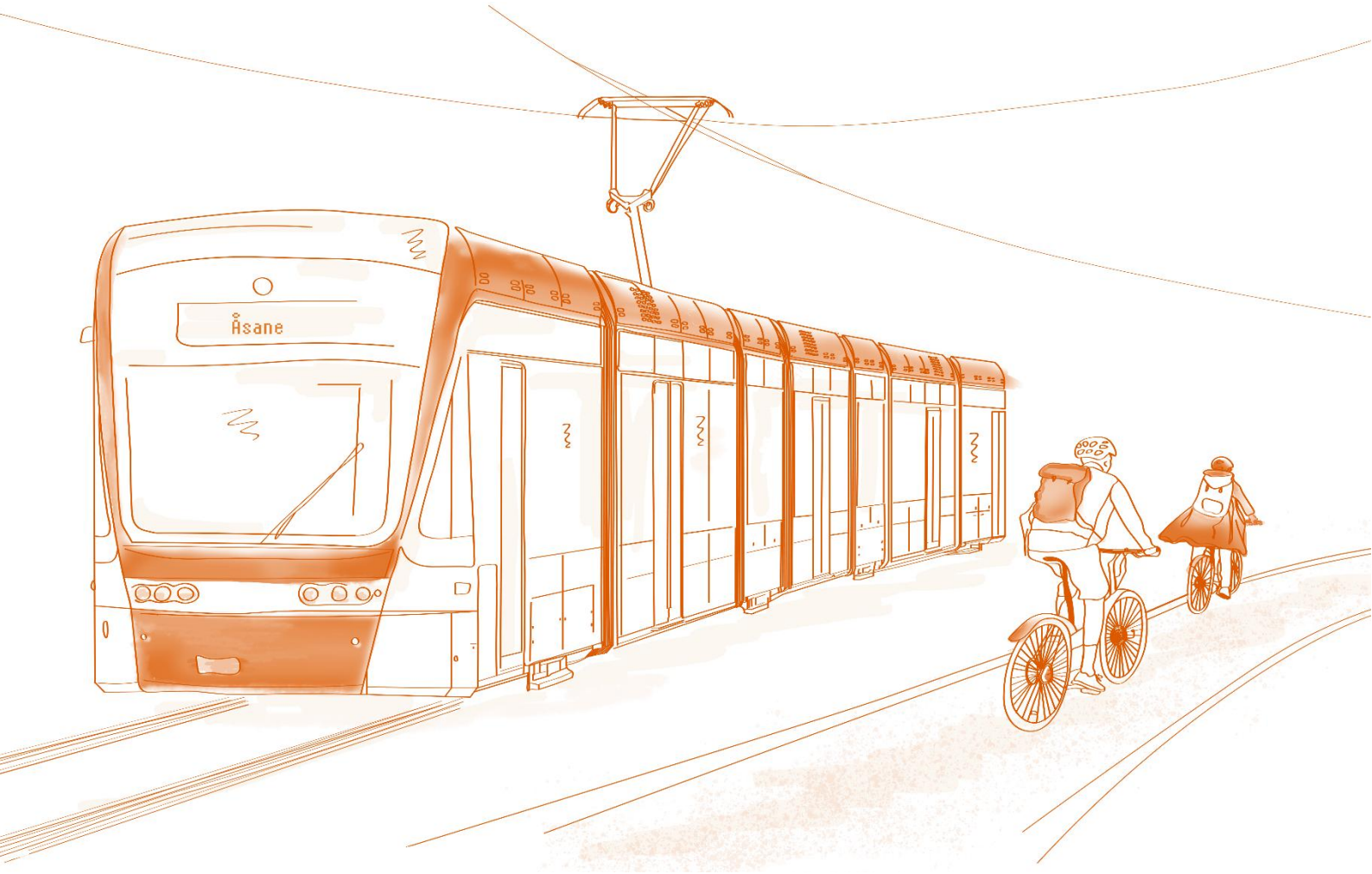
Reguleringsplan og teknisk forprosjekt

BYBANEN OG HOVEDSYKKELRUTE FRA SENTRUM TIL SANDVIKEN



Reguleringsplanene:

Bybanen, Sentrum-Sandviken, PlanID 71720000

Hovedsykkelrute Torget-Skuteviken, PlanID 71730000

Støyrapport

Norconsult

BT5 Bybanen til Åsane: Bergen sentrum–Sandviken
52504678, RA-B-007

Oppdragsgiver:	Bergen kommune
Oppdragsgivers kontaktperson:	Torhild Wiklund
Rådgiver:	Norconsult Group
Oppdragsleder:	Ivar Øvretvedt
Fagansvarlig:	Elin Rasten
Andre nøkkelpersoner:	Robert Hansen, Nelly-Ann Molland, Andreas Sigfridsson, Marcus Andersson

Versjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontrollert	Godkjent
J01	25.09.2026	For bruk/Foreløpig utgave	NEMOL/ROBHAN/ MARAND	ELRAS/ANDSIG	IOV
J02	25.10.2026	For bruk	NEMOL/ROBHAN/	ELRAS/ANDSIG	IOV

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

Forord

Denne rapporten er utarbeidet som del av planarbeid for Bybanen og hovedsykkelrute fra Bergen sentrum til Åsane (BT5): tunneltrasé mellom sentrum og Sandviken.

Rapporten omhandler støyvurderinger knyttet til teknisk forprosjekt for Bybanen og sykkelplanen på strekningen. Det er gjort beregninger av støy i et 0-alternativ, med bare Bybane/sykkel og med all trafikk samlet. Det er også sett på virkninger fra strukturlyd- og vibrasjoner for utbygget alternativ.

I tillegg er det beregnet forventet støy i anleggsfasen.

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

Arbeidet er gjennomført for Bergen kommune på vegne av partene i Miljøløftet. Norconsult har vært konsulent for planarbeid og teknisk forprosjekt.

Bergen 25. oktober 2026

Sammendrag

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

Det er beregnet støy fra bane, utbedrede veilenker og eksisterende veinett. Det er forutsatt at det ikke er personbiltrafikk på Torget og over Bryggen. Både i nullalternativet og i utbygget situasjon går det kun buss på Torget og over Bryggen. Generelt er det forventet tilnærmet uendret eller redusert trafikk i utbygget situasjon sammenlignet med nullalternativet. Størst nedgang i antall kjøretøy og/eller tungtrafikk vil det være over Bryggen, Festningskaien, Bontelabo og Sjøgaten. Her reduseres antall kjøretøy med 50-70%. Det vil bli noe utbedring/ombygging av Sjøgaten og Sandviksveien i forbindelse med hovedsykkelruten, ellers berøres geometrien til eksisterende veinett i liten grad av utbyggingen.

Det er beregnet støy for tre situasjoner:

- Fremtidig støy kun fra ny bane. Dette for å fremstille i hvor stor grad Bybane alene bidrar til støysituasjonen.
- Fremtidig støy fra både ny bane og veitrafikk fra nærliggende veinett, inkludert både eksisterende og ombygde veier.
- Nullalternativet for å belyse fremtidig situasjon uten utbygging av ny bane

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

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

Støy fra vei og bane i utbygget situasjon

Beregningene viser at utbygget situasjon vil gi bedre eller tilnærmet uendrede støyforhold både i sentrum og i Sandviken. Størst nedgang i støynivå vil det være over Bryggen, Festningskaien, Bontelabo og Sjøgaten. Her reduseres støynivået med 3-8 dB grunnet stor reduksjon i biltrafikk og nedgang i tungtrafikkandel.

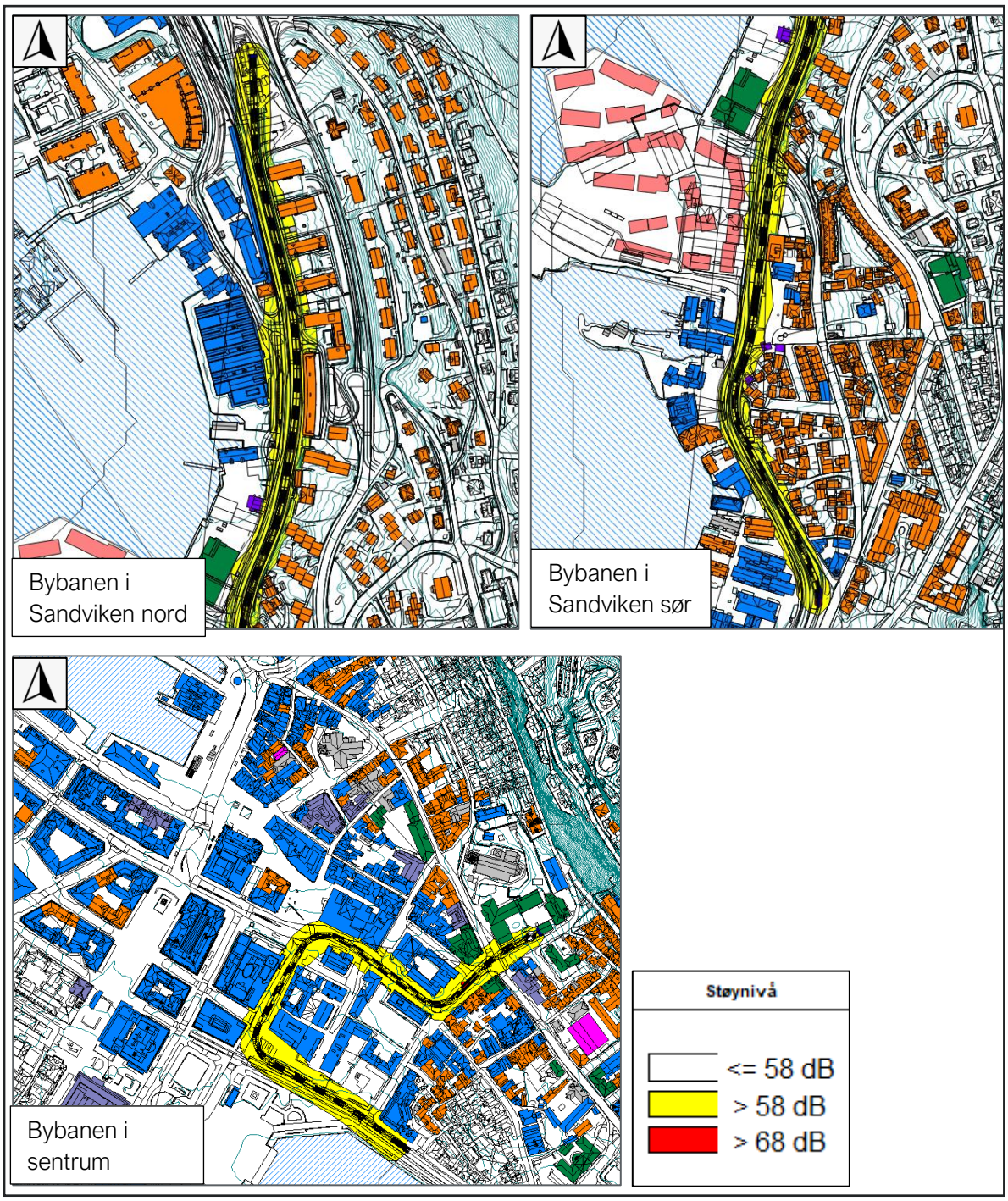
Støyutsatte boliger

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

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

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

Figuren nedenfor viser støyutbredelse fra ny bane, boliger i gul støysone skal vurderes med tanke på støyreduserende tiltak.



Figur 1-1 Støynivå Lden fra Bybanen i ferdig utbygget situasjon. Beregnet 4 m.o.t.

Det er ingen krav om støytiltak som følge av endring og utbedring av eksisterende samferdselsanlegg da det ikke er noen boliger som oppfyller gjeldende krav for støytiltak i dette oppdraget. Det vil si at det ikke er identifisert boligbygg som får en økning i samlet støy fra vei og bane på 3 dB eller mer og samtidig ligger i

gul eller rød sone i utbygget situasjon. Det er heller ingen boliger som får økning på over 2 dB og som samtidig har støynivå over 60 dB.

Strukturlyd og vibrasjoner

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

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

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

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

For bergtunnelene mellom Heggebakken – Sjøgaten, vil strukturlyd kunne overstige grenseverdien (32 dB) i flere boliger over tunnelene. Aktuelt tiltak mot strukturlyd fra banen i tunnel vil være ballastmatter under spor. Med ballastmatter under spor vil grenseverdien for klasse C i NS 8175 kunne møtes.

På store deler av strekningen hvor banen går i dagen vil det være nødvendig med tiltak mot strukturlyd for å møte målsetningen at strukturlydnivået skal være lavere enn LAmaxF = 37 dB i rom der strukturlyd er dimensjonerende.

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

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

Innhold

Støy fra vei og bane i utbygget situasjon 4
Støyutsatte boliger 4
Strukturlyd og vibrasjoner 6

1 Innledning 10

2 Støy i driftsfasen: Grenseverdier 12

2.1 Krav til utendørs støynivå: T-1442:2021 12
2.2 Krav til innendørs støynivå: NS 8175:2012/TEK17 12
2.3 Endring og utbedring av eksisterende anlegg T-1442:2021 13

3 Støy i driftsfasen: Beregningsforutsetninger 14

3.1 Kartgrunnlag og metode 14
3.2 Bane: Trafikktall og hastigheter 14
3.2.1 Bane, generelt for hele strekningen 14
3.3 Vei: Trafikktall og hastigheter 15
3.3.1 Trafikkmengder vei 15

4 Støy i driftsfasen: Beregningsresultater og vurderinger 16

4.1 Generelt 16
4.2 Beregningsresultater 17
4.2.1 Støy fra Bybanen i utbygget situasjon 18
4.2.2 Støy fra vei og bane i utbygget situasjon 19
4.2.3 Støyskjermer 21
4.2.4 Støyutsatte boliger 21

5 Strukturlyd og vibrasjoner 24

5.1 Innledning 24
5.2 Vibrasjoner og strukturlyd 24
5.3 Regelverk 24
5.4 Beregningsmetode for vibrasjoner 25
5.5 Beregningsmetode for strukturlyd 25
5.6 Tiltak mot vibrasjoner 25
5.7 Tiltak mot strukturlyd 26
5.8 Grunnlag for beregningene 26
5.9 Beregningsresultater 26
5.9.1 Grunnforhold 27
5.9.2 Vibrasjoner 28
5.9.3 Strukturlyd 29
5.10 Anbefalte tiltak 31

5.10.1 Vibrasjoner 31
5.10.2 Strukturlyd 32
6 Anleggsstøy 33
6.1 Grenseverdier i T-1442:2021 33
6.2 Beregningsforutsetninger 34
6.2.1 Kartgrunnlag og metode 34
6.2.2 Generelt om arbeidene 34
6.2.3 Støysonekart 35
6.3 Beregninger 35
6.3.1 Beregningssituasjon 1 – Koengen: oppstartsfase 35
6.3.2 Beregningssituasjon 2 – Koengen: massetransport direkte fra anleggstunnel ut på veinett 37
6.3.3 Beregningssituasjon 3 – Koengen: omlasting på riggområdet før utkjøring på veinett 38
6.3.4 Beregningssituasjon 4 – Fredens bolig 40
6.3.5 Beregningssituasjon 5 – Etablering av påhugg Heggebakken 43
6.3.6 Beregningssituasjon 6 – Etablering av påhugg Sjøgaten 47
6.3.7 Beregningssituasjon 7 – Etablering av påhugg Munkebotn 54
6.4 Videre vurderinger og mulige avbøtende tiltak 60
6.4.1 Støyskjerming 61
6.4.2 Regulering av driftstid 61
6.4.3 Tilby beboere/naboer alternativt oppholdssted 61
6.4.4 Dispensasjonssøknad og varsling 61
7 Oversikt støysonekart 62
8 Referanser 63

1 Innledning

I forbindelse med planarbeidet for Bybanen og hovedsykkelrute fra sentrum til Sandviken, er det utført en støyutredning langs strekningen. I tillegg til ny bybanetrasé vil det være noe ombygging av eksisterende veinett samt ny hovedsykkelrute. Utbyggingen vil medføre endring i støyforhold langs strekningen. Det er i støyutredningen gjort rede for disse endringene.

Det er utført beregninger i fremtidig situasjon når byggetrinn 5 (BT5) fra sentrum til Sandviken er ferdig utbygget med bybanetrasé og hovedsykkelrute og med fremtidig trafikk. Disse beregningsresultatene er sammenstilt med beregningsresultatene for et referansealternativ (nullalternativet) med dagens veisystemer med fremskrevet trafikk, som tilsvarer situasjon om planlagt utbygging ikke gjennomføres.

Beregningsresultatene er presentert i form av støysonekart for følgende situasjoner:

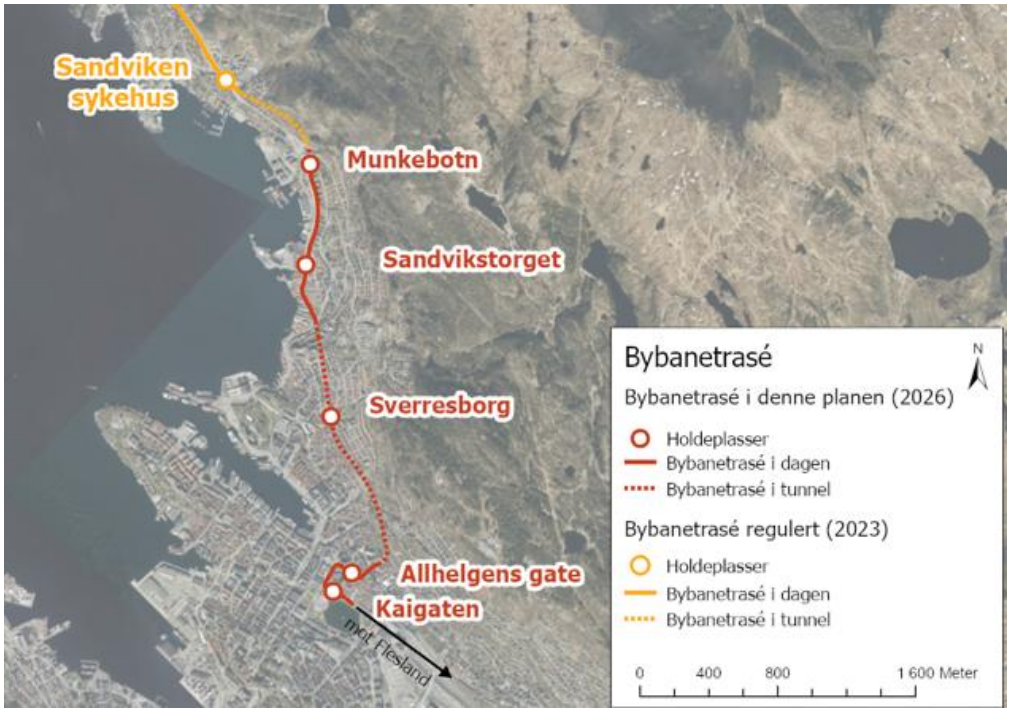
- Nullalternativ
- utbygget Bybane
- flerkildestøysituasjon (vei og bane)

Støysonekartene er vist i egne X-tegninger[1].

Det er utført en opptelling av antall boligbygg og andre støyfølsomme bygg (fritidsboliger, skoler, barnehager, helseinstitusjoner) innenfor gul og rød støysone for de ulike beregningssituasjonene for å få frem virkninger av utbyggingen og for å se i hvor stor grad ny bybane bidrar til endret støysituasjon. Det er også utført opptelling av antall støyutsatte boliger og andre støyfølsomme bygg som vil vurderes videre med hensyn på lokale støytiltak i byggeplan. De aktuelle byggene er markert i kart i X-tegninger.

Et oversiktskart som viser prinsippet for bybanetrasé og hovedsykkelrute er vist i henholdsvis figur 1-1 og figur 1-2.

[1] Støysonekart for alle beregningssituasjoner er vist i X-tegninger. Det er ikke utarbeidet egne støyberegninger for Hovedsykkelruten. Hovedsykkelruten skiller seg ut fra Bybanen, da utbyggingen kun omfatter ny sykkelvei, som ikke genererer støy i seg selv.



Figur 1-1: Oversiktskart for ny bybanetrasé



Figur 1-2: Oversiktskart for ny hovedsykkelrute.

2 Støy i driftsfasen: Grenseverdier

2.1 Krav til utendørs støynivå: T-1442:2021

Klima- og miljødepartementets «Retningslinje for behandling av støy i arealplanlegging» T-1442 (T-1442, 2021) og dens veileder M-2061 (Miljødirektoratet, 2021) legges til grunn for vurderingen av støy fra bane og veitrafikk ved nye bane- og veianlegg. Eventuelle unntak fra retningslinjen kan godkjennes gjennom kommuneplanen.

I retningslinjen er støynivåer inndelt i to støysoner:

- Rød sone: Angir et område som ikke er egnet til støyfølsomme formål og etablering av ny støyfølsom bebyggelse skal unngås.
- Gul sone: Vurderingssone hvor støyfølsom bebyggelse kan oppføres dersom avbøtende tiltak gir tilfredsstillende støyforhold.

Retningslinjens kriterier for soneinndeling er hentet fra tabell 1 i T-1442 og er gjengitt i tabell 2-1 under. Anbefalte støygrenser ved planlegging av ny virksomhet er nedre grenseverdi for gul sone.

Tabell 2-1: Kriterier til soneinndeling iht. T-1442.

Støykilde	Gul sone		Rød sone	
	Utendørs støynivå	Utendørs støynivå i nattperioden kl. 23-07	Utendørs støynivå	Utendørs støynivå i nattperioden kl. 23-07
Vei	Lden > 55 dB	L5AF > 70 dB	Lden > 65 dB	L5AF > 85 dB
Bane	Lden > 58 dB	L5AF > 75 dB	Lden > 68 dB	L5AF > 90 dB

Lden er det ekvivalente støynivået for dag-kveld-natt (day-evening-night) med 5 dB og 10 dB ekstra tillegg på henholdsvis kveld og natt. L5AF er det statistiske maksimale støynivået som overskrides av 5 % av hendelser. For at kravet på maksimalt støynivå på natt skal være relevant kreves at det skjer minst 10 stk. støyhendelser per natt som overskrider grenseverdien (T-1442, 2021).

Støygrensene gjelder på uteplass og utenfor vindu i rom til støyfølsom bruk. Med støyfølsom bruk menes for eksempel soverom og oppholdsrom i boliger. Støygrensene gjelder også uteareal knyttet til rekreasjon, det vil si balkong, hage (hele, eller deler av), lekeplass eller annet nærområde til bygning som er avsatt til opphold og rekreasjonsformål. Alle boliger og fritidsboliger, også de som ligger i gul eller rød støysone, skal i utgangspunktet ha tilgang til et skjermet uteoppholdsareal. I henhold til T-1442 skal uteoppholdsareal «plasseres og utformes slik at god kvalitet oppnås, herunder i forhold til sol- og lysforhold, støy- og annen miljøbelastning». Krav til lydnivå på uteplass er nedre grenseverdi for gul støysone, Lden ≤ 55 dB for vei og Lden ≤ 58 dB for bane, iht. NS 8175:2012, klasse C (NS 8175, 2012).

2.2 Krav til innendørs støynivå: NS 8175:2012/TEK17

Alle bygninger med støyfølsomt bruksformål, også de som ligger i gul eller rød støysone, skal ha tilfredsstillende innendørs lydforhold. For boliger legges lydkravene iht. NS 8175, klasse C til grunn, det vil si Leq ≤ 30 dBA, da dette anses å tilfredsstille minimumskravene i henhold til TEK17. LpA,max i soverom på

nattestid skal ikke overskride 45 dBA. Innendørs lydnivå beregnes i henhold til metode oppgitt i Byggforsks Håndbok 47. Krav til innendørs lydnivå gjelder rom godkjent for varig opphold, det vil si stue, soverom, kjøkken og eventuelt arbeidsrom. Kravene gjelder ikke bod, bad, gang/entré etc.

Lokale tiltak på støyutsatte boliger utredes normalt i forbindelse med byggeplan og inngår ikke i denne rapporten.

2.3 Endring og utbedring av eksisterende anlegg T-1442:2021

Med endring og utbedring av eksisterende virksomhet menes alle tiltak der endringen gir en økning i støynivå på 1–2 dB som følge av:

- Endret geometri
- Økt fartsgrense
- Økt kapasitet
- Økt andel tungtrafikk
- Endring av støyskjermer og støyvoller

Ved endring i støy ved eksisterende anlegg på 1-2 dB, i kombinasjon med overskridelse av grenseverdien, åpner T-1442 for en vurdering av behov for støytiltak vurdert opp mot kostnad og effekt av tiltaket. Jo høyere støynivå jo viktigere er det å gjøre skjermingstiltak. For mindre tiltak som ikke omfattes av punktlisten over og som ikke øker støynivået, er det ikke nødvendig å gjøre avbøtende tiltak. Det er heller ikke nødvendig å gjøre tiltak dersom grenseverdiene ikke er overskredet.

Tiltakene i bybaneprosjektet og etablering av ny hovedsykkelrute; riving og flytting av bygninger, og endring i trafikk vil utgjøre endring og utbedring av eksisterende anlegg. Det er avtalt med Bergen kommune at boliger som får endring 2-3 dB i støynivå og samtidig har et utendørs støynivå over 60 dB skal vurderes videre med hensyn på støytiltak. Dette er en presisering av handlingsrommet i T-1442 og er nedfelt i reguleringsbestemmelsene på delstrekningene. Dersom støynivået øker 3 dB eller mer skal boligene håndteres på samme måte som boliger utsatt for støy fra nytt anlegg (T-1442, 2021).

3 Støy i driftsfasen: Beregningsforutsetninger

3.1 Kartgrunnlag og metode

Beregninger av utendørs støynivå fra bane er utført med utgangspunkt i 3D-kartgrunnlag i sosi-format for influensområdet, i tillegg til geometri for fremtidig bane, ombygget veianlegg og ny hovedsykkelrute der det er aktuelt. Fremtidig bebyggelse på Kristiansholm er inkludert i beregningene både i nullalternativet og i utbygget situasjon. Basert på dette kartgrunnlaget er det bygd opp en støyberegningsmodell i programvaren CadnaA, versjon 2026, som beregner i henhold til nordisk beregningsmetode for støy fra henholdsvis skinnegående trafikk og veitrafikk.

Markabsorpsjon er satt til 1, det vil si myk mark, langs strekningen. Absorpsjonsfaktor for vertikale flater på bygg er satt til 0,21 og det er beregnet med førsteordens refleksjoner.

Beregningsresultater presenteres i støysonekart det er beregnet ekvivalent støynivå Lden i en høyde 4,0 meter over terrenget (m.o.t.) i henhold til T-1442:2021.

3.2 Bane: Trafikktall og hastigheter

I henhold til T-1442 skal det benyttes en trafikkprognose fremskrevet minst ti år frem i tid etter forventet ferdigstillelse av utbeyggingsprosjektet. År 2050 er valgt som beregningsår i dette prosjektet, både for nullalternativet og fremtidig situasjon med BT5 til Sandviken ferdig utbygget. Prognosetall for trafikk på bane i fremtidig situasjon er utarbeidet i en egen analyse i oppdraget.

3.2.1 Bane, generelt for hele strekningen

Det vil være om lag dobbelt så høy frekvens på avgangene mellom Kaigaten i sentrum og Sverresborg, som mellom Sverres borg og Sandviken. Antall passeringer på de to delene av strekningen er oppgitt i tabell 3-1. Tallene for sentrum er også benyttet for dagens bybane i Kaigaten og Starvhusgaten i nullalternativet.

Tabell 3-1: Antall bybanepasseringer fordelt på dag, kveld og natt, totalt for begge retninger. Trafikktallene gjelder for prognoseår 2050.

	Antall passeringer på dag	Antall passeringer på kveld	Antall passeringer på natt	Totalt
Bybanen, mellom Kaigaten og Sverres borg totalt for begge retninger	566	112	102	780
Bybanen, mellom Sverres borg og Sandviken totalt for begge retninger	283	56	51	390

Det kan være litt variasjon i frekvensen med økte avganger i rushtiden. Hastigheten vil variere fra 30 km/t til 70 km/t langs strekningen. Det er i beregningene lagt til grunn at bybanevognene har en lengde på 42 m.

Øvrige forutsetninger

Sporsløyfer er modellert ved å legge til 6 dB på støygrunnlaget til 10 m skinnegang, i tråd med nordisk beregningsmetode for skinnegående trafikk.

Det er benyttet støyemisjon fra Bybanen i henhold til data oppgitt i «Teknisk regelverk for prosjektering og bygging», datert 05.02.2019 (Bybanen, 05.02.2019).

3.3 Vei: Trafikktall og hastigheter

I henhold til T-1442 skal det benyttes en trafikkprognose fremskrevet minst ti år frem i tid etter forventet ferdigstillelse av utbyggingsprosjektet. År 2050 er valgt som beregningsår i dette prosjektet, både for nullalternativet og fremtidig utbygget situasjon. Det er utarbeidet prognose for trafikktall for veitrafikk i fremtidig situasjon i en egen analyse i oppdraget. Tallsettet er satt opp på grunnlag uten tiltak for nullvekstmål. I nullalternativet er Bybanen og de trafikkomleggingene som er nødvendig for å etablere denne tatt ut, samtidig som bussfrekvensen er økt for å kunne gi et kollektivtilbud med tilsvarende kapasitet. Dette tallsettet blir kun benyttet for støyberegningene i prosjektet.

Døgnfordelingen av veitrafikken er satt til «riksvei» for de fleste veier, noe som medfører en trafikkfordeling på 75 %, 15 % og 10 % for henholdsvis dag, kveld og natt. For lokalveier i sentrumsområder er døgnfordelingen satt til «byvei», noe som medfører en trafikkfordeling på 84 %, 10 % og 6 % for henholdsvis dag, kveld og natt.

Årsdøgntrafikktall (ÅDT), hastighet og tungtrafikkandeler som inngår i beregninger av veitrafikkstøy for nullalternativ og utbygget situasjon er oppgitt i vedlegg 1. En tekstlig beskrivelse av de trafikale forholdene følger av avsnittet under.

3.3.1 Trafikkmengder vei

Det er forutsatt at det ikke er personbiltrafikk på Torget og over Bryggen. Både i nullalternativet og i utbygget situasjon går det hovedsakelig buss og noe varelevering på Torget over Bryggen. Generelt er det forventet uendret eller mindre trafikk i utbygget situasjon sammenlignet med nullalternativet. Størst nedgang i veitrafikk vil det være over Bryggen, Festningskaien, Bontelabo og Sjøgaten. Her reduseres trafikken med 50-70%. Det vil bli noe utbedring/ombygging av Sjøgaten og Sandviksveien, ellers berøres geometrien til eksisterende veinett i liten grad av utbyggingen. Endring i trafikk skyldes i hovedsak bybaneutbyggingen og er ikke påvirket av utbygging av Hovedsykkelruten i nevneverdig grad.

Trafikkerte veier som inngår i beregningene, Kaigaten, Christies gate, Småstrandgaten, Allehelgens gate, Nygaten, Heggebakken, Kong Oscars gate, Strandkaien, Strandgaten, Torgallmenningen, Torget, Vetrlidsallmenningen, Øvregaten, Øvre Dreggsallmenningen, Sandbrogaten, Bryggen, Bradbenken, Festningskaien, Bontelabo, Sjøgaten, Nye Sandviksveien og Sandviksveien.

4 Støy i driftsfasen: Beregningsresultater og vurderinger

4.1 Generelt

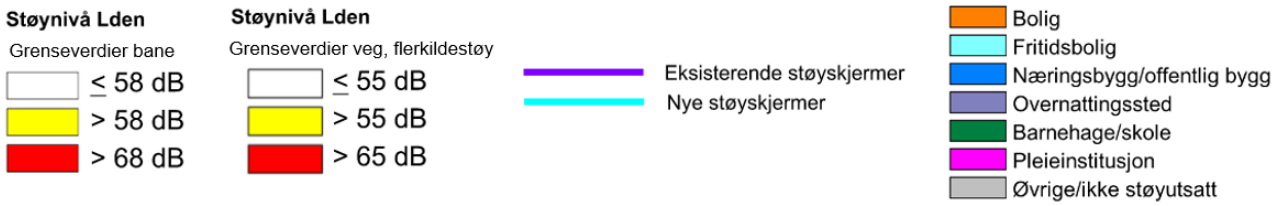
Det er utført beregninger av døgnvektet ekvivalent støynivå Lden fra vei og fra bane. For veitrafikk er det utført beregninger for et nullalternativ med fremtidig trafikk på dagens veisystemer og for fremtidig utbygget situasjon med fremtidig trafikk og vei, bane og hovedsykkelrute. For bane er det kun utført beregninger for fremtidig utbygget situasjon da det ikke går bane på strekningen i dag. Unntaket er den eksisterende Bybanen i sentrum, denne er inkludert i beregning av nullalternativet.

Ettersom det langs store deler av planområdet er bebyggelse som vil bli utsatt for støy fra både ieg og bane er det utført beregninger av samlet støybelastning for de to kildene. Støy fra veitrafikk har ulik frekvenskarakteristikk og ulik grenseverdi for gul og rød støysone sammenlignet med støy fra bane. For å gjøre en samlet vurdering av støy fra de to kildene, omgjøres banestøyen for å tilpasse grenseverdi for veistøy. Rent teknisk gjøres dette ved å trekke fra 3 dB i støybidraget fra bane før det summeres med støybidraget fra vei (SINTEF, 2019). Beregningsresultatene vurderes deretter opp mot grenseverdi for veistøy, der nedre grenseverdi for gul sone er Lden 55 dB.

Resultatene er presentert i form av støysonekart for beregningshøyde 4 meter over terreng (m.o.t.) i henhold til T-1442.

Boligbygg som ligger innenfor gul og rød støysone fra vei og bane i nullalternativ og utbygget situasjon er talt opp. Det er også gjort rede for hvor mange boliger som i byggeplan vil bli vurdert med tanke på behov for lokale støytiltak på uteplass og/eller fasade.

Beregningsresultatene er presentert i form av støysonekart der utbredelsen av gul og rød støysone er vist. Fargekoding som er benyttet på støyskjermer og ulike bygningstyper, er vist i figur 4-1 under.



Figur 4-1: Tegnforklaring til støysonekartene.

For boligbygg som ligger nærme banen må det i senere fase gjøres beregninger av maksimalnivå (Lp, AF,max) på natt, da maksimalnivåer kan være dimensjonerende i forbindelse med vurdering av fasadetiltak for soverom.

4.2 Beregningsresultater

Det er utført støyberegninger for planlagt utbygget situasjon og for en referansesituasjon (nullalternativet) slik det forventes å være om planforslaget ikke gjennomføres. Støysonekart er vist i tegninger BT5-T-B1-X-0001 - BT5-T-B1-X-0003, BT5-T-B2-X-0001 - BT5-T-B2-X-0002 og BT5-T-B3-X-0001 - BT5-T-B3-X-0003 for

- nullalternativ,
- utbygget Bybane
- flerkildestøysituasjon (vei og bane)

Utsnitt fra disse støysonekartene er også vist i figurer i avsnittene under.

I planlagt utbygget situasjon vil Bybanen være bygget fra Bergen sentrum til Sandviken. Det er forutsatt at det ikke er personbiltrafikk på Torget og over Bryggen. Her går det kun buss. Generelt er det forventet uendret eller mindre trafikk i utbygget situasjon sammenlignet med nullalternativet. Det vil bli noe utbedring/ombygging av Sjøgaten og Sandviksveien, ellers berøres geometrien til eksisterende veinett i liten grad av utbyggingen.

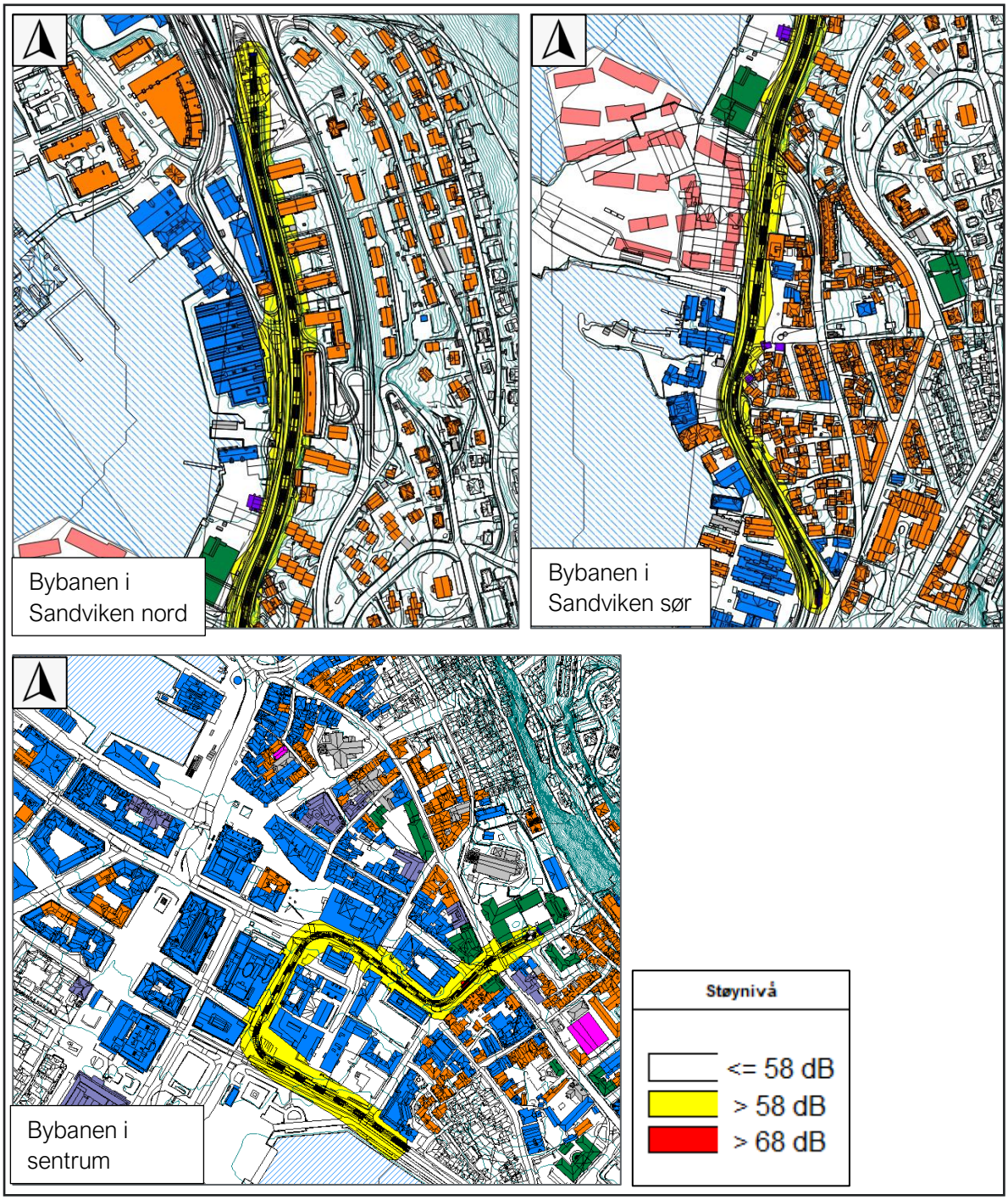
Støysonekartene er vist for to situasjoner:

- Figur 4-2 viser beregninger av støyutbredelse fra ny bane alene. Dette for å fremstille i hvor stor grad Bybanen bidrar til den totale støysituasjonen.
- Figur 4-3 - figur 4-6 viser beregninger av støy fra både ny bane og veitrafikk fra nærliggende veinett, inkludert både eksisterende og ombygde veier. Utsnitt fra disse støysonekartene er sammenstilt med referansealternativet for å belyse endringen i støysituasjonen.

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

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

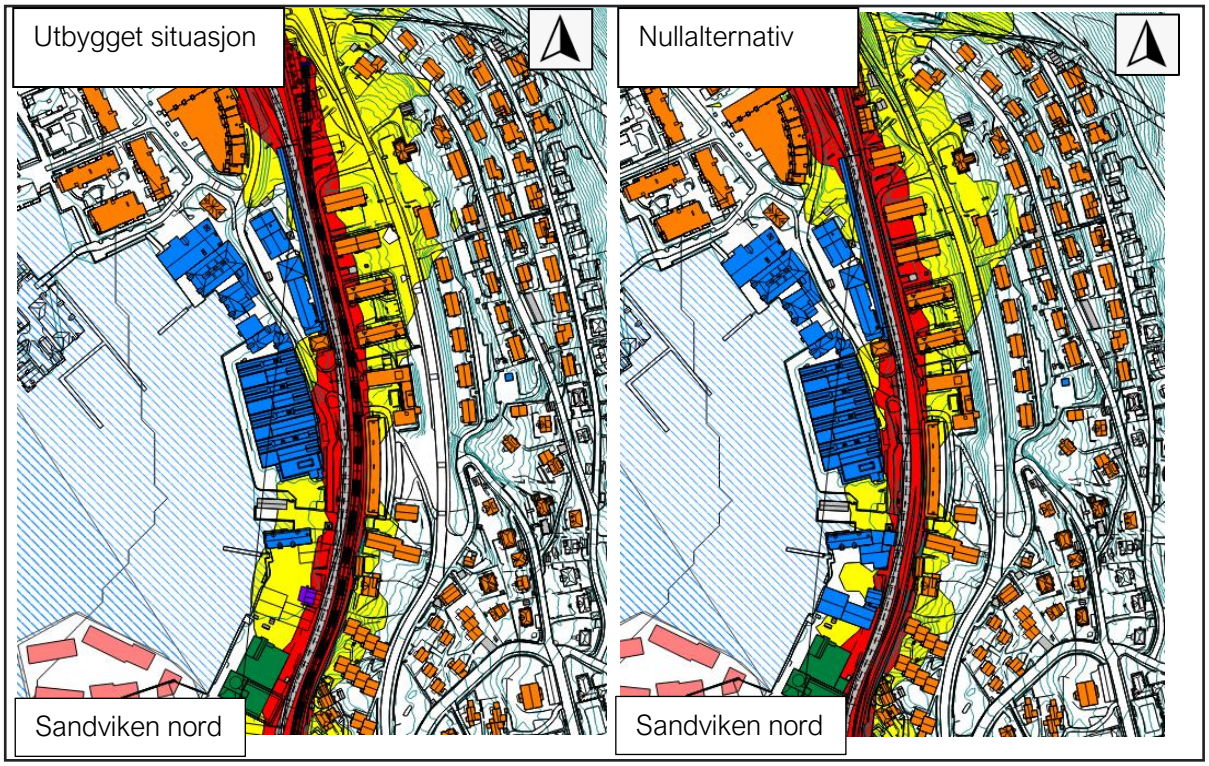
4.2.1 Støy fra Bybanen i utbygget situasjon



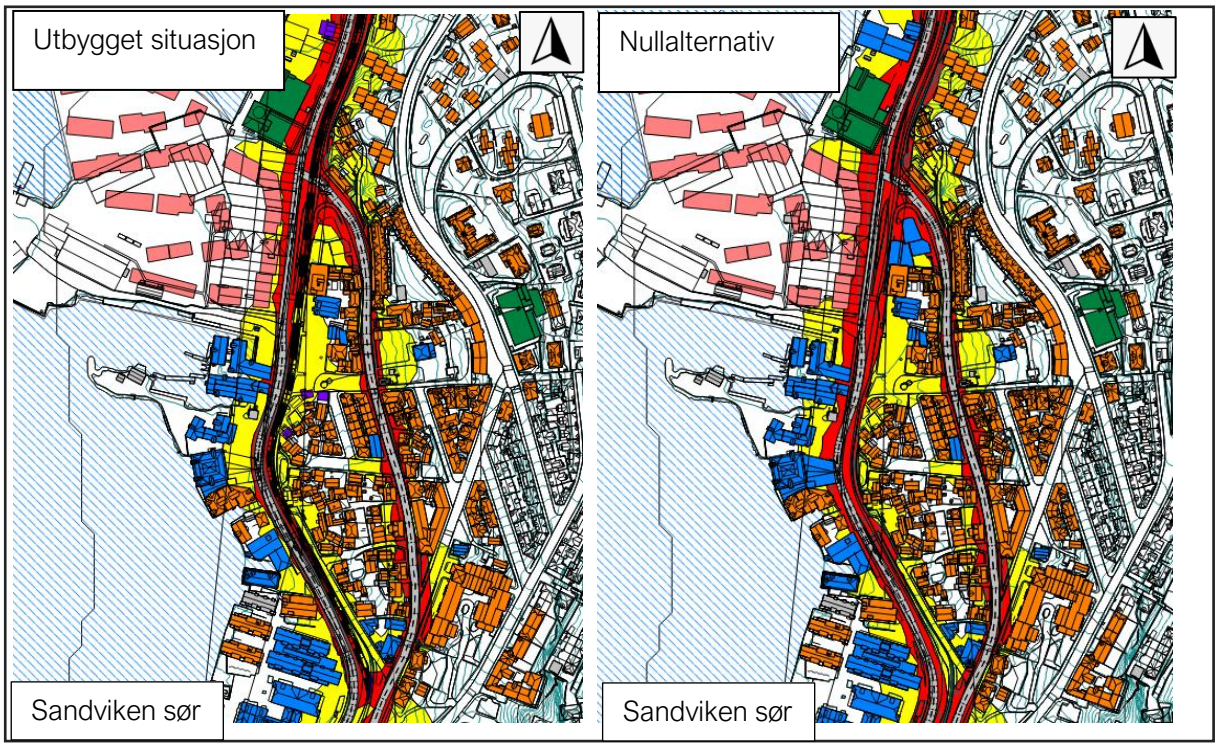
Figur 4-2: Støynivå Lden fra Bybanen i ferdig utbygget situasjon. Beregnet 4 m.o.t.

4.2.2 Støy fra vei og bane i utbygget situasjon

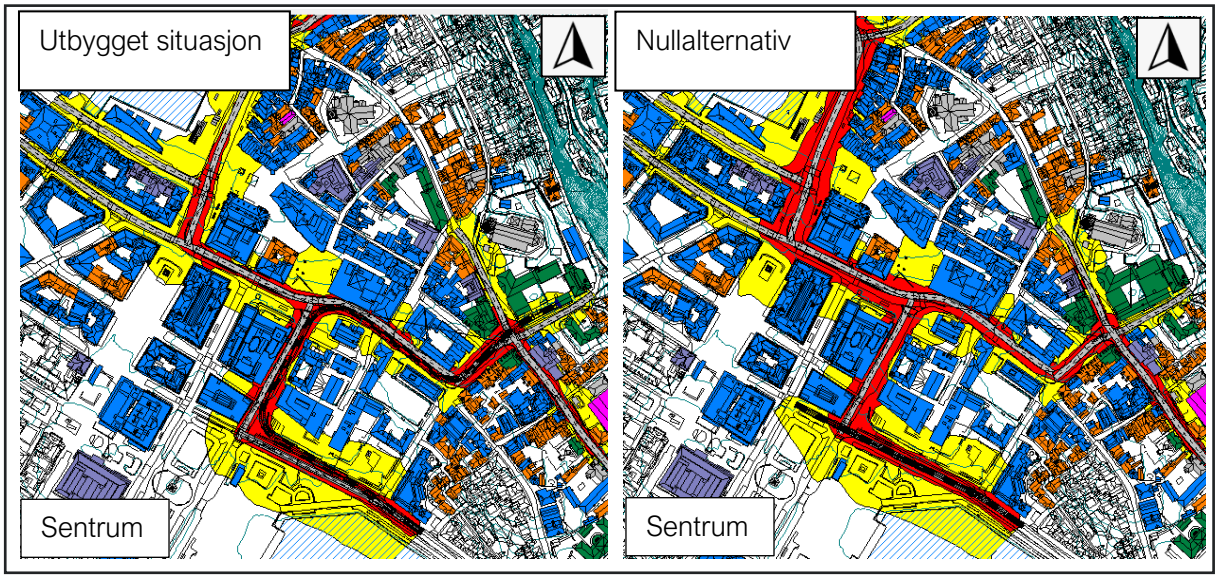
Det er beregnet støy fra bane, utbedrede veilenker og eksisterende veier. Beregningene for utbygget situasjon for den delen av strekningen som inneholder bane, er vist sammenstilt med nullalternativet i figur 4-3 - figur 4-5. Som det fremgår av figurene, vil utbygget situasjon gi bedre eller tilnærmet uendrede støyforhold både i sentrum og i Sandviken. Størst nedgang i støynivå vil det være over Bryggen, Festningskaien, Bontelabo og Sjøgaten. Her reduseres støynivået med 3-8 dB grunnet stor reduksjon i biltrafikk og nedgang i tungtrafikkandel. En sammenstilling av støysonekart for Bryggen og Torget i nullalternativet og utbygget situasjon er vist i figur 4-6.



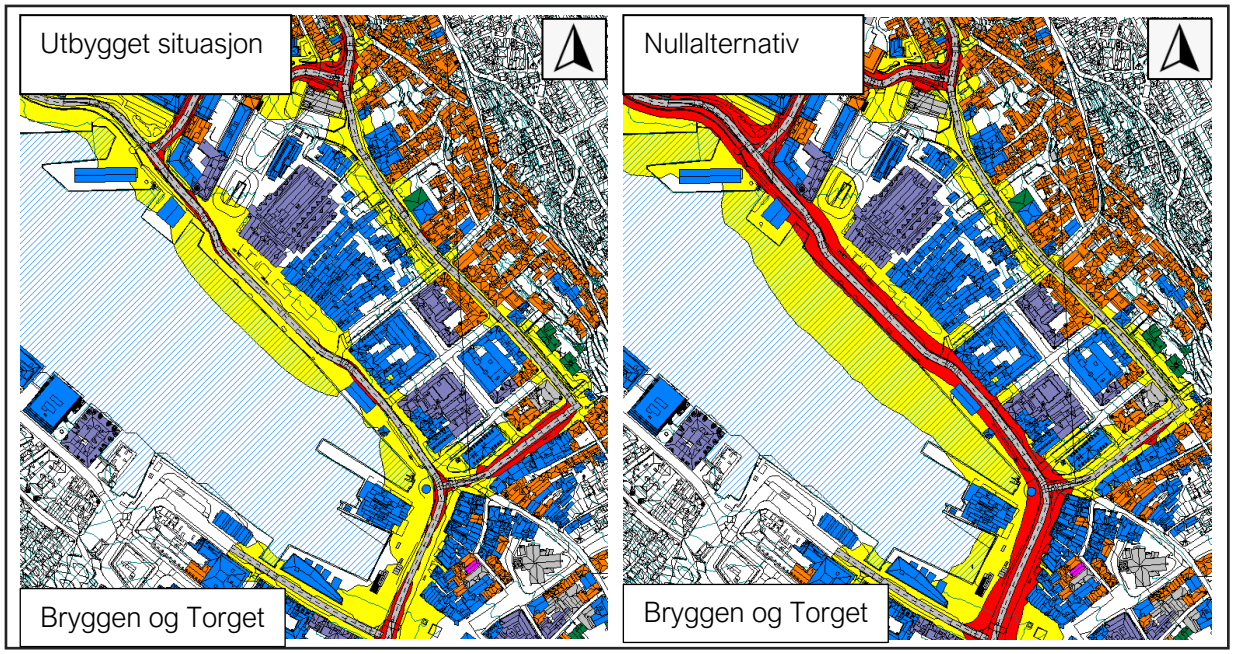
*Figur 4-3: Samlet støynivå fra vei og bane i **Sandviken nord** i ferdig utbygget situasjon vist t.v. og for nullalternativet vist t.h. Beregningshøyde 4 m.o.t. Gul støysone, Lden > 55 dB, rød støysone Lden > 65 dB.*



*Figur 4-4: Samlet støynivå fra vei og bane i **Sandviken sør** i ferdig utbygget situasjon vist t.v. og for nullalternativet vist t.h. Beregningshøyde 4 m.o.t. Gul støysone, Lden > 55 dB, rød støysone Lden > 65 dB*



*Figur 4-5: Samlet støynivå fra vei og bane i **sentrum** i ferdig utbygget situasjon vist t.v. og for nullalternativet vist t.h. Beregningshøyde 4 m.o.t. Gul støysone, Lden > 55 dB, rød støysone Lden > 65 dB.*



*Figur 4-6: Samlet støynivå fra vei og bane på **Bryggen og Torget** i ferdig utbygget situasjon vist t.v. og for nullalternativet vist t.h. Beregningshøyde 4 m.o.t. Gul støysone, Lden > 55 dB, rød støysone Lden > 65 dB.*

4.2.3 Støyskjermer

Det vurderes å være lite aktuelt å sette opp støyskjermer i de veletablerte sentrumsområdene og i gatepregede Sandviken. Det foreslås derfor ingen skjerming langs vei eller bane i utbygget situasjon. For boliger som skal vurderes med tanke på behov for støytiltak utføres det vurdering av lokale tiltak på boligene i byggeplan.

4.2.4 Støyutsatte boliger

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

For både nullalternativet og utbygget situasjon er antall støyutsatte bolighus i gul og rød støysone talt opp og fordelt på kategorien «små hus» og «store hus». Små hus omfatter eneboliger og opp til 3-4 mannsboliger. Store hus er blokkbebyggelse. I tabell 4-1 - tabell 4-3 nedenfor er det gitt en oversikt over ca. antall støyutsatte bolighus og boliger. For enkelte bolighus er kun deler av bygningen i angitt støysone og deler av bygningen utenfor støysone, antall støyutsatte boliger vil derfor være noe overestimert i denne oversikten. Det blir benyttet samme metodikk for fremtidig situasjon og nullalternativ slik at sammenligningsgrunnlaget er basert på samme nøyaktighet. Det er ikke registrert støyutsatt fritidsbebyggelse eller helseinstitusjoner i dette området, men annen støyfølsom bebyggelse som skoler er identifisert. Disse er identifisert og oppgitt i tabell 4-4.

Tabell 4-1: Støyutsatte boligbygg og boliger i nullalternativet

	Antall støyutsatte boliger i nullalternativet			
Støysone	Små bolighus	Store bolighus	Andre bygningstyper som inneholder leiligheter*	Ca. antall boliger
Rød sone	25	70	25	1180
Gul sone	60	85	20	750
Sum totalt	85	155	45	1930

*Det er registrert bosatte personer i bygninger som ikke er definert som boligbygg i matrikkelen. Disse er talt opp som «andre leiligheter».

Tabell 4-2: Støyutsatte boligbygg og boliger fra vei og bane i utbygget situasjon (samlet støy)

	Antall støyutsatte boliger i nullalternativet			
Støysone	Små bolighus	Store bolighus	Andre bygningstyper som inneholder leiligheter*	Ca. antall boliger
Rød sone	25	65	15	1045
Gul sone	60	85	25	820
Sum totalt	85	150	40	1865

*Det er registrert bosatte personer i bygninger som ikke er definert som boligbygg i matrikkelen. Disse er talt opp som «andre leiligheter».

Tabell 4-3: Støyutsatte boligbygg og boliger fra bane i utbygget situasjon.

	Antall støyutsatte boliger i nullalternativet			
Støysone	Små bolighus	Store bolighus	Andre bygningstyper som inneholder leiligheter*	Ca. antall boliger
Rød sone	0	0	0	0
Gul sone	10	21	1	340
Sum totalt	10	21	1	340

*Det er registrert bosatte personer i bygninger som ikke er definert som boligbygg i matrikkelen. Disse er talt opp som «andre leiligheter».

Tabell 4-4: Annen støyfølsom bebyggelse (skoler, barnehager, helseinstitusjoner) som er støyutsatt fra vei og bane i nullalternativet og i utbygget situasjon, samt fra bane alene i utbygget situasjon.

	Annen støyutsatt bebyggelse		
Skoler, barnehager	Nullalternativ	Ferdig utbygget BT5, vei og bane	Ferdig utbygget BT5, kun bane
Bergen katedralskole	Rød sone	Gul sone	Gul sone
Egill Danielsen stiftelse	Rød sone	Rød sone	Gul sone
Bergen barneasyl	Gul sone	Gul sone	Utenfor støysone
Danielsen intensivgymnas	Rød sone	Rød sone	Gul sone
Marken barnehage	Gul sone	Gul sone	Utenfor støysone
Kirkens bymisjon, åpen barnehage	Rød sone	Rød sone	Utenfor støysone
Christi krybbe skole	Gul sone	Gul sone	Utenfor støysone
Bergen arkitekt	Rød sone	Rød sone	Gul sone

Boliger som skal vurderes for lokale støytiltak

Boliger som ligger i gul og/eller rød sone fra ny bane skal vurderes videre for lokale tiltak i byggeplan. Dette gjelder for de 32 bolighusene som er inkludert i opptellingen vist i tabell 4-3. De aktuelle boligene er markert i støysonekart i tegning BT5-T-B1-X-0002 og BT5-T-B3-X-0002. De 32 bolighusene inneholder til sammen ca. 340 leiligheter, men ikke alle leilighetene vil ha støy over grenseverdi på fasaden, så det faktiske tallet på leiligheter som må vurderes videre med hensyn på lokale støytiltak vil være lavere. Dette vil bli vurdert nærmere i detalj i byggeplanfasen.

Bolighusene som har krav på vurdering med hensyn på lokale støytiltak er også støyutsatt fra eksisterende vei. De fleste boligene vil oppleve et uendret eller redusert støynivå, men har likevel krav på vurdering av støytiltak som følge av støybidraget fra banen som er en ny støykilde i området. Dersom Bybanen utløser krav om støytiltak, må tiltakene dimensjoneres etter den samlede støybelastningen fra vei og bane

5 Strukturlyd og vibrasjoner

5.1 Innledning

I forbindelse med utarbeidelse av Teknisk forprosjekt og reguleringsplan for Bybanen i Bergen delstrekning Sentrum - Sandviken, er det utført beregninger av strukturlyd og vibrasjoner, vurdert grenseverdier og anbefalt tiltak på et overordnet nivå for å tilfredsstille disse.

5.2 Vibrasjoner og strukturlyd

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

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

5.3 Regelverk

Det forutsettes at grenseverdiene vedrørende strukturlyd og vibrasjoner i reguleringsbestemmelsene for strekningen Sentrum–Åsane (Bergen kommune, Vedtatt 31.05.2023) også kommer til anvendelse for den aktuelle strekningen.

Reguleringsbestemmelsene setter følgende krav til vibrasjoner og strukturlyd:

Grenseverdien i NS8176 (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.

Grenseverdien i NS8175 (klasse C), LA,max = 32 dB legges til grunn for omfanget av tiltak mot strukturlyd fra tunnelene. På dagstrekningene er målsetningen LA,max = 37 dB i rom der strukturlyd er dimensjonerende. Dersom kostnadene står i rimelig forhold til effekten skal det gjennomføres tiltak for å oppnå lavere nivåer for strukturoverført lyd.

5.4 Beregningsmetode for vibrasjoner

Som grunnlag for vurdering av eventuelt behov for tiltak mot vibrasjoner er beregningsmodellen presentert i artikkel (C.Madshus, 1995) benyttet, som også ligger til grunn i vurdering av strukturlyd og vibrasjoner i forbindelse med bybaneutbygging Sentrum-Åsane (NGI, 14.06.2022). Modellen bygger på et stort antall målinger av vibrasjoner fra jernbanetrafikk. I modellen påvirkes komfortnivået blant annet av grunntype, togtype, togfart, avstand og bygning. For grunntype, togtype og bygning er det angitt en rekke verdier i rapporten. Som støtte for valg av slike verdier er det gjennomført sammenligninger med målinger fra nærliggende deler av Bybanen (Brekke & Strand Akustikk AS, 24.04.2027).

5.5 Beregningsmetode for strukturlyd

For beregning av strukturlydnivåer er Norconsults semi-empiriske beregningsmodell for bølgeutbredelse i berg benyttet. Modellen bygger på teoretisk avstandsdemping av vibrasjoner og er kalibrert mot et stort antall målinger, hovedsakelig fra Gøteborg i Sverige. Beregningsmodellen forutsetter sterk kobling mellom bane, berg og bygning, noe som kan anses som en konservativ forutsetning, særlig ved forekomst av løsmasser i fundamenteringen av bane og/eller bygning. Modellen beregner strukturlydnivå i plan ved terrengnivå.

For å tilpasse modellen til lokale forhold knyttet til berggrunn og kjøretøytyper i Bergen, er modellen kalibrert mot beregningsresultatene presentert i fagrapport strukturlyd og vibrasjoner for bybaneutbygging Sentrum-Åsane (NGI, 14.06.2022). Hastighetskorreksjonen er tilsvarende kalibrert basert på resultatene i samme rapport.

5.6 Tiltak mot vibrasjoner

Aktuelle tiltak mot vibrasjoner er enten tiltak under banelegemet for å redusere de vibrasjoner som sendes ut i grunnen, det vil si tiltak ved kilden eller skjermingstiltak for å hindre utbredelsen av vibrasjonene. Der det er behov for å redusere vibrasjonene for et større antall boliger som ligger samlet er det mest økonomisk med tiltak under sporet. For enkelthus kan det derimot være mer gunstig med lokal avskjerming. For nye bygninger kan det også være aktuelt med fundamentering på peler eller pilarer til fjell.

Hovedkilden for vibrasjoner fra bane er den lokale deformasjonen som overføres gjennom banelegemet til grunnen under hver aksel eller boggi i vognene. De fleste tiltak mot vibrasjoner går derfor ut på å gi banelegemet en økt langsgående stivhet og lastfordelende evne slik at de deformasjonene som overføres til grunnen blir redusert og jevnet ut. Jo større langsgående stivhet som oppnås i banelegemet i forhold til bakken, dess mer effektivt vil tiltaket være. Aktuelle tiltak for Bybanen kan være lastfordeling med betongplate der det brukes fastspor og ekstra sprengsteinsfylling eller kalksementpeler under sporet der det brukes ballastspor.

Prinsippet for skjermingstiltak vil være å sette en skjerm ned i bakken foran de aktuelle husene for å redusere utbredelsen av vibrasjoner fra banelegemet. En slik skjerm må enten være langt stivere eller mykere enn bakken selv. Da vil en del innkommende bølgeenergi bli reflektert slik at husene skjermes. Jo større stivhetskontrasten mellom skjermen og bakken er, dess bedre skjerming oppnås. Lavfrekvente vibrasjoner skyldes hovedsakelig overflatebølger (Rayleighbølger). Slike bølger vil ha en stor bølgelengde, typisk 20 m, og involverer vibrasjoner ned i grunnen ned til omtrent en bølgelengdes dybde. For å være

effektiv må skjermen derfor være dyp. Den må også gå langt ut til siden for husene for å unngå bølger som bøyes rundt skjermen. Skjermen må også ha en betydelig tykkelse for å være effektiv.

5.7 Tiltak mot strukturlyd

For strukturlyd har de forstyrrende vibrasjonene så høy frekvens at vibrasjonsisolering basert på masse - fjær prinsippet vil være effektive. Dess høyere masse og mykere elastisk sjikt, dess høyere vibrasjonsisolering kan oppnås.

Aktuelle tiltak mot strukturlyd for ballastspor er elastiske matter under sviller (svillematter) eller elastiske matter under ballast (ballastmatter). Ballastmatter er den foretrukne løsningen i tunnel og også den som gir best støyreduksjon. Nødvendig tykkelse på mattene for å oppnå ønsket støyreduksjon er produktavhengig. På dagstrekninger, der mattene vil bli utsatt for frost og nedbør anbefales det svillematter. Løsningen vil med god margin tilfredsstille kravene til strukturlydreduksjon på dagstrekninger.

For fastspor er aktuelle tiltak mot strukturlyd enten å vibrasjonsisolere skinnene fra underlaget, eller å montere skinnene på en betongplate som legges opp på et elastisk sjikt. Løsningene kan også kombineres der det er ekstra strenge krav til strukturlydreduksjon. For Bybanen på strekningen Sentrum – Nesttun er det benyttet en løsning med såkalt embedded rail de fleste steder der det er fastspor. Det er viktig å velge et system med lav nok resonansfrekvens for at løsningen skal gi tilstrekkelig strukturlydreduksjon. I en rapport utarbeidet for Bybanen (Brekke & Strand Akustikk AS, 23.08.2006) anbefales en resonansfrekvens $f_0 \leq 45$ Hz. Denne anbefalingen videreføres for strekningen Sentrum-Sandviken.

5.8 Grunnlag for beregningene

Opplysninger om avstand mellom spor og omkringliggende boligbebyggelse er hentet fra traséplaner og profiltegninger (Norconsult Norge AS, 25.09.2026), med støtte fra prosjektets 3D-samordningsmodell (Norconsult Norge AS, 2026), hvor terrengets z-koordinater er innhentet. De samme hastighetsforutsetningene som er benyttet i støyutredningen, er lagt til grunn også for beregningene av strukturlyd og vibrasjoner. Geotekniske forutsetninger er basert på informasjon fra geoteknisk rapport utarbeidet i prosjektet (Norconsult Norge AS, 01.07.2026).

5.9 Beregningsresultater

På den aktuelle strekningen går banen i dagen fra sentrum ved Kaigaten til tunnelpåhugget ved Heggebakken, ca. km 0,63. Videre går banen i bergtunnel frem til tunnelpåhugget ved Sjøgaten, ved ca. km 2,15. Herfra består traséen først av et tunneltrau, før den fortsetter som bane i dagen frem til tunnelpåhugget ved E39 Fløyfjelltunnelen i nord, ca. km 3,24.

Følgende forutsetninger er hentet fra den geotekniske utredningen (Norconsult Norge AS, 01.07.2026):

Banen kommer ut gjennom en eksisterende ca. 10 m høy natursteinsmur i Sjøgaten ved Sandviken brannstasjon, mens selve påhuggsflaten er ca. 100 m lenger sør på grunn av beliggenhet av berg. Det betyr at banen er planlagt i kulvert under blant annet Sandviksveien, Ladegårdsgaten og bygningsmassen på Ladegårdsgaten 72-76. Nåværende bygningsmasse på Ladegårdsgaten 64-76 er i meget dårlig stand og er planlagt revet uavhengig av Bybanen.

På bakgrunn av denne informasjonen er beregningsresultatene for Ladegårdsgaten 64-76 ikke tatt inn i tiltaksforslaget.

For strekninger med bane i dagen er det planlagt vibrasjonsisolert fastspor (embedded rail). For strekninger i bergtunnel er det planlagt ballastspor.

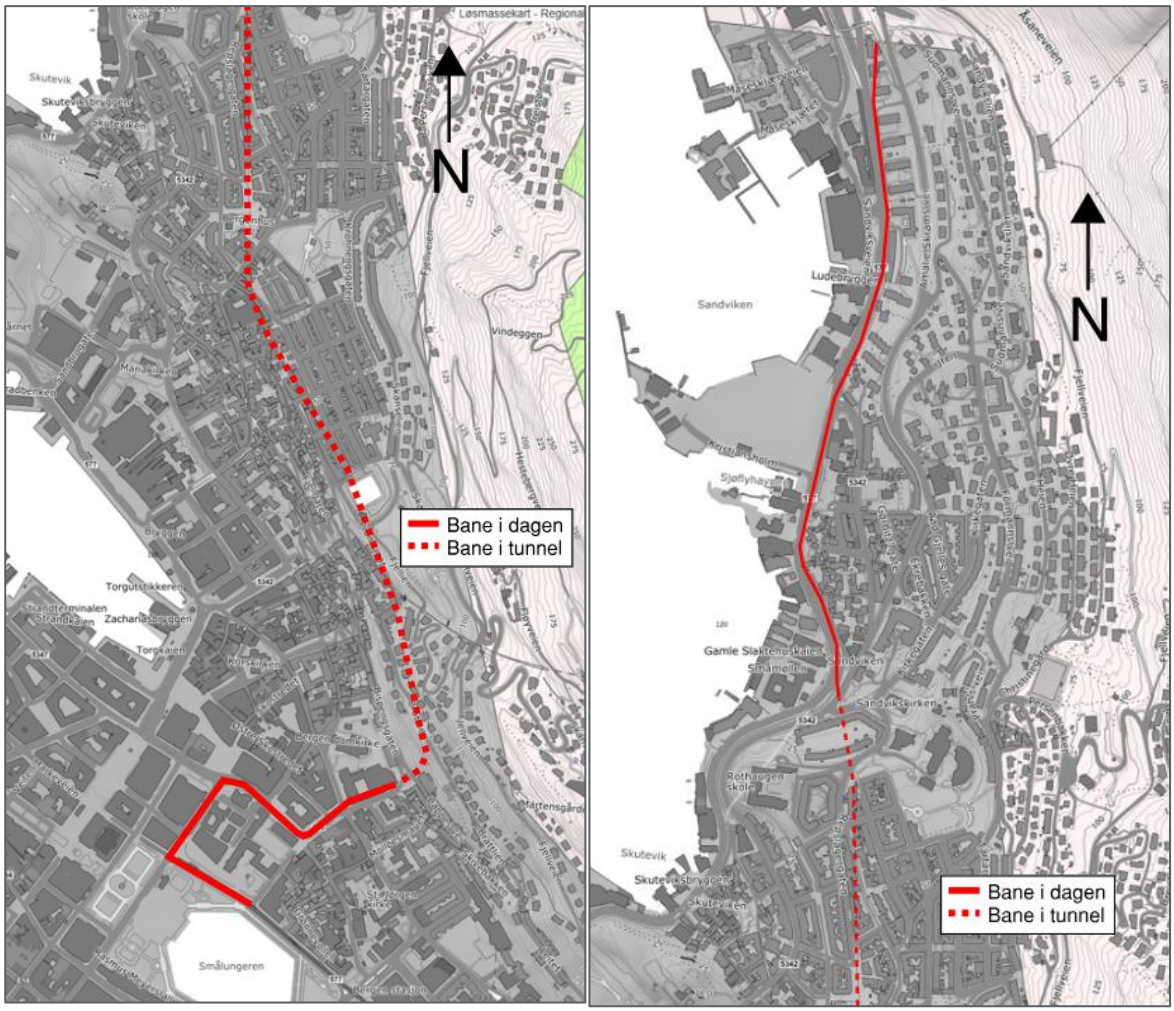
5.9.1 Grunnforhold

Figur 5-1 viser løsmassekart fra NGU med inntegnet trasé. Kartet viser at områdene langs strekningen med bane i dagen i hovedsak består av fyllmasser, samt at områdene ligger under marin grense.

Følgende generelle beskrivelse av grunnforholdene er hentet fra den geotekniske utredningen (Norconsult Norge AS, 01.07.2026):

Omkring traséen er løsmassemektigheten (dybden til berg fra terreng) generelt inntil ca. 10 m. Helt generelt består løsmassene av et øvre lag med fyllmasser av hovedsakelig grus/sand/silt og varierende organisk innhold. Under dette laget og over berg er det stort sett et fast til meget fast lag av antatt bunnmorene. En bunnmorene består av en blanding av partikler med kornstørrelse varierende fra leire til blokk (kornstørrelse mindre enn 0,002 mm til over 256 mm).

Den geotekniske rapporten (Norconsult Norge AS, 01.07.2026) opplyser videre om at den første delen av strekningen frem til tunnelpåhugget ved Heggebakken ligger innenfor området som er definert som middelalderbyen Bergen. Antatt tykkelse på kulturlagene er, basert på dette kartgrunnlaget, mellom ca. 0 og 2 m.



Figur 5-1: Aktuell strekning fra sentrum til tunnelpåhugget ved E39 Fløyfjelltunnelen i nord. Løsmassekart fra NGU med inntegnet trasé. Kartet viser fyllmasser (grå).

5.9.2 Vibrasjoner

Dagstrekning

Langs den første delen av strekningen, fra sentrum ved Kaigaten til tunnelpåhugget ved Heggebakken, tyder tilgjengelige data på at løsmasselaget er tynt, særlig i områdene der de aktuelle boligbygningene er lokalisert. Under forutsetning av at banen på disse strekningene fundamenteres på berg eller faste løsmasser, vurderes vibrasjonsnivåene fra strekningene i dagen å ligge under grenseverdien $v_{w,95}$ = 0,3 mm/s.

Det kan imidlertid være lokale områder med begrensede muligheter for tiltak i form av masseutskiftning og/eller fundamentering av spor til fastere lag grunnet fredede kulturlag.

For strekningen mellom tunnelpåhugget ved Sjøgaten og tunnelpåhugget ved Munkebotn er grunnforholdene mer usikre. Den geotekniske utredningen beskriver imidlertid generelt at løsmassedybden

(dybden til berg fra terreng) i hovedsak er opptil ca. 10 m. Løsmassene består generelt av et øvre lag med fyllmasser av hovedsakelig grus, sand og silt med varierende organisk innhold. Under dette laget, og over berg, finnes det i hovedsak et fast til meget fast lag av antatt bunnmorene.

Under forutsetning av at banen på disse strekningene fundamenteres på berg eller faste løsmasser, vurderes vibrasjonsnivåene fra strekningene i dagen å ligge under grenseverdien vw,95 = 0,3 mm/s. Dersom de overnevnte forutsetningene ikke er oppfylt, kan det være nødvendig å etablere vibrasjonsreduserende tiltak for å kunne tilfredsstille grenseverdien vw,95 = 0,3 mm/s.

Omfanget og behovet for vibrasjonsreduserende tiltak må vurderes i byggeplanfasen på grunnlag av mer detaljerte grunnundersøkelser, som gir grunnlag for bestemmelse av skjærbølgehastighet. Eksempler på slike undersøkelser er CPTU- og SCPTU-målinger. Også informasjon om bergdybde og fundamenteringsforhold for omkringliggende bygninger vil kunne bidra til å forbedre beregningsgrunnlaget.

En fastsporløsning er gunstig sett fra et vibrasjonshensyn da betongplaten under sporet vil virke lastfordelende.

Tiltak kan være et elastisk underlag av f.eks. polyuretan eller steinull under betongplaten. Tykkelse på betongplate og egenskaper for et eventuelt elastisk underlag må nøye vurderes sammen med grunnens dynamiske egenskaper i beregninger i byggeplanfasen. Merk at EPS eller XPS *ikke* vil fungere i denne sammenhengen da disse materialene er for stive.

Bergtunnel

Vibrasjoner fra bergtunnelene vil være lave og vurderes ikke å overstige grenseverdien, vw,95 = 0,3 mm/s.

5.9.3 Strukturlyd

I Tabell 5-1 og tabell 5-3 vises strukturlydnivå i de dimensjonerende boligene langs aktuell strekning for bane i dagen, der anbefalt grenseverdi for strukturlyd beregningsmessig er overskredet med vibrasjonsisolert fastspor ("embedded rail"). Beregnet nødvendig strukturlydreduksjon for å møte grenseverdien vises også i tabellen.

Tiltak mot strukturlyd må sees i sammenheng med tiltak mot vibrasjoner. Vibrasjonsisolert fastspor ("embedded rail") kan gi god effekt på strukturlyd forutsatt en resonansfrekvens $f_0 \leq 45$ Hz (Brekke & Strand Akustikk AS, 23.08.2006). Vibrasjonsisolerende skinneinnfesting i kombinasjon med elastisk underlag under betongplaten vil gi ytterligere støyreduksjon. Det vurderes at grenseverdien for strukturlyd, LAmaxF = 37 dB kunne møtes i alle boliger etter tiltak.

I tabell 5-2 vises strukturlydnivå i de dimensjonerende boliger langs aktuell strekning for bane i bergtunnel der anbefalt grenseverdi for strukturlyd beregningsmessig er overskredet. Aktuelt tiltak mot strukturlyd fra banen i tunnel vil være ballastmatter under sporet. Med ballastmatter vil grenseverdien kunne møtes i alle boliger over tunneler.

Tabell 5-1: Bane i dagen, sentrum, fra km 0 til km 0,63.

Km	Adresse	Hastighet (km/t)	Avstand (m)	Beregnet strukturlydnivå (dB)	Tiltak (dB) for å møte anbefalt grenseverdi
0,49	Nygaten 1	30	10	41	4
0,52	Nygaten 5	30	8	43	6

Tabell 5-2: Bane i tunnel, fra km 0,63 til km 2,15.

Km	Adresse	Hastighet (km/t)	Avstand (m)	Beregnet strukturlydnivå (dB)	Tiltak (dB) for å møte anbefalt grenseverdi
0,65	Skivebakken 1	30	17	37	5
0,67	Skivebakken 2	30	25	34	2
0,69	Bispengsgaten 25	30	21	35	3
0,69	Cappes vei 12A	30	26	33	1
1,60	Ladegårdsgaten 19	70	39	33	1
1,62	Ladegårdsgaten 14	70	34	34	2
1,68	Ladegårdsveiten 5	70	28	34	2
1,7	Ladegårdsveiten 4	70	28	34	2
1,76	Repslagergaten 11A	70	27	35	3
1,82	Ladegårdsgaten 48	70	29	34	2
1,86	Repslagergaten 21	70	33	33	1
2,03	Ladegårdsterrassen 5	70	22	37	5
2,08	Ladegårdsgaten 74*	70	10	45	13
2,08	Nye Sandviksveien 73	70	21	38	6
2,14	Sandviksveien 1	70	17	40	8

*) Bygningen i Ladegårdsgaten 64–76 er planlagt revet i samsvar med den geotekniske rapporten.

Tabell 5-3: Bane i dagen, Sandviken, fra km 2,15 til km 3,24.

Km	Adresse	Hastighet (km/t)	Avstand (m)	Beregnet strukturlydnivå (dB)	Tiltak (dB) for å møte anbefalt grenseverdi
2,21	Bedehussmauet 5	40	10	43	6
2,23	Sandviksbodene 3A	40	12	39	2
2,24	Elvegaten 4	40	8	43	6
2,27	Johan Mohrs gate 15	40	7	44	7
2,31	Fjæregrenden 16	40	7	44	7
2,37	Fjæregrenden 6	40	6	46	9
2,59	Sandviksveien 55	40	9	42	5
2,63	Sandviksveien 65	40	12	39	2
2,69	Amalie Skrams vei 26B	40	9	42	5
2,75	Sandviksveien 85	50	13	39	2
2,77	Sandviksveien 87A	50	7	45	8
2,84	Sandviksveien 87D	50	7	45	8
2,9	Amalie Skrams vei 50	50	6	46	9
3,01	Amalie Skrams vei 38	50	6	46	9

5.10 Anbefalte tiltak

5.10.1 Vibrasjoner

Tiltak i form av elastisk sjikt under betongplaten og/eller tykkere og stivere betongplate. Sjiktets dynamiske egenskaper og betongplatens tykkelse må beregnes i byggeplanfase.

5.10.2 Strukturlyd

Tabell 5-4: Anbefalte tiltak for å møte grenseverdi for strukturlyd. Tiltakene gjelder begge spor.

Dagstrekning (fastspor) Km	Tilltak	Kommentar
0,48 – 0,57 2,20 – 2,41 2,57 – 3,03	Tiltak mot strukturlyd i form av elastiske sjikt under betongplaten.	- Sjiktets dynamiske egenskaper og betongplatens tykkelse må beregnes i byggeplanfase. - XPS/EPS kan *ikke* benyttes som elastisk sjikt.
Bergtunnel (ballastspor) Km		
0,63 – 0,72 1,58 – 1,88 2,00 – 2,20	Elastiske matter under ballast[2)], k_{aku}[1)] ≤ 0,040 N/mm^3	

1. k_{aku} = dynamisk stivhet i frekvensområdet 30 – 500 Hz. Måles i oktavbåndene fra 31,5-250 Hz iht. ISO10846-2 med statisk last 0,03 N/mm^2, (Brekke & Strand Akustikk AS, 24.04.2007).

2. Aktuelle produkter som tilfredsstiller kravet er for eksempel Rockballast 3515 fra Rockdelta og Sylodyn CN 225 fra Getzner, (Brekke & Strand Akustikk AS, 24.04.2007).

6 Anleggsstøy

6.1 Grenseverdier i T-1442:2021

Støy fra anleggsvirksomhet er kartlagt iht. Klima- og miljødepartementets «Retningslinje for behandling av støy i arealplanlegging» T-1442 (T-1442, 2021). Retningslinjen regulerer ulemper som støy fra anleggsvirksomhet kan medføre for anleggets/driftens naboskap ved å stille krav til utendørs støynivå.

Ved lengre arbeidsperioder stilles det strengere krav til støynivå enn ved kortere arbeider. Om arbeidet i et område foregår i flere faser behandler retningslinjen dette som én sammenhengende anleggsperiode. Tabell 6-1 oppsummerer grenseverdiene som er satt til støynivå utenfor boliger og skoler, for arbeider med en varighet mer enn 6 måneder. Dette vil være tilfellet i dette prosjektet. For arbeider med kortere varighet enn 6 måneder, kan det aksepteres opp mot 5 dB høyere grenseverdier for dag og kveld enn angitt i tabell 6-1.

Tabell 6-1: Anbefalte støygrenser utendørs for bygge- og anleggsvirksomhet. Alle grenser gjelder ekvivalent lydnivå i dB (frittfeltsverdi) utenfor rom for støyfølsom bruk. Gjelder anleggsarbeider med varighet mer enn 6 måneder.

Bygningstype	Støykrav på dagtid ($L_{pAeq12h}$ 07-19)	Støykrav på kveld (L_{pAeq4h} (19-23) eller søn-/helligdag ($L_{pAeq16h}$ 07-23)	Støykrav på natt (L_{pAeq8h} 23-07)
Boliger, fritidsboliger, sykehus, pleieinstitusjoner	60 dB	55 dB	45 dB
Skole, barnehage	55 dB i brukstid		

Kravet til innendørs støynivå i boliger fra bygge- og anleggsvirksomhet iht. T-1442, er vist i tabell 6-2. Dette kravet benyttes i tilfeller hvor utendørs støynivå er så høyt at det bare kan avbøtes med støyreduserende tiltak i fasade.

Tabell 6-2: Anbefalte innendørs støygrenser for bygge- og anleggsvirksomhet. Alle grenser gjelder ekvivalent lydnivå (middelverdi for rommet) i dB, i rom for støyfølsom bruk.

Bygningstype	Støykrav på dagtid ($L_{pAeq12h}$ 07-19)	Støykrav på kveld (L_{pAeq4h} (19-23) eller søn-/helligdag ($L_{pAeq16h}$ 07-23)	Støykrav på natt (L_{pAeq8h} 23-07)
Boliger, fritidsboliger, overnattingsbedrifter, sykehus, pleieinstitusjoner	40 dB	35 dB	30 dB
Arbeidsplass med krav om lavt støynivå	45 dB i brukstid		

Impulslyd og rentoner

Dersom lyden i eller ved bebyggelse med støyfølsomt bruksformål inneholder tydelige innslag av impulslyd eller rentoner bør støygrensene i tabell 6-1 og tabell 6-2 skjerpes med ytterligere 5 dB. Skjerpingen bør gjøres gjeldende for driftssituasjoner der impulslyd og/ eller rentoner er et karakteristisk trekk ved driften. Skjerping er ikke nødvendig for sjeldne eller utypiske hendelser.

6.2 Beregningsforutsetninger

6.2.1 Kartgrunnlag og metode

Støyvurderingene er basert på beregninger utført i beregningsprogrammet CadnaA versjon 2026, som beregner iht. nordisk beregningsmetode for industristøy. Beregninger av støy fra anleggsarbeider er utført med utgangspunkt i 3D-kartgrunnlag for dagens terreng og antatt anleggssituasjon.

I støyberegningene er det lagt inn aktuelle støykilder med tilhørende driftstider og det er valgt mulige plasseringer av disse. Dette for å vise et mulig scenario når det gjelder støyutbredelse og for å kunne angi størrelsesorden av forventet støynivå fra anleggsvirksomheten ved nabobebyggelsen.

Støynivåene er beregnet i en høyde 4,0 m over terrenget i tråd med T-1442.

6.2.2 Generelt om arbeidene

Til grunn for beregning av støyutbredelsen fra anleggsarbeider på strekningen, er det gjort et anslag over støyende aktiviteter knyttet til arbeidene. Ikke alle forhold blir fastlagt før entreprenør lager sine arbeidsplaner, beregningene viser derfor et mulig scenario og angir størrelsesorden av forventet støynivå fra anleggsvirksomheten ved nabobebyggelsen. I utvelgelsen av aktuelle beregningssituasjoner er det valgt å fokusere på arbeider som er langvarige og/eller generer mye støy.

Anleggsaktiviteten er forventet å endres i løpet av anleggsperioden. Det er i denne rapporten sett på arbeider i tilknytning til påhugg, tunneldriving og bortfrakting av tunnelstein fra tverrslag på Koengen/Sandbrogaten, da det er i det forventes at det aller meste av masser vil bli fraktet ut av tverrslag i dette området. I tillegg er det sett på arbeidene i tilknytning til påhuggene i Heggebakken, Sjøgaten og Munkebotn. Det er også vurdert støy fra anleggsarbeider ved etablering av byggegrop ved Fredens hage. Det må også forventes støy fra generelle arbeider i mindre omfang som rydding/rensking, skinnelegging og asfaltering i dagsonene. Disse arbeidene er forventet å enten støye mindre og/eller være kortvarige, og det er derfor ikke utført egne støyberegninger for disse aktivitetene. Støy fra selve sprengning inngår ikke i støyberegningen, i henhold til vanlig praksis.

I beregningene er det kun tatt med lastebiltransport inne på anleggsområdene. Lastebiltransport på offentlig veinett er ikke tatt med da trafikken generert av anlegget ikke forventes å bidra til vesentlig økning av det totale støybidraget fra veitrafikken i området.

Driftstider

Det er i støyberegningene forutsatt at støyende arbeider vil pågå i ukedager fra kl. 07.00-23.00. Det er ikke planlagt arbeider på natt. Unntaket er ventilering av tunnel ved bruk av vifter som ventes å være i drift hele døgnet. Ellers er det i beregningene antatt stor aktivitet på anlegget. I praksis vil anleggsaktiviteten variere gjennom anleggsperioden og enkelte perioder vil ha mer intensiv drift enn andre. Det er i denne rapporten sett på et eksempel på et forventet typisk gjennomsnittsdøgn med forholdsvis høy aktivitet.

6.2.3 Støysonekart

Beregningsresultater er iht. T-1442 fremstilt i form av støykart beregnet i 4 meters høyde. Det er benyttet beregningsparameter LpAeq12h gjennomsnittlig støynivå på dagtid, LpAeq4h gjennomsnittlig støynivå på kveldstid og LpAeq8h gjennomsnittlig støynivå på nattestid, i det videre omtalt som henholdsvis Ld, Le og Ln.

I støykartene er støyutbredelsen vist med ulike nyanser av lilla og blå farge som gjenspeiler ulike støynivåer i 5 dB-intervaller. Arealer dekket med disse fargene viser området hvor det er beregnet overskridelse av støygrensen på dag, kveld og natt i henhold til tabell 6-1, dvs. Ld > 60 dB, Le > 55 dB og Le > 45 dB. For arbeid som genererer impulslyd skjerpes grenseverdiene med 5 dB. Hvilke grenseverdier som gjelder for de ulike beregningssituasjonene, fremgår av tegnforklaring i figurer. For skoler og barnehager gjelder grenseverdien i brukstid, og er 5 dB strengere enn de som er oppgitt over.

Av aktuell støyfølsom bebyggelse er boliger markert med oransje farge, skole og barnehage markert med grønn farge og næringsbygg markert med blå farge.

Effekten av å sette opp støyskjermer er vurdert på et overordnet nivå og omtalt i kap. 6.4.1.

6.3 Beregninger

Det vil være forskjellig aktivitetsnivå på rigg- og anleggsområdet gjennom ulike faser av utbyggingen og de ulike fasene vil ha ulik varighet. Det er gjort beregninger for en oppstartsfase og for forskjellige alternativer for driving av anleggstunnelen.

De ulike beregningssituasjonene og tilhørende forventet aktivitet og beregningsresultater følger av avsnittene under.

6.3.1 Beregningssituasjon 1 – Koengen: oppstartsfase

Anleggsaktivitet

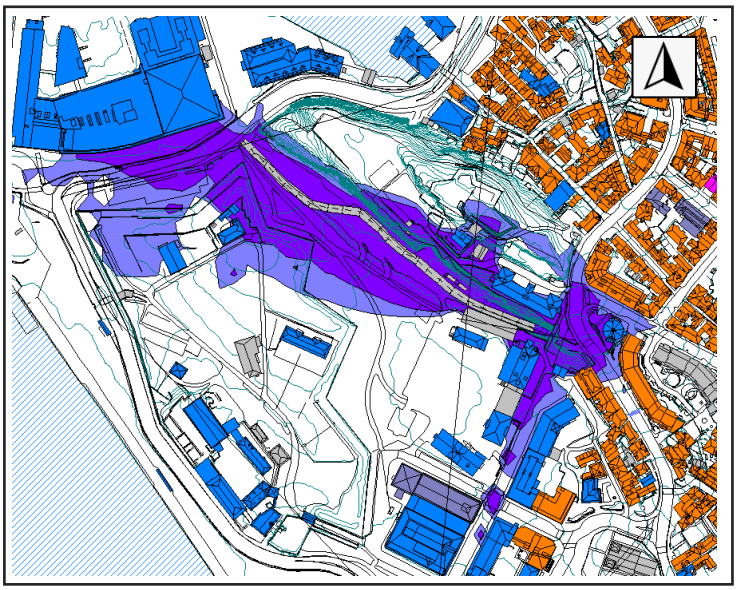
I oppstartsfasen vil det være støyende arbeider knyttet til etablering av tverrslag for utføring av masser i forbindelse med tunneldriving. Dette arbeidet vil bestå av justering og utvidelse av en eksisterende tunnelåpning der massene hentes ut samt bortkjøring av løse masser. Forventet støyende aktivitet fa denne fasen er vist i tabell 6-3 nedenfor.

Tabell 6-3: Forventet støyende aktivitet som er brukt i kartlegging av støyutbredelse på dag, kveld og natt i oppstartsfasen

Støyende arbeid Oppstartsfase	Støykilde	Antall maskiner/ støykilder	Driftstid på hver maskin dag, kveld og natt	Lydeffekt under drift, per støykilde Lw [dBA]	Høyde kilde i meter over terreng
Etablering av byggegrop/ forskjæring	Boring ifm. sprenging ved oppstart anleggstunnel	1 borerigg 2 gravemaskiner	Dag og kveld: 50% Ingen arbeider på natt	124 114	1 3
Utkjøring av masser fra byggegrop/ forskjæring til overordnet veinett	Lastebil	1	Dag og kveld: 4 turer/time (t/r) Ingen arbeider på natt	112	2

Beregningsresultater

Støysonekart for dag og kveld i oppstartsfasen er vist i figur 6-1 nedenfor. Det fremgår av figuren at det må forventes at både støynivå Ld og Le overskrides for enkelte av de nærmeste bolighusene i Helgesens gate og Nye Sandviksveien. Det er ingen støyende aktiviteter på natt.



Figur 6-1: Støynivåer fra anleggsarbeid i oppstartsfase. Beregningshøyde 4 m.o.t. Mørk lilla farge viser støynivå Ld > 60 dB, Lys lilla farge viser støysone Le > 55 dB.

6.3.2 Beregningssituasjon 2 – Koengen: massetransport direkte fra anleggstunnel ut på veinett

Anleggsaktivitet

I dette alternativet av tunneldrivingen vil det være støyende arbeider knyttet til utkjøring av masser, fra sprengningsarbeider inne i anleggstunnel, og direkte ut på veinettet. I tillegg vil det være støy fra tunnelvifter som kontinuerlig ventilerer tunnelen. To tunnelvifter vil være i drift hele tiden, en tredje vifte vil være i drift i kun en kortere periode på 1-2 måneder. I beregningene er det modellert 3 vifter. Forventet støyende aktivitet fa denne fasen er vist i tabell 6-4 nedenfor.

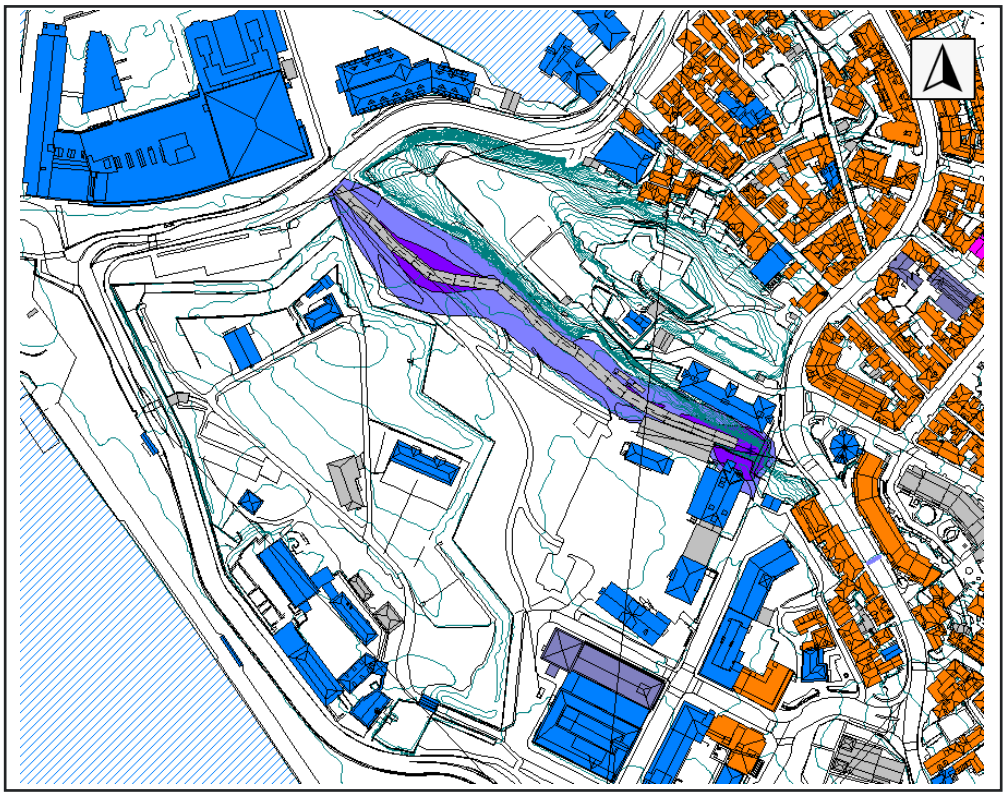
Tabell 6-4: Forventet støyende aktivitet som er brukt i kartlegging av støyutbredelse på dag, kveld og natt i fase 3.1a.

Støyende arbeid Direkte utkjøring på vei	Støykilde	Antall maskiner/ støykilder	Driftstid på hver maskin dag, kveld og natt	Lydeffekt under drift, per støykilde Lw [dBA]	Høyde kilde i meter over terreng
Utkjøring av masser fra anleggstunnel til overordnet veinett	Lastebil	1	Dag og kveld: 16 turer/time (t/r) Ingen arbeider på natt	112	2
Ventilering av tunnel	Tunnelvifte ved anleggstunnel	2 (3 stk i kort periode 1-2 mnd)	Dag, kveld og natt: 100%	92*	5**

**) Forutsatt støydempet vifte innebygget i container.*
***) Høyden er relativ til veibanen inn i anleggstunnelen*

Beregningsresultater

Støysonekart for dag og kveld i alternativet av tunneldrivingen med direkte utkjøring av masser på veinettet er vist i figur 6-2 nedenfor. I dette alternativet er det ingen boliger som får støynivåer over grenseverdi på dag eller kveld. Nattestid vil støynivået på nærliggende boligfasade i Nye Sandviksveien overskride grenseverdi for Ln i perioder der tre tunnelvifter er i drift. Når det kun er to vifter som ventilerer tunnelen vil trolig støynivåene være under grenseverdi for støynivå på natt, Ln.



Figur 6-2: Støynivåer fra anleggsarbeid i alternativ med direkte utkjøring. Beregningshøyde 4 m.o.t. Mørk lilla farge viser støynivå Ld > 60 dB, Lys lilla farge viser støysone Le > 55 dB.

6.3.3 Beregningssituasjon 3 – Koengen: omlasting på riggområdet før utkjøring på veinett

Anleggsaktivitet

Unntaksvis, kan det være aktuelt å laste om masser på riggområdet før utkjøring på veinettet. I dette alternativet vil det være tilsvarende støyende arbeider som alternativet beskrevet i 6.3.2 ovenfor. I tillegg er det modellert støy fra tipping av masser på riggplassen og opplasting av masser på lastebil for videre transport. Forventet støyende aktivitet fra denne fasen er vist i tabell 6-5 nedenfor.

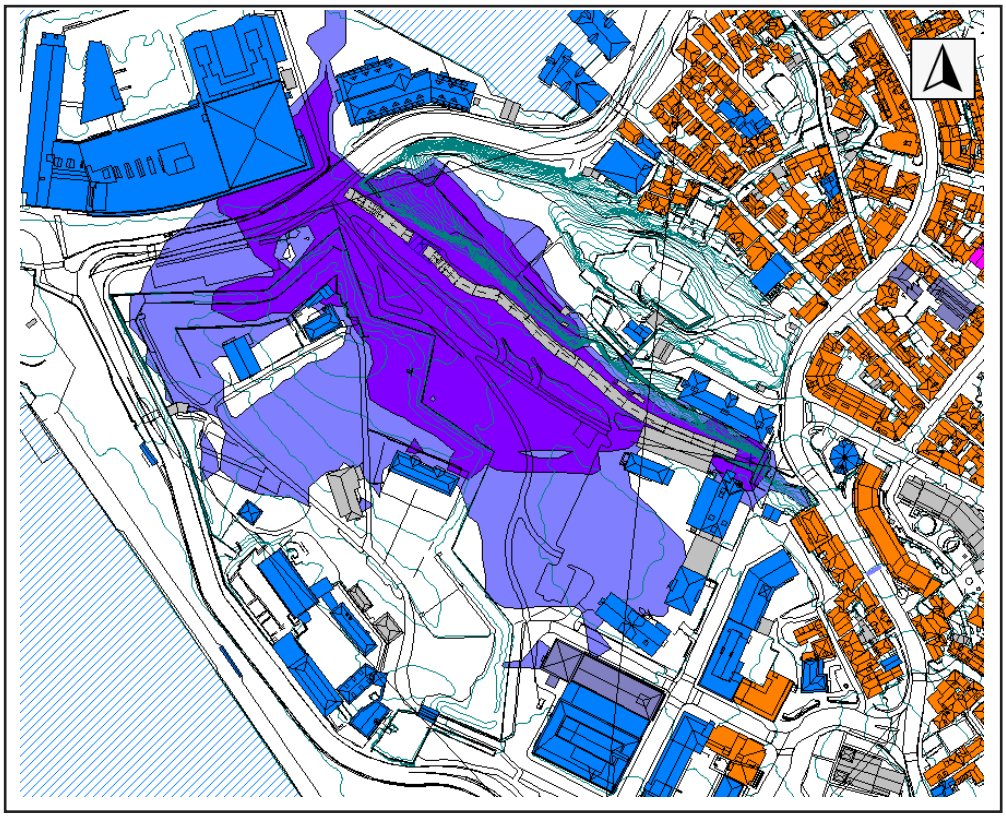
Tabell 6-5: Forventet støyende aktivitet som er brukt i kartlegging av støyutbredelse på dag, kveld og natt i alternativ med omlasting.

Støyende arbeid Omlasting på riggområde	Støykilde	Antall maskiner/ støykilder	Driftstid på hver maskin dag, kveld og natt	Lydeffekt under drift, per støykilde Lw [dBA]	Høyde kilde i meter over terreng
Utkjøring av masser fra anleggstunnel til omlastingssone	Dumper Tipping av stein	1 1	Dag og kveld: 16 turer /time (t/r) Dag og kveld: 6% Ingen arbeider på natt	112 124	2 1
Omlasting av masser fra dumper til lastebil og transport ut til overordnet veinett	Hjullaster Lastebil	1 1	Dag og kveld: 75% Dag og kveld: 16 turer/time (t/r) Ingen arbeider på natt	114 114	2 2
Ventilering av tunnel	Tunnelvifte ved anleggstunnel	2 (3 stk i kort periode 1-2 mnd)	Dag, kveld og natt: 100%	92*	5**

**) Forutsatt støydempet vifte innebygget i container.*
***) Høyden er relativ til veibanen inn i anleggstunnelen*

Beregningsresultater

Støysonekart for dag og kveld i alternativet av tunneldrivingen med omlasting før utkjøring er vist i figur 6-3 nedenfor. Sammenlignet med situasjonen med direkte utkjøring har støysonene for Omlastings-situasjonen større utbredelse, men ikke i et område med boligbebyggelse. Det er kun de nærmeste boligene i Nye Sandviksveien som er har støynivåer noe over grenseverdi på kveldstid. Støy fra tunnelventilering på natt er identisk som i situasjonen med direkte utkjøring.



Figur 6-3: Støynivåer fra anleggsarbeid i alternativ med omlasting. Beregningshøyde 4 m.o.t. Mørk lilla farge viser støynivå Ld > 60 dB, Lys lilla farge viser støysone Le > 55 dB.

6.3.4 Beregningssituasjon 4 – Fredens bolig

Anleggsaktivitet

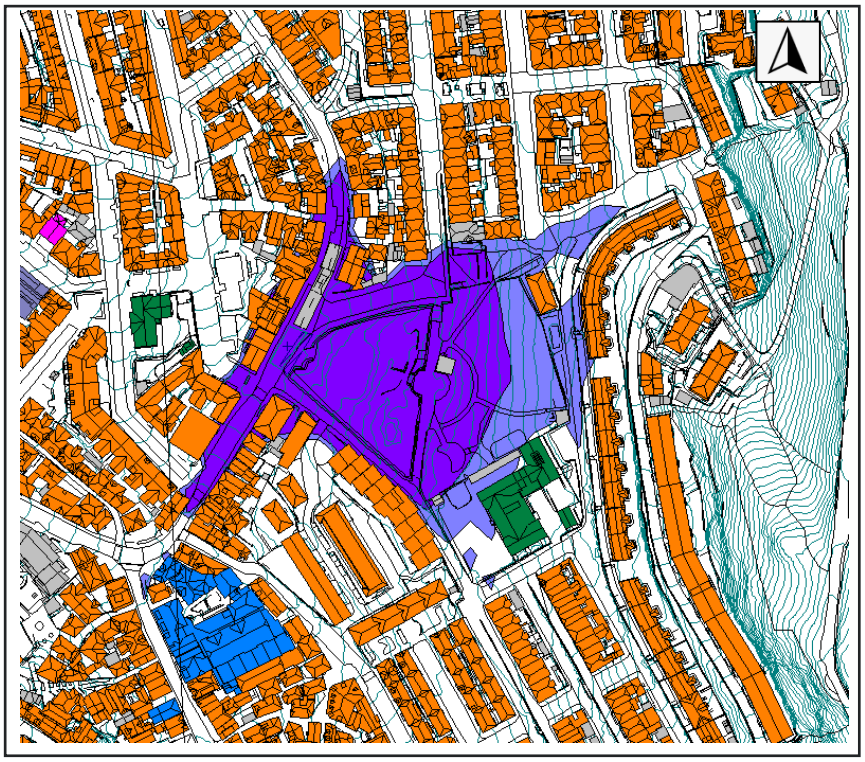
Arbeidet ved byggegrop ved Fredens bolig vil være tilsvarende oppstartsfasen ved Koengen. Det er imidlertid antatt at det Ved Fredens bolig kun vil være én gravemaskin. Videre vil det i noen uker foregå spuntearbeider, det forutsettes vibrolodd. Det forutsettes at forboring av byggegrop vil foregå etter at spunting er utført. Forventet støyende aktivitet i dette alternativet er vist i tabell 6-6 nedenfor.

Tabell 6-6: Forventet støyende aktivitet som er brukt i kartlegging av støyutbredelse på dag, kveld og natt ved Fredens bolig.

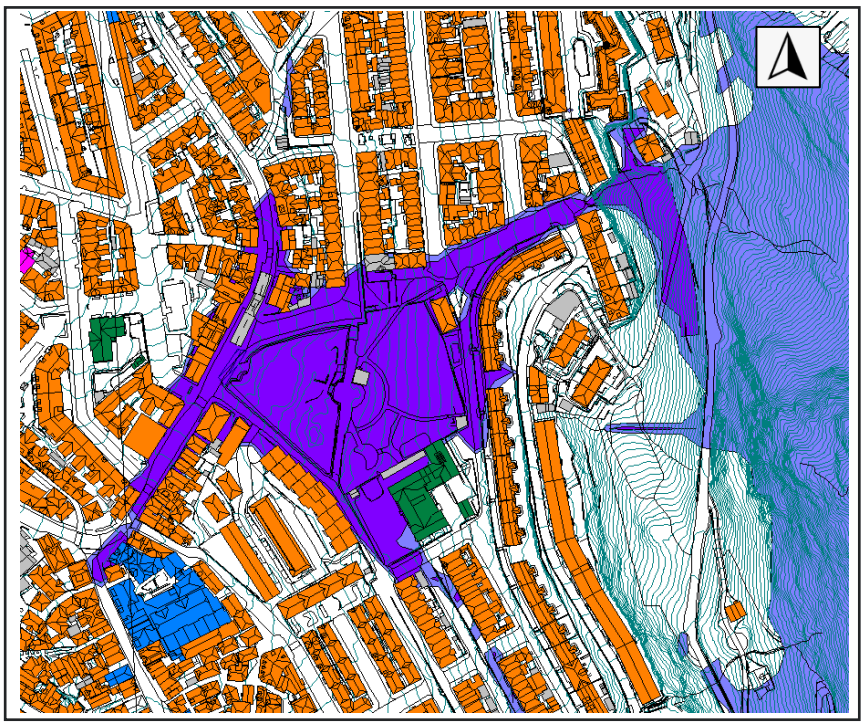
Støyende arbeid Fredens bolig	Støykilde	Antall maskiner/ støykilder	Driftstid på hver maskin dag, kveld og natt	Lydeffekt under drift, per støykilde Lw [dBA]	Høyde kilde i meter over terreng
Utkjøring av masser fra anleggstunnel til overordnet veinett	Lastebil	1	Dag og kveld: 4 turer/time (t/r) Ingen arbeider på natt	112	2
Etablering av byggegrop/ forskjæring	Boring/sprenging ved oppstart anleggstunnel	1 borerigg 1 gravemaskin	Dag og kveld: 50% Ingen arbeider på natt	124 114	1 3
Spunting	Vibrolodd	1	60 %	121 - 125	4

Beregningsresultater

Støysonekart for dag og kveld for arbeid som inkluderer forboring ved Fredens bolig er vist i figur 6-4 nedenfor. Støysonekart for perioden med spunting er vist i figur 6-5. Grenseverdier for både dag og kveld vil overskrides både for arbeid med forboring og med spunting. Grovt sett vil det være boliger med utsikt til anleggsområdet som vil være støyutsatt. Det er ingen støyende aktiviteter på natt.



Figur 6-4: Støynivåer fra anleggsarbeid inkl. forboring ved Fredens bolig. Beregningshøyde 4 m.o.t. Mørk lilla farge viser støynivå Ld > 60 dB, Lys lilla farge viser støysone Le > 55 dB



Figur 6-5: Støynivåer fra anleggsarbeid inkl. spunting ved Fredens bolig. Beregningshøyde 4 m.o.t. Mørk lilla farge viser støynivå Ld > 60 dB, Lys lilla farge viser støysone Le > 55 dB.

6.3.5 Beregningssituasjon 5 – Etablering av påhugg Heggebakken

Anleggsaktivitet

Det vil pågå langvarige arbeider i forbindelse med etablering av påhugg/portal ved Heggebakken der Bybanen vil gå inn i tunnel fra sentrumsiden. Arbeidene deles inn i faser, der det i deler av fasene vil pågå støyende arbeider og der det i andre deler av fasene vil pågå lite støyende arbeider. Antatt total varighet av arbeidene er noe over 3 år. I hver fase er det forskjellige situasjoner med støyende arbeid. For støyberegningene er det valgt ut de situasjonene der det antas å være mest støyende arbeid og/eller som forventes å være representative for hele anleggsperioden hvor det pågår støyende arbeider.

Det er utført støysimuleringer for følgende situasjoner:

- Situasjon A: Riving av katedralskolen
- Situasjon B: spuntarbeid for byggegrop,
- Situasjon C: utgraving byggegrop

Forventet støyende aktivitet i de tre situasjonene er vist i tabell 6-7 - tabell 6-9.

Tabell 6-7: Forventet støyende aktivitet som er brukt i kartlegging av støyutbredelse på dag, kveld og natt i forbindelse med riving av katedralskolen.

Støyende arbeid Situasjon A Riving katedralskolen	Støykilde	Antall maskiner/ støykilder	Driftstid på hver maskin dag, kveld og natt	Lydeffekt under drift, per støykilde Lw [dBA]	Høyde kilde i meter over terreng
Riving av bygg	Gravemaskin med betongsaks*	1	80%	108	5
	Gravemaskin med pigghammer*	1	50 %	122	5
Bortfrakting av bygningsmasser til overordnet veinett	Lastebil	1	Dag og kveld: 15 % Ingen arbeider på natt	108	2

*) Støykilde fordelt på motor på gravemaskin på bakkeplan og høyere opp på bygning.

Tabell 6-8: Forventet støyende aktivitet som er brukt i kartlegging av støyutbredelse på dag, kveld og natt i forbindelse med spuntarbeid for byggegrop.

Støyende arbeid Situasjon B Spuntarbeid for byggegrop	Støykilde	Antall maskiner/ støykilder	Driftstid på hver maskin dag, kveld og natt	Lydeffekt under drift, per støykilde Lw [dBA]	Høyde kilde i meter over terreng
Spuntarbeid ved byggegrop, rørspunt	Borerigg	1	Dag og kveld: 50 % Ingen arbeider på natt	118	0-8

Tabell 6-9: Forventet støyende aktivitet som er brukt i kartlegging av støyutbredelse på dag, kveld og natt i forbindelse med utgraving av byggegrop.

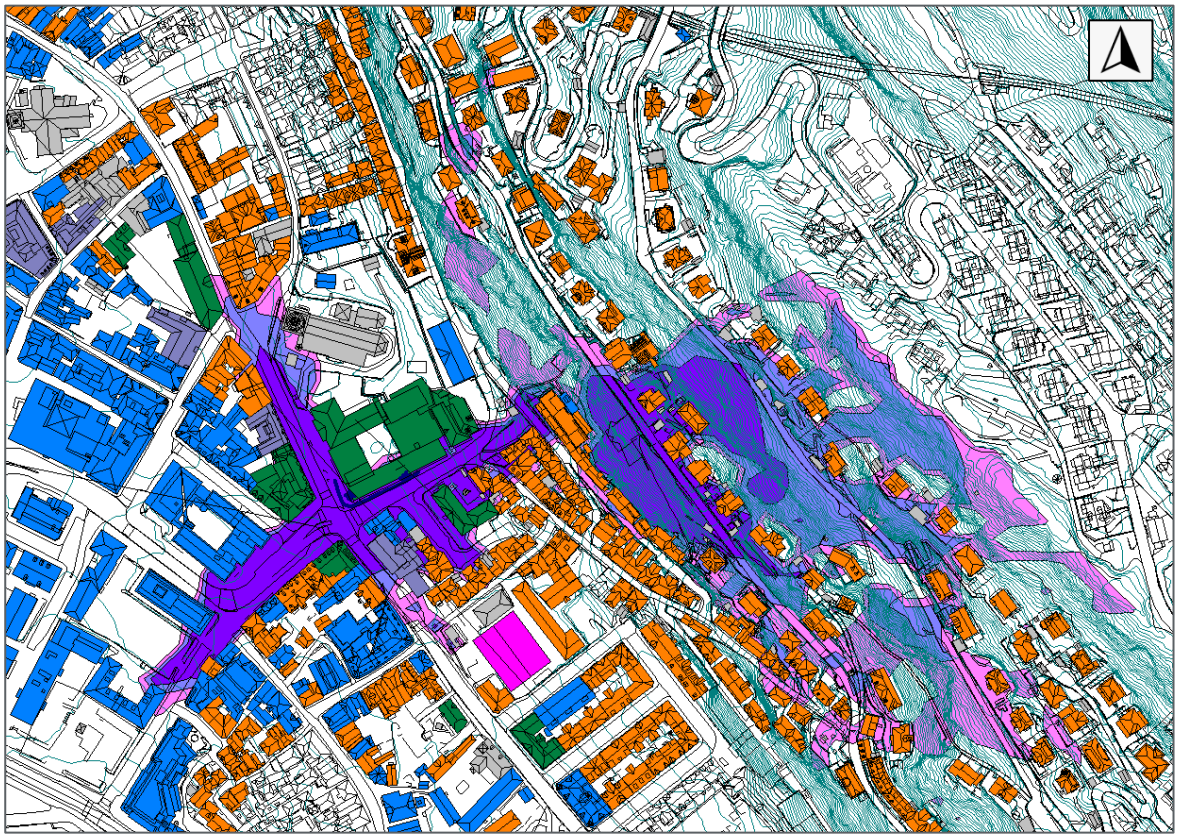
Støyende arbeid Situasjon C Utgraving av byggegrop	Støykilde	Antall maskiner/ støykilder	Driftstid på hver maskin dag, kveld og natt	Lydeffekt under drift, per støykilde Lw [dBA]	Høyde kilde i meter over terreng
Boring for sprengning og utlasting av berg	Borerigg Gravemaskin (stein)	1 2	Dag og kveld: 50% Ingen arbeider på natt	124 114	1 3
Utkjøring av bergmasser fra byggegrop til overordnet veinett	Lastebil	1	Dag og kveld: 15 % Ingen arbeider på natt	108	2

Beregningsresultater

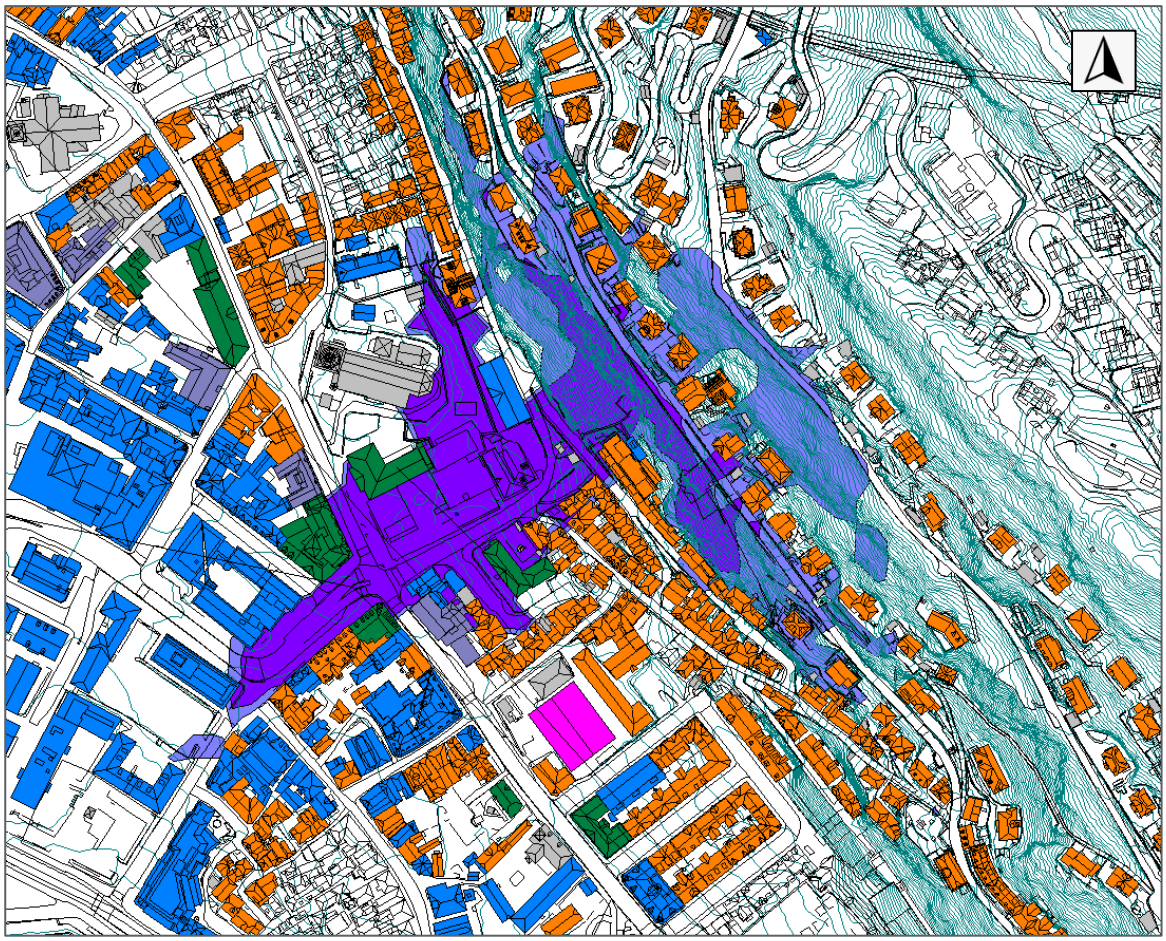
Støykart for dag og kveld for arbeid som inkluderer riving av katedralskolen er vist i figur 6-6 nedenfor. Støykart for perioden med rørspunt er vist i figur 6-7 og støykart for utgraving av bergmasser i byggegrop, inkludert bergboring er vist i figur 6-8. Grenseverdier for både dag og kveld vil overskrides for arbeid i alle

tre beregnede situasjoner. Piggearbeider i forbindelse med riving av katedralskolen er forventet å ha impulslydkarakter, noe som medfører 5 dB skjerping av grenseverdiene oppgitt i tabell 6-1 og tabell 6-2. Det vil si at flere boligbygg vil bli utsatt for støy over grenseverdi på dager hvor det pågår pigging eller andre arbeider med impulslydkarakter.

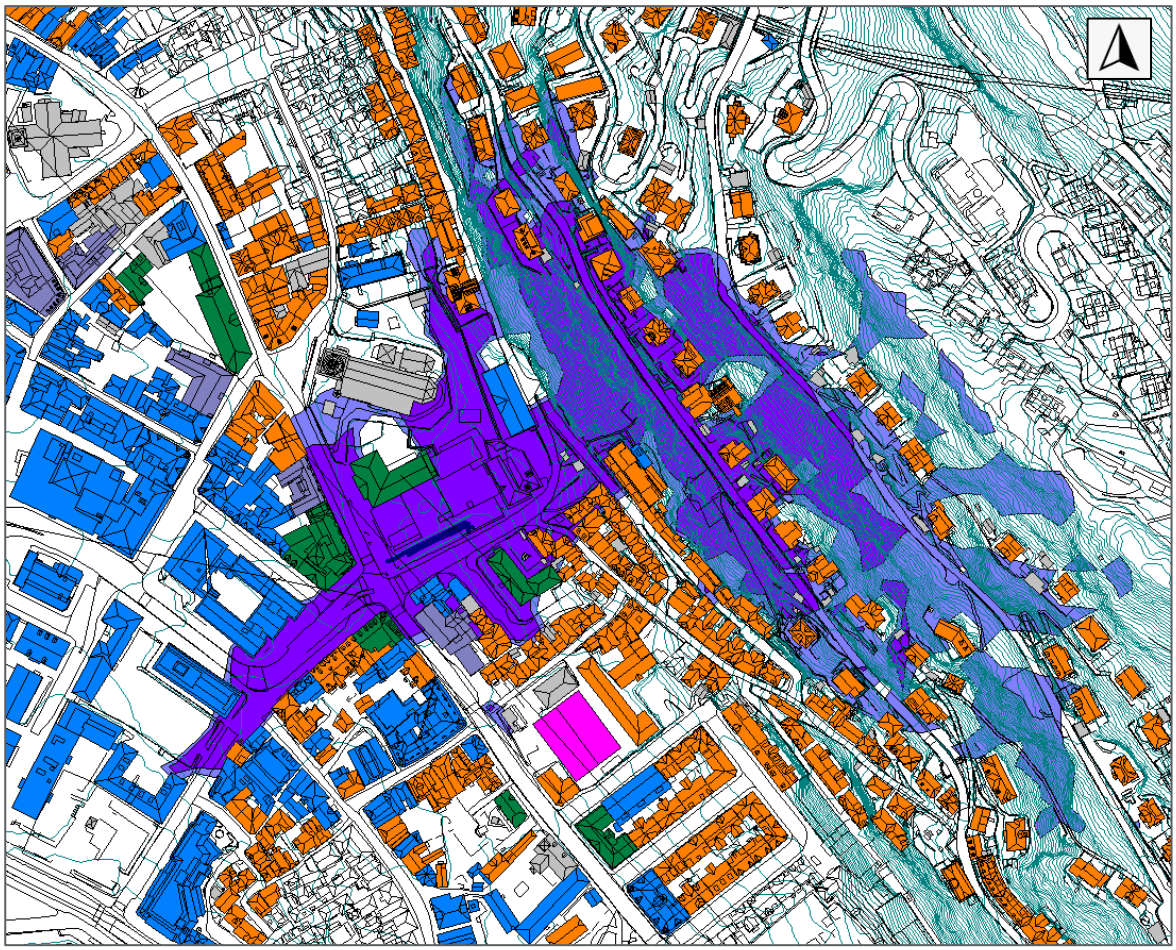
Det er ikke planlagt støyende aktiviteter på natt.



Figur 6-6: Støynivåer fra anleggsarbeid inkl. riving av katedralskolen. Beregningshøyde 4 m.o.t. Lys lilla farge viser støynivå Ld > 55 dB, rosa farge viser støysone Le > 50 dB. Grenseverdiene er skjerpet 5 dB som følge av impulslyd.



Figur 6-7: Støynivåer fra anleggsarbeid inkl. rørspunt ved byggegrop. Beregningshøyde 4 m.o.t. Beregningshøyde 4 m.o.t. Mørk lilla farge viser støynivå Ld > 60 dB, lys lilla farge viser støysone Le > 55 dB.



Figur 6-8: Støynivåer fra anleggsarbeid inkl. utgraving av bergmasser i byggegrop. Beregningshøyde 4 m.o.t. Beregningshøyde 4 m.o.t. Mørk lilla farge viser støynivå Ld > 60 dB, lys lilla farge viser støysone Le > 55 dB.

6.3.6 Beregningssituasjon 6 – Etablering av påhugg Sjøgaten

Anleggsaktivitet

Det vil pågå langvarige arbeider i forbindelse med etablering av påhugg/portal ved Sjøgata der Bybanen vil gå inn i tunnel fra Sandvikensiden. Arbeidene deles inn i faser, der det i deler av fasene vil pågå støyende arbeider og der det i andre deler av fasene vil pågå lite støyende arbeider. I hver fase er det forskjellige situasjoner med støyende arbeid. For støyberegningene er det valgt ut de situasjonene der det antas å være mest støyende arbeid.

Det er utført støysimuleringer for følgende situasjoner:

- Situasjon A: Riving av blokker i Ladegårdsveien 64-76. Varighet ca. 2 måneder.
- Situasjon B: Spunting og arbeid med VA-ledninger. Varighet ca. 4 måneder.
- Situasjon C i) og ii) *): Utgraving av byggegrop, inkludert spuntearbeid (C i) og forboring for sprenging (C ii). Varighet ca. 3 måneder.

*) For denne situasjonen er det utført to støysimuleringer, én med spuntearbeid og én med forboring for sprenging.

I etterkant av disse arbeidene vil det bli diverse arbeid knyttet til ferdigstilling og reetablering av gatemiljø. Dette er kortvarige og mindre støyende arbeider.

Forventet støyende aktivitet i de tre situasjonene er vist i tabell 6-10 - tabell 6-12.

Tabell 6-10: Forventet støyende aktivitet som er brukt i kartlegging av støyutbredelse på dag, kveld og natt i forbindelse med riving av blokker i Ladegårdsveien.

Støyende arbeid Situasjon A Riving	Støykilde	Antall maskiner/ støykilder	Driftstid på hver maskin dag, kveld og natt	Lydeffekt under drift, per støykilde Lw [dBA]	Høyde kilde i meter over terreng
Riving av bygg	Gravemaskin med betongsaks*	1	80%	108	12
	Gravemaskin med pigghammer*	1	50 %	122	12
Bortfrakting av bygningsmasser til overordnet veinett	Lastebil	1	15 % Ingen arbeider på natt	108	2

*) Støykilde fordelt på motor på gravemaskin på bakkeplan og høyere opp på bygning.

Tabell 6-11: Forventet støyende aktivitet som er brukt i kartlegging av støyutbredelse på dag, kveld og natt i forbindelse med spuntarbeid for byggegrop.

Støyende arbeid Situasjon B Spuntarbeid for byggegrop	Støykilde	Antall maskiner/ støykilder	Driftstid på hver maskin dag, kveld og natt	Lydeffekt under drift, per støykilde Lw [dBA]	Høyde kilde i meter over terreng
Spuntarbeid ved byggegrop, rørspunt	Borerigg	1	Dag og kveld: 50 % Ingen arbeider på natt	118	0-10
	Gravemaskin	1	60%	114	3

Tabell 6-12: Forventet støyende aktivitet som er brukt i kartlegging av støyutbredelse på dag, kveld og natt i forbindelse med utgraving av byggegrop.

Støyende arbeid Situasjon C i) og ii) Utgraving av byggegrop	Støykilde	Antall maskiner/ støykilder	Driftstid på hver maskin dag, kveld og natt	Lydeffekt under drift, per støykilde Lw [dBA]	Høyde kilde i meter over terreng
Spuntarbeid ved byggegrop, rørspunt Kun C i)	Borerigg	1	Dag og kveld: 50 % Ingen arbeider på natt	118	0-10
Boring for sprengning og utlasting av berg Kun C ii)	Borerigg	1	Dag og kveld: 50% Ingen arbeider på natt	124	1
	Gravemaskin (stein)	2	Dag og kveld: 50% Ingen arbeider på natt	114	3
Utkjøring av bergmasser fra byggegrop til overordnet veinett	Lastebil	1	Dag og kveld: 15 % Ingen arbeider på natt	108	2

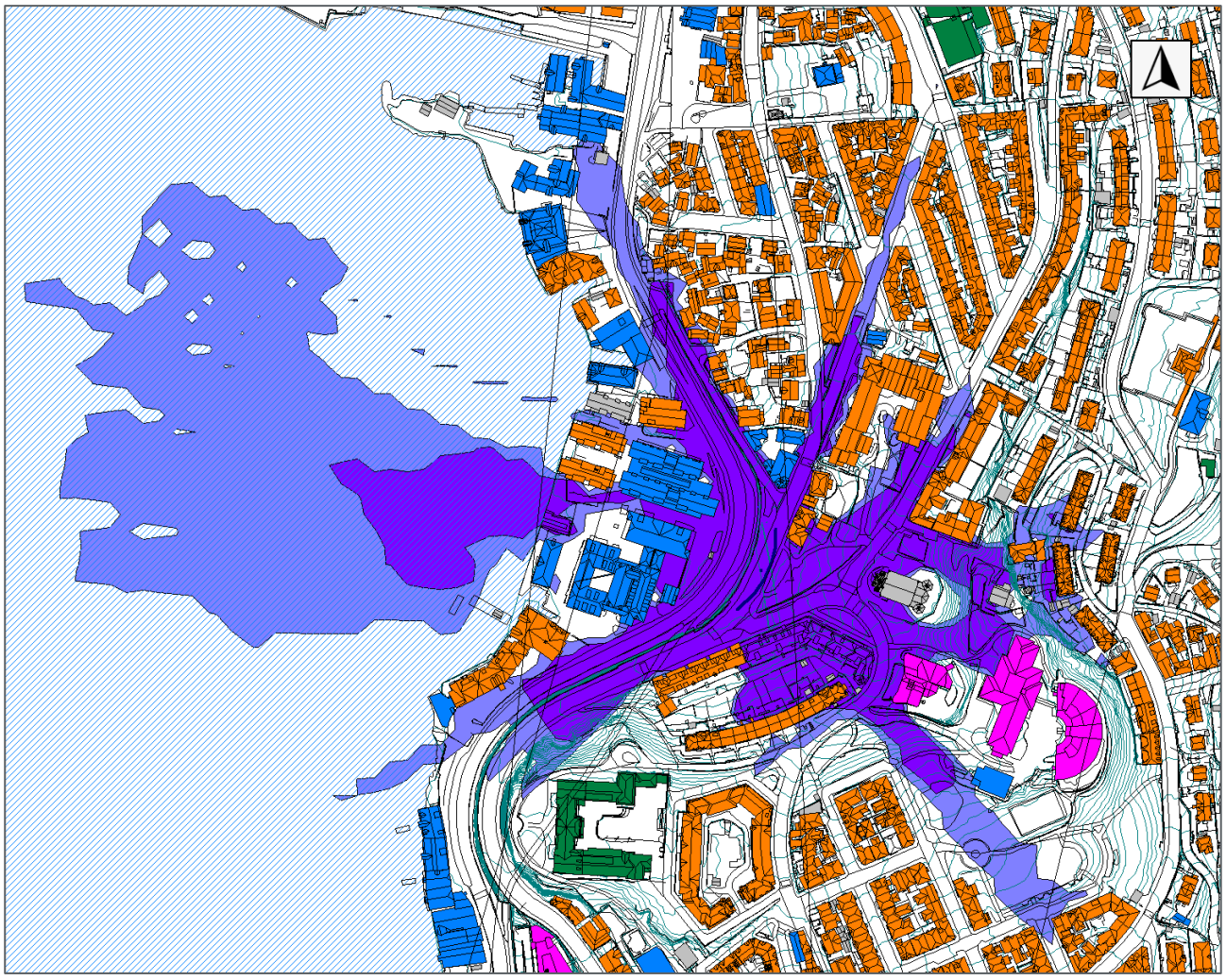
Beregningsresultater

Støykart for dag og kveld for arbeid som inkluderer riving av blokk i Ladegårdsveien er vist i figur 6-9 nedenfor. Støykart for perioden med rørspunt er vist i figur 6-10. Støykart for spunting ifm. utgraving av byggegrop er vist i figur 6-11 og støykart for utgraving av bergmasser i byggegrop, inkludert bergboring er vist i figur 6-12. Grenseverdier for både dag og kveld vil overskrides for arbeid i alle de simulerte situasjonene. Høyest støynivå og størst utbredelse av støy over grenseverdi er forventet i forbindelse med riving av blokk i Ladegårdsveien og utgraving i byggegrop, inkludert spuntearbeider. Merk at støy fra selve sprengningen inngår ikke i støyberegningen, i henhold til vanlig praksis. Piggearbeider i forbindelse med riving av blokk i Ladegårdsveien er forventet å ha impulslydkarakter, noe som medfører 5 dB skjerping av grenseverdiene oppgitt i tabell 6-1 og tabell 6-2. Det vil si at flere boligbygg vil bli utsatt for støy over grenseverdi på dager hvor det pågår pigging eller andre arbeider med impulslydkarakter.

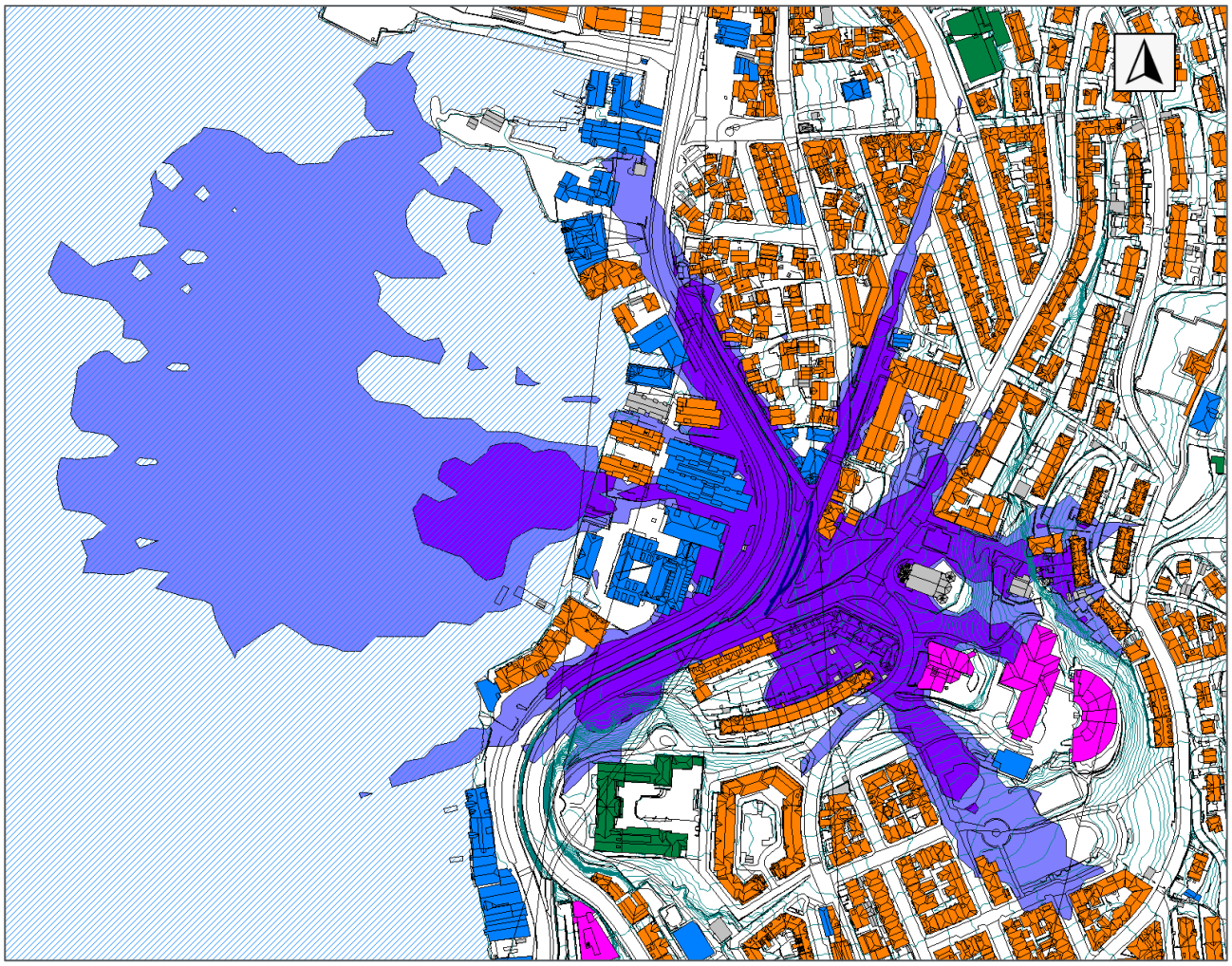
Det er ikke planlagt støyende aktiviteter på natt.



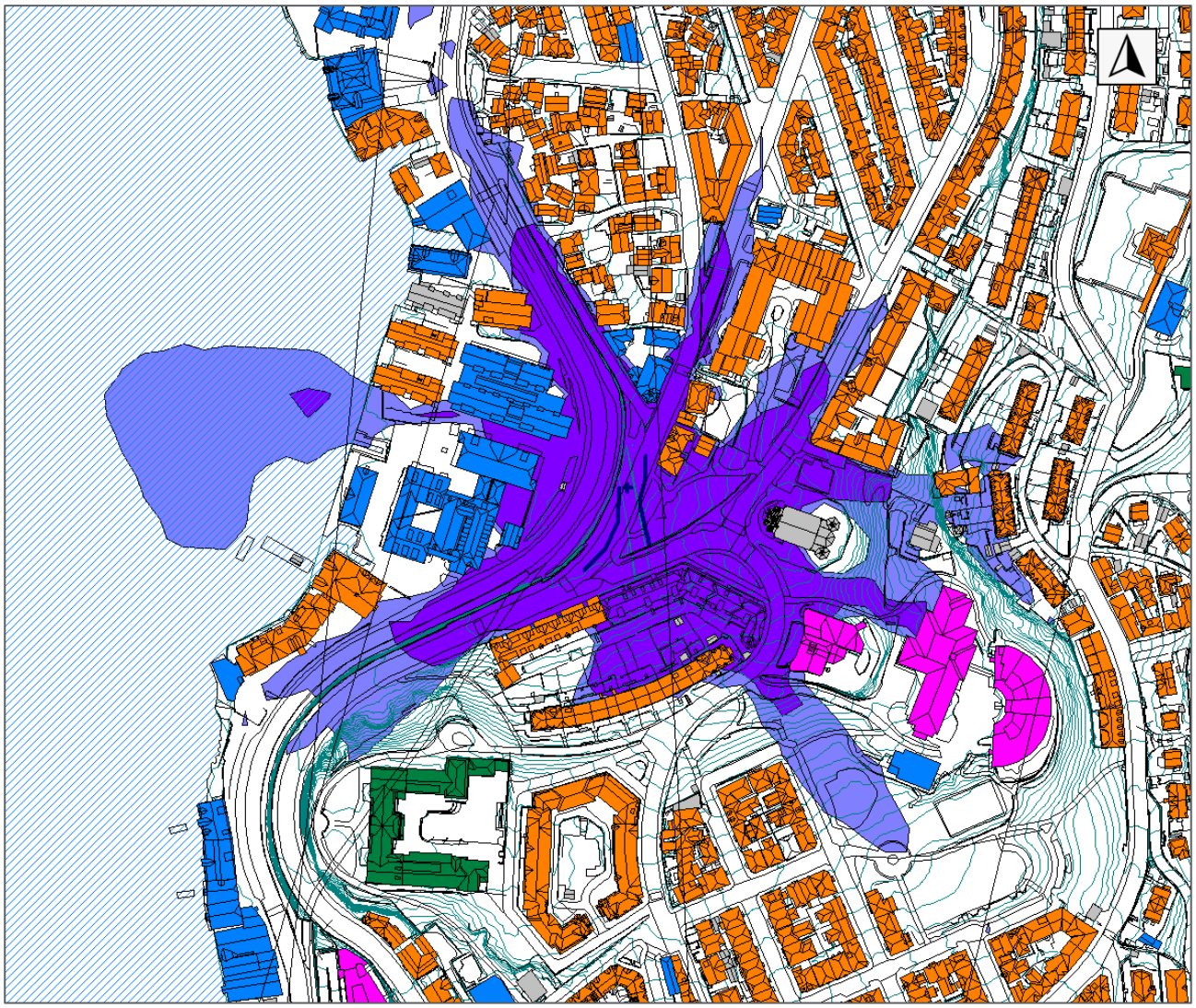
Figur 6-9: Støynivåer fra anleggsarbeid inkl. riving av blokk i Ladegårdsveien. Beregningshøyde 4 m.o.t. Lys lilla farge viser støynivå Ld > 55 dB, rosa farge viser støysone Le > 50 dB. Grenseverdiene er skjerpet 5 dB som følge av impulslyd.



Figur 6-10: Støynivåer fra anleggsarbeid inkl. rørspunt ved byggegrop. Beregningshøyde 4 m.o.t. Beregningshøyde 4 m.o.t. Mørk lilla farge viser støynivå Ld > 60 dB, lys lilla farge viser støysone Le > 55 dB.



Figur 6-11: Støynivåer fra utgraving av byggegrop inkludert spuntearbeider. Beregningshøyde 4 m.o.t. Beregningshøyde 4 m.o.t. Mørk lilla farge viser støynivå Ld > 60 dB, lys lilla farge viser støysone Le > 55 dB.



Figur 6-12: Støynivåer fra utgraving av byggegrop inkl. forboring. Beregningshøyde 4 m.o.t. Beregningshøyde 4 m.o.t. Mørk lilla farge viser støynivå Ld > 60 dB, lys lilla farge viser støysone Le > 55 dB.

6.3.7 Beregningssituasjon 7 – Etablering av påhugg Munkebotn

Anleggsaktivitet

Det vil pågå langvarige arbeider i forbindelse med etablering av påhugg/portal i Munkebotn der Bybanen vil gå inn i tunnel nordover fra Sandviken. Arbeidene deles inn i faser, der det i deler av fasene vil pågå støyende arbeider og der det i andre deler av fasene vil pågå lite støyende arbeider. I hver fase er det forskjellige situasjoner med støyende arbeid. For støyberegningene er det valgt ut de situasjonene der det antas å være mest støyende arbeid.

Det er utført støysimuleringer for følgende situasjoner:

- Situasjon A: Riving av blokker i Amalie Skrams vei 54-64. Varighet ca. 3 måneder.
- Situasjon B: Utgraving av byggegrop; Graving, boring, sprengning, utlasting. Varighet ca. 6 måneder.
- Situasjon C: Tunneldriving. Varighet ca. 10 måneder.

I etterkant av disse arbeidene vil det bli diverse arbeid knyttet til ferdigstilling og reetablering av gatemiljø. Dette er kortvarige og mindre støyende arbeider.

Forventet støyende aktivitet i de fire situasjonene er vist i tabell 6-13 -tabell 6-15.

Tabell 6-13: Forventet støyende aktivitet som er brukt i kartlegging av støyutbredelse på dag, kveld og natt i forbindelse med riving av blokker i Ladegårdsveien.

Støyende arbeid Situasjon A Riving	Støykilde	Antall maskiner/ støykilder	Driftstid på hver maskin dag, kveld og natt	Lydeffekt under drift, per støykilde Lw [dBA]	Høyde kilde i meter over terreng
Riving av bygg	Gravemaskin med betongsaks*	1	80%	108	8
	Gravemaskin med pigghammer*	1	50 %	122	8
Bortfrakting av bygningsmasser til overordnet veinett	Lastebil	1	15 % Ingen arbeider på natt	108	2

*) Støykilde fordelt på motor på gravemaskin på bakkeplan og høyere opp på bygning.

Tabell 6-14: Forventet støyende aktivitet som er brukt i kartlegging av støyutbredelse på dag, kveld og natt i forbindelse med utgraving av byggegrop inkludert boring.

Støyende arbeid Situasjon B Utgraving byggegrop	Støykilde	Antall maskiner/ støykilder	Driftstid på hver maskin dag, kveld og natt	Lydeffekt under drift, per støykilde Lw [dBA]	Høyde kilde i meter over terreng
Boring for sprengning og utlasting av berg	Borerigg	1	Dag og kveld: 50% Ingen arbeider på natt	124	1
	Gravemaskin (stein)	2	Dag og kveld: 50% Ingen arbeider på natt	114	3
Utkjøring av bergmasser fra byggegrop til overordnet veinett	Lastebil	1	Dag og kveld: 15 % Ingen arbeider på natt	108	2

Tabell 6-15: Forventet støyende aktivitet som er brukt i kartlegging av støyutbredelse på dag, kveld og natt i forbindelse med tunneldriving.

Støyende arbeid Situasjon C Tunneldriving	Støykilde	Antall maskiner/ støykilder	Driftstid på hver maskin dag, kveld og natt	Lydeffekt under drift, per støykilde Lw [dBA]	Høyde kilde i meter over terreng
Utkjøring av masser fra anleggstunnel til overordnet veinett	Lastebil	1	Dag og kveld: 3 turer/time (t/r) Ingen arbeider på natt	112	2
Ventilering av tunnel	Tunnelvifte ved anleggstunnel	2	Dag, kveld og natt: 100%	92*	5**

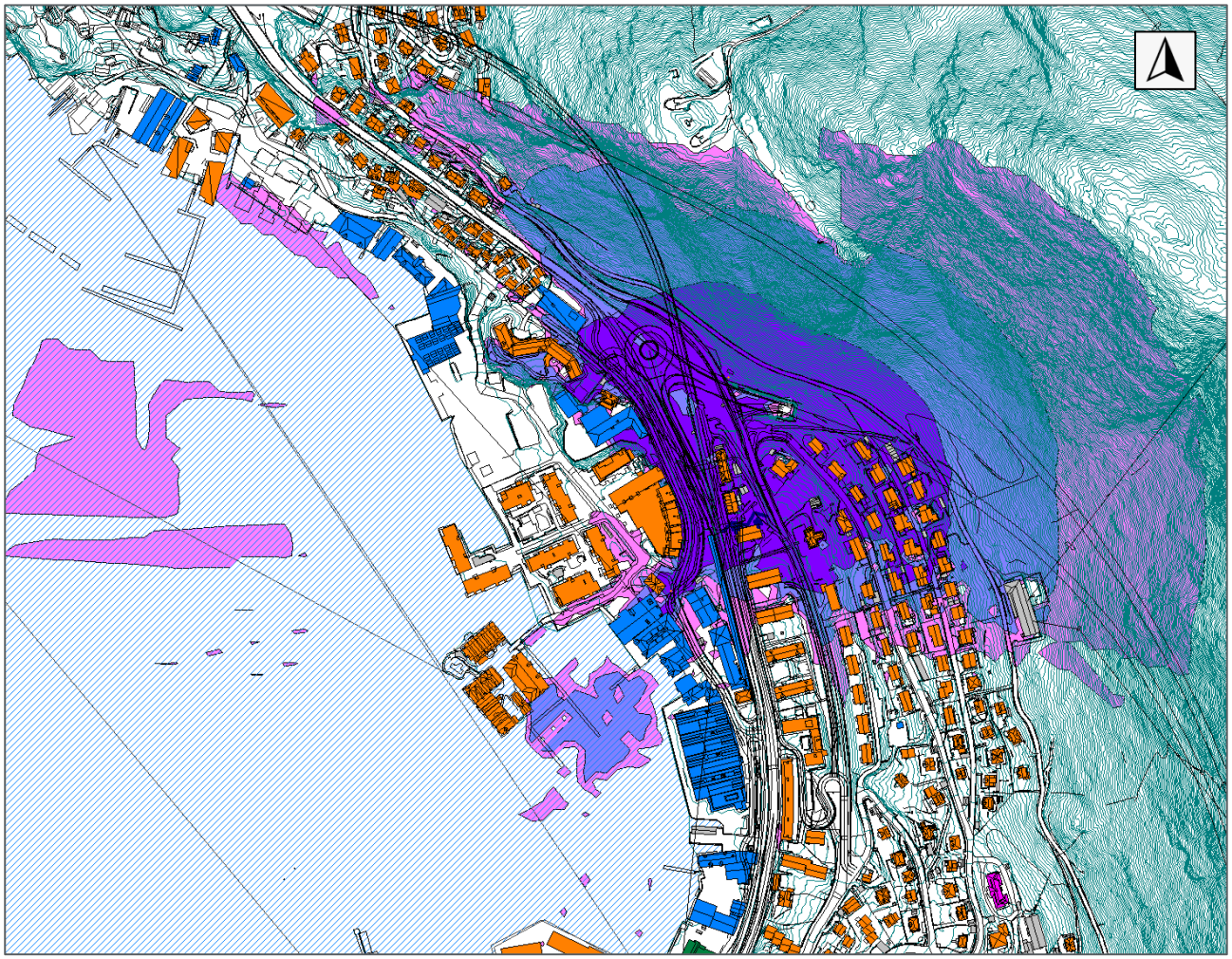
**) Forutsatt støydempet vifte innebygget i container.*

***) Høyden er relativ til veibanen inn i anleggstunnelen*

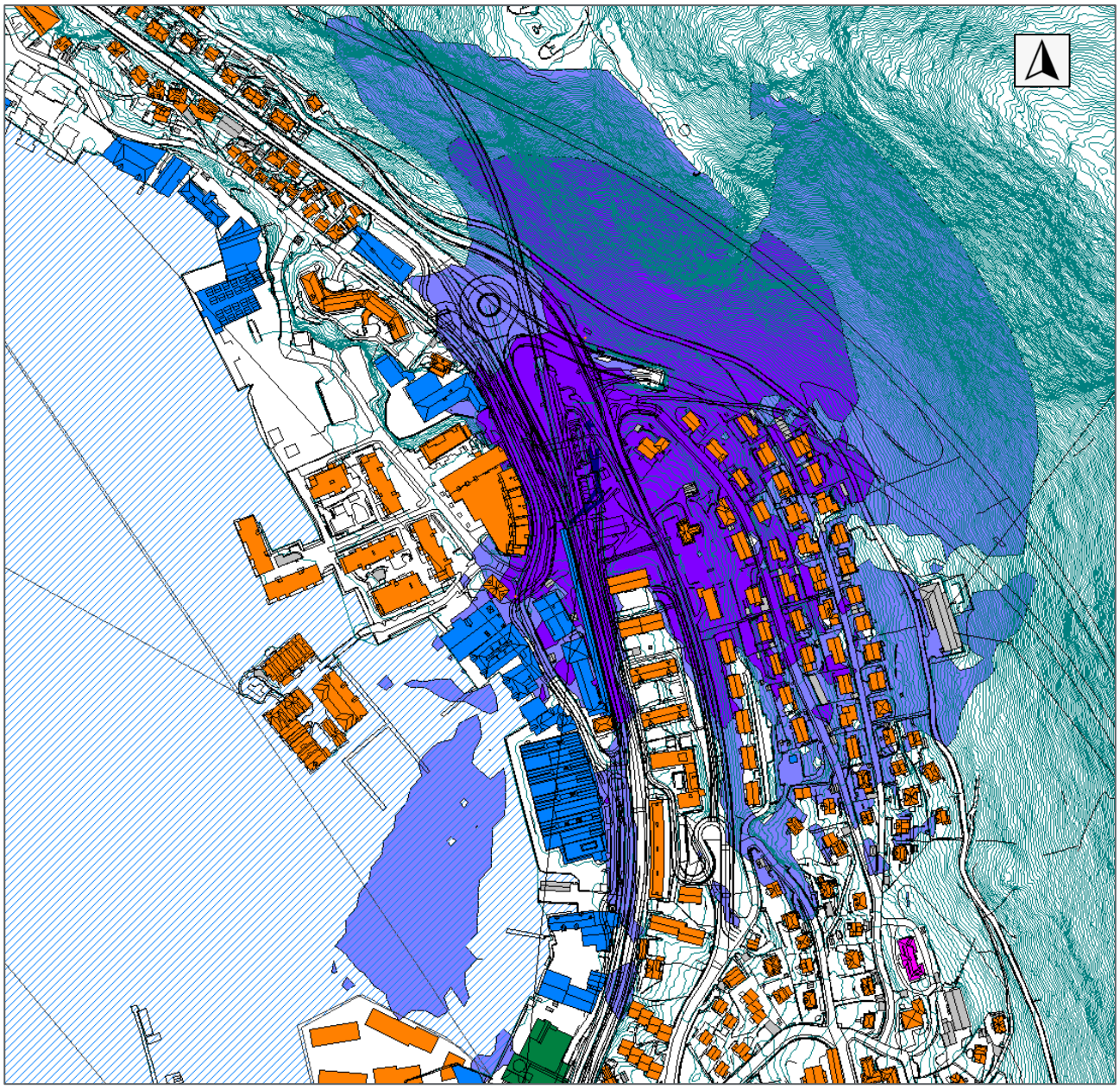
Beregningsresultater

Støykart for dag og kveld for arbeid som inkluderer riving av blokker i Amalie Skrams vei er vist i figur 6-13 nedenfor. Støykart for utgraving av byggegrop er vist i figur 6-14. Støykart for tunneldriving er vist i figur 6-15 og Figur 6-16. Grenseverdier for både dag og kveld vil overskrides for arbeid i alle de simulerte situasjonene. Støynivå fra tunneldriving nattestid (luftevifter) er over grenseverdi ved ett boligbygg. Høyest støynivå og størst utbredelse av støy over grenseverdi er forventet i forbindelse med riving av blokker i Amalie Skrams vei og utgraving av bergmasser i byggegrop. Merk at støy fra selve sprengningen inngår ikke i støyberegningen, i henhold til vanlig praksis. Piggearbeider i forbindelse med riving blokk i Amalie Skrams vei er forventet å ha impulslydkarakter, noe som medfører 5 dB skjerping av grenseverdiene oppgitt i tabell 6-1 og tabell 6-2. Det vil si at flere boligbygg vil bli utsatt for støy over grenseverdi på dager hvor det pågår pigging eller andre arbeider med impulslydkarakter.

Det er ikke planlagt støyende aktiviteter på natt.



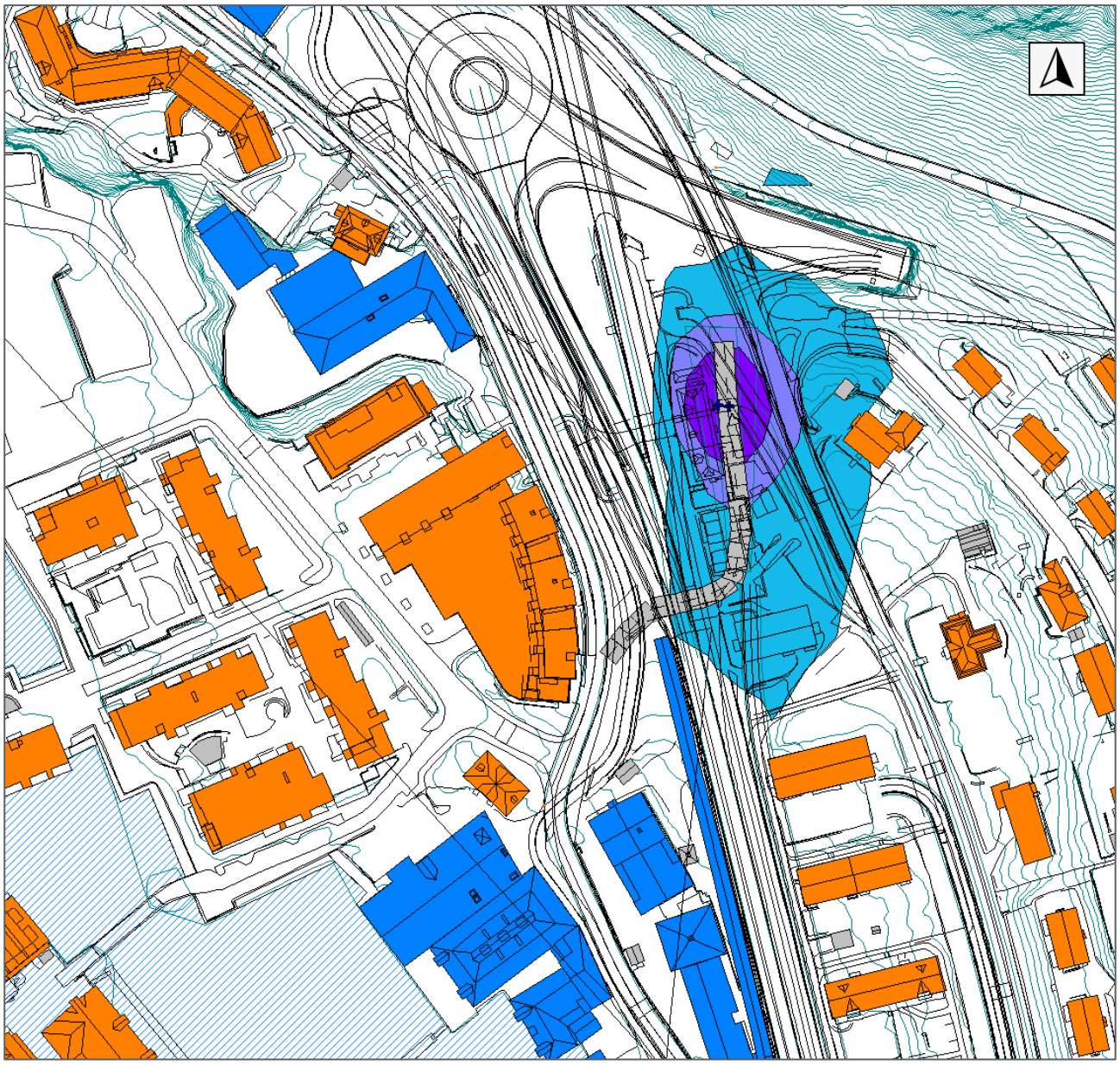
Figur 6-13: Støynivåer fra anleggsarbeid inkl. riving av blokker i Amalie Skrams vei. Beregningshøyde 4 m.o.t. Lys lilla farge viser støynivå Ld > 55 dB, rosa farge viser støysone Le > 50 dB. Grenseverdiene er skjerpet 5 dB som følge av impulslyd.



Figur 6-14: Støynivåer fra anleggsarbeid inkl. rørspunt ved byggegrop. Beregningshøyde 4 m.o.t. Beregningshøyde 4 m.o.t. Mørk lilla farge viser støynivå Ld > 60 dB, lys lilla farge viser støysone Le > 55 dB.



Figur 6-15: Støynivåer fra Tunneldriving. Beregningshøyde 4 m.o.t. Beregningshøyde 4 m.o.t. Mørk lilla farge viser støynivå Ld > 60 dB, lys lilla farge viser støysone Le > 55 dB.



Figur 6-16: Støynivåer fra Tunneldriving nattestid. Beregningshøyde 4 m.o.t. Beregningshøyde 4 m.o.t. Blå farge viser støysone Ln > 45 dB.

6.4 Videre vurderinger og mulige avbøtende tiltak

Støyberegningene presentert i avsnittene over viser at noen boliger forventes å kunne bli utsatt for støy over grenseverdi i anleggsperioden. Det må utføres mer detaljerte støyberegninger i forbindelse med bygging når entreprenør er valgt og har planlagt arbeidene mer i detalj. Det er entreprenørs ansvar å ivareta støyforholdene og iverksette avbøtende tiltak etter behov. Mulige aktuelle tiltak for å redusere støy i anleggsperioden er oppgitt under.

6.4.1 Støyskjerming

Aktuelle avbøtende tiltak kan typisk være å etablere midlertidig støyskjerming. Skjermingen kan oppnås på flere måter, for eksempel ved hjelp av tette gjerder eller kontainere. For at skjermingstiltakene skal ha god virkning må de ha en flatemasse på ca. 15 kg/m2 og plasseres slik at siktlinje mellom støykilde og mottaker brytes.

For anleggsarbeidet ved Koengen vil en støyskjerm med høyde 2,0 m langs trapp over tunnelåpning ha en relativt god effekt for vest- og nordvendte boliger i Nye Sandviksveien 20. Dette gjelder primært i oppstartsfasen, men vil også ha en effekt for støy fra tunnelvifter nattestid i senere faser.

For anleggsarbeidet i Heggebakken vil en støyskjerm med høyde 2-3 m langs byggegropen kunne ha god effekt for nabobebyggelsen. Dette gjelder primært for arbeider i forbindelse med utgraving av byggegrop, som pågår nærme bakken.

6.4.2 Regulering av driftstid

Et annet tiltak for å redusere støyplage vil være å utføre de mest støyende aktivitetene innen normal arbeidstid på dagtid, når folk flest er på jobb mellom kl. 08-16.

6.4.3 Tilby beboere/naboer alternativt oppholdssted

I periodene hvor det ventes høye støynivåer kan et avbøtende tiltak være å tilby beboere alternativt oppholdssted på hotell eller lignende. Dette kan være særlig aktuelt for naboer som er hjemmeværende eller som jobber turnus.

6.4.4 Dispensasjonssøknad og varsling

Ved planlegging av anleggsarbeidet bør entreprenør avklare om det er perioder eller arbeidsprosesser som vil kreve dispensasjonssøknad og gi føringer på hvordan dette kan løses.

Det er en god regel å alltid sende ut varselbrev til alle eiere av nærliggende boliger, skole og eventuelt annen støyfølsom bebyggelsene som befinner seg i området. Dette er spesielt viktig med hensyn på naboer hvor det forventes overskridelser av støynivå. Ulemper som berørte naboer opplever ved bygg- og anleggsaktiviteter, kan ofte reduseres ved at anleggsansvarlig har en åpen dialog med naboer og lokale myndigheter. Fremdriften glir lettere når alle parter vet hva som er i vente, spesielt når bransjen kan vise til et allment og godt dokumentert beslutningsgrunnlag. Det anbefales derfor at beboerne i nabobebyggelsen varsles om arbeidet før dette starter. Hva varslingen bør inneholde er godt beskrevet i kapittel 6.3 i "Retningslinje for behandling av støy i arealplanlegging" T-1442/2021 og i dens veileder M-2061 (Miljødirektoratet, 2021) for beskrivelse av varslingsrutiner ved overskridelse av støygrense.

7 Oversikt støysonekart

Støysonekart er presentert i egne tegninger. I tabell 7-1 vises en oversikt over tegningsnummer og navn på de ulike støysonekartene.

Tabell 7-1: Oversikt over tegningsnummer og støysonekart for de ulike beregningssituasjonene.

Tegningsnummer	Beskrivelse
BT5-T-B1-X-0001	Nullalternativ, sentrum
BT5-T-B1-X-0002	Støy fra utbygget bane, sentrum
BT5-T-B1-X-0003	Samlet støy fra vei og bane, utbygget situasjon, sentrum
BT5-T-B2-X-0001	Nullalternativ, tunnelstrekning
BT5-T-B2-X-0002	Støy fra vei, utbygget situasjon, tunnelstrekning
BT5-T-B3-X-0001	Nullalternativ, Sandviken
BT5-T-B3-X-0002	Støy fra utbygget bane, Sandviken
BT5-T-B3-X-0003	Samlet støy fra vei og bane, utbygget situasjon, Sandviken

8 Referanser

Bergen kommune. (Vedtatt 31.05.2023). *Reguleringsplan, detaljregulering for: Bybanen fra sentrum til Åsane, Delstrekning 1, Kaigaten-Sandbrogaten Nasjonal arealplan-ID 4601_65800000.*

Brekke & Strand Akustikk AS. (23.08.2006). *Bergen Bybane. Ground borne noise from embedded tracks.*

Brekke & Strand Akustikk AS. (24.04.2007). *Bybanen Sentrum – Nesttun. Byggeplan Spesifisering av ballastmatter. Notat nr. N-BS-0004. .*

Brekke & Strand Akustikk AS. (24.04.2027). *Bybanen Sentrum – Nesttun – Ettermålinger strukturstøy og vibrationer. Notat nr. N-BS-0006.*

Bybanen. (05.02.2019). *Teknisk regelverk for prosjektering og bygging.*

C.Madshus, B. B. (1995). *Prediction model for low frequency vibrations from high speed railways on soft ground. Journal of Sound and Vibration. (1996), 93(1),pp, 195-203.*

Miljødirektoratet. (2021). *M-2061 Veileder til retningslinje for behandling av støy i arealplanlegging.*

Miljøverndepartementet. (2011). *Nasjonale forventninger til regional og kommunal planlegging 2011-2014.* Oslo: Miljøverndepartementet.

NGI. (14.06.2022). *Bybanen i Bergen BT5 Sentrum – Åsane, Strukturlyd og vibrasjoner, 20180567-01-R.*

Norconsult Norge AS. (01.07.2026). *RA-B-015 Geoteknisk rapport, Plan ID 71720000. BERGENHUS. BYBANEN, DELSTREKNING KAIGATEN – SANDVIKEN, BT5 Bybanen til Åsane, Reguleringsplaner og teknisk forprosjekt Bybanen og hovedsykkelrute, Bergen sentrum–Sandviken.*

Norconsult Norge AS. (2026). *BT5 Bybane Sentrum-Sandviken: innsynsmodell i ISY-prosjekt.*

Norconsult Norge AS. (25.09.2026). *Plan og profil bane BT5 Bybane Sentrum- Sandviken: BT5-T-B1_C_0001, BT5-T-B2_C_0001, BT5-T-B3_C_0001, BT5-T-B3_C_0002.*

NS 8175. (2012). *Lydforhold i bygninger, Lydklasser for ulike bygningstyper.* Standard Norge.

SINTEF. (2019). *Metode for å vurdere støyplage ved eksponering til ulike kilder.*

T-1442. (2021). *Retningslinje for behandling av støy i arealplanlegging.* Klima- og miljødepartementet.

Vedlegg

- Vedlegg 1: Grunnlagsdata for veitrafikk for nullalternativ og utbygget situasjon.

Norconsult

Vedlegg 1

Grunnlagsdata for veitrafikk benyttet i støyberegninger

1 Grunnlagsdata for veitrafikk benyttet i støyberegninger

Det skal benyttes en trafikkprognose fremskrevet minst ti år frem i tid etter forventet ferdigstillelse av utbedringsprosjektet. År 2050 er valgt som prognoseår i dette prosjektet.

Tallsettet er satt opp på grunnlag uten tiltak for nullvekstmål. I nullalternativet er Bybanen og de trafikkomleggingene som er nødvendig for å etablere denne tatt ut, samtidig som bussfrekvensen er økt for å kunne gi et kollektivtilbud med tilsvarende kapasitet. Dette tallsettet blir kun benyttet for støyberegningene i prosjektet. Det er forutsatt at det ikke er personbiltrafikk på Torget og over Bryggen. Både i nullalternativet og i utbygget situasjon går det kun buss på Torget over Bryggen.

ÅDT, hastighet og tungtrafikkandeler som inngår i beregninger av veitrafikkstøy for nullalternativ og utbygget situasjon er vist i avsnittene under.

1.1 Trafikktall vei

ÅDT, hastighet og tungtrafikkandeler som inngår i beregninger av veitrafikkstøy for nullalternativ og utbygget situasjon i sentrum og i Sandviken er vist i tabell 1-1 under.

Tabell 1-1: Grunnlagsdata for veitrafikk for nullalternativ og utbygget situasjon. Prognoseår 2050.

Strekning	ÅDT Nullalternativ	ÅDT Utbygget situasjon	Hastighet Nullalt./ utbygget	Tungtrafikk-andel Nullalt./ utbygget
Kaigaten	800	800	30 km/t	100 %
Christies gate, fra Kaigaten til Småstrandgaten	2 100	1700	30 km/t	63/56 %
Allehelgens gate	750	350	30 km/t	100 %
Nygaten	750	350	30 km/t	100 %
Heggebakken	500	500	30 km/t	4 %
Kong Oscars gate, fra Bergen domkirke til Heggebakken	2 600	2 300	30 km/t	9 %
Kong Oscars gate, fra Heggebakken til Strømgaten	3 500	3 200	40 km/t	30/20 %
Småstrandgaten	2 200	1 000	30 km/t	90/75 %
Strandgaten	500	500	30 km/t	60 %
Strandkaien	500	500	30 km/t	60 %
Torget	2 600	1 200	30 km/t	80/55 %
Bryggen	2 600	950	30 km/t	80/75 %
Vetrilidsallmenningen	1 800	2 000	30 km/t	7/12 %
Øvregaten	1 800	2 000	30 km/t	7/12 %
Øvre Dreggsallmenningen og Bradbenken	1 200	1 300	30 km/t	43/40 %
Nye Sandviksveien, fra	1 700	1 700	30-40 km/t	17/18 %

Strekning	ÅDT Nullalternativ	ÅDT Utbygget situasjon	Hastighet Nullalt./ utbygget	Tungtrafikk-andel Nullalt./ utbygget
Øvregaten til Helgesens gate				
Nye Sandviksveien, fra Helgesens gate til Ladegårdsgaten	4 700	5 500	40 km/t	7/8 %
Sandviksveien, fra Ladegårdsgaten til Sjøgaten	7 900	8 900	40 km/t	4 %
Festningskaien	3 500	1 050	30 km/t	55/27 %
Bontelabo	4 000	1 500	30 km/t	50/24 %
Sjøgaten, fra Bontelabo til Gamle Slaktehuskaien	4 000	1 500	30 km/t	50/24 %
Sjøgaten, fra Gamle Slaktehuskaien til Sandviksveien	5 300	2 900	30-40 km/t	39/15 %
Sandviksveien (fv. 577), fra Sjøgaten til Sandviksveien (kommunalvei)	13 700	12 600	40 km/t	17/7 %
Sandviksveien (fv. 577) og Åsaneveien fra Sandviksveien (kommunalvei) til Munkebotntunnelen	16 100	13 900	40 km/t	17/6 %