

Effekter av tågbuller vid en starkt trafikerad järnväg

- undersökningar i Sollentuna kommun



Evvy Öhrström, Docent
Anita Gidlöf-Gunnarsson, Fil.Dr
Mikael Ögren, Tekn.Dr
Tomas Jerson, Ingenjör

Rapport nr 2: 2010
Enheten för Arbets- och miljömedicin
Avdelningen för Samhällsmedicin och Folkhälsa



Denna rapport utgör delrapport inom forskningsprogrammet TVANE - Effekter av buller och vibrationer från tåg- och vägtrafik - tågbonus, skillnader och samverkan mellan tåg- och vägtrafik. BV:s Dnr: S07-5094/AL50 samt Dnr: S07-5095/AL50.

Omslagsbild: Olika tågtyper i Sollentuna: X2 (överst vänster), X60 (överst höger), X 40B (nedre vänster) samt X3 Arlanda Express (nedre höger). Foto Tomas Jerson.

Rapporten finns att hämta som pdf.fil på www.tvane.se

Enheten för Arbets- och miljömedicin
Avdelningen för Samhällsmedicin och Folkhälsa
Sahlgrenska akademien vid Göteborgs universitet
Box 414, 405 30 Göteborg
ISBN 978-91-978916-1-5

Telefon: 031 – 786 63 00
E-post: amm@amm.gu.se
Hemsida: www.amm.se



Effekter av tågbuller vid en starkt trafikerad järnväg – undersökningar i Sollentuna kommun

Delstudie 4

Evvy Öhrström, docent¹⁾, Anita Gidlöf-Gunnarsson, fil.dr¹⁾
Mikael Ögren, tekn.dr²⁾, Tomas Jerson, ingenjör³⁾

1) Sahlgrenska Akademin vid Göteborgs universitet
Avdelningen för Samhällsmedicin och Folkhälsa
Sektionen för Arbets- och miljömedicin
Box 414, SE-405 30 Göteborg

2) Statens Väg- och Transportforskningsinstitut
Box 8077, SE-402 78 Göteborg

3) WSP Environmental Akustik
Box 130 33, SE-415 26 Göteborg

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

SAMMANFATTNING	7
SUMMARY	8
1. INLEDNING	9
2. BAKGRUND OCH SYFTE	10
2.1 Bakgrund.....	10
2.2 Syfte.....	11
3. MATERIAL OCH METOD	11
3.1 Val av undersökningsområden	11
3.2 Bestämning av bullerexponering.....	11
3.3 Kontrollmätningar av buller och vibrationer	12
3.4 Val av undersökningspopulation	12
3.5 Undersökningspopulation	12
3.6 Utvärdering av effekter av buller	13
3.7 Genomförande av undersökningen.....	13
3.8 Statistisk bearbetning och redovisning av resultat	14
4. RESULTAT	15
4.1 Beskrivning av bullerexponering från tåg.....	15
4.2 Beskrivning av undersökningspopulationen	16
4.3 Beskrivning av bostädernas utformning.....	16
4.4 Störning av olika olägenhetskällor	17
4.5 Allmän störning av buller från tågtrafik	19
4.5.1 Samband mellan störning av tågbuller och olika bullermått.....	19
4.5.2 Störning av tågbuller i relation till bullerexponering angett $L_{Aeq,24h}$, respektive L_{den} ..	20
4.5.3 Störning av tågbuller i relation till bullerexponering angett i L_{AFmax} respektive avstånd till järnvägen	21
4.6 Jämförelser mellan störning av tågbuller inomhus med stängt och öppet fönster samt utomhus.....	22
4.7 Påverkan av tågbuller på olika aktiviteter inomhus och utomhus.....	23
4.7.1 Samband mellan olika bullermått och påverkan av buller på olika aktiviteter.....	23
4.7.2 Samband mellan olika mått på allmän störning och påverkan av tågbuller på olika aktiviteter	24
4.7.3 Påverkan av tågbuller vid olika aktiviteter inomhus med stängt fönster.....	25
4.7.4 Påverkan av tågbuller vid olika aktiviteter inomhus med öppet fönster.....	26
4.7.5 Påverkan av tågbuller vid olika aktiviteter utomhus	27
4.8 Bostadens utformning och allmän störning av tågbuller	28

4.8.1	Störning av tågbuller i småhus respektive flerfamiljshus	28
4.8.2	Störning av tågbuller i bostäder byggda under olika tidsperioder	28
4.8.3	Störning av tågbuller i bostäder med 3-glasfönster respektive 2-glasfönster	29
4.9	Bostadens utformning och påverkan av tågbuller på olika aktiviteter utomhus....	30
4.9.1	Störning av tågbuller i relation till balkong/uteplatsens läge	30
4.9.2	Påverkan på utevistelse, samtal och avkoppling i relation balkongen/uteplatsens läge	31
4.10	Påverkan av tågbuller på sömnen	33
4.10.1	Samband mellan bullernivå mätt med olika bullermått och påverkan av tågbuller på sömnen	33
4.10.2	Samband mellan olika mått på allmän störning och påverkan av tågbuller på sömnen	34
4.11	Bostadens utformning och påverkan på sömnen av tågbuller	36
4.11.1	Sömnstörningar och sovrummets läge i förhållande till järnväg	36
4.11.2	Sömnstörningar och våningsplan	37
4.11.3	Sömnstörningar och typ av fönster i bostaden	37
4.12	Trivsel med bostad och bostadsområde	38
4.13	Individfaktorer och störning av tågbuller	39
4.13.1	Känslighet för ljud/buller och störning av tågbuller	39
4.13.2	Färd sätt till arbete/studieort och störning av tågbuller	40
4.14	Störning av tågbuller – jämförelser med 2001 års studier i Sollentuna	41
4.15	Störning av tågbuller vid järnvägar med olika antal tåg – jämförelser mellan Sollentuna och Töreboda/Falköping	42
5.	SAMMANFATTANDE KOMMENTARER OCH SLUTSATSER.....	44
5.1	Störning och påverkan på olika aktiviteter i Sollentuna.....	44
5.1.1	Betydelsen av bostadens utformning och läge för påverkan av tågbuller	45
5.1.2	Möjliga orsaker till stora olikheter i andel störda av tågbuller i de tre delområdena Norrviken, Häggvik och Helenelund	46
5.2	Sker det någon tillvänjning vad avser störning av tågbuller över tid?	47
5.3	Dos-respons samband mellan bullernivå och störning av tågbuller: Jämförelser Sollentuna (481 tåg) och Töreboda/Falköping (124 tåg)	47
5.4	Slutsatser	48
6.	REFERENSER	49

APPENDIX

1)	Undersökningsområdets läge	52
2)	PM: Bullerkällor och indata för beräkningar i Sollentuna kommun.....	54
3)	Antal tåg per timme dagtid kl 06-22	55
4)	Bullerberäkningar – kartor med ljudnivå i $L_{Aeq,24h}$ i 5-dB intervall	56
5)	Undersökningspopulationen – indelat över ljudnivåkategorier för olika bullermått samt avstånd till järnväg.....	58
6)	Beskrivning av undersökningspopulationen.....	59
7)	Beskrivning av bostaden och bostadens utformning	60
8)	Beskrivning av bostaden och bostadens nära omgivning	61
9)	Beskrivning av undersökningspopulation, bostad och bostadens nära omgivning uppdelat på delområdena Norrviken, Häggvik och Helenelund	62
10)	Störning av olika olägenhetskällor i bostadsområdet	65
11)	Störning av olika olägenhetskällor i bostadsområdet i delområdena Norrviken, Häggvik och Helenelund	66
12)	De deltagande personernas egna kommentarer om boendemiljön	67
13)	Störning av tågbuller inomhus med stängt och öppet fönster samt utomhus och samband med L_{den} respektive L_{AFmax}	70
14)	Påverkan av tågbuller vid olika aktiviteter inomhus och utomhus uppdelat på delområdena Norrviken, Häggvik och Helenelund	71
15)	Påverkan av tågbuller på sömnen uppdelat på delområdena Norrviken, Häggvik och Helenelund.....	73
16)	Sollentuna: Samband mellan ljudnivå (L_{Aeq24h}) och allmän störning analyserat med binär logistisk regressionsanalys.....	74
17)	Jämförelser Sollentuna och Töreboda/Falköping: Samband mellan ljudnivå (L_{Aeq24h}) och allmän störning analyserat med binär logistisk regressionsanalys.....	76

SAMMANFATTNING

Denna rapport redovisar resultat från socio-akustiska undersökningar av effekter av tågbuller i bostadsområden belägna på olika avstånd från Ostkustbanan i Sollentuna kommun. Denna järnvägslinje är en av de mest trafikerade i landet med 481 tåg/dygn. Syftet med studien var att genom empiriska undersökningar i fält studera hur människor upplever och påverkas av tågbuller då antalet tåg är mycket stort. Resultaten jämförs dels med resultat från undersökningar inom Tvane-projektet som genomförts i områden med färre tåg per dygn (Töreboda/Falköping med 124 tåg/dygn) och dels med tidigare undersökningar utförda i samma bostadsområden i Sollentuna kommun 7 år tidigare (Nordling & Bluhm, 2001).

Undersökningarna utfördes med hjälp av postala enkäter om upplevelse av boendemiljö, hälsa och välbefinnande samt störning och annan påverkan av tågbuller. Undersökningarna genomfördes i tre bostadsområden belägna utmed Ostkustbanan i Sollentuna kommun under april-maj 2008 och omfattade totalt 715 personer. Bullerexponering ($L_{Aeq,24h}$, L_{den} , L_{natt} och L_{AFmax}) från tågtrafik fastställdes för samtliga deltagare och angavs som frifältsvärde vid mest exponerad sida av bostaden. Vidare fastställdes avståndet mellan bostaden och järnvägen.

Resultaten av undersökningarna visar att tågtrafiken ger upphov till omfattande störningar. Andelen som *störs* av tågbuller varierade mellan 13 % vid ljudnivåer mellan $L_{Aeq,24h}$ 45 och 50 dB upp till 62 % vid ljudnivåer mellan 61 och 65 dB. Störning av *samtal* och *lyssningsaktiviteter* såsom radio/TV var omfattande vid ljudnivåer över $L_{Aeq,24h}$ 55 dB och, till skillnad från undersökningar med färre tåg per dygn, rapporterades även störning av *vila/avkoppling* och *sömnstörningar* av många. Om *balkongen/uteplatsen* samt *sovrumsfönster* vetter mot järnvägen ökar de negativa effekterna av tågbuller med bl.a. ökad störning och sämre sömnkvalitet. Övriga undersökta faktorer som typ av hus, typ av fönster, vilket år huset var byggt hade inget signifikant samband med upplevda effekter.

Jämförelser av resultat med studien som gjordes i Sollentuna 7 år tidigare visade att något färre rapporterade att de var störda av tågbuller varje dag (en minskning med mellan 7 och 16 %-enheter) vilket tyder på att det skett en viss tillvänjning till buller från tågtrafiken.

Jämförelser mellan resultat från undersökningarna i Töreboda/Falköping (124 per dygn) och Sollentuna (481 tåg per dygn) visade att antalet tåg, och inte bara den dygnsekvivalenta ljudnivån ($L_{Aeq,24h}$), har betydelse för upplevelse av störning av tågbuller.

Under dagtid mellan kl. 06-22 förekom i genomsnitt 27 tåg per timme i Sollentuna och detta är ca 7 gånger fler än i Töreboda/Falköping som har i genomsnitt 4 tåg per timme kl. 06-22. Vid ljudnivåer mellan 61 och 65 dB ($L_{Aeq,24h}$) var andelen som *störd* av tågbuller i Töreboda/Falköping 46 % medan motsvarande andel störda av tågbuller i Sollentuna uppnåddes vid 5 dB lägre ljudnivå (49 % störda vid 56-60 dB).

Under nattetid mellan kl. 22-06 var antalet tåg i Sollentuna närmare 3 gånger fler än i Töreboda/Falköping, 69 tåg respektive 26 tåg. Vid ljudnivåer mellan 45 och 49 dB (L_{natt}) var andelen som angav *försämrad sömnkvalitet* p.g.a. tågbuller ungefär densamma i båda områdena. Vid högre ljudnivåer var skillnaderna stora, t.ex. angav 12 % i Töreboda/Falköping och 43 % i Sollentuna sämre sömnkvalitet vid L_{natt} 55-59 dB.

I TVANE-projektet ingår även experimentella studier av påverkan på sömnen av vägtrafikbuller och tågbuller samt studier i fält av påverkan av vägtrafikbuller och tågbuller. För slutsatser om effekter av vägtrafikbuller och tågbuller, se slutrapport från TVANE-projektet. Slutrapporten innehåller en översikt över resultat från samtliga delstudier samt en övergripande diskussion och slutsatser baserade på dessa delstudier, men även baserade på studier som ingår i litteraturoversikten av Öhrström & Skånberg (2006) samt ny litteratur inom området.

SUMMARY

This report presents results on the effects of railway noise based on empirical socio-acoustic field studies in residential areas at different distances from the “Ostkustbanan” in Sollentuna municipality. The railway line is one of the most trafficked railway lines in Sweden with 481 trains/per 24 hours. The main purpose of the study was to generate knowledge about the impact of very extensive railway traffic on people’s health and well-being. The results are compared with results within the TVANE-project performed in areas with fewer trains (Töreboda/Falköping with 124 trains/24 hours) and with previous studies performed in the same residential areas in Sollentuna 7 years earlier (Nordling & Bluhm, 2001).

The investigations were carried out using postal questionnaires that contained questions on experiences of the living environment, health, well-being, annoyance, as well as other impacts of railway and road traffic noise. The investigation was conducted in three residential areas located along the “Ostkustbanan” in Sollentuna during April-May 2008 and included a total of 715 people. Exposure to noise ($L_{Aeq,24h}$, L_{den} , L_{night} and L_{AFmax}) from railway was calculated for all participants and stated as free field values at the most exposed side of the façade. The distance between the home and the railway was also determined.

The results show that railway traffic caused extensive annoyance reactions. The percentage *annoyed* by railway noise varied between 13 % at sound levels between $L_{Aeq,24h}$ 45 and 50 dB up to 62 % at sound levels between 61 and 65 dB. Railway noise disturbed *conversation and listening activities*, such as radio/TV, to a large extent at sound levels above $L_{Aeq,24h}$ 55 dB and, as opposed to the investigations in areas with fewer trains per day, many people also reported that railway noise disturbed *rest/relaxation* as well as caused *sleep disturbances*. There was a significant increase in noise annoyances and sleep disturbances if *balconies/patios* and *bedroom windows* were directed towards the railway. Other investigated factors, such as type of house, type of windows, and what year the house was built, had no significant influence on the perceived effects.

In comparison to the results from the study by Nordling and Bluhm in 2001, somewhat fewer persons reported that they were annoyed by railway noise every day (a decrease with between 7 and 16 percentage units), which indicate that some habituation to railway noise has taken place during the seven-year period.

Comparisons between results from the studies in Töreboda/Falköping and Sollentuna show that the number of trains, and not only the equivalent sound level ($L_{Aeq,24h}$), is of importance for railway noise annoyance. The number of trains during daytime (06-22 h) was about 7 times more in Sollentuna (on average 27 trains per hour) than in Töreboda/Falköping (on average 4 trains per hour). In Töreboda/Falköping, 46 % were *annoyed* by railway noise at sound levels between 61 and 65 dB ($L_{Aeq,24h}$), whereas in Sollentuna the corresponding percentage noise annoyed residents (49 %) was obtained at a 5 dB lower sound level (56-60 dB).

During nighttime (22-06 h), the number of trains in Sollentuna was nearly 3 times more (69 trains) than in Töreboda/Falköping (26 trains). The percentage that reported *reduced sleep quality* due to railway noise was similar in the two areas at sound levels between 45 and 49 dB (L_{night}). There were, however, large differences at higher sound levels, e.g. 43 % in Sollentuna and 12 % in Töreboda/Falköping reported reduced sleep quality at L_{night} 55-59 dB.

The TVANE-project also involve experimental studies of the impact of road traffic noise and railway noise on sleep as well as field studies on road traffic noise and railway noise with fewer trains per day. For conclusions of the effects of road traffic- and railway noise, see Final Report from the TVANE-project. This report provides an overview of results from all sub-studies within the TVANE-project and an overall discussion and conclusions based on these sub-studies, as well as studies included in the literature review of Öhrström & Skånberg (2006) and new literature in the area of research.

1. INLEDNING

Buller från såväl tåg som vägtrafik och flyg ger upphov till störning och besvärreaktioner av olika slag (se t.ex. översikt Öhrström, 2004). De vanligaste hälsoeffekterna, utöver allmän störning, är samtalsstörning, sömnstörningar och effekter på vila och avkoppling. Buller kan leda till negativa effekter på prestation och inlärning genom att koncentrationsförmåga och möjligheten att uppfatta tal försämras. Trafikbuller av olika slag ger även upphov till psykologiska och fysiologiska stressrelaterade symptom och påverkar därigenom det allmänna välbefinnandet. Allt fler undersökningar visar att risken för hjärt-kärlsjukdom kan öka vid höga bullernivåer orsakade av flyg- och vägtrafik.

Riksdagen antog den 20 mars 1997 (1996/97: 53, TU7) långsiktiga riktvärden för trafikbuller (vägtrafik, flyg och tåg). Dessa riktvärden bör normalt inte överskridas vid nybyggnad av bostäder eller vid nybyggnad/väsentlig ombyggnad av trafikinfrastruktur. Inomhus får medelljudnivån för dygn inte överskrida $L_{Aeq,24h}$ 30 dB och maximalljudnivån nattetid får inte överskrida $L_{AFmax,22-06h}$ 45 dB. Utomhus gäller att medelljudnivån 55 dB vid fasad inte får överskridas och att maximalljudnivån vid uteplats i anslutning till bostad inte får överskrida 70 dB. För buller från tåg i befintlig miljö finns en bonus på 5 dB för utomhusmiljön "vid bostaden i övrigt" och på dessa platser får medelljudnivån uppgå till $L_{Aeq,24h}$ 60 dB vid åtgärd i järnväg eller annan spåranläggning.

EU-direktivet om omgivningsbuller (2002/49/EG) antogs 2002 med syfte att fastställa ett gemensamt tillvägagångssätt för att "på grundval av prioriteringar förhindra, förebygga eller minska skadliga effekter, inbegripet störningar, pga. exponering för omgivningsbuller". EU-direktivet har implementerats i den svenska lagstiftningen genom en förordning om omgivningsbuller (Förordning SFS nr 2004:675) som trädde i kraft 1:a januari 2005 och omgivningsbuller är därmed en miljö kvalitetsnorm. Den inledande paragrafen i förordningen lyder: "1 § Genom kartläggning av omgivningsbuller samt upprättande och fastställande av åtgärdsprogram skall det eftersträvas att omgivningsbuller inte medför skadliga effekter på människors hälsa (miljö kvalitetsnorm enligt 5 kap. 2 § punkt 4 miljöbalken)".

Denna rapport redovisar resultat från undersökningar av effekter av tågbuller vid den i nuläget mest trafikerade järnvägslinjen i landet. Resultaten jämförs med resultat från tidigare undersökningar i samma bostadsområden i Sollentuna år 2001 av Nordling och Bluhm. I rapporten redovisas även jämförelser med resultat från undersökningar inom TVANE-projektet i områden med färre tåg per dygn (Töreboda och Falköping).

Undersökningen har finansierats med medel från Banverket som beviljat projektet "Effekter av buller och vibrationer från tåg- och vägtrafik - tågbonus, skillnader och samverkan mellan tåg- och vägtrafik" (TVANE), BV:s Dnr: S07-5094/AL50 samt Dnr: S07-5095/AL50.

Projektet är godkänt av den Regionala etikprövningsnämnden i Göteborg den 7 januari 2007, Dnr: 567-06.

2. BAKGRUND OCH SYFTE

2.1 Bakgrund

Man räknar med att ca 500 000 personer i Sverige är utsatta för ljudnivåer från tågtrafik över riksdagens långsiktiga mål, $L_{Aeq,24h} = 55$ dB medan 3 gånger fler beräknas vara utsatta för ljudnivåer från vägtrafik över denna nivå. Järnvägstrafiken på befintliga sträckor kommer sannolikt på grund av bl.a. miljöskäl att öka i framtiden. Kombinationen av tätare tågtrafik med tyngre och snabbare tåg riskerar därför att öka antalet störningar.

Buller från tåg har tilldelats en bonus på 5 dB för "bostaden i övrigt" medan $L_{Aeq,24h}$ 55 dB gäller "vid fasad" i de riktvärden riksdagen antog 1997 för samtliga trafikslag. EU Position paper (2002), som inkluderar europeiska studier publicerade t.o.m. 1993, visar att en tågbonus på 5 dB relativt vägtrafikbuller är berättigad. Den alldeles övervägande delen av internationella såväl som svenska studier visar att tågbuller är mindre störande än vägtrafikbuller (översikter av Moehler, 1988; Öhrström, 1990; Miedema & Oudshoorn, 2001).

Vid den litteraturgenomgång som gjordes inom ramen för TVANE-projektet (Öhrström & Skånberg, 2006) framkom att senare europeiska studier visar delvis motstridiga resultat och studier från Japan visar att tågbuller, såväl från konventionella tåg som från Shinkansentåg, är mer störande än vägtrafikbuller vid ljudnivåer $> L_{Aeq,24h}$ 55 dB. Av de europeiska studierna bekräftar undersökningar i Frankrike och Tyskland relevansen av en tågbonus, särskilt vid ljudnivåer över $L_{Aeq,24h}$ 65 dB. En studie i Österrike ger stöd för tågbonus vid ljudnivåer $< L_{dn}$ 50 dB men inte vid ljudnivåer mellan L_{dn} 50-60 dB. Den svenska studien i Lerum (Öhrström *et al.*, 2005) ger inga belägg för en tågbonus. Störningar av buller från tåg och vägtrafik skilde sig inte åt vid låga nivåer ($L_{Aeq,24h}$ 45-50 dB) men vid högre ljudnivåer var andelen störda av tågbuller 7-10 procentenheter fler jämfört med andelen störda av vägtrafikbuller. När det gäller specifika effekter på samtal och andra aktiviteter som involverar lyssning visar samtliga fältstudier att tågbuller är mer störande än vägtrafikbuller. Det omvända förhållandet råder när det gäller påverkan på sömn – vägtrafikbuller påverkar sömnen i större grad än tågbuller. Den svenska studien i Lerum utgör ett undantag och visar att störningar av sömn (svårt att somna, uppvaknanden och sämre sömnkvalitet) är ungefär lika vanliga vid exponering för vägtrafikbuller som för tågbuller.

Ovanstående genomgång av undersökningar av effekter av tåg- och vägtrafikbuller visar att flera av senare års studier inte kunnat påvisa några skillnader i störning mellan tåg- och vägtrafikbuller. Flera studier har funnit att förändringar i exponeringssituationen (t.ex. fler tåg) har betydelse för upplevd störning. I de fall där exponeringsförhållandena är stabila så är störningen för tågbuller lägre än i de fall där exponeringen ökat eller ny infrastruktur tillkommit/planeras. Det kan noteras att flera av de japanska undersökningarna gjorts i områden med ett förhållandevis stort antal tåg (500 – 800 tåg per dygn) vilket innebär upptill 1 tåg varannan minut. Detta skulle kunna förklara en del av de skillnader som finns mellan japanska och europeiska studier.

En sammantagen bedömning efter genomgång av litteraturen är att det mesta talar för att det finns skäl för en tågbonus när det gäller allmän störning och sömnstörningar, men inte för samtalsstörningar. I takt med den ökning av tågtrafiken som nu sker, genom att nya järnvägslinjer byggs ut och godstrafiken utökas, är det nödvändigt att nya studier genomförs. Det är väsentligt att studera effekter på allmän störningsupplevelse, men även sömnstörningar och samtalsstörning behöver studeras för att ge säkrare underlag för att bedöma hälsoeffekter av tågbuller och om det ur miljömedicinsk synpunkt är rimligt med en bonus för tågtrafik.

2.2 Syfte

Syftet med denna studie var att genom empiriska undersökningar i fält i olika områden studera hur människor upplever och påverkas av tågbuller då antalet tåg är mycket stort. Resultaten jämförs dels med resultat från undersökningar inom detta projekt som genomförts i områden med färre tåg per dygn och dels med tidigare undersökningar av effekter av tågbuller i samma bostadsområden i Sollentuna kommun.

Följande övergripande frågeställningar formulerades:

- 1) Hur påverkar tågbuller människor som bor i områden invid mycket starkt trafikerade järnvägar med avseende på följande effekter:
(i) allmän störning, (ii) lyssningsaktiviteter inklusive samtal, avkoppling (inomhus med stängt respektive öppet fönster samt utomhus) och (iii) sömnstörningar?
- 2) Vilken betydelse för uppkomst av olika effekter har bostadens läge och utformning: byggnadsår, typ av hus, våningsplan, fönstertyp, sovrumsfönstrens läge, balkong/uteplatsens läge, avstånd till järnväg?
- 3) Sker det någon tillvänjning vad avser olika effekter av tågbuller över tid? (Jämförelser mellan studier i Sollentuna 2001, 2 år efter att Arlanda pendelns öppnande, och 2007).
- 4) Hur ser dos-respons sambandet ut för störning av buller vid järnvägar med mycket stort antal tåg per dygn jämfört med ett lägre antal tåg per dygn? (Jämförelser mellan områden i Töreboda och Falköping med 124 tåg/dygn).

3. MATERIAL OCH METOD

3.1 Val av undersökningsområden

För undersökningen valdes 3 områden (Norrviken, Häggvik och Helenelund) belägna vid Ostkustbanan i Sollentuna kommun. Undersökningsområdena visas i Appendix 1.

3.2 Bestämning av bullerexponering

Bestämning av individuell bullerexponering gjordes för samtliga bostäder i undersökningsområdena vid mest exponerad fasad. Beräkningarna av ljudnivåer har gjorts på två höjder, 4 respektive 2 m över mark. I hela undersökningsområdet finns en bullerskärm utmed båda sidor av järnvägen. Skärmen som uppfördes år 1995 är utförd i trä och skärmhöjden varierar från 2,10 till 4,7 över mark på mottagarsidan. En skärmhöjd på 3,80 m över rälsöverkant har använts vid beräkning av ljudnivåer från tåg. Utöver bullermåtten $L_{Aeq,24h}$ och L_{AFmax} beräknades bullernivåerna för L_{den} och för delar av dygnet (dag $L_{Aeq,06-18}$, kväll $L_{Aeq,18-22}$, natt $L_{Aeq,22-06}$). Som underlag för beräkningarna har uppgifter om tågtrafiken på Ostkustbanan inhämtats från Banverket. Totalt passerar 481 tåg per vardagsmedeldygn varav 15 är godståg. Fördelning av tåg över dygnet för olika tågtyper samt beräkningsmetod redovisas i Appendix 2 och fördelning av tåg per timme kl. 06-22 visas i Appendix 3. I Appendix 4 visas kartor med ljudnivåer i 5 dB intervall för $L_{Aeq,24h}$.

3.3 Kontrollmätningar av buller och vibrationer

Kontrollmätningar av buller genomfördes dels som stickprov på tre platser i undersökningsområdet och dels som långtidsmätning på två platser (Postvägen och Idrottsvägen) i Norrviken. Långtidsmätningarna skedde med loggande ljudnivåmätare som simultant i 1-minutersintervaller lagrade A-vägda ekvivalenta ljudnivåer, L_{peq} och A-vägda maximala ljudnivåer. Mätresultatet har sedan räknats om till dygnsekvivalent nivå med hjälp av den Nordiska beräkningsmodellen. För att säkerställa att det inte förekom kraftiga vibrationer utfördes vibrationsmätningar i form av stickprov vid fem fastigheter nära järnvägen varav två i Norrviken, två i Häggvik och en i Helenelund. Vibrationsmätningarna utfördes med givare monterade på jordspett i mark på tomten framför respektive fastighet. Metod och resultat av stickprovsmätningar av buller och vibrationer redovisas i mätteknisk rapport (Ögren & Jerson, 2010). Mätningarna utfördes på ett avstånd av 16 till 50 m från järnvägen. De högsta vibrationsnivåerna uppmättes i Norrviken (0,7 till 0,8 mm/s) 16 resp. 18 m från järnvägen. I Häggvik var vibrationsnivåerna låga, typiskt under 0,4 mm/s och i Helenelund uppmättes inga eller mycket låga vibrationsnivåer (<0,05 mm/s).

3.4 Val av undersökningspopulation

För undersökningen valdes samtliga personer i åldern 18-75 år som bodde i bostäder med bullernivåer från tåg utanför bostaden på $L_{Aeq,24h}$ 45 dB eller högre. I urvalet ingick inga personer med en kortare boendetid än 6 månader på den utvalda adressen. Målsättningen var att erhålla minst 100 svarande inom varje bullerkategori ($L_{Aeq,24h}$ 45-50, 51-55, 56-60, 61-65, >65 dB). Det totala urvalet uppgick till 1527 personer.

Av de utvalda 1527 personerna utgick 29 personer på grund av att de hade flyttat från adressen, bott på adressen kortare tid än 6 månader eller hade avlidit. Målgruppen uppgick därför till 1498 personer. Antalet personer som besvarade enkäten var 724 vilket innebär en svarsfrekvens på 48 % (se tabell 1).

Tabell 1. Urval och svarsfrekvens.

Urval	Utgår (flyttat, sjuk)	Resterande urval	Svarat	Svar %
1 527	29	1 498	724	48,3

3.5 Undersökningspopulation

I tabell 2 redovisas undersökningspopulationens fördelning över olika ljudnivåkategorier i $L_{Aeq,24h}$ 45-65 dB beräknat 2 m över mark. Motsvarande tabeller för ljudnivåkategorier i L_{den} , L_{natt} , L_{AFmax} , samt för avstånd till järnvägen visas i Appendix 5. Av de totalt 724 personer som besvarat enkäten uteslöts ett antal personer eftersom de hamnade i lägre (<45 dB) respektive högre ljudnivåkategorier (>65 dB). Analyser av resultat från undersökningen baseras därför på totalt 715 personer.

Tabell 2. Undersökningspopulation: antal personer i olika kategorier av ekvivalent dygnsnivå, $L_{Aeq,24h}$.

Antal personer per ljudnivåkategori $L_{Aeq,24h}$ beräknat 2 m över mark				
45-50 dB	51-55 dB	56-60 dB	61-65 dB	Totalt
167	280	191	77	715

3.6 Utvärdering av effekter av tågbuller

Störning och andra hälsoeffekter av buller utvärderades med hjälp av ett frågeformulär. Formuläret är baserat på de formulär som tidigare har använts i olika större epidemiologiska studier av bullerstörningar i Sverige, t.ex. i undersökningar av effekter av buller och vibrationer från tåg (Öhrström & Skånberg, 1995; 1996) samt studier inom forskningsprogrammet "Ljudlandskap för bättre hälsa" (Öhrström et. al., 2006) och i studien i Lerum (Öhrström et. al., 2005; 2007). Några av frågorna i dessa studier har även använts i Miljöhälsoenkäten (NMHE 99). Formuläret sändes till de utvalda personerna tillsammans med ett introduktionsbrev. I brevet presenterades undersökningen som en undersökning om boendemiljö och människors hälsa och välbefinnande. Dessutom angavs att frågeformuläret till stor del berörde frågor om bostaden och miljön i bostadens närhet samt den egna upplevelsen av miljön, särskilt ljud och buller. I brevet uppgavs också att resultaten från dessa undersökningar kommer att bli ett viktigt underlag för utformning av bebyggelse och boendemiljöer.

Frågeformuläret innehöll totalt 50 frågor, exklusive delfrågor, och består av följande 5 delar:

(A) *Bostad och boendemiljö.* I avsnittet om bostaden ingår frågor om boendetid, antal personer i bostaden (vuxna, barn respektive ungdom), småhus eller flerbostadshus, vilket år huset är byggt, husets stomme och om det finns källare. Vidare ställs frågor om antal rum och våningsplan samt på vilket plan sovrummet är beläget, typ av fönster i bostaden och dess placering i förhållande till olika bullerkällor (t.ex. vetter mot större gata, järnväg, gård eller grönområde). Avsnittet innehåller även frågor om tillgång till balkong eller uteplats och vistelsetid på dem, tillgång till grönområden i närheten samt hur ofta promenader i omgivningen sker. Ett antal frågor ställs om det mest besökta grönområdets karaktär och ljudmiljö. Avsnittet om boendemiljön innefattar även frågor om trivsel i bostaden och bostadsområdet samt om det finns en vilja att byta bostad och orsaken till detta. Denna del innehåller vidare frågor om störning av olägenheter av olika slag som kan förekomma i ett bostadsområde (bl.a. buller och lukt från industrier, ljud/buller från tåg och flyg, ventilation, installationer och grannar, buller och avgaser från vägtrafik och vibrationer från tåg- och vägtrafik).

(B och C) *Frågor om vägtrafik respektive tågtrafik.* I dessa avsnitt ingår frågor om störning och påverkan på olika vardagsaktiviteter av buller från tåg- respektive vägtrafik. Bland frågorna om tågtrafik ingår även frågor om vibrationer och en fråga om störningsfrekvens ("Hur ofta störs Du av tågbuller?") som möjliggör jämförelser med Nordling och Bluhms tidigare undersökning i Sollentuna.

(D) *Allmänna frågor.* Innehåller frågor om individkaraktäristika som ålder, kön, civilstånd, självrapporterad ljudkänslighet, försörjningssituation, färd sätt till arbete/studieort samt utbildningsnivå.

(E) *Plats för egna kommentarer.*

3.7 Genomförande av undersökningen

Planering och uppläggning av undersökningarna påbörjades under hösten 2007. Arbetet med besiktning av undersökningsområdet och preliminär bedömning av individuell bullerexponering, urval av undersökningspopulation samt utformning av frågeformulär slutfördes i januari 2008. Adresser till undersökningsområdena har, liksom för övriga fältstudier inom TVANE-projektet, beställts från Infodata Direkt. Frågeformulär och introduktionsbrev skickades ut under tiden 30 april – 6 maj 2008. Två påminnelsebrev sändes ut med 10 dagars mellanrum till dem som inte svarat på frågeformuläret. Den första påminnelsen bestod endast av ett brev medan den andra påminnelsen bestod av brev och ett nytt formulär. Kompletteringar av formulär insamlades från de personer som fyllt i enkäterna bristfälligt.

3.8 Statistisk bearbetning och redovisning av resultat

Data har analyserats med SPSS for Windows version 15.0.1. Sambandet mellan olika bullermått har analyserats med Pearsons korrelationskoefficient (r) och samband mellan effektmått (t.ex. störningsgrad) och bullermått (kontinuerlig variabel) har analyserats med Spearmans rangkoefficient (r_s). För att testa sambandet mellan effekter i form av proportioner (t.ex. andel störda) och exponeringskategorier användes χ^2 -test för trend.

För att testa skillnader i störning mellan olika grupper (t.ex. sovrummets läge, fönstertyp) användes dels χ^2 -test för andel störda (%) och t -test för grad av störning (medelvärde).

För att beskriva sambandet mellan bullernivå ($L_{Aeq,24h}$) och allmän störning (% som är ganska, mycket eller oerhört mycket störda) av tågbuller användes binär logistisk regressionsteknik med beräkning av oddskvoter.

För statistiskt säkerställd signifikans valdes $p < 0,05$.

4. RESULTAT

4.1 Beskrivning av bullerexponering från tåg

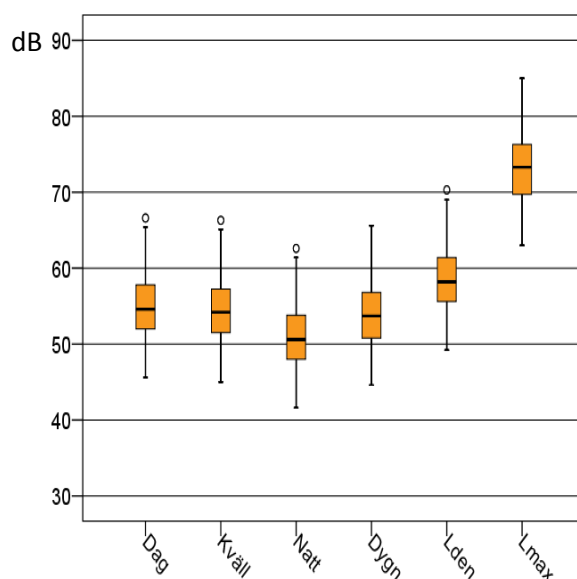
För varje persons bostad har exponering för tågbuller beräknats för sammanlagt 6 olika exponeringsmått. Tabell 3 redovisar statistisk fördelning för de beräknade bullernivåerna för vart och ett av exponeringsmåten samt avstånd från järnvägen för bostäderna i undersökningsmaterialet. Bullervärdena avser nivåer 2 m över mark vid den mest exponerade sidan av bostaden. I Appendix 2 och Appendix 3 redovisas trafikeringen av tågtrafik i de olika områdena och metod för beräkning av bullernivåer vid bostäderna. Appendix 4 visar kartor med ljudnivåer i 5 dB-intervall för $L_{Aeq,24h}$.

Tabell 3. Bullernivåer från tåg beräknat på 2 m höjd över mark vid de olika bostäderna samt avstånd från järnvägen – statistisk fördelning för olika exponeringsmått.

Statistisk fördelning för olika exponeringsmått (n=715)							
	L_{AFmax}	$L_{Aeq,24h}$	$L_{Aeq,06-18}$	$L_{Aeq,18-22}$	$L_{Aeq,22-06^*)}$	L_{den}	Avstånd från järnväg
Mean	73,2	54,1	55,2	54,7	51,2	58,8	132
Sd	4,8	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3	69
Median	73,3	53,7	54,6	54,2	50,6	58,2	118
Minimum	63,0	44,6	45,6	45,0	41,6	49,2	11
Maximum	85,0	65,6	66,6	66,3	62,6	70,3	343

*) L_{natt}

Tågtrafikens exponering är relativt jämnt fördelad över dygnet. Medelljudnivån är högst under dagen (kl. 06-18) och lägst under natten (kl. 22-06), $L_{Aeq,06-18}$ 55,2 dB respektive $L_{Aeq,22-06}$ 51,2 dB. Medelljudnivå för L_{den} är 4,7 dB högre än den dygnsekvivalenta nivån, $L_{Aeq,24h}$ 54,1 dB jämfört med L_{den} 58,8 dB. Fördelningen av bullernivåer över dygnet för olika ljudnivåmått visas även i figur 1.



Figur 1. Tågbullernivå 2 m över mark för olika exponeringsmått och tidsperioder. Mittstrecket i boxen visar medianvärdet och första och tredje kvartilen visas av de nedre respektive övre linjerna i boxen. Staplarna visar max- och min-värden och cirkelarna visar extremvärden.

De olika bullermåtten är mycket högt interkorrelerade, Pearson korrelationskoefficient (r) är närmare 1,0. Avstånd till järnvägen är relativt högt korrelerat med bullernivå och varierar mellan $r=-0,669$ till $r=-0,693$ ($p<0,001$) för de olika bullermåtten.

4.2 Beskrivning av undersökningspopulationen

Appendix 6 redovisar olika individkaraktäristika som ålder, kön, civilstånd, ljudkänslighet, typ av försörjning och utbildning m.m. för hela undersökningspopulationen samt indelat på olika ljudnivåkategorier i $L_{Aeq,24h}$. De olika individvariablerna skilde sig inte åt mellan ljudnivåkategorierna.

Medelåldern var 51,2 år och andelen kvinnor var 56 %. Majoriteten var sammanboende eller gifta (77 respektive 14 %), andelen deltagare med barn under 7 år var 13 % och andelen deltagare med barn/ungdom 7-17 år var 29 %. En majoritet (59 %) var anställda, 10 % hade eget företag, 6 % var studerande och 21 % var ålders- eller förtidspensionärer. Var tredje person hade utbildning kortare än 12 år och 49 % hade genomgått en universitetsutbildning i 3 år eller mer. En tredjedel upplever sig som ganska eller mycket känsliga för ljud och buller och lika många anger motsvarande känslighet för damm och luftföroreningar.

4.3 Beskrivning av bostädernas utformning

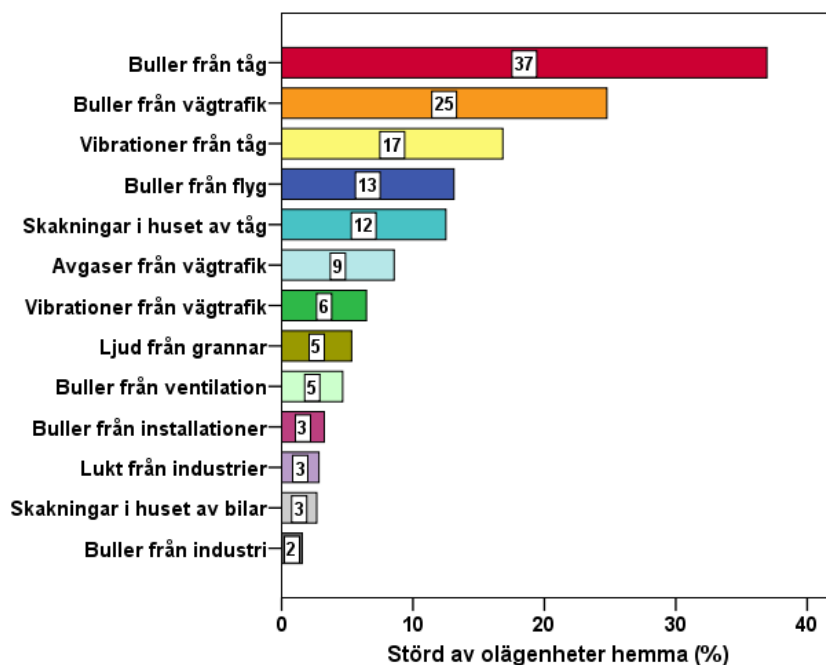
Bostadens utformning är av betydelse för olika upplevda effekter av buller från tåg och vägtrafik. I Appendix 7 och 8 redovisas en beskrivning av bostaden och dess utformning totalt samt indelat på ljudnivåkategori i $L_{Aeq,24h}$. Appendix 9 redovisar beskrivning av bostad och dess utformning och nära omgivning för de tre delområdena Norrviken, Häggvik och Helenelund.

Boendetiden, i genomsnitt 15,1 år, var ungefär lika i de olika ljudnivåkategorierna. En majoritet bodde i småhus (73 %). Andelen som bodde i flerbostadshus var bara 8 % i den högsta ljudnivåkategorin och i den lägsta ljudnivåkategorin bodde 47 % i flerbostadshus. En femtedel bodde i hus byggda före 1941, 47 % i hus byggda mellan 1941 och 1975 och 32 % i hus byggda efter 1975. En tredjedel bodde i hus byggda före 1941 och 28 resp. 21 % bodde i hus byggda efter 1975. En lägre andel av husen i ljudnivåkategorin 45-50 dB var byggda före 1961 (21 %) jämfört med övriga områden (ca 60 %). En majoritet hade sin bostad på våningsplan 1 (70 %) och endast 11 % hade sin bostad på plan 3-6.

Närmare hälften (47 %) hade 3-glasfönster i något rum och en högre andel bland dem som bodde närmare järnvägen hade 3-glasfönster (62 % i de högsta och 41 % i de lägsta ljudnivåkategorierna). Andelen som angav att de hade sovrumsfönster, balkong eller uteplats mot järnvägen var högre ju närmare järnvägen man bodde och var i genomsnitt 17 %.

4.4 Störning av olika olägenhetskällor

Enkäten innehöll frågor om störningar från vanligt förekommande olägenheter i ett bostadsområde som kan vara störande eller besvärande. Störningsskalan var en 6-gradig kategoriskala från "märker inte" till "störs oerhört mycket". Andelen personer som är "stödda" (ganska, mycket eller oerhört mycket störda) från olika källor redovisas i figur 2 nedan.



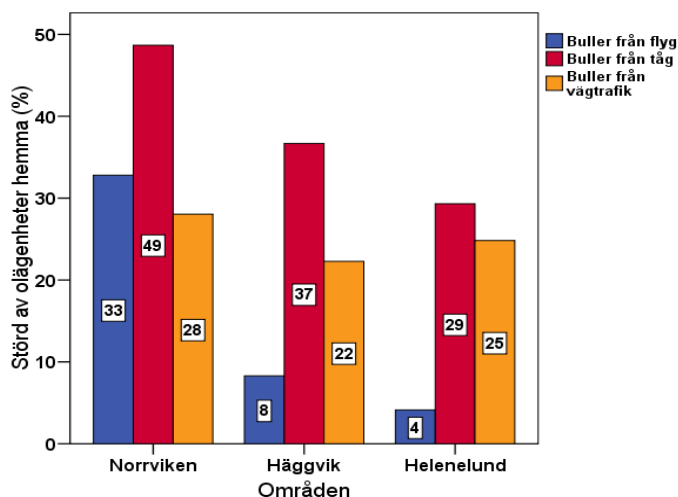
Figur 2. Andel (%) personer som är störda (ganska, mycket eller oerhört mycket) av olika olägenhetskällor i bostadsområdet.

De dominerande störningarna är buller från tåg, vägtrafik och flyg (37, 25 respektive 13 % störda). Störning av vibrationer från tåg och skakningar i huset av tåg rapporteras av 17 respektive 12 %. Andel störda av andra olägenhetskällor i undersökningsområdet är mindre än 10 %. Appendix 10 visar störning av olika olägenheter uppdelat på ljudnivåkategori för $L_{Aeq,24h}$.

Vid en uppdelning på de tre delområdena Norrviken, Häggvik och Helenelund (se även Appendix 11) framgår att fler är störda av vibrationer från tåg i Norrviken (29 %) än i Häggvik och Helenelund (12 % störda). Stickprovsmätningarna av vibrationer (se även mätteknisk rapport Ögren & Jerson, 2010) visade att det förekom markvibrationer på nära avstånd (ca 20 m) från järnvägen i Norrviken men i Häggvik och i Helenelund uppmättes endast mycket svaga respektive inga markvibrationer.

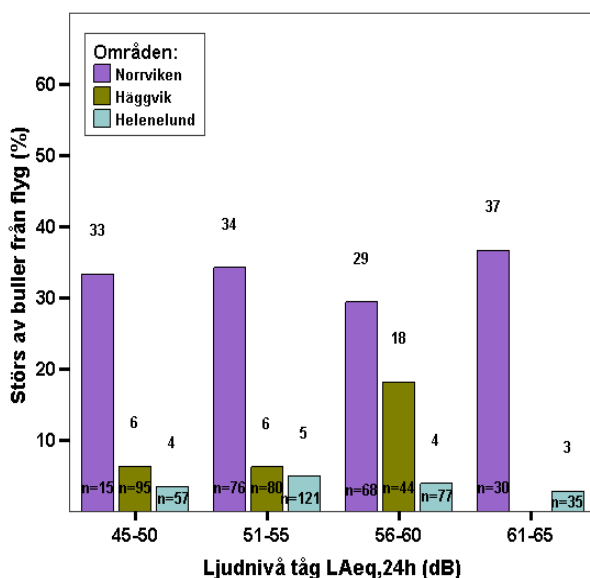
Appendix 12 redovisar allmänna kommentarer om boendemiljön uppdelat på de tre delområdena. Av de 32 personer som lämnat kommentarer i Norrviken gällde 41 % olägenheter av flyget. I Häggvik och Helenelund hade 15 personer i respektive område kommenterat olägenheter i boendemiljön varav 7 respektive 5 % berörde flygbuller som problem. Kommentarer över olägenheter av tågtrafiken svarade för en ungefär lika hög andel i de tre områdena (mellan 53 och 59 %).

Figur 3a visar störning av buller (6-gradiga skalan) från flyg, vägtrafik och tåg uppdelat på de tre delområdena Norrviken, Häggvik och Helenelund. Störning av flygbuller anges av en hög andel i Norrviken (33 % störda) medan störning av flygbuller är låg i övriga områden, 8 % i Häggvik och 4 % i Helenelund. Andelen som störs av vägtrafikbuller är ungefär lika i de tre delområdena, 22-28 % störda.



Figur 3a. Andel (%) personer som är störda (ganska, mycket eller oerhört mycket) hemma av buller från flyg, buller från tåg och buller från väg i de tre undersökningsområdena Norrviken, Häggvik och Helenelund.

Figur 3 b nedan visar andelen störda av flygbuller i respektive ljudnivåkategori för tågbuller i de tre delområden Norrviken, Häggvik och Helenelund. I Norrviken var ungefär lika hög andel störda av flygbuller oavsett ljudnivå från tåg, (29 till 37 % störda). Detsamma var fallet i Helenelund med endast 3 till 5 % störda av flygbuller. I Häggvik var lika hög andel störda av flygbuller i tågbullerkategorierna 45-50 och 51-55 dB (6 % störda av flyg) medan 3 gånger fler var störda av flygbuller i den högsta tågbullerkategorin (18 % störda av flyg).



Figur 3b. Andel (%) personer som är störda (ganska, mycket eller oerhört mycket) hemma av buller från flyg, i relation till ljudnivå från tåg i de tre undersökningsområdena Norrviken, Häggvik och Helenelund.

4.5 Allmän störning av buller från tågtrafik

Två standardiserade frågor (ISO, 2003) om störning av buller ingick i frågeformuläret. Frågorna hade följande formuleringar "Om du tänker på de senaste 12 månaderna, när Du befinner dig hemma, hur mycket störs eller besväras Du av buller från (tåg, vägtrafik)?" Svartalternativen var "störs inte alls, störs inte särskilt mycket, störs ganska mycket, störs mycket och störs oerhört mycket". I resultatredovisningen anges störning som andel som svarat att de störs ganska mycket, störs mycket eller störs oerhört mycket ("andel störda"). Resultat för allmän störning baserade på denna 5-gradiga kategoriskala redovisas i relation till olika bullerexponeringsmått i avsnitt 4.5.2 och 4.5.3.

Frågor om störning graderade från 0-10 användes om störning "hemma", störning "inomhus med stängt fönster", störning "inomhus med öppet fönster" samt störning "utomhus". Resultat baserade på störningsskalor 0-10 redovisas i avsnitt 4.6.

För att möjliggöra jämförelser med störning av tågbuller i studien som genomfördes 2001 av Nordling och Bluhm mättes störning även med en fråga med följande formulering: "Hur ofta har Du de senaste 3 månaderna känt Dig störd eller besvärad av buller från (tåg, vägtrafik i Din bostad?)" Svartalternativen var "Sällan eller aldrig", "Någon/några gånger i månaden" "Någon/några gånger i veckan", och "Varje dag". Se jämförelser av resultat med studien av Nordling och Bluhm under avsnitt 4.14.

4.5.1 Samband mellan störning av tågbuller och olika bullermått

I tabell 4 visas sambandet (Spearman's r_s) mellan störning av tågbuller och bullernivå för olika exponeringsmått samt avstånd till järnväg.

Tabell 4. Korrelationskoefficienten (r_s) för samband på individnivå, mellan allmän störning av tågbuller och bullernivå (2 m över mark) beräknad för olika bullermått samt avstånd till järnväg (n=715).

	$L_{Aeq,24h}$	L_{natt}	L_{den}	L_{AFmax}	Avstånd
	r_s	r_s	r_s	r_s	r_s
Störning av tågbuller:					
störningsskala 1-5	0,395	0,396	0,395	0,385	-0,377
störningsskala 0-10	0,367	0,369	0,367	0,357	-0,353
störs hur ofta 1-4	0,369	0,371	0,369	0,365	-0,365

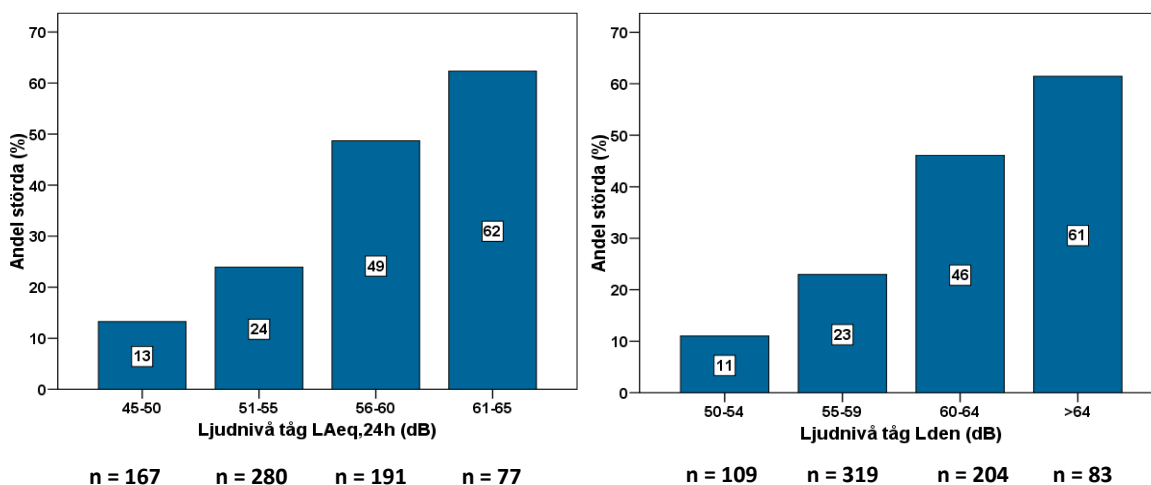
Samtliga samband är statistiskt signifikanta, $p < 0,001$, Spearman's test.

Samband mellan störning av buller mätt med de tre olika störningsskalorna och bullernivå mätt med olika bullerexponeringsmått var statistiskt signifikant ($p < 0,001$). Sambanden var ungefär desamma som i andra likartade undersökningar och var något starkare för störningsskala 1-5 än för de två övriga störningsskalorna (jfr. för $L_{Aeq,24h}$ $r_s = 0,395$ respektive $r_s = 0,367$ för skala 0-10 och $r_s = 0,369$ för skala hur ofta 1-4). Avstånd till järnväg och bullernivå mätt med olika bullermått uppvisade likartat samband (r_s) med störning av buller.

I avsnitt 4.5.2 och 4.5.3 visas samband mellan allmän störning mätt med skala 1-5 och 4 olika exponeringsmått: $L_{Aeq,24h}$, L_{den} , L_{AFmax} samt avstånd till järnvägen för hela undersökningsområdet samt uppdelat på de tre delområdena Norrviken, Häggvik och Helenelund.

4.5.2 Störning av tågbuller i relation till bullerexponering angett i $L_{Aeq,24h}$ respektive L_{den}

Jämförelser för störning av tågbuller (andel störda) visas i figur 4 nedan för $L_{Aeq,24h}$ respektive L_{den} för hela undersökningsområdet och i figur 5 visas störning uppdelat på de olika delområdena Norrviken, Häggvik och Helenelund.

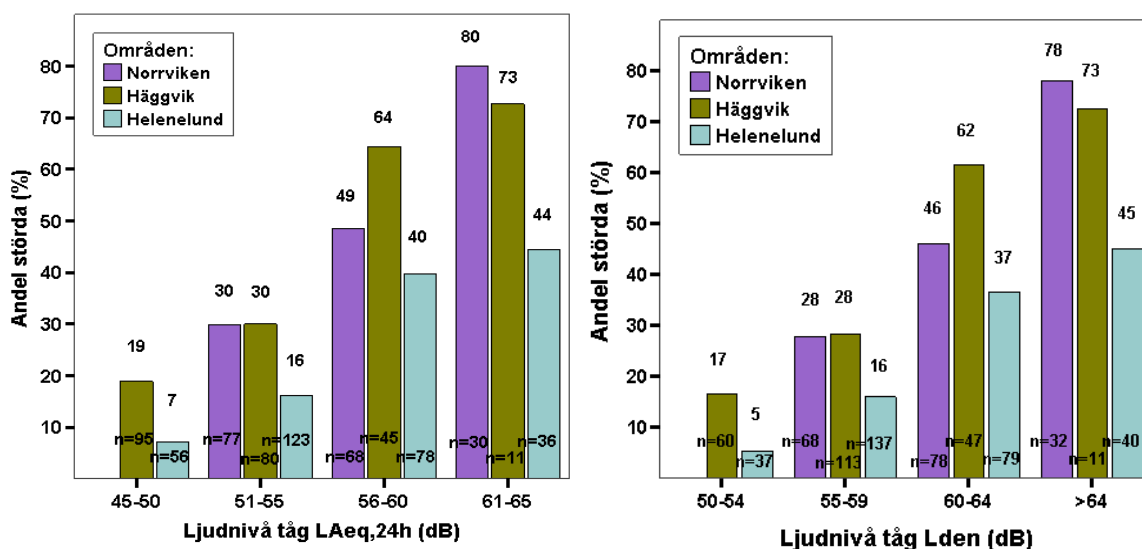


Figur 4. Andel störda (%) av buller från tågtrafik i relation till ljudnivå i $L_{Aeq,24h}$ (vänster) och i relation till ljudnivå i L_{den} (höger).

Andelen störda ökar signifikant ($p < 0,001$ för trend) från 13 % vid nivån $L_{Aeq,24h}$ 45-50 dB till 62 % i den högsta bullerkategorin (vänster figur). En andel på 10 % störda överskrids redan i den lägsta ljudnivåkategorin och i kategorin 56-60 dB är ungefär hälften störda av tågbuller.

Andelen störda vid L_{den} 50-54 dB (höger figur) är 11 % och ökar till 61 % i den högsta L_{den} -kategorin ($p < 0,001$ för trend). Andelen störda fördubblas för varje 5 dB kategori upp till 60-64 dB (från 11 till 46 %).

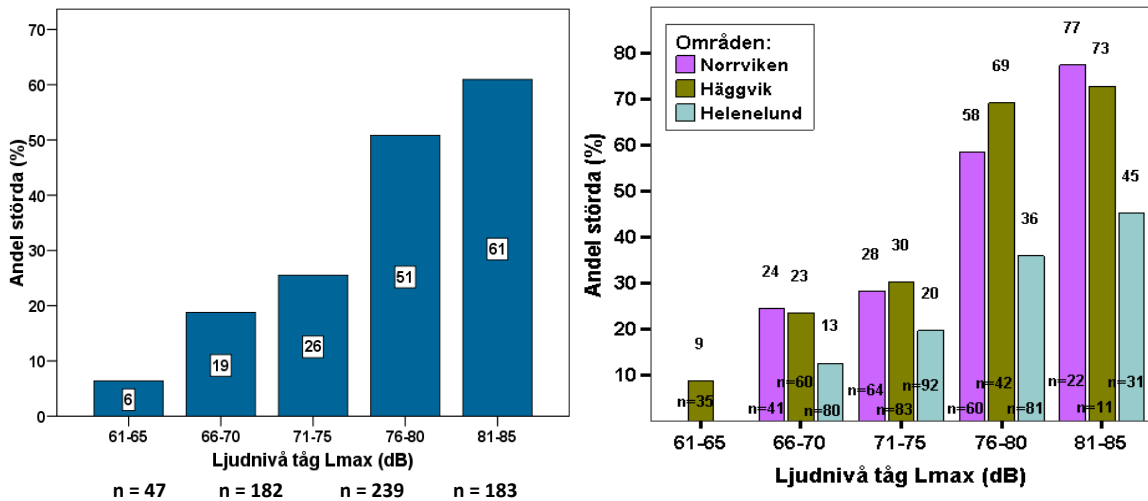
Figur 5 visar att störning av tågbuller skiljer sig åt mellan de olika delområdena. Andelen störda är avsevärt lägre i Helenelund, särskilt i den högsta ljudnivåkategorin (jämför t.ex. $L_{Aeq,24h}$ 61-65 dB: 44 % med 80 % i Norrviken och 73 % i Häggvik).



Figur 5. Andel störda (%) av buller från tågtrafik i de olika delområdena Norrviken, Häggvik och Helenelund i relation till ljudnivå i $L_{Aeq,24h}$ (vänster) och i relation till ljudnivå i L_{den} (höger).

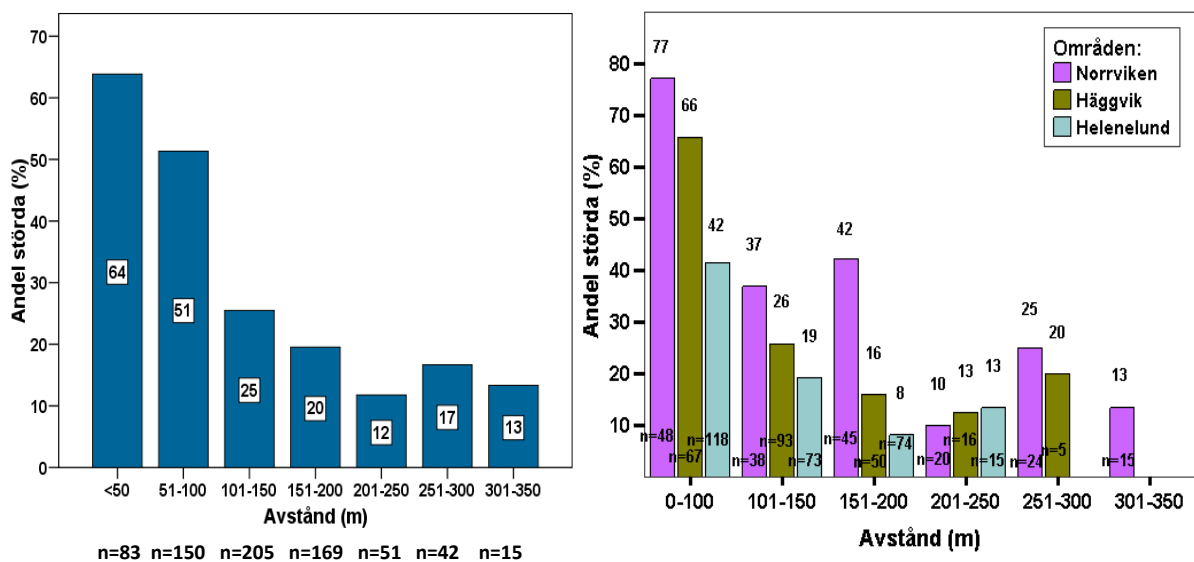
4.5.3 Störning av tågbuller i relation till bullerexponering anggett i L_{AFmax} respektive avstånd till järnvägen

Figur 6 (vänster) visar att det finns ett starkt samband mellan andelen som är störda av tågbuller och bullerexponering från tåg beräknat som maximalnivå ($p < 0,001$ för trend). I den lägsta bullerkategorin är 6 % störda och i den högsta är ca 10 gånger fler störda (61 %). Andel störda av tågbuller i relation till L_{AFmax} i de olika delområdena visas i höger figur. I Norrviken och Häggvik är andelen störda likartad medan andelen störda av tågbuller är avsevärt lägre i Helenelund.



Figur 6. Andel störda (%) av buller från tågtrafik i relation till ljudnivå L_{AFmax} . Vänster figur visar hela området och höger figur visar andel störda i respektive delområde.

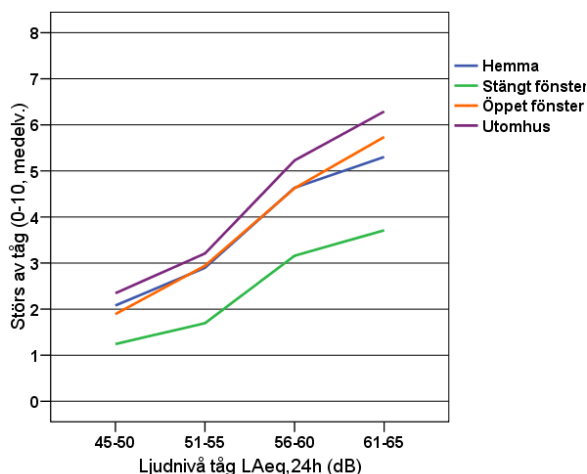
Andelen störda minskar med ökat avstånd till järnvägen ($p < 0,001$ för trend), se figur 7 vänster. I de olika delområdena (höger figur) är andelen störda av tågbuller högre i Norrviken än i övriga områden vid avståndet 151-200 m från järnvägen.



Figur 7. Andel störda (%) av buller från tågtrafik i relation till avstånd till järnvägen. Vänster figur visar resultat för hela området och höger figur visar samband mellan andel störda och avstånd till järnvägen uppdelat på olika delområden.

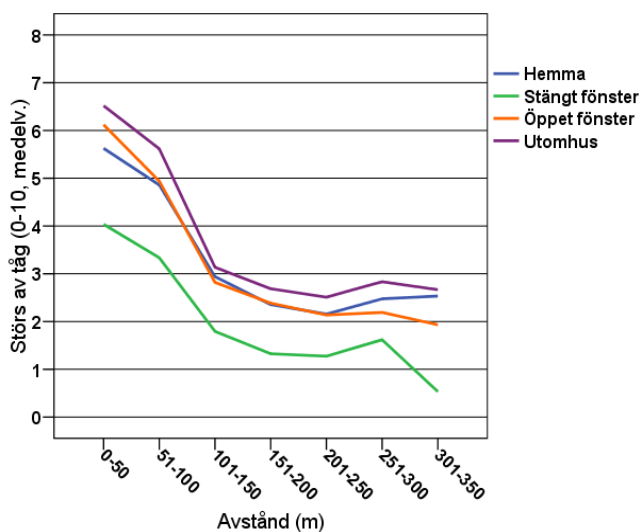
4.6 Jämförelser mellan störning av tågbuller inomhus med stängt och öppet fönster samt störning utomhus

I detta avsnitt redovisas jämförande resultat mellan störning av tågbuller inomhus med "stängt" respektive "öppet" fönster, störning "utomhus" samt störning "hemma". Störning hemma har i andra liknande studier av vägtrafikbuller (t.ex. inom forskningsprogrammet "Ljudlandskap för bättre hälsa"; Öhrström *et al.*, 2006) visat sig ge ett genomsnitt av störning (inne med stängt respektive öppet fönster samt utomhus). Störning av tågbuller inomhus och utomhus i relation till ljudnivå i $L_{Aeq,24h}$ visas i figur 8 och i relation till avstånd från järnvägen i figur 9. Se även Appendix 13 som visar samband med L_{AFmax} respektive L_{den} .



Figur 8. Störning av tågbuller (medelvärde, skala 0-10) hemma, inomhus med stängt respektive öppet fönster samt störning utomhus i relation till bullernivå i $L_{Aeq,24h}$.

Medelvärdet för störning "utomhus" är högst, men bara något högre än störning med "öppet fönster" och störning "hemma". Detta tyder på att när man anger störning hemma tänker man på situationen både i och utanför sitt hem, vilket också var avsikten då denna frågeformulering fastställdes (ISO, 2003). Medelvärdet för störning inomhus med "stängt fönster" är avsevärt lägre än störning i övriga situationer. Detta kan sannolikt förklaras av att tågbuller dämpas bra av fönster och fasad eftersom det är mera högfrekvent till sin karaktär än vägtrafikbuller.



Figur 9. Störning av tågbuller (medelvärde, skala 0-10) hemma, inomhus med stängt respektive öppet fönster samt störning utomhus i relation till bullernivå i L_{AFmax} (vänster) och i relation till avstånd från järnvägen (höger).

4.7 Påverkan av tågbuller på olika aktiviteter inomhus och utomhus

Ett flertal frågor om påverkan av buller på olika aktiviteter ingick i frågeformuläret. Frågorna bestod av två delar och var formulerade som följer: "För det första (1) undrar vi Hur ofta Du anser att buller från tågtrafik stör på något sätt när Du befinner dig hemma. Om Du svarat Ibland eller Ofta undrar vi för det andra (2) Hur störande eller besvärande Du tycker att detta är". På frågan "Hur ofta" var svarsalternativen "aldrig" = 0, "ibland" = 1, "ofta" = 2, på frågan "Hur störande eller besvärande" det är att bullret försvårar olika aktiviteter var svarsalternativen "inte särskilt" = 2, "ganska" = 3 och "mycket" = 4. Värdet på de två delfrågorna adderades i ett summamått som kan anta värden mellan 0 och 6. Personer med summamåttet >3 klassas som påverkade. De som har svarat "Ja ibland" i kombination med "ganska" eller "mycket störande/besvärande" har fått summamåttet 4 respektive 5. De som har svarat "Ja ofta" i kombination med "inte särskilt", "ganska" eller "mycket störande/besvärande" har fått summamåttet 4, 5 respektive 6.

4.7.1 Samband mellan olika bullermått och påverkan av tågbuller på olika aktiviteter

I tabell 5 visas samband (Spearman r_s) mellan bullernivå mätt med olika bullermått samt avstånd till järnvägen och påverkan av tågbuller på olika aktiviteter. Eftersom L_{den} och $L_{Aeq,24h}$ är helt interkorrelerade visas inte samband för L_{den} och aktivitetspåverkan av buller i tabellerna.

Tabell 5. Korrelationskoefficienten (r_s) för samband på individnivå mellan olika aktivitetsstörningar (andel >3) av tågbuller inomhus med stängt fönster, med öppet fönster samt utomhus och exponering för tågbuller beräknad för olika bullermått samt avstånd till järnväg (n=715).

Störning av aktiviteter (summamått 0-6)	$L_{Aeq,24h}$	L_{AFmax}	Avstånd
Inomhus med stängt fönster vid:	r_s	r_s	r_s
Samtal	0,241	0,231	-0,262
Telefonsamtal	0,226	0,227	-0,255
Lyssna på radio/TV	0,276	0,277	-0,309
Koncentration	0,278	0,268	-0,253
Avkoppling försvåras	0,269	0,259	-0,256
Störs av att inte kunna ha fönster öppna	0,280	0,283	-0,290
Inomhus med öppet fönster vid:			
Samtal	0,377	0,362	-0,403
Telefonsamtal	0,385	0,380	-0,413
Lyssna på radio/TV	0,370	0,368	-0,407
Koncentration	0,299	0,294	-0,314
Avkoppling försvåras	0,294	0,294	-0,305
Störning utomhus vid:			
Samtal utomhus försvåras	0,481	0,464	-0,489
Avkoppling utomhus försvåras	0,356	0,344	-0,340
Vistelse utomhus försvåras	0,290	0,290	-0,294

Samtliga samband är statistiskt signifikanta, $p < 0,001$, Spearmans test.

De lägsta sambanden ($r_s < 0,30$) mellan olika exponeringsmått och olika typer av aktivitetspåverkan finns för situationen inomhus med *stängt fönster* och de tre bullermåtten uppvisade ungefär samma samband med aktivitetsstörning.

I situationen inomhus med *öppet fönster* respektive då man vistades utomhus var sambandet mellan aktivitetspåverkan och bullernivå, som förväntat, något högre för aktiviteter som involverar lyssning och samtal (jfr samband mellan $L_{Aeq,24h}$ och samtalsstörning vid stängt fönster $r_s=0,241$, öppet fönster $r_s=0,377$ och utomhus $r_s=0,481$). Generellt var sambanden mellan avstånd till järnvägen och påverkan av tågbuller på olika aktiviteter något högre än sambanden mellan aktivitetspåverkan och de två bullermåtten.

4.7.2 Samband mellan olika mått på allmän störning och påverkan av tågbuller på olika aktiviteter

I tabell 6 visas samband (Spearman's r_s) mellan allmän störning mätt med olika frågor (skala 1-5 respektive skala 0-10) och påverkan av tågbuller inomhus med stängt respektive öppet fönster samt utomhus för olika aktiviteter.

Tabell 6. Korrelationskoefficienten (r_s) för samband på individnivå mellan olika aktivitetsstörningar p.g.a. tågbuller inomhus med stängt fönster, med öppet fönster respektive utomhus och allmän störning av tågbuller mätt med olika mått (n=715).

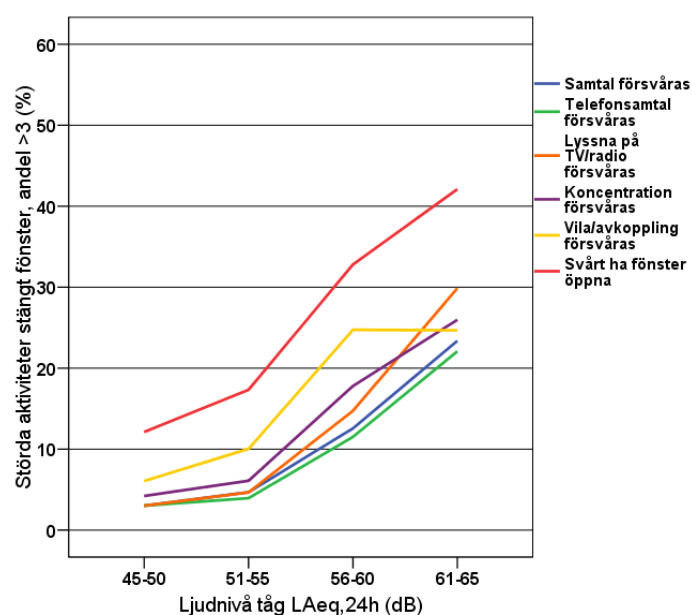
Störning av aktiviteter (summamått 0-6)	Störning inomhus med <u>stängt</u> fönster (0-10)	Störning hemma 1-5
Inomhus med <u>stängt fönster</u> vid:	r_s	r_s
Samtal	0,529	0,497
Telefonsamtal	0,484	0,463
Lyssna på radio/TV	0,512	0,496
Koncentration	0,581	0,557
Avkoppling försvåras	0,662	0,616
Störs av att inte kunna ha fönster öppna	0,612	0,650
	Störning inomhus med <u>öppet</u> fönster (0-10)	Störning hemma (1-5)
Inomhus med <u>öppet fönster</u> vid:	r_s	r_s
Samtal	0,718	0,639
Telefonsamtal	0,688	0,638
Lyssna på radio/TV	0,706	0,643
Koncentration	0,727	0,653
Avkoppling försvåras	0,749	0,674
	Störning <u>utomhus</u> (0-10)	Störning hemma (1-5)
Störning <u>utomhus</u> vid:	r_s	r_s
Samtal utomhus försvåras	0,799	0,702
Avkoppling utomhus försvåras	0,778	0,711
Vistelse utomhus försvåras	0,577	0,554

Spearman's test r_s : Samtliga samband statistiskt signifikanta $p<0,001$.

Samband mellan allmän störning och påverkan på olika aktiviteter (tabell 6) är, som förväntat, avsevärt högre än samband mellan olika bullerexponeringsmått och påverkan på aktiviteter (jfr tabell 5). De två måtten på allmän störning är högt korrelerade med varandra (störning hemma 1-5 resp. störning 0-10) vilket gör att det inte föreligger några stora skillnader i samband mellan olika mått och påverkan på aktiviteter. Sambanden är dock (som förväntat) något högre mellan aktivitetspåverkan och allmän störning skala 0-10 i motsvarande situation (inomhus med stängt eller öppet fönster eller utomhus). Endast i ett fall (svårt att ha fönster öppna) är sambandet med allmän störning (skalan 1-5) något högre: $r_s=0,650$ jämfört med $r_s=0,612$.

4.7.3 Påverkan av tågbuller vid olika aktiviteter inomhus med stängt fönster

Påverkan av tågbuller på olika dagliga aktiviteter inomhus med stängt fönster vid olika bullernivåer visas i figur 10.



Figur 10. Andel (%) personer som har summamåttet >3 för påverkan av tågbuller med stängt fönster vid olika aktiviteter i relation till bullernivå från tåg, $L_{Aeq,24h}$.

Störning av olika aktiviteter ökar kraftigt med ökad tågbullernivå särskilt vid ljudnivåer över 55 dB. Figur 10 och tabell 7 nedan visar att de mest påverkade aktiviteterna inomhus är svårt att ha fönster öppna och att vila/avkoppling försvåras följt av koncentrationspåverkan och att lyssna på radio/TV. Med undantag för att man upplever det som störande att inte kunna ha fönster öppna, är det först vid ljudnivåer över 55 dB som fler än 10 % anger att tågbuller påverkar dessa aktiviteter.

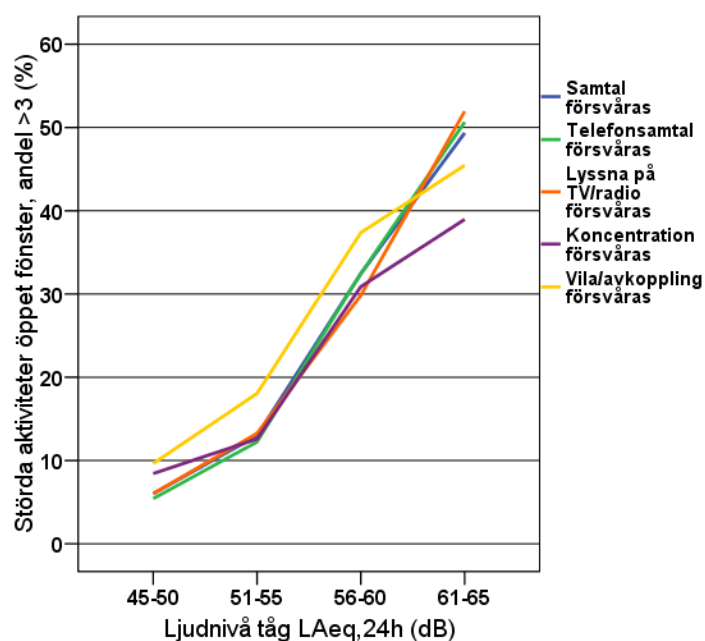
Tabell 7. Andel (%) personer, som har summamåttet >3 för påverkan av tågbuller med stängt fönster vid olika aktiviteter i relation till bullernivå från tåg, $L_{Aeq,24h}$.

	45-50 dB	51-55 dB	56-60 dB	61-65 dB
<i>Påverkan av tågbuller (andel >3) vid stängt fönster:</i>				
Samtal	3	5	12	24
Telefonsamtal	3	4	11	22
Lyssna på radio/TV	3	5	15	30
Koncentration	4	6	18	26
Vila /avkoppling försvåras	6	10	25	25
Svårt att ha fönster öppna	12	17	32	42

Se även Appendix 14 som visar påverkan av tågbuller vid olika aktiviteter inomhus vid stängt fönster uppdelat på de tre delområdena Norrviken, Häggvik och Helenelund.

4.7.4 Påverkan av tågbuller vid olika aktiviteter inomhus med öppet fönster

Påverkan av tågbuller på olika dagliga aktiviteter inomhus med öppet fönster vid olika bullernivåer visas i figur 11.



Figur 11. Andel (%) personer som har summamåttet >3 för påverkan av tågbuller med öppet fönster vid olika aktiviteter i relation till bullernivå från tåg, $L_{Aeq, 24h}$.

Inomhus med öppet fönster (se figur 11 och tabell 8) påverkas drygt 10 % av tågbuller vid samtliga aktiviteter redan vid ljudnivåer mellan 51-55 dB. I de tre lägsta ljudnivåkategorierna anger en något högre andel att tågbuller påverkar vila/avkoppling. Vid de högsta ljudnivåerna (61-65 dB) är ca hälften av de boende påverkade av tågbuller under de alla olika aktiviteterna.

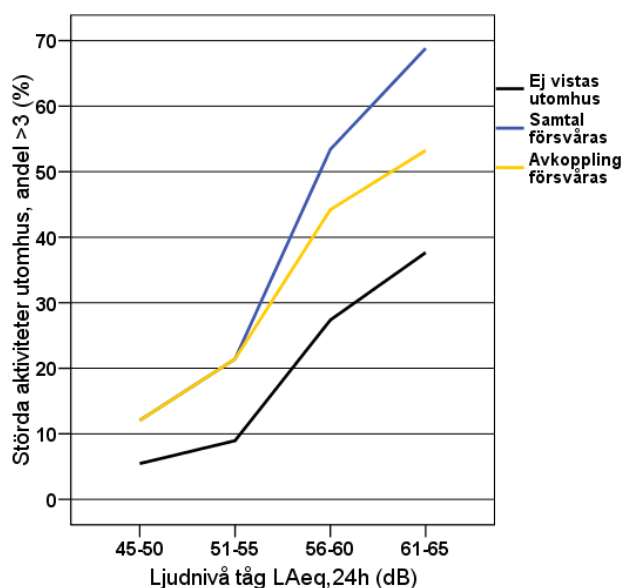
Tabell 8. Andel (%) personer, som har summamåttet >3 för påverkan av tågbuller med öppet fönster vid olika aktiviteter i relation till bullernivå från tåg, $L_{Aeq, 24h}$.

Påverkan av tågbuller (andel >3) vid öppet fönster:	45-50 dB	51-55 dB	56-60 dB	61-65 dB
Samtal	6	13	32	49
Telefonsamtal	5	12	32	51
Lyssna på radio/TV	6	13	29	52
Koncentration	8	13	31	39
Vila/avkoppling försvåras	10	18	37	45

Se även Appendix 14 som visar påverkan av tågbuller vid olika aktiviteter inomhus vid öppet fönster uppdelat på de tre delområdena Norrviken, Häggvik och Helenelund.

4.7.5 Påverkan av tågbuller på olika aktiviteter utomhus

Påverkan av tågbuller på olika dagliga aktiviteter utomhus fönster vid olika bullernivåer visas i figur 12.



Figur 12. Andel (%) personer som har summamåttet >3 för påverkan av tågbuller vid olika aktiviteter utomhus i relation till bullernivå från tåg, $L_{Aeq,24h}$.

Utomhus vid bostaden påverkas både samtal och avkoppling av drygt 10 % redan vid ljudnivåer mellan $L_{Aeq,24h}$ 45-50 dB. Störning av samtal ökar mest med ökad ljudnivå, från 12 % i den lägsta ljudnivåkategorin till 69 % vid ljudnivåer mellan 61-65 dB (figur 12 och tabell 9).

Andelen personer som svarat att tågbuller medför att man inte vistas ute så ofta som man skulle vilja är påtaglig först vid ljudnivåer över 55 dB (28 % vid 56-60 dB och 38 % vid 61-65 dB).

Tabell 9. Andel (%) personer som har summamåttet >3 för påverkan av tågbuller utomhus i relation till bullernivå från tåg, $L_{Aeq,24h}$.

	45-50 dB	51-55 dB	56-60 dB	61-65 dB
<i>Störning av tågbuller utomhus (andel >3):</i>				
Samtal utomhus försvåras	12	21	53	69
Avkoppling utomhus försvåras	12	22	44	53
Vistelse utomhus försvåras	5	9	28	38

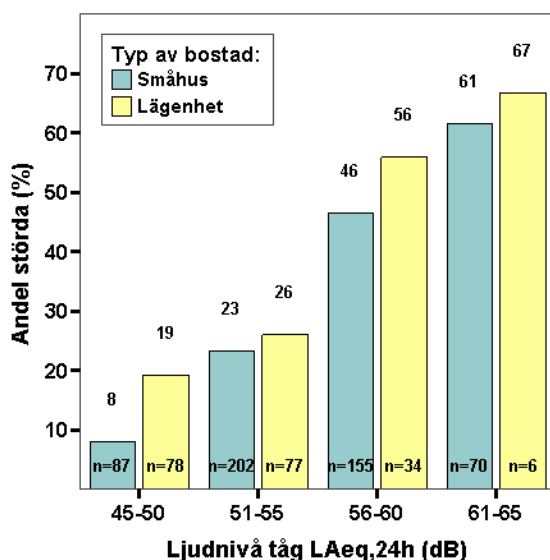
Se även Appendix 14 som visar påverkan av tågbuller vid olika aktiviteter utomhus uppdelat på de tre delområdena Norrviken, Häggvik och Helenelund.

4.8 Bostadens utformning och allmän störning av tågbuller

I det följande redovisas jämförande resultat för allmän störning av tågbuller indelat på typ av bostad (flerfamiljshus respektive småhus), vilket år fastigheten är byggd (före 1941, 1942-1975 respektive efter 1975) samt fönstertyp i bostaden (2-glas respektive 3-glas).

4.8.1 Störning av tågbuller i småhus respektive flerfamiljshus

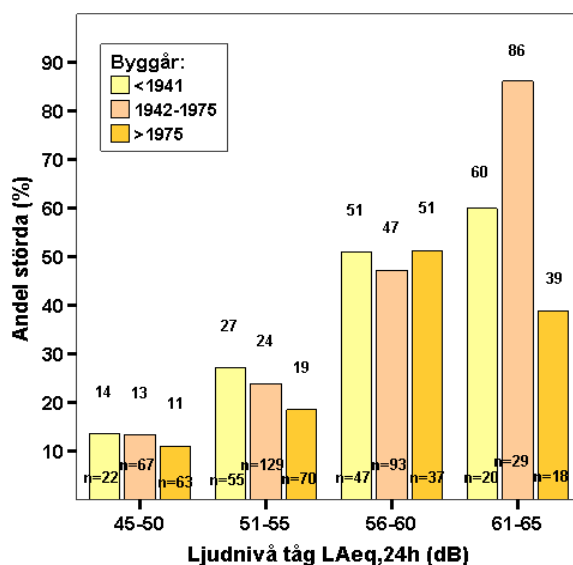
Som framgår av figur 13 nedan är andelen som störs av tågbuller ungefär lika i småhus och i flerfamiljshus.



Figur 13. Andel störda (%) av tågbuller i relation till typ av bostad samt ljudnivå från tåg, LAeq,24h.

4.8.2 Störning av tågbuller i bostäder byggda under olika tidsperioder

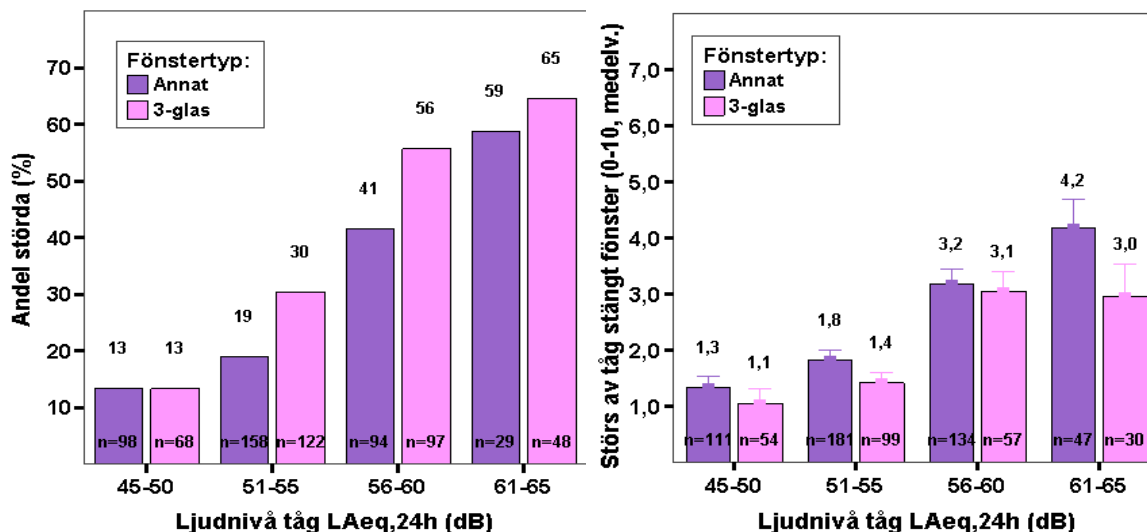
Störning av tågbuller är lika oavsett när huset är byggt förutom i den högsta ljudnivåkategorin (61-65 dB). Antalet personer i de tre byggårskategorierna är dock litet och skillnaderna i störning av tågbuller är inte statistiskt signifikant.



Figur 14. Andel som är störda (%) av tågbuller i relation till byggår samt ljudnivå från tåg, LAeq,24h.

4.8.3 Störning av tågbuller i bostäder med 3-glasfönster respektive 2-glasfönster

Samband mellan störning av tågbuller (andel störda i %) och typ av fönster i bostaden visas i figur 15 nedan. Totalt var det endast 6 % som inte kände till fönstertyp i sin bostad och dessa har därför sammanförts i kategorin "Annat" tillsammans med 2-glasfönster. Den grupp som angett att de har 3-glasfönster i sin bostad kan även ha angett att de har 2-glasfönster i något rum. Andelen som hade 3-glasfönster var ungefär lika i de två lägsta bullerkategorierna men ökade därefter närmare järnvägen (se Appendix 8).



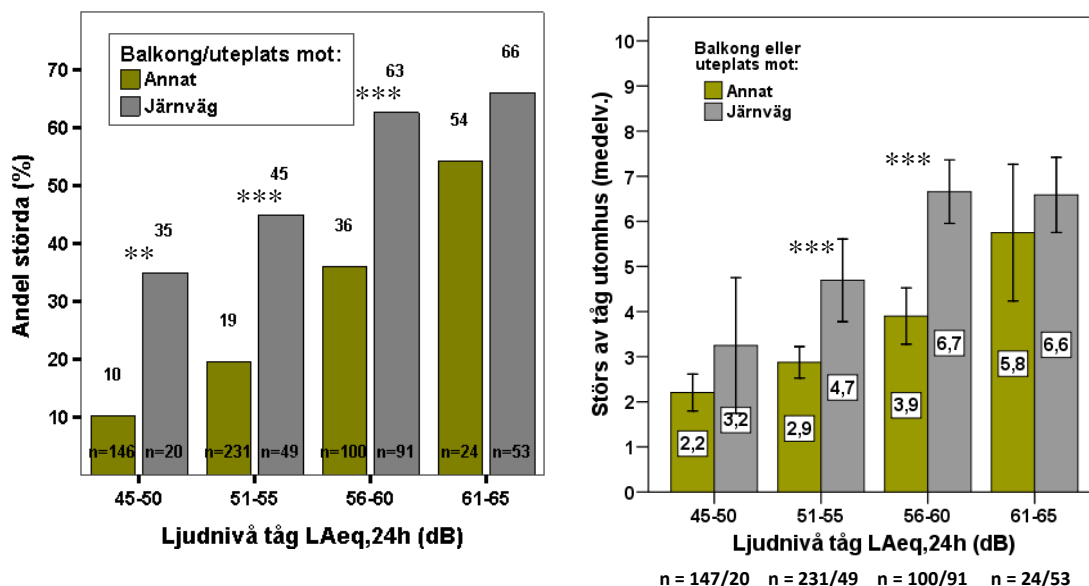
Figur 15. Andel som är störda (%) av tågbuller (vänster figur) samt störning inomhus med stängt fönster (medelvärde skala 0-10) (höger figur) i relation till fönstertyp samt ljudnivå från tåg, LAeq,24h.

Figuren visar något högre allmän störning (vänster) för dem som har 3-glasfönster i kategorierna 51-55 respektive 56-60 dB (30 % jämfört med 19 % respektive 56 % jämfört med 41 %). Dessa skillnader är dock inte statistiskt signifikanta. Det finns heller inga signifikanta skillnader i störning beroende på om det finns 3-glasfönster eller inte då störning mättes som störning inomhus med stängt fönster (höger figur).

4.9 Bostadens utformning i relation till allmän störning och påverkan av tågbuller på olika aktiviteter utomhus

4.9.1 Störning av tågbuller i relation till balkong/uteplatsens läge

De allra flesta (91 %) hade tillgång till egen eller allmän uteplats och 70 % hade balkong (se Appendix 9).

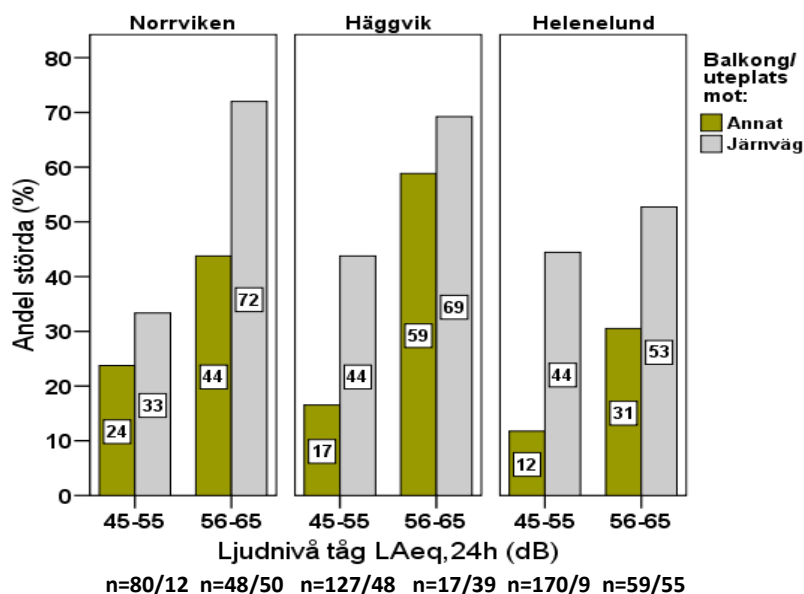


Figur 16. Andel som är störda (%) av tågbuller i relation till balkongens/uteplatsens läge samt ljudnivå från tåg, $L_{Aeq,24h}$ (vänster) och störning utomhus (medelvärde skala 0-10) i relation till balkongen/uteplatsens läge samt ljudnivå från tåg, $L_{Aeq,24h}$ (höger).

Figur 16 (vänster) visar att andelen som störs av tågbuller (utvärderat med frågan om störning som relateras till "när man befinner sig hemma") genomgående är högre bland dem som har sin balkong eller uteplats på samma sida som järnvägen. Vid ljudnivåer mellan 45 och 60 dB är skillnaderna mellan de två grupperna ca 25 procentenheter och vid de högsta ljudnivåerna över 60 dB har skillnaden minskat till 12 procentenheter mellan grupperna. Skillnaderna är statistiskt signifikanta mellan de två grupperna ($p < 0,01$ vid 45-50 dB och $p < 0,001$ vid 51-55 respektive 56-60 dB).

Figur 16 (höger) visar likartade resultat på fråga om störning när man befinner sig utomhus angivet som medelvärde mätt med skala 0-10. Vid de högsta ljudnivåerna är störningen ungefär lika oavsett om balkong/uteplats vetter mot järnväg eller inte medan skillnaderna mellan grupperna är statistiskt signifikant för ljudnivåer mellan 51-55 och 56-60 dB ($p < 0,001$).

Andel störda av tågbuller i de tre olika delområdena visas i figur 17 uppdelat på två ljudnivåkategorier och i relation till balkongens/uteplatsens placering i förhållande till järnvägen.

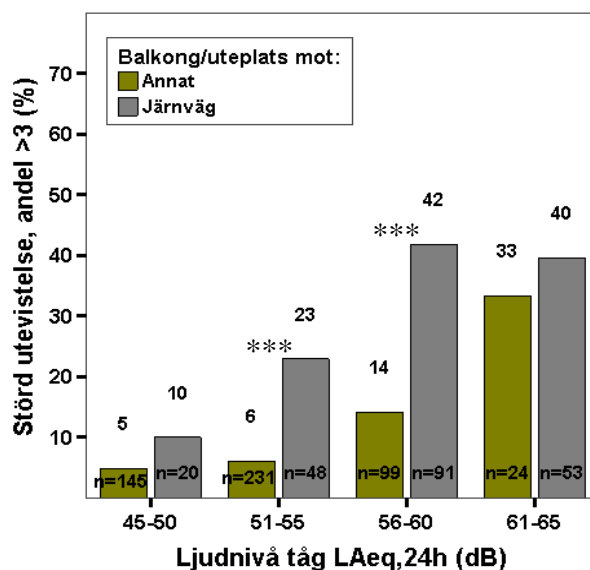


Figur 17. Andel som är störda (%) av tågbuller i relation till balkongens/uteplatsens läge, ljudnivå från tåg, $L_{Aeq,24h}$.

Figuren visar att störning av tågbuller i båda ljudnivåkategorierna är högre då uteplats/balkong vetter mot järnvägen än då den vetter åt annat håll. Skillnaderna i störning mellan de olika delområdena är stor vid höga ljudnivåer (kategorin 56-65 dB) oavsett åt vilket håll uteplatsen vetter. Bland boende som har sin uteplats/balkong mot järnvägen är 53 % störda i Helenelund jämfört med 69 % i Häggvik och 72 % i Norrviken.

4.9.2 Påverkan på utevistelse, samtal utomhus och avkoppling i relation till balkong/uteplatsens läge

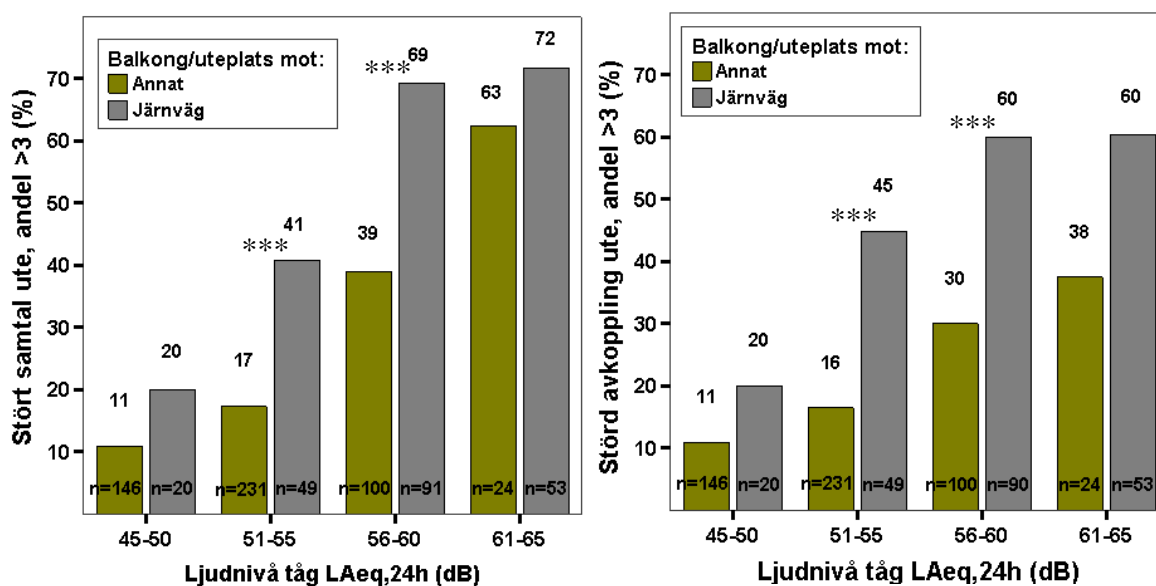
I figurerna 18 och 19 visas hur utevistelse, samtal utomhus och avkoppling utomhus påverkas av tågbuller beroende på om uteplatsen vetter mot järnväg eller mot annat håll.



Figur 18. Andel (%) med summamåttet >3 för påverkan av tågbuller på vistelse utomhus i relation till balkongens/uteplatsens läge samt ljudnivå från tåg, $L_{Aeq,24h}$.

Utevistelse påverkas inte lika mycket av tågbuller som samtal och avkoppling (se även figur 12 och tabell 9 sid 27). Uteplatsens läge har begränsad inverkan på utevistelse vid de högsta ljudnivåerna över 60 dB, andelen vars utevistelse störs av tågbuller är ungefär densamma även om uteplatsen inte vetter direkt mot järnvägen (jfr. 33 respektive 40 %). Vid lägre ljudnivåer är det en lägre andel som störs av tågbuller vid utevistelse om uteplatsen är belägen åt annat håll än järnvägen, (jfr 6 resp. 23 % vid 51-55 dB och 14 resp. 42 % vid 56-60 dB, $p < 0,001$).

Påverkan på samtal utomhus, liksom påverkan på avkoppling utomhus är avsevärt mer omfattande än påverkan på utevistelse (figur 19). Skillnaderna mellan grupperna i samtalspåverkan (figur 19, vänster) och påverkan på avkoppling (figur 19, höger) är störst vid ljudnivåer mellan 51 och 60 dB (ca 30 %).



Figur 19. Andel (%) med summamåttet >3 för påverkan av tågbuller på samtal utomhus (vänster) respektive avkoppling utomhus (höger) i relation till balkongens/uteplatsens läge samt ljudnivå från tåg, L_{Aeq,24h}.

4.10 Påverkan av tågbuller på sömnen

Påverkan av tågbuller på sömnen utvärderades med 4 frågor (påverkan på möjligheten att sova med öppet fönster, insomning, väckning samt påverkan på sömnkvalitet). Frågorna bestod av två delar och var formulerade som följer. "För det första (1) undrar vi Hur ofta Du anser att buller från tågtrafik stör på något sätt när Du befinner dig hemma. Om Du svarat Ibland eller Ofta undrar vi för det andra (2) Hur störande eller besvärande Du tycker att detta är". På frågan "Hur ofta" var svarsalternativen "aldrig" = 0, "ibland" = 1, "ofta" = 2, på frågan "Hur störande eller besvärande" det är att bullret försvårar olika aktiviteter var svarsalternativen "inte särskilt" = 2, "ganska" = 3 och "mycket" = 4. Värdet på de två delfrågorna adderades i ett summamått, som kan anta värden mellan 0 och 6. Personer med summamåttet >3 klassas som påverkade. De som har svarat "Ja ibland" i kombination med "ganska" eller "mycket störande/besvärande" har fått summamåttet 4 respektive 5. De som har svarat "Ja ofta" i kombination med "inte särskilt", "ganska" eller "mycket störande/besvärande" har fått summamåttet 4, 5 respektive 6.

Förekomst av olika sömnstörningar redovisas i relation till ljudnivå från tåg angett som L_{natt} , d.v.s. ekvivalent ljudnivå kl. 22-06, se nedanstående tabell som redovisar antal personer i varje ljudnivåkategori.

Tabell 10. Undersökningspopulation – antal personer i olika ljudnivåkategorier för L_{natt} .

Antal personer i olika ljudnivåkategorier för L_{natt} .				
<45 dB	45-49 dB	50-54 dB	55-59 dB	60-65 dB
41	204	305	140	25

4.10.1 Samband mellan bullernivå mätt med olika bullermått och påverkan av tågbuller på sömnen

I tabell 11 visas samband (Spearman's r_s) mellan påverkan av tågbuller på sömnen vid stängt respektive öppet sovrumsfönster och bullernivå mätt med olika bullerexponeringsmått (L_{natt} , L_{AFmax} samt avstånd till järnvägen). Vid stängt fönster är sambanden mellan sömnstörningar och olika bullerexponeringsmått genomgående något lägre än vid öppet fönster. Det kan noteras att sambanden mellan sömnstörning och bullernivå mätt med olika exponeringsmått var lägre än sambanden mellan allmän störning och olika bullermått (tabell 4, sid. 19).

Tabell 11. Samband (r_s) mellan sömnstörning av tågbuller (summamått 0-6) vid stängt respektive öppet fönster och olika bullermått samt avstånd till järnvägen.

	L_{natt}	L_{AFmax}	Avstånd
Störning av sömn (summamått 0-6) med stängt fönster av:	r_s	r_s	r_s
Svårt att somna	0,214	0,215	-0,210
Väcks	0,247	0,245	-0,263
Sämre sömnkvalitet	0,274	0,268	-0,262
Störs av att inte kunna ha sovrumsfönster öppet som man vill	0,289	0,292	-0,276
Störning av sömn (summamått 0-6) med öppet fönster av:			
Svårt att somna	0,302	0,308	-0,294
Väcks	0,296	0,305	-0,327
Sämre sömnkvalitet	0,289	0,286	-0,292

Spearman's test: Samtliga samband signifikanta, $p < 0,001$.

4.10.2 Samband mellan allmän störning mätt med olika mått och påverkan av tågbuller på sömnen

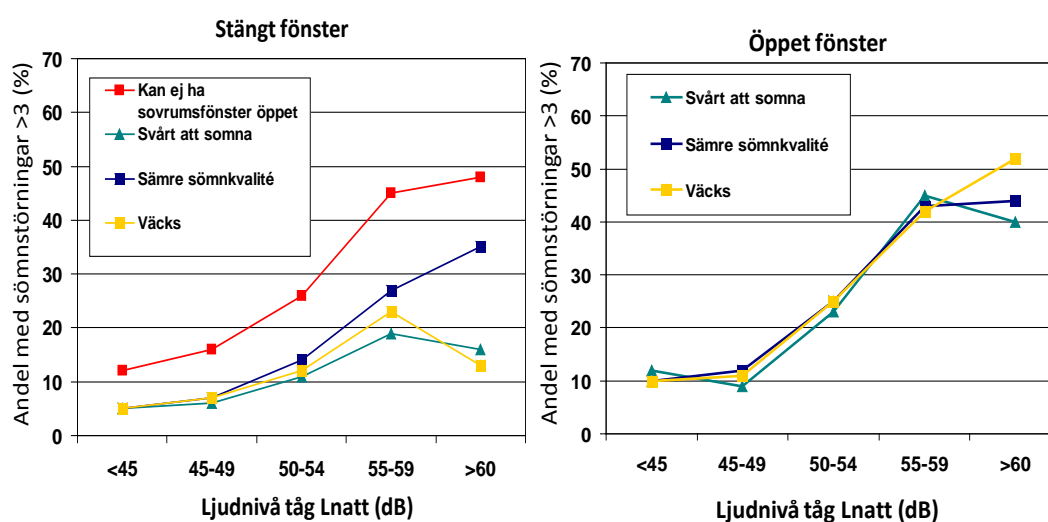
Tabell 12 nedan visar samband mellan olika sömnstörningsmått och olika mått på allmän störning mätt med 5-gradig kategoriskala respektive numerisk skala 0-10. Oavsett mått på allmän störning är sambanden med olika sömnvariabler höga och statistiskt signifikanta. I en situation med öppet sovrumsfönster är sambanden något högre, jfr. t.ex. svårt att somna (störning öppet fönster $r_s=0,689$ respektive stängt fönster $r_s=0,534$).

Tabell 12. Korrelationskoefficienten (r_s) för samband på individnivå, mellan olika sömnstörningar av tågbuller inomhus med stängt respektive öppet sovrumsfönster och olika mått för allmän störning.

	Störning hemma vid <u>stängt</u> fönster (0-10)	Störning hemma 1-5
Störning av aktiviteter inomhus (summamått 0-6) med <u>stängt</u> fönster av:	(r_s)	(r_s)
Störs av att inte kunna ha sovrumsfönster öppet som man vill	0,628	0,675
Svårt att somna	0,534	0,489
Väcks	0,541	0,482
Sämre sömnkvalitet	0,600	0,554
<i>Index sömnstörning (summa svårt somna, väcks, sömnkvalitet)</i>	0,690	0,677
	Störning hemma vid <u>öppet</u> fönster (0-10)	Störning hemma 1-5
Störning av aktiviteter inomhus (summamått 0-6) med <u>öppet</u> fönster av:	(r_s)	(r_s)
Svårt somna	0,689	0,580
Väcks	0,710	0,618
Sämre sömnkvalitet	0,720	0,627
<i>Index sömnstörning (summa svårt somna, väcks, sömnkvalitet)</i>	0,753	0,648

Spearman tests: Samtliga samband signifikanta $p<0,001$.

De fyra frågorna som berör tågbullrets påverkan på sömnen vid stängt och öppet fönster visas i figur 20 och i tabell 13 i relation till ljudnivå nattetid, L_{natt} .



Figur 20. Andel (%) personer som har summamåttet >3 för sömnstörningar av tågbuller vid stängt fönster (vänster figur) och vid öppet fönster (höger figur) i relation till bullernivå från tåg, L_{natt} .

En majoritet av de boende anger att det är störande att "inte kunna öppna sovrumsfönstret så ofta som de vill" p.g.a. tågbuller. I den lägsta bullerkategorin ($L_{\text{natt}} < 45$ dB) anger 12 % att tågbuller försvårar möjligheten att sova med öppet fönster och i den högsta bullerkategorin har denna andel ökat till 48 % (figur 20, vänster och tabell 13). Andelen som anger sämre sömnkvalitet ökar med ökad ljudnivå från 5 till 35 %. För väcks p.g.a. tågbuller syns en liten minskning vid de högsta ljudnivåerna från 23 % vid $L_{\text{natt}} 55-59$ dB till 13 % vid $L_{\text{natt}} > 60$ dB. En förklaring till detta är sannolikt att fönster i sovrum nära järnvägen har bytts ut mot 3-glasfönster (se även sid. 38, figur 23).

Vid öppet sovrumsfönster (figur 20, höger) är de tre sömnstörningseffekterna lika vanliga. Jämfört med situationen med stängt sovrumsfönster ökar störningarna kraftigt vid ljudnivåer från $L_{\text{natt}} 50$ dB.

Tabell 13. Sömnstörningar p.g.a. tågbuller vid stängt och öppet fönster vid olika ljudnivåer, L_{natt} .

	Ljudnivåkategorier för L_{natt}									
	<45 dB		45-49 dB		50-54 dB		55-59 dB		>60 dB	
Andel (%) påverkas summamåttet > 3:	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö
Störs av att inte kunna ha sovrumsfönster öppet som man vill	12	-	16	-	26	-	45	-	48	-
Svårt somna	5	12	6	9	11	23	19	45	16	40
Väcks	5	10	7	11	12	25	23	42	13	52
Sämre sömnkvalitet	5	10	7	12	14	25	27	43	35	44
Medelvärde sömn- störningsindex (summa svårt somna, väcks, sämre sömnkvalitet)	0,90	2,24	1,29	2,40	2,08	4,41	4,05	7,41	4,58	7,32

S=stängt, fönster Ö=öppet fönster

Se även Appendix 15 som visar sömnstörning av tågbuller vid stängt och öppet fönster uppdelat på de tre delområdena Norrviken, Häggvik och Helenelund.

4.11 Bostadens utformning och påverkan på sömnen av tågbuller

Påverkan av tågbuller på sömnen analyserades i relation till sovrummets läge i förhållande till järnvägen (mot järnväg/mot annat, dvs. mindre gata, gård samt större gata eller trafikled), på vilket våningsplan sovrummet var beläget (markplan/högre plan) samt i relation till fönstertyp (3-glas/2-glas eller annat) i bostaden.

Eftersom antalet personer i olika delgrupper skulle bli alltför litet om jämförelser med avseende på bostadens utformning skulle göras för samtliga ljudnivåkategorier (se tabell 14) har en sammanslagning gjorts till 2 kategorier, L_{natt} 41-54 dB och L_{natt} 55-65 dB.

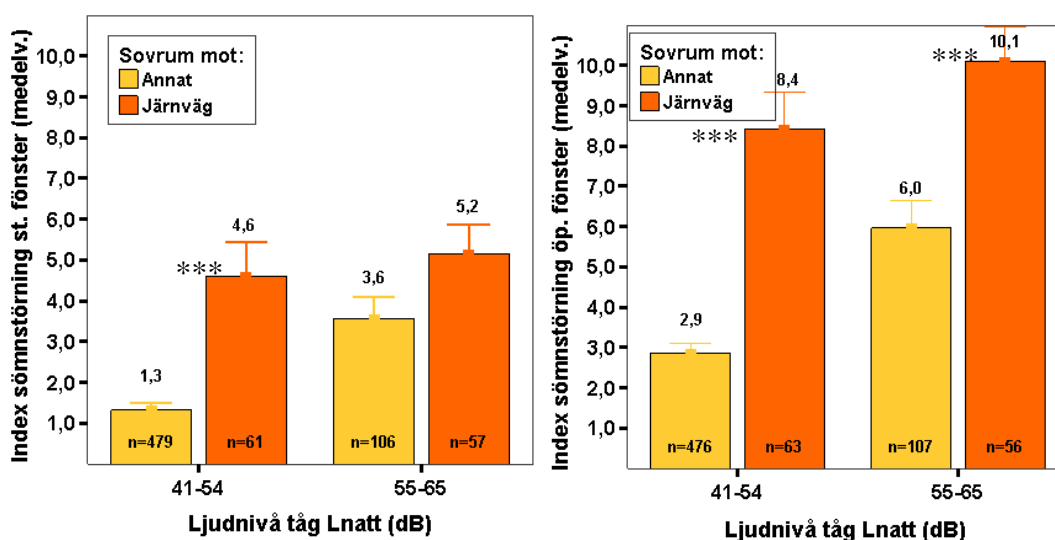
Tabell 14. Antal personer i olika ljudnivåkategorier och sovrumsfönstrets läge relation till järnvägen.

	Antal personer i olika ljudnivåkategorier L_{natt}					Totalt
	<45 dB	45-49 dB	50-54 dB	55-59 dB	>60 dB	
Har sovrumsfönster mot järnväg	1	15	47	47	11	121
Har ej sovrumsfönster mot järnväg	40	189	258	93	14	594

4.11.1 Sömnstörningar och sovrummets läge i förhållande till järnväg

Påverkan av tågbuller på sömnen, mätt med index för sömnstörning, analyserades i relation till personernas svar på frågan om de har sovrum som vetter mot järnväg eller ej och uppdelat på två ljudnivåkategorier. Vid stängt sovrumsfönster (se figur 21) och ljudnivåer under L_{natt} 55 dB är sömnstörningarna signifikant lägre om sovrumsfönstret inte vetter mot järnvägen ($M=1,3$ respektive $M=4,6$, $p<0,001$). Vid högre ljudnivåer är skillnaderna mellan grupperna som har respektive inte har sovrumsfönster mot järnvägen mindre och inte signifikant ($M=3,6$ resp. $5,2$, $p>0,05$).

I en situation med sovrumsfönstret öppet (figur 21, höger) är sömnstörningar dubbelt så omfattande och sömnstörningarna är signifikant högre bland dem som har sovrumsfönster mot järnvägen i de båda ljudnivåkategorierna ($p<0,001$).

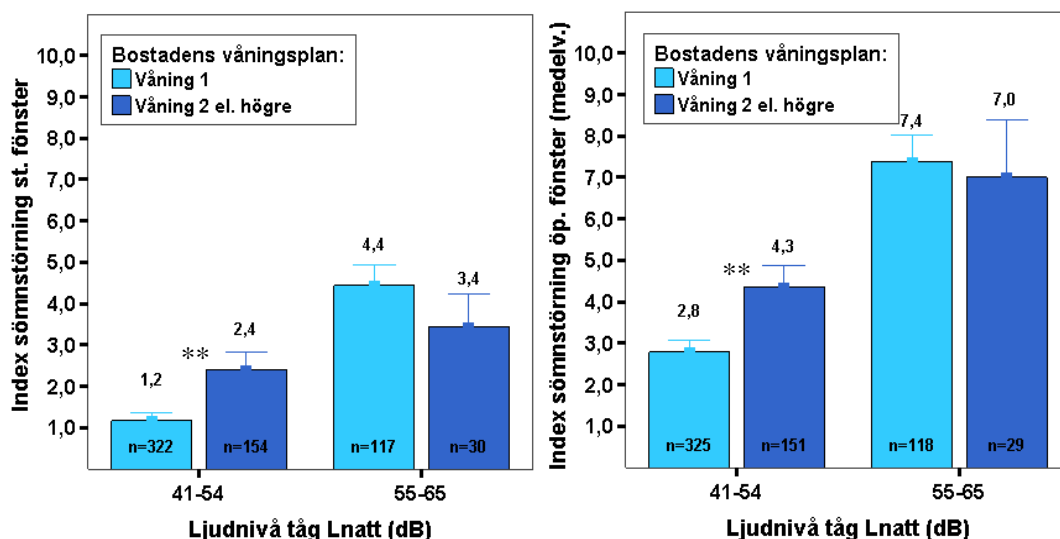


Figur 21. Index (medelvärde) för sömnstörningar (svårt att somna, väcks, sämre sömnkvalitet) p.g.a. tågbuller vid stängt (vänster) respektive öppet fönster (höger) i relation till sovrummets läge och ljudnivå från tåg (L_{natt}).

4.11.2 Sömnstörningar och våningsplan

Sovrummet var i de flesta fall beläget på våningsplan 1 (40 %) eller plan 2 (50 %) och endast 10 % hade sovrum på ett högre våningsplan.

Figur 22 nedan visar medelvärde för sömnstörningsindex vid stängt respektive öppet fönster i relation till vilket våningsplan sovrummet var beläget på och ljudnivå nattetid uppdelat på kategorierna L_{natt} 41-54 dB och L_{natt} 55-65 dB.



Figur 22. Index (medelvärde) för sömnstörningar (svårt att somna, väcks, sämre sömnkvalitet) p.g.a. tågbuller vid stängt (vänster) respektive öppet fönster (höger) i relation till bostadens läge på våningsplan och bullernivå från tåg (L_{natt}).

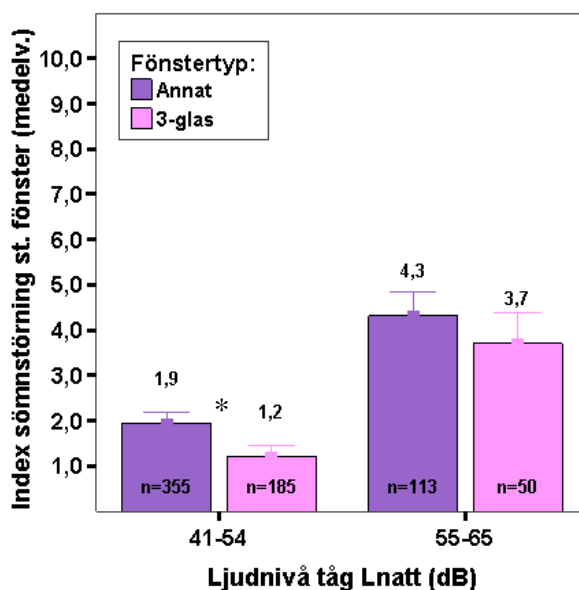
Det är bara vid låga ljudnivåer som det finns en signifikant skillnad i sömnstörning beroende på våningsplan då sovrumsfönstret är stängt (vänster figur). De som har sovrum på våning 2 eller högre upp är mera sömnstörda ($M=2,4$ jämfört med $M=1,2$, $p<0,01$). Vid högre ljudnivåer är det de som har sovrum på plan 1 som har högst störningsmedelvärde men skillnaden mellan grupperna är inte signifikant.

Vid öppet sovrumsfönster (höger figur) finns det heller inga skillnader i sömnstörning vid höga ljudnivåer beroende på vilken våning sovrummet är beläget. Vid lägre ljudnivåer $L_{\text{natt}} < 55$ dB är sömnstörningarna signifikant högre bland dem som har sovrum på våning 2 eller högre ($M=4,3$ jämfört med $M=2,8$, $p<0,01$).

4.11.3 Sömnstörningar och typ av fönster i bostaden

Samband mellan typ av fönster i bostaden (3-glasfönster eller 2-glasfönster inkl. annat) och sömnstörningar (medelvärde för sömnstörningsindex) analyserades separat för två olika ljudnivåkategorier, L_{natt} 41-54 dB och L_{natt} 55-65 dB. Det bör observeras att frågan om typ av fönster inte ställdes separat för olika rum utan endast ställdes för bostaden som helhet.

Figur 23 visar att de som har 3-glasfönster i bostaden har något lägre sömnstörning. Skillnaden är endast statistiskt signifikant vid den lägre ljudnivåkategorin ($M=1,2$ resp. $M=1,9$, $p<0,05$).



Figur 23. Index (medelvärde) för sömnstörningar (svårt att somna, väcks, sämre sömnkvalitet) p.g.a. tågbuller vid stängt fönster i relation till fönstertyp och bullernivå från tåg (L_{natt}).

4.12 Trivsel med bostad och bostadsområde

Upplevelse av boendemiljön med avseende på trivsel med bostad och bostadsområde samt andelen som vill byta bostad visas i tabell 15.

Tabell 15. Andel (%) som trivs mycket bra i bostaden och bostadsområdet samt andel som önskar byta bostad på grund av miljöskäl och andra skäl i relation till bullerexponering, $L_{Aeq,24h}$.

	Ljudnivå från tågtrafik, $L_{Aeq,24h}$			
	45-50 dB	51-55 dB	56-60 dB	61-65 dB
Trivsel med bostaden (% mycket bra)	66	70	58	60
Trivsel med bostadsområdet (% mycket bra)	64	63	49	52
Önskar byta bostad (%)	30	33	36	39
Önskar byta bostad p.g.a.				
Miljöskäl ¹⁾	8	10	17	20
Andra skäl ¹⁾	24	27	22	26

¹⁾ Andel av samtliga personer.

Majoriteten av de boende trivs mycket bra med *bostaden* men andelen minskar signifikant med ökande tågbuller ($p < 0,05$).

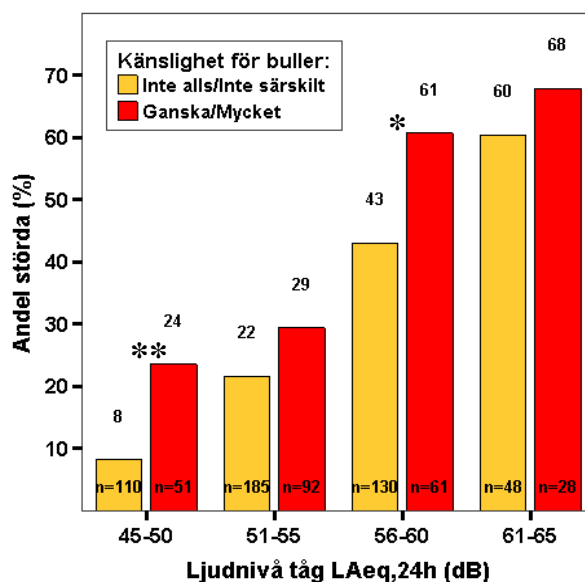
Trivs mycket bra med *bostadsområdet* gör en majoritet av personerna i de två lägsta exponeringskategorierna men andelen minskar signifikant med ökande buller ($p < 0,01$).

Önskan att *byta bostad av miljöskäl* ökar med ökande bullerexponering ($p < 0,05$) och 20 % i högsta bullerkategorin skulle byta bostad av miljöskäl om de fick en lämplig bostad i ett annat område.

4.13 Individfaktorer och störning av tågbuller

4.13.1 Känslighet för ljud/buller och störning tågbuller

Det finns inget samband mellan känslighet för ljud/buller och de olika bullermåtten ($r_s=0,027$ för $L_{Aeq,24h}$). De som är känsliga för ljud/buller är däremot mer störda av tågbuller än de som är mindre känsliga. Detta mönster (inget samband mellan bullernivå och bullerkänslighet men ett starkt samband mellan störning och bullerkänslighet) har setts i andra undersökningar av störning av buller från vägtrafik, tåg och flyg.

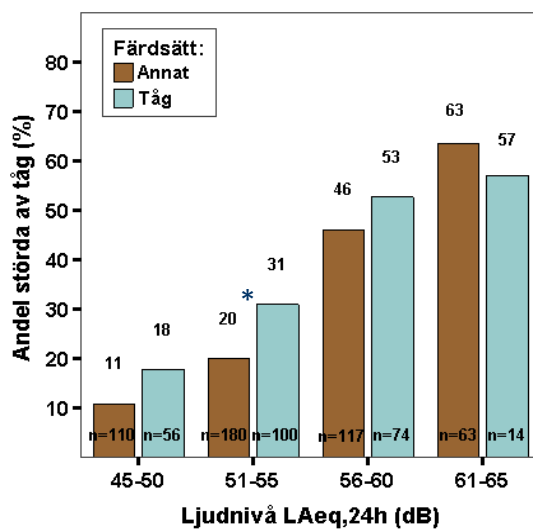


Figur 24. Andel störda (%) av buller från tågtrafik i relation till känslighet för buller/ljud och ljudnivå från tåg $L_{Aeq,24h}$.

Figuren visar att bland de icke ljudkänsliga (inte alls känslig + inte särskilt känslig; orangea staplar) är en mindre andel störda av tågbuller jämfört med gruppen ljudkänsliga (ganska + mycket känsliga; röda staplar). Skillnaden i störning mellan grupperna är endast signifikant vid nivåerna $L_{Aeq,24h}$ 45-50 dB och 56-60 dB ($p<0,01$ resp. $p<0,05$). I den högsta bullerkategorin anger en majoritet i båda ljudkänslighetsgrupperna att de är störda av tågbuller (60 respektive 68 %).

4.13.2 Färd sätt till arbete/studieort och störning tågbuller

I enkäten ställdes en fråga om färd sätt till arbete eller studieort (egen bil, buss, tåg eller annat). Knappt hälften använde egen bil, 34 % tåg, 19 % buss och 14 % angav annat färd sätt (se Appendix 7 och 10). Flera angav att de använde flera typer av färdmedel. En analys gjordes uppdelat på ljudnivåkategori samt typ av färd sätt med tåg/annat (figur 25) för att se om det fanns något samband mellan störning av tågbuller och vilket transportmedel man använde.



Figur 25. Andel som är störda (%) av tågbuller i relation till färd sätt till arbete/studier samt ljudnivå från tåg, LAeq,24h.

Andelen som stördes av tågbuller var ungefär densamma bland dem som reste med tåg respektive med annat färdmedel med undantag för i kategorin 51-55 dB där något fler var störda av tågbuller bland dem som åkte tåg (31 jfr 20 % störda, $p < 0,05$).

4.14 Störning av tågbuller – jämförelser med 2001 års studier i Sollentuna

Ett av syftena i denna studie var att jämföra resultaten för allmän störning med resultat från tidigare undersökningar av effekter av tågbuller i samma områden i Sollentuna kommun som utfördes i Sollentuna och Upplands Väsby kommuner 2001 (Nordling & Bluhm, 2002) ca 2 år efter öppnandet av Arlandapendeln.

En av de frågeställningar som formulerades var om det skett någon tillvänjning vad avser olika effekter av tågbuller över tid i Sollentuna sedan den förra studien genomfördes. I studien av Nordling och Bluhm användes en annan typ av fråga för att utvärdera störning: "Hur ofta har Du de senaste 3 månaderna känt Dig störd eller besvärad av buller från tåg i Din bostad?" med svarsalternativen "Varje dag" "Någon/några gånger i veckan", "Någon/några gånger i månaden" respektive "Sällan eller aldrig".

Resultaten från den del av Nordling och Bluhms studie som gjordes i Sollentuna kommun 2001 visas i tabell 16.

Tabell 16. Störning av tågbuller (% hur ofta) för olika bullernivåer i $L_{Aeq,24h}$ från tågtrafik. Resultat från Nordling och Bluhms studie från 2001.

	Andel störda per ljudnivåkategori i $L_{Aeq,24h}$		
	45-54 dB	55-59 dB	>60 dB
Störs varje dag (%)	26	41	58
Störs varje dag eller någon/ några gånger i veckan	38	50	72

Jämförelser mellan de två undersökningarna (se tabell 17) visar att andelen som störs av tågbuller *varje dag* har minskat något mellan 2001 och 2008, som mest med 16 procentenheter i den högsta ljudnivåkategorin >60 dB. Förändringarna i andel som störs av tågbuller *varje dag eller några gånger i veckan* är något mindre, en minskning med 11 procentenheter vid ljudnivåer mellan 45 och 54 dB och en minskning med 7 procentenheter vid ljudnivåer >60 dB.

Tabell 17. Störning av tågbuller (% hur ofta) för olika bullernivåer i $L_{Aeq,24h}$ från tågtrafik. Jämförelser mellan resultat från aktuell studie och Nordling och Bluhms studie från 2001.

	Andel störda varje dag (%)			Andel störda varje dag eller någon/ några gånger i veckan (%)		
	N & B 2001	TVANE 2008	Förändring (%)	N & B 2001	TVANE 2008	Förändring (%)
Ljudnivå $L_{Aeq,24h}$						
45-54 dB	26	12	-14	38	27	-11
55-59 dB	41	34	-7	50	53	+3
>60 dB	58	42	-16	72	65	-7

Resultaten tyder således på en viss tillvänjning till buller från tågtrafiken mellan 2001 och 2008. Resultaten bör dock tolkas med viss försiktighet eftersom den exakta avgränsningen av undersökningsområdet 2001 inte är känd och en del omflyttningar av befolkningen har troligen skett sedan undersökningen 2001.

4.15 Störning av tågbuller vid järnvägar med olika antal tåg – jämförelser mellan Sollentuna och Töreboda/Falköping

Ett syfte i denna studie var att jämföra resultaten för allmän störning, aktivitetsstörningar och sömnstörningar med resultaten från undersökningar inom detta projekt som genomförts i områden med färre tåg per dygn. Hur ser dos-respons sambandet ut för störning av buller och ljudnivå från tåg vid järnvägar med mycket stort antal tåg (Sollentuna 481 tåg/dygn) jämfört med järnvägar med färre antal tåg (Töreboda och Falköping 124 tåg/dygn)?

Tågtrafikens sammansättning skiljer sig åt i de båda undersökningsområdena. I Sollentuna med 481 tåg/dygn är de flesta tågen av typ loktåg (X2, X3 och IC) (311 st) och motorvagnståg, typ X1-X60, (155 st) och antalet godståg är litet (15 st). I Töreboda och Falköping är 46 av de 124 tågen godståg och de flesta av persontågen är loktåg, typ X2 och IC (46 st). Tabell 18 nedan visar hur antalet tåg är fördelat över dygn i Töreboda och Falköping samt i Sollentuna.

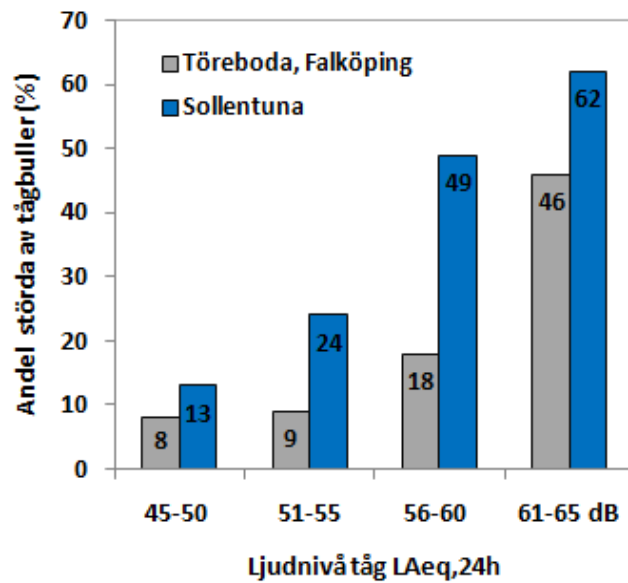
Tabell 18. Antal tåg per timme under olika perioder av dygnet i Töreboda och Falköping samt i Sollentuna.

	Antal tåg Dagtid kl. 06-18	Antal tåg Kvällstid kl. 18-22	Antal tåg Natt kl. 22-06	Antal tåg totalt
Töreboda, Falköping	50	48	26	124
	4/tim 1 tåg var 14:e min	12/tim 1 tåg var 5:e min	3,2/tim 1 tåg var 18:e min	5,2/tim 1 tåg var 12:e min
Sollentuna	323	89	69	481
	27/tim 1 tåg var 2:a min	22/tim 1 tåg var 3:e min	8,6/tim 1 tåg var 7:e min	20/tim 1 tåg var 3:e min

I Töreboda och Falköping är tågtrafiken intensivast kvällstid med 12 tåg/tim medan tågtrafiken är mera jämnt fördelad i Sollentuna med något fler tåg per timme dagtid 06-18 (27 tåg/tim, dvs. ett tåg varannan minut) än under kvällstid.

Den olika sammansättningen i tågtrafiken påverkar L_{den} -värdet. I Falköping och Töreboda, där 21 % av tågtrafiken förekommer nattetid, är L_{den} i genomsnitt 7,5 dB högre än $L_{Aeq,24h}$ medan skillnaden mellan dessa ljudnivåmått i Sollentuna, där nattrafiken endast utgör 14 %, är mindre (L_{den} 4,7 dB högre än $L_{Aeq,24h}$).

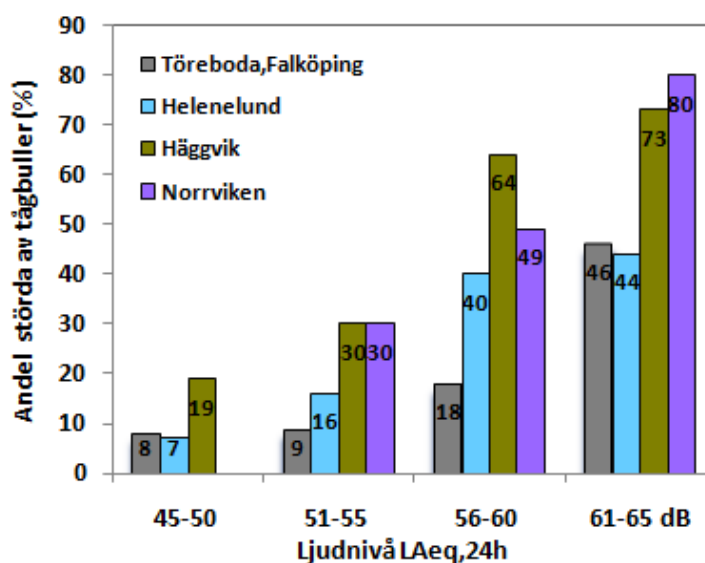
Figurerna nedan visar jämförelser för allmän störning av tågbuller och $L_{Aeq,24h}$ för undersökningsområden i Töreboda och Falköping med 124 tåg per dygn och för Sollentuna med 481 tåg per dygn. Resultaten redovisas för hela undersökningsområdet (figur 26) och uppdelat på delområden i Sollentuna (figur 27). Jämförande resultat för aktivitetsstörningar och sömnstörningar redovisas på sid. 47, tabell 21.



Figur 26. Samband mellan andel störda (%) av tågbuller och $L_{Aeq,24h}$ i områden med olika antal tåg per dygn, Töreboda och Falköping med 124 tåg/dygn och Sollentuna med 481 tåg/dygn.

Det finns stora skillnader i störning av tågbuller mellan de olika områdena (Figur 26). Andelen störda av tågbuller ökar med ökad ljudnivå i $L_{Aeq,24h}$. I Sollentuna, med närmare 4 ggr fler tåg/dygn än i Töreboda/Falköping, är andelen störda 15 procentenheter högre vid 51-55 dB och 31 procentenheter högre vid 56-60 dB. Vid de högsta ljudnivåerna (61-65 dB) har skillnaderna i andel störda mellan Sollentuna och Töreboda/Falköping minskat till 16 procentenheter.

Figur 27 nedan visar att skillnaderna i störning mellan Töreboda/Falköping med färre tåg och två av Sollentunaområdena (Norrviken och Häggvik) är stora vid ljudnivåer över 50 dB. I delområdet Helenelund är andelen som störs av tågbuller mycket lägre och vid de högsta ljudnivåerna (61-65 dB) är andelen störda inte högre i Helenelund än i Töreboda/Falköping (44 % jämfört med 46 %) trots att antalet tåg/dygn är 4 ggr högre. Se även Appendix 17 som visar resultat från logistisk regressionsanalys.



Figur 27. Samband mellan andel störda (%) av tågbuller och $L_{Aeq,24h}$ i områden med olika antal tåg per dygn, Töreboda och Falköping med 124 tåg/dygn och de tre delområdena (Norrviken, Häggvik och Helenelund) i Sollentuna med 481 tåg/dygn.

5. SAMMANFATTANDE KOMMENTARER OCH SLUTSATSER

Huvudsyftet med studien var att undersöka hur tågbuller påverkar människor (t.ex. störning och sömnstörning) som bor vid mycket starkt trafikerade järnvägar och vilken betydelse olika situationsfaktorer (t.ex. hustyp, sovrumsfönstrens och uteplatsens läge) har för hur störande tågbuller upplevs. Ett annat syfte var att undersöka om dos-respons sambandet mellan bullernivå och störning av tågbuller är olika för järnvägar med mycket stort antal tåg per dygn jämfört med färre antal tåg per dygn. Ett tredje syfte var att utreda om störning av tågbuller i Sollentuna förändrats över tid mellan åren 2001 (Nordling och Bluhms studie) och denna studie (våren 2008).

Se även analyser med logistisk regression av samband mellan andel störda och bullernivå för jämförelser av olika delområden i Sollentuna (Appendix 16) och jämförelser mellan Sollentuna och Töreboda/Falköping med färre tåg (Appendix 17).

5.1 Störning och påverkan på olika aktiviteter av tågbuller i Sollentuna

Tabell 19 visar resultat översikt av huvudresultaten för effekter av tågbuller för olika ljudnivåkategorier avseende (i) allmän störning, (ii) samtal, lyssningsaktiviteter och avkoppling (inomhus med stängt respektive öppet fönster och utomhus) och tabell 20 visar (iii) sömnstörningar (vid stängt respektive öppet fönster).

Tabell 19. Översikt av allmän störning och störning av aktiviteter i Sollentuna med 481 tåg/dygn i relation till ljudnivåkategorier i $L_{Aeq,24h}$. I tabellen har andel störda $\geq 15\%$ markerats i rött med fetstil.

	Ljudnivåer, $L_{Aeq,24h}$			
	45-50 dB	51-55 dB	56-60 dB	61-65 dB
Allmän störning (%)	13	24	49	62
Aktivitetsstörningar dagtid (% >3)				
Samtal:				
Inomhus stängt fönster	3	5	12	24
Inomhus öppet fönster	6	13	32	49
Utomhus	12	21	53	69
Lyssna på radio/TV:				
Inomhus stängt fönster	3	5	15	30
Inomhus öppet fönster	6	13	29	52
Avkoppling:				
Inomhus stängt fönster	6	10	25	25
inomhus öppet fönster	10	18	37	45
Utomhus	12	22	44	53

Som framgår av översiktstabellen ovan påverkas en hög andel av buller från tågtrafik i Sollentuna. Vid ljudnivåer mellan 51 och 55 dB är var fjärde person störd (**allmän störning**) av tågbuller och dubbelt så många är störda vid 5 dB högre ljudnivå (49 %).

Inomhus med stängt fönster är det först vid utomhusnivåer över 60 dB som många (24 %) anger att **samtal** störs av tågbuller medan **radio/TV-lyssning** störs av 15 % redan vid utomhusnivåer mellan 56 och 60 dB. *Vid öppet fönster* vid denna ljudnivå störs ca 30 % av tågbuller såväl vid **samtal** då man lyssnar **på radio/TV**. **Avkoppling** försvåras av tågbuller vid utomhusnivåer från 55 dB vid stängt fönster och från 50 dB vid öppet fönster.

Utomhus vid bostaden anger var 5:e person att tågbuller försvårar **samtal** och gör det **svårt att koppla av** vid ljudnivåer mellan 51 och 55 dB. Störningar av tågbuller på uteplats påverkas i hög grad av om den vetter mot järnvägen eller åt ett annat håll (se nedan under 5.1.1)

Tabell 20. Översikt av sömnstörningar av tågbuller i Sollentuna med 481 tåg/dygn i relation till ljudnivåkategorier i L_{natt} . I tabellen har andel sömnstörda ≥ 15 % markerats i rött med fetstil.

Sömnstörningar (% >3)	Ljudnivåer, L_{natt}				
	< 45 dB	45-59 dB	50-54 dB	55-59 dB	60-65 dB
Sämre sömnkvalitet:					
Vid stängt fönster	5	7	14	27	35
Vid öppet fönster	10	12	25	43	44
Störs av att inte kunna sova med sovrumsfönstret öppet	12	16	26	45	48

Andelen som anger försämrad sömnkvalitet p.g.a. tågbuller vid stängt fönster uppgår till ≥ 15 % vid ljudnivåer (L_{natt}) över 54 dB och vid 5 dB lägre ljudnivåer vid öppet fönster. Vid ljudnivåer från L_{natt} 45 dB förekommer störningar av tågbuller p.g.a. att man inte kan sova med fönstret öppet. Förekomst av sömnstörningar påverkas i hög grad av om sovrumsfönstret vetter mot järnvägen eller åt ett annat håll (se nedan under 5.1.1)

5.1.1 Betydelsen av bostadens utformning och läge för påverkan av tågbuller

Betydelsen av typ av bostadshus (småhus/lägenhet), byggnadsår, våningsplan, fönstertyp (3-glas/2-glas), sovrumsfönstrets läge, och balkong/uteplatsens läge för upplevd allmän störning, aktivitetspåverkan eller sömnstörning sammanfattas översiktligt i följande avsnitt.

Allmän störning

Det förelåg inga signifikanta skillnader i störning av tågbuller mellan boende i **småhus** och i lägenhet i **flerfamiljshus**. Husets **byggnadsår** och **bostadens fönstertyp** hade inget samband med andel som stördes av tågbuller (se avsnitt 4.8).

Störning av aktiviteter utomhus

Störning av tågbuller vid samtal, avkoppling och att inte uppleva tågbuller som ett hinder för utevistelse påverkades i hög grad av **balkongen/uteplatsens läge**. Om uteplatsen låg på den sida av bostaden som vette mot järnvägen var det ungefär dubbelt så hög andel som var störda vid ljudnivåer upptill 60 dB. Vid högre ljudnivåer ($L_{Aeq,24h}=61-65$ dB) var skillnaderna i störning mellan grupperna inte signifikant (sid. 30, figur 16). Påverkan av tågbuller utomhus under samtal eller vila/avkoppling var signifikant högre hos dem som hade sin uteplats mot järnvägen förutom vid de högsta ljudnivåerna (61-65 dB).

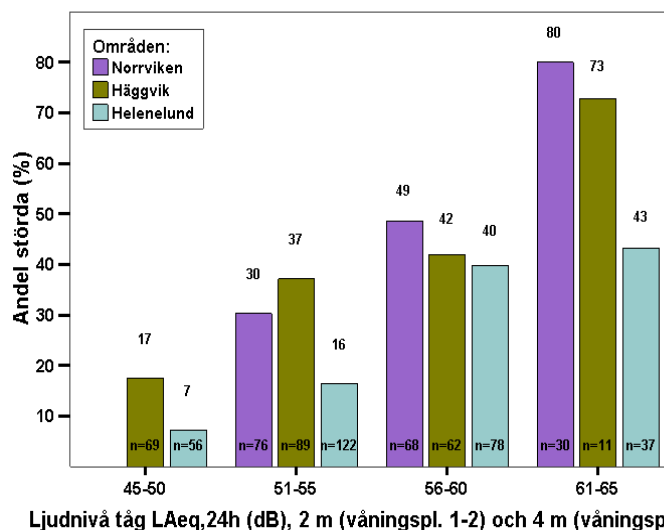
Sömnstörningar

Sovrumsfönstrets läge hade stor betydelse för uppkomst av sömnstörningar framför allt vid öppet fönster (sid. 36, figur 21 höger), men signifikanta skillnader förelåg även vid stängt fönster mellan dem som hade sovrumsfönster mot järnvägen respektive åt annat håll i den lägre ljudnivåkategorin L_{natt} 41-54 dB (sid. 36, figur 21 vänster). De som hade sovrum på **våningsplan 1** vid stängt och öppet fönster hade något mindre sömnstörningar än de som hade sovrum på våningsplan 2 och högre men bara vid de lägsta ljudnivåerna (sid. 37, figur 22).

Typ av fönster i bostaden hade inget signifikant samband med sömnstörningar vid höga ljudnivåer men i områden med lägre ljudnivåer under L_{natt} 55 dB var de som hade 3-glasfönster signifikant mindre sömnstörda (sid. 38, figur 23).

5.1.2 Möjliga orsaker till stora olikheter i andel störda av tågbuller i de tre delområdena Norrviken, Häggvik och Helenelund

I området Helenelund var andelen störda av tågbuller avsevärt lägre än i de två övriga områdena, Häggvik och Norrviken. Skillnaderna i andel störda kunde inte förklaras av faktorer knutna till bostaden och dess utformning eller till uteplats/balkongers placering i förhållande till järnvägen. Det fanns en högre andel som bodde i flerfamiljshus i området Häggvik och efter justering av ljudnivå med hänsyn till detta (bostäder belägna på våning 3 eller högre tilldelades det ljudnivåvärde som beräknats för 4 m höjd) utjämnades skillnaderna något i andel störda i olika ljudnivåkategorier för områdena Norrviken och Häggvik men inte relativt Helenelund (se figur 28 nedan).



Figur 28. Andel störda (%) av buller från tågtrafik i de olika delområdena Norrviken, Häggvik och Helenelund i relation till ljudnivå i L_{Aeq,24h} beräknat på 2 m över mark för personer boende på våningsplan 1-2 och beräknat på 4 m över mark för personer boende på våningsplan 3-9.

Samtidig förekomst av andra bullerkällor än tågbuller skulle kunna inverka på upplevelse av tågbuller och leda till högre rapporterad störning av tågbuller (se Lerumsstudien, Öhrström et al., 2007). När det gäller vägtrafik förelåg inga noterbara skillnader i avstånd till större vägar i de olika delområdena och andelen som stördes av vägtrafikbuller var lika (se sid. 18, figur 3a).

I planeringskedet av undersökningen kontaktades Sollentuna och Upplands Väsby kommuner angående utbredningen av flygbuller i syfte att undvika att något undersökningsområde berördes av höga bullernivåer från flyg till och från Arlanda. Trots att det valda undersökningsområdet i Norrviken inte angavs vara exponerat för flygbuller över L_{Afmax} 70 dB angav så många som 30 % i Norrviken att de var störda av flygbuller (sid. 18, se figur 3a och b) medan ett fåtal var störda av flygbuller i de övriga två delområdena. Andelen störda av flygbuller i Norrviken var lika i de olika ljudnivåkategorierna för tågbuller. Av de 127 personer som inte var störda av flygbuller var det bara 28 % som var störda av tågbuller men av de 62 personer som var störda av flygbuller var en majoritet (71 %) även störda av tågbuller. En förklaring till att en högre andel var störda av tågbuller i Norrviken skulle således kunna vara samverkan med samtidig exponering för en annan bullerkälla - flygbuller, vilket påvisats i studien i Lerum där många samtidigt var exponerade för två bullerkällor, vägtrafik och tåg (Öhrström et al., 2007).

Störning av vibrationer från tåg var dubbelt så vanlig i Norrviken som i övriga två delområden (se Appendix 11) och inom 100 m från järnvägen var 74 % störda av vibrationer i Norrviken. Uppmätta vibrationsnivåer bekräftar att det förekom vibrationer från tågtrafiken i Norrviken. Förutom störning av flygbuller är det troligt att störning av vibrationer från tågtrafiken bidrar till att förklara den högre andelen störda av tågbuller i Norrviken jämfört med Helenelund.

5.2 Sker det någon tillvänjning vad avser olika effekter av tågbuller över tid?

Jämförelserna mellan studier i Sollentuna 2001, två år efter att Arlanda pendelns öppnande, och denna studie som genomfördes sju år senare (våren 2008) tyder på att det förekommit en viss tillvänjning till tågbuller. Andelen som störs varje dag har minskat med mellan 7 och 14 %-enheter. Andelen som störs varje dag eller någon/några gånger per vecka i områden med ljudnivåer över $L_{Aeq,24h}=60$ dB har minskat marginellt från 72 till 65 % (sid. 41, tabell 17).

Resultaten bör dock tolkas med viss försiktighet eftersom den exakta avgränsningen av undersökningsområdet 2001 inte är känd och en del omflyttningar av befolkningen har troligen skett sedan undersökningen 2001.

5.3 Dos-respons samband mellan bullernivå och störning av tågbuller: Jämförelser Sollentuna (481 tåg) och Töreboda/Falköping (124 tåg)

Tabell 21 visar översikt av huvudresultaten för effekter av tågbuller i Sollentuna med 481 tåg/dygn och Töreboda/Falköping med 124 tåg/dygn för jämförbara ljudnivåkategorier avseende (i) allmän störning, (ii) samtal, lyssningsaktiviteter och avkoppling (inomhus med stängt respektive öppet fönster och utomhus) samt (iii) sömnstörningar (vid stängt respektive öppet fönster).

Tabell 21. Översikt av jämförelser avseende störningar av tågbuller (andel i %): allmän störning, störning av aktiviteter och sömnstörningar mellan områden med 124 tåg/dygn (Töreboda och Falköping) och Sollentuna med 481 tåg/dygn. Allmän störning och aktivitetsstörningar dagtid anges för ljudnivåkategorier i $L_{Aeq,24h}$ och sömnstörningar anges för ljudnivåkategorier i L_{natt} . I tabellen har skillnader ≥ 15 % markerats i rött med fetstil.

	Töreboda, Falköping 124 tåg per dygn			Sollentuna 481 tåg per dygn					
	$L_{Aeq,24h}$ 51-55 dB	56-60 dB	61-65 dB	51-55 dB	Diff	56-60 dB	Diff	61-65 dB	Diff
Allmän störning	9	18	46	24	+15	49	+31	62	+16
Aktivitetsstörningar dagtid									
Samtal:									
Inomhus stängt fönster	2	6	12	5	+3	12	+6	24	+12
Inomhus öppet fönster	5	15	44	13	+8	32	+17	49	+5
Utomhus	8	22	54	21	+13	53	+31	69	+15
Lyssna på radio/TV:									
Inomhus stängt fönster	3	15	21	5	+2	15	0	30	+9
Inomhus öppet fönster	6	24	44	13	+7	29	+5	52	+8
Avkoppling:									
Inomhus stängt fönster	5	11	9	10	+5	25	+14	25	+16
inomhus öppet fönster	8	15	32	18	+3	37	+22	45	+13
Utomhus	7	21	38	22	+15	44	+23	53	+15
L_{natt}	50-54 dB	55-59 dB	60-65 dB	50-54 dB	Diff	55-59 dB	Diff	60-65 dB	Diff
Sömnstörningar									
Sämre sömnkvalitet:									
Vid stängt fönster	3	5	9	14	+11	27	+22	35	+26
Vid öppet fönster	5	12	24	25	+20	43	+31	44	+20
Störs av att inte kunna sova med sovrumsfönstret öppet	7	16	33	26	+19	45	+29	48	+15

Av tabellen framgår att antalet tåg per dygn har betydelse för upplevelse av störning och andra effekter av tågbuller. I Töreboda/Falköping med i genomsnitt 4 tåg per timme dagtid var andelen som störs av tågbuller 46 % vid ljudnivåer mellan 61-65 dB medan motsvarande **andel störda** uppnås vid 5 dB lägre ljudnivå (56-60 dB, 49 % störda) i Sollentuna med i genomsnitt 27 tåg per timme dagtid. (Se även Appendix 17 som visar jämförande resultat för allmän störning analyserad med logistisk regression.)

Inomhus med stängt respektive öppet fönster finns överlag inga stora skillnader i påverkan på **lyssningsaktiviteter** och **samtal** mellan Töreboda/Falköping och Sollentuna (med undantag för 17 % störda vid samtal med öppet fönster vid 56-60 dB). Störning av samtal utomhus och störning vid **avkoppling** (inomhus med stängt respektive öppet fönster samt utomhus) var däremot avsevärt högre i Sollentuna, jfr 21 och 44 % störda vid avkoppling utomhus vid 56-60 dB och 38 resp. 53 % vid 61-65 dB.

I Sollentuna var antalet tåg per natt nästa 3 gånger högre än i Töreboda/Falköping, 69 tåg respektive 26 tåg kl. 22-06. Vid ljudnivåer under L_{natt} 50 dB var andelen som angav **försämrad sömnkvalitet** p.g.a. tågbuller vid stängt och vid öppet fönster ungefär densamma i de två områdena (visas ej i tabellen). Vid högre ljudnivåer var dock skillnaderna i sömnstörning stora, (jfr vid L_{natt} 60-65 dB angav 24 % försämrad sömnkvalitet p.g.a. av tågbuller i Töreboda/Falköping och 44 % i Sollentuna).

5.4 Slutsatser

- Undersökningarna i Sollentuna visar att då antalet tåg är mycket stort ger tågtrafiken upphov till omfattande bullerstörningar och till skillnad från områden med färre tåg per dygn är många störda av tågbuller även under vila/avkoppling och sömn.
- Det fanns skillnader mellan de olika delområdena i Sollentuna. Vid ljudnivåer mellan 55 och 65 dB var andelen som störcdes av tågbuller ca 20 procentenheter lägre i Helenelundsområdet än i områdena Häggvik och Norrviken (Appendix 16). Skillnaderna kan till en del bero på störningar av flygbuller i Norrviken men i övrigt har vi inte kunnat påvisa någon faktor som förklarar olikheterna i störning mellan områdena.
- Situationsfaktorer som har stor betydelse för upplevelse av olika effekter var *balkongens/uteplatsens och sovrumsfönstrens läge* i förhållande till järnvägen. Övriga undersökta faktorer som typ av hus, typ av fönster, vilket år huset var byggt hade liten betydelse för upplevda effekter.
- Jämförelser av resultat med den studie som gjordes i Sollentuna 7 år tidigare visade att något färre rapporterade att de var störda av tågbuller varje dag (en minskning med mellan 7 och 16 %-enheter) vilket tyder på att det skett en viss tillvänjning till buller från tågtrafiken.

6. REFERENSER

Direktiv 2002/49/EG: Europaparlamentets och rådets direktiv 2002/49/EG av den 25 juni 2002 om bedömning och hantering av omgivningsbuller.

http://europa.eu.int/eur-lex/pri/sv/oj/dat/2002/l_189/l_18920020718sv00120025.pdf

Förordning om omgivningsbuller SFS nr: 2004:675 utfärdad 2004-07-01.

<http://www.notisum.se/rnp/sls/lag/20040675.htm>.

Infrastrukturinriktning för framtida transporter, Prop. 1996/97:53, antagen av riksdagen den 20 mars 1997. <http://www.riksdagen.se>

ISO/TS15666, Technical Specification, first edition 2003-02-01 Acoustics – Assessment of noise annoyance by means of social and socio-acoustic surveys. Reference number ISO/TS 15666:2003 (E).

Miedema, H. & Oudshoorn, C. (2001). Annoyance from transportation noise: Relationships with exposure metrics DNL and DENL and their confidence intervals. *Environmental Health Perspectives*, 109, pp. 409-416.

Miljöhälsorapport 2001. Bilaga 2: Nationell Miljöhälsoenkät (NMHE 99). Socialstyrelsen, Institutet för miljömedicin, Stockholms läns landsting. ISBN 91-7201-495-4.

Moehler, U. (1988). Community response to railway noise: A review of social surveys. *Journal of Sound and Vibration* 120 (2), pp. 321-332.

Nordling, E. & Bluhm, G. (2002). Tågbuller och hälsa – en besvärstudie av exponering för buller från tågtrafiken i Sollentuna och Upplands Väsby. Rapport från Arbets- och miljömedicin, Stockholms läns landsting, 2002:5. ISSN 1651-0321. (www.sll.se/amm).

Ögren, M. & Jerson, T. (2010). Mätning och beräkning av buller och vibrationer från tåg- och vägtrafik inom TVANE-projektet. VTI-notat.

Öhrström, E. (1990). Störning från tågbuller – översikt och analys. Rapport 6/90. Avdelningen för Miljömedicin, Göteborgs universitet.

Öhrström, E. (2004). Samhällsbuller – Omfattning, hälsoeffekter och bedömning. Kapitel i Miljökonsekvensbeskrivning och hälsa – Några föroreningskällor – beskrivning och riskbedömning. Socialstyrelsen 2004. ISBN 91-7201-866-6. Bergslagens grafiska, Lindesberg.

Öhrström, E., Barregård, B., Andersson, E., Skånberg, A., Svensson, H. & Ängerheim, P. (2007). Annoyance due to single and combined exposure from railway and road traffic noise. *Journal of the Acoustical Society of America*, 122, (5), Part 1, pp. 2642-2652.

Öhrström, E., Barregård, L., Skånberg, A., Svensson, H., Ängerheim, P., Holmes, M. & Bonde, E. (2005). Undersökning av hälsoeffekter av buller från vägtrafik, tåg och flyg i Lerums kommun. Rapport Avd. för Miljömedicin, Sahlgrenska Akademin vid Göteborgs universitet och Västra Götalandsregionens Miljömedicinska Centrum (VMC) ISSN 1400-5808, ISRN GU-MMED-R-2005/1 SE.

Öhrström, E. & Skånberg, A. (1995). Effekter av exponering för buller och vibrationer från tågtrafik – undersökningar i 15 tätorter. Rapport 1/95, Avdelningen för miljömedicin, Göteborgs universitet.

Öhrström, E. & Skånberg, A. (1996). A field survey on effects of exposure to noise and vibration from railway traffic, Part I: annoyance and activity effects. *Journal of Sound and Vibration*, 193, (1), pp. 39-47.

Öhrström, E., Skånberg, A., Svensson, H., & Gidlöf-Gunnarsson, A. (2006). Effects of road traffic noise and the benefit of access to quietness. *Journal of Sound and Vibration*, 295, pp. 40-59.

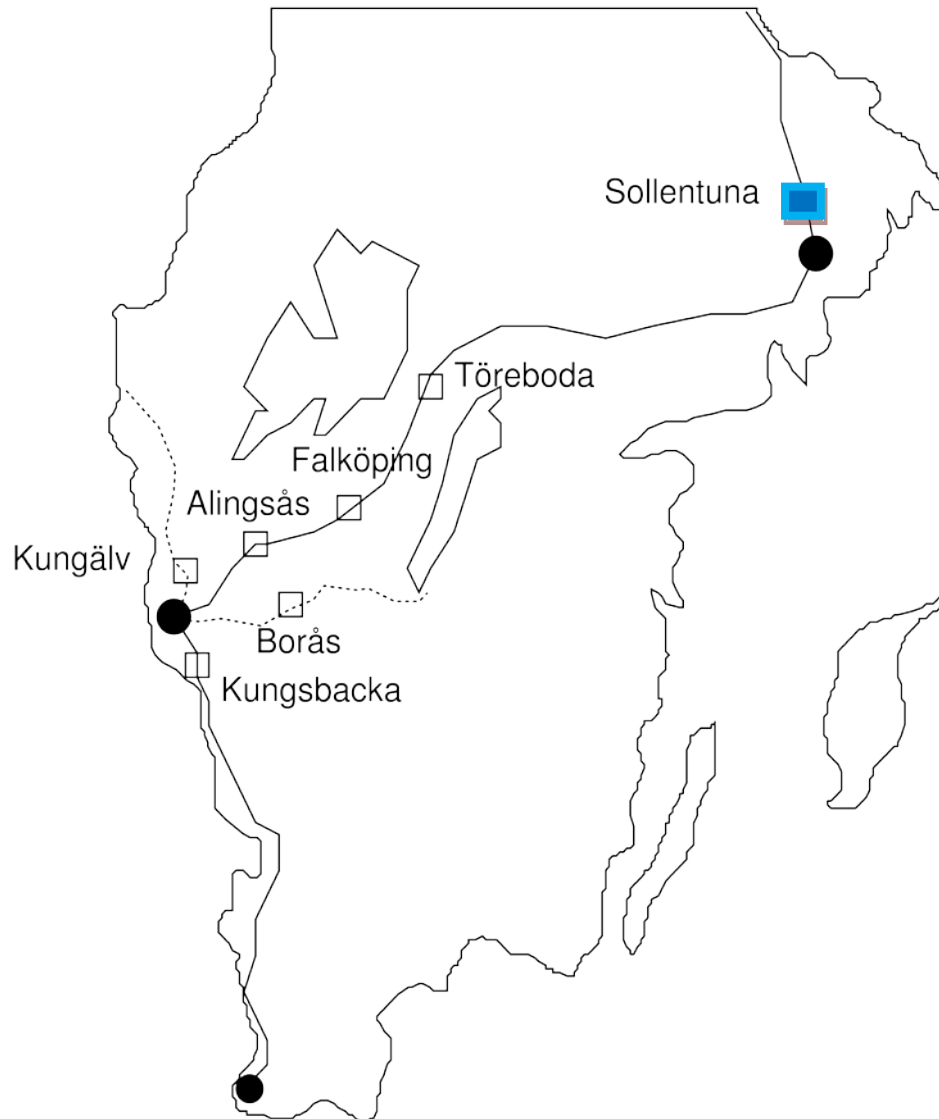
Öhrström, E. & Skånberg, A. (2006). Litteraturstudie – Effekter avseende buller och vibrationer från tåg- och vägtrafik. Arbets- och miljömedicin, Sahlgrenska Akademin vid Göteborgs universitet. Rapport 112, 2006. ISSN 1650-4321, ISBN 91-7876-111-5.

APPENDIX

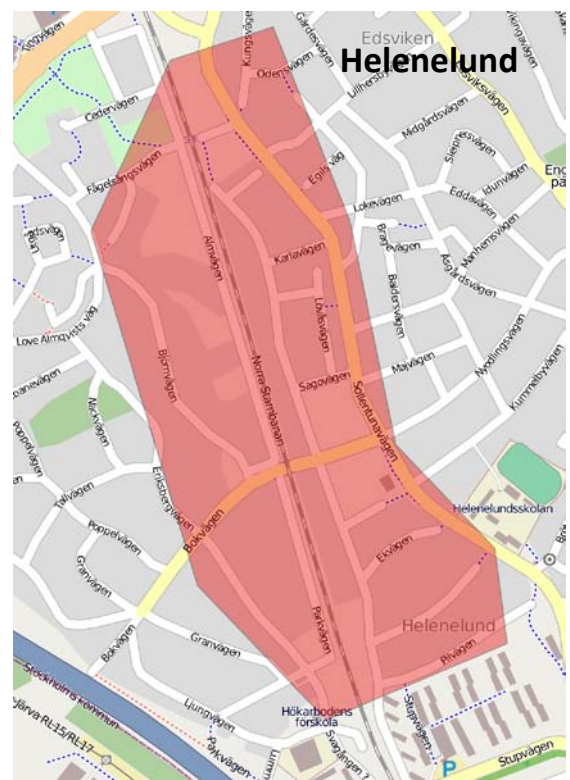
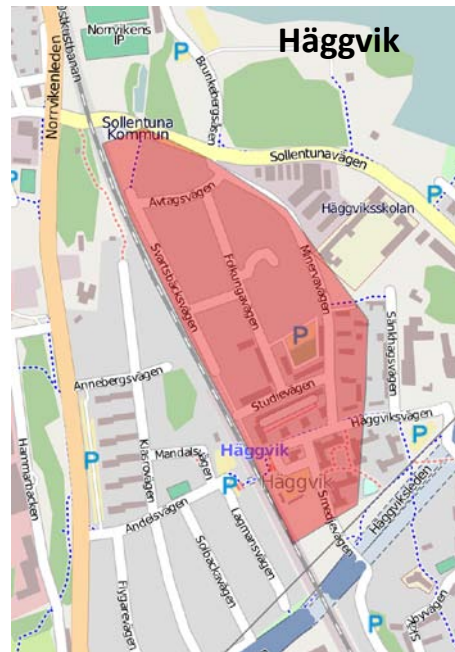
Innehållsförteckning

1. Undersökningsområdets läge
2. PM: Bullerkällor och indata för beräkningar i Sollentuna kommun
3. Antal tåg per timme dagtid kl. 06-22
4. Bullerberäkningar – kartor med ljudnivå i $L_{Aeq,24h}$ i 5-dB intervall
5. Undersökningspopulationen – indelad över ljudnivåkategorier för olika bullermått samt efter avstånd till järnväg
6. Beskrivning av undersökningspopulationen
7. Beskrivning av bostaden och bostadens utformning
8. Beskrivning av bostaden och bostadens nära omgivning
9. Beskrivning av undersökningspopulation, bostad och bostadens nära omgivning för delområdena Norrviken, Häggvik och Helenelund
10. Störning av olika olägenhetskällor i bostadsområdet
11. Störning av olika olägenhetskällor i bostadsområdet i delområdena Norrviken, Häggvik och Helenelund
12. De deltagande personernas egna kommentarer om boendemiljön
13. Störning av tågbuller inomhus med stängt och öppet fönster samt utomhus och samband med L_{den} respektive L_{AFmax}
14. Påverkan av tågbuller vid olika aktiviteter inomhus och utomhus i delområdena Norrviken, Häggvik och Helenelund
15. Påverkan av tågbuller på sömnen i delområdena Norrviken, Häggvik och Helenelund
16. Sollentuna: Samband mellan ljudnivå (L_{Aeq24h}) och allmän störning analyserat med binär logistisk regressionsanalys
17. Jämförelser Sollentuna och Töreboda/Falköping: Samband mellan ljudnivå (L_{Aeq24h}) och allmän störning analyserat med binär logistisk regressionsanalys

Undersökningsområdets läge



Undersökningsområdets läge: Delområden



PM 081202

Bullerkällor och indata för beräkningar i Sollentuna kommun

Tågtrafik

För beräkning av tågbuller i Sollentuna kommun har uppgifter om tågtrafiken på Ostkustbanan inhämtats från Banverket. I tabellen nedan visas det antal tåg som passerar mellan Helenelund och Norrvikens station och dess fördelning över dygnet (vardagsmedeldygn) i nuläge år 2008.

Tabell 1. Tågtrafik på Ostkustbanan, mellan Helenelund och Norrvikens station (2008)

Antal tåg per tågtyp och vardagsmedeldygn							
Tids-period	Motorvagnståg X1-X60	Arlanda express X3	Lokdragna persontåg	X2	Godståg	Tjänste- tåg	Totalt
Kl. 06-18	109	110	75	18	3	8	323
Kl. 18-22	30	32	17	4	4	2	89
Kl. 22-06	16	24	11	0	8	10	69
Antal per typ av tåg	155	166	103	22	15	20	481

Beräkningar

Det beräkningsprogram som har använts heter Cadna (version 3.7). Beräkningar är gjorda i enskilda mottagarpunkter vid fasad på varje bostadshus som har ingått i det urval av bostäder som har använts inom projektets ram. Varje mottagarpunkt har höjden 2 respektive 4 meter över mark. Beräkningarna är gjorda som frifältvärden dvs. utan inverkan av den ”egna” byggnadsfasaden men med inverkan av reflektioner i andra närliggande objekt såsom intilliggande byggnader, skärmar etc. Vid inläsning i beräkningsprogrammet av mottagarpunkterna har koordinatsättningen varit inexact och vissa mottagarpunkter har inte placerats vid avsedd byggnadsfasad. Där har manuell justering av placeringen skett och en uppskattning av den mest exponerade fasaddelen har använts för bestämning av mottagarpunktens placering.

Beräkningarna är gjorda med måtten L_{DEN} , L_{Aeq24h} och L_{AFmax} . Måttet L_{DEN} avser det bullermått som föreskrivs i EU-direktivet för bullerkartläggning. Samtliga beräkningar har skett enligt EU-direktivet eller för de svenska bullermåtten enligt den nordiska beräkningsmodellen för tågbuller. Då källdata för Arlanda express (X3) saknas i den nordiska beräkningsmodellen för tågbuller har källdata för X2 använts istället. Källdata i den nordiska beräkningsmodellen för tågbuller saknas även för de nya motorvagnstyperna X40 och X60. Som indata till dessa motorvagnstyper har källdata för X10 använts.

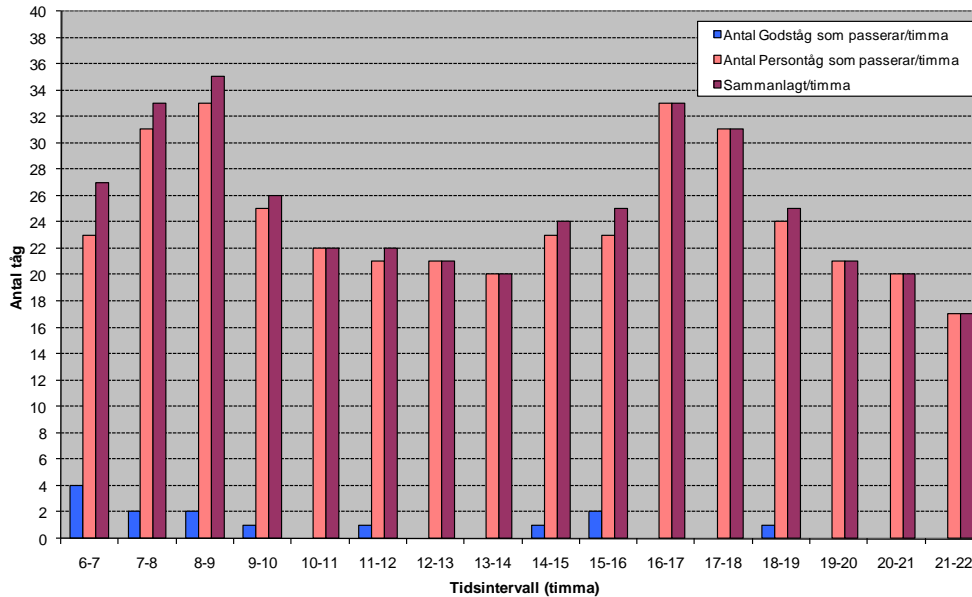
Digitalt kartunderlag för beräkningarna har erhållits från Sollentuna kommun och från Banverket. I vissa delar av kartunderlaget har höjdsättning av höjdkurvor saknats och där har manuell justering av höjderna utförts. Bullerskydd utmed järnvägen har lagts in i beräkningsprogrammet baserat på bilder och uppskattningar från platsbesök.

Göteborg 2008-12-02
WSP Akustik
Perry Ohlsson

Granskad: Tomas Jerson

Antal tåg per timme dagtid kl. 06-22

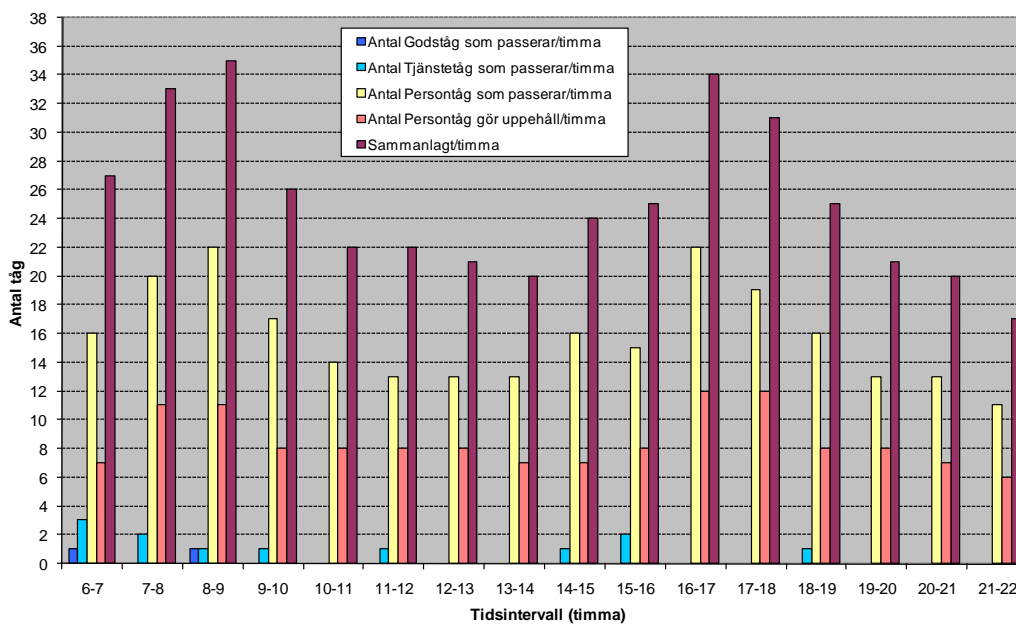
Antal tågrörelser/timma vardagar i Sollentuna mellan kl 06-22



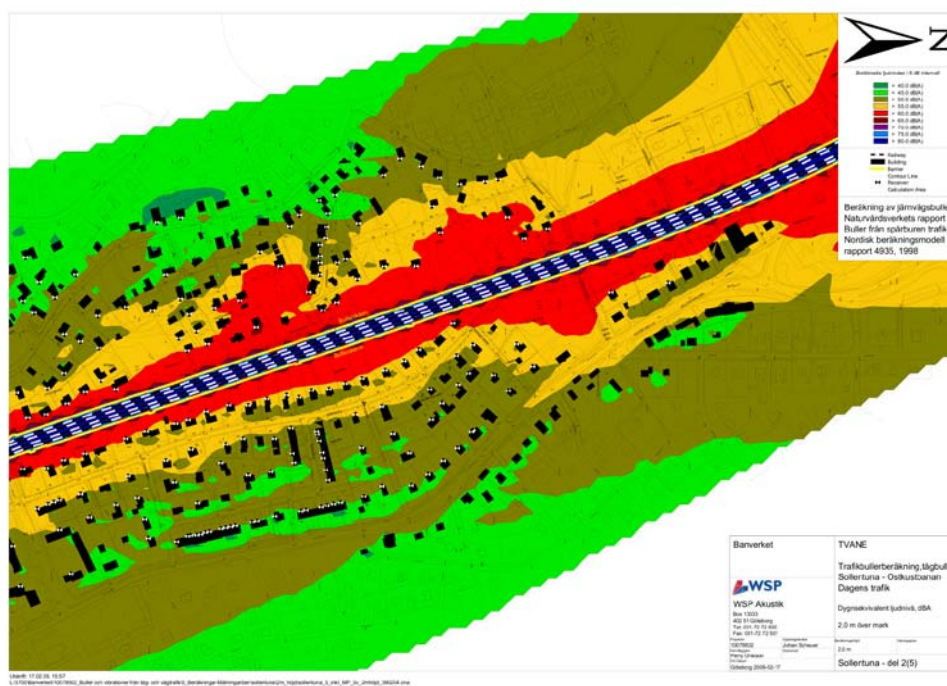
Diagrammet ovan visar att maxtimmen (dvs. den timme då det förekommer flest tåg) inträffar kl. 08-09. Då förekommer totalt 35 tåg. På eftermiddagen inträffar maxtimmen kl. 16-17 med totalt 33 tåg.

Diagrammet nedan visar förutom tågtyp även antal tåg per timme uppdelat på tåg som passerar och tåg som stannar.

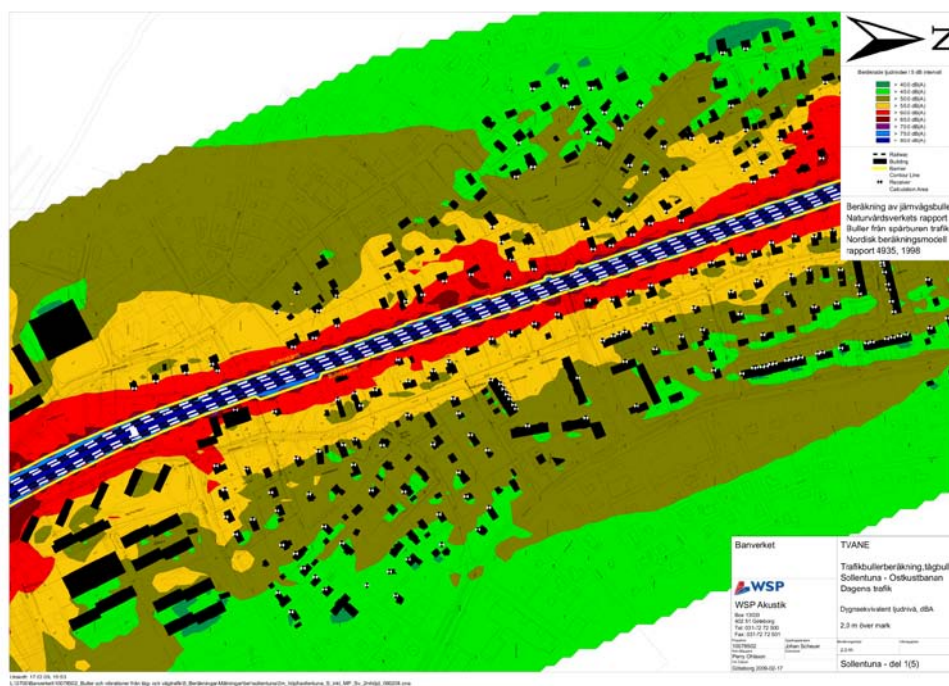
Antal tågrörelser/timma vardagar i Sollentuna mellan kl 06-22



Bullerberäkningar – kartor med ljudnivå i $L_{Aeq,24h}$ i 5 dB intervall



Helanelund, norr



Helanelund, söder

APPENDIX 5

Undersökningspopulation – indelad över ljudnivåkategorier för olika bullermått samt efter avstånd till järnväg

Antal personer per ljudnivåkategori LAeq,24h			
45-50 dB	51-55 dB	56-60 dB	61-65 dB
167	280	191	77

Antal personer per ljudnivåkategori Lden			
50-54 dB	55-59 dB	60-64 dB	>64 dB
109	319	204	83

Antal personer per ljudnivåkategori Lnatt				
<45 dB	45-49 dB	50-54 dB	55-59 dB	>60 dB
41	204	305	140	25

Antal personer per ljudnivåkategori LAFmax				
61-65 dB	66-70 dB	71-75 dB	76-80 dB	81-85 dB
47	182	239	183	64

Antal personer per avståndskategori, meter						
<50 m	51-100 m	101-150 m	151-200 m	201-250 m	251-300 m	301-350 m
83	150	205	169	51	42	15

APPENDIX 6

Beskrivning av undersökningspopulationen

	Ljudnivåkategori $L_{Aeq,24h}$ mest exponerad sida, dB				
	45-50	51-55	56-60	61-65	Totalt
Antal deltagare	167	280	191	77	715
Ålder:					
Medelvärde	52,6	51,4	49,5	51,9	51,2
Sd	15,8	14,9	14,3	13,9	14,9
Kön: (%)					
Kvinna / Man	57 / 43	55 / 45	58 / 42	56 / 44	56 / 44
Civilstånd: (%)					
Gift/sambo	72	76	81	78	77
Ogift/ej sambo	16	15	11	14	14
Skild	8	7	6	8	7
Änka/änkling	4	2	2	0	2
Ljudkänslighet:					
Andel ganska eller mycket känslig för ljud/buller (%)	32	33	32	37	33
Känslighet för damm/luftförorening:					
Andel ganska eller mycket känslig (%)	33	34	32	30	33
Hushåll med barn: (%)					
Under 7 år	23	15	14	10	13
7-17 år	28	26	33	24	29
Försörjning: (%) ¹⁾					
Anställd	58	57	65	54	59
Eget företag	7	12	11	14	10
Förtids/sjukpensionär	6	4	3	4	4
Ålderspensionär	26	20	17	21	21
Tjänstledig	1	3	3	1	2
Studerande	8	5	6	1	6
Arbetslös	1	2	1	0	1
Sjukskriven	0	1	1	3	1
Hushållsarbete i hemmet	9	13	10	9	11
Utbildning: (%)					
Mindre än 12 år	37	26	31	40	32
Universitetsutbildad, ≥ 3 år	44	53	50	42	49
Färdsätt till arbete/ studieort: (%) ¹⁾					
Egen bil	38	39	40	48	40
Buss	19	20	18	17	19
Tåg	34	36	39	18	34
Annat	11	14	18	13	14

¹⁾ Fler än ett svar kan anges.

APPENDIX 7

Beskrivning av bostaden och bostadens utformning

	Ljudnivåkategori $L_{Aeq,24h}$ mest exponerad sida, dB				
	45-50	51-55	56-60	61-65	Totalt
Antal deltagare	167	280	191	77	715
Boendetid i bostaden: (år)					
Medelvärde	13,7	15,0	16,2	15,8	15,1
Sd	10,5	12,1	12,7	12,3	11,9
Hustyp: (%) ²⁾					
Småhus / Flerbostadshus	53/47	72/28	82/18	92/8	73/27
Huset byggt år: (%)					
Före 1941	14	21	26	28	21
1941-1960	17	35	38	32	31
1961-1975	25	14	13	8	16
1976-1985	19	14	11	15	15
Efter 1985	20	12	9	10	13
Vet ej	5	3	3	6	4
Byggnadsstommens material: (%)					
Trä	41	42	66	69	51
Betong/tegel	51	52	30	23	43
Vet ej	8	6	4	9	6
Bostad med källare: (%)					
Under mark	33	32	24	32	30
Ovan mark	13	13	11	22	14
Källare saknas	54	54	65	45	56
Antal rum, förutom kök:					
Medelvärde (Sd)	4,5 (1,9)	4,9 (1,9)	5,1 (1,7)	5,1 (1,7)	4,8 (1,8)
Andel som bor på våningsplan: (%)					
plan 1	58	70	80	71	70
plan 2	23	18	11	29	19
plan 3-4	9	8	6	0	7
plan 5-9	8	1	3	0	4
Typ av fönster i bostaden: (%) ³⁾					
2-glas	62	60	65	54	61
3-glas	41	44	51	62	47
Annat/ Känner inte till	6	5	7	10	6

¹⁾ Fler än ett svar kan anges. ²⁾ Friliggande hus, gård, villa, radhus, kedjehus.

³⁾ Bostadens uppgivna typ av fönster. Svaren är givna med alla typer av fönster som förekommer i bostaden.

APPENDIX 8

Beskrivning av bostaden och bostadens nära omgivning

	Ljudnivåkategori $L_{Aeq,24h}$ mest exponerad sida, dB				
	45-50	51-55	56-60	61-65	Totalt
Antal deltagare	167	280	191	77	715
Andel som har sovrum på våningsplan: (%)					
plan 1	35	37	44	50	40
plan 2	47	53	47	50	50
plan 3 och högre	17	10	9	0	10
Sovrum vetter mot: (%)					
Större gata eller trafikled ¹⁾	5	6	5	4	5
Mindre gata	37	31	39	26	34
Järnväg	8	10	25	44	17
Gård	37	37	27	22	33
Annat	23	23	25	21	23
Andel som har balkong (%)	75	72	60	36	70
Balkong vetter mot (%):					
Större gata eller trafikled ¹⁾	5	3	2	5	3
Mindre gata	50	32	30	23	35
Järnväg	10	12	24	34	17
Gård	14	26	11	14	18
Annat	12	12	13	17	13
Andel som har egen eller allmän uteplats (%)	84	93	94	95	91
Uteplats vetter mot (%):					
Större gata eller trafikled ¹⁾	4	7	4	6	5
Mindre gata	22	29	33	40	29
Järnväg	3	12	38	51	21
Gård	50	43	33	22	40
Annat	22	24	26	23	24
Tillgång till grönområden: (%)					
Ja, inom 400 m	55	59	61	75	60
Ja, inom 500-800 m	22	27	23	17	24
Ja, men längre än 800 m	21	12	13	8	14
Nej	2	2	3	0	2

¹⁾ Fler än ett svar kan anges.

APPENDIX 9 (1/3)

Beskrivning av undersökningspopulation, bostad och bostadens nära omgivning för delområdena Norrviken, Häggvik och Helenelund

	Delområden			
	Norrviken	Häggvik	Helenelund	Totalt
Antal deltagare	190	231	294	715
Ålder:				
Medelvärde	53,2	52,8	48,7	51,2
Sd	13,8	16,1	14,1	14,9
Kön: (%)				
Kvinna / Man	57/43	54/46	58/42	56 / 44
Civilstånd: (%)				
Gift/sambo	86	65	80	77
Ogift/ej sambo	9	20	12	14
Skild	4	1	7	7
Änka/änkling	1	5	1	2
Ljudkänslighet:				
Andel ganska eller mycket känslig för ljud/buller (%)	32	36	31	33
Känslighet för damm/ luftförorening:				
Andel ganska eller mycket känslig (%)	26	35	35	33
Hushåll med barn: (%)				
Under 7 år	19	17	33	13
7-17år	51	37	35	29
Försörjning: (%) ¹⁾				
Anställd	56	55	65	59
Eget företag	15	8	9	10
Förtids/sjukpensionär	6	5	3	4
Ålderspensionär	24	27	14	21
Tjänstledig	2	1	3	2
Studerande	2	8	6	6
Arbetslös	1	1	1	1
Sjukskriven	0,5	0,4	1	1
Hushållsarbete i hemmet	12	10	11	11
Utbildning: (%)				
Mindre än 12 år	21	43	29	32
Universitetsutbildad, ≥ 3 år	52	40	54	49
Färdsätt till arbete/ studieort: (%) ¹⁾				
Egen bil	49	33	40	40
Buss	10	17	26	19
Tåg	33	44	28	34
Annat	8	10	21	14

¹⁾ Fler än ett svar kan anges.

APPENDIX 9 (2/3)

Delområden: Beskrivning av bostaden och bostadens utformning

	Delområden			
	Norrviken	Häggvik	Helenelund	Totalt
Antal deltagare	190	231	294	715
Boendetid i bostaden: (år)				
Medelvärde	19,6	12,2	14,5	15,1
Sd	13,0	10,5	11,5	11,9
Hustyp: (%) ²⁾				
Småhus / Flerbostadshus	97/3	27/73	93/7	73/27
Huset byggt år: (%)				
Före 1941	36	3	26	21
1941-1960	40	22	32	31
1961-1975	8	26	12	16
1976-1985	4	33	7	15
Efter 1985	8	10	19	13
Vet ej	3	6	3	4
Byggnadsstommens material: (%)				
Trä	77	19	58	51
Betong/tegel	17	70	38	43
Vet ej	3	11	4	6
Bostad med källare: (%)				
Under mark	16	29	40	30
Ovan mark	20	10	12	14
Källare saknas	64	61	48	56
Antal rum, förutom kök:				
Medelvärde (Sd)	6(1,6)	3,6(1,6)	5,1(1,6)	4,8 (1,8)
Andel som bor på våningsplan: (%)				
plan 1	86	45	83	70
plan 2	13	26	16	19
plan 3-4	1	19	0,4	7
plan 5-9	0	10	0,8	4
Typ av fönster i bostaden: (%) ³⁾				
2-glas	65	55	64	61
3-glas	43	53	45	47
Annat/ Känner inte till	4/2	3/4	4/1	4/2

¹⁾ Fler än ett svar kan anges. ²⁾ Friliggande hus, gård, villa, radhus, kedjehus.

³⁾ Bostadens uppgivna typ av fönster. Svaren är givna med alla typer av fönster som förekommer i bostaden.

Delområden: Beskrivning av bostaden och bostadens nära omgivning

	Delområden			
	Norrviken	Häggvik	Helenehund	Totalt
Antal deltagare	190	231	294	715
Andel som har sovrum på våningsplan: (%)				
plan 1	54	31	38	40
plan 2	45	39	61	50
plan 3 och högre	1	30	1	10
Sovrum vetter mot: (%)				
Större gata eller trafikled ¹⁾	4	4	7	5
Mindre gata	34	41	28	34
Järnväg	18	18	15	17
Gård	27	40	31	33
Annat	32	13	25	23
Andel som har balkong (%)	72	79	59	70
Balkong vetter mot (%):				
Större gata eller trafikled ¹⁾	3	5	2	3
Mindre gata	29	45	31	35
Järnväg	20	30	5	17
Gård	21	22	14	18
Annat	21	6	13	13
Andel som har egen eller allmän uteplats (%)	100	78	98	91
Uteplats vetter mot (%):				
Större gata eller trafikled ¹⁾	4	3	8	5
Mindre gata	42	11	36	29
Järnväg	26	19	19	21
Gård	33	52	35	40
Annat	32	10	29	24
Tillgång till grönområden: (%)				
Ja, inom 400 m	89	54	47	60
Ja, inom 500-800 m	10	27	30	24
Ja, men längre än 800 m	2	17	20	14
Nej	0	2	3	2

¹⁾ Fler än ett svar kan anges.

APPENDIX 10

Störning av olika olägenhetskällor i bostadsområdet

	Ljudnivåkategori $L_{Aeq,24h}$ mest exponerad sida, dB				
	45-50	51-55	56-60	61-65	Totalt
Antal deltagare	167	280	191	77	715
Andel (%) ganska, mycket och oerhört mycket störda av:					
Buller från tåg	46	63	77	86	37
Buller från vägtrafik	53	54	55	51	25
Vibrationer från tåg	13	25	48	63	17
Buller från flyg	26	30	39	29	13
Skakningar i huset eller föremål som rör sig när tåg kör förbi	7	11	36	57	12
Avgaser från vägtrafik	25	31	26	32	9
Vibrationer från vägtrafik	18	22	22	17	6
Ljud/buller från ventilation/fläktar	17	14	13	14	5
Ljud från grannar	24	21	19	15	5
Lukt från industrier/verksamheter	9	12	16	21	3
Ljud/buller från installationer (ex. hiss, vatten/avlopp, tvättstuga)	12	11	9	9	3
Skakningar i huset eller föremål som rör sig när bilar kör förbi	6	9	13	14	3
Buller från industrier	5	3	5	4	2

APPENDIX 11

Störning av olika olägenhetskällor i bostadsområdet för delområdena Norrviken, Häggvik och Helenelund

	Delområden			
	Norrviken	Häggvik	Helenelund	Totalt
Antal deltagare	190	231	294	715
Andel (%) ganska, mycket och oerhört mycket störda av:				
Buller från industrier	2	3	0,3	2
Lukt från industrier/verksamheter	1	1	1	3
Buller från flyg	33	8	4	13
Buller från tåg	49	37	29	37
Vibrationer från tåg	29	12	12	17
Buller från vägtrafik	28	22	25	25
Avgaser från vägtrafik	7	9	9	9
Vibrationer från vägtrafik	6	5	7	6
Ljud/buller från ventilation/fläktar	1	6	6	5
Ljud/buller från installationer (ex. hiss, vatten/avlopp, tvättstuga)	0	6	3	3
Ljud från grannar	2	6	7	5
Skakningar i huset eller föremål som rör sig när bilar kör förbi	3	3	2	3
Skakningar i huset eller föremål som rör sig när tåg kör förbi	24	9	8	12

De deltagande personernas egna kommentarer om boendemiljön

Norrviken

(32 av de 190 deltagande personerna har lämnat kommentarer om boendemiljön = 16,8 %)

KATEGORI	KOMMENTAR
flyg	Vid nordlig vind störs jag av Arlandaflyget.
flyg	Största bullerproblem är flyget.
flyg	Pga. vindriktning sker ibland överflygning var annan till var 3:e minut.
flyg	Jag undrar varför ni inte frågar om flygbuller, det är det största problemet.
flyg	Flygets utökning på Arlanda är mycket störande. Utökad tågtrafik ca 20 tåg/tim.
flyg	Flygbullret är mkt störande. Pendeltågen kan lukta väldigt illa vid inbromsning. Vi bor ca 100 m från räls/station.
flyg	Arlanda flyg ligger 2 mil norr. Flygbullret är mkt störande. Jästfabriken luktar väldigt illa vid nordlig vind.
tåg flyg	Gamla tåg och godståg väsnas. Arlandaflyget ger skakningar som känns även i sängen.
tåg flyg	Inomhus ok vi är väl ljudisolerade men utomhus kan man knappt samtala när alla flygplan och tåg passerar.
tåg	Önskar tystgående tåg och tyst asfalt.
tåg	Snabbtågen är öronbedövande, resten är störbuller som man kan vänja sig vid.
tåg	Pendeltåg inte särskilt störande, men godståg.
tåg	Omöjligt att samtala utomhus när tågen passerar. Sovrumsfönstret går ej att öppna nattetid, har ljuddämpande glas där, ditsatt av Banverket.
tåg	Norra stambanan passerar 150 m från huset, betydande bullerstörning.
tåg	Man tystnar helt enkelt i samtalen och fortsätter när tåget gått förbi.
tåg	Tågen Arlandabanan är värst.
tåg	Bor 25 meter ifrån järnväg- man kan inte bli annat än störd bullerplank till trots.
tåg plank	Störningar från tågen har ökat kraftigt sedan bullerplank installerades vid järnvägen. Detta gör att ljuden reflekteras upp emot den kulle vi bor på.
tåg plank	Saknar bullerplank, vill ha öppet sovrumsfönster.
dåligt plank	Banverkets 3 m. höga plank låter oerhört mycket när det slår emot de gjutna metallstolparna. Borde vara betonggjuten mur eftersom ljudet kommer från tåg hjul
tåg vibr	Vi bor 3 hus från järnvägen på 30 meters djup av lermark. Vibrationerna skapar ljud inne i huset.
väg	Är orolig att den nya leden Täby kyrkby ska öka bullret.
väg	Störs mest av biltrafik, E 4 motorväg.
väg	Störs mest av bakgrundsljudet från motorvägen vissa tider (till o från arb.). Tågen vänjer man sig vid. Arlandabanan stör.
väg flyg	Egentligen vansinnigt bullrigt där vi bor E4 och flyg - värst är Arlandabanan.
väg flyg	Ca 130 meter från genomfartsled, ca 800 meter från E4, flyg till och från Arlanda passerar över eller inom synhåll.
väg tåg flyg	Buller från främst 4 källor: E4= 72000 bilar/dygn. Norrviksleden=20000 bilar/dygn. 4-spår järnväg=450 tåg/dygn. Arlanda flygplats= 350 flyg/dygn (bana 3).
tåg/väg/flyg vibr	Tågtrafiken är störande i särklass, därefter väg och flygtrafik. Skakningar inne i huset är värre än ljudnivån.
annat	Smutsigt nedfall från en bullrig Arlandabana.
annat	Bullrig miljö men man vänjer sig, mer störande med avvikande ljud t.ex. om någon kör fort nära huset.

APPENDIX 12 (2/3)

Häggvik

(15 av de 231 deltagande personerna har lämnat kommentarer om boendemiljön = 6,5 %)

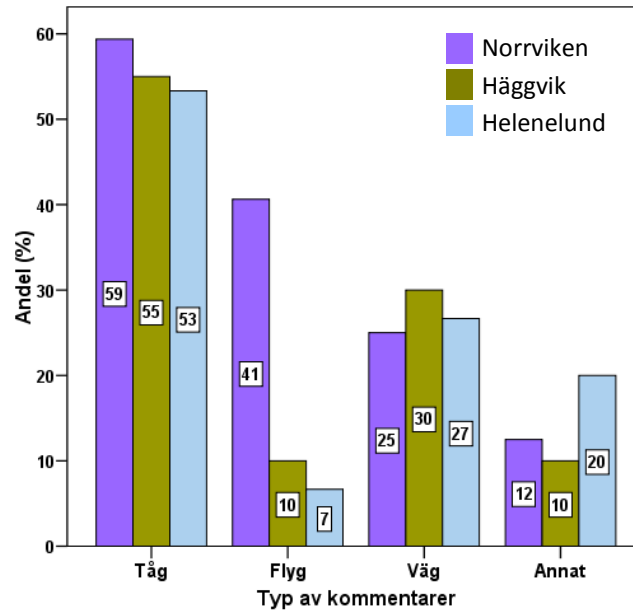
KATEGORI	KOMMENTAR
flyg	Arlanda inflygning nattetid är störande.
flyg/väg/annat	Högt grundbrus från E 4 och Arlanda, mycket sotigt nerfall.
tåg	Utan öronproppar kan man inte sova med öppet fönster.
tåg	Störs mest av snabbtåg och Arlanda express.
tåg	SJ:s rengöringslok väsnas förfärligt och väcker hela omgivningen.
tåg	Måste ha öronproppar för att sova.
tåg	Måste ha öronproppar för att sova.
tåg	Man måste hålla för öronen när norrgående tåg passerar.
tåg	De gamla fjärrtågen och pendeltågen bullrar mycket mer än de nya.
tåg	Arlandaexpressen passerar 8 ggr/tim. Störande.
tåg	Tåg Arlandabanan har vedervärdig ljudnivå. Banverket borde ljuddämpa.
tåg	470 tåg/dygn, man kan inte vistas på balkongen utan hörselskydd. Bullerplanket är inte monterat att passa vårt hus.
tåg plank	Viktigt med riktigt bullerplank Häggvik/Sollentuna.
väg tåg	50 m till järnväg men E 4 trafik stör mer.
väg	Vägen ligger 10 meter från mitt sovrumsfönster men lokalbussarna stör mest på natten.
väg	Nattbussen svänger precis där jag bor.
väg	Intensiv trafik även på min lilla gata.
väg annat	Luftföroreningarna och det svarta dammet från E 4:an är besvärligt.
annat	Jästfabriken stör.
annat	Trimmade mopeder stör mycket.

Helenelund

(15 av de 294 deltagande personerna har lämnat kommentarer om boendemiljön = 5,1 %)

KATEGORI	KOMMENTAR
flyg	Vi har isolerade fönster mot tågtrafiken men det hjälper inte mot flygtrafiken som väcker oss på natten.
tåg	Önskelista: ljuddämpare på tågens kylfläktar och hjul, hastighetsbegränsa gamla bullertåg.
tåg	Vi flyttar till lugnare gata med mindre tågstörningar.
tåg	Tågtrafiken är värst av alla, X-2000 olidlig.
tåg	Störs mest på natten från diesellok som låter som gamla propellerplan och från E 4 där motorcyklar och bilar kör med full gas.
tåg	Jag är mycket störd av tågtrafiken på natten, måste ta sömntabletter.
tåg plank	Saknar bullerskydd på allt som låter för mycket tågtrafiken.
dåligt plank	Det fula bullerplanket gör ingen nytta. Tågtrafiken 4 spåriga stambanan + Arlandabanan ger vibrationer oljud och sättningar i huset.
tåg väg	Min bostad är klämd mellan järnväg och genomfartsgata. Biltrafiken är värst.
tåg väg	Här stör tåg tillfälligt högljud, men E4:an är mer malande, alltid.
väg	E 4:an stör mer än tåget.
väg	Dålig trafikplanering, genomfartsgata med lastbilstrafik som vi försöker bekämpa.
annat	Besväras av nedfall/avgaser.
annat	Mycket sotnedfall.
annat	Alla riktiga grönområden har försvunnit, ljudnivån har ökat markant på de 16 år vi bott här. Planerar att flytta längre bort från stan.

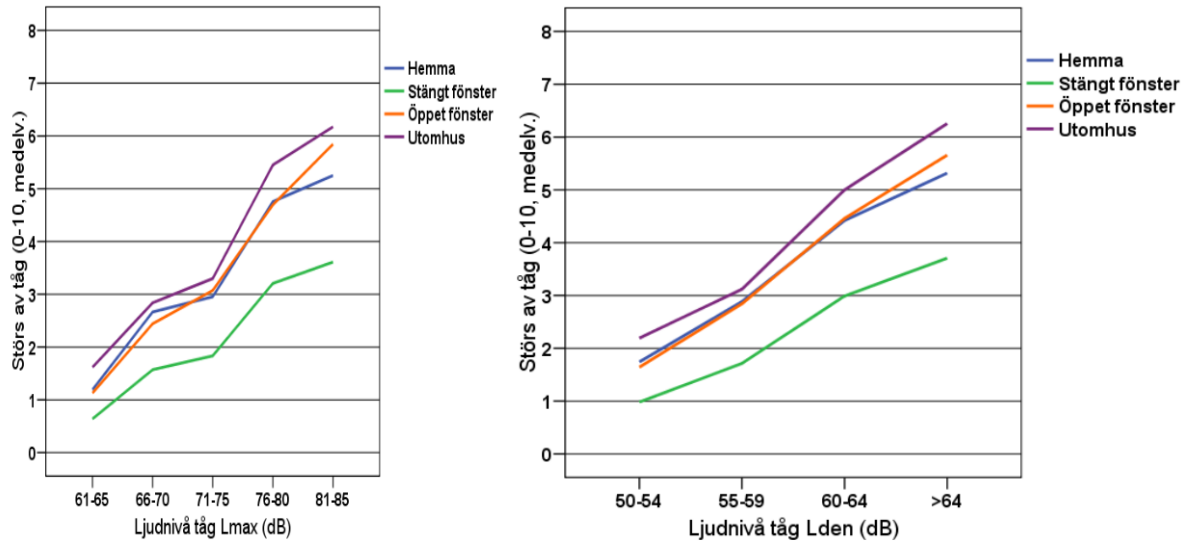
TYP AV KOMMENTAR OM BOENDEMILJÖN



Figur A 12:1. Fördelningen över typ av kommentarer avseende tåg, flyg, väg och annat (andel i %) av de som lämnat kommentarer om boendemiljön i de olika delområdena Norrviken (n=32), Häggvik (n=15) och Helenelund (n=15) .

Ungefär lika hög andel har skrivit in kommentarer om tågtrafiken (ca. 50 %) och vägtrafiken (ca. 30 %) i de tre delområdena. Andelen som har kommenterat flygtrafiken är högst i Norrviken (41 %) men ungefär lika i Häggvik och Helenelund, 10 respektive 7 %. I Helenelund har en högre andel kommenterat annat i boendemiljön.

Störning av tågbuller inomhus med stängt och öppet fönster samt utomhus och samband med L_{den} respektive L_{AFmax}

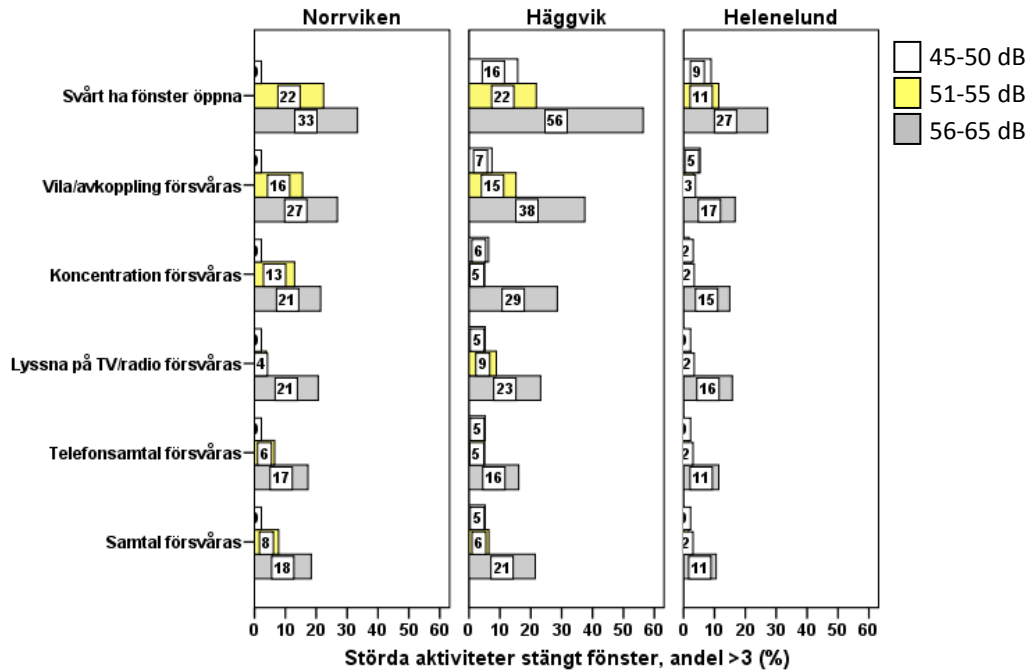


Figur A 13:1. Störning av tågbuller (medelvärde, skala 0-10) hemma, inomhus med stängt respektive öppet fönster samt störning utomhus i relation till bullernivå i till L_{AFmax} (vänster) och L_{den} (höger).

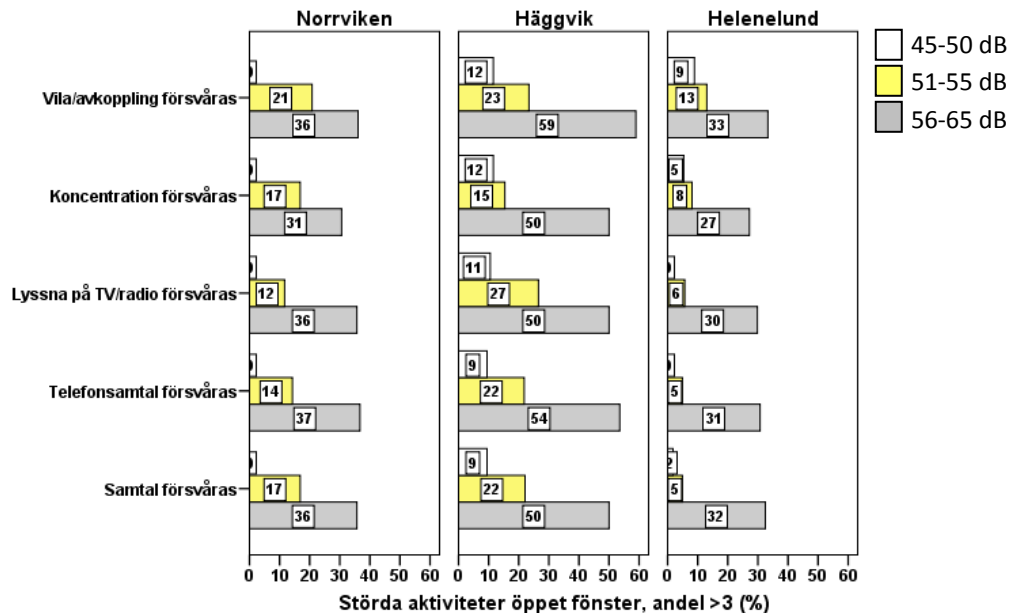
Figurerna visar lika relationer mellan störning mätt med de 4 störningsskalorna och bullermåtten L_{den} respektive L_{AFmax} .

Medelvärdet för störning "utomhus" är högst, men bara något högre än störning inomhus med "öppet fönster" och störning "hemma". Medelvärdet för störning inomhus med "stängt fönster" är avsevärt lägre än störning i övriga situationer.

Påverkan av tågbuller vid olika aktiviteter inomhus i delområdena Norrviken, Häggvik och Helenelund

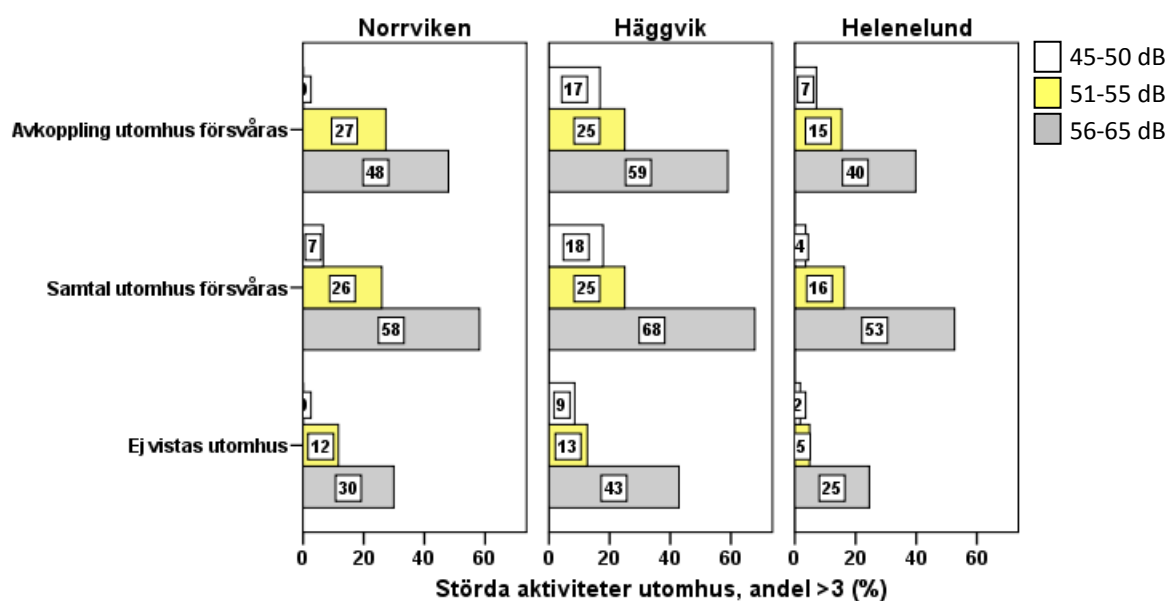


Figur A 14:1. Andel (%) personer, som har summamåttet >3 för påverkan av tågbuller med stängt fönster vid olika aktiviteter på dagen i relation till bullernivå från tåg, $L_{Aeq,24h}$ (45-50, 51-55 och 56-65 dB) i de tre delområdena.



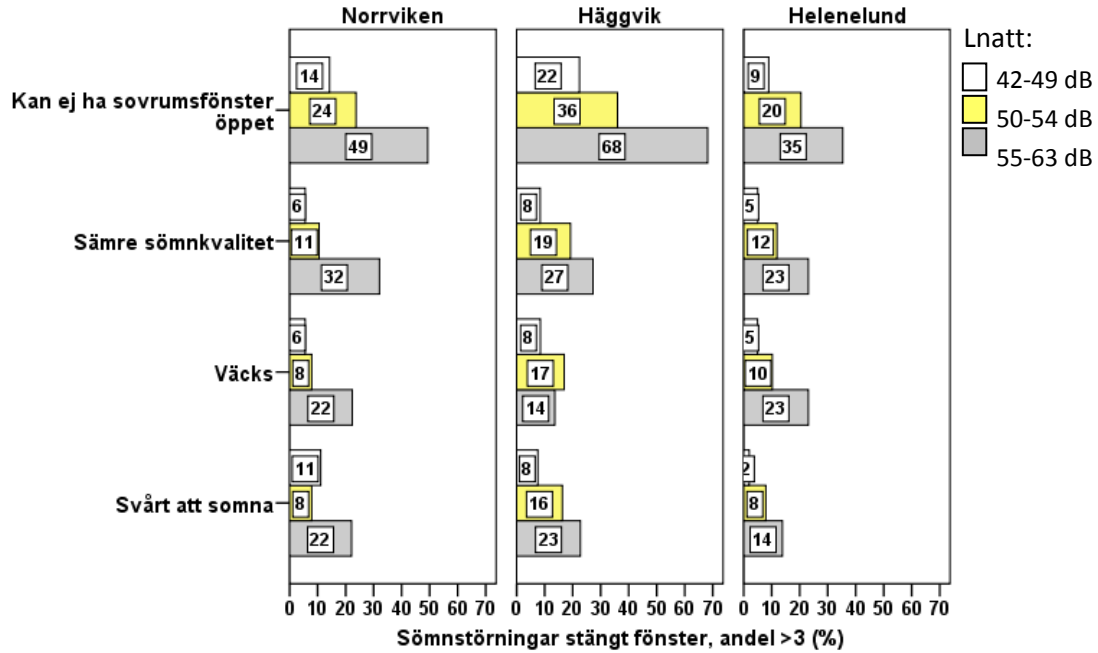
Figur A 14:2. Andel (%) personer, som har summamåttet >3 för påverkan av tågbuller med öppet fönster vid olika aktiviteter på dagen i relation till bullernivå från tåg, $L_{Aeq,24h}$ (45-50, 51-55 och 56-65 dB) i de tre delområdena.

Påverkan av tågbuller vid olika aktiviteter utomhus i delområdena Norrviken, Häggvik och Helenelund

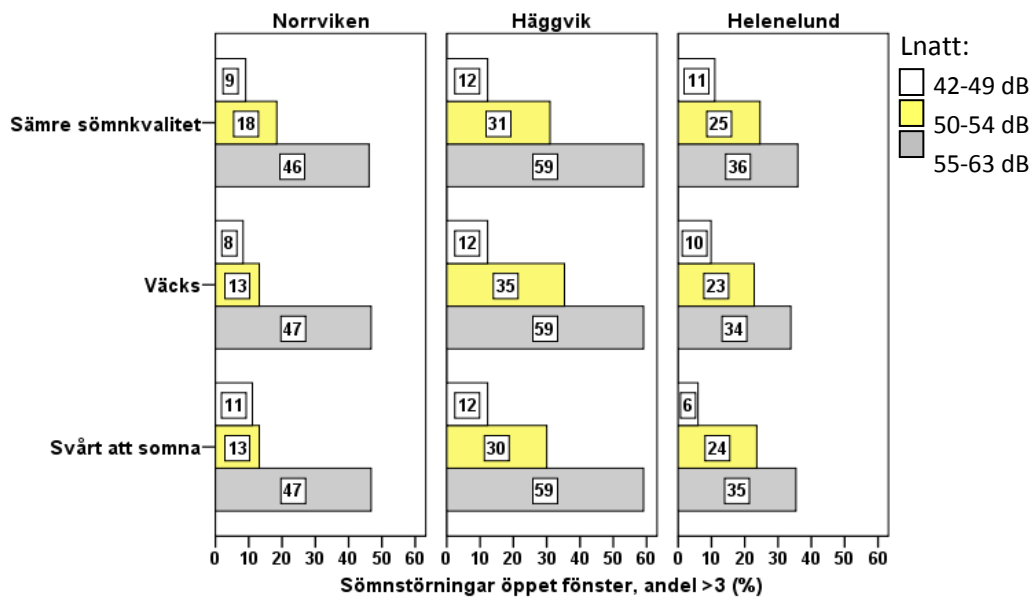


Figur A 14:3. Andel (%) personer, som har summamåttet >3 för påverkan av tågbuller vid olika aktiviteter utomhus i relation till bullernivå från tåg, $L_{Aeq,24h}$ (45-50, 51-55 och 56-65 dB) i de tre delområdena.

Påverkan av tågbuller på sömnen i delområdena Norrviken, Häggvik och Helenelund



Figur A 15:1. Andel (%) personer, som har summamåttet >3 för olika typer av sömnstörningar av tågbuller vid stängt sovrumsfönster i relation till bullernivå från tåg, L_{natt} (42-49, 50-54 och 55-63 dB) i de tre delområdena.



Figur A 15:2. Andel (%) personer, som har summamåttet >3 för olika typer av sömnstörningar av tågbuller vid öppet sovrumsfönster i relation till bullernivå från tåg, L_{natt} (42-49, 50-54 och 55-63 dB) i de tre delområdena.

APPENDIX 16 (1/2)

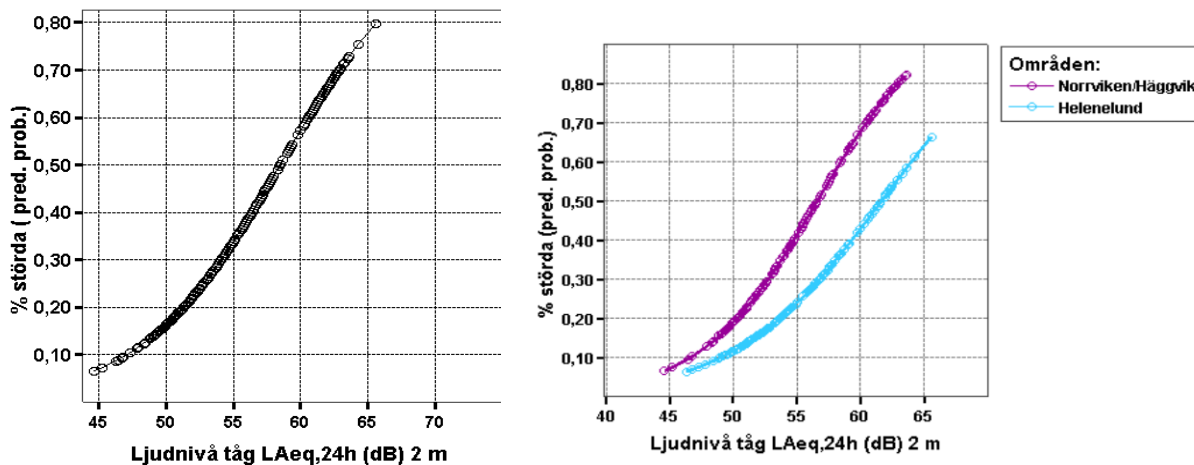
SOLLENTUNA: Samband mellan ljudnivå ($L_{Aeq,24h}$) och allmän störning analyserat med binär logistisk regressionsanalys

Sambandet mellan ljudnivå ($L_{Aeq,24h}$) från tågtrafik och allmän störning av tågbuller (% som är ganska, mycket eller oerhört mycket störda) analyserades med binär logistisk regression (se nedanstående tabell 16:1-2 och figur 16:1).

Tabell A 16:1. Resultat av logistisk regression för predicering av andel störda av tågbuller utifrån $L_{Aeq,24h}$ för Sollentuna.

Bullerexponering $L_{Aeq,24h}$ (dB)	B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)	95 % konfidensintervall (OR)	
							Nedre	Övre
Hela området	0,193	0,021	80,60	1	0,000	<u>1,21</u>	1,163	1,265
Norrviken Häggvik	0,219	0,029	58,57	1	0,000	<u>1,25</u>	1,177	1,317
Helenelund	0,173	0,034	25,88	1	0,000	<u>1,19</u>	1,112	1,127

För hela området var sambandet mellan ljudnivå och andelen störda var statistiskt signifikant (se tabell 17:1, $p < 0,0001$). Varje ökning av ljudnivån med 1 dB medför en ökning av oddset (OR) för att vara störd med i genomsnitt 1,21 gånger eller med 21 % (OR=1,21; 95 % konfidensintervall=1,16-1,26). Uppdelat på delområden, Norrviken/Häggvik sammanslaget respektive Helenelund var oddset för att vara störd lägre i Helenelund 19 % (OR=1,19) än i Norrviken/Häggvik 25 % (OR=1,25). Figur 17:1 visar predicerad andel störda av tågbuller beräknad för hela området respektive för delområden.



Figur A 16:1. Figur 1. Predicerat värde för andel störda av tågbuller som funktion av ljudnivå från tåg i $L_{Aeq,24h}$ för hela undersökningsområdet (vänster) och för delområden Norrviken/Häggvik och Helenelund (höger).

En skattning av andel störda av tågbuller utifrån kurvorna i figurerna redovisas i tabell 2. Andelen störda av tågbuller skattas till 8 % vid 45 dB och till 77 % vid 65 dB men skillnaderna inom Sollentunaområdet är stora. Andelen störda av tågbuller var betydligt lägre i Helenelund. Skillnaden i skattad andel störda mellan delområdena Norrviken/Häggvik och Helenelund ökade med ökad ljudnivå från 4 % vid 45 dB till ca 20 % vid $L_{Aeq,24h}=65$ dB.

APPENDIX 16 (2/2)

Tabell A 16:2. Predicerat värde för andel störda (%) av tågbuller vid olika ljudnivåer i $L_{Aeq,24h}$ för Sollentunaområdet som helhet samt separat för Norrviken/Häggvik och Helenelund.

	Ljudnivåkategorier i $L_{Aeq,24h}$				
	45 dB	50 dB	55 dB	60 dB	65 dB
<i>Hela området</i>	8	17	35	58	77
<i>Norrviken/Häggvik</i>	8	20	43	68	85
<i>Helenelund</i>	4	12	23	43	65
<i>Differens Norrviken/Häggvik och Helenelund</i>	-4	-8	-20	-25	-20

JÄMFÖRELSE SOLLENTUNA OCH TÖREBODA/FALKÖPING: Samband mellan ljudnivå ($L_{Aeq,24h}$) och allmän störning analyserat med binär logistisk regressionsanalys

Sambandet mellan ljudnivå ($L_{Aeq,24h}$) från tågtrafik och allmän störning av tågbuller (% som är ganska, mycket eller oerhört mycket störda) analyserades med binär logistisk regression (se nedanstående tabell 17:1 och figur 17:1).

Tabell A 17:1. Resultat av logistisk regression för predicering av andel störda utifrån $L_{Aeq,24h}$ för tågområden i Sollentuna med 481 tåg per dygn och Töreboda/Falköping med 124 tåg per dygn.

Bullerexponering $L_{Aeq,24h}$ (dB)	B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)	95 % konfidensintervall (OR)	
							Nedre	Övre
<i>Hela Sollentuna</i>	0,193	0,021	80,60	1	0,000	<u>1,21</u>	1,163	1,265
<i>Norrviken/Häggvik</i>	0,219	0,029	58,57	1	0,000	<u>1,25</u>	1,177	1,317
<i>Helenelund</i>	0,173	0,034	25,88	1	0,000	<u>1,19</u>	1,112	1,127
<i>Töreboda/Falköping</i>	0,162	0,032	25,27	1	0,000	<u>1,18</u>	1,104	1,253

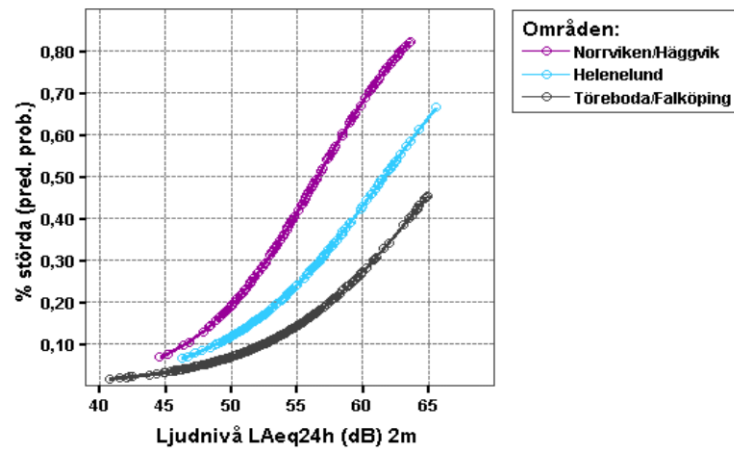
Sambandet mellan ljudnivå och andelen störda av tågbuller var statistiskt signifikant (se tabell 17:1, $p < 0,0001$). För Sollentunaområdena med 481 tåg/dygn medför varje ökning av ljudnivån med 1 dB en ökning av oddset (OR) för att vara störd med i genomsnitt 1,21 gånger eller med 21 % (OR=1,21; 95 % konfidensintervall=1,16-1,26). Uppdelat på delområden, Norrviken/Häggvik sammanslaget respektive Helenelund var oddset för att vara störd lägre i Helenelund 19 % (OR=1,19) än i Norrviken/Häggvik 25 % (OR=1,25).

För områdena Töreboda/Falköping med 124 tåg/dygn medför varje ökning av ljudnivån med 1 dB en ökning av oddset (OR) för att vara störd med i genomsnitt 1,18 gånger eller med 18 % (OR=1,18; 95 % konfidensintervall=1,10-1,25).

Figur 17:1 visar predicerat värde för andel störda av tågbuller i områden med 124 tåg/dygn (grå kurva) respektive tågbuller i Sollentunaområdet med 481 tåg/dygn uppdelat på Norrviken/Häggvik (lila kurva) och Helenelund (blå kurva).

En skattning utifrån kurvorna (se tabell 17:2) visar att andelen störda av tågbuller är lägre i områden med 124 tåg per dygn än i områden med 481 tåg per dygn vid motsvarande ljudnivå i $L_{Aeq,24h}$. Vid låga ljudnivåer upptill ca 50 dB är skillnaderna mellan Töreboda/Falköping och de båda områdena i Sollentuna liten. Därefter ökar skillnaden i predicerad andel störda och uppgår vid ljudnivån 65 dB till ca 40 % mellan Töreboda/Falköping och Norrviken/Häggvik respektive 20 % i skillnad mellan Töreboda/Falköping och Helenelund.

APPENDIX 17 (2/2)



Figur A 17:1. Predicerat värde för andel störda av tågbuller i Sollentuna med 481 tåg/dygn (Norrviken/Häggvik lila kurva och Helenelund blå kurva) respektive Töreboda/Falköping med 124 tåg/dygn (grå kurva) som funktion av bullernivå ($L_{Aeq,24h}$).

Tabell A 17:2. Predicerat värde för andel störda (%) av tågbuller vid olika ljudnivåer i $L_{Aeq,24h}$ för Töreboda/Falköping samt de två Sollentunaområdena Norrviken/Häggvik och Helenelund.

	Predicerad sannolikhet för andel störda (%) vid olika ljudnivåkategorier i $L_{Aeq,24h}$				
	45 dB	50 dB	55 dB	60 dB	65 dB
Töreboda/Falköping 124 tåg	3	8	14	27	45
Norrviken Häggvik 481 tåg	8	20	43	68	85
Helenelund 481 tåg	4	12	23	43	65
Differens Töreboda/Falköping Norrviken/Häggvik	+5	+12	+29	+41	+40
Differens Töreboda/Falköping Helenelund	+1	+4	+9	+16	+20



Denna rapport utgör delrapport inom forskningsprogrammet TVANE: Effekter av buller och vibrationer från tåg- och vägtrafik - tågbonus, skillnader och samverkan mellan tåg- och vägtrafik. BV:s Dnr: S07-5094/AL50 samt Dnr: S07-5095/AL50.

Rapport nr 2: 2010

Enheten för Arbets- och miljömedicin
Avdelningen för Samhällsmedicin och Folkhälsa
Sahlgrenska akademien vid Göteborgs universitet
Box 414, 405 30 Göteborg
Telefon: 031 – 786 63 00
E-post: amm@amm.gu.se
Hemsida: www.amm.se
ISBN 978-91-978916-1-5