

Oppdragsgiver
Bane NOR

Rapporttype
Støyutredning

Dato
12.09.2022

- | | |
|-------------------------------------|--|
| <input checked="" type="checkbox"/> | Akseptert |
| <input type="checkbox"/> | Akseptert m/kommentarer |
| <input type="checkbox"/> | Ikke akseptert / kommentert
Revider og send inn på nytt |
| <input type="checkbox"/> | Kun for informasjon |

Sign:

Siri Hollup Broholm, 13.09.2022
15:37:33

MARIENBORG – LADEMOEN, FUNKSJONELT DOBBELTSPOR

STØYNOTAT TIL REGULERINGSPLAN PÅ LADEMOEN



MARIENBORG – LADEMOEN, FUNKSJONELT DOBBELTSPO STØYNOTAT TIL REGULERINGSPLAN PÅ LADEMOEN

Oppdragsnavn **Marienburg – Lademoen, funksjonelt dobbeltspor**
Prosjekt nr. **1350046998**
Mottaker **Bane NOR**
Dokument type **Fagnotat støy**
Versjon **2**
Dato **12.09.2022**

Revisjon nr.	Dato	Utarbeidet	Kontrollert	Godkjent	Kommentar
0	30.06.2022	JFAA	FSS	MRRN	Første utgave
1	07.09.2022	JFAA	FSS	MRRN	Revidert referansealternativ med trafikk tall og togtyper tilsvarende 2016- situasjonen.
2	12.09.2022	JFAA	FSS	MRRN	Rettet etter kommentarer fra Bane NOR

Rambøll Norge AS
Kobbegate 2
7042 TRONDHEIM
T +47 73 84 10 00
www.ramboll.no

SAMMENDRAG

I forbindelse med jernbaneprosjektet Marienborg – Lademoen, funksjonelt dobbeltspor er det gjort vurderinger av støy og vibrasjoner i et område ved Lademoen stoppested i Trondheim kommune. Det er sammenlignet støynivåer før og etter kapasitetsutvidelse på jernbanen, og anbefalt en ny støyskjerm nord for spor, øst for ny bru over Strandveien, som erstatter den eksisterende skjermen som må rives. Med anbefalt langsgående støyskjerm er det funnet at 36 støyfølsomme bygninger er i gul eller rød støysone og bør vurderes for tiltaksutredning. Det må gjøres en vurdering av kost/nytte av tiltak og av prosjektporteføljens ambisjonsnivå når det gjelder støy for å avgjøre hvilke eiendommer som får tiltak mot støy. Totalt 9 boliger anbefales tiltaksutredning på grunn av ny sporveksel og at Strandveien 23, som i dagens situasjon skjermer for enkelte boligfasader rives. Basert på overordnede vurderinger av vibrasjoner i området anbefales det å vurdere behovet for vibrasjonsdempende tiltak der det gjøres endringer på spor eller bygges nytt spor. Det bør gjøres vibrasjonsmålinger i byggefasen for å avdekke nødvendig omfang av tiltak mot vibrasjoner. Når nye grunnlagsdata for jernbanen blir tilgjengelig kan det bli aktuelt å revidere støyberegningene på et senere tidspunkt i prosjekteringen.

INNHOOLD

SAMMENDRAG	3
1. INNLEDNING	5
2. MYNDIGHETSKRAV	6
2.1 Kommuneplanens arealdel	6
2.2 Utendørs støy - T-1442/2021	6
2.2.1 Generelt	6
2.2.2 Grenseverdier	7
2.2.3 Planlegging av samferdselsanlegg	8
2.3 Innendørs støy	8
2.4 Vibrasjoner	9
2.5 Strukturlyd	9
2.6 Støy fra bygg- og anleggsvirksomhet	9
3. BEREGNINGSMETODE OG GRUNNLAG	10
3.1 Beregningsmetode og inngangsparametere	10
3.2 Trafikktall jernbane	11
3.2.1 Togtyper og toglengder	11
3.2.2 Referansealternativet	12
3.2.3 Fremtidig situasjon	12
3.2.4 Hastighet	13
3.3 Trafikktall vegtrafikk	13
3.4 Sumstøyvurderinger	14
3.5 Støy fra tunnelmunninger	15
3.6 Støyende hendelser og beregningsmetodens nøyaktighet	15
4. RESULTATER OG DISKUSJON STØY	16
4.1 Referansealternativet	16
4.2 Fremtidig situasjon	17
4.3 Fremtidig situasjon med ny støyskjerm nord for spor	17
4.4 Sumstøy	18
4.5 Fasadenivåer og behov for vurdering av lokale tiltak	19
4.6 Vurdering av maksimalnivåer	22
5. VIBRASJONER OG STRUKTURLYD	23
5.1 Generelt	23
5.2 Grunnforhold	23
5.3 Resultater	24
6. KONKLUSJON	25
APPENDIKS A – GENERELT OM STØY OG DEFINISJONER	26
Miljø	26
Støy – en kort innføring	26
Definisjoner	27

1. INNLEDNING

Staten har gjennom Byvekstavtalen for Trondheimsområdet forpliktet seg til å utarbeide planer for kapasitetsøkende tiltak på Trønderbanen. Ambisjonen er en økning til to regiontog i timen på strekningen Melhus – Trondheim – Steinkjer innen 2027 (R2028). Denne økningen krever flere tiltak for å sikre gjennomføring av ny ruteplan og tilstrekkelig restkapasitet til å videreutvikle andre togprodukter, som godstog og fjerntog.

Tiltakene på strekningen Marienborg – Lademoen skal imøtekomme kravene til ovenfornevnte rutemodell, samt sørge for tilstrekkelig restkapasitet gjennom etablering av et funksjonelt dobbeltspor med retningsdrift. Nedenfor er nødvendige tiltak beskrevet.

I dagens situasjon er det dobbeltspor mellom Trondheim S og Lademoen stoppested, men det nordre sporet svinger av til Nyhavna, og det er ingen sporveksel mellom de to sporene. I forbindelse med prosjektet forlenges det nordre sporet til forbi Strandveien, hvor dobbeltsporet samles til ett spor i en ny sporveksel. Det bygges ny bru over Strandveien, og Lademoen stoppested får en ny plattform nord for sporene slik at tog som kjører i det nordre sporet også kan stoppe på Lademoen.

Som følge av utbyggingen er det behov for å rive Strandveien 23 og deler av eksisterende støyskjerm nord for dagens spor. Teknisk detaljplanrapport¹ beskriver prosjektert tverrfaglig løsning for funksjonelt dobbeltspor, mens dette fagnotatet kun beskriver prosjektert løsning for støy på Lademoen.

Det er gjort støyvurderinger hvor fremtidig situasjon er sammenlignet med referansealternativet, som er videreføring av dagens kapasitet på jernbanen. Ved hjelp av støysonekart og tabell med fasadenivåer er endringen i støynivåer ved støyfølsom bebyggelse brukt til å vurdere behov for avbøtende tiltak langs spor og lokalt på eiendommer for å tilfredstille grenseverdier i KPA og retningslinje T-1442.



Figur 1. Oversiktskart hvor planområdets plassering er markert med svart.

¹ Rambøll, «Detaljplanrapport, KTT-15-A-10007».

2. MYNDIGHETSKRAV

2.1 Kommuneplanens arealdel

Trondheim kommune har utarbeidet egne bestemmelser om støy i dokumentet «Retningslinjer og bestemmelser - Kommuneplanens arealdel 2012-2024», datert 24.04.2014. Følgende paragrafer i KPA er relevante for dette prosjektet:

«21. Støy

§ 21.1 Alle tiltak skal planlegges slik at støyforholdene innendørs og utendørs blir tilfredsstillende. Miljøverndepartementets retningslinjer for støy i arealplanlegging, T-1442/2012, skal legges til grunn for planlegging og tiltak etter plan- og bygningsloven § 20-1.

Lydnivå (Lden) i grønnstruktur skal holdes under 55 dBA og et lydnivå ned mot 50 dBA skal tilstrebes. I og i nærheten av rekreasjonsområder med lydnivå under 50 dBA, såkalte stillesoner, skal utbygging og endring av virksomhet planlegges slik at økning av støynivået i rekreasjonsområdet unngås.»

«23. Krav til bygge- og anleggsfasen

§ 23.1 Plan for beskyttelse av omgivelsene i bygge- og anleggsfasen skal godkjennes før igangsettingstillatelse gis. Planen skal redegjøre for trafikkavvikling, massetransport, driftstider, trafiksikkerhet for gående og syklende, støyforhold, rystelser og vibrasjoner, renhold og støvdemping. Nødvendige beskyttelsestiltak skal være etablert før bygge- og anleggsarbeider kan igangsettes.

For å oppnå akseptable støy- og luftkvalitetsforhold i anleggsfasen, skal støygrenser som angitt for bygge- og anleggsvirksomhet i Miljøverndepartementets Retningslinjer for behandling av støy i arealplanleggingen, T-1442/2012, og luftkvalitetsgrenser angitt i Retningslinjer for behandling av luftkvalitet i arealplanlegging, T-1520, tilfredsstilles.»

Det viktigste punktet om støy i KPA er at retningslinje T-1442 skal legges til grunn for støyfaglig utredning. Siden forrige revisjon av KPA har retningslinjen blitt revidert i 2016 og deretter 2021. I dette prosjektet utredes støy iht. T-1442:2021.

2.2 Utendørs støy - T-1442/2021

2.2.1 Generelt

Utendørs støyforhold er regulert av Miljødirektoratets «Retningslinje for behandling av støy i arealplanlegging» (T-1442)². Retningslinjen har sin veileder, «Veileder om behandling av støy i arealplanlegging» (M-2061)³, som gir en utfyllende beskrivelse omkring flere aktuelle problemstillinger vedrørende utendørs støykilder. T-1442 er koordinert med støyregler i forurensningsloven og teknisk forskrift til plan- og bygningsloven. I tabell 2 i kapittel 2.2 i retningslinjen er det angitt anbefalte støygrenser ved planlegging eller endring av ny virksomhet eller bebyggelse.

² Klima- og miljødepartementet, «T-1442 Retningslinje for behandling av støy i arealplanlegging,» Klima- og miljødepartementet, 2021.

³ «M-2061 Veileder om behandling av støy i arealplanlegging» Miljødirektoratet, 2021.

2.2.2 Grenseverdier

De anbefalte grenseverdiene i T-1442 angir blant annet grenseverdier for støynivåer på uteplass og utenfor vindu i rom til støyfølsomt bruk. Med støyfølsomt bruk menes f.eks. soverom og oppholdsrom. Støyvurderingene gjelder derfor ikke nødvendigvis ved mest utsatte fasade, som medfører at det vil være avhengig av hvor rom til støyfølsomt bruk er plassert i bygningen. Retningslinjen angir også anbefalte grenseverdier for uteareal knyttet til oppholdsareal som er egnet for rekreasjon. Dvs. balkong, hage (hele, eller deler av), lekeplass eller annet nærområde til bygning som er avsatt til opphold og rekreasjonsformål.

Retningslinjen anbefaler at det beregnes en gul og en rød støysone rundt viktige utendørs støykilder, der nedre grenseverdi for gul sone tilsvarer grenseverdiene i tabell 2 i retningslinjen. I den røde sonen er hovedregelen at bebyggelse med støyfølsomt bruksformål skal unngås, mens den gule sonen er en vurderingssone hvor det må planlegges godt for å oppnå tilfredsstillende støyforhold.

Grenseverdiene for gul og rød støysone fra T-1442 er gjengitt i Tabell 1 nedenfor og gjelder for utendørs støynivå for boliger, fritidsboliger, sykehus, pleieinstitusjoner, skoler og barnehager.

Tabell 1: Anbefalte støygrenser ved planlegging av ny virksomhet eller bebyggelse, angitt som gul og rød sone. Alle tall i dB, innfallende lydtryknivå.

Støykilde	Støysone			
	Gul sone		Rød sone	
	Utendørs støynivå	Utendørs støynivå i nattperioden kl. 23 - 07	Utendørs støynivå	Utendørs støynivå i nattperioden kl. 23 - 07
Jernbane	$L_{den} > 58$ dB	$L_{5AF} > 75$ dB	$L_{den} > 68$ dB	$L_{5AF} > 90$ dB
Vegtrafikk	$L_{den} > 55$ dB	$L_{5AF} > 70$ dB	$L_{den} > 65$ dB	$L_{5AF} > 85$ dB

L_{5AF} er et statistisk maksimalnivå som overskrides av 5 % av støyhendelsene. Krav til maksimalt støynivå gjelder der det er mer enn 10 hendelser per natt over grenseverdien. Kravet gjelder utenfor soverom.

T-1442 er alene ikke juridisk bindende, og vil først bli juridisk bindende dersom det vises til T-1442 i bestemmelser til kommuneplanen eller reguleringsplan. Støysonekart (etter Tabell 1) som utarbeides av anleggseier og følger med kommuneplaner, skal vise støynivå i 4 meters høyde. Støyfaglig utredning som følger med reguleringsplaner eller i byggesaker, bør vise støynivå på 1,5 meters høyde (uteoppholdsareal) og støynivå for fasadepunkter i relevante høyder når dette er nødvendig for detaljplanleggingen.

For innendørs støy gjelder kravene i byggeteknisk forskrift til plan- og bygningsloven.

2.2.3 Planlegging av samferdselsanlegg

Retningslinjen omhandler planlegging av samferdselsanlegg, der den skiller på nye samferdselsanlegg og endring og utbedring av eksisterende anlegg. Med nye samferdselsanlegg menes helt nye anlegg, samt alle tiltak på eksisterende anlegg som øker støynivået med 3 dB eller mer. 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 overskridelse av grenseverdiene ved nye samferdselsanlegg eller merkbar økning i støynivåer for eksisterende samferdselsanlegg, bør det som hovedregel gjøres avbøtende tiltak.

For mindre endringer av samferdselsanlegg som ikke omfattes av punktlisten over og ikke øker støynivået, er det ikke nødvendig å gjøre avbøtende tiltak. Dette gjelder også dersom området nær den eksisterende støykilden fra før ligger i en støysone.

2.3 Innendørs støy

Gjeldende krav til innendørs støynivå for nye bygninger er gitt av byggt teknisk forskrift (TEK)⁴ som henviser til grenseverdier i norsk standard NS 8175:2012⁵. Dette er også gjeldende krav når det gjelder etablering av nye samferdselsanlegg. I dette prosjektet er det aktuelt å se på kravet til maksimalt støynivå innendørs i soverom på natt (kl. 23-07), som kan knyttes opp til kravet til maksimalnivå utenfor vindu, L5AF, i Tabell 1.

NS 8175 angir ulike krav til innendørs lydnivå som følge av utendørs lydkilder for ulike bygninger med ulike bruksformål. Her er grenseverdiene i klasse C standardens minstekrav. Tabellen nedenfor er et utdrag fra NS 8175 som angir krav til innendørs lydnivå fra utendørs lydkilder for boliger og helsebygninger, som er de eneste bygningstypene med krav til maksimalt støynivå på natt.

Tabell 2 Høyeste grenseverdier for innendørs A-veid maksimalt lydtrykknivå $L_{p,AF,max}$ på natt (kl. 23-07). Utdrag fra NS 8175:2012.

Type brukerområde	Målestørrelse	Grenseverdi klasse C
I soverom fra utendørs lydkilder (boliger)	$L_{p,AF,max}$ (dB) natt, kl. 23-07	45 dB
I senge- eller beboerrom fra utendørs lydkilder (helsebygninger)		

⁴ Direktoratet for byggkvalitet, «Byggt teknisk forskrift (TEK17),» Direktoratet for byggkvalitet, 2017.

⁵ Standard Norge, «NS 8175:2012 Lydforhold i bygninger - Lydklasser for ulike bygningstyper,» Standard Norge, 2012.

2.4 Vibrasjoner

Vibrasjoner i bygninger forårsaket av landbasert samferdsel (vei- og skinnegående trafikk) blir behandlet i Norsk Standard NS 8176:2017 «Vibrasjoner og støt - Måling i bygninger av vibrasjoner fra landbasert samferdsel og veiledning for bedømmelse av virkning på mennesker»⁶. Denne standarden fastsetter en metode for måling av vibrasjoner, samt angir kriterier for bedømmelse av vibrasjoner i boliger.

I TEK 17 § 13-6, «Lyd og vibrasjoner» tredje ledd står det at vibrasjonsforhold skal være tilfredsstillende for personer som oppholder seg i byggverk og på uteoppholdsareal avsatt for rekreasjon og lek. Videre står det her at erfaringer viser at vibrasjonsforhold i boliger ligger på tilfredsstillende nivå, dersom en legger til grunn de anbefalte grenseverdiene i vibrasjonsklasse C i NS 8176:2017.

Grenseverdien i klasse C er for en statistisk maksimalverdi for veid hastighet gitt som:

- Boliger: $v_{w,95} = 0,3$ mm/s (vibrasjonsklasse C)

I tillegg er det gitt veiledende grenseverdier for noen andre typer bygninger:

- Kontorer: $v_{w,95} = 0,4-0,5$ mm/s (vibrasjonsklasse C)
- Museer, sykehus, kirker: $v_{w,95} = 0,1-0,2$ mm/s (vibrasjonsklasse C)

Disse grenseverdiene gjelder for bygging av nye samferdselsanlegg. Grenseverdi i klasse D kan aksepteres dersom kost-nytte forhold gjør det urimelig å tilfredsstille nedre grenseverdi i klasse C. I NS 8176 er det i tillegg B angitt en veiledning om valg av vibrasjonsklasser, der det listes opp forhold som må tas med i betraktning. Iht. denne veiledningen bør det bl.a. gjøres vurderinger av kost-nytte-forhold i forbindelse med tiltak.

Da dette prosjektet både omhandler eksisterende og nye jernbanespor vurderes det at kravet i klasse C kun legges til grunn som en målsetting for vibrasjoner fra nyetablerte spor.

2.5 Strukturlyd

NS 8175 (forskriftskrav i TEK17) angir krav til strukturlyd i oppholds- og soverom fra trafikk i kulverter og tunneler. Ingen av disse spesifiserer krav til strukturlyd i dagsoner, som strekningene i dette prosjektet.

NS 8175 setter derimot et krav til maksimalt og ekvivalent innendørs lydnivå fra utendørs lydkilder, som gjelder generelt for alle utendørs lydkilder. Disse kravene er gitt som:

- $L_{p,AF,max} = 45$ dB. Gjelder i soverom på natt kl. 23-07 dersom det er ti eller flere hendelser som gir overskridelser av grenseverdien
- $L_{p,A,24h} = 30$ dB. Gjelder i oppholds- og soverom.

Denne grenseverdien vil da gjelde samlet for luftoverført lyd og strukturlyd i dagsoner.

Da dette prosjektet både omhandler eksisterende og nye jernbanespor vurderes det at det overnevnte kravet kun legges til grunn for strukturlyd fra nyetablerte spor.

2.6 Støy fra bygg- og anleggsvirksomhet

Anbefalte grenseverdier for støy fra bygge- og anleggsvirksomhet er gitt i T-1442. Aktuelle grenseverdier er gitt av kapittel 6 i retningslinjen, og det henvises til denne for mer informasjon i senere faser av prosjektet.

⁶ Standard Norge. NS 8176:2017 Vibrasjoner og støt. Måling i bygninger av vibrasjoner fra landbasert samferdsel, vibrasjonsklasser og veiledning for bedømmelse av virkning på mennesker, 2017.

3. BEREGNINGSMETODE OG GRUNNLAG

3.1 Beregningsmetode og inngangsparametere

Lydtubredelse for jernbane er beregnet i henhold til nordisk beregningsmetode for jernbanestøy⁷. Denne metoden tar hensyn til blant annet følgende forhold:

- Togmeter (antall tog multiplisert med togenes lengde)
- Fordeling over døgnet
- Stigningsgrad på strekningen
- Hastighet
- Skjermingsforhold fra terreng, bygninger, skjærmer og skjæringer i terreng
- Absorpsjons- og refleksjonsbidrag fra mark

Alle beregninger gjelder for 3 m/s medvindsituasjon fra kilde til mottaker. Øvrige refleksjonsbidrag medregnes (refleksjoner fra andre bygninger eller skjærmer). For støysonekartene er alle 1. ordens refleksjoner tatt med, mens lydnivå på bygningsfasader er beregnet som innfallende lydtryknivå.

Retningslinjene setter støygrenser som innfallende lydnivå. Med dette menes at det kun tas hensyn til direktelydnivået, og at det ikke tas med refleksjoner fra fasaden på den aktuelle bygningen som det gjøres vurderinger av.

Det er etablert en 3D digital beregningsmodell på grunnlag av tilgjengelig 3D digitalt kartverk. Beregningene og modelleringene er utført med SoundPLAN v. 8.2. I beregningsmodellen er terrenget modellert basert på spormodell fra prosjektet og høydekurver per 0,5 meter for terrenget rundt jernbanen. De viktigste inngangsparametere for beregningene er vist i tabellen nedenfor.

Tabell 3 Inngangsparametere i beregningsmodell

Egenskap	Verdi
Refleksjoner, støysonekart	1. ordens (lyd som er reflektert fra kun én flate)
Refleksjoner, punktberegninger	3. ordens
Markabsorpsjon	Generelt: 1 («myk» mark, dvs. helt lydabsorberende). Vann, veier og andre harde overflater: 0 (reflekterende)
Refleksjonstap bygninger, støyskjærmer	1 dB
Beregningsoppløsning støysonekart	10 x 10 m
Søkeavstand	1000 m
Beregningshøyde, støysonekart	1,5 m
Beregningshøyde, fasadenivåer	Etasjevis og ca. 2/3 av etasjehøyder

⁷ Railway Traffic Noise – Nordic Prediction Method. TemaNord 1996:524., Copenhagen: Nordic Council of Ministers, 1996.

I beregningene er det benyttet korreksjonsfaktorer (ΔL_c) iht. Nordisk beregningsmetode for jernbanestøy for ulike deler av strekningen:

- Konvensjonell sporveksel uten bevegelig kryss: +6 dB for en strekning på 10 m sentrert rundt plassering av sporveksel
- Bru med ballast: +3 dB (eksisterende bru over Skippergata og ny bru over Strandveien)
- Bru uten ballast: +6 dB (eksisterende bru over Nidelva og Strandveien)

Et alternativ til konvensjonell sporveksel er sporveksler med bevegelig kryss, som ikke vil gi noen økning i støynivået slik en konvensjonell sporveksel gir. Dette vil i praksis også kunne gi mindre støyplager hos naboer, da det også vil redusere maksimalnivåer hos nærliggende bebyggelse. I denne utredningen er det beregnet med konvensjonelle sporvekslere med fast kryss fordi sporvekselen på Lademoen er en kurveveksel og kan derfor ikke etableres med bevegelig kryss.

3.2 Trafikktall jernbane

I dette prosjektet er det benyttet trafikktall for et referansealternativ og en fremtidig situasjon, som forklart i tabellene. Langs strekningen Marienborg – Trondheim S er det dobbeltspor i begge situasjoner. På strekningen Trondheim S – Lademoen er det enkeltspor i referansealternativet og dobbeltspor i fremtidig situasjon. Der det er dobbeltspor er totalt antall togmeter fordelt likt mellom hvert spor, bortsett fra i tilfeller hvor det er kjent at visse togtyper kun kjører i det ene sporet. Dette er diskutert i delkapitlene under.

3.2.1 Togtyper og tog lengder

Togtrafikken på Dovrebanen mellom Marienborg og Trondheim S er for det meste elektrisk, med en liten andel dieseltog. På Nordlandsbanen mellom Trondheim S og Lademoen er jernbanen per i dag ikke elektrifisert, og all togtrafikk består av dieseltog. I referansealternativet består togtrafikken derfor av kun dieseltog i dette området.

De gamle type 92- lokaltogene som kjører mellom Støren-Melhus-Trondheim S og Steinkjer har nådd sin levetid, og er allerede under utskiftning til fordel for type 76. Type 76 er bimodale tog som kan kjøre på enten diesel eller elektrisitet der det er tilgjengelig. Ettersom det er vedtatt elektrifisering av Nordlandsbanen mellom Trondheim S og Stjørdal, vil lokaltog av type 76 kunne kjøre på elektrisitet langs hele Marienborg – Lademoen i fremtidig situasjon. Region- og godstog som kjører lenger nord enn Stjørdal må gå på diesel også i fremtidig situasjon.

Etter krav fra et EU- direktiv skal alle godstog innen utgangen av 2032 ha støysvake bremsesystemer som medfører lavere støyemisjon. I dette prosjektet er det besluttet å beregne støy for en «worst case»- situasjon uten støysvake godstog i både referansealternativet og fremtidig situasjon.

Tabell 4 Toglengder

Togtype	Lengde (m)
BM73	213,2 m
BM74/75	106,6 m
BM76	112,7 m
EL18	146,4 m
BM92	49,5 m
BM93	38,2 m
Gods diesel	650 m
Gods elektrisk	650 m

3.2.2 Referansealternativet

I referansealternativet er det benyttet trafikk tall basert på Bane NORs offisielle trafikk tall for år 2016. Dette gjenspeiler dagens kapasitet på den aktuelle jernbanestrekningen. Der det er dobbeltspor vest for Nidelv bru er togene modellert på en slik måte at trafikken er fordelt likt mellom hvert spor. I referansealternativet går all togtrafikken i det søndre sporet mellom Nidelv bru og Lademoen.

Tabell 5 Trafikktall Trondheim S – Lilleby på Nordlandsbanen i referansesystemet

Togtype	Togmeter pr. døgn (samlet i begge retn.) [m]		
	Dag (kl. 7-19)	Kveld (kl. 19-23)	Natt (kl. 23-7)
BM92	1320	331	262
BM93	115	1	2
DI4	324	164	191
Ukjent (antar gods-DI)	15	2	4
Godstog diesel	526	794	141

3.2.3 Fremtidig situasjon

Trafikktall i fremtidig situasjon er basert på Bane NORs offisielle trafikk tall for år 2035 for persontog og år 2027 for godstog. Dette ivaretar økt trafikk i forbindelse med prosjektets utvidelse av kapasiteten i tillegg til å utgjøre en «worst case»- situasjon for godstog. I fremtidig situasjon er det dobbeltspor mellom Trondheim S og den nye sporvekselen øst for Lademoen stoppested. Fremtidig togtrafikk er fordelt likt mellom de to sporene.

Tabell 6 Trafikktall Trondheim S – Lilleby på Nordlandsbanen i fremtidig situasjon

Togtype	Togmeter pr. døgn (samlet i begge retn.) [m]		
	Dag (kl. 7-19)	Kveld (kl. 19-23)	Natt (kl. 23-7)
BM74/75 (tidl. BM92)	5246	1624	805
BM93	114	15	2
DI4	339	144	197
Godstog diesel (2027)	577	929	135

3.2.4 Hastighet

Tabell 7 viser hvilke hastigheter som er benyttet for hver togtype mellom ulike stasjoner. Tallene som er benyttet er basert på Bane NORs offisielle trafikktall for år 2011, hvor det finnes gjennomsnittshastighet mellom stasjoner. Disse tallene er kontrollert mot Bane NORs banekart⁸ som viser dagens fartsgrenser på jernbanen i ulike spor og retninger. Mellom Trondheim S og Lilleby medfører prosjektet ingen endringer i hastighet.

Sammenligning av dagens fartsgrenser og tall på gjennomsnittshastighet fra 2011 viser at gjennomsnittshastighetene vil gi en god representasjon av hastigheten på de ulike togtypene. Fordelen med å benytte gjennomsnittshastighet er at man unngår plutselige endringer i hastighet, som dermed også kan medføre urealistiske endringer i støynivåer innenfor små områder.

Generelt er stoppende tog modellert med en lavere hastighet i en strekning på totalt 400 meter ved hvert stoppested. Stoppende elektriske tog er modellert med hastighet 50 km/t og stoppende dieseltog med hastighet 60 km/t ved stasjoner, selv om fartsgrensen er høyere i de aktuelle sporene. Hastighetene som er brukt i beregninger på Lademoen er vist i Tabell 7.

Tabell 7 Hastighet benyttet i beregninger

Delstrekning	Hastighet		
	Lokaltog	Regiontog	Godstog
Trondheim S – bru over Nidelva	30 km/t	30 km/t	30 km/t
Bru over Nidelva – Lademoen og videre nord	60-86 km/t	86 km/t	68 km/t

3.3 Trafikktall vegtrafikk

Trafikktall som er lagt til grunn for beregningene av vegtrafikkstøy i denne rapporten er gjengitt i Tabell 8. Trafikktall, andel tungtrafikk og fartsbegrensninger er hentet fra Statens Vegvesen Nasjonal Vegdatabank (NVDB). Trafikkmengden (ÅDT) er fra år 2021, og har blitt fremskrevet etter landsdekkende prognoser gitt i Prosam 215⁹. Prosentvis fordeling av vegtrafikk for dag/kveld/natt er gjort i henhold til Nordisk beregningsmetode for vegtrafikkstøy¹⁰. Det er vurdert støy fra de mest trafikkerte vegene i området på Skansen.

⁸ <https://banekart.banenor.no/kart/>

⁹ «Trafikktutvikling i Oslo og Akershus 2008-2014»

¹⁰ Nordisk beregningsmetode for vegtrafikkstøy, 1996. Håndbok 064 Statens vegvesen, 2000.

Tabell 8 Trafikktall som er brukt i beregninger av støy fra vegtrafikk

Vegtrasé	ÅDT og % tunge 2021	ÅDT og % tunge 2035	Fartsgrense
Østersunds gate	600 / 6%	706 / 6,9%	30
Maskinistgata	7600 / 7%	8955 / 8%	50
Losgata	7500 / 8%	8851 / 9,1%	50
Strindheimtunnelen 1	10200 / 9%	12056 / 10,3%	50
Strindheimtunnelen 2	10500 / 9%	12410 / 10,3%	50
RV706 over elva	23000 / 7%	27100 / 8%	50
Skippergatebrua	8000 / 10%	9470 / 11,4%	50
Nidelvbrua øst for Skippergatebrua	8500 / 12%	10093 / 13,6%	50
Nidelvbrua vest for Skippergatebrua	1200 / 11%	1423 / 12,5%	50
Innherredsvegen østover	6500 / 16%	7766 / 18,1%	50
Bassengbakken	4800 / 8%	5664 / 9,1%	30
Trenerys gate	3400 / 8%	4012 / 9,1%	30
Beddingen	2000 / 15%	2386 / 17%	30
Havnegata	6000 / 8%	7081 / 9,1%	50
Rundkjøring ved Brattørbrua	30000 / 10%	35513 / 11,4%	50
Havnegata nord	17000 / 10%	20124 / 11,4%	50
Mellomveien del 1	3700 / 8%	4366 / 9,1%	30
Mellomveien del 2	2900 / 14%	3454 / 15,8%	30
Biskop Sigurds gate	1000 / 6%	1176 / 6,9%	30

3.4 Sumstøyvurderinger

Boliger som må utredes for lokale tiltak som følge av økning i støynivå fra jernbanen må få lokale tiltak dimensjonert for totalstøynivå i området. De fleste boliger langs strekningen Marienborg – Lademoen som er utsatt for støy fra jernbane er også utsatt for støy fra vegtrafikk. Denne utredningen tar hensyn til støy fra alle kilder ved hver enkelt bolig, og tiltak anbefales basert på økning i jernbanetrafikk og forholdet i støynivå mellom de ulike støykildene. Boliger som vurderes for lokale støytiltak må få tiltakene dimensjonert for sumstøynivåer.

Støy fra ulike kilder har ulike egenskaper, oppleves ulikt og medfører ulik grad av sjenanse. T-1442 tar hensyn til dette ved at grenseverdiene for gul og rød støysone er ulik avhengig av støykilde. Støy fra jernbane vurderes med 3 dB mindre strenge grenseverdier enn vegtrafikkstøy.

Sumstøy vurderes i henhold til «Metode for å vurdere støyplage ved eksponering for ulike kilder» utarbeidet 6.11.2019 av SINTEF. Rapporten beskriver metode for å beregne samlet støybelastning, og bør benyttes ved beregning av støy fra flere kilder. Metoden tar hensyn til de ulike støykildenes karakter og sammenstiller støybidraget fra de ulike støykildene. For en mer omfattende forklaring av metoden vises det til veilederen til retningslinje T-1442.

3.5 Støy fra tunnelmunnninger

Støy fra tunnelmunnninger er ikke omfattet av Nordisk beregningsmetode for jernbanestøy (NMT:1996) og nordisk beregningsmetode for vegtrafikkstøy (RTN:1996). Det finnes flere ulike metoder for å beregne støybidraget fra tunneler på. I dette prosjektet er slike beregninger utført vha. metoden som er beskrevet i Nord2000¹¹. Denne metoden tar hensyn til tunnelens lengde, trafikkdata på jernbanen/vegen, tunnelens geometri og dens reflekterende egenskaper. Basert på dette beregnes et lydeffektnivå fra tunnel som fordeles på fire punktkilder i det vertikale arealet som tunnelmunnninger utgjør. Lydubredelsen fra disse punktene beregnes vha. beregningsmetoder for industristøy. Metoden tar hensyn til støyens direktivitet.

Tunnelmunnninger er modellert med reflekterende overflater for å beregne mest støyende situasjon. Beregningene tar da hensyn til tunnelenes egenskaper, og beregner støybidrag i form av støynivå, refleksjoner og direktivitet mot omgivelsene. Resultatene vises i form av støysonekart og støynivåer på fasader, hvor bidraget fra tunnelene adderes logaritmisk med støybidraget fra resten av jernbane-/ vegsystemet.

3.6 Støyende hendelser og beregningsmetodens nøyaktighet

Det er flere faktorer som kan medføre forskjeller mellom beregningsresultater og faktiske støynivåer:

- Lyd i forbindelse med tuting er ikke en del av beregningsmetoden
- Kurveskrik som oppstår når togene kjører i kurver
- Støy fra togenes bremsesystemer
- Høyere støynivåer fra akselererende tog (mest aktuelt for dieseltog)
- Støyemisjon for type76 er ikke kjent (Benytter tall tilsvarende type 74/75)
- Togenes faktiske hastighet ulike steder på jernbanen (Benytter gjennomsnittshastighet)

Der togene nærmer seg usikra planoverganger og holdeplasser er de pålagt å tute. Dette er støyende hendelser som ikke er hensyntatt i denne utredningen, og som ikke er vanlig å vurdere ettersom det ikke finnes en standardisert måte å gjøre det på. I forhold til dagens situasjon vil togene tute på de samme stedene i fremtidig situasjon i dette prosjektet, men noe hyppigere grunnet økt trafikkmengde.

Plasseringen til tyfonen som genererer tutelyden varierer med de ulike togtypene. Dersom tyfonen er plassert høyt på togene, vil langsgående støyskjermer ha neglisjerbar effekt mot tuting. Det er ikke aktuelt å gjennomføre fasadetiltak mot støy fra tuting i dette prosjektet fordi en eventuell økning i ekvivalente støynivåer sannsynligvis er liten i forhold til det totale lydnivået fra passerende tog. Eventuelle forskjeller i lydnivå fra tuting med type92 i forhold til den nye type76 vil inntreffe uavhengig av dette prosjektet.

I støyberegningsmodellen er stoppende tog modellert slik at de kjører med konstant, redusert hastighet gjennom stasjonsområdene. Dette er beskrevet mer detaljert i kapittel 3.2.4. Beregningene fanger dermed ikke opp støybidrag fra nedbremsing og akselerasjon, som gjerne er dominerende støyhendelser ved kjøring i lav hastighet i stasjonsområder. Til gjengjeld er modellert hastighet i stasjonsområder 50 km/t for elektriske tog og 60 km/t for dieseltog, som resulterer i høyere støynivåer enn ved kjøring i lavere hastighet. Denne forenklingen er ment å kompensere for støy fra nedbremsing og økt pådrag fra dieselmotorer ved akselerasjon. Togtyper som ikke stopper på stasjoner er modellert i strekningens gjennomsnittshastighet også gjennom stasjonene.

¹¹ Jonasson, Storeheier, Nord 2000. New Nordic Prediction Method for Road Traffic Noise, Version 1.0, 2001-12-21

Beregningsmetoden vil dermed totalt sett resultere i konservative resultater med tanke på hastighet. Gjennomsnittshastighetene som er brukt i beregningene er også konservative med hensyn på at togene vil kjøre i lavere hastighet noen steder og høyere hastighet andre steder. Totalt sett regnes beregningsmetoden som konservativ med tanke på resulterende støynivåer selv om ikke alle støyende faktorer er inkludert.

Bane NOR jobber med å utarbeide nye, oppdaterte grunnlagsdata til støyberegninger. Dette arbeidet omfatter nye trafikk tall som representerer dagens situasjon og en fremtidig prognose for år 2028. I tillegg jobbes det med å etablere støyemisjonsdata for togtype 76. Når disse tallene blir klare, vil det kunne gjøres mer nøyaktige støyberegninger, og det kan bli aktuelt å oppdatere støyberegningene for dette prosjektet.

4. RESULTATER OG DISKUSJON STØY

Resultater er vist i form av støysonekart med fasadenivåer på bygg. Støysoner er beregnet i 1,5 meters høyde, som er den beregningshøyden som brukes til å vurdere støynivå på uteoppholdsareal på bakkenivå. Støynivåer i høyere etasjer er beregnet på bygningsfasader ca. 2/3 opp på hver enkelt etasje. I støysonekartene vises det høyeste beregnede støynivået på hver fasade. Støysonekart er vedlagt notatet i helsides versjon for bedre lesbarhet.

Det er laget støysonekart for hver av følgende fire beregnings situasjoner på Lademoen:

- Referansealternativet
- Fremtidig situasjon
- Fremtidig situasjon med ny støyskjerm
- Sumstøy inkludert ny støyskjerm

Støysoner og fasadenivåer er fargelagt i henhold til grenseverdier i T-1442. Merk at dette innebærer ulike grenseverdier for jernbane og sumstøy, ettersom grenseverdier for sumstøy tar utgangspunkt i grenseverdier for støy fra vegtrafikk. Til slutt i dette kapitlet er det vist en tabell med alle støyfølsomme bygninger i tilknytning til planområdet på Lademoen, med ulike beregnede støynivåer, og om det er behov for vurdering av lokale tiltak mot støy på hver eiendom.

4.1 Referansealternativet

Støysonekart 1,5 meter over terreng for referansealternativet på Lademoen er vist i Figur 2. Det er boligbebyggelse i gul støysone fra jernbanen langs mye av strekningen. Øst for Strandveien er det eksisterende støyskjermer langs spor på begge sider som reduserer støynivåer ved bebyggelsen. Høyden på støyskjermene er mellom 2,5 – 3 meter. Parken sørøst for Lademoen stoppested er delvis i gul støysone fra jernbanetraffikk. I referansealternativet er 5 bygninger i rød støysone.

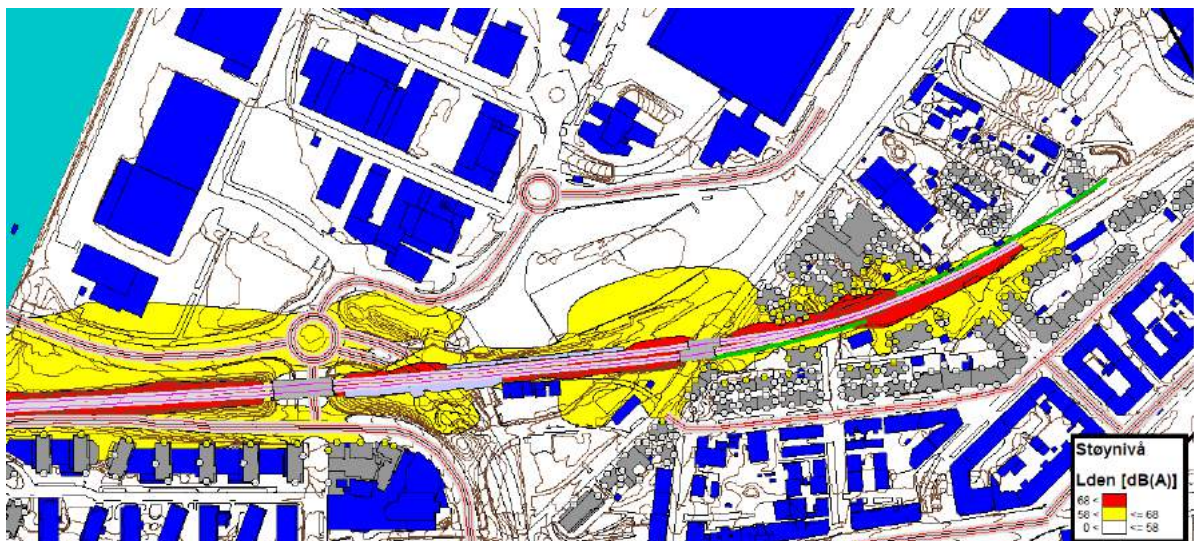


Figur 2 Støysonekart 1,5 meter over terreng - referansealternativet Lademoen

4.2 Fremtidig situasjon

Støysonekart for fremtidig situasjon er vist i Figur 3. De fleste steder er det lavere støy nivåer enn i referansealternativet. Hovedårsaken til dette er at de nye lokaltogene vil kunne kjøre på elektrisitet i fremtidig situasjon, og at de er mer stillegående enn dagens dieseltog.

Unntaket er nord for jernbanen øst for brua over Strandveien, der eksisterende støyskjerm delvis må rives for å gi plass til nytt spor. Støysonekartet illustrerer behovet for en ny støyskjerm som erstatning for den eksisterende. Fasadenivåer reduseres med ca. 1-2 dB for de fleste bygninger i nærheten av jernbanen. Ved den nye sporvekselen vil de nærmeste bygningene ikke oppleve den samme reduksjonen fordi sporvekselen medfører økt støy. Beregningene viser at den økte støyen fra sporvekselen ikke medfører krav om støyreducerende tiltak i henhold til retningslinje T-1442.



Figur 3 Støysonekart 1,5 meter over terreng - fremtidig situasjon Lademoen

4.3 Fremtidig situasjon med ny støyskjerm nord for spor

Som følge av at et stykke av eksisterende støyskjerm må rives for å få plass til nytt spor er det behov for en ny støyskjerm nord for sporet øst for Strandveien. Resultatet av optimalisering av støyskjerming i området er en anbefalt støyskjerm med høyde 4,0 meter over spor i en avstand

på 5,0 meter fra spormidtd. Skjermen som er lagt til grunn i beregningene er totalt 116 meter lang, og tilknyttet eksisterende skjerm i punktet som er markert med svart strek over skjermen i Figur 4. Nøyaktig hvor mye av eksisterende skjerm som må rives vil avgjøres på et senere tidspunkt i prosjekteringen. Det kan da bli behov for å oppdatere støyberegningene i området og oppdatere hvilke boliger som har behov for lokale tiltak.



Figur 4 Støysonekart 1,5 meter over terreng - fremtidig situasjon med ny støyskjerm Lademoen

4.4 Sumstøy

Flere boliger er også utsatt for støy fra vegtrafikk. Sumstøysituasjonen, vist i Figur 5, viser at området er svært støyutsatt. Boligblokkbebyggelsen i Dyre Halses gate er i gul støysone fra jernbane, men i rød støysone i sumstøysituasjonen som følge av at vegtrafikk er den dominerende støykilden i området. Øst for Lademoen er bidragene fra hver støykilde mer sammenlignbar ved enkelte bygninger. Det er derfor gjort en detaljert vurdering av hvilke bygninger som er utenfor støysoner fra begge kildene, men som er i støysone når summen av bidragene medregnes. Det anbefales å vurdere behovet for lokale tiltak i neste fase av prosjektet i slike tilfeller. I sumstøysituasjonen er hele parken i gul støysone.



Figur 5 Støysonekart 1,5 meter over terreng – fremtidig situasjon med ny støyskjerm - sumstøy Lademoen

4.5 Fasadenivåer og behov for vurdering av lokale tiltak

En oppsummering av støynivåer på fasader og behov for videre utredning av støy innendørs og på uteoppholdsarealer på Lademoen er vist i Tabell 9. Det må vurderes behovet for lokale avbøtende tiltak mot støy på totalt 36 boliger på Lademoen i neste fase av prosjekteringen. Disse inkluderer alle som er i støysone fra jernbanen i fremtidig, skjermet situasjon, eller som er i støysone når summen av bidragene fra veg og jernbane medfører støysone selv om eiendommen er utenfor støysoner fra hver støykilde for seg. Merk at høyeste støynivå fra jernbane og sumstøy ikke nødvendigvis er ved samme fasade. Dette må hensyntas i tiltaksvurderinger.

Av disse 36 er det flere eiendommer som får reduserte støynivåer i fremtidig, skjermet situasjon. I utgangspunktet anbefaler T-1442 at ambisjonen bør være at kvalitetskriteriene tilfredsstilles for alle disse når det gjøres endringer på et samferdselsanlegg. Samtidig åpner retningslinjen for en kost/nytte- vurdering av tiltak dersom kostnaden av tiltak er høy i forhold til prosjektets totale kostnadsramme. Det må også vurderes hva som er prosjektets og den totale prosjektporteføljens ambisjoner når det gjelder støytiltak. Når nye grunnlagsdata for jernbanen blir tilgjengelig kan det bli aktuelt å revidere støyberegningene og gjøre en ny vurdering av hvilke eiendommer som utredes for tiltak i en senere fase av prosjektet.

Det er identifisert 9 eiendommer med svært høye maksimalnivåer, eller som vil befinne seg i umiddelbar nærhet til den nye sporvekselen. Det anbefales tiltaksutredning for disse, og dersom det viser seg at ny sporveksel medfører stor grad av sjenanse kan det også være aktuelt å utrede flere eiendommer for tiltak mot støy fra sporvekselen. Rivingen av Strandveien 23 medfører at Gregus gate 10 og Strandveien 23D / Gregus gate 14-16 må utredes for tiltak ettersom Strandveien 23 i dagens situasjon gir en viss skjermende effekt for de to byggene.

Flere boliger har høye støynivåer i sumstøysituasjonen, men anbefales ikke tiltaksutredning som følge av dette prosjektet. Dette gjelder blant annet deler av blokkbebyggelsen i Dyrø Halses gate, hvor vegtrafikk er dominerende støykilde og jernbanestøyen reduseres i fremtidig situasjon. Eksempel på tiltak som kan være aktuelle ved boliger er lokal skjerming av uteoppholdsarealer, bytting av ventiler og vinduer, balansert ventilasjon eller utbedring av fasader. Omfanget av tiltak avhenger av hvor oppholdsrom og uteoppholdsareal er plassert, og om de aktuelle fasadene er i støysone fra jernbanen.

Tabell 9 Fasadenivåer og vurdering av hvilke eiendommer som bør utredes for lokale tiltak

Gnr/ Bnr	Adresse	Lden bane ref	Lden bane Fremt.	Lden bane Fremt. skjerm	Lden veg Fremt.	Lden Sum Fremt.	Lmax BM76 Fremt.	Lmax Gods Fremt.	Tiltak	Komm.
415/186	Gregus gate 10	71	70	70	53	67	80	92	X	1), 5)
410/561	Gregus gate 8A/B	70	66	68	53	65	78	89	X	2), 5)
410/518	Strandveien 21	72	67	67	54	65	74	88	X	2), 5)
Gregus gate 7/7B	Gregus gate 7/7B	67	65	66	49	63	76	88	X	2), 5)
410/723	Dyre Halses gate 18-22	67	65	65	64	66	71	84	X	2)
411/149	Biskop Sigurds gate 4	67	65	65	40	62	75	87	X	2), 5)
410/515	Strandveien 19	69	64	64	55	62	70	85	X	2)
410/684	Dyre halses gate 15	65	64	64	66	67	69	85		3)
410/684	Dyre Halses gate 13	65	64	64	67	68	69	85		3)
415/86	Gregus gate 9	66	67	64	51	61	74	86	X	2), 5)
410/538	Østersunds gate 6B	65	61	63	53	61	71	85	X	2)
410/691	Dyre Halses gate 3	65	63	63	67	67	68	84		3)
415/86	Gregus gate 9B	65	67	63	48	60	73	85	X	2), 5)
415/88	Strandveien 23D / Gregus gate 14-16	61	64	63	57	61	72	86	X	1), 5)
410/540	Østersunds gate 8B	65	60	62	53	60	71	85	X	2)
410/546	Østersunds gate 14B	63	60	62	50	59	72	84	X	2)
410/547	Østersunds gate 16C	63	60	62	50	60	72	84	X	2)
410/548	Østersunds gate 18B	62	60	62	48	59	72	83	X	2)
410/665	Dyre Halses gate 1C	64	62	62	67	68	67	83		3)
410/683	Dyre Halses gate 9	63	62	62	66	67	65	84		3)
410/683	Dyre Halses gate 11	63	62	62	66	67	66	84		3)
410/687	Dyre Halses gate 5	64	62	62	66	67	67	84		3)
410/727	Dyre Halses gate 7	63	62	62	66	67	65	84		3)
411/150	Biskop Sigurds gate 6A	63	61	62	49	59	71	83	X	2)
411/295	Biskop Sigurds gate 3	64	62	62	50	60	72	84	X	2)
411/295	Biskop Sigurds Gate 1A	65	62	62	45	60	72	84	X	2)
415/153	Biskop Grimkjells gate 6	64	63	62	49	59	71	83	X	2), 5)
410/538	Østersunds gate 4B	63	60	61	54	59	69	84	X	2)
410/542	Østersunds gate 10C	63	59	61	52	59	69	83	X	2)
411/295	Biskop Sigurds Gate 1B	63	61	61	44	58	70	82	X	2)
410/510	Strandveien 15	62	59	59	61	62	63	81	X	2)
410/544	Østersunds gate 12B	61	58	59	49	57	69	81	X	2)
410/548	Østersunds gate 18A	59	57	59	55	58	68	80	X	2)
411/295	Biskop Sigurds Gate 1C	61	59	59	45	56	68	80	X	2)
415/87	Gregus gate 11A	61	61	59	52	58	69	81	X	2)
415/166	Jernbanegata 2	60	68	59	41	56	69	81	X	2)

Gnr/ Bnr	Adresse	Lden bane ref	Lden bane Fremt.	Lden bane Fremt. skjerm	Lden veg Fremt	Lden Sum Fremt.	Lmax BM76 Fremt.	Lmax Gods Fremt.	Tiltak	Komm.
410/542	Østersunds gate 10 A/B	60	56	58	55	56	66	79	X	4)
410/544	Østersunds gate 12A	60	56	58	55	57	68	80	X	4)
410/549	Østersunds gate 20	59	57	58	48	56	66	79	X	4)
415/152	Biskop Grimkjells gate 4B	60	62	58	46	55	68	80		
415/161	Brodals gate 11	60	58	58	41	55	67	80		
410/506	Strandveien 13	59	57	57	50	56	61	79	X	4)
411/150	Biskop Sigurds gate 6B	59	57	57	51	55	67	79		
411/189	Østersunds gate 22 A/B	59	57	57	55	56	67	79	X	4)
411/295	Biskop Sigurds gate 5	59	57	57	50	55	67	79		
415/90	Strandveien 25A	58	59	57	58	58	65	78		
415/152	Biskop Grimkjells gate 4A	58	58	57	51	55	67	79		
410/54	Østersunds gate 14 A	58	54	56	56	56	66	79		
410/504	Strandveien 11	58	56	56	57	58	60	78		
410/532	Fjæregata 6	57	55	56	52	55	59	78		
410/547	Østersunds gate 16 A/B	55	54	56	56	56	65	76		
411/161	Biskop Sigurds gate 6C	58	55	56	52	55	65	78		
411/161	Ulstaðløkkveien 6	58	55	56	57	57	65	78		
411/190	Østersunds gate 24	58	55	56	58	58	65	77		
415/91	Strandveien 25B	57	57	56	59	59	65	78		
415/160	Brodals gate 8	57	55	56	42	53	65	77		
410/500	Strandveien 9	57	55	55	55	57	58	77	X	4)
410/536	Østersunds gate 4A	57	54	55	56	56	61	77		
410/540	Østersunds gate 8A	56	53	55	55	56	64	77	X	4)
411/165	Ulstaðløkkveien 10 A/B	57	55	55	56	56	64	76		
415/146	Biskop Darres gate 18	57	55	55	44	53	64	77		
415/160	Brodals gate 6	56	54	55	42	52	64	76		
415/160	Brodals gate 7	56	54	55	42	52	65	77		
410/538	Østersunds gate 6A	57	53	54	56	57	62	76		
410/713	Strandveien 7	55	54	54	59	59	56	76		
411/163	Ulstaðløkkveien 8 A-C	56	54	54	57	57	64	76		
411/169	Ulstaðløkkveien 20	56	54	54	48	52	63	75		
415/87	Gregus gate 11B	55	57	54	51	54	64	76		
415/94	Strandveien 27A	55	59	54	56	57	64	76		
415/160	Brodals gate 4	55	53	54	42	51	63	75		
415/94	Strandveien 29	54	52	53	56	57	63	74		
410/686	Dyre Halses gate 16	53	52	52	53	54	58	72		
411/167	Ulstaðløkkveien 12	54	52	52	56	56	60	74		
411/169	Ulstaðløkkveien 22	54	52	52	50	51	61	73		
415/94	Strandveien 27B	54	52	52	59	60	61	74		
411/169	Ulstaðløkkveien 24	53	51	51	51	51	60	72		

Gnr/ Bnr	Adresse	Lden bane ref	Lden bane Fremt.	Lden bane Fremt. skjerm	Lden veg Fremt	Lden Sum Fremt.	Lmax BM76 Fremt.	Lmax Gods Fremt.	Tiltak	Komm.
415/145	Biskop Darres gate 17	53	51	51	46	50	59	72		
415/147	Biskop Darres gate 19	53	51	51	45	50	59	72		
415/138	Biskop Darres gate 10	51	49	50	49	51	59	71		
415/142	Biskop Darres gate 14	51	49	50	44	48	59	71		
415/160	Brodals gate 5	52	49	50	37	47	60	72		
411/169	Ulstaðløkkveien 14	51	49	49	55	55	57	70		
411/169	Ulstaðløkkveien 18	51	49	49	55	55	57	70		
411/169	Ulstaðløkkveien 30	51	49	49	56	56	57	69		
411/169	Ulstaðløkkveien 32	51	49	49	55	55	57	69		
415/140	Biskop Darres gate 12	51	49	49	41	48	59	71		
415/144	Biskop Darres gate 16	51	49	49	42	47	58	71		
411/169	Ulstaðløkkveien 16	50	48	48	55	55	56	69		
411/192	Biskop Darres gate 21	50	48	48	42	46	57	70		
411/170	Mellomveien 18A/B	49	47	47	56	56	55	68		
415/97	Strandveien 41	49	46	47	36	45	56	68		
415/141	Biskop Darres gate 13A	49	47	47	47	49	55	68		
415/141	Biskop Darres gate 13B	49	47	47	46	48	56	69		
411/169	Ulstaðløkkveien 26	48	46	46	55	55	53	66		
411/169	Ulstaðløkkveien 28	48	46	46	55	56	52	66	X	4)
415/143	Biskop Darres gate 15	46	44	45	43	45	53	66		

- 1) Utreddes for lokale tiltak ettersom Strandveien 23 tidligere har gitt noe skjerming for bygget
- 2) Støyinnivå reduseres i fremtidig situasjon, men er fremdeles over grenseverdien for gul støysone. Det anbefales at det gjøres en vurdering om eiendommen bør få støytiltak basert på prosjektets og prosjektporteføljens kostnadsramme og ambisjonsnivå.
- 3) Vegtrafikk er hovedstøykilde og støy fra jernbane reduseres i fremtidig situasjon. Tiltak mot jernbanestøy anbefales ikke.
- 4) Eiendommen er utenfor støysoner fra veg og jernbane hver for seg, men i støysone i fremtidig situasjon når summen av bidragene fra hver støykilde medregnes.
- 5) Det anbefales tiltaksutredning på grunn av svært høye maksimalnivåer, og/eller fordi eiendommen er svært nær den nye sporvekselen, som kan bidra til sjenerende maksimalnivåer som ikke fanges opp av støyberegningene.

4.6 Vurdering av maksimalnivåer

Retningslinje T-1442 har krav til maksimalt støynivå L_{5AF} i nattperioden (kl. 23-7) på 75 dB for jernbanestøy. Kravet gjelder der det er 10 eller flere hendelser som overskrider dette støynivået. Kravet gjelder utenfor soverom. L_{5AF} er et statistisk maksimalnivå som overskrides av 5 % av støyhendelsene, og gjelder for alle togtyper. $L_{p,A,max}$ er maksimalt støynivå for én enkelt passering av en bestemt togtype.

Ut fra Bane NORs offisielle trafikk tall og antall togmeter per togtype er det i fremtidig situasjon et antall passeringer per togtype som forklart i Tabell 10. Ettersom det både nord og sør for Trondheim S er 10 eller flere hendelser, må kravet til L_{5AF} ivaretas ved alle boliger. Av de ulike

togtypene utgjør BM76 flesteparten av passeringene på natt. Dette er også den mest støysvake typen.

Dersom det gjøres tiltak på boligfasader som gjør at innendørs støynivå i soverom fra passeringer av BM76 er under grenseverdien, vil dermed kravet til maksimalnivåer være ivaretatt. De resterende hendelsene som overskrider grenseverdien utgjør da færre enn 10 hendelser. M-2061 anbefaler likevel å gjøre tiltak mot de resterende hendelsene dersom disse gir nivåer som er svært høye eller vesentlig høyere enn det støynivået som er dimensjonerende ved 10 eller flere hendelser. I denne utredningen er derfor støynivåer fra både BM76 og godstog vurdert for alle boliger.

Tabell 10 Antall passeringer med hver togtype på natt

Antall passeringer per togtype på Nordlandsbanen	
BM76	7
DI4	2
GodsDI	1

5. VIBRASJONER OG STRUKTURLYD

5.1 Generelt

Togtrafikk skaper rystelser som forplanter seg ned i grunnen og overføres til bygninger i nærheten av jernbanesporet. I denne sammenhengen er dette definert som vibrasjoner mennesker kan føle på kroppen, som måles etter NS 8176, i frekvensområdet 0,5 – 160 Hz. I tillegg til å gi følbare rystelser vil vibrasjonene i golv, vegger og tak også avstråle lyd. Vibrasjoner som gir lydavstråling, har ofte så høy frekvens og så små amplituder at man bare kan høre støyen, men ikke kjenne vibrasjonene. Denne typen støy kalles strukturoverført støy eller bare strukturlyd. I rom som vender mot banen, gir strukturlyden ofte lavere støynivåer enn den luftoverførte støyen som går gjennom fasaden. Men for rom som vender vekk fra banen eller støyutsatte fasader, kan strukturlyden være hørbar.

Grenseverdiene for vibrasjonshastighet $v_{w,95}$ og strukturlyd $L_{p,AFmax}$ er ikke avhengig av antall tog som passerer, men av togtyper og hastigheter (se kapittel 2.4 og 2.5). På bakgrunn av dette gjøres det bare vurderinger av tiltak for bygninger som får økte maksimalnivåer. Det påpekes imidlertid at økt togtrafikk på sporene vil gi en økning i antall maksimalnivåhendelser, selv om grenseverdiene ikke tar hensyn til dette. Grenseverdien for strukturlyd gjelder for all innendørs lyd fra utendørs støykilder, som da vil si samlet lydnivå for både struktur- og luftoverført lyd. Siden det er ulike tiltak mot strukturlyd og luftoverført lyd, er det i dette notatet gjort vurderinger og beregninger av de to lydbidragene hver for seg. Strukturlydbidraget er vurdert i dette kapittelet alene, for å avdekke hvilke bygninger som sannsynligvis vil ha behov for tiltak mot dette.

5.2 Grunnforhold

Hvordan vibrasjoner (som gir opphav til både rystelser og strukturlyd i bygninger i nærheten av banen) forplanter seg i grunnen mot nærliggende bebyggelse er avhengig av grunnforholdene og fundamenteringsmetode for både jernbane og bygninger.

Tilgjengelig informasjon om grunnforholdene ved Lademoen er hentet fra prosjektets optimaliseringsrapport¹². Ved Skansen består grunnen av fyllmasser og friksjonsmasser. Tidligere undersøkelser ned til ca. 30 meters dybde har ikke funnet fast fjell. Det er ikke kjent om det er leire lenger nede i grunnen i området. Det planlegges å utføre supplerende grunnundersøkelser i senere faser av prosjektet i flere av områdene som omfattes av sporendringer.

5.3 Resultater

Det er i denne rapporten gjort overordnede vurderinger av vibrasjoner og strukturlyd basert på Byggforsk datablad 520.535¹³. Det eksisterer ingen offisielle beregningsmetoder for estimering av vibrasjonshastighet og strukturlydnivåer. Spesifikke vurderinger/beregninger for dette prosjektet er basert på informasjonen om grunnforhold i området, gjengitt i avsnitt 5.2.

På Lademoen medfører prosjektet at dagens spor til Nyhavna tas i bruk og forlenges forbi Lademoen stoppested til ny sporveksel. Det antas at vibrasjoner og strukturlyd er ivaretatt for boligblokkbebyggelsen sør for jernbanen vest for stoppestedet. Dette fordi bebyggelsen er av nyere årgang og at avstanden er litt mindre enn 40 meter fra spor. Dette kan eventuelt verifiseres vha. vibrasjonsmålinger.

Sør og øst for stoppestedet er det mye eldre bebyggelse og boliger ligger i svært kort avstand fra spor. Grunnforholdene i området består av fyllmasser over et lag med sand og grus som igjen ligger over et lag med leire som trolig er svært mektig i hele det aktuelle området. Tykkelsen på de ulike lagene er ikke kjent, men ut ifra kjent informasjon om grunnen er det sannsynlig at overføringen av vibrasjoner fra jernbanen til boligbebyggelsen er betydelig dersom det ikke er gjort vibrasjonsdempende tiltak på eksisterende jernbane.

Det anbefales å vurdere vibrasjonsdempende tiltak på spor der spor endres eller bygges nytt, for å sikre at prosjektet ikke forverrer situasjonen. Vibrasjonsoverføring må også tas hensyn til i forbindelse med den nye brua og den nye støyskjermen nord for sporet like øst for den nye brua. Ved å gjøre tiltak på det nye sporet mellom den nye brua og sporvekselen i øst, sikres det at det iverksettes vibrasjonsdempende tiltak mot ca. halvparten av togtrafikken, slik at man enten viderefører eller forbedrer dagens situasjon. Det må sikres at tiltak mot vibrasjoner ikke medfører en økning i luftoverført støy som gjør at grenseverdier overskrides.

Senere i prosjektet er det planlagt grundige grunnundersøkelser i forbindelse med ny bru og nye spor. Disse vil kunne bidra til å enklere gjøre overordnede vurderinger av vibrasjoner i området. I tillegg anbefales vibrasjonsmålinger for å avdekke om grenseverdier i NS 8176 overskrides i dagens situasjon.

¹² KTT-15-A-10004 Kapasitetsøkende tiltak Trønderbanen Marienborg – Lademoen funksjonelt dobbeltspor optimaliseringsrapport, utarbeidet av Rambøll 18.02.2022

¹³ Byggforsk datablad 520.535 «Vibrasjoner og strukturlyd i bygninger fra veg og jernbane»

6. KONKLUSJON

Dette notatet oppsummerer beregninger og vurderinger av utendørs støyforhold fra jernbanetraffikk i et område ved Lademoen i Trondheim kommune i forbindelse med prosjektet Marienborg – Lademoen, funksjonelt dobbeltspor. Det er vurdert støynivåer i referansealternativet, som er videreføring av jernbanen med dagens spor og kapasitet, mot fremtidig situasjon med økt kapasitet og prosjekterte endringer på jernbanen.

Deler av eksisterende støyskjerm nord for spor øst for den nye brua over Strandveien må erstattes av en ny støyskjerm som starter like øst for brua og kobles sammen med eksisterende støyskjerm. Det anbefales at ny støyskjerm har høyde minimum 4 m over spormidtd og plasseres i en avstand på maks. 5 meter fra spormidtd. Ny skjerm er antatt å bli 116 meter lang frem til eksisterende skjerm, men dette må avklares når alle detaljene bestemmes senere i prosjekteringen. Ved behov kan det bli aktuelt å oppdatere støyberegningene.

Med den nye støyskjermen viser resultatene at det er 36 støyfølsomme bygninger som blir liggende i rød eller gul støysone fra jernbane i fremtidig situasjon, som er aktuelle for tiltaksutredning som følge av prosjektet. Prosjektet og prosjektporteføljen må gjøre en kost/nytte- vurdering av om alle disse eiendommene skal utredes for lokale tiltak. Dette vil avhenge av porteføljens ambisjonsnivå når det gjelder støy, og den totale kostnadsrammen. Det kan også bli behov for en revisjon av støyberegningene i en senere fase av prosjektet når nye grunnlagsdata for jernbanen blir offentliggjort.

Av de 36 eiendommene er det 9 som enten har svært høye maksimalnivåer, og/eller er i umiddelbar nærhet til den nye sporvekselen. Det anbefales tiltaksutredning for disse. Ettersom Strandveien 23 rives må 2 eiendommer som i dagens situasjon får en viss skjermende effekt av bygget som rives, utredes for tiltak. Det kan bli endringer som får konsekvenser for den nye langsgående støyskjermen på et senere tidspunkt i prosjekteringen.

Det er gjort overordnede vurderinger av vibrasjoner og strukturlyd i området basert på tilgjengelig informasjon om grunnforhold, sporendringer og erfaringsdata. Det er sannsynlig at flere bygninger er utsatt for vibrasjoner i nærheten av grenseverdien. Det anbefales å gjøre vibrasjonsmålinger i neste fase av prosjektet for å sikre at situasjonen ikke forverres for beboere i området, og for å kartlegge behovet for vibrasjonsdempende tiltak.

APPENDIKS A – GENERELT OM STØY OG DEFINISJONER

Miljø

Ifølge Miljødirektoratet er helseplager grunnet støy det miljøproblemet som rammer flest personer i Norge¹⁴. Langvarig eksponering for støy kan føre til stress som igjen kan føre til fysiske lidelser som muskelsmerter og hjertesykdommer. Det er derfor viktig å ta vare på og opprettholde stille soner, særlig i friluft- og rekreasjonsområder der forventningen til støyfrie omgivelser er stor. Ved å sørge for akseptable støyforhold hos de berørte og i stille områder vil man oppnå økt trivsel og god helse hos beboerne.

Støy – en kort innføring

Lyd er en trykkbølgebevegelse gjennom luften som gjennom øret utløser hørselsinntrykk i hjernen. Støy er uønsket lyd. Lyd fra trafikk, industri, tekniske anlegg, ol. oppfattes av folk flest som støy. Lydtrykknivået måles ved hjelp av desibelskalaen, en logaritmisk skala der 0 dB tilsvarer den svakeste lyden et ungt menneske med normal, uskadet hørsel kan høre (ved frekvenser fra ca. 800 Hz til ca. 5000 Hz). Ved ca. 120 dB går smertegrensen, dvs. at lydtrykknivå høyere enn dette medfører fysisk smerte i ørene.

Menneskeøret kan normalt ikke oppfatte en endring i lydnivå på mindre enn ca. 1 dB. En endring på 3 dB tilsvarer en fordobling eller halvering av energien ved støykilden. Det vil si at en fordobling av for eksempel antall biler vil gi en økning i trafikkstøynivået på 3 dB, dersom andre faktorer er uendret. Dette oppleves likevel som en liten økning av støynivået.

For at endringen i støy subjektivt skal oppfattes som en fordobling eller halvering, må lydnivået øke eller minske med ca. 10 dB. De relative forskjellene kan subjektivt bli oppfattet som angitt i Tabell 11. Det er for øvrig viktig å understreke at lyd og støy er en høyst subjektiv opplevelse, og det finnes ingen fasit for hvordan den enkelte oppfatter lyd. Retningslinjene er lagt opp til at det også innenfor gitte grenseverdier vil være 10 % av befolkningen som er sterkt plaget av støy.

Tabell 11 Endring i lydnivå og opplevd effekt.

Endring	Forbedring
1 dB	Lite merkbar
2-3 dB	Merkbar
4-5 dB	Godt merkbar
5-6 dB	Vesentlig
8-10 dB	Oppfattes som en halvering av opplevd lydnivå

¹⁴ <https://www.miljodirektoratet.no/ansvarsomrader/forurensning/stoy/>

Definisjoner

En oversikt over definisjoner brukt i rapporten finnes i Tabell 12.

Tabell 12 Definisjoner brukt i rapporten.

A-veid, dBA	Hørselsbetinget veiing av et frekvensspektrum slik at de frekvensområdene hvor hørselen har høy følsomhet tillegges forholdsmessig høyere vekt enn de deler av frekvensspekteret hvor hørselen har lav følsomhet.
Dag-kveld-natt lydnivå, L_{den}	A-veid ekvivalent støynivå for dag-kveld-natt (day-evening-night) med 5 dB og 10 dB tillegg for henholdsvis kveld og natt. Det tas dermed hensyn til varighet, lydnivå og tidspunktet på døgnet støy blir produsert, og støyende virksomhet på kveld og natt gir høyere bidrag til totalnivå enn på dagtid. L_{den} -nivået skal i kartlegging etter direktivet beregnes som årsmiddelverdi, det vil si gjennomsnittlig støybelastning over et år. L_{den} skal alltid beregnes som frittfeltverdier.
Frittfelt	Med lydmåling (eller beregning) i fritt felt, menes at mikrofonen er plassert slik at den ikke påvirkes av reflektert lyd fra husvegger o.l. Frittfelt finnes bare utendørs.
1. ordens refleksjoner osv.	Lyd som er reflektert fra én flate på vei fra kilden til mottakeren kalles en 1. ordens refleksjon. Lyd som er reflektert fra to flater kalles 2. ordens refleksjon osv.
T-1442 Retningslinje for behandling av støy i arealplanlegging	Miljøverndepartementets retningslinje for eksterne støyforhold, som angir ulike støysoner for ulike typer bebyggelse og ulike støykilder. Når det gjelder innendørs støynivå henvises det videre til grenseverdier gitt i norsk standard NS 8175.
M-128	Veileder til støyretningslinjen T-1442
NS 8175 Lydforhold i bygninger – Lydklassifisering av ulike bygningstyper	NS 8175 angir tallfestede krav til lydforhold i bygninger, med utgangspunkt i funksjonskravene i TEK. Forskriftens minstekrav til søknadspliktige tiltak anses oppfylt når kravene i lydklasse C er innfridd.
L_{5AF}	A-veid maksimalt lydnivå målt med tidskonstant «Fast» på 125 ms og som overskrides av 5 % av hendelsene i løpet av en nærmere angitt periode.
$L_{p,Aeq,T}$	Et mål på det gjennomsnittlige A-veide nivået for varierende lyd over en bestemt tidsperiode T, for eksempel 30 minutter, 8 timer, 24 timer. Krav til innendørs støynivå angis som døgnekvivalent lydnivå, altså et gjennomsnittlig lydnivå over døgnet.
$L_{p,AFmax}$	Maksimalt lydtrykknivå. Krav til maksimalt støynivå gjelder der det er mer enn 10 hendelser per natt over grenseverdien
Fast, F, tidskonstant	En tidskonstant på 125 ms.

Slow, S, tidskonstant	En tidskonstant på 1 s.
C_{trr}, C_{xr}	Korreksjon for ulike støytyper som benyttes ved beregning av en fasades samlede luftlydisolasjon. Det korrigeres for veg, bane og fly, hastighet, skjerming, type tog og type flyplass. Korreksjonsverdiene går fra C1 – C6. C _{tr} tilsvarer C2 og er standard veitrafikk ved 50 km/t.
Lydeffektnivå, L_w	Frekvensavhengige lydeffektnivåer fra en lydkilde. Danner grunnlaget for å vurdere og/eller sammenlikne kilder og for å beregne lydnivået i rommet. Enhet desibel (dB).
Lydtrykknivå (støynivå)	Beskriver lydstyrken (støy) i eller utenfor en bygning. Angis i NS8175 ved målestørrelsene A-veid ekvivalent lydtrykknivå (L _{pA,eq,T}), A-veid maksimalt lydtrykknivå (L _{pA,max=}), C-veid maksimalt lydtrykknivå (L _{pC,max}) eller oktavbåndnivåer, og med enheten desibel (dB).
Natt lydnivå, L_{night}	A-veid ekvivalent lydtrykknivå for nattperioden på 8 timer.
Støyfølsom bebyggelse	Bolig, skole, barnehage, helseinstitusjon og fritidsbolig.
Gul og rød sone	Gul sone: Vurderingssone hvor støyfølsom bebyggelse kan oppføres dersom avbøtende tiltak gir tilfredsstillende støyforhold. Rød sone: Angir et område som ikke er egnet til støyfølsomme bruksformål, og etablering av ny støyfølsom bebyggelse skal unngås.
Støysone	Sone for støy angitt på kart som er definert av myndigheter, og der sonegrensene er fastsatt ved gitte nivåer for støy.
Uteareal	Område nær en aktuell bygning hvor mennesker oppholder seg, og som er avsatt for rekreasjon slik som sitteområde, lekeplass, balkong.
Utendørs lydkilde	Lydkilde som ikke er en integrert del av en bygning, som vegtrafikk, tog, fly, trikk, industri o.l., samt strukturlyd fra tunneler og kulverter med vegtrafikk og skinnegående trafikk.
ÅDT	Årsdøgntrafikk. Antall kjøretøy som passerer en gitt vegstrekning per år delt på 365 døgn.
ÅDT-T, % tungtrafikk	Andel av trafikken som består av tunge kjøretøy, lastebiler, store varebiler etc.

STØYSONEKART - Marienborg - Lademoen, funksjonelt dobbeltspor - Støysonekart 1,5m jernbane Lademoen referansealternativ -

Kartutsnitt:
Hovedkart

Internt prosjektnummer:
1350046998

Kunde:
Bane NOR

Dato:
02.09.2022

RAMBOLL

X10009

Situasjonsbeskrivelse:
KTT-15-X-10009 - Støysonekart 1,5 meter referansealternativ Lademoen

Rapport:
C-rap-001




Rambøll i Norge AS
Kobbes gate 2, 7042 Trondheim
Tlf.: 73 84 10 00

Beregningsparametere

Beregningsmetode: Nordisk
Beregningsmetode for støy fra veitrafikk
Enhet: Lden (iht T-1442)
Trafikktall: Se rapport
Oppløsning støykart: 10 x 10 m
Antall refleksjoner støysoner: 1
Antall refleksjoner fasadenivåer: 3
Beregningshøyde støysoner: 1,5 m
Beregningshøyde fasader: 2/3 av etasje

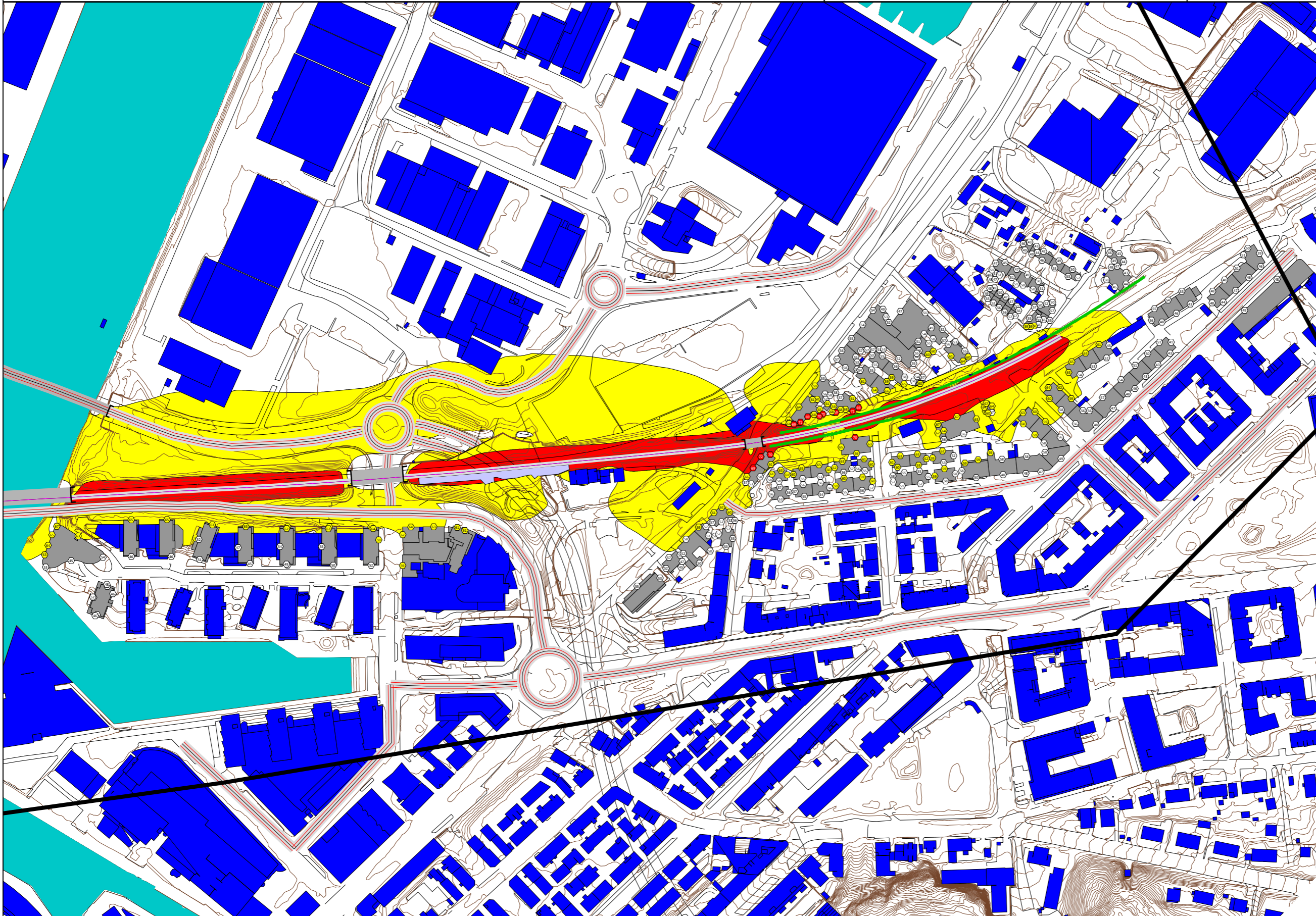
Støynivå

Lden [dB(A)]

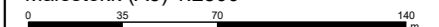
68 <  <= 68
58 <  <= 58
0 <  <= 58

Tegnforklaring

-  Bygninger
-  Støyskjerm
-  Høydekurver
-  Bygninger vurdert
-  Beregningsområde
-  Jernbane
-  Tunnel
-  Perronger
-  Vann



Målestokk (A3) 1:2800



STØYSONEKART - Marienborg - Lademoen, funksjonelt dobbeltspor - Støysonekart 1,5m jernbane Lademoen fremtidig situasjon

Kartutsnitt:
Hovedkart

Internt prosjektnummer:
1350046998

Kunde:
Bane NOR

Dato:
02.09.2022

RAMBOLL

X10013

Situasjonsbeskrivelse:
KTT-15-X-10013 - Støysonekart 1,5 meter fremtidig situasjon Lademoen

Rapport:
C-rap-001

Rambøll i Norge AS
Kobbes gate 2, 7042 Trondheim
Tlf.: 73 84 10 00

Beregningsparametere



Beregningsmetode: Nordisk
Beregningsmetode for støy fra veitrafikk
Enhet: Lden (iht T-1442)
Trafikktall: Se rapport
Oppløsning støykart: 10 x 10 m
Antall refleksjoner støysoner: 1
Antall refleksjoner fasadenivåer: 3
Beregningshøyde støysoner: 1,5 m
Beregningshøyde fasader: 2/3 av etasje

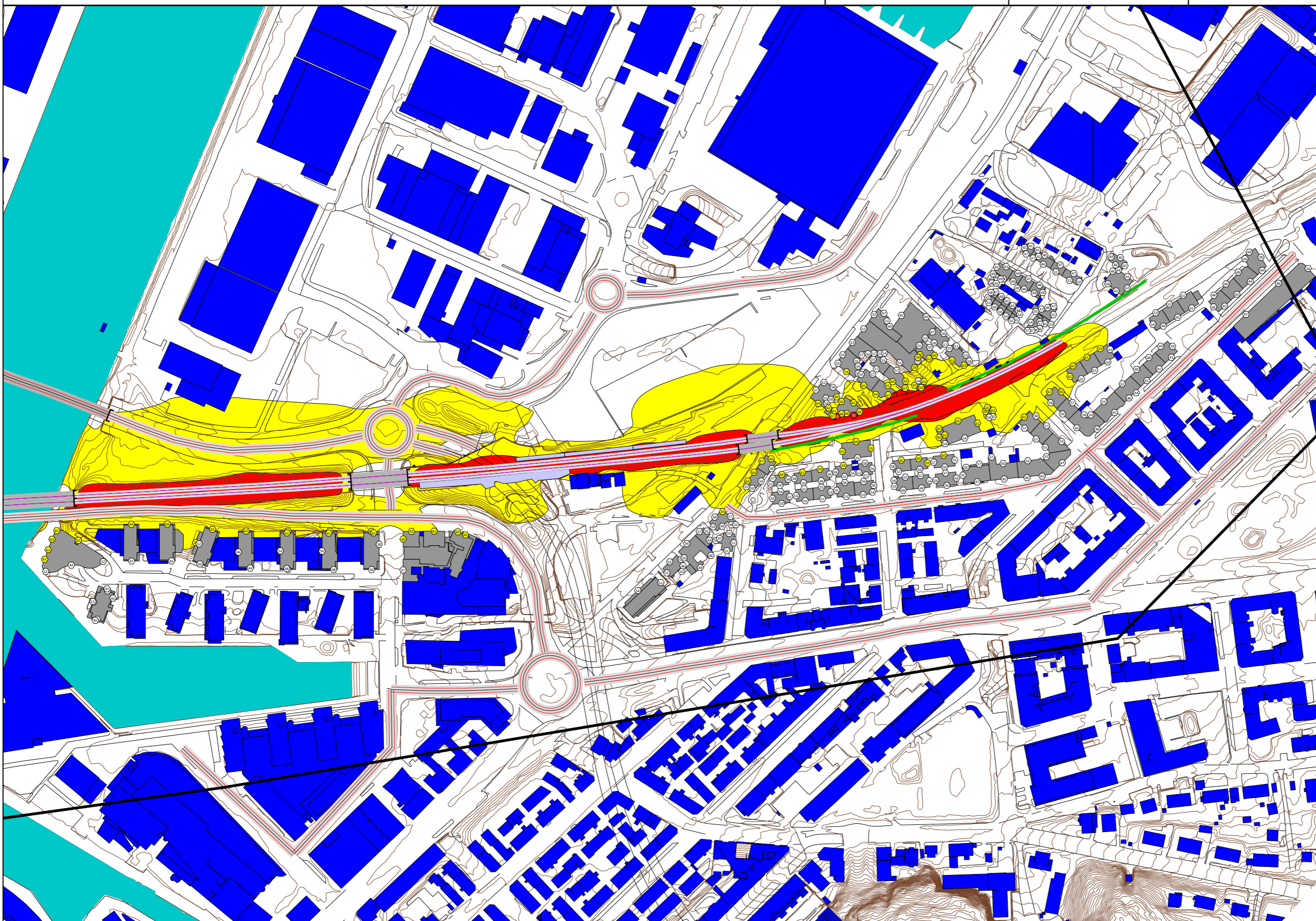
Støynivå

Lden [dB(A)]

68 <  <= 68
58 <  <= 58
0 <  <= 58

Tegnforklaring

-  Bygninger
-  Mur/støyskjerm
-  Høydekurver
-  Bygninger vurdert
-  Beregningsområde
-  Jernbane
-  Tunnel
-  Perronger
-  Vann



Målestokk (A3) 1:2800

0 35 70 140 m

STØYSONEKART - Marienborg - Lademoen, funksjonelt dobbeltspor - Støysonekart 1,5m jernbane Lademoen fremtidig situasjon n

Kartutsnitt:
Hovedkart

Internt prosjektnummer:
1350046998

Kunde:
Bane NOR

Dato:
02.09.2022

RAMBOLL

X10017

Situasjonsbeskrivelse:
KTT-15-X-10017 - Støysonekart 1,5 meter fremtidig situasjon Lademoen med ny støyskjerm

Rapport:
C-rap-001


Rambøll i Norge AS
Kobbes gate 2, 7042 Trondheim
Tlf.: 73 84 10 00

Beregningsparametere

Beregningsmetode: Nordisk
Beregningsmetode for støy fra veitrafikk
Enhet: Lden (iht T-1442)
Trafikktall: Se rapport
Oppløsning støykart: 10 x 10 m
Antall refleksjoner støysoner: 1
Antall refleksjoner fasader: 3
Beregningshøyde støysoner: 1,5 m
Beregningshøyde fasader: 2/3 av etasjer

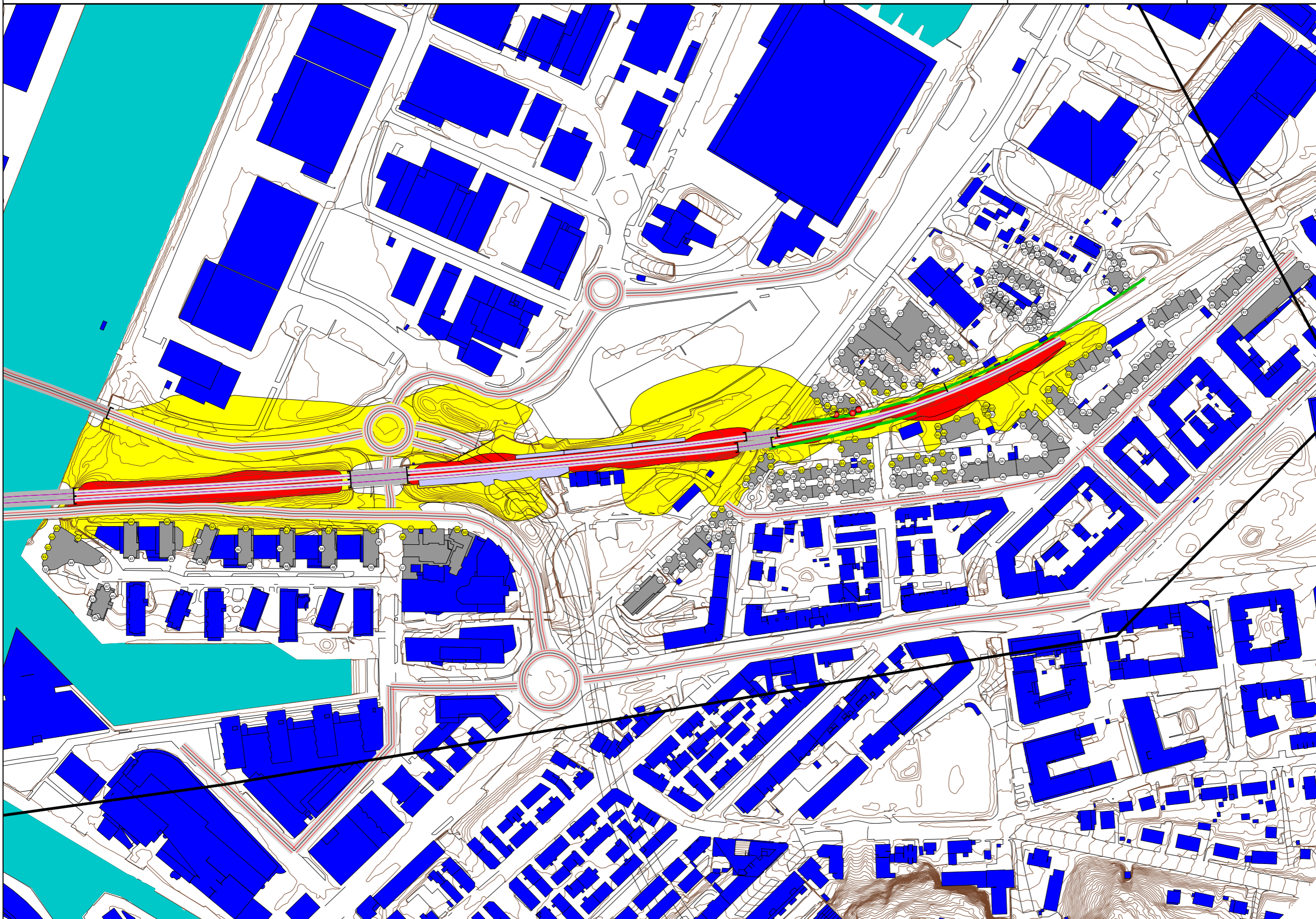
Støynivå

Lden [dB(A)]

68 <  <= 68
58 <  <= 58
0 <  <= 58

Tegnforklaring

-  Bygninger
-  Støyskjerm
-  Høydekurver
-  Bygninger vurdert
-  Beregningsområde
-  Jernbane
-  Tunnel
-  Perronger
-  Vann



Målestokk (A3) 1:2800

0 35 70 140 m

STØYSONEKART - Marienborg - Lademoen, funksjonelt dobbeltspor - Støysonekart 1,5m jernbane Lademoen sumstøy med skjerm

Kartutsnitt:
Hovedkart

Internt prosjektnummer:
1350046998

Kunde:
Bane NOR

Dato:
02.09.2022

RAMBOLL

X10021

Situasjonsbeskrivelse:
KTT-15-X-10021 - Støysonekart 1,5 meter fremtidig situasjon Lademoen med ny støyskjerm

Rapport:
C-rap-001


Rambøll i Norge AS
Kobbes gate 2, 7042 Trondheim
Tlf.: 73 84 10 00

Beregningsparametere

Beregningsmetode: Nordisk
Beregningsmetode for støy fra veitrafikk
Enhet: Lden (iht T-1442)
Trafikktall: Se rapport
Oppløsning støykart: 10 x 10 m
Antall refleksjoner støysoner: 1
Antall refleksjoner fasader: 3
Beregningshøyde støysoner: 1,5 m
Beregningshøyde fasader: 2/3 av etasjer

Støynivå

Lden [dB(A)]

65 <  <= 65
55 <  <= 55
0 <  <= 55

Tegnforklaring

-  Bygninger
-  Mur/støyskjerm
-  Høydekurver
-  Bygninger vurdert
-  Beregningsområde
-  Jernbane
-  Tunnel
-  Perronger
-  Vann



Målestokk (A3) 1:2800

