

Stora Projekt
Investering
Underhåll
Planering

Kopia till:

Bulleremissioner från elmotorvagnar, typgodkända år 2015- 2035, antagna data för beräkning av bullernivåer

Sammanfattning

Emissionsdata

Antagna emissionsdata innebär en viss risk för att framtida verkliga emissioner kommer att bli betydligt högre än de antagna. Konsekvenser av detta kan bli otillräckliga bullerskydd och behov av kompletteringsåtgärder i efterhand.

När tänkbara kompletteringsåtgärder i efterhand bedöms vara rimliga, bör emissionsdata vara enligt SP Report 2015:42 med följande korrekationer:

- Ett tillägg med $-0,2 + 0,1 \cdot (2035\text{-typår})$ dB för bulleremissioner från räls, hjul och hjulhus
- Ett tillägg med $-2,4 + 0,125 \cdot (2035\text{-typår})$ dB för bulleremissioner från strömavtagare
- Källhöjden för bulleremissioner från strömavtagaren ska vara 4,5 m över rälsöverkant

Datan uppskattas innebära 20 % risk att de blir överskridna med mer än 1 dB. Risknivån är densamma som för nuvarande passagerartåg. Risknivån innebär att det kan bli aktuellt att vidta kompletteringsåtgärder i efterhand. Det kan t.ex. vara förstärkta bullerskydd, utökad spårslipning, mer omfattande fastighetsförvärv eller sänkt största tillåtna hastighet förbi utsatta platser.

När tänkbara kompletteringsåtgärder i efterhand bedöms vara orimliga, bör emissionsdata vara enligt SP Report 2015:42 med följande korrekationer:

- Ett tillägg med $+1,0 + 0,1 \cdot (2035\text{-typår})$ dB för bulleremissioner från räls, hjul och hjulhus
- Ett tillägg med $-0,4 + 0,125 \cdot (2035\text{-typår})$ dB för bulleremissioner från strömavtagare
- Källhöjden för bulleremissioner från strömavtagaren ska vara 4,5 m över rälsöverkant

Datan uppskattas innebära 5 % risk att de blir överskridna med mer än 1 dB. Risknivån innebär en låg sannolikhet för framtida krav på kompletteringsåtgärder.

Förutsättningar

För att emissionsdata ska kunna bli enligt förslaget för tåg typade omkring år 2035 krävs:

- EU skärper gränsvärdet så att högsta tillåtna emissioner minskar med 1 dBA vid 320 km/t senast år 2030.
- Tågindustrin tar fram än tystare tåg, i medeltal 2 dB tystare jämfört med dagens tåg samt tystare strömavtagare, i medeltal 2,5 dB tystare
- Järnvägsföretagen väljer nya tågtyper med minst 2 dB lägre emissioner än vad som tillåts enligt nuvarande TSD samt särskilt tysta strömavtagare.

Dessa förutsättningar kräver aktiva insatser från Trafikverket, Transportstyrelsen och regeringskansliet för att bli verklighet. Helst bör förutsättningarna överträffas, eftersom bullerskydd och kostnader kan minskas. Insatserna kan vara att verka för att:

- EU skärper gränsvärdena för förbifartbuller och utvecklar en mer verklighetstrogen omräkningsprocedur av ljudnivåer för höga hastigheter
- EU utvecklar gränsvärden och mätmetoder för att särskilja bulleremissioner vid olika källor (spår/hjul respektive strömavtagare)
- Järnvägsföretagen väljer tystare tåg genom att t ex banavgifter är kopplade till ljudnivå eller att tysta tåg får framföras med högre hastighet (om möjligt).

Skillnader och konsekvenser

Jämfört med tidigare beräkningsmodell och emissionsdata leder bulleremissioner enligt denna PM till högre noggrannhet och precision i beräknade bullernivåer, särskilt för tåg i höga hastigheter. Konsekvenserna blir främst säkrare bedömning av bullerstörningar och mer ändamålsenliga bullerskyddsåtgärder.

Den faktiska bullernivån ökar med ökade hastigheter. Nivån blir 6 gånger (7,8 dB) högre vid 320 km/t jämfört med nivån vid nuvarande maximal hastighet, 200 km/t. Skillnader i bullernivåer i omgivningen ökar ännu mer till följd av lägre bullerdämpande verkan av terräng, bullerskärmar och husväggar. Orsaken är större andel lågfrekvent aerodynamiskt buller som uppstår vid höga hastigheter.

Motiv och underlag

Utredningar om höghastighetsjärnvägar och utbyggnad av befintliga stambanor medför nya behov av och krav på bullerberäkningsmodell med tillhörande emissionsdata. Skälen är tillkommande bullerproblem orsakad av högre hastigheter samt nya tågtyper med andra emissionssegenskaper än nuvarande tåg. De framtida tågens bulleremissioner förväntas variera mellan olika tågtyper upp till högsta tillåtna bulleremissioner, gränsvärden, enligt internationella bestämmelser om driftkompatibilitet. Svenska myndigheter kan inte ställa strängare krav på bulleremissioner än dessa gränsvärden. Så länge tystare tåg inte kan förutsättas, föreslås emissionsdata grundas på nya tågtyper på marknaden vid tiden för anskaffning.

Utgångspunkter för bestämning av datan har varit beslutade gränsvärden, godkända tågs emissionssegenskaper, kontrollmätningar, prognos över framtida utveckling samt hänsyn till osäkerheter i data. Sammantaget har nya tågtyper antagits bli alltmer tysta i framtiden. Nya tillkommande tågtyper omkring år 2035 antas vara 37 % (2 dB) tystare i medeltal jämfört med nya typer 2015.

Höghastighetsbanorna kommer under sin drifttid att trafikeras av idag okända tågtyper som kan ha andra bulleremissionsegenskaper än de som nu förutspås och antas. Bullerskyddsåtgärder kan därför bli under- eller överdimensionerade beroende på hur väl beräknade bullernivåer stämmer överens med framtida verkliga nivåer. Om

skyddsåtgärderna påtagligt underdimensioneras så kan Trafikverket bli tvungen att i efterhand vidta kompletterande åtgärder. Detta kan bli mycket kostsamt. Om bullerberäkningarna istället medför att bullerskyddsåtgärder överdimensioneras innebär detta onödiga fördyringar. En viss risk för att emissionsdata inte inkluderar de mest bullriga spårfordonen har därför antagits.

En lämplig risknivå för underskattade emissionsdata för framtida tåg bedöms vara en risknivå som är jämförbar med nuvarande noggrannhetsnivå vid bullerberäkningar för passagerartåg. Risknivån innebär 20 % risk att framtida fordon kommer att överskrida emissionsdata med mer än 1 dBA. Det bedöms vara en lämplig risknivå under förutsättning att konsekvenserna av underskattningarna är rimliga. När bullerskyddsåtgärder eller kompletterande åtgärder i efterhand bedöms vara orimliga, bör en lägre risknivå väljas. En lämplig risknivå föreslås då vara 5 % risk att tågen kommer att överskrida antagna data med mer än 1 dBA. Risknivån innebär en låg sannolikhet för framtida krav på kompletteringsåtgärder.



Innehåll

1	Bakgrund	5
2	Trafikering och tåg	5
3	Gränsvärden för förbifartbuller	5
4	Nuvarande tågs bulleremissioner och variationer	6
4.1	Övre och nedre bullernivå för nätt och jämt godkända tåg.....	6
4.2	Emissioner och emissionsvariationer hos hittills godkända tåg.....	7
4.3	Strömavtagarens bullerandel	7
5	Tågens bulleremissioner framöver	8
5.1	Utveckling av gränsvärden för bulleremissioner	8
5.2	Emissionernas utveckling för nya tåg.....	8
5.3	Hela tågflottans emissionsutveckling	9
5.4	Emissioner för tåg typade omkring år 2035	9
6	Emissionsdata med hänsyn till osäkerheter i data.....	9
6.1	Konsekvenser om bullerskydd måste göras om	9
6.2	Sannolikheter för alltför låga emissionsdata	10
6.3	Riskenivåer att verkliga emissioner överskrider emissionsdata.....	10
6.4	20 % risk att överskrida emissionsdata med mer än 1 dBA	11
6.5	5 % risk att överskrida emissionsdata med mer än 1 dBA.....	11
7	Basemissionsdata för nya tåg omkring år 2035	12
7.1	Rekommendation	12
8	Konsekvenser och kompletterande insatser.....	13

1 Bakgrund

De pågående utredningarna om höghastighetsjärnvägar och utbyggnad av befintliga stambanor har medfört nya behov av och krav på bullerberäkningsmodell med tillhörande emissionsdata för att beräknade bullernivåer ska bli rättvisande. Skälen är nya tystare tågtyper och tillkommande bullerproblem orsakad av luftens turbulens omkring hjulhus och strömavtagare som blir betydande vid högre hastigheter, över 200 km/t. Det bullret har större andel energi vid låga frekvenser och ökar snabbare med hastigheten jämfört med övrigt buller. Dessa förhållanden behöver man ta hänsyn till. Skärmar behöver vara högre och stabilare. Väggar och fönster måste vara tyngre.

Avvikelse mellan beräkningsresultat och bullernivåer i verkligheten får stora ekonomiska och störningsmässiga konsekvenser. Emissionsdata behöver därför vara noggranna. De framtida tågens emissioner längs höghastighetsbanorna kan dock inte exakt fastställas i förväg. En prognos om tågens bulleregenskaper framöver, får bilda grund för antagna emissionsdata gällande för nya tåg på marknaden vid tiden för anskaffning.

2 Trafikering och tåg

Vid höga hastigheter alstrar tåg mycket höga bullernivåer för omgivningen. Samhället är därför betjänt av så tysta tåg som möjligt. Sverige och andra medlemsländer får dock inte hindra trafikering av tåg som uppfyller krav på driftkompatibilitet enligt EU. Det betyder att nya tåg kan få bullra upp till gränsvärdena under de förutsättningar på mätning och omvandling av bullernivåer som anges för driftkompatibiliteten. Det finns inga beslut om utfasning av äldre godkända tåg. En gång godkänt tåg kan inte hindras från att trafikera aktuellt järnvägsnät. Framöver kommer nya tystare tåg sannolikt att utvecklas och komma i trafik.

Höghastighetsbanorna planeras att byggas under en lång tidsperiod och trafikering påbörjas från år 2028. Dimensionerande tågtrafik på banorna är beräknade för år 2040 som är tidpunkt när höghastighetstågen planeras att börja trafikera banorna. Vid den tidpunkten kan man anta att samtliga tåg på höghastighetsbanorna uppfyller krav på buller (gränsvärden) enligt EU-kommissionens förordning och beslut om driftkompatibilitet.

3 Gränsvärden för förbifartbuller

EU-kommissionen har fastställt högsta tillåtna bullernivåer från tåg enligt:

- Beslut 2002/735/EG (för höghastighetståg)
- Beslut 2006/66/EG (för konventionella tåg)
- Beslut 2008/232/EG (för höghastighetståg)
- Beslut 2011/229/EU (för konventionella tåg)
- Förordning (EU) nr 1304/2014 (för höghastighetståg och konventionella tåg)

För höghastighetståg är kraven på buller mycket likartade från det första beslutet till nu gällande förordning. Kraven (gränsvärdena) i förordningen kan därför representera samtliga bullerkrav som finns. Elmotorvagnar har följande gränsvärden vid förbifarter:

- 80 dBA i medelvärde under en tågpassage vid hastigheten 80 km/t
- 95 dBA i medelvärde under en tågpassage vid hastigheten 250 km/t

Värdena gäller vid mätningar med mikrofonläge 7,5 m från spårmittpunkt och 1,2 m över rälsöverkant samt även 3,5 m överkant vid hastigheter ≥ 250 km/t. Mätningarna ska ske vid tågets högsta tillåtna drifhastighet, dock vid maximalt 320 km/t enligt följande:

- När hastigheten är under 80 km/t är gränsvärdet 80 dBA oberoende av hur mycket lägre drifhastigheten är.
- När hastigheten är mellan 80 och 250 km/t ska bullervärdet vid drifhastigheten räknas om till ett normaliserat värde vid 80 km/t enligt en $30 \cdot \log$ -funktion för avvikande hastighet.
- När hastigheten är över 250 km/t ska bullervärdet vid drifhastigheten räknas om till ett normaliserat värde vid 250 km/t enligt en $50 \cdot \log$ -funktion för avvikande hastighet.

Mätningarna ska ske på ett referensspår med egenskaper upp till en sämsta nivå på akustisk yttjämnhet och dämpfaktor. Det är dessutom tillåtet att utföra mätningarna vid akustiskt sett sämre spår så länge som mätvärdena inte överskrider gränsvärdena. Referensspåret medger således bullermätning på såväl tystare som bullrigare spår.

4 Nuvarande tågs bulleremissioner och variationer

Allmänt tillgängliga data om nuvarande tågs bulleremissioner finns i ERATV-databasen. De ska omfatta data för TSD-godkända tåg och innehålla ett medelvärde för det totala bullret uppmätt och omräknat enligt EU-beslut och förordningar vid tiden för typgodkännande. De ger en uppfattning om hur mycket nuvarande tåg i drift bullrar.

För att få tag på emissioner totalt samt uppdelade på viktiga delkällor mer exakt, har Trafikverket låtit SP och ÅF/Tyréns göra kompletterande utredningar och mätningar. Syftet har varit att öka noggrannheten i emissionsdata och bullerberäkningsmodell. Det gäller främst för strömavtagare som är kritiskt för bullerskyddsåtgärder och kostnader.

4.1 Övre och nedre bullernivå för nätt och jämt godkända tåg

Att uppfylla gränsvärden enligt förordningen är inte fullt ut synonymt med ett tågs bulleregenskaper. Redan förordningen medför variationer. Bullermätningar vid olika hastigheter visar på ett annat hastighetsberoende än vad som förutsetts i förordningen. Mätningar på olika spår som tillåts, ger skilda värden. Man kan därför förvänta sig avvikelser mellan angivna typade värden och andra mätningar för ett och samma tåg. Till det ska läggas att tågen kan vara genuint olika bullriga.

Förordningens hastighetsberoende, med en kraftig förändring vid 250 km/t, är en förenkling som inte motsvaras i verkligheten. Tåg med en drifhastighet omkring 250 km/t får av denna anledning strängare gränsvärde än tåg med andra drifhastigheter. Det gör att nätt och jämt godkända tåg med andra drifhastigheter än 250 km/t kan mycket väl bli underkända om mätningar hade gjorts vid 250 km/t. En följd av detta är att tåg med högsta drifhastighet på 320 km/t får avge omkring 1 dBA högre bullernivåer jämfört med tåg med drifhastigheten 250 km/t. (Underlag: SP Report 2015:42). Avrundning till närmaste heltal innebär en ytterligare avvikelse på upp till 0,5 dBA.

Mätningar enligt förordningen får ske med tågen framförda på spår med olika akustiska egenskaper. Man får utnyttja tystare spår än gränsen för godkända. Även inte godkända alltför bullriga spår får nyttjas om bara gränsvärdena innehålls. Detta innebär oprecisare mätvärden. Särskilt tysta alternativt bullriga spår kan minska eller öka det totala bullret med 0,5 dBA vid 320 km/t och med 2,5 dBA vid 250 km/t. (Källa: ICSV16: Track Quality Extrapolation for Railway Vehicle Pass-by Noise; Anders Frid and Siv Leth at Bombardier Transportation).

Ett godkänt tåg med högsta drifhastighet på 320 km/t kan sammantaget ha upp till 2 dBA högre bullernivå vid 250 km/t jämfört med gränsvärdet. Det gäller ifall avrundningen till närmaste heltal sker nedåt och att särskilt tyst spår utnyttjas. På motsvarande sätt kan samma tåg ha samma bullernivå vid 250 km/t jämfört med gränsvärdet ifall avrundningen till närmaste heltal sker uppåt och bullrigt spår nyttjas. Det finns ytterligare tillåtna skillnader i mätförhållanden som späder på variationerna, uppskattningsvis omkring 1 dB. Förordningens bestämmelser medför således att nätt och jämt godkända tåg med högsta drifhastighet på 320 km/t kan ha bullernivåer på $96 \pm 1,5$ dBA vid hastigheten 250 km/t och vid mikrofonplats enligt förordningen.

4.2 Emissioner och emissionsvariationer hos hittills godkända tåg

I den allmänt tillgängliga databasen över godkända tåg finns uppgifter om bullernivå vid förbifart. (Källa: ERATV database). För höghastighetståg ligger bullernivåerna i stort sett på gränsvärdena. Variationerna rymms inom ramen för osäkerheter som förordningen medför enligt ovan. Det går därför inte att bedöma om det finns genuina variationer mellan olika tågtyper och därmed tystare tåg annat än marginellt. Databasen är dock ofullständig och det går inte utesluta att det finns betydligt tystare tåg. Emissionerna från nya godkända tåg med 320 km/t som högsta drifhastighet, kan därför antas ha något lägre bullernivåer än vad som gäller för gränsvärdena, omkring 0,5 dBA under i medeltal.

4.3 Strömavtagarens bullerandel

Bulleremissionerna från strömavtagaren är för konventionella tåg försumbar. Vid högre hastigheter blir aerodynamiskt buller från avtagare alltmer betydelsefull, trots att strömavtagarens andel av de totala bulleremissionerna fortfarande är liten. Det kan ha betydelse i de fall man har bullerproblem som behöver åtgärdas. De huvudsakliga delbullerkällorna (spår, hjul och aerodynamiskt buller från hjulhusen) är lågt belägna och kan därför avskärmas med måttligt höga skärmar. Om så görs kan bullret från strömavtagaren bli dominerande. Vid behov av ytterligare bulleravskärmning nära spåren krävs mycket höga och dyra skärmar eftersom bullerkällan befinner sig högt över spårbädden. Detta föranleder närmare genomgång av strömavtagarens andel och variationer i bulleremissioner.

Andelen varierar beroende på konstruktion, aerodynamiska egenskaper och tåglängd. Andelen ökar med antal strömavtagare. För tåg med högsta drifhastighet ≥ 250 km/t får strömavtagare i drift inte vara närmare varandra än 200 m. (Källa: Förordning (EU) nr 1301/2014 om TSD avseende Energi). Vanligen har tåg < 300 m en uppfälld strömavtagare och tåg ≥ 300 m två uppfällda strömavtagare. Exempelvis kan ett tåg med längden 330 m och två uppfällda strömavtagare ha nära dubbelt så höga emissioner som ett tåg med längden 165 m och en uppfälld avtagare.

Rapporter och samtal med experter tyder på att det kan vara stora skillnader på strömavtagares bulleremissioner och andel av de totala emissionerna. Andelar på upp till 10 % vid hastigheten 320 km/t har nämnts. Emissionsdata enligt ÅF Report 6068065-2 och SP Report 2015:42 leder till en andel på 7 % för ett 165 m långt tåg. Report OLP0040250000-0104 från ÅF/Tyréns föreslår att sänka bullret från strömavtagare med 2,5 dB jämfört med SP Report, till vad man menar motsvarar ett medelvärde. Andelen sjunker då till 4 %. Med uppgifter i rapporten från ÅF/Tyrén kan ett nedre värde räknas ut. Det ligger ytterligare 3,4 dB lägre, vilket motsvarar en andel på 1 %.

I syfte att ytterligare inhämta uppgifter om strömavtagares bullernivåer har ÅF/Tyréns mätt och analyserat buller från höghastighetståg i Belgien i mars 2016, se rapporterna OLP0040250000-0109 och -0110. Rapporterna omfattar 3 typer av tåg från en och samma tillverkare och tågen är från 90- talet. Analyserna visar på totala bullernivåer mycket nära gränsvärdena enligt TSD och att bullret från strömavtagare är 1,5 dB lägre jämfört med SP Report 2015:42.

5 Tågens bulleremissioner framöver

Bulleremissioner från framtida tågflotta beror på utveckling av gränsvärden, möjlighet att verifiera delkällor, nya tågs verkliga emissionsutveckling samt i vilken takt de nya tågen påverkar sammansättningen i fordonsflottan.

5.1 Utveckling av gränsvärden för bulleremissioner

År 2002 specificerades för första gången gränsvärden för omgivningsbuller från höghastighetståg i EU kommissionens beslut 2002/735/EG. Man rekommenderade en sänkning med 3 dBA för aktuellt rullande material som beställs efter nyåret 2005. Denna rekommendation skulle också ligga till grund för nästa översyn. Denna översyn gjordes 2008, men utan rekommenderad sänkning. Nuvarande förordning från 2014 innebär inte heller någon skärpning för tåg med högsta drifhastighet på 320 km/t. Däremot blev det en skärpning med 1 dBA för tåg med högsta drifhastighet upp till omkring 250 km/t. Utvecklingen mot skärpta gränsvärden för aktuella höghastighetståg har hittills stått still.

Gränsvärdena är tänkta att skärpas i takt med marknadens tystare tåg. Det är en föresats som dock inte fungerar när betydelsefull tågindustri får problem med strängare krav. Ett trenderbrott antas ändå med en sänkning med 1 dB att gälla senast år 2025.

5.2 Emissionernas utveckling för nya tåg

Bulleremissioner från nya tåg under verklig drift kan inte förväntas följa exakt skärpta gränsvärden. Tåg med problem kan provköras på tystare banor och klara gränsvärdet utan att för den skull vara tystare. Efterfrågan, förväntade skärpta gränsvärden och kanske också striktare provbestämmelser bedöms ändå leda till tåg med lägre bullernivåer framöver. På sikt kan Sverige och andra medlemsländer till exempel stimulera utveckling av tystare tåg genom differentierade bullerberoende banavgifter. SP Report 2015:42 uppger en möjlig reduktion på 1 dB för tåg vid år 2028. Report 6068065-2 från ÅF uppger att det inte är realistiskt att anta en reduktion på 1 – 2 dB. Enligt Rapport Buller vid höghastighetsjärnväg från Trafikverket 2016-06-30 uppger en tillverkare av fordon att deras nya tåg är 2 dBA tystare jämfört med TSD gränsvärde (2008) och att tågens bullernivå kan minska 2 dBA inom 5-10 år men att det därefter inte är möjligt med ytterligare minskning. Andra tillverkare har inte angivit sina ambitioner.

I England och HS2 med hastigheten 360 km/t håller man på att ta fram en specifikation för den koncession på fordon som HS2 kommer att specificera och presentera år 2017. Man för en diskussion om möjliga krav som ska komma, som tystare strömvtagare med 5 dBA reduktion, samt minst 3 dB tystare fordon jämfört med kraven i nuvarande TSD (Källa: Patrik Sterky, Kreera). För närvarande är det bara japanska tåg med speciella strömvtagare och ledningar som kan klara detta. De japanska tågens tekniska lösningar kan möjligen användas för HS2 men inte för järnvägar som följer TSD-kraven som gäller för Sveriges höghastighetsjärnvägar. HS2 kan ändå förväntas driva på utvecklingen för tystare TSD- godkända tåg som kan komma Sveriges järnvägar till del.

För tågens strömvtagare är utvecklingen mer osäker. Det finns idag inga tvingande krav för industrin att ta fram tystare avtagare. Kanske kan kommande förordningar ändra på det. Inget land kan dock hindra tåg som uppfyller TSD-kraven från år 2002 och därefter även om tågen har höga bullernivåer från strömvtagare. Troligen kommer tåg med tystare avtagare ändå att utvecklas. Report OLP00402500000-104 från ÅF/Tyréns uppger att det är realistiskt att anta en reduktion på minst 3 dB från högt belägna bullerkällor vid år 2028 medan det går dra slutsatsen ur SP Report 2015:42 att 2 dBA minskning är en för stor sänkning. Svar på frågor om strömvtagares utveckling från tillverkare enligt Trafikverkets rapport 2016-06-30 ger inga tydliga besked. Bilaga 3 i Trafikverkets rapport 2016-06-30 visar dock på en möjlig utveckling att minska bullret med 3,5 dBA Vad det innebär är oklart eftersom utgångsläget inte anges.

Sammantaget bedöms tills vidare nya tågtyper framöver bli alltmer tysta enligt följande:

- Nya tågtyper antas bli 0,1 dB tystare i medeltal för varje senare år de introduceras från år 2015. Nya tågtyper år 2035 förväntas således vara 2,0 dB tystare.
- Strömavtagare för nya tågtyper antas bli 0,125 dB tystare i medeltal för varje senare år de introduceras från år 2015. Strömavtagare för nya tågtyper år 2035 förväntas således vara 2,5 dB tystare.

5.3 Hela tågflottans emissionsutveckling

Tågflottans bulleremissioner framöver beror till stor del på i vilken takt nya tåg tillkommer och gamla tåg fasas ur. Kommande emissioner i medeltal får grunda sig på bedömning av emissionernas utveckling för nya tåg enligt ovan samt på följande antaganden:

- Sverige kan inte hindra TSD-godkända tåg från att trafikera höghastighetsbanorna. Alla godkända tåg kan komma ifråga.
- Höghastighetstågens medellivslängd antas vara 30 år. Helt nya tågtyper som tillkommer under år 2015 och därefter finns kvar på marknaden 2040 fullt ut.
- Underhand antas nya allt tystare tågtyper tillkomma med 5 % årligen av dagens bestånd. År 2035 finns således dubbelt så många tågtyper jämfört med år 2015.

Med dessa förutsättningar blir de totala bulleremissionerna vid år 2040 i medeltal 0,7 dB lägre. För strömavtagare blir emissionerna 0,8 dB lägre. Att emissionerna inte blir lägre än så, beror på en tröghet i att tidigare mer bullriga tåg och strömavtagare är kvar i drift under resterande tid och att de dominerar.

5.4 Emissioner för tåg typade omkring år 2035

Tågoperatörer på höghastighetsbanorna kan förväntas specificera och upphandla tåg åren strax före 2040. Tågen måste anpassas efter specifika svenska förhållanden, till exempel strömmatningen som är unik för Sverige. Man kan anta att tåg som kommer ifråga är av senare modeller, typade i sin grundversion mellan åren 2030 till 2040. Nya tågtyper omkring år 2035 uppskattas vara 2 dBA tystare jämfört med tåg typade omkring år 2015 enligt ovan. Av hela fordonsflottan antas således marknaden för upphandlingen av höghastighetståg utgöra en modern andel med tystare tåg av senare modeller.

6 Emissionsdata med hänsyn till osäkerheter i data

När emissionsdata avviker från verkliga emissioner, behöver osäkerheter, risker och konsekvenser av felaktiga resultat vid beräkningar av bullernivåer och därmed dimensionering av bullerskydd hanteras. Man behöver ta ställning till om och hur mycket beräknade bullernivåer får överskridas i verkligheten innan åtgärder bör eller måste göras om. Även hur stor andel av alla aktuella tåg som emissionsdata ska omfatta behöver definieras.

6.1 Konsekvenser om bullerskydd måste göras om

Det finns alltid osäkerheter om hur väl antagna emissionsdata speglar verkliga kommande emissioner under banornas driftstid. Avvikelse leder till felaktiga bullernivåer och icke optimalt utformade bullerskyddsåtgärder. För höga antagna emissionsvärden ökar omfattningen och kostnader för åtgärderna mer än nödvändigt. För låga antagna värden innebär sämre bullerskydd än avsett eller att kostnaderna ökar än mer i de fall ombyggnad måste göras.

Emissionsdata med antagna värden omfattar:

- Anläggningsberoende justeringar av emissionsdata
- Fordonsspecifika emissionsdata

Felaktiga justeringar av emissioner för emissionspåverkande anläggningskomponenter, främst spår (jämnhet, dämpning), överbyggnad (betong eller ballast), broar och tunnelmynningar kan leda till stora avvikelser mellan beräknade bullernivåer och verkliga (uppmätta) nivåer. Dessa justeringar har Trafikverket att noga specificera i takt med alltmer detaljerad projektering av nämnda komponenter.

Fordonsspecifika emissionsdata om buller från hjul, hjulhus och strömvtagare, är direkt knutet till respektive fordon. Projekt Ostlänken, OLP4, har beskrivit konsekvenser på bullerskyddsskärmar m.m. av olika tågspecifika emissionsdata. Beräkningsexempel visar att en 4,5 m hög skärm kan sänkas till 3 m om emissionerna från strömvtagaren är 2,5 dBA lägre. Det indikerar att variationer i emissionsdata för strömvtagaren kan ha stor betydelse för skärmhöjder och kostnader.

Ostlänkens PM beskriver också konsekvenser om bullerskyddet måste förbättras i efterhand: ”För en bullerskyddsskärm som ursprungligen dimensioneras för en viss höjd och som i ett senare skede behöver höjas, kommer grundläggningen med största sannolikhet att behöva förstärkas eller byggas om.” ”En ombyggnad eller förstärkning av grundläggningen till en bullerskyddsskärm utmed järnväg som tagits i drift bedöms medföra stora konsekvenser i form av kostnader och inskränkningar i tågtrafiken. Om risk finns att bullerskyddsskärmen kommer att behöva förändras bör därför grundläggningen och tillhörande infästningsdetaljer utformas så att de klarar den förväntade förändringen utan att behöva byggas om.”

6.2 Sannolikheter för alltför låga emissionsdata

Bullerskyddsåtgärders funktion är att uppnå erforderlig dämpning så att bestämda bullernivåer underskrids samtidigt som andra aspekter och osäkerheter beaktas. Hänsyn behöver därför tas till sannolikheter för fel i data som påverkar dimensionering av åtgärderna samt risker och konsekvenser av detta. Sannolikheter för avvikelser i emissioner kan bedömas genom medelvärden och standardavvikelse.

Spårfordon som uppfyller TSD-kraven har hittills utgjort en homogen grupp med små avvikelser mellan enskilda fordon. Standardavvikelsen för alla bullerkällor tillsammans bedöms vara omkring ± 1 dBA. Framöver antas allt tystare fordon tillkomma men med större spridning efter år 2025 eftersom gränsvärdet inte förväntas skärpas därefter de närmaste 10 åren. Standardavvikelsen för fordonsflottan ökar därför med tiden och bedöms vara $\pm 1,5$ dBA år 2035. Sannolikheten att anskaffade fordon har mer än 1 dBA högre emissioner jämfört med emissionsdata, kan beräknas till omkring 25 %.

För strömvtagare kan standardavvikelsen uppskattas till $\pm 2,5$ dBA omkring år 2035, densamma som nu. Sannolikheten att tåg har strömvtagare med mer än 1 dBA högre emissioner jämfört med emissionsdata kan uppskattas till 35 %.

6.3 Risknivåer att verkliga emissioner överskrider emissionsdata

Höghastighetsbanorna kommer under sin drifttid att trafikeras av i dag okända tågtyper som kan ha olika bulleremissionsegenskaper. Beräknade bullernivåer kan därför avsevärt skilja sig från det buller som i framtiden kommer att råda. Bullerskyddsåtgärder kan bli underdimensionerade eller överdimensionerade beroende på hur väl antagna emissionsnivåer stämmer överens med verkliga.

Om skyddsåtgärderna påtagligt underdimensioneras så kommer tillsynsmyndigheter sannolikt att ställa krav på Trafikverket att i efterhand vidta kompletterande åtgärder. Det kan bli mycket kostsamt. Sannolikheten för att behöva komplettera åtgärder bedöms

kunna bli betydande om verkliga emissioner överskrider antagna emissionsdata med mer än 1 dBA. Vid beräkning av bullrets spridning och bullernivåer som är dimensionerande för åtgärderna, tillkommer dessutom ytterligare osäkerheter, särskilt på längre avstånd från banorna.

Om bullerskyddsåtgärder dimensioneras utifrån de fordon som antas ha de högsta emissionerna, innebär det i allmänhet onödiga fördyringar. En viss risk för att emissionsdata inte inkluderar de mest bullriga spårfordonen som i framtiden kan komma att trafikera höghastighetsbanorna, bör därför övervägas.

För nuvarande passagerartåg bedöms risken vara 15 % att överskrida antagna emissionsdata med mer än 1 dBA. De har specifika emissionsdata för respektive tågtyp och standardavvikelsen kan uppskattas till ± 1 dBA. Eftersom en noggrannare beräkningsmetod används, motsvarar det en något högre risknivå, omkring 20 %. Denna risknivå bedöms vara lämplig under förutsättning att konsekvenser av eventuella underskattningar är rimliga. När bullerskyddsåtgärder eller kompletterande åtgärder i efterhand bedöms vara orimliga, bör en lägre risknivå väljas. En lämplig risknivå föreslås då vara 5 % risk att tågen kommer att överskrida antagna data med mer än 1 dBA. Risknivån innebär en låg sannolikhet för framtida krav på kompletteringsåtgärder.

Riskenivåer och överskridanden påverkar om medelvärden kan användas eller om emissionsdata bör korrigeras på något sätt relativt medelvärdena. Man kan jämföra med säkerhetsfaktorer på belastningar som används vid dimensionering av banornas komponenter.

6.4 20 % risk att överskrida emissionsdata med mer än 1 dBA

En andel om 20 % av fordonen får överskrida de emissionsdata som ligger till grund för beräkningar och dimensionering av bullerskyddsåtgärder med mer än 1 dBA. För fordonen som helhet med standardavvikelsen $\pm 1,5$ dBA innebär detta att emissionsdata behöver vara 0,26 dBA högre än medelvärdena. Det motsvarar en säkerhetsfaktor på 1,06. Omkring 43 % av fordonen kan förväntas överskrida dessa emissionsdata.

För Strömavtagare med standardavvikelsen $\pm 2,5$ dBA behöver emissionsdata vara 1,1 dBA över medelvärdena, vilket motsvarar en säkerhetsfaktor på 1,3 gånger. Cirka 33 % av fordonen kan förväntas överskrida emissionsdata för strömavtagare.

Enligt ovan innebär detta alternativ en neutral säkerhet mot att för låga emissionsdata är antagna. Det motsvarar den säkerhet som idag används av Trafikverket för passagerartåg. Alternativet bör vara relevant när negativa konsekvenser och tilläggskostnader för eventuella kompletterande åtgärder i efterhand inte är orimliga.

6.5 5 % risk att överskrida emissionsdata med mer än 1 dBA

En andel om 5 % av fordonen får överskrida de emissionsdata som ligger till grund för beräkningar och dimensionering av bullerskyddsåtgärder med mer än 1 dBA. För fordonen som helhet som har standardavvikelsen $\pm 1,5$ dBA innebär detta att emissionsdata behöver vara 1,46 dBA högre än medelvärdena. Det motsvarar en säkerhetsfaktor på 1,40. Cirka 16 % av fordonen kan förväntas överskrida dessa emissionsdata.

För strömavtagare med standardavvikelsen $\pm 2,5$ dBA behöver emissionsdata vara 3,1 dBA över medelvärdena, vilket motsvarar en säkerhetsfaktor på 2,0 gånger. Cirka 11 % av fordonen kan förväntas överskrida emissionsdata för strömavtagare.

Enligt ovan innebär detta alternativ en hög säkerhet mot att för låga emissionsdata är antagna. Alternativet bör vara relevant när negativa konsekvenser och tilläggskostnader för eventuella kompletterande åtgärder är orimliga och när det inte finns andra möjligheter att minska bullret i efterhand.

7 Basemissionsdata för nya tåg omkring år 2035

Gränsvärdet för tåg med drifhastighet 320 km/t motsvarar bullernivån $96 \pm 1,5$ dBA vid 250 km/t enligt ovan. SP Report 2015:42 ligger 2 dBA under gränsvärdena, vilket motsvarar 94 dBA.

Hittills godkända höghastighetståg har i medeltal en bullernivå på omkring 95,5 dBA, d.v.s. $- 0,5$ dBA jämfört med gränsvärdet. Nya tågtyper omkring år 2035 uppskattas ha 2,0 dBA lägre bullernivåer i medeltal jämfört med tåg år 2015, medan strömavtagaren uppskattas ha 2,5 dBA lägre nivåer.

Vid andel 20 % som får överskrida emissionsdata med mer än 1 dBA behöver medelvärdet ökas med 0,26 dBA år 2035 enligt ovan. Emissionsdata för tågen som helhet blir då data enligt SP Report 2015:42 + 2 dBA - 0,5 - 2,0 + 0,26 = SP Report 2015:42 - 0,24 dBA. För strömavtagare blir tillägget år 2035 = SP Report 2015:42 + 2 - 2,5 - 0,5 - 2,5 + 1,1 = SP Report 2015:42 - 2,4 dBA.

Vid andel 5 % som får överskrida emissionsdata med mer än 1 dBA behöver medelvärdet ökas med 1,46 dBA enligt ovan. Emissionsdata för tågen år 2035 som helhet blir då data enligt SP Report 2015:42 + 2 dBA - 0,5 - 2,0 + 1,46 = SP Report 2015:42 + 1,0 dBA. För strömavtagare blir tillägget år 2035 = SP Report 2015:42 + 2 - 2,5 - 0,5 - 2,5 + 3,1 = SP Report 2015:42 - 0,4 dBA.

7.1 Rekommendation

Antagna emissionsdata innebär en viss risk för att framtida verkliga emissioner kommer att bli betydligt högre än de antagna. Konsekvenser av detta kan bli otillräckliga bullerskydd och behov av kompletteringsåtgärder i efterhand.

När tänkbara kompletteringsåtgärder i efterhand bedöms vara rimliga, bör emissionsdata vara enligt SP Report 2015:42 med följande korrekationer:

- Ett tillägg med $-0,2 + 0,1 \cdot (2035\text{-typår})$ dB för bulleremissioner från räls, hjul och hjulhus
- Ett tillägg med $-2,4 + 0,125 \cdot (2035\text{-typår})$ dB för bulleremissioner från strömavtagare
- Källhöjden för bulleremissioner från strömavtagaren ska vara 4,5 m över rälsöverkant

Datan uppskattas innebära 20 % risk att de blir överskridna med mer än 1 dB. Risknivån är densamma som för nuvarande passagerartåg. Risknivån innebär att det kan bli aktuellt att vidta kompletteringsåtgärder i efterhand. Det kan t.ex. vara förstärkta bullerskydd, utökad spårslipning, mer omfattande fastighetsförvärv eller sänkt största tillåtna hastighet förbi utsatta platser.

När tänkbara kompletteringsåtgärder i efterhand bedöms vara orimliga, bör emissionsdata vara enligt SP Report 2015:42 med följande korrekationer:

- Ett tillägg med $+1,0 + 0,1 \cdot (2035\text{-typår})$ dB för bulleremissioner från räls, hjul och hjulhus
- Ett tillägg med $-0,4 + 0,125 \cdot (2035\text{-typår})$ dB för bulleremissioner från strömavtagare
- Källhöjden för bulleremissioner från strömavtagaren ska vara 4,5 m över rälsöverkant

Datan uppskattas innebära 5 % risk att de blir överskridna med mer än 1 dB. Risknivån innebär en låg sannolikhet för framtida krav på kompletteringsåtgärder.



8 Konsekvenser och kompletterande insatser

Jämfört med tidigare beräkningsmodell och emissionsdata leder bulleremissioner enligt denna PM till högre noggrannhet och precision i beräknade bullernivåer, särskilt för tåg i höga hastigheter. Konsekvenserna blir främst säkrare bedömning av bullerstörningar och mer ändamålsenliga bullerskyddsåtgärder.

Den faktiska bullernivån ökar med ökade hastigheter. Nivån blir 6 gånger (7,8 dB) högre vid 320 km/t jämfört med nivån vid nuvarande maximal hastighet, 200 km/t. Skillnader i bullernivåer i omgivningen ökar ännu mer till följd av lägre bullerdämpande verkan av terräng, bullerskärmar och husväggar. Orsaken är större andel lågfrekvent aerodynamiskt buller som uppstår vid höga hastigheter.

För att emissionsdata ska kunna bli enligt förslaget för tåg typade omkring år 2035 krävs:

- EU skärper gränsvärdet så att högsta tillåtna emissioner minskar med 1 dBA vid 320 km/t senast år 2030.
- Tågindustrin tar fram än tystare tåg, i medeltal 2 dB tystare jämfört med dagens tåg samt tystare strömavtagare, i medeltal 2,5 dB tystare
- Järnvägsföretagen väljer nya tågtyper med minst 2 dB lägre emissioner än vad som tillåts enligt nuvarande TSD samt särskilt tysta strömavtagare.

Dessa förutsättningar kräver aktiva insatser från Trafikverket, Transportstyrelsen och regeringskansliet för att bli verklighet. Helst bör förutsättningarna överträffas, eftersom bullerskydd och kostnader kan minskas. Insatserna kan vara att verka för att:

- EU skärper gränsvärdena för förbifartbuller och utvecklar en mer verklighetstrogen omräkningsprocedur av ljudnivåer för höga hastigheter
- EU utvecklar gränsvärden och mätmetoder för att särskilja bulleremissioner vid olika källor (spår/hjul respektive strömavtagare)
- Järnvägsföretagen väljer tystare tåg genom att t ex banavgifter är kopplade till ljudnivå eller att tysta tåg får framföras med högre hastighet (om möjligt).