

Dato:



Bybanen fra sentrum til Fyllingsdalen

Delstrekning 1: Nonneseter- Kronstad
Områderegeringsplan PlanID: 64040000

Teknisk forprosjekt
November 2016

Revisjonshistorie

Kontraktsummer:		Saksnummer:	Oppdragsnummer	Dokumentnummer	
D00		201423440/201442427721	15530104	D00-100-RAP-LED-001	
Rev.	Dato:	Tekst:	Laget av:	Kontrollert av:	Godkjent av:
01	16.09.2016	For gjennomgang av Bergen kommune	Terje Liveng	Runar Holvik	Mats Mastervik
02	18.11.2016	Oppdatert for kommentarer fra Bergen kommune	Terje Liveng	Runar Holvik	Mats Mastervik



Innhold

Revisjonshistorie	2
1. Forutsetninger og grunnlag	4
2. Bane	6
2.1. Spor	6
2.2. Banestrøm	10
2.3. Signalanlegg bane	12
2.4. Elektroanlegg	15
2.5. Luftstøy, strukturlyd og vibrasjoner	19
3. Veg og anlegg	29
3.1. Vei- og gateanlegg	29
3.2. Alternativ sykkelrute i Møllendal	33
3.3. Signalanlegg veganlegg	35
3.4. VA-anlegg og fjernvarme	36
3.5. Konstruksjoner	37
3.6. Grunnforhold	41
3.7. Forurensede masser	46
3.8. Haukeland sykehus holdeplass	50
3.9. Tunnelarbeider (ingeniørgeologi)	57
3.10. Brannstrategi tunneler	63
3.11. Anleggsgjennomføring (faseplaner)	65
4. Landskap og arkitektur	68
4.1. Holdeplasser / Offentlige byrom	68
4.2. Parkdrag	69
5. Sikkerhet	70
5.1. RAMS	70
5.2. SHA	70
5.3. 3.person/Normal drift (anleggsfasen)	71
6. Grunnerverv	71
7. Fravik	71
8. Vedlegg	71



1. Forutsetninger og grunnlag

Bybanens trasé innenfor planområdet har en lengde på ca. 3,25 km fra Bystasjonen til og med Kronstad. Det er planlagt fire holdeplasser på strekningen; *Lungegårdskaiaen, Møllendal, Haukeland sykehus og Kronstad.*

Med bakgrunn i foreslått reguleringsplan med tilhørende planbeskrivelse, er det her utarbeidet et teknisk forprosjekt. Formålet med Teknisk forprosjekt er beskrevet i vedlegg A1-R i arbeidsgrunnlaget for prosjektet:

«Teknisk forprosjekt skal gi grunnlag og tilstrekkelig sikkerhet for at løsningene som legges til grunn for reguleringsplanene er gjennomførbare, kostnadseffektive og sikre. Materialet skal også gi grunnlag for å beregne kostnader (Anslag), vurdere konsekvenser og konflikter, samt gi grunnlag for grunnerverv».

Reguleringsplanen er et redskap for å forme bydelen på lang sikt, men skal også kunne ivareta dagens situasjon uten for store umiddelbare endringer for de boliger og næringsdrivende som er i området i dag. Det kan bli store endringer for enkelte, selv om det er små endringer for byen som helhet.

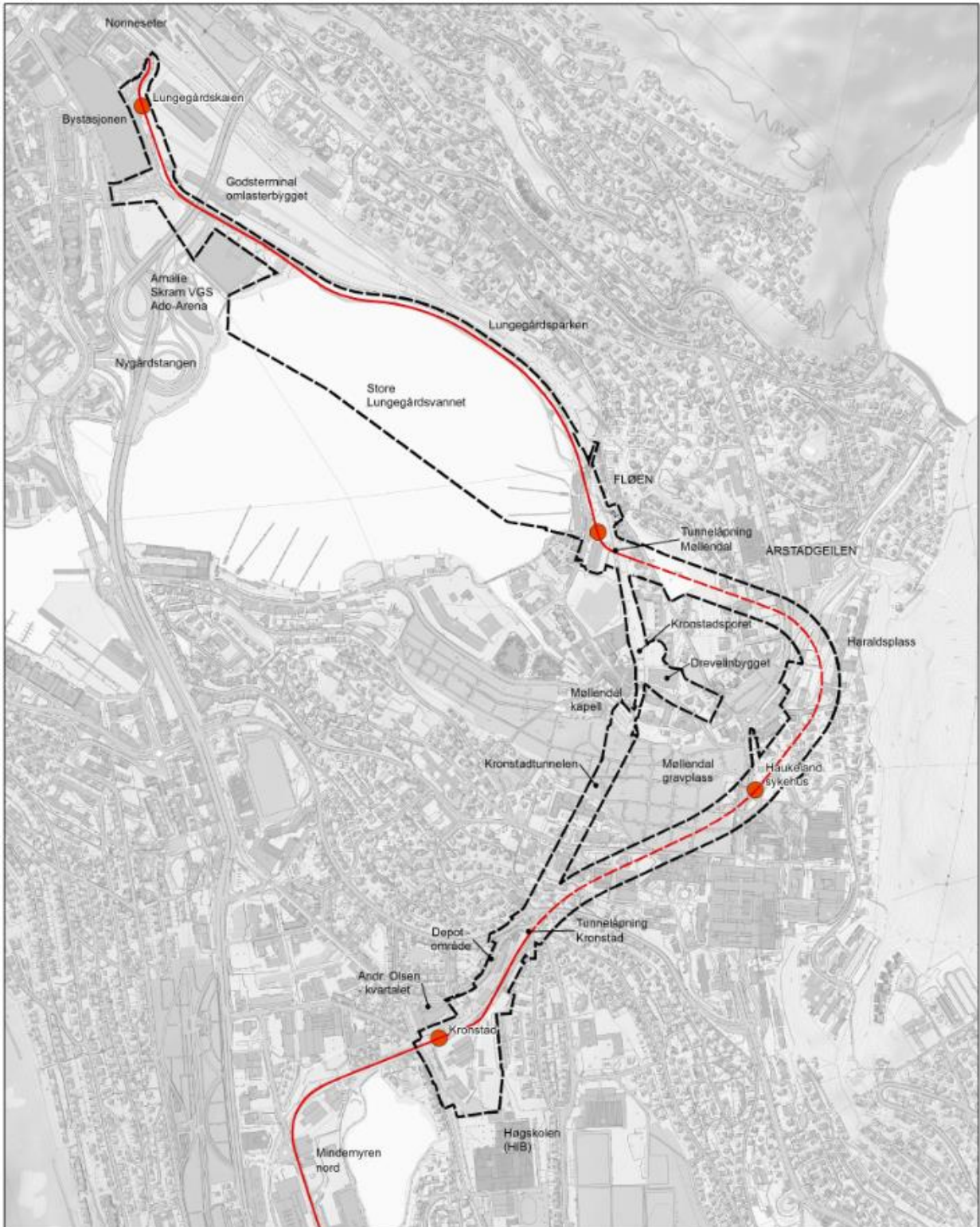
Teknisk forprosjekt (denne rapporten) beskriver løsninger som er gjennomførbare, kostnadseffektive og sikre, men er ikke eneste måte å gjennomføre utbyggingen på. Dokumentet omfatter ikke alle løsninger i reguleringsplanen.

Detaljfasen vil bygge videre på de her viste løsninger, men kan munne ut i andre løsninger som grunnlag for byggefasen, med årsak i bl.a. midlertidighet, endrete forutsetninger, kostnader, etc.

I enkelte områder innenfor planområdet er det bygninger, funksjoner/aktiviteter, adkomster, etc. som skal opprettholdes inntil transformasjon er gjennomført. Denne rapporten og tilhørende planer/tegninger er primært utarbeidet for å ivareta disse midlertidigheter i tidsrommet når Bybanen tas i bruk på denne strekningen. Utforming av enkeltelementer som vil måtte endres når transformasjon gjennomføres er vurdert og inntatt i planene, der dette er av betydning for den løsningen som er vist i teknisk forprosjekt.

Profileringen som er angitt i etterfølgende tekst refererer seg til profilering for bybanesporet, med «null-punkt» der ny linje 2 tar av fra dagens linje 1 ved Statens hus ved Bystasjonen.





Figur 7: Oversikt DS1



2. Bane

2.1. Spor

Prosjektering av banen er utført med en utgående og en inngående senterlinje, der begge linjene starter med KM 0,000 i sentrum. Teknisk regelverk, kapittel B.1.2 og B.1.3, har gitt de dimensjonerende kriteriene for banen både i forhold til geometri, kurvetillegg, overhøyde og sikkerhetsavstand til spor. Den totale banetraséen blir presentert med linjer som viser frittromsprofilen, som er det areal som banen trenger i forhold til de sikkerhetskrav som teknisk regelverk stiller. Frittromsprofilen er sporavstand, kurvetillegg og sikkerhetsavstand inkludert. Det er i beregning av sporavstand som hovedprinsipp lagt til grunn midtstilte kjøreledningsmaster (KL-master) for hele traseen.

I mange kurver er tilgjengelig tverrsnitt for banen så smalt at det gir liten plass for overhøyde. Hvis det i prosjekteringsfasen viser seg at det er behov for overhøyde kan det vurderes sidestilte master på de mest kritiske steder. Det gir mulighet å flytte sporene innenfor dagens banetrasé for å gi plass til overhøyde. Langs Store Lungegårdsvannet, hvor hastigheten er antatt høy, er det lagt inn ekstra trasébredde for å gi mulighet til overhøyde i prosjekteringsfasen. I tillegg vil det være plass i tunnelen ved Haukeland til å utvide traséen for overhøyde. Øvrige steder er banen begrenset av inntilliggende konstruksjoner og infrastruktur, og behovet for overhøyde må vurderes i neste prosjekteringsfase.

Fra profil (m)	Til profil (m)	Hastighet	Holdeplass
0	458	20 km/h	
458	500		Nonneseter
500	760	20 km/h	
760	802		Lungegårdskaien
802	1004	30 km/h	
1004	1289	60 km/h	
1289	1423	50 km/h	
1423	2100	60 km/h	
2100	2142		Møllendal
2142	2221	20 km/h	
2221	2865	40 km/h	
2865	2907		Haukeland
2907	3745	60 km/h	
3760	3824	20 km/h	
3824	3866		Kronstad

Tabell 1: Hastighetsprofil for DS1 med start profilering i sentrum

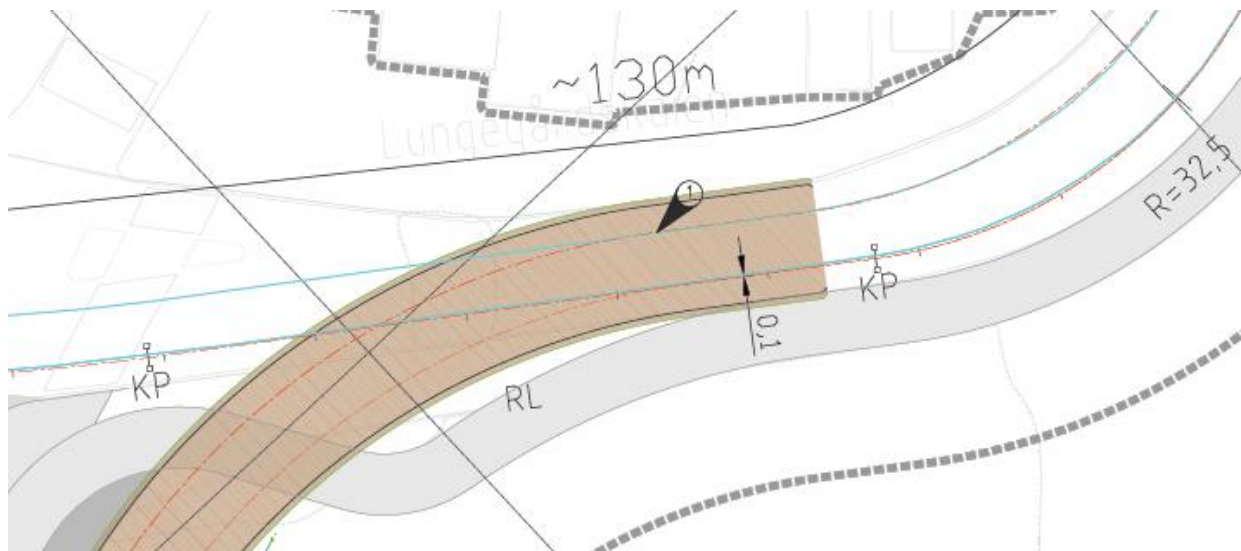
BT4 (Linje 2) kobler seg på eksisterende bane (Linje 1) med to R50-veksler på Lungegårdskaien, ved den østre innfarten til Bystasjonen. Utgående spor trenger ikke justeres, det ser ut å være rettløp i området hvor vekselen skal legges. Da trenger man bare ta det området som kreves for å legge ned vekselen og sporkryss.

Inngående spor trenger å justeres over ca. 130 m. Sporbredden må økes med ca. 0,1 m for å unngå møteforbud. Denne justeringen må gjøres i kurvene før og etter veksleene, og avstanden blir ganske lang da disse ligger en bit fra veksleene.

Ca. 60 m sør for tilkoblingen mot ny bane langs Lungegårdskaien, plasseres en holdeplass nord i Lungegårdskaien. Denne plasseringen gir kort bytteavstand for trafikanter mellom dagens linje 1 og ny linje 2 samt med buss.

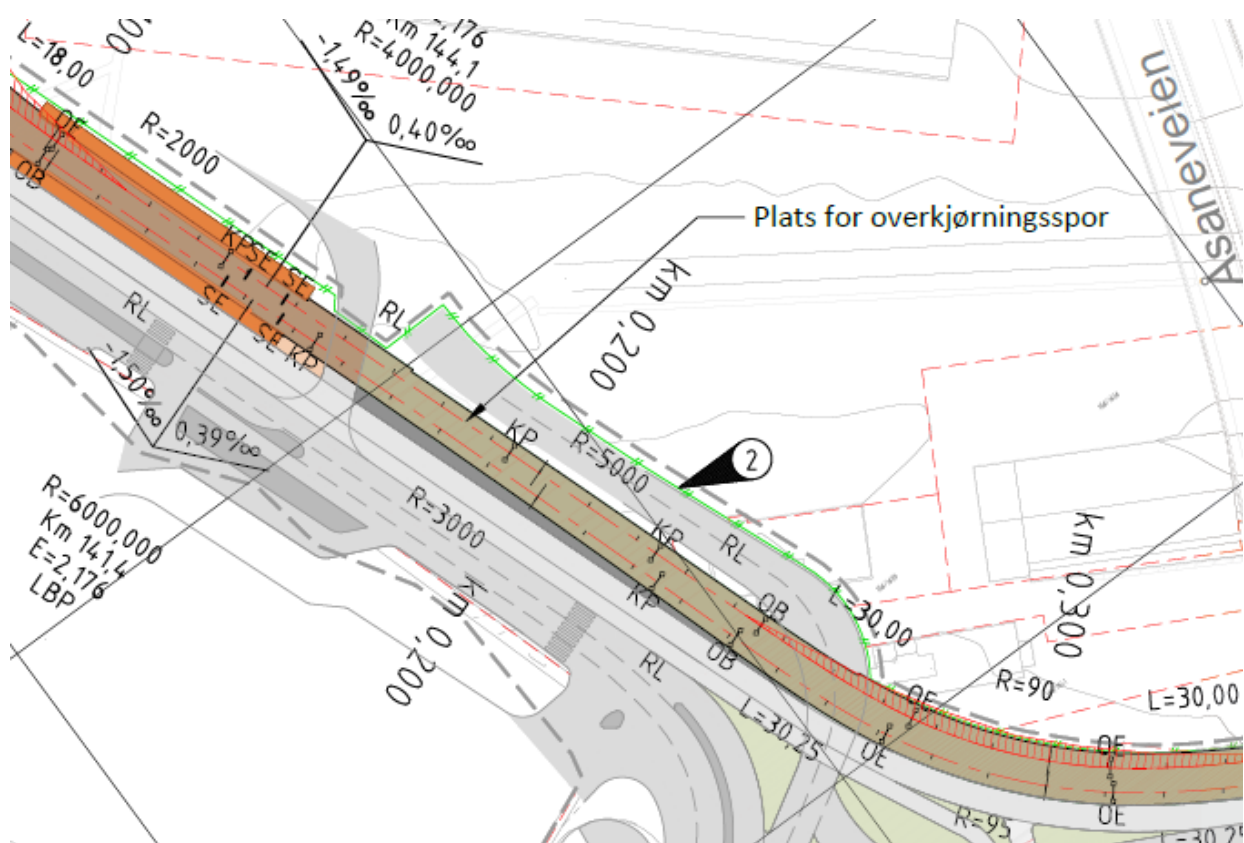
Overkjøringsspor plasseres mellom holdeplass og avkjørsel til godsterminalen på Nygårdstangen.





Figur 1: Sammenkobling av linje 1 og linje 2 ved Bystasjonen

Traséen fortsetter tilnærmet flatt sørover langs Lungegårdskaien, og svinger av mot Fløen med en horisontalradius på R90 m. Banen fortsetter mot Store Lungegårdsvannet hvor traséen ligger rett utenfor ny mur mot Jernbanelverkets godsterminal.



Figur 2: Plassering av overkjøringsspor ved Lungegårdskaien holdeplass

Ved km 0+550, og over en strekning på ca. 30 m før traséen kommer til Store Lungegårdsvannet, stiger banen og fortsetter på kote 3. Dette gjøres for å tilpasse høyden langs godsterminalen, samt for å få en tydeligere avgrensning mot det øvrige parkområdet og det fremtidige havnivået. I horisontalplanet er banetraséen tilpasset kurvaturen på muren langs godsterminalen. Den lengste kurven på denne strekningen har en radius på



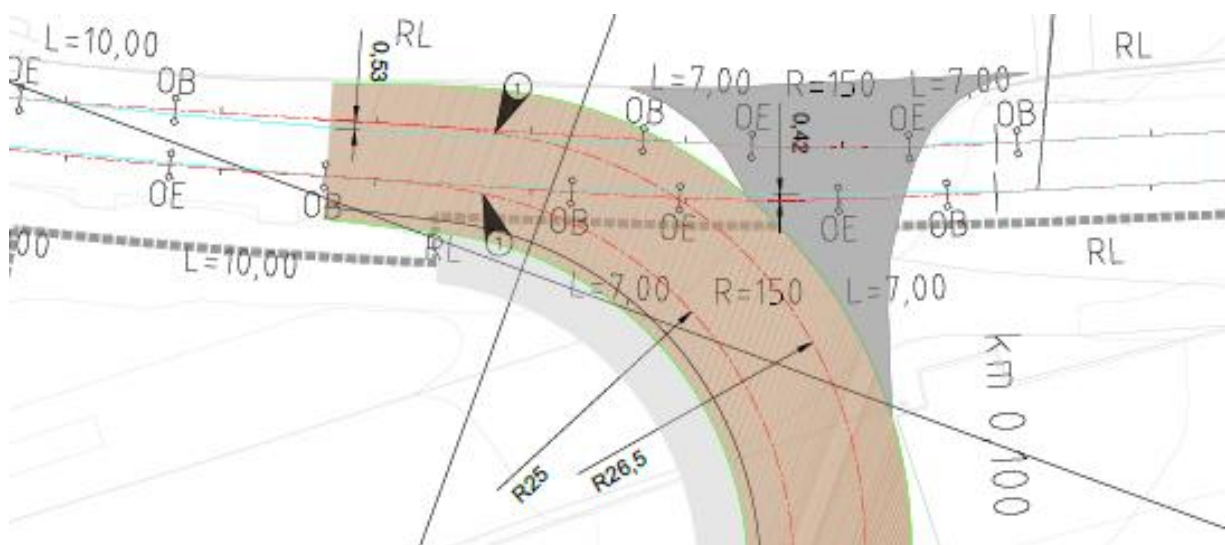
R217,5 m. Denne kurven ligger i den nordre enden av traséen mellom Store Lungegårdsvannet og godsterminalen, hvor det er smalest ut til dagens fyllingskant. Øvrige kurver har minimum R404 m.

Ved km 1+320 er det plassert et høybrekk, for at Bybanen skal kunne krysse Møllendalsveien i plan og nå ned til et nivå på kote 2,1 m, for kryssing under eksisterende jernbanespor (Kronstadsporet), som skjer ved km 1+550. Mellom 50-100 m før traséen svinger inn under Kronstadsporet, ligger Møllendal holdeplass. Denne holdeplassen ligger parallelt med Kronstadsporet.

Banen går inn under Kronstadsporet med R51 m, som er delstrekningens krappeste kurve. Denne er valgt for å få mest mulig gunstig fjelloverdekning for tunnel i retning mot Haukeland. Etter at banen krysser under Kronstadsporet stiger banespor med 2,6 % opp mot Haukeland sykehus holdeplass, som ligger under bakken. Sporet på holdeplassen ligger på ca. kote 16 m. Haukeland sykehus holdeplass har midtstilt plattform, og der deler sporene seg ca. 300 m før holdeplassen. Utgående spor (mot Kronstad) har den korteste strekningen til holdeplassen, og har derfor den minste kurveradiusen av sporene, med radiusen R152 m. Fra holdeplassen og ca. 500 m mot Kronstad har banen et fall på ca. 0,67 %, som trengs for å komme under eksisterende trafostasjon, som ligger straks før tunnelpåhugget ved Kronstad.

Sporet passerer under trafostasjonen på kote 16,3 m. I dette området stiger banen med en helning på 4,61 %, som er «gul verdi» i teknisk regelverk, men som er nødvendig for å komme høyt nok på Kronstad med tanke på avviksspor og vendespor. Ved Kronstad skal BT4 (linje 2) kobles sammen med BT1 (linje 1) med et avviksspor som muliggjør avvikstrafikk fra Flesland til sentrum via Haukeland.

Mellom tunnelpåhugg og holdeplass på Kronstad etableres et vendespor som muliggjør provisorisk kjøring fra Flesland (linje 1) til Spelhaugen (linje 2) og motsatt. Både avviksspor og vendespor grener av fra hovedspor med R50 m veksler.



Figur 3: Sammenkobling av avviksspor og linje 1 på Kronstad

Ca. 10 m etter vekslerne for avvikssporene gjør banen en sving (R60), for å treffe riktig inn under Inndalsveien. Denne radien er valgt pga. begrenset plass mellom veksler for avviksspor og ny holdeplass på Kronstad.

Ved påkobling av avviksspor til linje 1 må både inngående og utgående spor for linje 1 justeres over ca. 95 m. Utgående må justeres ca. 53 cm på det meste ut i kjørebanelen. Inngående må justeres ca. 42 cm på det meste.

Det ligger et overkjøringsspor på linje 1 rett sør for dagens Kronstad holdeplass. Det er stor mulighet for at denne sporsløyfen må flyttes, trolig nærmere dagens holdeplass.

Under er vist tabell med registrerte fravik i forhold til Teknisk regelverk, kapittel B.1.2.

- Utgående spor = fra sentrum til Spelhaugen
- Inngående spor = fra Spelhaugen til sentrum



Lokalisering	Registrerte fravik	Årsak	Konsekvens	Fravik fra hvilket regelverk
Utgående spor, KM 0,272	R95	Tilpassing til eksisterende situasjon	Uten overhøyde vil konsekvensen være at hastigheten må reduseres til 28 km/h	Krav i teknisk regelverk: $G \geq 300$ $Y=50$ - 300 $R < 50$
Utgående spor, KM 0,761	RL=6.99meter	Mindre lengde på rettlinje på grunn av økte klotoidelengder	Kan være hastighetsreduserende pga. komfort eller vedlikehold	RL > 8 ved 80 km/h
Utgående spor, KM 1,510	R=-51	Tilpassing til portal og retning inn i tunnel	Med overhøyde vil konsekvensen være at hastigheten må reduseres til 19 km/h	Krav i teknisk regelverk: $G \geq 300$ $Y=50$ - 300 $R < 50$
Utgående spor, KM 1,910	R=152	Tilpassing til retning fra Møllendal og retning på holdeplass på Haukeland	Med overhøyde vil konsekvensen være at hastigheten må reduseres til 34 km/h	Krav i teknisk regelverk: $G \geq 300$ $Y=50$ - 300 $R < 50$
Utgående spor, KM 3,100	R=60	Tilpassing for å muliggjøre veksler og holdeplass	Uten overhøyde vil konsekvensen være at hastigheten må reduseres til 15 km/h	Krav i teknisk regelverk: $G \geq 300$ $Y=50$ - 300 $R < 50$
Inngående spor, KM 0,272	R90	Tilpassing til eksisterende situasjon	Uten overhøyde vil konsekvensen være at hastigheten må reduseres til 18 km/h	Krav i teknisk regelverk: , $G \geq 300$ $Y=50$ - 300 $R < 50$
Inngående spor, KM 0,761	RL= 4.85 meter	Mindre lengde på rettlinje på grunn av økte klotoidelengder	Kan være hastighetsreduserende pga. komfort eller vedlikehold	RL > 8 ved 80 km/h
Inngående spor, KM 1,510	R53	Tilpassing til portal og retning inn i tunnel	Med overhøyde vil konsekvensen være at hastigheten må reduseres til 17 km/h	Krav i teknisk regelverk: $G \geq 300$ $Y=50$ - 300 $R < 50$
Inngående spor, KM 1,914	R160	Tilpassing til retning fra Møllendal og retning på holdeplass på Haukeland	Med overhøyde vil konsekvensen være at hastigheten må reduseres til 35 km/h	Krav i teknisk regelverk: , $G \geq 300$ $Y=50$ - 300 $R < 50$
Inngående spor, KM 3,099	R60	Tilpassing for å muliggjøre veksler og holdeplass	Uten overhøyde vil konsekvensen være at hastigheten må reduseres til 15 km/h	Krav i teknisk regelverk: $G \geq 300$ $Y=50$ - 300 $R < 50$



Lokalisering	Registrerte fravik	Årsak	Konsekvens	Fravik fra hvilket regelverk
Inn- og utgående spor, KM 0,617	Sammanfallende v- og h-radiuser (Rv 2000 og Rh 217,5/223).	Ok, hvis banen defineres som gate. IKKE OK ved egen trase.	Liten konsekvens	Krav i teknisk regelverk: Kombinasjon av vertikal/horisontalkurvatur. Kun kombinasjoner av to grønne verdier aksepteres.
Inn- og utgående spor, KM 2,141	Sammanfallende v- og h-radiuser (Rv 2000 og Rh 152/160).	Ok, hvis banen defineres som gate. IKKE OK ved egen trase.	I en hastighet på 35 km/h vil dette ikke være et problem.	Krav i teknisk regelverk: Kombinasjon av vertikal/horisontalkurvatur. Kun kombinasjoner av to grønne verdier aksepteres.
Inn- og utgående spor, KM 3,136	Sammanfallende v- og h-radiuser (Rv 2000 og Rh 60).	OK, hvis banen defineres som gate. IKKE OK ved egen trase.	I en hastighet på 15 km/h vil dette ikke være et problem.	Krav i teknisk regelverk: Kombinasjon av vertikal/horisontalkurvatur. Kun kombinasjoner av to grønne verdier aksepteres.

Figur 4: Registrerte avvik på spor

2.2. Banestrøm

Det anbefales at kjøreledningsmaster (KL-master) fra Lungegårdskaien til Kronstad i hovedsak skal være midtplasserte master. Dette for at mastene ikke skal ta for mye visuell plass i området eller ta plass for andre tekniske fag. På holdeplasser anbefales det å etablere sidestilte master med tverrtråd.

Enkelte steder vil det være nødvendig å fravike dette prinsippet:

- 1) Ved vekslene mot ny linje må sideplasserte master og opphenginger benyttes for ikke å være i veien for trafikk og vognbevegelser.
- 2) På holdeplassene Lungegårdskaien, Møllendal, Haukeland sykehus og Kronstad vil mastene sideplasseres for å ha samme uttrykk som andre holdeplasser.
- 3) På grunn av gjerde mot Jernbaneverket og sykkelvei, må man fortsette med sidestilte KL-master fra ny holdeplass Lungegårdskaien og frem til kurven ved profil 0+250.
- 4) Inne i tunnelen benyttes kun hengemast som monteres i tunneltaket mellom sporene. Av-ankringer av vekt- eller fjærvspenninger plasseres på tunnelveggene.
- 5) Mellom tunnelmunning og holdeplassen på Kronstad vil det være nødvendig med sideplasserte opphenginger for å unngå vognbevegelser ved vekslene, samt at sporene må legges tettere enn normalt for å komme gjennom viadukten (Inndalsveien) under eksisterende bybanespor. Det bør her i prosjekteringsfasen utredes om det er mulig å montere utligger eller tverrtråder direkte i trauveggen der det ikke er tunneltak.
- 6) På avvikssporet opp mot eksisterende spor (linje 1) plasseres sidemaster med tverrtråder for å minske det visuelle inntrykket på torgområdene på Kronstad. Her kan det også benyttes veggfester der det er bygninger som muliggjør dette.

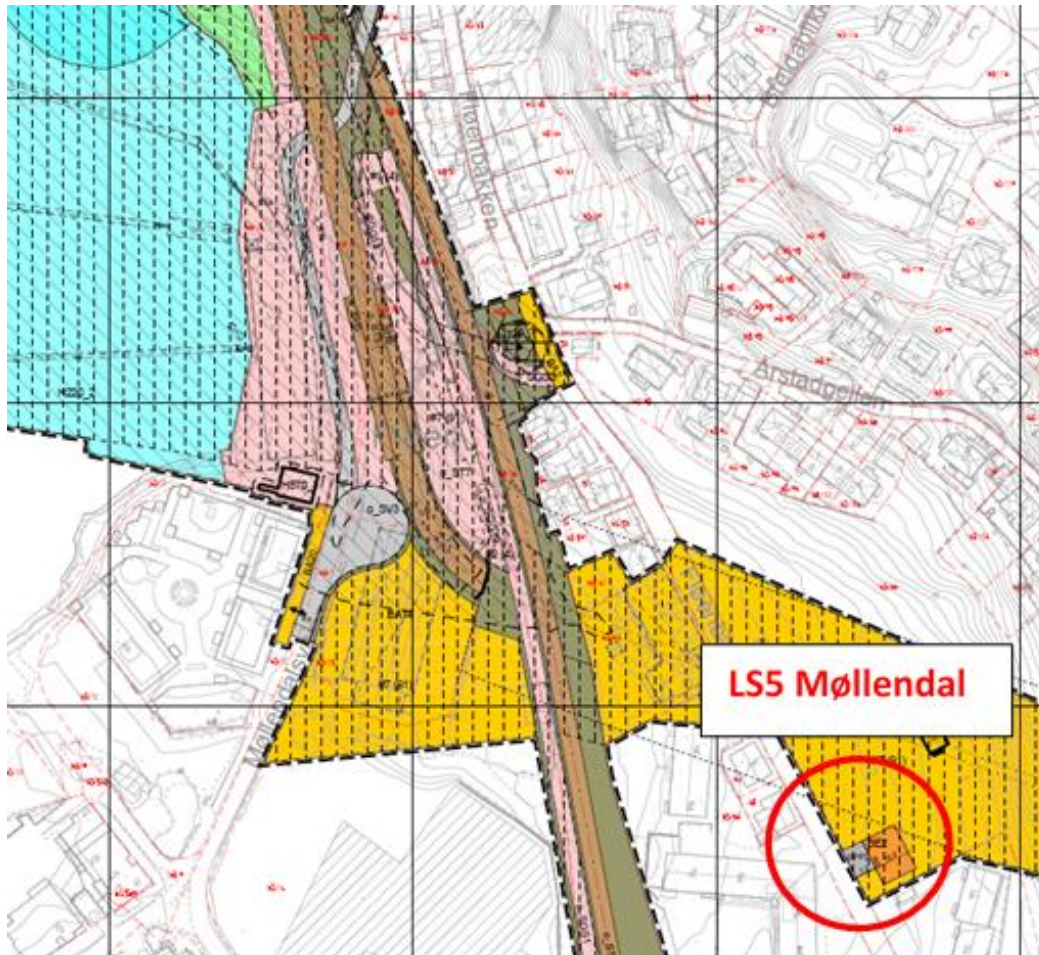
Fra påkobling ny linje og forbi holdeplassen i Lungegårdskaien, vil kontaktledningen henges opp uten bæreline for å videreføre utformingen av eksisterende anlegg. Etter holdeplassen går kontaktledningssystemet over til kjøreledning med bæreline for å kunne øke spennlengdene, og dermed minske antall master i området. Bæreline vil deretter benyttes i dagsonene helt til tunnelmunningen i Ørnahaugen (Fyllingsdalen) i delstrekning 3.

Kontaktledningssystemet for tunnelene skal være kontaktledning med bæreline. Dette for å beholde så mye område for mating som mulig gjennom tunnelen. Spennlengden vil være mellom 20 og 37 meter mellom hver hengemast. Avstanden vil være avhengig av hvor høy tunnelen blir, samt hvor stor avstand det er mulig å benytte ved opphenging mellom kontaktledning og bæreline. Hengemastene vil være firkantet og ikke runde, slik de nå er

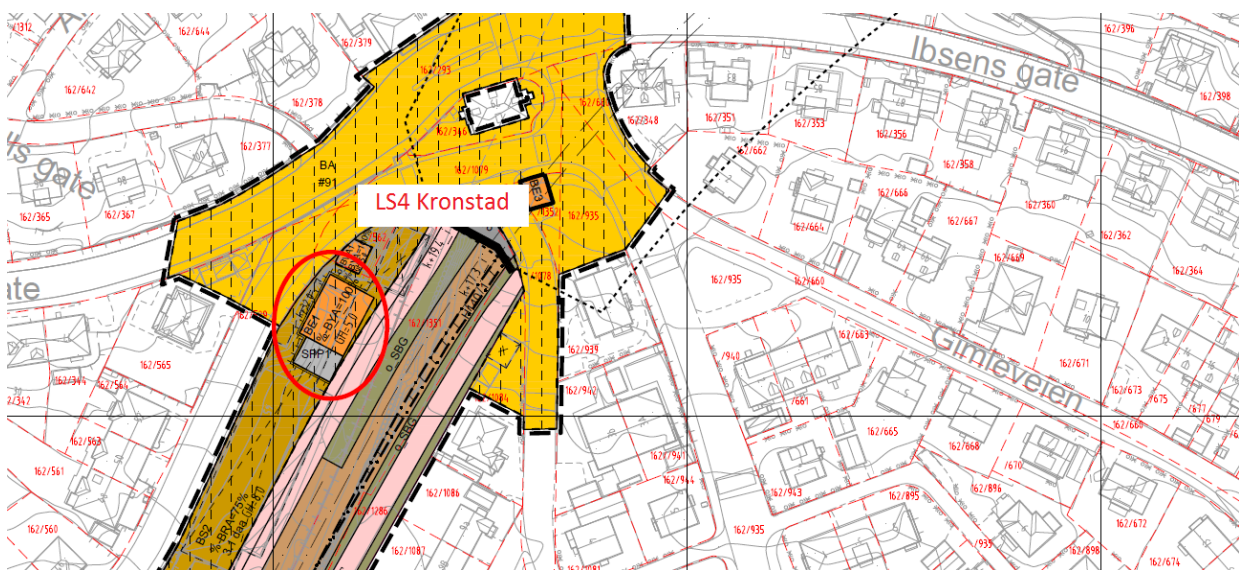


på linje 1. Dette for å kunne benytte omtrent samme fasong på fester som for stolpene utenfor tunnelene samt fordi at det er en bedre opphengingsmetode som ikke tillater at utliggerarmene blir vridd rundt stolpen.

På delstrekning 1 er to likerettere plassert, en ved Møllendal (Figur 5) og en ved Kronstad (Figur 6). Den eksisterende likeretteren ved Bystasjonen vil bli utvidet for å kunne håndtere den økte belastningen mot sentrum.



Figur 5: Likeretterplassering ved Møllendal



Figur 6: Likeretterplassering ved Kronstad



2.3. Signalanlegg bane

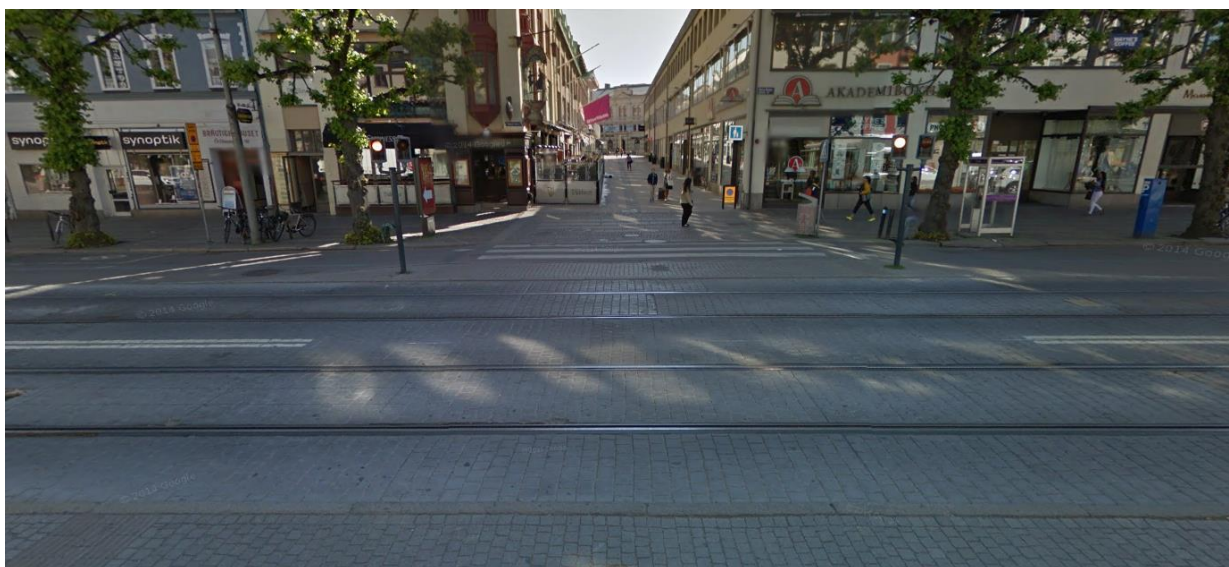
Det er gjort en vurdering av behov for signalanlegg for Lungegårdskaien og Kronstad.

Signalanlegget kan være:

- Banesignal
- Trafikksignal
- Varselsignal

Banesignal forekommer nesten utelukkende i tunneler. Trafikksignal er signaliseringsprinsippet som benyttes i forbindelse med biltrafikk, og varselsignal brukes til å få fotgjengere/syklister til å øke deres oppmerksomhet. I umiddelbar nærhet til trafikksignal kan ikke varselsignal brukes. Varselsignal for bane har ikke tidligere vært brukt i Bergen, men anbefales å ta i bruk.

Varselsignal kan for eksempel blinke gult og lage lyd når bybanen nærmer seg. Det kan se ut som på bildet under:



Figur 7: Eksempelbilde på varselsignal (Foto: Sweco Rail, Gøteborg)

Generelt

- Fotgjengerpassasjer (gangfelt) skal bygges ved bussholdeplasser eller i veikryss der veien krysser sporene.
- Kryssing av sporet bør kun forekomme der det er etablerte overganger, ellers oppstår uønskede passasjer. Disse overgangene bør, der dette er praktisk mulig, være planskilte.
- Der vegen er trafikksignalregulert skal bybanen også trafikksignal-reguleres, for å unngå at kjøretøy kan risikere å stanse på sporet grunnet signal.

Påkobling ny linje

- Veksler kontrolleres med vekselstyring.

Innkjøring til Jernbaneverket ved Bystasjonen

- Veien og bybanen må trafikksignal-reguleres.

Møllendal

- Swecos anbefaling er at kryssing av bybanen ved Møllendal må trafikksignal-reguleres for å hjelpe syklister og gående.

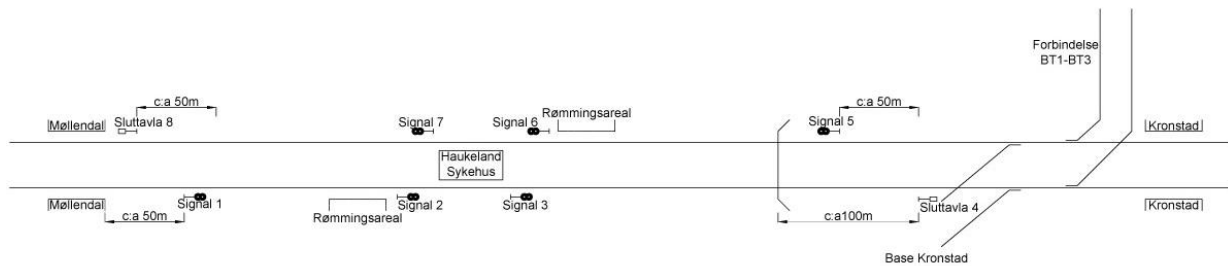
Haukeland-tunnelen

- Banesignal-reguleres med en signalstrekning:



- mellom påhugg og holdeplass.
- på holdeplass.
- mellom holdeplass og påhugg.

Noen evakueringskrav knyttet til signalavstand må være oppfylt.



Figur 8: Situasjonsplan Haukeland-tunnelen

Eksemplet ovenfor er testet i praksis og benyttes i Hammarkulle-tunnelen i Gøteborg. Tunnelen betjenes av tre linjer med 8 minutters intervall, noe som gir en passering pr 2 minutter og 40 sekunder. Dette er noe mindre enn i Bergen, men Hammarkulle-tunnelen er ca. 600 meter lenger enn tunnelen ved Haukeland, og maksimal hastighet i Gøteborg er 60 km/h. Hammarkulle-tunnelen har stor høydeforskjell og den ene retningen er hovedsakelig oppoverbakke.

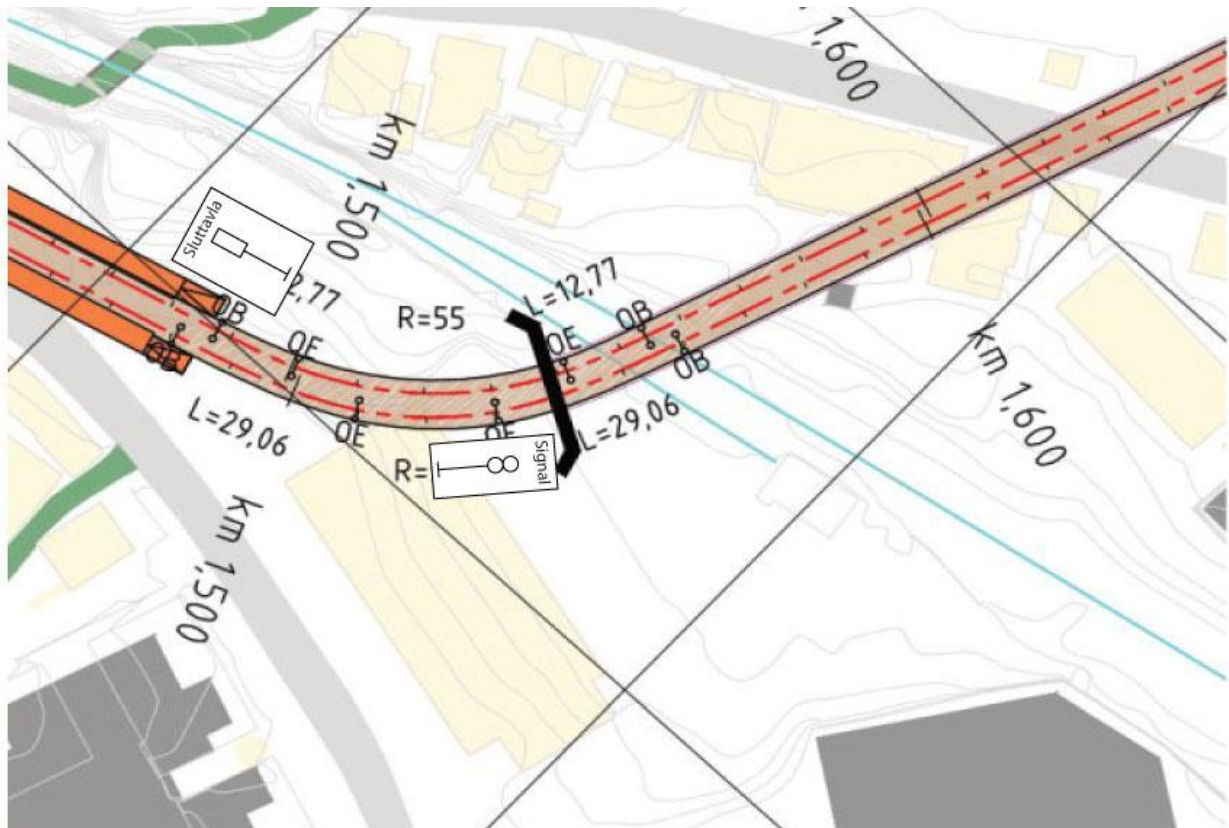
Dimensjoneringen skal gjøres slik at en bane som kjører i henhold til planlagt trafikk aldri møtes av et stoppsignal. Bybanen Utbygging har satt som skal-krav to minutter som absolutt korteste intervall. Dette for med sikkerhet å kunne kjøre en vogn hvert fjerde minutt. Kjørestrækningen fra Møllendal HPL til Haukeland sykehus HPL er ca. 820 m lang. Med en komfortabel akselerasjon på $0,8 \text{ m/s}^2$ benyttes 240 m for start og bremsing opp til 70 km/h. Da gjenstår 340 m i 70 km/h. Estimert kjøretid for strekningen er ca. 70 sekunder.

For å få til en avgang innenfor et tidsintervall på 120 sekunder, gis det sjenerøst med tid for et stopp ved holdeplassen på Haukeland sykehus, slik at vognen ikke blir stående stille ved signal 2. Tidstillegg for oppoverbakke og kurve før tunnelens begynnelse er ikke medregnet. Strekningen fra Haukeland sykehus HPL til veksleene ved Kronstad er noe kortere. Det er enda bedre forhold her, da nedbremsingen mot veksler/holdplass begynner senere. Kjøretiden blir her knapt 60 sekunder.

I retning mot Kronstad (fra Møllendal):

- Etter Møllendal HPL økes effektiviteten hvis det er mulig å ha en vogn mellom HPL og signal 1.
- Signal 1 viser kjøretillatelse når foregående vogn befinner seg mellom signal 2 og 3. Behov for sikkerhetsavstand etter signal 2 for å sikre evakuering skal ivaretas i prosjekteringsfasen.
- I forkant av signal 2 etableres det, hvis mulig, en plass i tunnelen der evakuering er enklere enn i resten av tunnelen.
- Signal 2 viser kjøretillatelse når foregående vogn har passert signal 3. Behov for sikkerhetsavstand etter signal 3 for å sikre evakuering, skal ivaretas av den prosjekterende.
- Signal 3 viser kjøretillatelse når foregående vogn har passert sikttavle 4. Behov for sikkerhetsavstand etter sikttavle skal ivaretas av den prosjekterende.
- Etter påhugget er det plass til ca. 100 m spor (til middel) før veksleene inn til Kronstad HPL. Dette gjør at Sweco vurderer det dithen at veksleene ikke påvirker signalanlegget for tunnelen, og kan reguleres med vekselkontrollsignal.



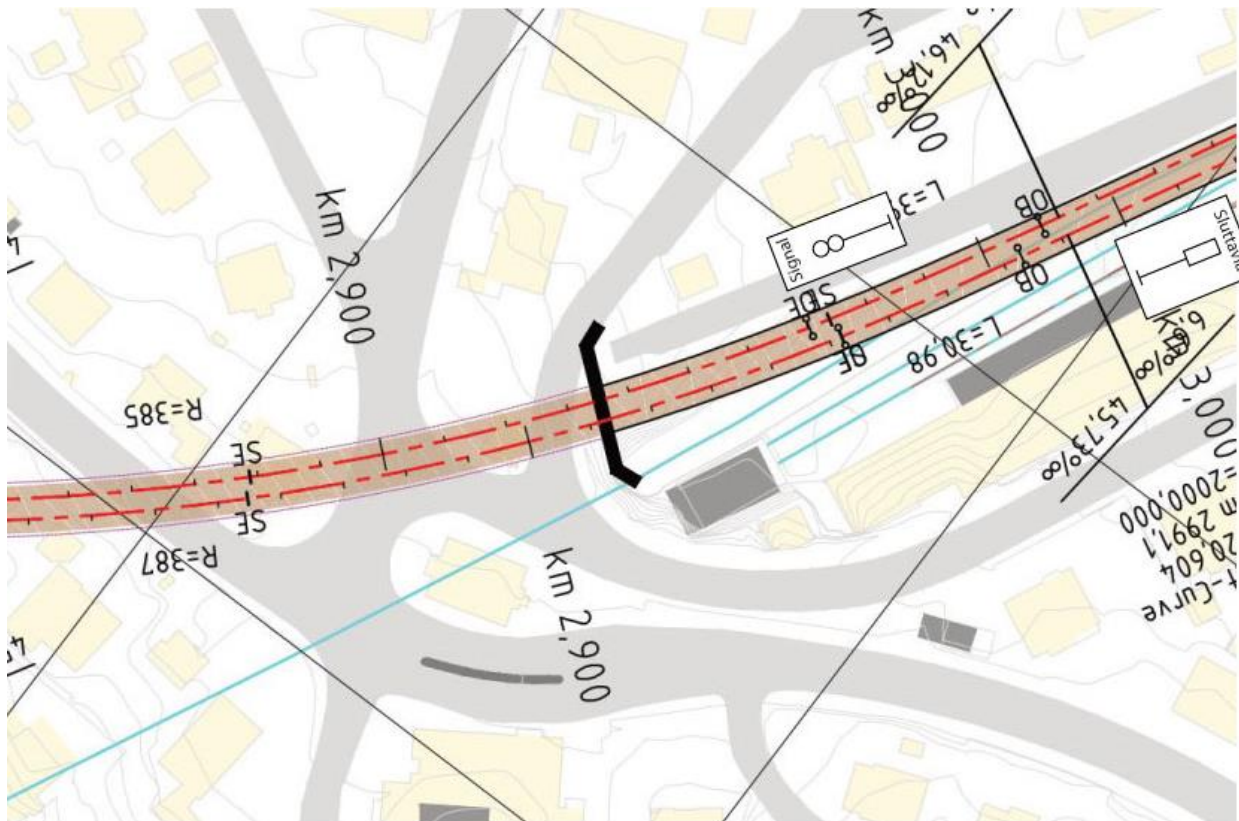


Figur 9: Tunnelportal ved Møllendal

I retning mot Møllendal (fra Kronstad):

- Etter vekslene inn til Kronstad HPL behøves ca. 50 m ledig plass (spor) for at ventende vogn ved signal ikke skal påvirke klarering for anlegget. Det finnes ca. 100 m tilgjengelig spor.
- Signal 5 viser kjøretillatelse når foregående vogn befinner seg mellom signal 6 og 7. Behov for sikkerhetsavstand etter signal 6 for å sikre evakuering, skal ivaretas av den prosjekterende.
- I forkant av signal 6 etableres det, hvis mulig, en plass i tunnelen der evakuering er enklere enn i resten av tunnelen.
- Signal 6 viser kjøretillatelse når foregående vogn har passert signal 7. Behov for sikkerhetsavstand etter signal 7 for å sikre evakuering skal ivaretas av den prosjekterende.
- Signal 7 viser kjøretillatelse når foregående vogn har passert sikttavle 8. Behov for sikkerhetsavstand etter sikttavle for å sikre evakuering skal ivaretas av den prosjekterende.
- For at ikke vogn på Møllendal HPL skal påvirke signalanlegget, trengs ca. 50 m fritt spor før sikttavle 8 etter tunnelpåhugget, for å kunne evakuere på veg ned fra Haukeland sykehus HPL.





Figur 10: Tunnelportal ved Kronstad holdeplass

Kronstad

- Veksler kontrolleres med vekslingstyring.

2.4. Elektroanlegg

Fordelinger plasseres integrert i den oransje skiven (veggen i le-huset) på holdeplassene. Frittstående skap plasseres integrert i landskapet, med prinsipp om at det er grønne skap i grønne områder og grå skap i «grå» områder. Farger og plassering koordineres med landskapsarkitekt i detaljfasen. Elkrafttilførsel må koordineres med BKK Nett i senere fase, og det er derfor for tidlig å si noe om plassering av nettstasjoner.

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

På den underjordiske holdeplassen ved Haukeland legges det opp til belysning i adkomsttunneler og plattformområdet, samt ev. andre rom. Det legges også opp til forsyning av rulletrapper og heiser i adkomsttunnelene, i tillegg til vanlig elkraftforsyning og ev. reklame og kunstinstallasjoner.

Veilys plasseres i utgangspunktet på egne master plassert utenfor baneområdet. Dette på grunn av at det kan bli utfordrende for vedlikehold av andre etaters utstyr i midtstilte KL-master. I de områdene hvor det legges opp til sidestilte KL-master, vil en forsøke å utnytte disse også for veglys. Det skal som utgangspunkt ikke settes opp veglysmaster i banetraséen. For veglys i egne master benyttes det standard master/armaturer. Ev. omlegging av veglys må sees i sammenheng med planlagt veglys.

GS-veg belyses med standard master/armaturer.

Parkområder belyses fortrinnsvis med master med indirekte belysningsarmaturer.

Effektbelysning tas underveis i prosjekteringen, i samråd med LARK.



Det legges opp til belysning av trapper og ramper, iht. universell utforming. For trapper vil det bli vurdert snøsmelteanlegg.

Bybanetunneler legges opp til at normalt er mørke, og utstyres kun med nødlys. Nødlyset styres via nødstyreskap ved tunnelens innganger/portaler, ved deteksjon av inntrenging eller sentralt fra driftssentral på Kokstad (Operation Control Centre/ OCC). Haukelandstunnelen utstyres også med ventilasjon, som kan styres fra nødstyreskap eller sentralt fra OCC. Tunneltekniske rom forsøkes plassert utenfor tunnelene, og i forbindelse med holdeplassen på Haukeland.

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

Bybanens anlegg og ledende objekter i nærheten av banen skal jordes iht. gjeldende forskrifter, spesielt FEF kap. 9 og NEK 900.

Eksisterende kabelanlegg innenfor anleggsområdet og ev. tiltak for disse må vurderes i samråd med kabeletatene. (Det antas ingen konflikt i området mellom ca. km 1,7 – 2,9, med unntak av Haukeland holdeplass.)

2.4.1. BKK høyspent, 45-300 kV

Følgende områder er identifisert hvor eksisterende kabler kommer i konflikt med utbygging av Bybanen BT4:

Km (DS1)	Beskrivelse tiltak
2,15	Eksisterende kabler krysser planlagt trase/holdplass. Omlegging og løsning løses i neste fase i tett dialog med BKK.

Tabell 2: Konflikter 45 – 300 kV BKK

2.4.2. BKK høyspent, 11-22 kV

Følgende områder er identifisert hvor eksisterende kabler kommer i konflikt med utbygging av Bybanen BT4:

Km (DS1)	Beskrivelse tiltak
0,0 – 0,58	Langs hele av Lungegårdskaaien og deler av Fløenstien har BKK en eksisterende føringsvei for kabler. Denne krysser Lungegårdskaaien ved ca. km 0,06 og ca. km 0,1; og banen ved ca. km 0,3 og 0,33. Her må ev. omlegging av kabler løses i neste fase i tett dialog med BKK.
1,3 - ? (følger vegen)	Langs store deler av Møllendalsveien og Møllendalsbakken har BKK en eksisterende føringsvei for kabler. Her må ev. omlegging av kabler løses i neste fase i tett dialog med BKK.
1,6	Eksisterende kabler krysser planlagt trase, samt mulig konflikt med nettstasjon. Omlegging og løsning løses i neste fase i tett dialog med BKK.
1,97	Eksisterende kabler krysser planlagt trase. Omlegging og løsning løses i neste fase i tett dialog med BKK.
2,33	Eksisterende kabler krysser planlagt trase. Omlegging og løsning løses i neste fase i tett dialog med BKK.
2,9	Eksisterende kabler krysser planlagt trase, over tunnelportal på Kronstad. Det ligger også en vernet nettstasjon her. Omlegging og løsning løses i neste fase i tett dialog med BKK.
2,9 – 3,2	BKK har en eksisterende føringsvei for kabler i g/s-veg langs jernbanen (St. Halvardsvei). Denne traseen krysser jernbanen ved ca. km 3,14. Det ligger også en trase til eksisterende depot-likeretter. Her må ev. omlegging av kabler løses i neste fase i tett dialog med BKK og Bybanen AS.
Påkjøring til eksisterende bane	I sporvekselområdet hvor den nye banen kobles til eksisterende bane har BKK en trase. Omlegging og løsning løses i neste fase i tett dialog med BKK.

Tabell 3: Konflikter 11 – 22 kV BKK



2.4.3. BKK lavspent

Følgende områder er identifisert hvor eksisterende kabler kommer i konflikt med utbygging av Bybanen BT4:

Km (DS1)	Beskrivelse tiltak
0,25	Eksisterende kabler krysser planlagt trase. Omlegging og løsnings løsnes i neste fase i tett dialog med BKK.
0,33 – 0,4	Langs deler av Fløenstien har BKK en eksisterende føringsvei for kabler. Her må ev. omlegging av kabler løses i neste fase i tett dialog med BKK.
1,37	Eksisterende kabler krysser planlagt trase/kulvert. Omlegging og løsnings løsnes i neste fase i tett dialog med BKK.
1,6	Eksisterende kabler krysser planlagt trase. Omlegging og løsnings løsnes i neste fase i tett dialog med BKK.
2,15	Eksisterende kabler krysser planlagt trase/holdeplass. Omlegging og løsnings løsnes i neste fase i tett dialog med BKK.
2,2	Eksisterende kabler krysser planlagt trase/holdeplass. Omlegging og løsnings løsnes i neste fase i tett dialog med BKK.
2,28	Eksisterende kabler krysser planlagt trase/holdeplass. Omlegging og løsnings løsnes i neste fase i tett dialog med BKK.
2,33	Eksisterende kabler krysser planlagt trase/holdeplass. Omlegging og løsnings løsnes i neste fase i tett dialog med BKK.
2,9	Eksisterende kabler krysser planlagt trase, over tunnelportal på Kronstad. Omlegging og løsnings løsnes i neste fase i tett dialog med BKK.
3,13	Eksisterende kabler krysser planlagt trase for påkobling til eksisterende bane. Omlegging og løsnings løsnes i neste fase i tett dialog med BKK.
Påkjøring til eksisterende bane	I sporvekselområdet hvor den nye banen kobles til eksisterende bane har BKK en trase. Omlegging og løsnings løsnes i neste fase i tett dialog med BKK.

Tabell 4: Konflikter lavspent BKK

2.4.4. Telenor

Følgende områder er identifisert hvor eksisterende kabler kommer i konflikt med utbygging av Bybanen BT4:

Km (DS1)	Beskrivelse tiltak
0,0 – 0,58	Langs hele av Lungegårdskaien har Telenor en eksisterende føringsvei for kabler. Denne krysser Lungegårdskaien ved ca. km 0,07 og ca. km 0,09; og banen ved ca. km 0,2 og 0,22. Her må ev. omlegging av kabler løses i neste fase i tett dialog med Telenor.
0,33 – 0,5	Langs deler av Fløenstien har Telenor en eksisterende føringsvei for kabler. Her må ev. omlegging av kabler løses i neste fase i tett dialog med Telenor.
0,34	Eksisterende kabler krysser planlagt trase. Omlegging og løsnings løsnes i neste fase i tett dialog med Telenor.
0,42	Eksisterende kabler krysser planlagt trase. Omlegging og løsnings løsnes i neste fase i tett dialog med Telenor.
1,3 - ? (følger vegen)	Langs store deler av Møllendalsveien og Møllendalsbakken har Telenor en eksisterende føringsvei for kabler. Her må ev. omlegging av kabler løses i neste fase i tett dialog med Telenor.
1,56	Eksisterende kabler krysser planlagt trase. Omlegging og løsnings løsnes i neste fase i tett dialog med Telenor.
1,63	Eksisterende kabler krysser planlagt trase. Omlegging og løsnings løsnes i neste fase i tett dialog med Telenor.
2,2	Eksisterende kabler krysser planlagt trase. Omlegging og løsnings løsnes i neste fase i tett dialog med Telenor.
2,27	Eksisterende kabler krysser planlagt trase. Omlegging og løsnings løsnes i neste fase i tett dialog med Telenor.
2,3 – 2,33	Eksisterende kabler krysser planlagt trase. Omlegging og løsnings løsnes i neste fase i tett dialog med Telenor.



Km (DS1)	Beskrivelse tiltak
2,9	Eksisterende kabler krysser planlagt trase, over tunnelportal på Kronstad. Omlegging og løsnings løses i neste fase i tett dialog med Telenor.
2,9 – 3,2	Langs jernbanen har Telenor en eksisterende føringsvei for kabler. Her må ev. omlegging av kabler løses i neste fase i tett dialog med Telenor.
3,2	Eksisterende kabler krysser planlagt trase for påkobling til eksisterende bane. Omlegging og løsnings løses i neste fase i tett dialog med Telenor.
? (I jernbane-tunnelen til Kronstad)	I jernbanetunnelen til Kronstad har Telenor en trase. Her må ev. omlegging av kabler løses i neste fase i tett dialog med Telenor.

Tabell 5: Konflikter Telenor

2.4.5. BKK Fiber

BKK Fiber følger samme trasé som BKK Varme og tiltak nevnt i kapittel angående BKK Varme vil også gjelde BKK Fiber.

I tillegg er følgende områder identifisert hvor eksisterende kabler kommer i konflikt med utbygging av Bybanen BT4:

Km (DS1)	Beskrivelse tiltak
0 – 1,4	Langs hele av Lungegårdskaien og hele Fløenstien har BKK Fiber en eksisterende føringsvei for kabler. Denne krysser Lungegårdskaien ved ca. km 0,06; Fløenstien ved ca. km 0,28; og banen ved ca. km 0,3, 0,33, 0,39 og 1,3. Her må ev. omlegging av kabler løses i neste fase i tett dialog med BKK Fiber.
1,3 - ? (følger vegen)	Langs store deler av Møllendalsveien og Møllendalsbakken har BKK Fiber en eksisterende føringsvei for kabler. Her må ev. omlegging av kabler løses i neste fase i tett dialog med BKK Fiber.
1,37	Eksisterende kabler krysser planlagt trase/kulvert. Omlegging og løsnings løses i neste fase i tett dialog med BKK Fiber.
1,51	Eksisterende kabler krysser planlagt trase. Omlegging og løsnings løses i neste fase i tett dialog med BKK Fiber.
1,62	Eksisterende kabler krysser planlagt trase. Omlegging og løsnings løses i neste fase i tett dialog med BKK Fiber.
1,97	Eksisterende kabler krysser planlagt trase. Omlegging og løsnings løses i neste fase i tett dialog med BKK Fiber.
2,08 – 2,15	Eksisterende kabler krysser planlagt trase. Det ligger også et fiberskap på ca. km 2,1. Omlegging og løsnings løses i neste fase i tett dialog med BKK Fiber.
2,2	Eksisterende kabler krysser planlagt trase. Omlegging og løsnings løses i neste fase i tett dialog med BKK Fiber.
2,35	Eksisterende kabler krysser planlagt trase. Omlegging og løsnings løses i neste fase i tett dialog med BKK Fiber.
3,03	Eksisterende kabler krysser planlagt trase. Omlegging og løsnings løses i neste fase i tett dialog med BKK Fiber.
3,08	Eksisterende kabler krysser planlagt trase. Omlegging og løsnings løses i neste fase i tett dialog med BKK Fiber.
3,13	Eksisterende linje krysser planlagt trase. Omlegging og løsnings løses i neste fase i tett dialog med BKK Fiber.

Tabell 6: Konflikter BKK Fiber



2.4.6. Broadnet

Følgende områder er identifisert hvor eksisterende kabler kommer i konflikt med utbygging av Bybanen BT4:

Km (DS1)	Beskrivelse tiltak
0,0	Eksisterende kabler krysser planlagt trase. Omlegging og løsning løses i neste fase i tett dialog med Broadnet.
2,33	Eksisterende kabler krysser planlagt trase. Omlegging og løsning løses i neste fase i tett dialog med Broadnet.

Tabell 7: Konflikter Broadnet

2.4.7. Canal Digital

Følgende områder er identifisert hvor eksisterende kabler kommer i konflikt med utbygging av Bybanen BT4:

Km (DS1)	Beskrivelse tiltak
1,6 – 1,63	Eksisterende kabler krysser planlagt trase. Omlegging og løsning løses i neste fase i tett dialog med Canal Digital.

Tabell 8: Konflikter Canal Digital

2.5. Luftstøy, strukturlyd og vibrasjoner

2.5.1. Definisjoner

Luftoverført støy

Luftoverført støy, heretter benevnt støy, er lyd som oppstår når vognene passerer på skinnegangen. Som det ligger i navnet er dette støy som overføres direkte gjennom luften. Støyen vil forplantes gjennom yttervegger, vinduer og ventiler og inn i bygningene.

Vibrasjoner

Vibrasjoner fra trafikk (vogner i bevegelse) kan forplante seg til bygninger, og er rystelser som mennesket kan føle på kroppen. Vibrasjoner måles i frekvensområdet 1-80 Hz. Når golvet vibrerer med vibrasjoner i nedre del av dette frekvensområdet, oppleves det som risting i kroppen, mens vibrasjoner i øvre del av frekvensområdet føles mer som kiling under føttene. Problemer med følbare rystelser fra bane kan oppstå når både bygning og bane står på løsmasser, og problemet er størst når det er bløt leire. Når bygningen står på fjell og jernbanen på løsmasser eller omvendt, kan man som regel se bort fra følbare rystelser.

Strukturlyd

I tillegg til å gi følbare rystelser vil vibrasjonene i gulv, vegger og tak også avstråle lyd. Vibrasjoner som gir lydavstråling, har ofte så høy frekvens og så små amplituder at man bare kan høre støyen, men ikke kjenne vibrasjonene. Slik støy kalles strukturoverført støy eller bare strukturlyd. I rom som vender mot banen, gir strukturlyden ofte lavere støynivåer enn den luftoverførte støyen som går gjennom fasaden. Men for rom som vender vekk fra banen eller støyutsatte fasader, kan strukturlyden være hørbar.

Som en tommelfingerregel kan man si at med hus og jernbane fundamentert på fjell, har man et potensielt strukturlydproblem. Når hus og bane står på løsmasser av leire, kan man også få høye strukturlydnivåer pga. overføring i tørrskorpen. Sand overfører mindre strukturlyd.

2.5.2. Regelverk

Støy

I reguleringsbestemmelsene for DS1 står følgende om støy:

«2.2.1 Luftoverført støy



Retningslinjene for behandling av støy i arealplanleggingen, T-1442, legges til grunn for omfanget av kartlegging og tiltak mot luftoverført støy.

2.2.2 Støynivået skal beregnes med utgangspunkt i målinger av luftlyd som er utført på Bybanen i Bergen.

2.2.3 Ved vurdering av støyforholdene skal etablering av bybanen betraktes som miljø- og sikkerhetstiltak.

2.2.4 Dersom gjennomføring av tiltakene i reguleringsplanen fører til en økning i støynivået på mer enn 3 dB for støyfølsom bebyggelse som dermed overskrider nedre grenseverdi for gul støysone, skal det foretas støyutredning og avbøtende tiltak.

2.2.5 For støyfølsom bebyggelse som overskrider nedre grenseverdi for rød støysone skal det foretas støyutredning og avbøtende tiltak.

2.2.6 Støy fra eksisterende støykilder skal medtas i støyutredningene og inkluderes i de avbøtende tiltakene.

2.1.8 Krav til støy og vibrasjoner i anleggsperioden

For støy i anleggsperioden skal grenseverdier i retningslinjer for behandling av støy i arealplanleggingen T-1442 følges. For fastsetting av grenseverdier for vibrasjoner fra sprengning og beregning av disse benyttes NS 8141 for vibrasjoner og støt i byggverk.»

Kriteriene for inndeling i støysoner for vegtrafikk og skinnegående trafikk i T-1442¹ er vist i Tabell 9.

Støykilde	Gul sone		Rød sone	
	Utendørs støynivå	Utendørs støynivå i nattperioden	Utendørs støynivå	Utendørs støynivå i nattperioden
Vei	$L_{den} = 55$ dB	$L_{5AF} = 70$ dB	$L_{den} = 65$ dB	$L_{5AF} = 85$ dB
Bane	$L_{den} = 58$ dB	$L_{5AF} = 75$ dB	$L_{den} = 68$ dB	$L_{5AF} = 90$ dB

Tabell 9: Kriterier for inndeling i gul og rød støysone

Krav til maksimalt støynivå i nattperioden gjelder der det er mer enn 10 hendelser per natt. Beregning av maksimalstøysoner kan unnlates dersom ekvivalent støynivå åpenbart er bestemmende for støysonenes utbredelse. For delstrekningen som er beregnet ekvivalent støynivå bestemmende og maksimalstøysonene er ikke beregnet.

NS 8175² har grenser (preaksepterte grenser for TEK10³) for innendørs støy som kommer utenfra:

Bolig	Grenseverdi klasse C	Referanse
Måleenhet: $L_{p,A,24h}$ Oppholdsrom	30 dB	NS 8175
Måleenhet: $L_{p,AF,max}$ Natt kl. 23-07, i soverom	45 dB	NS 8175

Tabell 10: Grenseverdier for innendørs støy fra NS 8175. Preaksepterte grenser, lydklasse C

¹ T-1442 Miljøverndepartementets retningslinje for behandling av støy i arealplanlegging, 2012.

² NS 8175: Lydforhold i bygninger, lydklasser for ulike bygningstyper. 2012

³ Teknisk forskrift til plan- og bygningsloven 2010.



Strukturlyd

I reguleringsbestemmelsene for DS1 står følgende om strukturlyd:

«2.1.7 Strukturlyd

På strekningene i dagen er målsetningen LA,max = 37 dBA i rom der strukturlyd er dimensjonerende. Dersom kostnadene står i rimelig forhold til effekten, skal det gjennomføres tiltak for å oppnå lavere nivåer for strukturoverført lyd. På strekningene i tunnel er målsetningen LA,max = 32 dBA i rom der strukturlyd er dimensjonerende.»

Grenseverdiene i NS 8175 lydklasse C for strukturlyd fra trafikk i kulverter og tunneler er LA,max = 32 dBA for maksimalnivå som er dimensjonerende i denne saken. NS 8175 oppgir ikke grenser for strukturlydnivå for trafikk i dagsoner, men praksis i denne typen saker å benytte LA,max = 37 dBA. Dette samsvarer med reguleringsbestemmelsene.

Referert til Teknisk regelverk⁴ for Bybanen gjelder grenseverdiene for boliger og bygninger som benyttes til boligformål, herunder også sykehjem, omsorgsboliger og sykehus.

Vibrasjoner

I reguleringsbestemmelsene for DS1 står følgende om vibrasjoner:

«2.1.8 Vibrasjoner

Grenseverdien i NS 8176 (klasse C), vw,95= 0,3 mm/s, legges til grunn for omfanget av tiltak mot vibrasjoner. Dersom kostnadene står i rimelig forhold til effekten, skal det gjennomføres tiltak for å oppnå lavere nivåer for vibrasjoner.»

«2.1.9 Krav til støy og vibrasjoner i anleggsperioden

For støy i anleggsperioden skal grenseverdier i retningslinjer for behandling av støy i arealplanleggingen T-1442 følges. For fastsetting av grenseverdier for vibrasjoner fra sprengning og beregning av disse benyttes NS 8141 for vibrasjoner og støt i byggverk.»

Referert til Teknisk regelverk for Bybanen gjelder grenseverdiene for vibrasjoner fra Bybanen for boliger. I dette begrepet er også bygninger som benyttes til boligformål, herunder også sykehjem, omsorgsboliger og sykehus regnet med – på samme måte som for strukturlyd.

2.5.3. Forutsetninger

Bybanen

Tabellen nedenfor, andre kolonne, viser antall avganger, hver veg, som er lagt til grunn støyberegningene. Tallene er sammenlignet med gjeldende trafikk tall for strekning Byparken – Lagunen (byggetrinn 1 og 2) og prognoserte trafikk tall for den samme strekningen. På byggetrinn 1 og 2 er det lagt til grunn en økning på 30 % fra dagens trafikk til prognoseåret 2040.

Døgnperiode	Antall avganger, hver veg, for byggetrinn 4, prognoseår 2040	Antall avganger Byparken – Lagunen per d.d. (gjeldende fra 17.8.2015)	Antall avganger Byparken – Lagunen, prognoseår 2040
Dag, kl. 07-19	144	142	185
Kveld, kl. 19-23	30	24	31
Natt, kl. 23-07	23	23	30

Tabell 11: Trafikktall for en retning

⁴ Teknisk regelverk for bygging og prosjektering, kapittel A - Overordnede spesifikasjoner, underkapittel 5 – Støy, vibrasjon og strukturlyd. Bybanen 1.9.2014.



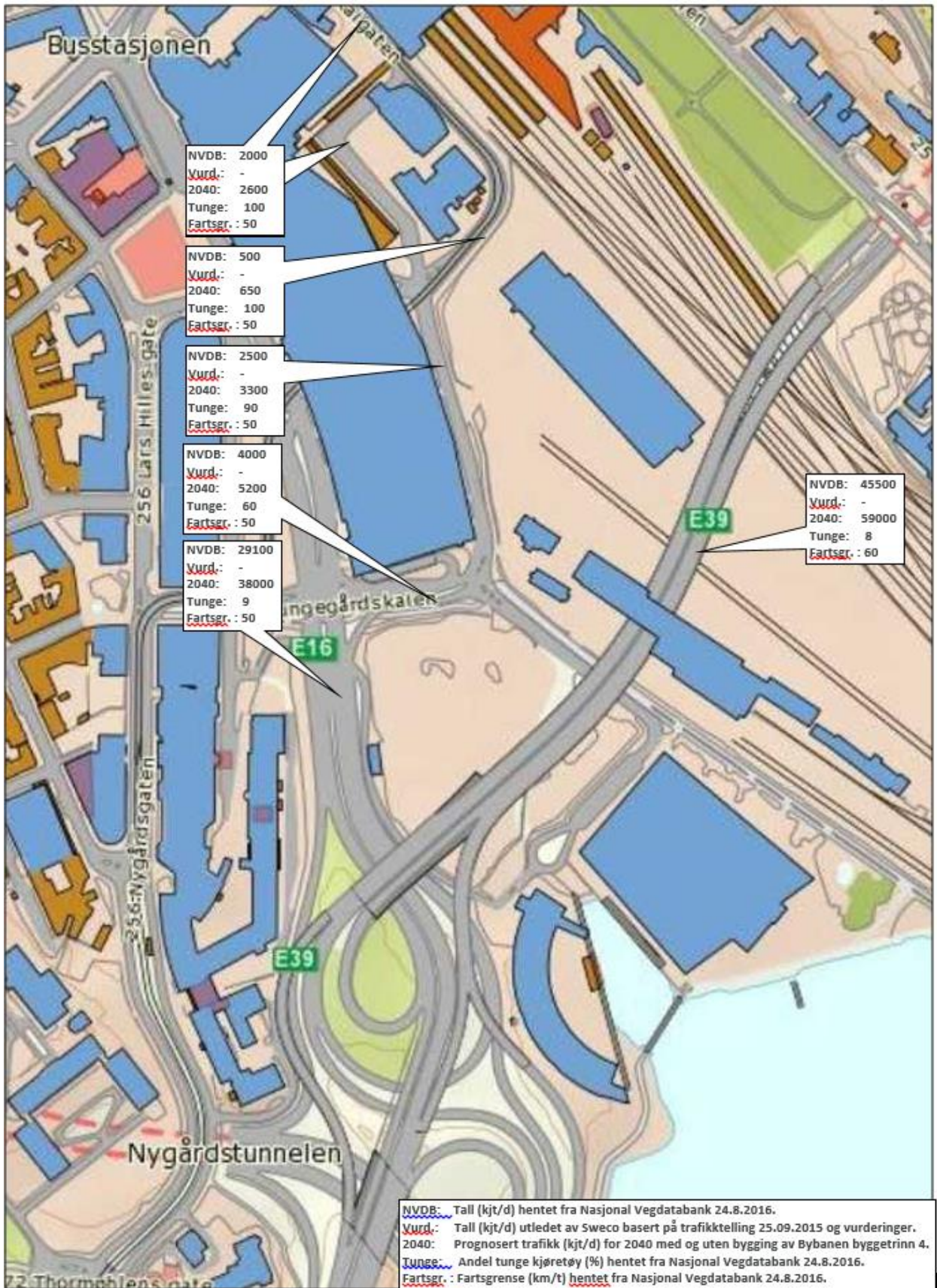
Det er lagt til grunn ballastspor i tunnelene og langs Store Lungegårdsvannet. Ellers er det fastspor. Høyeste hastighet er 70 km/t ved Store Lungegårdsvannet, laveste som er benyttet i beregningene er 30 km/t som er ved holdeplassene og ved krappe svinger. Dimensjonerende vognlengde er 42 m.

Vegtrafikk

Det er svært vanskelig å prognosere trafikken i området rundt Bybanen for året 2040. Bergen kommune legger opp til en 0-vekst, Bybanen vil redusere vegtrafikken i området, men samtidig vil områdene rundt Bybanen fortettes med boliger og næring. Etter T-1442 skal ikke støyen undervurderes, og det er i denne støyvurderingen valgt en konservativ linje der all dagens trafikk øker med 30 prosent. Denne økningen utgjør kun 1 dB. Dette gjelder både med og uten bygging av bane, da fortetting i området henger sammen med utbyggingen av bybanen. Denne konservative trafikkprognosen kan avvike fra trafikkprognoser for andre fagområder i dette tekniske forprosjektet. Figur 11, Figur 12 og Figur 13 gir en oversikt over dagens og prognosert trafikk. For enkelte av strekningene er dagens trafikk tall utledet av Sweco basert på trafikk telling 25.09.2015. For resterende vegstrekninger er trafikk tallene hentet fra Nasjonal Vegdatabanki 24.8.2016.

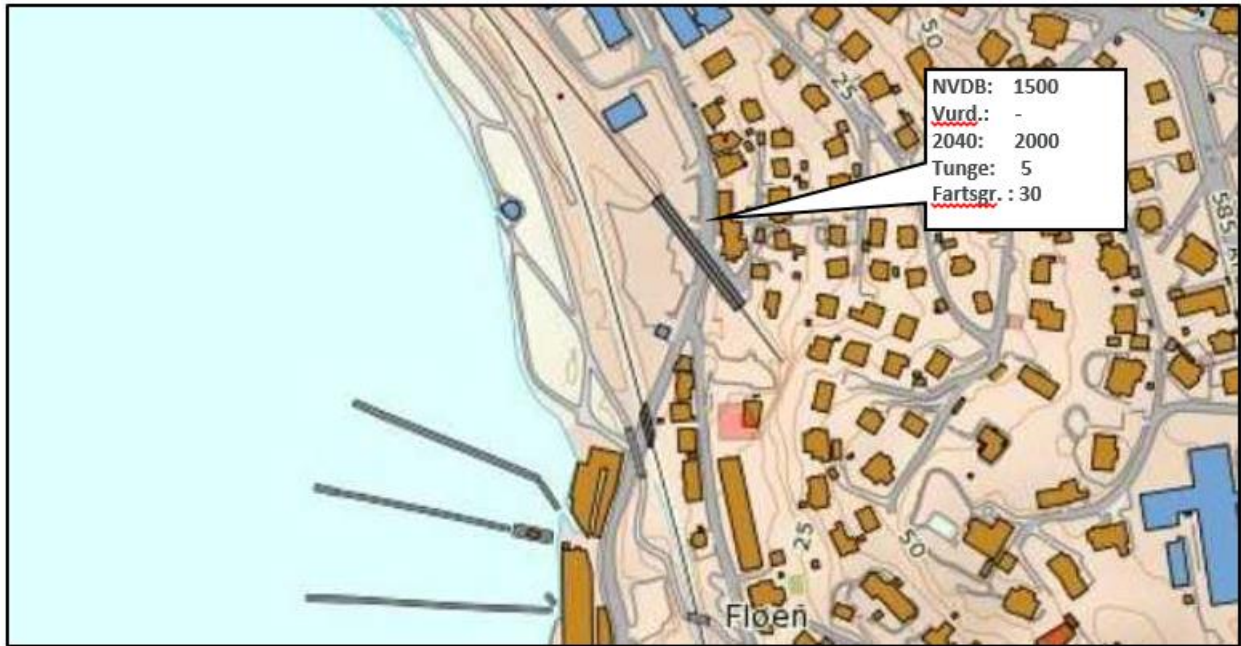
Det er benyttet samme fartsgrenser og tungtrafikkandeler som i dagens situasjon. For hovedvegnettet på E16 og E39 er det benyttet en døgnfordeling av trafikken som for riksveierii, dvs. 75 % på dag (kl. 7-19), 15 % på kveld (kl. 19-23) og 10 % på natt (kl. 23-07). På de andre veiene øst for Bygarasjen, ved Møllendalsveien og på Kronstad er det benyttet en døgnfordeling av trafikken som for bynære områder, dvs. 84 % på dag, 10 % på kveld og 6 % på natt.





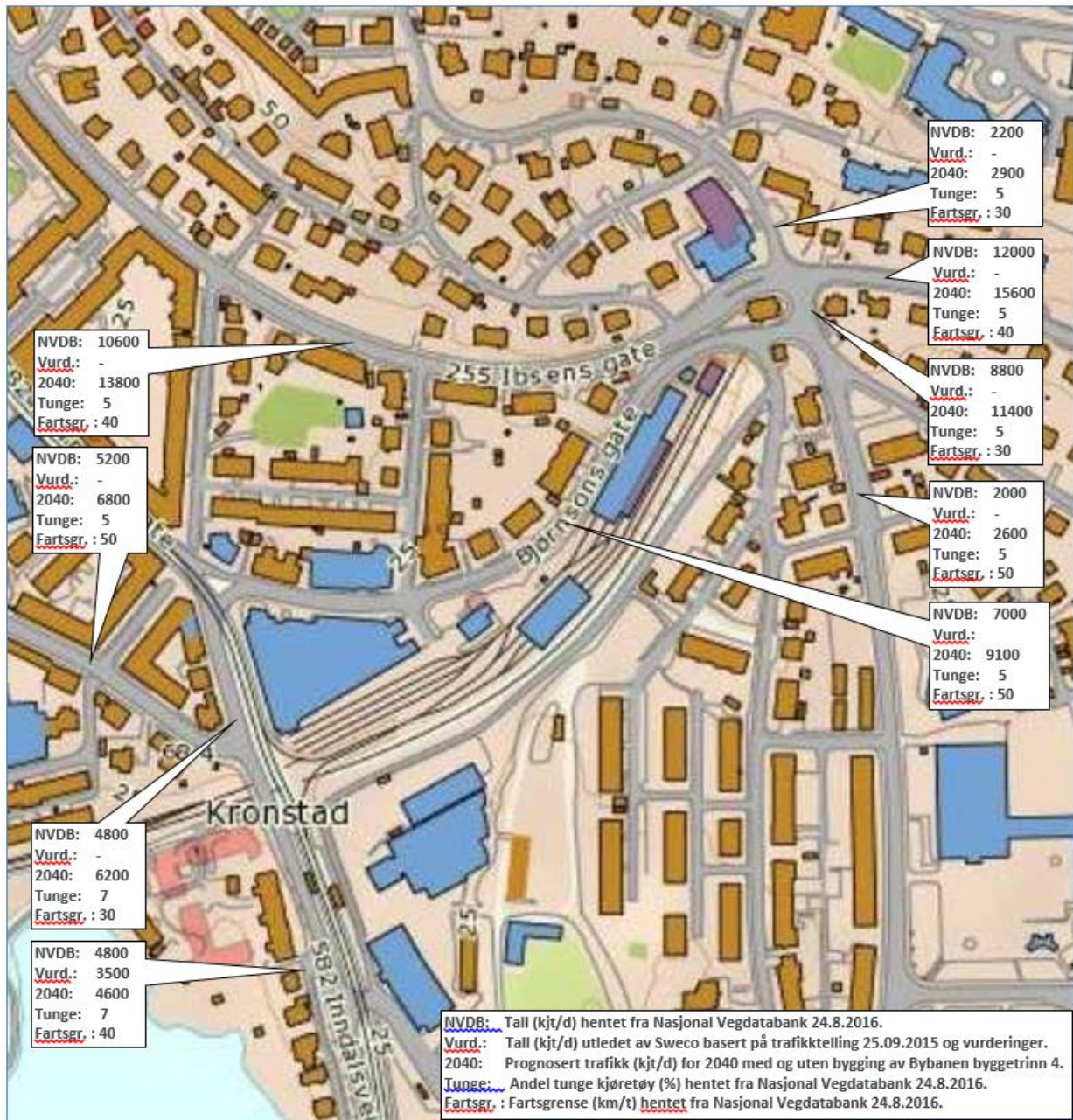
Figur 11: Trafikkdata Nygårdstangen. Støybidrag fra "spagettien" er tatt med i beregningene, men ikke vist i figuren. Grunnet ligger i beregningsmodellen.





Figur 12: Trafikkoversikt Møllendal.





Figur 13: Trafikkdata Kronstad

Jernbane

Det er lagt til grunn dobbeltspor gjennom Ulriken og forutsetningene er hentet fra støyrapport⁵ til reguleringsplanen. Tabell 12 viser trafikk tall som er lagt til grunn for prognoseåret 2040. Det er benyttet en hastighet på 80 km/t for den delen som er nærmest tunnelen og 50 km/t nærmere stasjonsområdet i beregningsmodellen. 80 km/t er prosjekteringshastigheten ved utgangen av tunnelen og 50 km/t er vanlig å bruke i stasjonsområder. Det er lagt inn en 2,5 m høy støyskjerm langs deler av nord- og sørsiden av jernbanen nærmest munningen, i henhold til støyrapporten for reguleringsplanen.

⁵ Detaljplan. Støy, vibrasjoner og strukturlyd. Bergensbanen, Ulriken tunnel, Arna-Fløen. Dokument UUT-00-A-10020, revisjon 00A. Produsert 13.09.2013 av Norconsult AS for Jernbaneverket.



Type tog	Antall tog dag (kl. 07-19)	Antall tog kveld (kl. 19-23)	Antall tog natt (kl. 23-07)	Toglengde (m)
N 69 lokaltog	112	34	6	76
B73/EL18 fjerntog	8	3	3	208
Godstog	6	6	6	700

Tabell 12: Jernbanetrafikk

Andre støykilder

Støy fra godsterminalen og godstrafikken til Mindemyren er ikke en del av dette oppdraget. Støy fra helikoptertrafikk i samband med Haukeland sykehus er ikke beregnet eller vurdert. Bygge- og anleggsstøy er ikke omtalt i dette delkapittelet om støy.

Grunnforhold, bebyggelse og fundamentering.

Informasjon er hentet fra berggrunns- og løsmassekart fra NGUⁱⁱⁱ. Bebyggelsen over banen ligger hovedsakelig på fyllmasser over varierende typer av berggrunn. Det henvises til geoteknisk rapport for nærmere beskrivelse.

2.5.4. Metode

Luftoverført støy

Nordisk metode⁶ for beregning av luftoverført støy fra bane krever input i form av to parametere, a og b. Verdiene er hentet fra notat⁷ som oppsummerer a og b-verdier for Bybanen i Bergen. Det anbefales to sett med a og b-verdier, ett for fastspor og ett for ballastspor. I notatet blir fastspor definert til: *Støpt langsgående fundament, skinner fast festet til fundament med eller uten vibrasjonsisolering. Asfalt/betong eller gress mellom spor. For Bybanen gjelder dette ulike varianter, blant annet: CDM-Qtrack-XP, CDM-FSM-L 13 og CDM-Ftrack.* Ballastspor er spor på sviller som hviler på pukk. Kurveskrik er ikke en del av Nordisk beregningsmetode og er ikke inkludert i beregningene. Hvis kurveskrik opptrer er tiltak normalt smøring. Støy fra tunnelmunninger er ikke inkludert, og vil generelt i liten grad påvirke støynivået ved boligene da boligene ligger ut på siden i forhold til baneretningen.

Støy fra vegtrafikk er beregnet etter gjeldende nordisk beregningsmetode for vegtrafikk⁸. Beregningsverktøyet CadnaA versjon 4.6.155 er brukt. Det er benyttes 1. ordens refleksjoner fra vertikale bygningsflater i beregningene. Generelt er det benyttet delvis reflekterende markflate (markfaktor 0,5), men ved fastsporene og sjøflater er det benyttet reflekterende markflate (markfaktor 1) og ved ballastspor er det benyttet absorberende markflate (markfaktor 1).

Strukturlyd og vibrasjoner

Det eksisterer ingen offisiell beregningsmetode for strukturlyd. Det er i estimeringen av strukturlydnivå benyttet kildedata, metode og teori fra følgende:

- FTA-VA-90-1003-06 «TRANSIT NOISE AND VIBRATION IMPACT ASSESSMENT» Federal Transit Administration (2006). USA
- «A Methodology for Environmental Assessment – Norwegian High Speed Railway Project Phase 2» (Jernbaneverket March 2011, Asplan Viak AS med partnere). Kildedata benyttet i den utredningen er fra målinger i Sverige.
- «Forenkla reknemetodar for strukturlyd og vibrasjonar», KILDE Notat N867a (1996 og 2002)

⁶ "Railway Traffic Noise - Nordic Prediction Method," Nordic council of ministers, TemaNord 1996:524, 1996.

⁷ Bybanen i Bergen – A og B verdier til nordisk beregningsmetode. Notat RIA01, Oppdragsnr. 5150719, Norconsult 11.5.2015.

⁸ Road Traffic Noise – Nordic Prediction Method. TemaNord 1996:525, Nordisk Ministerråd, København.



For vibrasjoner er det benyttet vurderinger fra tidligere byggetrinn for Bybanen basert på NGIs semiempiriske beregningsmodell.

2.5.5. Resultater luftoverført støy

Det er laget støysonkart for Bybanen BT4, for 0-alternativet (Bybanen BT1, vegtrafikk, Bergensbanen) og for utbyggingsalternativet (Bybanen BT1 og BT4, vegtrafikk, Bergensbanen). Støy fra ulike støykilder (Bybanen, Bergensbanen, vegtrafikk) er ikke summert, men vist som omhyllingskurver (union). Det betyr f.eks. at dersom gul støyzone fra vegtrafikk strekker seg lenger enn gul støyzone fra Bybanen, er det støysonen fra vegtrafikk som vises.

Dagens situasjon, 0-alternativet

Området rundt Bygarasjen preges av vegtrafikkstøy, mens området langs gang- og sykkelveien ved Store Lungegårdsvannet preges av støy fra jernbanen. Området rundt Kronstad preges av vegtrafikkstøy.

Støy fra bane

Beregningene viser at gul støyzone strekker seg 16-26 m utenfor kanten av banen der den ikke er skjermet av terreng eller bygninger. Ved Store Lungegårdsvannet er hastigheten høy med 70 km/t, men bruk av ballastspor medfører at gul støyzone ikke strekker seg lengre enn typisk 22 m utenfor kanten av banen. Rød støyzone strekker seg 0-4 m utenfor kanten av banen i 4 m høyde. Støyutbredelsen er lavere enn det som er beregnet under byggetrinn 1-3, dette skyldes at inngangsverdiene for beregningene i byggetrinn 4 er basert på støymålinger fra Bybanen (se kapittel 2.5.4), mens det i byggetrinn 1-3 er basert på støymålinger fra blant annet trikk. Ingen støyfølsomme bygninger får støynivå over nedre grenseverdi for rød støyzone $L_{den} = 68$ dB. Høyeste støynivå får St. Halvardsvei 7 på Kronstad med $L_{den} = 58$ dB.

Støy fra veg og bane

Det er ingen vesentlige endringer på vegtraséene som utløser beregning av tiltak på fasade (for å sikre at kravene til innendørs støy blir ivaretatt) og uteplass for alle disse boligene. Det er justeringer på vegtraseen ved Møllendalsveien, men dette er vurdert til å være for lite til å utløse beregning av tiltak på fasade.

2.5.6. Resultater for strukturlyd.

Beregnet strukturlydnivå for aktuelle boliger er vist i Tabell 13.

En bolig, Ibsens gate 81, vil kunne overskride målsetningen $L_{A,max} = 32$ dBA på strekningene i tunnel med 1 dB. Ingen boliger overskrider målsetningen $L_{A,max} = 37$ dBA på strekningene i dagen, høyeste nivå er $L_{A,max} = 34$ dBA – reguleringsbestemmelsene sier at dersom kostnadene står i rimelig forhold til effekten, skal det gjennomføres tiltak for å oppnå lavere nivåer for strukturoverført lyd.

Dersom det er stor avstand fra fundamentet for boliger til fast fjell (stor løsmassedybde), vil strukturlydnivåene være lavere enn vist her.

Adresse	Hastighet (km/t)	Avstand (m)	Beregnet strukturlydnivå (dB)	Grenseverdi (dB)
Fløenbakken 25	50	21	31	32
Fløenbakken 33	50	21	31	32
Fløenbakken 35	50	21	31	32
Ibsens gate 79	50	19	32	32
Ibsens gate 81	50	17	33	32
Ibsens gate 83	50	19	32	32
Ibsens gate 112	50	25	30	32



Adresse	Hastighet (km/t)	Avstand (m)	Beregnet strukturlydnivå (dB)	Grenseverdi (dB)
St. Halvardsvei 1	50	21	31	32
St. Halvardsvei 7	50	15	34	37
St. Halvardsvei 9	50	22	31	37
St. Halvardsvei 11	50	22	31	37

Tabell 13: Beregnet strukturlydnivå. Det er forutsatt korte avstander fra boliger til fjell. Ved de 8 første boligene ligger Bybanen i tunell og ved de tre siste ligger Bybanen i dagen, derfor er det ulike grenseverdier.

2.5.7. Resultater for vibrasjoner

Det er ikke estimert vibrasjonsnivå over grenseverdien $v_{w,95} = 0,1$ mm/s, grenseverdien er $v_{w,95} = 0,3$ mm/s.

2.5.8. Oppsummering beregningsresultater

Ingen boliger overskrider støygrensen $L_{den} = 58$ dB for luftoverført støy fra Bybanen.

En bolig, Ibsens gate 81, vil kunne overskride målsetningen $L_{A,max} = 32$ dBA på strekningene i tunnel med 1 dB. Det er ikke estimert vibrasjonsnivå over grenseverdien $v_{w,95} = 0,1$ mm/s.

Det er bare eksisterende bygninger som er vurdert for støy, strukturlyd og vibrasjoner. Under detaljprosjekteringen må det vurderes nærmere hvor planlagte bygg skal komme for å sikre gode kvaliteter både utendørs og innendørs.

2.5.9. Tiltak

Tiltak luftoverført støy

Det er ikke krav om tiltak på grunn av luftoverført støy.

Bruk av ballastspor langs Store Lungegårdsvannet reduserer støyen mot personer i dette området, i forhold til fastspor. Området er utsatt for støy fra jernbane og godsterminal, men i store tidsperioder vil støyen fra jernbanen være fraværende.

Tiltak strukturoverført lyd og vibrasjoner

Bruk av ballastmatter er aktuelt tiltak ved portalen på Kronstad, både i dagsonen og i tunnel, totalt typisk 150 m. Dette gir en reduksjon på opptil 8-10 dB for strukturoverført lyd.

Det er ikke beregnet vibrasjonsnivå over grenseverdi.

I detaljprosjekteringen må det avklares om Haraldsplass Diakonale Sykehus og Haukeland Sykehus har spesielle behov som medfører at vibrasjoner og strukturlyd bør være lavere enn grenseverdiene i reguleringsbestemmelsene. Aktuelt tiltak er ballastmatter.



3. Veg og anlegg

3.1. Vei- og gateanlegg

3.1.1. Innledning

Området er delt i fem hoveddeler, som alle er ulike. De fem områdene er; Nygårdstangen, Lungegårdsparken, Møllendal, Haukeland og Kronstad.

Nygårdstangen:

På Nygårdstangen vil hovedtrekkene i kjøremønsteret for bil og buss bestå, men det blir endringer i forbindelse med godsterminalen og for gående og syklende.

Lungegårdsparken:

I Lungegårdsparken vil en anlegge både en hovedsykkelvei og en gangvei.

Møllendal:

I Møllendal vil det være små endringer på kjøremønsteret, men for gående og spesielt de syklende vil det være større omlegginger. Sykkelveien fra Lungegårdsparken fortsetter gjennom området og til Kronstad tunnelen. Fløenområdet blir koplet til gang- og sykkelveien med en ny bro over jernbanens uttrekkspor. Møllendalsveien blir stengt for gjennomkjøring.

Haukeland:

Ved Haukeland sykehus ligger holdeplassen og banen i tunnel, slik at påvirkningen for veinettet blir minimal. Det vil bli en omlegging av avkjørselen til Haukelandsbakken 2. Ny sykkelvei langs Haukelandsveiens vestre side mellom Haukelandstunnelen og rundkjøringen i Ulriksdal, blir etablert.

Kronstad:

På Kronstad er det ingen påvirkning på kjøremønster og bilveier, men det blir endringer for både gående og syklende. Fra Kronstad tunnelen vil de syklende fortsette parallelt med bybanesporet i planfri kryssing under Inndalsveien. De gående vil få kryssing i plan av Inndalsveien og vil ha både mulighet for trapp og rampe for å bevege seg fra holdeplassens lave nivå og opp i nivå med Inndalsveien.

3.1.2. Nygårdstangen

På Nygårdstangen vil hovedtrekkene i kjøremønsteret for bil og buss bestå, men det blir endringer i forbindelse med godsterminalen og for gående og syklende.

I Fjøsangerveien (vest for Bystasjonen) blir det to høyresvingefelt som leder inn i Lungegårdskaien. Tverrsnittet i Lungegårdskaien sør for Bystasjonen blir da to kjørefelt i retning øst og tre kjørefelt i retning vest og en trafikkøyl som skiller kjøreretningene.

I krysset i Lungegårdskaien hvor en tar av til AdO Arena skjer det store endringer. Når en kommer fra vest vil først selve krysset inn til AdO Arena komme med ett kjørefelt i hver retning. Umiddelbart etter krysset vil det være to felt inn til godsterminalen. Disse feltene krysser bybanesporet. Det vil også være ett «bypass-felt» for de som kommer fra AdO Arena og skal inn på godsterminalen. Utkjøringen fra godsterminalen skjer litt lenger mot nord i Lungegårdskaien, og det vil være ett utkjøringsfelt. Dette kjørefeltet krysser bybanesporet.

I Lungegårdskaien på østsiden av Bystasjonen er det 3 kjørefelt og en bussholdeplass nærmest Bystasjonen. Det er 1 kjørefelt i retning nord og 2 kjørefelt i retning sør.

Inn- og utkjøring fra bussterminalen og parkeringshuset på Bystasjonen vil være som i dag, i sørøstre hjørne av bygget.



Gang- og sykkel på Nygårdstangen:

Sykkelvegen på Nygårdstangen begynner i dagens fortau, ved Statens Hus, nord i Lungegårdskaien. Hvordan koblingen blir fra Statens Hus og videre mot sentrum er ikke en del av denne reguleringsplanen, og løsningen må skisseres i videre planlegging av sykkelveger i sentrum.

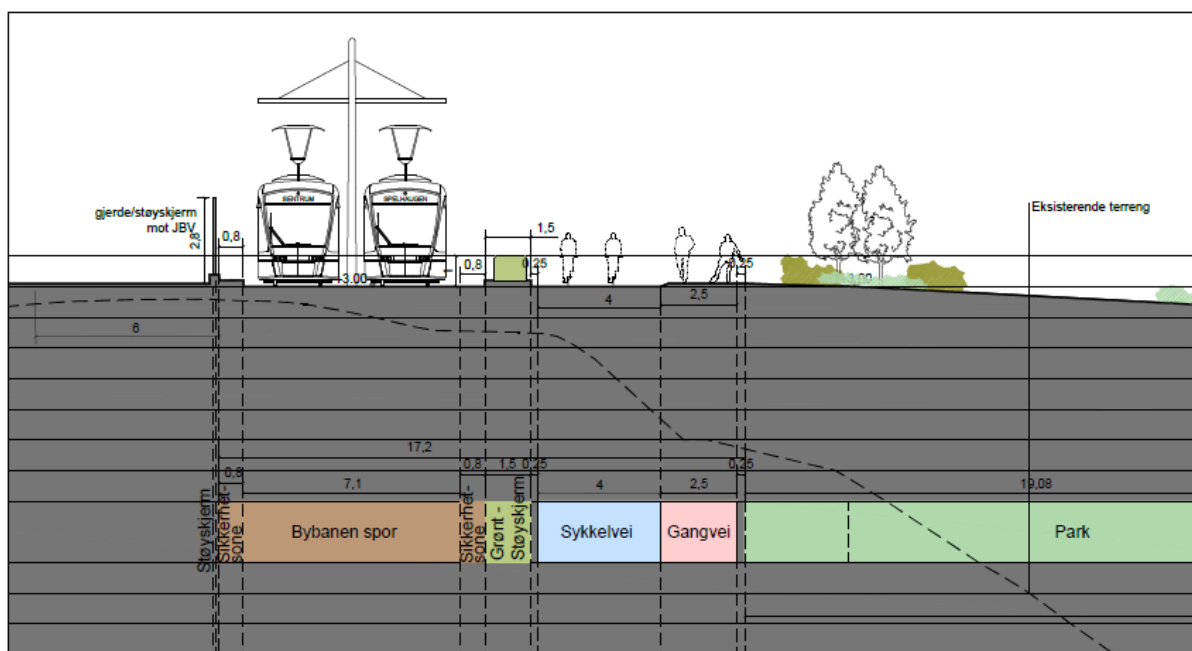
Videre sørover Lungegårdskaien blir sykkelvegen anlagt med en bredde på 4,5 meter mellom banelinjen, som ligger på østsiden, og gangveg og kjøreveg på vestsiden. Normalt i Bergen sentrum legges sykkelvegen inn mot bilvegen, men her er gangvegen lagt på vestsiden og nærmest kjørebanelinjen. At gangvegen legges vest for sykkelvegen i Lungegårdskaien reduserer dermed behovet for at gående må krysse sykkelvegen for å krysse bilvegen.

Sør for krysset Agnes Mowinckels gate og Lungegårdskaien, kobles det nye gang- og sykkelvegssystemet sammen med det eksisterende systemet fra vest (Fløenstien). Sør for Amalie Skram VGS kobles den nyetablerte sykkelvegen (Nonnestien) langs nordsiden av Store Lungegårdsvannet sammen med den nå regulerte gang- og sykkelvegen.

3.1.3. Lungegårdsparken

Fra Amalie Skram VGS følger sykkelvegen banelinjen videre sørover langs parken ved Store Lungegårdsvannet. Hovedsykkelvegen her vil være uten kryssinger eller avskjæringer, noe som innebærer at man kan holde høy fart. Selve sykkelveien blir anlagt med en bredde på 4 meter og de gående får et 2,5 meter bredt fortau.

De angitte breddene kan justeres noe i prosjekteringsfasen, dersom det viser seg at slike justeringer vil gi et bedre resultat.



PRINSIPPSNITT - Tverrsnitt 1:200

Figur 14: Prinsippssnitt for arealbruk i Lungegårdsparken

3.1.4. Møllendal

I Møllendal vil det bli endringer på kjøremønsteret, og for gående og spesielt de syklende vil det være større omlegginger. For biltrafikken vil hovedendringen være at Møllendalsveien blir stengt for gjennomgangstrafikk. Vegbredden for gang og sykkel i Møllendalsveien langs holdeplassen blir 4,5 meter. Møllendalsveien vil også bli stengt for gjennomkjøring rett før krysset med Fløenbakken. Det vil derfor bli opprettet en snuplass ved Møllendalsveien 69.



Gang- og sykkel i Møllendal:

Fra Nygårdstangen, hele veien sørover Mindemyren, og videre mot Oasen skal sykkelvegen ha en totalbredde på 4 meter. Fra Lungegårdsparken vil sykkelveien fortsette i bro over bybanen og parallelt med jernbanens uttrekkspor i ca. 400 meter før nytt uttrekkspor bøyer av mot øst (inn i tunnel) og sykkelveien mot sørvest. Da vil sykkelveien fortsette i det gamle uttrekksporet (Kronstadsporet) og inn i Kronstadtunnelen.

Sykeltrasé parallelt ved, og delvis inn på dagens uttrekkspor, som beskrevet ovenfor, er en midlertidig løsning som må bygges i påvente av avviklingen av godsterminalen på Nygårdstangen. Når godsterminalen blir avviklet, vil ikke Jernbaneverket lenger ha behov for hverken dagens uttrekkspor eller den nye uttrekkstunnelen. Som følge av dette blir da sykkeltraséen flyttet inn i dagens uttrekkspor, og den midlertidige parallelle sykkeltraséen endres til gangveg. Uttrekkstunnelen kan da stenges eller brukes til annet formål.

Fløenområdet blir også koplet til gang- og sykkelveien fra Lungegårdsparken. Det blir bygd en ny bro over uttrekksporet og sykkelveien omtrent ved Årstadgeilen. Dette vil gi både syklende og gående en forbindelse fra Fløen til både Lungegårdsparken og bybaneholdeplassen (Møllendal). Gang- og sykkelveien over uttrekksporet inngår i Bergens fremtidige hovedsykkelruter.

Fløenbakkens kobling ned mot Lungegårdsparken er viktig å opprettholde, da denne traséen inngår som en del av Bergens fremtidige hovedsykkelveger. Pr. tidspunkt er dette en mye brukt gangveg, hvor det også er svært mange syklistere. Forbedret løsning med sykkeltrasé med 3 meters bredde og gangvei på 2 meters bredde innebærer at det må bygges ny bro over uttrekksporet, men traséen vil følge terrenget på omtrent samme måte som i dag. Via en ny rampe kobles så gang- og sykkelvegen fra Fløen inn på den nye sykkelvegen langs uttrekksporet/Kronstadsporet. Syklende, som skal fra Fløen og ned til holdeplassen i Møllendal, må følge rampen ned til parken, for så å sykle et kort stykke tilbake til holdeplassen.

Gjennom Kronstadtunnelen i retning mot Kronstad anlegges gang- og sykkelveg parallelt, med sykkel til venstre og gangveg til høyre. Ettersom tunnelportalen i Møllendal er verneverdig gjøres det ikke utvidelse av denne. Ca. 50 meter inne i Kronstadtunnelen fra Møllendal kan en ny gangtunnel (løsmassetunnel) fra nedre deler av Møllendal kobles inn mot sykkelvegen slik at de fortsetter i parallelle spor videre til Kronstad. Nede i Møllendal og rundt holdeplassen er det et godt etablerte gangvegssystem som gående fra Lungegårdsparken, Fløen og videre mot Kronstad kan benytte seg av.

3.1.5. Haukeland

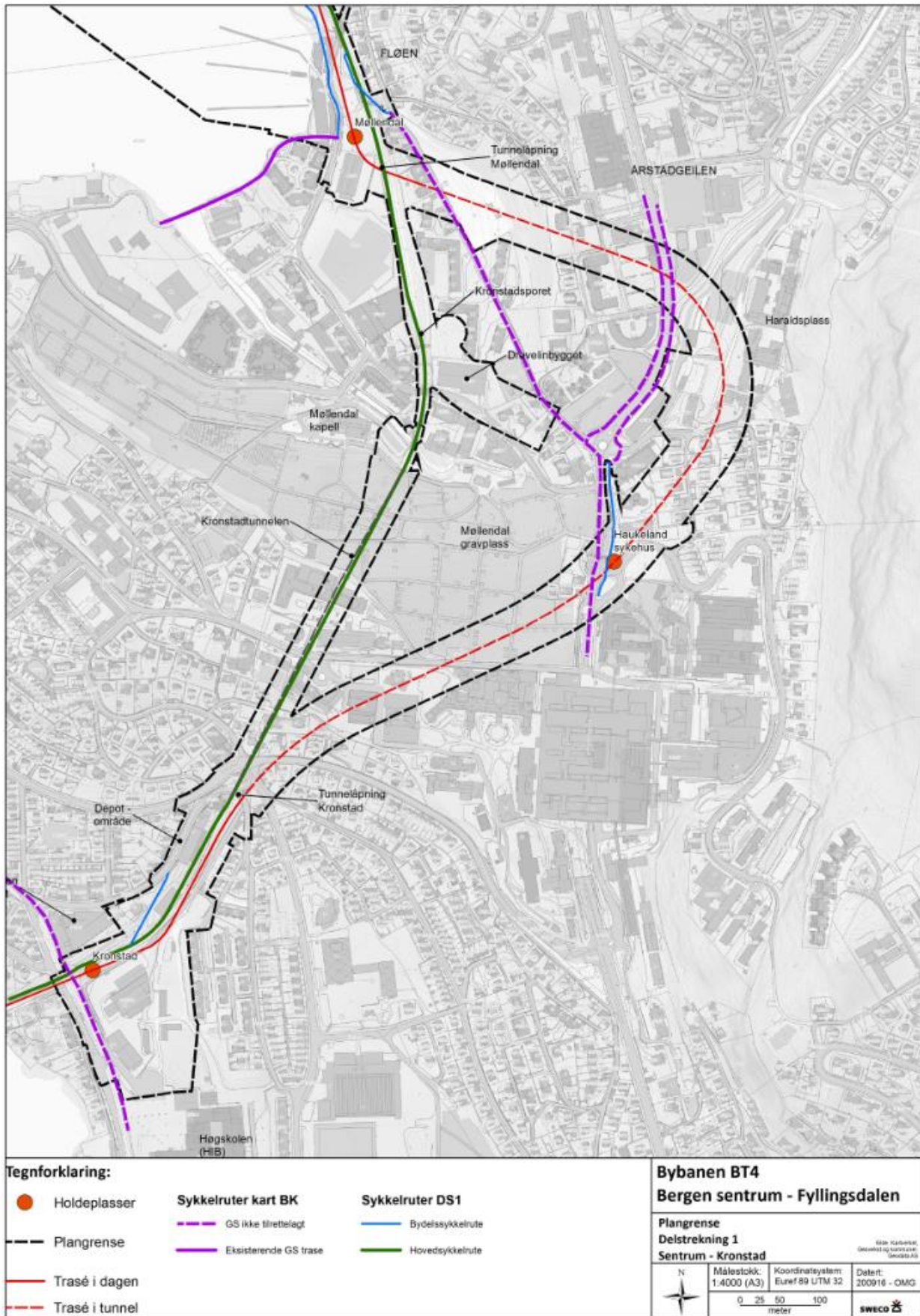
Ved Haukeland sykehus ligger holdeplassen og banen i tunnel, slik at påvirkningen for veinettet blir minimal. Det vil bli en omlegging av avkjørselen til Haukelandsbakken 2. Ny sykkelvei langs Haukelandsveiens vestre side mellom Haukelandstunnelen og rundkjøringen i Ulriksdal, blir etablert.

Syklende på Haukeland:

Sammenlignet med andre delområder blir sykkelløsningene rundt Haukeland i mindre grad påvirket av bybaneutbyggingen. Dette henger naturlig sammen med at selve holdeplassen blir liggende under bakken, samt at hovedandelen av passasjergrunnlaget trolig er ansatte og besøkende til sykehusene og andre institusjoner i området. Syklende til disse institusjonene vil trolig parkere sykkelen på deres respektive sykkelparkeringsplasser og belaster dermed ikke bybanens sykkelparkeringsplasser.

Samlet sett innebærer dette at det legges opp til færre sykkelparkeringsplasser rundt holdeplassen enn hva passasjergrunnlaget tilsier. De 50 plassene som det lages plass til blir fordelt med 80% ved oppgangen i sør og de resterende 20% i nord. En del av sykkelplassene blir under tak og lokaliseres i nærheten av bussholdeplassen i Haukelandsveien.





Figur 15: Eksisterende og planlagte sykkelruter på Kronstad, Haukeland og Møllendal.



3.1.6. Kronstad

På Kronstad er det ingen påvirkning på kjøremønster og bilveier, men det blir endringer for både gående og syklende.

Syklende på Kronstad:

Kronstad-tunnelen som etableres for gående og syklende gir en effektiv transportåre mot sentrum fra Kronstad. Sykkelvegen ved nye Kronstad holdeplass følger bybanetraséen og anlegges under Inndalsveien og videre sørover Mindemyren. Sykkelveien vil ligge på nordsiden av banetraséen hele veien og fortsette inn på den regulerte sykkelveien for Mindemyren.

Når man kommer fra Kronstad-tunnelen, er det mulig å koble seg på sykkelvegen inn mot høyskolen og videre mot Fridalen og sør-østlige boligområder ved å krysse bybanesporet like før holdeplassen. Terrenget opp mot Inndalsveien stiger slakt og det er lett tilkomst opp i fortauet langs veien. Fra holdeplassen vil det også være forbindelse nordover for gående og syklende mot Bjørnsonsgate.

Gående på Kronstad:

Fra Kronstad-tunnelen fortsetter det gangvei parallelt med bybanen og sykkelveien frem til holdeplassen. Her vil gangveien stoppe og en må opp ett nivå til Inndalsveien for å krysse Inndalsveien i plan. Gangveien ligger på nordsiden av banetraséen øst for Inndalsveien og på sørsiden av banetraséen vest for Inndalsveien. Her vil gangveien fortsette inn på det regulerte gangveien i planen for Mindemyren. Høydeforskjellen mellom holdeplass og Inndalsveien kan tas både med trapp og en kan krysse bybanesporet ved holdeplassen og benytte en rampe som går mot Høyskolen.

3.2. Alternativ sykkelrute i Møllendal

3.2.1. Generelt

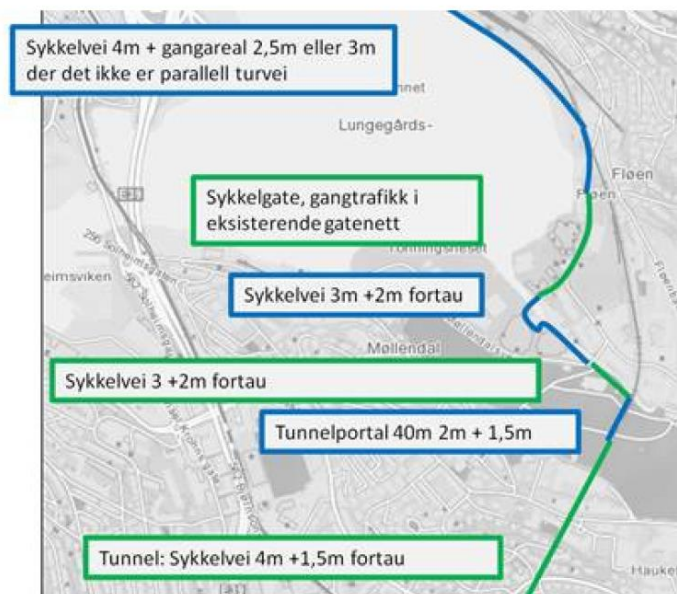
Som alternativ til sykkelveg i dagens uttrekkspor fra tunnelportal for Kronstad-tunnelen i Møllendal til påkobling i parken ved Store Lungegårdsvannet, er det utredet en løsning for gang-/sykkelvei langs Møllendalselven. Denne løsningen skal etableres etter følgende prinsipper som vist i Figur 16.

3.2.2. Veganlegg

Traséen følger Møllendalselvens sydside. Fra tunnelmunning for Kronstad-tunnelen til Møllendalsveien etableres sykkelvei med fortau, og i Møllendalsveien etableres sykkelgate.

Langs Møllendalselven er det det tatt utgangspunkt i 3m sykkelvei og 2m fortau og tilpasset eksisterende og planlagte strukturer. Standarden på løsningen er redusert i henhold til krav i Statens vegvesens håndbøker med tanke på kurveradier, bredder og stigning.

Det må gjennomføres trafikksikkerhetstiltak ved kryssing av Møllendalsveien. Dette er tenkt ved å etablere fartsreducerende tiltak for så vel bilister som syklister. For syklister vil det etableres f. eks. rumlefelt med gatestein, alternativt «bølgeprofil» som vist i Figur 17. For kjøretøy i Møllendalsveien vil det etableres opphøyet kryssområde for hele krysset der sykkelvei krysser Møllendalsveien. Eksakt utforming vil bli planlagt i prosjekteringsfasen.



Figur 16: Prinsipper for utforming av alternativ sykkelveg i Møllendal



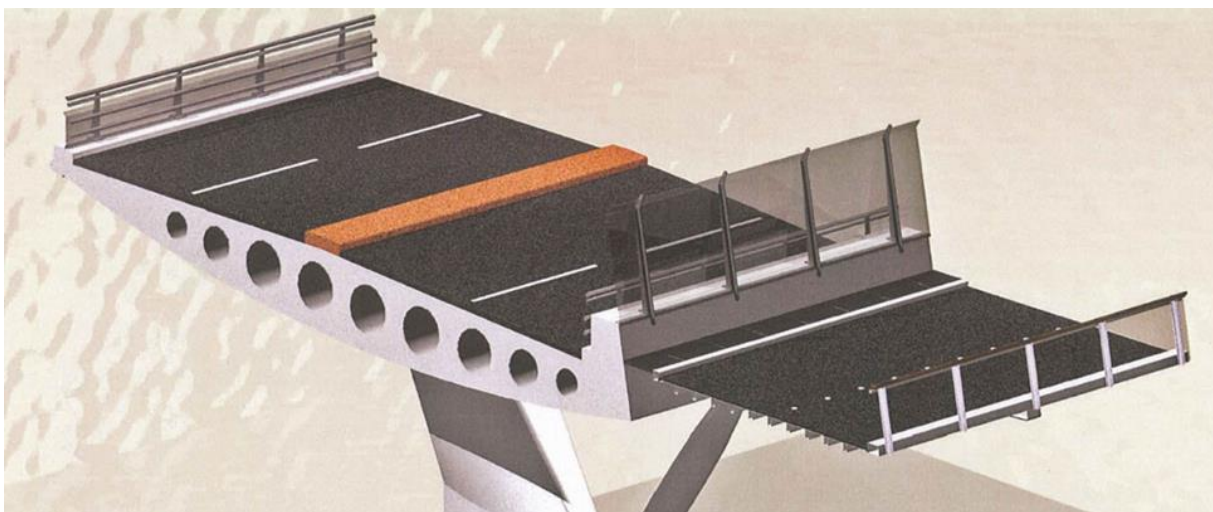
Ved Møllendal kapell vil areal for gang- og sykkelvei legge beslag på ca. 40 parkeringsplasser.

Når det gjelder siktforhold mellom bilister på broen og syklende langs elven østfra, må det etableres gode løsninger på broen, og som er tilpasset krav til regelverk for sikring og gir tilfredsstillende siktforhold.

Ved bevaringsverdig bygg, Møllendalsveien 44, vil del av bygning mot elven som ikke er vernet, bli revet. Det vil fortsatt være for lite areal til en god løsning for gående og syklende forbi bygget. Det tilrettelegges derfor også for gangtrafikk på vestsiden av bygget. Møllendalsveien fra Møllendalselven og forbi



Figur 17: Eksempel på fartsreduserende tiltak (bølgeprofil) benyttet i Nederland



Figur 18: Eksempel på åpen rekkverksløsning på bu (Kilde: Multiconsult, Øvre Sund bru, Drammen)

ny holdeplass for bybanen tilrettelegges som sykkelgate, med 4m sykkelvennlig dekke i midten og visuell innsnevring av det øvrige arealet. Bredde på gaten er tilpasset tilkomst til eiendommer og varelevering og tilpasses nylig etablert situasjon. Gaten legges om i krysset ved Møllendalsveien 65A, slik at sykkelveien kan gis forkjørsrett gjennom krysset. Det vil fortsatt tillates kjøring til eiendommene og det tilrettelegges med vareleveringslommer for bedrifter i gaten. I nordlig ende av Møllendalsveien vil sykkelveien knytte seg til sykkelvei langs Store Lungegårdsvann.



3.2.3. Jernbaneverkets uttrekkspor

Dagens uttrekkspor mellom Møllendalselven og Mindemyren skal fjernes og erstattes av utvidet godsterminal med nye hensettingsspor på Nygårdstangen. Eksakt avslutning av uttrekkssporet ved Møllendalselven er ikke detaljert, men er oppgitt av Jernbaneverket (JVB) å skulle avsluttes ved profil 600, som ligger ca. 10m etter elvekryssingen i retning mot portalen. Detaljer rundt dette avslutningspunktet er avklart, som betyr at detaljer rundt sporets endepunkt og gang-/sykkelvei i dette området må avklares i prosjekteringsfasen.

Eventuelle justeringer av eksisterende jernbanebro over Møllendalselven er ikke vurdert i teknisk forprosjekt, da nødvendige avklaringer rundt sporets endepunkt ikke er avklart med JBV.

3.2.4. Landskap og arkitektur

Langs elvekanten i forbindelse med portalen til Kronstad tunnelen og Møllendal kapell, er det i dag store og frodige trær. I dette området vil sykkelveien ligge på nivå med eksisterende parkeringsplass, og store deler av vegetasjonen og skråningen ned mot Møllendalselven kan bevares. Nord for veibroen som krysser Møllendalsveien, er ny sykkelveg foreslått etablert på mur. Her vil tiltaket ha et smalt tverrsnitt med rekkverk og mur mot elven. Dette vil fremstå som en forbedring av situasjonen og tilkomsten til området. I forbindelse med Møllendalsveien 44 er det avsatt arealer til gangtrafikk og opphold. Det er her viktig å opprettholde eksisterende gangforbindelser og etablere nye gangforbindelser mellom studentboligene og områdene på nord-østsiden av elven, med Møllendal holdeplass som sentralt element. Det bør i dette området benyttes materialer med gode kvaliteter som tilfører stedet nye kvaliteter.



Figur 19: Banelinje for uttrekkspor fra JBV

3.2.5. Konstruksjoner

Det etableres ny gang-/sykkelbru som krysser Møllendalselva. Denne har betegnelsen K10, se tegning D00-100-K-010.

Brua bygges som en 1-spenns slakkarmert platebru med spennvidde ca. 19m. Total brubredde er 6,5m, med plass for 3,0m sykkelveg og 2,0m gangbane, pluss skuldre og rekkverksrom. Brua forutsettes fundamentert på utstøpte stålørspeler til berg eller som friksjonspeler i løsmasser.

Fra GS-brua K10 og langs GS-vegen må det bygges ny mur langs elvekanten til Møllendalselva, muren bygges nesten frem til eksisterende kjørebri over elva. Muren blir ca. 170m lang og bygges som tørrmur, høyden vil variere fra ca. 1,5m og opp til ca. 4,0m. Muren utstyres med betongkrone, denne vil fungere som fundament for GS-rekkverk langs GS-vegen. Denne nye muren vil erstatte eksisterende mur som rives da den er i dårlig forfatning.

3.2.6. VA-anlegg

Overvann fra eksisterende og nytt veianlegg kobles til eksisterende overvannsledninger eller til utløp i Møllendalselven via nye sandfang. Etablering av gang- og sykkelvei vil ikke ha påvirkning til eksisterende VA-anlegg i området.

3.3. Signalanlegg veganlegg

3.3.1. Lungegårdskaien

Signalanlegg i denne delstrekningen vil bli prosjektert av Jernbaneverkets konsulent i forbindelse med etablering av ny adkomst til godsterminalen, og vil bli beskrevet av andre. Dette gjelder forholdene rundt nye Lungegårdskaien holdeplass, adkomst godsterminalen og Bystasjonen.



3.3.2. Bybanens kryssing av gang og sykkel-trase ved Fløen (Møllendalsveien)

Myke trafikanter reguleres mot bybanen. Anlegget hviler i grønt for de myke trafikantene. Når bybanen passerer gis denne grønt lys før den kommer til krysningspunktet. Bybanen har grønt lys til den har passert gang- og sykkelfeltet. Innmelding er plassert ved holdeplassen i Møllendal og på vestsiden av kryssningen. De myke trafikantene får deretter grønt lys fram til neste bane krysser.

3.3.3. Bybanens kryssing av sykkel-trase ved Kronstad

Ved en eventuell regulering av sykkel-traseen ved Kronstad mot bybanen. Anlegget hviler i grønt for syklende. Når bybanen passerer gis denne grønt lys før den kommer til krysningspunktet. Bybanen har grønt lys til den har passert gang- og sykkelfeltet. Innmelding er plassert ved holdeplassen ved Kronstad og i Haukelandstunellen. Sykelistene får deretter grønt lys fram til neste bane krysser.

3.4. VA-anlegg og fjernvarme

3.4.1. VA-anlegg

For beskrivelse av VA-anlegg, foreligger dette i separat dokument «VA rammeplan», dokument nr. D00-100-RAP-VA-001.

3.4.2. Fjernvarme

Hovedføringsvei for fjernvarme til Bergenhus går langs Store Lungegårdsvannet. Det er avdekket en rekke konfliktpunkter mellom hovedføringsvei og planlagte tiltak langs Store Lungegårdsvannet. På Kronstad er det avdekket konfliktpunkt mellom distribusjonsnett og planlagte tiltak, se oversikt under. Nødvendige omlegginger som følge av dette må planlegges i samråd med, og etter føringer gitt av systemeier BKK Varme.

Fjernvarmenett er vist på I-tegninger sammen med kabelanlegg.

Nonneseter – Nygård

Langs Lungegårdskaien mot JBV's eiendom vil den ferdige bybanetraséen ikke komme i direkte konflikt med fjernvarmeledningen. Fjernvarmeledningen ligger imidlertid så nær banespor at gjennomføring av anleggsarbeidene vil, spesielt med tanke på etablering av bybanen sin underbygning, føringsveier, etc., trolig gi konflikter med fjernvarmerørene i anleggsfasen.

Nygård - Fløen

Fra starten av Fløenstien og fram til Møllendalsveien, ligger eksisterende fjernvarmeledninger under fremtidig bybane eller fremtidige hensettingsspor for jernbanen. Konflikt mellom bybanetrasé og fjernvarmeledning begrenser seg til to kortere strekninger ved AdO Arena og ved dagens plassering av Regnhytten.

Bybanetraséen i dette området ligger i hovedsak på dagens fylling langs Store Lungegårdsvannet. Dette medfører at en eventuell permanent omlegging av fjernvarmenett til fremtidig gang- og sykkelveg på sørsiden av bybanesporet, ikke er mulig før utfylling i Store Lungegårdsvannet er gjennomført, og at fyllingen har fått satt seg tilstrekkelig. Alternativ plassering er inne på området for godsterminal.

Haukeland

Fjernvarmeledning til Alrek, Odontologen, m.fl. kommer i konflikt med planlagt oppgang N3 ved Haraldsplass.

Kronstad

Fjernvarmeledning til HiB kommer i konflikt med i banetrasé med et langsgående krysningspunkt. Nye terreng høyder i området vil sannsynligvis medføre behov for omlegginger av fjernvarme noe utover selve konfliktpunkt med banetrasé.



3.5. Konstruksjoner

3.5.1. Generelt

Dette kapitlet omhandler større konstruksjoner på delstrekning 1, sentrum - Kronstad. Konstruksjonene blir presentert i påfølgende underkapitler, og er vist på oversiktstegninger D00-100-K-140, D00-100-K-151 og D00-100-K160.

Haukeland holdeplass under bakke vil inneholde mange ulike konstruksjoner. Denne holdeplassen behandles i eget kapittel 3.7.

Det er først ved Fløen-området at de første større konstruksjonene etableres. Her er det 3 gang- og sykkelvegbruer som skal bygges; En over Bybanen, en over Møllendalsveien og en over sykkelveg og Jernbaneverkets uttrekkspor.

Neste større konstruksjon på strekningen er portalkonstruksjon for Bybanen frem til påhugg for tunnel mot underjordisk holdeplass ved Haukeland sykehus. Tunnelen går videre fra underjordisk stasjon i retning Kronstad, der neste portalkonstruksjon for Bybanen etableres.

Ved Kronstad bygges en betongplate for tilkomst fra Inndalsvegen ned til den nye holdeplassen. Betongplaten opplagres på søyler og eksisterende mur.

Av andre konstruksjoner som skal bygges i forbindelse med delstrekning 1, er blant annet en lang kulvert/portal for nytt uttrekkspor for Jernbaneverket. Dette sporet vil krysse Møllendalsbakken 6 (Drevelin-bygget). Eksisterende Kronstad tunnel skal utvides i bredde til bruk for gang- og sykkelveg. I den forbindelse vil det på Møllendal etableres en ny portal og løsmassetunnel for gående, som kobles til eksisterende tunnel. I enden ved Kronstad bygges en ny felles portal for gang- og sykkelvegen.

Konstruksjonene skal utformes etter Bybanens gjeldende tekniske regelverk, de skal også følge retningslinjer fra Statens Vegvesens håndbok N400 «Bruprosjektering», og alle tilhørende håndbøker, samt at de skal utformes etter prosjekteringsreglene i Eurokode-serien. Konstruksjoner som berører Jernbaneverkets anlegg skal også utformes i henhold til Jernbaneverket sitt tekniske regelverk.

I tabellene under er sammendrag av konstruksjonstypene for delstrekning 1. Løsningene er basert på konstruksjoner i betong.

Konstruksjonstype	Antall [stk]	Total lengde [m]
Gang- og sykkelbruer	3	200
Portaler for Bybanen	2	205
Portal for JBV uttrekkspor	1	100
Portaler for gang- og sykkelveger	2	40
Betongdekke på søyler	1	20

Tabell 14: Mengde konstruksjoner på delstrekning 1

Konstruksjonstype	Ved km	Lengde [m]
Gang- og sykkelbruer:		
K01 – GS-bru over Bybane, Fløen	1250 - 1320	70
K02 – GS-bru over Møllendalsveien, Fløen	1360	60
K03 – GS-bru over JBV-uttrekkspor, Fløen	1420 - 1460	70
Portaler:		
K04 – Portal Møllendal	1530 - 1720	190
K05 – Portal Kronstad	2900 - 2915	15
K06 – Portal gangtunnel, Møllendal		25
K07 – Portal for gang og sykkel, Kronstad	2900 - 2915	15
K08 – Portal for JBV-uttrekkspor, Møllendal		100



Konstruksjonstype	Ved km	Lengde [m]
Betongplate:		
K09 – Betongdekke på søyler, Kronstad	3210-3230	20

Tabell 15: Oversikt konstruksjoner delstrekning 1

3.5.2. Grunnlag for utforming konstruksjoner

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

3.5.3. Videre arbeid i detaljprosjektphase

Det er lagt opp til å benytte samme type brutvernsnitt for alle G/S-bruer, men med ulike totalbredder. Som utgangspunkt benyttes samme tverrsnittsutførelse som på G/S-bruer på byggetrinn 3 til Flesland. I detaljprosjekteringen kan det utføres lokale tilpasninger og justeringer, blant annet på grunn av plassering i forhold omkringliggende konstruksjoner, vegger, bane, bygninger, terreng etc. Det kan også være aktuelt å slå sammen G/S bru 1 og 2 til én bru på totalt 130m. Bruene vil bli statistisk beregnet, dimensjonert og detaljert i prosjekteringsfasen.

G/S-bruene er i forprosjektet utformet med kurvatur som kan få mindre endringer etter eventuelle justeringer av vegtraseer i horisontal- og vertikalplanet. Det er avsatt nok plass innenfor reguleringslinjer til å ivareta slike eventuelle justeringene. Detaljering av dette utføres i prosjekteringsfasen.

Portalene for Bybanen, G/S-veger og uttrekkspor vil også bli optimalisert med hensyn på dimensjoner, detaljer, fuger og lignende i prosjekteringsfasen, det samme gjelder betongplaten på Kronstad.

3.5.4. K01 – G/S-bru over Bybane, Fløyen

Se tegning D00-100-K-001.

G/S-bruen krysser over banetraséen ca. 100m før holdeplassen i Fløyen. Brua bygges som en 3-spenns spennarmert platebru med runde søyler, største spennvidde 28m. Fri høyde over SOK blir ca. 5,7m.

Brua anbefales fundamentert på komprimert sprengsteinsfylling over utskiftede masser. Det kan imidlertid være nødvendig å fundamentere på stålkjernepeler, supplerende grunnundersøkelser i prosjekteringsfasen vil avdekke dette.

3.5.5. K02 – G/S-bru over Møllendalsveien, Fløyen

Se tegning D00-100-K-002

Det etableres ny G/S-bru som krysser over Møllendalsvegen i Fløyen. Denne erstatter eksisterende G/S-bru som skal rives. Brua bygges som en 1-spenns slakkarmert platebru med spennvidde ca. 16m. Fri høyde over Møllendalsveien blir ca. 6m.

Brua anbefales fundamentert på komprimert sprengsteinsfylling over utskiftede masser. Det kan imidlertid være nødvendig å fundamentere på stålkjernepeler, supplerende grunnundersøkelser i prosjekteringsfasen vil avdekke dette.

3.5.6. K03 – GS-bru over JBV-uttrekkspor, Fløyen

Se tegning D00-100-K-003

G/S-bruen krysser over Jernbaneverkets uttrekkspor og sykkelvegen i Fløyen, og erstatter eksisterende stålfagverksbru som skal rives. Brua er tenkt utført som en 2-spenns spennarmert platebru med runde søyler, største spennvidde på ca. 21m. Fri høyde over JBV-uttrekkspor blir mer enn 7m.



Det legges til grunn at brua fundamentert på berg.

3.5.7. K04 – Portal Møllendal

Se tegning D00-100-K-004

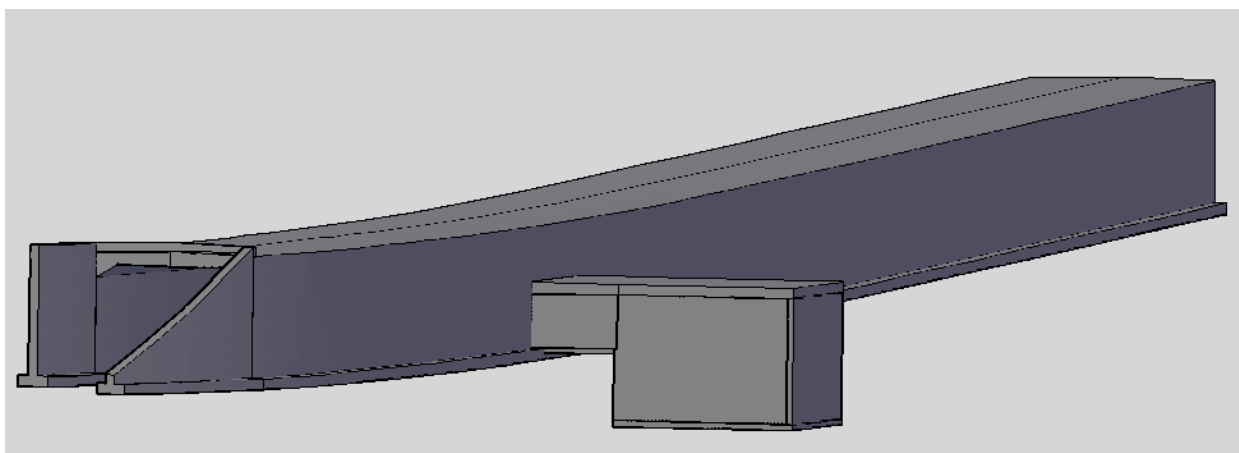
Portalkonstruksjonen starter like vest for sykkelveg og Jernbaneverkets uttrekkspor, og krysser under disse. Portalen bygges i åpen byggegrop mot tunnelpåhugg ved enden av parsellhagen, derfra bygges den videre som kontaktstøp ca. 4m inn i bergtunnelen. Portalen blir ca. 190m lang med standard rektangulært tverrsnitt for to Bybanespor.

I byggeperioden er det påregnet å benytte spunt rundt hele byggegropen for å minske utgravingsvolum i parsellhagen og for å beskytte verneverdige nabobygg.

Ved portalåpning blir det bygget vingemurer tilpasset landskap og trapper.

Bybanen vil ligge med lavbrekk på ca. kote +2,0 i portalen, blir det nødvendig med egen pumpesynk/magasin for utpumping av tilsigsvann fra tunnel og eventuelt ekstremt høyvann. Magasinet er lagt til grunn å være et 300m³ vanntett betongbasseng med teknisk rom mellom portalen og bassenget. Ytterligere beregninger i prosjekteringsfasen vil vise om dette magasinet kan gjøres mindre.

Portalen og vannmagasinet blir fundamentert på sprengstein over berg.



Figur 20: Utsnitt fra modell portal Fløen med pumpesynk

3.5.8. K05 – Portal Kronstad

Se tegning D00-100-K-005.

Portalkonstruksjonen for Bybanen på Kronstad blir forholdsvis kort, ca. 10m ut fra tunnelpåhugg. Portalen vil ligge ca. 5m fra eksisterende Kronstadtunnel og ca. 2,2m lavere. Portalen etableres i åpen byggegrop/bergskjæring mot tunnelpåhugget, der den bygges videre som kontaktstøp ca. 4m inn i bergtunnelen.

Ved portalåpning blir det bygget vingemurer ut fra portalen. Vingene tilpasses mot bergskjæring, landskap og vinge fra portal K07 for utvidet eksisterende Kronstadtunnel.

Portalen vil i sin helhet bli fundamentert på sprengstein over berg.

3.5.9. K06 – Portal gangtunnel, Møllendal

Se tegning D00-100-K-006



Det etableres løsmassetunnel for gangveg som skal knyttes til eksisterende Kronstadtunnel. Portalkonstruksjonen for gangtunnelen krysser under Møllendalsveien (ved kapellet) og har åpning mot dagens parkeringsplass for Møllendal Kapell. Portalen vil bli ca. 23m lang.

Portalen bygges i åpen byggegrop så langt inn mot gravplassen som mulig. Utførelse av selve løsmassetunnelen vil bli avklart i prosjekteringsfasen etter at flere geotekniske undersøkelser er gjort. Det kan tenkes at portalen blir viderestøpt inn gjennom den ca. 40m lange løsmassetunnelen.

Portaltverrsnittet er tenkt utformet som et hvelv med avrundet T5 tunnelverrsnitt. Portalen avsluttes skrått, med en betongkrage rundt. Vingemurer er tenkt utført som tørrmurer ut fra portalen, tilpasset landskapet rundt.

Portalen vil i sin helhet bli fundamentert på sprengstein over utskiftede eksisterende løsmasser.

3.5.10. K07 – Portal for gang og sykkel, Kronstad

Se tegning D00-100-K-007.

Portalkonstruksjonen for gang- og sykkelveg på Kronstad blir forholdsvis kort, ca. 10m ut fra tunnelpåhugg. Portalen vil ligge ca. 5m fra ny bybanetunnel og ca. 2,2m høyere. Eksisterende Kronstadtunnel skal utvides til total bredde lik 8,0m. Denne portalen erstatter eksisterende tunnelportal som rives. Portalens tverrsnitt tilpasses det utvidede tunnelverrsnittet. Tunnelens innvendige høyde kan beholdes på dagens nivå.

Portalen bygges i åpen byggegrop/bergskjæring mot tunnelpåhugget, der den videre bygges som kontaktstøp ca. 4m inn i den utvidede bergtunnelen.

Ved portalåpning blir det bygget vingemurer ut fra portalen. Vingene tilpasses trappeløp, landskap og vinge fra portal K05 fra ny tunnel for Bybanen.

Portalen vil i sin helhet bli fundamentert på sprengstein over berg.

3.5.11. K08 – Portal for JBV uttrekkspor, Møllendal

Se tegning D00-100-K-008.

Portal for Jernbaneverkets uttrekkspor starter like ved en eksisterende gammel steinhvelvbru som skal rives, og en fredet gravhaug på eiendom 163/69. Portalen bygges i åpen byggegrop, mot tunnelpåhugg ved bakre del av eiendommen til Drevelin-bygget (Møllendalsbakken 6). Der bygges portalen videre som kontaktstøp ca. 4m inn i bergtunnelen.

Portalkonstruksjonen blir ca. 100m lang med rektangulært tverrsnitt for ensporet jernbane (uttrekkspor). I byggeperioden er det påregnet å benytte spunt langs byggegropen mot fredet gravhaug for å beskytte denne.

Ved portalåpning blir det bygget vingemurer tilpasset landskapet rundt. Portalen beregnes ytterligere i prosjekteringsfasen. Som erstatning for eksisterende bygg skal portalen kunne belastes med nytt bygg over.

Portalen vil i sin helhet bli fundamentert på sprengstein over berg.

3.5.12. K09 – Betongdekke på søyler, Kronstad

Se tegning D00-100-K-009.

Det etableres betongdekke på søyler i området mellom Inndalsvegen, Bjørnsons gate 29 og mot ny holdeplass for Bybanen. Betongdekket kobles til trapp som fører ned til holdeplassen fra Inndalsvegen.

Betongdekkets areal er ca. 260m². Dekket opplagres på 3 søyler, samt på kappet og tilpasset eksisterende støttemur langs Inndalsvegen, og på nytt mursystem rundt trapp mot holdeplassområdet.

Betongdekket vil bli fundamentert på sprengstein over utskiftede eksisterende løsmasser.



3.5.13. Øvrige konstruksjoner på DS1 som kun blir omtalt i rapporten

På grunn av at banen ligger lavere enn fremtidig havnivåstigning ved stormflo i starten av tunnelen, blir det nødvendig å bygge en kofferdam/tett trau under og langs banesidene, fra tetting mot berg ved tunnelportalen til ønsket høyde i forhold til å stanse vanninntrenging. En slik løsning betyr at tett konstruksjon vil måtte bygges under hele holdeplassen og noe forbi denne. Alternativt kan det bygges en kort variant av tett trau ut fra portalåpning som suppleres med stengningsanordninger tvers på sporet ved enden av trauret. I tillegg til forannevnte konstruksjoner blir det pumpesystemer og basseng inne i tunnelen/portalen ved banens lavbrekk.

Eksisterende tørrmurt hvelvportal for Kronstadtunnelen i Møllendal skal opprustes og rehabiliteres, slik at sikkerhet og det estetiske uttrykket blir godt ivaretatt. Portalen er ca. 44m lang og har et sirkulært hvelvvernsnitt med bredde ca. 5m og maksimal høyde ca. 6m i senter tverrsnitt. Portalen er opprinnelig utført med tørrmuring og mørtel i fuger.

Eksisterende verksted på Kronstad skal utrangeres. Dagens brurampe ned fra Inndalsvegen mot verkstedsområdet på Kronstad skal kappes parallelt med Inndalsvegen og rives med dekke, søyler og fundamenter. Det samme gjelder for likeretterbygget under denne rampen. Brurampen har en lengde på ca. 60m og en bredde på ca. 9m, og med en breddeutvidelse opp mot Inndalsvegen. Likeretterbygget er ca. 100m² og bygget i plasstøpt betong. Små konstruktive tiltak på eksisterende bru parallelt med Inndalsvegen må påregnes.

3.6. Grunnforhold

3.6.1. Innledning

Dette kapittelet oppsummerer de grunnundersøkelser som er utført for delstrekning 1, både i forbindelse med trase for Bybanen BT4 og for tidligere utførte undersøkelser i området. Videre gis en grov oversikt over grunnforholdene på strekningen, og pekes på eventuelle steder med vanskelige grunnforhold. Det gjøres et grovt estimat på antatt nødvendig masseutskifting i ulike områder. Nødvendig utgraving/masseutskifting må imidlertid også vurderes i forhold til samlet prosjektering fra andre fag, for eksempel forurenset grunn, VA-anlegg og konstruksjon. Dette blir en oppgave i prosjekteringen. Vurderingene presentert i dette kapittelet er i hovedsak basert på datarapport utarbeidet av Golder Associates 2016 (1522218-4 Geoteknisk datarapport Delområde 1), samt til dels på rapporter fra tidligere undersøkelser i området.

3.6.2. Boringer og grunnforhold

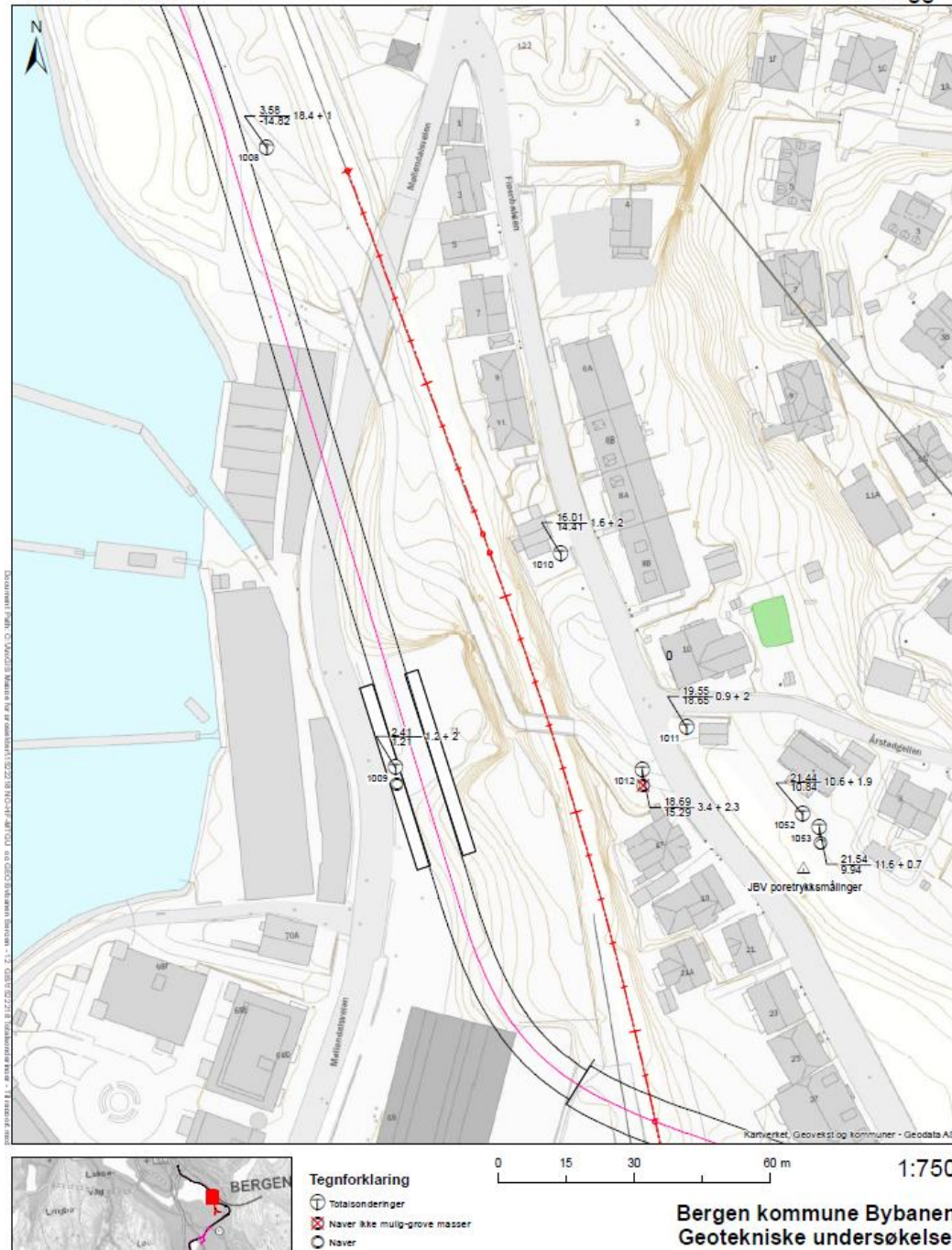
Nonneseter-Store Lungegårdsvannet

Området er relativt plant, og ligger ca. på kote +3. Det er hittil i prosjektet utført tilstrekkelig grunnundersøkelser mellom Nonneseter og Store Lungegårdsvannet for teknisk forprosjekt. Det aktuelle området er opparbeidet ved utfylling i sjø i løpet av de siste 50 år, og består i hovedsak av fyllmasser over gammel sjøbunn. Mesteparten av den aktuelle strekningen er trafikkert areal pr i dag, og det er ikke planlagt oppfylling eller annen pålasting av betydning. Basert på foreliggende grunnlag forventes eventuelt behov for masseutskifting å være lokalt og av beskjedent omfang. Grunnvannstanden forventes i stor grad å variere med vannstanden i Store Lungegårdsvannet.



Langs Store Lungegårdsvannet/Fløen – Kartblad B2
Sentrum kart B2

Vedlegg B



Området ligger ca. på kote + 2,5, og skrår ned mot Store Lungegårdsvannet. Dagens parkareal langs nordøstsiden av Store Lungegårdsvannet er opparbeidet ved utfylling i sjø. Grunnforholdene i parken forventes derfor å bestå i hovedsak av grove steinmasser.

Golder utførte høsten 2015 enkelte borer langs strandsonen i Store Lungegårdsvannet, og resultatene fra disse borerne synes å bekrefte gode masser i det aktuelle området. Det er boret ca. 25 m i faste masser. Norconsult og Multiconsult har også gjort grunnundersøkelser langs strandsonen langs Store Lungegårdsvannet. Det forventes ikke behov for masseutskifting utover å fjerne vegetasjonsdekket og jord fra dagens parkareal. Grunnvannstanden forventes å variere med vannstanden i Store Lungegårdsvannet.

Området langs vannet ligger på kote ca. + 2,5 og skrår ned mot Store Lungegårdsvannet. Terrengnivået stiger betydelig mot øst.



Dagens parkareal langs nordøstsiden av Store Lungegårdsvannet er opparbeidet ved utfylling i sjø. Grunnforholdene i parken forventes derfor å bestå i hovedsak av grove steinmasser. I Fløyen-området er banen planlagt innenfor opprinnelig strandlinje. Det er utført lite boringer i dette området, men det er registrert berg i dagen like øst for gammel strandlinje.

Planlagt banetrasé kommer fort inn på observert berg. Det er imidlertid en kort strekning hvor grunnforholdene er lite kjent og det kan bli behov for noe lokal masseutskifting.

Store Lungegårdsvannet

Det er planlagt en betydelig utfylling i Store Lungegårdsvannet, dette for å erstatte dagens parkareal som er planlagt benyttet for bane. Det er tidligere utført grunnundersøkelser i det aktuelle området i regi av Jernbaneverket. I tillegg utførte Golder supplerende undersøkelser i Store Lungegårdsvannet sommeren 2016.

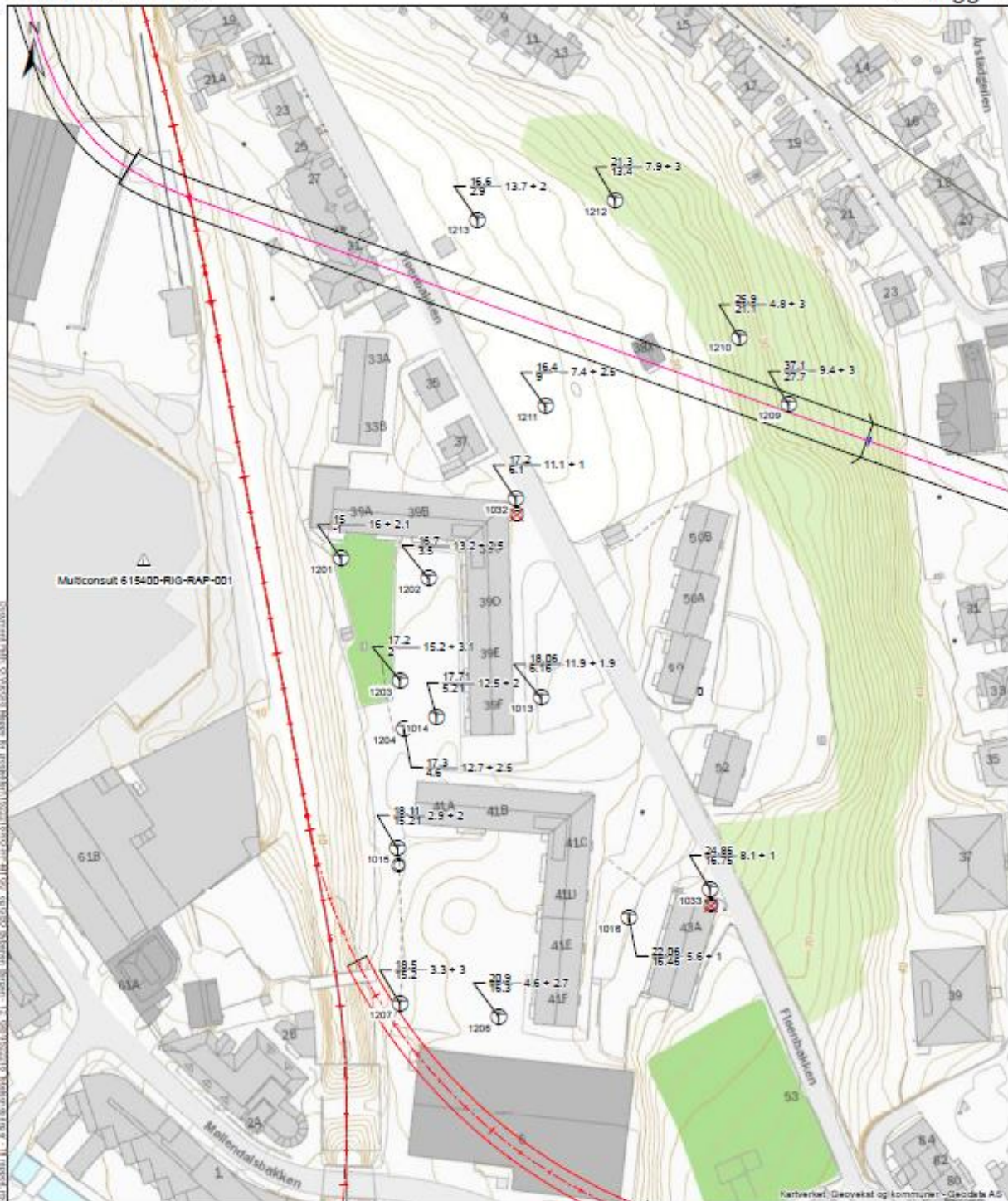
De utførte grunnundersøkelsene viser at bunnen i Store Lungegårdsvannet i stor grad består av svært bløte sedimenter, med opptil ca. 10 m mektighet. Fra bunnkotekart kan det tydelig ses at tidligere utfylling i vannet har medført at bløte sedimenter har blitt fortrenget utover i vannet, og til dels ligger som en «valk» i forkant av eksisterende fylling. Under de bløte sedimentene er det registrert et relativt tynt lag fast morene over berg. Berg er registrert i hovedsak mellom kote -30 og -40. Fremtidig fylling for BT4 er planlagt utført ved fortrenning av bløte sedimenter.



Fløen og Møllendal – kartblad B2 og B3

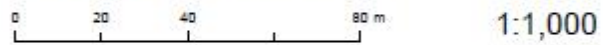
Sentrum kart B3

Vedlegg B



Tegnforklaring

-  Totalsonderinger
-  Never ikke mulig-grove masser
-  Never
-  Tidligere undersøkelser



Bergen kommune Bybanen
Geotekniske undersøkelser



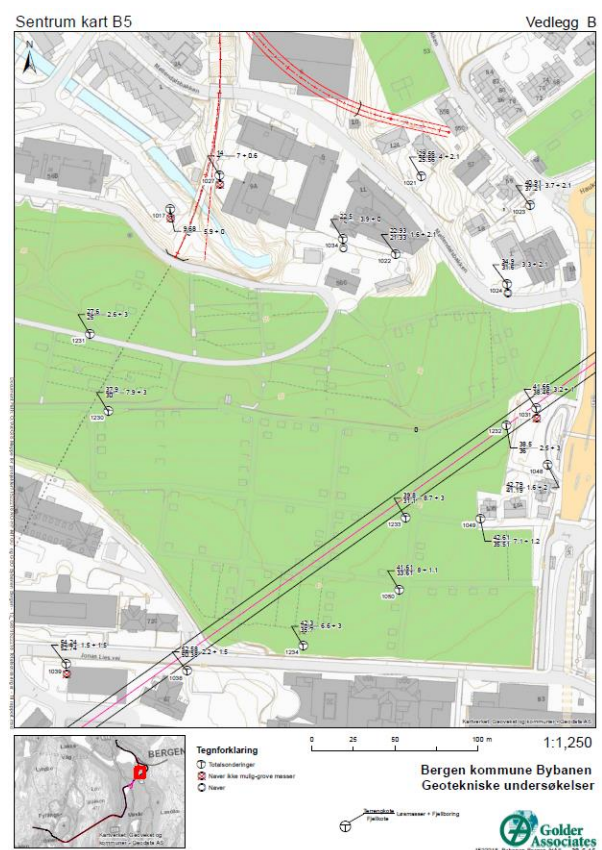
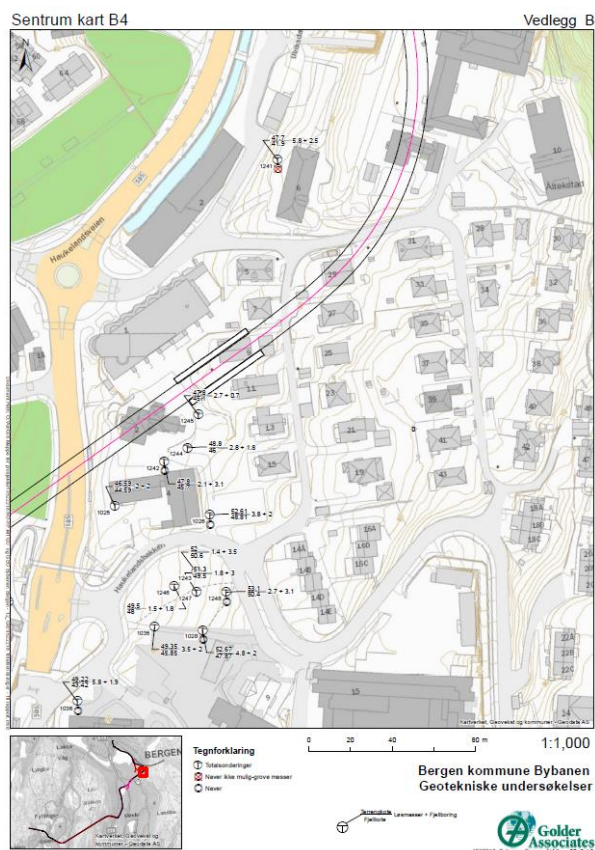
Fra Store Lungegårdsvannet skrår terrenget til dels bratt oppover, fra kote ca. + 3 nede ved Fløen, til kote ca. +40 i øvre ende av parsellhagen. Bergnivået varierer sterkt i området, men stiger generelt mot øst. Det er benyttet mye spyling og slag ved boring i dette området, noe som antyder faste masser. Fra bor-kortene er det antatt stor grad av fyllmasser, sand og grus.

Fra Møllendal er bybanen planlagt i tunnel, med holdeplass under bakken ved Haukeland sykehus. På grunn av liten bergoverdekning er det planlagt et «cut and cover» arrangement fra Møllendal, til bergoverdekningen er tilstrekkelig for tunellpåhugg i berg ved parsellhagen mellom Fløenbakken og Årstadgeilen. Byggegropp for kulvert er planlagt etablert ved bruk av midlertidige støttekonstruksjoner som spunt eller rørstengsel.

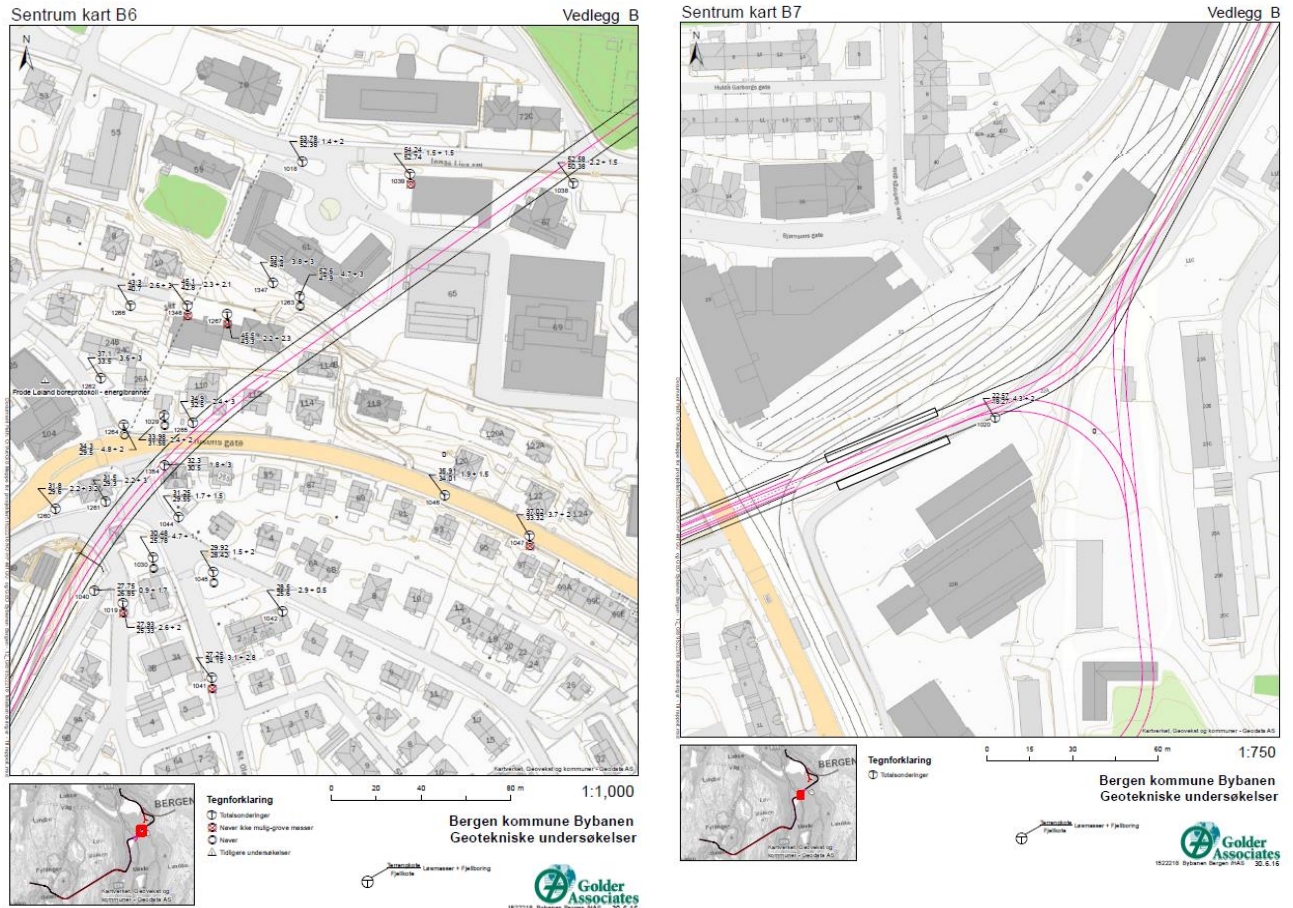
Grunnvannstanden i området er ikke kjent, men forventes å ligge med kort avstand under terrengnivå.

Haukeland – kartblad B4 og B5

Det er utført både totalsonderinger og seismikk for registrering av bergoverflate i området. Terrenget stiger generelt mot øst, fra terrenghøgder rundt + 28 i vest på gravplassen, til ca. + 53 i området for østligste boring i Haukelandsbakken. Løsmassemektigheten i de utførte borpunktene er generelt mindre enn 5 m, men med noe større mektighet på rundt 9 m lokalt på gravplassen. Banen er planlagt i tunnel i området, med holdeplass under bakken (Haukeland sykehus HPL), men det forventes å bli behov for spunt i forbindelse med etablering av opp-/nedganger for holdeplass.



Kronstad – kartblad B6 og B7



Tunellpåklegg for Haukelandstunnelen på Kronstadsiden er planlagt like ved krysset Ibsens gate/Bjørnsonsgate. Terrenget i området heller sørover, ned fra Haukeland, og ligger på kote ca. +30 i påkleggområdet. Det er generelt liten løsmasseoverdekning i det aktuelle området. Dybde til berg er generelt registrert i størrelsesorden 2 m for de aktuelle borpunktene, men er lokalt registrert opp i ca. 5 m. Banen er i stor grad planlagt innenfor eksisterende depotområde for bybanen, og området forventes derfor i hovedsak å ha blitt masseutskiftet i forbindelse med byggetrinn 1. Det er imidlertid også planlagt arbeider på østsiden av Inndalsveien 22B. I dette området er det ikke utført grunnundersøkelser, men basert på tidligere erfaring fra området, forventes det kupert bergoverflate og stor sannsynlighet for sterkt humusholdige masser i dette området. Det må derfor påregnes masseutsifting i noe grad.

3.7. Forurensede masser

3.7.1. Generelt

Det er kjent at det finnes forurenset grunn på delstrekningen. Deler av strekningen ligger også i kommunens aktsomhetskart for forurenset grunn, avmerket med «høy sannsynlighet for forurensning», og mindre områder med «mulig forurensning». Forurenset grunn er påvist både gjennom tidligere miljøtekniske grunnundersøkelser og byggeprosjekter i området, samt ved nye undersøkelser utført i forbindelse med BT4 på bybaneprojektet. Det er utført supplerende undersøkelser på delstrekningen høsten 2016, og resultatene fra disse er ventet å foreligge desember 2016.

Det må påregnes tiltak på lokaliteter med forurenset grunn, som berøres av bybaneprojektets bygge- og gravearbeider. Det er også tidligere påvist forurensinger i sedimenter i Store Lungegårdsvannet, og det vil stilles krav til tiltak ved utfylling i sjøen.



3.7.2. Rammebetingelser/Lovkrav

Forurenset grunn

Ved terrenginngrep i forurenset grunn plikter, ifølge Forurensningsforskriften, tiltakshaver å gjennomføre de tiltak som er nødvendige for å sikre at grunnen ikke lenger er forurenset eller at fastsatte akseptkriterier for eiendommen ikke overskrides. Tiltakshaver skal også sikre at anleggsarbeidet, herunder oppgraving og disponering av forurenset masse, ikke medfører forurensningsspredning eller fare for skade på helse eller miljø. Forurenset masse som ikke disponeres på eiendommen, skal leveres til godkjent deponi eller behandlingsanlegg med tillatelse etter Forurensningsloven.

Det vises for øvrig til Forurensningsforskriftens kapittel 2 om opprydding i forurenset grunn ved bygge- og gravearbeider. Kapittelet har til formål å sikre at områder med forurenset grunn ikke skal medføre uakseptabel helse- og miljørisiko i omgivelsene.

For terrenginngrep i forurenset grunn skal det utarbeides tiltaksplan som skal godkjennes av forurensningsmyndighet, kommunen, før tiltaket gjennomføres. Det må i detaljprosjekteringen utarbeides tiltaksplaner for de steder på delstrekningen hvor det er påvist forurenset grunn. Her må det vurderes om det skal utarbeides en tiltaksplan for hele delstrekningen, eller om det skal lages flere tiltaksplaner for delområder på strekningen, avhengig av hva som er mest hensiktsmessig og praktisk, og om strekningen deles opp i flere entrepriser. Kommunens behandling av tiltaksplanen(e) skal så langt det er mulig samordnes med behandling av saken etter plan- og bygningsloven. Tiltaksplanene skal utarbeides i tråd med Miljødirektoratets veileder (TA-2553), og baseres på resultater fra miljøtekniske grunnundersøkelser, se under. I tiltaksplanene skal det bl.a. beskrives hvordan forurensete overskuddsmasser skal håndteres, om det er aktuelt med gjenbruk i prosjektet eller om de må leveres godkjent mottak. Det må også vurderes om massene eventuelt kan behandles/sorteres og mellomlagres på riggområder.

Etterlevelse av vilkår gitt i gravetillatelsen fra forurensningsmyndighet, samt en oversikt over massedisponering, må dokumenteres i etterkant i form av en sluttrapport.

Forurensete sedimenter

For inngrep i forurensete sedimenter plikter tiltakshaver å gjennomføre undersøkelser og risikovurdering i henhold til krav fra forurensningsmyndigheten. Behov for tiltak og aktuelle tiltaksmetoder må vurderes i lys av undersøkelsene og risikovurderingen. Ved behov blir en tiltaksplan utarbeidet. Innholdet i en tiltaksplan oppsummerer blant annet resultater fra gjennomførte miljøtekniske undersøkelser i tiltaksområdet, resultater fra oppdatert risikovurdering i henhold til Miljødirektoratets veileder, beskriver planlagte tiltak for å hindre spredning av forurensete sedimenter under og etter anleggsperioden, samt beskriver kontroll og overvåking av utfyllingen skal foregå. Søknad om tillatelse til tiltak med nødvendig dokumentasjon sendes forurensningsmyndigheten, som sender søknaden til høring og eventuelle høringskommentarer blir inkludert i saksbehandlingen. Etterlevelse av pålegg gitt i tillatelsen fra forurensningsmyndighet må dokumenteres i etterkant i form av en sluttrapport.

Det vises også til prosjektets foreløpige miljøoppfølgingsplan (MOP), tema «Forurensning jord og vann», og til målstyringsmatrisen. Både Bergen kommune og Bybanen Utbygging ønsker å unngå områder med forurenset grunn, så langt det er mulig.

3.7.3. Kartlagte forhold og miljøtekniske vurderinger

I det etterfølgende beskrives hva som er utført av miljøtekniske undersøkelser, og resultatene av disse. Det er i grove trekk angitt områder der bybanetraséen på delstrekning 1 antas å komme i konflikt med forurensete masser og forurensete sedimenter.

For detaljer om kartlagte forurensete masser på dette tidspunkt, vises til rapport fra Golder Associates (Golder), mens for forurensete sedimenter vises det til rapporter fra COWI, som en del av grunnlaget for tiltaksplan for første trinn av bybaneprosjektets utfylling i Store Lungegårdsvannet:

- Bybanen i Bergen. Miljøteknisk rapport, 1522218-2. Golder Associates. 09.10.2015
- Bybanen utbygging – etablering av ny trasé – delstrekning 1. Utfylling i Store Lungegårdsvannet – tiltaksplan for fyllingsfot under vann. Rapport 15570104. Sweco. 06.09.16



- Utfylling i Store Lungegårdsvannet – Miljøundersøkelser av sedimenter. COWI rapport, oppdragsnummer A040950-009.
- Oppdatert risikovurdering av forurenset sediment i Store Lungegårdsvannet. Trinn 1-3. COWI rapport, A040950-002-001. 19.06.2016.

Forurenset grunn

Formålet med Golders miljøtekniske grunnundersøkelser er å avdekke områder med forurensete masser, der det skal graves eller legges nye masser langs traséen for bybanen. Undersøkelserprogrammet er bl.a. basert på kommunens aktsomhetskart for forurenset grunn, som viser at deler av delstrekning 1 ligger i aktsomhetskategori «1-Aktsomhet – Høy sannsynlighet for forurenset grunn og tiltaksplan kreves.», og -kategori «2-Aktsomhet – Mulig forurenset område». Kartet viser også utfylte områder i vann, samt andre utfyllinger og deponier, men kartet er ikke uttømmende og helt oppdatert per 2016.

Grunnen i første del av DS1 består hovedsakelig av fyllmasser. I starten, ved Nonneseter og langs Bystasjonen, vurderes massene å være delvis forurenset, slik at det kan bli behov for tiltaksplan her, ved påvisning av grunnforurensning. I prosjekteringsfasen må det også gjøres tiltaksvurderinger for mulig riggplass for bl.a. håndtering og eventuelt mellomlagring av forurensete masser (inkl. håndtering av sigevann), mellom AdO arena og Bystasjonen. Foreløpig vurderes traséområdet langs Store Lungegårdsvannet å bestå av nyere utfylte sprengsteinsmasser, med ingen eller lav grad av grunnforurensning. Anleggsarbeider på land, langs vannet, må gjennomføres på en slik måte at Store Lungegårdsvannet blir minst mulig negativt berørt. I tillegg må det gjøres vurderinger og koordinering i forhold til arbeidene med utfylling i Store Lungegårdsvannet (se under).

Ved Draugen båtforening, på østsiden av Store Lungegårdsvannet, ventes stedvis forurensete løsmasser. Det kan også være grunnforurensning ved parsellhagene, fra Fløen-området og Alrekstad, og mulig behov for tiltaksplan for forurenset grunn i forbindelse med planlagt avgraving av løsmasser og spunt, for etablering av «cut-and-cover» inn mot tunellpåslag for tunell til Haukeland sykehus.

Behov for tiltaksplan i aktuelle grave- og spunteområder hvor det skal etableres adkomst (to nedganger) til holdeplass under bakken ved Haukeland sykehus, vil bli avklart når data fra supplerende undersøkelser foreligger. Det samme gjelder området ved Drevelin-bygget i Møllendalsbakken, der det er planlagt tunnelpåhugg for jernbanens uttrekkspor, som skal legges om.

På Kronstad vil banen gå delvis langs, delvis inn på arealer som i stor grad ble masseutskiftet eller utsprengt i BT1, så det er usikkert i hvilket omfang området kan være forurenset. Aktsomhetskartet indikerer stedvis «Høy sannsynlighet for forurensning» og stedvis «Mulig forurensning». Men behov for tiltak i forurenset grunn ventes spesielt i planlagt avviksspor og gang-/sykkelveg mot sør og høyskoleområdet på Kronstad. Det kan heller ikke utelukkes at det påtreffes forurensete masser i området ved eksisterende bybaneverksted/hensettingsspor og jernbanespor på Kronstad (på arealer som ikke ble berørt under bybaneutbyggingen BT1), samt i St. Halvards vei og på eksisterende lagringsplass like på østsiden av veien, som også er planlagt som rigg-/anleggsområde.

Planlagte miljøtekniske grunnundersøkelser mellom eksisterende jernbanespor og Krohnhaugen, vil avklare forureningsforholdene og behovet for tiltaksplan på den sørligste delen av DS1, vest for Inndalsveien.

Det må gjøres risikovurderinger i forhold til innlekkingsfare når det gjelder kryssing mellom tunnel og Møllendalselven. Eventuelle anleggsarbeider i overflaten må gjennomføres på en slik måte at Møllendalselven blir minst mulig negativt berørt. I tillegg må det gjøres vurderinger med hensyn på mulig avrenning til Solheimsvannet. I disse vurderingene må det også tas hensyn til de miljømål som er satt for bl.a. Solheimsvannet, og hva som vil bli påkrevd der mht. å ivareta vannmiljøet inkl. f.eks. fisk.

Omfang av tiltak og krav om masseutskifting, og dermed volum av forurensete masser som må fraktes til godkjent mottak, vil være avhengig av fremtidig, lokal arealbruk inntil bybanen (hva som kan aksepteres i forhold til mennesker og miljø), samt hvilke geotekniske krav som blir satt mht. stabilitet. Dette må vurderes for hvert enkelt delområde, og for de enkelte tiltak/arealbruk som planlegges. Foruten selve bybanetraséen må det gjøres egne risiko- og tiltaksvurderinger for vannkanaler, veger, ledningsanlegg, tekniske kulverter og riggområder. Tiltaksplaner bør også omfatte omlegginger av veger og eventuelt installasjoner i grunnen. Når det gjelder riggområder hvor det skal håndteres forurensete masser, må det innhentes tillatelser til dette. Riggområdene må bl.a. ha kontroll på avrenning og håndtering av sigevann/forurenset overvann og eventuelt rensing



av dette før utslipp, enten til resipient eller kommunalt nett, etter søknad. Det samme gjelder håndtering av sigevann fra byggeproser i forurenset grunn. Det må avklares om Bybanen Utbygging også skal klargjøre for sidearealer, på grunn for nye bygg mot bybanen. Avgrensing av prosjekt gjøres i samråd med Bergen kommune.

Bl.a. på grunn av foreløpig utilstrekkelige data om forureningsforholdene, er det i denne fasen av planleggingen vanskelig å vite omfang av behov for masseutskifting på delstrekningen. Det vises til kapittel 3.5 om grunnforhold, vedrørende steder med vanskelige grunnforhold, og med estimat på antatt nødvendig masseutskifting i ulike områder. Behov for masseutskifting og eventuelt håndtering av forurenset masse, vil bli nærmere vurdert i prosjekteringsfasen, når flere data om grunnforureningsforholdene foreligger, og endelig trasé med lokalisering av tilhørende vegger og installasjoner/anlegg er bestemt.

I tabell under er gitt forureningsnivå som kan aksepteres ved ulik arealbruk, og i hvilke dybder, i henhold til Miljødirektoratets veileder TA2553/2009 Helsebaserte tilstandsklasser for forurenset grunn. Figuren viser bl.a. at tilstandsklasse 5 i toppjord uansett ikke tillates (tilstandsklasse 4 kan aksepteres med risikovurdering).

Nærmere detaljer om lokalisering av grunnforurensning, sammen med videre vurderinger av type tiltak (inkl. grad av masseutskifting) og omfang i de ulike områder, må gis i detaljprosjekteringen.

Planlagt arealbruk	Tilstandsklasse i toppjord (< 1m)	Tilstandsklasse i dypereliggende jord (> 1m)
Boligområder	Tilstandsklasse 2 eller lavere. Jord til dyrkning ved boliger og grønne barnehager: Her må jord som brukes til dyrkning av grønnsaker tilfredsstillende tilstandsklasse 1 for stoffene PCB _{sum7} , PAH _{sum16} , benzo(a)pyren, cyanid og heksaklorbenzen.	Tilstandsklasse 3 eller lavere. For stoffene alifater C8-C10 og C10-C12, benzen og trikloreten, kan tilstandsklasse 4 aksepteres, hvis det ved risikovurdering mhp. spredning og avgassing kan dokumenteres at risikoen er akseptabel.
Sentrums-områder, kontor og forretning	Tilstandsklasse 3 eller lavere	Tilstandsklasse 3 eller lavere. Tilstandsklasse 4 kan aksepteres, hvis det ved risikovurdering av spredning kan dokumenteres at risikoen er akseptabel. Tilstandsklasse 5 kan aksepteres, hvis det ved risikovurdering av både helse og spredning kan dokumenteres at risikoen er akseptabel.
Industri og trafikkareal	Tilstandsklasse 3 eller lavere. Tilstandsklasse 4 kan aksepteres, hvis det ved risikovurdering av spredning kan dokumenteres at risikoen er akseptabel.	Tilstandsklasse 3 eller lavere. Tilstandsklasse 4 kan aksepteres, hvis det ved risikovurdering av spredning kan dokumenteres at risikoen er akseptabel. Tilstandsklasse 5 kan aksepteres, hvis det ved risikovurdering av både helse og spredning kan dokumenteres at risikoen er akseptabel.

Tabell 16: Sammenheng mellom planlagt arealbruk og tilstandsklasser i ulike dybder (Fra TA2553/2009).

I arbeidene med anslag og massedisponeringsplan (D00_000_rap_TvFa_Massedisponeringsplan_00001) for bybaneprosjektet i august 2016, ble forurenset masse delt inn i tre ulike kategorier, etter forureningsgrad og mulige håndteringsmåter. Det vises til massedisponeringsplanen og anslagene, for nærmere angivelse av antatt omfang og håndtering av forurenset overskuddsmasse.



Lett forurensede løsmasser, tilstandsklasse 1 – 3:

Massene kan ligge eller gjenbrukes i prosjektet. Hvis aktuelt med gjenbruk kan sortering vurderes, se under, for å få ut en andel rene masser, som kan disponeres fritt. Sortering kan også skje lagvis, etter forurensningsgrad, om hensiktsmessig.

Moderat til sterkt forurensede løsmasser, tilstandsklasse 4-5:

Massene må mest sannsynlig fjernes (pga. forskriftsmessige krav), men vurderes å være egnet for sortering (<>50 mm), slik at >50 mm vurderes som rene og kan disponeres fritt (ev. gjenbrukes i prosjektet), mens <50 mm leveres godkjent mottak. Sortering kan også skje lagvis, etter forurensningsgrad, om hensiktsmessig.

Moderat til sterkt forurensede løsmasser, tilstandsklasse 4-5:

Massene må mest sannsynlig leveres godkjent mottak i sin helhet.

Forurensede sedimenter

I forbindelse med pågående reguleringsarbeid for bybanen fra sentrum til Fyllingsdalen er det påvist behov for utfylling langs Store Lungegårdsvannetets nordøstlige bredde. Bybanetrasé kan legges innenfor eksisterende parkområde, mens sykkeltrasé og park/gangarealer må erstattes med ny sjøfylling på utsiden av traséen. Utfyllingen (fase 1) gjelder utfylling under vann til ca. kote -4 m, og utfyllingen vil skje både over eksisterende utfylte sprengsteinsmasser og over uberørte, siltige og løse sedimenter.

Det er tidligere dokumentert at sjøbunnen i Store Lungegårdsvannet er forurenset og består fortrinnsvis av finpartikulært materiale, som lett kan virvles opp ved forstyrrelser, som f.eks. utfyllingsarbeider. Miljøtekniske undersøkelser av sedimentene i Store Lungegårdsvannet har vist at forurensingen i stor grad er partikkelbundet. Slik de forurensede sedimentene ligger, med de påviste konsentrasjoner opp til Miljødirektoratets tilstandsklasse 5 (sterkt forurenset), viser risikovurderinger at det er knyttet risiko til sedimentene for påvirkning av human helse og økologi.

For detaljer på forurensede sedimenter vises det til rapporter fra COWI:

- Utfylling i Store Lungegårdsvannet – Miljøundersøkelser av sedimenter. COWI rapport, oppdragsnummer A040950-009.
- Oppdatert risikovurdering av forurenset sediment i Store Lungegårdsvannet. Trinn 1-3. COWI rapport A040950-002-001. 19.06.2016.

Det ble basert på dette utarbeidet tiltaksplan for utfyllingen i henhold til gjeldende regelverk, og søknad etter forurensningsloven, om utfylling i Store Lungegårdsvannet, og tiltaksplan for fyllingsfot under vann ble sendt Fylkesmannen 07.09.2016.

Nærmere detaljer om tiltakene i utfyllingsprosjektet må baseres på vilkårene gitt i tillatelsen fra Fylkesmannen, optimalisering av anleggsperiode- og gjennomføring, og gis i detaljprosjekteringen.

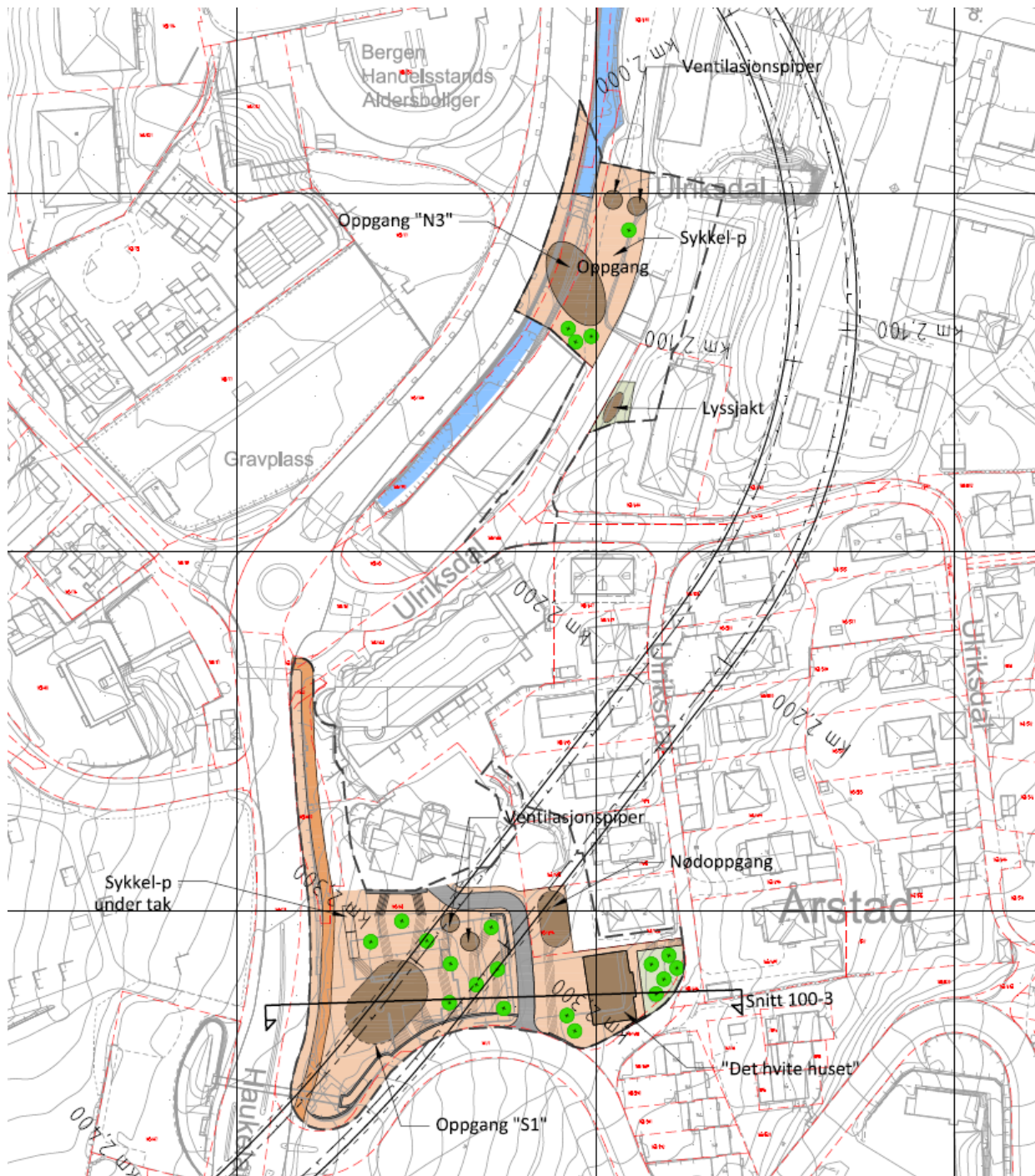
3.8. Haukeland sykehus holdeplass

Haukeland Sykehus Holdeplass er i sin helhet en dyptliggende holdeplass i bybanetunellen fra Møllendal til Kronstad.

Holdeplassen har to fullverdige publikumsinnganger hhv. i krysset Haukelandsveien x Haukelandsbakken (kalt S1) og like nord for Ulriksdal helseparksenter mellom Ulriksdal og Årstadveien (kalt N3). Holdeplassen vil etableres delvis under eksisterende boligområde i Ulriksdal og annen litt større næringsbebyggelse. Det er omtrent 30 høydemeter fra overkant spor til overflate terreng ved holdeplassen.

Materialbruk, lysforhold og andre arkitektoniske aspekter er viktige elementer som må utredes nøye i neste planfase, men det antas gode kvaliteter, tilsvarende eller bedre enn bybanens holdeplass ved Bergen lufthavn Flesland. Den totale opplevelsen man får under bakken når man benytter seg av denne holdeplassen er viktig; det skal være positiv å reise kollektivt, selv der det ikke er dagslys.





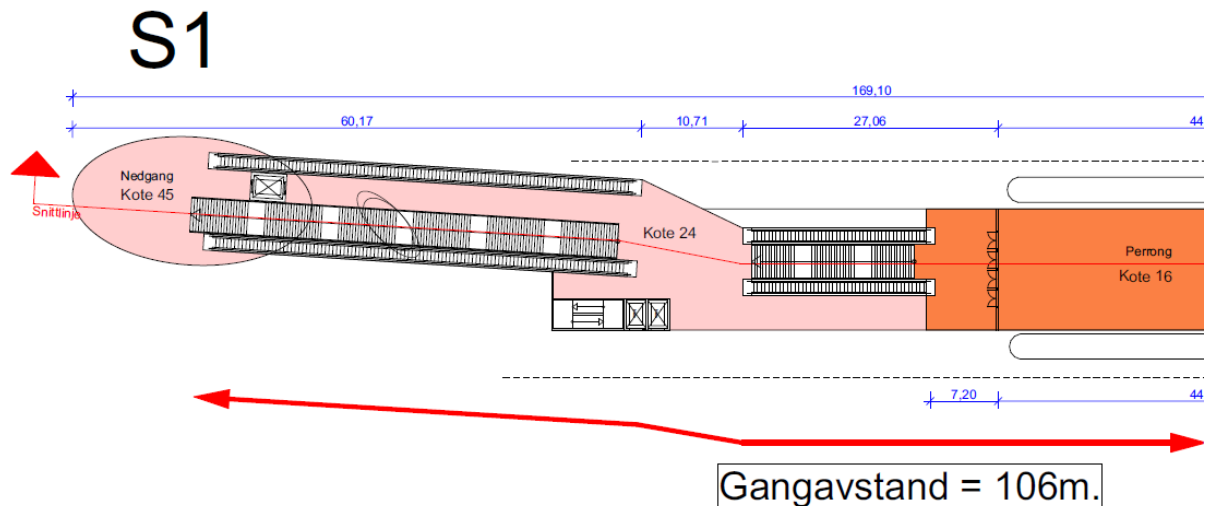
Figur 21: Utklipp fra illustrasjonsplan som viser hvordan de to oppgangene til Haukeland sykehus holdeplass blir liggende i overflaten

Bergrommet til holdeplassen vil bli omtrent 23 meter bred, 150 meter langt og 12,5 meter høyt. Perrongen vil bli 12,8 meter bred og ligger sentrert i dette bergrommet. Det vil være snaut 60 meter mellom rulletrappene i hver ende. I resterende arealer bak rulletrapper/publikumsarealer vil det etableres tekniske rom i betong, samt trykkavlastingsjakter mellom banesporene. Trappesjakter/gangtunneler vil krysse over banetunnelene ca. 8 meter over overkant spor. Gangarealer i disse områdene må dermed ha dekker og bærende konstruksjoner i betong.

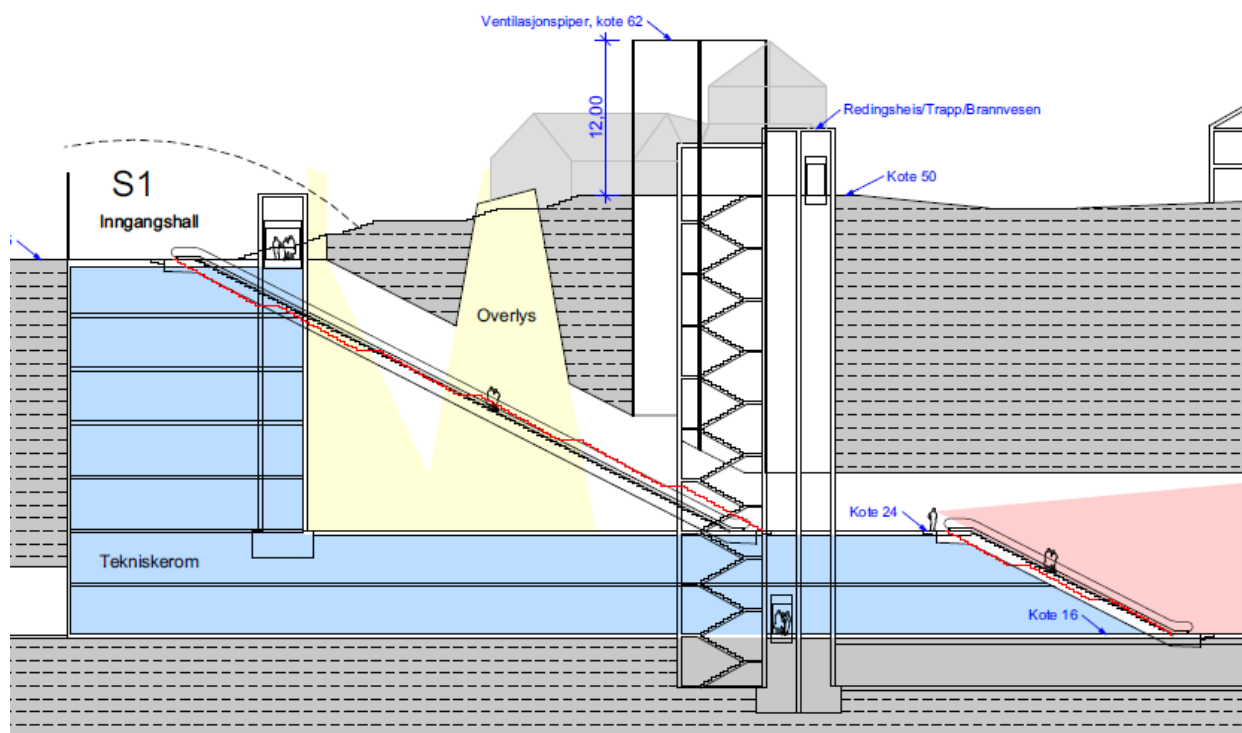
Hovedinngangen i sør S1, har et tverrsnitt bredt nok til to rulletrapper hver med en personbredde («lysåpning») på 1 meter (total bredde per trapp ca. 1,6 meter) samt en rettsløptrapp med bredde 3,3 meter. Tverrsnitt på sjakten/tunnelen vil bli omtrent 10x5 meter. Rulletrapper og trapper går fra overflate på kote +45 via et hvileplan på kote +24 og ned til perrong på kote +16. Det er i tillegg planlagt en heissjakt med to publikumsheiser fra overflate på kote +45 til første avsats under bakke på kote +24, og en heissjakt med to brannheiser fra overflate kote +51 til perrong kote +16. Brannheisene skal kunne brukes av publikum mellom perrong og kote



+24, hvor de må bytte heis. Horisontalt er det 106 meter fra inngangshallen S1 og ned til midten av perrongen på kote 16.



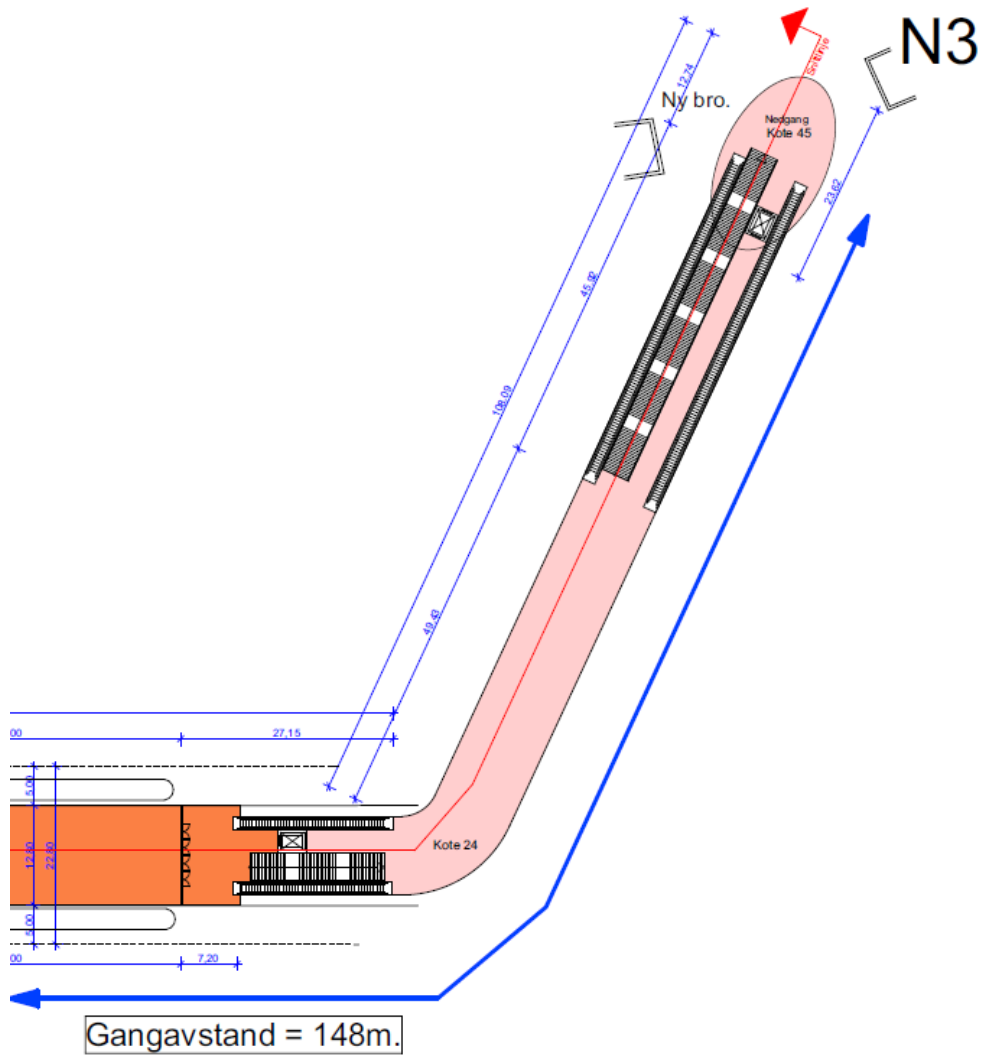
Figur 22: Planskisse av de ulike nivåene fra hovedinngang, S1, og ned til selve holdeplassen



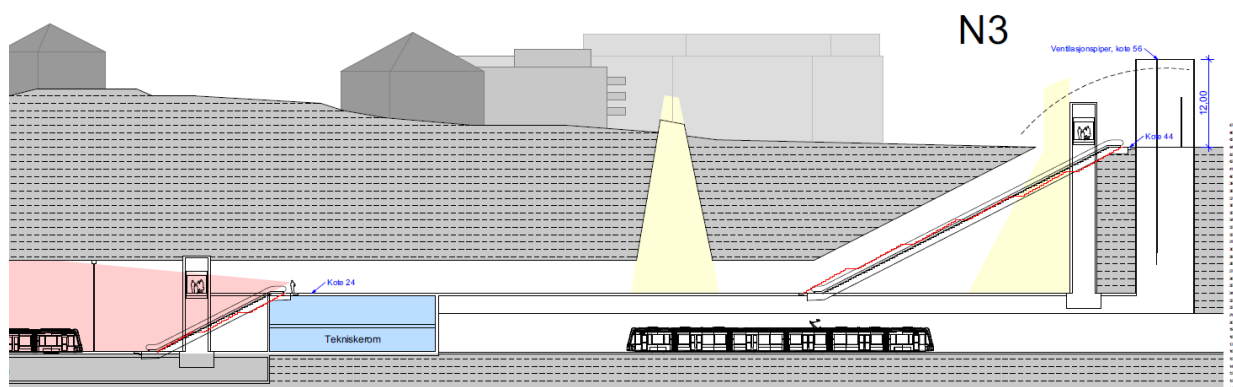
Figur 23: Lengdesnitt av trappeganger fra S1 og ned til holdeplass

Holdeplassen vil ha en sekundær inngang nord for Ulriksdal helsepark vist som N3 i Figur 24. Tverrsnittet vil være tilsvarende som for hovedinngangen på omtrent 10x5 meter, med to rulletrapper og en rettløpstrapp. Rulletrapper og trapper går fra overflate på kote +45 via et hvileplan på +24 ned til perrong på kote +16. Det er i tillegg planlagt 2 heissjakter med publikumsheiser mellom de ulike nivåene som vist på Figur 25. Total horisontal lengde på gangtunnelen vil bli ca. 148 meter.





Figur 24: Planskisse av de ulike nivåene mellom inngang i nord, N3, og selve holdeplassen



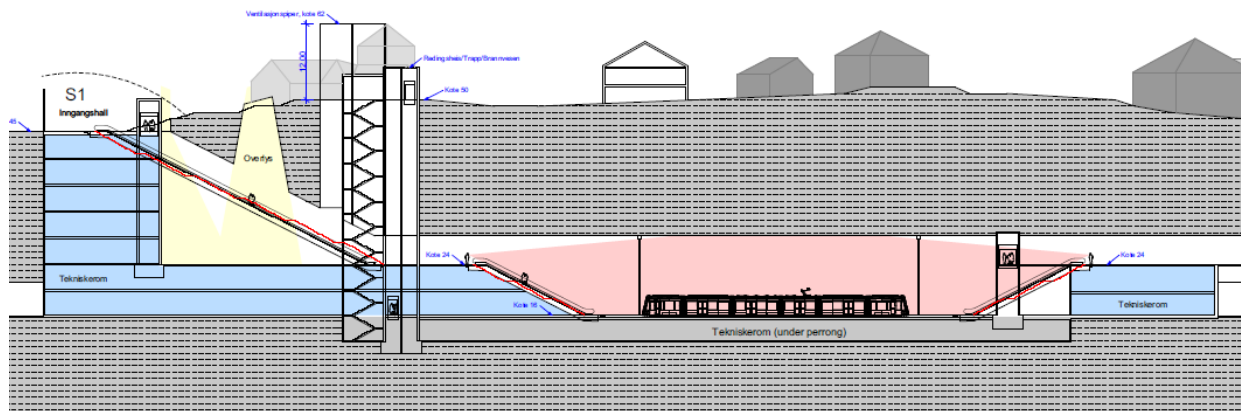
Figur 25: Lengdesnitt av trappeganger mellom inngang N3 og ned til holdeplass

Beregning av behov for teknisk areal:

Med teknisk areal menes areal til tekniske rom, lager og service-areal. I dette inngår alt av arealer til drift og vedlikehold av holdeplassen/banen. Service-areal vil typisk være toalettfasiliteter for publikum. Utforming av bergrom og plassering av tekniske rom og infrastruktur vil skje i neste planfase. Tekniske rom innebærer arealer



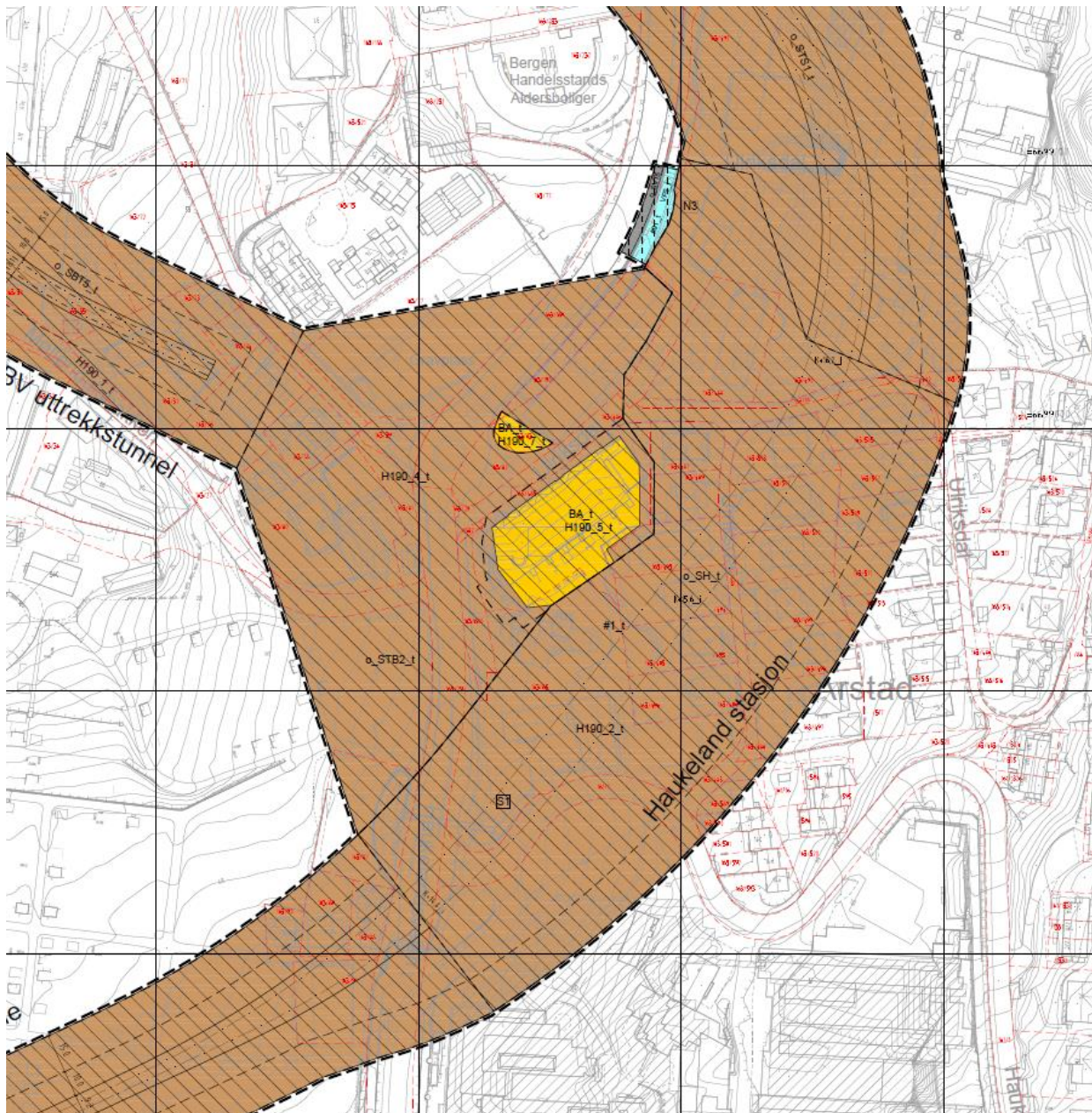
til ventilasjon, aggregatrom, trafo, UPS, IT-rom, avfallsrom, signalrom, tavlerom, telerom, etc. I tillegg kan det bli aktuelt med serviceareal til rekvisita, vedlikehold, renhold, WC, garderober og pauserom. Det gjort en konkret vurdering av hvor mye areal som vil kunne gjøres tilgjengelig under bakken i tilknytning til perrong, trapper og oppganger.



Figur 26: Lengdesnitt av anlegget viser hvordan en enkelt kan frigjøre arealer under og i bakkant av publikumsarealer

I tillegg til arealer direkte under og bak rulletrapper/publikumsarealer som vist i Figur 26 er det satt av arealer lateralt til oppganger og holdeplass fra overflate til kote +12 som vist i reguleringsplankartet i Figur 27 - Utsnitt fra reguleringsplankart. Det er tenkt at de fleste tekniske rom vil ligge i tilknytning til S1 og ha tilkomst via brannheis fra overflate på kote +51.





Figur 27 - Utsnitt fra reguleringsplankart

Hvilken utforming av anlegget under bakken som gir en mulig optimal holdeplass krever dyptgående involvering av alle relevante fag og vil arbeides videre med i detaljprosjekteringen. Sammensetning og plassering av tekniske areal og infrastruktur kan vise seg å bli premissgivende også for utforming av publikumsarealer og det er viktig at en har tilstrekkelige muligheter åpne i denne fasen.

Ventilasjonsinstallasjoner i forbindelse med stasjonen

Det installeres seks ventilasjonssystemer i forbindelse med holdeplassen.

Tabell 17: skjematisk oversikt over ventilasjonssystemer tilknyttet Haukeland sykehus holdeplass gir en oversikt over de ulike systemenes funksjon i normalsituasjon og ved brann:

Ventilasjons-system	Gjelder	Luftmengde	Funksjon normalt	Funksjon brann
360.01	Impulsviser i tunnel	Minimum 3,5 m/s i tverrsnitt	Ingen	Holde stasjon røykfri ved brann i tunnel før stasjonen

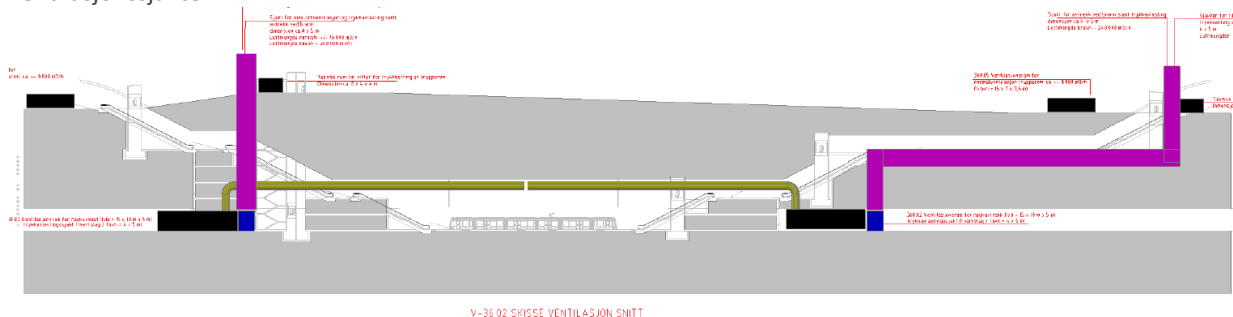


Ventilasjonssystem	Gjelder	Luftmengde	Funksjon normalt	Funksjon brann
360.02	Røykavtrekk mot nord	+75.000/-240.000	Balansert ventilasjon i tunnel (+/- 75.000 m ³ /h)	Avtrekk over perrong (-240.000 m ³ /h)
360.03	Røykavtrekk mot syd	+75.000/-240.000	Balansert ventilasjon i tunnel (+/- 75.000 m ³ /h)	Avtrekk over perrong (-240.000 m ³ /h)
360.04	Trykksetting trappesjakt	14 vifter a 10-30.000 m ³ /h	Ingen	Trykksetting av trappesjakter mot nord og syd
360.05	Normalventilasjon inngang mot nord	+/- 8.000 m ³ /h	Normalventilasjon (balansert)	Avklares med brannrådgiver
360.06	Normalventilasjon inngang mot syd	+/- 8.000 m ³ /h	Normalventilasjon (balansert)	Avklares med brannrådgiver

Tabell 17: skjematisk oversikt over ventilasjonssystemer tilknyttet Haukeland sykehus holdeplass

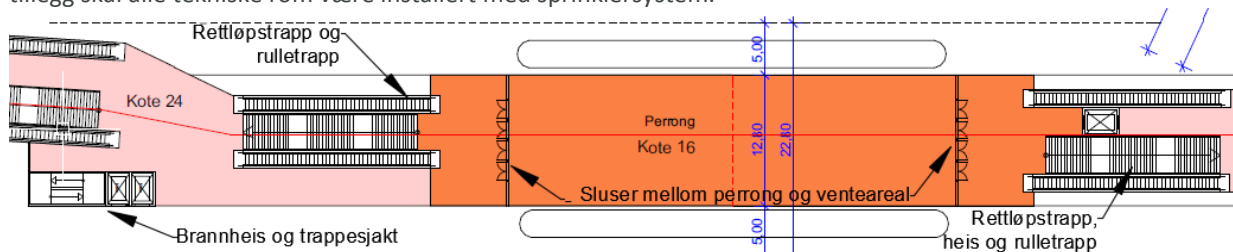
Ved brann i en av tunnelene som leder fram til holdeplassen, vil vifter i tunnelen, system 360.01, hindre røyk i å spre seg til holdeplassen. Ved brann inne i holdeplassen vil system 360.02 og 360.03 trekke av inne i selve holdeplassen. Det er totalt 4 vifter, hvor 3 er nødvendig for brannventilasjon og 1 er reservekapasitet ved utfall av en vifte. Tilluft vil hentes via tunnelåpningene.

Røyk forhindres i å spre seg opp via rømningstrapper og heis via system 360.04, som består av flere vifter (i størrelsesorden 14 stykk) med trykkstyring som sørger for overtrykk i forhold til stasjonsområdet. Ventilasjonssjakter til overflate vil ha et tverrsnitt på ca. 20m². Høyde på topp av avkast/pipe er foreløpig satt til 12 meter, men dette kan med stor sannsynlighet reduseres noe etter beregninger i neste planfase. Videre er ventilasjonssystemet skissert i Figur 28: hvor sorte arealer viser behov for vifterom og fiolette arealer viser ventilasjonssjakter.



Figur 28: Lengdesnitt som viser arealer påkrevd av ventilasjonssystemer FOR LITE?

Det er forutsatt at oppgangene skal være egne trykksatte brannceller. Det må derfor etableres brannsluser med slagdører mellom perrong og rulletrapper/ventearealer samt i topp av rulletrapp mellom kote +16 og +24. I tillegg skal alle tekniske rom være installert med sprinklersystem.



Figur 29 – Prinsipløsning for utforming av holdeplass på kote +16 med tilhørende brannsluser mellom perrong og trappe-ventearealer



3.9. Tunnelarbeider (ingeniørgeologi)

3.9.1. Innledning

Kapittelet oppsummerer de ingeniørgeologiske forhold og vurderinger som er utført for tunnelarbeider på delstrekningen. Ca. 1.650 m av strekningen vil gå under bakken i form av tunneler og bergrom. Dette inkluderer ny bybanetrasé med tunneler og holdeplass i berg, utvidelse av Kronstadttunnelen og nytt uttrekksspor ved Møllendal.

Driving av tunneler og bergrom er utfordrende pga. relativt liten bergoverdekning, mye infrastruktur i området under og over bakken, private boliger, sykehus og annen næringsvirksomhet, samt underjordisk holdeplass med stort spenn.

C-tegninger viser tunneltraséene langs strekningen. Profileringen refererer til disse tegningene. Når det vises til kilometer gjelder dette alltid for utgående spor. F-tegningene viser de ulike tunnelprofilene.

Det er utført refraksjonsseismiske undersøkelser og totalsonderinger i området. Det henvises til egne rapporter for detaljer vedrørende undersøkelsene, se referansene /1/ og /2/ i siste delkapittel. I tillegg er det benyttet kart og annet grunnlagsmateriale oppsummert i referanselisten, /3/-/8/, som grunnlag for beskrivelse og vurderinger.

Resultater fra grunnundersøkelsene og tilgjengelig grunnlagsmateriale er tilstrekkelig for en overordnet vurdering av stabilitetsmessige forhold knyttet til tunnelvernsnittene og underjordisk holdeplass. Mer detaljerte undersøkelser og analyser er nødvendig for å optimalisere metode for bergsikring, angivelse av påhugg, osv.

Delkapittelet «Topografiske og geologiske forhold» omfatter faktabeskrivelsen om forholdene rundt tunneltraseene og bergrom, dvs. resultater fra grunnundersøkelser, observasjoner i felt og annet foreliggende grunnlagsmateriale. I delkapittelet «Ingeniørgeologiske vurderinger» er tolkning og vurderinger av forholdene i faktakapittelet beskrevet.

3.9.2. Topografiske og geologiske forhold

Topografi og løsmasser

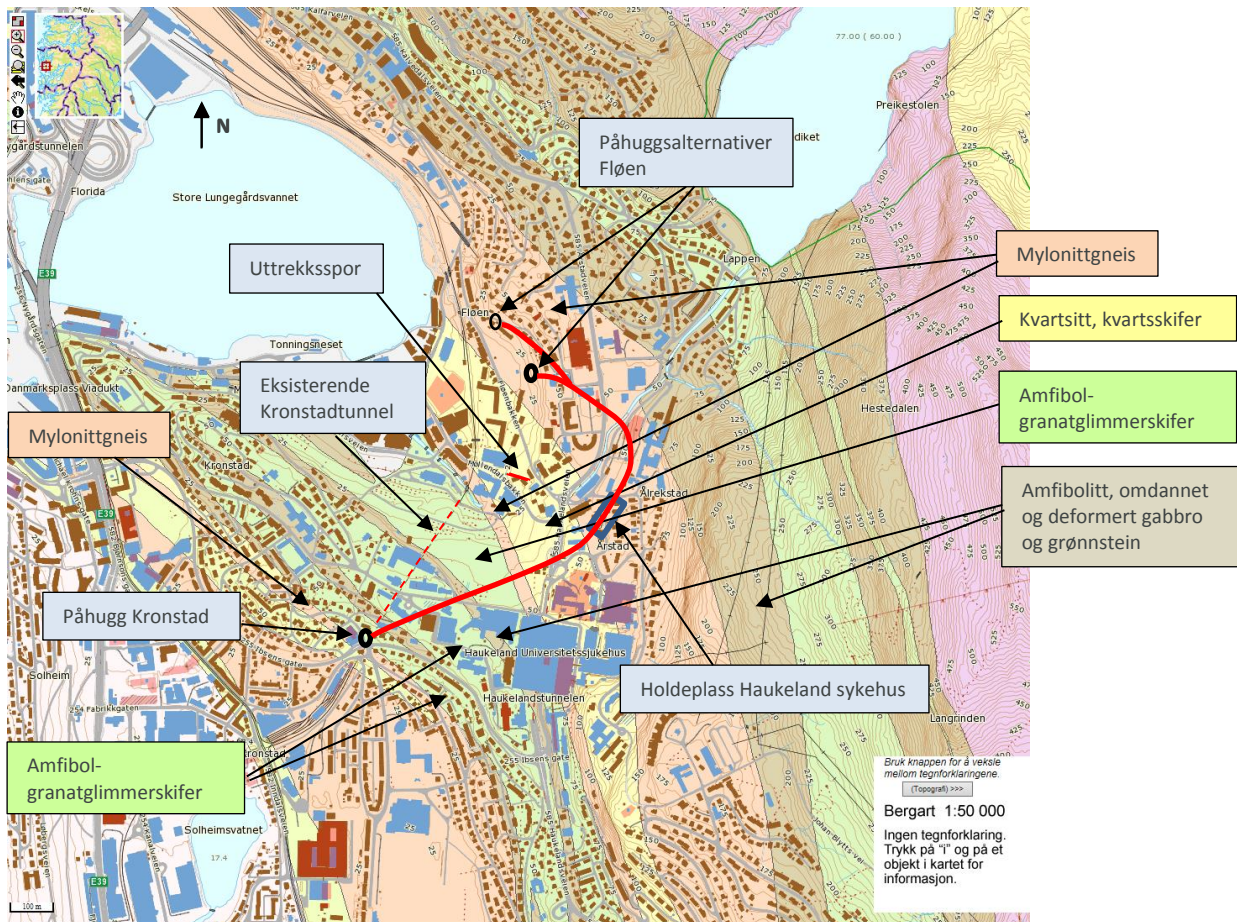
På NGUs kvartærgeologiske kart /4/ er løsmassene i det berørte området angitt som fyllmasser. Dette er videre definert som: «løsmasser tilført eller sterkt påvirket av menneskers aktivitet». For nærmere beskrivelse av løsmassene vises det til rapportene fra grunnundersøkelser i området, /1/ og /2/ samt kapittel om grunnforhold i foreliggende rapport.

Bybanetraséen går i et relativt flatt terreng fra sentrum (Nygårdstangen). I det traséen svinger av under eksisterende jernbanespor etter holdeplass Møllendal, stiger terrenget etter hvert bratt på og fortsetter å stige der den følger parsellhagen ved Fløenbakken. Terrenget fortsetter å stige og når maksimal høyde på strekningen ved Haukeland sykehus som ligger på 50-55 moh. Videre går tunneltraséen i et småkupert terreng under Møllendal gravlund og sykehusområdet, til det synker igjen mot Kronstadkrysset, der terreng høyden er rundt kote 20.

Bergartsbeskrivelse

Figuren under viser en berggrunns oversikt over området som blir berørt av traseen i delstrekning 1. Bergtunneler og påhugg til bergtunnelene samt holdeplass Haukeland sykehus er angitt omtrentlig på figuren.





Figur 30: Bergartsfordeling delstrekning 1. (Kilde: www.ngu.no)

Traseen preges av varierende metamorfe bergarter fra Hardangerdekke-komplekset. Det påpekes at dette er hovedstrukturene registrert på overflaten. Bergartene kan ha lokale variasjoner samt vekse/forandre seg nedover i grunnen. Gneis, kvartsitt og kvartsskifer er generelt harde bergarter. Amfibolittiske bergarter er ofte seigere bergarter og relativt forvitningsbestandige. Glimmerskifer er gjerne mykere bergarter avhengig av sammensetningen og innholdet av glimmerminerale.

Bergmassekvalitet

NGUs berggrunnskart /3/ antyder at foliasjonen generelt i området ligger tilnærmet parallelt hovedretningen til de buede strukturene, kalt lille Bergensbuen i fagterminologi. Fallet er oppgitt til ca. 30° mot øst.

Erfaringsmessig har bergmasse i tilsvarende bergarter ofte oppsprekking langs 2 hovedsprekkesett i tillegg til foliasjonen/lagdelling. Foliasjonen/lagdelling bruker å være det mest fremtredende sprekkesettet. Under befaring av eksisterende Kronstad tunnel ble det generelt registrert 3 hovedsprekkesett og ca. 8-19 sprekker per m³, altså i kategorien god til middels oppsprekkingsfaktor etter NGIs bergmasseklassifiseringsystem (Q-systemet).

Det må likevel forventes at det kan påtreffes sterkere oppsprukkede soner i området. Dette gjelder særlig i dagbergsoner. Dagberg er berg nær overflaten og dette er generelt mer oppsprukket og påvirket av vann- og frostsprengning, forvitring, utvasket sprekke materiale osv. enn dypereliggende bergmasse. Det har også ofte liten innspenning som gir ustabile forhold.

Lineamenter i terrenget sett på flyfoto over området følger de samme linjene som de inntegnede bergartsgrensene på berggrunnskartet. Overgangen mellom forskjellige bergarter er ofte tettere oppsprukket enn bergmassen forøvrig. Bergmassen i området kan inneha leiraktig sprekke materiale, også svelleleire som kan skape komplikasjoner under driving.



Det er gjennom de refraksjonsseismiske undersøkelsene /2/ registrert svakhetssoner ved Haukelandsbakken og ved Møllendal gravplass.

Innlekkasje av vann i tunnelen er avhengig av bergmassens permeabilitet. Bergmassen i tunnelrom som ligger nært overflaten har ofte liten innspenning og dermed åpne sprekker. I slike tilfeller kan det forekomme betydelige innlekkasjer i tunnelen. Dette kan resultere i skader på terreng og setningsskader på konstruksjoner.

I Kronstadtunnelen ble det på befaringsstidspunktet registrert lite vann, kun fuktflekker.

Tektonikk og spenninger

Det er ikke kjent om det er foretatt målinger av horisontalspenninger i området, men det ble registrert bergspenningsytringer i form av avskallinger eller bergslag under driving av gamle Ulriken tunnel (jernbanetunnel), sannsynligvis mellom 300 og 2000 m fra påhugg Fløen /8/. Forholdet bør undersøkes nærmere i prosjekteringsfasen.

Som tidligere nevnt er dagbergsonen til tunnelanlegg ofte dårlig innspenning og må som regel sikres i høyere grad enn bergmassen for øvrig.

3.9.3. Ingeniørgeologiske vurderinger

Generelt

Stabilitetssikring vil trolig hovedsakelig bestå av bolter og sprøytebetong. I påhuggsområdene og enkelte oppsprukne soner kan det bli aktuelt med bruk av forbolter og armerte sprøytebetongbuer. Dersom det kan utføres befarings og innhentes erfaringsdata fra driving av andre anlegg i berg i området, kan dette være nyttig informasjon for videre planlegging og prosjektering av Bybanetunnelene.

Løsmassetunnel/utvidelse av påhugg for GS-tunnel ved Møllendal samt evt. Løsmassetunnel fram til bergtunnelpåhugg for bybanealternativet ved Fløen, krever spesielle metoder. Dette må det gjøres detaljerte utredninger på i prosjekteringsfasen av personell med spesialkompetanse på området. Det henvises for øvrig til senere beskrivelse av traseen i dette kapittelet.

Teknisk regelverk for Bybanen stiller krav om vannavskjerming som hindrer vanddrypp på skinnegang og elektriske installasjoner. Det ble registrert lite fukt og vann i eksisterende Kronstadtunnel, men vanninntrenging påvirkes av årstider og nedbørsperioder og det kan derfor ikke utelukkes at det vil bli behov for vannsikring i størstedelen av tunnelenes lengde. Jernbaneverkets Tekniske regelverk stiller krav om gjennomgående vannsikring i alle nye tunneler. Det anbefales at Bybanetunnelene følger de samme kravene. Dette vil sannsynligvis redusere vedlikeholdsbehovet på strekningen og eliminere usikkerheten ved å utelate partier med vannsikring.

For håndtering av vann under driving av tunnelen er det sannsynligvis nødvendig med systematisk sondérboring og injeksjon over lengre strekninger. Innlekkasje i tunnelen vil kunne medføre setningsskader på hus og annen bebyggelse. Innlekkasjekrav må utarbeides i prosjekteringsfasen. Krav til maks innlekkasje ved driving av tunneler og bergrom i urbane strøk er relativt lavt, ofte i størrelsesorden 5-10 l/min/100 m. Injeksjonsprosedyrer og krav til maksimal innlekkasje i tunnelen må utarbeides både med tanke på byggingen og omgivelsene.

Ved frostmengder $F_{10} < 8000 \text{ h } ^\circ\text{C}$, iht. Statens vegvesen håndbok 163 Vann- og frostsikring, er det ikke behov for frostisolering. Bergen har en frostmengde på $F_{10} = 3000 \text{ h } ^\circ\text{C}$ og det stilles derfor ikke krav til frostisolasjon.

Tunnel fra Fløen til Kronstad, via holdeplass Haukeland sykehus

For påhugg ved Fløen er det to aktuelle alternativer som vurderes. Alternativene er kort beskrevet i det etterfølgende. Når det vises til lengder og km-angivelse for øvrig, er det første alternativ som er lagt til grunn. Tunnelen fra Fløen via holdeplass Haukeland sykehus og til påhugg ved Kronstad, vil bli ca. 1.380 m lang. Ca. 1.200 m vil gå i berg, inkludert den underjordiske holdeplassen ved Haukeland sykehus. Øvrige ca. 180 m er portaler.

Påhugg Fløen



For påhugg ved Fløen er det som nevnt over to aktuelle alternativer som vurderes.

Det ene alternativet starter som en «cut & cover» tunnel rett før passering Kronstadsporet. Videre vil traseen krysse Fløenbakken 27-31 og gå videre gjennom parsellhagen ved Fløenbakken, inntil det oppnås en tilstrekkelig bergoverdekning til å etablere påhugg i berg. Grunnundersøkelser rundt husene med adresse Fløenbakken 27-31 tyder på at berget ligger ned til kote +2 i området. Det er derfor ikke mulig å passere husene med bergtunnel. Videre er det registrert løsmassedybde i linja over parsellhagen på ca. 7-12 m, ref. /1/ og /2/. Påhugg i berg kan trolig etableres ved ca. km 1.720, i skogsbeltet i vestlig ende av parsellhagen. Nøyaktig påhuggsplassering må avgjøres når berget blir avdekket i anleggsfasen.

Refraksjonsseismiske undersøkelser i området ved Fløen har registrert tykkelsen på dagberg til 5-14 m og det er derfor sannsynligvis nødvendig med tyngre sikring som forbolting og armerte sprøytebetongbuer de første 10-15 m av tunnelen. Nærmeste bebyggelse ligger ca. 25 m sør for påhugget, Fløenbakken 50B.

Det andre alternativet som vurderes starter som en «cut & cover» tunnel under Kronstadsporet, passerer Fløenbakken 17 og videre under eiendommene i Årstadgeilen 1 og 3. Påhugg i berg kan trolig etableres ved Årstadgeilen 3, ved km 1560-70 før passering husrekken Årstadgeilen 5-13. Det pågår fortsatt utredning av alternativet med supplerende grunnundersøkelser og vurdering av alternative drivemetoder som frysing og jetpeling. Det kan være muligheter for at eiendommene Fløenbakken 17, Årstadgeilen 1 og 3 kan bevares, men dette er svært usikkert. Tunnelalternativet må også ta hensyn til nye Ulrikstunnelen (jernbanetunnel) og anleggstunnel til Ulrikstunnelen. Minste avstand til anleggstunnelen vil være kun ca. 4,5 m. Tyngre sikring som forbolting og armerte sprøytebetongbuer vil også her være aktuelt når påhugg med tilstrekkelig bergoverdekning er etablert.

Trasé fra påhuqg Fløen til holdeplass Haukeland sykehus

Lengden på tunnelen i berg fram til holdeplass Haukeland sykehus blir ca. 480 m. Fra påhugget vil tunnelen drives som en dobbeltsporet tunnel. Fra ca. km 1.900 vil det bli en gradvis utvidelse av profilet fram til holdeplassen. Holdeplassen vil ha en bredde på ca. 23 m. Det er foreløpig antatt en maks høyde på tunnelen på ca. 12,5 m for å få en stabil bue med dette spennet. Høyden må derfor også utvides gradvis fram til holdeplassen.

Terrenget over traseen stiger på fra påhugget til holdeplassen. Ved km 1.750 er bergoverdekningen trolig på >10 m. Traseen passerer under boligstrøk, veger og næringsvirksomhet. Ved ca. km 1.960 passerer den under en støpt kanal. Kanalen ligger tett oppunder terrengoverflaten som ligger på kote 47 i området. Vertikal avstand mellom heng tunnel og bunn kanal vil være over 20 m.

Ved ca. km 2050 passerer tunnelen under nedkjørsel til et parkeringsanlegg. I følge tegninger av parkeringsanlegget ligger bunn av nedkjørselen her like under kote 40. Ved km 2050 ligger bybanetunnelen på ca. kote 14 (SOK). Bredde- og høydeutvidelsen av tunnelen fram mot holdeplass ved Haukeland sykehus er påbegynt i dette området og heng tunnel vil derfor ligge rundt kote 24. Dvs. at bergoverdekningen mellom heng tunnel og bunn p-nedkjørsel er ca. 16 m.

På strekningen antas det en standard bergsikring med systematisk sprøytebetong i heng og ned til veggene, samt systematisk bolting i et mønster på ca. 2 x 2 m. Boltetetheten må avgjøres basert på kartlegging underveis. Boltelengden må økes avhengig av størrelsen på profilet. I en vanlig dobbeltsporet tunnel er vanligvis en boltelengde på 3 m tilstrekkelig, mens når tunnelens bredde er 23 m må boltelengden opp til 6 m. I spesielle tilfeller kan også lengre bolter eller stag være aktuelt. Dersom det påtreffes større sprekkesoner, kan det være nødvendig med armerte sprøytebetongbuer. Det kan også være nødvendig med tilsvarende buer for å få til et stabilt tunnelprofil der spennet er stort.

Alternativ til driving av ett stort tunnellopp før holdeplassen, er å drive det siste stykket inn mot holdeplassen som to enkeltløp og dermed sette igjen en «stabbe» midt i mellom løpene. «Stabben» bør ha en bredde på minimum 5 m for å kunne ha tilstrekkelig med plass for bolting. Hva som er mest hensiktsmessig både anleggs- og stabilitetsmessig bør sees videre på i prosjekteringsfasen.

Holdeplass Haukeland sykehus

Holdeplassen ved Haukeland sykehus strekker seg ca. 40 m mellom ca. km 2200-2240. Ved Ulriksdal over holdeplassen ligger terrenget på det høyeste på strekningen, kote 48-55. Bergoverflaten over holdeplassen ligger ifølge grunnundersøkelsene på kote 45-46. Dette vil si at bergoverdekningen rett over stasjonsområdet er på ca.



17 m dersom det antas en høyde på 12,5 m over spor som her ligger på kote 16.

Under bygget med adresse Ulriksdal 1 er det sprenget ut et annet parkeringsanlegg. I følge foreliggende plantegninger ligger nederste plan i parkeringsanlegget på kote 29,5. Hengen til bergrommet der holdeplass for bybanen er planlagt, vil ligge på ca. kote 28,5. Horisontal avstand mellom parkeringsanlegget og holdeplassen er ifølge tegninger ca. 16,5 m.

Det ble registrert to svakhetssoner i området der minst en av dem krysser holdeplassen. For bestemmelse av bergsikring og sikker driving av holdeplassen (f.eks. oppdelte salver), bør det utføres kjerneboring langs holdeplassområdet samt foretas numerisk analyse og bergspenningsmålinger til bruk for geoteknisk prosjektering og optimalisering av bergrommets utforming og sikringsnivå.

En foreløpig antagelse av behov for sikringsmidler basert på nåværende opplysninger er enkle, evt. doble armerte sprøytebetongbuer samt forbolting, i tillegg til standard sikring med sprøytebetong og systematisk bolting.

Trasé fra holdeplass Haukeland sykehus til påhugg Kronstad

Tunneltraséen fra holdeplass Haukeland sykehus til Kronstadkrysset vil bli ca. 675 m, hvorav de siste ca. 10 m vil være portal. Fra Haukeland sykehus holdeplass snevres tunnelprofilen gradvis inn til det ved ca. km 2.500 følger en normal dobbeltportunnel.

Traseen etter holdeplassen passerer boligstrøk, veier og bygninger tilhørende sykehuset, før den dreier under Møllendal gravlund. Her synker terrenget noe og løsmasseoverdekning varierer fra 0 til 10 m. Det er i tillegg registrert svakhetssoner i berget under gravlundene. Mektigheten kan være rundt 20 m på en av disse. Det er registrert dagberg med tykkelse mellom 3 og 6 m. Tunnelen vil ligge under dette nivået.

Etter passering gravlundene er løsmassetykkelsen langs traseen noe mindre og ned mot ca. 2 m. Fra gravlundene er terrenget noe småkupert og passerer under bebygde område og større veier. Terrenget synker fra ca. kote 50 til kote 20 ved Kronstadkrysset der bergtunnelen ender og påhugg skal etableres.

Stabilitetssikring av berget antas å bli noe av det samme som for traseen før holdeplassen ved Haukeland sykehus. I tillegg til standard sikring med sprøytebetong og systematisk bolting, kan det også her bli behov for sikring av svakhetssoner/sprekkesoner. Dette gjelder spesielt den relativt brede sonen som er påvist under gravlundene ved ca. km 2.500. Også på denne strekningen kan det være et alternativ å sette igjen en «stabbe» og heller drive to enkeltportunneler på noe av strekningen i stedet for et bredt tunnelvernsnitt.

Påhugg Kronstad

Påhugget på Kronstad ligger i et område med veier og boliger. Portalen vil komme ca. ved km 2.915. Påhugg i berg kan sannsynligvis etableres ved km 2.905.

Det antas bruk av forbolter og armerte sprøytebetongbuer i tillegg til standard bergsikring for etablering av påhugget.

Etablering av påhugg må planlegges og prosjekteres i detalj og vurderes i sammenheng med utvidelse av eksisterende Kronstad-tunnelen, beskrevet under.

Kronstad-tunnelen

Eksisterende Kronstad-tunnel skal gjøres om til en ny gang-/sykkelveg. Dette medfører at ca. 390 m av tunnelen skal utvides fra en bredde på 4,5 m til en bredde på ca. 8 m. Det er ikke nødvendig med utvidelse i høyden. Terrenget over eksisterende Kronstad-tunnel stiger jevnt på fra påhugget ved Møllendal, over gravlundene og til Jonas Lies veg, før det synker ned mot Kronstad. Området etter passering gravlundene er tett bebygde med boliger, veier o.l.

Ved påhugg Møllendal skal ikke profilen utvides, men det vil bygges en gangtunnel i løsmasser som en avgreining fra eksisterende tunnel. Løsmassetunnelen blir ca. 40 m. For denne delen vil eksisterende tunnel gjøres om til en sykkel-tunnel.

Det finnes ulike metoder for driving av tunneler gjennom løsmasser, bl.a. frysing, bruk av rørparaply, evt. en kombinasjon av disse og med innslag av «konvensjonelle» metoder som injeksjon. Dette er kostbare og krevende metoder som baseres på kunnskap om løsmassene. Dette må undersøkes nærmere i



prosjekteringsfasen. Påkobling av løsmassetunnelen inn til Kronstadtunnelen må utføres der Kronstadtunnelen ligger godt inni fast berg.

Under befaringen av eksisterende Kronstadtunnel ble det registrert lite bergsikring. For å tilfredsstille dagens krav til standard for gang- og sykkel tunnel antas det at det vil bli behov for sprøytebetong og systematisk bolting i heng og ned til overkant vegg. Det antas at det vil bli behov for supplerende sikring også over allerede eksisterende del av profilet. Det ble ikke registrert soner med behov for tung sikring, men det antas at det må benyttes forbolting og armerte sprøytebetongbuer for etalering av påhugg ved Kronstad. Her er bergoverdekningen relativt liten. De siste 44 m av tunnelen mot Møllendal går i løsmasser. Portalkonstruksjonen er i dårlig forfatning og må trolig utbedres med moderne sikringsmetoder. Dette må ses i sammenheng med påkobling av løsmassetunnelen inn til Kronstadtunnelen beskrevet i avsnittet over.

Uttrekkspor Møllendal

Det skal bygges et nytt uttrekkspor for jernbanen ved Møllendalsbakken som vil gå ca. 50 m i berg. Uttrekkssporet vil gå inn i fjell i et område der terrenget stiger bratt på. Det er foreløpig for få grunnundersøkelser som er utført i området til å si noe eksakt om løsmassetykkelsen ved påhugget. Løsmassemektigheten varierer mellom 2 og 8 m på de nærmeste punktene. Tunnelen vil inneha profil til en enkeltsporet jernbanetunnel. Heng tunnel vil ligge på ca. kote 17.

Bergarten er ifølge berggrunnskartet kvartsitt/kvartsskifer. Det er ikke registrert svakhetssoner over traseen. Foreløpig antagelse er at det er behov for standard bergsikring med bolter og sprøytebetong samt noe forbolting og evt. sprøytebetongbuer for etablering av påhugget. Nærmere nøyaktig påhuggsplassering må bestemmes i prosjekteringsfasen etter at det er utført ytterligere undersøkelser.

Spesielle forhold og omgivelser

Nasjonal grunnvannsdatabase (GRANADA) angir flere energibrønner i området, spesielt i tilknytning til sykehuset. Det er 3 energibrønner som ligger i umiddelbar nærhet til traseen, hhv. ved km 2.200 og 2.750 (2 stk.). I prosjekteringsfasen må det sees på om de kommer så nær inntil endelig tunneltrasé at de må avinstalleres før driving. Vurdering av påvirkning av andre energibrønner, bl.a. under Haukeland sykehus må også gjøres i prosjekteringsfasen.

Det er mye bebyggelse i hele området som tunnelen passerer under og detaljert kjennskap til fundamenteringsforhold til boliger og annen bebyggelse er ikke kjent på dette tidspunkt. Poretrykksmålere bør utplasseres i det berørte området minst et år før byggestart for dokumentasjon av tidsvariasjoner. Grunnvannsstanden i berget bør måles i borehull, også dette minimum 1 år før byggestart.

Nye Ulriken tunnel (jernbane) ligger på det nærmeste ca. 50 m i horisontal retning fra bybanetraséen, ca. ved km 1.800-1.900. Dersom det andre påhuggsalternativet på Fløen blir aktuelt, vil tunnelene ha en avstand på kun ca. 4,5 m. Andre kjente underjordsanlegg som parkeringskjellere o.l. må kartlegges detaljert og tas hensyn til i prosjekteringsfasen bl.a. ved bestemmelse av injiseringsprosedyrer, slik at tunneldrivingen ikke gir negativ påvirkning på dette. Det kan være fare for gjennomtrengning av injeksjonsmasse til nærliggende tunnel og bebyggelse.

For å unngå skade på nærliggende bebyggelse og konstruksjoner, må det fastsettes grenseverdier for sprengningsinduserte vibrasjoner og støt. Dette gjelder også passering av kanal, adkomsttunnel og nærhet til parkeringsanlegg som er nevnt i beskrivelsen av traseen. Det må utarbeides en mer detaljert oversikt og innmåling av konstruksjoner, anlegg og bygg i nærheten både under og over bakkenivå. Gjeldende standard som benyttes til beregning av grenseverdier per dags dato er NS 8141:2001. Det er vanlig å besiktige boliger og konstruksjoner utvendig og innvendig i en korridor på ca. 50 m og utvendig på i en korridor på ca. 100 m før sprengningsarbeidene starter. Dette må vurderes fra sted til sted. Også nærliggende tunneler og anlegg i berg (minimum innenfor 50 m) må besiktiges av kvalifisert personell før sprengning av ny tunnel/bergrom.

3.9.4. Referanser

/1/ Golder Associates (30.10.2015): Bybanen i Bergen, Geoteknisk grunnundersøkelse, Datarapport, Delområde 1 og 3



- /2/ GeoPhysix, rapport 15106 (20.4.2016): Refraksjonsseismiske undersøkelser for Bybanen i Bergen, Byggetrinn D04
- /3/ NGUs berggrunnskart Bergen 1115-1 (2008), målestokk 1:50 000, www.ngu.no
- /4/ NGUs kvartærgeologiske kart, www.ngu.no
- /5/ Topografiske kart samt flyfoto (www.norgeskart.no, Google earth)
- /6/ Løseth, F. (2006): Norges tunnelgeologi, s. 96-98
- /7/ Fossen, H. (1989): Geology of the Minor Bergen Arc, West Norway, NGU Bull. 416, s. 47-62
- /8/ Norconsult, (2013): Ulriken tunnel, Ingeniørgeologisk –hydrogeologisk rapport til konkurransegrunnlag, s. 29

3.10. Brannstrategi tunneler

3.10.1. Generelt

Det legges til grunn en 25 MW brann som dimensjonerende brannscenario. Sweco vil innhente dimensjonerende brannutviklingskurve fra BU i den videre prosjekteringsfasen.

Det må i neste planfase vurderes om det er behov for vann- og frostsikring av banetunnel.

Det skal etableres uttak for slokkevann utenfor hver tunnelportal og for hver 250 meter inne i tunnelen.

3.10.2. Haukelandstunnelen

Brannalarmanlegg

Holdeplasshallen må prosjekteres med et heldekkende brannalarmanlegg med talevarsling og optisk varsling. Type deteksjon, forriglinger, etc. må avklares i den videre prosjekteringsfasen.

Ledesystem

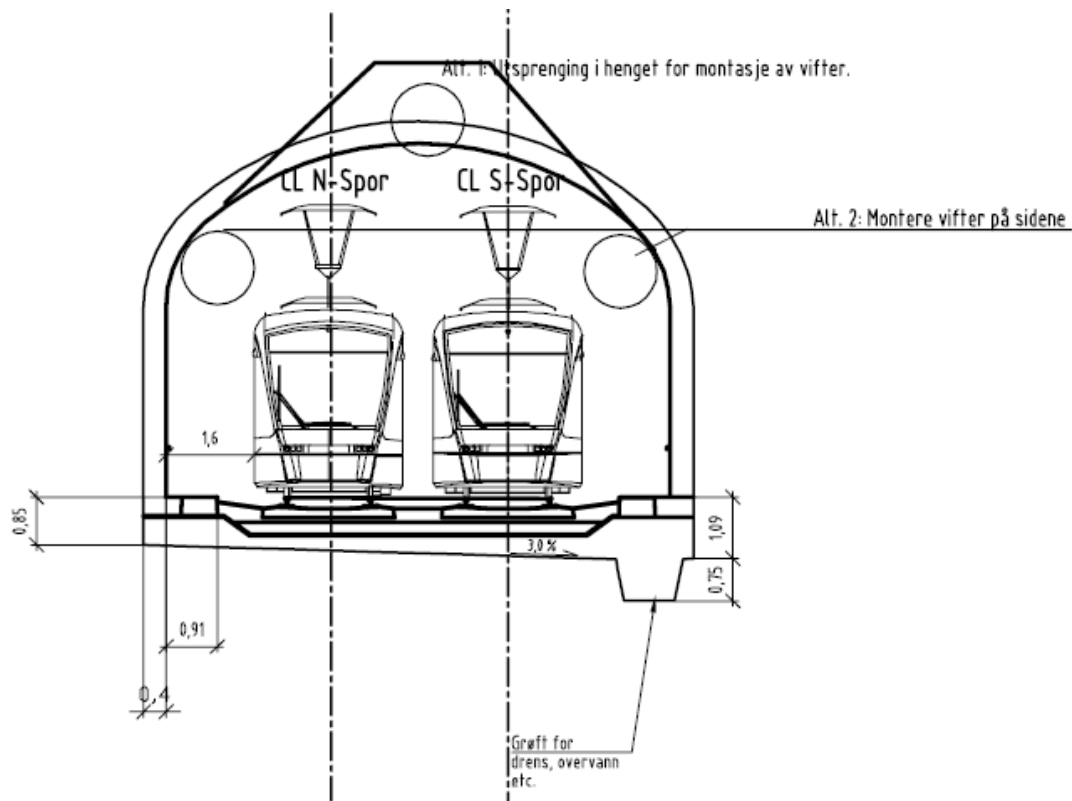
Holdeplasshallen må prosjekteres med et heldekkende ledesystem, samt nødlis. Type ledesystem, interaktivt ledesystem, etc., vil bli avklart i den videre prosjekteringsfasen.

Røykventilasjonsanlegg

Holdeplasshallen er planlagt med et mekanisk røykventilasjonsanlegg. Aktivisering av anlegget, plassering av avtrekkpunkter, kapasitet, styringsfunksjoner, etc., vil bli avklart i den videre prosjekteringsfasen.

Tunnelen i hver retning skal være røykventilert og tilpasset brannstrategien for holdeplassen. Det er tenkt vifter med diameter ca. 1,3m som monteres i tunneltak. Plassering gir litt ulik virkningsgrad, og påvirker dermed antall vifter som behøves. Det kan bli nødvendig med ekstra lokal utvidelse av tunneltak for at vifter kan plasseres utenfor sikringsone for bybanen.





Figur 31: Eksempel på plassering av ventilasjonsvifter

Slokkeanlegg

Teknisk rom/areal, lager, etc. tilliggende rømningsveier og brannvesenets hovedinnsatsvei, må prosjekteres med automatisk slokkeanlegg.

Rømningsstrategien er to uavhengige oppganger (i nord og sør) til det fri. Innledende estimer, basert på en personlast på 921 personer, indikerer at fri bredde til/i rømningsvei må minst være 8,5 meter fordelt på det to oppgangene. Dette tilsier minimum ca. 4,3 m på hver side av plattform. Dette kan fordeles som 2 stk. rulletrapp (1 m) + trapp på 3,3 m i fm. de respektive oppganger.

Fra tunnel vil det være rømning ut tunnelportal eller via holdeplass.

Antall, utforming og fri bredde i forbindelse med rømningsveier må nærmere vurderes i den videre prosjektfasen, med rømningsdynamiske simuleringer. Fri bredde i forbindelse med rømningstrapper (rettløpstrapper) må være minst 1,2 meter (per trapp).

Fri bredde i forbindelse med innsatsveier må avklares med lokalt brannvesen.

Slagretning på dører må være ut i rømningsretningen og tilbakerømning må være mulig. Automaddører må vurderes særskilt dersom dette ønskes benyttet.

NB! fri bredde i trapper som skal benyttes som rømningstrapper i kombinasjon med innsatstrapper, må være minst 1,5 meter.

Det anbefales at løsningen prosjekteres med uavhengig tilkomst til holdeplasshall for lokalt brannvesen og venteareal for personer med nedsatt funksjonsevne.

3.10.3. Kronstadtunnelen (gang-/sykkeltunnel)

Mellom Møllendal og Kronstad er det planlagt å benytte eksisterende jernbanetunnel som gang- og sykkeltunnel.



Når det gjelder nød-belysning, må krav til belysning (lux krav) avklares med Vegdirektoratet i neste planfase.

Behov for slokkevannsuttak i gang- og sykkel tunnel må avklares med brannvesenet i neste fase.

3.11. Anleggsgjennomføring (faseplaner)

3.11.1. Generelt

Det er utarbeidet forslag til faseplaner for anleggsgjennomføringen på delstrekning 1. Disse er utarbeidet gjennom omfattende tverrfaglig gjennomgang og med drøftelser med Bergen kommune og Bybanen Utbygging.

Areal for tiltak, anleggsområder og arealer for spesielle rekkefølger som er skissert, er medtatt i plankart, slik at det er avsatt tilstrekkelig areal for gjennomføring. Videre er det etablert kobling mot delstrekning 2, slik at grensesnitt mot denne er ivarettatt. Dette gjelder grensesnitt på område 160 Kronstad og er knyttet spesielt til riggområder, trafikkavvikling, og massehåndtering.

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

De momenter som har vært spesielt fokusert på er som følger:

- Arealer for rigg og drift
- Anleggsbelte langs traséen
- Midlertidigheter ift. trafikkavvikling (vei, tilkomst til eiendommer, gang/sykkel)
- Påvirkninger på tilstøtende eiendommer
- Påvirkninger på infrastruktur

De største utfordringene i denne delstrekningen ift. anleggsgjennomføring har vært som følger:

- Grensesnittene mot JBV sitt område (gangvei over planlagt mur i enkelte faser, etablering av gangbro over uttrekkspor, etablering av portal under uttrekksporet og felles rigg og driftsinteresser på samme område i Møllendal).
- Utfordrende forhold tilknyttet N3 på Haukeland (utfordringer ift. nærhet til elv, kryssing av vei Ulriksdal, dypt til fjell, nærhet til bygg på begge sider av tunnel og nærhet til Lindealleen.
- Utfordringer med tunneldriving (spesielt nordre alternativ i Møllendal og tunnel i løsmasser under gravplass i Møllendal)
- Drift på uttrekksporet, spesielt i Møllendal og på Kronstad gir dette utfordringer på tidlige aktiviteter
- Utfordringer ift. mulig anleggsconflikt med Alrekstadeika.
- Trafikkavvikling i de fleste områdene (må bl.a. stenge Møllendalsveien og etablere brokonstruksjon er flere steder for kryssing)
- Koordinering av fremdrift og rekkefølge på arbeider på Kronstad, grunnet Statsbygg sine byggeplaner i området.
- Grunnforhold (forurensede masser, høy grunnvannstand, dårlige masser, bratte skråninger med løsmasser)
- Mange tilstøtende eiendommer, næringsvirksomhet, etc.
- Teknisk infrastruktur (omfang, dybde, redundans og dimensjon)

For tunnelpåbygg i Møllendal er det presentert 2 alternativ. Dette er opprinnelig alternativ (sørlige alternativet) og et nytt alternativ (nordlige alternativ). Det nordlige alternativet (alt. 2) ble aktuelt sent i planprosessen, noe som gjør at det foreligger noe usikkerhet til den forslåtte løsningen. I faseplaner, plankart og teknisk forprosjekt er det avsatt et anleggsareal og beskrevet løsninger som har innebygget sikkerhet. Videre arbeid med alternativet, vil kunne redusere behov for anleggsareal, noe og gi noe mindre påvirkninger på overliggende veier og boliger.

Det er etablert noen hovedprinsipper som ligger til grunn for faseplanene. Disse er som følger:



3.11.2. Sentrum

- Utfylling av Store Lungegårdsvannet 550.000 am³, til maks kote -4
- Stenger Møllendalsveien for normal gjennomkjøring.
- Rigg og driftsareal etableres i Møllendal.
- Bygninger rives i Møllendal.
- Gang- og sykkelanlegg etableres øst for muren som JBV planlegger å etablere.
- Gang- og sykkelanlegg på i Møllendal må flyttes ned mot sjølinjen til Store Lungegårdsvann.
- Utfylling av Store Lungegårdsvann til kote +2,5
- Gangbro over uttrekksporet rives og reetableres. Gangvei legges om.
- Sikringsarbeid av grunn i forkant av etablering av påhugg og driving av tunnel
- Etablering av påhugg på tunnel mot Haukeland
 - Søndre alternativ. Utsprengning og utgraving av «cut & coverløsning» mot Haukeland (uttrekkspor stenges)
 - Nordre alternativ. Utsprengning og mulig «cut & coverløsning» mot Haukeland (uttrekkspor stenges).
- Flytting og etablering av infrastruktur i Møllendal og langs Store Lungegårdsvann
- Drive tunnel fra Møllendal mot Haukeland
- Etablere riggområde ved Bystasjonen.
- Masseutskifting i området rundt Bystasjonen (gjøres i flere omganger)
- Etablering av portal på Møllendal, åpner uttrekkspor.
- Flytte gangvei fra midlertidig posisjon bak muren til JBV, tilbake til planlagt permanent posisjon mot sjøen.
- Ferdigstille portal fra tunnelpåhugg til etablert portal under uttrekksporet.
- Etablere underbygning til veier og bane.
- Etablere overbygning og teknisk infrastruktur på bane.
- Etablere veksler mellom Linje 1 og 2 ved Bystasjonen
- Etablere holdeplasser i Lungegårdskaien og Møllendal
- Etablere grøntområder, plasser og veier
- Etablere planlagt permanent posisjon på veier (alle typer) ved Bystasjonen.
- Nedrigging etter hvert som aktiviteter avsluttes.
- Permanent nedrigging når alle aktiviteter er avsluttet

3.11.3. Haukeland

- Tunnel drives fra Møllendal, benytter rigg og driftsareal i Møllendal.
- Etablere riggareal ved oppgang N3 og S1 på Haukeland
- Bygning rives
- Stenging av gangbro over Haukelandsveien, omlegging av gangmønster
- Etablere riggplass for løsmassetunnel til Kronstad.
- Etablere riggplass for uttrekkstunnel på Møllendal og river eksisterende bro over uttrekksporet
- Omlegging av infrastruktur på Haukeland.
- Etablere portal og driver løsmassetunnel (gangadkomst til Kronstadtunnelen).
- Etablere portal og driver tunnel for uttrekkstunnel
- Graver ned og sprenger ned for påhugg for tunneler til N3 og S1 (spunting og utgraving).
- Driver tunneler fra holdeplasshall til N3 og S1.
- Etablere konstruksjoner for bygg på N3 og S1
- Etablere grøntområder, plasser og veier rundt N3 og S1
- Gjenåpner gangbro over Haukelandsveien
- Etablere underbygning og teknisk infrastruktur i Haukelandstunnelen
- Etablere holdeplass i fjellhall på Haukeland
- Etablere underbygning og teknisk infrastruktur for uttrekkstunnelen.
- Etablere gangvei i løsmassetunnelen og sykkelvei i Kronstadtunnelen
- Kobler sammen gang- og sykkelvei fra Kronstadtunnelen til Fløen.
- Nedrigging etter hvert som aktiviteter avsluttes.
- Permanent nedrigging når alle aktiviteter er avsluttet



3.11.4. Kronstad

- Tunnel drives fra Møllendal, benytter rigg og driftsareal i Møllendal.
- Etablerer riggareal på bybanedepotet på Kronstad.
- Bygninger rives.
- Stenge Bjørnsonsgate midlertidig.
- Omlegging av gang- og sykkelveier langs og i tilknytning til påhuggsområdet på Kronstad
- Omlegging av infrastruktur på Kronstad.
- Avgraving av påhuggsområdet
- Omlegging av Bjørnsonsgate opp til Ibsens gate før kryss Ibsens gate / St. Olavsgate.
- Riving av eksisterende portal på Kronstad, utstrossing av tunnel og sikring av tunnel.
- Etablere påhugg for tunnel til Haukeland.
- Utsprengning for ny trasé for bybanen ned til påhugg.
- Etablering av portal og murer i forbindelse med nivåforskjeller til påhugg.
- Rive rampe og tilstøtende konstruksjoner fra verksted opp mot Inndalsveien
- Etablere riggområde på Statsbygg sitt område for etablering av avviksspor (tilpasses Statsbygg sine byggeplaner i området)
- Tilbakeføring av Bjørnsonsgate til opprinnelig plassering.
- Etablerer grøntområder, plasser og veier på Kronstad
- Etablerer underbygning og teknisk infrastruktur på Kronstad
- Legger om gang- og sykkelveier til planlagte posisjoner
- Nedrigging etter hvert som aktiviteter avsluttes.
- Permanent nedrigging når alle aktiviteter er avsluttet

3.11.5. Problemstillinger som må håndteres spesielt i neste fase

- Avklaringer og omforene planer med JBV sine planer for utvidet godsterminal og bruk av uttrekkspor til Kronstad
- Avklaringer med JBV ift. kryssing av uttrekkspor (krever stengning)
- Avklaringer med JBV ift. etablering av uttrekkstunnel (krever stengning)
- Avklaringer med JBV ift. nordre alternativ på Møllendal
- Avklaringer og omforene planer med Statsbygg
- Detaljere løsninger for å unngå Alrekstadeika og Lindealleen
- Vurdere anleggsgjennomføring av N3 på Haukeland
- Detaljere og optimalisere sortering, knusing og deponi for gjenbruk av «dårlige masser»
- Håndtering av forurensede masser
- Håndtering av forurenset vann fra anleggsarbeidene, for eksempel rensepark
- Omfang av masseutskifting under vei og banelinje
- Fundamentering av tilstøtende bygninger, og tiltak i tilknytning til disse.
- Plan for omlegging av teknisk infrastruktur
- Detaljerte planer for ivaretagelse av trafikkavvikling, inkl. tilkomst til eiendommer.

3.11.6. Fremdrift anleggsgjennomføring

Det er utarbeidet en indikativ fremdriftsplan for anleggsgjennomføringen. Planen angir rekkefølge, avhengighet og varighet på de viste faser illustrert i faseplanene (Y-tegninger). Fremdriftsplanen er vedlagt teknisk forprosjekt.

Det er brukt følgende forutsetninger når fremdriftsplanen er etablert:

- 2. gangs behandling av reguleringsplan er satt til ultimo juni 2017
- Det er ikke tatt høyde for evt. klager og stopp etter 2. gangs behandling
- Det er forutsatt oppstart av anlegget i august 2017
- Da det ikke foreligger en kjent entreprisestrategi per dato er dette bare en av flere måter å løse fremdrift og rekkefølge på
- All fremdrift som er definert har en stor grad av usikkerhet, og er også høyst tentativ
- Oppstart av prøvedrift forutsatt til 1. kvartal 2021



4. Landskap og arkitektur

Fra første stopp på Nygårdstangen til Kronstad går traseen fra bymiljø med harde flater og trafikksystem til å gå langs med den nye parken ved Store Lungegårdsvannet. Ved Møllendal vil karakteren igjen gå over til en mer urban struktur for så å gå inn i tunnel helt til Kronstad. Før Kronstad kommer en underjordisk holdeplass på Haukeland. På Kronstad vil den nye holdeplassen knyttes sammen med eksisterende holdeplass og bilde et viktig offentlig rom.

4.1. Holdeplasser / Offentlige byrom

De 4 holdeplassene langs delstrekning 1 er:
Lungegårdskaien, Møllendal, Haukeland sykehus og Kronstad.

4.1.1. Lungegårdskaien holdeplass

På Nygårdstangen blir det en tosidig holdeplass som grunnet plassmangel får en bredde på 3m. Dette er tilstrekkelig i forhold til passasjerantallet på holdeplassen. Det blir planovergang på begge sider om holdeplassen.

4.1.2. Møllendal holdeplass

Ved holdeplassen på Møllendal vil det etableres et nytt byrom. De eksisterende byggene tilhørende Draugen motorbåtforening skal fjernes, og den nye plassen vil gå helt fra fjellskjæring mot Fløen og fram til vannkanten. Møllendalsvegen får en ny linjeføring og blir smalere over plassen. Trafikken i denne stenges for gjennomkjøring og her vil vegen bli en ren sykkelveg. Det skal etableres sykkelparkering for 60-70 sykler, hvorav ca. halvparten skal være under tak. Det blir en tosidig holdeplass med standard bredde på 3,6m, og planovergang på begge sidene om plattformen.

4.1.3. Haukeland sykehus holdeplass

Holdeplassen på Haukeland er underjordisk med to oppganger. En (S1) i tilknytning til bussholdeplassen i Haukelandsveien, nord for veitunnelen. Den andre oppgangen (N3) kommer opp ved Haraldsplass sykehus. Ved S1 etableres en allmenning med trappeløp som forbinder oppgangen/bussholdeplassen med boliger og arbeidsplasser mot Ulriken. Det etableres en ny adkomstveg for Haukelandsveien 2 ved eksisterende adkomst, og vegen senkes ca. 1,5 m i dette området. Dagens parkeringsplass øst for adkomstvegen senkes mot vegen, og tilstøtende hage får en ny mur mot vegen. På parkeringsplassen plasseres «det hvite hus». Det etableres ca. 50 sykkelparkeringer, hvorav ca. halvparten skal være under tak.

Ved N3 etableres en mindre plass mellom Årstadvegen og Ulriksdal, straks nord for Ulriksdal 2. Plassen legges på lokk over dagens bekk for å lage en forbindelse fra Årstadveien til oppgangen.

4.1.4. Kronstad holdeplass

Den nye holdeplassen på Kronstad er skilt i plan fra eksisterende holdeplass. Fra holdeplassen etableres det en heis opp til gangveg på bro i Inndalsvegen. Det legges også til rette for trapp mellom holdeplass og Inndalsvegen på begge sider om holdeplassen. Mot sør vil det også bli en rampe som forbinder de to holdeplassene (linje 1 og linje 2) med hverandre. Rampen og trappen i sør vil lage en terrassert plass ned mot den nye holdeplassen. Her er det også lagt inn en byggetomt. Det blir en tosidig holdeplass med standard bredde på 3,6m, og planovergang på begge sidene om plattformen. Sykkelparkering knyttet til holdeplassen plasseres under trappen i nord, 200 stk.

På Kronstad legges det inn et vendespor og et avviksspor. Avvikssporet kobler sammen linje 1 og linje 2 og får en forenklet holdeplass øst for byggetomten til Statsbygg. Her kommer det å legges til rette for av-/påstigning direkte fra inntilliggende gangveger.



4.2. Parkdrag

Dagens park mellom Amalie Skrams VGS og Fløenstien vil få et mindre tverrsnitt ved den nye traseen for bybanen. Området omarbeides i samme karakter og med samme kvaliteter. Dagens funksjoner som tilkomst for varelevering, sykkelparkering og basketbane opprettholdes ved den justerte løsningen, mens deler av HC-parkeringen og hele skaterampen må flyttes. De 5 HC-plassene som må flyttes, foreslåes å plasseres i tilknytning til hovedinngangen og skaterampen til den nordre delen av den nye parken.

Langs Store Lungegårdsvannet skal det etableres en ny park på fylling. Nærmest AdO arena lages en sandstrand med slakere helning på bunn for å tilrettelegge for en ny badeplass. Her vil parken få et bredere tverrsnitt og hvis ønskelig kan man plassere flere funksjoner for aktivitet i denne delen. Skaterampen som må flyttes fra AdO arena kan plasseres i den delen av parken som ligger mot skolegården.

Foruten gang- og sykkelveg langs bybanen kan det etableres en gangveg langs vannkanten. På deler av denne strekningen der høydeforskjellen blir stor mellom bane og vann kan det etableres en lav mur mot vannet. Muren kan trappes opp slik at den kan brukes til sittekant og gjøre det mulig å komme ned til vannet. Her kan man også etablere funksjoner (stupetårn, utendørs basseng, etc. på konstruksjoner i vann, som flytende brygger.



Figur 32: Eksempel på mur mot vannkant (Kilde: Google, Drammen elvepark)

Det bør etableres grupper av trær og busker som deler opp parken i flere rom, man kan også arbeide med terrengformer for å skape rom.



5. Sikkerhet

Det er i forbindelse med teknisk forprosjekt gjennomført risikovurderinger knyttet til sikkerhet. For RAMS er det gjennomført en RAMS-analyse som inkluderer delstrekning 1. For øvrige sikkerhetsfag er dette arbeidet gjennomført i fm. utarbeidelse av faseplaner, hvor SHA og omgivelser (3. person/ normal drift) er implementert i arbeidet.

5.1. RAMS

«RAMS prosessen utføres iht. EN50126 og RAMS-planen for bybaneprojektet.

RAMS-analyse av delstrekningen er inkludert i RAMS-analysen av byggetrinn 4, som dekker strekningen fra Nygårdstangen til Spelhaugen. Analysen er utført på et overordnet nivå for reguleringsformål og identifiserer RAM- og sikkerhetsforhold ved valgt trasé og om de identifiserte forholdene påvirker behov for regulering. Det er også evaluert om foreliggende løsninger møter Bybanens akseptkriterier. Følgende topphendelser er vurdert for området i analysen:

- TH1 Avsporing
- TH2 Sammenstøt sporvogn og annet skinnegående materiell
- TH3 Sammenstøt sporvogn og vegobjekt
- TH4 Sammenstøt sporvogn – objekt
- TH5 Brann (i sporvogn og langs spor)
- TH6 Personskade i sporvogn
- TH7 Personskade på/ved plattform
- TH8 Personskade ved av-/påstigning
- TH9 Person i og ved spor
- TH10 Personskade påkjørsel av personer
- TH11 Ekstern påkjørsel av konstruksjon/struktur

Gjennomgående er de fleste identifisert farer på delstrekningen kjente forhold som sammenstøt med vegobjekt eller påkjørsel av personer der banen krysser vei eller gang/sykelstier. For denne delstrekningen er det kobling mellom den nye linjen og eksisterende linje ved Bystasjonen og med et overkjøringsspor ved Kronstad. Risiko for sammenstøt mellom sporvogner ivaretas gjennom vekselstyring. Spesifikke forhold for denne delstrekning som krever mer oppfølging i prosjektering er tunnel og underjordisk stasjon ved Haukeland sykehus holdeplass i forhold til mulige brannscenarier. Det henvises til RAMS-analysen for mer informasjon og detaljer knyttet til RAMS-vurderingene for delstrekningen.

RAMS-analysen vil også være et grunnlag for videre prosjekteringsarbeid og identifiserte farer og foreslåtte tiltak overføres til farelogg for videre oppfølging i prosjektering.»

5.2. SHA

Vurderinger av SHA har vært sentrale i prosessen knyttet til anleggsgjennomføring og midlertidige tiltak. Når faseplaner har blitt utarbeidet har det vært spesielt fokus på farer som medfører arealbehov. De farer som har vært avsatt areal for gjennom prosess med faseplaner, er som følger:

- Påkjørsel
- Kollisjon
- Graveskrånninger
- Grunnvannsproblematikk
- Areal for rigg og drift
- Trykksatt infrastruktur
- Elektrisk infrastruktur

Det henvises til kapittel 3.9 Midlertidige tiltak, for detaljer knyttet til anleggsfasen, og detaljer knyttet til omfang av areal for ivaretagelse av tiltak. Tiltakene for SHA vil bli ivare tatt som spesifikke tiltak i videre prosjektering.



5.3. 3.person/Normal drift (anleggsfasen)

Vurderinger av 3. person/normal drift (anleggsfasen) har vært sentrale i prosessen knyttet til anleggsgjennomføring og midlertidige tiltak. Når faseplaner har blitt utarbeidet har det vært spesielt fokus på tiltak som medfører arealbehov. Det har vært benyttet et prinsipp om tiltak skal være etablert før eksisterende funksjon fjernes eller endres. De tiltak som har vært avsatt areal til, eller som det har blitt satt rekkefølge på er som følger:

- Gjennomgående veier (Lungegårdskaaien, Fløenstien, Møllendalsveien, Fløenbakken, Ulriksdal, Haukelandsbakken, Haukelandsveien, Bj. Bjørnsonsgate og Inndalsveien).
- Gjennomgående gang-/sykkelvei (Fløenstien, Nonnestien, Møllendalsveien, Fløenbakken, Ulriksdal, Haukelandsbakken, Haukelandsveien, Bj. Bjørnsonsgate og Inndalsveien).
- Anleggsveier og kryssinger med offentlig og private veier.
- Tilkomst til eiendommer for gående og syklende.
- Infrastruktur i området (spesielt fokus på FV, VL, AV, OV, AF samt strøm og tele/data/fiber).
- Veksel fra eksisterende bybanetrasé, samt kryssing av eksisterende bybanetrasé.
- Funksjoner på nabobygg som må endres.
- Bygninger som kommer i konflikt med tiltaket.

Det henvises til kapittel 3.9 «Midlertidige tiltak» for detaljer knyttet til anleggsfasen og detaljer knyttet til omfang av areal for ivaretagelse av tiltak. Tiltakene for 3. person / normal drift vil bli ivaretatt som forebyggende tiltak i videre prosjektering.

6. Grunnerverv

Permanente installasjoner i tilknytning til bybanen krever 22.105 m² midlertidig anleggsområde inkl. rigg, og 43.812 m² permanent areal. I tillegg vil 143.045 m² av offentlig areal bli berørt av anlegget. De offentlige arealene er eid av Bergen kommune, Statens vegvesen og Hordaland Fylkeskommune, og blir benyttet både midlertidig og permanent. Totalt berørt areal er 208.962 m².

Alternativ sykkelvei i Møllendal:

Permanente installasjoner i tilknytning til alternativ sykkelvei krever 775 m² midlertidig anleggsområde inkl. rigg, og 240 m² permanent areal. I tillegg vil 12.494 m² av offentlig areal bli berørt av anlegget. De offentlige arealene er eid av Bergen kommune, Statens vegvesen og Hordaland Fylkeskommune, og blir benyttet både midlertidig og permanent. Totalt berørt areal er 13.509 m².

7. Fravik

Det er fortløpende registrert fravik på tekniske løsninger i fraviksløgg. På nåværende tidspunkt er det registrert fravik for bane. Disse er vist i tabellform i kap. 2.1 Spor.

8. Vedlegg

- 1) Tegninger i henhold til tegningsliste, datert 18.11.2016 (rev 02)
- 2) Faseplaner fremdrift, datert 18.11.2016


ⁱ www.vegkart.no

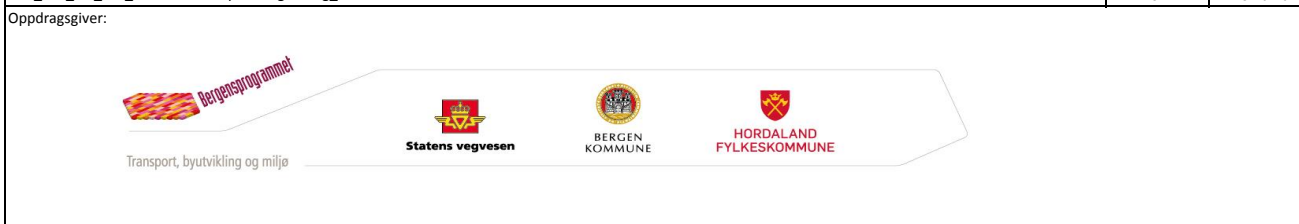
ⁱⁱ M128 – 2014.Veileder til retningslinje for behandling av støy i arealplanlegging (T-1442/2012). Side 239.

ⁱⁱⁱ Nettside for NGU (Norges Geologiske Undersøkelse), <http://geo.ngu.no/kart/minkommune>, 2.5.2016.



Tegningsliste - Delstrekning 1 - Nonneseter til Kronstad

Oppdrag: Bybanen BT4 - Reguleringsplan fra sentrum til Fyllingsdalen RF4 Teknisk forprosjekt	Dato: 18.11.2016
Oppdragsnummer: 15530104 - Delstrekning 1 - RF4	Rådgiver: 
Dokumentnr.: D00_000_std_Led_002-Leveranseplan-Regulering_00001	Revisjon: 02 Ansvarlig: nomama



DOKUMENTNUMMER				Fritekst	Rev.	Rev.dato	Denne forsendelse
Kontrakt	Område	Type	Løpenummer				
D00	100	A	001	Forside tegninger	02	18.11.2016	x
D00	100	B	001	Oversiktstegning	02	18.11.2016	x
D00	100	C	001	Bane - Plan og profil Km 0,000 - Km 0,600	02	18.11.2016	x
D00	100	C	002	Bane - Plan og profil Km 0,600 - Km 1,350	02	18.11.2016	x
D00	100	C	003	Bane - Plan og profil Km 1,230 - Km 1,900	02	18.11.2016	x
D00	100	C	004	Bane - Plan og profil Km 1,850 - Km 2,600	02	18.11.2016	x
D00	100	C	005	Bane - Plan og profil Km 2,600 - Km 3,400	02	18.11.2016	x
D00	100	C	006	Bane - Plan og profil avvikspor Kronstad	02	18.11.2016	x
D00	100	C	021	Bane - Alt. 2 tunnelpåkugg Møllendal Km 1.230 - Km 1.900	01	18.11.2016	x
D00	100	C	022	Bane - Alt. 2 tunnelpåkugg Møllendal Km 1.850 - Km 2.600	01	18.11.2016	x
D00	100	D	001	Plan Nonneseter-Nygårdstangen	02	18.11.2016	x
D00	100	D	002	Plan Store Lungegårdsvannet	02	18.11.2016	x
D00	100	D	003	Plan Møllendal	02	18.11.2016	x
D00	100	D	004	Plan Haukeland	02	18.11.2016	x
D00	100	D	005	Plan Kronstadunnelen	02	18.11.2016	x
D00	100	D	006	Plan Kronstad	02	18.11.2016	x
D00	100	D	007	Lengdeprofil vegmodell 12_11_20020 og 14_11_10010	02	18.11.2016	x
D00	100	D	008	Lengdeprofil vegmodell 14_11_20010 og 14_11_70010	02	18.11.2016	x
D00	100	D	009	Lengdeprofil vegmodell 14_11_70020 og 10_11_70010	02	18.11.2016	x
D00	100	D	010	Lengdeprofil vegmodell 10_11_70010	02	18.11.2016	x
D00	100	D	011	Plan og profil - alternativ sykkelveg Møllendal	01	18.11.2016	x
D00	100	E	001	Kryss Nonneseter-Nygårdstangen	02	18.11.2016	x
D00	100	E	002	Kryss Møllendal	02	18.11.2016	x
D00	100	F	001	Normalprofil Møllendal	02	18.11.2016	x
D00	100	F	002	Normalprofil Møllendal sykkelveier	02	18.11.2016	x
D00	100	F	003	Normalprofil Kronstadunnelen gang- og sykkel tunnel	02	18.11.2016	x
D00	100	F	004	Normalprofil Møllendalsveien sykkelgate og kjøreveg	02	18.11.2016	x
D00	100	F	005	Normalprofil Haukeland sykkelveg	02	18.11.2016	x
D00	100	F	006	Normalprofil Haukeland sykehus holdeplass	02	18.11.2016	x
D00	100	F	007	Overbygninger delstrekning 1	02	18.11.2016	x
D00	100	F	008	Normalprofil Store Lungergårsvannet	01	18.11.2016	x
D00	100	F	011	Normalprofiler - alternativ sykkelveg Møllendal	01	18.11.2016	x
D00	100	H	001	VA-ledninger plan og profil A-S1, B-C, D-E	02	18.11.2016	x
D00	100	H	002	VA-ledninger plan og profil AF1-F	02	18.11.2016	x
D00	100	H	003	VA-ledninger plan og profil G-H	02	18.11.2016	x
D00	100	H	004	VA-ledninger plan og profil O2-O10, AF5-AF6, O8-O12, I-AF4	02	18.11.2016	x
D00	100	H	005	VA-ledninger plan og profil O14-J	02	18.11.2016	x
D00	100	H	006	VA-ledninger plan og profil AF7-K, AF8-L, M-N	02	18.11.2016	x
D00	100	H	007	VA-ledninger plan og profil O-Å1	02	18.11.2016	x
D00	100	H	008	VA-ledninger plan og profil Z-Æ	02	18.11.2016	x
D00	100	H	009	VA-ledninger plan og profil O25-Q	02	18.11.2016	x
D00	100	H	010	VA-ledninger plan og profil R-AF11, AF10-S	02	18.11.2016	x
D00	100	H	011	VA-ledninger plan og profil Å1-Å2	02	18.11.2016	x
D00	100	H	012	VA-ledninger plan og profil T-U	02	18.11.2016	x
D00	100	H	013	VA-ledninger plan og profil Utløp til elv -O31	02	18.11.2016	x
D00	100	H	014	VA-ledninger plan og profil Å2-Å3	02	18.11.2016	x
D00	100	H	015	VA-ledninger plan og profil V-W	02	18.11.2016	x
D00	100	H	016	VA-ledninger plan og profil X-Y, AF12-AF13	02	18.11.2016	x
D00	100	H	017	VA-ledninger plan og profil O31-O43	02	18.11.2016	x
D00	100	H	018	VA-ledninger plan og profil VOL1-VOL2	02	18.11.2016	x
D00	100	I	001	Eksisterende kabelnett P0-P600	02	18.11.2016	x
D00	100	I	002	Eksisterende kabelnett P600-P1300	02	18.11.2016	x
D00	100	I	003	Eksisterende kabelnett P1300-P1950	02	18.11.2016	x
D00	100	I	004	Eksisterende kabelnett P1950-P2400	02	18.11.2016	x
D00	100	I	005	Eksisterende kabelnett P2400-P2700	02	18.11.2016	x
D00	100	I	006	Eksisterende kabelnett P2700-P3200	02	18.11.2016	x
D00	100	K	001	K01 - G/S-bru over bybane, Fløen	02	18.11.2016	x

DOKUMENTNUMMER				Fritekst	Rev.	Rev.date	Denne forsendelse
Kontrakt	Område	Type	Løpenummer				
D00	100	K	002	K02 - G/S-bru over Møllendalsveien, Fløen	02	18.11.2016	x
D00	100	K	003	K03 - G/S-bru over JBV-uttrekkspor, Fløen	02	18.11.2016	x
D00	100	K	004	K04 - Portal Møllendal	02	18.11.2016	x
D00	100	K	005	K05 - Portal Kronstad	02	18.11.2016	x
D00	100	K	006	K06 - Portal gangtunnel, Møllendal	02	18.11.2016	x
D00	100	K	007	K07 - Portal for gang og sykkel, Kronstad	02	18.11.2016	x
D00	100	K	008	K08 - Portal for JBV-uttrekkspor, Møllendal	02	18.11.2016	x
D00	100	K	009	K09 - Betongdekke på søyler, Kronstad	02	18.11.2016	x
D00	100	K	010	K10 - G/S-bru over Møllendalselven	02	18.11.2016	x
D00	100	K	140	Fløen/Møllendal - Oversikt konstruksjoner	02	18.11.2016	x
D00	100	K	151	Møllendal - Oversikt konstruksjoner	02	18.11.2016	x
D00	100	K	160	Kronstad - Oversikt konstruksjoner	02	18.11.2016	x
D00	100	L	001	Skiltplan-Nonneseter-Nygårdstangen	02	18.11.2016	x
D00	100	L	002	Skiltplan-Møllendal	02	18.11.2016	x
D00	100	L	003	Skiltplan-Kronstad	02	18.11.2016	x
D00	100	O	001	Landskapsplan Nonneseter-Nygårdstangen	02	18.11.2016	x
D00	100	O	002	Landskapsplan Store Lungegårdsvannet	02	18.11.2016	x
D00	100	O	003	Landskapsplan Møllendal	02	18.11.2016	x
D00	100	O	004	Landskapsplan Haukeland	02	18.11.2016	x
D00	100	O	005	Landskapsplan Kronstad	02	18.11.2016	x
D00	100	O	011	Landskapsplan Møllendal - alternativ sykkelvei	01	18.11.2016	x
D00	100	W	001	Grunnerverv Nonneseter-Nygårdstangen	02	18.11.2016	x
D00	100	W	002	Grunnerverv Store Lungegårdsvannet	02	18.11.2016	x
D00	100	W	003	Grunnerverv Møllendal	02	18.11.2016	x
D00	100	W	004	Grunnerverv Haukeland	02	18.11.2016	x
D00	100	W	005	Grunnerverv Kronstad	02	18.11.2016	x
D00	100	W	011	Grunnerverv alternativ sykkelvei Møllendal	01	18.11.2016	x
D00	100	X	001	Støysonerkart 1 - Store Lungegårdsvannet - Bybanen prognoseår 2040	02	18.11.2016	x
D00	100	X	002	Støysonerkart 2 - Kronstad - Bybanen prognoseår 2040	02	18.11.2016	x
D00	100	X	003	Støysonerkart 3 - Store Lungegårdsvannet - Dagens situasjon prognoseår 2040	02	18.11.2016	x
D00	100	X	004	Støysonerkart 4 - Kronstad - Dagens situasjon prognoseår 2040	02	18.11.2016	x
D00	100	X	005	Støysonerkart 5 - Store Lungegårdsvannet - Omhyllingskurve prognoseår 2040	02	18.11.2016	x
D00	100	X	006	Støysonerkart 6 - Kronstad - Omhyllingskurve prognoseår 2040	02	18.11.2016	x
D00	100	Y	001	Faseplan_Fase1_Lungegårdskaien_Møllendal	02	18.11.2016	x
D00	100	Y	002	Faseplan_Fase2_Lungegårdskaien_Møllendal	02	18.11.2016	x
D00	100	Y	003	Faseplan_Fase3_Lungegårdskaien_Møllendal	02	18.11.2016	x
D00	100	Y	004	Faseplan_Fase4_Kronstad	02	18.11.2016	x
D00	100	Y	005	Faseplan_Fase5_Lungegårdskaien_Møllendal	02	18.11.2016	x
D00	100	Y	006	Faseplan_Fase4_Haukeland	02	18.11.2016	x
D00	100	Y	007	Faseplan_Fase4_5_Kronstad	02	18.11.2016	x
D00	100	Y	008	Faseplan_Fase5_Lungegårdskaien_Møllendal	02	18.11.2016	x
D00	100	Y	009	Faseplan_Fase5_Haukeland	02	18.11.2016	x
D00	100	Y	010	Faseplan_Fase6_Lungegårdskaien_Møllendal	02	18.11.2016	x
D00	100	Y	011	Faseplan_Fase6_7_Haukeland	02	18.11.2016	x
D00	100	Y	012	Faseplan_Fase6_Kronstad	02	18.11.2016	x
D00	100	Y	013	Faseplan_Fase7_Lungegårdskaien_Møllendal	02	18.11.2016	x
D00	100	Y	014	Faseplan_Fase7_Kronstad	02	18.11.2016	x
D00	100	Y	015	Faseplan_Fase8_Lungegårdskaien_Møllendal	02	18.11.2016	x
D00	100	Y	016	Faseplan_Fase8_Haukeland	02	18.11.2016	x
D00	100	Y	017	Faseplan_Fase8_Kronstad	02	18.11.2016	x
D00	100	Y	021	Faseplan Lungegårdskaien-Møllendal, fase 1 alt. 2	02	18.11.2016	x
D00	100	Y	022	Faseplan Lungegårdskaien-Møllendal, fase 2 alt. 2	02	18.11.2016	x
D00	100	Y	023	Faseplan Lungegårdskaien-Møllendal, fase 3 alt. 2	02	18.11.2016	x
D00	100	Y	024	Faseplan Lungegårdskaien-Møllendal, fase 4 alt. 2	02	18.11.2016	x