

Undersökning av hälsoeffekter av buller från vägtrafik, tåg och flyg i Lerums kommun



Projektledare:

Evy Öhrström, docent och Lars Barregård, professor

Medarbetare:

Annbritt Skånberg, bitr. forskare, Helena Svensson, bitr. forskare, Pär Ängerheim, miljöutredare
Maria Holmes, bitr. forskare och Ellen Bonde, ST-läkare

Göteborg, 30 maj 2005



**Västra Götalandsregionens
Miljömedicinska Centrum**

Medicinaregatan 16
Box 414, 405 30 Göteborg
Tel.: 031 773 28 95, Fax: 031 773 31 11
Email: lars.barregard@amm.gu.se



Sahlgrenska akademien

VID GÖTEBORGS UNIVERSITET
Avdelningen för miljömedicin

Medicinaregatan 16
Box 414, 405 30 Göteborg
Tel.: 031 7733610, Fax: 031 82 0504
Email: evy.ohrstrom@envmed.gu.se

ISSN 1400-5808

ISRN GU-MMED-R--05/1-SE

Innehållsförteckning

SAMMANFATTNING	6
SUMMARY	7
INLEDNING	8
BAKGRUND OCH SYFTE	9
Omgivningsbuller som miljöhälsoproblem	9
Riktlinjer och mål för buller från olika trafikslag	10
EU:s bullerdirektiv och förordningen om omgivningsbuller	10
Uppföljning av miljömål och utvecklingen av bullerproblemet	11
Indikatorer för buller som miljöhälsoproblem	12
Undersökning av hälsoeffekter av buller från vägtrafik, tåg och flyg i Lerums kommun	12
MATERIAL OCH METOD	13
Undersökningsområde	13
Bestämning av individuell bullerexponering	13
Val av undersökningspopulation	14
Undersökningspopulation	15
Utvärdering av effekter av buller	16
Genomförande av undersökningen	17
Statistisk bearbetning och redovisning av resultat	17
RESULTAT	18
Beskrivning av bullerexponering från tåg och vägtrafik	18
Samband mellan olika bullerexponeringsmått.....	20
Beskrivning av undersökningspopulationen	20
Beskrivning av bostädernas utformning	21
Tillgång till tyst rum inomhus, tyst plats utomhus	21
Trivsel och användning av bostad och bostadsområde	23
Upplevelse av boendemiljön	23
Användning av balkong, uteplatser och närmiljö	23
Störning av olika olägenhetskällor	26
Störning av buller från tåg och vägtrafik	27
Störning av vägtrafikbuller	27
Störning av tågbuller	31
Jämförelser mellan störning av buller från tåg och vägtrafik	34

Samverkande effekter på störning av buller från tåg och vägtrafik.....	34
Störning av buller från den totala trafikljudmiljön	36
Störning av den totala trafikljudmiljön jämfört med störning av enskilda bullerkällor	38
Störning av den totala trafikljudmiljön vid en eller två huvudkällor.....	40
Individfaktorer och störning av den totala trafikljudmiljön	42
Känslighet för ljud/buller och störning av den totala trafikljudmiljön	42
Hörselnedsättning och störning av den totala trafikljudmiljön.....	43
Bostadens utformning och störning av buller	43
Tillgång till tysta rum inomhus respektive tyst plats utomhus och störning av den totala trafikljudmiljön.....	43
Fönsterbyte och störning av den totala trafikljudmiljön.....	45
Fönsterbyte och störning av tågbuller	45
Påverkan av buller på aktiviteter inom- och utomhus	47
Påverkan av vägtrafikbuller vid olika aktiviteter.....	47
Påverkan av tågbuller vid olika aktiviteter	53
Flygbuller – störning och påverkan av flygbuller vid olika aktiviteter	60
Sömn och sömnstörningar.....	62
Samband mellan olika sömnvariabler och bullermått	62
Sömnkvalitet i relation till summerad bullerexponering, $L_{den, tot}$	63
Samband mellan sömnkvalitet och störning av den totala trafikljudmiljön	64
Hälsa och psyko-socialt välbefinnande	65
Samband mellan hälsa, psyko-socialt välbefinnande och bullermått	65
Samband mellan allmänt hälsotillstånd och bullernivå, $L_{Aeq, 24h, tot}$	66
Samband mellan psyko-socialt välbefinnande och bullernivå, $L_{Aeq, 24h, tot}$	66
Hypertoni (högt blodtryck)	68
Hypertoni, bakgrundsfaktorer och buller vid multivariata analyser.....	69
DISKUSSION.....	71
Hälsoeffekter av vägtrafik, tåg och flyg.....	71
Störning av olika olägenheter från olika trafikslag.....	71
Samband mellan störning och buller från tåg- och vägtrafik	71
Påverkan av buller på psyko-socialt välbefinnande.....	75
Hypertoni (högt blodtryck).....	76
Metodologiska aspekter - Hur tillförlitliga är resultaten?	77
Metod för bestämning av individuell bullerexponering baserad på GIS-metodik	79
Förslag till nya indikatorer lämpade för uppföljning av förekomst av hälsorelaterade effekter av buller från olika trafikslag.....	80
AVSLUTANDE KOMMENTARER.....	81
REFERENSER	82

SAMMANFATTNING

En miljömedicinsk undersökning genomfördes bland delar av befolkningen i Lerums kommun under våren 2004. Målsättningen var att kartlägga förekomst av hälsoeffekter av buller från vägtrafik, tåg och flyg, att utarbeta metodik för bestämning av individuell bullerexponering baserad på GIS-metodik (geografiska informationssystem) samt att pröva och ge förslag till nya indikatorer lämpade för uppföljning av förekomst av hälsorelaterade effekter av buller från trafik. Undersökningen har finansierats med medel från Socialstyrelsen, Naturvårdsverket, Länsstyrelsen i Västra Götalands län, RUS (Regionalt uppföljningssystem) samt Lerums kommun. Lönedel för projektledningen har dessutom delvis finansierats inom VMC (Västra Götalandsregionens miljömedicinska centrum).

I undersökningens första fas utarbetades en metod, baserad på GIS för att fastställa bullerexponeringen invid samtliga bostäder i undersökningsområdet samt att koppla individuell bullerexponering från vägtrafik, tåg och total bullerexponering till de data om hälsoeffekter som samlades in bland de boende via postala enkäter. Befolkningsurvalet för undersökningen utgjordes av personer mellan 18 och 75 år vilka var bosatta i områden där bullernivåerna från vägtrafik och från tåg översteg 45 dB (dygnsekvivalentnivå) vid bostadens mest bullerexponerade sida. Totalt deltog 1953 personer i undersökningen, vilket innebär en svarsfrekvens på 71 % i målgruppen.

Undersökningen visar att effekter av buller från olika trafikslag är omfattande i Lerum. I områden där det *samtidigt* förekommer höga bullernivåer över $L_{Aeq, 24 h}$ 55 dB från både vägtrafik och tåg är störningarna från *var och en* av bullerkällorna mer omfattande än då endast en av bullerkällorna förekommer. Detta belyser vikten av att i miljömedicinska bedömningar och åtgärder mot buller även mäta och bedöma effekterna av den *totala* bullerexponeringen och inte enbart bullernivåer från enskilda källor.

Cirka 30 % var störda av buller från vägtrafik och tåg och 16 % var störda av flygbuller. Den mest påtagliga effekten av buller på aktiviteter, både av vägtrafikbuller och av tågbuller var att *inte kunna ha sovrumsfönster eller andra fönster öppna* så ofta som man önskade. Indirekt visar detta att människor värderar sin bostad inte bara utifrån ”inre ljudkvalitet” utan även utifrån ljudkvaliteten i bostadens närhet. Detta förhållande förstärks också av att utomhusaktiviteter som *avkoppling* och *samtal* samt *användning av uteplats/balkong* bedömdes av hälften av de boende som försvärat vid bullernivåer över 55 dB. De främsta orsakerna till störning av vägtrafikbuller inomhus var därutöver påverkan på *vila, avkoppling och sömn*. Tågbuller uppgavs i lika stor omfattning försämra möjligheten till *vila och avkoppling* och *sömn* som *samtal*.

Det förelåg ett samband mellan bullernivå från vägtrafik och tåg och de boendes psyko-sociala välbefinnande. Förekomsten av olika symptom ökade med ökad bullernivå. Det fanns statistiskt signifikanta ökning för *trötthet, osällskaplig* samt *irriterad/vresig* och en statistiskt signifikant ökande trend för symptomen *obehagskänslor i magen* samt *stress* med ökande bullernivå. Resultaten ger därmed ytterligare stöd för tidigare studier som visat att vägtrafikbuller kan leda till stressrelaterade symptom. Resultaten i denna undersökning stämmer även med tidigare fynd vilka visar högre prevalens av hjärt-kärlsjukdom i områden exponerade för höga bullernivåer från vägtrafik. För hypertoni (høgt blodtryck) fanns för män, särskilt hos dem som bott mer än 10 år i bostaden, ökad förekomst av hypertoni och hypertoniemedicinering med ökande vägtrafikbuller, när hänsyn togs till ålder, rökning, ärftlighet, BMI samt buller i arbetet. För tågbuller sågs inget samband med hypertoni och hypertoniemedicinering. Inte heller för kvinnor fanns någon påvisbar inverkan vare sig av vägtrafikbuller eller av tågbuller.

De hälsoindikatorer för buller som föreslås är baserade dels på de resultat som framkommit i undersökningen i Lerum och dels på tidigare undersökningar och erfarenheter. Följande indikatorer föreslås. 1: Antal personer som är exponerade för buller, 2: Störning av buller, 3: Sömnstörning av buller, 4: Påverkan av buller på aktiviteter inomhus: (a) vila/avkoppling, (b) samtal och (c) möjlighet att ha sovrumsfönster öppet, 5: Påverkan av buller på aktiviteter utomhus: (a) utevistelse, (b) vila/avkoppling och (c) samtal, 6: Störning av buller inomhus med stängt fönster, 7: Tillgång till tyst rum och tyst uteplats vid bostaden samt 8: Beräknat antal förtida dödsfall i hjärt-kärlsjukdom till följd av buller från vägtrafik.

SUMMARY

An environmental medicine study was conducted among part of the population of the municipality of Lerum in spring 2004. The objectives were to assess the prevalence of effects on human health of noise from road, rail and air traffic, to develop a method for determining individual noise exposure based on GIS (geographical information system) technique, and to examine and propose new indicators suitable for following up the prevalence of health-related effects of traffic noise. The study was funded by the Swedish National Board of Health and Welfare, the Swedish Environmental Protection Agency, the County Administrative Board of Västra Götaland, RUS (Regional Follow-up System), and the Municipality of Lerum. Salaries for project management were partially funded by VMC (the Västra Götaland Region Centre for Environmental Medicine).

In the first phase of the study, a GIS-based method was developed for determining noise exposure adjacent to all homes in the study area and for connecting individual noise exposure from road and rail traffic and total noise exposure to the data on health effects collected among residents by means of postal surveys. The population sample for the study was made up of individuals aged 18-75 living in areas where noise levels from road and rail traffic exceeded 45 dB (24-hour equivalent level) at the side of the home most exposed to noise. A total of 1,953 individuals participated in the study, which corresponded to a response frequency of 71% in the target group.

The study shows that effects of noise from various types of traffic are extensive in Lerum. In areas where high noise levels above $L_{Aeq, 24 h}$ 55 dB occur *simultaneously* from both road and rail traffic, the annoyance from *each* of the noise sources is more severe than when only one of the noise sources is present. This illustrates the importance in the context of environmental medicine assessments and noise abatement of also measuring and assessing the effects of *total* noise exposure and not only noise levels from individual sources.

About 30% were disturbed by noise from road and rail traffic and 16% were disturbed by noise from air traffic. The most common effect on people of road and rail traffic noise on activities was *not being able to have the bedroom window or other windows open* as often as they would like. Indirectly, this shows that people evaluate their homes not only based on "interior sound quality," but also based on the sound quality in the vicinity of the home. This condition is also reinforced by the result that half of residents assessed outdoor activities such as *relaxation* and *conversation* as well as *use of patio/balcony* as more difficult at noise levels above 55 dB. In addition, the primary causes of disturbance by road traffic noise indoors were the effect on *rest, relaxation, and sleep*. To an equal extent, people also said that rail noise worsened opportunities for *rest and relaxation, sleep, and conversation*.

There was a relationship between noise levels from road and rail traffic and the psychosocial wellbeing of residents. The prevalence of various symptoms increased at higher noise levels. There were statistically significant increases for *fatigue, unsociability, and irritability/crossness* and a statistically significant increasing trend for the symptoms of *feelings of distress in the stomach* and *stress* with increasing noise levels. The results thus provide additional confirmation of earlier studies which showed that road traffic noise can lead to stress-related symptoms. The results of these studies are also consistent with previous findings that show higher prevalence of cardiovascular disease in areas exposed to high noise levels from road traffic. There was higher incidence of hypertension and medication for hypertension with increasing road traffic noise among men, especially among those who had lived for more than ten years in their present homes, adjusted for age, smoking, heredity, BMI and noise at work. No relationship was found between hypertension and medication for hypertension and rail traffic noise. There was no demonstrable effect on women of road or rail traffic noise.

The proposed health indicators for noise are based in part on the results that emerged in the study in Lerum and in part on earlier studies and experience. The following indicators are proposed: 1. Number of individuals exposed to noise. 2. Annoyance caused by noise. 3. Sleep disturbance caused by noise. 4. Effect of noise on indoor activities: (a) rest/relaxation, (b) conversation, and (c) opportunity to have the bedroom window open. 5. Effect of noise on outdoor activities: (a) being outdoors, (b) rest/relaxation, and (c) conversation. 6. Annoyance caused by noise indoors with windows closed. 7. Access to quiet rooms and a quiet patio or the equivalent at the home. 8. Estimated number of premature deaths caused by cardiovascular disease consequent upon road traffic noise.

INLEDNING

Samhällsbuller är ett utbrett miljöproblem och den störning som berör flest antal människor i Sverige. Lerums kommun är belägen öster om Göteborg och ligger i en bygd runt Sävåns dalgång med sjön Mjörn i norr och Härskogen i söder. Lerums kommun upptar en yta av 259 km² och har ca 35 000 innevånare. Tidigare fanns mycket fritidsbebyggelse men denna har allt mer omvandlas till permanentboende som en del av Göteborgsregionen. I området finns omfattande bebyggelse (huvuddelen av kommunens befolkning) utmed Västra Stambanan och väg E20 som löper i stort sett parallellt med järnvägen. Västra Stambanan trafikeras i medeltal av 200 tåg under vardagar. Vägtrafiken på E20 är i medeltal ca 20 000 fordon på det mest trafikerade vägnittet genom kommunen. Delar av bebyggelsen, företrädesvis utanför de tätbebyggda delarna av kommunen (Lerum, Floda och Stenkullen), är utsatt för buller från flyg till och från Landvetter flygplats i Härryda kommun.

Denna rapport redovisar resultat från en miljömedicinsk undersökning av hälsoeffekter relaterade till buller från tåg, vägtrafik och flyg i Lerums kommun. Undersökningen genomfördes med hjälp av postala enkäter under perioden februari – mars 2004.

Målsättningen med undersökningen var att: (1) kartlägga förekomst av hälsoeffekter av buller från vägtrafik, tåg och flyg, (2) utarbeta metodik för bestämning av individuell bullerexponering baserad på GIS-metodik samt (3) pröva och ge förslag till nya indikatorer lämpade för uppföljning av förekomst av hälsorelaterade effekter av buller från olika trafikslag.

Undersökningen har finansierats med medel från Socialstyrelsen (kontrakt nr: U 1043, 32 77/2004), Naturvårdsverket (kontrakt nr 2 150 304), Länsstyrelsen i Västra Götalands län, Regionalt uppföljningssystem (Diarie nr: 502-13886-2003) samt Lerums kommun. Lönedel för projektledningen har dessutom delvis finansierats inom VMC (Västra Götalandsregionens miljömedicinska centrum).

Projektet är godkänt av Göteborgs forskningsetikkommitté Ö. den 20 oktober 2003, Diarie nr: 469-03.

BAKGRUND OCH SYFTE

OMGIVNINGSBULLER SOM MILJÖHÄLSOPROBLEM

Beräkningar visar att ca 2 miljoner människor i landet är utsatta för bullernivåer från vägtrafik, tåg eller flyg över riktvärdet 55 dB $L_{Aeq, 24h}$ (genomsnittsnivå under 24 timmar med s.k. A-vägning, där hänsyn tas till bullrets frekvenser) utanför bostaden [1]. Vägtrafikbuller är den helt dominerande bullerkällan och enligt SIKAS (Statens Institut för Kommunikationsforskning) prognoser [2] kommer persontrafiken att öka med 29 % och godstrafiken med 25 % till år 2010 jämfört med 1997. Idag beräknas ca 1,6 miljoner personer vara utsatta för buller från vägtrafik. Motsvarande siffror har för tågtrafik beräknats till ca 500 000 och för flygtrafik (civil och militär) ca 60 000 personer. Hur många personer som är utsatta för mer än en av dessa bullerkällor är inte känt. Enligt nationella miljöhälsoenkäten [3] är 5-10 % av landets befolkning (400 – 900 000 människor) besvärade minst 1 gång per vecka av trafikbuller. Andelen är störst för vägtrafik (9 %), men betydande även för tågbuller (3 %) och flygbuller (3 %).

Buller från trafik (vägtrafik, tåg och flyg) ger upphov till olika typer av störning och besvärsreaktioner [4, 5]. De vanligaste effekterna är samtalsstörningar, sömnstörningar och effekter på vila och avkoppling. Buller från olika trafikslag ger även upphov till psykologiska och fysiologiska stressrelaterade symptom och påverkar därigenom det allmänna välbefinnandet. Senare års forskningsresultat tyder även på att risken för hjärt-kärlsjukdom kan öka vid höga bullernivåer orsakade av flyg- och vägtrafik [6, 7].

Den vanligaste hälsoeffekten av vägtrafikbuller är att sömn, vila och avkoppling störs. Samtalsstörningar är den helt dominerande effekten av tågbuller. De kritiska effekterna av samhällsbuller i bostäder är sömnstörningar, störd vila och återhämtning, störningsupplevelse och påverkan på möjligheten att samtala och uppfatta tal. Vid förskolor och skolor är de kritiska effekterna möjlighet att uppfatta tal, läsförståelse, upplevelse av att bli störd samt störd sömn under sömntimmen i förskolor. Troligen kan buller, särskilt då barngrupperna är stora och utformningen av lokalerna inte är optimala, även ge upphov till koncentrationssvårigheter, trötthet och stressreaktioner. I vårdhem och sjukhus är de kritiska effekterna att sömn och återhämtning störs.

Det finns relativt starka dos-respons samband mellan bullernivå och utbredning av störningar bland befolkningen. Det är även känt från svenska [8-10] och internationella undersökningar [11] att störningsutbredningen vid samma bullernivå varierar kraftigt beroende på typ av buller. T.ex. är ca 10-15 % i en exponerad befolkningsgrupp mycket störda av buller från vägtrafik vid riktvärdesnivån $L_{Aeq, 24h}$ 55 dB. Andelen mycket störda av flygbuller vid samma bullernivå är ca 10 % fler, medan andelen mycket störda av tågbuller endast uppgår till ca 5 % vid L_{Aeq} 55 dB, 24h. Störning av buller från tåg ökar väsentligt om järnvägen är belägen på vibrationskänslig mark (djup lera) vilket kan medföra vibrationer inne i bostäder, särskilt då tunga godståg passerar [12-14]. Inverkan på människors störningsupplevelse av samtidig exponering för buller från de olika trafikslagen är i stort sett okänd, men situationen förekommer på många håll i landet.

RIKTLINJER OCH MÅL FÖR BULLER FRÅN OLIKA TRAFIKSLAG

Riksdagen antog den 20 mars 1997 långsiktiga riktvärden för trafikbuller (vägtrafik, flyg och tåg) [15]. Dessa riktvärden bör normalt inte överskridas vid nybyggnad av bostäder eller vid nybyggnad eller väsentlig ombyggnad av trafikinfrastruktur. Inomhus får medelljudnivån för dygn inte överskrida $L_{Aeq, 24h}$ 30 dB och maximalnivån nattetid får inte överskrida $L_{Amax, 22-06h}$ 45 dB. Utomhus gäller för medelljudnivå att 55 dB vid fasad inte får överskridas och att maximalnivå vid uteplats i anslutning till bostad inte får överskrida 70 dB. För buller från tåg finns en bonus på 5 dB för utomhusmiljön ”vid bostaden i övrigt”. På dessa platser får medelljudnivån uppgå till 60 dB.

Buller har även uppmärksammats i miljö kvalitetsmålet ”God bebyggd miljö” som riksdagen fastställde 1998 [16]. Generationsmålet år 2020 för det delmål som berör buller lyder: *”Människor utsätts inte för skadliga luftföroreningar, bullerstörningar, skadliga radonhalter eller andra oacceptabla hälso- eller säkerhetsrisker.”* Vidare sägs att: *”Trafikbullret i tätorter bör minska så att det underskrider gällande riktvärden.”* Riksdagen fastställde år 2001 [17] delmål inom miljö kvalitetsmålet. I delmålet för buller år 2010 anges att *”Antalet människor som utsätts för trafikbullerstörningar överskridande de riktvärden som riksdagen ställt sig bakom för buller i bostäder skall ha minskat med 5 % till år 2010 jämfört med år 1998”*.

I den fördjupade utvärdering som gjordes av Boverket i oktober 2003 [18] konstaterades att det är svårt att göra en säker bedömning om delmålet för buller kommer att uppnås. Osäkerheten i de gjorda beräkningarna av antalet människor som exponeras för buller är av den storleksordningen att 5 % färre utsatta dessutom ligger inom felmarginalen för den noggrannhet som tillgängliga metoder ger. Beträffande generationsperspektivet (2020) bedömer Boverket att miljömålet för buller inte kommer att uppnås med nuvarande förändringstakt, även om delmålet till år 2010 skulle uppnås.

EU:S BULLERDIREKTIV OCH FÖRORDNINGEN OM OMGIVNINGSBULLER

EU-direktivet [19] ”Direktivet om bedömning och hantering av 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, på grund av exponering för omgivningsbuller”*. Direktivet innefattar gemensamma definitioner och mätmetoder och ställer krav på kartläggning, handlingsplaner och information till allmänheten om problemen och prioriteringen av åtgärder. Kartläggning i form av bullerkartor samt handlingsplaner skall utarbetas för tätbebyggelse, större vägar, större järnvägslinjer och större flygplatser. Handlingsplaner ska behandla bullerfrågor och effekter av buller, vid behov även minskning av buller för de områden som är kartlagda. Handlingsplanerna ska också syfta till att skydda tysta områden i tätbebyggelse mot buller. I en första etapp – senast den 30 juni 2007 ska medlemsstaterna ha utarbetat strategiska bullerkartor som visar situationen under det föregående kalenderåret för tätorter större än 250 000 invånare, större vägar med en trafiktäthet på mer än 16 450 fordon per dygn och större järnvägslinjer med en trafiktäthet på mer än 164 tåg per dygn. Kommuner med mer än 100 000 invånare skall senast den 30 juni 2012 ha kartlagt omgivningsbullret inom kommunen och utarbetat strategiska bullerkartor som avser år 2011. Enligt EU-direktivet ska medlemsstaterna senast 18 juli, 2005

underrätta kommissionen om gällande eller planerade gränsvärden för L_{den} och L_{night} (två mått som tar särskild hänsyn till buller under kvälls- och natttid) för buller från vägtrafik, tåg, flyg samt industribuller. Medlemsstaterna ska använda bullermåtten L_{den} och L_{night} för utarbetande och översyn av strategiska bullerkartor. Till dess det blir obligatoriskt att använda gemensamma bedömningsmetoder för dessa bullermått får medlemsstaterna använda sina egna metoder för att fastställa gemensamma bullermått. Andra bullermått kan användas för akustisk planering och bullerzonsindelning samt för sådana särskilda fall som anges i bilaga 1 till direktivet.

EU-direktivet har implementerats i den svenska lagstiftningen genom en förordning om omgivningsbuller (Förordning 2004:675) som trädde i kraft 2004 [20]. *Omgivningsbuller är därmed sedan den 1 september 2004 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 § första stycket 4 miljöbalken).”

UPPFÖLJNING AV MILJÖMÅL OCH UTVECKLINGEN AV BULLERPROBLEMET

Flera myndigheter (Boverket, Naturvårdsverket, Socialstyrelsen och Statens Folkhälsoinstitut) har alla olika uppdrag rörande bullrets utveckling i samhället men någon mera långtgående samordning mellan myndigheterna har inte förekommit. Det finns heller idag ingen enkel och tillförlitlig metod att följa upp hur bullerproblemet utvecklas i samhället.

Naturvårdsverket genomför vart 4:e år kartläggningar av *antalet personer exponerade* för vägtrafikbuller över de riktvärden som riksdagen antagit inom ramen för miljöövervakningsprogrammet. De metoder som används vid denna kartläggning bygger på mätningar eller beräkningar.

I Socialstyrelsens regi genomfördes inom ramen för den nationella miljöhälsoenkäten, intervjuer av ca 15 000 personer år 1999. Enkäten innehåller frågor om bullerstörningar (*hur ofta man är störd.*). Standardiserade frågor som mäter grad av störning, ISO/TS 15666 [21], ingår inte i enkäten [3]. Man avser att upprepa enkäten vart 4:e år. Boverket gav 2003, med medel från Miljömålsrådet, Statistiska Centralbyrån (SCB) i uppdrag att testa en ny metod att följa utvecklingen av antalet personer som *upplever sig störda av buller i olika grad*. Frågorna om buller i enkäten, som ställdes till 2 000 personer, var utformade enligt ISO/TS 15666 [21]. SCB gör bedömningen [22] att för att få en statistisk säkerhet i materialet bör 10 000 personer intervjuas det första året och därefter räcker det att man intervjuar 2 000 personer om året för att följa utvecklingen. Enligt SCB möjliggör metoden koppling till adressregister varför intervjupersonernas störningsupplevelse kan relateras till vilken bullerexponering de är utsatta för.

Föreliggande undersökning i Lerum har en undersökningspopulation med tillräckligt antal personer och Lerums kommun kan fungera som ett referensområde där utvecklingen av störning av buller kan följas

INDIKATORER FÖR BULLER SOM MILJÖHÄLSOPROBLEM

Den enda indikator för buller som finns för närvarande är *antalet personer som är utsatta för buller över gällande riktvärde*, dvs. den uppföljning som görs av Naturvårdsverket inom ramen för miljöövervakningsprogrammet. Boverket konstaterade [23] att ny kunskap och pågående forskning pekar mot att nya definitioner bör användas vid bedömning av bullret i samhället och att fokus mer bör läggas på hälsoeffekter. Boverkets förslag till kompletterande mål med fokus på hälsa är: (i) mål som utgår från hälsoeffekter och människors upplevda störning av buller, (ii) mål för bostäders utemiljö och (iii) mål för andra miljöer än bostadsmiljöer, till exempel fritids- eller arbetsmiljöer. Såväl Socialstyrelsen som Naturvårdsverket och Länsstyrelsen i Västra Götalands län har påtalat behovet av att utveckla nya indikatorer för uppföljning av buller som miljöhälsoproblem, särskilt för buller i utemiljön.

UNDERSÖKNING AV HÄLSOEFFEKTER AV BULLER FRÅN VÄGTRAFIK, TÅG OCH FLYG I LERUMS KOMMUN

Lerums kommun uppdrog under 2002 åt Ingemansson Technology AB i Göteborg att genomföra en total kartläggning av bullernivåer från olika källor (vägtrafik, tåg och flyg samt olika punktkällor). Lerums kommun inkom även med en förfrågan till Västra Götalandsregionens miljömedicinska centrum - VMC om att genomföra en kartläggning av hälsoeffekter av buller i kommunen.

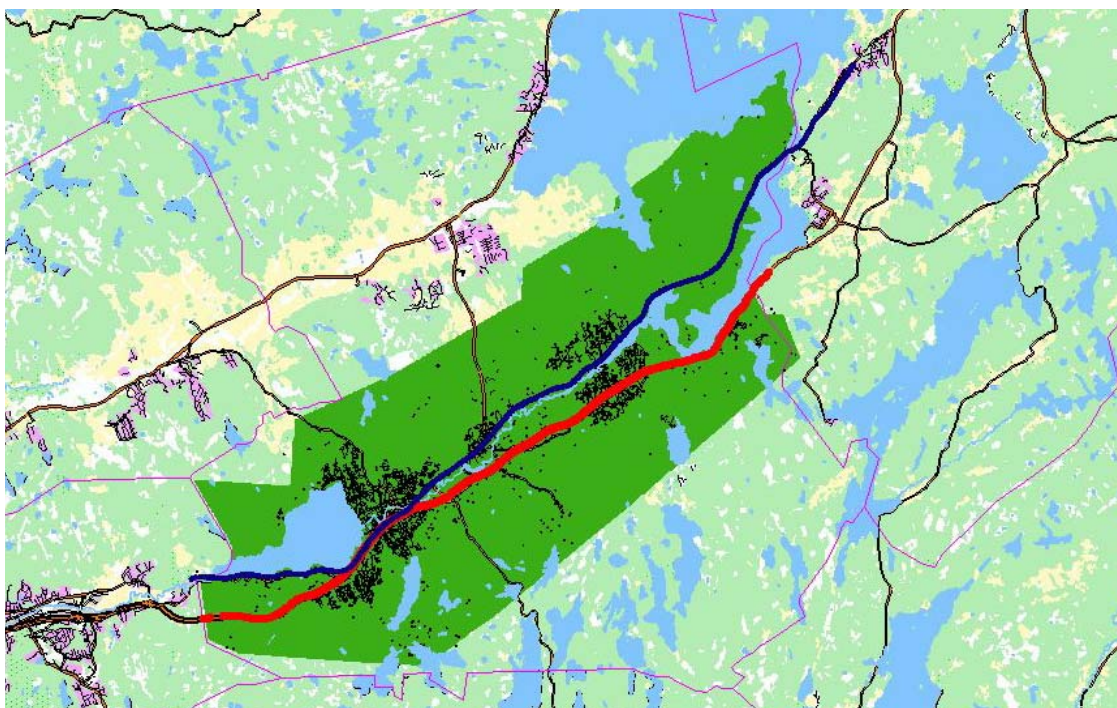
Mot bakgrund av vad som beskrivits ovan finns det behov av ny kunskap om bullers effekter då människor är utsatta för flera samtidigt förekommande bullerkällor. Vidare finns ett behov att utveckla metoder för att koppla människors upplevda effekter av buller till den bullernivå de är utsatta för. Det finns även ett stort behov av nya kompletterande hälsorelaterade indikatorer för buller som har tillräcklig precision för att kunna användas vid uppföljning av miljömål eller vid förändringar i bullerexponering efter genomförande av olika åtgärder. I samråd med Naturvårdsverket, Socialstyrelsen, Länsstyrelsen i Västra Götaland samt Lerums kommun fastställdes därför att syftet med föreliggande undersökning i Lerums kommun är att:

- 1) Kartlägga förekomst av hälsoeffekter av buller från vägtrafik, tåg och flyg.
- 2) Utarbeta metodik för bestämning av individuell bullerexponering baserad på GIS-metodik.
- 3) Pröva och ge förslag till nya indikatorer lämpade för uppföljning av förekomst av hälsorelaterade effekter av buller från olika trafikslag.

MATERIAL OCH METOD

UNDERSÖKNINGSOMRÅDE

Tätorterna Lerum, Stenkullen och Floda ingår i undersökningsområdet som är ca 2 mil långt och 6 km brett. Avgränsningarna framgår av figur 1. Bebyggelsen i området består av småhus och flerfamiljshus med upp till 4 våningar.



Figur 1. Undersökningsområdets utbredning. — = E20 — = Västra Stambanan

BESTÄMNING AV INDIVIDUELL BULLEREXPONERING

En kartläggning av bullernivåer utfördes i tätortsstråken i Lerums kommun av Ingemansson Technology AB i Göteborg under 2003. I denna kartläggning beräknades bullernivåer för vägtrafik, tåg och flyg samt även för industrier, motorsportbana och skjutbana. Beräkningarna utfördes med beräkningsprogrammet SoundPlan i punkter med 15 meters mellanrum [24]. Beräkningarna redovisas i rapporten som ISO-kurvor för ekvivalenta ($L_{Aeq, 24h}$) och maximala ljudnivåer (L_{Amax}) för tåg- respektive vägtrafik samt som summerad ljudnivå från tåg och vägtrafik ($L_{Aeq, 24h, tot}$) för åren 2003 och prognos för 2010 och 2020. Beräkningsnoggrannheten för hela kartläggningen uppskattas av konsulten till ± 3 dBA (Sd). I Appendix 3A-D visas ljudutbredningskartor av buller från tåg, vägtrafik ($L_{Aeq, 24h}$), summerad exponering från både tåg och vägtrafik ($L_{Aeq, 24h, tot}$) och maximal bullernivå från flygtrafik (L_{Amax}).

Som grund för bestämning av individuell bullerexponering erfordrades nya beräkningar av bullernivåer vid bostäder [25]. Bestämning av individuell bullerexponering för samtliga bostäder i undersökningsområdet inom Lerums kommun genomfördes i flera steg. Utöver bullermåtten $L_{Aeq, 24h}$ (tåg och vägtrafik) och L_{Amax} (vägtrafik, tåg och flyg) beräknades

bullernivåerna från tåg och vägtrafik för L_{den} och för delar av dygnet (dag $L_{Aeq, 06-18}$, kväll $L_{Aeq, 18-22}$, natt $L_{Aeq, 22-06}$) samt L_{den} från summerad exponering för tåg och vägtrafikbuller ($L_{den, tot}$). Samtliga beräknade bullermått visas i tabell 1.

Tabell 1. Mått på bullerexponering som beräknats i undersökningen.

	$L_{Aeq, 24h}$	$L_{Aeq, 06-18}$	$L_{Aeq, 18-22}$	$L_{Aeq, 22-06}$	$L_{den}^{1)}$	L_{Amax}
Vägtrafik	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Tåg	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Flyg						✓
Tåg och vägtrafik	✓				✓	

¹⁾ L_{den} : vägd ekvivalentnivå [1 ggr dag, 5 ggr kväll och 10 ggr natt].

I ett första steg bestämdes (Ingemansson Technology AB i Jönköping) bullernivån för 7000 fastigheter i kommunen genom att koppla fastighetsregistret till beräknade bullernivåer. Bullernivån utanför fastigheterna angavs för 2 m höjd över mark vid varje fastighets mest exponerade sida. I nästa steg kopplades det nyskapade registret med de beräknade bullernivåerna för tåg och vägtrafik för olika fastigheter till kommunens befolkningsregister. Detta gjordes för de ca 1465 fastigheter där bullernivåerna uppgick till $L_{Aeq, 24h}$ 45 dB eller högre för både tåg och vägtrafik. För en detaljerad metodbeskrivning samt beskrivning och hantering av felkällor, se Appendix 1: Metod för bestämning av individuell bullerexponering.

VAL AV UNDERSÖKNINGSPOPULATION

För undersökningen valdes personer i åldern 18-75 år som bott på adressen i minst 6 månader och bodde i bostäder med bullernivåer från både tåg och vägtrafik utanför bostaden på $L_{Aeq, 24h}$ 45 dB eller högre. Dessa personer delades in i olika kategorier baserat på bullernivå utanför bostaden från vägtrafik respektive tåg ($L_{Aeq, 24h}$ 45-50, 51-55, 56-60, 61-75 dB). Målet var att erhålla minst 100 svarande inom varje bullerkategori. Antalet personer i de högsta bullerkategorierna, $L_{Aeq, 24h}$ 61-75 dB, var dock relativt få och uppgick endast till mellan 53 och 89 personer.

I samtliga bullerkategorier utom de med lägst bullernivå (45-50 respektive 50-55 dB) ingick samtliga personer inom åldersintervallet 18-75 år i urvalet. Inom kategorierna med lägst bullernivå var antalet boende inom detta åldersintervall mer än dubbelt så många (419 – 1 295 personer) som i övriga kategorier, varför endast hälften av dessa personer (de som hade födelsedag 1:e till 15:e i varje månad) valdes att ingå i urvalet. I urvalet ingick därutöver 52 personer, inom det kartlagda området, vilka var exponerade för flygbuller $>L_{Amax}$ 70 dB. Av dessa var 24 personer exponerade för låga bullernivåer från tåg och/eller vägtrafik under $L_{Aeq, 24h}$ 45 dB medan övriga 28 personer var exponerade för buller från vägtrafik mellan $L_{Aeq, 24h}$ 45-50 dB.

Det totala, primära urvalet utgjordes av 2 840 personer. Vid en senare tidpunkt gjordes ett ytterligare urval om 88 personer i 6 fastigheter då det vid genomgång av kartmaterialet visat sig att dessa fastigheter missats i det första urvalet, dels på grund av att fastighetsbeteckningen inte stämde överens mellan befolkningsregistret och bullerregistret, och dels på grund av att vissa fastigheter som bestod av flera huskroppar hade tilldelats felaktig bullerexponering. Det slutgiltiga urvalet efter detaljstudier och korrigeringar utgjordes av 2 905 personer inklusive de 52 personer som var exponerade för flygbuller $>L_{Amax}$ 70 dB.

UNDERSÖKNINGSPOPULATION

Av de utvalda 2 905 personerna uteslöts 79 personer på grund av att de hade flyttat från adressen, bott på adressen kortare tid än 6 månader, var boende på gruppboende eller hade avlidit. Målgruppen uppgick därför till 2 826 personer. Antalet personer som besvarade enkäten var 2 011 vilket innebär en svarsfrekvens på 71,2 %.

Bland de personer som besvarade enkäten ingår 35 personer vilka var exponerade för flygbuller $> L_{Amax}$ 70 dB. Resultaten för dessa 35 flygbullerexponerade personer ingår inte i huvudresultaten utan redovisas separat.

I tabellerna 2 – 4 redovisas undersökningspopulationens fördelning över olika bullerexponeringskategorier för tåg- respektive vägtrafik för $L_{Aeq, 24h}$ (tabell 2), samt för de summerade bullermåtten $L_{Aeq, 24h, tot}$ (tabell 3) och $L_{den, tot}$ (tabell 4).

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

		TÅG $L_{Aeq, 24h}$				VÄG: totalt antal personer
		45-50 dB	51-55 dB	56-60 dB	61-72 dB	
VÄG $L_{Aeq, 24h}$	45-50 dB	455	192	88	27	762
	51-55 dB	294	158	89	49	590
	56-60 dB	134	126	108	66	434
	61-70 dB	42	31	46	48	167
TÅG: totalt antal personer		925	507	331	190	1 953

I undersökningspopulationen ingår 1953 personer i 16 olika exponeringskategorier.

Tabell 3. Undersökningspopulationen – antal personer i olika kategorier av summerad ekvivalent dygnsnivå för tåg och vägtrafikbuller, $L_{Aeq, 24h, tot}$.

	Summerad bullernivå från tåg och vägtrafik, $L_{Aeq, 24h, tot}$				Totalt
	48-52 dB	53-57 dB	58-62 dB	63-72 dB	
Antal personer	452	726	530	245	1953

Vid gruppering i exponeringskategorier för summerad exponering från både tåg och vägtrafik ($L_{Aeq, 24h, tot}$) har den minst exponerade kategorin bullernivåer på 48-52 dB och den högst exponerade kategorin har nivåer på 63-72 dB.

Tabell 4. Undersökningspopulationen – antal personer i olika kategorier av summerad bullernivå för tåg och vägtrafikbuller, $L_{den, tot}$.

	Summerad bullernivå från tåg och vägtrafik, $L_{den, tot}$				Totalt
	54-59 dB	60-64 dB	65-69 dB	70-79 dB	
Antal personer	739	622	420	172	1953

Beräknad bullernivå för $L_{den, tot}$ ger en bullerexponering i den lägsta kategorin på 54-59 dB och i den högsta kategorin 70-79 dB.

UTVÄRDERING AV EFFEKTER AV BULLER

Störning och andra hälsoeffekter av exponering för buller från vägtrafik, tåg och flyg 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 [8, 13] samt studier inom forskningsprogrammet ”Ljudlandskap för bättre hälsa” [9, 10]. Vissa av frågorna i dessa studier har även använts i Miljöhälsoenkäten, NMHE 99 [3]. Då flera ljudkällor ingår i studien i Lerum gjordes en genomgripande revidering och komplettering av formuläret för att passa i studien. Formuläret sändes till de utvalda personerna tillsammans med ett introduktionsbrev. I brevet presenterades undersökningen som ett forskningsprojekt om boendemiljö och människors hälsa och välbefinnande i Västra Götalandsregionen. Dessutom angavs att frågeformuläret till stor del berörde frågor om bostaden och miljön i bostadens närhet samt den egna upplevelsen av miljön, särskilt ljud och buller. I brevet uppgavs också att resultaten från dessa undersökningar kommer att bli ett viktigt underlag för utformning av bebyggelse och boendemiljöer samt uppföljning av miljö- och hälsofaktorer i landets olika kommuner.

Frågeformuläret innehåller totalt 61 frågor exklusive delfrågor och består av följande 7 delar:

(A) *Bostad och boendemiljö*. I avsnittet om bostaden ingår frågor om boendetid, antal personer i bostaden (vuxna, barn respektive ungdom), småhus eller flerbostadshus och om bostaden är ägd eller hyrd, antal rum och våningsplan, typ av fönster i bostaden och dess placering i förhållande till olika bullerkällor (t.ex. vetter mot större gata, järnväg, gård eller grönområde), om fönstren är utbytta på grund av buller, tillgång till balkong eller uteplats och vistelsetid på dem, tillgång till tysta rum inomhus, tillgång till tyst plats utomhus, tillgång till grönområden i närheten samt hur ofta promenader i omgivningen sker. 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, föroreningar från vedeldning, ljud/buller från tåg och flygtrafik, skjutbanor, ventilation, installationer och grannar samt störning av buller, avgaser och vibrationer från vägtrafik).

(B, C och D) *Frågor om påverkan av buller från respektive ljudkälla.* I avsnittet ingår frågor om påverkan på olika vardagsaktiviteter av buller från tåg, vägtrafik respektive flyg inomhus och utomhus.

(E) *Hälsa och välbefinnande.* Frågor om hälsa, hörsel, frågor relaterade till astma och högt blodtryck, rökning, allmänt fysiskt och psykiskt välbefinnande samt självrapporterad ljudkänslighet.

(F) *Sömn och sömnvanor.* Omfattar frågor om upplevd sömnkvalitet och sovvanor.

(G) *Allmänna frågor.* Innehåller frågor om individkarakteristika som ålder kön, civilstånd, försörjningssituation och utbildningsnivå. Frågeformuläret visas i Appendix 5.

GENOMFÖRANDE AV UNDERSÖKNINGEN

Planering och uppläggning av undersökningen påbörjades under hösten 2003. Arbetet med bestämning av individuell bullerexponering, urval av undersökningspopulation samt utformning av frågeformulär och introduktionsbrev var slutfört i januari 2004. Enkät och introduktionsbrev skickades ut under februari-mars 2004. 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. 196 brev om kompletteringar skickades ut och 167 av dessa (85 %) returnerades med kompletta svar.

STATISTISK BEARBETNING OCH REDOVISNING AV RESULTAT

Data har analyserats med SPSS for Windows version 12.0.1 och SAS version 9.1.

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 .

Samband mellan effekter i form av kontinuerliga variabler och exponeringskategorier testades statistiskt med ANOVA eller Kruskal-Wallis. För samband mellan effekter i form av proportioner (t. x. andel störda) användes χ^2 -test och χ^2 -test för trend ("Mantel-Haenzel/Linear-by-linear association test"). För parade analyser (jämförelse av störning ja/nej) för olika bullerkällor hos samma individer användes McNemar-test.

För att beskriva den relativa risken i olika exponeringskategorier har prevalenskvot använts. Vid motsvarande multivariata analyser där hänsyn togs till andra faktorer (t.ex. åldersgrupp och ärftlighet vid hypertoni samt mer än en bullerkälla vid störning) användes logistisk regressionsteknik med beräkning av oddskvoter.

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

RESULTAT

BESKRIVNING AV BULLEREXPONERING FRÅN TÅG OCH VÄGTRAFIK

För varje persons bostad har exponering för buller från vägtrafik respektive tåg beräknats för sammanlagt 14 olika exponeringsmått. Tabellerna 5-7 redovisar statistisk fördelning för de beräknade bullernivåerna för vart och ett av exponeringsmåten för respektive trafikslag för bostäderna i undersökningsmaterialet. Bullervärdena för tåg- respektive vägtrafik avser nivåer 2 m ö mark vid den mest exponerade sidan av bostaden.

I Appendix redovisas metod för beräkning av bullernivåer vid bostäderna. Se även rapport från Ingemansson Technology AB, Jönköping [25]. Trafikflödena för de dominerande bullerkällorna i Lerums kommun (motorvägen E 20 och Västra Stambanan) samt för flygtrafik till och från Landvetter flygplats visas i Appendix 2: Dominerande bullerkällor i kommunen.

Tabell 5. Bullernivåer från vägtrafik vid de olika bostäderna – statistisk fördelning för olika exponeringsmått (n=1953).

Vägtrafikbullerexponering						
	L _{Amax}	L _{Aeq, 24h}	L _{Aeq, 06-18}	L _{Aeq, 18-22}	L _{Aeq, 22-06}	L _{den}
Medelvärde	76,5	52,9	53,9	53,9	47,9	56,9
Sd	7,3	5,1	5,1	5,1	5,1	5,1
Median	78	52	53	53	47	56
Range	45	25	25	25	25	25
Minimum	48	45	46	46	40	49
Maximum	93	70	71	71	65	74
Percentiler						
25	74	49	50	50	44	53
50	78	52	53	53	47	56
75	82	57	58	58	52	61

Tabell 6. Bullernivåer från tåg vid de olika bostäderna – statistisk fördelning för olika exponeringsmått (n=1953).

Tågbullerexponering						
	L _{Amax}	L _{Aeq, 24h}	L _{Aeq, 06-18}	L _{Aeq, 18-22}	L _{Aeq, 22-06}	L _{den}
Medelvärde	70,5	52,2	50,2	54,2	53,2	59,2
Sd	6,3	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5
Median	69	51	49	53	52	58
Range	34	27	27	27	27	27
Minimum	60	45	43	47	46	52
Maximum	94	72	70	74	73	79
Percentiler						
25	66	48	46	50	49	55
50	69	51	49	53	52	58
75	75	56	54	58	57	63

Den statistiska fördelningen (tabell 5 och 6) visar att bullernivåerna från vägtrafiken i medeltal under dagen (kl 06-18) är ca 4 dB högre än för tåg (L_{Aeq, 24h} 53,9 respektive 50,2 dB).

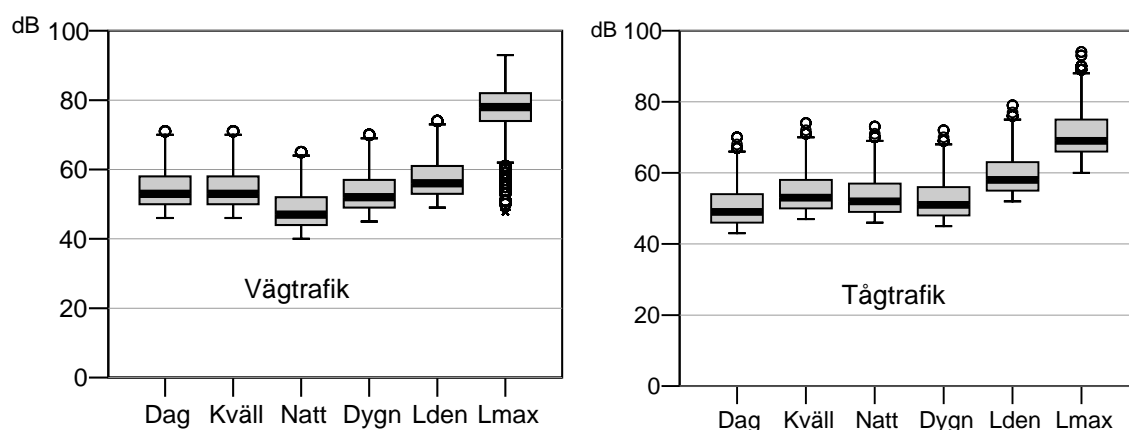
Bullernivån nattetid från tåg är ca 5 dB högre än vägtrafiken ($L_{Aeq, 22-06}$ 53,2 respektive 47,9 dB). Vägtrafikens medelvärde för L_{Amax} är 76,5 dB (Sd 7,3) vilket är högre än medelvärdet för tåg (L_{Amax} 70,5 dB, Sd 6,3).

Tabell 7. Bullernivåer från tåg och vägtrafik summerat vid de olika bostäderna – statistisk fördelning för de två exponeringsmåten (n=1953).

Summerad bullerexponering från tåg och vägtrafik		
	$L_{Aeq, 24h, tot}$	$L_{den, tot}$
Medelvärde	56,5	62,1
Sd	4,8	4,9
Median	55	61
Range	24	25
Minimum	48	54
Maximum	72	79
Percentiler		
25	53	58
50	55	61
75	60	65

Minimivärdet för summerad dygnskvivalentnivå från tåg och vägtrafik $L_{Aeq24h, tot}$ är 3 dB högre än för de båda bullerkällorna var för sig (48 respektive 45 dB). Minimivärdet för $L_{den, tot}$ är 6 dB högre än $L_{Aeq, 24h, tot}$, 54 respektive 48 dB.

Fördelningen över dygnet skiljer sig åt mellan tåg- och vägtrafiken. Trafikens dygnsfördelning ligger till grund för den schablonisering som gjorts vid beräkningarna av bullerexponering för de olika tidsmåten (dag, kväll, natt). Vägtrafiken har en lägre nivå under natten än under dagen (medianen -6 dB) medan tågtrafikens exponering är relativt jämnt fördelad över dygnet, ($L_{Aeq, 24h}$ 51 dB och $L_{Aeq, 22-06}$ 52 dB). Detta speglar förhållandet att en stor del av den tunga godstrafiken trafikerar järnvägen nattetid medan endast 10 % av vägtrafiken är i trafik nattetid. Fördelningen av bullernivåer över dygnet visas i figur 2.



Figur 2. Bullerexponeringen för olika bullermått och tidsperioder för tåg respektive vägtrafik. Mittstrecket i boxen visar medianvärdet och första och tredje kvartilen visas av de nedre respektive övre linjerna i boxen. Staplarna visar max- och min-värden och cirklarna visar extremvärden.

Samband mellan olika bullerexponeringsmått

Bullerkartläggningen är utförd som beräkningar av ekvivalenta ljudnivåer för dygnet, $L_{Aeq, 24h}$ för de olika bullerkällorna. Utifrån detta värde har de olika tidsmåten (dag, kväll och natt) beräknats schablonmässigt i relation till fördelningen av trafikmängden under dygnet. Till exempel, vid beräkningarna av buller från vägtrafik så har ekvivalentnivåvärden för dag och kväll (06-18, 18-22) höjts med 1 dB i relation till dygnet och ekvivalentvärden för natten (22-06) har sänkts med 5 dB. Detta beräknings sätt innebär att vi får sambandet 1 mellan de olika tidsmåten under dygnet (dygn, dag, kväll, natt). Sambanden för övriga exponeringsmått visas i tabell 8 och 9.

Tabell 8. Samband (Pearson r) mellan olika exponeringsmått för vägtrafikbuller samt summerad bullernivå från tåg och vägtrafik.

	$L_{Amax, väg}$	$L_{Aeq, 24h, väg}$	$L_{den, tot}$
	r	r	r
$L_{Aeq, 24h, tot}$	0,13	0,79	0,98
$L_{den, tot}$	0,09	0,70	
$L_{Aeq, 24h, väg}$	0,24		

Samtliga samband (Pearson r) är signifikanta ($p < 0,001$).

Tabell 9. Samband (Pearson r) mellan olika exponeringsmått för tågbuller samt summerad bullernivå från tåg och vägtrafik.

	$L_{Amax, tåg}$	$L_{Aeq, 24h, tåg}$	$L_{den, tot}$
	r	r	r
$L_{Aeq, 24h, tot}$	0,79	0,80	0,98
$L_{den, tot}$	0,86	0,87	
$L_{Aeq, 24h, tåg}$	0,99		

Samtliga samband (Pearson r) är signifikanta ($p < 0,001$).

Som framgår av tabellerna är sambandet mellan L_{Amax} och L_{Aeq} (dygn, dag, kväll och natt) för vägtrafik $r = 0,24$ ($p < 0,001$), vilket är ett väsentligt lägre än motsvarande samband för tåg ($r = 0,99$, $p < 0,001$).

BESKRIVNING AV UNDERSÖKNINGSPOPULATIONEN

Appendix 6 redovisar olika individkaraktistika som ålder, kön, civilstånd, medicin mot högt blodtryck, BMI, nedsatt hörsel, ljudkänslighet, typ av försörjning samt utbildning m.m. för olika bullerkategorier ($L_{Aeq24h, tot}$) samt totalt för undersökningspopulationen.

Medelåldern för hela populationen var 49 år och andelen kvinnor var 53 %. Majoriteten var sammanboende eller gifta (73 %), andelen hushåll med barn under 7 år var 14 % och andelen hushåll med ungdom 7-17 år var 30 %. En tredjedel av personerna upplever sig som ganska eller mycket känsliga för ljud och buller och var femte hade nedsatt hörsel. En majoritet (77 %) 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 var fjärde hade genomgått en universitetsutbildning i 3 år eller mer.

I de två lägre exponeringskategorierna hade en högre andel (27 %) en universitetsutbildning som var 3 år eller mer jämfört med 21 % i de båda högsta kategorierna (χ^2 , $p < 0,01$). En något högre andel i de lägsta exponeringskategorierna var mindre ljudkänsliga jämfört med de två högsta exponeringskategorierna (28 % respektive 37 %, χ^2 , $p < 0,001$).

BESKRIVNING AV BOSTÄDERNAS UTFORMNING

Bostadens utformning är av betydelse för olika upplevda effekter av buller från tåg och vägtrafik. I Appendix 7 visas en beskrivning av bostaden och dess utformning indelat på olika kategorier för summerad bullerexponering från tåg och vägtrafik. Svarsfrekvenser visas för typ av boende (småhus eller flerbostadshus), antal rum i bostaden, andel som äger sin bostad, boendetid i bostaden, typ av fönster, andel som bytt fönster på grund av trafikbuller samt vilka bullerkällor sovrums, balkong och uteplats vetter mot.

Majoriteten (72 %) bor i småhus, 84 % äger sin bostad och antalet rum i bostaden är 4,6 (medelvärde). Tiden som personerna har bott i sin bostad är i medeltal 12,8 år. Av dem som har angett vilken typ av fönster som finns i bostaden har 44 % uppgivit att de har 2-glasfönster och 43 % har uppgivit att de har 3-glasfönster, medan 13 % har båda typerna av fönster i bostaden. Fönster har bytts på grund av trafikbuller i totalt 10 % av bostäderna. Personer med högst bullerexponering har som väntat i högre grad (44 %) fått fönstren utbytta. I den högsta bullerkategorin är bostäderna disponerade så att flertalet har sina sovrums, balkonger och uteplatser mot järnväg större gata/trafikled eller bådadera och ett fåtal personer har sovrums, balkong och uteplats mot ”övrigt” (mindre gata, gård, trädgård, vatten grönområde eller annat). Vid de lägre exponeringskategorierna har majoriteten av de boende dessa utrymmen mot ”övrigt”.

Det finns signifikanta skillnader mellan de summerade bullerexponeringskategorierna och samtliga variabler som beskriver bostaden och dess utformning. De flesta skillnader är förväntade genom att det finns en stor andel flerbostadshus i centrum nära järnväg och motorväg medan småhusen är belägna på större avstånd från bullerkällorna. Det kan noteras att boendetiden i bostaden är signifikant kortare ju högre bullerexponering personerna har, medelvärdet är 14,2 år i lägsta exponeringskategorin och 11,2 år i den högsta exponeringskategorin.

Tillgång till tyst rum inomhus, tyst plats utomhus

I tidigare undersökningar inom ramen för forskningsprogrammet ”Ljudlandskap för bättre hälsa” [26] har visats att störning av buller är signifikant lägre om bostaden har tillgång till en tyst sida ($L_{Aeq, 24h} < 45$ dB). I Lerum har endast bullernivån för mest exponerad sida beräknats och någon kartläggning av hur många bostäder som har en tyst sida ingick inte i bullerkartläggningen. För att ändå få en viss uppfattning om det fanns tillgång till tyst sida ställdes frågor i enkäten om det fanns tysta rum inomhus och en tyst plats utomhus i anslutning till bostaden där inte buller från tåg, vägtrafik eller flyg märks. Vidare ställdes en fråga om det fanns tillgång till grönområden i närheten (inom 5 minuters gångavstånd från bostaden) eftersom det i tidigare studier [27] påvisats ett signifikant samband mellan bullerexponering och

hur ofta man använde närområdet för promenader. Tabell 10 visar tillgången till tysta rum inomhus och en tyst plats utomhus i anslutning till bostaden där buller från tåg, vägtrafik eller flyg inte märks.

Tabell 10. Andel (%) personer som har tillgång till tyst rum inomhus och tyst plats utomhus. Resultaten visas indelat på det summerade bullermåttet, $L_{Aeq, 24h, tot}$.

	Summerad bullernivå från tåg och vägtrafik $L_{Aeq, 24h, tot}$				
	48-52 dB n =452	53-57 dB n =726	58-62 dB n =530	63-72 dB n =245	Totalt n =1953
Andel (%) som anger att de har tillgång till:					
Tyst rum inomhus	62	56	44	27	50
Tyst plats utomhus	27	20	14	5	18

Tabellen visar att det är först vid bullernivåer under $L_{Aeq, 24h, tot}$ 58 dB som majoriteten av deltagarna (62 respektive 56 %) anger att de har tillgång till ett *tyst rum inomhus* i bostaden där de inte hör buller från väg-, tåg- eller flygtrafik. Skillnaderna är signifikanta mellan alla exponeringskategorier (χ^2 , $p < 0,001$) förutom mellan de två lägsta kategorierna.

För tillgång till *tyst plats utomhus* anger var femte deltagare i de två lägre kategorierna att de har tillgång till en tyst plats utomhus (27 respektive 20 %) mot var 10:e i de två högre bullerkategorierna. Skillnaderna är signifikanta mellan alla exponeringskategorier (χ^2 , $p < 0,001$).

TRIVSEL OCH ANVÄNDNING AV BOSTAD OCH BOSTADSOMRÅDE

Upplevelse av boendemiljön

Upplevelse av boendemiljön med avseende på trivsel med bostad och bostadsområde samt andelen som vill byta bostad visas i tabell 11.

Tabell 11. Andel (%) som trivs mycket bra i bostaden och bostadsområdet samt andel som önskar byta bostad på grund av miljöskäl och andra skäl i relation till summerad bullerexponering $L_{Aeq, 24h, tot}$.

	Summerad bullernivå från tåg och vägtrafik, $L_{Aeq, 24h, tot}$				
	48-52 dB n= 452	53-57 dB n= 726	58-62 dB n= 530	63-72 dB n= 245	Totalt n=1953
Trivsel med bostaden % mycket bra	73	66	56	47	63
Trivsel med bostadsområdet % mycket bra	64	59	42	40	53
Önskar byta bostad (%)	24	32	40	48	35
Önskar byta bostad pga.:					
Miljöskäl ¹⁾	4	10	21	28	14
Andra skäl ¹⁾	20	22	19	20	21

¹⁾ Andel av alla personer.

Det finns ett starkt samband mellan bullerexponering och trivsel i bostaden, bostadsområdet och önskan att byta bostad på grund av miljöskäl. Majoriteten av de boende trivs mycket bra med *bostaden* men andelen minskar signifikant med ökande buller (χ^2 , $p < 0,001$). Trivs mycket bra med *bostadsområdet* gör en majoritet av personerna i de två lägsta exponeringskategorierna men andelen minskar signifikant med ökande buller (χ^2 , $p < 0,001$) och vid bullernivåer över 57 dB trivs endast ca 40 %. *Önskan att byta bostad* av miljöskäl ökar med ökande bullerexponering (χ^2 , $p < 0,001$) och 28 % i högsta bullerkategorin skulle byta bostad av miljöskäl om de fick en lämplig bostad i ett annat område.

Användning av balkong, uteplatser och närmiljö

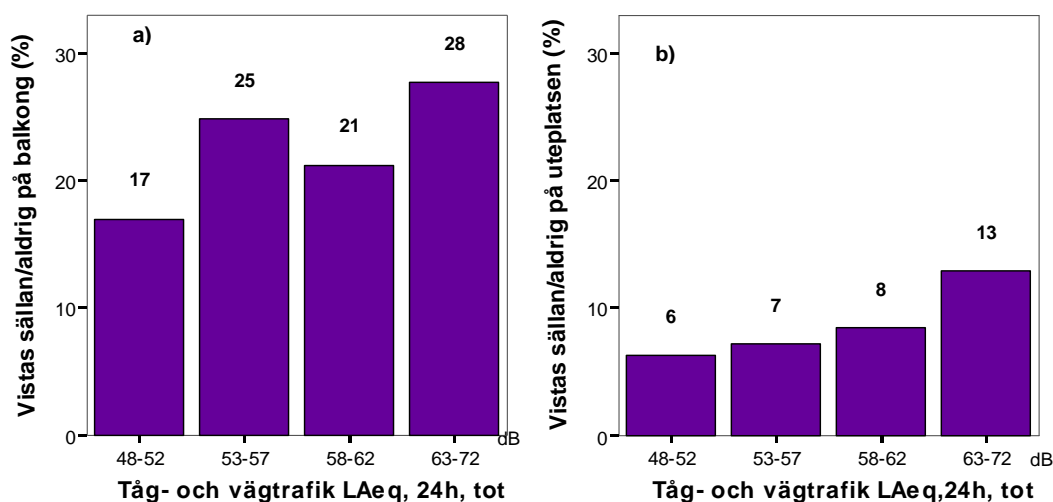
Av den totala undersökningspopulationen har 57 % uppgett att bostaden har balkong, 88 % har uppgett att de har uteplats och de allra flesta (94 %) har tillgång till grönområden, se tabell 12.

Tabell 12. Andel (%) som har tillgång till balkong respektive uteplats i relation till summerad bullernivå från tåg och vägtrafik ($L_{Aeq, 24h, tot}$).

	Summerad bullernivå från tåg och vägtrafik $L_{Aeq, 24h, tot}$				
	48-52 dB n=452	53-57 dB n=726	58-62 dB n=530	63-72 dB n=245	Totalt n=1953
Andel (%) som har:					
Balkong	52	56	64	54	57
Uteplats i anslutning till bostaden	89	93	82	80	88
Grönområden inom 5 min gångavstånd från bostaden	97	95	94	88	94

Tabellen visar att i den högsta bullerkategorin har en signifikant (χ^2 , $p > 0,001$) lägre andel (88 %) än i de övriga 3 kategorierna angett att de har tillgång till *grönområden* inom 5 minuters gångavstånd.

Användning av balkong respektive uteplats analyserades i relation till bullernivå utgående från svaren på frågorna ”Hur ofta brukar du vistas på din balkong (uteplats) - när vädret tillåter?”. Figur (3) visar andelen som sällan/aldrig vistas på sin balkong respektive uteplats i relation till summerad bullerexponering $L_{Aeq24h, tot}$.

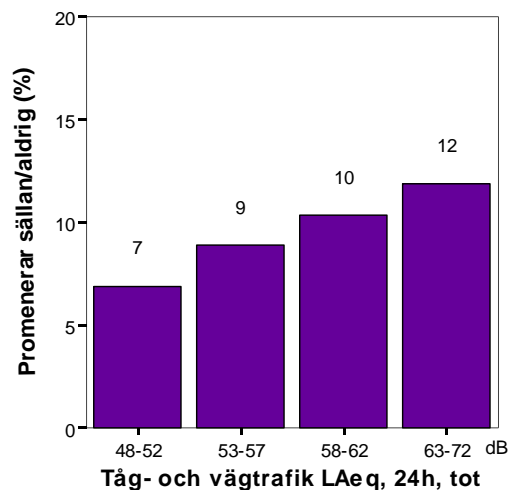


Figur 3. Andel (%) personer som sällan/aldrig (a) vistas på sin balkong respektive (b) vistas på sin uteplats i relation till summerad bullernivå, $L_{Aeq24h, tot}$.

Figur a visar att en högre andel av de boende (28 %) sällan/aldrig vistas på *balkongen* i den högsta bullerkategorin jämfört med 17 % i den lägsta bullerkategorin.

Figur b visar att det finns en trend ($p = 0,007$) att vistas signifikant mer sällan på sin *uteplats* med ökande bullernivå.

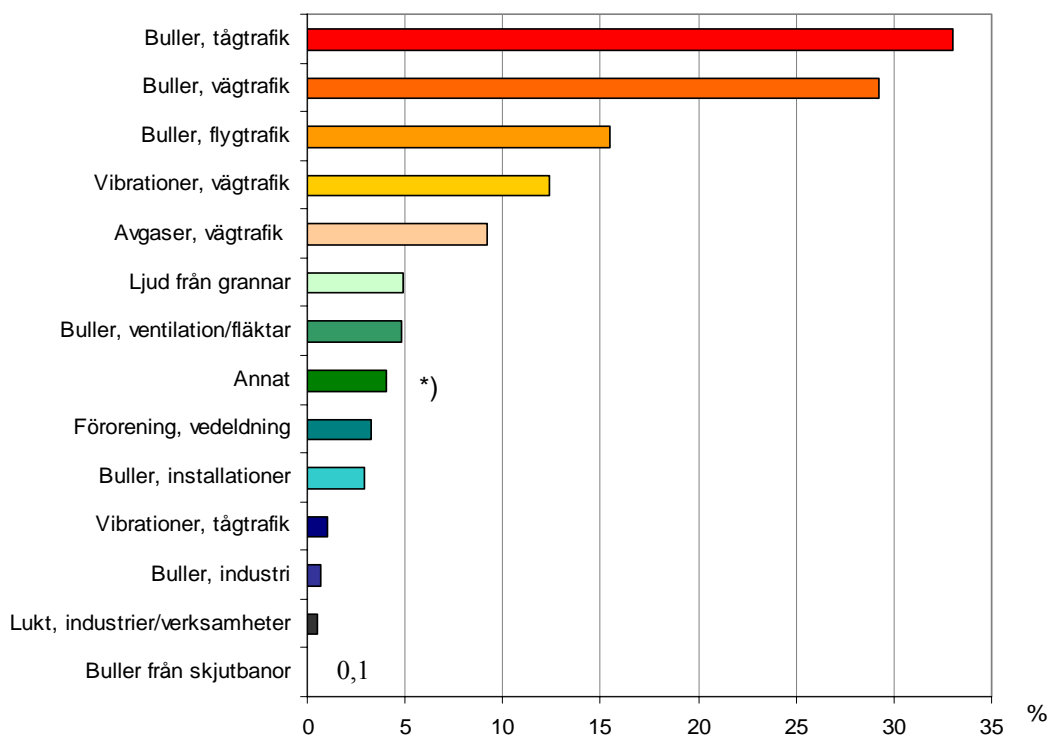
En majoritet har angett att de har tillgång till grönområden inom 5 minuters promenadavstånd från sin bostad. Resultaten på frågan "Hur ofta du brukar promenera/motionera i omgivningen - när vädret tillåter"? visar att med ökande bullernivå, finns en signifikant trend ($p = 0,02$) att de boende promenerar mer sällan i den nära omgivningen (figur 4).



Figur 4. Andel (%) som sällan/aldrig promenerar i den nära omgivningen i relation till summerad bullerexponering $L_{Aeq24h, tot}$.

STÖRNING AV OLIKA OLÄGENHETSKÄLLOR

Enkäten innehöll frågor om störningar från vanligt förekommande olägenheter i ett bostadsområde som kan vara störande eller besvärande. Störningsskalan var en 6-gradig kategoriskala från ”märker inte” till ”störs oerhört mycket”. Andelen personer som är ganska, mycket eller oerhört mycket störda från olika källor redovisas i figur 5. I Appendix 8A visas resultaten i relation till summerad bullerexponering ($L_{Aeq24h, tot}$).



*) Annat avser t ex hundar, mopeder, motorcyklar, restauranger, lukt.

Figur 5. Andel (%) personer som är ganska, mycket eller oerhört mycket störda hemma av olika olägenhetskällor.

De dominerande störningarna är buller från tåg, vägtrafik och flyg och de avgaser och vibrationer som vägtrafiken för med sig. Var tjugonde respondent anser att ljud/buller från ventilation/fläktar och ljud från grannar är störande. I övrigt är det en låg andel som upplever sig störda.

20 personer (1 %) av de boende angav att de var ganska, mycket eller oerhört mycket störda av vibrationer från tåg. Ytterligare 5 personer angav att de märkte, men att de inte var särskilt störda av vibrationer från tåg.

STÖRNING AV BULLER FRÅN TÅG OCH VÄGTRAFIK

Tre standardiserade [21] frågor om störning ställdes i relation till buller från tåg, vägtrafik respektive flyg. 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 respektive flyg).” Svartalternativen var ”störs inte alls, störs inte särskilt mycket, störs ganska mycket, störs mycket och störs oerhört mycket”. Dessutom ingick en 4:e fråga om störning från den totala trafikljudmiljön med samma svartalternativ som var formulerad ”Om Du tänker på de senaste 12 månaderna, hur störd eller besvärad är Du av den totala trafikljudmiljön (buller från vägtrafik, tåg och flyg) när Du befinner Dig hemma”? I resultatredovisningen anges störning som andel som svarat att de störs ganska mycket, störs mycket eller störs oerhört mycket.

Störning av vägtrafikbuller

Samband mellan störning av vägtrafikbuller och olika bullermått

Som beskrivet tidigare (i avsnittet, samband mellan olika bullerexponeringsmått) har bullerexponeringen beräknats som ekvivalenta dygnsvärden och de olika tidsindelningarna över dygnet (dag, kväll, natt) är schablonmässigt framräknade i förhållande till trafikmängdens fördelning över dygnet. Som väntat medför detta att dygnsvärdet och de olika tidsindelningarna har lika högt samband med störningen. Sambandet mellan störning av vägtrafikbuller och $L_{Aeq,24h}$ respektive L_{Amax} visas i tabell 13.

Tabell 13. Korrelationskoefficienten (r_s) för samband på individnivå, mellan allmän störning (skala 1-5) av vägtrafikbuller och exponering beräknad som ekvivalentnivå respektive maxnivå.

	$L_{Aeq, 24h}$	L_{Amax}
	r_s	r_s
Störning av vägtrafikbuller	0,40	0,02

$p < 0,001$ för $L_{Aeq, 24h}$.

Ett relativt starkt samband förelåg mellan störning av vägtrafikbuller och $L_{Aeq, 24h}$ men sambandet var mycket svagt mellan störning och L_{Amax} -nivå.

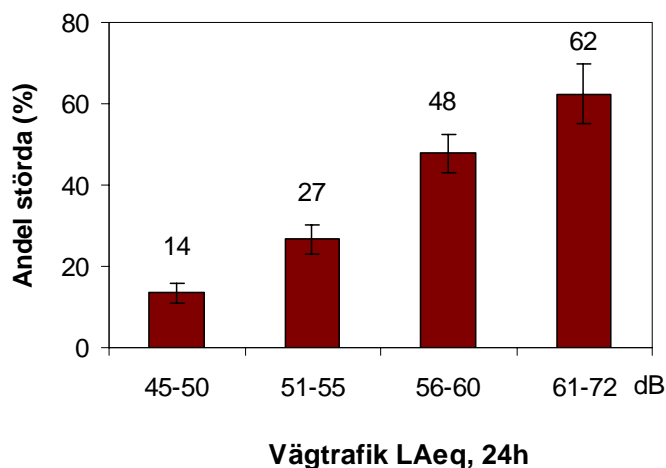
Samband mellan störning av vägtrafikbuller och bullernivå

Störning av vägtrafikbuller redovisas i tabell 14 för de olika svarskategorierna på den 5-gradiga störningsskalan.

Tabell 14. Andel (%) störda av vägtrafikbuller vid olika bullernivåer.

Andel (%) störda i respektive kategori	Bullernivå från vägtrafik $L_{Aeq, 24h}$				Totalt n= 1953
	45-50 dB n= 762	51-55 dB n= 590	56-60 dB n= 434	61-70 dB n= 167	
Störs inte alls	45	29	12	12	30
Störs inte särskilt mycket	42	44	40	26	41
Störs ganska mycket	8	12	20	23	13
Störs mycket	5	8	16	17	9
Störs oerhört mycket	1	7	12	22	7

Tabellen visar att det finns ett starkt samband mellan störning av vägtrafikbuller och bullerexponering. Andelen som inte störs alls minskar från 45 % i den lägsta bullerkategorin (45-50 dB) till 12 % i den högsta bullerkategorin medan andelen som anger att de störs oerhört mycket av vägtrafikbuller ökar från 1 % i den lägsta till 22 % i den högsta bullerkategorin. I figur 6 visas andelen som är ganska, mycket eller oerhört mycket störda av vägtrafikbuller.



Figur 6. Andel (%) och 95% konfidensintervall för ganska, mycket eller oerhört mycket störda av vägtrafikbuller i relation till bullernivå från vägtrafik $L_{Aeq, 24h}$.

Som framgår av figuren finns det ett starkt samband mellan andelen som är ganska, mycket eller oerhört mycket störda av vägtrafikbuller och bullerexponering från vägtrafik. I tabell 15 nedan redovisas samma data men här redovisas också prevalenskvot (andel störda jämfört med den lägsta bullerkategorin) med konfidensintervall, som visar en statistiskt signifikant ökning av störningen i relation till bullernivå från vägtrafiken.

Tabell 15. Andel (%) som är ganska, mycket eller oerhört mycket störda av vägtrafikbuller samt relativ risk i form av prevalenskvot med konfidensintervall mellan olika bullernivåer från vägtrafik (Referensnivå=1 för lägsta bullerkategorin).

Bullernivåer från vägtrafik $L_{Aeq, 24h}$	Ganska, mycket och oerhört mycket störda (%)	Prevalenskvot (RR)	Konfidensintervall 95 %
45-50 dB	14	1	
51-55 dB	27	2,0	1,6-2,5
56-60 dB	48	3,6	2,9-4,4
61-70 dB	62	4,6	3,7-5,7

Den relativa risken att bli störd av vägtrafikbuller vid en ökning från 45-50 till en exponering mellan 51-55 dB är 2,0, dvs. en fördubblad risk. Vid nivåer över 60 dB är (en ökning med 15 dB) är risken att bli störd av vägtrafikbuller nästan 5 ggr högre.

Störning av vägtrafikbuller utvärderades med ytterligare två frågor rörande *hur ofta* man var störd inomhus med stängt respektive med öppet fönster. Fler och fler blir störda inomhus med både öppet och stängt fönster med ökande exponering av vägtrafikbuller, se tabell 16.

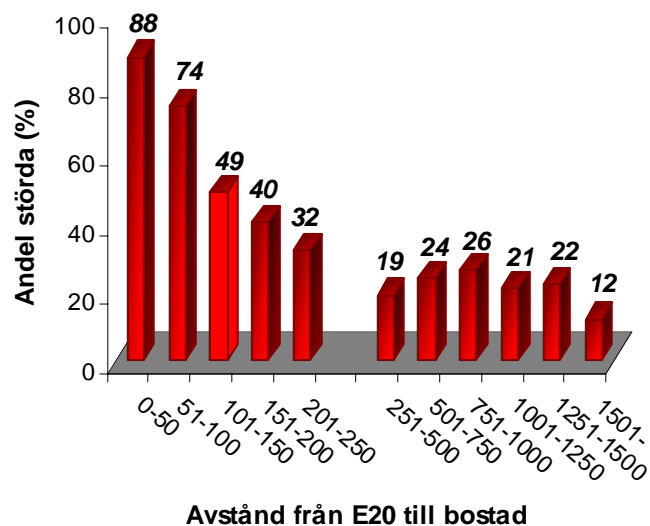
Tabell 16. Andel (%) personer som störs eller besväras av vägtrafikbuller varje dag/flera gånger per vecka inomhus med öppet respektive stängt fönster vid olika bullernivåer.

Andel (%) som störs varje dag eller flera gånger per vecka	Bullernivå från vägtrafik $L_{Aeq, 24h}$				Totalt n=1953
	45-50 dB n= 762	51-55 dB n= 590	56-60 dB n= 434	61-70 dB n= 167	
Inomhus med öppet fönster	17	36	57	72	36
Inomhus med stängt fönster	8	20	40	50	22

Som visas i tabellen störs 17 % av de boende med *öppet fönster* varje dag eller flera gånger per vecka i den lägsta bullerkategorin jämfört med 72 % i den högsta. 8 % störs varje dag eller flera gånger per vecka även med *stängt fönster* i den lägsta och 50 % i den högsta bullerkategorin. Andelen som störs eller besväras av vägtrafikbuller med stängt respektive öppet fönster ökar signifikant (χ^2 , $p < 0,001$) med högre bullernivåer.

Avstånd från motorvägen till bostaden och störning av buller från vägtrafik

Motorvägen E20 är den helt dominerande källan till vägtrafikbuller i kommunen. De flesta personerna i undersökningsområdet bor mellan 250 och 1 000 m från motorvägen, drygt 25 % (541 personer) är bosatta inom 250 m från motorvägen och 12 % bor på mer än 1 000 m avstånd från motorvägen. I figur 7 visas samband mellan andel störda av vägtrafikbuller och avstånd till motorvägen.



Figur 7. Samband mellan andel störda av vägtrafikbuller och avståndet i meter, från bostad till motorväg.

Ett signifikant samband ($r_s = -0,60$, $p < 0,001$) finns mellan störning av vägtrafikbuller och avstånd till motorvägen upp till 250 m avstånd. Därefter är avståndet till motorvägen så långt att andra trafikbullerkällor som lokala gator och vägar spelar en större roll för störningen.

Störning av tågbuller

Samband mellan störning av tågbuller och olika bullermått

I tabell 17 visas att sambandet (Spearman r_s) mellan störning av tågbuller och buller är lika högt för ekvivalenta ljudnivåer och maxnivåer.

Tabell 17. Korrelationskoefficienten (r_s) för samband på individnivå, mellan allmän störning (skala 1-5) av tågbuller och exponering beräknad som ekvivalentnivå respektive maxnivå.

	$L_{Aeq, 24h}$	L_{Amax}
	r_s	r_s
Störning av tågbuller	0,43	0,42

Båda sambanden är signifikanta, $p < 0,001$

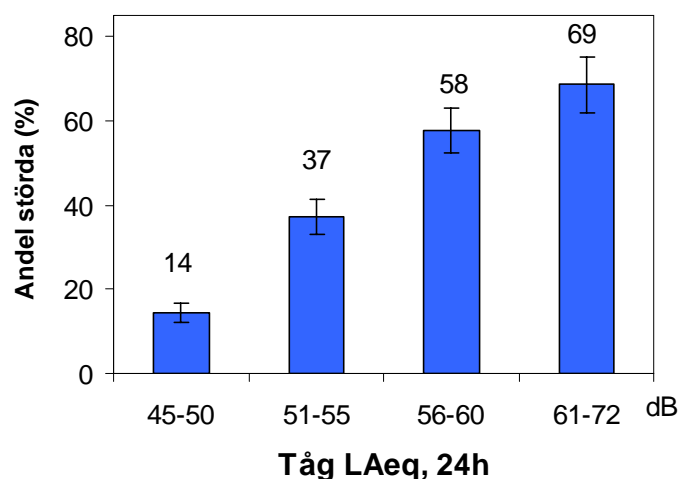
Samband mellan störning av tågbuller och bullernivå

Störning av tågbuller redovisas i tabell 18 för de olika svarsalternativen på den 5-gradiga störningsskalan.

Tabell 18. Andel (%) störda av tågbuller vid olika bullernivåer.

Andel (%) störda i respektive kategori	Bullernivå från tåg $L_{Aeq, 24h}$				Totalt n=1953
	45-50 dB n= 925	51-55 dB n=507	56-60 dB n= 331	61-72 dB n= 190	
Störs inte alls	36	22	9	6	25
Störs inte särskilt mycket	49	41	33	26	42
Störs ganska mycket	9	19	20	22	15
Störs mycket	4	11	18	23	10
Störs oerhört mycket	2	7	20	23	8

Tabellen visar att det finns ett starkt samband mellan störning och bullerexponering från tåg. Andelen som inte störs alls minskar från 36 % i den lägsta bullerkategorin (45-50 dB) till 6 % i den högsta, medan andelen som anger att de störs oerhört mycket av tågbuller ökar från 2 % i den lägsta, till 23 % i den högsta bullerkategorin. I figur 8 visas andelen som är ganska, mycket och oerhört mycket störda av tågbuller.



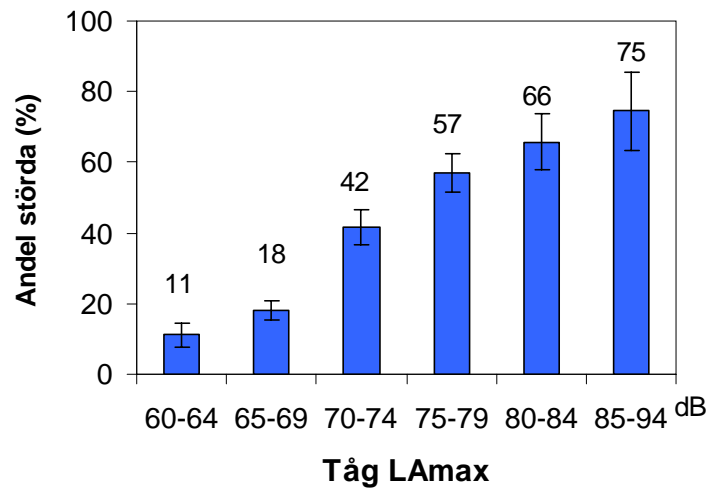
Figur 8. Andel (%) och 95% konfidensintervall för ganska, mycket och oerhört mycket störda av tågbuller i relation till bullernivå från tåg $L_{Aeq, 24h}$.

Som framgår av figuren finns det ett starkt samband mellan andelen som är ganska, mycket och oerhört mycket störda av tågbuller och bullerexponering från tåg. Andelen störda ökar från 14 % vid nivån 45-50 dB till 69 % vid den högsta nivån (61-72 dB). I tabellen nedan redovisas samma data kompletterat med prevalenskvot med konfidensintervall, som visar en statistiskt signifikant ökning av störningen i relation till bullernivå från tåg.

Tabell 19. Andel (%) ganska, mycket och oerhört mycket störda av tågbuller samt relativ risk i form av prevalenskvot med konfidensintervall mellan olika exponeringskategorier från tåg.

Bullernivå från tåg $L_{Aeq, 24h}$	Ganska, mycket och oerhört mycket störda (%)	Prevalenskvot (RR)	Konfidensintervall 95 %
45-50 dB	14	1	
51-55 dB	37	2,6	2,1-3,1
56-60 dB	58	4,0	3,3-4,8
61-72 dB	69	4,8	4,0-5,7

Tabellen visar att den relativa risken för störning är mer än fördubblad då bullernivån ökar från 45-50 dB till 51-55 dB. Riskökningen att uppleva sig störd är närmare 5 gånger högre vid bullernivåer över 60 dB.



Figur 9. Andel (%) och 95% konfidensintervall för ganska, mycket och oerhört mycket störda av tågbuller i relation till bullernivå från tåg L_{Amax} .

I figur 9 visas att det finns ett starkt samband mellan andelen som är ganska, mycket och oerhört mycket störda av tågbuller och bullerexponering från tåg beräknat som maximalnivå. I den lägsta bullerkategorin är 11 % störda och i den högsta är nästan 7 gånger fler störda (75 %).

I tabell 20 redovisas *hur ofta* man är störd av tågbuller. Resultaten visar att fler och fler blir störda inomhus både med öppet och stängt fönster med ökande bullerexponering.

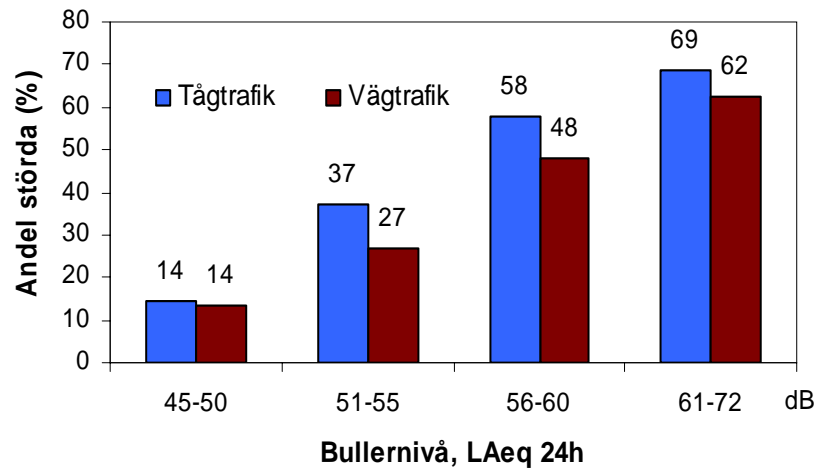
Tabell 20. Andel (%) personer som störs eller beväras av tågbuller varje dag/flera gånger per vecka inomhus med stängt respektive öppet fönster.

Andel (%) som störs varje dag eller flera gånger per vecka	Bullernivå från tåg $L_{Aeq, 24h}$				
	45-50 dB n=925	51-55 dB n=507	56-60 dB n=331	61-72 dB n=190	Totalt n=1953
Inomhus med öppet fönster	17	39	67	79	37
Inomhus med stängt fönster	8	28	54	71	27

Med *öppet fönster* är 17 % av de boende störda varje dag eller flera gånger per vecka i den lägsta bullerkategorin och 79 % störs i den högsta bullerkategorin. Även med *stängt fönster* störs 8 % varje dag eller flera gånger per vecka i den lägsta bullerkategorin och 71 % i den högsta bullerkategorin. Andelen som störs eller beväras av tågbuller med stängt respektive öppet fönster ökar båda signifikant (χ^2 $p < 0,001$) med högre bullernivåer.

JÄMFÖRELSE MELLAN STÖRNING AV BULLER FRÅN TÅG OCH VÄGTRAFIK

Det är naturligtvis intressant att jämföra störningen av buller från tåg och vägtrafik vid lika ljudnivåer. I internationella såväl som i tidigare svenska undersökningar brukar man finna att buller från tåg stör mindre än buller från vägtrafik men i denna undersökning finner vi att bullret från tågtrafiken stör mer. Figuren nedan visar andelen som är ganska, mycket eller oerhört mycket störda av tågbuller i relation till bullerexponering från tåg och andelen störda av vägtrafikbuller i relation till bullerexponering från vägtrafik.



Figur 10. Andel (%) ganska mycket, mycket eller oerhört mycket störda av buller från tåg respektive vägtrafik i relation till exponering av buller från respektive källa.

Av figuren framgår att störningen är lika i den lägsta bullerkategorin men i de två mellersta kategorierna, som omfattar 51-60 dB, är andelen störda signifikant högre (χ^2 , $p < 0,001$) för buller från tåg, en skillnad på 10 procentenheter. I den högsta bullerkategorin är skillnaden inte signifikant och minskar till 7 procentenheter.

Samverkande effekter på störning av buller från tåg och vägtrafik

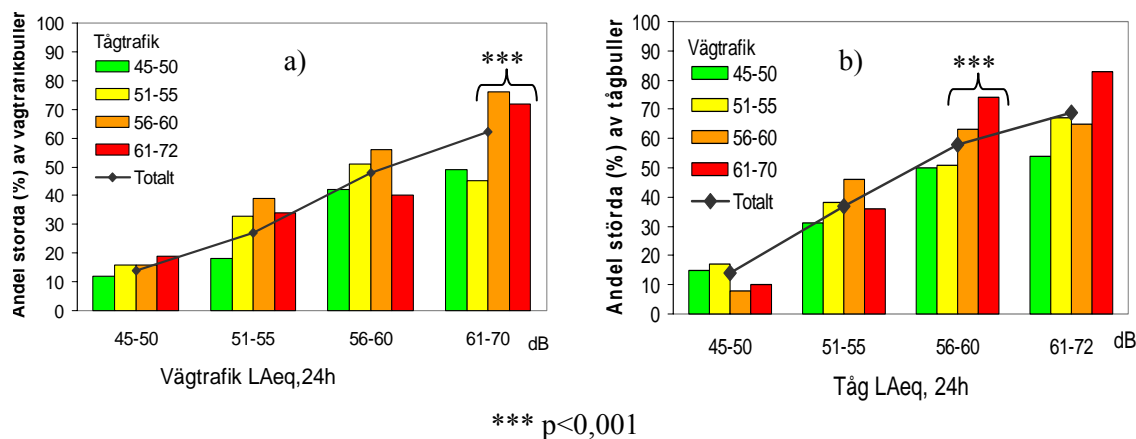
En mer ingående analys gjordes av störning av tågbuller och vägtrafikbuller för att undersöka om ljudnivån från vägtrafikbuller påverkade störningsupplevelsen av tågbuller och vice versa. Undersökningspopulationen är indelad i 16 grupper (se tabell 2) utgående från bullerexponeringen från tåg- respektive vägtrafik. För att i detalj studera hur störningen förändras i förhållande till de båda bullerkällorna har materialet analyserats i dessa 16 grupper på två olika sätt.

I figuren till vänster (11a) visas andel av populationen som är ganska, mycket eller oerhört mycket störd av buller från *vägtrafik* samtidigt som varje kategori för vägtrafik är indelad i de 4 olika kategorierna för exponering av tågbuller som de boende kan var exponerade för. Den svarta linjen visar medelvärdet av de 4 staplarna för störning av buller från vägtrafik inom varje kategori för vägtrafikbullerexponering.

a)

b)

I figuren till höger (11b) har motsvarande analys gjorts för andel av populationen som är ganska, mycket eller oerhört mycket störd av *tågbuller* samtidigt som varje kategori för tåg är indelad i de 4 olika kategorierna för exponering av vägtrafikbuller som de boende kan var exponerade för. Den svarta linjen visar medelvärdet av de 4 staplarna för störning av tågbuller inom varje kategori för tågbullerexponering.



Figur 11 a-b. Andel (%) ganska, mycket eller oerhört mycket störda av buller från (a) vägtrafik och (b) tåg.

Figuren till vänster (11a) visar att störning av vägtrafikbuller varierar med ljudnivån från tåg med undantag för den lägsta bullerkategorin. Störning av vägtrafikbuller är högre om det samtidigt förekommer höga ljudnivåer från tåg (röda och orange staplar). Mönstret är dock inte entydigt, som framgår av den tredje gruppen staplar (56-60 dB). Statistisk testning gjordes med en logistisk regressionsmodell, vilken som förklarande variabler innehåller såväl de fyra vägtrafikbullerkategorierna som två interaktionstermer: mellan de två högsta tågbullerkategorierna (sammanslagna) och den högsta respektive näst högsta vägtrafikbullerkategorin. Resultatet visade en statistiskt signifikant interaktion ($p < 0,001$) i den högsta vägbullerkategorin (jämför de fyra staplarna längst till höger i figur 11a), dvs. högt tågbuller bidrar signifikant till störning från vägtrafikbuller för personer i den högsta vägtrafikbullerkategorin.

Figuren till höger (11b) visar att störning av tågbuller varierar beroende på nivån från vägtrafikbuller. I den lägsta bullerkategorin kan man se att förekomst av höga bullernivåer från vägtrafik inte spelar någon större roll för störning av tågbuller. I den näst lägsta kategorin (51-55) är bilden inte entydig. I de två högsta exponeringskategorierna däremot, ökar störningen av tågbuller med ökande exponering av vägtrafikbuller. Statistisk testning gjordes även här med en logistisk regressionsmodell, vilken som förklarande variabler innehåller såväl de fyra tågbullerkategorierna som två interaktionstermer: mellan de två högsta vägbullerkategorierna (sammanslagna) och den högsta respektive näst högsta tågbullerkategorin. Resultatet visade en statistiskt signifikant interaktion ($p < 0,001$) i den näst högsta tågbullerkategorin (jämför de fyra staplarna näst längst till höger (56-60) i figur 11b), dvs. högt vägtrafikbuller bidrar signifikant till störning från tågbuller för personer i denna tågbullerkategori.

STÖRNING AV BULLER FRÅN DEN TOTALA TRAFIKLJUDMILJÖN

Samband mellan störning och olika bullermått

I tabell 21 visas att sambandet (Spearman r_s) mellan störning av buller från den totala trafikljudmiljön och olika bullerexponeringsmått är lika för ekvivalentnivåer och maximalnivåer.

Tabell 21. Korrelationskoefficienten (r_s) för samband på individnivå, mellan störning (skala 1-5) av den totala trafikljudmiljön och de summerade bullerexponeringsmåten, $L_{Aeq, 24h, tot}$ respektive $L_{den, tot}$.

	$L_{Aeq, 24h, tot}$	$L_{den, tot}$
	r_s	r_s
Störning av den totala trafikljudmiljön	0,37	0,37

Båda sambanden är signifikanta, $p < 0,001$.

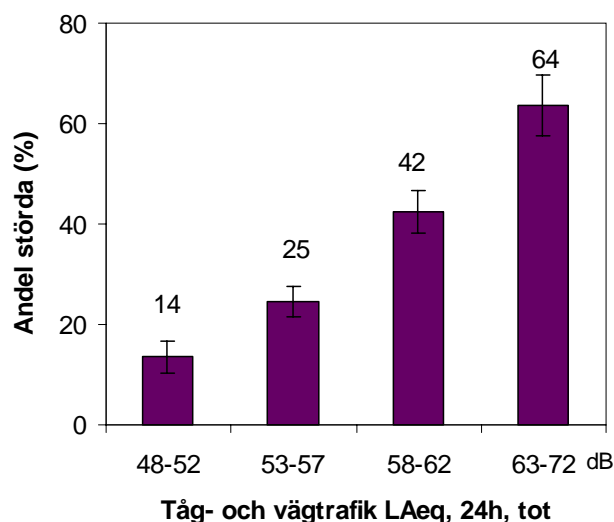
Samband mellan störning av den totala trafikljudmiljön och bullernivå

Störning av den totala trafikljudmiljön redovisas i tabell 22 för de olika svarsalternativen på den 5-gradiga störningsskalan.

Tabell 22. Andel (%) störda av den totala trafikljudmiljön i relation till summerad bullerexponering $L_{Aeq, 24h, tot}$.

Andel (%) störda i respektive kategori	Summerad bullernivå från tåg och vägtrafik, $L_{Aeq, 24h, tot}$				
	48-52 dB n= 452	53-57 dB n= 726	58-62 dB n= 530	63-72 dB n= 245	Totalt n=1953
Störs inte alls	32	25	12	10	21
Störs inte särskilt mycket	54	51	45	27	47
Störs ganska mycket	10	14	19	27	16
Störs mycket	3	7	14	19	9
Störs oerhört mycket	1	4	9	18	7

Av tabellen framgår att det finns ett starkt samband mellan störning och bullerexponering. Andelen som inte störs alls minskar från 32 % i den lägsta bullerkategorin till 10 % vid nivåer över 63 dB. Andelen oerhört mycket störda av buller från den totala trafikljudmiljön fördubblas för varje 5 dB ökning, från 1 % vid de lägsta bullernivåerna till 18 % i den högsta bullerkategorin. I figur 12 visas andel som är ganska, mycket och oerhört mycket störda av den totala trafikljudmiljön.



Figur 12. Andel (%) och 95% konfidensintervall för ganska, mycket och oerhört mycket störda av buller från den totala trafikljudmiljön i relation till summerad bullerexponering, $L_{Aeq, 24h, tot}$.

I tabellen nedan redovisas samma data kompletterat med prevalenskvot med konfidensintervall, som visar en statistiskt signifikant ökning av störningen mellan exponeringskategorierna i relation till summerad bullerexponering.

Tabell 23. Andel (%) ganska, mycket och oerhört mycket störda av den totala trafikljudmiljön, samt relativ risk i form av prevalenskvot med konfidensintervall mellan olika exponeringskategorier i relation till summerad bullerexponering, $L_{Aeq, 24h, tot}$.

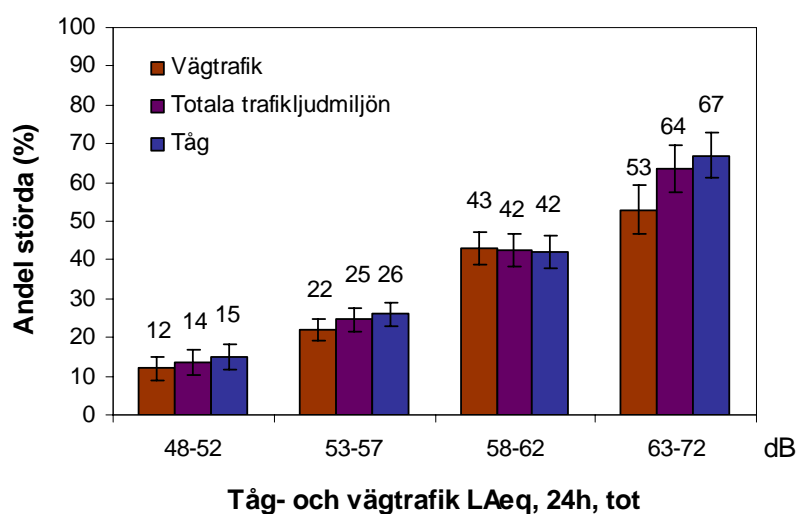
Bullernivå från summerad exponering $L_{Aeq, 24h, tot}$	Ganska, mycket och oerhört mycket störda (%)	Prevalenskvot (RR)	Konfidensintervall 95 %
48-52 dB	14	1	
53-57 dB	25	1,8	1,4-2,4
58-62 dB	42	3,1	2,4-4,0
63-72 dB	64	4,7	3,7-5,9

Tabellen visar att den relativa risken för störning är nästan fördubblad då bullernivån ökar från 48-52 dB till 53-57 dB. Vid ytterligare 5 dB ökning är risken 3 gånger högre och relativa risken för störning i högsta exponeringskategorin är nästan fem gånger högre än i den lägsta bullerkategorin.

Störning av den totala trafikljudmiljön jämfört med störning av enskilda bullerkällor

Andelen störda av de olika trafikslagen har redovisats tidigare i relation till bullernivå från respektive bullerkälla men här visas de i relation till den summerade bullerexponeringen från tåg och vägtrafik $L_{Aeq, 24h\ tot}$.

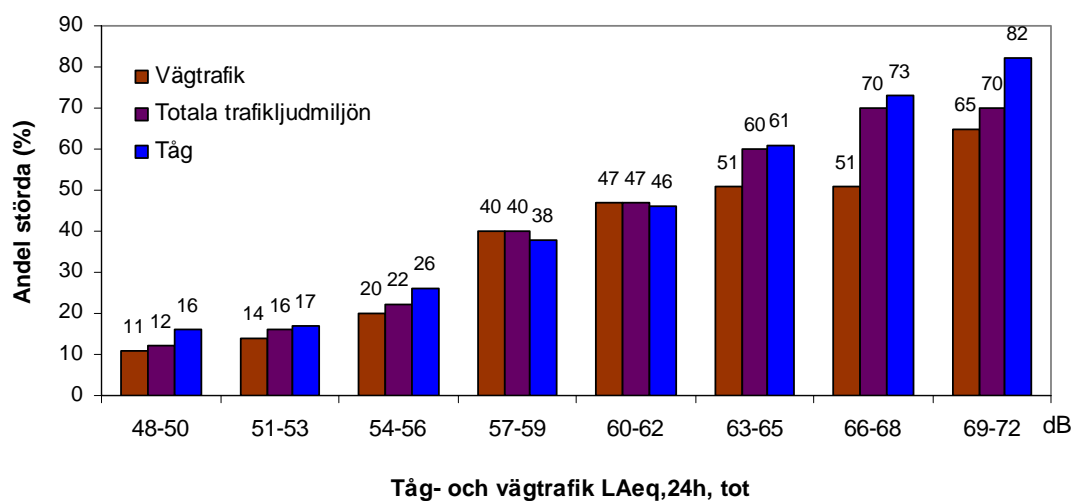
Figur 13 visar andelen med 95 % konfidensintervall som är ganska, mycket och oerhört mycket störda av buller hemma i sitt bostadsområde av buller från vägtrafik, tåg respektive den totala trafikljudmiljön, i relation till summerad bullerexponering.



Figur 13: Andel (%) och 95 % konfidensintervall för ganska, mycket och oerhört mycket störda av buller från vägtrafik, tåg och den totala trafikljudmiljön i relation till summerad bullernivå $L_{Aeq, 24h, tot}$.

Det framgår av figuren att i de tre lägre bullerkategorierna är störningen lika för störning av buller från vägtrafik, tåg och den totala trafikljudmiljön. Konfidensintervallen är något vidare i den högsta bullerkategorin än i de lägre exponeringskategorierna. I den högsta bullerkategorin (63-72 dB) är andelen störda av vägtrafik signifikant lägre (11 procentenheter, McNemar-test, $p < 0,001$) än andelen störda av den totala trafikljudmiljön. Andelen störda av tågbuller är signifikant högre (14 procentenheter, McNemar-test, $p < 0,001$) än andelen störda av vägtrafikbuller.

För att mera i detalj studera och analysera störning av buller från vägtrafik, tåg respektive den totala trafikljudmiljön delades undersökningsmaterialet in i 8 exponeringsgrupper i 3 dB intervall (från som lägst $L_{Aeq, 24h, tot}$ 48-50 dB till som högst 69-72 dB). Resultatet framgår av figur 14.



Figur 14: Andel (%) ganska, mycket och oerhört mycket störda av buller från vägtrafik, tåg och den totala trafikljudmiljön i relation till summerad bullernivå $L_{Aeq, 24h, tot}$, indelad i 3 dB intervall.

Figuren visar att störning av de enskilda bullerkällorna (vägtrafik respektive tåg) och störning av den totala trafikljudmiljön är ungefär densamma i de 5 lägsta exponeringskategorierna. I de tre högsta kategorierna är skillnaderna i störning stora. Vägtrafikbuller stör mindre än tågbuller, en differens på 10, 22 respektive 17 %. Skillnaderna mellan störning av tågbuller och störning av den totala trafikljudmiljön är avsevärt mindre, endast 1, 3 respektive 12 % i de tre högsta bullerkategorierna.

Ytterligare analyser gjordes för att finna förklaringar till de, relativt sett, stora skillnaderna i störning i de tre högsta bullerkategorierna. Bullernivån i $L_{Aeq, 24h}$ för vägtrafik respektive tåg var relativt lika inom de olika bullerkategorierna för summerad exponering, däremot förelåg stora skillnader i L_{Amax} (se tabell 24 nedan) mellan vägtrafikbuller och tågbuller.

Tabell 24. Medianvärde för L_{Amax} för tåg och vägtrafik samt differensen mellan dem i varje bullerkategori summerad bullernivå från tåg och vägtrafik $L_{Aeq, 24h tot}$.

	Summerad bullernivå från tåg och vägtrafik, $L_{Aeq, 24h tot}$ (dB)							
	48-50	51-53	54-56	57-59	60-62	63-65	66-68	69-72
	n=142	n=526	n=403	n=377	n=260	n=146	n=66	n=33
Tåg L_{Amax} (Md)	65	66	69	73	75	81	86	86
Väg L_{Amax} (Md)	74	79	78	78	77	78	79	80
Differens tåg-väg	-9	-13	-9	-5	-2	+3	+7	+6

L_{Amax} -nivån i de olika bullerkategorierna varierar mellan 65 och 86 dB för tågbuller och mellan 74 och 80 dB för vägtrafikbuller. I de 5 lägsta bullerkategorierna är medianen för tågbuller mellan 5 och 13 dB lägre än för vägtrafikbuller. Vid exponering från och med exponeringskategorin 63-65 dB sker en förändring av fördelningen av bullerexponeringen mellan tåg och vägtrafik. I de 3 högsta bullerkategorierna (där tågbuller upplevs som mer störande än vägtrafikbuller), är medianvärdena för L_{Amax} 3 till 7 dB högre för tågbuller. Kartorna

i Appendix 4A och 4B visar var de personer som har högst summerad exponering från tåg- och vägtrafikbuller är bosatta.

Störning av den totala trafikljudmiljön vid en eller två huvudkällor

För att analysera inverkan på störning om de boende är exponerade för en respektive två bullerkällor har olika delpopulationer valts ut (tabell 25). Grupp 1 och 2 bor i bostäder som är exponerade för låga nivåer från *en* bullerkälla (45-50 dB) från antingen vägtrafik eller tåg, samtidigt som de är exponerade för den andra (dominerande) bullerkällan inom intervallen 50-55, 56-60 eller 61-72 dB. Tillskottet från bullerkällan med låg nivå ger i summerad bullerexponering en ökning i bullernivå med 3 dB i kategorin 45-50 dB (48-51 dB). I kategorin 51-55 dB valdes de personer ut som låg inom intervallet 54-55 dB för att få lika bullernivå i alla grupper inom denna kategori. Grupp 3 har valts ut bland personer som bor i bostäder som är ungefär *lika mycket* exponerade för båda bullerkällorna. Totalt ingår 1361 personer i analysen.

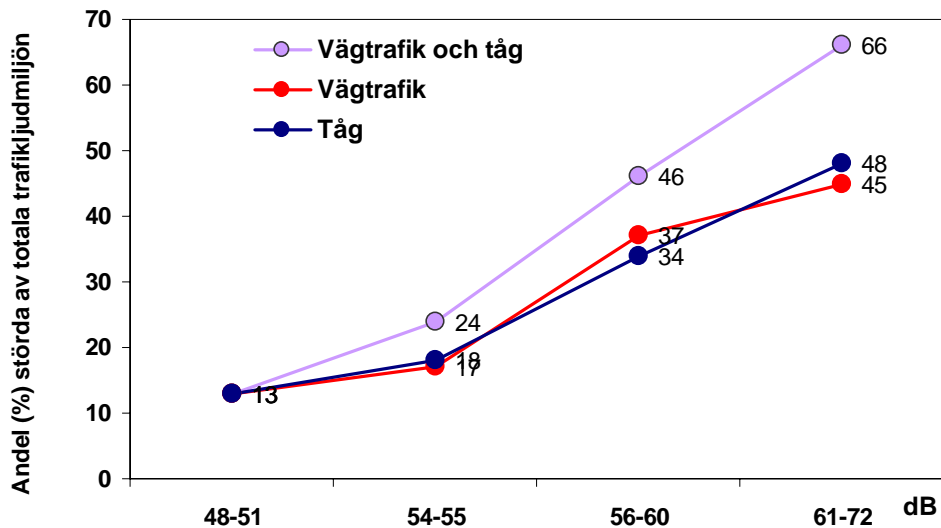
Tabell 25. Antal utvalda personer från totalpopulationen som ingår i delanalysen av störning av en respektive två ljudkällor i relation till summerad bullernivå $L_{Aeq, 24h}$

	Summerad bullernivå från tåg och vägtrafik, $L_{Aeq, 24h, tot}$			
	48-51 dB	54-55 dB	56-60 dB	61-72 dB
En bullerkälla:	Antal personer			
Grupp 1 Tågbuller ¹⁾		133	88	27
Grupp 2 Vägtrafikbuller ²⁾		105	134	42
TVÅ bullerkällor:	Antal personer			
Grupp 3 Väg+ tåg	288	78	140	113

¹⁾ Låg exponering från vägtrafik.

²⁾ Låg exponering från tåg.

Figur 15 visar störning av den totala trafikljudmiljön i relation till summerad bullernivå $L_{Aeq, 24h, tot}$ i de tre olika grupperna.



Tåg- och vägtrafik, LAeq,24h, tot

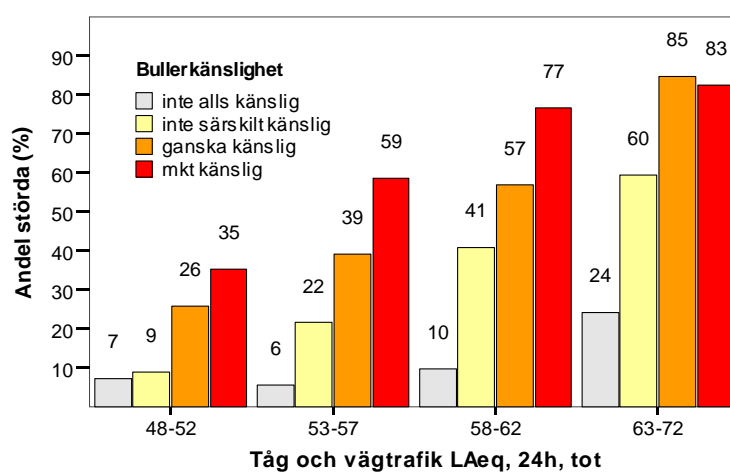
Figur 15. Andel (%) störda av den totala trafikljudmiljön i relation till summerad bullerexponering för grupper med lika exponering för buller från tåg och vägtrafik (lila linje), ”enbart” exponerade för vägtrafikbuller (röd linje) samt ”enbart” exponerade för tågbuller (blå linje).

Figuren visar att andelen som är störda av den totala trafikljudmiljön är högre då det förekommer två bullerkällor (övre kurvan) än då det endast förekommer en bullerkälla (de två undre kurvorna) trots att bullernivån är lika. Skillnaden i störning är ca 10 % vid nivåer på 56-60 dB och ökar till ca 20 % i den högsta bullerkategorin.

INDIVIDFAKTORER OCH STÖRNING AV DEN TOTALA TRAFIKLJUDMILJÖN

Känslighet för ljud/buller och störning av den totala trafikljudmiljön

Det finns endast ett svagt mycket samband mellan känslighet för ljud/buller och de olika bullermåtten ($r_s = 0,098$ för $L_{Aeq,24h, tot}$). En analys av relationen mellan störning av den totala trafikljudmiljön och känslighet för ljud/buller visar att de som är känsliga för buller är mer störda än de som är mindre känsliga. Detta mönster (inget samband mellan bullernivå och bullerkänslighet, men ett starkt samband mellan störning och bullerkänslighet) har setts i andra undersökningar av störning av vägtrafikbuller [26, 28].



Figur 16. Andel (%) störda av den totala trafikljudmiljön för grupper med olika grad av ljudkänslighet i relation till summerad bullernivå $L_{Aeq, 24h, tot}$.

Figuren visar att gruppen som anger att de inte alls är känsliga för ljud/buller (grå staplar) är relativt lite störda av den totala trafikljudmiljön även vid höga ljudnivåer (24 % vid 63-72 dB). Vid denna bullernivå är 60 % i gruppen inte särskilt bullerkänslig (gula staplar) störda av buller och över 80 % i de två mest bullerkänsliga grupperna (orange och röda staplar) är störda av den totala trafikljudmiljön.

En analys av sambandet mellan störning och bullernivå uppdelat på "bullerkänsliga" (ganska + mycket känslig) respektive "ej bullerkänsliga" (inte alls känslig + inte särskilt känslig) visar ett starkare samband för gruppen bullerkänsliga än den ej bullerkänsliga gruppen ($r_s = 0,40$, respektive $r_s = 0,33$). Skillnaderna mellan grupperna är än större då man jämför störning av enskilda bullerkällor. För tågbuller är sambandet mellan störning och bullernivå $r_s = 0,49$ i gruppen "bullerkänsliga" jämfört med $r_s = 0,38$ i gruppen "ej bullerkänsliga". Motsvarande resultat för vägtrafikbuller är $r_s = 0,45$ respektive $r_s = 0,37$.

Hörselnedsättning och störning av den totala trafikljudmiljön

I Appendix 6 visas fördelningen av nedsatt hörsel och bruk av hörhjälpmedel i relation till bullerexponering. Totalt har 19 % angett att de har nedsatt hörsel och 12 % av dessa personer använder hörhjälpmedel. I tabell 26 visas andelen av de boende som är störda av den totala trafikljudmiljön uppdelat på om personerna har nedsatt hörsel respektive hör normalt, i relation till summerad bullerexponering $L_{Aeq, 24h, tot}$.

Tabell 26. Andel (%) boende som är störda av den totala trafikljudmiljön uppdelat på om de har nedsatt hörsel respektive hör normalt, i relation till summerad bullerexponering $L_{Aeq, 24h, tot}$.

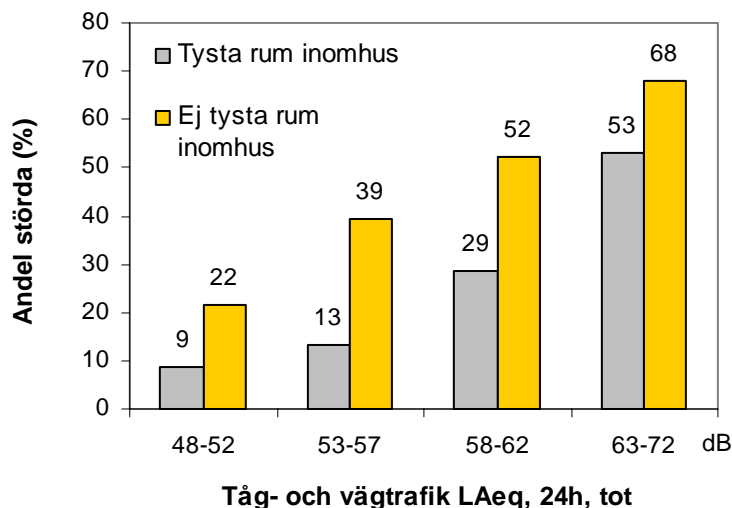
	Summerad bullernivå från tåg och vägtrafik, $L_{Aeq, 24h, tot}$				
Andel (%) ganska, mycket och oerhört mycket störda av den totala trafikljudmiljön:	48-52 dB n= 452	53-57 dB n= 726	58-62 dB n= 530	63-72 dB n= 245	Totalt N= 1953
Har ej nedsatt hörsel	14	25	42	64	32
Har nedsatt hörsel	13	24	42	61	31

Tabellen visar att det inte finns några skillnader i störning av buller mellan de som har nedsatt hörsel och de som hör normalt.

BOSTADENS UTFORMNING OCH STÖRNING AV BULLER

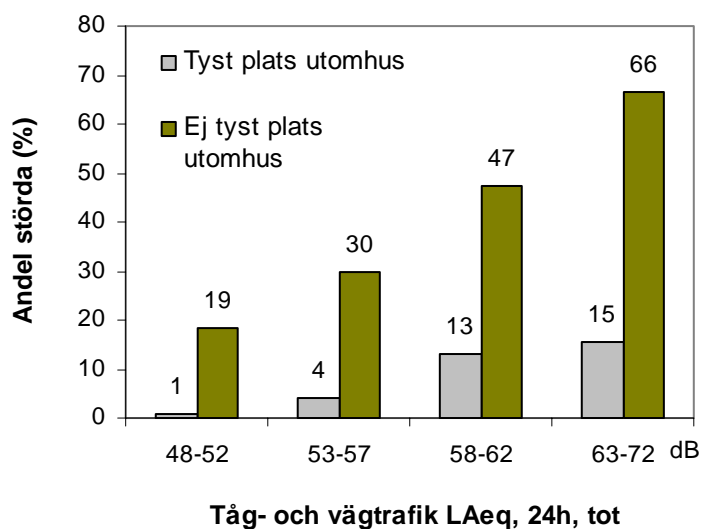
Tillgång till tysta rum inomhus respektive tyst plats utomhus och störning av den totala trafikljudmiljön

Inom forskningsprogrammet ”Ljudlandskap för bättre hälsa” [26] framkom att störning av vägtrafikbuller var avsevärt lägre om det finns tillgång till en tyst sida av bostaden (definition ”tyst sida” $\leq L_{Aeq, 24h}$ 45 dB). I frågeformuläret i Lerumsstudien ingick två frågor, dels om det finns tillgång till tysta rum i bostaden där inte buller från väg-, tåg eller flygtrafik märks, dels om respondenten har tillgång till någon tyst plats utomhus i anslutning till bostaden där inte bullret märks. Andel (%) som har tillgång till tysta rum i bostaden respektive tyst plats utomhus har visats i tabell 10. Vid bullernivåer under $L_{Aeq, 24h, tot}$ 58 dB anger en majoritet av deltagarna att de har tillgång till ett tyst rum inomhus i bostaden där de inte hör buller från tåg, vägtrafik eller flyg. Tillgång till tyst plats utomhus avtar markant med ökande bullernivå och rapporteras endast av 5 % av deltagarna (13 personer) i den högsta bullerkategorin och av 14 % (71 personer) i den näst högsta bullerkategorin. I figurerna 17 och 18 visas andelen störda av den totala trafikljudmiljön i relation till summerad bullerexponering från tåg och vägtrafik samt tillgång till tysta rum och tyst plats (enligt respondenterna). Resultaten för störning av buller från vägtrafik respektive tåg i relation till tyst rum och tyst plats visar liknande resultat och visas i Appendix 8B.



Figur 17. Andel (%) ganska, mycket, oerhört mycket störda av den totala trafikljudmiljön i relation till summerad bullernivå från tåg och vägtrafik, $L_{Aeq, 24h, tot}$ och tillgång till tysta rum i bostaden.

Figuren visar att det är stor skillnad i andel störda av buller från tåg och vägtrafik beroende på om man har tillgång till tyst rum inomhus eller ej. Andelen störda bland dem som angett att de har tyst rum i bostaden är mellan 13 och 26 procentenheter lägre. I nästa figur visas störning i relation till tyst plats utomhus.



Figur 18. Andel (%) ganska, mycket, oerhört mycket störda av den totala trafikljudmiljön i relation till summerad bullernivå från tåg och vägtrafik $L_{Aeq, 24h, tot}$ och tillgång till tyst plats utomhus.

Antalet personer som anger att de har tillgång till tyst plats utomhus är mycket få vid bullernivåer överstigande 58 dB vid bostadens mest exponerade sida, varför slutsatser om skillnader i störning mellan de två grupperna i dessa bullerkategorier är osäkra. Figuren visar att i de två lägsta bullerkategorierna, där en större andel, 27 respektive 20 %, angett att de har tillgång till tyst plats utomhus, är andelen störda avsevärt lägre om man har en tyst plats utomhus vid bostaden.

Fönsterbyte och störning av den totala trafikljudmiljön

Andel av respondenterna som har uppgivit att de har bytt fönster på grund av trafikbuller och andel störda av den totala trafikljudmiljön visas i tabell 27.

Tabell 27. Antal och andel (n/%) personer som anger att fönster har bytts på grund av trafikbuller samt andel som är ganska, mycket eller oerhört mycket störda av den totala trafikljudmiljön beroende på om fönstren är åtgärdade eller ej. Resultaten visas i relation till det summerade bullermåttet från tåg och vägtrafik, $L_{Aeq, 24h, tot}$.

Summerad bullernivå från tåg och vägtrafik, $L_{Aeq, 24h, tot}$				
	53-57 dB n= 726	58-62 dB n= 530	63-72 dB n= 245	Totalt N= 1953
Antal och andel (n/%) som angett fönsterbyte	21 /3	60/11	108/44	192/10
Andel (%) störda av den totala trafikljudmiljön				
Bytt fönster	52	50	75	64
Ej bytt fönster	24	40	55	28
Vet ej	19	52	53	36

Det finns en signifikant ökning med ökande bullerexponering mellan de olika exponeringskategorierna för andelen som har bytt fönster (χ^2 , $p < 0,001$). De som anger att de har fått fönster utbytta pga. buller är *mer* störda av den totala trafikljudmiljön än de som ej fått fönstren utbytta.

Fönsterbyte och störning av tågbuller

Banverkets mål för buller i befintlig miljö är att åtgärder ska vidtas för fastigheter som exponeras för buller från järnvägstrafik som överstiger L_{Amax} 55 dB i sovrum nattetid. Åtgärder görs för boende som utsätts för fler än fem bullerhändelser överstigande L_{Amax} 55 dB per natt. Inom Lerums kommun är alla aktuella fastigheter åtgärdade och fönsterbyten i sovrum har gjorts vid maximalnivåer som översteg riktvärdet.

Totalt har 82 fastigheter omfattats av åtgärder och 220 fönsterluffer har bytts. I 5 fastigheter har man inte önskat få fönsterbyte utfört [29]. Tabell 28 visar antal respektive andel personer i denna undersökning som bor i bostäder där Banverket utfört fönsteråtgärder samt störning av tågbuller.

Tabell 28. Antal och andel (n/%) personer som enligt Banverkets redovisning erhållit fönsteråtgärder p.g.a. tågbuller samt andel ganska, mycket eller oerhört mycket störda av tågbuller beroende på om fönstren är utbytta eller ej. Resultaten visas indelat på tågbullerexponering, $L_{Aeq, 24h}$.

	Bullernivå från tåg $L_{Aeq, 24h}$				Totalt
	45-50 dB	51-55 dB	56-60 dB	61-72 dB	
	n=925	n=507	n=331	n=190	n=521
Antal respektive andel (n/%) som fått sovrumsfönster åtgärdade av Banverket	-	-	46/14	102/54	148/8
Andel (%) störda av tågbuller:					
Sovrumsfönster har åtgärdats	-	-	50	72	65
Sovrumsfönster har ej åtgärdats	-	-	59	65	60

Tabellen visar att i kategorin 56-60 dB är som väntat, andelen störda av tågbuller lägre för de som har fått sovrumsfönster åtgärdat (50 %) jämfört med dem som har ej fått dem åtgärdade (59 %). I den högsta bullerkategorin är däremot de som fått fönstren åtgärdade mer störda (72 %) än de som ej fått fönstren bytta (65 %).

PÅVERKAN AV BULLER PÅ AKTIVITETER INOM- OCH UTOMHUS

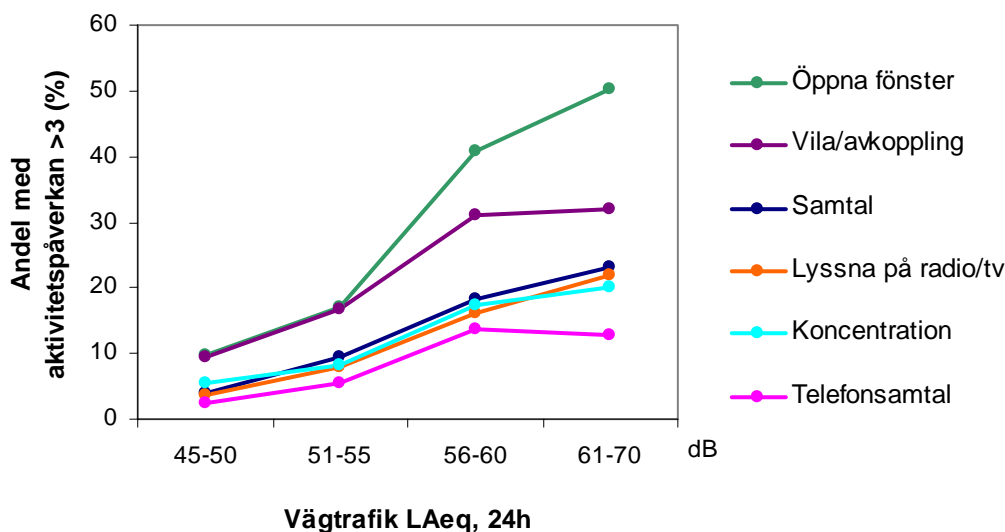
Ett flertal frågor om påverkan av buller på olika aktiviteter ingick i frågeformuläret. Frågorna ställdes separat för vägtrafikbuller, tågbuller och flygbuller. Frågorna bestod av två delar och var formulerade som följer. ”För det första (1) undrar vi Hur ofta Du anser att buller från (tåg-, väg-, respektive flyg) -trafik 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 har adderats och ett summamått har skapats, som kan bli mellan 0 och 6. Personer som har summamåttet >3 klassas som påverkade, de har svarat ”Ja ibland, ganska eller mycket störande/besvärande” vilket motsvarar summamåttet 4 respektive 5. De som har svarat ”Ja ofta, inte särskilt, ganska eller mycket störande/besvärande” har fått summamåttet 4, 5 respektive 6.

Påverkan av vägtrafikbuller vid olika aktiviteter

Signifikant samband finns mellan påverkan på samtliga aktivitetsvariabler och bullernivåer beräknade som $L_{Aeq, 24h}$, (χ^2 , $p < 0,001$) medan inga signifikanta samband finns mellan påverkan på aktiviteter och L_{Amax} . Korrelationskoefficienten (r_s) för sambandet mellan summamåttet för påverkan på olika aktiviteter och buller från vägtrafik beräknat som $L_{Aeq, 24h}$ varierar. Det starkaste sambandet är $r_s = 0,38$ för ”kan ej ha andra fönster öppna som du vill” och det lägsta är $r_s = 0,23$ för ”telefonsamtal försvåras”. Sambandet mellan aktivitetstörningar och bullerexponering är således något *lägre* än sambandet mellan allmän störning och bullerexponering ($r_s = 0,40$, se tabell 13).

Påverkan av vägtrafikbuller på aktiviteter under dagen

I figur 19 visas andelen som upplever att olika dagliga aktiviteter i hemmet påverkas av vägtrafikbuller $L_{Aeq, 24h}$.

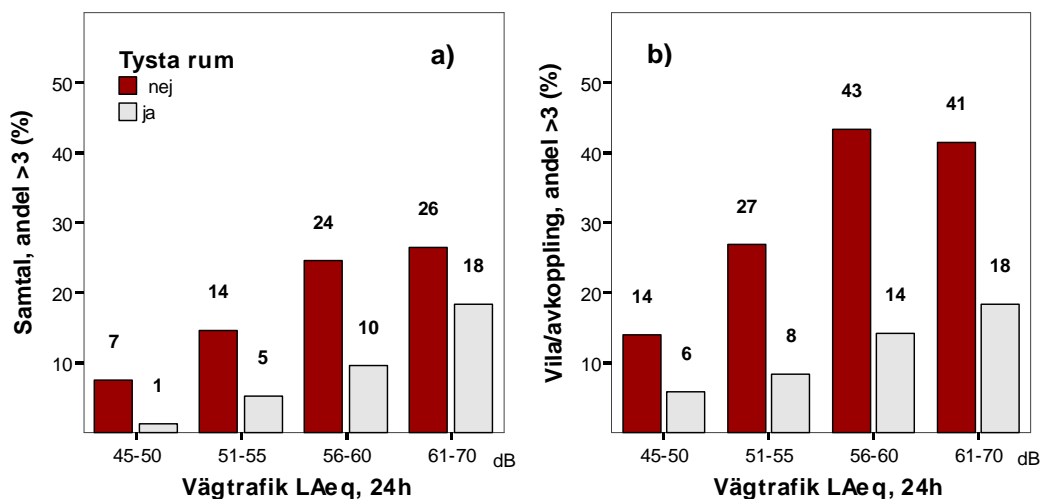


Figur 19. Andel (%) personer, som har summamåttet >3 och är påverkade i olika aktiviteter på dagen av vägtrafikbuller, $L_{Aeq, 24h}$.

För den lägsta bullerkategorin visar figuren att andelen som är påverkade av vägtrafikbuller vid olika aktiviteter under dagen är måttlig (2-10 %). Sedan sker en ökning av andelen påverkade med ökande exponering. Det är framför allt svårigheten att öppna andra fönster (än sovrumsfönstret) i bostaden som dominerar. Andelen som har svårigheter att öppna fönster är 41 % i kategorin 56-60 dB och stiger till att varannan person är påverkad i högsta bullerkategorin. Ca var tredje respondent anger att vila/avkoppling försvåras i de två högsta bullerkategorierna. Andelen som är påverkade vid samtal, lyssna på radio/tv och koncentration följs åt och är ungefär lika i de olika bullerkategorierna och når som högst upp till 23 % för påverkan på samtal. Lägst andel påverkade i samtliga bullerkategorier är påverkan vid telefonsamtal. I Appendix 9A visas resultaten presenterade i en tabell.

Tillgång till tysta rum och påverkan av vägtrafikbuller på aktiviteter under dagen

Förutom att man inte kan ha fönster öppet som man vill, så är de mest påtagliga effekterna av buller från vägtrafiken att samtal och vila/avkoppling försvåras. Figurerna (20 a-b) visar att det är stor skillnad på andelen påverkade, beroende på om man har tillgång till eller saknar tysta rum i bostaden. Svarsmönstret är detsamma för övriga frågor om aktiviteter under dagen och resultaten visas i tabellform i Appendix 9B.

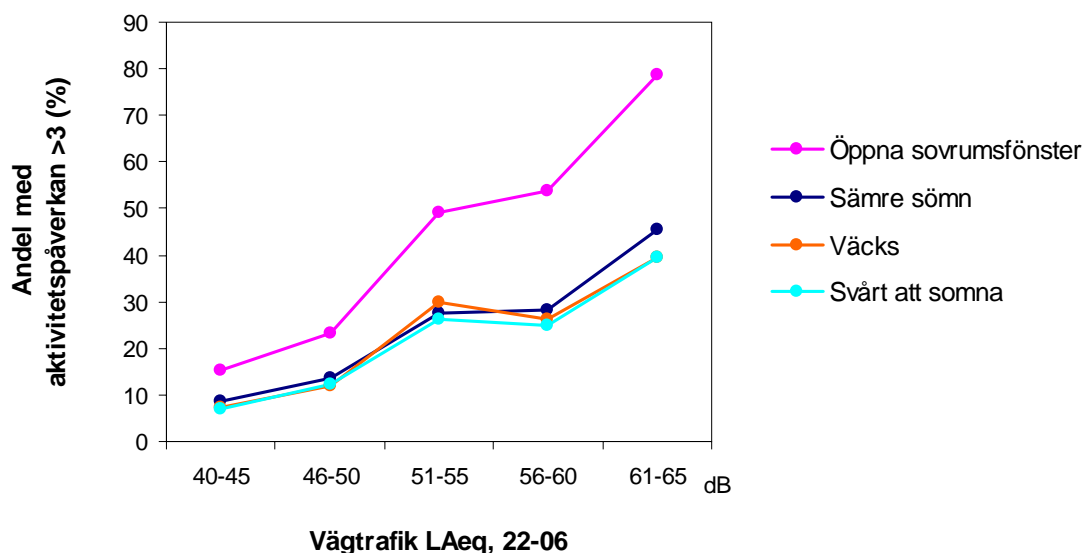


Figur 20 a-b. Andel (%) med summamåttet >3, som är påverkade vid samtal (a) respektive vila/avkoppling (b) i relation till tillgång till tysta rum och i relation till vägtrafikbuller $L_{Aeq, 24h}$.

Figurerna visar att störning av vila/avkoppling och störning av samtal försvåras av vägtrafikbuller i ungefär samma omfattning om det finns tillgång till tyst rum (grå staplar). Saknas tillgång till tyst rum (röda staplar) är störning av vila/avkoppling i det närmaste dubbelt så vanligt som störningspåverkan av samtal.

Påverkan av vägtrafikbuller på sömnen

Fyra olika frågor berör påverkan av vägtrafikbuller på olika aspekter av sömnen och som visas i figur 21 finns det ett samband mellan sömnstörningar och exponering för vägtrafikbuller nattetid.



Figur 21. Andel (%) personer, som har summamåttet >3 av vägtrafikbuller på olika aspekter av sömnen i relation till bullernivå från vägtrafik, $L_{Aeq, 22-06}$.

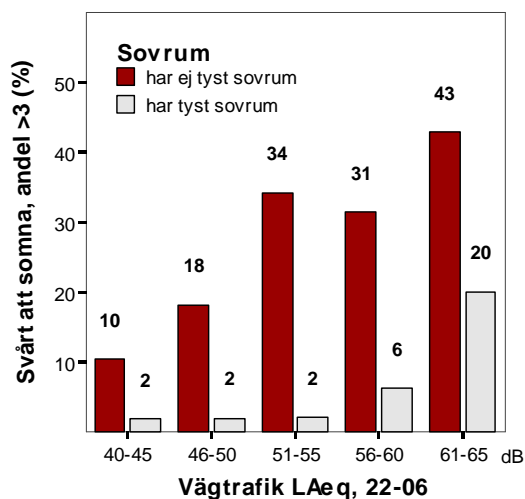
Den största andelen av de boende anger att vägtrafikbullret framförallt försvårar möjligheten att ha sovrumsfönstret öppet så ofta som man vill. Redan i den lägsta bullerkategorin ($L_{Aeq, 22-06}$ 45-

50 dB) anger 15 % att de förhindras att ha fönstret öppet, vid 51-55 dB förhindras varannan person och i den högsta bullerkategorin har 79 % svårt att ha sovrumsfönstret öppet.

Resultatet för de övriga frågorna följs åt och det är ungefär lika störande med ”sämre sömn”, som att ”väckas under natten”, som att det är ”svårt att somna” på grund av buller från vägtrafiken. I den lägsta bullerkategorin, 40-45 dB, är mindre än 10 % påverkade av vägtrafikbuller i sin sömn. Mellan 25 och 30 % är påverkade vid 51-60 dB och vid de högsta bullernivåerna ($L_{Aeq, 22-06}$ 61-65 dB) är 39-46 % negativt påverkade av vägtrafikbuller i sin sömn.

Tillgång till tyst sovrums och påverkan på sömnen av buller från vägtrafik

Det kan finnas många anledningar till insomningssvårigheter och andra sömnstörningar. I figur 22 visas jämförelser av svårigheter att somna pga. vägtrafikbuller mellan de som angett att de har tyst sovrums jämfört med övriga personer.

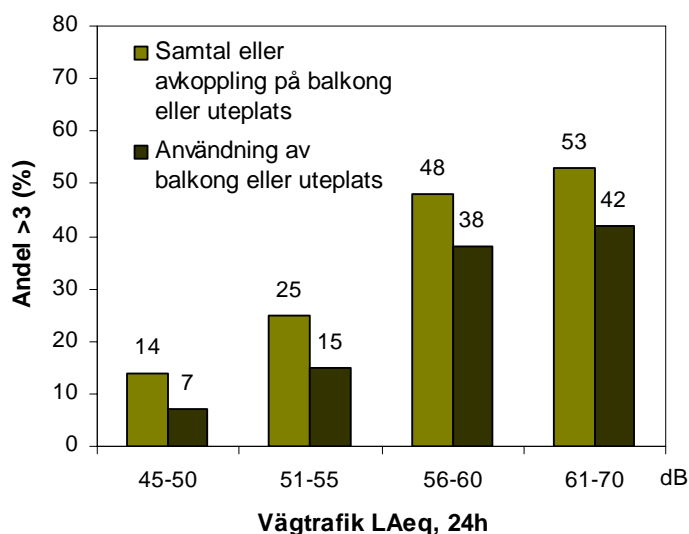


Figur 22. Andel (%) med summamåttet >3 för svårt att somna pga. vägtrafikbuller i relation till tillgång till tyst sovrums och vägtrafikbuller på natten, $L_{Aeq, 22-06}$.

Figuren visar att det är en stor skillnad i påverkan på insomning om man har tillgång till respektive saknar ett tyst sovrums. Det finns ett tydligt samband mellan svårigheter att somna och bullernivå från vägtrafik för de som inte har tillgång till tyst sovrums (röda staplar). Resultaten för de två övriga frågorna som berör sömnen, ”väcks” och ”sämre sömnkvalitet”, visar ungefär samma mönster och en tabell med dessa resultat visas i tabellform i Appendix 9B.

Påverkan av vägtrafikbuller på aktiviteter utomhus

I figur 23 visas att det finns ett samband mellan påverkan på utomhusaktiviteter och buller från vägtrafik.

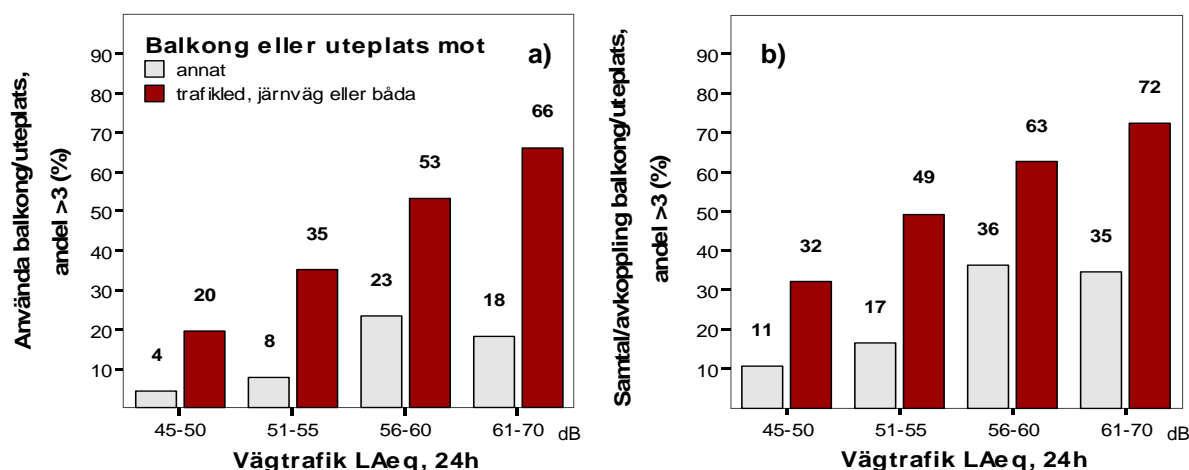


Figur 23. Andel (%) med summamåttet >3, för påverkan av vägtrafikbuller vid användning eller samtal/avkoppling på uteplats eller balkong i relation till vägtrafikbuller L_{Aeq}24h.

Att *samtal eller avkoppling* på balkong/uteplats försvåras av vägtrafikbuller anges av var fjärde person i bullerkategorin 51-55 dB, en fördubbling jämfört med den lägsta bullerkategorin. Vid en ytterligare ökning av bullernivån med 5 dB sker en fördubbling av påverkan av vägtrafikbuller (48 %) och vid den högsta bullerkategorin sker påverkan av vägtrafikbuller i ungefär samma omfattning (53 %). Också för *användning* av balkong/uteplats sker en fördubbling av påverkan av vägtrafikbuller mellan lägsta och näst lägsta bullerkategorin. Omfattningen av påverkan av vägtrafikbuller är likartad i de två högsta bullerkategorierna, 38 % respektive 42 %.

Balkong/uteplats läge i förhållande till väg och järnväg och påverkan av vägtrafikbuller på användning och samtal/avkoppling

Flera personer har angett att de har både en balkong och en uteplats. Detta faktum har behandlats så att om bostaden har en balkong eller uteplats som vetter mot ”trafikled, järnväg eller båda” så har respondenten blivit klassad enligt detta, men bostaden kan ha en annan uteplats eller balkong som vetter mot en tystare sida benämnd ”annat”.



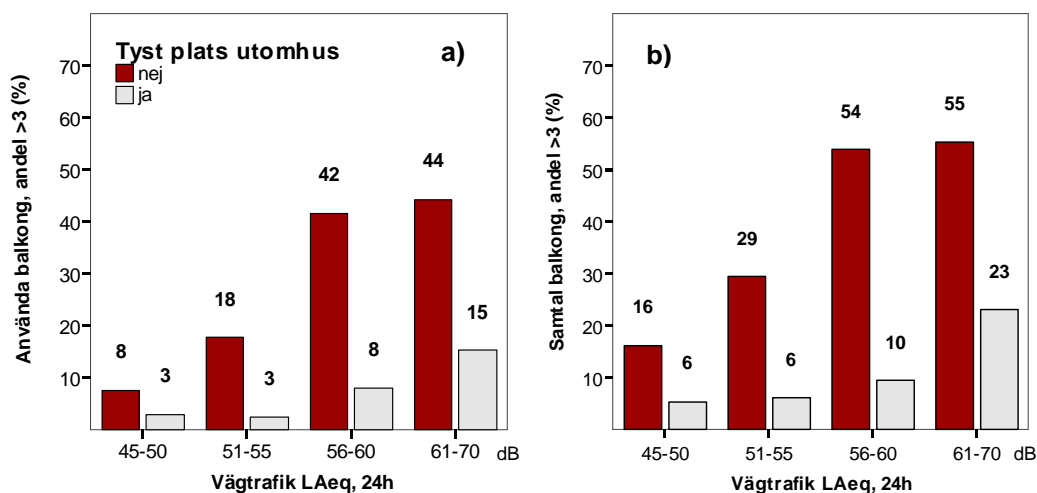
Figur 24 a-b. Andel (%) med summamåttet >3, för påverkan av vägtrafikbuller på användning av balkong/uteplats (a) respektive samtal/avkoppling på balkong/uteplats (b) i relation till dess läge (tystare sida respektive en trafikled/järnväg/bådadera) och bullernivå från vägtrafik L_{Aeq24h} .

Figur a visar att det finns stora skillnader i påverkan av vägtrafikbuller på *användning av balkong/uteplats* beroende på om den vetter mot trafikled/järnväg/bådadera (röda staplar) eller om den vetter mot ett annat håll (grå staplar). Skillnaderna i den lägsta bullerkategorin uppgår till 16 procentenheter och i den högsta bullerkategorin är skillnaden i påverkan av vägtrafikbuller 48 procentenheter.

Vägtrafikbullrets påverkan på *samtal/avkoppling* (figur b) är mycket mer omfattande då balkong/uteplats vetter mot trafikled/järnväg/bådadera än då den vetter mot ett annat håll, en skillnad på 21 procentenheter i den lägsta bullerkategorin och 37 procentenheter i den högsta bullerkategorin.

Tillgång till tyst plats utomhus och användning respektive samtal/avkoppling på balkong och uteplats

I föregående avsnitt relaterades påverkan av vägtrafikbuller på aktiviteter till åt vilket håll balkong/uteplats vetter mot. Då påverkan av vägtrafikbuller istället relateras till upplevd tillgång till tyst plats utomhus, finner man att mycket få (13 personer eller 8 %) anger att de har tillgång till en tyst plats utomhus i den högsta exponeringskategorin.



Figur 25 a-b. Andel (%) med summamåttet >3 för påverkan av vägtrafikbuller vid (a) användning respektive (b) samtal/avkoppling på sin balkong/uteplats i relation till uppgiven tillgång till tyst plats utomhus och bullernivå från vägtrafik $L_{Aeq, 24h}$.

Andelen personer som anger att vägtrafikbuller påverkar *användning av balkong/uteplats* är låg (figur a), mellan 3 och 15 % bland dem som angett att de har tillgång till tyst plats utomhus (grå staplar). Påverkan av vägtrafikbuller är jämförelsevis måttlig i de två lägsta bullerkategorierna även bland dem som saknar tyst plats utomhus (8 respektive 18 %) medan vägtrafikbuller försvårar användning av balkong/uteplats för närmare hälften av de boende i de två högsta bullerkategorierna över 55 dB (42 respektive 44 %).

Vägtrafikbullrets påverkan på *samtal/avkoppling* (figur b) uppvisar ett likartat mönster, dvs. närmast en fördubbling av samtalsstörningar pga. vägtrafikbuller vid nivåer över 55 dB och ingen tillgång till tyst plats utomhus.

Påverkan av tågbuller vid olika aktiviteter

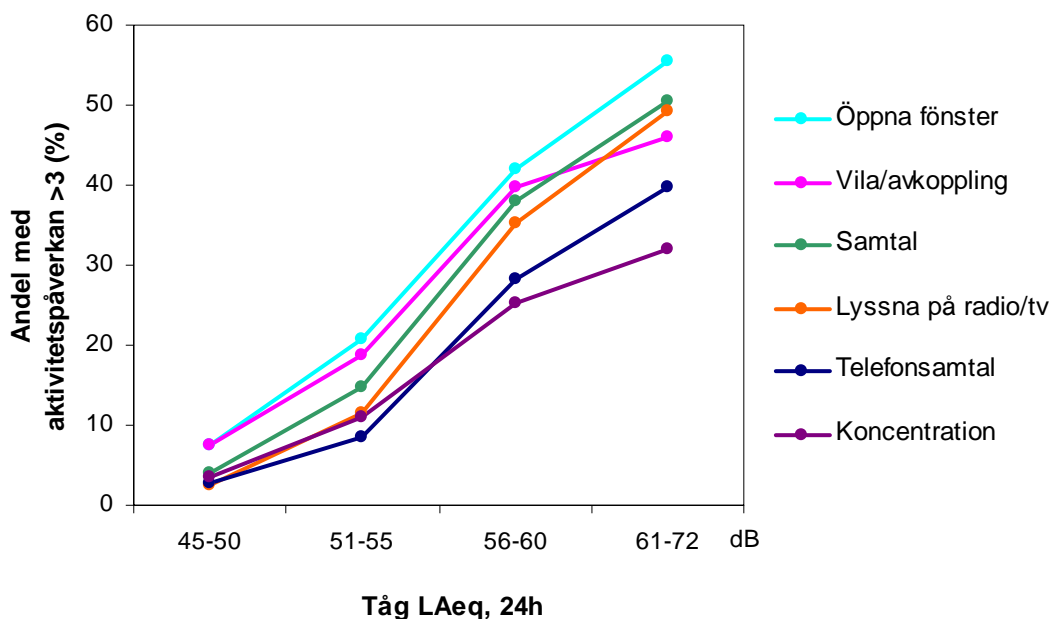
Som tidigare beskrivits, består frågorna om aktivitetsstörningar av två delar, dels hur ofta, och dels hur störande eller besvärande det är att bullret försvårar olika aktiviteter. Personer som har summamåttet >3 klassas som påverkade, de har svarat ”Ja ibland, ganska eller mycket störande/besvärande” vilket motsvarar summamåttet 4 och 5. De som har svarat ”Ja ofta, inte särskilt, ganska eller mycket störande/besvärande” har summamåttet 4, 5 respektive 6.

För samtliga aktivitetsvariabler finns signifikanta samband (χ^2 , $p < 0,001$) mellan påverkan av tågbuller och bullernivåer beräknade både som $L_{Aeq, 24h}$ och L_{Amax} . Korrelationskoefficienten (r_s) för samband mellan summamåttet för påverkan på olika aktiviteter och tågbuller varierar. Av de olika aktiviteterna har ”samtal försvåras” högst samband med ekvivalent bullernivå från tåg ($r_s = 0,52$) medan ”svårt att somna” har lägst samband ($r_s = 0,32$). Motsvarande korrelationskoefficienter för samband mellan maxnivåer och aktivitetspåverkan är samma.

Korrelationskoefficienten (r_s) för samband mellan aktivitetsstörning och tågbuller är genomgående högre än för vägtrafikbuller och i motsats till vägtrafikbuller är sambandet mellan samtalsstörning och bullerexponering starkare än sambandet mellan allmän störning och bullerexponering ($r_s = 0,43$, se tabell 17).

Påverkan av tågbuller vid olika aktiviteter på dagen

Tågbullrets påverkan på olika dagliga aktiviteter vid olika bullernivåer visas i figur 26.

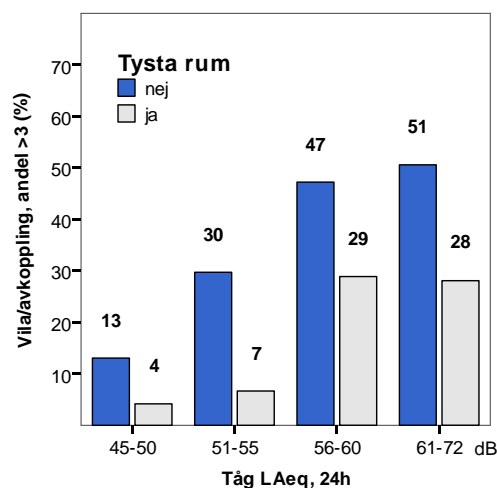


Figur 26. Andel (%) personer, som har summamåttet >3 för påverkan av tågbuller vid olika aktiviteter på dagen i relation till bullernivå från tåg, $L_{Aeq, 24h}$.

Figuren visar, att liksom för vägtrafikbuller, är andelen personer som påverkas av tågbuller vid olika aktiviteter liten (3-8 %) i den lägsta bullerkategorin (45-50 dB). De dominerande störningseffekterna av tågbuller är, förutom svårigheten att öppna fönster, försvårande av samtal, lyssna på radio/TV samt vila/avkoppling medan störningar av telefonsamtal och koncentration är mindre omfattande. I den högsta bullerkategorin, 61-72 dB, varierar tågbullrets störande inverkan på olika aktiviteter mellan som lägst 32 % (koncentration) och som högst 56 % (öppna fönster). Motsvarande siffror för vägtrafikbullrets störande inverkan på aktiviteter var 13 % (telefonsamtal) och 50 % (öppna fönster). I Appendix 9A visas resultat för aktivitetsstörningar av tågbuller i tabellform.

Tillgång till tysta rum och påverkan av tågbuller på aktiviteter på dagen

Påverkan av tågbuller på dagliga aktiviteter analyserades i relation till tillgång till tysta rum i bostaden. Figur 27 illustrerar påverkan på vila/avkoppling.

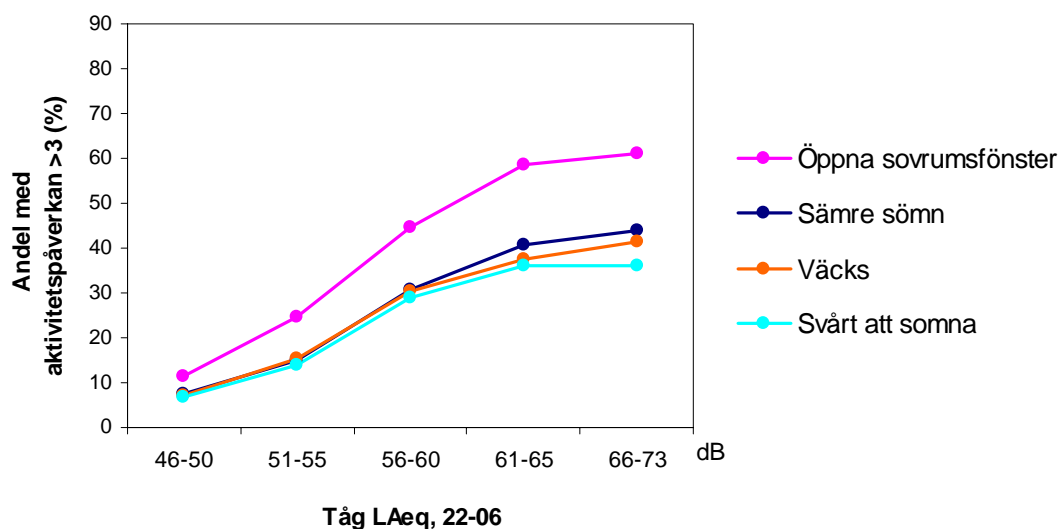


Figur 27. Andel (%) personer, som har summamåttet >3 för påverkan av tågbuller vid vila/avkoppling i relation till tillgång till tysta rum och bullernivå från tåg $L_{Aeq, 24h}$.

Påverkan på vila/avkoppling är avsevärt mindre om det finns tillgång till tysta rum i bostaden (grå staplar). Figuren visar att det finns en tröskelnivå vid 55 dB. Under denna nivå är färre än 10 % påverkade av tågbuller under vila/avkoppling medan närmare 30 % påverkas av tågbuller vid nivåer över 55 dB trots att de uppgivit att de har tillgång till tysta rum. Om tillgång till tysta rum saknas (blå staplar) ökar tågbullrets störande inverkan från 13 till 51 %. Resultatet för övriga frågor om aktivitetsstörningar av tågbuller i relation till tyst rum visas i tabellform i Appendix 9C.

Påverkan av tågbuller på sömnen

De fyra frågorna som berör tågbullrets påverkan på sömnen visas i figur 28 i relation till exponering för tågbuller nattetid.

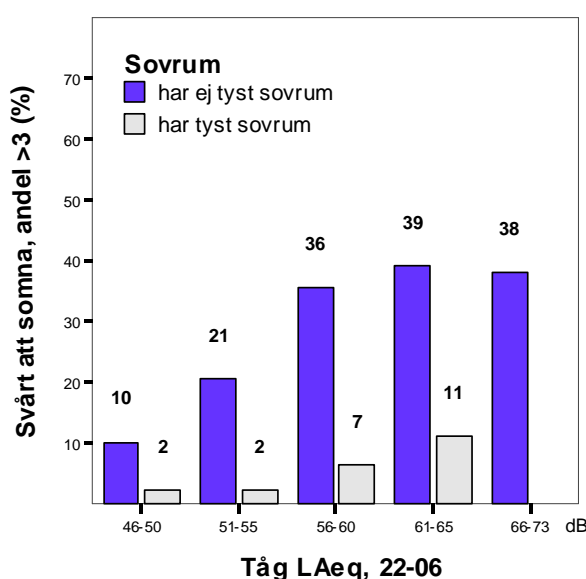


Figur 28. Andel (%) personer, som har summamåttet >3 för påverkan av tågbuller under sömnen i relation till bullernivå från tåg, $L_{Aeq, 22-06}$.

Precis som för vägtrafik, anser en majoritet av de boende att det är störande att ”*inte kunna öppna sovrumsfönstret så ofta som de vill*” pga. tågbuller. I den lägsta bullerkategorin (45-50 dB) anger 11 % att tågbuller försvårar möjligheten att sova med öppet fönster och i den högsta bullerkategorin har denna andel ökat till 61 %. Resultatet för de övriga frågorna följs åt och det är ungefär lika störande med ”*sämre sömn*”, som att ”*väckas under natten*” som det är ”*svårt att somna*” på grund av tågbuller. Vid den lägsta bullerkategorin ($L_{Aeq, 22-06}$ 40-45 dB) är 7 % påverkade av tågbuller ur dessa aspekter, och i den högsta bullerkategorin anger 36-44 % att tågbuller påverkar sömnen på olika sätt.

Tillgång till tyst sovrums och påverkan av tågbuller på sömnen

Påverkan av tågbuller på sömnen analyserades i relation till personernas svar på frågan om de har tillgång till tyst sovrums i figur 29.



Figur 29. Andel (%) personer, som har summamåttet >3 för påverkan av tågbuller på insomning i relation till tillgång till tyst sovrums och bullernivå från tåg $L_{Aeq, 22-06}$.

Vid höga ljudnivåer över $L_{Aeq, 22-06}$ 60 dB uppger mycket få av de boende att de har tillgång till ett tyst sovrums. Av dem som har uppgivit att de har tyst sovrums är det mellan 2 och 11 % som störs av tågbuller vid insomning jämfört med mellan 10 och 39 % bland dem som inte har tillgång till tyst sovrums. Resultatet för övriga frågor om påverkan av tågbuller på sömnen i relation till tillgång till tyst sovrums visas i tabellform i Appendix 9C.

Samband mellan byte av sovrumsfönster och sömnstörningar av tågbuller

Jämförelser av störning av tågbuller under sömnen för personer som erhållit fönsteråtgärder i sovrums av Banverket och övriga personer i samma bullerkategorier visas i tabell 29. 148 undersökningsdeltagare har enligt Banverkets redovisning fått sovrumsfönster utbytta pga. av att L_{Amax} nivå översteg 55 dB i sovrums nattetid.

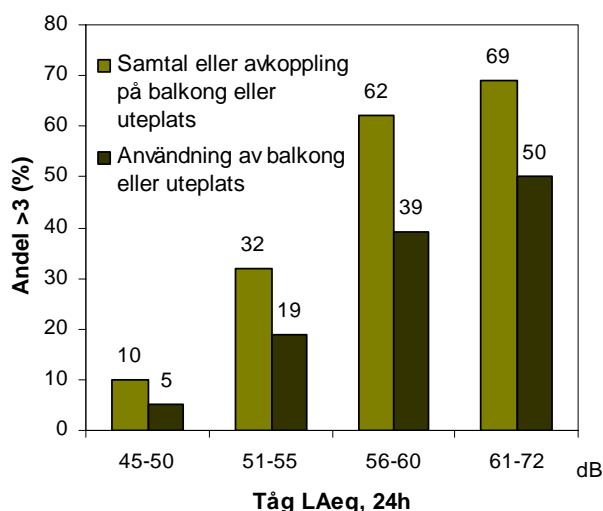
Tabell 29. Sömnstörningar av tågbuller hos personer som erhållit respektive inte erhållit fönsteråtgärder i relation till bullernivå från tåg, $L_{Aeq, 22-06}$.

	Bullernivå från tåg $L_{Aeq, 22-06}$			
	56-60 dB n=355	61-65 dB n=165	66-73 dB n=59	Totalt n= 579
Sovrumsfönster har åtgärdats (n)	35	65	48	148
Sovrumsfönster har ej åtgärdats (n)	320	100	11	431
Svårt att somna (% >3)				
Sovrumsfönster har åtgärdats	20	44	34	35
Sovrumsfönster har ej åtgärdats	30	31	46	31
Väcks (% >3)				
Sovrumsfönster har åtgärdats	23	46	43	39
Sovrumsfönster har ej åtgärdats	31	32	36	32
Sämre sömnkvalitet (% >3)				
Sovrumsfönster har åtgärdats	24	48	45	41
Sovrumsfönster har ej åtgärdats	32	36	40	33

Tabellen visar att störningar av tågbuller är mindre vanliga i den lägsta bullerkategorin (56-60) hos dem som fått sovrumsfönstren åtgärdade, en skillnad på 8-10 procentenheter. I de övriga bullerkategorierna är det bara "svårt att somna" (i bullerkategorin $L_{Aeq, 22-06}$ 66-73 dB) som är mindre vanligt hos dem som fått fönsteråtgärder av Banverket, 34 respektive 46 %. Förhållandet är likartat för "väcks" och "sämre sömnkvalitet".

Påverkan av tågbuller på aktiviteter utomhus

I figur 30 visas att det finns ett starkt samband mellan påverkan av tågbuller på utomhusaktiviteter och bullernivå från tåg.

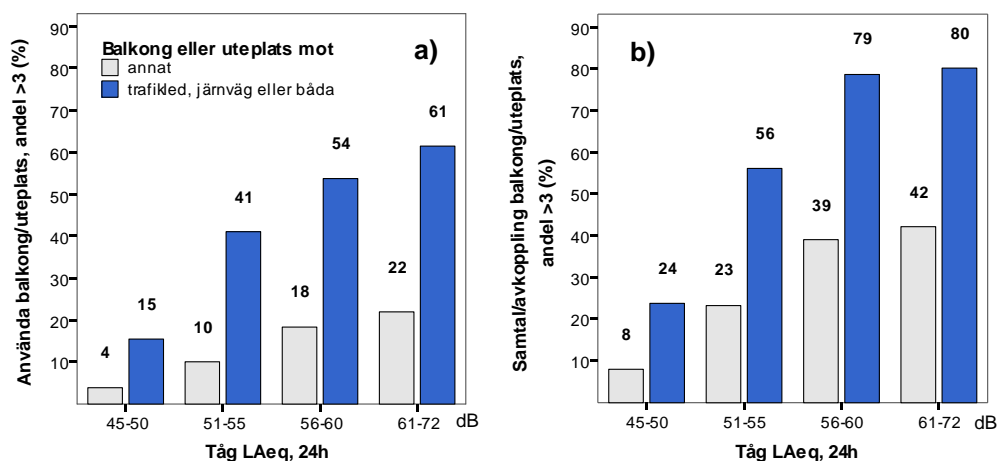


Figur 30. Andel (%) med summamåttet >3 för påverkan av tågbuller vid användning respektive samtal/avkoppling på balkongen eller uteplatsen i relation till bullernivå från tåg, $L_{Aeq, 24h}$.

Andelen som anger att *samtal/avkoppling* försvåras av tågbuller, är större i alla bullerkategorier, än andelen som anser att de *inte använder* sin balkong eller uteplats så ofta som de skulle vilja. Vid jämförelse med påverkan från vägtrafik är andelen påverkade av buller högre för tåg än för vägtrafik (i högsta bullerkategorin, 16 %-enheter högre för samtalsstörningar och 8 %-enheter högre för användning av balkong/uteplats, se figur 50).

Balkong/uteplats läge i förhållande till väg och järnväg och påverkan av tågbuller på användning och samtal/avkoppling

Flera personer har angett att de har både en balkong och en uteplats. Detta faktum har som tidigare beskrivits behandlats så att om man har en balkong eller uteplats som vetter mot ”trafikled, järnväg eller båda” så har respondenten blivit klassad enligt detta, men personen kan ha en annan uteplats eller balkong som vetter mot en tystare sida benämnd ”annat”. Resultaten för frågorna om försvårad användning och samtal/avkoppling visas i figur 31.



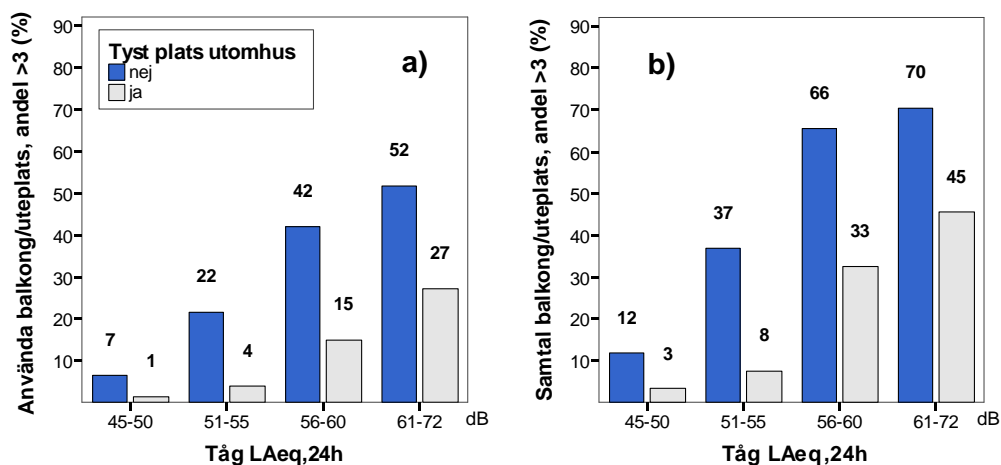
Figur 31 a-b. Andel (%) med summamåttet >3 för påverkan av tågbuller på användning av balkong/uteplats (a) respektive samtal/avkoppling på balkong/uteplats (b) i relation till dess läge (tystare sida respektive en trafikled/järnväg/bådadera) och bullernivå från tåg $L_{Aeq,24h}$.

Det är viktigt att balkong och uteplats vetter mot en tystare sida. Figur (a) visar att det finns ett tydligt samband mellan bullernivå från tåg och *användning* av balkong/uteplats. Endast mellan 4 och 22 % anger att användningen av balkong/uteplats påverkas negativt av tågbuller om den vetter mot annat håll jämfört med mellan 15 och 61 % om balkong/uteplats vetter mot trafikled/järnväg/bådadera.

Tågbullrets störande inverkan på *samtal/avkoppling* (figur b) är mer omfattande än påverkan på användning av balkong/uteplats, men mönstret är detsamma.

Tillgång till tyst plats utomhus och användning respektive samtal/avkoppling på balkong och uteplats

I föregående avsnitt relaterades påverkan av tågbuller på aktiviteter till åt vilket håll balkong/uteplats vetter mot. Tågbullrets påverkan på utomhusaktiviteter i relation till upplevd tillgång till tyst plats utomhus visas i figur 32 a-b. I den högsta exponeringskategorin är det endast 11 personer som anger att de har tillgång till en tyst plats.



Figur 32 a-b. Andel (%) med summamåttet >3 för påverkan av tågbuller på användning av balkong/uteplats (a) respektive samtal/avkoppling på balkong/uteplats (b) i relation till tillgång till tyst plats utomhus och bullernivå från tåg, $L_{Aeq, 24h}$.

Figur a visar att andelen personer som angett att tågbuller försvårar användning av balkong/uteplats är liten i den lägsta bullerkategorin. Det finns mycket stora skillnader i användning av balkong/uteplats mellan de som saknar tyst plats utomhus (blå staplar) jämfört med som har tillgång till en sådan plats (grå staplar).

När det gäller tågbullrets påverkan på samtal/avkoppling (figur b) är skillnaden mellan de två grupperna likartade (4 gånger större påverkan i den lägsta kategorin till 1,5 gånger i den högsta, om tyst plats utomhus saknas). För båda aktiviteterna avtar skillnaderna mellan grupperna i tågbullrets påverkan med ökande bullernivå.

FLYGBULLER – STÖRNING OCH PÅVERKAN AV FLYGBULLER VID OLIKA AKTIVITETER

Av de 1953 personer i undersökningsmaterialet som är exponerade för bullernivåer från tåg- respektive vägtrafik mellan $L_{Aeq, 24h}$ 45 – 70 dB är inga utsatta för flygbuller över L_{Amax} 70 dB. Utöver dessa personer besvarade ytterligare 35 personer som är utsatta för flygbuller över L_{Amax} 70 dB samma frågeformulär. Tabell 30 redovisar resultat för störning av flygbuller för de två grupperna, dvs. 35 personer utsatta för flygbuller mellan L_{Amax} 70-75 dB respektive 1953 personer utsatta för flygbuller lägre än L_{Amax} 70 dB. Bullernivån från flyg varierar, naturligtvis, inom den större gruppen men det var inte möjligt att införskaffa information om detta. Tabellen visar att det i denna grupp ($L_{Amax} < 70$ dB) bara är andel *störda* samt *samtalsstörning/avkoppling* på uteplats/balkong som anges av mer än 10 % (15 respektive 12 %).

Tabell 30. Störning av flygbuller samt andel (%) med summamåttet >3 för påverkan av flygbuller vid olika aktiviteter vid bullernivåer över respektive under L_{Amax} 70 dB.

	L_{Amax} 70-75 dB n=35	$L_{Amax} < 70$ dB n=1953
Allmän störning:		
Andel (%) ganska, mycket eller oerhört mycket störda av flygbuller	34	15
Andel (%) mycket eller oerhört mycket störda av flygbuller	23	5
Andel (%) summamått >3, som angett att flygbuller medför att:		
Samtal försvåras	40	5
Telefonsamtal försvåras	26	4
Lyssna på radio/tv försvåras	20	3
Koncentrationen försvåras	20	4
Vila/avkoppling försvåras	34	8
Svårt att somna	17	4
Väcks	26	5
Sämre sömnkvalitet	20	5
Sovrumsfönster ej öppet som Du vill	17	9
Kan ej ha andra fönster öppna som Du vill	14	6
Samtal eller avkoppling försvåras på balkong eller uteplats vid bostaden	40	12
Använder ej balkong eller uteplats vid bostaden så ofta som Du skulle vilja	11	5

Däremot är 34 % störda och 23 % är mycket störda av flygbuller av de 35 personer som är exponerade för bullernivåer mellan L_{Amax} 70-75 dB. En något högre andel (40 %) anger att de påverkas av flygbuller vid *samtal inomhus och samtal eller avkoppling utomhus* på

balkong/uteplats. Var tredje person anger att *vila/avkoppling* inomhus försvåras och ungefär var fjärde person anger att flygbuller stör *telefonsamtal* och orsakar *uppvaknande*. I motsats till tåg och vägtrafikbuller, där andelen som är påverkade av att *inte kunna ha sovrumsfönstret öppet* störst, är det endast 17 % som anger att flygbuller medför svårigheter att ha sovrumsfönstret öppet.

SÖMN OCH SÖMNSTÖRNINGAR

Som framkommit i tidigare avsnitt finns det starka samband mellan påverkan på sömn och bullernivå från tåg och vägtrafik. I detta avsnitt redovisas resultat på frågor om sömn och sovvanor där frågorna är utformade för att mäta *hur man brukar sova* utan att fråga om påverkan av buller på sömn och sovvanor.

Samband mellan olika sömnvariabler och bullermått

Vid analys av samband mellan sömnvariabler och bullerexponeringsmått framkom genomgående svaga men statistiskt signifikanta samband (r_s , $p < 0,01$ eller $p < 0,001$) med undantag för uppvaknanden. Signifikanta samband finns mellan ”svårt att somna”, ”sömnkvalitet”, ”trött på morgonen” samt ”sällan/aldrig öppet fönster på natten sommartid” och bullernivå beräknat som $L_{Aeq, 22-06, väg}$, $L_{Aeq, 22-06, tåg}$ respektive summerad bullerexponering för tåg och vägtrafik, $L_{den, tot}$. Sambanden mellan de olika sönmåtten och tågbuller är något starkare än sambanden mellan sönmåtten och vägtrafikbuller. Det starkaste sambandet finns mellan ”öppet sovrumsfönster på sommarhalvåret” och ekvivalent ljudnivå från vägtrafikbuller ($r_s = 0,17$, $p < 0,001$) dvs. ju högre bullernivå från vägtrafik desto mer sällan har man sovrumsfönstret öppet. Tabell 31 visar samband (r_s) mellan olika sömnvariabler och summerad bullerexponering för tåg och vägtrafik, $L_{den, tot}$. (Bullerexponeringsmättet $L_{den, tot}$ viktat nivåer nattetid 10 dB högre jämfört med dagtid.)

Tabell 31. Korrelationskoefficienter (r_s) för samband mellan olika sönmått och summerad bullerexponering för tåg och vägtrafik, $L_{den, tot}$.

Sömnvariabler:	$L_{den, tot}$
	r_s
Svårt att somna	0,07**
Vakna på natten	0,02
Antal uppvaknanden	0,06
Sömnkvalitet (sämre)	-0,09***
Trött på morgonen	-0,09***
Öppet sovrumsfönster på sommarhalvåret	0,15***

** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$

Sömnkvalitet i relation till summerad bullerexponering, $L_{den, tot}$.

Samband mellan olika aspekter på sömn och sovvanor och bullerexponering i relation till summerad bullerexponering, $L_{den, tot}$, redovisas i tabell 32. Appendix 10 redovisar motsvarande samband mellan sömnvariablerna och exponering för tågbuller respektive vägtrafikbuller nattetid, $L_{Aeq, 22-06}$.

Tabell 32. Sömn vid olika bullernivåer i relation till summerad bullerexponering från tåg och vägtrafik, $L_{den, tot}$.

	Summerad bullernivå från tåg och vägtrafik			
	$L_{den, tot}$			
Sömnvariabler:	54-59 dB n= 739	60-64 dB n= 622	65-69 dB n= 420	70-79 dB n= 172
Svårt att somna:				
Någon gång/vecka, nästan varje natt (%)	22	23	26	29
Vaknar på natten:				
Någon gång/vecka, varje natt (%)	53	56	59	53
Medelvärde	2,06	2,12	2,16	2,50
Sömnkvalitet:				
Mkt dåligt- inte särskilt bra (%)	16	17	19	25
Medelvärde*)	4,08	4,06	3,94	3,88
Trötthet på morgonen:				
Trött och mycket trött (%)	20	23	24	29
Medelvärde #)	3,31	3,24	3,11	2,99
Sällan/aldrig öppet sovrumsfönster på sommarhalvåret (%)	12	21	22	29
Undvika buller (%) ¹⁾	5	18	24	32
Undvika avgaser (%) ¹⁾	1	4	8	9

*) Högt medelvärde innebär bättre sömnkvalitet. #) Lågt medelvärde innebär ökad grad av trötthet. ¹⁾ Av hela undersökningspopulationen.

Tabellen visar att sömnen, med undantag för uppvaknanden, försämras med ökande bullernivå. *Sömnkvaliteten* försämras med stigande bullerexponering, från 16 % som sover mycket dåligt eller inte särskilt bra i den lägsta bullerkategorin (54-59 dB) till 25 % i den högsta exponeringskategorin (70-79 dB). *Trötthet på morgonen* förändras från det att 20 % anger att de är trötta eller mycket trötta på morgonen i den lägsta bullerkategorin till 29 % vid de högsta bullernivåerna. *Sällan eller aldrig öppnar fönstret på sommarhalvåret* gör fler än dubbelt så många i den högsta bullerkategorin jämfört med den lägsta. Orsaken till detta är att man vill undvika buller (5 % i den lägsta jämfört med 32 % i den högsta bullerkategorin). Skillnaderna mellan de olika bullerkategorierna är statistiskt signifikanta för *sömnkvalitet* (χ^2 , $p=0,03$), *trötthet på morgonen* ($p<0,04$), att *sällan eller aldrig öppna fönstret på sommarhalvåret* ($p<0,001$) pga. buller ($p<0,001$) respektive pga. avgaser ($p<0,001$). Det finns även en trend ($p=0,03$) med ökande andel personer som har svårt att somna med ökande bullernivå.

Samband mellan sömnkvalitet och störning av den totala trafikljudmiljön

Det finns signifikanta skillnader i sömnkvalitet mellan de som är störda respektive de som inte angett att de är störda av den totala trafikljudmiljön, se tabell 33.

Tabell 33. Sömnkvalitet för personer som är störda respektive ej störda av den totala trafikljudmiljön.

	Sömnkvalitet		
	Störda av den totala trafikljudmiljön n= 617	Ej störda av den totala trafikljudmiljön n= 1325	Differens
Sömnvariabler:	%	%	%
Svårt att somna Någon gång/vecka, nästan varje natt (%)	30	20	10
Vakna på natten Någon gång/vecka, varje natt (%)	63	52	11
Sömnkvalitet Mycket dåligt- inte särskilt bra (%)	25	14	11
Trötthet på morgonen Trött och mycket trött (%)	27	20	7

Samtliga skillnader mellan grupperna är statistiskt signifikanta (χ^2 -test, $p < 0,001$)

Tabellen visar att sömnen är sämre ur olika aspekter hos dem som är störda av den totala trafikljudmiljön jämfört med dem som inte störs av trafikljudmiljön, en skillnad på mellan 7 och 11 procentenheter.

HÄLSA OCH PSYKO-SOCIALT VÄLBEFINNANDE

Allmänt hälsotillstånd utvärderades med frågan ”Hur bedömer Du ditt allmänna hälsotillstånd, jämfört med andra i Din ålder”? Svartalternativen var: (1) ”Mycket gott”, (2) ”Gott”, (3) ”Någorlunda”, (4) ”Dåligt” respektive (5) ”Mycket dåligt”.

Psyko-socialt välbefinnande utvärderades för ett antal olika symptom (se tabell 34, nedan), vilka i tidigare undersökningar visat sig vara väl relaterade till bullerexponering, med följande fråga: ”Även om man inte har någon sjukdom/besvär kan ens allmänna välbefinnande variera och man kan må mindre bra på olika sätt, Hur ofta brukar Du känna Dig ...?” Svartalternativen var: ”Sällan/aldrig”, ”Någon/några gånger i månaden”, ”Någon/några i veckan” samt ”Varje dag”.

Samband mellan hälsa, psyko-socialt välbefinnande och bullermått

Sambanden mellan allmänt hälsotillstånd, psykosocialt välbefinnande och bullerexponering beräknat med olika mått visas i tabell 34.

Tabell 34. Samband (r_s) på individnivå mellan variabler som beskriver allmänt hälsotillstånd (grad 1-5) respektive psyko-socialt välbefinnande (frekvens 1-4) och de olika bullerexponeringsmåten.

	$L_{Aeq, 24h, väg}$	$L_{Aeq, 24h, tåg}$	$L_{Aeq, 24h, tot}$	$L_{den, tot}$
	r_s	r_s	r_s	r_s
Allmänt hälsotillstånd	0,07**	0,02	0,05*	0,06**
Psyko-sociala symptom:				
Mycket trött	0,06*	0,08**	0,09***	0,09***
Obehagskänslor i magen	0,05*	0,02	0,05*	0,05*
Ledsen och nedstämd	0,05*	0,05*	0,07**	0,06**
Osällskaplig och föredrar att vara ifred	0,05	0,08**	0,08***	0,08***
Irriterad och vresig	0,05*	0,07**	0,07**	0,07**
Stressad	0,03	0,05*	0,05*	0,06*

*) $p < 0,05$; **) $p < 0,01$; ***) $p < 0,001$.

Tabellen visar att sambanden mellan bullerexponering och allmänt hälsotillstånd respektive olika psyko-sociala symptom med få undantag är statistiskt signifikanta, men svaga. Sambanden är något högre för de summerade bullermåtten, $L_{Aeq, 24h, tot}$ respektive $L_{den, tot}$.

Samband mellan allmänt hälsotillstånd och bullernivå, $L_{Aeq, 24h, tot}$

Tabell 35 redovisar den egna bedömningen av allmänt hälsotillstånd jämfört med andras i samma ålder för olika bullerkategorier.

Tabell 35. Allmänt hälsotillstånd (% mycket gott och gott samt medelvärde) i relation till summerad bullerexponering $L_{Aeq, 24h, tot}$.

	Summerad bullernivå från tåg och vägtrafik, $L_{Aeq, 24h, tot}$				
	48-52 dB n= 451	53-57 dB n= 725	58-62 dB n= 528	63-72 dB n= 244	Totalt n=1953
Allmänt hälsotillstånd:					
Andel (%) Mycket gott +gott	79	79	76	75	78
Medelvärde *)	1,92	1,94	2,02	2,07	1,97
Sd	0,80	0,81	0,89	0,85	0,83

*) Högre medelvärde innebär ett sämre hälsotillstånd.

Tabellen visar att det allmänna hälsotillståndet bedöms som mycket gott eller gott av mellan 75 och 79 % av de boende.

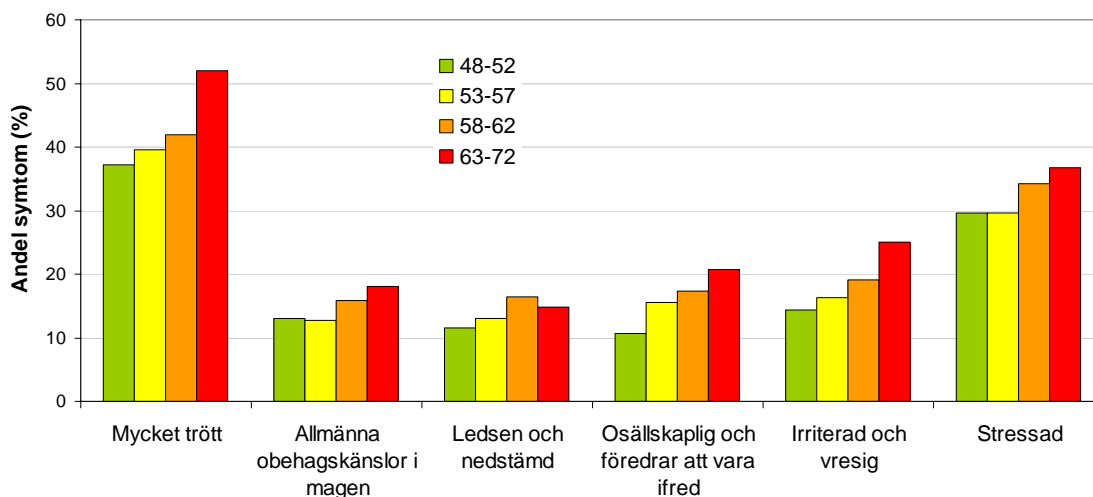
Samband mellan psyko-socialt välbefinnande och bullernivå, $L_{Aeq, 24h, tot}$

Tabell 36 visar förekomst av olika psyko-sociala symptom som rapporteras förekomma varje dag eller någon/några gånger per vecka i relation till bullernivåer från summerad exponering från tåg och vägtrafik. I figur 33 visas samma resultat i stapelform för olika bullerkategorier. Appendix 11A och 11B redovisar motsvarande resultat i relation till vägtrafikbuller $L_{Aeq, 24h, väg}$ och tågbuller $L_{Aeq, 24h, tåg}$.

Tabell 36. Andel (%) som har symptom någon/några gånger per vecka eller varje dag i relation till summerad bullerexponering $L_{Aeq, 24h, tot}$.

	Summerad bullernivå från tåg och vägtrafik, $L_{Aeq, 24h, tot}$				
	48-52 dB n= 451	53-57 dB n= 725	58-62 dB n= 528	63-72 dB n= 244	Totalt n= 1953
Andel (%) med symptom någon/några gånger per vecka eller varje dag:					
Mycket trött	37	40	42	52	41
Obehagskänslor i magen	13	13	16	18	14
Ledsen och nedstämd	12	13	17	15	14
Osällskaplig och föredrar att vara ifred	11	16	17	21	16
Irriterad och vresig	14	16	19	25	18
Stressad	30	30	34	37	32

Tabellen visar att de vanligast förekommande symptomen är ”mycket trött” och ”stressad”. Båda symptomen är vanligare ju högre bullernivån vid bostaden är. I den lägsta bullerkategorin är 37 % mycket trötta någon/några gånger per vecka eller varje dag jämfört med 52 % i den högsta bullerkategorin. Motsvarande siffror för stressad är 30 % respektive 37 %. Signifikant ökning av förekomst av symptom (dagligen eller någon/några gånger i veckan) mellan bullerkategorierna finns för *trötthet* (χ^2 -test, $p < 0,001$), *osällskaplig och föredrar att vara ifred* ($p = 0,003$) samt *irriterad och vresig* ($p = 0,003$). För *obehagskänslor i magen* samt *stress* finns en trend till ökning mellan bullerkategorierna ($p = 0,03$ respektive $p = 0,02$)



Figur 33. Andel (%) som har symptom någon/några gånger per vecka eller varje dag i relation till summerad bullerexponering $L_{Aeq, 24h, tot}$.

Av figur 33 framgår att samtliga rapporterade symptom, med undantag för ”ledsen och nedstämd” ökar med ökad ljudnivå.

HYPERTONI (HÖGT BLODTRYCK)

I enkäten ingick frågor om högt blodtryck med lydelsen ”Har Du av läkare fått diagnosen högt blodtryck?”, ”Använder Du någon medicin mot högt blodtryck?” samt ”Har/hade någon av dina föräldrar eller syskon högt blodtryck?”. Frågorna om längd och vikt gav möjlighet att beräkna body mass index (BMI). Andra faktorer som skulle kunna påverka prevalens av hypertoni och hypertonimedicinering är rökning, buller på arbetet samt utbildningsnivå.

I tabell 37 redovisas prevalens av hypertoni och hypertonimedicinering stratifierat för buller från vägtrafik. Här redovisas även en del av ovan nämnda bakgrundsfaktorer.

Det finns en signifikant trend till ökad förekomst av *hypertonimedicinering* vid ökande vägtrafikbuller ($p=0,04$), medan trenden till ökad prevalens av *hypertoni* inte var statistiskt signifikant ($p=0,10$), se tabell 37. Vid undersökning av de personer som bott i bostaden i mer än 10 år var sambandet mellan hypertonimedicinering och vägtrafikbuller något tydligare ($p=0,02$). För tågbuller eller kombinerade bullerkategorier sågs inga motsvarande trender.

Vid uppdelning på män och kvinnor sågs en tendens till ökad prevalens av hypertoni och hypertonimedicinering ($p=0,06$) endast hos män (se tabell 38). Vid en sammanslagning av bullerkategorierna till $L_{Aeq, 24h} \leq 55$ dB respektive > 55 dB fanns en statistiskt signifikant skillnad i förekomst av hypertonimedicinering (prevalenskvot 1,45 med 95 % konfidensintervall 1,02 – 2,05). Vid beräkning av oddskvoter i stället för prevalenskvoter ses liknande resultat.

Tabell 37. Prevalens av hypertoni och hypertonimedicinering stratifierat för beräknad bullernivå från vägtrafik ($L_{Aeq, 24h}$). Här redovisas även en del bakgrundsfaktorer.

	Bullernivå från vägtrafik $L_{Aeq, 24h}$				
	45-50 dB	51-55 dB	56-60 dB	61-70 dB	Totalt
Antal	762	590	434	167	1953
Medelålder	49	48	50	51	49
Kön (% kvinnor)	55	51,5	52	52	53
Hereditet för hypertoni (%)	33	35	30	33	33
Rökare (%)	17	15	23	22	18
Ex-rökare (%)	31	31,5	32	28	31
BMI	25	25	25	25	25
Buller i arbetet (%)	35,5	36	36	31	35
Utbildning <12 år (%)	48	46	54	56	50
Universitetsutbildning ≥ 3 år (%)	25	27	22	19	24
Äger sin bostad (%)	82	89	91	62	84,5
Hypertoni (%)	13,0	13,4	15,2	17,4	14,0
Medicinering (%)	10,0	10,9	14,1	13,3	11,5

Tabell 38. Prevalens självrapporterad hypertoni samt hypertonimedicinering hos **män** i olika kategorier vägtrafikbuller.

Bullernivå från vägtrafik $L_{Aeq, 24h}$					
	45-50 dB	51-55 dB	56-60 dB	61-70 dB	Totalt
Hypertoni (%)	14,2	14,7	16,3	21,3	15,4
Prevalenskvot (95 % KI)	1,0	1,03 (0,71-1,51)	1,15 (0,77-1,71)	1,50 (0,91-2,45)	
Medicinering (%)	10,8	10,9	15,3	16,5	12,3
Prevalenskvot (95 % KI)	1,0	1,01 (0,64-1,59)	1,42 (0,92-2,21)	1,53 (0,85-2,74)	

Hypertoni, bakgrundsfaktorer och buller vid multivariata analyser.

Vi fann som väntat ett statistiskt signifikant samband mellan å ena sidan hypertoni och å andra sidan ålder, BMI och hereditet för hypertoni. Hypertoni var också vanligare hos män. Däremot sågs ingen signifikant inverkan av pågående rökning, boendetyper, utbildning eller buller i arbetet.

Då ålder, kön, hereditet, BMI, utbildning (gräns > 12 års skolgång) samt buller i arbetet och rökning togs med i modellen sågs hos män en signifikant ökad oddskvot för hypertoni i den högsta bullerkategorin (tabell 39).

För män som bott mer än 10 år i bostaden var oddskvoten högre vid vägtrafikbuller $L_{Aeq, 24h}$ 61-70 dB (4,0) än för alla män (2,2) och för hypertonimedicinering var oddskvoterna förhöjda för de två högsta bullerkategorierna (2,7 respektive 5,3). Som framgår i tabellen blir antalet personer dock begränsat. För kvinnor fanns inget samband med vägtrafikbuller.

Tabell 39. Oddskvoter för hypertoni och hypertonimedicinering hos män med 95 % konfidensintervall (95 % CI) vid logistisk regression I modellen inkluderades ålder, BMI, hereditet för hypertoni, rökning, utbildning (mer/mindre än 12 år) samt buller i arbetet.

		Hypertoni	Medicinering
Vägtrafikbuller- kategori	N	OR (95 % CI)	OR (95 % CI)
Ojusterade oddskvoter			
45-50 dB	345	1,0	1,0
51-55 dB	286	1,0 (0,67 – 1,62)	1,0 (0,61 – 1,68)
56-60 dB	209	1,2 (0,73 – 1,89)	1,5 (0,90 – 2,49)
61-70 dB	80	1,6 (0,89 – 3,02)	1,6 (0,82 – 3,24)
Justerade oddskvoter			
45-50 dB	319	1,0	1,0
51-55 dB	260	1,1 (0,6 – 1,9)	1,0 (0,5 – 1,8)
56-60 dB	186	1,1 (0,6 – 2,0)	1,4 (0,7 – 2,7)
61-70 dB	78	2,2 (1,01 – 4,8)	2,1 (0,9 – 4,8)
Justerade oddskvoter hos dem som bott > 10 år i bostaden			
45-50 dB	161	1,0	1,0
51-55 dB	123	1,1 (0,5 – 2,3)	1,6 (0,7 – 3,6)
56-60 dB	73	1,7 (0,8 – 3,9)	2,7 (1,1 – 6,6)
61-70 dB	25	4,0 (1,3 – 13)	5,3 (1,5 – 19)

DISKUSSION

Syftet med föreliggande undersökning var att (1) kartlägga förekomst av hälsoeffekter av buller från vägtrafik, tåg och flyg, (2) utarbeta metodik för bestämning av individuell bullerexponering baserad på GIS-metodik samt att (3) pröva och ge förslag till nya indikatorer lämpade för uppföljning av förekomst av hälsorelaterade effekter av buller från olika trafikslag.

HÄLSOEFFEKTER AV VÄGTRAFIK, TÅG OCH FLYG

Störning av olika olägenheter från olika trafikslag

Störningar av buller från vägtrafik och tåg i det undersökta området är omfattande, 29 respektive 33 %. Ljudnivån från flyg underskrider L_{Amax} 70 dB men trots detta rapporterar 16 % att de är störda av flygbuller. I det utökade undersökningsområdet (låga ljudnivåer $< L_{Aeq, 24h}$ 45 dB för vägtrafik och tåg) med ljudnivåer från flyg mellan L_{Amax} 70-75 dB var störningarna av flygbuller betydande, 34 % av de 35 personer som ingick.

Samband mellan störning och buller från tåg- och vägtrafik

Störningar av buller från *vägtrafik* var relativt omfattande även vid förhållandevis låga ljudnivåer under riktvärdet $L_{Aeq, 24h}$ 55 dB. Vid nivåer på 45-50 dB var 13 % störda och vid 51-55 dB var andelen störda 27 %. Denna störningsutbredning stämmer väl överens med erfarenheter från internationella undersökningar vilka sammanställts i en internationell databas se t.ex. Miedema & Oudshoorn 2001, [11] medan studierna inom forskningsprogrammet ”Ljudlandskap för bättre hälsa” [26] visade att endast 3 % var störda av vägtrafikbuller i områden med bullernivåer på ca 42 dB.

Andelen störda av vägtrafikbuller ökade kraftigt vid högre ljudnivåer, till 48 % vid 56-60 dB och 62 % vid nivåer mellan 61 och 70 dB, vilket är avsevärt högre än andelen störda i de dos-respons-samband som redovisas av Miedema & Oudshoorn 2001 [11] samt Öhrström et al 2005 [26]. En högre störning av vägtrafikbuller (96 % störda vid bullernivåer mellan 56 och 69 dB) har dock rapporterats i en studie i Göteborg [30] Delvis kan den höga andelen störda i Lerum förklaras av samtidig förekomst av tågbuller, se nedan. Detta är dock inte tillräckligt som förklaring eftersom jämförande analyser av andel störda av buller från vägtrafik i områden med låga tågbullernivåer ($L_{Aeq, 24h}$ 45-50 dB) visade att andelen störda av vägtrafikbuller i Lerum var 20-25 procentenheter högre jämfört med tidigare studie [26].

Omfattningen av störningar av buller från *tågtrafik* skilde sig inte (14 % störda) från störningar av vägtrafikbuller vid låga nivåer ($L_{Aeq, 24h}$ 45-50 dB). Vid högre bullernivåer ökade störningen av tågbuller från 37 % vid 51-55 dB, till 58 % vid 56-60 dB upp till 69 % vid nivåer över 60 dB, vilket är 7 – 10 procentenheter fler jämfört med störning av vägtrafikbuller vid motsvarande nivåer av buller från vägtrafik.

Den alldeles övervägande delen av internationella och svenska studier visar att tågbuller är *mindre* störande än vägtrafikbuller, vilket bl.a. resulterat i att tågtrafiken tilldelats en ”bonus” i ett flertal länder (i Sverige en bonus på 5 dB ”utomhus i bostadsområdet i övrigt” i de av riksdagen antagna riktvärdena för trafikbuller 1997) [15]. Den omfattande förekomsten av

störningar av tågbuller i denna undersökning är därför oväntad. Järnvägsutredningen Floda – Aspen [31] visar att det finns ett antal områden med vibrationskänslig mark i Lerum och eftersom det tidigare visats att störningar av buller från tågtrafik accentueras om det samtidigt förekommer kraftiga markvibrationer [8, 12, 13, 14, 32] skulle detta, åtminstone i någon mån, kunna förklara de omfattande störningarna av tågbuller. Å andra sidan var spontana rapporter om störningar av vibrationer i enkätsvaren mycket få och de tidigare undersökningarna har visat att om det förekommer kraftiga markvibrationer från tågtrafik är andelen störda av tågbuller ungefär *densamma* som för störning av vägtrafikbuller.

Även om förekomsten av markvibrationer från tågtrafiken kan påverka störningsupplevelsen av buller finns det ett antal andra möjliga förklaringar till de omfattande störningarna av tågbuller i Lerum. En bidragande orsak till att en *högre* andel är störda av tåg- än av vägtrafikbuller kan vara att det under de senaste 5 åren skett en del förändringar i tågtrafiken. Sedan 1999 har den tillåtna axellasten för godståg ändrats från ett axeltryck på 1 800 ton till som högst 3 200 ton per tågset och 4 sådana ”tung” godståg passerar nu genom Lerum per vardagsmedeldygn. Antalet fjärrtåg har under samma period ökat med mellan 5 och 7 % medan pendeltågstrafiken inte förändrats. Andra, och sannolikt mera troliga förklaringar, till den höga andelen störda av tågtrafik är oro för ökade störningar pga. den planerade utbyggnaden av järnvägen med ett 3:e och 4:e spår samt den samtidiga förekomsten av buller från både vägtrafik och tåg.

Oro för järnvägsutbyggnad och samband med störning av tågbuller

Kan oro för ökade bullerstörningar pga. den planerade utbyggnaden av järnvägen med ett 3:e och 4:e spår, åtminstone delvis, förklara att en *högre* andel är störda av tåg- än av vägtrafikbuller i Lerum? Det finns erfarenheter från tidigare studier om effekter av tågbuller som tyder på detta [8]. I Kungsbacka genomfördes en undersökning av störningar av buller och vibrationer från tåg före och efter utbyggnad till dubbelspår för pendeltåg mellan Göteborg och Kungsbacka samt åtgärder mot vibrationer och buller på olika sträckor [32]. Resultaten visade att totalt sett *minskade* störningarna av tågbuller kraftigt jämfört med det första undersökningstillfället 1990 (från 37 till 23 % i genomsnitt för hela undersökningsområdet) trots att antalet tåg ökat med 90 pendeltåg. Förväntningarna om ökade störningar av buller och vibrationer vid en utbyggd tågtrafik ledde sannolikt till en ”överrapportering” av störningar till följd av buller i undersökningen 1990. Undersökningar av störningar av tågbuller i Partille 1991 [8] utmed en bansträcka med ungefär samma trafikering (totalt 160 tåg) som i Lerum och med flera vibrationskänsliga områden visade också lägre störningsutbredning (mellan 10 – 48 procentenheter lägre störning än i Lerum).

Störning av kombinerade bullerkällor

Denna undersökning visar att då det *samtidigt* förekommer höga bullernivåer från både vägtrafik och tåg (figur 11 a-b) är störningarna från *var och en* av bullerkällorna mer omfattande än då endast en av bullerkällorna förekommer/den andra källan ger låga nivåer (45-50 dB). Detta belyser vikten av att i miljömedicinska bedömningar och åtgärder mot buller även mäta och bedöma effekterna av den totala bullerbelastningen och inte bara bullerbelastningen från enskilda källor.

Riskbedömningar av hälsopåverkan av buller baseras s.k. på dos-respons samband mellan bullernivå (t.ex. $L_{Aeq,24h}$) och effekter av buller (t.ex. andel ganska, mycket och oerhört mycket störda). Dos-respons samband finns för buller och störning från *enskilda* källor [11] men

eftersom forskningen om effekter av kombinerade bullerkällor är mycket begränsad, har motsvarande dos-respons samband för buller från flera källor och störning från flera källor ännu inte kunnat tas fram. Det finns olika teorier, men ingen samstämmighet, om hur total bullerexponering bäst mäts och beskrivs (se t.ex. Miedema, 2004, Nilsson, 2001) [33, 34] I kartläggningen av bullernivåer i denna undersökning beräknades den summerade bullerexponeringen (*akustisk ljudenergi*) från vägtrafik och tåg ($L_{Aeq,24h,tot}$) som ett mått på den totala bullerbelastningen från trafik. Det bör dock observeras att bullernivån från vägtrafik är beräknad för den sida av bostaden som är mest exponerad för vägtrafikbuller och bullernivån från tåg är beräknad för den sida av bostaden som är mest exponerad för tågbuller. Den summerade bullerexponeringen tar ingen hänsyn till detta, utan summerar exponeringen oavsett om bostaden har högst tågbuller och högst vägtrafikbuller på samma sida eller på olika sidor av bostaden. Detta innebär begränsningar i möjligheten att bedöma om bostaden har tillgång till en tyst sida, se nedan.

Det finns heller inget standardiserat mått att mäta total upplevd bullerstörning utan frågor ställs vanligen separat för olika bullerkällor. I kartläggningen av hälsoeffekter av buller i Lerum mätte vi även upplevd störning med en särskild fråga om störning av buller från vägtrafik, tåg och flyg för att få ett mått på den totala, upplevda störningen ("störning av den totala trafikljudmiljön"). Resultaten visade att andelen störda av den totala trafikljudmiljön alltid var något *lägre* än andelen störda av tågbuller och något *högre* än andelen störda av vägtrafikbuller (figur 13, 14). Andel störda av den totala trafikljudmiljön var *aldrig högre* än störning av de enskilda bullerkällorna vilket visar att respondenterna gjorde en sammanvägning av upplevd störning från de olika bullerkällorna snarare än en addering. Ytterligare detaljerade analyser och nya undersökningar krävs för att slutgiltigt bedöma huruvida denna typ av enkätfrågor mäter det vi avsåg att mäta. Resultaten visade dock att sambanden mellan den summerade bullernivån och störning av den totala trafikljudmiljön var i det närmaste lika bra ($r_s = 0,37$) som sambanden mellan bullernivån från respektive bullerkälla och störning av vägtrafikbuller ($r_s = 0,40$) och tågbuller ($r_s = 0,43$).

Betydelsen av situationsfaktorer och individfaktorer för störning av buller

Det finns flera faktorer som påverkar sambandet mellan bullernivå och störning av buller såsom faktorer i den fysiska omgivningen (t.ex. tillgång till tyst plats utomhus och inomhus, typ av fönster etc.) och individfaktorer (t.ex. bullerkänslighet).

Vi fann att tillgång till *tysta rum* där man inte märkte buller från något trafikslag avtog markant med ökande ljudnivå. Ännu tydligare var detta samband för tillgång till tyst plats *utomhus*; vid bullernivåer på mer än 58 dB ($L_{Aeq,24h,tot}$) var det bara ca 10 % som uppgav att de hade tillgång till en tyst plats utanför bostaden. Resultaten bör dock tolkas med viss försiktighet eftersom uppgifter om ljudnivå endast finns för mest exponerad sida av bostaden. I tidigare studier inom forskningsprogrammet "Ljudlandskap för bättre hälsa" [26, 35] har visats att störning av vägtrafikbuller är avsevärt lägre om det finns en tyst sida (definierad som $\leq L_{Aeq,24h}$ 45 dB) vid bostaden. Detta var fallet även i denna undersökning. Resultaten visar att andelen störda är signifikant lägre om det finns tillgång till tystnad ute och inne. Detta innebär att om man kan tillförsäkra bostäder en tyst sida utomhus *och* inomhus kan störning av buller reduceras eller förebyggas. Dock är erfarenheten från de tidigare studierna [26, 35] att då ljudnivån vid den mest exponerade sidan överstiger 60 dB är störningar av buller omfattande *även om* det finns tillgång till en tyst sida, (ca 40 % störda).

Bullerkänslighet och störning

Alla människor är inte lika känsliga för buller och detta är en av förklaringarna till att andelen störda varierar vid en och samma bullernivå. Andra individfaktorer som ålder, kön, utbildning och inkomst har visat sig ha liten betydelse för i vilken mån man rapporterar att man störs av buller eller ej [36]. Erfarenhetsmässigt är ca 1/3 av befolkningen ganska eller mycket känsliga för buller medan ca 1/5 bedömer att de inte alls är känsliga för buller (Öhrström et al 2005) [26]. I denna undersökning var resultaten likartade, 32 % av deltagarna i undersökningen angav att de var ganska eller mycket känsliga för buller och 20 % angav att de inte alls var känsliga för buller. Liksom i andra undersökningar (t.ex. Miedema & Vos 2003 [28], Öhrström et al 2005 [26]) fann vi inget samband mellan bullernivå och bullerkänslighet, däremot fanns ett starkt samband mellan störning och bullerkänslighet. De som är mycket känsliga för ljud/buller är också mest störda av buller. För den grupp som inte alls är känslig för buller är det endast en liten andel som störs, 7-10 % vid bullernivåer under 62 dB. Vid högre bullernivåer över 62 dB är endast 24 % störda av buller i denna grupp jämfört med över 80 % i de grupper som angett att de är ganska eller mycket känsliga för ljud/buller.

Enligt Miljöbalken skall vid bedömning av "*olägenhet för människors hälsa*" hänsyn tas till människor som är känsligare än normalt. Det är därför i detta sammanhang värt att notera att andelen störda i de två grupperna med högst känslighet för ljud/buller (vilka utgör 1/3 av undersökningspopulationen) är ca 20 procentenheter *högre* än den genomsnittliga störningen för samtliga personer i undersökningen (64 % störda).

Störning av vibrationer och andra emissioner från trafik

Utöver störning av buller rapporterades relativt omfattande störningar av vibrationer (12 %) och avgaser (9 %) från vägtrafiken. Störning av vibrationer från tågtrafiken rapporterades av 1 % av respondenterna. Jämfört med tidigare undersökningar (Öhrström 2004 [30]; Öhrström et al 2005 [26]) är förekomsten av störningar av avgaser från vägtrafik mindre omfattande.

Störningar av vibrationer från tågtrafik är vanliga [8] i områden där marken består lera, vilket delvis är fallet i Lerums kommun. Inom ramen för Järnvägsutredningen, sträckan Floda – Aspen, gjordes beräkningar av antalet fastigheter och personer som var berörda av vibrationer från järnvägen [31]. Totalt beräknades att 38 fastigheter (114 personer) var utsatta för vibrationsnivåer > 0,4 mm/s (RMS-värde, vägt) från passerande tåg. Av dessa bedömdes 25 fastigheter (75 personer) ha vibrationsnivåer mellan 0,4 och 0,99 mm/s, 9 fastigheter (27 personer) bedömdes ha vibrationsnivåer mellan 1,0 och 1,99 mm/s och 4 fastigheter (12 personer) bedömdes ha vibrationsnivåer mellan 2,0 och 2,49 mm/s. Vid nivån ca 0,5 mm/s (RMS-värde) upplevs vibrationen "klart märkbar" och vid nivåer överstigande 1,2–1,5 mm/s brukar de flesta karaktärisera dem som "kraftigt kännbara". Lättsovande personer kan vakna redan vid nivåer kring 1,5–2 mm/s (Göransson 1991) [37] (Banverket och Naturvårdsverket 2002 [12]). Det framgår inte av Järnvägsutredningen vilka dessa fastigheter är varför det inte varit möjligt att koppla beräknad vibrationsnivå till den fastighet där undersökningsdeltagarna bor.

Samband mellan trivsel med boendemiljön och störning av buller

En majoritet av de Lerumsbor som ingår i undersökningen trivs mycket bra med bostaden (63 %). Trivsel med bostadsområdet är något lägre (53 %) än vad man fann i levnadsnivåundersökningarna (SCB, 2004 [38]) som visade att 71 % trivdes mycket bra med sitt bostadsområde. Det finns dock ett tydligt samband mellan bullernivå från vägtrafik respektive tåg och trivsel, ju högre bullernivå desto färre anger att de trivs mycket bra med bostaden och bostadsområdet. Detta visar sig även i andelen som önskar byta bostad av miljöskäl. I områden med bullernivåer över $L_{Aeq, 24 h, tot}$ 62 dB önskar 28 % byta bostad jämfört med endast 4 % i områden med låga bullernivåer, 48 - 52 dB.

Påverkan av buller på sömn och dagliga aktiviteter

Den mest påtagliga effekten, både av vägtrafikbuller och av tågbuller, när man befinner sig inomhus i bostaden var att *inte kunna ha sovrumsfönster eller andra fönster öppna* så ofta som man skulle önska på grund av buller. Indirekt visar detta att människor värderar sin bostad inte bara utifrån ”inre ljudkvalitet” utan även utifrån ljudkvaliteten i bostadens närhet. Detta förhållande förstärks också av att *utomhusaktiviteter som avkoppling och samtal*, samt att *inte kunna använda sin uteplats/balkong* pga. vägtrafikbuller, bedömdes av hälften av de boende som störande vid bullernivåer över $L_{Aeq, 24h}$ 55 dB. Utomhusstörningar av tågbuller vid samtal och vila/avkoppling var än mer omfattande, över 60 % vid nivåer över 55 dB, och påverkan på användningen av balkong/uteplats ökade från 5 % vid de lägsta bullernivåerna till 40 % vid nivåer över 55 dB.

Betydelsen av att ha tillgång till en tyst plats utanför sin bostad framkom tydligt vid analyser av samband mellan störning av buller från vägtrafik och tåg då man vistas på sin balkong eller uteplats och uteplatsens/balkongens läge i förhållande till vägar och järnväg. Störning av *samtal/vila, avkoppling* var endast hälften så vanliga om uteplatsen var förlagd åt annat håll, jämfört med om den var förlagd mot trafikled/järnväg. Skillnaden var än mer påtaglig för *användning av balkong/uteplats*.

De främsta orsakerna till störning av vägtrafikbuller inomhus var därutöver påverkan på *vila, avkoppling och sömn* (försämrade sömnkvalitet, svårigheter att somna och väcks). Denna påverkan ökade från att beröra ca 10 % av de boende vid bullernivåer under $L_{Aeq, 24h}$ 50 dB till ca 30 % av de boende vid bullernivåer över 60 dB. Att *samtala, lyssna på radio och TV eller tala i telefon* upplevdes inte vara påverkat av vägtrafikbuller i lika hög omfattning, ca 20 % av de boende i områden med bullernivåer över 60 dB. Att störning av vila och avkoppling är de mest kritiska effekterna av vägtrafikbuller har framkommit i andra studier [26, 30, 39]. Att en majoritet helst vill sova med fönstret öppet på glänt, men att buller utgör ett hinder för detta, framkom i denna undersökning liksom tidigare studier av effekter av vägtrafikbuller [26]

Till skillnad från tidigare studier [8] var inte samtalsstörningar den helt dominerande effekten av buller från tåg. Tågbuller uppgavs i lika stor omfattning försämra möjligheten till vila/avkoppling och sömn som aktiviteter som involverar kommunikation (ca 40 % av de boende vid de högsta bullernivåerna).

Påverkan av buller på psyko-socialt välbefinnande

Det finns ett samband mellan bullernivå från vägtrafik och tåg och psyko-socialt välbefinnande. Förekomsten av olika symptom (mycket trött, allmänna obehagskänslor i magen, osällskaplig och föredrar att vara ifred, irriterad och vresig samt stress) varje dag/flera gånger i veckan, ökar med ökad bullernivå. Förekomsten av olika symptom är statistiskt signifikant högre för *trötthet*,

osällskaplig samt *irriterad/vresig*. Det finns även en statistiskt signifikant trend till ökning för symptomen *obehagskänslor i magen* samt *stress* med ökande bullernivå. Resultaten ger därmed ytterligare stöd för tidigare studier [26, 30, 40] som visat att trafikbuller kan leda till stressrelaterade symptom. Resultaten i denna undersökning stöds även av tidigare fynd [6, 7, 41] vilka visar högre prevalens av hjärt-kärlsjukdom i områden exponerade för höga bullernivåer från vägtrafik.

Hypertoni (högt blodtryck)

Sammanfattningsvis finner vi för män, särskilt hos dem som bott mer än 10 år i bostaden, ökad förekomst av hypertoni och hypertonimedicinering med ökande vägtrafikbuller, när hänsyn tas till ålder, rökning, ärftlighet, BMI samt buller i arbetet. För tågbullerexponerade sågs inget samband. Inte heller för kvinnor fanns någon påvisbar inverkan av vägtrafik eller tågbuller i den multivariata analysen.

Andra faktorer som kan ha inverkan på blodtrycket, såsom hereditet, BMI samt rökning togs hänsyn till. Som mått på social tillhörighet användes utbildningsnivå. En brist är att hypertoni diagnosen endast är självrapporterad. Från USA finns en valideringsstudie som för självrapporterad hypertoni visade sensitivitet 71 %, specificitet 90 %, positivt prediktivt värde 72 % och negativt prediktivt värde 89 % [42]. En trubbig diagnostik borde dock försvaga ett observerat samband mellan buller och hypertoni.

I de flesta tidigare studier har man inte sett klara samband mellan vägtrafikbuller och hypertoni eller hypertonimedicinering hos den allmänna befolkningen. Bluhm och medarbetare fann en tendens till ökande hypertoni hos kvinnor vid ökande vägtrafikbuller om de bott mer än 10 år i bostaden [43]. Vi fann istället en signifikant ökning av hypertoni och hypertonimedicinering med ökande vägtrafikbuller hos män som bott länge i bostaden. Babisch [6] fann i en fallkontroll-studie en ökad risk för hjärtinfarkt hos män som bott länge i den aktuella bostaden. Vi har ingen logisk förklaring till att män skulle påverkas mer av vägtrafikbuller än kvinnor.

Huvudhypotesen för att förklara hur buller påverkar risken för blodtrycksjukdom eller annan hjärt-kärl-sjukdom är att buller framkallar stress genom fysiologiska och/eller psykologiska mekanismer. Långvariga effekter av stress på t.ex. hormoner som ökar blodkärlens motstånd kan orsaka hypertoni [7], men mekanismerna, om det rör sig om ett orsakssamband, är till stor del okända och sannolikt komplexa.

En faktor som talar för att vägtrafikbuller ökar risken för blodtryckssjukdom är att denna studie, liksom Bluhms [43] finner en ökad risk hos dem som bott länge i aktuell bostad. Vidare stöds misstanken om ett orsakssamband av liknande fynd när det gäller buller i arbetet, studier av hypertoni och flygbuller [7] samt ovan nämnda studie av vägtrafikbuller och hjärtinfarkt [6].

Vi har presenterat riskerna för självrapporterad hypertoni utan att ta hänsyn till när sjukdomen upptäcktes. I analyser där vi uteslutit de som fått hypertoni innan de flyttat till aktuell bostad får vi liknande, eller något starkare effekter, än de som visas i tabell 39.

METODOLOGISKA ASPEKTER - HUR TILLFÖRLITLIGA ÄR RESULTATEN?

Undersökningsområdet har begränsats till områden med bostäder som är utsatta för ekvivalenta ljudnivåer från tåg- och vägtrafik över $L_{Aeq,24h}$ 45 dB eftersom erfarenheter från tidigare undersökningar visat att förekomsten av störning vid lägre ljudnivåer ($L_{Aeq,24h} < 45$ dB) inte är särskilt omfattande, <5 % upplever sig störda av buller [26].

Det finns flera faktorer i denna studie som stärker den så kallade interna validiteten, dvs. hur tillförlitliga resultaten är med avseende på hur Lerumborna i det aktuella området påverkas av buller.

En viktig faktor är att vi utgått från hela den aktuella befolkningen och när vi valt ut endast delar av befolkningen i vissa bullerkategorier har detta gjorts slumpmässigt. Svarsfrekvensen (71 %) är högre än vad som är vanligt i denna typ av populationsstudier med enkäter och likvärdigt med den (70 %) som man hade i Västra Götaland vid den stora nationella miljöhälsoenkäten, initierad av Socialstyrelsen och genomförd av Statistiska Centralbyrån och Institutet för Miljömedicin [3]. Om förekomsten av störning hos dem som inte svarat är lägre än hos dem som svarat kan vi ha överskattat störningen i totalbefolkningen något. En god svarsfrekvens gör att det är osannolikt att besvärsförekomsten hos hela populationen skiljer sig avsevärt från den som vi redovisar här.

Analyserna baseras på nästan 2000 besvarade enkäter, vilket gör att den slumpmässiga osäkerheten blir ganska liten i totalgruppen när det gäller störningar och andra faktorer som är vanligt förekommande. När 29 % av 1953 personer anger att de är (ganska, mycket eller oerhört) störda av vägtrafikbuller är den slumpmässiga osäkerheten i denna siffra endast ± 2 %. Däremot blir osäkerheten större vid analys av subgrupper. För de 434 personerna i bullerkategorin 56-60 dB anger 48 % att de är störda av vägtrafikbuller och osäkerheten är ± 5 %. För de 167 personerna i den högsta bullerkategorin (62 % störda) är den ± 8 % (figur 6). För företeelser som är mera sällsynta, t.ex. 5 % som anger att de har tillgång till tyst plats utomhus i bullerkategorin 63-72 dB (Tabell 10) blir den relativa osäkerheten större, i detta fall 5 ± 3 %. Alla osäkerheter av detta slag är förstås inbyggda i de statistiska beräkningar som gjorts.

Vid frågor om störning av buller, liksom andra typer av besvär, kan små skillnader i frågornas formuleringar spela stor roll för svarsresultatet. I denna undersökning har enkätfrågor använts som är väl utprovade och använts även i andra undersökningar. Det gör att vi kan jämföra med andra studier.

Exponeringskartläggningen håller enligt vår mening en god standard. Den nordiska beräkningsmodellen har använts för beräkning av buller vid husfasad och beräkningarna har gjorts av välrenommerade konsulter. Trots detta måste man vara medveten om att en beräkning av bullernivåer vid fasad inte är perfekt. Man brukar normalt räkna med en osäkerhet kring ± 2 dB och felet kan vara större vid komplicerad topografi eller belägenhet av byggnaderna. För beräkningarna i Lerum anger konsulten en osäkerhet på ± 3 dB. Beräknade maxnivåer för vägtrafikbuller i de områden som inte ligger alldeles i närheten av E 20 är mera osäkra eftersom man där inte har tillgång till trafikdata på lokal nivå utan gjort schablonantaganden. Allmänt kan sägas att en icke systematisk felklassificering av bullernivåerna leder till att den sanna effekten av buller på förekomst av störning underskattas något.

En liknande effekt dvs. att vi underskattar den sanna effekten av buller kan man få om bullerkänsliga personer har flyttat från bostäder med hög bullernivå, så kallad selektionsbias. Andelen bullerkänsliga personer var dock, i motsats till vad man funnit i tidigare undersökningar (t.ex. Öhrström et al 2005) [26], något högre i de två högsta bullerexponeringskategorierna än i områden med lägre bullerexponering.

Vi har här framför allt berört den interna validiteten, dvs. hur tillförlitliga resultaten är med avseende på Lerumborna i det aktuella området. Den s.k. externa validiteten, dvs. i vilken utsträckning man kan överföra resultaten från detta område i Lerum till andra delar av Sverige är en mer komplicerad fråga. Vi har ovan berört frågan om att aktuella ombyggnadsplaner för järnvägen kan ha påverkat attityder och svarsutfall.

METOD FÖR BESTÄMNING AV INDIVIDUELL BULLEREXPONERING BASERAD PÅ GIS-METODIK

Inom projektet har en metod tagits fram (Appendix 1) där beräknade bullernivåer från olika trafikslag med hjälp av GIS-metodik har kopplats till fastighetsregister och befolkningsregister för att möjliggöra undersökningar av samband mellan *individuell* bullerexponering och hälsoeffekter av buller.

Metoden är relativt arbetskrävande och det finns ett antal felkällor som bl.a. ställer krav på granskning av bostadshusens utformning och läge i förhållande till bullerkällan. I undersökningen i Lerum har vi genom detaljgranskning av underlagsmaterial och besök på plats, förhoppningsvis, undanröjt dessa problem. Några viktiga aspekter att beakta vid användning av denna metod att fastställa individuell bullerexponering vid bostäder diskuteras i det följande.

Bullerberäkningarna avser nivån på mest exponerad sida av bostaden. Det innebär att vissa bostäder kan ha en sida som är mest exponerad för vägtrafikbuller och en annan sida som är mest exponerad för tågbuller. Det hade varit en fördel om bullerberäkningar utförts för båda sidor av bostaden för båda trafikslagen, särskilt med tanke på betydelsen av tillgång till tyst sida som är väsentlig för upplevd störning och andra effekter av buller. (Detta kan dock, i viss mån, kompenseras genom frågor i enkäten till de boende). En fördel hade varit om man kunde erhålla fastighetsdata som ytor istället för punkter då detta hade minskat en felklassning av de bostäder där närmaste fastighetspunkt inte stämde med bostadens faktiska fastighetsbeteckning (Appendix, figur 3). Vidare hade problemen med ”långa hus”, som beskrivs i figur 1, Appendix 1, kunnat mildras om man tagit fram en bullerberäkningspunkt per huskroppssegment istället för en beräkningspunkt per hus. Ett annat problem är radhus där en huskropp består av flera fastigheter, se Appendix 1, figur 2. Huskroppen tilldelas bara ett värde, som beräknats till den mest bullerexponerade fasaden, detta värde kan vara missvisande för fastigheter inom huskroppen. Problemet skulle kunna lösas genom att varje fastighet får en beräkningspunkt och därmed ett eget bullervärde.

FÖRSLAG TILL NYA INDIKATORER LÄMPADE FÖR UPPFÖLJNING AV FÖREKOMST AV HÄLSORELATERADE EFFEKTER AV BULLER FRÅN OLIKA TRAFIKSLAG

Följande indikatorer har föreslagits för att mäta och följa utvecklingen av bullers påverkan på människors hälsa. (Se Appendix 12 för detaljerad beskrivning och motiv till förslagen.)

Indikator 1:	Antal personer som är exponerade för buller (utomhus vid mest exponerad fasad).
Indikator 2:	Störning av buller ¹⁾
Indikator 3:	Sömnstörning av buller ¹⁾
Indikator 4:	Påverkan av buller på aktiviteter inomhus: (a) vila/avkoppling, (b) samtal och (c) möjlighet att ha sovrumsfönster öppet ²⁾
Indikator 5:	Påverkan av buller på aktiviteter utomhus: (a) utevistelse, (b) vila/avkoppling och (c) samtal ²⁾
Indikator 6:	Störning av buller inomhus med stängt fönster ¹⁾
Indikator 7:	Tillgång till tyst rum och tyst uteplats vid bostaden ²⁾
Indikator 8:	Beräknat antal förtida dödsfall i hjärt-kärlsjukdom till följd av buller från vägtrafik.

¹⁾ (buller från vägtrafik, tåg och flyg var för sig) ²⁾ (buller från vägtrafik, tåg och flyg samlat i en fråga)

AVSLUTANDE KOMMENTARER

Undersökningen i Lerum visar att effekter av buller från olika trafikslag är omfattande. Omfattningen av störningar (allmän störning och påverkan på sömn och dagliga aktiviteter) är större än vad som påvisats vid motsvarande bullernivåer från enskilda bullerkällor i flera tidigare studier. En förklaring till detta är förekomsten av samtidig exponering för flera bullerkällor, framförallt vägtrafik (E 20) och tågtrafik (Västra Stambanan). Ett oväntat resultat är de omfattande störningarna av tågbuller. Tågbuller har i majoriteten av tidigare studier visats leda till mindre omfattning av störningar jämfört med vägtrafikbuller och sannolikt har oro inför den planerade utbyggnaden av järnvägen med ytterligare 2 spår i Lerum i viss grad influerat rapporteringen av störning av tågbuller.

REFERENSER

- 1 Naturmiljön i siffror 2000. Naturvårdsverket och Statistiska Centralbyrån, Stockholm; 2000. <http://www.scb.se>.
- 2 SIKA Rapport 2002:1. Persontransporternas utveckling till 2010. <http://www.sika-institute.se>
- 3 Miljöhälsorapport 2001. Socialstyrelsen, Institutet för Miljömedicin och Miljömedicinska enheten Stockholms läns landsting, Stockholm; 2001 ISBN 91-7201-495-4. <http://www.sos.se>
- 4 Berglund B, Lindvall T, Schwela D and Goh K T. Guidelines for community noise. World Health Organization. Genève; 2000. <http://www.who.int/publications/en/>
- 5 Öhrström E. 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.
- 6 Babisch W, Beule B, Schust M, Kersten N and Ising H. (2005) Traffic noise and risk of myocardial infarction. *Epidemiology*. Jan;16 (1):33-40.
- 7 van Kempen E E, Kruize H, Boshuizen H C, Ameling C B, Staatsen B A and de Hollander A E. (2002) The association between noise exposure and blood pressure and ischemic heart disease: a meta-analysis. *Environ Health Perspect*. Mar;110(3):307-17.
- 8 Öhrström E och Skånberg A. (1995) Effekter av exponering för buller och vibrationer från tågtrafik – Undersökningar i 15 tätorter. Avdelningen för miljömedicin, Göteborgs universitet, Rapport 1/95; 1995.
- 9 Öhrström E and Skånberg A. (2004) Annoyance and activity disturbances caused by road traffic noise – field studies on the influence of access to quietness. Proceedings of the 33rd International Congress and Exposition on Noise Control Engineering, Prague, Czech Republic, August 22-25. (available on CD), kan beställas från Avd för Miljömedicin.
- 10 Öhrström E and Skånberg A. (2004) Sleep disturbance from road traffic noise – field studies on the influence of access to quietness. Proceedings of the 33rd International Congress and Exposition on Noise Control Engineering, Prague, Czech Republic, August 22-25. (available on CD), kan beställas från Avd för Miljömedicin.
- 11 Miedema H and Oudshoorn, C. (2001) Annoyance from Transportation Noise: Relationships with Exposure Metrics DNL and DENL and Their Confidence Intervals. *Environmental Health Perspectives*, volume 109, 409-416).
- 12 Banverket och Naturvårdsverket (2002) Buller och vibrationer från spårburen linjetrafik – Riktlinjer och tillämpning. Dnr.S02- 4235/SA60, 2002-12-03. http://www.banverket.se/upload/pdf/miljo/Buller_Vibr_riktlinj_omarb_version.pdf
- 13 Öhrström E and Skånberg A-B (1996) A field survey on effects of exposure to noise and vibrations from railway traffic. Part I: Annoyance and activity disturbance effects. *J Sound Vib* 193, (1),pp 39-47.
- 14 Öhrström E (1997) Effects of exposure to railway noise - a comparison between areas with and without vibrations. *J Sound Vib*,205 pp 555-560.

- 15 Infrastrukturinriktning för framtida transporter, prop 1996/97:53, antagen av riksdagen den 20 mars 1997. <http://www.riksdagen.se>
- 16 Svenska miljömål – miljöpolitik för ett hållbart Sverige, prop. 1997/98:145, 7 maj 1998. <http://www.regeringen.se/sb/d/108/a/1305>.
- 17 Svenska miljömål – delmål och åtgärdsstrategier, prop. 2000/01:130, 26 april 2001. <http://www.regeringen.se/sb/d/108/a/1197>
- 18 Fördjupad utvärdering av miljömålsarbetet – God bebyggd miljö. Boverket oktober 2003, AB Danagårds grafiska, ISBN: 91-7147-772-1. <http://www.boverket.se/novo/filelib/arkiv11/publikationerfulltext/slutrapportgbm.pdf>
- 19 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
- 20 Förordning om omgivningsbuller SFS nr: 2004:675 utfärdad 2004-07-01. <http://www.notisum.se/rnp/sls/lag/20040675.htm>
- 21 ISO/TS15666, Technical Specification, first edition 2003-02-01 Acoustics –Assessment of noise annoyance by means of social and socio-acoustic surveys. Reference number ISO/TS 15666:2003 (E).
- 22 Statistiska Centralbyrån. (2003) Resultat av bullerundersökningen – En studie utförd på uppdrag av Boverket. Jörgen Fagerlund, Statistiska centralbyrån, december 2003.
- 23 Tillämpning av riktvärden för trafikbuller vid planering för och byggande av bostäder – Redovisning av regeringsuppdrag. Boverket, november 2004. Internt Boverket. <http://www.boverket.se/novo/filelib/arkiv11/rapporter/buller.pdf>
- 24 Bullerkartläggning i Lerums kommun (2003). Rapport 10-00398. Ingemansson Technology AB. <http://www.lerum.se/miljo/Buller/Rapport/Rapport.pdf>
- 25 Lerum-bullerkartläggning. (2004) Beräkning av bullernivåer vid bostäder – metodbeskrivning. April 2004. Rapport 12-01354-04041900. Ingemansson Technology AB.
- 26 Öhrström E, Skånberg A, Svensson H and Gidlöf-Gunnarsson A. 2005. Effects of road traffic noise and the benefit of access to quietness. Submitted to Journal of Sound and Vibration.
- 27 Gidlöf Gunnarsson A and Öhrström E. (2005). Noise and general well-being in urban environments: The potential role of nearby natural areas. In: Life in the Urban Landscape, Göteborg, Sweden, May 30 - June 4, 2005.
- 28 Miedema H and Vos H. (2003). "Noise sensitivity and reactions to noise and other environmental conditions." Journal of the Acoustical Society of America 113(3): 1492-504.
- 29 Kommunikation med Claes-Göran Pettersson, projektledare buller- och vibrationsåtgärder, Banverket, Västra Banregionen 2005-02-28.
- 30 Öhrström E. (2004) Longitudinal surveys on effects of changes in road traffic noise – annoyance, activity disturbances and psycho-social well being. J Acoust. Soc. Am. 115 (2), 719-729).

- 31 Järnvägsutredning inklusive miljökonsekvensbeskrivning –Västra Stambanan, fyrspar delen Floda – Aspen. Miljö-PM Vibrationer 2004:01-11, augusti 2004
http://www.banverket.se/templates/StandardTtH____2570.asp
- 32 Öhrström E. (1998) Effekter av åtgärder mot buller och vibrationer från tågtrafik – Undersökning i Kungälv. Rapport 9/98 Avd för miljömedicin, Göteborgs universitet.
- 33 Miedema H. (2004) Relationship between exposure to multiple noise sources and annoyance. *J Acoust. Soc. Am.* 116 (2), pp 949-957.
- 34 Nilsson M. E. (2001) Perception of traffic sounds in combination. Archives of the Center for Sensory Research / Stockholm University and Karolinska Institute, , ISSN 1400-2817 ; 6:3.
- 35 Berglund B, Kihlman T, Kropp W and Öhrström E. (2004) Soundscape Support to Health. Göteborg: Chalmers, MISTRA Final Report Phase 1, March 2004 (available on CD)
- 36 Fields J. (1993) Effect of personal and situational variables on noise annoyance in residential areas. *The Journal of the Acoustical Society of America* 93 (1993) 2753-2763.
- 37 Göransson C. (1991) Vibrationer från tågtrafik – Jämförelse av två mätmetoder och olika riktvärden. SP Rapport 1991:44.
- 38 Så bor vi i Sverige – Bostäder, boendemiljö och transporter 1975-2002. (2004) Levnadsförhållanden Rapport 107, Statistiska Centralbyrån.
- 39 Öhrström E och Skånberg A. (1999) Konsekvenser av Lundbytunneln. Del 1. Undersökningar av störningsupplevelse, sömn, hälsa och välbefinnande hos befolkningen vid Västra Bräckevägen, Göteborg. Del II: Fördjupade sömnundersökningar. Rapport 4/99.
- 40 Öhrström E. (1989) Sleep disturbance, psycho-social and medical symptoms - a pilot survey among persons exposed to high levels of road traffic noise. *Journal of Sound and Vibration* 133 117-128.
- 41 Health Council of the Netherlands. (1999) Public health impact of large airports. The Hague: Health Council of the Netherlands, Report 1999/14E.
- 42 Vargas C M, Burt V, Gillum R F and Pamuk E R. (1997) Validity of self-reported hypertension in the National Health and Nutrition Examination Survey III, 1988-1991. *Preventive Medicine* 26, 678-685
- 43 Bluhm G, Nordling E and Berglind N. (2001) Increased prevalence of hypertension in a population exposed to road traffic noise. Ed. Boone R. In proceedings of the 2001 International Congress and Exhibition on Noise Control Engineering (Internoise 2001), The Hague, The Netherlands 2001 August 27-30. Vol 3, 1563-1566.