

Järnvägsplan - GRANSKNINGSHANDLING

Uppsala planskilda korsningar

Uppsala kommun, Uppsala län

Rapport Bullerutredning 2021-01-14

TRV 2016/37467



Trafikverket

Postadress: Östunagatan 4, 753 23 Uppsala

E-post: trafikverket@trafikverket.se

Telefon: 0771-921 921

Dokumenttitel: Rapport Bullerutredning – Uppsala planskilda korsningar

Författare: Anders Westbrandt och Pontus Thorsson

Dokumentdatum: 2021-01-14

Ärendenummer: TRV 2016/37467

Objektsnummer: 139471

Uppdragsnummer: 139471

Version: 0.1

Kontaktperson: Julia Ekberg

Innehåll

1. UPPDRAG	5
2. GENERELLT OM BULLER	5
2.1. Decibel och den logaritmiska skalan	5
2.2. Frekvenser och A-vägning	5
2.3. Ekvivalenta och maximala ljudnivåer	6
2.4. Buller och störning	6
3. RIKTVÄRDEN	7
4. UTVÄRDERINGSMETOD OCH FÖRUTSÄTTNINGAR	9
4.1. Dimensionerande järnvägstrafik	9
4.2. Bullerberörda byggnader	9
4.3. Bedömning och mätning av ljudreduktion i fasad	10
4.4. Utvärdering av ljudnivåer utomhus	10
4.5. Utvärdering av ljudnivåer inomhus	10
4.5.1. Dimensionerande tågtyp för maximalnivå inomhus	11
4.5.2. Dimensionerande tågtyp för maximalnivå på uteplats	11
4.6. Komfortvibrationer	11
5. ÖVERVÄGANDE AV SPÅRNÄRA ÅTGÄRDER	12
6. FASTIGHETSNÄRA BULLERSKYDDSÅTGÄRDER	14
7. RESULTAT	15
7.1. Nuläge	15
7.2. Nollalternativ	15
7.3. Ombyggnadsförslag	16
7.4. Planförslag	16
8. BILAGEFÖRTECKNING	18

1. Uppdrag

Akustikverkstan har genom Sweco Rail fått i uppdrag att genomföra bullerutredning med framtagning av skyddsåtgärder, för Uppsala planskilda korsningar i driftläget med linjeförslag enligt SH2016 samt tillägg av vändspår för persontåg vid österplan. Förutsättningar i utredningens genomförande har varit Trafikverkets bilaga E3.10 Miljö v 15.0. och riktlinjen TDOK 2014:1021 v 3.0. Rapporten är en del av granskningshandlingen till järnvägsplanen.

2. Generellt om buller

2.1. Decibel och den logaritmiska skalan

Buller definieras som oönskat ljud. Ljud består av tryckvariationer i luften som sätter örats trumhinna i svängning, svängningar som sedan översätts till nervimpulser som hjärnan tolkar. Örat kan uppfatta ljud inom ett enormt stort omfång. Det svagaste ljud vi kan uppfatta har ett ljudtryck på ungefär 20 miljondels Pascal (Pa), och ljudtrycket vid smärigränsen är cirka 10 miljoner gånger starkare. Att jämföra mätetal som har så olika storlek, eller magnitud, är problematiskt samtidigt som jämförelsen lätt blir otidlig. För ljud och buller används istället en logaritmisk skala i decibel (dB). Mätetalet som används kallas för ljudtrycksnivå, eller i dagligt tal bara ljudnivå. Andra exempel på logaritmiska skalor är pH-skalan för surhetsgrad och Richter-skalan för styrkan på jordbävningar.

Den logaritmiska skalan innebär att för varje ökning med 20 decibel blir ljudtrycket 10 gånger starkare. Fördelen med den logaritmiska skalan är att den fungerar väl för att beskriva människors upplevelse av ljud (och buller). En nackdel med den logaritmiska skalan är att människor har svårt att förstå de stora skillnaderna mellan olika ljudnivåer i dB. Det som ser ut som en liten ökning i ljudnivå är i själva verket en stor ökning av ljudstyrkan. En ökning av ljudnivån med 10 dB uppfattas av örat som en fördubbling av ljudstyrkan, men så små skillnader i ljudnivå som 1-2 dB kan påverka störningsupplevelsen.

2.2. Frekvenser och A-vägning

Alla ljud kan delas upp i olika toner eller frekvenser. Ljudstyrkan av de olika frekvenserna brukar benämnas som ett spektrum. I beräkningarna används tidigare uppmätta spektrum för de aktuella tågtyperna. Människans öra är känsligast för frekvenser mellan 2000 och 5000 Hertz, och känsligheten sjunker vid såväl lägre som högre frekvenser. Vanligtvis används ett så kallat A-vägningsfilter som dämpar de låga och höga frekvenserna ungefär på samma sätt som örats känslighet vid låga till måttliga ljudnivåer. Mätresultatet anges då som dBA.

Det finns många studier som visar att A-vägd ljudnivå är ett väl fungerande mått för att utvärdera upplevd ljudstyrka och upplevd störning. Detta har fått till följd att A-vägd ljudnivå används som värderingsmått för störning av omgivningsbuller i stora delar av världen. I synnerhet används A-vägd ljudnivå som mått på bullerexponering i de redovisningar EU:s medlemsländer ska genomföra enligt omgivningsbullerdirektivet (EU 2002/49/EG). Svenska myndigheters riktvärden för bullerexponering är också

vanligen skrivna med hjälp av A-vägd ljudnivå. De beräkningsmodeller som används vid bullerberäkningar är också utformade för att ge A-vägda ljudnivåer som resultat.

2.3. Ekvivalenta och maximala ljudnivåer

Ljud varierar kraftigt med tiden, och detta gäller i synnerhet järnvägsbuller. Ljudnivån vid en tågpassage är väsentligt mycket högre än ljudnivån mellan passagerna. För att värdera störningar vid bullerutredningar används oftast både ekvivalenta och maximala ljudnivåer. Den ekvivalenta ljudnivån anger ljudnivån för energimedelvärdet under en viss period, för väg- och spårtrafik anges ekvivalentnivån för ett helt dygn (L_{eq24h}). Den maximala ljudnivån är den högsta ljudnivån som inträffar för enstaka tågpassager, och den brukar användas med tidsvägningen Fast (L_{Fmax}).

2.4. Buller och störning

Det har utförts stora störningsstudier gällande ljud från väg- och järnvägstrafik, både i Sverige och internationellt. De vanligaste störningarna är svårighet att samtala utomhus samt störningar av vila och sömn inomhus. För trafikbuller och sömnstörning finns det tydliga samband mellan exponering och respons. Störningsupplevelsorna ökar generellt med ökande ljudnivå och samtidig exponering av marköverförda vibrationer kan förvärra upplevelsen. Allvarliga negativa hälsoeffekter, såsom stressreaktioner och hjärt-kärlsjukdomar, kan uppträda vid höga ljudnivåer och lång exponeringstid. Trafikverkets riktvärden är satta utifrån störningsstudiernas resultat för att undvika negativ hälsopåverkan.

3. Riktvärden

Planeringsfallet i denna utredning är väsentlig ombyggnad. Gällande riktvärden för buller i detta planeringsfall framgår av Trafikverkets riktlinje i dokumentet, TDOK 2014:1021. Tillämpliga riktvärden för denna utredning redovisas i Tabell 1.

Tabell 1: Trafikverkets riktvärden för buller och vibrationer från spårtrafik som är tillämpliga i detta projekt.

Lokaltyp eller områdestyp	Ekvivalent ljudnivå, L_{eq24h} , utomhus	Ekvivalent ljudnivå, L_{eq24h} utomhus på uteplats/skolgård	Maximal ljudnivå, L_{Fmax} utomhus på uteplats/skolgård	Ekvivalent ljudnivå, L_{eq24h} inomhus	Maximal ljudnivå, L_{Fmax} inomhus	Maximal vibrationsnivå, mm/s vägd RMS inomhus
Bostäder ^{1, 2}	60 dBA ⁴	55 dBA	70 dBA ⁵	30 dBA	45 dBA ⁶	0,4 mm/s ⁸
Vårdlokaler ⁹				30 dBA	45 dBA ⁶	0,4 mm/s ⁸
Skolor och undervisningslokaler ¹⁰	60 dBA ⁴	55 dBA	70 dBA ¹¹	30 dBA	45 dBA ¹²	

¹ Riktvärden inomhus omfattar bostadsrum i permanentbostad och fritidsbostad

² Dessa riktvärden för luftburet buller anges även i prop. 1996/97:53

⁴ Avser ljudnivå vid fasad från spårtrafik vid hastighet lägre än eller lika med 250 km/h

⁵ Avser trafikårsmedeldag/kväll (06-22). Riktvärdet innebär att ljudnivån 70 dBA får överskridas högst fem gånger per timme. Ljudnivån 80 dBA får dock inte överskridas regelbundet dag- eller kvällstid.

⁶ Avser trafikårsmedelnatt (22-06). Riktvärdet innebär att ljudnivån 45 dBA får överskridas högst fem gånger per natt. Ljudnivån 50 dBA får dock inte överskridas regelbundet nattetid.

⁸ Avser trafikårsmedelnatt (22-06) för de spår som berörs av markarbeten. Riktvärdet innebär att vibrationsnivån 0,4 mm/s får överskridas högst fem gånger per natt.

⁹ Avser utrymme för sömn och vila, eller utrymme med krav på tystnad

¹⁰ Riktvärden inomhus omfattar undervisningsrum samt rum för sömn och vila

¹¹ Avser trafikårsmedeldag (06-18). Riktvärdet innebär att ljudnivån 70 dBA får överskridas högst fem gånger per timme. Ljudnivån 80 dBA får dock inte överskridas regelbundet dagtid.

¹² Avser trafikårsmedeldag (06-18). Riktvärdet innebär att ljudnivån 45 dBA får överskridas högst fem gånger per timme. Ljudnivån 50 dBA får dock inte överskridas regelbundet dagtid.

Riktvärden för hotell och annat tillfälligt boende samt för kontor beaktas endast vid nybyggnad av infrastruktur, vilket gör att de inte är tillämpliga i detta projekt.

Inga av de särskilda områdestyper som anges i Trafikverkets riktlinje finns i närheten av det aktuella projektet.

Om källåtgärder eller källnära åtgärder inte är tekniskt möjliga eller rimliga för att uppnå samtliga riktvärden kan fastighetsnära åtgärder övervägas. Övervägandet av fastighetsnära åtgärder ska göras utifrån en helhetsbedömning som omfattar både miljön inomhus och utomhus, och ska göras stegvis genom att använda följande avstegstrappa:

- 1) Avsteg görs från riktvärden utomhus vid fasad på övre plan. Detta avsteg innebär att alla riktvärden inomhus samt på uteplats/skolgård klaras samt riktvärde utomhus vid fasad på markplan klaras.
- 2) Avsteg görs från riktvärden utomhus vid fasad på alla plan. Detta avsteg innebär att alla riktvärden inomhus samt på uteplats/skolgård klaras.
- 3) Avsteg görs dessutom från riktvärden för utomhus på uteplats/skolgård. Detta avsteg innebär att alla riktvärden inomhus klaras.
- 4) Avsteg görs dessutom från riktvärden inomhus.

4. Utvärderingsmetod och förutsättningar

Riktvärdena i Tabell 1 omfattar både ljudnivåer utomhus och inomhus. Ljudnivån inomhus bestäms av ljudnivån utomhus och ljudreduktionen i byggnadens fasad. Detta innebär att ljudnivåerna utomhus alltid ska bestämmas först. I det allmänna fallet tas ljudnivåer utomhus hellre fram genom beräkning än med mätning, eftersom mätningar med samma tillförlitlighet som beräkningsmodellen är mycket komplicerade att genomföra. En järnvägsplan tas fram för en situation som ännu inte finns, och med prognosticerad trafikering, och då är beräkningar det enda möjliga alternativet.

Utvärderingar, och därmed även beräkningar av ljudnivåer utomhus, har utförts för fallen nuläge, nollalternativ, utbyggnadsalternativ utan skyddsåtgärder och planförslag med skyddsåtgärder. Prognosår för trafiken har varit 2040.

4.1. Dimensionerande järnvägstrafik

Antal passager, tågtyper, tåglängder och dygnsfördelning har erhållits från Trafikverkets planeringsavdelning. Exakta siffror presenteras i Bilaga 6: *Beräkningsförutsättningar* tillsammans med en detaljerad beskrivning av bullerberäkningarnas genomförande.

Genom planområdet är STH (största tillåtna hastighet) 110 km/h för persontåg och 100 km/h för godståg. I nuläget och vid prognosåret finns det dock skäl att använda lägre hastigheter i bullerberäkningarna. Både i nuläget och för prognosåret kommer alla persontåg att stanna vid Uppsala C, vilket innebär att fordonen inte kan passera planområdet i STH. Projektet har därför hämtat in specialistinformation från SJ AB Division Fordon om möjlig acceleration och retardation för olika tågtyper. Denna information har sedan i projektet omsatts i en hastighetstrappa för lokdragna persontåg och en hastighetstrappa för motorvagnståg. Det exakta utseende på hastighetstrapporna presenteras i Bilaga 6: *Beräkningsförutsättningar*. Kontrollmätningar av hastigheter för verkliga passager har utförts inom planområdet under sommaren 2020 visade på generellt lägre hastigheter än hastighetstrapporna. De använda hastighetstrapporna medför därför något förhöjda ljudnivåer jämfört med mätningar.

4.2. Bullerberörda byggnader

Byggnader som beräknas få ljudnivåer över riktvärden från ombyggd järnvägssträcka utgör bullerberörda i järnvägsplanen. För att avgränsa bullerberörda har beräkningar utförts för utbyggnadsförslaget (d v s planförslag utan bullerskyddsåtgärder) med avgränsning vid km 0+270 till 0+820 längs Ostkustbanan.

Avgränsningsberäkningarna har utförts med mottagarpunkter belägna på fasad 2 m över mark alternativt på våning 1, samt på fasad för alla våningar för respektive byggnad.

Som första steg i avgränsningen identifierades alla byggnader som beräknas få över riktvärde för uteplats ($L_{\max} = 70$ dBA och $L_{\text{eq}24\text{h}} = 55$ dBA utomhus vid fasad). Det gav 130 byggnader som inventerades i fält för att avgöra om uteplatser finns och var de är belägna, samt vilken ljudreduktion fasaderna bedöms ha. Som nästa steg i avgränsningen kontrollerades vilka byggnader som beräknas få ljudnivåer över riktvärde $L_{\text{eq}24\text{h}} = 60$ dBA utomhus vid fasad samt över riktvärde $L_{\max} = 45$ dBA eller $L_{\text{eq}24\text{h}} = 30$ dBA inomhus. Efter inventering av byggnadsanvändning, det faktiska läget

för uteplatsen och beräkning av inomhusnivåer kunde 53 stycken byggnader på 38 fastigheter fastställas som bullerberörda. De bullerberörda byggnaderna redovisas i Bilaga 1: *Bullerberörda byggnader*.

4.3. Bedömning och mätning av ljudreduktion i fasad

Samtliga byggnader som beräknades få ljudnivåer över $L_{\max} = 70$ dBA och $L_{\text{eq}24\text{h}} = 55$ dBA vid fasad har okulärt besiktigats utifrån. Särskilt fokus lades vid besiktningarna på att identifiera eventuella friskluftsventiler i fasader, fönsterkonstruktion och glasning, samt bedöma typ av väggkonstruktion.

18 byggnader i lägen med höga ljudnivåer på fasaden valdes ut för kontrollmätning av ljudreduktion i fasaden, 16 bostadsbyggnader och 2 skolbyggnader. I varje byggnad utfördes mätning av ett rum som ett stickprov. I en byggnad utfördes två mätningar eftersom tydligt läckage upptäcktes mellan båge och karm. Fasadens ljudreduktion utvärderades vid mätningen subjektivt om vilken del som visade starkast ljudtransmission, dvs vilken del som främst behöver förbättras vid utförande av fasadåtgärder. Vid höga ljudnivåer på fasaden, som det är på många byggnader i detta projekt, kan man inte utesluta att det är väggkonstruktionen som är dimensionerande. Ytterligare åtgärd av fönster i sådant läge ger ingen väsentlig sänkning av ljudnivån inomhus.

Mätningarna har utförts med högtalarmetoden enligt SS-EN ISO 16283-3:2016, vilken är nu gällande standard i Sverige för sådana mätningar. Mätresultaten finns redovisade i Bilaga 7: *Mätningar av fasaders ljudreduktion*. Som en kort sammanfattning kan nämnas att uppmätta ljudreduktioner i bostäder ligger mellan $D_{\text{ls},2\text{m},\text{nT},\text{w}} + C = 38$ dB och $D_{\text{ls},2\text{m},\text{nT},\text{w}} + C = 49$ dB, med 8 av 19 mätningar i intervallet $D_{\text{ls},2\text{m},\text{nT},\text{w}} + C = 40-42$ dB. Således är det höga värden på fasadreduktioner som uppmätts, men man måste komma ihåg att ljudnivåerna utomhus har varit höga i planområdet under en lång tid, och många av de aktuella byggnaderna har redan åtgärdats för att sänka trafikbullernivån inomhus.

4.4. Utvärdering av ljudnivåer utomhus

Riktvärde utomhus vid fasad avser endast ekvivalent ljudnivå och överskrider om ljudnivå från samtliga tåg överskrider 60 dBA. Riktvärden utomhus på uteplats överskrider om ekvivalent ljudnivå från samtliga tåg överskrider 55 dBA.

4.5. Utvärdering av ljudnivåer inomhus

Ljudnivån inomhus beräknas från ljudnivån utomhus på fasad och fasadens ljudreduktion. I beräkningarna av ljudnivån inomhus i detta projekt har den förenklade metoden med direkt beräkning i A-vägda ljudnivåer, dvs ett ensiffervärde som sammanfattar fasadens ljudreduktion för hela frekvensspektrumet har använts i beräkningarna, $D_{\text{ls},2\text{m},\text{nT},\text{w}} + C$. Vidare har samma ljudreduktion i fasaden använts för både ekvivalent och maximal ljudnivå.

Det är viktigt att notera att riktvärdet för ekvivalentnivå inomhus gäller för hela dygnet ($L_{\text{Aeq}24\text{h}}$) medan riktvärdet för maximalnivå inomhus gäller under nattperioden (22-06), allt enligt riktvärdena i Tabell 1.

4.5.1. Dimensionerande tågtyp för maximalnivå inomhus

Riktvärdet 45 dBA maximalnivå nattetid (22-06) får enligt Trafikverkets riktlinje överskridas högst 5 gånger per natt. Maximalnivån 50 dBA får dock inte överskridas regelbundet nattetid.

Enligt trafikprognosen går det i nuläget endast 1 godståg nattetid, och 2040 ska det gå totalt färre godståg än i nuläget (7 st för år 2040, 10 st i nuläget). De flesta godstågen går dag- och kvällstid, det är endast enstaka passager av godståg under nattperioden.

För den aktuella trafiken innebär detta att godstågspassager nattetid ska utvärderas mot 50 dBA maximalnivå inomhus då det är så få passager. Det är vidare så få passager av lokdragna persontåg att dessa inte heller blir dimensionerande. I projektet har skyddsåtgärder utvärderats enligt följande principer:

1. Maximal ljudnivå inomhus från godståg i STH, eller lokdraget passagerartåg under nattperioden i hastighet enligt trappa, får inte överskrida 50 dBA
2. Maximal ljudnivå inomhus från motorvagnar (X52/53) enligt hastighetstrappa får inte överskrida 45 dBA

4.5.2. Dimensionerande tågtyp för maximalnivå på uteplats

Riktvärdet 70 dBA maximalnivå dag- och kvällstid (06-22) får enligt Trafikverkets riktlinje överskridas högst 5 gånger per timme. Maximalnivån 80 dBA får dock inte överskridas regelbundet under dag- och kvällstid.

Med samma argumentation att det samlade antalet passager av godståg och lokdragna persontåg är lågt, tydligt under 5 passager per timme (< 2 passager/timme i genomsnitt), har projektet utvärderat skyddsåtgärder enligt följande principer:

1. Maximal ljudnivå på uteplats från godståg i STH, eller lokdraget passagerartåg i hastighet enligt trappa, får inte överskrida 80 dBA
2. Maximal ljudnivå på uteplats från motorvagnar (X52/53) enligt hastighetstrappa får inte överskrida 70 dBA

4.6. Komfortvibrationer

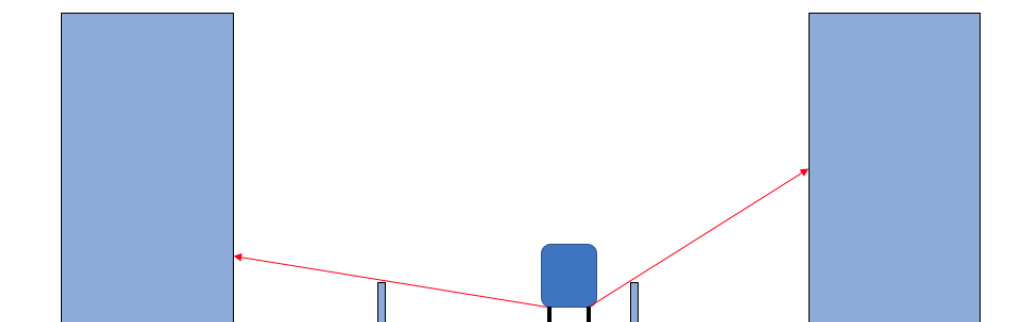
Upplevelsen av buller kan förstärkas om man även utsätts för vibrationer. En vibrationsutredning har genomförts för projektet, i vilken man identifierat överskridanden av riktvärden i två bostadsbyggnader. Skyddsåtgärder för att minimera vibrationer kommer att genomföras i samband med ombyggnaden av järnvägen. I bullerutredningen förutsätts därför att riktvärden för komfortvibrationer kommer att innehållas i samtliga bostadsbyggnader.

5. Övervägande av spårnära åtgärder

Utan att föregå presentationen av beräkningsresultaten kan man konstatera att de byggnader som ligger närmast järnvägen får höga bullernivåer oavsett planeringsfall. Tidigare utredningar har också visat detta. I princip alla bostadsbyggnader som ligger närmast järnvägen har överskridanden av riktvärdena. Att skyddsåtgärder kommer behövas är uppenbart.

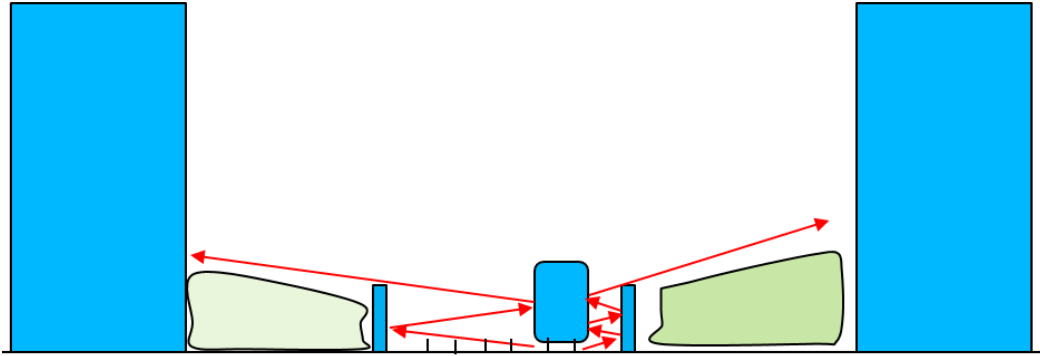
Den vanligaste skyddsåtgärden för att sänka ljudnivåerna utomhus, samtidigt som man behåller eller ökar ett befintligt trafikflöde, är bullerskärmar. Bullerskärmen fungerar genom att hindra ljudet att nå en mottagare, vilket innebär att en bullerskärm måste blockera siktlinjen mellan källa och mottagare för att ha någon bullerdämpande effekt. För spårtrafik i låga till måttliga hastigheter sker ljudutstrålningen främst från området kring hjulen, och för godståg sker ljudutstrålningen även från högre belägna ljudkällor. För att en skärm ska ge någon bullerdämpande effektivitet betyder det att en mottagarpunkt måste befinna sig under den raka linjen som binder samman skärmkrön och hjulets överkant, extrapolerad vidare förbi bullerskärmen och till närmaste byggnad (se de röda pilarna i Figur 1). Det är endast under dessa linjer som skärmen har någon effekt. För godståg med högre liggande källor blir området där man får någon dämpning ännu mer begränsat.

Att innehålla riktvärde $L_{eq24h} = 60$ dBA vid fasad är tekniskt omöjligt i Uppsala på grund av att husen har upp till 7 våningsplan. Så höga skärmar vid spår kan inte byggas rent tekniskt och det skulle inte heller vara acceptabelt med avseende på stadsbilden. Denna slutsats gäller oavsett om skärmarna utförs ljudabsorberande eller ej.



Figur 1. Begränsningslinjer för bullerskärmars effektivitet.

Lägre skärmar får, som visats ovan, endast liten effekt, och genomsiktliga skärmar, vilket krävs på grund av stadsbilden, kan till och med ge en sämre ljudmiljö eftersom de reflekterar ljud från både järnvägs- och vägtrafik. Reflektioner i skärmen begränsar området som får någon bullerdämpning. Eftersom vagnkorgen också är reflekterande uppkommer ofta multipla reflexer mellan vagnkorg och bullerskärm, vilket ytterligare begränsar den andel av byggnadens fasad som får bullerdämpning. Denna effekt illustreras i Figur 2.



Figur 2. Reflektioner i bullerskärm och vagnkorg begränsar ytterligare bullerskärmars effektivitet. De grönmarkerade områdena får dämpning av järnvägsbuller, men ökning av buller från andra ljudkällor.

När man sätter upp en spårnära bullerskärm i en stadsmiljö skapar man dessutom ett akustiskt mer slutet utrymme mellan byggnaden och skärmen. Reflektioner i byggnaden och skärmen gör att ljudnivåer från övrigt buller ökar i detta utrymme, d v s skärmen ger samtidigt förhöjda bullernivåer från andra ljudkällor.

Det har i projektet gjorts provräkningar med ljudabsorberande och ljudreflekterande spårnära bullerskärmar. På grund av den akustiska utbredningsmiljön i en central stadsmiljö med mycket reflekterande ytor får man ingen relevant luddämpning av en sådan skyddsåtgärd. Att sätta upp spårnära bullerskärmar är därför inte samhällsekonomiskt lönsamt. Spårnära bullerskärmar har dessutom negativa effekter på gestaltning och uppdelning av stadsrummet.

På grund av den mycket begränsade bullerdämpning som bullerskärmar ger i den aktuella stadsmiljön, samtidigt som det är en kostsam skyddsåtgärd och har andra negativa effekter, så föreslås inga spårnära bullerskärmar i järnvägsplanen.

6. Fastighetsnära bullerskyddsåtgärder

Spårnära bullerskärmar och fastighetsnära bullerskyddsåtgärder har studerats i projektet gällande effektiv sänkning av bullernivåer från järnvägen, samtidigt som man beaktat effekter på gestaltning, ekonomiska kostnader, risk och säkerhet och luftkvalitet. Den samlade bedömningen av dessa parametrar presenteras i Plan- och miljöbeskrivningen, och gav slutsatsen att spårnära skärmar inte är ett lämpligt alternativ (se avsnittet i Plan- och miljöbeskrivningen för utförligare förklaringar).

För att innehålla riktvärden inomhus och på uteplatser har fastighetsnära bullerskyddsåtgärder övervägts. Övervägandena har utförts med hantering av riktvärden på det sätt som anges i avsnitt 4.4 och 4.5, och överväganden för respektive byggnad finns redovisade i Bilaga 8: *Detaljerad beskrivning av skyddsåtgärder*. De fastighetsnära åtgärder som presenteras i bilagan är förslag på bullerskyddsåtgärder för att uppfylla riktvärden, eller kvarstående avsteg i de fall inga tekniskt och ekonomiskt rimliga åtgärder kunnat finnas.

De ljudisoleringsvärden som anges i Bilaga 8 är de som använts i beräkningar av resulterande ljudnivå inomhus i planförslaget, och ska ses som förslag på lämplig ljudisolering. Slutlig ljudisolering på nya fönster respektive ventiler ska dock bestämmas i bygghandlingsskedet.

7. Resultat

Inom planområdet har 45 bostadsbyggnader, 7 skolbyggnader och 1 vårdbyggnad fastställts som bullerberörda. Redovisningen nedan görs i vad som här kallas för *enheter*. En enhet betyder ett våningsplan med rum som berörs av riktvärden i en byggnad. Detta innebär att en byggnad kan finnas med flera gånger om överskridandet sker på flera våningsplan.

Det är inga stora skillnader i ljudnivå mellan de olika beräkningsalternativen. Den mest märkbara förändringen mellan de olika fallen är ökningen av den ekvivalenta bullernivån till följd av trafikökningen i utbyggnadsalternativet jämfört med nuläget och ökningen av bullernivåerna för utbyggnadsförslaget jämfört med nollalternativet p g a profilhöjningen samt tillkommande växlar.

7.1. Nuläge

Med nuvarande trafikering och banuppbyggnad har de närmaste bostadsfasaderna ekvivalenta ljudnivåer på 64 dBA. De maximala ljudnivåerna på fasad för godstågspassager ligger på upp mot 93 dBA för de värst utsatta fasaderna. Höga maximala bullernivåer kan också konstateras på fasader längs tvärgatorna Skolgatan, Storgatan, Linnégatan, Höganäsgatan, S:t Olofsgatan, Klostergatan, S:t Persgatan och Vaksalagatan, detta då de närmsta fasaderna inte skärmar ljudutbredningen samt att reflexer i fasaden bidrar till att nivån ökar. Tabell med ekvivalentnivåer på fasader samt inomhus redovisas i tabell 1 i Bilaga 5.2: *Tabell med beräknade ljudnivåer för avgränsning, nuläge, nollalternativ och ombyggnadsförslag*. I tabell 3 i samma bilaga redovisas ekvivalenta samt maximala ljudnivåer på uteplatser för nuläge. Bullerkartor för utbredning av ekvivalent och maximal ljudnivå på 2 m höjd ovan mark visas i Bilaga 2: *Bullerkartor för nuläge 2020*.

I nuläget har 73 enheter överskridanden av ekvivalentnivån 60 dBA på fasad. Bostadsrum i 11 enheter har överskridanden inomhus av maximalnivån 45 dBA nattetid, och bostadsrum i 48 enheter har överskridanden inomhus av maximalnivån 50 dBA för enstaka passager nattetid. Inga bostadsrum har överskridanden inomhus av ekvivalentnivån 30 dBA.

7.2. Nollalternativ

Nollalternativet är beräknat med nuvarande spår och en ökning av trafiken enligt prognos för år 2040. De ekvivalenta ljudnivåerna beräknas bli 66 dBA på värst utsatta fasader. De maximala bullernivåerna ökar jämfört med nuläget till 95 dBA för godstågspassager. Tabell med ekvivalentnivåer på fasader samt inomhus redovisas i tabell 2 i Bilaga 5.2: *Tabell med beräknade ljudnivåer för avgränsning, nuläge, nollalternativ och ombyggnadsförslag*. I tabell 3 i samma bilaga redovisas ekvivalenta samt maximala ljudnivåer på uteplatser för nollalternativet. Bullerkartor för utbredning av ekvivalent och maximal ljudnivå på 2 m höjd ovan mark visas i Bilaga 3: *Bullerkartor för nollalternativ 2040*.

I nollalternativet har 77 enheter överskridanden av ekvivalentnivån 60 dBA på fasad. Bostadsrum i 16 enheter har överskridanden inomhus av maximalnivån 45 dBA nattetid, och bostadsrum i 60 enheter har överskridanden inomhus av maximalnivån 50 dBA för enstaka passager nattetid. Inga bostadsrum har överskridanden inomhus av ekvivalentnivån 30 dBA. Nollalternativet innebär alltså en tydlig ökning av antalet bostäder där ljudnivåerna överskrider riktvärdena.

7.3. Ombyggnadsförslag

Bullerutbredningen för ombyggnadsförslaget redovisas i Bilaga 4: *Bullerkartor för ombyggnadsförslag 2040*. Ombyggnadsalternativet är beräknat med projekterat spår där bland annat en höjning av spåret är med samt tillägg av vändspår vid Österplan. Trafikeringen är beräknad enligt prognos år 2040. I ombyggnadsförslaget är banvallen höjd med upp till 80 cm där den största banvallshöjningen ligger vid S:t Persgatan. Bullernivåerna i ombyggnadsförslaget är liknande de som finns i nollalternativet med en ekvivalent bullernivå 66 dBA på värst utsatta fasader och maximala ljudnivåer på 95 dBA. Ombyggnadsalternativet med profilhöjning samt fler växlar gör att bullernivåerna ökar något jämfört med nollalternativet. Tabell med ekvivalentnivåer på fasader samt inomhus redovisas i tabell 2 i Bilaga 5.2: *Tabell med beräknade ljudnivåer för avgränsning, nuläge, nollalternativ och ombyggnadsförslag*. I tabell 3 i samma bilaga redovisas ekvivalenta samt maximala ljudnivåer på uteplatser för utbyggnadsförslaget utan skyddsåtgärder.

I ombyggnadsalternativet har 80 enheter överskridanden av ekvivalentnivån 60 dBA på fasad. Bostadsrum i 18 enheter har överskridanden inomhus av maximalnivån 45 dBA nattetid, och bostadsrum i 61 enheter har överskridanden inomhus av maximalnivån 50 dBA för enstaka passager nattetid. Inga bostadsrum har överskridanden inomhus av ekvivalentnivån 30 dBA. Ombyggnadsförslaget har alltså medfört några ytterligare överskridanden jämfört med nollalternativet.

7.4. Planförslag

Planförslaget innehåller förutom ombyggnadsförslaget fastighetsnära skärmar vid uteplatser samt fasadåtgärder. Bullernivåerna i planförslaget på fasader är desamma som i ombyggnadsförslaget. Vid beräkning av inomhusnivåer har ingen hänsyn tagits till befintliga eller eventuella framtida inglasningar av balkonger. Tabell med ekvivalentnivåer på fasader samt inomhus redovisas i tabell 1 i Bilaga 5.1: *Tabell med beräknade ljudnivåer för planförslaget*. I tabell 2 i samma bilaga redovisas ekvivalenta samt maximala ljudnivåer på uteplatser för planförslaget. Bullerkartor för utbredning av ekvivalent och maximal ljudnivå på 2 m höjd ovan mark visas i Bilaga 4: *Bullerkartor för ombyggnadsförslag 2040*. Det är samma bullerutbredningskartor som ombyggnadsförslaget då inga spårnära bullerskyddsåtgärder utförs.

I planförslaget har 80 enheter överskridanden av ekvivalentnivån 60 dBA på fasad. Inga bostadsrum har överskridanden inomhus av maximalnivån 45 dBA nattetid, och inga bostadsrum har heller överskridanden inomhus av maximalnivån 50 dBA för enstaka passager nattetid. Inga bostadsrum har överskridanden inomhus av ekvivalentnivån 30

dB(A). De föreslagna fastighetsnära skyddsåtgärderna har medfört att det inte finns några bostäder som har överskridanden av riktvärden inomhus.

En förenklad uppställning av beräkningsresultaten för planförslaget finns redovisad i Bilaga 5.1: *Förenklad bullertabell för planförslaget*.

8. Bilageförteckning

Bilaga 1, Rapport Bullerutredning, Avgränsning av bullerberörda byggnader

Bilaga 2, Rapport Bullerutredning, Bullerkartor för nuläge 2020 (Ekvivalent ljudnivå samt maximal ljudnivå för godståg)

Bilaga 3, Rapport Bullerutredning, Bullerkartor för nollalternativ 2040 (Ekvivalent ljudnivå samt maximal ljudnivå för godståg)

Bilaga 4, Rapport Bullerutredning, Bullerkartor för ombyggnadsförslag 2040 (Ekvivalent ljudnivå, samt maximala ljudnivåer för godståg, lokdraget passagerartåg respektive motorvagnståg)

Bilaga 5.1, Rapport Bullerutredning, Förenklad bullertabell för planförslaget

Bilaga 5.2, Rapport Bullerutredning, Tabell med beräknade ljudnivåer för avgränsning, nuläge, nollalternativ och ombyggnadsförslag

Bilaga 6, Rapport Bullerutredning, Beräkningsförutsättningar

Bilaga 7, Rapport Bullerutredning, Mätningar av fasaders ljudreduktion

Bilaga 8, Rapport Bullerutredning, Detaljerad beskrivning av fastighetsnära skyddsåtgärder



Trafikverket, 781 89 Borlänge. Besöksadress: Röda vägen 1
Telefon: 0771-921 921, Texttelefon: 010-123 50 00

www.trafikverket.se