

# Effekter av buller från vägtrafik och tåg

- undersökningar i Kungälv, Borås, Töreboda och Falköping



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

Rapport nr 1: 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: Trafikled genom Lindome samt del av järnväg genom Töreboda.  
Foto Mikael Ögren och Tomas Jerson.

Rapporten finns att hämta som pdf.fil på [www.tvane.se](http://www.tvane.se) eller kan beställas från nedanstående

---

**Enheten för Arbets- och miljömedicin**  
**Avdelningen för Samhällsmedicin och Folkhälsa**  
**Sahlgrenska akademien vid Göteborgs universitet**  
**Box 414, 405 30 Göteborg**  
**ISBN 978-91-978916-0-8**

**Telefon: 031 – 786 63 00**  
**E-post: [amm@amm.gu.se](mailto:amm@amm.gu.se)**  
**Hemsida: [www.amm.se](http://www.amm.se)**



## **Effekter av buller från vägtrafik och tågtrafik - undersökningar i Kungälv, Borås, Töreboda och Falköping**

### **Delstudie 1b**

**Evy Öhrström, docent<sup>1)</sup>, Anita Gidlöf-Gunnarsson, fil.dr<sup>1)</sup>  
Mikael Ögren, tekn.dr<sup>2)</sup> och Tomas Jerson, ingenjör<sup>3)</sup>**

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

<sup>2)</sup> Statens Väg- och Transportforskningsinstitut  
Box 8077, SE-402 78 Göteborg

<sup>3)</sup> WSP Environmental Akustik  
Box 130 33, SE-415 26 Göteborg

## Innehållsförteckning

SAMMANFATTNING .....	6
SUMMARY .....	7
1. INLEDNING .....	8
2. BAKGRUND OCH SYFTE .....	8
2.1 Bakgrund.....	8
2.2 Syfte .....	9
3. MATERIAL OCH METOD .....	10
3.1 Val av undersökningsområden .....	10
3.2 Bestämning av bullerexponering.....	10
3.3 Kontrollmätning av buller och vibrationer .....	10
3.4 Val av undersökningspopulation .....	10
3.5 Undersökningspopulation .....	11
3.6 Utvärdering av effekter av buller .....	11
3.7 Genomförande av undersökningen.....	12
3.8 Statistisk bearbetning och redovisning av resultat .....	12
4. RESULTAT .....	13
4.1 Beskrivning av bullerexponering .....	13
4.2 Beskrivning av undersökningspopulationen.....	14
4.3 Beskrivning av bostädernas utformning.....	15
4.4 Störning av olika olägenhetskällor.....	15
4.5 Allmän störning av buller från vägtrafik och tågtrafik.....	16
4.5.1 Samband mellan störning av vägtrafik- och tågbuller mätt med olika bullermått... ..	16
4.5.2 Störning av vägtrafikbuller och tågbuller i relation till $L_{Aeq,24h}$ , respektive $L_{den}$ .....	17
4.5.3 Störning av vägtrafikbuller och tågbuller i relation till $L_{AFmax}$ .....	17
4.5.4 Störning av vägtrafik och tågbuller i relation till avstånd till trafikled respektive järnväg.....	18
4.6 Jämförelser mellan störning av vägtrafikbuller och tågbuller inomhus med stängt respektive öppet fönster samt utomhus .....	19
4.7 Påverkan av buller på olika aktiviteter inomhus och utomhus .....	20
4.7.1 Samband mellan påverkan av buller på olika aktiviteter och olika bullermått.....	20
4.7.2 Samband mellan påverkan av tågbuller och vägtrafikbuller på olika aktiviteter och olika mått på allmän störning .....	21
4.8 Påverkan av vägtrafikbuller och tågbuller vid olika aktiviteter inomhus med stängt fönster .....	22
4.9 Påverkan av vägtrafikbuller och tågbuller vid olika aktiviteter inomhus med öppet fönster.....	23
4.10 Påverkan av vägtrafikbuller och tågbuller vid olika aktiviteter utomhus.....	24
4.11 Bostadens utformning och allmän störning av vägtrafikbuller och tågbuller .....	25
4.11.1 Störning av vägtrafik- och tågbuller i småhus respektive flerfamiljshus .....	25
4.11.2 Störning av vägtrafik- och tågbuller i bostäder byggda under olika tidsperioder ..	25

4.11.3	Störning av vägtrafik- och tågbuller i bostäder med 3-glasfönster respektive 2-glasfönster .....	26
4.12	Bostadens utformning och påverkan av vägtrafikbuller och tågbuller på olika aktiviteter utomhus .....	27
4.13	Påverkan av vägtrafikbuller och tågbuller på sömnen .....	29
4.13.1	Samband mellan påverkan av vägtrafikbuller respektive tågbuller på sömnen och olika bullermått .....	29
4.13.2	Samband mellan påverkan av vägtrafikbuller respektive tågbuller på sömnen och olika mått på allmän störning .....	30
4.14	Bostadens utformning och påverkan på sömnen av vägtrafik- och tågbuller.....	35
4.14.1	Sömnstörningar och sovrummets läge i förhållande till större väg resp. järnväg ..	35
4.14.2	Sömnstörningar i relation till våningsplan .....	36
4.14.3	Sömnstörningar och typ av fönster i bostaden .....	37
4.15	Trivsel med bostad och bostadsområde.....	38
4.16	Känslighet för ljud/buller och störning av vägtrafikbuller och tågbuller.....	39
5.	SAMMANFATTANDE KOMMENTARER OCH SLUTSATSER.....	40
5.1	Störning och aktivitetspåverkan: Jämförelser mellan vägtrafikbuller och tågbuller.....	40
5.1.1	Allmän störning .....	41
5.1.2	Aktivitetsstörningar .....	41
5.1.3	Sömnstörningar .....	41
5.2	Betydelse av bostadens utformning och läge för påverkan av vägtrafikbuller och tågbuller .....	42
5.2.1	Allmän störning .....	42
5.2.2	Störning av aktiviteter utomhus.....	42
5.2.3	Sömnstörningar .....	42
6.	REFERENSER .....	43
APPENDIX		
1	Undersökningsområdenas läge .....	45
2	PM Bullerkällor och indata för beräkningar av vägtrafikbuller och tågbuller .....	48
3	Antal tåg per timme dagtid kl. 06-22 .....	56
4	Bullerberäkningar – kartor med ljudnivå i $L_{Aeq,24h}$ i 5-dB intervall .....	58
5	Undersökningspopulationen – indelning efter olika bullermått samt efter avstånd till trafikled respektive järnväg.....	63
6	Beskrivning av undersökningspopulationen .....	65
7	Beskrivning av bostaden och bostadens utformning.....	66
8	Beskrivning av bostaden och bostadens nära omgivning.....	67
9	Samband mellan allmän störning och aktivitetspåverkan.....	68
10	Samband mellan ljudnivå ( $L_{Aeq,24h}$ ) och allmän störning analyserat med binär logistisk regressionsanalys.....	69

## SAMMANFATTNING

Denna rapport redovisar jämförande resultat avseende effekter av vägtrafikbuller och tågbuller baserade på empiriska socio-akustiska studier i fält. Syftet med undersökningarna var att ta fram kunskap om hur buller från tåg- och vägtrafik kan jämföras och om buller från spårburen trafik upplevs som mindre störande än buller från vägtrafik (dvs. om det finns skäl för en tågbonus). Ett sådant kunskapsunderlag är viktigt för att kunna planera åtgärder i existerande situationer och som stöd vid planering av nyetablering.

Undersökningarna utfördes med hjälp av postala enkäter om upplevelse av boendemiljö, hälsa och välbefinnande samt störning och annan påverkan av tågbuller och vägtrafikbuller. Undersökningarna genomfördes i två bostadsområden med tågtrafik i Töreboda och Falköping vilka är belägna utmed Västra Stambanan samt i två bostadsområden belägna nära större trafikleder i Borås och i Kungälv. Undersökningarna genomfördes under april-maj 2007 och omfattade totalt 974 personer vilka besvarade en omfattande enkät om boendemiljö, hälsa och välbefinnande. Bullerexponering ( $L_{Aeq,24h}$ ,  $L_{den}$ ,  $L_{natt}$  och  $L_{AFmax}$ ) från vägtrafik respektive tågtrafik fastställdes för samtliga deltagare och angavs som frifältsvärde vid mest exponerad sida av bostaden. Vidare fastställdes avståndet mellan bostaden och trafikled respektive järnväg.

Resultaten av undersökningarna var i linje med majoriteten av internationella och europeiska studier och visar att vägtrafikbuller (Öhrström & Skånberg, 2006) upplevs som mer störande (*allmän störning*) än tågbuller vid ljudnivåer upp till  $L_{Aeq,24h}$  60 dB, en skillnad på ca 20 procentenheter. Vid ljudnivåer över  $L_{Aeq,24h}$  60 dB var däremot skillnaderna i andel störda av buller från respektive trafikslag små vilket talar mot en bonus på 5 dB för tågbuller vid höga ljudnivåer. Om ljudnivån istället anges i  $L_{den}$  (det mått som EU-direktivet anger) var störning av vägtrafikbuller högre än störning av tågbuller även vid de högsta ljudnivåerna ( $L_{den} > 65$  dB). Olika samband  $L_{Aeq,24h}$  respektive  $L_{den}$  förklaras av att  $L_{den}$ -mättet innebär en större ökning i dB för tågbuller än för vägtrafikbuller relativt  $L_{Aeq,24h}$  (en skillnad på 3 dB) eftersom tågtrafiken hade en jämnare fördelning över dygnet än vägtrafiken.

Vad avser påverkan på olika typer av aktiviteter var de dominerande effekterna av tågbuller störning av *samtal* och störning av *lyssningsaktiviteter* såsom radio/TV och tågbuller var mer störande vid dessa aktiviteter än vägtrafikbuller. Den mest framträdande effekten av vägtrafikbuller var störning av *vila/avkoppling* och vägtrafikbuller var mer störande under vila avkoppling än tågbuller både inomhus med stängt och med öppet fönster och utomhus. Vad gäller *sömnstörningar* såväl vid stängt som vid öppet sovrumsfönster var vägtrafikbuller mer störande än tågbuller och skillnaderna var stora, 20 - 30 procentenheter vid ljudnivåer över  $L_{natt}$  50 dB. Det var först vid  $L_{natt}$  över 60 dB och med sovrumsfönstret öppet som sömnstörningar av tågbuller var mer vanligt förekommande.

De olika situationsfaktorer som hade stor betydelse för upplevda effekter var balkong/uteplatsens och sovrumsfönstrets läge i förhållande till bullerkälla. Övriga undersökta faktorer som typ av hus, typ av fönster, vilket år huset var byggt hade liten betydelse för upplevda effekter.

I TVANE-projektet ingår även experimentella studier av påverkan på sömnen av vägtrafikbuller och tågbuller samt en fältstudie i Sollentuna med ett mycket stort antal tåg per dygn. 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 comparative results on the effects of road traffic and railway noise based on empirical socio-acoustic field studies. The main purpose of the studies was to generate knowledge about how noise from road traffic and railway can be compared and if noise from railway is perceived as less annoying than noise from road traffic (i.e., whether there is a support for utilizing a railway bonus). Such knowledge base is important in order to plan noise abatement measures in existing situations and to assist in the planning of new railway lines.

The investigations were carried out using postal questionnaires containing questions on experiences of the living environment, health, well-being and annoyance, as well as other impacts of road traffic and railway noise. The investigations were carried out in two residential areas with railway traffic (Töreboda and Falköping), which are located along the "Västra Stambanan" and in two residential areas located near major motorways in Borås and Kungälv. The investigations were carried out during April-May 2007 and included a total of 974 people. Exposure to noise ( $L_{Aeq,24h}$ ,  $L_{den}$ ,  $L_{night}$  and  $L_{AFmax}$ ) from road and railway traffic 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 major road and the railway was also determined.

The results of the studies were in line with the majority of international and European studies (Öhrström & Skånberg, 2006) and show that road traffic noise is perceived as more annoying (general annoyance) than railway noise at sound levels up to  $L_{Aeq,24h}$  60 dB, a difference of about 20 percentage units. However, at noise levels above  $L_{Aeq,24h}$  60 dB the difference between road traffic annoyance and railway annoyance is small, which speaks against a bonus of 5 dB for railway noise at higher noise levels.

If instead  $L_{den}$  is used (as proposed by the EU-directive) annoyance due to road traffic noise was higher, even at the highest sound levels ( $L_{den} > 65$  dB). The difference in dose-response relationship between  $L_{Aeq,24h}$  and  $L_{den}$  are due to  $L_{den}$  have a greater increase in dB for railway noise than for road traffic noise relatively to  $L_{Aeq,24h}$  (a difference of 3 dB) because railway traffic has a smoother time distribution over day and night compared to road traffic.

As regarding the impact of noise on different types of activities, the predominant effects of railway noise were disturbance of conversation and listening activities such as radio/TV, and railway noise was more disturbing during these activities compared to road traffic noise. The most prominent effect of road traffic noise was disturbance of rest/relaxation, and road traffic noise was also more annoying during rest/relaxation than railway noise when being indoors with closed and with open windows as well as outdoors. Furthermore, road traffic noise caused more sleep disturbances with closed and open bedroom window than railway noise and the differences were large, 20 - 30 percentage units at sound levels above  $L_{night}$  50 dB. It was only when  $L_{night}$  was over 60 dB and the bedroom window was open that sleep disturbances due to railway noises were reported more frequently.

How balconies/patios and bedroom windows were directed in relation to the noise source significantly influenced annoyances and sleep disturbances. Other investigated factors such as type of house, type of windows, what year the house was built had little influence on the perceived effects.

**The TVANE-project also involve experimental studies of the impact of road traffic noise and railway noise on sleep as well as a field study in Sollentuna with a very large number of 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 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 field.**

## 1. INLEDNING

Buller från tåg, vägtrafik och flyg ger upphov till störning och besvärsreaktioner av olika slag (se t.ex. översikt (Öhrström, 2004). De vanligaste effekterna, 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. Framför allt påverkar buller läsning, uppmärksamhet, problemlösningsförmåga och minnesförmåga. Trafikbuller av olika slag ger även upphov till psykologiska och fysiologiska stressrelaterade symptom och påverkar därigenom det allmänna välbefinnandet. Allt fler undersökningar under senare år tyder på att risken för hjärt-kärlsjukdom kan öka vid höga bullernivåer orsakade av flyg- och vägtrafik.

Litteraturen visar att tågbuller upplevs mindre störande än vägtrafikbuller (och flygbuller) och därför har buller från tåg i de av riksdagen antagna riktvärdena (1996/97: 53, TU7) tilldelats en bonus på 5 dB för "bostaden i övrigt" som gäller vid åtgärd i järnväg eller annan spåranläggning, d.v.s. riktvärdet  $L_{Aeq,24h}$  60 dB. För uteplats i anslutning till bostad gäller däremot samma riktvärden för tågbuller ( $L_{Aeq,24h}$  55 dB respektive  $L_{AFmax}$  70 dB) som för buller från vägtrafik och flyg. Riktvärden inomhus är lika för de tre trafikslagen ( $L_{Aeq,24h}$  30 dB och  $L_{AFmax,22-06h}$  45 dB). Riktvärdena bör normalt inte överskridas vid nybyggnation av bostadsbebyggelse eller vid nybyggnation eller väsentlig ombyggnad av trafikinfrastruktur.

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, p.g.a. exponering för omgivningsbuller". EU-direktivet har implementerats i den svenska lagstiftningen genom en förordning om omgivningsbuller (Förordning 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 jämförande resultat avseende effekter av vägtrafikbuller och tågbuller baserat på resultat från undersökningar utförda i områden med enbart vägtrafik (Kungälv och Borås) samt områden där tågtrafik är den huvudsakliga bullerkällan (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", Dnr: S 05-3174/AL50.

Projektet är godkänt av 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, dvs. ca 1 600 000 personer, 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.

EU Position paper (2002), som inkluderar europeiska studier publicerade t.o.m. 1993, visar att en tågbonus på 5 dB relativt vägtrafikbuller är berättigad. Vid en ljudnivå på  $L_{den}$  60 dB varierar andelen störda för de olika trafikslagen enligt dos-respons samband baserade på data från ett stort antal internationella undersökningar (Miedema & Oudshoorn, 2001). Flygbuller stör flest människor (38 % störda), följt av vägtrafikbuller (26 % störda) och tågbuller (15 % störda). Spridningen kring dos-respons kurvorna är dock stor, vilket delvis kan förklaras av skillnader i faktorer knutna till individ- och till exponeringssituationen. Bullerexponeringsdosen beskrivs t.ex. oftast bara som nivån vid den mest exponerade sidan av bostaden utan hänsyn till hur bostadens rum är disponerade, om det finns tillgång till en tyst sida, eller huruvida fönstren har god ljudisolering eller inte.

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 över  $L_{Aeq,24h}$  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 låga ljudnivåer ( $L_{den} < 50$  dB) men *inte vid högre* ljudnivåer ( $L_{den}$  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 (Öhrström *et al.*, 2005) utgör ett undantag och visar att störningar av sömn (svårt att somna, uppvaknanden och sämre sömnkvalitet) är ungefär lika vanliga vid exponering för vägtrafikbuller och tågbuller. En större studie av Moehler *et al.* (2000) bland 1600 personer exponerade för tågbuller eller vägtrafikbuller visade att sömnkvaliteten, mätt med frågeformulär, påverkades mindre av tågbuller än av vägtrafikbuller.

En sammantagen bedömning 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 belysa effekter på störning, 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

För att kunna planera åtgärder i existerande situationer, och som stöd vid planering av nyetablering, så är det viktigt att ha kunskap om hur buller från tåg- och vägtrafik kan jämföras och att undersöka om buller från spårburen trafik upplevs som mindre störande än buller från vägtrafik (dvs. om det finns skäl för en tågbonus). Syftet med denna studie var att genom empiriska undersökningar i fält i olika områden studera och jämföra hur människor upplever och påverkas av tågbuller och vägtrafikbuller.

Följande övergripande frågeställningar formulerades:

- 1) Hur påverkas människor som bor i områden med tågtrafik och i områden med vägtrafik av respektive bullerkälla 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. MATERIAL OCH METOD**

#### **3.1 Val av undersökningsområden**

För undersökningen valdes två tågområden belägna vid Västra Stambanan i Töreboda och i Falköping där tågtrafiken inte alstrar några, eller endast mycket svaga, markvibrationer. De två vägtrafikområden som valdes ut är belägna i Kungälv samt i Borås. Undersökningsområdenas läge visas översiktligt i Appendix 1 samt på kartor med ljudnivåer i Appendix 4.

#### **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. 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 av tågbuller har uppgifter om tågtrafiken på Västra stambanan (Falköping, Töreboda) inhämtats från Banverket. Genom Töreboda och Falköping passerar totalt 124 tåg per vardagsmedeldygn, varav 46 är godståg. Som underlag för beräkning av vägtrafikbuller inhämtades uppgifter från Vägverkets trafikdatabas. Metod för beräkning av tågbuller och vägtrafikbuller vid bostäder samt fördelning av vägtrafik och tåg över dygnet för olika tågtyper redovisas i Appendix 2. Fördelning av olika tågtyper/timme dagtid kl. 06-22 visas i Appendix 3. Kartor med ljudnivåer i  $L_{Aeq, 24h}$  redovisas i Appendix 4.

#### **3.3 Kontrollmätningar av buller och vibrationer**

Bullermätningar genomfördes på tre punkter i Borås, tre punkter i Kungälv, två punkter i Töreboda och en i Falköping. Simultana mätningar genomfördes med ett fyrkanaligt instrument oftast på två olika höjder vid samma punkt. Mätresultatet har sedan räknats om till dygnsequivivalent nivå med hjälp av den Nordiska beräkningsmodellen.

För att kontrollera om vibrationsnivåerna verkligen var låga i de områden som har valts ut som utan vibrationer så genomfördes ett antal stickprovsmätningar av vibrationer i samband med bullermätningarna. De genomfördes i mark med hjälp av jordspett i tre riktningar (vertikalt, tvärs och längs järnväg). Metod och resultat av stickprovsmätningar av buller och vibrationer redovisas i mätteknisk rapport (Ögren & Jerson, 2010).

#### **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. I ett av områdena

(Falköping) valdes endast personer med födelsedag 1-15 i varje månad för att inte få ett orimligt stort urval av personer. 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 1 200 personer i vägtrafikområdena (Kungälv och Borås) och 1 066 personer i tågområdena med inga/svaga vibrationer (Töreboda och Falköping).

Av de utvalda 2 266 personerna utgick 24 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 2 242 personer. Antalet personer som besvarade enkäten var 525 i tågområdena och 567 i vägtrafikområden. Totalt för de båda områdena var svarsfrekvensen 49 % (se tabell 1).

**Tabell 1. Urval och svarsfrekvens.**

Undersökningsområden	Urval	Utgår (flyttat, sjuk)	Resterande urval	Svarat	Svar %
Vägtrafikområden	1 200	12	1 188	567	47,7 %
Tågområden	1 066	12	1 054	525	49,8 %
Totalt	2 266	24	2 242	1 092	48,7 %

### 3.5 Undersökningspopulation

I tabell 2 redovisas undersökningspopulationens fördelning över olika ljudnivåkategorier i  $L_{Aeq,24h}$  (beräknat 2 m över mark) för vägtrafikområden och tågområden. Motsvarande tabeller för ljudnivåkategorier i  $L_{den}$ ,  $L_{natt}$ ,  $L_{AFmax}$ , samt för avstånd till järnväg respektive väg visas i Appendix 5. Av de totalt 1 092 personer som besvarat enkäten utslöts ett antal personer eftersom de hamnade i lägre respektive högre ljudnivåkategorier. I vägtrafikområdena hade 92 personer lägre bullernivå än 45 dB (<44,5 dB), och i tågområdena hade 15 personer en bullernivå under 45 dB. I vägtrafikområdena hade 7 personer och i tågområdena hade 4 personer ljudnivåer över 65 dB (>65,4 dB). Analyser av resultat från undersökningen baseras på totalt 974 personer, 506 personer i tågområden och 468 personer i vägtrafikområden.

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

	Antal personer per ljudnivåkategori $L_{Aeq,24h}$				Totalt
	45-50dB	51-55dB	56-60dB	61-65dB	
<b>Vägtrafikområden:</b>					
Kungälv	89	69	49	25	232
Borås	88	51	48	49	236
<b>Totalt</b>	<b>177</b>	<b>120</b>	<b>97</b>	<b>74</b>	<b>468</b>
<b>Tågområden:</b>					
Töreboda	58	93	39	20	210
Falköping	69	173	49	5	296
<b>Totalt</b>	<b>127</b>	<b>266</b>	<b>88</b>	<b>25</b>	<b>506</b>

### 3.6 Utvärdering av effekter av buller

Störning och andra hälsoeffekter av buller utvärderades med hjälp av ett frågeformulär. Formuläret är baserat på de formulär som tidigare 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 studien i Lerum (Öhrström *et al.*, 2005; 2007). 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 boendemiljöer.

Frågeformuläret innehåller 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. Vidare ställs frågor om antal rum och våningsplan samt typ av fönster i bostaden och dess placering i förhållande till olika bullerkällor (t.ex. vetter mot större gata, järnväg eller gård). 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.

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

(E) *Plats för egna kommentarer*.

### 3.7 Genomförande av undersökningen

Planering och uppläggning av undersökningarna påbörjades under hösten 2006. Arbetet med preliminär bedömning av individuell bullerexponering, urval av undersökningspopulation samt utformning av frågeformulär och introduktionsbrev var slutfört i januari 2007. Enkäter skickades ut till undersökningsområdena i Kungälv, Borås, Töreboda och Falköping den 5 april 2007. Två påminnelsebrev sändes ut med 10 dagars mellanrum till dem som inte svarat på enkäten. 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 har analyserats med Spearmans rangkoefficient ( $r_s$ ).

För att testa skillnader i störning mellan olika grupper (t.ex. mellan väg- och tågområden, sovrummets läge, fönstertyp) användes dels  $\chi^2$ -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 vägtrafikbuller respektive tågbuller användes binär logistisk regressionsteknik med beräkning av oddskvoter.

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

## 4. RESULTAT

### 4.1 Beskrivning av bullerexponering

För varje persons bostad har exponering för vägtrafik- respektive tågbuller beräknats för sammanlagt sex olika exponeringsmått. Tabellerna 3 och 4 redovisar statistisk fördelning för de beräknade bullernivåerna för vart och ett av exponeringsmåten 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 trafikmängder i de två vägtrafikområdena och trafikeringen av tågtrafik i de två tågområdena och metod för beräkning av bullernivåer vid bostäderna. Appendix 4 visar kartor med bullerberäkningar i 5 dB intervall för  $L_{Aeq,24h}$  för vägtrafikområden och tågområden.

**Tabell 3. Bullernivåer från vägtrafik vid de olika bostäderna samt avstånd från väg: Statistisk fördelning för olika exponeringsmått.**

Exponering i områden med vägtrafik (n=468)							
	$L_{AFmax}$	$L_{Aeq,24h}$	$L_{Aeq,06-18}$	$L_{Aeq,18-22}$	$L_{Aeq,22-06*}$	$L_{den}$	Avstånd till trafikled
Mean	58,5	53,3	55,2	53,2	45,6	56,0	179
Sd	7,6	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8	64
Median	57,7	53,0	55,0	52,9	45,3	55,8	184
Minimum	44,6	44,5	46,5	44,3	36,7	47,2	41
Maximum	83,0	65,2	67,2	65	57,4	67,9	309

\*)  $L_{natt}$

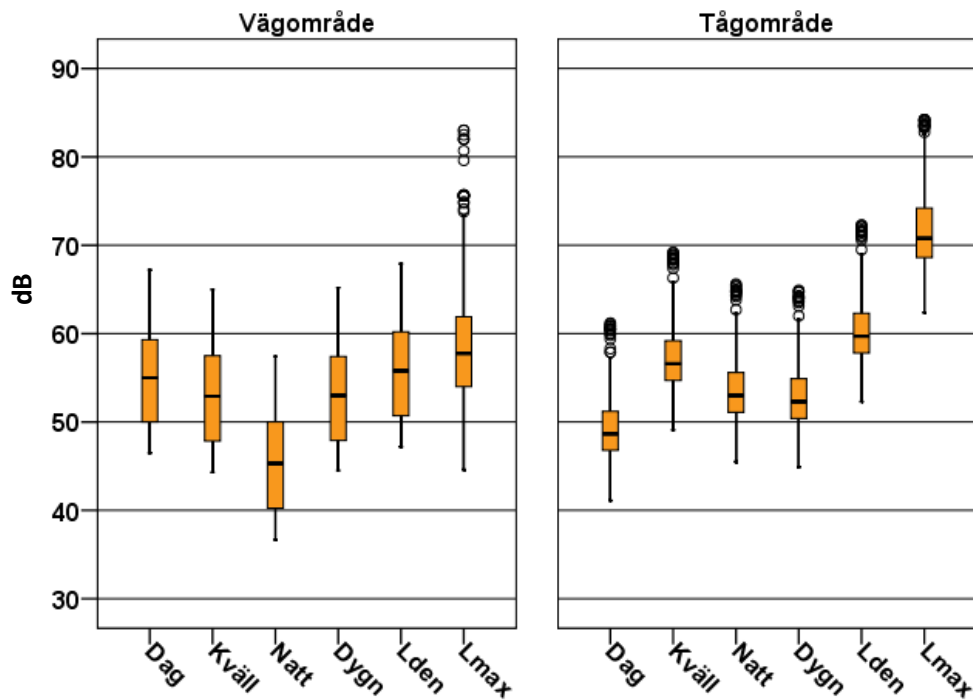
Vägtrafikens exponering är högst under dagtid kl. 06-18. Medelljudnivån är lägst under natt ( $L_{Aeq} = 45,6$  dB). Ljudnivån under hela dygnet ( $L_{Aeq,24h}$ ) är i genomsnitt 53,3 dB. Medelljudnivån för  $L_{den}$  är 2,7 dB högre än den dygnsekvivalenta nivån. Fördelningen av ljudnivåer över dygnet för olika ljudnivåmått i de olika undersökningsområdena visas även i figur 1.

**Tabell 4. Bullernivåer från tåg vid de olika bostäderna samt avstånd från järnvägen: Statistisk fördelning för olika exponeringsmått.**

Exponering i områden med tågtrafik (n=506)							
	$L_{AFmax}$	$L_{Aeq,24h}$	$L_{Aeq,06-18}$	$L_{Aeq,18-22}$	$L_{Aeq,22-06*}$	$L_{den}$	Avstånd till järnväg
Mean	71,7	52,9	49,3	57,3	53,6	60,4	206
Sd	4,3	3,8	3,8	3,9	3,9	3,9	84
Median	70,8	52,3	48,6	56,6	53,0	59,7	211
Minimum	62,4	44,9	41,1	49,1	45,5	52,3	35
Maximum	84,2	64,9	61,2	69,2	65,6	72,3	451

\*)  $L_{natt}$

Tågtrafikens exponering är relativt jämnt fördelad över dygnet. Medelljudnivån är högst under kvällen (kl. 18-22) och lägst under dagen (kl. 06-18). Ljudnivån under hela dygnet ( $L_{Aeq,24h}$ ) är i genomsnitt 52,9 dB och under natten ( $L_{Aeq,22-06}$ ) 53,6 dB. Medelljudnivån för  $L_{den}$  är 7,4 dB högre än den dygnsekvivalenta nivån. Detta speglar förhållandet att en stor del av den tunga godstrafiken trafikerar järnvägen nattetid. Fördelningen av ljudnivåer över dygnet för olika ljudnivåmått i tågområdet visas även i figur 1.



Figur 1. Bullernivå för olika exponeringsmått och tidsperioder uppdelat på områden utsatta för buller från vägtrafik respektive buller från tåg. Mittstreckket i boxen visar medianvärdet och första och tredje kvartilen visas av de nedre respektive övre linjerna i boxen. Staplarna visar max- och minvärden och cirklarna visar extremvärden ("outliers").

De olika bullermåtten är mycket högt interkorrelerade, Pearson korrelationskoefficient ( $r$ ), närmare 1,0 förutom för  $L_{AFmax}$  för vägområdena där korrelationerna var något lägre 0,73-0,75. Avstånd till järnvägen är relativt högt korrelerat med bullernivå och varierar mellan  $r = -0,68$  till  $r = -0,79$  ( $p < 0,001$ ) för de olika bullermåtten. För vägområdena är dessa korrelationer lägre,  $r = -0,53$  till  $r = -0,55$  ( $p < 0,001$ ).

#### 4.2 Beskrivning av undersökningspopulationen

Appendix 7 redovisar olika individkaraktistika som ålder, kön, civilstånd, ljudkänslighet, typ av försörjning samt utbildning m.m. för områden med vägtrafik och tågtrafik.

Medelåldern var 48,6 i vägtrafikområdena och 47,9 i tågområdena och andelen kvinnor var 42 resp. 44 %. Majoriteten var sammanboende eller gifta (56 respektive 59 %), andelen hushåll med barn under 7 år var 11 resp. 12 % och andelen hushåll med barn/ungdom 7-17 år var 22 respektive 23 %. En tredjedel resp. en femtedel av personerna upplever sig som ganska eller mycket känsliga för ljud och buller. En majoritet (74 resp. 73 %) var anställda, hade eget företag eller studerade, övriga var pensionärer (förtids-, sjuk- eller ålderspensionär) eller tjänstlediga, arbetslösa, sjukskrivna eller annat. Varannan person hade utbildning kortare än 12 år och 24 respektive 20 % hade genomgått en universitetsutbildning i 3 år eller mer.

### 4.3 Beskrivning av bostädernas utformning

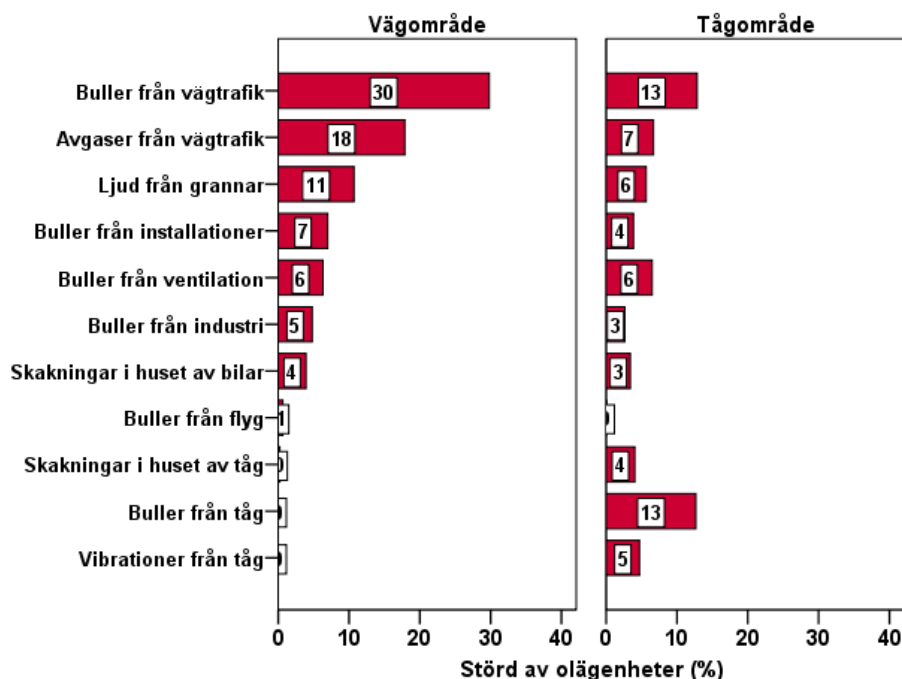
Bostadens utformning är av betydelse för olika upplevda effekter av buller från tåg och vägtrafik. I Appendix 7 och 8 visas en beskrivning av bostaden och dess utformning indelat på områden med vägtrafik respektive tågtrafik.

Boendetiden var i genomsnitt 12 respektive 10 år och ca hälften av de boende i båda undersökningsområdena (49 resp. 51 %) bodde i småhus. Betydligt färre (13 %) i vägtrafikområdet bodde i hus byggda före 1941 jämfört med en tredjedel i tågområdet. Ungefär en fjärdedel (23 resp. 27 %) bodde i hus byggda efter 1975. I båda undersökningsområdena hade bostäderna i medeltal 4 rum och drygt hälften i båda områdena hade sin bostad på våningsplan 1. Cirka en fjärdedel (24 %) i vägtrafikområdet och 15 % i tågområdet hade sin bostad på våningsplan 3 eller högre. Andelen som hade 3-glasfönster i något rum i bostaden var 45 % i vägtrafikområdet och 33 % i tågområdet. I vägtrafikområdet hade 26 % sovrumsfönster mot större gata/trafikled och 29 % hade balkong eller uteplats som vette mot större väg/trafikled (Appendix 8). I tågområdet hade 13 % sovrumsfönster mot järnväg och lika många hade balkong eller uteplats mot järnvägen. Tillgång till grönområden inom 400 m från bostaden hade 67 % i vägtrafikområdet och 82 % i tågområdet.

### 4.4 Störning av olika olägenhetskällor

Enkäten innehöll frågor om störningar från vanligt förekommande olägenhetskällor i ett bostadsområde som kan vara störande eller besvärande. Störningsskalan var en 6-gradig kategoriskala graderad 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 för vägtrafikområden och tågområden.

I vägtrafikområdet dominerar störningar från vägtrafiken i form av buller (30 %) och avgaser (18 %). I övrigt är ljud från grannar den enda störning som överskrider 10 %. I tågområdet är lika många störda av buller från vägtrafik och buller från tåg (13 %) medan störning av andra olägenhetskällor är mycket låg.



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

#### 4.5 Allmän störning av buller från vägtrafik och tågtrafik

Tre 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"). Dessutom ingick frågor om störning graderade från 0-10 om störning "hemma", störning "inomhus med stängt fönster", störning "inomhus med öppet fönster" samt störning "utomhus".

##### 4.5.1 Samband mellan störning av vägtrafik- och tågbuller mätt med olika bullermått

I tabell 5 visas att sambandet (Spearman's  $r_s$ ) mellan störning av tågbuller och bullernivå är högst för maxnivåer och mellan störning av vägtrafikbuller och bullernivå är högst för  $L_{natt}$ .

Tabell 5. Korrelationskoefficienten ( $r_s$ ) för samband på individnivå, mellan allmän störning av tågbuller respektive vägtrafikbuller och exponering beräknad för olika bullermått samt avstånd till järnväg respektive väg.

	$L_{Aeq,24h}$	$L_{natt}$	$L_{den}$	$L_{AFmax}$	Avstånd
	$r_s$	$r_s$	$r_s$	$r_s$	$r_s$
<b><u>Vägtrafikområden:</u></b>					
Störning av vägtrafikbuller (störningsskala 1-5)	0,258	0,264	0,262	0,233	-0,174
<b><u>Tågområden:</u></b>					
Störning av tågbuller (störningsskala 1-5)	0,254	0,253	0,255	0,299	-0,370

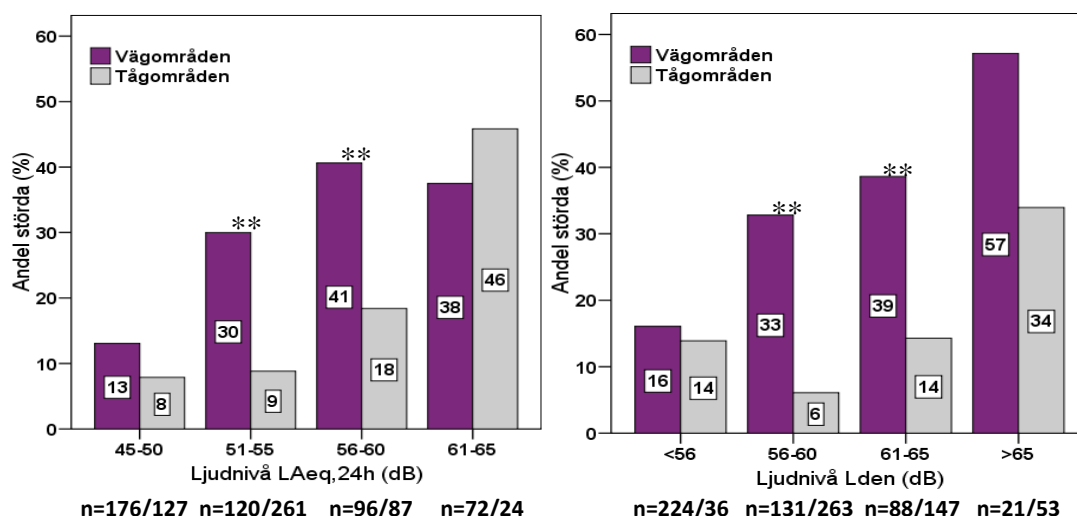
Sambanden är signifikanta,  $p < 0,01$ , Spearman's test.

Samband mellan störning av buller och olika exponeringsmått var statistiskt signifikanta i båda typerna av områden. Tabellen visar att samband mellan avstånd till järnväg och störning av buller var högre än samband mellan störning av buller och olika bullermått ( $r_s = -0,370$ ). För vägtrafikområdena var förhållandet omvänt. Avstånd till större trafikled korrelerade lägst med störning av buller ( $r_s = -0,174$ ).



#### 4.5.2 Störning av vägtrafikbuller och tågbuller i relation till $L_{Aeq,24h}$ respektive $L_{den}$

Jämförelser för störning av buller (andel störda) mellan väg- och tågområden visas i figur 3 nedan för  $L_{Aeq,24h}$  och  $L_{den}$ . Andelen störda i vägtrafikområden ökar från 13 % vid nivån  $L_{Aeq,24h}$  45-50 dB till 41 % vid 56-60 dB men går ned något i den högsta bullerkategorin. Störning av tågbuller är betydligt lägre med undantag för den högsta ljudnivåkategorin där andelen störda är högre än i vägtrafikområdena (46 jämfört med 38 %).



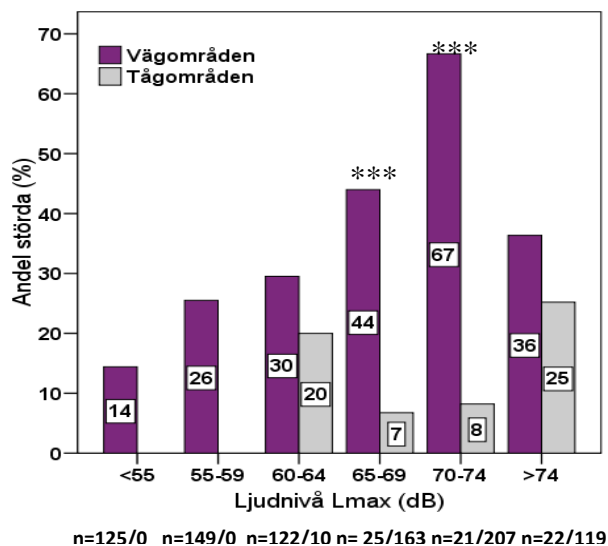
Figur 3. Andel störda (%) av buller i relation till ljudnivå (vänster) och i relation till ljudnivå i  $L_{den}$  (höger) i vägtrafik- och tågområden.

I Appendix 10 redovisas, för de två områdena, samband mellan ljudnivå ( $L_{Aeq,24h}$  kontinuerlig variabel) och andelen störda beräknat med logistisk regression. Av tabeller och figur i Appendix 10 framgår att sannolikheten för att vara störd av vägtrafikbuller är något högre än sannolikheten för att vara störd av tågbuller även vid de högsta ljudnivåerna.

Skillnaderna i störning mellan vägtrafikbuller och tågbuller är likartad då ljudnivån anges i  $L_{den}$ -kategorier men här är vägtrafikbuller mer störande än tågbuller även i den högsta ljudnivåkategorin över  $L_{den} > 65$  dB. Cirka 25 procentenheter fler är störda av vägtrafikbuller än av tågbuller vid ljudnivåer över  $L_{den} > 56$  dB. Statistiskt signifikanta skillnader i störning mellan vägtrafikbuller och tågbuller föreligger vid ljudnivåer mellan  $L_{Aeq,24h}$  51 och 60 dB respektive mellan  $L_{den}$  56 och 65 dB ( $p < 0,001$ ).

#### 4.5.3 Störning av vägtrafikbuller och tågbuller i relation till $L_{AFmax}$

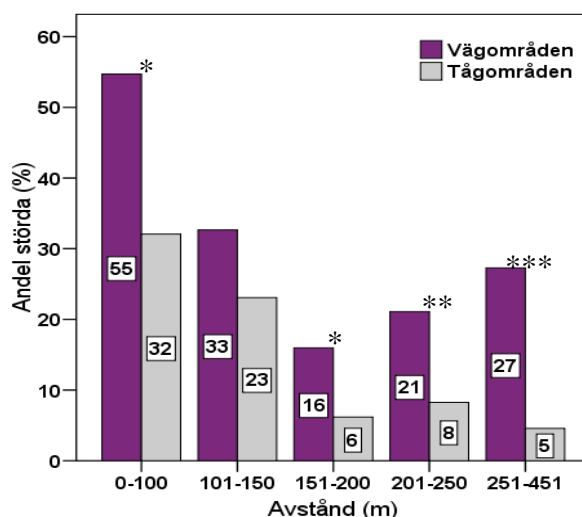
Figur 4 visar att störning av vägtrafikbuller ökar med ökande  $L_{AFmax}$ -nivå från 15 % vid ljudnivåer under  $L_{AFmax}$  55 dB till 67 % vid ljudnivåer mellan 70 och 74 dB. Vid ljudnivåer över 74 dB är störningen något lägre (36 %). För tågbuller finns ett tydligt samband mellan  $L_{AFmax}$ -nivå och störning om man bortser från kategorin 60-64 dB där antalet personer är mycket litet ( $n=10$ ).



Figur 4. Andel störda (%) av buller från väg- och tågtrafik i relation till ljudnivå  $L_{AFmax}$  i väg- och tågområden.

#### 4.5.4 Störning av vägtrafik och tågbuller i relation till avstånd till trafikled respektive järnväg

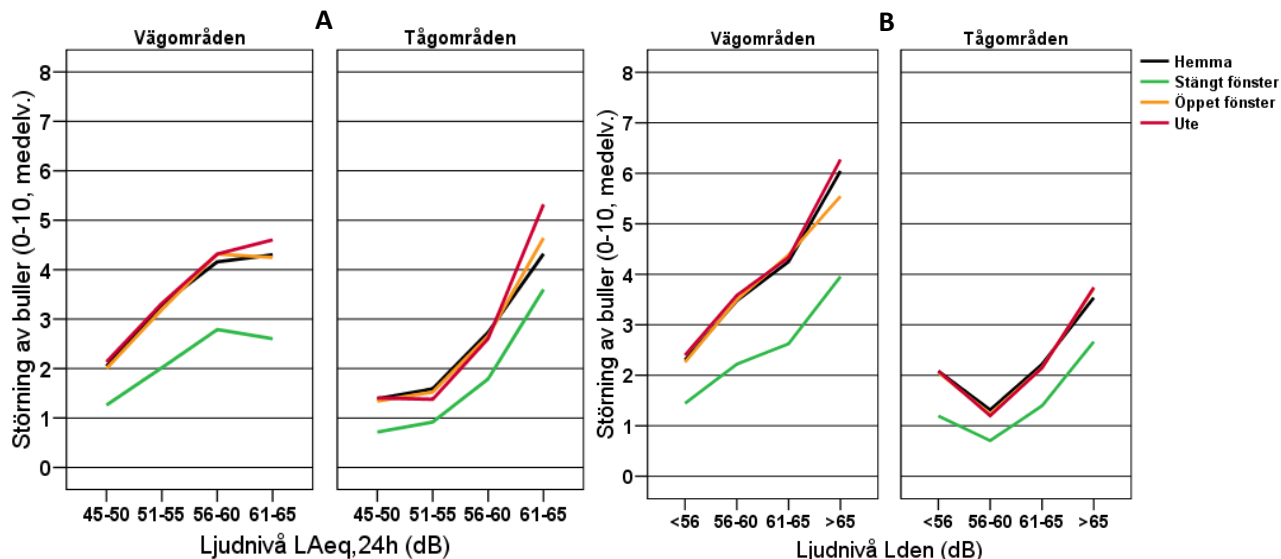
Figur 5 visar att andelen störda minskar med ökat avstånd till bullerkällan (trafikled respektive järnväg) i båda områdena, förutom vid avstånd > 200 m i vägtrafikområdet där andelen störda är ungefär lika som närmare trafikleden (jämför 33 % störda på avståndet 101-150 m och 27 % störda på ett avstånd av 251-451 m).



Figur 5. Andel störda (%) av buller från väg- och tågtrafik i relation till avstånd till väg (trafikled eller motorväg) respektive järnväg.

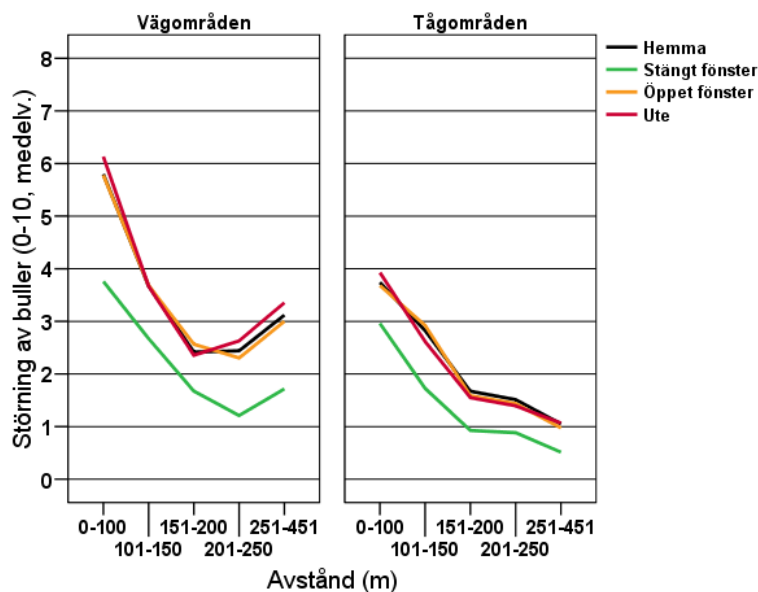
#### 4.6 Jämförelser mellan störning av vägtrafikbuller och tågbuller inomhus med stängt respektive öppet fönster samt utomhus

Störning av vägtrafik och tågbuller inomhus och utomhus i relation till ljudnivå i  $L_{Aeq,24h}$  respektive  $L_{den}$  visas i figur 6 och i relation till avstånd trafikled respektive järnväg i figur 7.



Figur 6 A och B. Störning av buller (medelvärde, skala 0-10) hemma, inomhus med stängt respektive öppet fönster samt störning utomhus i vägtrafikområden respektive tågområden i relation till bullernivå i  $L_{Aeq,24h}$  (Figur A: vänster) och i relation till bullernivå i  $L_{den}$  (Figur B: höger).

Figurerna visar att störning inomhus med stängt fönster är avsevärt lägre än störning "utomhus", störning "hemma" och störning "inomhus med öppet fönster", framför allt i vägtrafikområdena.



Figur 7. Störning av buller (medelvärde, skala 0-10) hemma, inomhus med stängt respektive öppet fönster samt störning utomhus i vägtrafikområden och tågområden i relation till avstånd till väg (vänster) respektive järnväg (höger).

## 4.7 Påverkan av buller 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 (tåg, vägtrafik) 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 påverkan av buller på olika aktiviteter och olika bullermått

I tabell 6 visas samband (Spearmans  $r_s$ ) mellan påverkan av vägtrafikbuller respektive tågbuller på olika aktiviteter och bullernivå beräknat med olika bullerexponeringsmått och avstånd till trafikled respektive järnväg. Eftersom  $L_{den}$  och  $L_{Aeq,24h}$  är helt interkorrelerade visas inte samband för  $L_{den}$  och aktivitetspåverkan av buller i tabellerna.

**Tabell 6. Korrelationskoefficienten ( $r_s$ ) för samband på individnivå mellan olika aktivitetsstörningar av vägtrafikbuller och tågbuller inomhus med stängt fönster, med öppet fönster respektive utomhus och exponering beräknad för olika bullermått samt avstånd till väg respektive järnväg.**

Påverkan av buller på olika aktiviteter:	Vägtrafikområden			Tågområden		
	$L_{Aeq,24h}$	$L_{AFmax}$	Avstånd	$L_{Aeq,24h}$	$L_{AFmax}$	Avstånd
	$r_s$	$r_s$	$r_s$	$r_s$	$r_s$	$r_s$
<b><i>Inomhus med stängt fönster:</i></b>						
Lyssna på radio/TV	0,16	0,13	-0,21	0,22	0,24	-0,24
Telefonsamtal	0,10	0,10	-0,16	0,18	0,20	-0,24
Samtal	0,11	0,13	-0,19	0,16	0,18	-0,21
Koncentration	0,19	0,12	-0,19	0,07	0,10	-0,13
Avkoppling	0,21	0,13	-0,20	0,12	0,12	-0,14
Svårt att ha fönster öppna	0,23	0,13	-0,21	0,20	0,22	-0,24
<b><i>Inomhus med öppet fönster:</i></b>						
Lyssna på radio/TV	0,26	0,23	-0,23	0,27	0,32	-0,38
Telefonsamtal	0,24	0,23	-0,23	0,27	0,29	-0,36
Samtal	0,27	0,24	-0,24	0,28	0,32	-0,38
Koncentration	0,21	0,15	-0,16	0,15	0,17	-0,20
Avkoppling försvåras	0,26	0,14	-0,20	0,11	0,14	-0,20
<b><i>Utomhus:</i></b>						
Samtal utomhus	0,32	0,28	-0,28	0,31	0,35	-0,39
Avkoppling försvåras utomhus	0,24	0,18	-0,15	0,20	0,23	-0,25
Vistelse utomhus	0,27	0,19	-0,23	0,10	0,13	-0,13

Spearmans test  $r_s$ : högre än  $r_s \pm 0,15$   $p < 0,001$ ;  $r_s = \pm 0,13-0,14$   $p < 0,01$ ;  $r_s = \pm 0,10-0,12$   $p < 0,05$ .

Tabell 6 visar att de högsta sambanden mellan bullernivå från vägtrafik och påverkan av vägtrafikbuller på olika aktiviteter föreligger för bullermåttet  $L_{Aeq,24h}$ . I tågområdena är sambandet mellan aktivitetspåverkan av tågbuller något högre för avstånd till järnvägen än för de olika bullermåtten.

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

I tabell 7 visas samband (Spearman's  $r_s$ ) mellan påverkan av vägtrafikbuller och tågbuller inomhus med stängt fönster för olika aktiviteter och allmän störning mätt med olika frågor.

**Tabell 7. Korrelationskoefficienten ( $r_s$ ) för samband på individnivå, mellan olika aktivitetsstörningar av vägtrafik- respektive tågbuller inomhus med stängt fönster och olika mått på allmän störning för vägtrafik- respektive tågområden.**

	Vägtrafikområden			Tågområden		
	Störning (1-5)	Störning hemma (0-10)	Störning stängt fönster (0-10)	Störning (1-5)	Störning hemma (0-10)	Störning stängt fönster (0-10)
<i>Störning inomhus (summamått 0-6) med stängt fönster av:</i>						
	$r_s$	$r_s$	$r_s$	$r_s$	$r_s$	$r_s$
Lyssna på radio/TV	0,34	0,34	0,40	0,43	0,44	0,49
Telefonsamtal	0,31	0,30	0,35	0,35	0,36	0,40
Samtal	0,27	0,27	0,34	0,37	0,39	0,40
Koncentration	0,46	0,48	0,52	0,39	0,40	0,44
Avkoppling försvåras	0,59	0,61	0,68	0,42	0,45	0,50
Svårt att ha fönster öppna	0,55	0,56	0,53	0,45	0,50	0,47

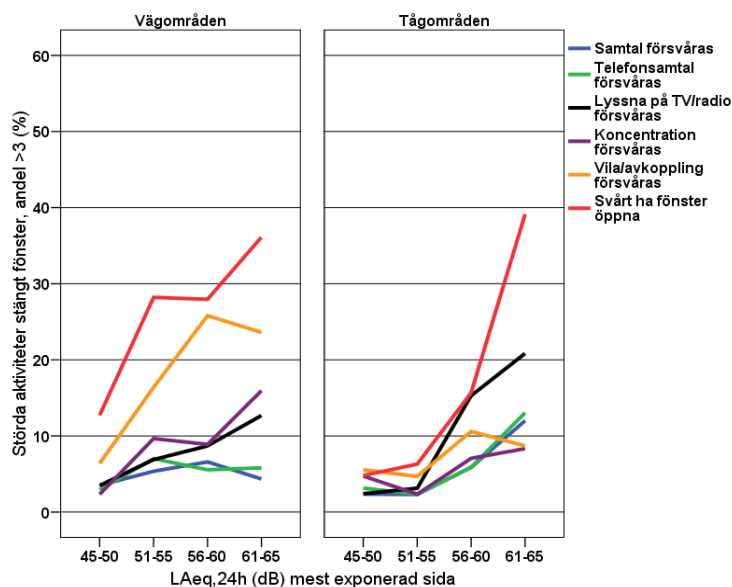
Spearman's test  $r_s$ : Samtliga korrelationer signifikanta  $p < 0,001$ .

Samband mellan allmän störning och påverkan på olika aktiviteter är högre än samband mellan bullerexponering och påverkan på aktiviteter (jfr tabell 6). De olika måtten på allmän störning är högt korrelerade med varandra vilket gör att det inte föreligger några stora skillnader i samband mellan olika mått och påverkan på aktiviteter. I båda undersökningsområdena är dock sambanden (som förväntat) något högre för störning inomhus med stängt fönster ( $r_s=0,34-0,68$  i vägtrafikområden och  $r_s=0,40-0,50$  i tågområden).

I Appendix 9 visas även samband mellan allmän störning och aktivitetspåverkan inomhus med öppet fönster samt utomhus. Dessa samband är högre än för inomhusförhållanden med stängt fönster.

#### 4.8 Påverkan av vägtrafikbuller och tågbuller vid olika aktiviteter inomhus med stängt fönster

Vägtrafikbullrets respektive tågbullrets påverkan på olika dagliga aktiviteter vid olika bullernivåer visas i figur 8 och tabell 8.



Figur 8. Andel (%) personer, som har summamåttet >3 för påverkan av buller med stängt fönster vid olika aktiviteter på dagen i vägtrafik- respektive tågområden i relation till bullernivå,  $L_{Aeq, 24h}$ .

I vägtrafikområdet är de mest påverkade aktiviteterna inomhus med stängt fönster svårigheter att ha fönster öppna och att vila/avkoppling försvåras av vägtrafikbuller. Vägtrafikbullret anges i liten omfattning störa vid telefonsamtal och vanligt samtal och det är endast vid ljudnivåer över  $L_{Aeq,24h}$  60 dB som mer än 10 % anger att koncentration och lyssnande på radio/TV försvåras.

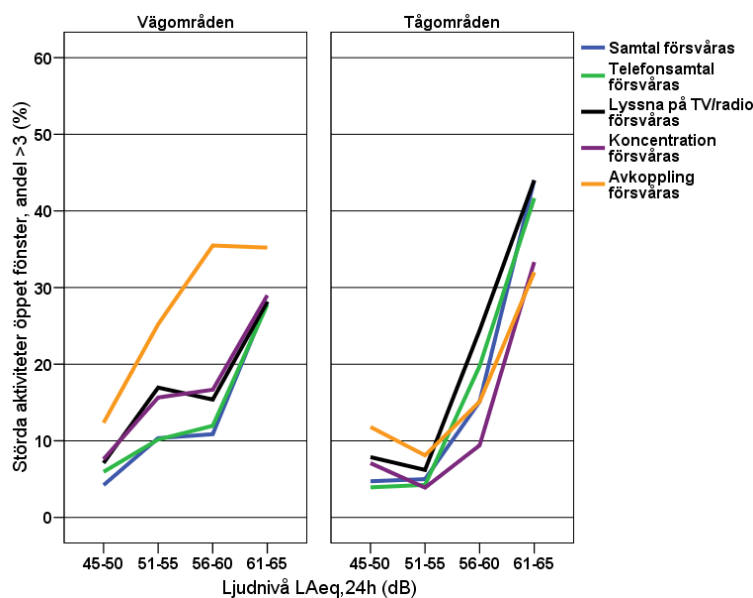
I tågområdena är störning av tågbuller då man lyssnar på radio/TV samt svårigheter att ha fönstren öppna den dominerande effekten vid ljudnivåer över  $L_{Aeq,24h}$  55 dB).

Tabell 8. Andel (%) personer, som har summamåttet >3 för påverkan av vägtrafikbuller respektive tågbuller inomhus med stängt fönster vid olika aktiviteter i relation till bullernivå ( $L_{Aeq,24h}$ ) i vägtrafik- respektive tågområden.

Störning (andel med påverkan >3) av:	Vägtrafikområden				Tågområden			
	45-50dB	51-55dB	56-60dB	61-65dB	45-50dB	51-55dB	56-60dB	61-65dB
Lyssna på radio/TV	4	7	9	13	2	3	15	21
Samtal	4	5	7	4	2	2	6	12
Telefonsamtal	3	7	6	6	3	2	6	13
Koncentration	2	10	9	16	5	2	7	8
Avkoppling	6	16	26	24	6	5	11	9
Svårt öppna fönster	13	28	28	36	5	6	16	39

## 4.9 Påverkan av vägtrafikbuller och tågbuller vid olika aktiviteter inomhus med öppet fönster

Påverkan av vägtrafik- och tågbuller på olika dagliga aktiviteter inomhus med öppet fönster vid olika bullernivåer visas i figur 9 och i tabell 9.



Figur 9. Andel (%) personer, som har summamåttet >3 för påverkan av buller med öppet fönster vid olika aktiviteter på dagen i väg- respektive tågområden i relation till bullernivå,  $L_{Aeq, 24h}$ .

Inomhus med öppet fönster påverkas avkoppling mest i vägtrafikområdet, redan vid ljudnivåer på 45-50 dB är 12 % störda och därefter ökar påverkan av vägtrafikbuller till 35 % vid ljudnivåer över 60 dB. Övriga störningar ökar med ökad ljudnivå och i den högsta ljudnivåkategorin är ca 30 % påverkade vid olika aktiviteter.

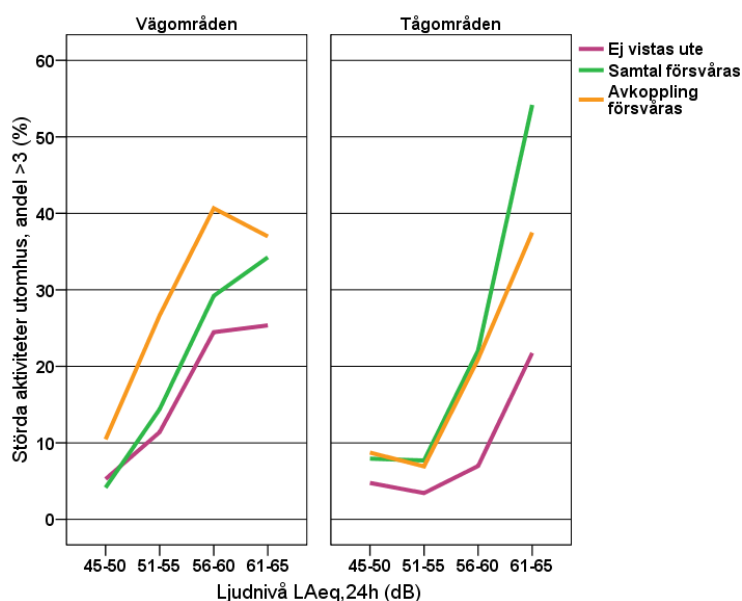
I tågområdet ökar alla typer av aktivitetspåverkan då fönstret är öppet, från mellan 4 och 12 % till mellan 32 och 44 % vid de högsta ljudnivåerna (kategorin  $L_{Aeq,24h}$  61-65 dB).

Tabell x. Andel (%) personer, som har summamåttet >3 för påverkan av tågbuller respektive vägtrafikbuller inomhus med öppet fönster vid olika aktiviteter i relation till bullernivå  $L_{Aeq,24h}$  i vägtrafik- respektive tågområden.

Störning (andel med påverkan >3) av:	Vägtrafikområden				Tågområden			
	45-50 dB	51-55 dB	56-60 dB	61-65 dB	45-50 dB	51-55 dB	56-60 dB	61-65 dB
Lyssna på radio/TV	7	17	15	28	8	6	24	44
Samtal	4	10	11	28	5	5	15	44
Telefonsamtal	6	10	12	28	4	4	20	42
Koncentration	8	16	17	29	7	4	9	33
Avkoppling	12	25	36	35	12	8	15	32

#### 4.10 Påverkan av vägtrafikbuller och tågbuller vid olika aktiviteter utomhus

Påverkan av vägtrafik- och tågbuller på olika dagliga aktiviteter utomhus vid olika bullernivåer visas i figur 10 och tabell 10.



Figur 10. Andel (%) personer, som har summamåttet >3 för påverkan av buller vid olika aktiviteter utomhus i väg- respektive tågområden i relation till bullernivå,  $L_{Aeq,24h}$ .

Utomhus vid bostaden påverkas både samtal och avkoppling av mer än 10 % redan vid ljudnivåer över  $L_{Aeq,24h}$  50 dB i vägtrafikområden men först vid ljudnivåer över  $L_{Aeq,24h}$  55 dB i tågområden. I tågområden är drygt hälften (54 %) störda av tågbuller vid samtal utomhus jämfört med 34 % i vägtrafikområdet.

Tabell 10. Andel (%) personer, som har summamåttet >3 för påverkan av buller vid olika aktiviteter utomhus i relation till bullernivå  $L_{Aeq,24h}$  i vägtrafik- respektive tågområden.

Störning (andel med påverkan >3) av:	Vägtrafikområden				Tågområden			
	45-50 dB	51-55 dB	56-60 dB	61-65 dB	45-50 dB	51-55 dB	56-60 dB	61-65 dB
Samtal utomhus	4	14	29	34	8	8	22	54
Avkoppling försvåras	11	27	41	37	9	7	21	38
Vistelse utomhus	5	11	25	25	5	3	7	22

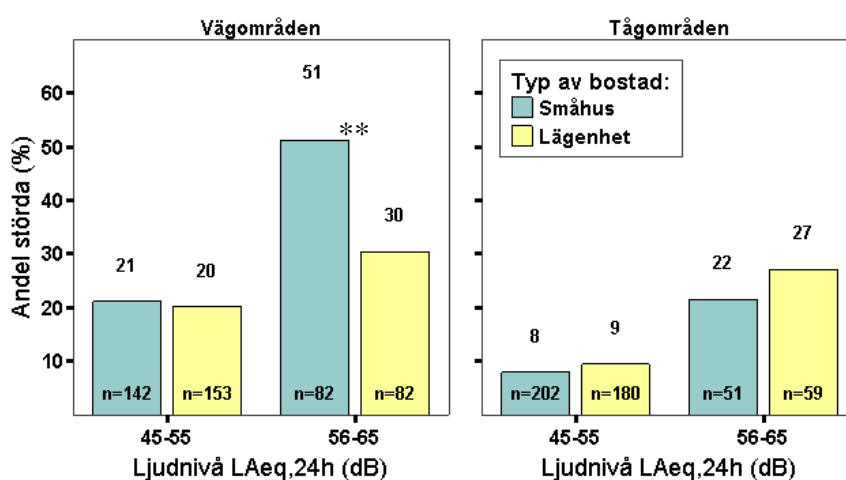


#### 4.11 Bostadens utformning och allmän störning av vägtrafikbuller och tågbuller

I det följande redovisas jämförande resultat för allmän störning av vägtrafikbuller och tågbuller uppdelat på två bullerkategorier (45-55 respektive 56-65 dB) i relation till 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).

##### 4.11.1 Störning av vägtrafikbuller och tågbuller i småhus respektive flerfamiljshus

Figur 11 (vänster) visar att andelen som störs av vägtrafikbuller är ungefär lika i småhus som i flerfamiljshus vid lägre ljudnivåer. Vid högre ljudnivåer var en större andel av de som bor i småhus bullerstörda (51 % jämfört med 30 %,  $p < 0,05$ ). I tågområden var skillnaden i störning liten mellan de två hus typerna (höger).

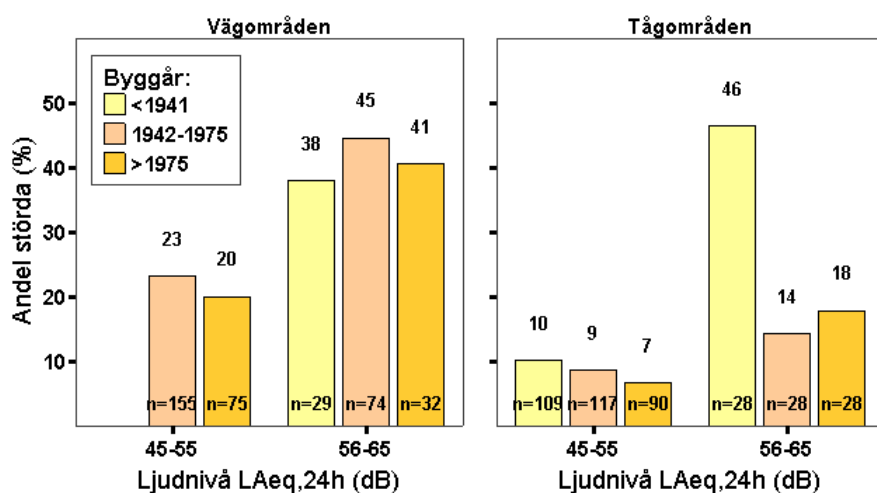


Figur 11. Andel som är bullerstörda (%) i småhus respektive lägenhet i flerfamiljshus i relation till ljudnivå ( $L_{Aeq,24h}$ ) i områden med vägtrafik (vänster) samt i områden med tågtrafik (höger).

##### 4.11.2 Störning av vägtrafikbuller och tågbuller i bostäder byggda under olika tidsperioder

Samband mellan störning av vägtrafikbuller respektive tågbuller och husets ålder visas i figur 12 på nästa sida.

Det fanns inga skillnader i störning av vägtrafikbuller mellan boende i hus byggda under de tre olika tidsperioderna (figur 12, vänster). I tågområden (figur 12, höger) var andelen som störcdes av tågbuller lika oavsett vilket år huset de bodde i var byggt med undantag för äldre hus byggda före 1941 med höga ljudnivåer utomhus (46 % störda jämfört med 14 respektive 18 % i bostäder byggda senare).

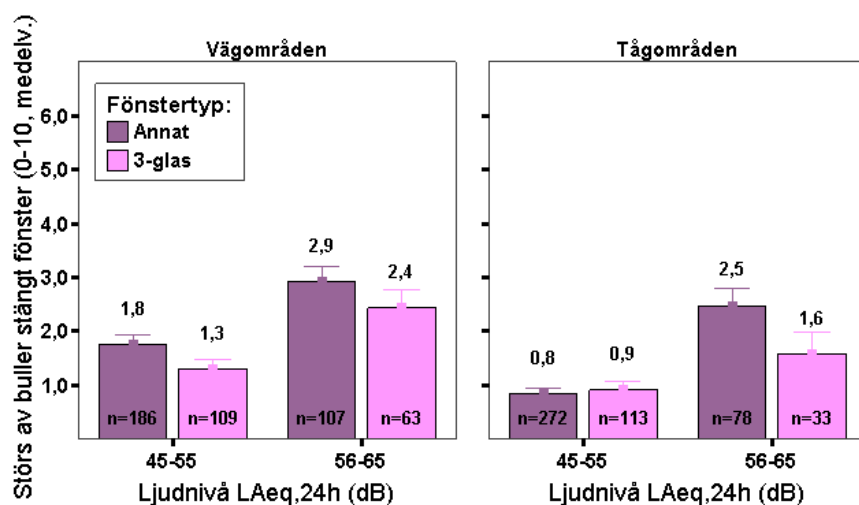


Figur 12. Andel som är bullerstörda (%) i hus byggda före 1941, 1942-1975 och efter 1975 i relation till ljudnivå ( $L_{Aeq,24h}$ ) från vägtrafik (vänster) respektive tågtrafik (höger).

#### 4.11.3 Störning av vägtrafikbuller och tågbuller i bostäder med 3-glasfönster respektive 2-glasfönster

Samband mellan störning av vägtrafikbuller respektive tågbuller (medelvärde störning inomhus med stängt fönster, skala 0-10) och typ av fönster i bostaden visas i figur 13 nedan uppdelat på två ljudnivåkategorier. Totalt var det endast 7 respektive 5 % som inte kände till fönstertyp i sin bostad i respektive område och dessa har därför sammanförts i kategorin "annat" tillsammans med 2-glasfönster. Andelen som har 3-glasfönster (se Appendix 8) är något lägre i tågområden (33 %) än i vägtrafikområden (53 %). Den grupp som angett att de har 3-glasfönster i sin bostad kan även ha angett att de har 2-glasfönster i något rum.

Det förelåg inga signifikanta skillnader ( $p > 0,05$ ) i störning av buller vid stängt fönster mellan bostäder med 3-glasfönster och 2-glasfönster vare sig i områden med vägtrafik eller i områden med tågtrafik i de två ljudnivåkategorierna.

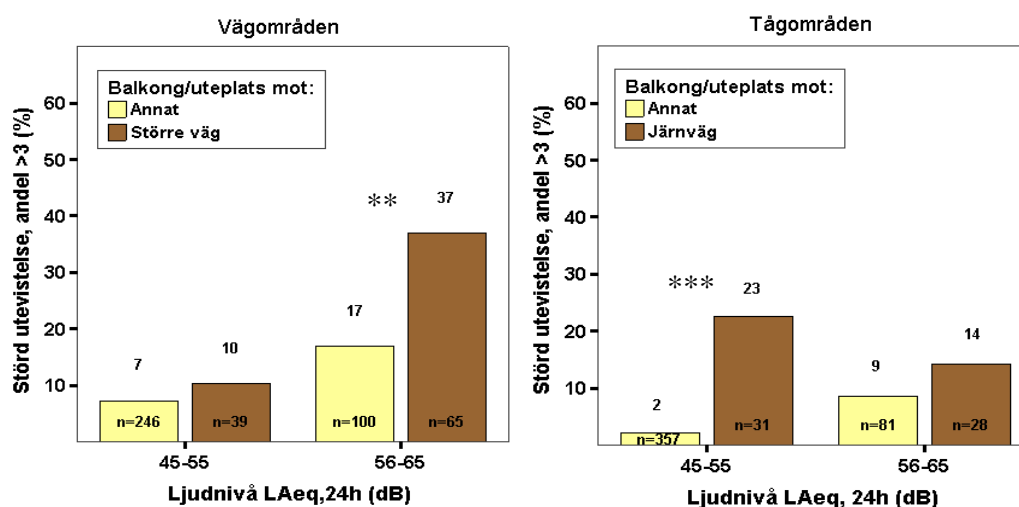


Figur 13. Störning av buller inomhus med stängt fönster (medelvärde) i hus som har 3-glas fönster eller annan fönstertyp i relation till ljudnivå ( $L_{Aeq,24h}$ ) från vägtrafik (vänster) och tågtrafik (höger).

#### 4.12 Bostadens utformning och påverkan av vägtrafikbuller och tågbuller på olika aktiviteter utomhus

De allra flesta hade tillgång till egen eller allmän uteplats och drygt hälften hade balkong i båda undersökningsområdena (se Appendix 8). En relativt liten andel hade uteplats/balkong vänd mot järnvägen (totalt 14 %) medan en tredjedel hade balkong eller uteplats mot större väg i vägtrafikområdet.

I figur 14 till 16 nedan visas påverkan på utevistelse, samtals respektive avkoppling utomhus av vägtrafikbuller respektive tågbuller uppdelat på två bullerkategorier (45-55 respektive 56-65 dB) i relation till om balkong eller uteplats vetter mot större väg eller ej respektive mot järnväg eller mot annat håll.

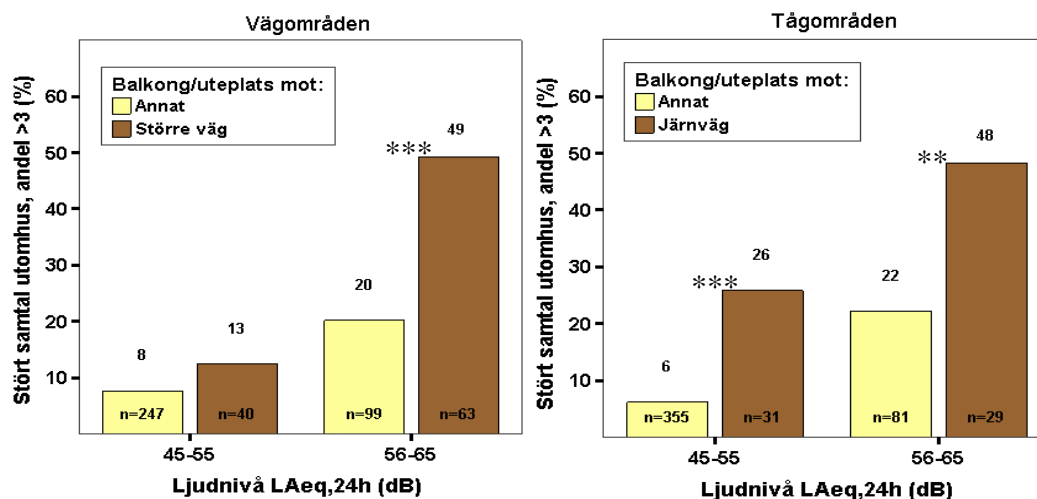


Figur 14. Andel (%) med summamåttet >3 för påverkan av buller på vistelse utomhus i förhållande till balkongens/uteplatsens läge mot bullerkällan samt dess ljudnivå i LAeq24h för vägområden (vänster figur) respektive tågområden (höger figur).

Figur 14 visar att det är viktigt att balkong och uteplats vetter mot en tystare sida av bostaden och inte direkt mot en större väg eller mot en järnväg. Andelen som angett att vistelse utomhus störs av vägtrafikbuller (vänster figur) är signifikant högre då uteplats/balkong vetter mot större väg (jfr 37 resp. 17 % störda vid ljudnivåer över 55 dB,  $p < 0,01$ ). I tågområden (höger figur) ses en skillnad i störning av utevistelse beroende på uteplatsens läge (jfr 23 resp. 2 % störda vid utevistelse vid ljudnivåer mellan 45 och 55 dB,  $p < 0,001$ ).

Skillnaderna i upplevd samtalsstörning av vägtrafikbuller (figur 15, vänster) mellan de som har uteplats/balkong på samma sida som en större väg och de som har sin uteplats/balkong åt annat håll är statistiskt signifikanta (49 respektive 20 % samtalsstörda,  $p < 0,001$ ) vid ljudnivåer över 55 dB.

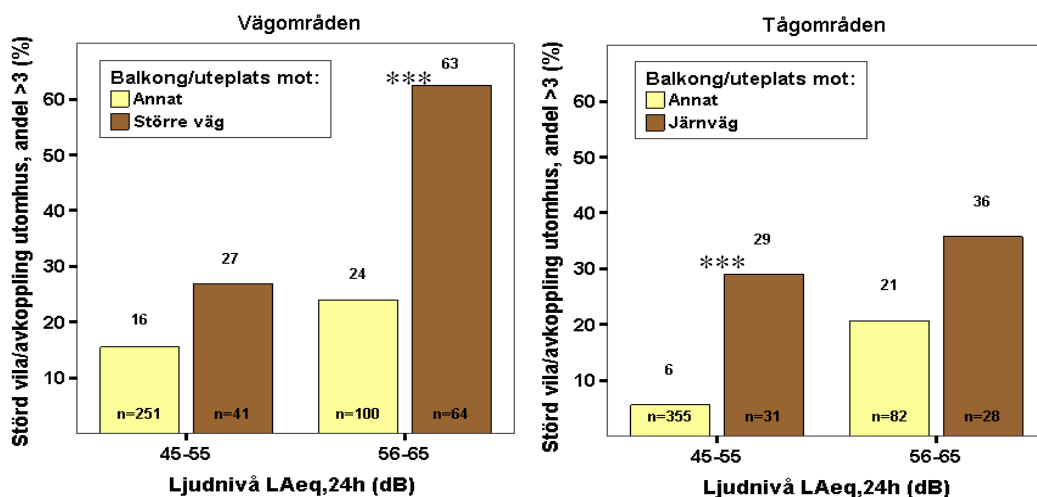
Skillnaderna i upplevd samtalsstörning av tågbuller mellan de som har uteplats/balkong på samma sida som järnvägen (figur 15, höger) och de som har sin uteplats/balkong åt annat håll är statistiskt signifikanta vid ljudnivåer mellan 45 och 55 dB (26 resp. 6 % samtalsstörda,  $p < 0,001$ ) liksom vid högre ljudnivåer (48 respektive 22 % samtalsstörda,  $p < 0,01$ ).



Figur 15. Andel (%) med summamåttet >3 för påverkan av buller på samtal utomhus i förhållande till balkongens/uteplatsens läge mot bullerkällan samt dess ljudnivå i  $L_{Aeq,24h}$  för vägområden (vänster figur) respektive tågområden (höger figur).

Motsvarande samband för upplevd störning av vägtrafikbuller och tågbuller vid vila/avkoppling utomhus visas i figur 16 nedan. I vägtrafikområdet var närmare 3 ggr fler störda under vila avkoppling om uteplats/balkong vette mot större väg och ljudnivåer över 55 dB (63 respektive 24 % störda,  $p < 0,001$ ).

I tågområdet var skillnader i påverkan på vila/avkoppling beroende på uteplatsens läge inte lika uttalade vid ljudnivåer över 55 dB (36 resp. 21 % störda,  $p > 0,05$ ). Vid lägre ljudnivåer <56 dB angav bara 6 % att tågbuller påverkade avkoppling på uteplats om denna inte låg på samma sida bostaden som järnvägen jämfört med om uteplatsen vetter mot järnvägen (29 % störda,  $p < 0,001$ ).



Figur 16. Andel (%) med summamåttet >3 för påverkan av buller på vila/avkoppling utomhus i förhållande till balkongens/uteplatsens läge mot bullerkällan samt dess ljudnivå i  $L_{Aeq,24h}$  för vägområden (vänster figur) respektive tågområden (höger figur).

#### 4.13 Påverkan av vägtrafikbuller och 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 (tåg, vägtrafik) 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  $L_{natt}$ , dvs. ekvivalent ljudnivå kl. 22-06 (se nedanstående tabell som redovisar antal personer i varje ljudnivåkategori för de olika undersökningsområdena).

Tabell 11. Undersökningspopulation – antal personer i olika ljudnivåkategorier för  $L_{natt}$ .

Antal personer per ljudnivåkategori $L_{natt}$						
	<45dB	45-49dB	50-54dB	55-59dB	60-65dB	Totalt
<b>Vägområden:</b>						
Borås	105	49	53	29	–	236
Kungälv	99	80	51	2	–	232
<b>Totalt</b>	<b>204</b>	<b>129</b>	<b>104</b>	<b>31</b>	<b>–</b>	<b>468</b>
<b>Tågområden:</b>						
Töreboda	–	34	96	54	26	210
Falköping	–	24	187	65	20	296
<b>Totalt</b>	<b>–</b>	<b>58</b>	<b>283</b>	<b>119</b>	<b>46</b>	<b>506</b>

##### 4.13.1 Samband mellan påverkan av vägtrafikbuller respektive tågbuller på sömnen och olika bullermått

Tabell 12 visar samband mellan olika typer av sömnstörningar och buller från vägtrafik respektive tåg mätt med olika bullermått och avstånd till bullerkällan.

$L_{AFmax}$  är det buller mått som är sämst korrelerat ( $r_s$ ) med olika typer av sömnstörningar av vägtrafikbuller i vägtrafikområdet medan övriga bullermått samt avstånd till större väg har liknande, relativt låga samband med sömnstörningar. I tågområdet är sambanden mellan sömnstörningar av tågbuller och de olika bullermåtten i överlag låga. Starkast samband ses för avstånd till järnvägen.

**Tabell 12. Korrelationskoefficienten ( $r_s$ ) för samband på individnivå, mellan olika sömnstörningar av vägtrafikbuller respektive tågbuller inomhus med öppet respektive stängt sovrumsfönster och bullerexponering beräknad för olika bullermått samt avstånd till väg respektive järnväg.**

	Vägtrafikområden					Tågområden				
	$L_{Aeq,24h}$	$L_{natt}$	$L_{den}$	$L_{AFmax}$	Avstånd	$L_{Aeq,24h}$	$L_{natt}$	$L_{den}$	$L_{AFmax}$	Avstånd
	$r_s$	$r_s$	$r_s$	$r_s$	$r_s$	$r_s$	$r_s$	$r_s$	$r_s$	$r_s$
Sovrumsfönster <b>stängt</b> Störs (summamått 0-6):										
Svårt att somna	0,13	0,15	0,15	0,06	-0,16	0,04	0,04	0,04	0,06	-0,13
Väcks	0,07	0,08	0,08	0,03	-0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	-0,11
Sämre sömnkvalitet	0,15	0,16	0,16	0,10	-0,12	0,07	0,07	0,07	0,08	-0,11
Svårt ha fönster öppet	0,22	0,23	0,23	0,12	-0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	-0,13
<i>Index sömnstörning (summa svårt somna, väcks, sömnkvalitet)</i>	0,11	0,13	0,12	0,06	-0,12	0,07	0,07	0,07	0,08	-0,14
Sovrumsfönster <b>öppet</b> Störs (summamått 0-6):										
Svårt att somna	0,24	0,25	0,24	0,11	-0,12	0,10	0,10	0,10	0,12	-0,18
Väcks	0,20	0,21	0,21	0,09	-0,10	0,09	0,09	0,09	0,10	-0,20
Sämre sömnkvalitet	0,22	0,23	0,23	0,12	-0,13	0,15	0,15	0,15	0,18	-0,24
<i>Index sömnstörning (summa svårt somna, väcks, sömnkvalitet)</i>	0,24	0,25	0,25	0,12	-0,12	0,09	0,09	0,09	0,11	-0,20

Spearman's test:  $r_s \pm 0,15$  och högre,  $p < 0,001$ ;  $r_s \pm 0,13-0,14$ ,  $p < 0,01$ ;  $r_s \pm 0,10-0,12$ ,  $p < 0,05$ .  $r_s$ -värden lägre än  $\pm 0,10$  är inte statistiskt signifikanta,  $p > 0,05$ ).

#### 4.13.2 Samband mellan påverkan av vägtrafikbuller respektive tågbuller på sömnen och olika mått på allmän störning

Tabell 13 och 14 nedan visar samband mellan olika sömnstörningsmått och olika mått på allmän störning mätt med 5-gradig kategoriskala respektive numeriska skalor 0-10.

Oavsett mått på allmän störning är sambanden med olika sömnvariabler höga och statistiskt signifikanta. I en situation med stängt sovrumsfönster är sambanden något högre i vägtrafikområden än i tågområden (jfr sämre sömnkvalitet  $r_s = 0,57$  respektive  $r_s = 0,45$ ).

**Tabell 13. Korrelationskoefficienten ( $r_s$ ) för samband på individnivå mellan olika sömnstörningar av vägtrafikbuller respektive tågbuller inomhus med stängt sovrumsfönster och mått för allmän störning.**

	Vägtrafikområden			Tågområden		
	Störning (1-5)	Störning hemma (0-10)	Störning stängt fönster (0-10)	Störning (1-5)	Störning hemma (0-10)	Störning stängt fönster (0-10)
	$r_s$	$r_s$	$r_s$	$r_s$	$r_s$	$r_s$
<b>Störs om sovrumsfönster är stängt:</b>						
<i>Index sömnstörning (summa svårt somna, väcks, sömnkvalitet)</i>	0,55	0,56	0,60	0,47	0,49	0,50
Svårt att somna	0,54	0,54	0,58	0,40	0,44	0,46
Väcks	0,43	0,45	0,48	0,42	0,45	0,44
Sämre sömnkvalitet	0,54	0,53	0,57	0,41	0,43	0,45
Störs av att inte kunna sova med fönstret öppet	0,62	0,62	0,56	0,50	0,55	0,51

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

I en situation med sovrumsfönstret öppet (tabell 14) är sambanden mellan allmän störning och sömnstörningar högre än vid en situation med stängt fönster och oavsett mått på allmän störning är sambanden med olika sömnvariabler höga och statistiskt signifikanta. Sambanden är något starkare i vägtrafikområden.

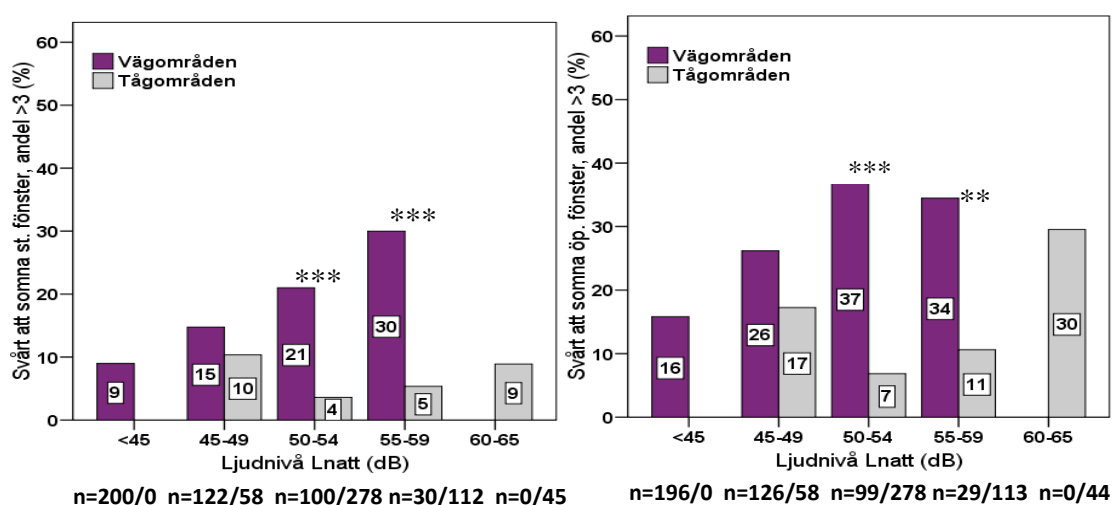
**Tabell 14. Korrelationskoefficienten ( $r_s$ ) för samband på individnivå mellan olika sömnstörningar av vägtrafikbuller respektive tågbuller inomhus med öppet sovrumsfönster och mått för allmän störning.**

	Vägtrafikområden			Tågområden		
	Störning (1-5)	Störning hemma (0-10)	Störning öppet fönster (0-10)	Störning (1-5)	Störning hemma (0-10)	Störning öppet fönster (0-10)
<b>Störs om sovrumsfönster är <u>öppet</u>:</b>	$r_s$	$r_s$	$r_s$	$r_s$	$r_s$	$r_s$
<i>Index sömnstörning (summa svårt somna, väcks, sömnkvalitet)</i>	0,58	0,61	0,63	0,51	0,57	0,60
Svårt att somna	0,57	0,59	0,60	0,48	0,55	0,57
Väcks	0,52	0,55	0,57	0,46	0,51	0,54
Sämre sömnkvalitet	0,59	0,61	0,62	0,45	0,51	0,53

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

De fyra frågorna som berör bullers påverkan på sömnen vid stängt och öppet fönster visas i figur 17 till 21 i relation till ljudnivå nattetid ( $L_{natt}$ ) för vägtrafikområden och tågområden.

Figur 17 och tabell 15 visar att andelen med svårigheter att somna p.g.a. vägtrafikbuller ökar med ökad ljudnivå i vägtrafikområden från 9 % till 30 % vid stängt sovrumsfönster och från 16 % till 34 % vid öppet sovrumsfönster. I tågområden fanns ingen ökning i svårigheter att somna med sovrumsfönstret stängt men med fönstret öppet ökar andelen som har svårt att somna p.g.a. tågbuller vid de högsta ljudnivåerna ( $L_{natt}$  60-65 dB). Signifikanta skillnader ( $p < 0,001$ ) mellan vägtrafikbullers och tågbullers påverkan på möjlighet att somna förekommer vid ljudnivåer över  $L_{natt}$  49 dB.

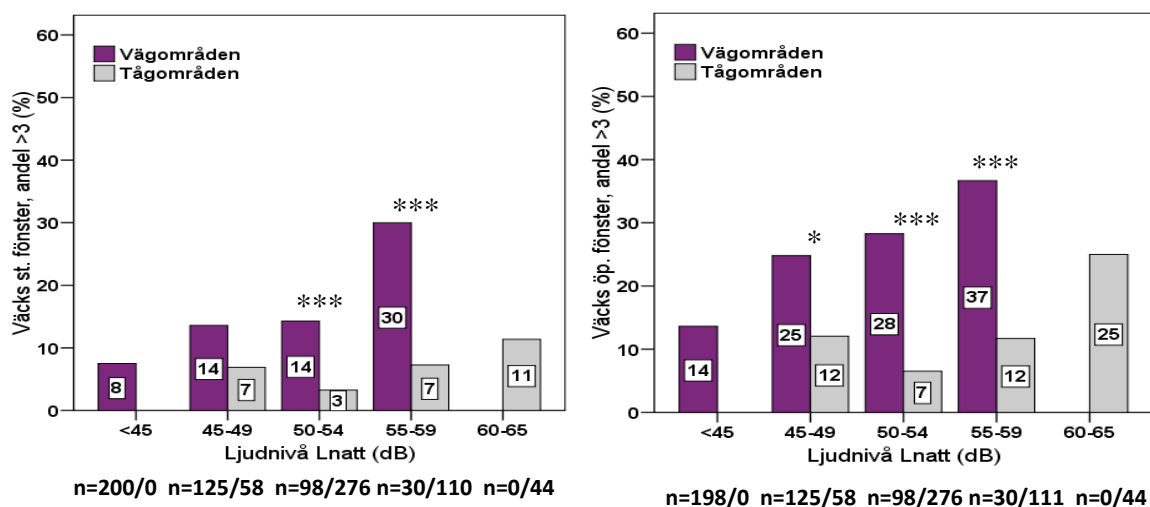


**Figur 17. Andel (%) personer, som har summamåttet >3 för påverkan av vägtrafikbuller och tågbuller på insomning i relation till bullernivå från vägtrafik respektive tåg ( $L_{natt}$ ). Vänster figur visar påverkan vid stängt fönster och höger figur påverkan vid öppet fönster.**

Tabell 15. Andel (%) med summamåttet >3 för svårt att somna på grund av vägtrafikbuller respektive tågbuller vid stängt och öppet fönster vid olika ljudnivåer ( $L_{\text{natt}}$ ) i vägområden och tågområden.

	<45 dB		45-49 dB		50-54 dB		55-59 dB		60-65 dB	
	stängt	öppet	stängt	öppet	stängt	öppet	stängt	öppet	stängt	öppet
Vägtrafikområden	9	16	15	26	21	37	30	34	-	-
Tågområden	-	-	10	17	4	7	5	11	9	30

Figur 18 och tabell 16 visar uppvaknanden p.g.a. vägtrafikbuller och tågbuller. Andelen som väcktes av vägtrafikbuller ökade med ökad ljudnivå i vägtrafikområden från 8 % till 30 % vid stängt sovrumsfönster och från 14 % till 37 % vid öppet sovrumsfönster. I tågområden fanns ingen ökning i uppvaknanden p.g.a. tågbuller med sovrumsfönstret stängt men med fönstret öppet ökade andelen som vaknade av tågbuller vid de högsta ljudnivåerna ( $L_{\text{natt}}$  60-65 dB).



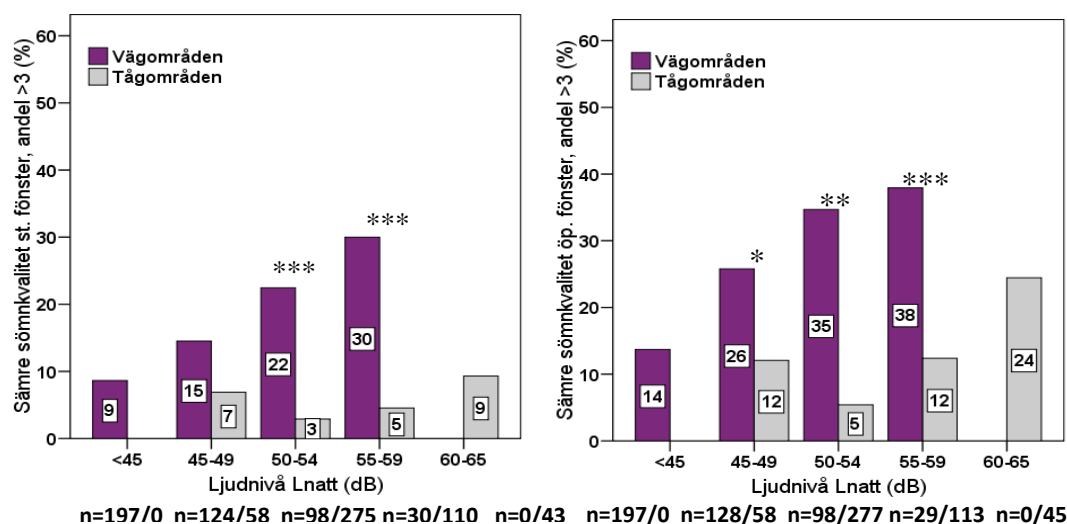
Figur 18. Andel (%) personer, som har summamåttet >3 för väcks p.g.a. vägtrafikbuller respektive tågbuller i relation till bullernivå från respektive bullerkälla,  $L_{\text{natt}}$ . Vänster figur visar påverkan vid stängt fönster och höger figur påverkan vid öppet fönster.

Signifikanta skillnader mellan vägtrafikbullers och tågbullers påverkan på uppvaknande förelåg vid ljudnivåer över  $L_{\text{natt}}$  49 dB vid stängt fönster ( $p < 0,001$ ) och vid ljudnivåer över  $L_{\text{natt}}$  45 dB vid öppet fönster ( $p < 0,05$  och  $p < 0,001$ ).

Tabell 16. Andel (%) med summamåttet >3 för väcks på grund av vägtrafikbuller respektive tågbuller vid stängt och öppet fönster vid olika ljudnivåer,  $L_{\text{natt}}$  i vägområden och tågområden.

	<45 dB		45-49 dB		50-54 dB		55-59 dB		60-65 dB	
	stängt	öppet	stängt	öppet	stängt	öppet	stängt	öppet	stängt	öppet
Vägtrafikområden	8	14	14	25	14	28	30	37	-	-
Tågområden	-	-	7	12	3	7	7	12	11	25





Figur 19. Andel (%) personer, som har summamåttet >3 för försämrad sömnkvalitet p.g.a. tågbuller respektive vägtrafikbuller i relation till bullernivå från respektive bullerkälla,  $L_{natt}$ . Vänster figur visar påverkan vid stängt fönster och höger figur påverkan vid öppet fönster.

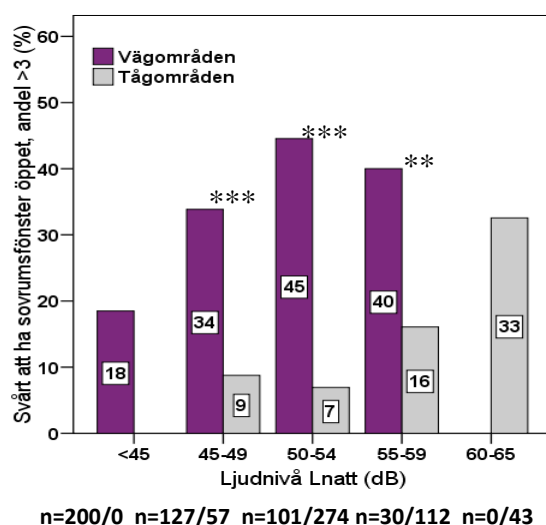
Figur 19 och tabell 17 visar andel som uppger försämring av sömnkvalitet p.g.a. vägtrafikbuller och tågbuller. Andelen som hade sämre sömnkvalitet p.g.a. vägtrafikbuller ökade med ökad ljudnivå i vägtrafikområden från 9 % till 30 % vid stängt sovrumsfönster och från 14 % till 38 % vid öppet sovrumsfönster. I tågområden fanns ingen ökning i uppvaknanden p.g.a. tågbuller med sovrumsfönstret stängt men med fönstret öppet ökade andelen som angav sämre sömnkvalitet p.g.a. tågbuller vid de högsta ljudnivåerna ( $L_{natt}$  60-65 dB).

Signifikanta skillnader mellan vägtrafikbullers och tågbullers påverkan på sömnkvalitet förelåg vid ljudnivåer över  $L_{natt}$  49 dB vid stängt fönster ( $p < 0,001$ ) och vid ljudnivåer över  $L_{natt}$  45 dB vid öppet fönster ( $p < 0,05$  och  $p < 0,001$ ).

Tabell 17. Andel (%) med summamåttet >3 för försämrad sömnkvalitet på grund av vägtrafikbuller respektive tågbuller vid stängt och öppet fönster vid olika ljudnivåer,  $L_{natt}$  i vägområden och tågområden.

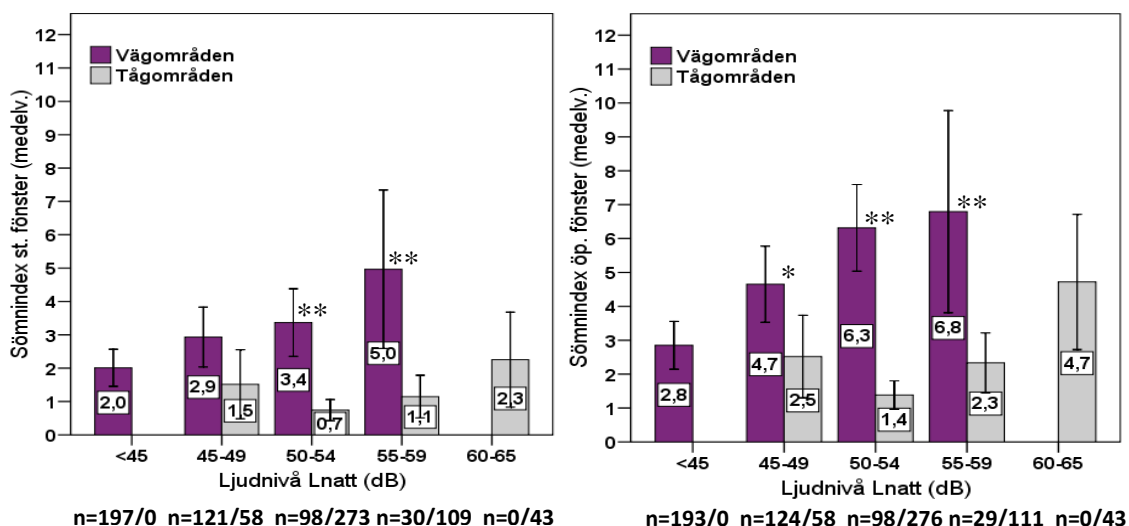
	<45 dB		45-49 dB		50-54 dB		55-59 dB		60-65 dB	
	stängt	öppet	stängt	öppet	stängt	öppet	stängt	öppet	stängt	öppet
Vägtrafikområden	9	14	15	26	22	35	30	38	-	-
Tågområden	-	-	7	12	3	5	5	12	9	24

Figur 20 visar andel som uppger att det är störande att inte kunna ha sovrumsfönstret öppet på natten p.g.a. vägtrafikbuller och tågbuller. Påverkan av vägtrafikbuller är signifikant större än påverkan av tågbuller vid alla ljudnivåer ( $p < 0,001$  vid ljudnivåer under 55 dB och  $p < 0,01$  vid ljudnivåer över  $L_{natt}$  55 dB). I tågområden fanns en ökning i påverkan p.g.a. tågbuller från 9 % vid  $L_{natt}$  45-49 dB till 33 % vid  $L_{natt}$  60-65 dB.



Figur 20. Andel (%) personer, som har summamåttet >3 för påverkan av vägtrafikbuller respektive tågbuller på möjligheten att sova med öppet fönster i relation till bullernivå i  $L_{natt}$  från vägtrafik respektive tåg.

Figur 21 visar index för sömnstörningar beräknat som medelvärdet av de tre typerna av sömnstörningar (svårt somna, väcks samt sämre sömnkvalitet). Indexmättet för sömnstörningar visar en ökning av sömnstörningar med ökad ljudnivå i  $L_{natt}$  i både vägtrafikområden och tågområden för situationer med stängt såväl som med öppet sovrumsfönster. Skillnaderna mellan vägtrafikområden och tågområden var statistiskt signifikanta för ljudnivåer från  $L_{natt}$  50 dB vid stängt fönster (vänster figur) och från  $L_{natt}$  45 dB vid öppet fönster (höger figur).



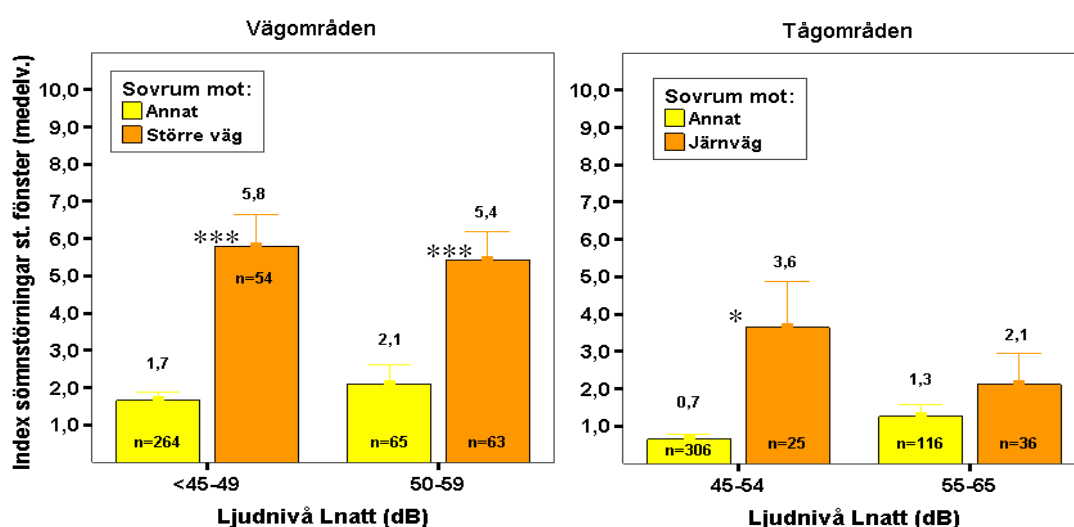
Figur 21. Index (medelvärde) för sömnstörningar (svårt somna, väcks, sämre sömnkvalitet) p.g.a. tågbuller respektive vägtrafikbuller i relation till bullernivå från respektive bullerkälla,  $L_{natt}$ . Vänster figur visar påverkan vid stängt fönster och höger figur påverkan vid öppet fönster.

#### 4.14 Bostadens utformning och påverkan på sömnen av vägtrafikbuller och tågbuller

Påverkan på sömnen av vägtrafikbuller och tågbuller uppdelat på två bullerkategorier (45-55 respektive 56-65 dB) analyserades i relation till sovrummets läge (mot större väg respektive mot järnväg), på vilket våningsplan bostaden var belägen (våningsplan 1 eller våningsplan 2 och högre) samt i relation till fönstertyp i bostaden (3-glas eller 2-glas och annat).

##### 4.14.1 Sömnstörningar och sovrummets läge i förhållande till större väg respektive järnväg

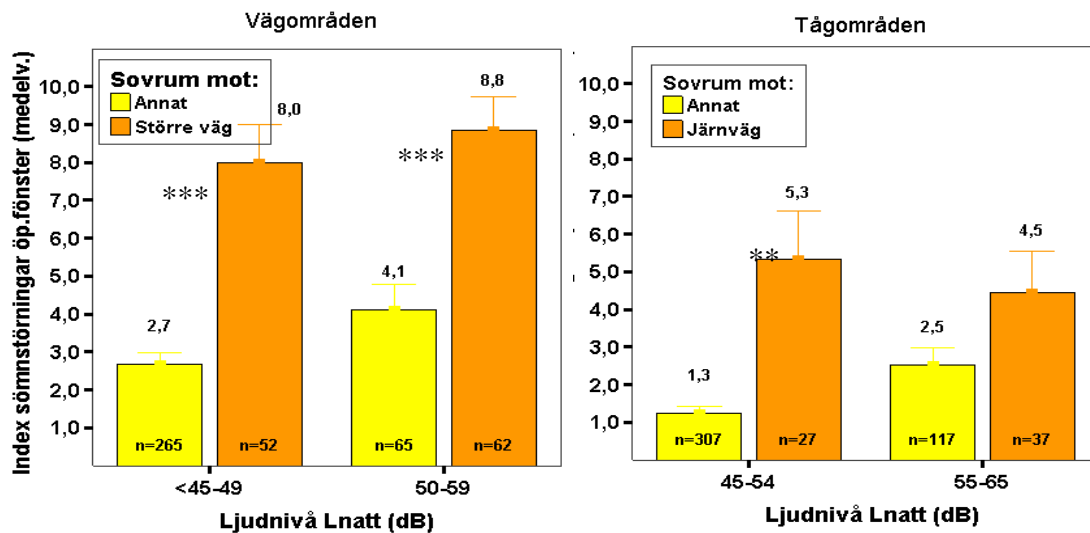
Samband mellan index för sömnstörningsindex av vägtrafikbuller och tågbuller (medelvärde) och ljudnivå från respektive bullerkälla visas för en situation med stängt fönster för vägtrafikområden (figur 22, vänster) respektive tågområden (figur 22, höger).



Figur 22. Index (medelvärde) för sömnstörningar (svårt att somna, väcks, sämre sömnkvalitet) p.g.a. vägtrafikbuller (vänster) respektive tågbuller (höger) vid stängt fönster i relation till sovrummets läge och bullernivå från respektive bullerkälla (L<sub>natt</sub>).

Sömnstörningar av vägtrafikbuller var signifikant högre bland boende med sovrumsfönster mot större väg ( $p < 0,001$ ). I tågområden var skillnaderna i sömnstörningar mindre mellan dem som hade sovrumsfönster mot järnvägen respektive åt annat håll. Signifikanta skillnader förelåg i ljudnivåkategorin L<sub>natt</sub> 45-54 dB (M=0,7 resp. 3,6,  $p < 0,05$ ).

Resultatet är likartat för en situation med sovrumsfönstret öppet (figur 23). Sömnstörningar i vägtrafikområden är 3 ggr högre om sovrumsfönstret vetter mot större väg vid L<sub>natt</sub> <45-49 dB (M= 8,0 resp. 2,7,  $p < 0,001$ ) och dubbelt så höga vid L<sub>natt</sub> 50-59 dB (M= 8,8 resp. 4,1,  $p < 0,001$ ).

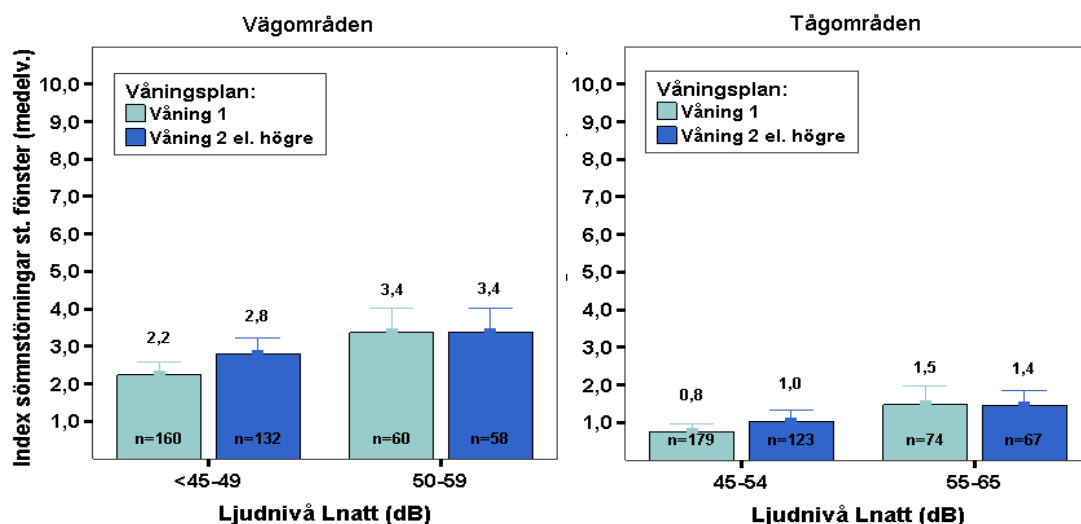


Figur 23. Index (medelvärde) för sömnstörningar (svårt att somna, väcks, sämre sömnkvalitet) p.g.a. vägtrafikbuller (vänster) respektive tågbuller (höger) vid öppet fönster i relation till sovrummets läge och bullernivå från respektive bullerkälla ( $L_{natt}$ ).

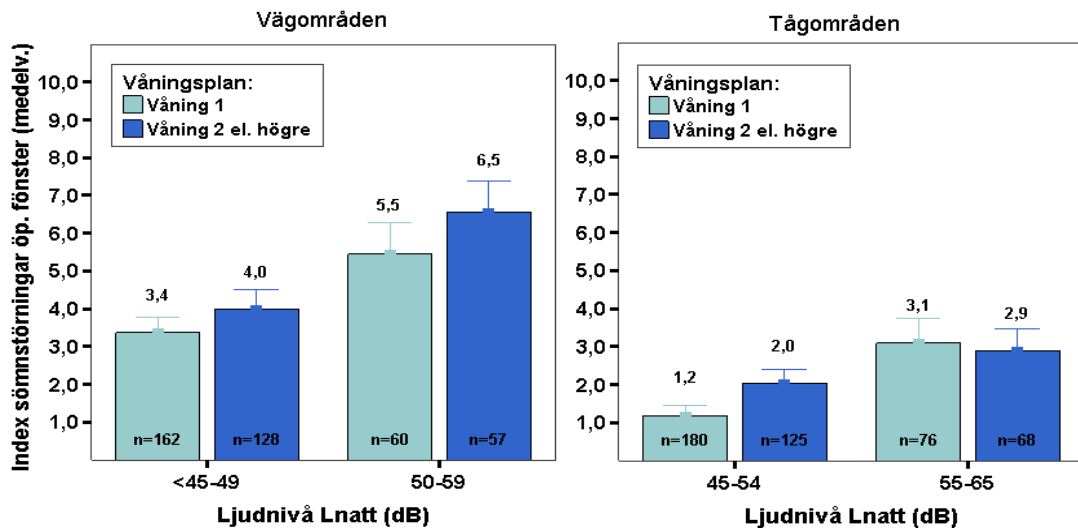
Motsvarande resultat vid öppet sovrumsfönster i tågområden (figur 23, höger) visar att sömnstörningar är mer omfattande då sovrumsfönster vetter mot järnvägen jämfört med åt annat håll. Statistiskt signifikanta skillnader finns vid ljudnivåer mellan  $L_{natt}$  45-54 dB, sömnstörningarna är här 4 gånger högre ( $M=5,3$  resp.  $1,3$ ,  $p<0,01$ ).

#### 4.14.2 Sömnstörningar i relation till våningsplan

Ungefär hälften av de boende har sin bostad, och därmed även sovrummet, på våningsplan 1 i båda undersökningsområdena (se Appendix 7). Figur 24 och 25 nedan visar ingen statistisk signifikant skillnad i sömnstörningsindex (medelvärde) i relation till våningsplan för vägtrafikområden eller tågområden vare sig sovrumsfönstret är stängt eller öppet.



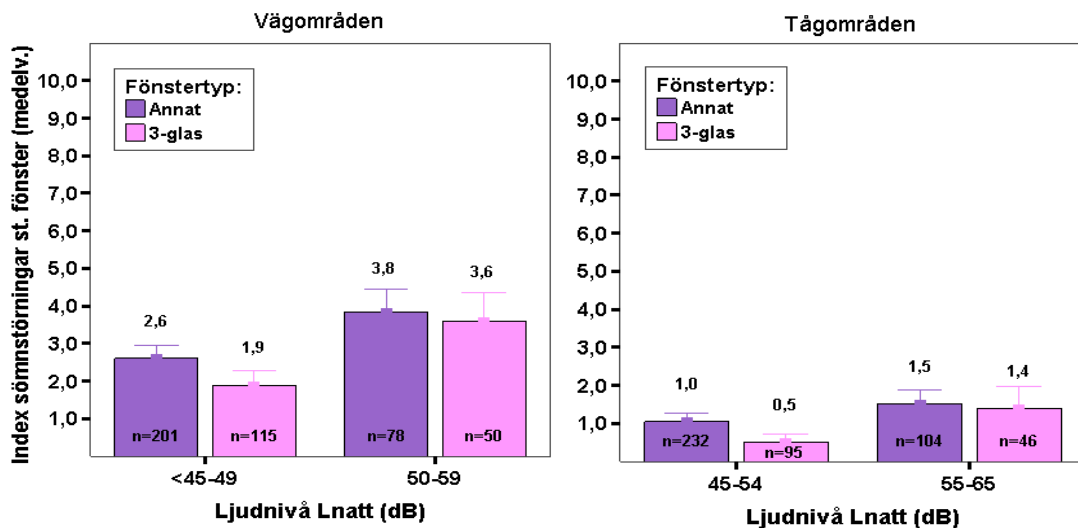
Figur 24. Index (medelvärde) för sömnstörningar (svårt att somna, väcks, sämre sömnkvalitet) p.g.a. vägtrafikbuller (vänster) respektive tågbuller (höger) vid stängt fönster i relation till bostadens läge på våningsplan samt bullernivå från respektive bullerkälla ( $L_{natt}$ ).



Figur 25. Index (medelvärde) för sömnstörningar (svårt att somna, väcks, sämre sömnkvalitet) p.g.a. vägtrafikbuller (vänster) respektive tågbuller (höger) vid öppet fönster i relation till bostadens läge på våningsplan samt bullernivå från respektive bullerkälla ( $L_{natt}$ ).

#### 4.14.3 Sömnstörningar och typ av fönster i bostaden

Samband mellan typ av fönster i bostaden (3-glasfönster eller 2-glasfönster inklusive annat) och sömnstörningar (medelvärde för sömnstörningsindex) analyserades uppdelat på två ljudnivåkategorier för vägtrafikområden (figur 26, vänster) respektive tågområden (figur 26, höger). Det förelåg inga statistiskt signifikanta skillnader i sömnstörningsindex mellan personer som hade 3-glasfönster eller annan typ av fönster vare sig i vägtrafikområden eller i tågområden.



Figur 26. Index (medelvärde) för sömnstörningar (svårt att somna, väcks, sämre sömnkvalitet) p.g.a. vägtrafikbuller (vänster) respektive tågbuller (höger) vid stängt fönster i relation till fönstertyp samt bullernivå från respektive bullerkälla ( $L_{natt}$ ).

#### 4.15 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 18 för vägtrafikområdena och tabell 19 för tågområdena.

**Tabell 18. Vägtrafikområden: Andel (%) som trivs mycket bra i bostaden och bostadsområdet samt andel som önskar byta bostad p.g.a. miljöskäl och andra skäl i relation till bullerexponering,  $L_{Aeq,24h}$ .**

Ljudnivå från vägtrafik, $L_{Aeq,24h}$				
Vägtrafikområden:	45-50 dB	51-55 dB	56-60 dB	61-65 dB
Trivsel med bostaden ( % mycket bra)	58	53	45	46
Trivsel med bostadsområdet ( % mycket bra)	56	52	38	51
Önskar byta bostad (%)	35	35	55	42
Önskar byta bostad på grund av:				
Miljöskäl <sup>1)</sup>	4	13	24	16
Andra skäl <sup>1)</sup>	34	26	33	31

<sup>1)</sup> Andel av samtliga personer.

Som framgår av tabell 18 är trivseln med både bostad och bostadsområde högre i de lägsta ljudnivåkategorierna i vägtrafikområdena medan något sådant samband mellan ljudnivå och trivsel inte syns i tågområdena (tabell 19).

Önskan att byta bostad är något högre i de två högsta ljudnivåkategorierna (>55 dB) i vägtrafikområdena och en högre andel i dessa kategorier anger att miljöskäl ligger bakom önskan att flytta. I tågområdena finns inget samband mellan önskan att byta bostad och ljudnivå från tåg och få personer anger miljöskäl som orsak till att de vill byta bostad.

**Tabell 19. Tågområden: Andel (%) som trivs mycket bra i bostaden och bostadsområdet samt andel som önskar byta bostad p.g.a. miljöskäl och andra skäl i relation till bullerexponering,  $L_{Aeq,24h}$ .**

Ljudnivå från tågtrafik, $L_{Aeq,24h}$				
Tågområden:	45-50 dB	51-55 dB	56-60 dB	61-65 dB
Trivsel med bostaden ( % mycket bra)	49	59	58	44
Trivsel med bostadsområdet ( % mycket bra)	41	52	44	40
Önskar byta bostad (%)	32	34	28	16
Önskar byta bostad på grund av:				
Miljöskäl <sup>1)</sup>	7	8	6	4
Andra skäl <sup>1)</sup>	28	30	26	16

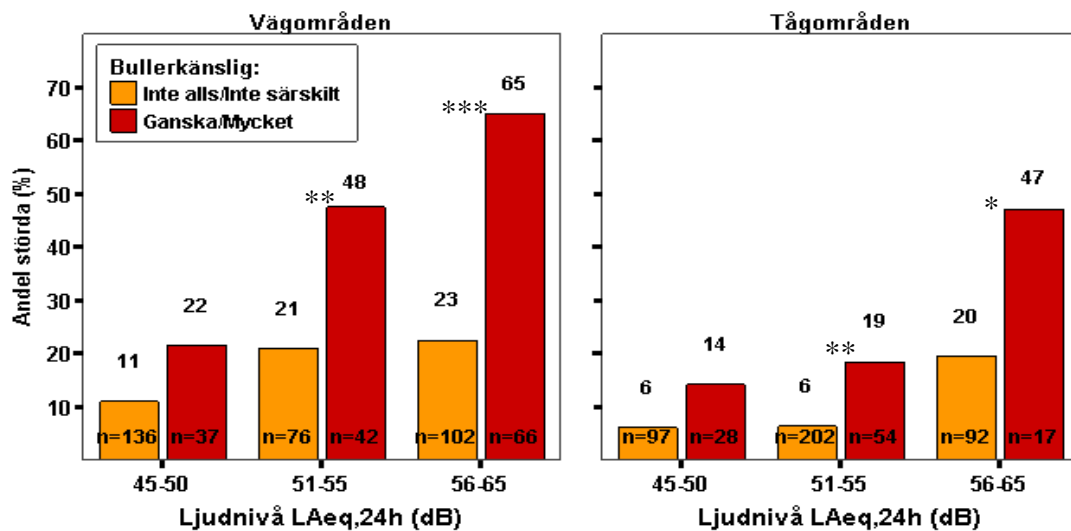
<sup>1)</sup> Andel av samtliga personer.

#### 4.16 Känslighet för ljud/buller och störning av vägtrafikbuller och tågbuller

För vägtrafikområden fanns det ett svagt samband mellan känslighet för ljud/buller och  $L_{Aeq,24h}$  ( $r_s=0,16$ ). För tågområden var sambandet obefintligt ( $r_s=-0,008$ ). De som är känsliga för ljud/buller är dock mer störda av buller än de som är mindre känsliga. Detta mönster (inget eller mycket lågt samband mellan bullernivå och bullerkänslighet, men ett starkt samband mellan störning och bullerkänslighet) har setts i andra undersökningar.

Figur 27 visar att bland de icke ljudkänsliga (inte alls känslig + inte särskilt känslig; orange staplar) är en lägre andel störda av vägtrafikbuller (vänster figur) och av tågbuller (höger figur) jämfört med gruppen ljudkänsliga (ganska + mycket känsliga; röda staplar). Skillnaden i störning mellan grupperna är signifikant för ljudnivåer över  $L_{Aeq,24h}$  50 dB (i vägtrafikområden  $p<0,01$  respektive  $p<0,001$ , och i tågområden  $p<0,01$  respektive  $p<0,05$ ).

Fler är känsliga för ljud/buller i vägtrafikområden (32 %) jämfört med tågområden (20 %).



Figur 27. Andel störda (%) av buller från vägtrafik (vänster) och tågtrafik (höger) i relation till känslighet för buller/ljud samt bullernivå från respektive bullerkälla  $L_{Aeq,24h}$ .

## 5. SAMMANFATTANDE KOMMENTARER OCH SLUTSATSER

Huvudsyftet med undersökningarna var dels att undersöka effekter av vägtrafikbuller och tågbuller på allmän störning och påverkan på olika dagliga aktiviteter samt sömnstörningar och om det finns skäl för en bonus för buller från tågtrafik. Ett annat syfte var att undersöka betydelsen av en rad situationsfaktorer såsom typ av hus och byggnadsår, fönstertyp, sovrumsfönstrens och balkong/uteplatsens läge för de olika studerade effekterna av tågbuller och vägtrafikbuller.

### 5.1 Störning och aktivitetspåverkan: Jämförelser mellan vägtrafikbuller och tågbuller

Tabell 20 visar resultat översikt av huvudresultaten för effekter av vägtrafikbuller och tågbuller för olika 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 20. Översikt av jämförelser avseende störningar av vägtrafikbuller och tågbuller (andel i % samt differens) för allmän störning, störning av aktiviteter och sömnstörningar. Allmän störning och aktivitetsstörningar dagtid anges för olika ljudnivåkategorier i  $L_{Aeq,24h}$  och sömnstörningar anges för olika ljudnivåkategorier i  $L_{natt}$ .

	Vägtrafikbuller Kungälv, Borås			Tågbuller Töreboda, Falköping					
	51-55 dB	56-60 dB	61-65 dB	51-55 dB	Diff	56-60 dB	Diff	61-65 dB	Diff
<b>Allmän störning</b>	<u>30</u>	<u>41</u>	<u>38</u>	9	-21	<u>18</u>	-23	<u>46</u>	+8
<b>Aktivitetsstörningar</b>									
<b>Samtal:</b>									
Inomhus stängt fönster	5	7	4	2	-3	6	-1	12	+8
Inomhus öppet fönster	10	11	<u>28</u>	5	-5	<u>15</u>	+4	<u>44</u>	+16
Utomhus	14	<u>29</u>	<u>34</u>	8	-6	<u>22</u>	-7	<u>54</u>	+20
<b>Lyssna på radio/TV:</b>									
Inomhus stängt fönster	7	9	13	3	-4	<u>15</u>	+6	<u>21</u>	+8
Inomhus öppet fönster	<u>17</u>	<u>15</u>	<u>28</u>	6	-11	<u>24</u>	+9	<u>44</u>	+16
<b>Avkoppling:</b>									
Inomhus stängt fönster	<u>16</u>	<u>26</u>	<u>24</u>	5	-11	11	-15	9	-15
inomhus öppet fönster	<u>25</u>	<u>36</u>	<u>35</u>	8	-17	<u>15</u>	-21	<u>32</u>	-3
Utomhus	<u>27</u>	<u>41</u>	<u>37</u>	7	-20	<u>21</u>	-20	<u>38</u>	+1
	45-49 dB	50-54 dB	55-59 dB	45-49 dB	Diff	50-54 dB	Diff	55-59 dB	Diff
<b>Sömnstörningar</b>									
<b>Sämre sömnkvalitet:</b>									
Vid stängt fönster	<u>15</u>	<u>22</u>	<u>30</u>	7	-8	3	-19	5	-25
Vid öppet fönster	<u>26</u>	<u>35</u>	<u>38</u>	12	-14	5	-30	12	-26
<b>Störs av att inte kunna sova med sovrumsfönstret öppet</b>	<u>34</u>	<u>45</u>	<u>40</u>	9	-25	7	-38	<u>16</u>	-24

Siffror understrukna och fet stil markerar störning  $\geq 15$  %. Siffror i rött indikerar högre störning av tågbuller och siffror i blått indikerar högre störning av vägtrafikbuller.



### 5.1.1 Allmän störning

Andelen som störs av vägtrafikbuller var signifikant högre än andel störda av tågbuller vid ljudnivåer upp till  $L_{Aeq,24h}$  60 dB, en skillnad på ca 20 procentenheter (se tabell 20, 41 respektive 18 % störda vid 56-60 dB). Vid ljudnivåer över  $L_{Aeq,24h}$  60 dB var en något högre andel störda av tågbuller än av vägtrafikbuller. Analyser med logistisk regression (se figur och tabell i Appendix 10) visade att sannolikheten att bli störd av vägtrafikbuller ( $L_{Aeq,24h}$  dB kontinuerlig variabel) var något högre än sannolikheten att bli störd av tågbuller även vid höga ljudnivåer (8 % högre vid  $L_{Aeq,24h}$  65 dB).

Om ljudnivån istället anges i  $L_{den}$  är andelen störda av vägtrafikbuller högre än störning av tågbuller även i den högsta ljudnivåkategorin (se figur 3, höger sid. 17). Detta beror på att tågbuller har en annan dygnsfördelning med höga bullernivåer från godståg nattetid och eftersom  $L_{den}$  viktat ljud som förekommer natt- och kvällstid högre får tågbuller ett relativt högre  $L_{den}$ -värde än vägtrafikbuller.

### 5.1.2 Aktivitetsstörningar

Resultaten för olika aktivitetsstörningar dagtid stämmer överens med resultat från tidigare forskning (litteraturoversikt Öhrström & Skånberg, 2006). De dominerande effekterna av tågbuller är störning av samtal och störning av lyssningsaktiviteter som radio/TV (se siffror i rött i tabell 20) medan den mest framträdande effekten av vägtrafikbuller är störning av avkoppling (se siffror i blått i tabell 20).

Inomhus med stängt fönster är det en relativt låg andel (<15 %) som är störda av vägtrafikbuller och tågbuller under samtal, även vid de högsta ljudnivåerna. Vid öppet fönster är det bara i den högsta ljudnivåkategorin som samtal störs av vägtrafikbuller och tågbuller (28 respektive 44 % samtalsstörda). Utomhus är andelen som störs vid samtal relativt omfattande vid ljudnivåer mellan 56 och 60 dB och vid ljudnivåer över 60 dB anger en tredjedel att samtal störs av vägtrafikbuller och över hälften anger att de störs av tågbuller vid samtal.

Inomhus med stängt fönster är det framför allt tågbuller som stör då man lyssnar på radio/TV, 21 % är störda vid ljudnivåer mellan 61 och 65 dB och vid öppet fönster ökar andelen störda vid samtal till 44 %. Störningen av vägtrafikbuller är lägre och andelen störda är som högst (28%) vid öppet fönster i den högsta ljudnivåkategorin.

Vägtrafikbuller stör i hög omfattning (>15 % störda) avkoppling såväl inomhus med stängt som med öppet fönster som utomhus och andelen störda ökar med ökad ljudnivå. Tågbullers påverkan på avkoppling är liten inomhus med stängt fönster samt vid ljudnivåer < 56 dB men vid öppet fönster och ljudnivåer >60 dB samt utomhus vid ljudnivåer >55 dB är mellan 21 och 38 % störda av tågbuller under avkoppling.

### 5.1.3 Sömnstörningar

Vägtrafikbuller stör sömnen (störd sömnkvalitet och störd av att inte kunna ha sovrumsfönster öppet) i betydligt högre omfattning än tågbuller. Redan vid ljudnivåer mellan  $L_{natt}$  45 och 49 dB vid stängt fönster anger 15 % sämre sömnkvalitet och vid ljudnivåer mellan 55 och 59 dB är andelen med försämrad sömnkvalitet p.g.a. vägtrafikbuller fördubblad. Tågbuller stör sömnen i relativt liten omfattning och det är först då  $L_{natt}$  överstiger 60 dB som sömnstörningar är vanliga, 16 % störs av att inte kunna sova med öppet fönster.

I tabell 20 ingår jämförelser av sömnstörningar mellan vägtrafikbuller och tågbuller för tre ljudnivåkategorier. I tågområdena men inte i vägtrafikområdena förekommer även ljudnivåer nattetid mellan  $L_{natt}$  60-65 dB. Som visas i figurerna 17 – 20 har var 3:e person svårt att somna eller att ha fönstret öppet p.g.a. tågbuller och var 4:e väcks eller anger sämre sömnkvalitet p.g.a. tågbuller.

## 5.2 Betydelse av bostadens utformning och läge för påverkan av vägtrafikbuller och tågbuller

Betydelsen av, typ av bostadshus (småhus/lägenhet), byggnadsår, våningsplan, fönstertyp (3-glas/2-glas), sovrumsfönstrens läge, och balkong/uteplatsens läge för upplevd allmän störning eller sömnstörning sammanfattas översiktligt i det följande uppdelat efter olika effekter av buller.

### 5.2.1 Allmän störning

Det förelåg inga signifikanta skillnader i störning av tågbuller mellan boende i småhus och i lägenhet i flerfamiljshus. I vägtrafikområdena var andelen störda av vägtrafikbuller något högre i flerfamiljshus än i småhus för ljudnivåer i kategorin  $L_{Aeq,24h}$  56-65 dB men inte vid lägre ljudnivåer (figur 11, sid. 25). Husets byggnadsår och vilken typ av fönster som bostaden hade inget samband med andel som stördes av tågbuller eller av vägtrafikbuller (figur 12 och figur 13, sid 26).

### 5.2.2 Störning av aktiviteter utomhus

Störning av samtal, avkoppling och att inte uppleva buller 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 stördes av tågbuller under samtal eller vila/avkoppling (figur 15 och figur 16, höger, sid. 28). I vägtrafikområdena var det närmare 3 gånger fler som stördes av vägtrafikbuller under samtal eller vila/avkoppling då uteplatsen var belägen mot trafikled eller större gata (figur 15 och 16, vänster, sid. 28).

### 5.2.3 Sömnstörningar

Sovrumsfönstrens läge hade stor betydelse för uppkomst av sömnstörningar såväl vid öppet som vid stängt fönster. Förekomsten av sömnstörningar av vägtrafikbuller var 2-3 gånger högre bland de som hade sovrumsfönster mot större väg (figur 22 och 23, vänster, sid. 35-36). I tågområdena var förekomsten av sömnstörningar lägre men signifikanta skillnader förelåg mellan dem som hade sovrumsfönster mot järnvägen respektive åt annat håll i den lägre ljudnivåkategorin  $L_{natt}$  45-54 dB (figur 22 och 23, höger, sid. 35-36). Vilket våningsplan sovrummet var beläget på eller typ av fönster i bostaden hade inget samband med sömnstörningar.

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

EU. Position paper on dose response relationships between transportation noise and annoyance. EU's Future Noise Policy, WG2 – Dose/Effect. European Communities, 2002. ISBN 92-894-3894-0.

EU. (2002). Position paper on dose response relationships between transportation noise and annoyance.

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.

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.

Moehler, U., Liepert, M., Schuemer, R. & Griefahn, B. (2000). Differences between railway and road traffic noise. *Journal of Sound and Vibration*, 231, (3), pp. 853-864.

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.

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

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, juni 2004.

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.

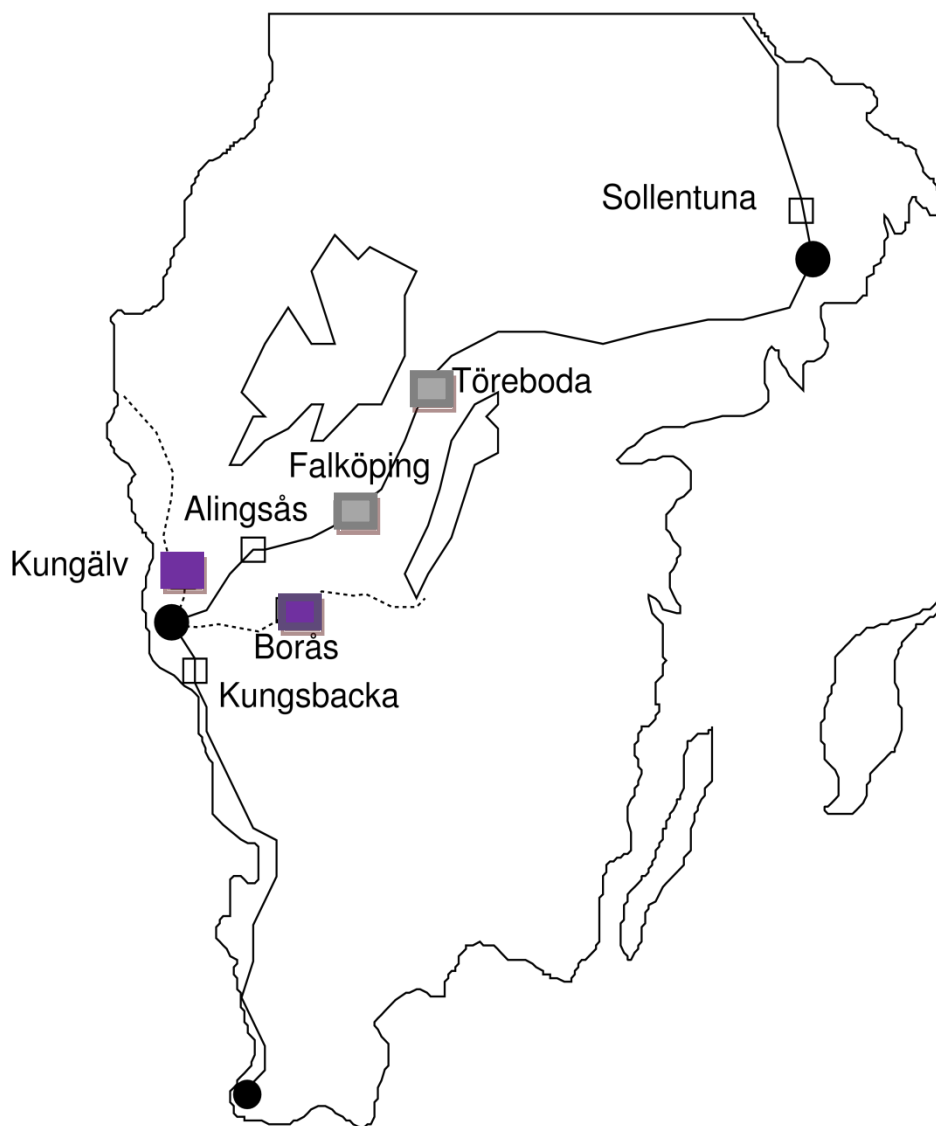
Öhrström, E., Barregård, B., Andersson, E., Skånberg, A., Svensson, H. & Ängerheim, P. (2007). Annoyance due to single and combined exposure from railway and road traffic noise. *Journal of the Acoustical Society of America*, 122, (5), Part 1, pp. 2642-2652.

## APPENDIX

### Innehållsförteckning

1. Undersökningsområdenas läge
2. PM Bullerkälla, indata samt metod för beräkningar av tågbuller och vägtrafikbuller
3. Antal tåg per timme dagtid kl 06-22
4. Bullerberäkningar – kartor med ljudnivå i  $L_{Aeq,24h}$  i 5-dB intervall
5. Undersökningspopulationen – indelning för olika ljudnivåkategorier
6. Beskrivning av undersökningspopulationen
7. Beskrivning av bostaden och bostadens utformning
8. Beskrivning av bostaden och bostadens nära omgivning
9. Samband mellan allmän störning och aktivitetspåverkan
10. Samband mellan ljudnivå ( $L_{Aeq24h}$ ) och allmän störning analyserat med binär logistisk regressionsanalys

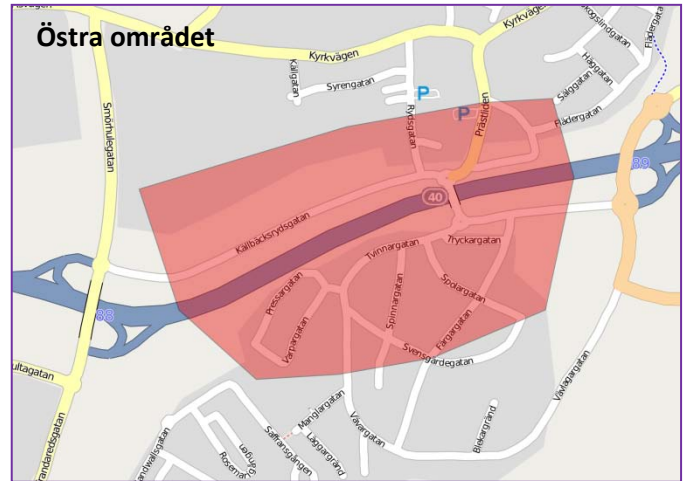
## Undersökningsområdenas läge



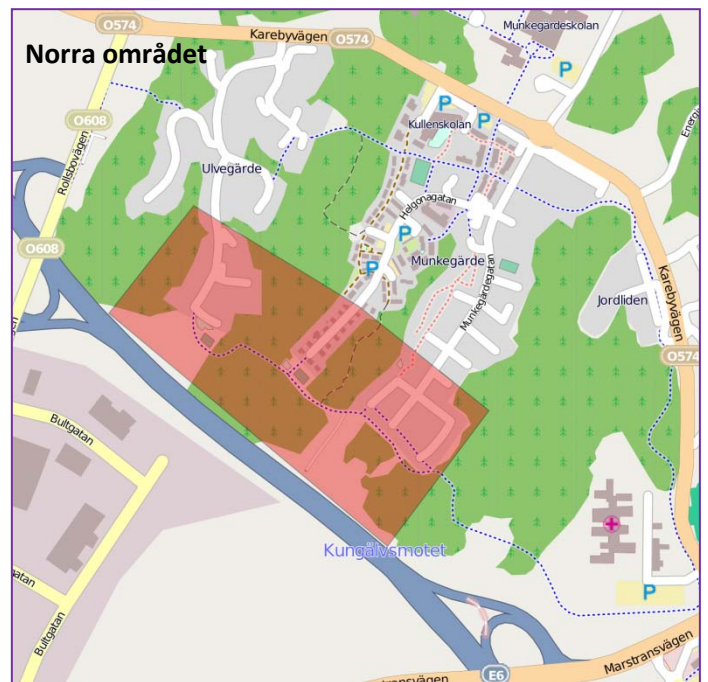
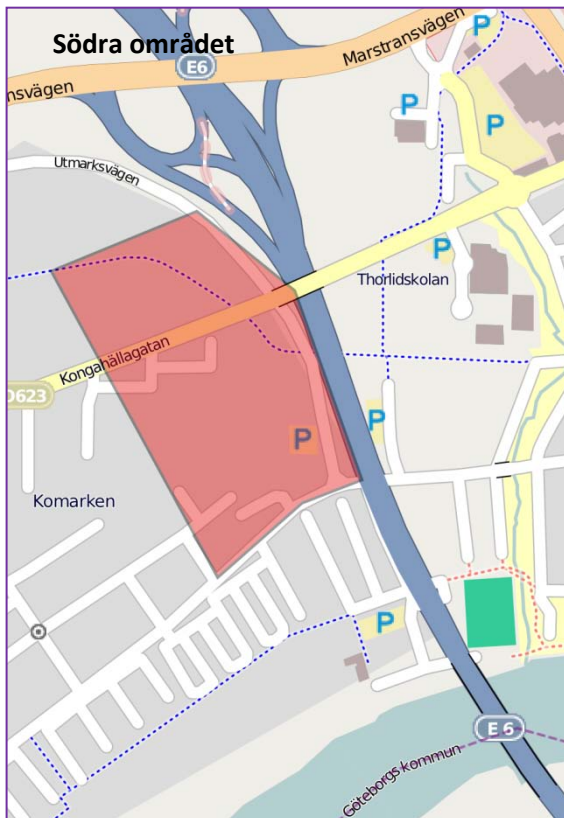
Tågområden  Vägtrafikområden 

Undersökningsområdenas läge: Vägtrafikområden

Borås



Kungälv





## PM 081202

### Bullerkällor och indata för beräkningar i Kungälv

#### Vägtrafik

För beräkning av trafikbuller till bostäder i Kungälv har trafikdata från Vägverket inhämtats. Trafikdatat kommer från Vägverkets databas med uppgifter om trafikflöden, hastigheter, fordonstyp och mätperioder. Årsmedeldygnssiffror som redovisas i tabell 1 visar data från helårsmätning och stickprov för motorvägen E6.

Tabell 1. Vägtrafikflöden på motorväg E6 genom Kungälv

Antal fordon per årsmedeldygn för år 2006		
	Rödbomotet - Kungälvsmotet	Kungälvsmotet - Rollsbotet
<b>Totalt antal fordon</b>	49 940 ± 6 %	38 530 ± 9 %
<b>Antal tunga fordon</b>	4 980 ± 7 %	4 420 ± 9 %

Uppgifter som har använts för att beräkna bullermått  $L_{den}$ ,  $L_{dag}$ ,  $L_{kväll}$  och  $L_{natt}$  har tagits fram utgående från trafikdata från Vägverkets trafikdatabas och uppmätta trafikflöden för 2006. Trafikdatat från Vägverket är uppdelad på två tidsperioder: kl. 06-18 och kl. 18-06. Då trafiken inte finns redovisad i rätt tidsperioder för  $L_{kväll}$  och  $L_{natt}$  har trafikfördelningsuppgifter från Vägverkets använts. I Vägverkets publikation Vägutformning 94, VU94 i tabell 4.2.2.2-4 redovisas genomsnittligt timindex för olika vägtyper och fordonstyper. Uppgifterna från VU94 samt den uppmätta trafikfördelningen har utgjort förutsättning för att bestämma trafikfördelningen för E6:an i tabell 2 nedan. Skillnaden mellan trafikfördelning i tabell 2 och VU94 är 1 procentenhet.

Tabell 2. Trafikfördelning på motorväg E6 genom Kungälv

Tidsperiod	Trafikfördelning
Dag, kl. 06-18	77 %
Kväll, kl. 18-22	17 %
Natt, kl. 22-06	6 %

#### Beräkningar

Det beräkningsprogram som har använts heter Cadna (version 3.7). Beräkningarna 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 frifältsvärden dvs. utan inverkan av den "egna" byggnadsfasaden men med inverkan av reflektioner i andra närliggande objekt såsom intilliggande byggnader, skärmar etc.



## APPENDIX 2 (2/7)

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  $L_{den}$ ,  $L_{Aeq,24h}$  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 vägtrafikbuller. Digitalt kartunderlag för beräkningarna har erhållits från Kungälv kommun. Bullerskydd utmed motorväg E6 har lagts in i beräkningsprogrammet baserat på kartunderlag, bilder och uppskattningar från platsbesök.

Göteborg 2008-12-02

WSP Akustik  
Perry Ohlsson

Granskad: Tomas Jerson

**Bullerkällor och indata för beräkningar av vägtrafik i Borås****RAPPORT**

Datum	Beteckning	Sida
2008-02-01	P800428	1 (2)
Handläggare, enhet		
Karl Tillberg		
Energiteknik		
010-516 54 22, Karl.Tillberg@sp.se	VTI	
	Mikael Ögren	
	Box 8077	
	402 78 GÖTEBORG	

**Beräkningar av vägtrafikbuller i Borås Stad**

(2 bilagor)

**Uppdragsgivare**

VTI

**Uppdragsbeskrivning**

Buller från vägtrafik har predikterats för olika hus i Borås Stad.

**Resultat**

Frifältsnormerad maximal och dygnsekvivalent ljudtrycksnivå har beräknats enligt gällande nordiska beräkningsmodeller<sup>1</sup> och redovisas i bilaga 2.

**Utförande**

Beräkningarna har utförts med hjälp av programmet SoundPLAN version 6.4 (uppdatering 2007-12-27).

Vägtrafikuppgifter har erhållits från uppdragsgivaren (Rv 40) samt från Boråsmodellen SP byggde upp år 2000, se bilaga 1.

Från uppdragsgivaren erhöles koordinater (RT-90 2.5gonV) på de hus som skulle beräknas.

Dessa koordinater transformerades sedan till Borås Stads lokala koordinatsystem mha Inger Hellström på Borås Stad. Mikrofonpositionerna placerades sedan på den husfasaden med mest exponering mot Rv 40.

I beräkningsprogrammet representeras omgivningen av en tredimensionell CAD-modell.

Större delen av modellen byggdes upp inför beräkning av buller från vägtrafik i Borås år 2000.

Modellen utgörs i huvudsak av vägar, höjdkurvor, byggnader, skärmar och markabsorption

<sup>1</sup> "Vägtrafikbuller – Nordisk beräkningsmodell, reviderad 1996", Naturvårdsverkets rapport 4653.

## APPENDIX 2 (4/8)

Vissa hus fanns inte med i SP's Boråsmodell. Dessa hus byggdes upp till en storlek som motsvarade hus runt den aktuella tomten. Dessa hus är markerade i resultatlistan.

Vid beräkning av frifältsnormerad ljudtrycksnivå vid fasad har beräkningspunkter placerats 2,0 m över golvnivå. Bostäderna har antagits vara 6 m.

### **Ekvivalent- och maximalnivåer**

Redovisade ekvivalentnivåer är baserade på trafiksammansättningarna i bilaga 1. Maximalnivåerna som har beräknats som 5% av de högsta fordonen under hela dygnet.

### **Övrigt**

Följande programinställningar har använts vid beräkningarna:

Angle increment: 1 °

Enable side diffraction: Yes

Reflection depth: 1

Number of reflections: 3

Weighting: dB(A)

Max search radius: 800 m

Standards:

Road Traffic Noise - Nordic Pred. Method; 1996

Emission according to: RTN - Nordic 1996

Assessments: Sweden Road Noise, 24h Leq and Lmax

## **SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut**

### **Energiteknik - Akustik**

Krister Larsson

Tekniskt ansvarig

Karl Tillberg

Teknisk handläggare

### **SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut**

*Postadress*

SP

Box 857

501 15 Borås

*Besöksadress*

Västeråsen

Brinellgatan 4

504 62 Borås

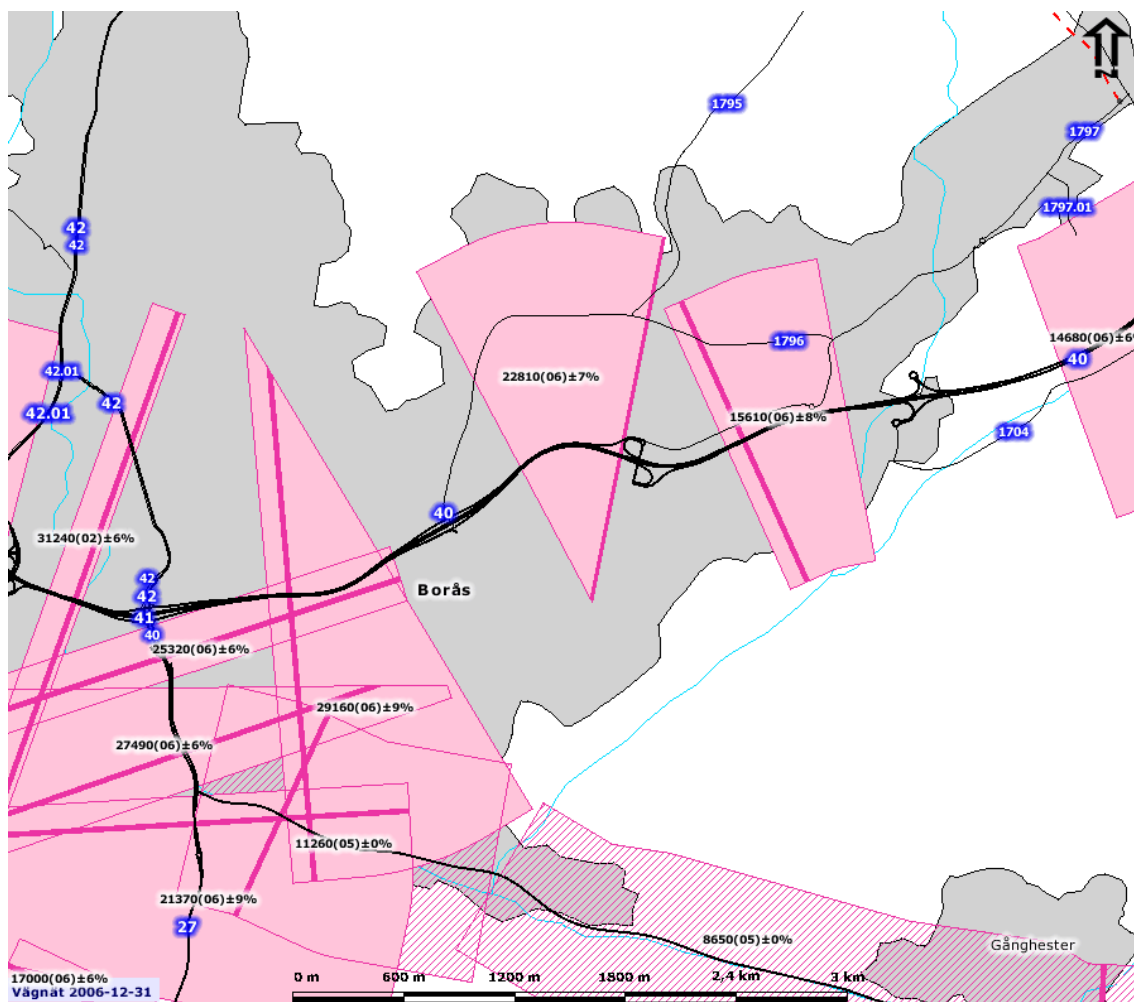
*Tfn / Fax / E-post*

010-516 50 00

033-13 55 02

[info@sp.se](mailto:info@sp.se)

## Trafikflöden vägtrafik i Borås

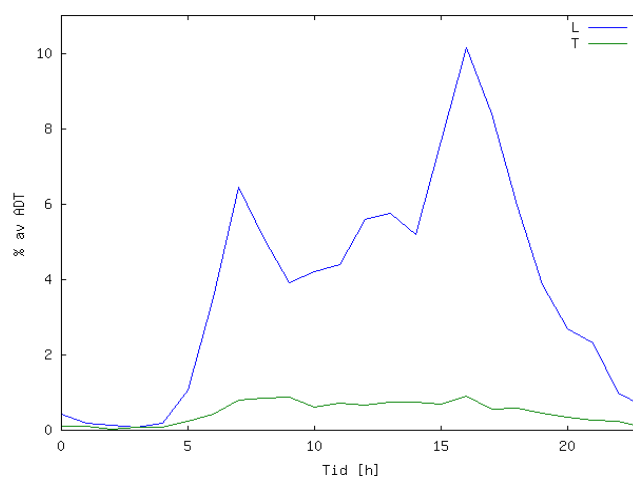


Andelen tung trafik utgör mellan 8 % och 11 % av den totala trafikmängden.

## Trafikfördelning för bullerberäkningar av vägtrafik i Borås

Dygnsfördelningen av trafiken behövs för att kunna beräkna  $L_{den}$ . Bullerberäkningarna genomfördes av SP Sveriges Tekniska Institut, som begärde att TVANE-projektet skulle leverera dygnsfördelningen av trafiken. Följande dygnsfördelning är baserad på mätningar på Riksväg 40 vid Hultamotet (trafikplats 88) under 2005. Uppgifterna hämtades från Vägverkets trafikflödeskartor (<http://gis.vv.se/tfk2/tfk/>). Resultatet presenteras nedan som andel av dygnstrafiken per timme för tung (T) och lätt (L) trafik i tabellform och som en enkel figur.

Från kl.	Till kl.	% L	% T
00	01	0.414	0.100
01	02	0.177	0.106
02	03	0.142	0.036
03	04	0.071	0.089
04	05	0.183	0.071
05	06	1.060	0.248
06	07	3.520	0.414
07	08	6.440	0.804
08	09	5.100	0.863
09	10	3.910	0.881
10	11	4.200	0.621
11	12	4.400	0.721
12	13	5.590	0.656
13	14	5.760	0.756
14	15	5.190	0.756
15	16	7.670	0.691
16	17	10.100	0.898
17	18	8.380	0.550
18	19	5.960	0.585
19	20	3.850	0.461
20	21	2.690	0.343
21	22	2.320	0.260
22	23	0.981	0.230
23	24	0.626	0.077



Mikael Ögren 2009-06-09

**PM 081202****Bullerkällor och indata för beräkningar i Töreboda kommun****Tågtrafik**

För beräkning av tågbuller i Töreboda har uppgifter om tågtrafiken på Västra stambanan inhämtats från Banverket. Uppgifterna har kontrollerats mot tidtabeller för pendel- och regiontåg hos Västtrafik och SJ. Tabell 1 nedan visar det antal tåg som passerar Falköping och dess fördelning över dygnet (vardagsmedeldygn) i nuläge.

Tabell1. Tågtrafik på Västra Stambanan i Töreboda

Antal tåg per tågtyp och vardagsmedeldygn						
Tidsperiod	Motorvagns- tåg X10-X14	Motorvagnar X50	Lokdragna persontåg	X2	Godståg	Totalt
Kl. 06-18	4	16	8	16	6	50
Kl. 18-22	4	6	8	10	20	48
Kl. 22-06	2	0	0	4	20	26
<b>Antal per typ av tåg</b>	<b>10</b>	<b>22</b>	<b>16</b>	<b>30</b>	<b>46</b>	<b>124</b>

**Beräkningar**

Det beräkningsprogram som har använts heter Cadna (version 3.6). Beräkningarna 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  $L_{den}$ ,  $L_{Aeq,24h}$  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. Digitalt kartunderlag för beräkningarna har erhållits från Mariestads kommun.

Göteborg 2008-12-02

WSP Akustik  
Perry Ohlsson

Granskat: Tomas Jerson

## PM 081202

### Bullerkällor och indata för beräkningar i Falköpings kommun

#### Tågtrafik

För beräkning av tågbuller i Falköping har uppgifter om tågtrafiken på Västra stambanan inhämtats från Banverket. Uppgifterna har kontrollerats mot tidtabeller för pendel- och regiontåg hos Västtrafik och SJ. Tabell 1 nedan visar det antal tåg som passerar Falköping och dess fördelning över dygnet (vardagsmedeldygn) i nuläge.

Tabell1. Tågtrafik på Västra Stambanan i Falköping

Tidsperiod	Antal tåg per tågtyp och vardagsmedeldygn					Totalt
	Motorvagns-tåg X10-X14	Motorvagnar X50	Lokdragna persontåg	X2	Godståg	
Kl. 06-18	4	16	8	16	6	50
Kl. 18-22	4	6	8	10	20	48
Kl. 22-06	2	0	0	4	20	26
<b>Antal per typ av tåg</b>	<b>10</b>	<b>22</b>	<b>16</b>	<b>30</b>	<b>46</b>	<b>124</b>

#### Beräkningar

Det beräkningsprogram som har använts heter Cadna (version 3.6). Beräkningarna 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 inexakt 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  $L_{den}$ ,  $L_{Aeq,24h}$  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. Digitalt kartunderlag för beräkningarna har erhållits från Falköpings kommun och Göteborgs Universitet. Då kartmaterialet inte har omfattat alla mottagarpunkter har inga byggnader medtagits på avstånd större än 300 m från Västra Stambanan.

Göteborg 2008-12-02

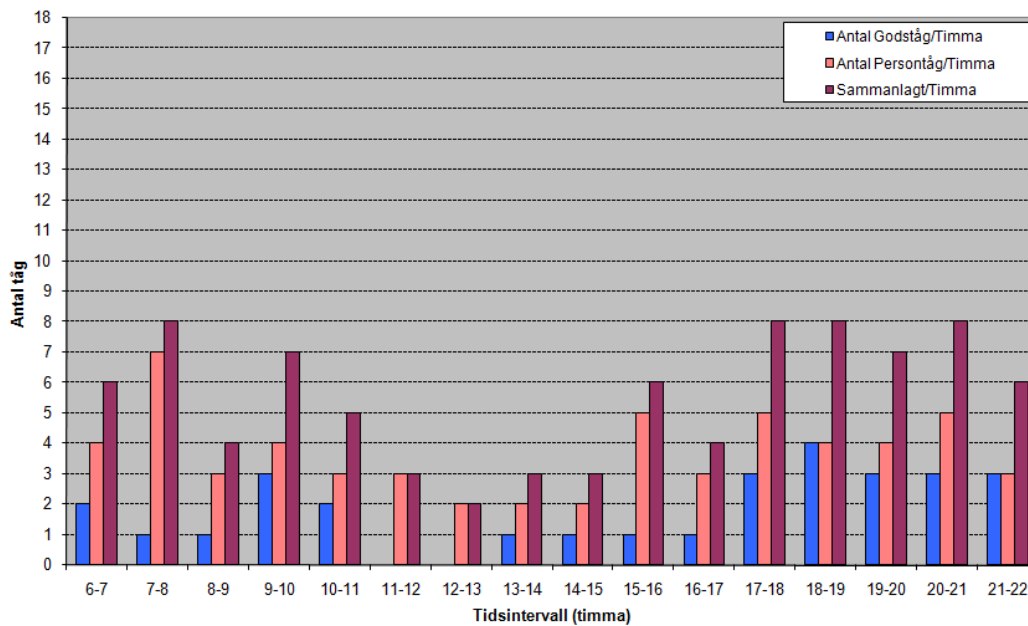
WSP Akustik  
Perry Ohlsson

Granskat: Tomas Jerson

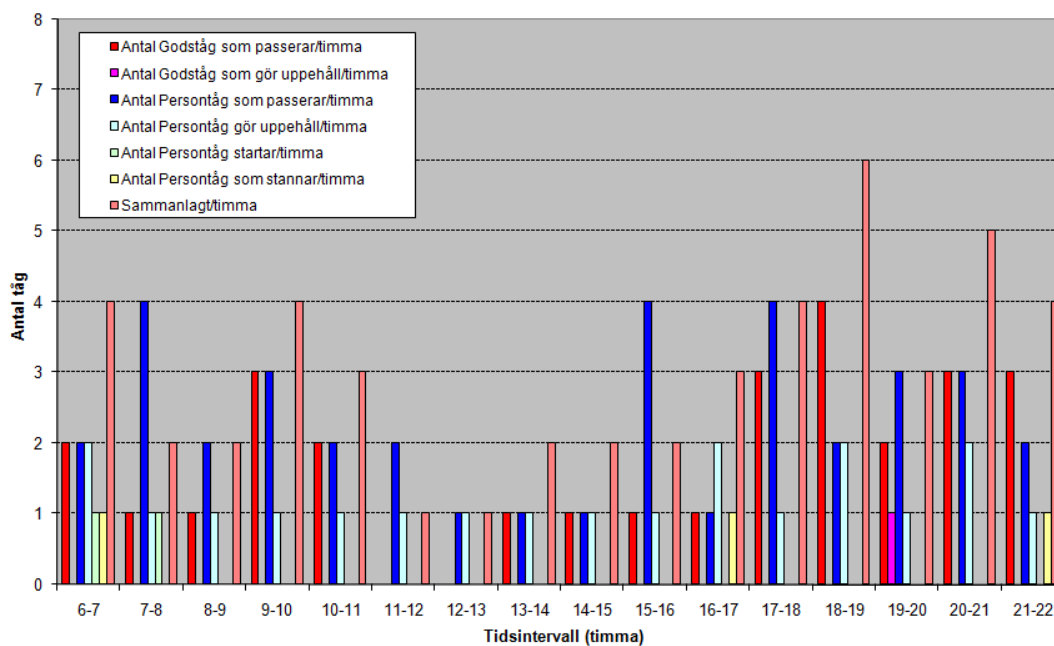
Antal tåg per timme dagtid kl. 06-22

Töreboda

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



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

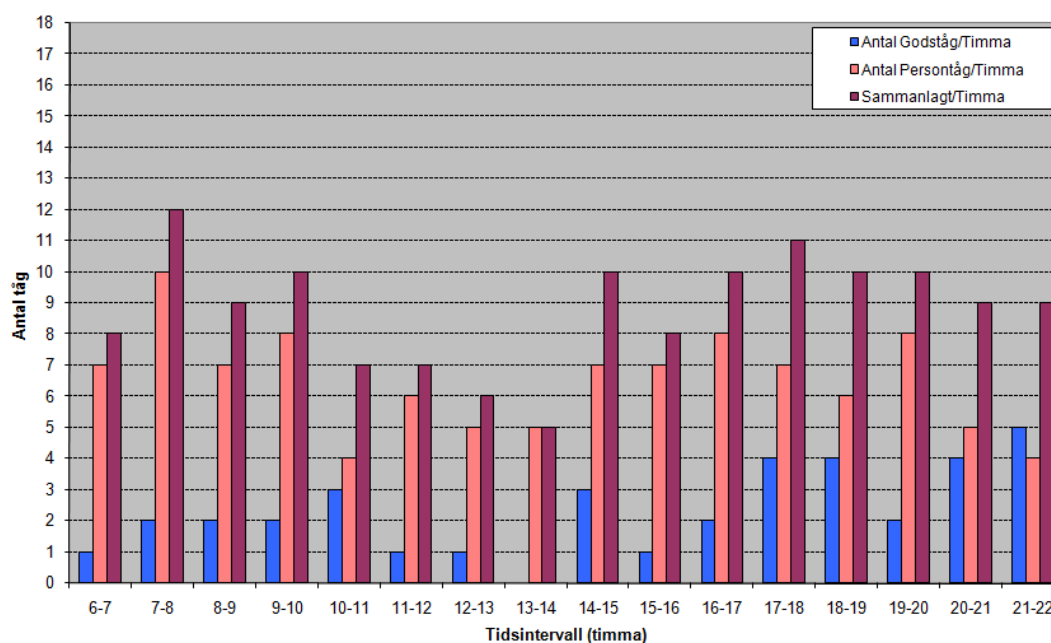




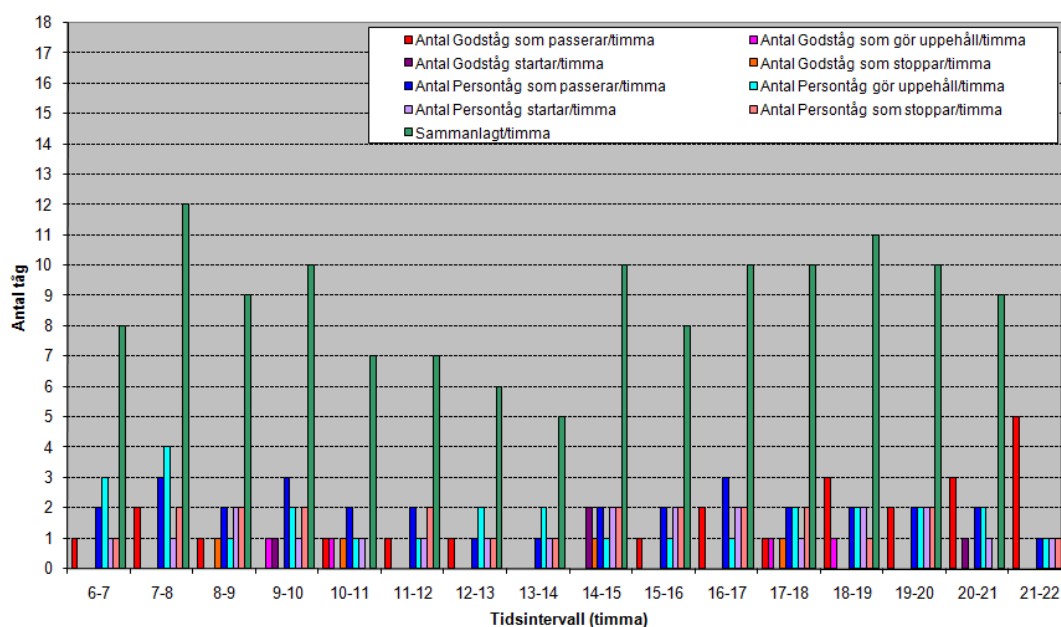
## Antal tåg per timme dagtid kl. 06-22

### Falköping

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

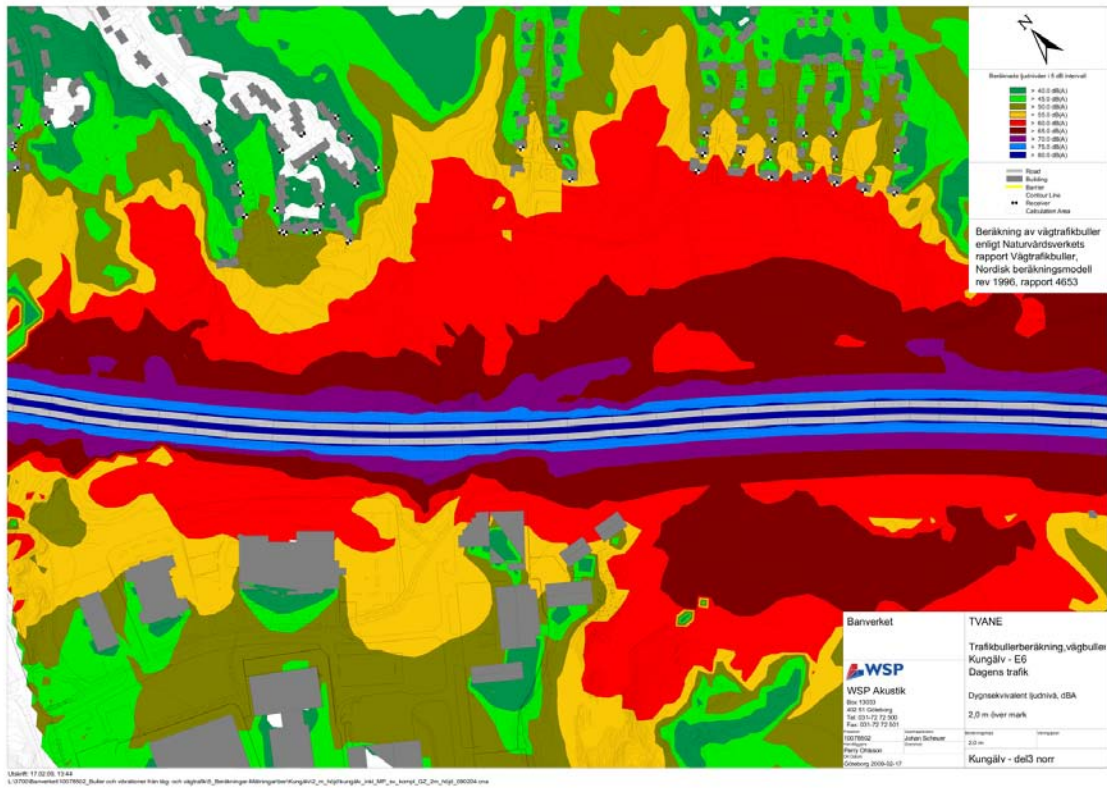


Antal tågrörelser/timma vardagar i Falköping mellan kl 06-22

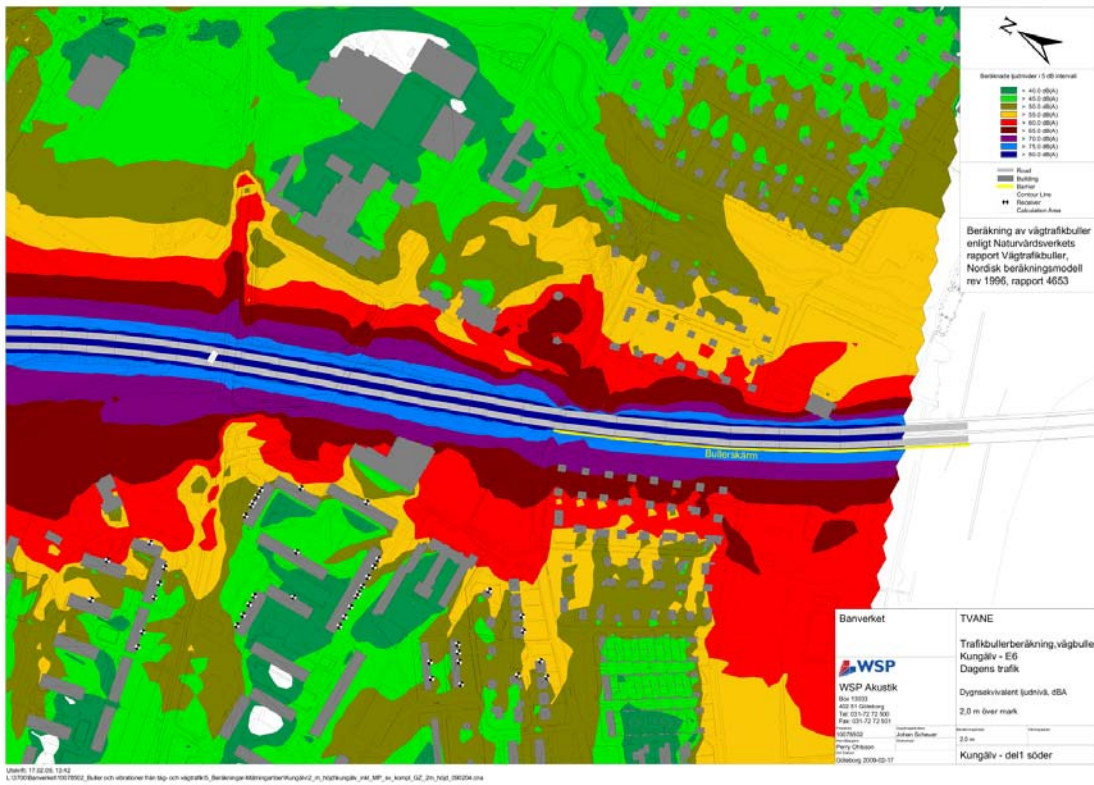


## APPENDIX 4 (1/5)

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



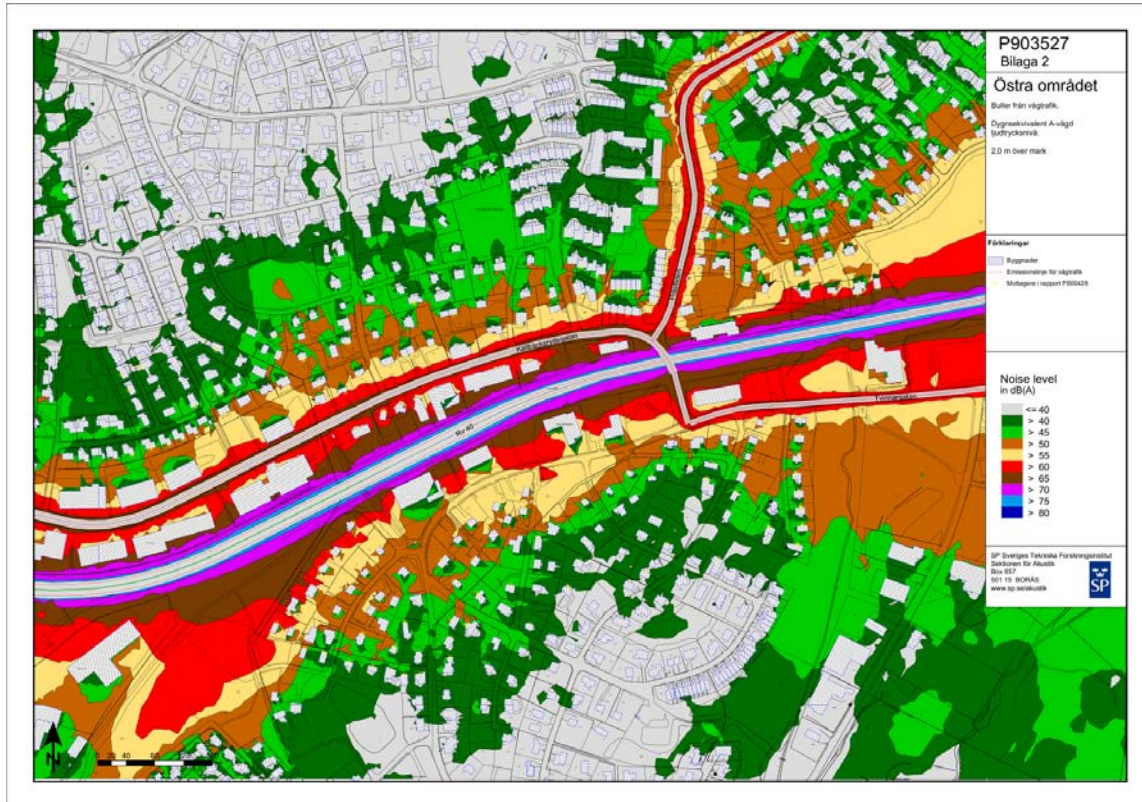
#### Norra delen av undersökningsområdet



#### Södra delen av undersökningsområdet

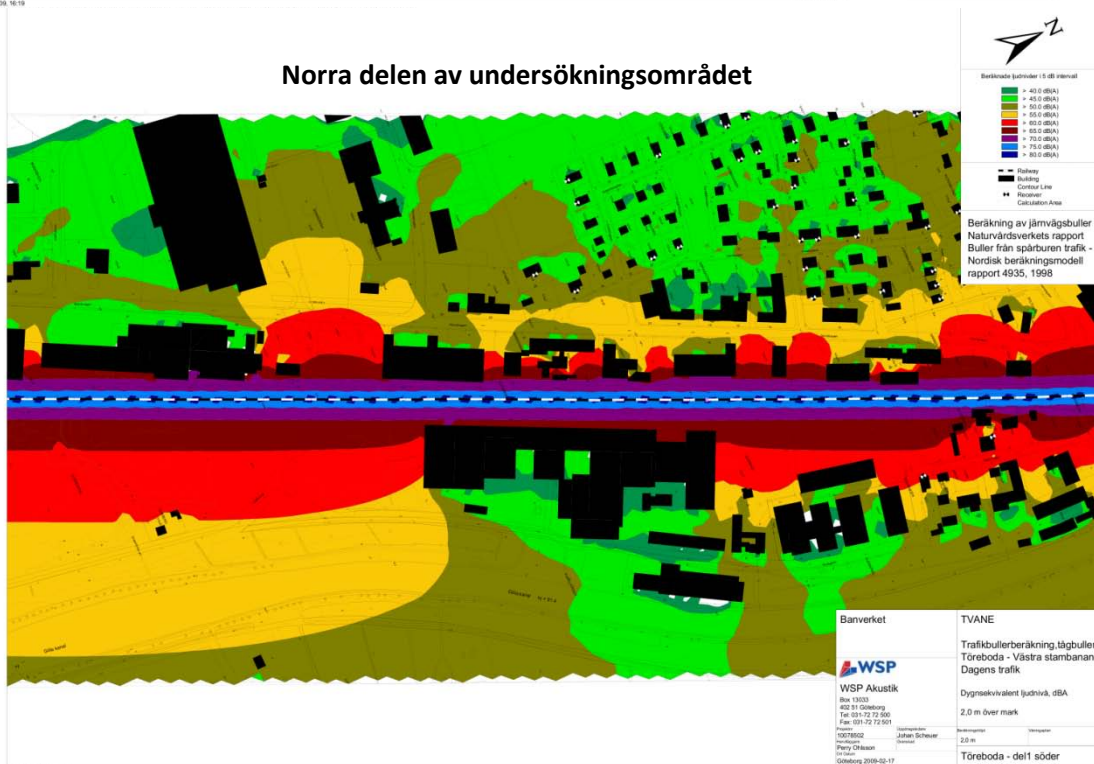
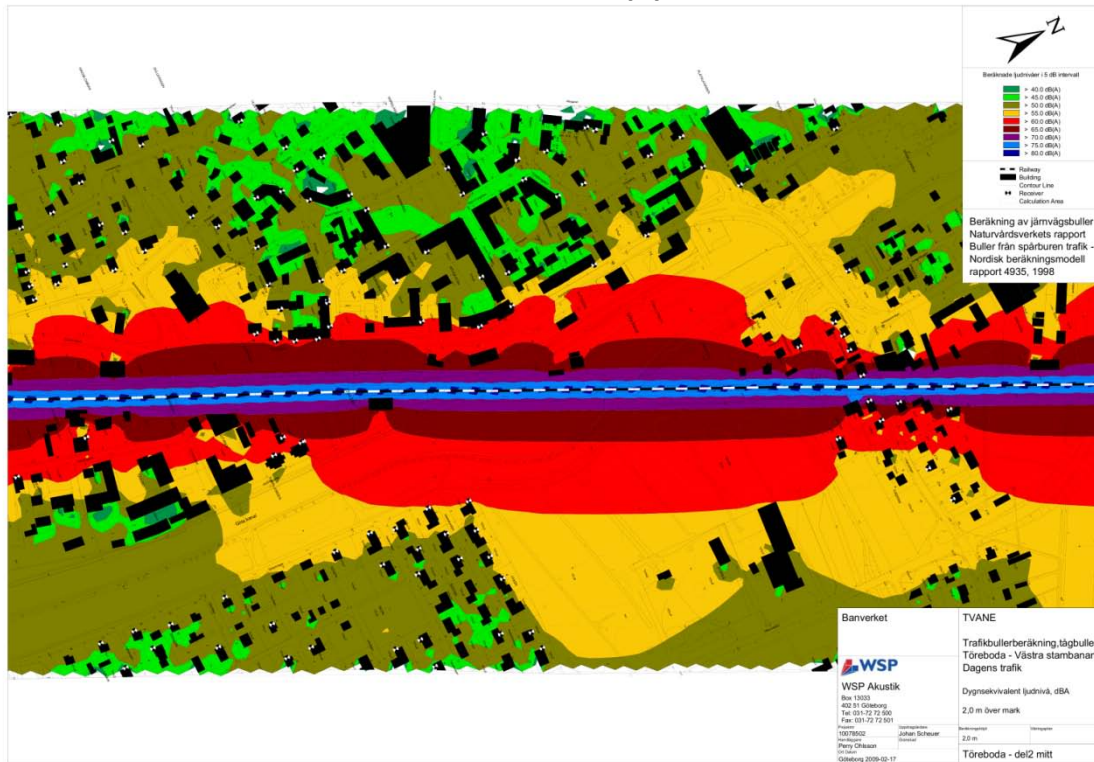


Bullerberäkningar – kartor med ljudnivå i  $L_{Aeq,24h}$  i 5-dB intervall  
 Borås



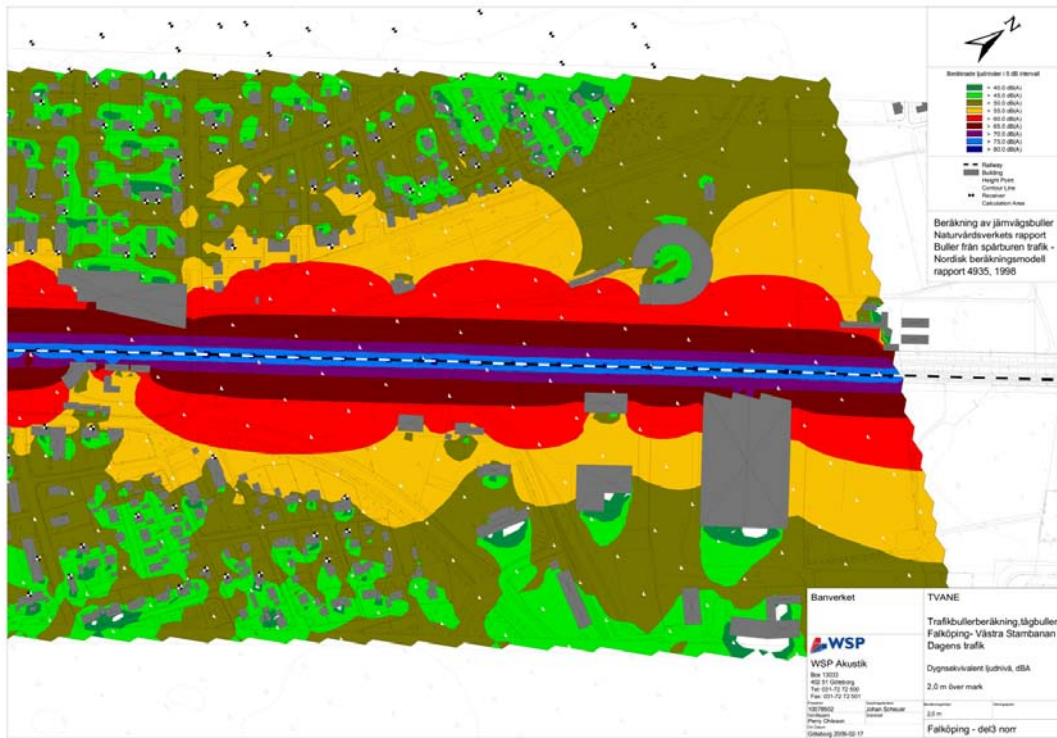


Bullerberäkningar – kartor med ljudnivå i  $L_{Aeq,24h}$  i 5-dB intervall  
Töreboda (1)

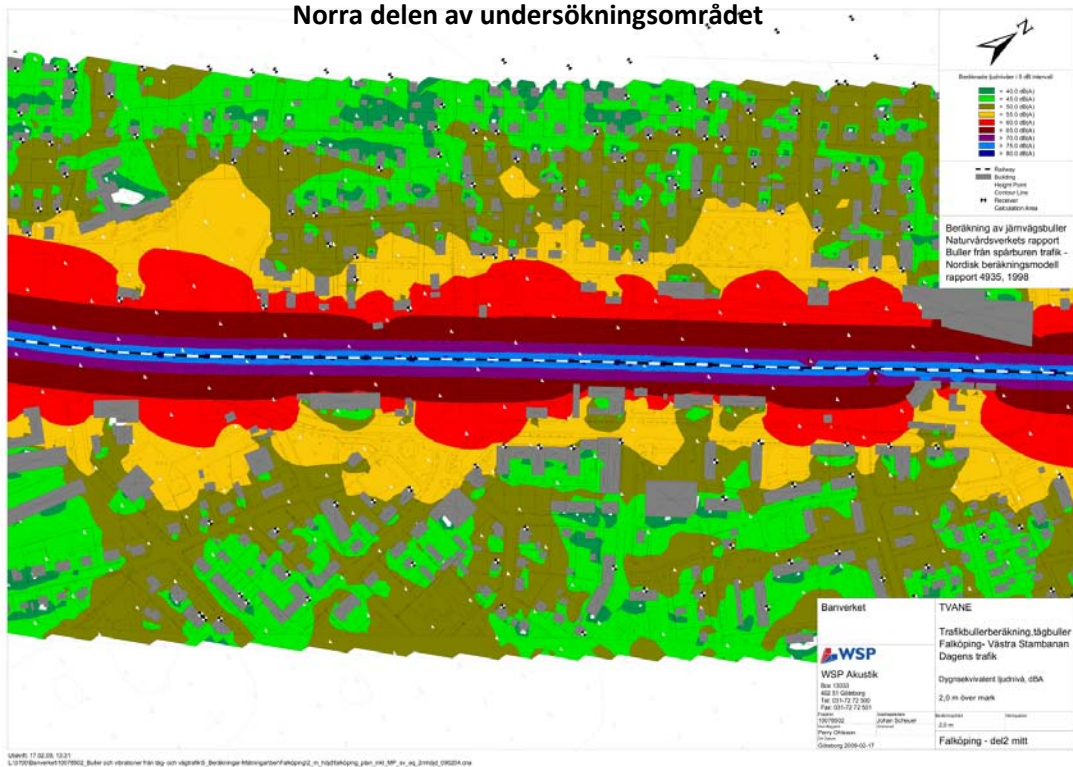


Södra delen av undersökningsområdet

## Bullerberäkningar – kartor med ljudnivå i $L_{Aeq,24h}$ i 5-dB intervall Falköping (1)



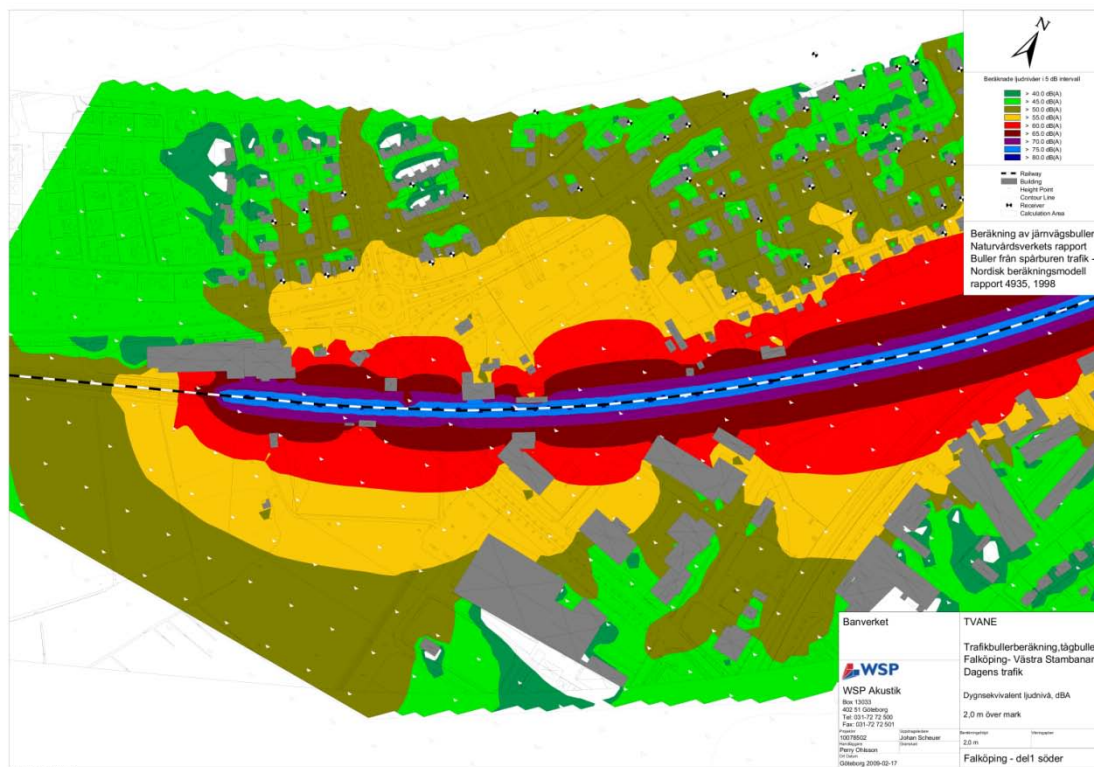
### Norra delen av undersökningsområdet



### Mellersta delen av undersökningsområdet



## Bullerberäkningar – kartor med ljudnivå i $L_{Aeq,24h}$ i 5-dB intervall Falköping (2)



Södra delen av undersökningsområdet

APPENDIX 5(1/2)

Undersökningspopulation - indelning efter olika bullermått samt efter avstånd till trafikled respektive järnväg

Antal personer per ljudnivåkategori $L_{Aeq,24h}$					
	45-50dB	51-55dB	56-60dB	61-65dB	Totalt
<b>Vägtrafikområden:</b>					
Kungälv	89	69	49	25	232
Borås	88	51	48	49	236
<b>Totalt</b>	<b>177</b>	<b>120</b>	<b>97</b>	<b>74</b>	<b>468</b>
<b>Tågområden:</b>					
Töreboda	58	93	39	20	210
Falköping	69	173	49	5	296
<b>Totalt</b>	<b>127</b>	<b>266</b>	<b>88</b>	<b>25</b>	<b>506</b>

Antal personer per ljudnivåkategori $L_{den}$					
	<56dB	56-60dB	61-65dB	>65dB	Totalt
<b>Vägtrafikområden:</b>					
Kungälv	112	89	31	-	232
Borås	113	43	57	23	236
<b>Totalt</b>	<b>225</b>	<b>132</b>	<b>88</b>	<b>23</b>	<b>468</b>
<b>Tågområden:</b>					
Töreboda	22	88	70	30	210
Falköping	14	178	80	24	296
<b>Totalt</b>	<b>36</b>	<b>256</b>	<b>150</b>	<b>54</b>	<b>506</b>

Antal personer per ljudnivåkategori $L_{natt}$						
	<45dB	45-49dB	50-54dB	55-59dB	60-65dB	Totalt
<b>Vägtrafikområden:</b>						
Kungälv	99	80	51	2	-	232
Borås	105	49	53	29	-	236
<b>Totalt</b>	<b>204</b>	<b>129</b>	<b>104</b>	<b>31</b>	<b>-</b>	<b>468</b>
<b>Tågområden:</b>						
Töreboda	-	34	96	54	26	210
Falköping	-	24	187	65	20	296
<b>Totalt</b>	<b>-</b>	<b>58</b>	<b>283</b>	<b>119</b>	<b>46</b>	<b>506</b>

## APPENDIX 5 (2/2)

Antal personer per ljudnivåkategori L <sub>AFmax</sub>							
	<55dB	55-59dB	60-64dB	65-69dB	70-74dB	>74dB	Totalt
<b>Vägtrafikområden:</b>							
Kungälv	83	101	48	2	-	-	232
Borås	43	49	74	27	21	22	236
<b><u>Totalt</u></b>	<b><u>126</u></b>	<b><u>150</u></b>	<b><u>122</u></b>	<b><u>29</u></b>	<b><u>21</u></b>	<b><u>22</u></b>	<b><u>468</u></b>
<b>Tågområden:</b>							
Töreboda	-	-	7	55	87	61	210
Falköping	-	-	3	110	123	60	296
<b><u>Totalt</u></b>	<b><u>-</u></b>	<b><u>-</u></b>	<b><u>10</u></b>	<b><u>165</u></b>	<b><u>210</u></b>	<b><u>121</u></b>	<b><u>506</u></b>

Antal personer per avståndskategori, meter till trafikled respektive järnväg						
	<101 m	101-150 m	151-200 m	201-250 m	>250 m	Totalt
<b>Vägtrafikområden:</b>						
Kungälv	0	37	49	88	58	232
Borås	55	61	71	40	9	236
<b><u>Totalt</u></b>	<b><u>55</u></b>	<b><u>98</u></b>	<b><u>120</u></b>	<b><u>128</u></b>	<b><u>67</u></b>	<b><u>468</u></b>
<b>Tågområden:</b>						
Töreboda	36	47	27	55	45	210
Falköping	19	44	57	67	109	296
<b><u>Totalt</u></b>	<b><u>55</u></b>	<b><u>91</u></b>	<b><u>84</u></b>	<b><u>122</u></b>	<b><u>154</u></b>	<b><u>506</u></b>



## Beskrivning av undersökningspopulationen

	<i>Undersökningsområden</i>	
	Vägtrafikområden	Tågområden
<b>Antal deltagare</b>	468	506
<b>Ålder</b>		
Medelvärde (Sd)	48,6 (16,5)	47,9 (16,55)
<b>Kön (%)</b>		
Kvinna / Man	42/58	44 / 56
<b>Civilstånd (%)</b>		
Gift/sambo / Ogift/ej sambo	56/44	59 / 41
<b>Ljudkänslighet:</b>		
Andel ganska eller mycket känslig för ljud/buller (%)	32	20
Medelvärde	2,13	1,93
<b>Känslighet för damm/luftförorening:</b>		
Andel ganska eller mycket känslig (%)	35	28
Medelvärde	2,25	2,07
<b>Hushåll med barn (%)</b>		
Under 7 år	11	12
7-17år	22	23
<b>Försörjning (%) <sup>1)</sup></b>		
Anställd	57	56,7
Eget företag	8,5	8,5
Förtids/sjukpensionär	5,6	7,5
Ålderspensionär	17,5	16,2
Tjänstledig	1,9	2,4
Studerande	8,5	7,7
Arbetslös	3,0	3,0
Sjukskriven	2,1	2,2
Hushållsarbete i hemmet/annat	8,5/2,8	12,8/3,8
<b>Utbildning (%):</b>		
Mindre än 12 år	49	51,5
Universitetsutbildad, 3 år eller mer	24,4	20,5
<b>Färd sätt till arbete/studieort med (%)</b>		
Egen bil	52	42
Buss	18	8
Tåg	2	13
Annat	17	27

<sup>1)</sup> Fler än ett svar kan anges.

## Beskrivning av bostaden och bostadens utformning

	<i>Undersökningsområden</i>	
	<b>Vägtrafikområden</b>	<b>Tågområden</b>
<b>Antal deltagare</b>	468	506
<b>Boendetid i bostaden, antal år:</b>		
Medelvärde (Sd)	11,9 (10,6)	10,2 (10,3)
<b>Hustyp (%) <sup>1)</sup></b>		
Småhus / Flerbostadshus	48,8/51,2	51,1 / 48,9
<b>Huset byggt år: (%)</b>		
Före 1941	13	29
1941-1960	15,9	15,1
1961-1975	36,7	15,8
1976-1985	11,2	12,6
Efter 1985	13,3	12,4
Vet ej	10,0	15,1
<b>Antal rum, förutom kök:</b>		
Medelvärde (Sd)	4,0 (1,8)	4,1 (1,75)
<b>Andel som bor på våningsplan: (%)</b>		
plan 1	54	57
plan 2	21,6	28
plan 3-4	22,3	14,6
plan 5-6	2,6	0,4
<b>Typ av fönster i bostaden: (%) <sup>2)</sup></b>		
2-glas	53,2	63,4
3-glas	45,1	33,2
Annat/ Känner inte till	3,8/7,1	1,0/5,1

<sup>1)</sup> Friliggande hus, gård, villa, radhus, kedjehus. <sup>2)</sup> Bostadens uppgivna typ av fönster. Svaren är givna med alla typer av fönster som förekommer i bostaden.

## Beskrivning av bostaden och bostadens nära omgivning

	<i>Undersökningsområden</i>	
	Vägtrafikområden	Tågområden
<b>Antal deltagare</b>	468	506
<b>Sovrum vetter mot: (%)</b>		
Större gata, trafikled eller motorväg	26,1	11,7
Mindre gata	24,1	33,6
Järnväg	0	13
Gård	33,1	37,4
Annat	26,1	17,8
<b>Andel som har balkong (%)</b>	64,6	60,7
<b>Balkong vetter mot (%):</b>		
Större gata eller trafikled	13,7	10,3
Mindre gata	16	21,3
Järnväg	0	7,7
Gård	29,9	24,7
<b>Andel som har egen eller allmän uteplats (%)</b>	85,6	87,2
<b>Uteplats vetter mot (%):</b>		
Större gata eller trafikled/motorväg	15,4	5,3
Mindre gata	16,2	19,0
Järnväg	0	7,1
Gård	40,8	53,6
<b>Tillgång till grönområden: (%)</b>		
Ja, inom 400 m	67,3	82,2
Ja, inom 500-800 m	13,1	11,6
Ja, men längre än 800 m	15,5	4,4
Nej	4,1	1,8

## APPENDIX 9

### Samband mellan allmän störning och aktivitetspåverkan

	Vägrafikområden			Tågområden		
	Störning (1-5)	Störning hemma (0-10)	Störning stängt fönster (0-10)	Störning (1-5)	Störning hemma (0-10)	Störning stängt fönster (0-10)
<i>Störning inomhus (summamått 0-6) med <u>stängt</u> fönster av:</i>	$r_s$	$r_s$	$r_s$	$r_s$	$r_s$	$r_s$
Lyssna på radio/TV	0,34	0,34	0,40	0,43	0,44	0,49
Telefonsamtal	0,31	0,30	0,35	0,35	0,36	0,40
Samtal	0,27	0,27	0,34	0,37	0,39	0,40
Koncentration	0,46	0,48	0,52	0,39	0,40	0,44
Avkoppling försvåras	0,59	0,61	0,68	0,42	0,45	0,50
Svårt att ha fönster öppna	0,55	0,56	0,53	0,45	0,50	0,47

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

	Vägrafikområden			Tågområden		
	Störning (1-5)	Störning hemma (0-10)	Störning öppet fönster (0-10)	Störning (1-5)	Störning hemma (0-10)	Störning öppet fönster (0-10)
<i>Störning inomhus (summamått 0-6) med <u>öppet</u> fönster av:</i>	$r_s$	$r_s$	$r_s$	$r_s$	$r_s$	$r_s$
Lyssna på radio/TV	0,48	0,49	0,55	0,55	0,57	0,60
Telefonsamtal	0,45	0,45	0,54	0,47	0,49	0,54
Samtal	0,45	0,46	0,54	0,49	0,53	0,56
Koncentration	0,55	0,58	0,60	0,42	0,46	0,48
Avkoppling försvåras	0,64	0,64	0,65	0,51	0,57	0,60

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

	Vägrafikområden			Tågområden		
	Störning (1-5)	Störning hemma (0-10)	Störning utomhus (0-10)	Störning (1-5)	Störning hemma (0-10)	Störning utomhus (0-10)
<i>Störning utomhus (summamått 0-6) av:</i>	$r_s$	$r_s$	$r_s$	$r_s$	$r_s$	$r_s$
Samtal utomhus	0,49	0,52	0,56	0,52	0,52	0,59
Avkoppling utomhus försvåras	0,63	0,67	0,74	0,51	0,55	0,61
Vistelse utomhus	0,45	0,46	0,48	0,33	0,35	0,36

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

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

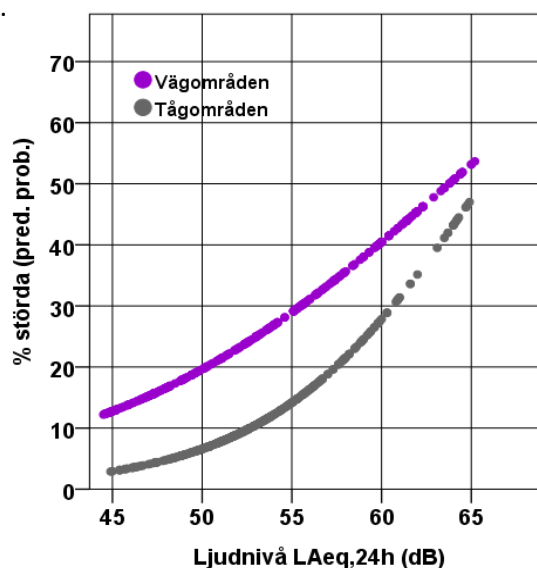
Sambandet mellan ljudnivå ( $L_{Aeq,24h}$ ) från vägtrafik respektive tågtrafik och allmän störning av väg- respektive tågbuller (% som är ganska, mycket eller oerhört mycket störda) analyserades med binär logistisk regression (se nedanstående tabell 1 -2 och figur 1).

**Tabell 1. Resultat av logistisk regression för prediktion av andel störda utifrån  $L_{Aeq,24h}$  för vägtrafik-områden och tågområden.**

Bullerexponering	B	S.E.	Wald	df	Sig.	OR Exp(B)	95 % konfidensintervall (CI)	
							Nedre	Övre
Vägtrafikområden	0,102	0,019	28,54	1	0,000	<u>1,11</u>	1,067	1,150
Tågområden	0,162	0,032	25,27	1	0,000	<u>1,18</u>	1,104	1,253

För både vägtrafik- och tågområden var sambandet mellan ljudnivå och andelen störda statistiskt signifikant (se tabell 1,  $p < 0,0001$ ). För vägtrafikområden medför varje ökning av bullernivån med 1 dB en ökning av oddset för att vara störd med i genomsnitt 1,11 gånger eller med 11 % (OR=1,11; 95 % konfidensintervall=1,07-1,15). För tågområden medför varje ökning av bullernivån med 1 dB en ökning av oddset för att vara störd med i genomsnitt 1,18 gånger eller med 18 % (OR=1,18; 95 % konfidensintervall=1,10-1,25).

Figur 1 visar predicerat värde för andel störda av vägtrafikbuller (grå kurva) respektive tågbuller (lila kurva). En skattning utifrån kurvorna (se tabell 2) visar att andelen störda är högre i områden exponerade för vägtrafikbuller jämfört med områden exponerade för tågbuller, dock är störningskurvan för tågbuller brantare och skillnaden i andelen störda jämfört med vägbuller minskar vid högre nivåer.



**Figur 1. Predicerat värde för andel störda av vägtrafikbuller (grå kurva) respektive tågbuller (lila kurva) som funktion av bullernivå ( $L_{Aeq,24h}$ ).**

**Tabell 2. Predicerat värde för andel störda (%) vid olika ljudnivåer för vägtrafikområden och tågområden.**

	Predicerat värde för andel störda (%) vid olika ljudnivåkategorier i $L_{Aeq,24h}$				
	45 dB	50 dB	55 dB	60 dB	65 dB
Tågområden	4	8	13	28	45
Vägtrafikområden	12	20	29	40	53
<i>Differens</i>	<i>+8</i>	<i>+12</i>	<i>+16</i>	<i>+12</i>	<i>+8</i>



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 1:2010

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](mailto:amm@amm.gu.se)  
Hemsida:[www.amm.se](http://www.amm.se)  
ISBN 978-91-978916-0-8