, hvor det går både buss og bane. Felles trasé for buss og bane medfører mer og hyppigere vedlikehold, og det er oftere feil på sporveksler som følge av at tunge kjøretøy gir økt slitasje på vekselen.

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 bybane, biltrafikk, buss, syklister 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. Alle identifiserte farer og RAM- forhold følges opp videre i prosjektets RAM- og farelogg [1].

8 Referanser

[1] Norconsult Norge AS, RAM- og farelogg, RA-B-049.

[2] Bybanen, Risikostyring og akseptkriterier, Dok-ID: 1248, 2021.

[3] Bybanen AS, Teknisk regelverk for prosjektering og bygging, Dok-ID: 1180 (2023).

[4] Norconsult Norge AS, Brannteknisk risikokartlegging av vendespor og stoppsignal i tunnel, NO-B-016.

Vedlegg 1 – BT5-T_B1_B_0001

Tegningen viser løsningen slik den foreligger på analysetidspunktet, 15.oktober 2026.

Vedlegg 2 - BT5-T_B1_C_0001

Tegningen viser løsningen slik den foreligger på analysetidspunktet, 15.oktober 2026.

Vedlegg 3 - BT5-T_B2_C_0001

Tegningen viser løsningen slik den foreligger på analysetidspunktet, 15.oktober 2026.

Vedlegg 4 - BT5-T_B3_C_0001

Tegningen viser løsningen slik den foreligger på analysetidspunktet, 15.oktober 2026.

Vedlegg 4 - BT5-T_B3_C_0002

Tegningen viser løsningen slik den foreligger på analysetidspunktet, 15.oktober 2026.

Vedlegg 5 - BT5-T_B3_B_0001

Tegningen viser løsningen slik den foreligger på analysetidspunktet, 15.oktober 2026.