

RAPPORT BULLERUTREDNING

Fastställelsehandling

Järnvägsplan Tunadal, ingår i projekt Maland och Tunadalsspåret
Sundsvalls kommun, Västernorrlands län

2018-01-15

Diarienummer TRV 2015/357 57



Dokumenttitel: Rapport Bullerutredning
Skapat av: ÅF-Infrastructure AB
Dokumentdatum: 2018-01-15
Dokumenttyp: Rapport
Författare: Peter Petterson, ÅF
Diarienummer: TRV 2015/35757
Projektnummer: 107217
Version: 1.0

Publiceringsdatum:
Utgivare: Trafikverket
Projektledare: Håkan Åberg
Distributör: Trafikverket, Nattviksgatan 8, 871 45 Härnösand, telefon: 0771-921 921

Innehåll

1	Bakgrund och syfte	6
2	Förklaring av akustiska begrepp	6
3	Bedömningsgrunder	7
3.1	Riktvärden.....	7
3.2	Principer för övervägande om skyddsåtgärder	8
4	Metodik och förutsättningar	10
4.1	Beräkningsmodell	10
4.2	Beräkningsfall	10
4.3	Trafikuppgifter	10
4.4	Gnissel vid inbromsning	11
4.5	Sammanslagning av buller från flera källor.....	11
4.6	Fasaders ljudisolering	12
4.7	Överväganden om åtgärder.....	13
5	Avgränsning av bullerberörda.....	15
5.1	Metod	15
5.2	Bullerberörda bostadshus	16
5.3	Bullerberörda områden.....	16
6	Beräknade ljudnivåer och föreslagna skyddsåtgärder	17
6.1	Nuläge och Nollalternativ	17
6.2	Planförslag utan bullerskyddsåtgärder	17
6.3	Planförslag med föreslagna bullerskyddsåtgärder.....	18

Bilagor

Bilaga 1.1	Karta över bullerberörda bostadsbyggnader Huggsta - Filla
Bilaga 1.2	Karta över bullerberörda bostadsbyggnader Tunadal
Bilaga 2.1	Ljudutbredningskarta L_{eq} Nuläge
Bilaga 2.2	Ljudutbredningskarta L_{max} Nuläge
Bilaga 3.1.1	Ljudutbredningskarta L_{eq} Nollalternativ Huggsta - Filla
Bilaga 3.1.2	Ljudutbredningskarta L_{eq} Nollalternativ Tunadal
Bilaga 3.2.1	Ljudutbredningskarta L_{max} Nollalternativ Huggsta – Filla
Bilaga 3.2.2	Ljudutbredningskarta L_{max} Nollalternativ Tunadal
Bilaga 4.1.1	Ljudutbredningskarta L_{eq} Planförslag Huggsta – Filla
Bilaga 4.1.2	Ljudutbredningskarta L_{eq} Planförslag Tunadal
Bilaga 4.2.1	Ljudutbredningskarta L_{max} Planförslag Huggsta – Filla
Bilaga 4.2.2	Ljudutbredningskarta L_{max} Planförslag Tunadal
Bilaga 5.1	Förenklad tabell över ljudnivåer för bullerberörda bostadshus samt föreslagna bullerskyddsåtgärder
Bilaga 5.2	Tabell över ljudnivåer för bullerberörda bostadshus samt föreslagna bullerskyddsåtgärder
Bilaga 5.3	Tabell med avgränsningsberäkning för bullerberörda bostadsbyggnader samt ljudnivåer, planförslag utan åtgärder
Bilaga 6	Överväganden om bullerskyddsåtgärder
Bilaga 7	Överväganden om åtgärder mot bromsgnissel
Bilaga 8	Överväganden om åtgärder vid ombyggda sträckor av kommunala Johannedalsvägen
Bilaga 9	Överväganden om åtgärder baserat på total bullersituation

Sammanfattning

Ombyggd järnväg möjliggör ökad trafik och högre hastighet på Tunadalsspåret, vilket medför högre ljudnivåer för närboende. Samtidigt medför en modern elektrifierad järnvägsanläggning lägre ljudnivåer genom bättre spår och övergång från diesellok till ellok. Boende längs Tunadalsspåret beräknas få allt från 4 dBA högre till 4 dBA lägre ljudnivåer utomhus vid fasad jämfört med Nollalternativet. För de flesta innebär ombyggnationen en ökning på 2-3 dBA.

Totalt har 83 st bostadshus identifierats som bullerberörda i järnvägsplanen, och har övervägts för bullerskyddsåtgärder. Inga skolor, vårdlokaler, hotell eller naturområden med låg bakgrunds nivå berörs av ombyggnationen.

I denna järnvägsplan har skyddsåtgärder övervägts utifrån sammanslagna ljudnivåer från ombyggd järnväg, befintlig statlig väg och ombyggd kommunal väg.

Ett flertal spår- och vägnära skyddsåtgärder har övervägts. Tre bullervallar föreslås byggas. Övriga vallar och skärmar bedöms vara tekniskt omöjliga, ekonomiskt orimliga, ha allt för omfattande inverkan på landskapsbilden eller endast få marginell effekt och föreslås därför inte.

Fastighetsnära åtgärder föreslås för 39 bostadshus.

Nedan redovisas en sammanställning av bullerberörda bostadshus med beräknade ljudnivåer från statlig infrastruktur och ombyggda sträckor av kommunal väg som överskrider riktvärden för respektive beräkningsfall. I Nuläge och Nollalternativ är vägbuller med från motsvarande befintlig sträcka av kommunal väg som föreslås byggas om i planförslaget.

Beräkningsfall	Antal bullerberörda bostadshus som beräknas överskrida riktvärden från all statlig infrastruktur och ombyggd kommunal väg					
	Ekvivalent ljudnivå, L_{eq}			Maximal ljudnivå, L_{max} ^{a)}		
	>60 dBA utomhus vid fasad	>55 dBA utomhus vid uteplats	>30 dBA inomhus	>70 dBA utomhus vid uteplats ^{b)}	>80 dBA utomhus vid uteplats ^{c)}	>45 dBA inomhus
Nuläge	1	9	4	36	2	24
Nollalternativ	1	17	4	38	2	26
Planförslag utan bullerskyddsåtgärder	4	25	12	45	7	42
Planförslag med föreslagna bullervallar	3	15	12	44	2	32
Planförslag med föreslagna bullervallar och fastighetsnära bullerskyddsåtgärder	3	0	0	37	0	0

- a) Järnvägen ger de högsta maximala ljudnivåerna. Varken statlig väg eller ombyggd kommunal väg medför nivåer över L_{max} 70 dBA vid uteplats eller över L_{max} 45 dBA inomhus.
- b) Avser ljudnivå dag- och kvällstid (06-22). Om ljudnivån överskrider bör den inte överskridas med mer än 10 dBA fem gånger per timme.
- c) På Tunadalsspåret passerar inte fler än fem tåg per timme i snitt dag och kvällstid, vilket innebär att åtgärd övervägs först när L_{max} 80 dBA från järnväg överskrider.

1 Bakgrund och syfte

Trafikverket planerar att bygga en ny järnvägsanslutning som kopplar ihop Ådalsbanan med Tunadalsspåret i Maland samt rusta upp och elektrifiera Tunadalsspåret till Sundsvalls hamn. Järnvägsanslutningen möjliggör direkta järnvägstransporter utan lokvändningar på Timrå station. Projektet är indelat i tre delar, järnvägsplan Birsta, järnvägsplan Tunadal och järnvägsplan Maland. Denna rapport avser upprustning av Tunadalsspåret.

Projektet har klassats som väsentlig ombyggnad enligt Trafikverkets kriterier. Syftet med denna rapport är att kartlägga ljudnivåerna i området längs med järnvägsplanen samt beskriva hur de påverkas av ombyggnaden. Möjliga bullerskyddsåtgärder och dess effekt utreds, övervägs och föreslås i denna rapport.

2 Förklaring av akustiska begrepp

A-vägd ljudnivå

För beskrivning av ljud används ofta ljudnivå i decibel med beteckningen dBA. Indexet "A" anger att ljudets frekvenser har viktats på ett sätt som motsvarar det mänskliga örats känslighet för ljud.

Ekvivalent och maximal ljudnivå

I Sverige används två störningsmått för trafikbuller, ekvivalent respektive maximal ljudnivå. Med ekvivalent ljudnivå avses en form av medelljudnivå under en given tidsperiod. För trafikbuller är tidsperioden i de flesta fall ett dygn. Den maximala ljudnivån är den högsta förekommande ljudnivån under exempelvis en lastbils- eller godstågspassage.

Akustiska nyckeltal

Decibel är ett logaritmiskt måttetal. Detta innebär bland annat att vid addition av buller från två lika starka bullerkällor ökar ljudnivån med 3 dBA.

Exempel: $50 \text{ dBA} + 50 \text{ dBA} = 53 \text{ dBA}$

Om en bullerkälla är minst 10 dBA lägre i nivå än en annan kan dess ljudnivåbidrag anses vara försumbart.

Exempel: $50,0 \text{ dBA} + 40,0 \text{ dBA} = 50,4 \text{ dBA} \approx 50 \text{ dBA}$

När det gäller upplevelsen av skillnader i bullernivå kan 3 dBA upplevas som en hörbar förändring medan en skillnad på 8 - 10 dBA upplevs som en fördubbling/halvering av ljudet.

Frifältsvärde

Riktvärden för högsta ljudnivå utomhus vid fasad avser frifältsvärde. Med frifältsvärde avses beräknad/uppmätt nivå utan inverkan av ljudreflexer i den egna bakomvarande fasaden, men inklusive reflexer från övrig bebyggelse, skärmar etc. Frifältsvärdet används bland annat för att dimensionera åtgärder för inomhusmiljö.

3 Bedömningsgrunder

3.1 Riktvärden

Riksdag och regering har i proposition 1996/97:53[I] angett riktvärden för trafikbuller. Följande riktvärden för trafikbuller bör normalt inte överskridas vid bostäder vid nybyggnad eller väsentlig ombyggnad av trafikinfrastruktur:

- 30 dB(A) ekvivalentnivå inomhus
- 45 dB(A) maximalnivå inomhus nattetid
- 55 dB(A) ekvivalentnivå utomhus (vid fasad) från väg
- 70 dB(A) maximalnivå vid en uteplats i anslutning till en bostad.

Vid åtgärd i järnväg eller annan spåranläggning avser riktvärdet för buller utomhus 55 dBA ekvivalentnivå vid uteplats och 60 dBA ekvivalentnivå i bostadsområdet i övrigt.

Vid tillämpning av riktvärden vid åtgärder i trafikinfrastrukturen bör hänsyn tas till vad som är tekniskt möjligt och ekonomiskt rimligt. Detta angavs i infrastrukturpropositionen 1996/97:53 och den bedömningen kvarstår enligt Naturvårdsverket. I Trafikverkets riktlinje anges att om det inte är tekniskt möjligt att uppnå samtliga riktvärden eller om kostnaderna för åtgärder är uppenbart orimliga ska alternativa åtgärder övervägas.

I Trafikverkets riktlinje TDOK 2014:1021 ”Buller och vibrationer från trafik på väg och järnväg” anges att bullerstörningen påverkas om man utsätts för flera bullerkällor samtidigt, vilket ska beaktas.

Nedanstående värden i tabell 1 är en konkretisering och komplettering av riksdagens fastställda riktvärden för trafikbuller. Trafikverket har även fastställt riktvärde för komfortvibrationer. Värdena anses av Trafikverket vara en god eller i vissa fall godtagbar miljö, och de ska utgöra ett stöd vid Trafikverkets bedömningar om behov av utredningar och genomförande av skyddsåtgärder mot höga buller- och vibrationsnivåer.

Om komfortvibrationer överskrider Trafikverkets riktvärdet 0,4 mm/s vägd RMS inomhus ska särskilt övervägande göras avseende totala situationen med både buller och vibrationer.

Riktvärden för buller inomhus speglar en störningssituation då vibrationerna i byggnaden underskrider 0,4 mm/s (vägt RMS-värde). Vid högre vibrationsnivåer än 0,4 mm/s (vägt RMS-värde) kan vibrationerna bidra till att förstärka störningssupplelsen. Vibrationsutredning har utförts för denna järnvägsplan och den redovisas i en separat rapport [X]. Inget bostadshus beräknas få vibrationer över riktvärdet 0,4 mm/s vägd RMS. Vibrationer påverkar därmed inte upplevelsen av buller och finns inte vidare omnämnt i denna rapport.

Tabell 1. Trafikverkets riktvärden för buller och vibrationer från väg- och spårtrafik.

Lokaltyp eller område	Ekvivalent ljudnivå, L_{eq24h} , utomhus	Ekvivalent ljudnivå, L_{eq24h} utomhus på uteplats/skolgård	Maximal ljudnivå, L_{max} utomhus på uteplats/skolgård	Ekvivalent ljudnivå, L_{eq24h} inomhus	Maximal ljudnivå, L_{max} inomhus	Maximal vibrationsnivå, mm/s vägd RMS inomhus
Bostäder ^{1 2}	55 dBA ³ 60 dBA ⁴	55 dBA	70 dBA ⁵	30 dBA	45 dBA ⁶	0,4 mm/s ⁷
Vårdlokaler ⁸				30 dBA	45 dBA ⁶	0,4 mm/s ⁷
Skolor och undervisningslokaler ⁹	55 dBA ³ 60 dBA ⁴	55 dBA	70 dBA ¹⁰	30 dBA	45 dBA ¹¹	
Bostadsområden med låg bakgrundsnivå ¹²	45 dBA					
Parker och andra rekreationsytor i tätorter	45-55 dBA					
Friluftsområden	40 dBA					
Betydelsefulla fågelområden med låg bakgrundsnivå	50 dBA					
Hotell ^{12 13}				30 dBA	45 dBA	
Kontor ^{12 14}				35 dBA	50 dBA	

- 1) Riktvärden inomhus omfattar bostadsrum i permanentbostad och fritidsbostad
- 2) Dessa riktvärden för buller anges även i prop. 1996/97:53
- 3) Avser ljudnivå vid fasad från vägtrafik samt från spårtrafik i hastighet högre än 250 km/h
- 4) Avser ljudnivå vid fasad från spårtrafik vid hastighet lägre än 250 km/h
- 5) Om ljudnivån överskrids bör den inte överskridas med mer än 10 dBA fem gånger per timme dag- och kvällstid (06-22)
- 6) Avser ljudnivåer nattetid (22-06) och får överskridas med högst 5 dBA fem gånger per trafikårsmedelnatt
- 7) Avser vibrationsnivå nattetid (22-06) och får överskridas högst fem gånger per trafikårsmedelnatt. Vibrationsnivån får dock inte överskrida 0,7 mm/s vägd RMS
- 8) Avser utrymme för sömn och vila, eller utrymme med krav på tystnad
- 9) Riktvärden inomhus omfattar undervisningsrum samt rum för sömn och vila
- 10) Får överskridas med högst 10 dBA fem gånger per timme dagtid (06-18)
- 11) Får överskridas med högst 5 dBA fem gånger per timme dagtid (06-18)
- 12) Riktvärden för dessa områdestyper beaktas endast vid nybyggnad av infrastruktur.
- 13) Avser gästrum för sömn och vila
- 14) Avser rum för enskilt arbete

3.2 Principer för övervägande om skyddsåtgärder

Riktvärdena enligt tabell 1 ska normalt innehållas när ett projekt klassats som väsentlig ombyggnad. Tekniskt rimliga skyddsåtgärder ska övervägas med avseende på ekonomisk rimlighet, vilket innebär att nyttan av åtgärden ska vägas mot kostnaden för åtgärden

Erforderliga beräkningar samt fältinventeringar av byggnader ska genomföras för att identifiera vilka spårnära och fastighetsnära bullerskyddsåtgärder som krävs för att innehålla nivå 1 nedan.

Om det i enskilda fall bedömts att det inte är tekniskt möjligt eller ekonomiskt rimligt att vidta skyddsåtgärder så att samtliga riktvärden uppnås fullt ut så ska

alternativa åtgärder övervägas. I samband med den första bedömningen ska även möjliga bullerskyddsåtgärder vid källan övervägas. De alternativa åtgärderna kan vara en kombination av åtgärder som minskar störningarna även om inte ljudnivån reduceras ända ner till riktvärdesnivåerna. Övervägandet av de alternativa åtgärderna ska göras utifrån en helhetsbedömning som omfattar både miljön inomhus och utomhus.

När det är aktuellt med sådana avsteg från riktvärden så ska dessa göras stegvis, och motiveringar ska dokumenteras.

Följande avstegstrappa utgör ett stöd vid utredningar om alternativa åtgärder vid bostäder, skolor och undervisningslokaler.

- Riktvärden uppnås: Utför åtgärder så att samtliga riktvärden innehålls.
- Avsteg 1: Avkall görs på att innehålla riktvärden utomhus vid fasad på övre våningsplan.
- Avsteg 2: Avkall görs på att innehålla riktvärden utomhus vid fasad vid markplan.
- Avsteg 3. Avkall görs på att innehålla riktvärden utomhus på uteplats.
- Avsteg 4. Avkall görs på att innehålla riktvärden inomhus.

Om maximal ljudnivå inomhus överstiger 50 dBA, även om bullerskyddsåtgärder som är tekniskt och ekonomiskt rimliga genomförs, ska förvärv övervägas. Erbjudande om förvärv ska även övervägas om kostnader för skyddsåtgärder uppgår till mer än 50 % av kostnader för förvärv.

4 Metodik och förutsättningar

4.1 Beräkningsmodell

Beräkningarna har utförts enligt de nordiska beräkningsmodellerna för vägtrafik och spårtrafik som beskrivs i Naturvårdsverkets rapporter 4653[III] respektive 4935[IV]. Beräkningar av bromsgnissel har utförts enligt Nordiska beräkningsmodellen för externt industribuller, DAL 32.

Beräkningarna är genomförda med programmet SoundPLAN 7.4, som är ett beräkningsprogram där man skapar en digital 3D-beräkningsmodell innehållande information om höjder, markegenskaper, byggnader etc.

4.2 Beräkningsfall

Beräkningarna har utförts enligt fyra beräkningsfall enligt nedan:

- *Nuläge* redovisar nuvarande ljudnivåer. Ljudnivåer innefattar omfattar trafik på befintlig statlig infrastruktur, både järnväg och väg samt på de sträckor av befintlig kommunal väg som föreslås byggas om i planförslaget. Hastigheter och trafikmängder enligt trafikprognos år 2015.
- *Nollalternativ* är ett framtida scenario utan att föreslagna ombyggnader genomförs. Nollalternativets ljudnivåer innefattar trafik på befintlig statlig infrastruktur, både järnväg och väg samt på de sträckor av befintlig kommunal väg som föreslås byggas om i planförslaget. Hastigheter och trafikmängder enligt trafikprognos år 2040 för väg och år 2030 för järnväg.
- *Planförslag utan bullerskyddsåtgärder* är ett fiktivt framtida scenario med föreslagen ombyggnad av järnväg och väg, men utan de föreslagna bullerskyddsåtgärderna. Det fiktiva scenariots ljudnivåer innefattar trafik på ombyggd och befintlig statlig infrastruktur samt på ombyggd kommunal väg. Hastigheter och trafikmängder enligt trafikprognos år 2040 för väg och år 2030 för järnväg.
- *Planförslag med föreslagna bullerskyddsåtgärder* är ett framtida scenario med ombyggnad enligt järnvägsplanen. Planförslagets ljudnivåer innefattar föreslagna skyddsåtgärder, trafik på ombyggd och befintlig statlig infrastruktur samt på ombyggd kommunal väg. Hastigheter och trafikmängder enligt trafikprognos år 2040 för väg och år 2030 för järnväg. Bostadshusens ljudisolerade förmåga samt ljudnivå på uteplats har beräknats utifrån att föreslagna fastighetsnära bullerskyddsåtgärder vidtagits.

4.3 Trafikuppgifter

Vid beräkning av bullerspridning har trafikuppgifter enligt trafikprognos år 2015 nyttjats för beräkningsfallet *Nuläge* för både järnväg och vägtrafik. För beräkningsfallen *Nollalternativ* och *Planförslag* har trafikmängder räknats upp

till prognos år 2030 för järnväg och år 2040 vägtrafik. Trafikuppgifterna som nyttjats i genomförda bullerberäkningar redovisas i PM Trafik [IX]. För beräkning av Planförslag och Nollalternativ har 630 m långa godståg använts (vilket med största sannolikhet är en överskattning). För Nuläget har 350 m långa godståg använts.

4.4 Gnissel vid inbromsning

Gällande beräkningsmodell för buller spårtrafik hanterar inte gnissel från inbromsande tåg. För att kunna beräkna gnissel har Trafikverket utfört mätning av ljudnivå från gnissel vid växlingsrörelser vid Timrå station samt mätningar av bromsande tåg vid en mötesstation längs Ostkustbanan. Mätresultatet från dessa mätningar har använts som indata för beräkningar av gnissel vid Tunadal.

4.5 Sammanslagning av buller från flera källor

Inom järnvägsplaneområdet finns flera bullerkällor; Statliga Tunadalsspåret som rustas upp, statliga Alnöbron med dess på- och avfarter, kommunala Johannedalsvägen samt industrier.

Total bullersituation finns översiktligt beskriven i bilaga 9.

Kommunala Johannedalsvägen byggs om på två kortare sträckor inom ramen för järnvägsplanen. Detta för att öka säkerheten vid plankorsningar för infarter till Johannedals industriområde och Tunadals sågverk.

Buller från dessa olika källor har i denna järnvägsplan beaktats på följande sätt:

- Ljudnivåer från ombyggd järnvägssträcka ligger till grund för avgränsning av bullerberörda (se kapitel 5).
- Ljudnivåer från all statlig infrastruktur samt ombyggd kommunal väg ligger till grund för bedömningar av om riktvärden innehålls eller inte.
- Ljudnivåer från all statlig infrastruktur samt ombyggd kommunal väg avgör om bullerskyddsåtgärder övervägs eller inte.
- Ljudnivåer från övriga delar av den kommunala Johannedalsvägen och industrier har inte tagits med i beräkningar som ligger till grund för övervägande om skyddsåtgärder inom ramen för järnvägsplanen med följande undantag:
 - Buller från kommunala Johannedalsvägen har dock beaktats vid inventering av om respektive bostadshus redan har en bullerskyddad uteplats. Om det finns en uteplats som ligger skyddad för järnvägsbuller, men har över riktvärden från vägtrafiken, så har den inte klassats som bullerskyddad.
 - Buller från kommunala Johannedalsvägen kommer att beaktats vid framtagande av bygghandling för fastighetsnära åtgärder. T.ex. kommer nya fönster att dimensioneras för att i möjligaste mån även klara riktvärden beaktat vägtrafik.

Vid beräkning av ljudnivåer inomhus har ljudspektrum anpassats till respektive bullerkälla. Ljudnivåer inomhus från järnväg har beräknats med anpassningsspektrum C och väg med anpassningsspektrum C_{tr}.

I Trafikverkets handledning TDOK 2016:0246 [V] anges att sammanslagning av buller från statlig infrastruktur ska utföras och beaktas på följande sätt. I denna

järnvägsplan har även ombyggda sträckor av kommunala Johannedalsvägen adderats enligt samma princip:

- Maximala ljudnivåer: Antalet händelser som ligger över riktvärdena i tabell 1 och som kommer från de olika bullerkällorna summeras. Bedömningar och överväganden baseras på denna summa.
- Ekvivalenta ljudnivåer: De ekvivalenta ljudnivåerna, inomhus respektive utomhus, summeras logaritmiskt. Bedömningar och överväganden baseras på denna summa.

4.6 Fasaders ljudisolering

De bostadshus som identifierats som bullerberörda har inventerats med avseende på fasadens ljudisolering enligt de råd som redovisas i *Fasadåtgärder som bullerskydd. Ett branschgemensamt utvecklingsprojekt. Trafikverket 2015-02-18* [VI]. Bostadshusens fasadelement (vägg och fönster) har genom okulär inventering samt uppmätande med glastjockleksmätare klassificerats enligt de värden på ljudisolering som redovisas i tabell 2. Eventuell förekomst av friskluftsventiler har även noterats.

Tabell 2. Generella värden på ljudisolering som nyttjas till förenklad beräkning av fasadens ljudisolering.

Väggtyp	R'_w+C	R'_w+C_{tr}
Enkel trävägg	37 dB	33 dB
Medelbra trävägg	43 dB	39 dB
Trästomme, väl tilläggsisolerad	48 dB	43 dB
Lättbetong	43 dB	39 dB
Tegelfasad	49 dB	45 dB
Tung fasad	54 dB	50 dB
Fönstertyp		
Kopplade fönster med 1+1 glasning	28 dB	23 dB
Fönster med enkelbåge och 3-glas isolerruta	32 dB	27 dB
Äldre kopplade fönster med 1+2 glasning	Beräknas/bedöms med hjälp av uppmätta glastjocklekar	
Moderna kopplade fönster med 1+2 glasning	Beräknas/bedöms med hjälp av uppmätta glastjocklekar	

Värdet R'_w+C och R'_w+C_{tr} definieras som vägt fältreduktionstal för ett byggnadselement. Detta värde nyttjas för att beräkna ljudnivåskillnaden i den sammansatta konstruktionen (vägg, fönster, ventil) som benämns som $D_{nT,w+C}$ respektive $D_{nT,w+C_{tr}}$.

Med informationen som insamlades vid inventeringen som grund har fasadens översiktliga ljudisolering mot trafikbuller beräknats i enlighet med utvecklingsprojektets bilaga 14A "Förenklad projektering av fasadåtgärder" och 14B "Beräkningsark förenklad projektering". Beräkningarna utförs med schablonmått på rum och fönster enligt följande:

Rum: 5,0 x 4,0 x 2,5 m (L x B x H)
Fönster: 2 st fönster 1,4 x 1,4 m

Samtliga bostadshus har initialt projekterats enligt den förenklade metoden. I de fall resultatet legat just över eller under gränsen för att åtgärder ska vidtas eller att riktvärden ska innehållas med åtgärder så har fördjupad inventering utförts, där faktiska mått på rum och fönster fastställdes, samt en närmare bedömning av väggars och fönsters konstruktion utfördes. Fasadens ljudreduktion har sedan beräknats enligt den metod som står beskriven i standarden SS-EN 12354-3. I de fall det har funnits osäkerheter avseende väggars/snedtaks konstruktion och ljudreduktion har mätning genomförts enligt mätstandarden SS-EN ISO 140-5 och utvärderats enligt SS-EN ISO 717-1.

I bilaga 5.1 och 5.2 i kolumn "Fasad" finns angivet för respektive bostadshus vilken ljudreduktion fasadens bedöms ha före åtgärd (i C och C_{tr}-spektrum) samt vad som legat till grund för bedömningen. A avser förenklad metod, B avser fördjupad inventering och C avser mätning. I kolumn "Fasad efter åtgärd" finns även uppgift om vilken ljudreduktion fasaden beräknas få efter att föreslagna åtgärder utförts.

4.7 Överväganden om åtgärder

För samtliga bullerberörda bostadshus har spårnära samt fastighetsnära bullerskyddsåtgärder övervägts, se vidare bilaga 6. Överväganden är baserade på resultatet från de bullerberäkningar som genomförts enligt planförslaget.

Möjliga spår- och vägnära bullerskyddsåtgärder har studerats in i beräkningsmodellen med avseende på placering, höjd, utbredning etc. med syftet att innehålla riktvärdena enligt rubrik 3.1.

Åtgärderna har bedömts utifrån om de är ekonomiskt och tekniskt rimliga, om de leder till markintrång, försämrar landskapsbilden, är möjliga med avseende på markförhållanden etc. Därefter har en samlad bedömning genomförts.

För de fall där spår- och vägnära bullerskyddsåtgärder inte bedöms vara ekonomiskt och/eller tekniskt rimliga föreslås fastighetsnära bullerskyddsåtgärder. Åtgärderna kan vara en eller flera av följande åtgärder: fönsterbyte, uppförande bullerskyddad uteplats, byte till ljuddämpad friskluftsventil samt komplettering av vägg/tak med invändig gipsning.

Vid övervägande om bullerskyddsåtgärder har en kostnadsbedömning genomförts enligt de schablonkostnaderna som redovisas i tabell 3 nedan.

Överväganden om fasadåtgärder

Enligt Trafikverkets riktlinje får L_{max} inomhus överskridas 5 ggr/natt med högst 5 dBA. På Tunadalsspåret är det inte troligt att fler än 5 tågpassager kommer ske nattetid, men åtgärder har ändå övervägts och föreslagits från L_{max} 45 dBA för att inte begränsa framtida trafikering.

Överväganden om uteplatsåtgärder

Enligt Trafikverkets riktlinje bör riktvärdet L_{max} 70 dBA vid uteplats inte överskridas med mer än 10 dBA fem gånger per timme dag- och kvällstid (06-

22). Med endast 18 godståg/dygn på Tunadalsspåret kan tågtrafiken aldrig innebära fler än fem passager per timme dag- och kvällstid. På vägarna kan det förekomma långt fler än fem passager per timme dag- och kvällstid, men buller från befintlig statlig väg och ombyggd kommunal väg överskrider inte L_{\max} 70 vid något bostadshus. Därför övervägs åtgärder för uteplatser först när L_{\max} överskrider 80 dBA.

Tabell 3. Schablonkostnader för bullerskyddsåtgärder.

<i>Åtgärd</i>	<i>Schablonkostnad</i>
Fönsterbyten	14 tkr/fönster
Friskluftventiler	2 tkr/ventil
Invändig gipsning av vägg/tak	50 tkr/rum
Uteplats	40 tkr/småhus
Bullerskyddsvall av projektets överskottsmassor ¹⁾	5 kr/m ³
Spårnära bullerskyddsskärm med absorbent, höjd 2 m	12 tkr/löpmeter
Spårnära bullerskyddsskärm med absorbent, höjd 4 m	27 tkr/löpmeter
Vägnära bullerskyddsskärm med absorbent, höjd 2 m	8 tkr/löpmeter
Vägnära bullerskyddsskärm med absorbent, höjd 4 m	19 tkr/löpmeter
Bullerskyddsskärm utanför väg- och järnvägsområde, höjd 2 m	6 tkr/löpmeter
Bullerskyddsskärm utanför väg- och järnvägsområde, höjd 4 m	16 tkr/löpmeter
Bullerskyddsskärm utanför väg- och järnvägsområde, höjd 6 m	28 tkr/löpmeter

Fotnot:

- 1) Kostnad för bullerskyddsvall är baserat på att det finns överskottsmassor i projektet som är lämpliga att bygga bullervallar av samt att transportavstånden från schakt till bullervall blir mycket korta.

5 Avgränsning av bullerberörda

5.1 Metod

Avgränsning av bullerberörda bostadsbyggnader har i denna järnvägsplan genomförts avseende:

- Buller från ombyggd järnväg och statlig befintlig väg (se steg A-D nedan).
- Buller från bromsgnissel (se bilaga 7).
- Buller från ombyggd kommunal väg (se bilaga 8).

Avgränsning enligt Trafikverkets arbetssätt (E3.10 Miljö [VII]):

- A. Bullerberäkning genomfördes med trafikering endast på ombyggd sträcka utan vägnära bullerskyddsåtgärder. Byggnader som beräknades få ljudnivåer över riktvärdena identifierades som bullerberörda. Både ekvivalenta ljudnivåer över 55 dBA och maximala ljudnivåer över 70 dBA var avgörande.

För att identifiera fler bostadshus som ej fallit ut under steg A, men som ändå beräknas få ljudnivåer över riktvärdena till följd av ombyggnationen, sammanräknades de ekvivalenta ljudnivåerna enligt följande steg:

- B. Beräkning av ekvivalent ljudnivå från all övrig statlig infrastruktur för valt prognos år. Beräkningen genomfördes för ett geografiskt område som var mer omfattande än det i steg A.

Infrastruktur som ersätts av ny infrastruktur tas inte med i beräkningen (t.ex. om en väg flyttas från en sträckning till en annan och den ersatta vägen rivs).

- C. De ekvivalenta ljudnivåerna i steg A och steg B summerades logaritmiskt.
- D. Kontroll av byggnader utöver de som identifierats i steg A. Nivåerna enligt steg B jämfördes med nivåerna enligt steg C. Byggnader där C-nivån var $\geq 1,0$ dB högre än B-nivån och samtidigt överskred 55 dBA ekvivalent ljudnivå vid fasad identifierades som bullerberörd.

Beräknade nivåer utomhus vid fasad nyttjades inledningsvis till att bedöma om riktvärdet på uteplats och inomhus innehålls. Nivån på uteplats likställdes med nivån vid fasad, och inomhusnivån beräknades utifrån ett schablonvärde för fasadens ljudisolering på 30 dBA.

Efter det att fältinventeringar genomförts på de bostäder som identifierades som bullerberörda har verklig placering av uteplats noteras samt fasadens ljudisolering bedömts mer i detalj, antingen genom okulär besiktning och beräkning eller genom mätning, se beskrivning i kapitel 4.6. Med anledning av detta kan byggnader som innehåller samtliga riktvärden ändå vara bullerberörda i järnvägsplanen.

5.2 Bullerberörda bostadshus

Totalt har 83 st bostadshus identifierats som bullerberörda i järnvägsplanen och har övervägts för bullerskyddsåtgärder. Samtliga bullerberörda bostadshus, förutom ett, föll ut enligt steg A (se 5.1 ovan). Inga ytterligare tillkom enligt steg B-D. Ett bullerberört bostadshus tillkom pga. bromsgnissel. Ingen tillkom pga. ombyggnad av kommunal väg.

I avgränsningskartan, se bilaga 1, har bullerberörda bostadshus markerats med röd färg.

5.3 Bullerberörda områden

Det finns inga bostadsområden med låg bakgrundsnivå, parker eller andra rekreationsytor i tätort, friluftsområden eller betydelsefulla fågelområden med låg bakgrundsnivå inom järnvägsplanen som kan kopplas till riktvärden för buller.

6 Beräknade ljudnivåer och föreslagna skyddsåtgärder

6.1 Nuläge och Nollalternativ

I området för järnvägsplanen finns flera bullerkällor; befintlig järnvägstrafik på Tunadalsspåret vägtrafik på statliga Alnöbron och kommunala Johannedalsvägen samt buller från Johannedals industriområde och Tunadals sågverk. Bostadshus finns längs hela sträckan. Huvuddelen av alla bostadshus ligger väster om alla bullerkällor. I Knölsta, Näs och Filla finns dock bostadshus med ljudkällor på flera sidor.

Trafikprognosen för nollalternativet innebär en ökning med 1 tåg, dvs från 6 till 7 tåg per medeldygn, jämfört med Nuläget. Godsvolymerna förväntas dock fördubblas, vilket innebär längre tåg, vilket i sin tur medför ca 1 dBA högre maximala ljudnivåer och 2-3 dBA högre ekvivalenta ljudnivåer jämfört med Nuläget.

Inga bullerskyddsåtgärder vidtas varken i Nuläge eller i Nollalternativ eftersom ljudnivåerna inte överskrider åtgärdsnivå för befintlig infrastruktur.

Beräkningsresultatet redovisas även i tabellform i bilaga 5.1 och 5.2 samt på s.k. ljudutbredningskartor i bilagorna 2.1 till 3.2.

Tabell 4. Sammanställning av bullerberörda bostadshus med beräknade ljudnivåer från befintlig statlig infrastruktur och motsvarande befintlig sträcka av kommunal väg som föreslås byggas om i Planförslaget.

Beräkningsfall	Antal bullerberörda bostadshus som beräknas överskrida riktvärden från all statlig infrastruktur och ombyggd kommunal väg					
	Ekvivalent ljudnivå, L_{eq}			Maximal ljudnivå, L_{max} ^{a)}		
	>60 dBA utomhus vid fasad	>55 dBA utomhus vid uteplats	>30 dBA inomhus	>70 dBA utomhus vid uteplats ^{b)}	>80 dBA utomhus vid uteplats ^{c)}	>45 dBA inomhus
Nuläge	1	9	4	36	2	24
Nollalternativ	1	17	4	38	2	26

a) Järnvägen ger de högsta maximala ljudnivåerna. Varken statlig väg eller ombyggd kommunal väg medför nivåer över L_{max} 70 dBA vid uteplats eller över L_{max} 45 dBA inomhus.

b) Avser ljudnivå dag- och kvällstid (06-22). Om ljudnivån överskrider bör den inte överskridas med mer än 10 dBA fem gånger per timme.

c) På Tunadalsspåret passerar inte fler än fem tåg per timme i snitt dag och kvällstid, vilket innebär att åtgärd övervägs först när L_{max} 80 dBA från järnväg överskrider.

6.2 Planförslag utan bullerskyddsåtgärder

Planförslag utan skyddsåtgärder är ett fiktivt scenario som redovisas för att det ska gå att se effekten av föreslagna bullerskyddsåtgärder.

Ombyggd järnväg möjliggör ökad trafik och högre hastighet på Tunadalsspåret, vilket medför högre ljudnivåer för närboende. Samtidigt medför en modern elektrifierad järnvägsanläggning lägre ljudnivåer genom bättre spår och övergång från diesellok till ellok. Boende längs Tunadalsspåret beräknas få allt från 4 dBA högre till 4 dBA lägre ljudnivåer utomhus vid fasad jämfört med Nollalternativet. För de flesta innebär ombyggnationen en ökning på 2-3 dBA.

Planförslaget innebär ökad trafik och hastighet på järnvägen. Utan skyddsåtgärder medför det en generell ökning av ekvivalent ljudnivå med 2-3 dBA vid jämfört med Nollalternativet. Vid ett bostadshus blir förändringen upp till 5 dBA och vid några hus mindre än 2 dBA.

I tabell 5 redovisas sammanställning av antal bullerberörda bostadshus med beräknade ljudnivåer från statlig infrastruktur och ombyggd kommunal väg som överskrider riktvärdena i Nollalternativ respektive Planförslag utan skyddsåtgärder.

Beräkningsresultatet redovisas även i tabellform i bilaga 5.1 och 5.2 samt på s.k. ljudutbredningskartor i bilagorna 3.1 till 4.2.

Tabell 5. Sammanställning av bullerberörda bostadshus med beräknade ljudnivåer från ombyggd och befintlig statlig infrastruktur och ombyggda sträckor av kommunal väg som överskrider riktvärden för respektive beräkningsfall. I Nollalternativ är vägbuller med från motsvarande befintlig sträcka av kommunal väg som föreslås byggas om i Planförslaget.

Beräkningsfall	Antal bullerberörda bostadshus som beräknas överskrida riktvärden från all statlig infrastruktur och ombyggd kommunal väg					
	Ekvivalent ljudnivå, L_{eq}			Maximal ljudnivå, L_{max} ^{a)}		
	>60 dBA utomhus vid fasad	>55 dBA utomhus vid uteplats	>30 dBA inomhus	>70 dBA utomhus vid uteplats ^{b)}	>80 dBA utomhus vid uteplats ^{c)}	>45 dBA inomhus
Nollalternativ	1	17	4	38	2	26
Planförslag utan bullerskyddsåtgärder	4	25	12	45	7	42

- Järnvägen ger de högsta maximala ljudnivåerna. Varken statlig väg eller ombyggd kommunal väg medför nivåer över L_{max} 70 dBA vid uteplats eller över L_{max} 45 dBA inomhus.
- Avser ljudnivå dag- och kvällstid (06-22). Om ljudnivån överskrids bör den inte överskridas med mer än 10 dBA fem gånger per timme.
- På Tunadalsspåret passerar inte fler än fem tåg per timme i snitt dag och kvällstid, vilket innebär att åtgärd övervägs först när L_{max} 80 dBA från järnväg överskrids.

6.3 Planförslag med föreslagna bullerskyddsåtgärder

Planförslaget innefattar tre bullervallar samt fastighetsnära åtgärder på 39 bostadsbyggnader.

Bullerskyddsåtgärder har övervägts för alla bostadshus som utan åtgärder beräknas få ljudnivåer från statlig infra och ombyggd kommunal väg över riktvärden.

Överväganden om spår- och vägnära skyddsåtgärder redovisas i bilaga 6. Förutsättningar, inventeringsresultat och överväganden om fastighetsnära åtgärder innehåller detaljerade uppgifter om respektive byggnad och redovisas därför i ett separat PM (VIII).

Beräkningsresultat redovisas i tabellform i bilaga 5.1 och 5.2 samt på s.k. ljudutbredningskartor i bilagorna 3.1.1 till 4.2.2. Föreslagna bullerskyddsåtgärder för respektive bostadshus redovisas i bilaga 5.1 och 5.2 liksom slutsatser om riktvärden innehålls eller inte.

I tabell 6 nedan redovisas sammanställning av antal bullerberörda bostadshus med beräknade ljudnivåer från statlig infrastruktur och ombyggd kommunal väg som överskrider riktvärdena i Nollalternativ respektive Planförslag med skyddsåtgärder.

Buller utomhus vid fasad

Planförslagets bullervallar medför lägre ljudnivåer för de bostadshus som skärmas av vallarna. För övriga bostadshus innebär planförslaget en höjning av ljudnivåer utomhus jämfört med Nollalternativet.

Buller inomhus i bostadsrum

Med föreslagna åtgärder får inget bostadshus nivåer över riktvärden inomhus, vilket är en väsentlig förbättring jämfört med Nollalternativet.

Buller på uteplatser

Jämfört med Nollalternativet medför Planförslaget en förbättring för de bostadshus som föreslås få uteplatsåtgärder och/eller skärmas av bullervallar samt en försämring för de bostadshus som inte berörs av bullerskyddsåtgärder.

Planförslaget innebär en förbättring genom att samtliga plankorsningar förses med vägskydd (bommar), vilket innebär att tågen inte längre behöver avge ljudsignal vid passage. Dock innebär vägskydden i sig en annan typ av buller från s.k. bomklockor.

Tabell 6. Sammanställning av bullerberörda bostadshus med beräknade ljudnivåer från ombyggd och befintlig statlig infrastruktur och ombyggda sträckor av kommunal väg som överskrider riktvärden för respektive beräkningsfall. I Nollalternativ är vägbuller med från motsvarande befintlig sträcka av kommunal väg som föreslås byggas om i Planförslaget.

Beräkningsfall	Antal bullerberörda bostadshus som beräknas överskrida riktvärden från all statlig infrastruktur och ombyggd kommunal väg					
	Ekvivalent ljudnivå, L_{eq}			Maximal ljudnivå, L_{max} ^{a)}		
	>60 dBA utomhus vid fasad	>55 dBA utomhus vid uteplats	>30 dBA inomhus	>70 dBA utomhus vid uteplats ^{b)}	>80 dBA utomhus vid uteplats ^{c)}	>45 dBA inomhus
Nollalternativ	1	17	4	38	2	26
Planförslag med föreslagna bullervallar	3	15	12	44	2	32
Planförslag med föreslagna bullervallar och fastighetsnära bullerskyddsåtgärder	3	0	0	37	0	0

- Järnvägen ger de högsta maximala ljudnivåerna. Varken statlig väg eller ombyggd kommunal väg medför nivåer över L_{max} 70 dBA vid uteplats eller över L_{max} 45 dBA inomhus.
- Avser ljudnivå dag- och kvällstid (06-22). Om ljudnivån överskrids bör den inte överskridas med mer än 10 dBA fem gånger per timme.
- På Tunadalsspåret passerar inte fler än fem tåg per timme i snitt dag och kvällstid, vilket innebär att åtgärd övervägs först när L_{max} 80 dBA från järnväg överskrids.

Föreslagna fasadåtgärder avser de bostadsrum i respektive byggnad som beräknas få nivåer över riktvärdena från statlig infrastruktur och ombyggd kommunal väg. Det innebär att det kan bli aktuellt med exempelvis fönsterbyte för ett bostadsrum men inte för de övriga. Föreslagna uteplatsåtgärder avser en bullerskyddad uteplats per fastighet.

Omfattning och utformning av fastighetsnära bullerskyddsåtgärder för respektive fastigheter utreds i detalj i ett senare skede i samband med framtagande av bygghandlingar.

Källförteckning

- [I] Riksdagens infrastrukturproposition 1996/97:53
- [II] Buller och vibrationer från trafik på väg och Järnväg. TDOK 2014:1021. Trafikverket 2015-11-13.
- [III] Naturvårdsverket, Vägtrafikbuller Nordisk beräkningsmodell 4653, Naturvårdsverkets reprocentral 1997
- [IV] Naturvårdsverket, Buller från spårburen trafik Nordisk beräkningsmodell 4935, Naturvårdsverkets reprocentral 1999
- [V] Buller och vibrationer vid planering av bebyggelse. TDOK 2011:460. Trafikverket 2012-05-25.
- [VI] Fasadåtgärder som bullerskydd. Ett branschgemensamt utvecklingsprojekt. Trafikverket 2015-02-18.
- [VII] Bilaga E3.10 Miljö. v.8.0. Trafikverket rev datum 2016-02-15.
- [VIII] PM Utredningsresultat per bostadsbyggnad. ÅF rev datum 2017-10-02.
- [IX] PM Trafik, ÅF daterad 2017-10-02.
- [X] Rapport Vibrationsutredning. Metron daterad 2017-10-02.



TRAFIKVERKET

Trafikverket, Nattviksgatan 8, 871 45 Härnösand
Telefon: 0771-921 921, Texttelefon: 010-123 50 00