

Vägrafikbuller och hälsa–Aktuellt forskningsläge

Mats E. Nilsson, Gösta Bluhm, Birgitta Berglund
Institutet för Miljömedicin, Karolinska institutet, Stockholm

Förord

Rambøll Danmark A/S har uppdragit åt Karolinska institutet, Institutet för miljömedicin (IMM) att göra en sammanställning av det aktuella kunskapsläget vad gäller ohälsoeffekter av vägrafikbuller, särskilt effekter på hjärt-kärlsystemet. Utgångspunkten är en arbetsrapport från den danska miljöstyrelsen kring strategier för begränsning av vägrafikbuller, som utkom 2003 (Ohm *et al.*, 2003). Föreliggande rapport beskriver den fortsatta kunskapsutvecklingen sedan dess.

Arbetet har utförts av docent Mats E. Nilsson, docent Gösta Bluhm och professor Birgitta Berglund vid Institutet för Miljömedicin, Karolinska Institutet. Avdelningschef Allan Jensen har varit kontaktperson för uppdragsgivaren och han har bidragit med värdefulla synpunkter under arbetets gång. Vi har också fått värdefulla synpunkter från Jørgen Jakobson, danska Miljöstyrelsen, och Lis Keiding och Marie Lousie Bistrup, danska Sundhetsstyrelsen.

Innehåll

1. Bakgrund och syfte.....	1
2. Kunskapsläget sedan 2003	1
2.1. Bullerstörning.....	2
2.2. Sömnstörning	4
2.3. Hjärt-kärleffekter.....	6
2.4. Hälsoekonomi	11
3. Referenser.....	12

1. Bakgrund och syfte

Transportbuller är ett av de mest utbredda miljöproblemen och troligtvis den miljöstörning som berör flest människor. Den dominerande källan till bullerstörningen är vägrafik. Besvärsupplevelser, sömnproblem, samtalsstörningar och försämrade möjligheter till vila och avkoppling är vanliga konsekvenser av vägrafikbuller, liksom psykologiska och fysiologiska stressymtom (WHO, 2000).

Ohm *et al.*, (2003) sammanställde kunskapsläget kring hälsoeffekter av vägrafikbuller, som underlag till *Förslag til strategi för begränsning av vejtrafikstøj* (Vejstøjgruppen, 2003). Syftet med föreliggande rapport har varit att beskriva utvecklingen av de viktigaste effekterna av vägrafikbuller med speciell tyngdpunkt på allvarliga hälsoeffekter, som hypertoni och ischemisk hjärtsjukdom. Även nyare forskning kring allmän bullerstörning och sömnstörning redovisas. Hälsoekonomiska aspekter belyses också kortfattat.

2. Kunskapsläget sedan 2003

Detta avsnitt ger en kort sammanfattning av kunskapsläget om ohälsoeffekter av trafikbuller i boendemiljö, med särskild tyngdpunkt på de allvarliga effekterna förhöjt blodtryck (hypertoni) och ischemisk hjärtsjukdom.

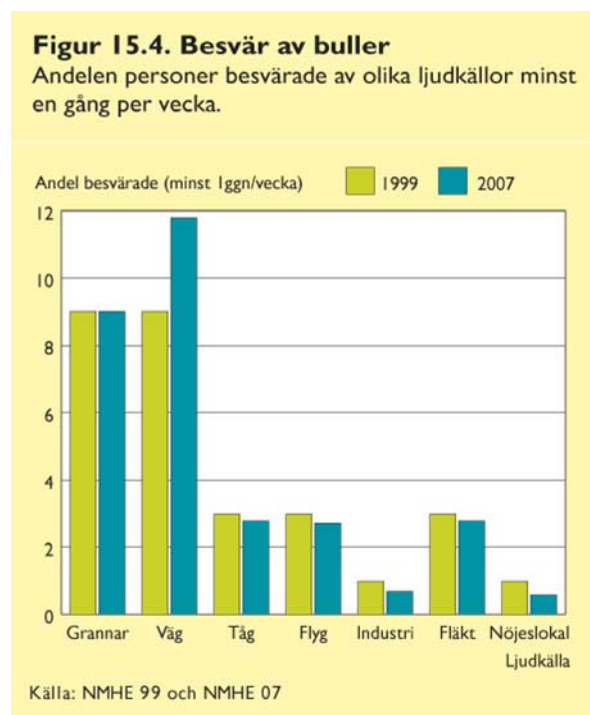
Två huvudtrender inom bullerforskning sedan år 2003 har varit (1) ökande epidemiologisk forskning kring hjärt-kärl effekter av trafikbuller och (2) forskning kring positiva aspekter av goda ljudmiljöer (eller ”ljudlandskap”), till exempel tillgång till bullerskyddad (”tyst”) sida av bostaden. Den förra forskningen behandlas utförligt under avsnittet om hjärt-kärl effekter (avsnitt 2.3). Den senare forskningen berörs under avsnittet om bullerstörningen (avsnitt 2.1). Dessutom behandlas kortfattat nyare forskning om sömnbesvär under avsnitt 2.2. Senare tids forskning kring effekter av trafikbuller på barns inlärning berörs inte i denna genomgång, eftersom effekter endast påvisats för flygbuller, ej för vägtrafikbuller (Stansfeld *et al.*, 2005).

2.1. Bullerstörning

Med ”bullerstörning” menas en allmän och sammantagen bedömning av hur störande en eller flera ljudkällor upplevts under en viss tidsperiod och i en viss miljö, vanligen de senaste 12 månaderna när man vistats hemma (se ISO, 2003). Bullerstörning är kopplad till störning av aktiviteter, vila och sömn, samt upplevelser av obehag och irritation när man utsätts för buller (Guski *et al.*, 1999).

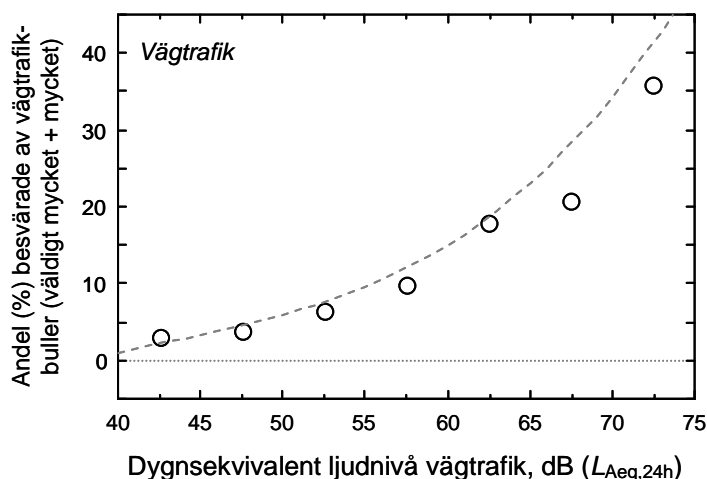
Allmänna effekter relaterade till bullerstörning är koncentrationssvårigheter, irritation, nedstämdhet och initiativlöshet. Störningen kan i samverkan med andra belastningsfaktorer och beroende på individens känslighet och förmåga att hantera stress, på längre sikt ge upphov till olika psykosomatiska besvär och psykosociala konsekvenser (Öhrström, 1991; WHO, 2000).

I Sverige tycks andelen vägtrafikbullerstörda personer öka. Figur 1 jämför resultat från två nationella miljöhälsoundersökningar utförda år 1999 och 2007 (Socialstyrelsen, 2009). Andelen besvärade av vägtrafikbuller har ökat, medan andelen besvärade av övriga ljudkällor är oförändrad eller har minskat. En möjlig förklaring till ökningen av andelen störda av vägtrafikbuller är att människor i takt med den ökande urbaniseringen flyttat närmare hårt trafikerade vägar och genomfartsleder. Till detta kommer en stadigt ökande trafikmängd (SIKA, 2002). Det är sannolikt att liknade trender finns i andra industrialiserade länder.



Figur 1. Andel bullerstörda av olika ljudkällor i Sverige, år 1999 jämfört med år 2007 (Socialstyrelsen, 2009).

Sambandet mellan vägtrafikbuller och störning har blivit grundligt utrett och flera metaanalyser har publicerats. Den mest genomarbetade sambandsanalysen av andelen störda som funktion av exponeringsnivåer för väg-, flyg- och tågbuller bygger på en metaanalys av 54 studier (Miedema & Oudshoorn, 2001). Dessa kurvor ("Miedema-kurvorna") har föreslagits som modell för beräkning av andel bullerstörda i Europa (CEC, 2002). Senare forskning visar att dessa samband tycks stämma väl för vägtrafikbuller, medan andelen störda av flygbuller tycks högre än vad kurvorna anger (Fidell & Silvati, 2004; van Kempen & van Kamp, 2005; Babisch *et al.*, 2009). Som exempel visar figur 2 sambandet mellan andel bullerstörda av vägtrafikbuller för olika kategorier av dygnsekvivalent ljudnivå ($L_{Aeq,24h}$) från en nyligen genomförd svensk studie, baserad på den nationella miljöhälsokenkäten från år 2007 (Nilsson & Eriksson, 2009). Sambanden för andelen "väldigt mycket" eller "mycket" bullerstörd av vägtrafik överensstämmer ganska väl med Miedema-kurvan för andelen kraftigt störda (beräknad med antagandet att $L_{DEN} = L_{Aeq,24h} + 4$ dB). Jämförelser mellan studier måste dock tolkas med försiktighet eftersom olika definitioner av bullerstörning använts. Miedema och Oudshoorn's definition av kraftigt störda ("highly annoyed") är exempelvis något striktare än den definition som användes av Nilsson & Eriksson (2009).



Figur 2. Andel (%) "väldigt mycket" eller "mycket" besvärade av vägtrafikbuller per ljudnivåkategori. Enkätdata för Stockholm, Göteborg och Malmö ($n = 2416$) från den svenska nationella miljöhälsokenkäten 2007 (se Nilsson & Eriksson, 2009). Som jämförelse visas också samband enligt Miedema och Oudschorns (2001) metaanalys av andel mycket störda (eng. "highly annoyed", streckad linje). Dessa metaanalyser är framtagna för tidsviktad dygnsekvivalent ljudnivå L_{DEN} , för jämförelsen har antagits att $L_{DEN} = L_{Aeq,24h} + 4$ dB.

Senare tids forskning visar att tillgång till en tyst sida av bostaden i vissa fall kan kompensera för en hög bullerbelastning från vägtrafik på andra sidor av bostaden. Tyst sida ($L_{Aeq,24h} < 45$ dB) eller åtminstone ljudskuggad sida (< 50 dB $L_{Aeq,24h}$) av bostaden är ett krav i de avstegsfall från nuvarande riktvärden för väg- och spårbuller som det svenska Boverket definierat (Boverket, 2008). Detta stöds av studier inom forskningsprogrammet "Ljudlandskap för bättre hälsa" som funnit att andelen störda av vägtrafikbuller i bostäder med 60 dB $L_{Aeq,24h}$ på mest exponerade fasad och 45 dB $L_{Aeq,24h}$ på minst exponerade fasad är jämförbar med andelen störda i bostäder med 55 dB $L_{Aeq,24h}$ på samtliga fasader. Vid exponering över 65 dB $L_{Aeq,24h}$ på mest utsatta fasaden var dock andelen bullerstörda betydligt högre än vid 55 dB $L_{Aeq,24h}$, även om bostaden hade tillgång till en tyst sida (Öhrström *et al.*, 2006). I denna studie fann man också att cirka 20 % av de tillfrågade uppgav att buller störde vila och återhämtning på uteplats/balkong i bostäder med 55 dB $L_{Aeq,24h}$ runt hela bostaden

(inklusive uteplats). Vid 60 och 65 dB $L_{Aeq,24h}$ var motsvarande andelar 26 och 40 %. För boende med tillgång till en tyst sida (< 45 dB $L_{Aeq,24h}$) var motsvarande andelar betydligt lägre. I ett kontrollområde med < 45 dB $L_{Aeq,24h}$ trafikbuller på någon sida uppgav endast 3 % bullerstörning vid uteplats/balkong, se figur 3 (Gidlöf-Gunnarsson *et al.*, 2008). Den skyddande effekten av tyst sida har påvisats i ytterligare en svensk enkätstudie (Bluhm *et al.*, 2004), som fann att andelen bullerstörda i bostäder med sovrum mot trafikerad gata var nästan dubbelt så hög som andelen i bostäder med sovrum mot tyst sida, vid likartad exponering av bostadens mest utsatta fasad.

Effekter av vägtrafikbuller vid olika ljudnivåer							
	Referens- område	Bebyggelse med tyst sida Ljudnivå, mest exponerad sida			Bebyggelse utan tyst sida Ljudnivå på båda sidorna		
Andel i % som påverkas negativt av vägtrafikbuller:	42-43 dB båda sidor	55 dB	60 dB	65 dB	55 dB	60 dB	65 dB
- Allmän störning	3	11	21	38	22	34	57
- Vila/återhämtning inomhus med stängt fönster	4	11	18	31	19	33	45
- Vila/återhämtning inomhus med öppet fönster	6	17	31	47	28	42	57
- Vila/återhämtning på uteplats/balkong	3	11	21	25	20	26	40

Figur 3. Andel (%) som rapporterar allmän störning och störd vila/återhämtning av vägtrafikbuller i förhållande till ljudnivå och tillgång till tyst sida. Data från forskningsprogrammet "Ljudlandskap för bättre hälsa" (Gidlöf-Gunnarsson, *et al.*, 2008).

Sammanfattning

Senare tids forskning bekräftar att andelen bullerstörda av vägtrafik överensstämmer ganska väl med förutsägelser från de kurvor som beräknades av Miedema och medarbetare (till skillnad från flygtrafik, där kurvorna tycks underskatta andelen bullerstörda). Som exempel förväntas enligt dessa kurvor att 9 % av de boende är mycket störda av vägtrafikbuller vid 58 dB, 21 % vid 68 dB och 46 % vid 78 dB L_{DEN} vägtrafikbuller.

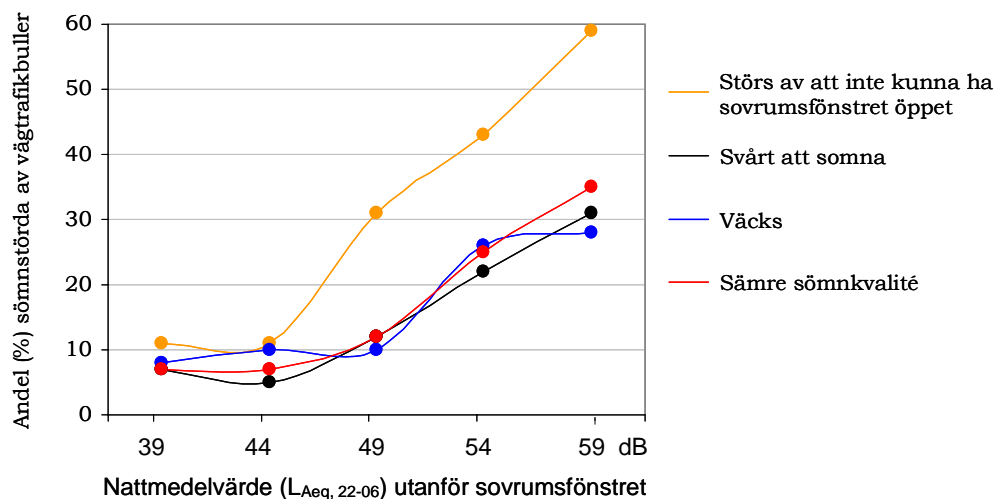
Nyare studier talar för att tillgång till en tyst sida ($L_{Aeq,24h} < 45$ dB) av bostaden i vissa fall leder till en minskad andel störda av vägtrafikbuller. Vid nivåer över 60 dB $L_{Aeq,24h}$ på den mest utsatta sidan kan dock en tyst sida inte kompensera för bullerexponeringen.

2.2. Sömnstörning

En av de allvarligaste effekterna av samhällsbuller är sömnstörning. Ostörd sömn är en förutsättning för fysisk och mental hälsa. Buller försvårar insomning, påverkar sömndjup, leder till väckningar under sömn och till för tidigt uppvaknande. En bullerstörd nattsömn kan dagen efter leda till upplevd minskad sömnkvalitet, trötthet, nedstämdhet eller olustkänslor och minskad prestationsförmåga (WHO, 2000).

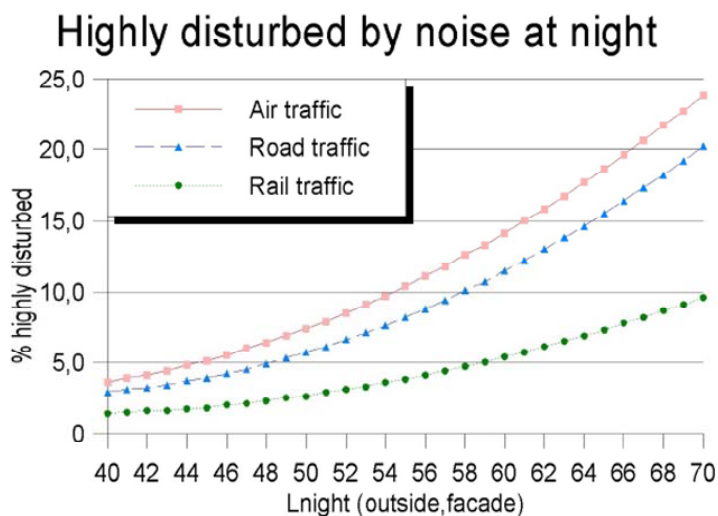
I Sverige tycks andelen sömnstörda av trafikbuller öka. Andelen som rapporterade att de har svårt att somna eller väcks för tidigt av trafikbuller ökade från 3 till 4 % mellan år 1999 och 2007, det vill säga en ökning med drygt 30 procent eller 60 000 personer (Socialstyrelsen, 2009). Frågan gällde trafikbuller i allmänhet (från väg-, tåg-, eller flygtrafik), men man kan anta att den rapporterade ökningen av sömnstörningar i huvudsak orsakas av vägtrafikbuller. Detta eftersom en ökning av allmän bullerstörning endast sågs för vägtrafikbuller (se figur 1).

Resultat från forskningsprogrammet ”Ljudlandskap för bättre hälsa” visar att sömnstörning kan förebyggas om sovrummet ligger mot en tyst sida. En ökning av andelen personer som uppgav att de hade försämrad sömnkvalitet, väcktes, hade svårt att somna och stördes av att inte kunna ha sovrumsfönstret öppet på grund av vägtrafikbuller kunde ses vid nivåer över 45 dB L_{night} (Öhrström *et al.*, 2006; Gidlöf-Gunnarsson *et al.*, 2008), vilket överensstämmer väl med WHO:s rekommendation om högst 45 dB L_{night} för buller utanför sovrumsfönstret (WHO, 2000), se figur 4.



Figur 4. Andel (%) sömnstörda av vägtrafikbuller då fönstret är stängt i relation till ljudnivå (L_{night} , medelljudnivå kl 22-06) från vägtrafik utanför sovrumsfönstret. Data från forskningsprogrammet ”Ljudlandskap för bättre hälsa” (Gidlöf-Gunnarsson, *et al.*, 2008).

En omfattande sammanställning av tidigare forskning kring självrapporterad sömnstörning har genomförts, på motsvarande sätt som tidigare för allmän störning (Miedema & Vos, 2007). Resultaten redovisas som samband mellan andel sömnstörda personer och ekvivalent ljudnivå nattetid (L_{night}). Dessa samband har föreslagits som modell för beräkning av andel sömnstörda av trafikbuller i Europa (CEC, 2004), se figur 5.



Figur 5. Samband mellan trafikbuller och självrapporterad sömnstörning, beräknade utifrån metaanalyser av sammanlagt 24 störningsstudier. Figuren från CEC (2004), se också Miedema & Vos (2007).

Resultat från den europeiska multicenter studien HYENA, visar att andelen sömnstörd av vägtrafikbuller ganska väl följer metaanalysens prediktion (Babisch *et al.*, 2009), se figur 6. Återigen till skillnad från flygbuller, där metanalysens prediktioner tycks underskatta andelen sömnstörda enligt Babisch *et al.*, 2009.

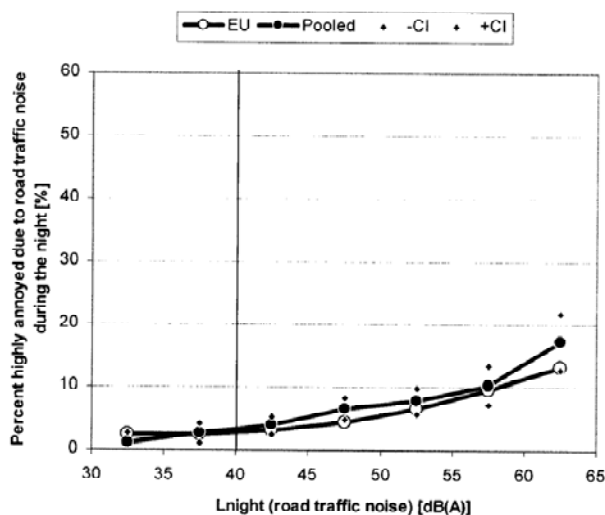


Figure 16

Relationships between road traffic noise ($L_{\text{night-road}}$) and annoyance due to road traffic noise during the night (EU curve, and HYENA curve (Athens and Milan excluded)). Note: The EU-curve is defined for noise levels from 40 to 70 dB(A).

Figur 6. Självrapporterad sömnstörning som en funktion av ljudnivå från vägtrafik nattetid. Empiriskt data från den europeiska multicenterstudien HYENA (Babisch *et al.*, 2009), jämfört med prediktion från metaanalys av Miedema & Vos (2007).

Sammanfattning

Metaanalyser av tidigare sömnstörningsforskning har lett till dos-effekt kurvor för sömnstörning, motsvarande de kurvor som sedan tidigare tagits fram för allmän bullerstörning. Ny forskning bekräftar att andelen sömnstörda av vägtrafik överensstämmer ganska väl med prediktioner från dessa kurvor (till skillnad från flygtrafik, där kurvorna tycks underskatta andelen bullerstörda). Som exempel förväntas enligt dessa kurvor att 3 % av de boende är mycket sömnstörda av vägtrafikbuller vid 40 dB, 6 % vid 50 dB och 12 % vid 60 dB vägtrafikbuller.

Resultat från forskningsprogrammet ”Ljudlandskap för bättre hälsa” visar att andelen sömnstörda kan minskas om sovrummet ligger mot en tyst sida av bostaden, det vill säga har en ljudnivå nattetid under 45 dB L_{night} .

2.3. Hjärt-kärleffekter

Nedan ges en sammanfattning av forskning sedan 2003 beträffande långvarig exponering för vägtrafikbuller i boendemiljön och risken att utveckla högt blodtryck (hypertoni) och ischemisk hjärtsjukdom (främst hjärtinfarkt). Sambanden uttrycks som relativa risker (RR) eller oddskvoter (OR) med 95 % konfidensintervall (95% CI). För sjukdomar med låg prevalens (<10 %), till exempel ischemisk hjärtsjukdom, kan OR och RR tolkas på liknande

sätt, där 1.0 avser ingen riskökning, 1.5 en 50 % riskökning, 2.0 en fördubblad riskökning, och så vidare (värden lägre än 1.0 indikerar en riskminskning). För högt blodtryck, där prevalensen är >10 %, är OR något högre än RR. Ett samband är statistisk signifikant om konfidensintervallet inte inkluderar värdet 1.0. I alla nedanstående studier anges OR och RR efter justering för potentiella tillgängliga störfaktorer. Vanliga sådana är ålder, kön, rökning, utbildning, socioekonomisk status, hereditet för hjärt-kärlsjukdom, vikt (BMI) och plasmakolesterol. I några studier har även justering för luftföroreningar utförts.

2.3.1. Högt blodtryck (hypertoni)

van Kempen och medarbetares metaanalys från 2002 visade ett sammantaget estimat på $RR = 0.95$ (95% CI = 0.84-1.08) per 5 dB ökning i bullernivå ($L_{day,16h} = <55$ till 80 dB, van Kempen *et al.*, 2002). Sedan dess talar dock flera studier för ett samband mellan exponering för vägtrafikbuller och ökad risk att utveckla hypertoni (Babisch, 2006; 2008; van Kempen, 2008). Under senaste treårsperioden har fem tvärsnittsstudier publicerats som alla pekat på signifikanta överrisker för hypertoni vid exponering för vägtrafikbuller (tabell 1). Riskökningen har legat mellan 1.05 och 1.9 och grundat sig på enkätinformation och i ett par studier även blodtrycksmätningar.

I ett internationellt samarbetsprojekt med 4800 studiepersoner, HYENA, ingick blodtrycksmätningar och enkätinformation om blodtrycksbehandling (Jarup *et al.*, 2008). En oddskvot (OR) på 1.05 (95% CI = 1.00-1.10) påvisades hos män per 5 dB ökning i vägtrafikbullernivå ($L_{Aeq,24h} = 45 - 75$ dB).

I en svensk enkätundersökning i Sollentuna omfattande 667 personer var motsvarande OR 1.38 (95% CI = 1.06-1.80) per 5 dB ökning ($L_{Aeq,24h} \approx 40 - 70$ dB, Bluhm *et al.*, 2007). Riskökningen var speciellt markant hos kvinnor (OR 1.71; 95% CI = 1.71- 2.50) och om sovrummet vette mot gatan.

I en studie där man tittade på en möjlig kombinerad effekt av vägtrafikbuller och luftföroreningar minskade inte riskestimatet för buller när man justerade för luftföroreningar (de Kluizenaar *et al.*, 2007). Studien byggde dels på en enkätundersökning av fyrtiotusen personer och dels på blodtrycksmätning och enkätundersökning i en undergrupp på 8 500 personer. I båda grupperna påvisades signifikant riskökning per 10 dB ökning i L_{den} enbart för studiepersoner i åldersgruppen 45-55 år. I den större gruppen var det en signifikant överrisk när justering utfördes även för luftföroreningar (partiklar, PM10) med OR=1.19 (95% CI = 1.02-1.40). Vid högre exponering ($L_{den} > 55$ dB) var OR=1.21 (95% CI= 1.05-1.38) och efter justering även för PM10 var OR=1.31(95% CI=1.08-1.59). I den mindre gruppen var riskökningen signifikant i motsvarande åldersgrupp med OR= 1.27 (95% CI=1.08-1.49). Efter justering även för PM10 var OR=1.39 (95% CI=1.08-1.77).

Ytterligare två svenska studier har nyligen publicerats. I en stor enkätstudie från Sydsverige förelåg ett samband mellan vägtrafikbuller och rapporterat högt blodtryck med justerad prevalenskvot på 1.7 (95% CI = 1.0-2.7) hos de som uppgav att de var störda av buller (Björk *et al.*, 2006). Efter uppdelning av exponering i låg, medel och hög (<50, 50-54 och ≥ 55 dB $L_{Aeq,24h}$) var prevalensen av rapporterad behandling för högt blodtryck i respektive intervall 9.3%, 9.8% och 11.1% hos kvinnor.

I en enkätstudie från Lerum förelåg en ökad risk för högt blodtryck hos män exponerade för vägtrafikbuller ($L_{Aeq,24h}$ 56-70 dB) med OR = 1.9 (95% CI = 1.1-3.5) (Barregard *et al.*, 2009). Risken var markant större hos män som bott mer än 10 år inom exponeringsområdet med OR= 3.8 (95% CI = 1.6-9.0). Det rörde sig dock bara om ett par fall i den långtidsexponerade gruppen. För hela studiegruppen förelåg en ej signifikant riskökning på 12% vid 10 dB stegring av vägtrafikbuller. Hos dem som varit exponerade > 10 år förelåg däremot en signifikant riskökning på 73%.

Tabell 1. Översikt av fem epidemiologiska studier av sambandet mellan vägtrafikbuller och högt blodtryck publicerade 2006-2009 med avseende på riskbedömning per kön och justering för relevanta störfaktorer.

Studier	N	Metoder	Riskestimat (95 % CI)	Riskgrupp
Järup, <i>et al.</i> , 2008	n=4861	Enkät, och blodtryck	OR=1.05 (1.0-1.10) per 5 dB, $L_{Aeq,24h}$	Män
Bluhm, <i>et al.</i> , 2007	n=667	Enkät	OR= 1.38 (1.06-1.80) per 5dB, $L_{Aeq,24h}$	Män och kvinnor
Björck, <i>et al.</i> , 2006	n=13557	Enkät	RR= 1.7 (1.0-2.7)* ≥ 55 dB, $L_{Aeq,24h}$	Män och kvinnor
de Kluizenaar <i>et al.</i> , 2007	n ¹ =40856 n ² =8592	Enkät ¹ Enkät + blodtryck ²	OR ¹ =1.21 (1.05-1.38), och 1.31 (1.08-1.59)** >55dB OR ² =1.27 (1.08-1.49) och 1.39 (1.08-1.77)** per 10 dB L_{den} (< 45 till > 65 dB)	Män och kvinnor (45-55 år)
Barregård <i>et al.</i> , 2009	n=1953	Enkät	OR=1.9 (1.1-3.6) OR (> 10 år)=3.8 (1.6-9.0) $L_{Aeq,24h} > 55$ dB	Män

* Gäller bullerstörda studiepersoner

**Justerat även för luftföroreningar (PM10)

2.3.2. Ischemisk hjärtsjukdom

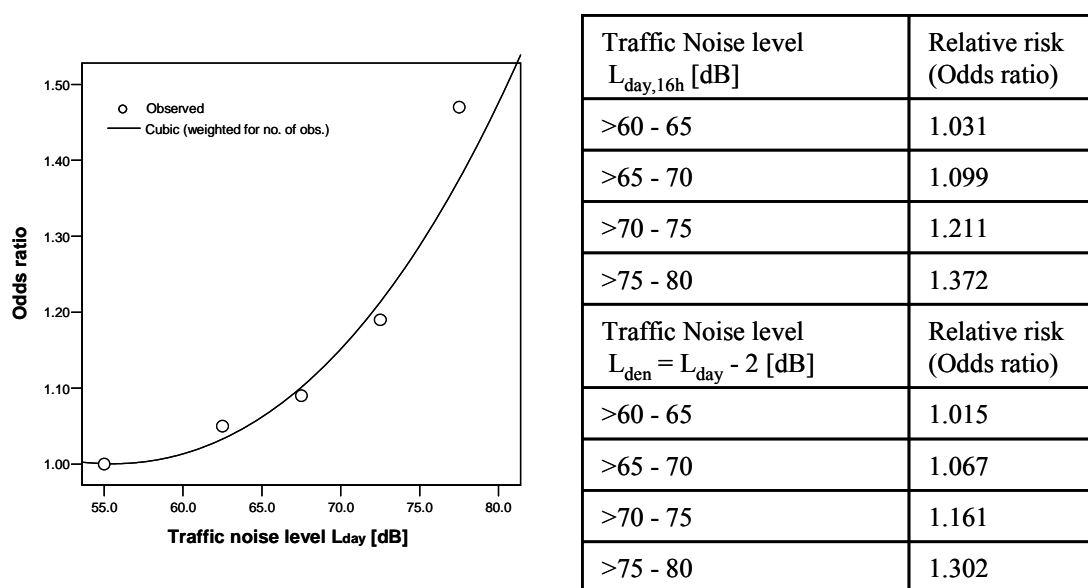
En metaanalys har utförts för att skatta ett kontinuerligt dos respons samband mellan trafikbullernivån och den relative risken för hjärtinfarkt (Babisch, 2006; 2008). Fem studier som använt samma exponeringsklassificering ($L_{day,16h}$) ingick i undersökningen och utfallet var incidensen för hjärtinfarkt (Babisch *et al.*, 1999, Babisch *et al.*, 1994; Babisch, *et al.*, 2005). Alla studiepersoner var män. Figur 7 visar sammantaget punkttestimat och en dos-effekt kurva anpassad till datapunkterna ($R^2 = 0.96$). Kurvan kan transformeras till L_{den} genom att använda $L_{den} - 2$ dB istället för $L_{day,16h}$. Utifrån denna metaanalys beräknades en riskökning (oddskvoter) per 10 dB på 1.17 (95% CI = 0.87-1.57) för trafikbullernivåer mellan approximativt 55 dB och 80 dB (Babisch 2008).

Resultaten från en nyare studie gjorde att det blev ett högre sammantaget punkttestimatet i Babisch metaanalys än i van Kempens tidigare metaanalys, i vilken den uppskattade relativa risken var 1.06 (95% CI = 0.99-1.09) per 10 dB ökning av bullernivån (van Kempen *et al.*, 2002). van Kempens metaanalys utgjorde grund för riskbedömningen i den danska arbetsrapporten (Ohm *et al.*, 2003).

Den tillkommande studien kring vägtrafikbuller och hjärtinfarkt från Berlin publicerades 2005 och var en fall-kontrollstudie (Babisch *et al.*, 2005). I studien ingick 1881 fall och 2234 kontroller (sjukhusfall). OR för exponerade män > 70 dBA jämfört med < 60 dBA var 1.3 (95% CI = 0.88-1.8). Motsvarande OR vid längre tids boende (> 10 år) var 1.8 (95% CI = 1.0-3.2). Ingen motsvarande tendens kunde påvisas hos kvinnor.

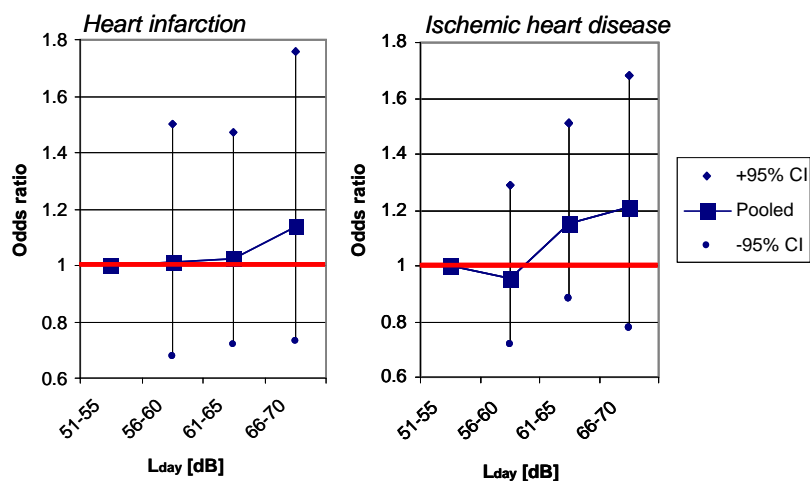
Babischs metaanalys inkluderade inte en nyligen publicerad svensk undersökning (Selander *et al.*, 2009). I denna fall-kontrollstudie beräknades trafikbuller på individnivå för tjuugoårsperioden 1970-1992/1994. Total trafikbullerexponering sammanfattades som ett aritmetiskt medelvärde av årliga ekvivalentnivåer. Även andra metoder för sammanvägning provades, med liknande resultat. Sammanfattningsvis påvisades en oddskvot för hjärtinfarkt på 1.12 (95% CI = 0.95-1.33) vid trafikbullerexponering över 50 dB $L_{Aeq,24h}$. I en undergrupp där andra bullerkällor uteslöts och inga personer med beskriven hörselnedsättning ingick var motsvarande oddskvot 1.38 (95% CI = 1.11-1.71). Vid justering för luftföroreningar ändrades inte punkttestimatet för buller.

I en nyligen publicerad kohortstudie från Nederländerna (Beelen *et al.*, 2009) sågs effekter på hjärt-kärlöd för bullerkategorin >65 dB jämfört med <50 dB L_{DEN} , OR = 1.25 (95% CI = 1.01-1.53). Dessa analyser omfattade död till följd av ischemisk hjärtsjukdom, slaganfall, hjärtsvikt eller hjärtarytmi. Sambandet var starkast för hjärtsvikt (1.99, 95% CI = 1.05-3.79), men det baserades på endast 10 fall vilket gör uppskattningen osäker. För död i ischemisk hjärtsjukdom var OR = 1.15 (95% CI = 0.86-1.53). Efter justering för luftföroreningar och trafikintensitet på gatan närmast bostaden försvann överrisken för död i ischemisk hjärtsjukdom medan sambandet för hjärtsvikt endast försvagades något. [Bullerexponering och trafikintensitet på närmaste gatan var endast måttligt korrelerade, $r = 0.3$, och effekten av de två variablerna kunde därför studeras relativt oberoende av varandra.]



Figur 7. Dos-effektsamband för vägtrafikbuller (L_{day}) och hjärtinfarktincidens. Anpassad kurva viktad för antalet personer per bullerkategori. Från Babisch, 2009.

Någon specifik orsaksmekanism som särskiljer hjärtinfarkt från hela diagnosgruppen ischemisk hjärtsjukdom har inte påvisats. Ur riskhänseende skulle man kunna applicera betydelsen av vägtrafikbuller på sjukdomsförekomst inom hela gruppen ischemisk hjärtsjukdom. Detta stöds av figur 8 som baserar sig på detaljerad information om förekomst av hjärtsjukdom i relation till exponering för vägtrafikbuller i två studier (Babisch & van Kamp, 2009). Den vänstra kurvan gäller hjärtinfarkt och den högra diagnosgruppen ischemisk hjärtsjukdom. Sambanden med vägtrafikbuller har ett liknande kurvförlopp.



Figur 8. Samband mellan vägtrafikbuller (L_{day}) och hjärtinfarkt (vänster) och ischemisk hjärtsjukdom (höger). Samband baserad på två studier, redovisade i Babisch, 2009.

Sammanfattning

Ett flertal studier kring vägtrafikbuller och högt blodtryck har tillkommit sedan den föregående rapporten 2003 (Ohm *et al.*, 2003). Studierna har konsistenta resultat som styrker att ett samband mellan exponering för vägtrafikbuller i bostadsmiljön och ökad risk att utveckla *högt blodtryck (hypertoni)* föreligger. Sambandet har alltså stärkts betydligt sedan 2003. Någon nedre gräns har inte fastställts men exponering över 55 dB var klart relaterat till ökad risk. Riskökningen har i studierna legat mellan 1.05 och 1.9. En grov uppskattning av risken för hypertoni talar för cirka 30-40 % riskökning vid >55 dB trafikbullerexponering. Förmodligen ökar risken med exponeringstiden medan tillgång till tyst sida i viss mån kan vara en skyddande faktor (Bluhm *et al.*, 2007; Barregard *et al.*, 2009).

Beträffande *hjärtinfarkt* är antalet studier fortfarande för få för att dra några säkra slutsatser. Sedan 2003 finns bara två studier publicerade kring vägtrafikbuller och hjärtinfarktincidens. Båda talar för att en överrisk för att utveckla hjärtinfarkt skulle kunna föreligga. Upp till 30 % riskökning rapporterades. I en av studierna justerades för luftföroreningar vilket inte påverkade resultaten, vilket ytterligare styrker att ett samband föreligger (Selander *et al.*, 2009). I den andra studien förelåg riskökning enbart hos män och ökade vid längre tids exponering (Babisch *et al.*, 2005). I en nyligen publicerade mortalitetsstudie observerades överrisk för hjärtsvikt och ischemisk hjärtsjukdom. Den förra försvagades något och den senare försvann dock efter justering för luftföroreningar och trafikintensitet på den närmaste gatan (Beelen *et al.*, 2009). Studierna visar således inte helt konsistenta resultat och ytterligare forskning krävs för att ett samband skall kunna fastställas.

Sammanfattningsvis har sambandet stärkts när det gäller hypertoni och i viss mån även för hjärtinfarkt. Ett observandum är dock att vissa studier talar för att överrisken bara gäller kvinnor och i andra kan riskökning bara påvisas hos män. Detta gäller såväl studier av hypertoni som av hjärtinfarkt. Någon bra förklaring till detta föreligger inte för närvarande. De disparata resultaten beträffande könsfördelningen gör att sambanden fortsatt måste tolkas med viss försiktighet.

2.4. Hälsoekonomi

Ur hälsoekonomisk synvinkel är det viktigt att utvärdera kardiovaskulära effekter av buller ur ett folkhälsoperspektiv. Ett forskningsprojekt för Vägverket kring transportsektorns folkhälsoeffekter och kostnader har nyligen publicerats. Publikationen presenterades som två delprojekt (Vägverket, 2009). I det första projektet bedömdes folkhälsoeffekterna av professor Tord Kjellström och medarbetare. En slutsats var att trafikbuller kan bidra med 300 dödsfall och 4000 DALY till Sveriges årliga "sjukdoms- och skadebörda". DALY definieras som en kombination av YLL (förlorade levnadsår) och YLD (förlorade år på grund av sjuklighet eller invaliditet). Resultaten för alla beräknade effekter, förutom trafikskadorna skattas som preliminära och har stora konfidensintervall antagligen $\pm 50\%$ av resultaten.

I det andra delprojektet skattades kostnaderna relaterade till sjukdom/skada i Sverige år 2001, orsakade av den svenska vägtrafiken i miljoner kronor (mkr) med september 2008 som prisnivå av konsultbolaget WSP (Vägverket, 2009). Totalkostnaden var 51121 mkr varav 18385 mkr för trafikolyckor. För buller var denna kostnad totalt 440 mkr varav 167 mkr för män och 273 mkr för kvinnor. Beräkningarna bygger på antalet YLD. En liknande kalkyl för kostnader relaterade till dödsfall orsakade av den svenska vägtrafiken var totalt 46074 mkr. För buller var totalkostnaden här 3024 mkr varav för män 1654 mkr och kvinnor 1370 mkr.

Trots de stora osäkerhetsfaktorerna i analyserna utgör de beskrivna projekten viktiga diskussionsunderlag för framtida utvärderingar av transportbullrets betydelse för folkhälsan och metodikutveckling av hälsoekonomiska analyser.

3. Referenser

- Babisch, W. (2006). Transportation noise and cardiovascular risk: Updated review and synthesis of epidemiological studies indicate that the evidence has increased. *Noise & Health*, 8, 1-29.
- Babisch, W. (2008). Road traffic noise and cardiovascular risk. *Noise & Health*, 10, 27-33.
- Babisch, W., Beule, B., Schust, M., Kersten, N., & Ising, H. (2005). Traffic noise and risk of myocardial infarction. *Epidemiology*, 16(1), 33-40.
- Babisch, W., Houthuijs, D., Pershagen, G., Cadum, E., Katsouyanni, K., Velonakis, M., et al. (2009). Annoyance due to aircraft noise has increased over the years - results from the HYENA study. *Manuscript submitted for publication*.
- Babisch, W., Ising, H., Gallacher, J. E., Sweetnam, P. M., & Elwood, P. C. (1999). Traffic noise and cardiovascular risk: the Caerphilly and Speedwell studies, third phase – 10 year follow up. *Archives of Environmental Health*, 54(3), 210-206.
- Babisch, W., Ising, H., Kruppa, B., & Wiens, D. (1994). The incidence of myocardial infarction and its relation to road traffic noise - The Berlin case-control studies *Environment International*, 20(4), 469-474.
- Babisch, W., & van Kamp, I. (2009). Exposure-response relationship of the association between aircraft noise and the risk of hypertension. *Noise & Health*, 11, 161-168.
- Barregard, L., Bonde, E., & Öhrström, E. (2009). Risk of hypertension from exposure to road traffic noise in a population-based sample. *Occupational and Environmental Medicine*, 66, 410-415.
- Beelen, R., Hoek, G., Houthuijs, D., van den Brandt, P. A., Goldbohm, R. A., Fischer, P., et al. (2009). The joint association of air pollution and noise from road traffic with cardiovascular mortality in a cohort study. *Occupational and Environmental Medicine*, 66, 243-250.
- Björk, J., Ardö, J., Strohm, E., Lövkvist, H., Ostergren, P. O., & Albin, M. (2006). Road traffic noise in southern Sweden and its relation to annoyance, disturbance of daily activities and health. *Scandinavian Journal of Work Environment and Health*, 32, 392-401.
- Bluhm, G., Nordling, E., & Berglund, N. (2004). Traffic noise and annoyance- An increasing environmental health problem. *Noise & Health*, 6, 43-49.
- Bluhm, G. L., Berglund, N., Nordling, E., & Rosenlund, M. (2007). Road traffic noise and hypertension. *Occupational and Environmental Medicine*, 64, 122-126.
- Boverket. (2008). *Allmänna råd 2008:1. Buller i planeringen - Planera för bostäder i områden utsatta för buller från väg- och spårtrafik*. Karlskrona: Boverket.
- CEC. (2002). *Position paper on dose response relationships between transportation noise and annoyance*. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities.
- CEC. (2004). *Position paper on dose-effect relationships for night time noise*. Brussels: European Commission.
- de Kluizenaar, Y., Gansevoort, R. T., Miedema, H. M. E., & de Jong, P. E. (2007). Hypertension and road traffic noise exposure. *Journal of Occupational and Environmental Medicine*, 49(5), 484-492.
- Fidell, S., & Silvati, L. (2004). Parsimonious alternative to regression analysis for characterizing prevalence rates of aircraft noise annoyance. *Noise Control Engineering Journal*, 5, 56-68.
- Gidlöf-Gunnarsson, A., Öhrström, E., Berglund, B., Kropp, W., Kihlman, T., Nilsson, M. E., et al. (2008). *Ljudlandskap för bättre hälsa. Resultat och slutsatser från ett multidisciplinärt forskningsprogram*. Gothenburg, Sweden: Chalmers.
- Guski, R., Felscher-Suhr, U., & Schuemer, R. (1999). The concept of noise annoyance: How international experts see it. *Journal of Sound and Vibration*, 223(4), 513-527.
- ISO. (2003). *Acoustics-Assessment of noise annoyance by means of social and socio-acoustic surveys. ISO/TS 15666:2003(E)*. Geneva, Switzerland: ISO.
- Jarup, L., Babisch, W., Houthuijs, D., Pershagen, G., Katsouyanni, K., Cadum, E., et al. (2008). Hypertension and exposure to noise near airports: the HYENA study. *Environmental Health Perspectives*, 116, 329-333.
- Miedema, H. M. E., & Oudshoorn, C. G. M. (2001). Annoyance from transportation noise: Relationships with exposure metrics DNL and DENL and their confidence intervals. *Environmental Health Perspectives*, 109(4), 409-416.
- Miedema, H. M. E., & Vos, H. (2007). Associations between self-reported sleep disturbance and environmental noise based on reanalyses of pooled data from 24 studies. *Behavioral Sleep Medicine*, 5(1), 1-20.
- Nilsson, M. E., & Eriksson, C. (2009). *Validering av miljöhälsöindikatorer för buller*. Stockholm: Socialstyrelsen.

- Ohm, A., Lund, S. P., Poulsen, P. B., & Jakobsen, S. (2003). *Strategi för begränselse av vägtrafikstøj - Delrapport 2. Støj, gener og sundhet. (Arbetsrapport från Miljöstyrelsen, Nr. 53)*. Copenhagen: Miljöstyrelsen.
- Selander, J., Nilsson, M. E., Bluhm, G., Rosenlund, M., Lindqvist, M., Nise, G., et al. (2009). Long-term exposure to road-traffic noise and myocardial infarction. *Epidemiology*, 20(2), 272-279.
- SIKA. (2002). *Persontransporternas utveckling till 2010* (No. SIKA Rapport 2002:1). Stockholm: SIKA. Socialstyrelsen. (2009). *Miljöhälsorapport 2009*. Stockholm: Socialstyrelsen.
- Stansfeld, S. A., Berglund, B., Clark, C., Lopez-Barrio, I., Fischer, P., Öhrström, E., et al. (2005). Aircraft and road traffic noise and children's cognition and health: A cross-national study. *Lancet*, 365, 1942-1949.
- van Kempen, E., & van Kamp, I. (2005). *Annoyance from air traffic noise. Possible trends in exposure-response relationships. Report 01/205 MGO RvK, reference 00265/2005*. Bilthoven, the Netherlands: RIVM.
- van Kempen, E. E. (2008). *Transportation noise exposure and children's health and cognition*. Utrecht, the Netherlands: University of Utrecht. (Doctoral thesis)
- van Kempen, E. E., Kruijze, H., Boshuizen, H. C., Ameling, C. B., Staatsen, B. A., & de Hollander, A. E. (2002). The association between noise exposure and blood pressure and ischaemic heart disease: A meta-analysis. *Environmental Health Perspectives*, 110, 307-317.
- Vejstøjgruppen. (2003). *Förslag til strategi för begränsning av vejtrafikstøj*. Copenhagen: Miljöministeriet.
- WHO. (2000). *Guidelines for Community Noise*. Geneva: World Health Organization.
- Vägverket. (2009). *Den svenska vägtransportsektorns folkhälsoeffekter (Publikation 2009:3)*. Borlänge: Vägverket.
- Öhrström, E. (1991). Psychosocial effects of traffic noise exposure. *Journal of Sound and Vibration*, 151, 513-517.
- Öhrström, E., Skånberg, A., Svensson, H., & Gidlöf Gunarsson, A. (2006). Effects of road traffic noise and the benefit of access to quietness. *Journal of Sound and Vibration*, 295, 40-59.