



GÖTEBORGS  
UNIVERSITET

SAHLGRENKA AKADEMIN  
MEDICINSKA INSTITUTIONEN



# SÖMNSTÖRNING AV STOMLJUD FRÅN TÅGTRAFIK I TUNNEL

Mikael Ögren, Loisa Sandström, Tomas Jerson, Kerstin Persson Waye

RAPPORT NR 2:2019

FRÅN ARBETS OCH MILJÖMEDICIN I GÖTEBORG



Utgiven av Arbets- och miljömedicin i Göteborg  
2019-10-28  
ISBN 978-91-86863-16-6  
Omlagsfoto: Tomas Jerson 2013  
© Göteborgs universitet & Författarna

[amm@amm.gu.se](mailto:amm@amm.gu.se)

031-786 6300

GU rapporter, Box 414, 405 30 Göteborg

Hemsidor: [www.amm.se](http://www.amm.se) och [gupea.ub.gu.se/handle/2077/34412](http://gupea.ub.gu.se/handle/2077/34412)



# Innehållsförteckning

Inledning.....	1
Framtagning av ljudfiler för exponering .....	2
Sammanfattning av sömnstudie .....	5
Resultat i relation till svenska riktvärden .....	10
Referenser.....	11



## Inledning

Denna rapport redovisar översiktligt resultaten ifrån forskningsprojektet ”Sömnstörning av stömljud från tågtrafik”. Projektet finansierades av Trafikverket, och pågick under perioden 2016 – 2018. Under projektets gång genomfördes två sömnförsök i ljudmiljölaboratoriet vid arbets- och miljömedicin, ett pilotförsök med totalt 5 deltagare och ett huvudförsök med 23 deltagare.

Resultaten av sömnförsöken redovisas i två publikationer, en konferensartikel (Smith, Ögren, Ageborg Morsing, Jerson, & Persson Waye, 2018) och en artikel i tidskriften ”Building and environment” (Smith, Ögren, Morsing, & Waye, 2019). Konferensartikeln och de ljudfiler som togs fram för studien finns tillgängliga på svensk nationell datatjänst, en databas för öppna forskningsdata på följande URL: <https://snd.gu.se/sv/catalogue/study/snd1056>

Huvudartikeln kommer att göras tillgänglig på samma plats från och med december 2020, fram till dess har förlaget Elsevier ensamrätt på artikeln.

## Framtagning av ljudfiler för exponering

I början av projektet gjordes först en litteratursökning för att se hur typiska mätresultat ser ut för stomljud. I första hand var spektrum och tidsförlopp av intresse eftersom den absoluta nivån enkelt kan varieras i laboratorieförsök genom att ändra volymen på uppspelningssystemet. Vi begränsade sökningen till artiklar publicerade på svenska eller engelska. Tyvärr publicerar de flesta artiklar på ämnet endast den övergripande ljudtrycksnivån, typiskt den A-vägda maximala nivån med tidsvägning SLOW eller FAST, och inga detaljer redovisas angående spektrum eller tidsförlopp.

Litteratursökningen gav dock några få artiklar där spektra redovisas, en norsk undersökning av störning av stomljud från tåg tunnelar (Aasvang, Engdahl, & Rothschild, 2007), mätningar av stomljud och vibrationer i Spanien (Vadillo, Herreros, & Walker, 1996), stomljudsexempel från tunnelbana i London (Walker & Chan, 1996) samt resultat från en stor amerikansk undersökning (Zapfe, Saurenman, & Fidell, 2009). Typiskt för alla är att spektra är plant från låga frekvenser, och sedan faller med 1 – 4 dB per tersband upp emot 315 – 500 Hz där det är så lågt att uppmätta värden är nära bakgrundsnivån eller instrumentets brusgolv. Brytpunkten mellan plant och fallande är oftast i intervallet 40 – 63 Hz.

Mätdata från stomljudsmätningar inomhus insamlades också genom personliga kontakter med konsulter som arbetar inom området i Sverige. I normalfallet är detaljerade mätresultat inklusive spektrum inte offentliga. Typiskt är mätningarna beställda och betalda av en privat aktör eller en myndighet. Många konsulter var dock behjälpliga med att ge oss exempel på typiska mätdata under förutsättning att vi inte publicerar detaljerna kring dessa. I stort så bekräftade dessa mätdata bilden enligt ovan gällande frekvensinnehåll, men det var också många exempel som visade mycket låga nivåer, så låga att spektrumet påverkades av instrumentets brusgolv, eller så stördes mätningarna av bakgrundsljud, t.ex. ljud från fläktar eller avlägsen trafik.

Tyvärr lyckades vi endast få fram några enstaka exempel som visade tidsförloppet vid en passage. Bland annat därför beslutades att göra ett antal mätningar inklusive inspelning av ljudet. Mätningarna genomfördes våren 2017 i Stockholm i två fastigheter. I båda fallen var det lokaler som inte användes som bostäder, och båda verksamhetsutövarna bad oss att inte publicera detaljer kring exakt plats. Mätningarna gjordes dels som en bevakad mätning med tre mikrofoner under ca 2 timmar, och en natts inspelning vid en mikrofonposition.

Utifrån dessa mätningar och inspelningar kunde vi sedan skapa egna ljud med hjälp av en numerisk beräkningsmetod (Villot, Bailhache, Guigou, & Jean, 2015). Genom att använda data som antal axlar, axelavstånd, avstånd mellan tunnel och bostad och hastighet för typiska svenska tåg och tunnelbanefordon simulerades sedan ett antal passager, och nivån över tid jämfördes med inspelningar. Vi kunde undvika att göra detaljerade modeller av interaktion mellan tunnelvägg och bana samt överföring av vibrationer genom berget med hjälp av en enkel förutsättning, det resulterande spektrumet i mottagarrummet är ju redan givet, och vi kunde därför räkna baklänges för att få fram en enda överföringsfunktion motsvarande alla övriga data som behövdes.

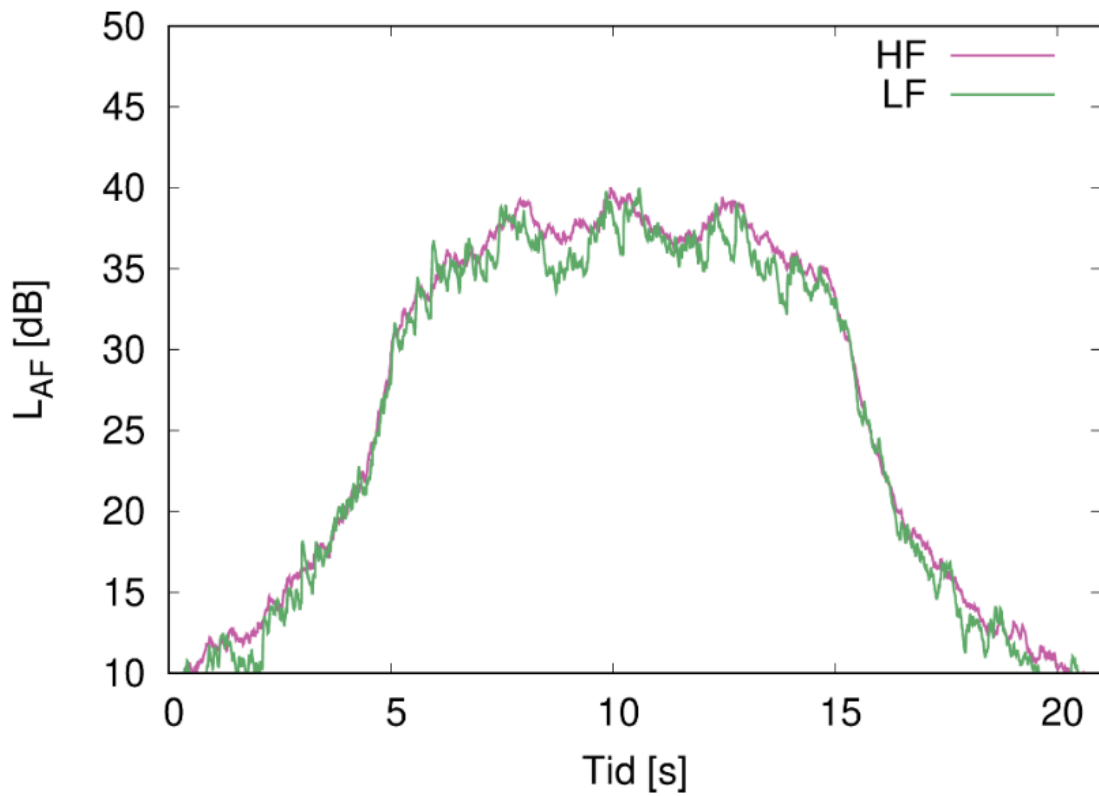
I februari 2017 genomfördes ett lyssningsförsök där representanter för Trafikverket och forskningsprojektet lyssnade igenom ett antal passager. Då beslutades att i det slutliga försöket använda två olika exponeringar, ett motsvarande en passage med ett ganska neutralt frekvensinnehåll med en lutning på 1 dB/tersband (HF), och ett starkt dominerat av låga



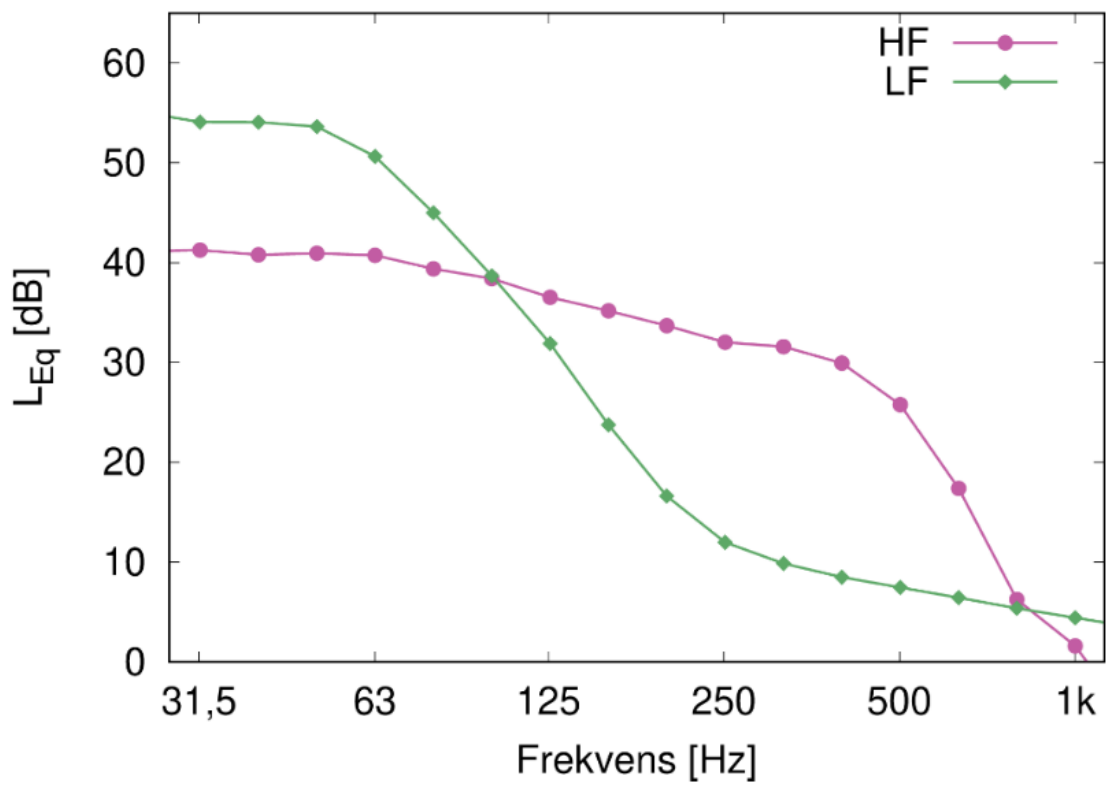
frekvenser med en lutning på 4 dB/tersband (LF). Dessutom beslutades att utgå från en ganska hastigt stigande nivå, motsvarande ett fordon i hög hastighet (snabbtåg), tillsammans med en längre varaktighet, motsvarande ett långt fordon i en lägre hastighet (godståg). Detta för att se till att fånga båda dessa parametrar, stigtid och total varaktighet, som sedan tidigare är kända som viktiga parametrar för sömnstörning. Alltså kan man betrakta ljuden som användes i försöken som mer sömnpåverkande än helt realistiska ljud, eftersom de har egenskaper både från långsamma långa tåg, och snabba tåg.

Tidsförloppet med tidsvägning FAST presenteras i figur 1 och ekvivalent tersbandsspektrum för hela passagen i figur 2 för ljudexponeringarna som användes i huvudförsöken. Notera att nivån justerades upp och ned utifrån exemplet i figurerna, som motsvarar en maximal A-vägs ljudtrycksnivå ( $L_{AFmax}$ ) på 40 dB.

Ljudfilerna som skapades finns att hämta på svensk nationell datatjänst (SND) med ID-nr 1056, det går att använda följande URL: <https://snd.gu.se/sv/catalogue/study/snd1056>. Notera att ljudfilerna är avsedda att spelas upp med professionell utrustning, och de kan bli förvanskade och låta mycket konstigt om förstärkare, högtalare eller hörlurar av sämre kvalitet används.



**Figur 1.** A-vägd ljudtrycksnivå med tidsvägning FAST för de simulerade tågpassagera.



**Figur 2.** Ekvivalent nivå i tersband för de simulerade tågpassagera.

## Sammanfattning av sömnstudie

Den experimentella sömnstudien genomfördes i ljudmiljölaboratoriet vid arbets- och miljömedicin, Göteborgs universitet. Studien är rapporterad i detalj i en artikel (Smith et al., 2019), här följer en översiktlig beskrivning och sammanfattning av resultaten. Studien godkändes av den regionala etiska kommittén vid Göteborgs universitet. Studiedeltagarna lämnade sitt skriftliga samtycke före studiens start och var fria att närsomhelst avbryta sin medverkan i studien utan att behöva ange något skäl. Studiedeltagarna fick ekonomisk kompensation för sitt deltagande.

Studiedeltagarna fick sova fem nätter i ljudmiljölaboratoriet, som var inrett som en typisk lägenhet. Deltagarna instruerades att varje kväll påbörja sina insomningsförsök vid kl. 23.00 för att varje morgon väckas med hjälp av en alarmsignal kl. 07.00. Sömn utanför denna 8-timmarsperiod var inte tillåten. Under studieperioden kunde deltagarna följa sin vanliga dagsrutin, under förutsättning att de varje kväll anlände till laboratoriet kl. 20:00 för att ge tid för avkoppling och inställning av utrustningen för sömnmätning. Förtäring av koffein var förbjudet efter kl. 15:00 varje dag medan alkoholförtäring var förbjuden under hela studieperioden.

Totalt 23 personer deltog i studien, 11 män och 12 kvinnor. Medelåldern hos deltagarna var 24 år, och samtliga deltagares hörsel testades med ett enkelt tonaudiometritest. Personerna fick dessutom en enkät kring sömnvanor och hörsel, och personer med sömnproblem eller hörselsymptom som tinnitus valdes bort.

Den första natten fungerade som tillvänjning, syftet var att deltagarna skulle bekanta sig med studiemiljön och utrustningen för sömnmätning. De efterföljande nätterna bestod av en tyst kontroll-natt för att mäta den normala ostörda sömnen och tre nätter med olika exponering för stomljud i form av tågpassager. Ordningen som deltagarna utsattes för kontroll- och exponeringsnätter fördelades slumpmässigt.

Exponeringen för buller i labbet skedde genom uppspelning av ljudklipp konstruerade för att efterlikna stomljud från tågtrafik i tunnel, se föregående kapitel i denna rapport. Uppspelningen kalibrerades så att den maximala ljudtrycksnivån 15 cm ovanför kudden i sovrummet blev 35, 40 respektive 45 dB (tidsvägning FAST) för de tre olika nätterna, nätterna betecknas hädanefter för enkelhets skull N35, N40 och N45. Under en exponeringsnatt spelades totalt 32 passager med samma maximala nivå upp, och intervallet mellan passagera varierade mellan 5 och 25 minuter. Hälften av passagera dominerades starkt av lågfrekvent buller (LF) och hälften var mindre lågfrekvent (HF). Ordningen mellan LF/HF och tidsintervallet mellan passagera var identiskt mellan de olika nätterna.

Eftersom bakgrundsnivån i ljudmiljölabbet är mycket låg, ca 13 dB A-vägd ekvivalent nivå, så tillfördes ett svagt artificiellt bakgrundsljud filtrerat för att efterlikna ventilationsbuller så att den ekvivalenta bakgrundsnivån blev 18 dB. Under de åtta timmar som bullerexponeringen pågick blev då den totala ekvivalenta A-vägd ljudtrycksnivån vid mätpositionen 18,5 dB (N35), 19,7 dB (N40) och 22,1 dB (N45). Tillväxthastigheten för samtliga passager var ca 12 dB/s, motsvarande en tågpassage i hög hastighet (> 150 km/h).

Försökspersonernas sömn mättes med polysomnografi (PSG) genom att ett antal givare och elektroder fästes på deras skalle och kropp. Signalerna samlades in med en bärbar dosa som antingen kunde bäras i ett mjukt bälte eller placeras bredvid sängen. Inspelningen av aktivitet

i hjärna, hjärta och andning delades sedan in i intervall om 30 sekunder, och en sömntekniker klassade sedan in sömnen i varje period i standardiserade sömndjupsklasser: vaken, REM (drömsömn), N1 (lätt sömn), N2 (mellandjup sömn) och N3 (djup sömn). Samma sömntekniker klassade samtliga mätningar, och teknikern var inte informerad om vilka inspelningar som motsvarade de olika exponeringarna. Abrupta förändringar klassades beroende på längd antingen som uppvaknanden (ökad EEG > 15 sekunder) eller kortvariga aktiveringar (ökad EEG 3 – 15 sekunder).

Analysen av mätningarna skedd i två steg, en analys av parametrar som påverkas av exponeringen som helhet under natten (sömnens makrostruktur), och en analys av händelser just vid eller strax efter en passage. För hela natten så analyserades flera olika parametrar, t.ex. total sömntid, tid till insomning, andel tid i sömnstadie, och så vidare, för en komplett lista se supplement S1 till artikeln (Smith et al., 2019). För att analysera vad som händer i anslutning till passagerna så skapades ett analysfönster på 60 sekunder med start när en tågpassage startade. Därefter beräknades sannolikheten för att en aktivering eller uppvaknande inom denna period, som då kan jämföras med sannolikheten för en spontan aktivering eller uppvaknande skall ske inom samma period. På samma sätt studerades också förändring i hjärtfrekvens inom samma 60 sekunder.

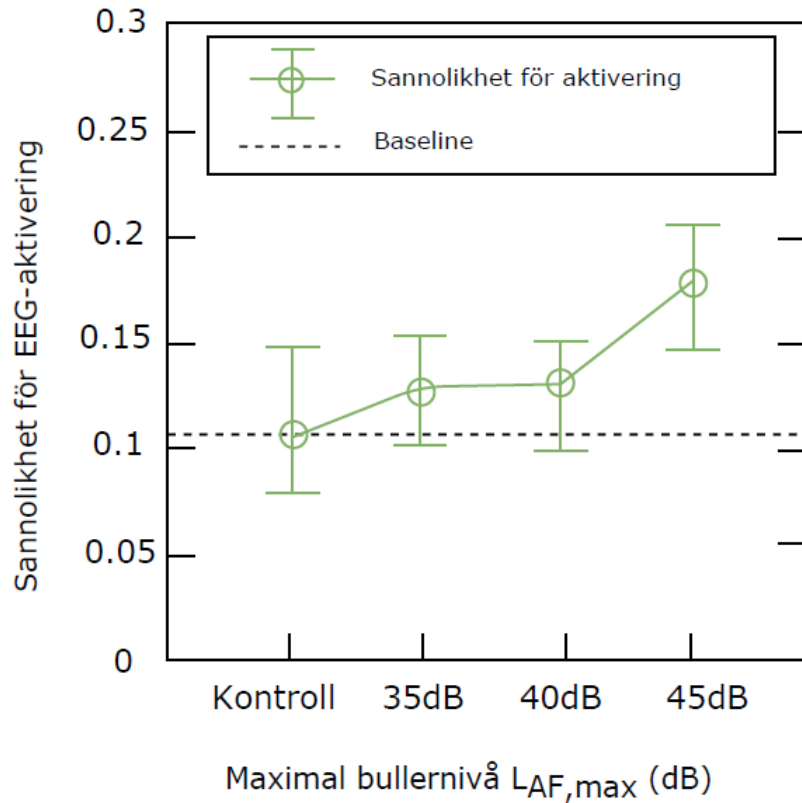
Samtliga variabler analyserades med regressionsanalys. I regressionsmodellerna togs alltid kön och självrapporterad bullerkänslighet med, och den maximala ljudtrycksnivån ( $L_{AFmax}$ ) användes som förklarande variabel. Modellerna inkluderade också effekten av upprepade mätningar. För att avgöra om en förändring var statistiskt signifikant eller inte så användes kriteriet att p-värdet skulle vara 0,05 eller lägre.

För sömnens makrostruktur så visade de flesta mått ingen statistisk signifikant förändring mellan de olika exponeringsnätterna och kontrollnatten. För parametrar relaterade till händelser i anslutning till simulerad tågpassage var effekterna tydligare. Sannolikheten att aktiveras (hög EEG aktivitet 3 – 15 sekunder) i samband med en tågpassage ökade något med ökad maximal bullernivå, och var statistiskt signifikant högre än kontrollnatten för N45, se figur 3. Uppvaknanden under passagen skedde mer sällan, vilket gjorde att det inte gick att se något statistiskt signifikant samband mellan ljudnivå och sannolikhet för uppvaknande. För förändring av hjärtfrekvens syntes dock ett samband, statistiskt signifikant ökad hjärtfrekvens observerades för N40 och N45 jämfört med kontrollnatten (för en av de observerade förändringsmått var ökningen även signifikant vid N35), se figur 4. Ljudklippet med mindre lågfrekvensinnehåll (HF) hade statistiskt signifikant högre sannolikhet att ge en aktivering (EEG 3 – 15 sekunder) och gav större förändring i hjärtfrekvens än det lågfrekventa (LF).

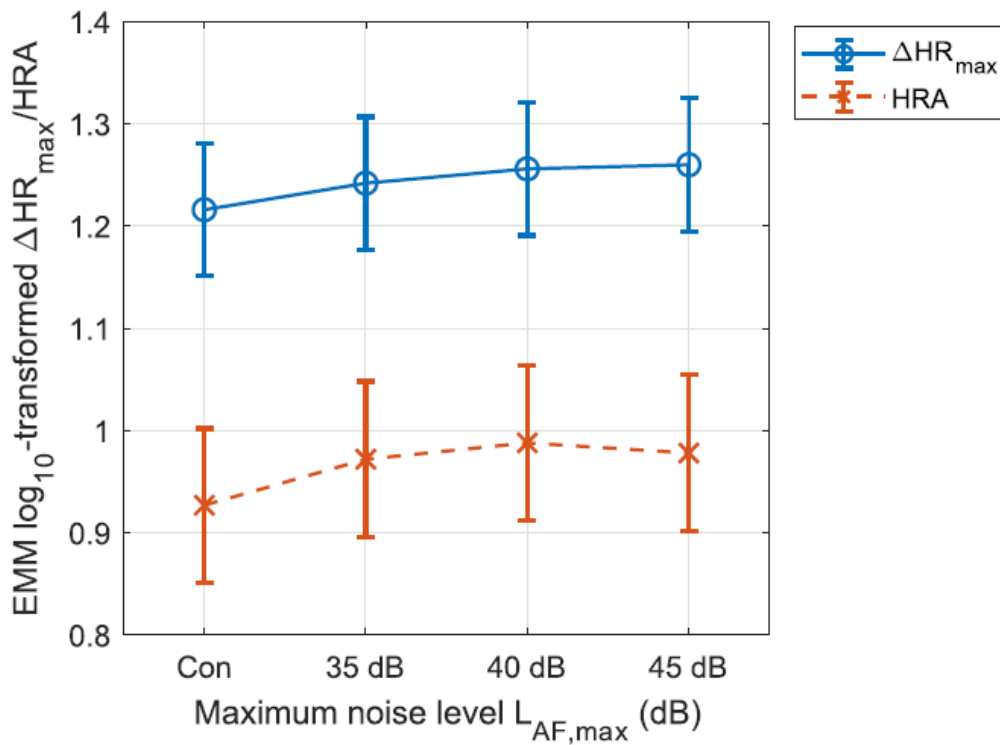
Under studien delades dessutom en enkät ut varje morgon till deltagarna med frågor om upplevd sömnkvalitet under natten. Dessa självrapporterade data visar ingen statistiskt signifikant skillnad mellan kontrollnatten och N35. För N40 och framförallt N45 så är den självrapporterade sömnkvaliteten däremot signifikant sämre, se tabell 1. Sammanfattningsvis så visar denna studie små eller inga negativa effekter på sömnen vid 35 dB maximal nivå, vissa negativa effekter vid 40 dB, och tydliga negativa effekter vid 45 dB.

Jämfört med tidigare studier på sömn och påverkan av buller från tågtrafik så är resultaten i vår studie i stort sett samstämmiga. För påverkan på hjärtfrekvens av tågbuller (luftljud, ej stomljud) så får vi liknande resultat som i vår studie för samma A-vägda maximala ljudtrycksnivåer (Griefahn, Brode, Marks, & Basner, 2008; Tassi et al., 2010). För andra

fysiologiska sömnparametrar mätta med PSG får vi resultat vid den högsta exponeringen (45 dB maximal nivå) som är jämförbara med luftburet järnvägsbuller (Basner, Muller, & Elmenhorst, 2011; Guilleminault, Abad, Philip, & Stoohs, 2006). Vid de lägre exponeringsnivåerna är effekterna så små att de är svåra att jämföra.



**Figur 3.** Sannolikhet för aktivering vid simulerad tågpassage (ökad EEG-aktivitet 3 – 15 s) för kontrollnatt och N35, N40 och N45. Figur från (Smith et al., 2019).



**Figur 4.** Förändring i hjärtfrekvens vid simulerad tågpassage för kontrollnatt och N35, N40 och N45. Figur från (Smith et al., 2019).

**Tabell 1.** Självrapporterat utfall av sömn för varje studienatt. Data presenterat som aritmetiskt medelvärde  $\pm$  standardavvikelse. Statistiskt signifikanta huvudeffekter av bullerexponerings nivåer är indikerat i fet stil: \*  $p < 0.05$ , \*\*  $p < 0.01$ ; \*\*\*  $p < 0,001$ .

Enkätfråga	Kontroll	35 dB	40 dB	45 dB
Sömnkvalitet (0-10) ***	7.57 $\pm$ 1.62	7.35 $\pm$ 1.27	7.18 $\pm$ 1.33	5.68 $\pm$ 2.15 †‡§
Sömnkvalitet (5pkt - Semantisk diff.) *	3.26 $\pm$ 0.69	3.22 $\pm$ 0.60	3.05 $\pm$ 0.49	2.68 $\pm$ 0.95 †‡
Trött - Utvilad (0-10)	6.30 $\pm$ 2.03	5.65 $\pm$ 2.29	5.91 $\pm$ 2.35	5.00 $\pm$ 1.98
Spänd - Avslappnad (0-10)	6.13 $\pm$ 2.03	6.30 $\pm$ 1.82	6.50 $\pm$ 1.82	6.14 $\pm$ 2.17
Irriterad - Glad (0-10)	6.17 $\pm$ 2.15	5.96 $\pm$ 1.85	5.77 $\pm$ 2.29	5.09 $\pm$ 2.27
Skattad tid för insomning (min)	22.70 $\pm$ 13.89	21.23 $\pm$ 10.08	27.73 $\pm$ 20.95	28.82 $\pm$ 18.76
Skattade uppvaknanden (antal) *	2.15 $\pm$ 2.02	2.13 $\pm$ 1.52	2.50 $\pm$ 1.66	3.55 $\pm$ 2.55 †
Enkelt - Svårt att sova (0-10) *	3.17 $\pm$ 2.39	3.30 $\pm$ 1.74	4.00 $\pm$ 2.74	4.82 $\pm$ 2.36 †
Bättre - sämre sömn än vanligt (0-10)	5.09 $\pm$ 1.56	5.26 $\pm$ 1.54	5.18 $\pm$ 1.65	5.95 $\pm$ 2.48
Djup-lätt sömn (0-10) *	3.17 $\pm$ 1.97	4.13 $\pm$ 2.24	3.86 $\pm$ 1.88	5.00 $\pm$ 2.29 †
Vaknade aldrig - vaknade ofta (0-10) **	3.74 $\pm$ 2.60	4.61 $\pm$ 1.95	4.45 $\pm$ 2.26	6.00 $\pm$ 2.23 †
Sömnstörningar av buller (0-10) ***	0.39 $\pm$ 1.20	1.61 $\pm$ 2.35	2.64 $\pm$ 2.54†	4.23 $\pm$ 2.51 †‡§
Buller gav störd sömn (5pkt – Semantisk diff.) ***	1.09 $\pm$ 0.29	1.30 $\pm$ 0.56	1.50 $\pm$ 0.74	2.14 $\pm$ 1.04 †‡§
Buller orsakade uppvaknanden (5pkt – S. d.) ***	1.13 $\pm$ 0.46	1.52 $\pm$ 0.73	1.68 $\pm$ 0.72	2.27 $\pm$ 1.24 †‡
Buller gjorde det svårt att somna om igen (5pkt – S.d.) ***	1.00 $\pm$ 0.00	1.22 $\pm$ 0.52	1.50 $\pm$ 0.80	1.77 $\pm$ 1.07 †‡
Buller orsakade trötthet på morgonen (5pkt – S.d.) *	1.22 $\pm$ 0.52	1.48 $\pm$ 0.79	1.41 $\pm$ 0.73	1.77 $\pm$ 0.87 †

† Signifikant skillnad från kontrollnatt ( $p < 0.05$ , Bonferronikorrigerad).

‡ Signifikant skillnad från 35 dB natt ( $p < 0.05$ , Bonferronikorrigerad).

§ Signifikant skillnad från 40 dB natt ( $p < 0.05$ , Bonferronikorrigerad).

## Resultat i relation till svenska riktvärden

För stomljud finns i nuläget inget nationellt riktvärde. I de flesta fall har man utgått från projektspecifika riktvärden som tagits fram i samband med olika infrastrukturprojekt. Ett förslag till nationellt riktvärde har publicerats via den så kallade bullersamordningen, där de flesta myndigheter som arbetar med bullerfrågor har deltagit (Jerson, 2015). Riktvärdet som föreslås är tvådelat, ett för A-vägd maximal ljudtrycksnivå med tidsvägning FAST och ett för A-vägd ekvivalentnivå, se tabell 1. Förslaget har tagits fram utgående från en genomgång av riktvärden i andra länder och erfarenheter från Sverige.

**Tabell 2.** Förslag till riktvärde för stomljud framtaget av bullersamordningen (Jerson, 2015).

Indikator	Riktvärde [dB(A)]
$L_{AFmax}$	35
$L_{Aeq}$	30

Eftersom forskningen i denna sömnstudie har fokuserat på sömneffekter vid olika maximala nivåer under passage är det i första hand riktvärdet för maximal nivå som är intressant att jämföra med våra resultat. Vid en A-vägd maximal ljudtrycksnivå med tidsvägning FAST på 35 dB ser vi inga tydliga effekter på sömnen i vår studie, vilket stödjer att ett riktvärde på 35 dB skulle ge ett gott skydd mot negativ påverkan på sömnen. Först vid 40 dB börjar vi se statistiskt signifikanta effekter på hjärtfrekvens, och vid 45 dB är påverkan statistiskt signifikant för flera parametrar. Naturligtvis kan framtida studier med ett större antal försökspersoner och större statistisk styrka kunna urskilja effekter även vid lägre nivåer, men dessa effekter är då troligtvis små, dvs sannolikheten att påverkas är liten men inte omätbar.

Under försöken använde vi 32 tågpassager under en natt (kl. 23 – 07), vilket tillsammans med bakgrundsnyvån i rummet gav en ekvivalent A-vägd ljudtrycksnivå mellan 18 och 22 dB. Med andra ord är exponeringen minst 8 dB lägre än det föreslagna riktvärdet för ekvivalent nivå om det tillämpas på nattperioden.

I ett verkligt fall är inte varje tågpassage identiskt som i vårt försök, utan varierar slumpvis. Det innebär att om den maximala nivå under en natt är exempelvis 35 dB, så är de flesta tåg en eller flera dB lägre, vilket ger ytterligare marginal till det föreslagna riktvärdet. Detta förutsätter dock att den bullrigaste passagen som förekommer under natten kan uppskattas korrekt med mätningar eller beräkningar

Vid försöken så användes två olika ljud med olika frekvensinnehåll, men som spelades upp med samma maximala A-vägda nivå. Det ena ljudet filterades för att innehålla mer av de allra lägsta frekvenserna, och under varje natt var hälften av de simulerade tågpassagerna med mer lågfrekvent innehåll. Vi kunde dock inte se någon statistiskt signifikant skillnad mellan de båda ljuden i termer av uppvaknanden, däremot kunde vi se att ljudet med mer högfrekvent spektrum gav något större sannolikhet för aktivering (ökad EEG-aktivitet 3-15 s efter tågpassage) och större förändring i hjärtfrekvens.



## Referenser

- Aasvang, G. M., Engdahl, B., & Rothschild, K. (2007). Annoyance and self-reported sleep disturbances due to structurally radiated noise from railway tunnels. *Applied Acoustics*, 68(9), 970-981. doi:10.1016/j.apacoust.2006.04.013
- Basner, M., Muller, U., & Elmenhorst, E. M. (2011). Single and combined effects of air, road, and rail traffic noise on sleep and recuperation. *Sleep*, 34(1), 11-23. doi:10.1093/sleep/34.1.11
- Griefahn, B., Brode, P., Marks, A., & Basner, M. (2008). Autonomic arousals related to traffic noise during sleep. *Sleep*, 31(4), 569-577. doi:10.1093/sleep/31.4.569
- Guilleminault, C., Abad, V. C., Philip, P., & Stoohs, R. (2006). The effect of CNS activation versus EEG arousal during sleep on heart rate response and daytime tests. *Clin Neurophysiol*, 117(4), 731-739. doi:10.1016/j.clinph.2005.08.035
- Jerson, T. (2015). *Stomljud - Beskrivning och genomgång av riktvärden för spår- och vägburen trafik* (10186107). Hämtad från: <https://www.naturvardsverket.se/upload/miljoarbete-i-samhallet/miljoarbete-i-sverige/buller/stomljud-%20riktvarden-spar-vagburen%20trafik-151117.pdf>
- Smith, M. G., Ögren, M., Ageborg Morsing, J., Jerson, T., & Persson Wayne, K. (2018). *The effects on sleep of ground borne noise from trains in tunnels*. Artikel presenterad vid Euronoise, Crete. <https://snd.gu.se/catalogue/file/6328>
- Smith, M. G., Ögren, M., Morsing, J. A., & Wayne, K. P. (2019). Effects of ground-borne noise from railway tunnels on sleep: A polysomnographic study. *Building and Environment*, 149, 288-296. doi:10.1016/j.buildenv.2018.12.009
- Tassi, P., Saremi, M., Schimchowitsch, S., Eschenlauer, A., Rohmer, O., & Muzet, A. (2010). Cardiovascular responses to railway noise during sleep in young and middle-aged adults. *Eur J Appl Physiol*, 108(4), 671-680. doi:10.1007/s00421-009-1270-8
- Vadillo, E. G., Herreros, J., & Walker, J. G. (1996). Subjective reaction to structurally radiated sound from underground railways: Field results. *Journal of Sound and Vibration*, 193(1), 65-74. doi:DOI 10.1006/jsvi.1996.0246
- Walker, J. G., & Chan, M. F. K. (1996). Human response to structurally radiated noise due to underground railway operations. *Journal of Sound and Vibration*, 193(1), 49-63. doi:DOI 10.1006/jsvi.1996.0245
- Villot, M., Bailhache, S., Guigou, C., & Jean, P. (2015). Prediction of Railway Induced Vibration and Ground Borne Noise Exposure in Building and Associated Annoyance. *Noise and Vibration Mitigation for Rail Transportation Systems*, 126, 289-296. doi:10.1007/978-3-662-44832-8\_34
- Zapfe, J., Saurenman, H., & Fidell, S. (2009). *Ground-Borne Noise and Vibration in Buildings Caused by Rail Transit (D-12)*. Hämtad från: <http://apps.trb.org/cmsfeed/TRBNetProjectDisplay.asp?ProjectID=1091>



# DE SENAST UTGIVNA RAPPORTERNA

från Arbets- och miljömedicin i Göteborg

**Rapport 2019:1** Sköldkörtelsjukdom i Ronneby

*Författare:* M Andersson E, Scott K, Xu Y, Li Y, S Olsson D, Fletcher T, Jakobsson K

**Rapport 2017:5** En rapport om studiemiljö, stress och hälsa bland Sahlgrenska akademins studenter

*Författare:* Söderberg M, Wastensson G, Eriksson H, Torén K

**Rapport 2017:4** The Importance of Low Frequency Masking on Auditory Perception. Literature Review.

*Författare:* Kalafata S, Persson Waye K

**Rapport 2017:3** Hälsopåverkan av lågfrekvent buller inomhus

*Författare:* Persson Waye K, Smith M, Ögren M

**Rapport 2017:2** Technical Report – Half-lives of PFOS, PFHxS and PFOA after end of exposure to contaminated drinking water

*Författare:* Li Y, Musc D, Scott K, Lindh C, Tallving P, Fletcher T, Jakobsson K

**Rapport 2017:1** Airdrome Aviation Safety Climate Questionnaire (ADASCQ).

Utveckling av enkätinstrument för att mäta organisations-klimat för hög flygsäkerhet vid flygplats-arbete.

*Författare:* Törner M, Pousette A, Vega-Matuszczyk J, Björk K

**Rapport 2015:1**

Hälsa och framgång! Organisationsklimat för hälsa, säkerhet, innovation och effektivitet. Slutrapport. Sahlgrenska akademien, Göteborgs universitet.

*Författare:* Törner M, Pousette A, Larsman P, Eklöf M, Hemlin S.

**Rapport 2014:2**

Jämförelse av fysiologisk respons vid exponering för buller eller vibrationer

*Författare:* Michael Smith, Mikael Ögren, Kersin Persson Waye

**Rapport 2014:1**

Sammanfattningar av projektarbeten. Behörighetsutbildning i försäkringsmedicin 2013

*Författare:* Kursdelatagare (Se GUPEA och fulltext PDF)

**Rapport 2013:2**

Olägenheter till följd av petrokemisk industri i Stenungsund 2012

*Författare:* Anita Gidlöf-Gunnarsson, Lars Barregård

**Rapport 2013:1** Säkerhetsklimat i vård och omsorg. Bakomliggande faktorer och betydelse för personalsäkerhet och patientsäkerhet

*Författare:* Marianne Törner, Mats Eklöf, Pernilla Larsman, Anders Pousette

*Första rapporten gavs ut 2010.*

Utgiven av Arbets- och miljömedicin i Göteborg  
2019-10-28  
ISBN 978-91-86863-16-6  
© Göteborgs universitet & Författarna

[amm@amm.gu.se](mailto:amm@amm.gu.se)

031-786 6300

GU rapporter, Box 414, 405 30 Göteborg

Hemsidor: [www.amm.se](http://www.amm.se) och [gupea.ub.gu.se/handle/2077/34412](http://gupea.ub.gu.se/handle/2077/34412)