



KAPASITETSØKENDE TILTAK TRØNDERBANEN MELHUS OG SØBERG

Fagrappport støy

03B	Teknisk detaljplan	26.01.2023	VEWO	BMY	STNI
02B	Teknisk detaljplan	28.06.2022	VEWO	BMY	STNI
01A	Rettet etter kommentarer	18.11.2021	VEWO	BMY	STNI
00A	Første utgave	14.10.2021	VEWO	BMY	STNI
Rev.	Revisjonen gjelder	Dato	Utarb. av	Kontr. av	Godkj. av
Dovrebanen Støren - Trondheim Melhus og Søberg Fagrappport støy		Ant. sider			
		44			
		Produsent	Rambøll Norge AS		
		Prod. dok. nr.			
		Erstatning for			
Prosjekt: 60034611 Parsell: 20 Melhus og Søberg		Erstattet av			
		Dokument nr.	KTT-20-A-10215	Rev.	03B
		FDV dokument nr.	N/A	FDV-rev.	N/A

Revisjonshistorikk

Rev.	Prosjekt-fase	Beskrivelse av endring	Dato	Forfatter
00A	Hovedplan	Første utgave	14.10.2021	VEWO
01A	Hovedplan	Rettet etter kommentarer	18.11.2021	VEWO
02B	Detaljplan	Oppdatering av beregninger etter detaljering av prosjektet	28.06.2022	VEWO
03B	Detaljplan	Lagt til informasjon om støyforhold ved nytt prosjekt Bankkvartalet i Melhus	26.01.2023	VEWO

1	SAMMENDRAG	5
2	INNLEDNING	6
2.1	HENSIKT MED FAGRAPPORTEN	6
3	MYNDIGHETSKRAV	7
3.1	KOMMUNEPLANENS AREALDEL – MELHUS KOMMUNE	7
3.2	UTENDØRS STØY - T-1442/2021	7
3.2.1	<i>Generelt</i>	7
3.2.2	<i>Grenseverdier</i>	7
3.2.3	<i>Planlegging av samferdselsanlegg</i>	8
3.3	INNENDØRS STØY	9
3.4	VIBRASJONER	9
3.5	STRUKTURLYD	10
3.6	STØY FRA BYGG- OG ANLEGGSVIRKSOMHET	10
4	BEREGNINGSMETODE OG GRUNNLAG	12
4.1	BEREGNINGSMETODE OG INNGANGSPARAMETERE	12
4.2	STØYSVAKE GODSTOG	13
4.3	TRAFIKKTALL	13
4.3.1	<i>Togtyper og toglengder</i>	13
4.3.2	<i>Dagens situasjon</i>	14
4.3.3	<i>Fremtidig situasjon</i>	15
4.3.4	<i>Hastigheter</i>	16
4.4	GENERELT OM BEREGNINGSRISULTATER OG STØYSONEKART	17
4.5	MAKSIMALNIVÅER FOR ENKELTPASSERINGER AV TOG	17
5	EKSISTERENDE ANLEGG	18
5.1	MELHUS	18
5.1.1	<i>Overordnet beskrivelse av dagens situasjon</i>	18
5.1.2	<i>Støysonekart dagens situasjon</i>	18
5.2	SØBERG	21
5.2.1	<i>Overordnet beskrivelse av dagens situasjon</i>	21
5.2.2	<i>Støysonekart dagens situasjon</i>	21
6	NYTT ANLEGG	24
6.1	MELHUS	24
6.1.1	<i>Overordnet beskrivelse av tiltaket</i>	24
6.1.2	<i>Støysonekart fremtidig situasjon</i>	24
6.1.3	<i>Maksimalnivåer i fremtidig situasjon</i>	27
6.1.4	<i>Oppsummering av støy nivåer ved nærliggende bebyggelse</i>	27
6.2	SØBERG	28
6.2.1	<i>Overordnet beskrivelse av tiltaket</i>	28
6.2.2	<i>Støysonekart fremtidig situasjon</i>	28
6.2.3	<i>Maksimalnivåer</i>	31
6.2.4	<i>Oppsummering av støy nivåer ved nærliggende bebyggelse</i>	32
7	VIBRASJONER OG STRUKTURLYD	33
7.1	GENERELT	33
7.2	GRUNNFORHOLD	33
7.3	RESULTATER	34
7.3.1	<i>Vibrasjoner</i>	34
7.3.2	<i>Strukturlyd</i>	34
7.4	VURDERINGER OG KONKLUSJON	35
8	OPPSUMMERING OG KONKLUSJON	37
8.1	STØY	37

8.2	VIBRASJONER OG STRUKTURLYD	38
9	VIDERE ARBEID	39
10	DEFINISJONER	40
11	DOKUMENTINFORMASJON	41
11.1	ENDRINGSLOGG	41
12	REFERANSELISTE	42
13	VEDLEGG.....	44

1 SAMMENDRAG

Det er i denne fagrapporten gjort en utredning av støykonsekvensene av kapasitetsøkende tiltak for Trønderbanen gjennom Melhus og Sjøberg. Det vil her være kapasitetsøkning med to regiontog i timen på strekningen iht. ruteplan 2028 (R2028). Dette vil medføre etablering av et kryssingsspor og et vendespor på Melhus i tillegg til utvidelse av et kryssingsspor på Sjøberg. I tillegg vil det være hastighetsøkning på en del av strekningen. Det er utført støyberegninger og utarbeidet støysonekart med grenseverdier iht. retningslinjen T-1442 for både dagens og fremtidig situasjon for både Melhus og Sjøberg. Støyvurderingene er gjort på bakgrunn av at prosjektet iht. T-1442 defineres som en endring og utbedring av eksisterende virksomhet/anlegg, der dette omfatter endringer som gir en økning i støynivå som følge av endret geometri, økt fartsgrense, økt kapasitet o.l. Tiltak er bare nødvendig dersom støynivået i fremtidig situasjon gir en økning på 1 dB eller mer ved eksisterende støyfølsom bebyggelse.

I dagens situasjon vil bygninger med støyfølsomt bruksformål ved planområdene ved både Melhus og Sjøberg ligge i gul og rød støysone. De mest støyutsatte bygningene vil få fasader med nivåer på ca. $L_{den} = 68-69$ dB. Overgang fra dieseldrevne til elektriske tog i tillegg til innføring av støysvake godstog medfører generelt lavere støynivåer i fremtidig situasjon enn i dagens situasjon. Generelt vil støynivåene L_{den} reduseres med ca. 1-5 dB. Antall bygninger med støyfølsomt bruksformål som ligger i støysoner langs jernbanestrekningen vil reduseres, og ingen bygninger vil ligge i rød sone i fremtidig situasjon for hverken Melhus eller Sjøberg. Dette medfører at det ikke vil være nødvendig med noen støytiltak i form av støyskjermer for hverken Melhus eller Sjøberg.

Selv om de årsmidlede støynivåene vil reduseres, vil antall togpasseringer på natt (kl. 23-07) øke. Det vil i fremtidig situasjon samlet være over 10 togpasseringer på natt. På bakgrunn av dette anbefales at det gjøres en utredning av lokale tiltak i bygninger som har maksimalnivåer på fasade utenfor soverom over grenseverdien på $L_{p,A,max} > 75$ dB for togtypen BM76. Dersom det gjøres tiltak mot maksimalstøy fra persontog BM76, vil man redusere antall hendelser på natt som kan gi overskridelse av grenseverdien til under 10. Kravet til maksimalnivåer L_{5AF} vil dermed være ivaretatt. Eventuelle lokale tiltak vil være fasadeisolasjon i soverom der grenseverdi for innendørs støynivå er overskredet. Dette må avdekkes med befaringer i byggeplan. Det vil bare være to bygninger i Sjøberg som må utredes for dette.

Tiltak mot vibrasjoner og strukturlyd vil bare være nødvendig der det vil bli en økning av nivåer sammenlignet med dagens situasjon, eller der det etableres helt nye spor. I tillegg må det være overskridelser av grenseverdiene. En økning av nivåer skyldes i dette prosjektet at hastigheten økes, eller at det etableres spor som kommer nærmere bebyggelse enn dagens spor. Dette er bare tilfellet ved Melhus og Melhus skysstasjon. Overordnede beregninger og vurderinger tilsier at noen av de eksisterende støyfølsomme bygningene ved Melhus vil kunne få nivåer over grenseverdiene (både vibrasjoner og strukturlyd). Basert på nåværende kjennskap til grunnforholdene, vurderes det som mer sannsynlig at det vil kunne være overskridelser av grenseverdien for strukturlyd enn for følbare vibrasjoner.

Det må gjøres vibrasjonsmålinger av eksisterende bane i senere planfaser for å få mer detaljer om grunnforhold etc. for å avdekke nødvendighet av tiltak.

2 INNLEDNING

«Melhus og Søberg» - prosjektet er en del av prosjektporteføljen «Kapasitetsøkende tiltak Trønderbanen. Ved prosjektets oppstart var begge stasjonene med i porteføljen. Etter oppstart er Søberg stasjon tatt ut av porteføljen, men det er besluttet å fullføre detaljplanen.

Reguleringsplanen for Melhus sendes til kommunal behandling våren 2022, mens det for reguleringsplanen for Søberg ikke er besluttet en behandlingsdato. Det vil bli utarbeidet detaljplan for begge lokasjoner og beskrivelser for både Melhus og Søberg er inkludert i denne fagrappporten.

Porteføljen har som ambisjon å realisere to regiontog i timen på strekningen Melhus – Trondheim – Steinkjer til ruteplan 2028 (R2028). Tiltaket skal bidra til frekvensøkning av personreiser mellom Melhus og Steinkjer, samt sikre tilstrekkelig restkapasitet til å videreutvikle andre togprodukter, som godstog og fjerntog.

Alle prosjektene i porteføljen må sees i sammenheng og skal til sammen oppnå kapasitetsmålene på strekningen.

Følgende hovedtiltak på Melhus er planlagt for at man skal nå kapasitetsmålene:

- Kryssingsspor for persontog og godstog opp til 650 meter
- Samtidig innkjør
- En ny sideplattform og oppgradering av eksisterende sideplattform
- Vendespor for lokaltog
- Hensettingsspor for arbeidsmaskiner
- Økt hastighet fra 50 km/t til 80 km/t gjennom dagens Melhus stasjon

Tiltak på Søberg er en forlengelse av dagens sporlengde til lengde tilpasset 650 meter lange godstog med samtidig innkjør. Dette tiltaket er ikke nødvendig for 2 tog i timen på Melhus – Trondheim - Steinkjer, men er et godstiltak for at man skal ta i bruk 650 meter lange godstog på Dovrebanen (Oslo-Trondheim).

Teknisk detaljplan [1] beskriver prosjektert løsning for tiltak på Melhus stasjon og Søberg stasjon, mens denne fagrappporten beskriver prosjektert løsning for støy og vibrasjoner.

2.1 Hensikt med fagrapporten

I denne fagrapporten gjøres det en utredning av endringene av støy- og vibrasjonsforhold ved nærliggende bebyggelse rundt planområdene ved både Melhus og Søberg. Det utføres støyberegninger og støysonekart med grenseverdier iht. T-1442/2021 for både dagens og fremtidig situasjon for både Melhus og Søberg. Det gjøres vurderinger av nødvendigheten av skjermingstiltak mot støyfølsom bebyggelse.

Vurderinger av vibrasjoner og strukturlyd er gjort på et overordnet nivå og vurdert opp mot gjeldende grenseverdier i NS 8175:2012 og NS 8176:2017. Det må gjøres vibrasjonsmålinger av eksisterende bane i senere planfaser for å avdekke nødvendighet av tiltak.

3 MYNDIGHETSKRAV

3.1 Kommuneplanens arealdel – Melhus kommune

I kommuneplanens arealdel 2013-2025 for Melhus kommune [2] gjelder følgende bestemmelser for støy:

«1.8 Krav til miljø (plan- og bygningslovens §11-9 nr 6)

1.8.1 Miljøkvalitet

Støy: Retningslinjer for behandling av støy i arealplanleggingen (T 1442) og gitte grenseverdier gjelder. Støy skal utredes i alle planer og tiltak som berøres av en støysone.»

Dette medfører at retningslinjen T-1442/2021 vil være gjeldende og juridisk bindende for prosjektet. Relevante utdrag fra denne retningslinjen er gjengitt i kapittel 3.2.

3.2 Utendørs støy - T-1442/2021

3.2.1 Generelt

Utendørs støyforhold er regulert av Miljødirektoratets «Retningslinje for behandling av støy i arealplanlegging» (T-1442) [3]. Retningslinjen har sin veileder, «Veileder om behandling av støy i arealplanlegging» (M-2061) [4], 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.

3.2.2 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 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

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.

3.2.3 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.

3.3 Innendørs støy

Gjeldende krav til innendørs støynivå for nye bygninger er gitt av byggteknisk forskrift (TEK) [5] som henviser til grenseverdier i norsk standard NS 8175:2012 [6]. 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, L_{5AF} , 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 lydtryknivå $L_{p,AFmax}$ på natt (kl. 23-07). Utdrag fra NS 8175:2012.

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

Krav til maksimalt støynivå $L_{p,AFmax}$ gjelder der det er mer enn 10 hendelser per natt over grenseverdien.

3.4 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» [7]. 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 [5] 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 tilfredsstillende 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.

3.5 Strukturlyd

NS 8175 [6] (forskriftskrav i TEK17) og TDB kap. 5.4.4. [8] 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.

3.6 Støy fra bygg- og anleggsvirksomhet

Anbefalte grenseverdier for støy fra bygge- og anleggsvirksomhet er gitt i T-1442 [3]. Aktuelle grenseverdier er gitt av kapittel 6 i retningslinjen, og det henvises til denne for mer informasjon i senere faser av prosjektet.

De aktuelle grenseverdiene er gjengitt i Tabell 3, og gjelder utendørs utenfor rom med støyfølsomt bruksformål.

Tabell 3: Grenseverdier for støy fra bygg- og anleggsvirksomhet fra T-1442/2021.

Bygningstype	Støykrav på dagtid ($L_{pAeq12h}$ (Ld) 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 og pleieinstitusjoner	60 dB	55 dB	45 dB
Skole, barnehage	55 dB i brukstid		

Dersom bygge- og anleggsvirksomheten har varighet kortere enn 6 måneder, kan det aksepteres opp mot 5 dB høyere støynivå på dagtid og kveld enn angitt i Tabell 3.

Støyende arbeid og aktiviteter bør ikke forekomme om natten. Dersom det i spesielle tilfeller likevel er nødvendig med støyende arbeid på natt, og støygrensen i tabellen over overskrides, bør berørte parter varsles om dette i god tid før arbeidet starter og det bør som hovedregel tilbys alternativ overnatting. Maksimalt støynivå, L_{AFmax} , i nattperioden bør ikke overskride grensene for ekvivalentnivå med mer enn 15 dB.

I tillegg bør støygrensene i Tabell 3 skjerpes med ytterligere 5 dB dersom lyden i eller ved bebyggelse med støyfølsomt bruksformål inneholder tydelige innslag av impulslyd eller rentoner. Skjerpingen bør gjøres for driftssituasjoner der impulslyd og/eller rentoner er et karakteristisk trekk ved driften. Skjerping er ikke nødvendig for sjeldne eller utypiske hendelser. Slik skjerping av grenseverdiene kan være aktuelt ved aktivitet som spunting, aktiviteter med tydelig borelyd og piggelyd.

Både større og mindre bygg- og anleggsarbeid bør varsles til naboer m.fl. som er utsatt for vesentlig støy. For mer detaljert informasjon om støy i anleggsperioden og varslingsrutiner henvises det til kapittel 6 i T-1442/2021.

Generelt må arbeidet utføres på en måte som gir minst mulig støyulemper for beboerne i nabolaget utover grenseverdier angitt for anleggsarbeider. Mobile støyskjermer kan være et alternativ for skjerming av støy.

4 BEREGNINGSMETODE OG GRUNNLAG

4.1 Beregningsmetode og inngangsparametere

Lydtutbredelse for jernbane er beregnet i henhold til nordisk beregningsmetode for jernbanestøy [9]. 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. De viktigste inngangsparametere for beregningene er vist i tabellen nedenfor.

Tabell 4: 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	5 x 5 m
Søkeavstand	1000 m
Beregningshøyde, støysonekart	4 m
Beregningshøyde, fasadenivåer	Etasjevis

I beregningene er det benyttet korreksjonsfaktorer (ΔL_c) iht. Nordisk beregningsmetode for jernbanestøy [9] for ulike deler av strekningen:

- Konvensjonell sporveksel uten bevegelig kryss: +6 dB for en strekning på 10 m sentrert rundt plassering av sporveksel
- Bro med ballast: +3 dB
- Bro uten ballast: +6 dB

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 sporveksler med fast kryss, men sporveksler med bevegelig kryss kan også vurderes som et støytiltak der det etableres nye sporveksler.

4.2 Støysvake godstog

Bremseklosser av støpejern på godstog skal være utskiftet til komposittklosser innen 2032, på bakgrunn av kravene til støy fra rullende materiell som er hjemlet i norsk lov gjennom forskrift om TSI-støy [10]. Bremsesystemer basert på bruk av komposittmaterialer i bremseklosser medfører jevnere/mindre hjulslitasje, noe som igjen bidrar til mindre overflateslitasje på skinner. Til sammen medfører dette lavere lydemisjon fra godstogene. Det finnes pr. i dag ikke tilgjengelig datagrunnlag som gjør at det kan bestemmes ny lydemisjonsdata iht. Nordisk beregningsmetode for godstog med komposittmaterialer i bremseklossene. Støynivåer fra godstog i fremtidig situasjon er i denne utredningen dermed beregnet på bakgrunn av føringer i Teknisk Designbasis for InterCity [8]. Dette medfører at støynivåer fra godstog i fremtidig situasjon her beregnes med en 7 dB reduksjon av støynivået i alle frekvensbånd (flat reduksjon).

4.3 Trafikktall

Trafikktall benyttet i beregninger er vist i tabeller i dette kapittelet. På strekninger med to spor er det antatt at trafikktallene fordeles likt på begge spor.

4.3.1 Togtyper og tog lengder

I dagens situasjon er det både dieseldrevne og elektriske tog som kjører på den aktuelle strekningen i prosjektet. For fremtidig situasjon er alle togene elektriske tog. I tillegg er det i fremtidig situasjon lagt til grunn at alle godstog skal være støysvake. Støysvake godstog er beskrevet ytterligere i avsnitt 4.2.

Inndata for lydemisjon for tog i fremtidig situasjon av typen BM76 antas å være tilsvarende som BM74/75, der inndata er hentet fra premissnotat for støy fra InterCity Østfoldbanen for strekningen Fredrikstad-Sarpsborg [11]. BM76 er elektrisk drevet på strekningene i dette prosjektet.

Oversikt over de ulike togtypene og tog lengder som er lagt til grunn i prosjektet er gjengitt i Tabell 5.

Tabell 5: Toglengder

Togtype	Lengde (m)
BM73	213,2 m
BM74/75	106,6 m
BM76	112,7 m
EL18 + B7	146,4 m
BM92	49,5 m
BM93	38,2 m
Gods diesel	650 m
Gods elektrisk	650 m

4.3.2 Dagens situasjon

Trafikktall for dagens situasjon er offisielle tall fra Bane NOR [12], der disse antas å være de samme tallene som for 2016. Tabell 6 og Tabell 7 viser tall for den aktuelle strekningen i prosjektet.

Tabell 6: Trafikkdata for tog på strekningen Kvål-Melhus (begge retninger). Dagens situasjon

Togmeter pr. døgn (samlet i begge retn.) [m]			
Togtype	Dag (kl. 7-19)	Kveld (kl. 19-23)	Natt (kl. 23-7)
BM73	372	102	58
BM92	1218	404	389
BM93	42	17	16
DI4	3	1	2
EL18 + B7	201	202	331
Ukjent (Antar BM92)	15	3	7
Godstog elektrisk	1108	735	1789
Godstog diesel	48	22	57

Tabell 7: Trafikkdata for tog på strekningen Melhus-Nypan (begge retninger). Dagens situasjon

Togmeter pr. døgn (samlet i begge retn.) [m]			
Togtype	Dag (kl. 7-19)	Kveld (kl. 19-23)	Natt (kl. 23-7)
BM73	372	102	58
BM92	1221	404	389
BM93	47	17	16
DI4	3	1	2
EL18 + B7	201	202	331
Ukjent (Antar BM92)	16	3	7
Godstog elektrisk	1108	735	1788
Godstog diesel	63	24	62

Informasjon om stoppende tog i dagens situasjon er hentet fra grafiske togruter [13], og er vist i Tabell 8. Det vil være noen flere stoppende tog som følge av passeringer/forbikjøring på dobbeltsporstrekningene, men disse er ikke medtatt da dette har marginalt å si for årsmidlet støynivå. Alle øvrige togtyper og strekninger har gjennomgående tog.

Tabell 8: Andel stoppende tog på stasjoner (begge retninger). Dagens situasjon

Stasjon	Andel stoppende persontog (BM92 og 93) [%]			Andel stoppende godstog (både elektrisk og diesel) [%]		
	Dag (kl. 7-19)	Kveld (kl. 19-23)	Natt (kl. 23-7)	Dag (kl. 7-19)	Kveld (kl. 19-23)	Natt (kl. 23-7)
Søberg stasjon	60 %	23 %	35 %	65 %	100 %	0 %
Melhus skysstasjon	100 %	100 %	100 %	0 %	0 %	0 %
Melhus	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %

4.3.3 Fremtidig situasjon

Trafikktall for fremtidig situasjon etter utbygging av tiltaket er avlest av fra grafiske togruter som en del av grunnlaget for prosjektet og er ruteplan for 2028 (R2028) [14]. Denne ruteplanen antas å være gjeldende også 10-20 år frem i tid, og er da iht. krav til prognosesituasjon i T-1442.

Tabell 9-Tabell 11 viser fremtidige trafikktall for den aktuelle strekningen i prosjektet.

Tabell 9: Trafikkdata for tog på strekningen Kvål-Søberg (begge retninger). Fremtidig situasjon

Togmeter pr. døgn (samlet i begge retn.) [m]			
Togtype	Dag (kl. 7-19)	Kveld (kl. 19-23)	Natt (kl. 23-7)
BM76	3156	1014	1014
BM73	1706	426	426
EL18 + B7	0	0	293
Godstog elektrisk	2600	650	2600

Tabell 10: Trafikkdata for tog på strekningen Søberg-Melhus skysstasjon (begge retninger). Fremtidig situasjon

Togmeter pr. døgn (samlet i begge retn.) [m]			
Togtype	Dag (kl. 7-19)	Kveld (kl. 19-23)	Natt (kl. 23-7)
BM76	3719	1014	1014
BM73	1706	426	426
EL18 + B7	0	0	293
Godstog elektrisk	2600	650	2600

Tabell 11: Trafikkdata for tog på strekningen Melhus skysstasjon-Nypan (begge retninger). Fremtidig situasjon

Togmeter pr. døgn (samlet i begge retn.) [m]			
Togtype	Dag (kl. 7-19)	Kveld (kl. 19-23)	Natt (kl. 23-7)
BM76	5748	1691	1240
BM73	1706	426	426
EL18 + B7	0	0	293
Godstog elektrisk	2600	650	2600

Informasjon om stoppende tog i fremtidig situasjon er hentet fra grafiske togruter [14], og er vist i Tabell 12. Det vil være noen flere stoppende tog som følge av passeringer/forbikjøring på strekningene med kryssingsspor, men disse er ikke medtatt da dette har marginalt å si for årsmidlet støynivå. Alle øvrige togtyper og strekninger har gjennomgående tog.

Tabell 12: Andel stoppende tog på stasjoner (begge retninger). Fremtidig situasjon

Stasjon	Andel stoppende persontog (BM76) [%]			Andel stoppende godstog [%]		
	Dag (kl. 7-19)	Kveld (kl. 19-23)	Natt (kl. 23-7)	Dag (kl. 7-19)	Kveld (kl. 19-23)	Natt (kl. 23-7)
Søberg stasjon	0 %	0 %	0 %	25 %	100 %	0 %
Melhus skysstasjon	100 %	100 %	100 %	50 %	0 %	0 %
Melhus	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %

4.3.4 Hastigheter

For hastigheter i dagens situasjon er det benyttet skiltet hastighet for de aktuelle strekningene. I fremtidig situasjon vil det være de samme hastighetene, med unntak av at hastighetene til både person- og godstog økes på noen av strekningene. Tabellen under viser hastighetene som er benyttet i beregningene for ikke-stoppende tog.

Tabell 13: Hastigheter for person- og godstog på de ulike strekningene (gjennomgående tog)

Strekning	Persontog (km/t)	Godstog (km/t)
Kvål-Søberg	100 km/t	90 km/t
Søberg stasjon	Dagens: Spor 1: 100 km/t Spor 2: 40 km/t Fremtidig: Spor 1: 100 km/t Spor 2: 80 km/t	Dagens: Spor 1: 90 km/t Spor 2: 40 km/t Fremtidig: Spor 1: 90 km/t Spor 2: 80 km/t
Søberg-Melhus skysstasjon	100-130 km/t	90 km/t
Melhus skysstasjon	Dagens: Spor 1: 130 km/t Fremtidig: Spor 1: 130 km/t Spor 2: 80 km/t	Dagens: Spor 1: 90 km/t Fremtidig: Spor 1: 90 km/t Spor 2: 80 km/t
Melhus skysstasjon-Melhus	Dagens: 50 km/t Fremtidig: 80 km/t	Dagens: 50 km/t Fremtidig: 80 km/t
Melhus-Nypan	130 km/t	90 km/t

For stoppende elektriske tog er det benyttet 50 km/t for som et gjennomsnitt på hele stasjonsområdet. For stoppende tog med dieselmotor er det benyttet 60 km/t som et gjennomsnitt.

4.4 Generelt om beregningsresultater og støysonekart

Støysonekart i denne rapporten er gitt ved beregningshøyde 4 meter. Det er benyttet 1. ordens refleksjon i støysoneberegningene, og lydnivåene er gitt som L_{den} angitt med gul og rød sone. Nedre grenseverdi for gul og rød sone er hhv. 58 og 68 dB i alle støysonekart. Nivåene er da direkte sammenlignbare med grenseverdiene i T-1442. Alle grenseverdier gjelder for boliger eller annen bebyggelse med støyfølsomt bruksformål. Boliger i nærheten av sporet er i alle støysonekart markert med en blå farge.

4.5 Maksimalnivåer for enkeltpasseringer av tog

Kravene til maksimalt støynivå, L_{5AF} , i nattperioden gjelder der det er mer enn 10 hendelser per natt (kl. 23-7) som overskrider grenseverdien på 75 dB. Kravene 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 passering av en bestemt togtype.

I dagens situasjon er det i gjennomsnitt 12 passeringer på natt, hvorav 9 er persontog. I fremtidig situasjon er det en økning i gjennomsnittlige togpasseringer til 19 passeringer, hvorav 15 av disse er persontog. Det er følgende togtyper som passerer på natt i fremtidig situasjon:

- Togtype BM76: 11 passeringer
- Togtype BM73: 2 passeringer
- Togtype EL18: 2 passeringer
- Togtype Godstog: 4 passeringer

Selv om det er en økning av antall passeringer vil maksimalnivåene for togtypene i fremtidig situasjon være lavere enn i dagens situasjon, med innføring av støysvake godstog og overgang fra dieseldrevet BM92/93 til elektrisk drevet BM76. På bakgrunn av at det er en økning i antall passeringer på natt anbefales det at det gjøres vurderinger av tiltak for bygninger med støyfølsomt bruksformål som får støynivå på fasade over $L_{5AF} > 75$ dB. Dersom det for disse bygningene gjøres tiltak for å ivareta kravet for passeringer av BM76 (den minst støyende togtypen i fremtidig situasjon), vil man stå igjen med kun 8 passeringer som potensielt kan overskride grenseverdien (de resterende togtypene). Da kravet til maksimalt støynivå, L_{5AF} er gjeldende for 10 eller flere hendelser, vil kravet etter tiltak mot BM76 være ivaretatt.

Det anbefales at det gjøres vurderinger av tiltak for berørte bygninger med fasadenivåer for maksimalnivå over $L_{p,A,max} > 75$ dB fra BM76 utenfor soverom. Tiltak vil da være nødvendig i soverom som vil ha overskridelser av grenseverdien for innendørs støynivå i Tabell 2. Aktuelle tiltak vil da være fasadetiltak i form av utskiftning av vinduer og/eller ventiler i soverom. Dette må avdekkes ved befaringer i en senere fase av prosjektet, da detaljer omkring bygninger ikke er kjent i denne fasen.

5 EKSISTERENDE ANLEGG

Dette kapittelet omhandler luftbåren støy i dagens situasjon for både Melhus og Søberg. Se kapittel 7 for vurderinger av vibrasjoner og strukturlyd.

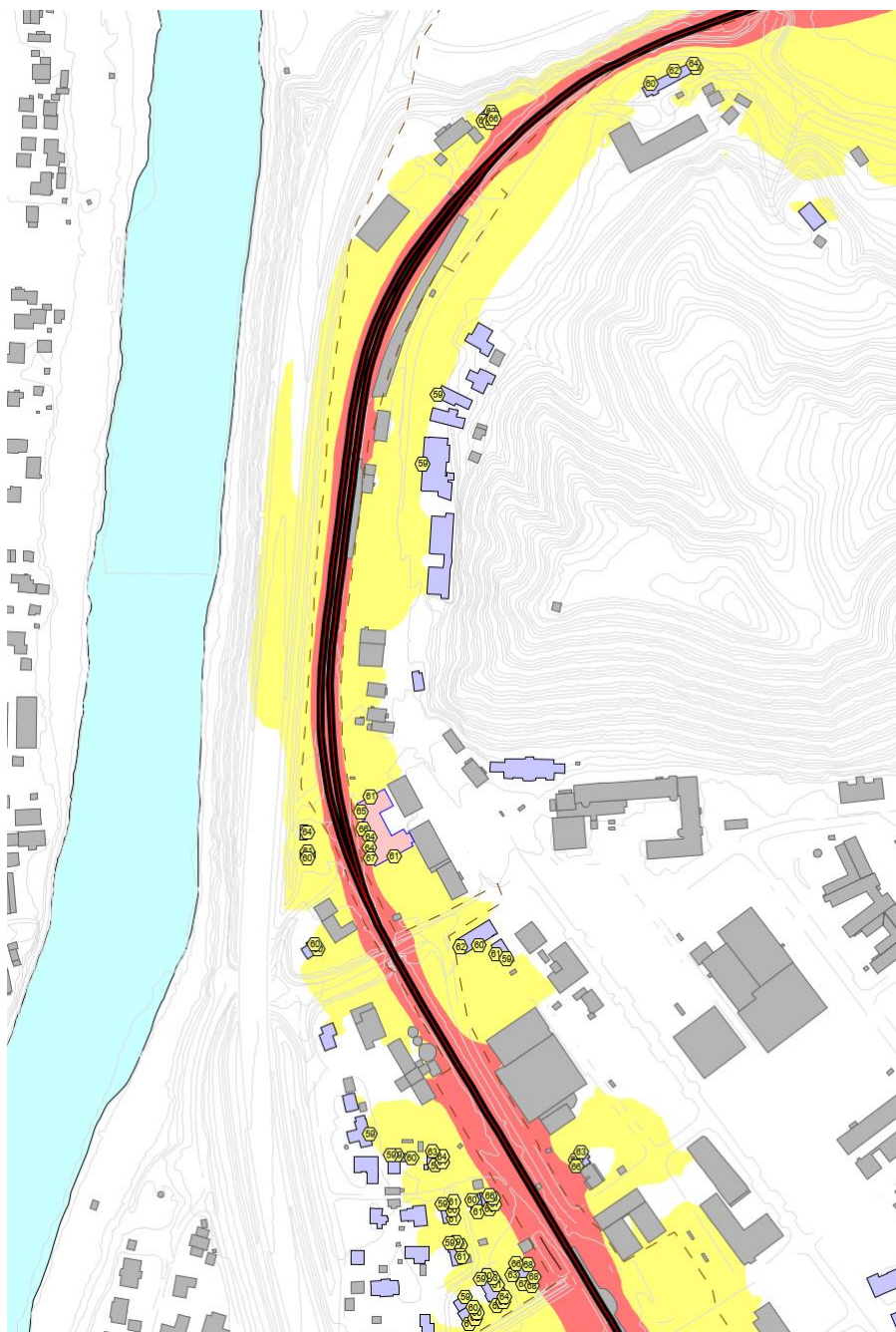
5.1 Melhus

5.1.1 Overordnet beskrivelse av dagens situasjon

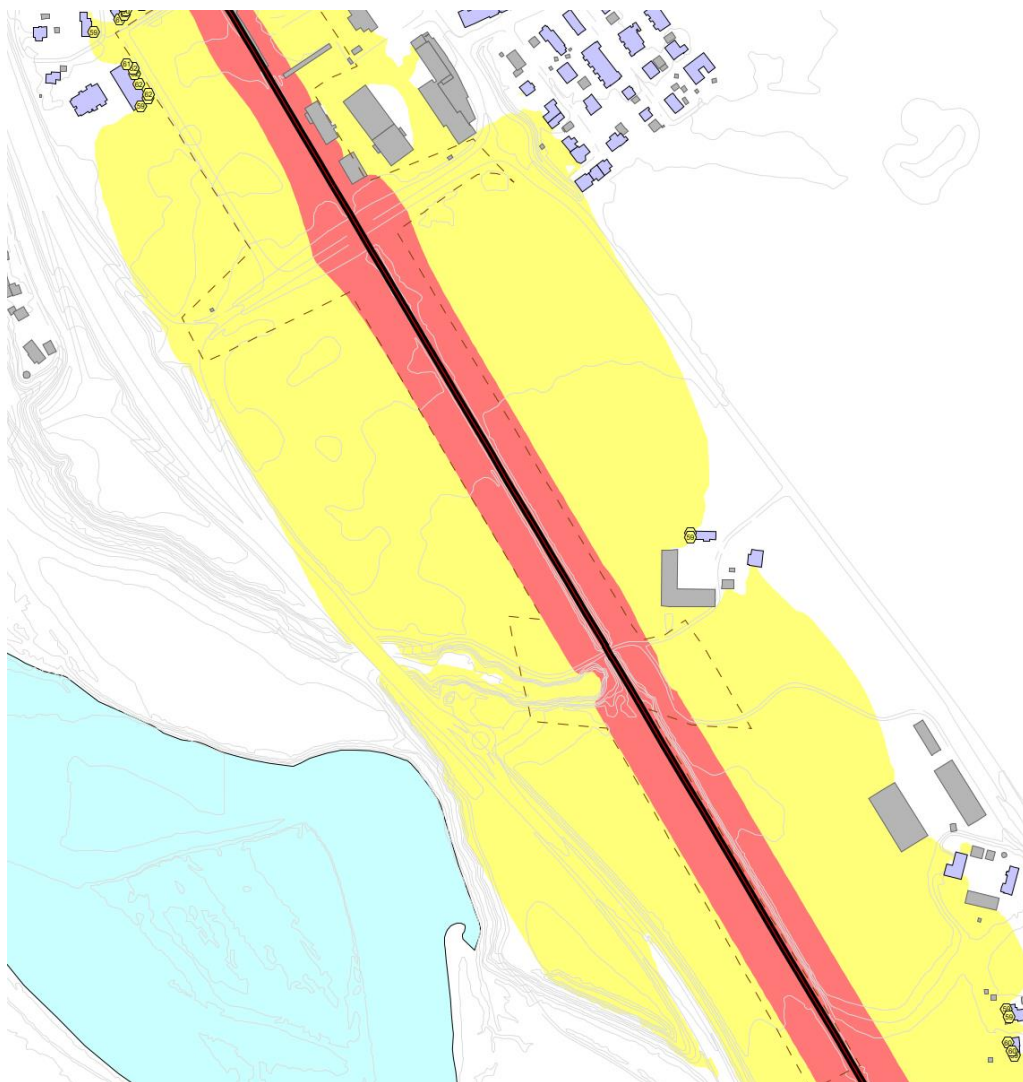
I dagens situasjon har Melhus skysstasjon et enkeltspor med en sideplattform på østsiden av sporet. Dagens Melhus stasjon ligger nord for Gimsevegen, som er en to-spors stasjon med et hensettingsspor.

5.1.2 Støysonekart dagens situasjon

Figur 1 og Figur 2 viser støysonekart og fasadenivåer L_{den} for dagens situasjon. Dette viser at bygninger med støyfølsomt bruksformål ved planområdet langs den eksisterende jernbanestrekningen i Melhus ligger i gul støysone med støynivåer opptil ca. $L_{den} = 68$ dB.



Figur 1: Støy (L_{den}) fra jernbane for dagens situasjon for Melhus – Utsnitt nord



Figur 2: Støy (L_{den}) fra jernbane for dagens situasjon for Melhus – Utsnitt sør

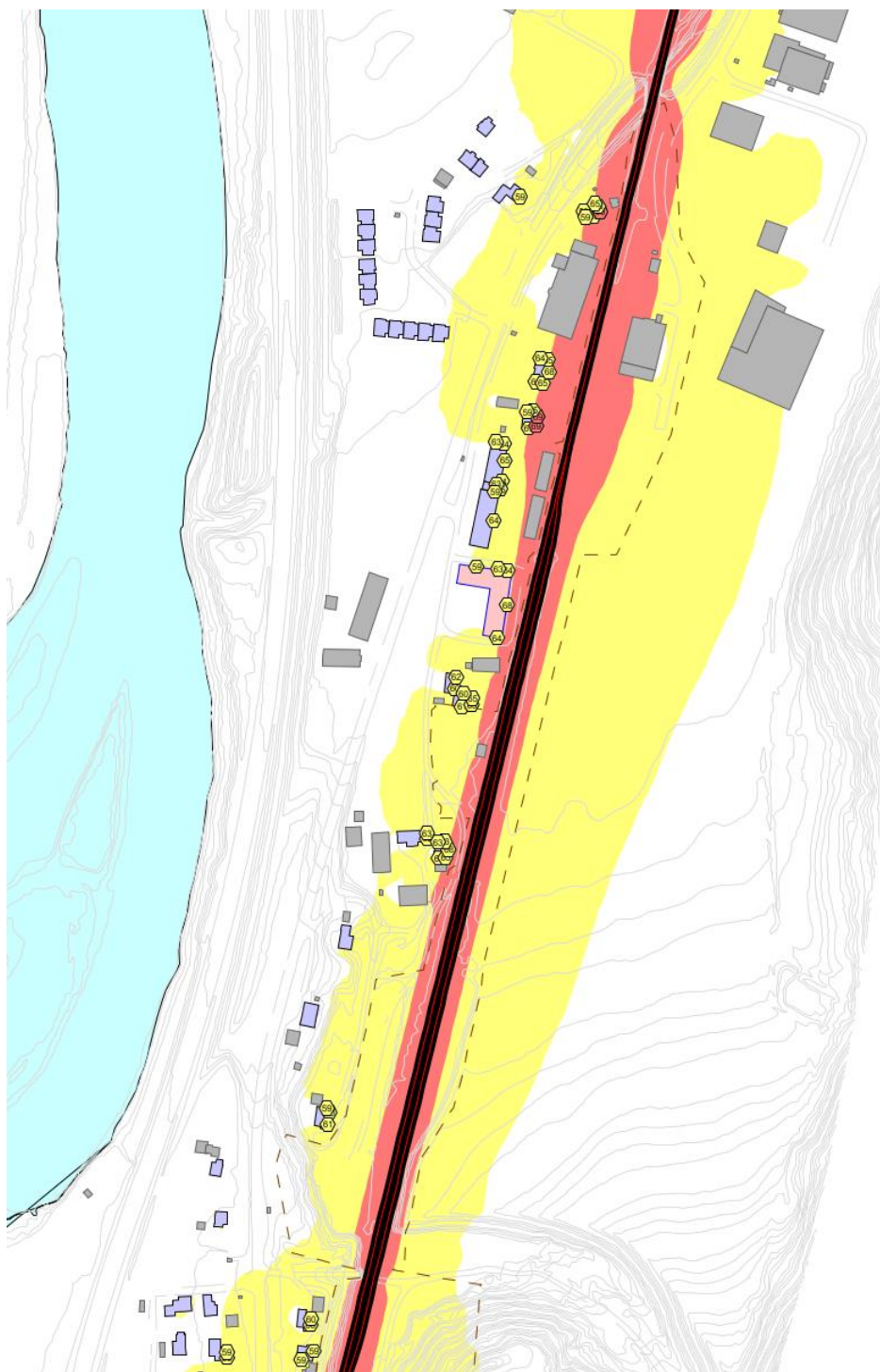
5.2 Sjøberg

5.2.1 Overordnet beskrivelse av dagens situasjon

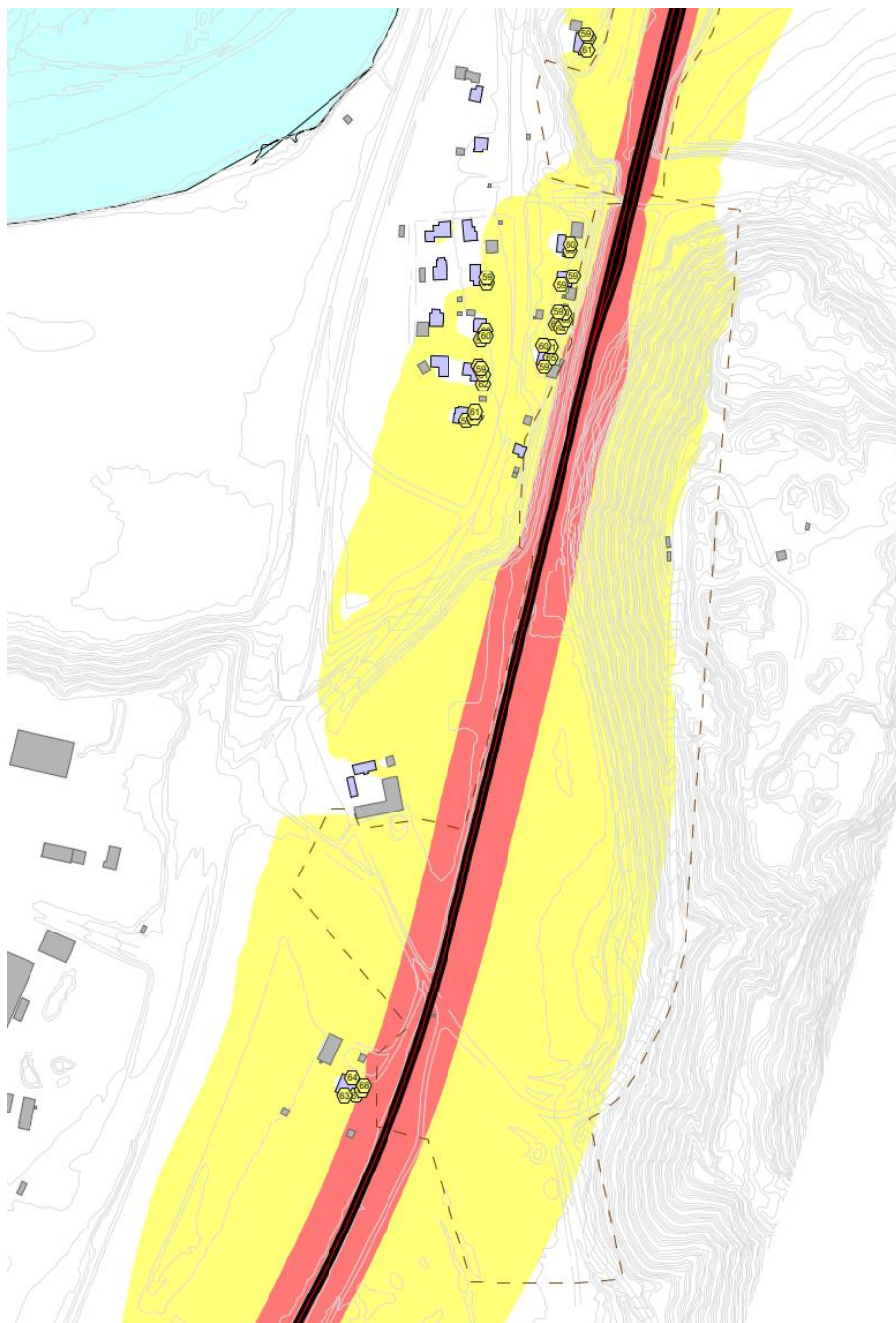
I dagens situasjon har Sjøberg stasjon et kryssingsspor med lengde 562 meter.

5.2.2 Støysonekart dagens situasjon

Figur 3 og Figur 4 viser støysonekart og fasadenivåer L_{den} for dagens situasjon. Dette viser at boliger ved planområdet langs den eksisterende jernbanestrekningen i Sjøberg ligger i gul og rød støysone med støynivåer opptil ca. $L_{den} = 69$ dB.



Figur 3: Støy (L_{den}) fra jernbane for dagens situasjon for Søberg – Utsnitt nord



Figur 4: Støy (L_{den}) fra jernbane for dagens situasjon for Søberg – Utsnitt sør

6 NYTT ANLEGG

Dette kapitlet omhandler luftbåren støy i fremtidig situasjon for både Melhus og Søberg. Se kapittel 7 for vurderinger av vibrasjoner og strukturlyd.

6.1 Melhus

6.1.1 Overordnet beskrivelse av tiltaket

Det blir etablert et nytt kryssingsspor ved Melhus skysstasjon i tillegg til dagens enkeltspor. Nytt spor vil etableres nærmere bebyggelsen som ligger sørvest for Melhus skysstasjon. Nytt kryssingsspor dimensjoneres for godstog med lengde 650 m. I tillegg etableres et vendespor sør for skysstasjonen som er dimensjonert for et persontog av typen BM76.

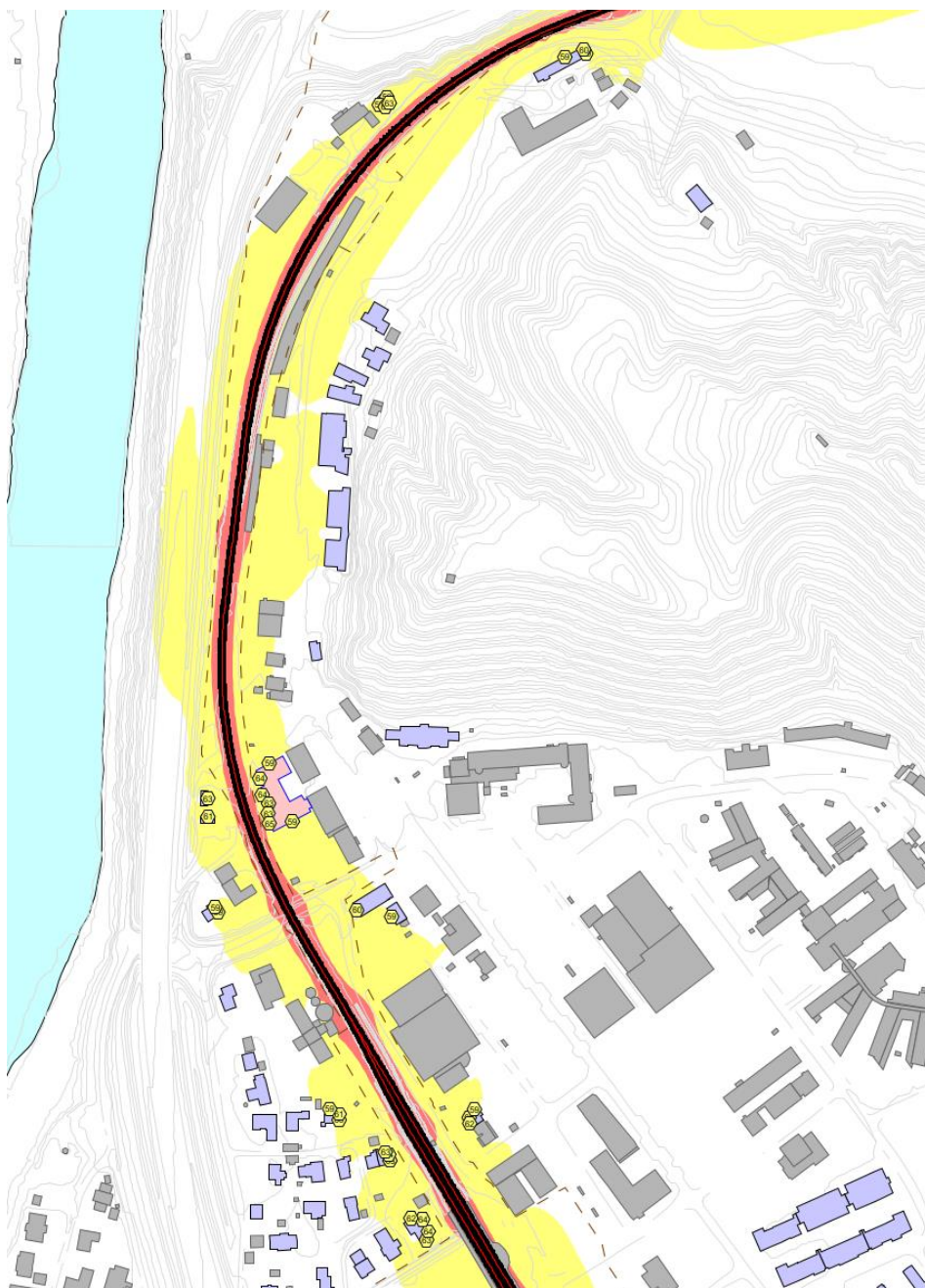
Det gjennomgående sporet på Melhus stasjon legges om for å få økt hastighet fra dagens 50 km/t til 80 km/t. Det blir også etablert en ny sideplattform sør for det nye sporet.

6.1.2 Støysonekart fremtidig situasjon

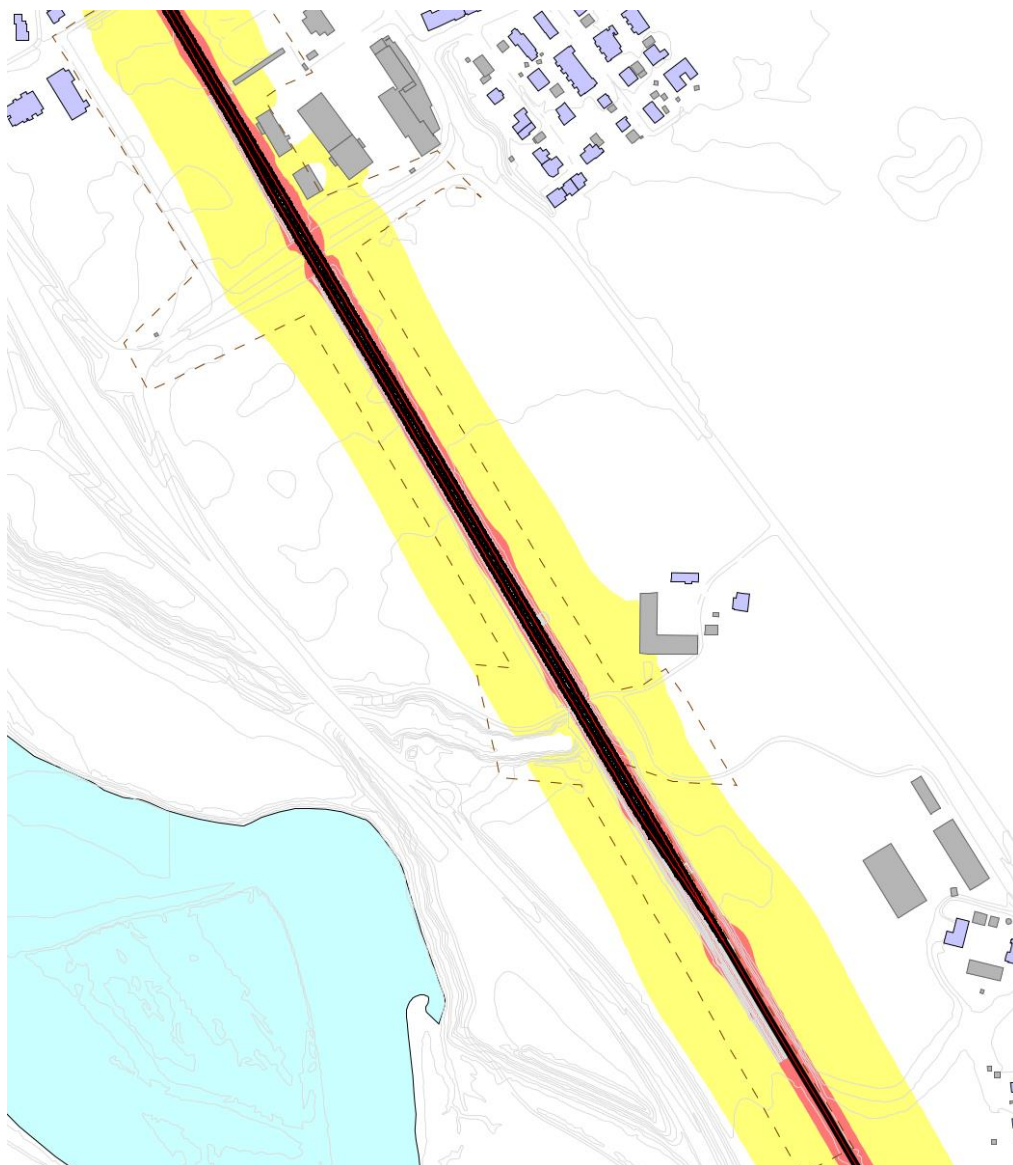
Figur 5 og Figur 6 viser støysonekart og fasadenivåer L_{den} for fremtidig situasjon med økt kapasitet og nytt kryssingsspor. Dette viser at støyutbredelsen fra jernbanen i fremtidig situasjon vil bli redusert sammenlignet med dagens situasjon. Dette skyldes at alle tog i fremtidig situasjon vil være elektriske og at det er lagt til grunn støysvake godstog. Det nye sporet ved Melhus skysstasjon vil etableres nærmere boligene sørvest for stasjonen, som vil medføre at støynivåene her ikke vil reduseres så mye som i områdene der sporet er uendret. For alle boliger vil støynivået i fremtidig situasjon være lavere enn i dagens situasjon, og det vil ikke være noen bygninger i rød sone. For boligen nærmest sporet vil de høyeste nivåene være opptil ca. $L_{den} = 64$ dB.

Bankkvartalet er et prosjekt med kombinert næring- og boligformål som planlegges i Melhus sentrum (Melhusvegen 433, 437, 439 og 433). Det er utført en støyfaglig utredning av Brekke & Strand i dette prosjektet [15] i forbindelse med en detaljreguleringsplan, der det er benyttet trafikk tall for jernbanen i 2035 som er hentet direkte fra Bane NORs grunndata til støyberegninger. De planlagte bygningene i Bankkvartalet er ikke med i støysonekartene i denne fagrapporten, da de ikke var bygget på tidspunktet kartgrunnlaget ble hentet.

Beregningene i dette prosjektet for kapasitetsøkende tiltak for Trønderbanen gjennom Melhus og Søberg vil ikke gi høyere støynivåer enn det som er beregnet i prosjektet med Bankkvartalet, og vil derfor ikke medføre ytterligere tiltak enn det som er prosjektert. Dette prosjektet har derfor ikke betydning for Bankkvartalet.



Figur 5: Støy (L_{den}) fra jernbane for fremtidig situasjon for Melhus – Utsnitt nord



Figur 6: Støy (L_{den}) fra jernbane for fremtidig situasjon for Melhus – Utsnitt sør

6.1.3 Maksimalnivåer i fremtidig situasjon

Det anbefales at det gjøres vurderinger av tiltak på bygninger med støyfølsomt bruksformål som vil få maksimalnivåer $L_{p,AF,max}$ fra passeringer av BM76 i fremtidig situasjon. Dette vil medføre at kravet til L_{5AF} på natt vil være ivaretatt. Se avsnitt 4.5 for flere detaljer angående dette.

For Melhus vil det ikke være noen bygninger med støyfølsomt bruksformål som får maksimalnivåer over grenseverdien. Figuren nedenfor viser utsnitt av maksimalnivået for togtype BM76.



Figur 7: Støy ($L_{p,A,max}$) fra togtype BM76 i fremtidig situasjon for Melhus

6.1.4 Oppsummering av støynivåer ved nærliggende bebyggelse

For fremtidig situasjon viser beregningene at støynivået vil reduseres sammenlignet med dagens situasjon. Antall bygninger med støyfølsomt bruksformål langs jernbanestrekningen i gul sone vil reduseres. Dette medfører at det ikke vil være nødvendig med noen støytiltak i form av støyskjermer for Melhus.

Selv om støynivåene vil reduseres, vil antall togpasseringer på natt (kl. 23-07) øke. Det vil samlet være over 10 togpasseringer på natt. På bakgrunn av dette anbefales at det utredes for lokale tiltak i bygninger som har maksimalnivåer på fasade utenfor soverom over grenseverdien på $L_{p,A,max} > 75$ dB for togtypen BM76. Dersom det gjøres tiltak mot maksimalstøy fra persontog BM76, vil man redusere antall hendelser på natt som kan gi overskridelse av grenseverdien til under 10. Kravet til maksimalnivå L_{5AF} vil dermed være ivaretatt.

Det er ingen bygninger med støyfølsom bebyggelse som får maksimalnivåer over grenseverdien for Melhus, og det er derfor ikke nødvendig med tiltak mot dette.

6.2 Sjøberg

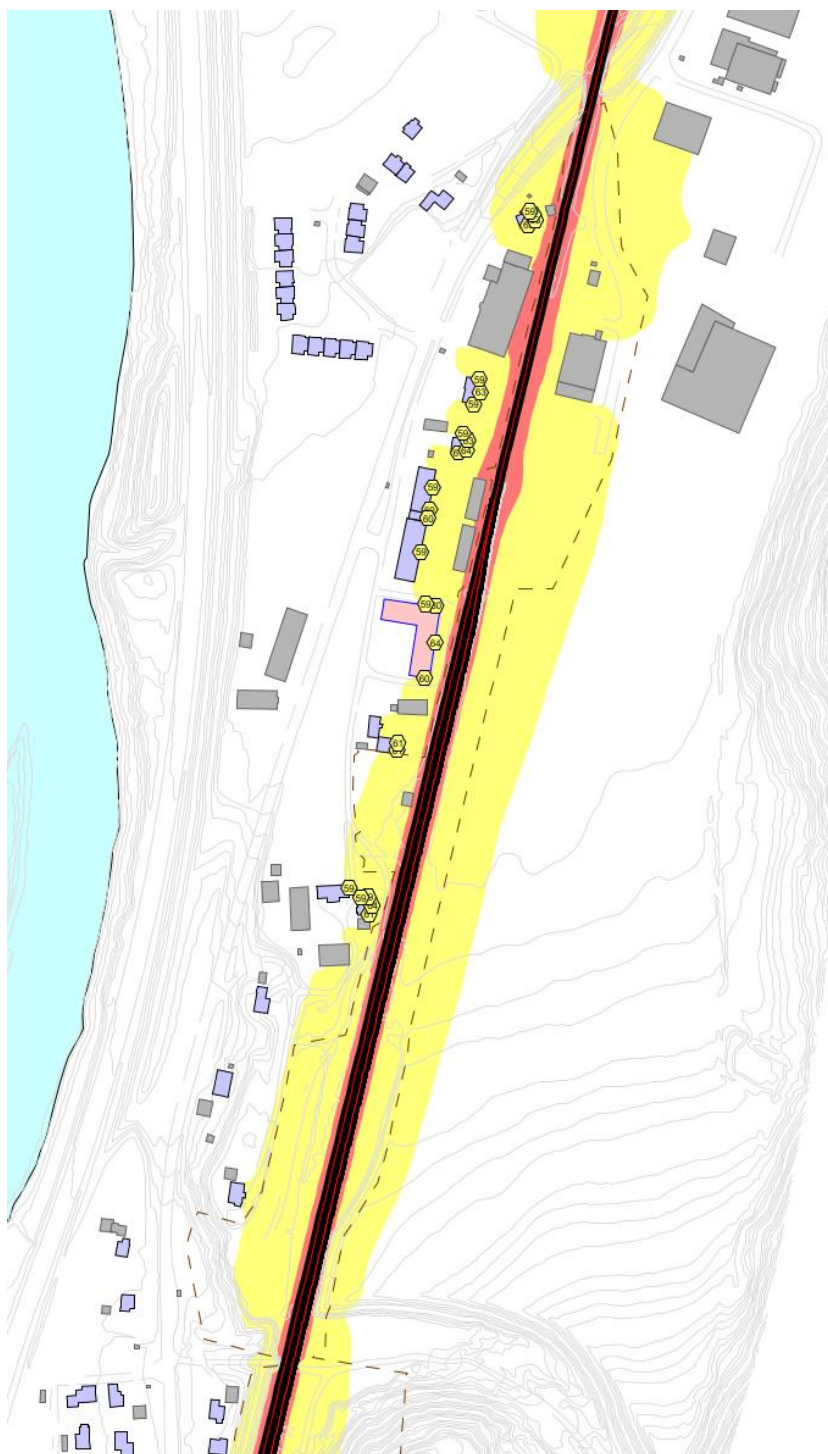
6.2.1 Overordnet beskrivelse av tiltaket

Eksisterende kryssingsspor ved Sjøberg skal forlenges mot sør for å være dimensjonert for godstog med lengde 650 meter. I tillegg blir det utskiftning av eksisterende sporveksel i nord.

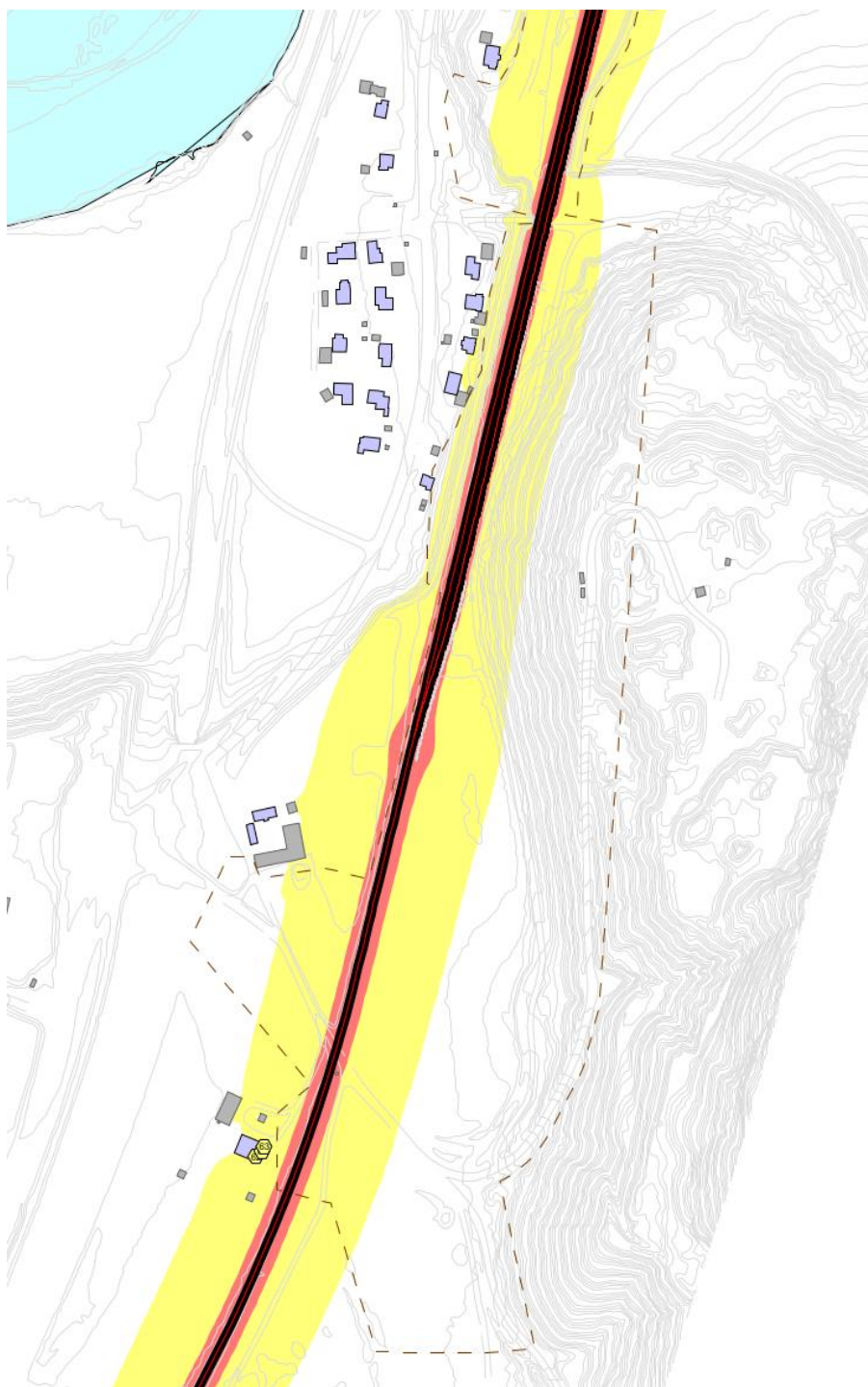
Det er ikke behov for innløsning av bygninger for å gjennomføre tiltaket.

6.2.2 Støysonekart fremtidig situasjon

Figur 8 og Figur 9 viser støysonekart og fasadenivåer L_{den} for fremtidig situasjon med økt kapasitet og forlenget kryssingsspor. Dette viser at støyutbredelsen fra jernbanen i fremtidig situasjon vil bli redusert sammenlignet med dagens situasjon. Dette skyldes at alle tog i fremtidig situasjon vil være elektriske og at det er lagt til grunn støysvake godstog. Utvidelsen av kryssingssporet vil være på østsiden av eksisterende spor, som medfører at ingen bygninger med støyfølsomt bruksformål vil få nye spor som kommer nærmere enn eksisterende spor. For alle bygninger ved Sjøberg vil støynivået reduseres, slik at de mest støyutsatte bygningene vil få støynivåer opptil ca. $L_{den} = 64$ dB. Disse bygningene vil da gå fra rød til gul støysone.



Figur 8: Støy (L_{den}) fra jernbane for fremtidig situasjon for Søberg – Utsnitt nord



Figur 9: Støy (L_{den}) fra jernbane for fremtidig situasjon for Søberg – Utsnitt sør

6.2.3 Maksimalnivåer

Det anbefales at det gjøres vurderinger av tiltak på bygninger med støyfølsomt bruksformål som vil få maksimalnivåer $L_{p,AF,max}$ fra passeringer av BM76 i fremtidig situasjon. Dette vil medføre at kravet til L_{5AF} på natt vil være ivaretatt. Se avsnitt 4.5 for flere detaljer angående dette.

For Søberg vil det være to bygninger med støyfølsomt bruksformål som vil få maksimalnivåer over $L_{p,A,max} > 75$ dB (se figur nedenfor):

- Gnr./bnr. 89/6, Melhusvegen 740A-M (aldersboliger)
- Gnr./bnr. 88/1, Melhusvegen 750 (bolig)



Figur 10: Støy ($L_{p,A,max}$) fra togtype BM76 i fremtidig situasjon for Søberg

6.2.4 Oppsummering av støynivåer ved nærliggende bebyggelse

For fremtidig situasjon viser beregningene at støynivået vil reduseres sammenlignet med dagens situasjon. Antall bygninger med støyfølsomt bruksformål langs jernbanestrekningen i gul sone vil reduseres. Dette medfører at det ikke vil være nødvendig med noen støytiltak i form av støyskjermer for Søberg.

Selv om støynivåene vil reduseres, vil antall togpasseringer på natt (kl. 23-07) øke. Det vil samlet være over 10 togpasseringer på natt. På bakgrunn av dette anbefales at det utredes for lokale tiltak i bygninger som har maksimalnivåer på fasade utenfor soverom over grenseverdien på $L_{p,A,max} > 75$ dB for togtypen BM76. Dersom det gjøres tiltak mot maksimalstøy fra persontog BM76, vil man redusere antall hendelser på natt som kan gi overskridelse av grenseverdien til under 10. Kravet til maksimalnivå L_{5AF} vil dermed være ivaretatt. Eventuelle lokale tiltak vil være fasadeisolasjon i soverom der grenseverdi for innendørs støynivå er overskredet. Dette må avdekkes med befaringer i en senere fase.

Tabell 14 viser en oversikt over bygninger med støyfølsomt bruksformål i Søberg hvor utredning av lokale støytiltak anbefales (fasadeisolasjon i soverom).

Tabell 14: Støyfølsom bebyggelse i Søberg hvor utredning av lokale støytiltak anbefales

Gnr./Bnr.	Adresse	Bygningstype	Antall boenheter	Støynivå $L_{p,A,max}$ for BM76	Anbefalt tiltak
89/6	Melhusvegen 740A-M	Bo- og servicesenter (Eldresenter)	12 (antar at ca. 7 ligger mot støyutsatt fasade)		Utredes for lokale støytiltak. Fasadeisolasjon i soverom.
88/1	Melhusvegen 750	Bolig	1		Utredes for lokale støytiltak. Fasadeisolasjon i soverom.

7 VIBRASJONER OG STRUKTURLYD

7.1 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 [7], 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 $L_{p,AFmax}$ gjelder for enkeltpasseringer av tog (se kapittel 3.4 og 3.5). En kapasitetsøkning på banen 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 denne rapporten gjort vurderinger og beregninger av de to lydbidragene hver for seg.

7.2 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. Hverken jernbane eller bygninger er fundamentert på fjell langs strekningen i prosjektet. Det er ikke kjent om bygninger er fundamentert på kalksementstabilisert grunn, men dette er lite sannsynlig.

Langs hele den aktuelle jernbanestrekningen gjennom både Melhus og Sjøberg er det stort sett elveavsetninger i øvre lag, og det er lagdelt grunn av hovedsakelig leire med silt og sand i dybden. I hele området er det veldig dypt til berg, og det er ikke påtruffet berg i de undersøkelsene som er utført nær banen tidligere. Det antas da et minimum er 30-50 meter til berg.

I Melhus sentrum består grunnen stort sett av et topplag av fastere og grovere masser (med noe innslag av leire mellom massene), med masser av leire ned mot dypet. Basert på nåværende grunnundersøkelser klassifiseres grunnforholdene ikke som bløte, og øvre lag antas å være silt med overgang til siltig leire enkelte steder med høy skjærfasthet.

I Sjøberg antas det at området stort sett består mest av sand/grus, og at det er mindre leire enn i Melhus.

7.3 Resultater

Det er i denne rapporten gjort overordnede og foreløpige vurderinger av vibrasjoner og strukturlyd basert på tilgjengelig informasjon om grunnforhold. Vurderingene er basert på Byggforsk datablad 520.535 [16] og modell/metode fra BaneDanmark [17]. Det eksisterer ingen offisielle beregningsmetoder for estimering av vibrasjonshastighet og strukturlydnivåer. Metodene som eksisterer, inkludert metode utviklet av BaneDanmark, er i stor grad basert på erfaringstall og måleresultater. Spesifikke vurderinger/beregninger for dette prosjektet er basert på informasjonen om grunnforhold i området, gjengitt i avsnitt 7.2.

Godstog gir oftest de høyeste vibrasjonshastighetene og strukturlydnivåene til tross for generelt lavere hastighet, på grunn av høyere aksellaster og generelt dårligere vedlikehold av hjul.

Det må gjøres vibrasjonsmålinger fra eksisterende bane i området i byggeplan for å få mer nøyaktige data til beregninger for å avdekke nødvendigheten av tiltak. Det er i denne rapporten gjort en kartlegging av bygninger/områder der det kan bli aktuelt å gjøre ytterligere undersøkelser.

7.3.1 Vibrasjoner

Høye vibrasjonsnivåer kan oppstå når både bygning og jernbane står på løsmasser, og man får høyere vibrasjonsnivåer når det er bløt leire. De høyeste verdiene vil inntreffe når jorda er fri for tele. Når bygningen står på fjell og jernbanen på løsmasser eller omvendt, kan man som regel se bort fra vibrasjoner.

Dersom jernbane og bygning står på bløt leire, kan grenseverdien i ekstreme tilfeller bli overskredet i opp mot 100 m avstand. Med fastere grunnforhold vil grenseverdien tilfredsstilles ved mindre avstander. Eksempelvis kan grenseverdien bli tilfredsstilt i bygninger ned mot 30 meter fra jernbanen med grunnforhold av sand.

Med grunnforholdene som nevnt i avsnitt 7.2, med fastere silt/sirlig leire, er det sannsynlig at grenseverdiene er tilfredsstilt i avstander større enn 30 meter mellom bane og bygninger.

Det vil være høyest nivåer ved Melhus på grunn av mer leire i grunnen enn i Søberg.

7.3.2 Strukturlyd

Høye strukturlydnivåer kan man få når bygninger og jernbane står på løsmasser av leire. Tilsvarende som for vibrasjoner vil grunnforhold av sand gi lavere strukturlydnivåer. Generelt kan man få overskridelser av grenseverdier først og fremst med mindre avstand mellom bygning og jernbane enn ca. 30 – 40 m. I tillegg vil tele i jorda øke strukturlydoverføringen.

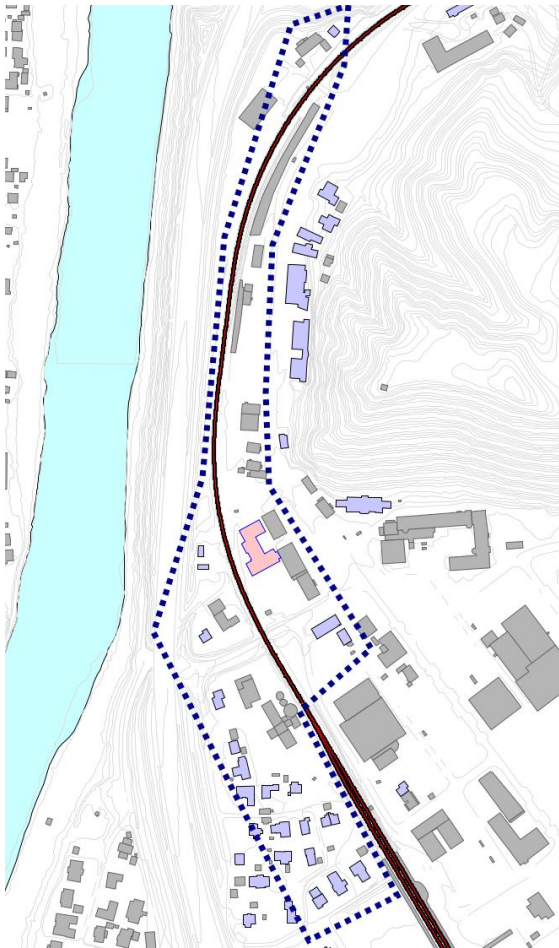
Med grunnforholdene av løsmasser som nevnt i avsnitt 7.2 er det sannsynlig at man i et verste-tilfelle vil kunne få nivåer over grenseverdier for strukturlyd opptil ca. 30-40 meter unna sporet.

7.4 Vurderinger og konklusjon

Tiltak mot vibrasjoner og strukturlyd vil bare være nødvendig der det vil bli en økning av nivåer sammenlignet med dagens situasjon, eller der det etableres helt nye spor. I tillegg til en økning av nivåer må det være overskridelser av grenseverdiene.

De eneste strekningene der det vil være en endring på banen som vil kunne gi økte nivåer er der det etableres et nytt spor ved Melhus skysstasjon som kommer nærmere eksisterende bebyggelse, og området lenger nord i Melhus der hastigheten øker fra 50 km/t til 80 km/t. Overordnede beregninger viser at en hastighetsøkning som dette har mindre innvirkning på vibrasjonsnivåene enn avstander fra sporene.

Se Figur 11 for områder hvor det er aktuelt med supplerende undersøkelser for vurdering av eventuelle tiltak mot vibrasjoner og strukturlyd. Det er i hovedsak området med nytt spor ved Melhus skysstasjon hvor det vil være mest aktuelt. Bygningene i områdene lenger mot nord vil generelt ligge lenger unna sporet, i tillegg til at overgangen til enkeltspor vil gi en liten økning av avstanden til bebyggelsen.



Figur 11: Oversikt over område der det må gjøres ytterligere undersøkelser for vurderinger av eventuelle tiltak mot vibrasjoner og strukturlyd

På grunn av relativt faste grunnforhold er det lite sannsynlig med høye vibrasjonsnivåer i de aktuelle områdene. Overordnede beregninger og vurderinger tilsier at boliger og andre bygninger med støyfølsomt bruksformål ved Melhus vil

kunne få nivåer over grenseverdiene først og fremst ved avstander opptil ca. 30-40 meter unna sporet. Det vil være nødvendig med tiltak på eller nær skinnegangen for støyfølsomme bygninger i dette området dersom grenseverdiene er overskredet.

Et vanlig tiltak mot følbare vibrasjoner ved skinnegangen er kalksementpæler under spor eller som en skjerm i bakken mellom sporet og bebyggelse. Kalksementpæler vurderes av geoteknikk som lite hensiktsmessig i massene som nå er kjent i området, da effekten av disse vil være veldig liten. Dette kan også tyde på at det er lite sannsynlig med høye vibrasjonsnivåer i grunnforholdene som nå er kjent.

Basert på grunnforholdene i området vil det være mer sannsynlig med høye strukturlydnivåer i området enn følbare vibrasjoner. Aktuelt tiltak for strukturlyd kan være svillematter eller tilsvarende.

Nytteverdien av eventuelle tiltak må vurderes ut ifra kost-nytte-forhold iht. NS 8176, da det dette er utbedringer av eksisterende bane.

Etter eventuelle tiltak, som bare vil være aktuelt for nye spor, vil det likevel kunne være overskridelser av grenseverdiene for både vibrasjoner og strukturlyd fra eksisterende spor. Dette vil imidlertid være eventuelle overskridelser som også inntreffer i dagens situasjon.

Basert på begrenset informasjon om grunnforholdene ved de aktuelle områdene, må det gjøres vibrasjonsmålinger av eksisterende bane i byggeplan for å få mer detaljer om grunnforhold etc. for å avdekke nødvendighet av tiltak.

8 OPPSUMMERING OG KONKLUSJON

8.1 Støy

Det er utført støyberegninger og utarbeidet støysonekart med grenseverdier iht. retningslinjen T-1442 for både dagens og fremtidig situasjon for både Melhus og Søberg. 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 o.l. Ved overskridelse av grenseverdiene ved nye tiltak eller merkbar økning i støynivåer for eksisterende tiltak, bør det som hovedregel gjøres avbøtende tiltak. For mindre tiltak som ikke øker støynivået, er det ikke nødvendig å gjøre avbøtende tiltak. Tiltak gjøres her derfor kun dersom støynivået i fremtidig situasjon gir en økning på 1 dB eller mer ved eksisterende støyfølsom bebyggelse.

I dagens situasjon vil bygninger med støyfølsomt bruksformål ved planområdene ved både Melhus og Søberg ligge i gul og rød støysone. De mest støyutsatte bygningene vil få fasader med nivåer på ca. $L_{den} = 68-69$ dB.

Overgang fra dieseldrevne til elektriske tog i tillegg til innføring av støysvake godstog medfører generelt lavere støynivåer i fremtidig situasjon enn i dagens situasjon. Generelt vil støynivåene L_{den} reduseres med ca. 1-5 dB. Antall bygninger med støyfølsomt bruksformål som ligger i støysoner langs jernbanestrekningen vil reduseres. Ingen bygninger vil ligge i rød sone i fremtidig situasjon for hverken Melhus eller Søberg, der de mest støyutsatte bygningene vil få fasader i gul sone med nivåer opptil ca. $L_{den} = 64$ dB. Selv om nytt kryssingsspor vil komme noe nærmere bebyggelsen sør for Melhus skysstasjon enn det eksisterende sporet, vil støynivået være lavere for bebyggelsen sørvest for sporet. Dette skyldes her at trafikken nå fordeles på to spor der hastigheten på det nye sporet er lavere enn for det eksisterende, i tillegg til effekten av de elektrifiserte og støysvake togene. For Søberg vil det forlengede kryssingsspor ligge lenger unna eksisterende bebyggelse enn det eksisterende sporet.

Beregningene som er gjort i denne fagrapporten viser at støynivåene ved planlagt bebyggelse ved Bankkvartalet i Melhus sentrum ikke vil være høyere enn det som er beregnet her av Brekke & Strand. Prosjektet med kapasitetsøkende tiltak for Trønderbanen vil derfor ikke ha betydning for Bankkvartalet.

Dette medfører at det ikke vil være nødvendig med noen støytiltak i form av støyskjermer for hverken Melhus eller Søberg.

Selv om støynivåene vil reduseres, vil antall togpasseringer på natt (kl. 23-07) øke. Det vil samlet være over 10 togpasseringer på natt. På bakgrunn av dette anbefales at det utredes for lokale tiltak i bygninger som har maksimalnivåer på fasade utenfor soverom over grenseverdien på $L_{p,A,max} > 75$ dB for togtypen BM76. Dersom det gjøres tiltak mot maksimalstøy fra persontog BM76, vil man redusere antall hendelser på natt som kan gi overskridelse av grenseverdien til under 10. Kravet til maksimalnivåer L_{5AF} vil dermed være ivaretatt. Eventuelle lokale tiltak vil være

fasadeisolasjon i soverom der grenseverdi for innendørs støynivå er overskredet. Dette må avdekkes med befaringer i en senere fase. Det vil bare være to bygninger i Søberg som må utredes for dette. Se Tabell 14 for en oversikt over de aktuelle bygningene.

I denne rapporten er beregningene gjort med sporveksel uten bevegelig kryss, som gir en lokal økning av støynivået i området rundt. Sporveksler med bevegelig kryss kan også vurderes som et støytiltak der det etableres nye sporveksler i nærheten av boliger.

8.2 Vibrasjoner og strukturlyd

Tiltak mot vibrasjoner og strukturlyd vil bare være nødvendig der det vil bli en økning av nivåer sammenlignet med dagens situasjon, eller der det etableres helt nye spor. I tillegg må det være overskridelser av grenseverdiene.

En økning av nivåer skyldes i dette prosjektet at hastigheten økes, eller at det etableres spor som kommer nærmere bebyggelse enn dagens spor. Dette er bare tilfellet ved Melhus og Melhus skysstasjon.

Overordnede beregninger og vurderinger tilsier at bygninger med støyfølsomt bruksformål ved Melhus vil kunne få nivåer over grenseverdiene (både vibrasjoner og strukturlyd) først og fremst for avstander opptil ca. 30-40 meter unna sporet. Basert på nåværende kjennskap til grunnforholdene, vurderes det som mer sannsynlig at det vil kunne være overskridelser av grenseverdien for strukturlyd enn for følbare vibrasjoner.

En oversikt over området der det må gjøres mer detaljerte vurderinger er vist i Figur 11. Det må gjøres vibrasjonsmålinger av eksisterende bane i senere planfaser for å få mer detaljer om grunnforhold etc. for å avdekke nødvendighet av tiltak.

9 VIDERE ARBEID

I byggeplanfasen må bygningene i Tabell 14, som får maksimalnivåer over gjeldende grenseverdi, utredes for lokale støytiltak. Kravene til maksimalnivåer gjelder i soverom på natt i tidsrommet 23-07, som medfører at det bare vil være aktuelt med fasadetiltak for soverom. Her må eventuelle tiltak gjøres for soverom med overskridende utendørs nivåer, slik at kravet til innendørs støynivå er ivaretatt. Aktuelle tiltak kan være utskiftning av vinduer, ventiler og/eller utbedring av yttervegger, som er noe som må avdekkes ved befaringer og detaljerte beregninger i byggeplanfasen.

For å avdekke nødvendigheten for tiltak mot vibrasjoner og strukturlyd må det i byggeplanfasen utføres vibrasjonsmålinger fra eksisterende bane.

10 DEFINISJONER

Tabell 15: Definisjoner brukt i rapporten

Parameter/begrep	Definisjon
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 innfallende lydtryknivåer.
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 minutt, 8 timer, 24 timer. Krav til innendørs støynivå angis som døgnekvivalent lydnivå, altså et gjennomsnittlig lydnivå over døgnet.
L_{AFmax}	A-veid maksimalt lydnivå målt med tidskonstant «Fast» på 125 ms
Innfallende lydtryknivå	Innfallende lydtryknivå tar kun hensyn til direktelydnivået, der det ses bort fra refleksjon fra egen fasade på den aktuelle bygning. Refleksjon fra andre flater (andre bygninger o.l.) skal imidlertid regnes med.
Bebyggelse med støyfølsomt bruksformål, jf. T-1442	Bolig, skole, barnehage, helseinstitusjon og fritidsbolig.
A-veid	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.
Lokale støytiltak	Støytiltak på den enkelte eiendom. Inkluderer både lokal støyskjerming av utendørs oppholdsareal (f.eks. tett balkongrekkverk) og lydisolerende tiltak på fasade (f.eks. utskiftning av vinduer med høyere lydisolasjonsegenskaper, utskiftning av ventiler, utbedring av yttervegg).
V_{w,95}	Statistisk maksimalverdi av veid hastighet for vibrasjoner. Verdi av veid hastighet som med 95 % sannsynlighet ikke overskrides ved en tilfeldig passering i et angitt utvalg og angitt beregningsmetode.

11 DOKUMENTINFORMASJON

11.1 Endringslogg

Rev. nr.:	Revisjon utført av:	Beskrivelse av endring:	Dato:
00A	VEWO	Første utgave	14.10.2021
01A	VEWO	Rettet etter kommentarer	18.11.2021
02B	VEWO	Teknisk detaljplan	28.06.2022
03B	VEWO	Teknisk detaljplan	26.01.2023

12 REFERANSELISTE

- [1] Rambøll, «Teknisk detaljplanrapport, KTT-20-A-10202,» 2022.
- [2] Melhus kommune, Kommuneplanens arealdel 2013-2025, Planbeskrivelse med planbestemmelser, Vedtatt av Melhus kommunestyre 16.12.14, 2014.
- [3] Miljødirektoratet, T-1442/2021, Retningslinje for behandling av støy i arealplanlegging, 2021.
- [4] Miljødirektoratet, M-2061, Veileder om behandling av støy i arealplanlegging, 2021.
- [5] Kommunal- og moderniseringsdept., Forskrift om tekniske krav til byggverk, TEK17, (FOR-2017-06-19-840), 2017.
- [6] Standard Norge, NS 8175:2012, Lydforhold i bygninger. Lydklasser for ulike bygningstyper, 2012.
- [7] 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.
- [8] Bane NOR, Teknisk Designbasis for InterCity, revisjon 05A, Rapport nr. ICP-00-A-00030_05A, 15.08.2019.
- [9] Railway Traffic Noise – Nordic Prediction Method. TemaNord 1996:524., Copenhagen: Nordic Council of Ministers, 1996.
- [10] Samferdselsdepartementet, Forskrift om endring i forskrift om gjennomføring av den tekniske spesifikasjonen for samtrafikkveie som gjelder for delsystemet «rullende materiell – støy» (TSI-støy), 10.09.2021.
- [11] ICP-16-A-25089, Premissnotat – Trafikkgrunnlag for beregninger av støy fra jernbane og vei, InterCity-prosjektet Østfoldbanen, Fredrikstad – Sarpsborg, Bane NOR, 23.10.2018.
- [12] <https://www.banenor.no/leverandor/Sikkerhet-og-kvalitet/Ytre-miljo/Stoydata/>, 15.06.2021.
- [13] Bane NOR, Grafiske togruter R21, BLAD NR. 11, TRONDHEIM S - DOMBÅS, <https://www.banenor.no/kundeportal/ruter-og-sportilgang/grafiske-togruter2/>.
- [14] Bane NOR, Grafiske togruter R2028, BLAD NR. 11, TRONDHEIM S - DOMBÅS,.
- [15] Brekke & Strand, AKU - 01, Bankkvartalet Melhus, Støyfaglig utredning til detaljreguleringsplan, 01.10.2020.
- [16] Byggforsk detaljblad, 520.535, Vibrasjoner og strukturlyd i bygninger fra veg og jernbane, 2000.
- [17] Banedanmark, "New vibration model". Technical report., 2015.
- [18] Rambøll, «RAM- og sikkerhetsplan, KTT-20-Q-10001,» 2021.
- [19] Rambøll, «Systemdefinisjon, KTT-20-Q-10002,» 2022.
- [20] Rambøll, «Verifikasjon av prosesskrav, plan og logg, KTT-20-Q-10003,» 2022.
- [21] Rambøll, «RAM- og farelogg, KTT-20-Q-10004,» 2022.
- [22] Rambøll, «Risikovurdering RAMS, KTT-20-Q-10200,» 2022.
- [23] Rambøll, «Risikovurdering RAMS midlertidige faser, KTT-20-Q-10201,» 2022.
- [24] Rambøll, «Sikkerhetsbevis prosjektering,» 2022.

- [25] Rambøll, «Risikovurdering SHA, KTT-20-Q-10203,» 2022.
- [26] Rambøll, «SHA-Plan, KTT-20-Q-10204,» 2022.
- [27] Rambøll, «Datarapoort med tiltaksplan for forurenset grunn, KTT-20-A-10008,» 2022.
- [28] Rambøll, «Kartlegging av natrumangfold og fremmede arter, KTT-20-A-10009,» 2022.
- [29] Rambøll, «Miljørisikoanalyse, KTT-20-A-10219,» 2022.
- [30] Rambøll, «Matjordplan, KTT-20-A-10221,» 2022.

13 VEDLEGG

Tabell 16: Vedlegg

Vedlegg	Beskrivelse
1	Melhus. Støysonekart L_{den} , beregningshøyde 4 m over terreng. Nåværende situasjon. Utsnitt 1
2	Melhus. Støysonekart L_{den} , beregningshøyde 4 m over terreng. Nåværende situasjon. Utsnitt 2
3	Melhus. Støysonekart L_{den} , beregningshøyde 4 m over terreng. Fremtidig situasjon. Utsnitt 1
4	Melhus. Støysonekart L_{den} , beregningshøyde 4 m over terreng. Fremtidig situasjon. Utsnitt 2
5	Søberg. Støysonekart L_{den} , beregningshøyde 4 m over terreng. Nåværende situasjon. Utsnitt 1
6	Søberg. Støysonekart L_{den} , beregningshøyde 4 m over terreng. Nåværende situasjon. Utsnitt 2
7	Søberg. Støysonekart L_{den} , beregningshøyde 4 m over terreng. Fremtidig situasjon. Utsnitt 1
8	Søberg. Støysonekart L_{den} , beregningshøyde 4 m over terreng. Fremtidig situasjon. Utsnitt 2
9	Melhus. Støysonekart L_{max} for persontog, beregningshøyde 4 m over terreng. Fremtidig situasjon. Utsnitt 1
10	Melhus. Støysonekart L_{max} for persontog, beregningshøyde 4 m over terreng. Fremtidig situasjon. Utsnitt 2
11	Søberg. Støysonekart L_{max} for persontog, beregningshøyde 4 m over terreng. Fremtidig situasjon. Utsnitt 1
12	Søberg. Støysonekart L_{max} for persontog, beregningshøyde 4 m over terreng. Fremtidig situasjon. Utsnitt 2

Beregningsparametre:

Beregningsmetode: Nordisk
beregningsmetode
Støykilde: Jernbane

Enhet støysonekart: L_{den}
Antall refleksjoner støysonekart: 1
Beregningshøyde støysonekart: 4 m
Oppløsning støysonekart: 5 m x 5 m

Fasadenivåer:
Enhet tabeller: L_{den}
Antall refleksjoner fasadenivåer: 3
Ber.høyde fasadenivåer: Etasjevis

Tegn og symboler:

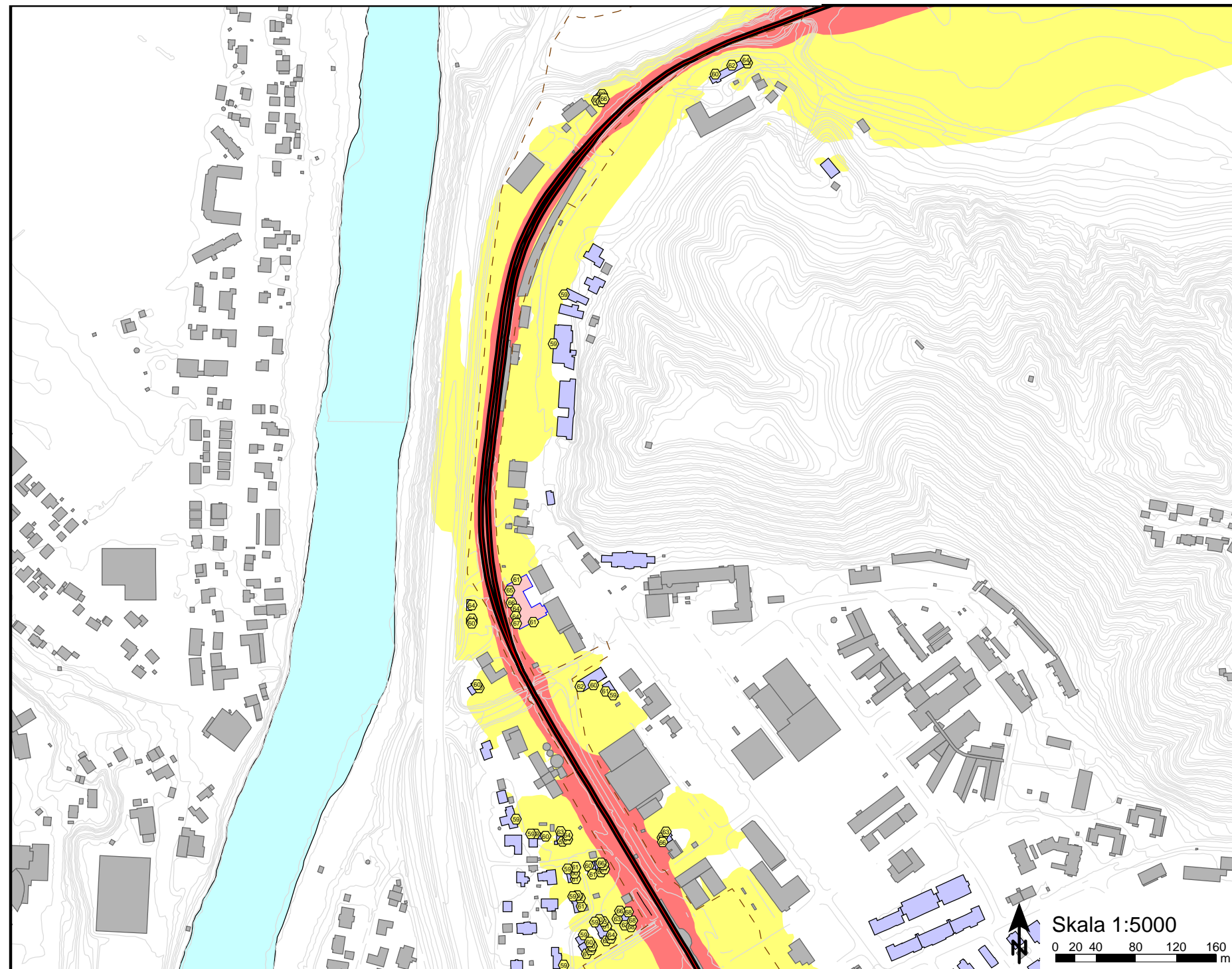
- Høydelinje
- Annen bebyggelse
- Boliger
- Vann
- Plangrense
- Jernbane
- Bo- og servicesenter

Støynivå L_{den} dB(A):

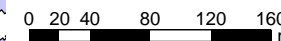
58 <  <= 68
68 < 



Harbitzalléen 5, 0213 Oslo
Tlf: 22 51 80 00



Skala 1:5000



Beregningsparametre:

Beregningsmetode: Nordisk
beregningsmetode
Støykilde: Jernbane

Enhet støysonekart: L_{den}
Antall refleksjoner støysonekart: 1
Beregningshøyde støysonekart: 4 m
Oppløsning støysonekart: 5 m x 5 m

Fasadenivåer:
Enhet tabeller: L_{den}
Antall refleksjoner fasadenivåer: 3
Ber. høyde fasadenivåer: Etasjewis

Tegn og symboler:

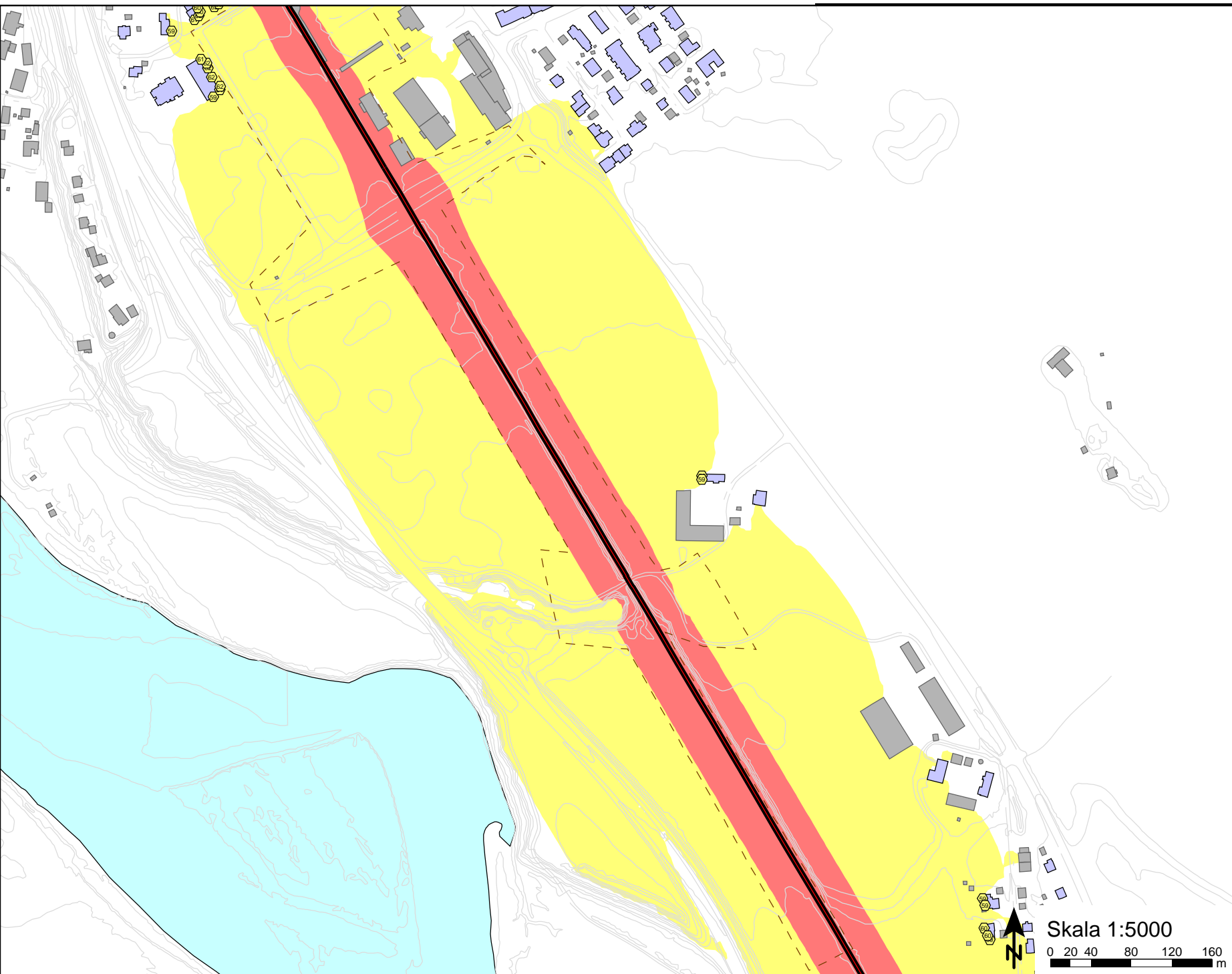
- Høydelinje
- Annen bebyggelse
- Boliger
- Vei
- Vann
- Plangrense
- Jernbane
- Bo- og servicesenter

Støynivå L_{den} dB(A):

58 <  <= 68
68 < 



Harbitzalléen 5, 0213 Oslo
Tlf: 22 51 80 00



Beregningsparametre:

Beregningsmetode: Nordisk
beregningmetode
Støykilde: Jernbane

Enhet støysonekart: L_{den}
Antall refleksjoner støysonekart: 1
Beregningshøyde støysonekart: 4 m
Oppløsning støysonekart: 5 m x 5 m

Fasadenivåer:
Enhet tabeller: L_{den}
Antall refleksjoner fasadenivåer: 3
Ber.høyde fasadenivåer: Etasjevis

Tegn og symboler:

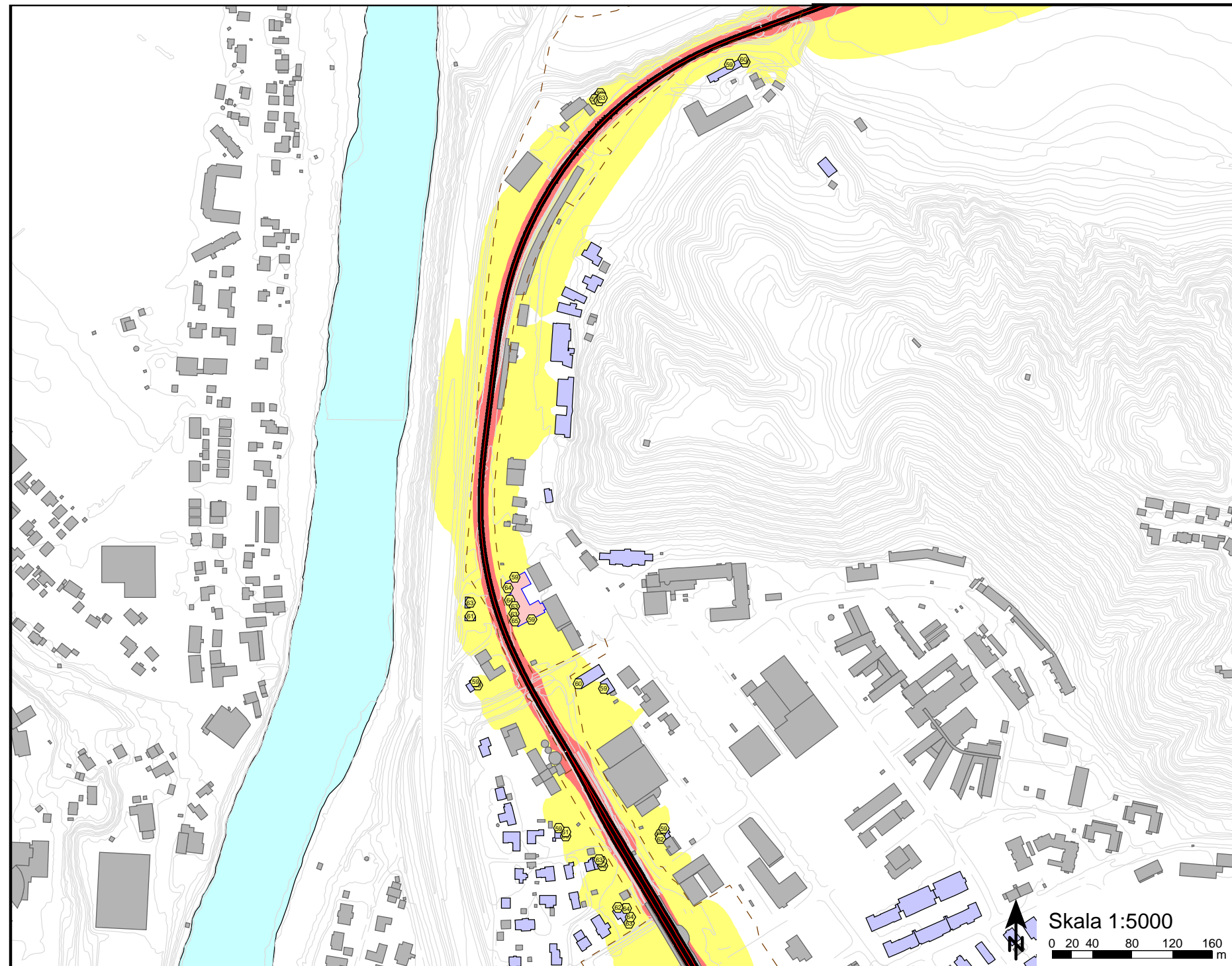
- Høydelinje
- Annen bebyggelse
- Boliger
- Vann
- Plangrense
- Jernbane
- Bo- og servicesenter

Støynivå L_{den} dB(A):

58 <  <= 68
68 < 



Harbitzalléen 5, 0213 Oslo
Tlf: 22 51 80 00



Skala 1:5000

0 20 40 80 120 160 m

Beregningsparametre:

Beregningsmetode: Nordisk
beregningsmetode
Støykilde: Jernbane

Enhet støysonekart: L_{den}
Antall refleksjoner støysonekart: 1
Beregningshøyde støysonekart: 4 m
Oppløsning støysonekart: 5 m x 5 m

Fasadenivåer:
Enhet tabeller: L_{den}
Antall refleksjoner fasadenivåer: 3
Ber.høyde fasadenivåer: Etasjevis

Tegn og symboler:

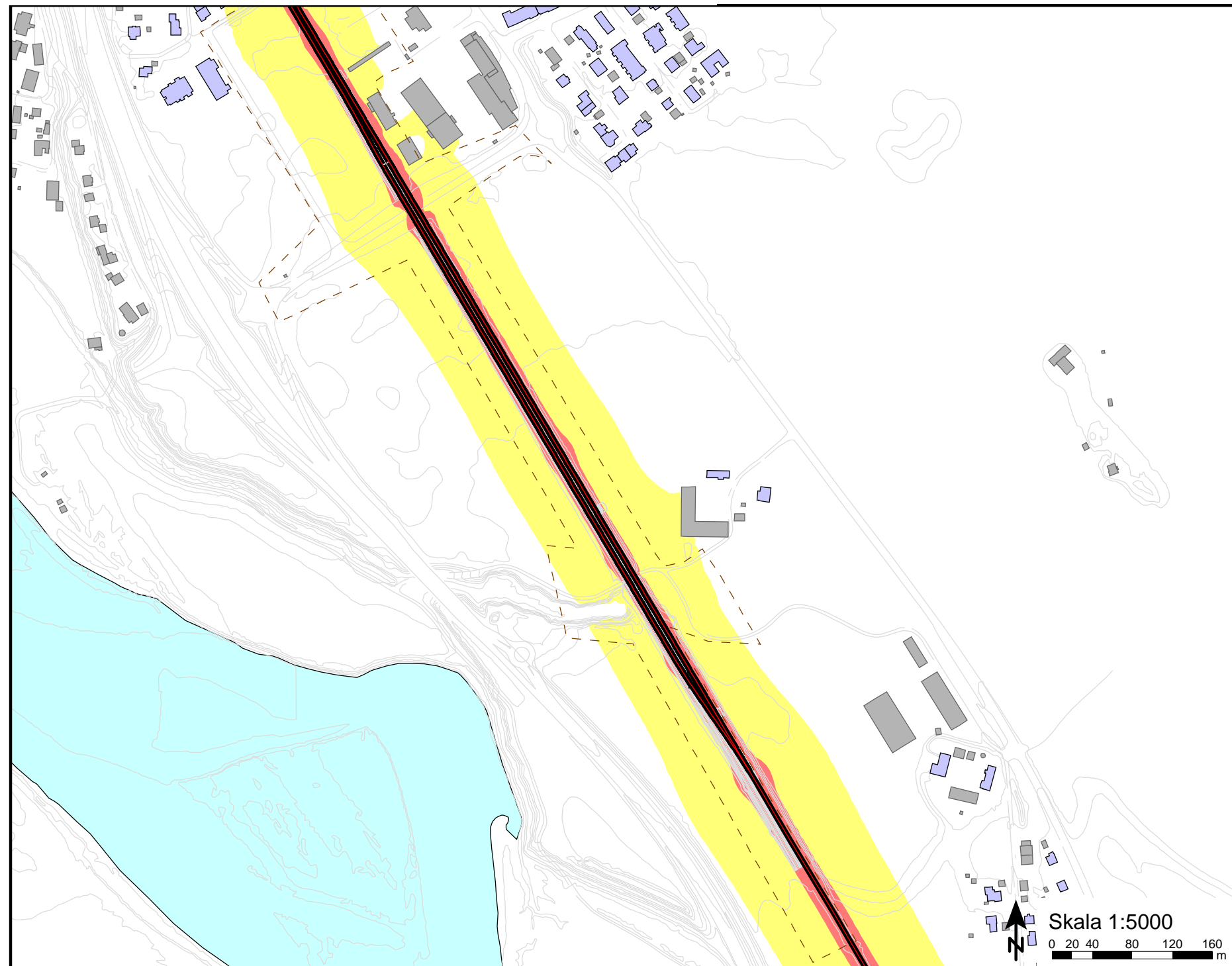
- Høydelinje
- Annen bebyggelse
- Boliger
- Vann
- Plangrense
- Jernbane
- Bo- og servicesenter

Støynivå L_{den} dB(A):

58 <  <= 68
68 < 

RAMBOLL

Harbitzalléen 5, 0213 Oslo
Tlf: 22 51 80 00



Beregningsparametre:

Beregningsmetode: Nordisk
beregningsmetode
Støykilde: Jernbane

Enhet støysonekart: L_{den}
Antall refleksjoner støysonekart: 1
Beregningshøyde støysonekart: 4 m
Oppløsning støysonekart: 5 m x 5 m

Fasadenivåer:
Enhet tabeller: L_{den}
Antall refleksjoner fasadenivåer: 3
Ber.høyde fasadenivåer: Etasjevis

Tegn og symboler:

- Høydelinje
- Annen bebyggelse
- Boliger
- Vann
- Plangrense
- Jernbane
- Bo- og servicesenter

Støynivå L_{den} dB(A):

58 <  <= 68
68 < 



Harbitzalléen 5, 0213 Oslo
Tlf: 22 51 80 00



Skala 1:5000

0 20 40 80 120 160 m

Beregningsparametre:

Beregningsmetode: Nordisk
beregningemetode
Støykilde: Jernbane

Enhet støysonekart: L_{den}
Antall refleksjoner støysonekart: 1
Beregningshøyde støysonekart: 4 m
Oppløsning støysonekart: 5 m x 5 m

Fasadenivåer:
Enhet tabeller: L_{den}
Antall refleksjoner fasadenivåer: 3
Ber.høyde fasadenivåer: Etasjevis

Tegn og symboler:

- Høydelinje
- Annen bebyggelse
- Boliger
- Vann
- - - Plangrense
- Jernbane
- Bo- og servicesenter

Støynivå L_{den} dB(A):

58 < ≤ 68
68 < ≤ 68



Harbitzalléen 5, 0213 Oslo
Tlf: 22 51 80 00



Skala 1:5000

0 20 40 80 120 160 m

Beregningsparametre:

Beregningsmetode: Nordisk
beregningemetode
Støykilde: Jernbane

Enhet støysonekart: L_{den}
Antall refleksjoner støysonekart: 1
Beregningshøyde støysonekart: 4 m
Oppløsning støysonekart: 5 m x 5 m

Fasadenivåer:
Enhet tabeller: L_{den}
Antall refleksjoner fasadenivåer: 3
Ber.høyde fasadenivåer: Etasjewis

Tegn og symboler:

- Høydelinje
- Annen bebyggelse
- Boliger
- Vann
- Plangrense
- Jernbane
- Bo- og servicesenter

Støynivå L_{den} dB(A):

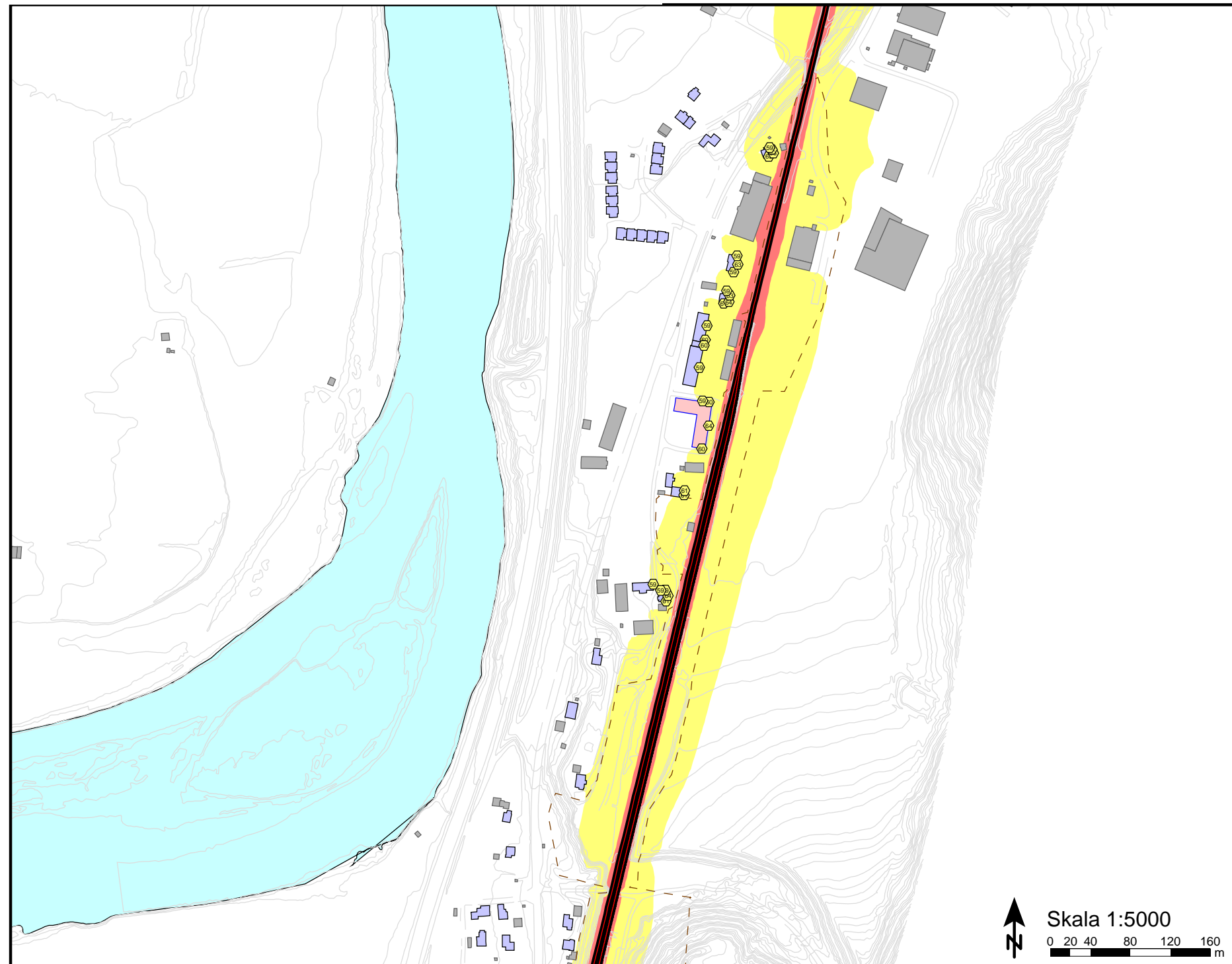
58 <  <= 68
68 < 



Harbitzalléen 5, 0213 Oslo
Tlf: 22 51 80 00



Skala 1:5000



Beregningsparametre:

Beregningsmetode: Nordisk
beregningemetode
Støykilde: Jernbane

Enhet støysonekart: L_{den}
Antall refleksjoner støysonekart: 1
Beregningshøyde støysonekart: 4 m
Oppløsning støysonekart: 5 m x 5 m

Fasadenivåer:
Enhet tabeller: L_{den}
Antall refleksjoner fasadenivåer: 3
Ber.høyde fasadenivåer: Etasjevis

Tegn og symboler:

- Høydelinje
- Annen bebyggelse
- Boliger
- Vann
- Plangrense
- Jernbane
- Bo- og servicesenter

Støynivå L_{den} dB(A):

58 <  <= 68
68 < 

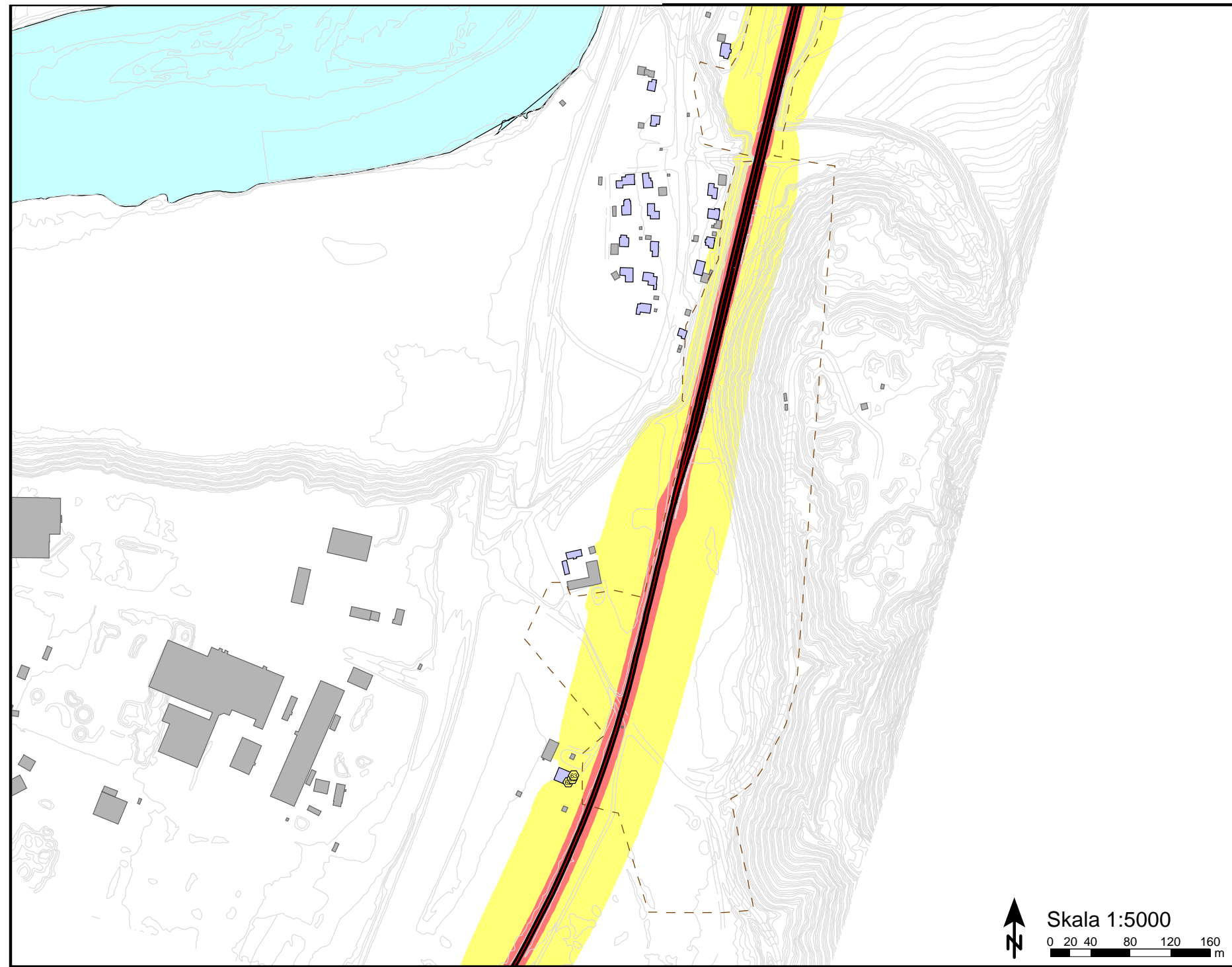


Harbitzalléen 5, 0213 Oslo
Tlf: 22 51 80 00



Skala 1:5000

0 20 40 80 120 160 m



Beregningsparametre:

Beregningsmetode: Nordisk
beregningsmetode
Støykilde: Jernbane

Enhet støysonekart: $L_{p,A,max}$
Antall refleksjoner støysonekart: 1
Beregningshøyde støysonekart: 4 m
Oppløsning støysonekart: 5 m x 5 m

Fasadenivåer:
Enhet tabeller: $L_{p,A,max}$
Antall refleksjoner fasadenivåer: 3
Ber.høyde fasadenivåer: Etasjevis

Tegn og symboler:

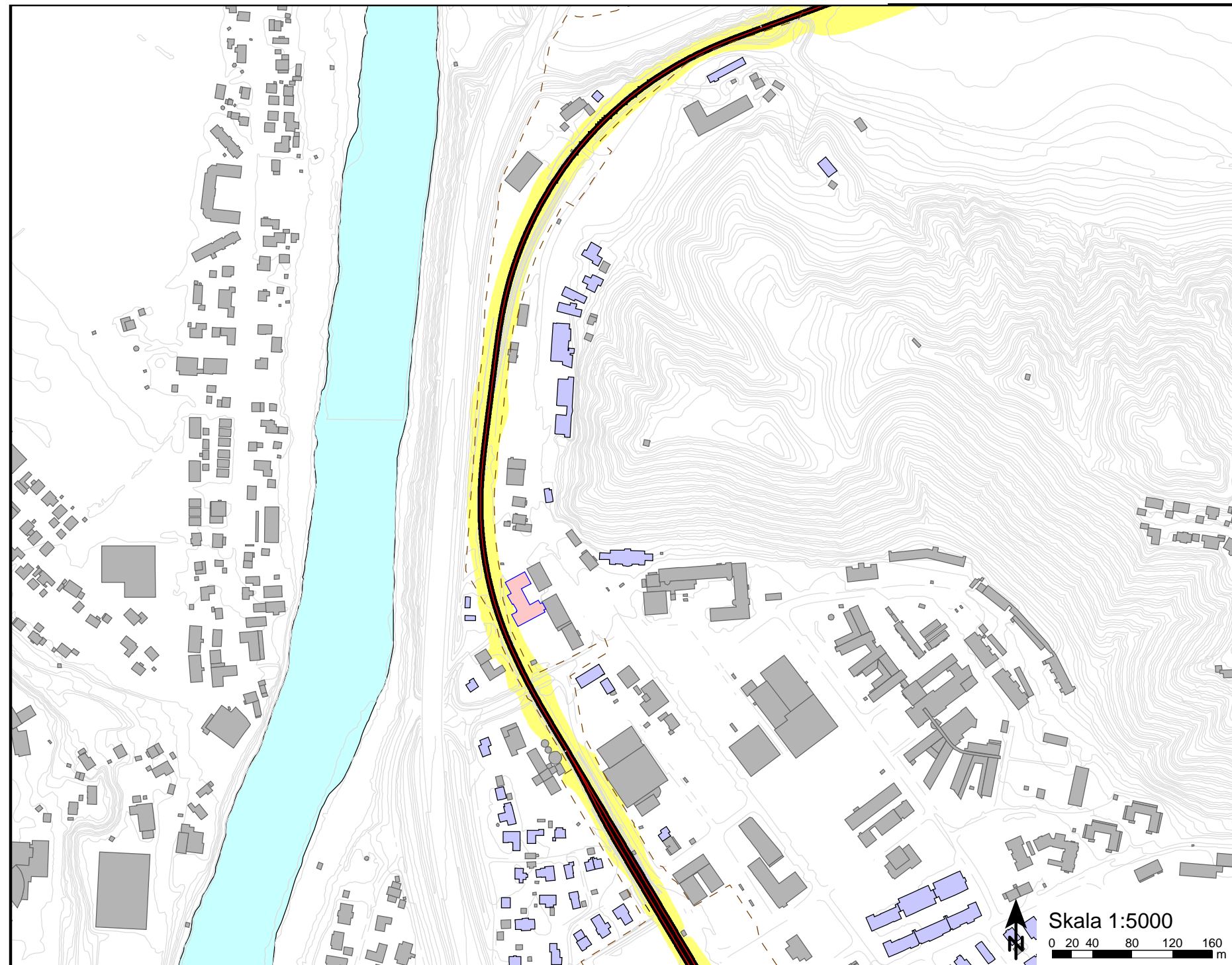
- Høydelinje
- Annen bebyggelse
- Boliger
- Vei
- Støyskjerm
- Fasadenivåer
- Vann
- Plangrense

Støynivå $L_{p,A,max}$ dB:

75 <  <= 90
90 < 



Harbitzalléen 5, 0213 Oslo
Tlf: 22 51 80 00



Skala 1:5000

0 20 40 80 120 160 m

Beregningsparametre:

Beregningsmetode: Nordisk
beregning metode
Støykilde: Jernbane

Enhet støysonekart: $L_{p,A,max}$
Antall refleksjoner støysonekart: 1
Beregningshøyde støysonekart: 4 m
Oppløsning støysonekart: 5 m x 5 m

Fasadenivåer:
Enhet tabeller: $L_{p,A,max}$
Antall refleksjoner fasadenivåer: 3
Ber. høyde fasadenivåer: Etasjewis

Tegn og symboler:

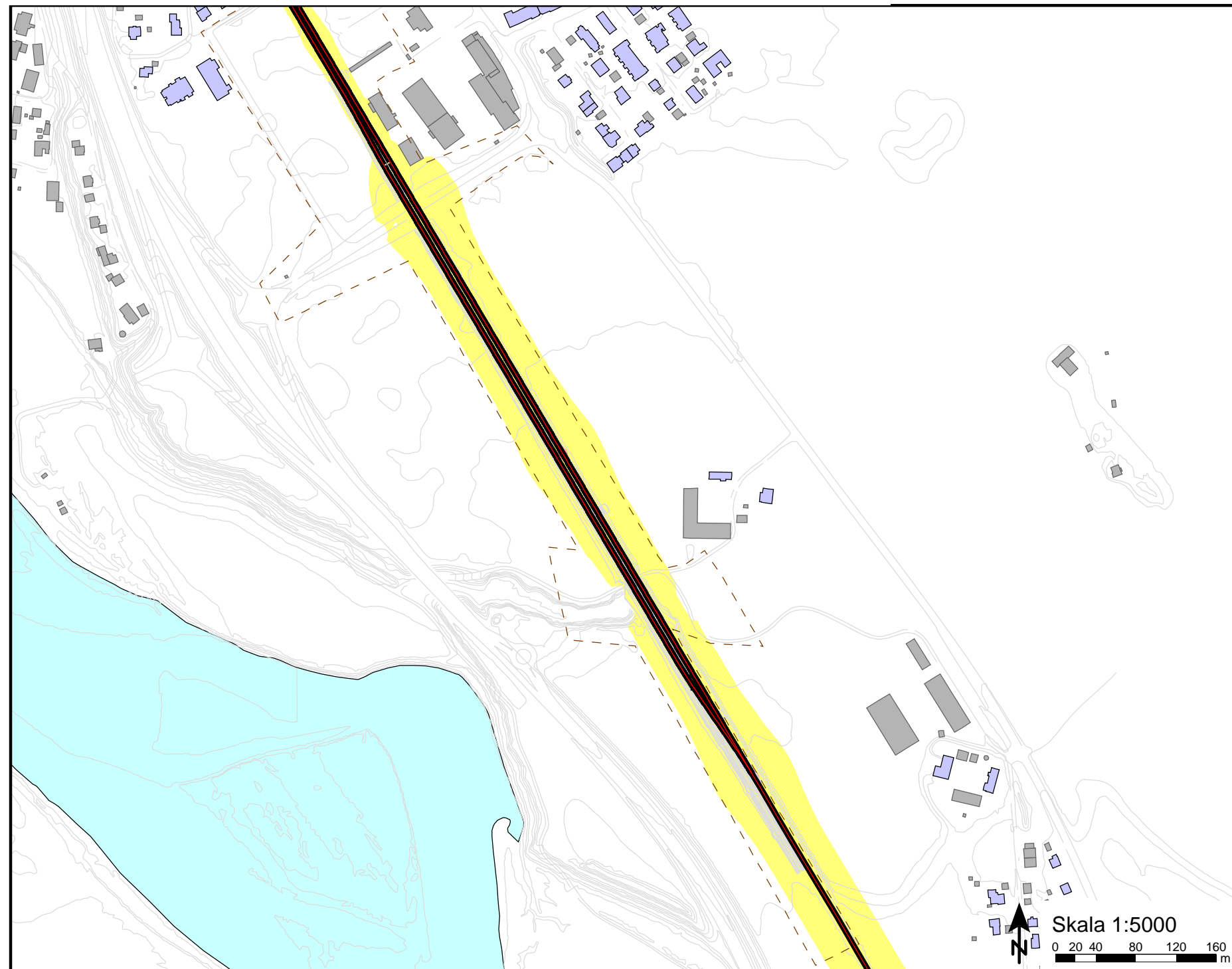
- Høydelinje
- Annen bebyggelse
- Boliger
- Vei
- Støyskjerm
- Fasadenivåer
- Vann
- Plangrense

Støynivå $L_{p,A,max}$ dB:

75 <  <= 90
90 < 



Harbitzalléen 5, 0213 Oslo
Tlf: 22 51 80 00



Beregningsparametre:

Beregningsmetode: Nordisk
beregningsmetode
Støykilde: Jernbane

Enhet støysonekart: $L_{p,A,max}$
Antall refleksjoner støysonekart: 1
Beregningshøyde støysonekart: 4 m
Oppløsning støysonekart: 5 m x 5 m

Fasadenivåer:
Enhet tabeller: $L_{p,A,max}$
Antall refleksjoner fasadenivåer: 3
Ber. høyde fasadenivåer: Etasjevis

Tegn og symboler:

- Høydelinje
- Annen bebyggelse
- Boliger
- Vei
- Støyskjerm
- Fasadenivåer
- Vann
- Plangrense

Støynivå $L_{p,A,max}$ dB:

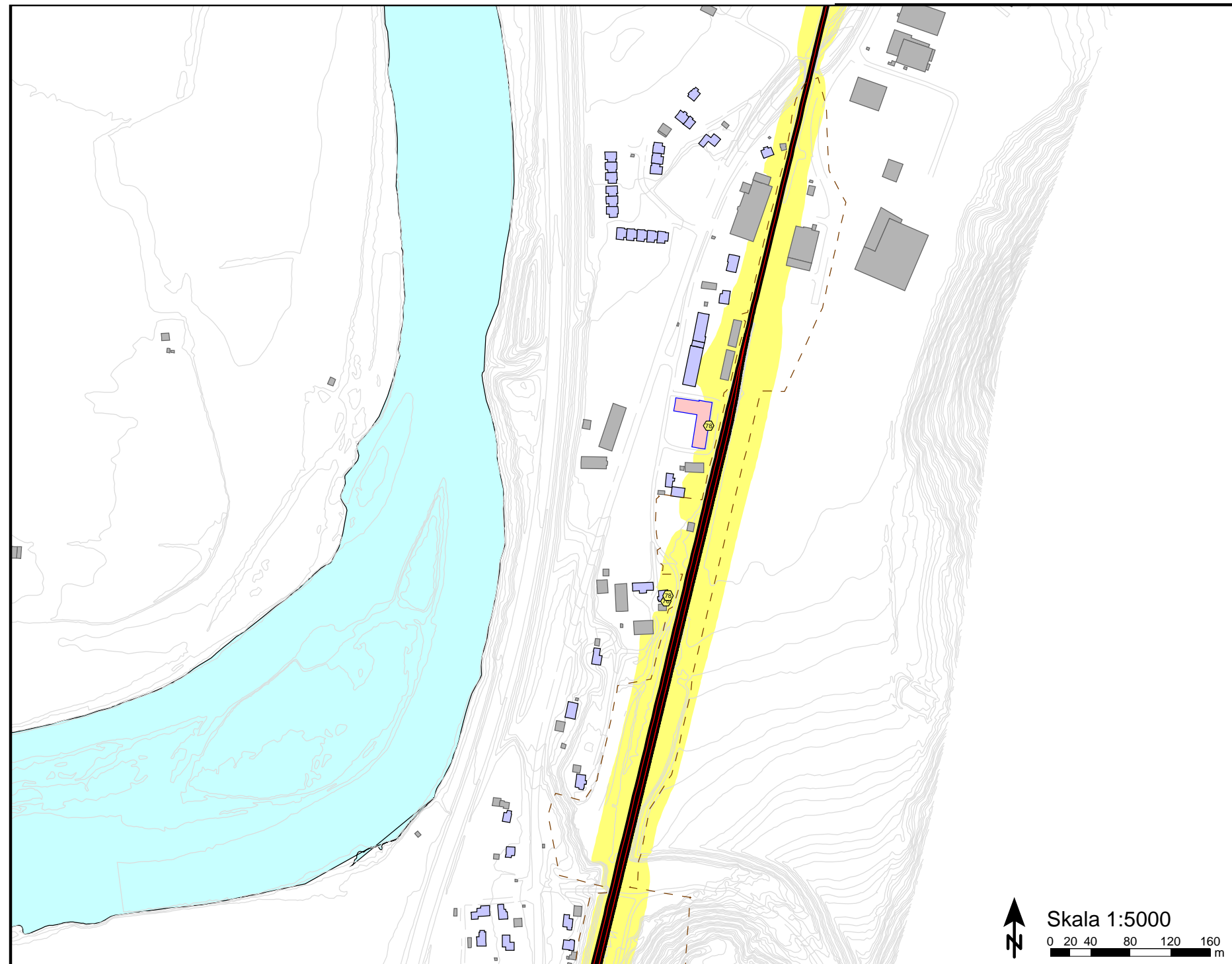
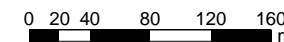
- $75 <$  ≤ 90
- $90 <$ 



Harbitzalléen 5, 0213 Oslo
Tlf: 22 51 80 00



Skala 1:5000



Beregningsparametre:

Beregningsmetode: Nordisk
beregningemetode
Støykilde: Jernbane

Enhet støysonekart: $L_{p,A,max}$
Antall refleksjoner støysonekart: 1
Beregningshøyde støysonekart: 4 m
Oppløsning støysonekart: 5 m x 5 m

Fasadenivåer:
Enhet tabeller: $L_{p,A,max}$
Antall refleksjoner fasadenivåer: 3
Ber.høyde fasadenivåer: Etasjevis

Tegn og symboler:

- Høydelinje
- Annen bebyggelse
- Boliger
- Vei
- Støyskjerm
- Fasadenivåer
- Vann
- Plangrense

Støynivå $L_{p,A,max}$ dB:

75 <  <= 90
90 < 



Harbitzalléen 5, 0213 Oslo
Tlf: 22 51 80 00



Skala 1:5000

0 20 40 80 120 160 m