



Välkommen på seminarium om Buller

Vi kommer att starta kl. 12.00

Ha gärna på din kamera. Din mick kommer vara mutad, när det är dags för frågor kommer du kunna räcka upp handen och få ordet//skriva dem i chatten.

CAMM är ett kunskapscentrum inom Region Stockholm. Vårt uppdrag är att arbeta för en jämlik och förbättrad folkhälsa genom att identifiera, bedöma och förebygga hälsorisker i **arbetsmiljön** och **omgivningsmiljön**.



Det här är Centrum för arbets- och miljömedicin (CAMM)

CAMM är ett kunskapscentrum inom Region Stockholm. Vårt uppdrag är att arbeta för en jämlik och förbättrad folkhälsa genom att identifiera, bedöma och förebygga hälsorisker i **arbetsmiljön** och **omgivningsmiljön**.

Buller

Mattias Sjöström, Civ. Ing.; Med. Dr.; Cert. yrkeshygieniker

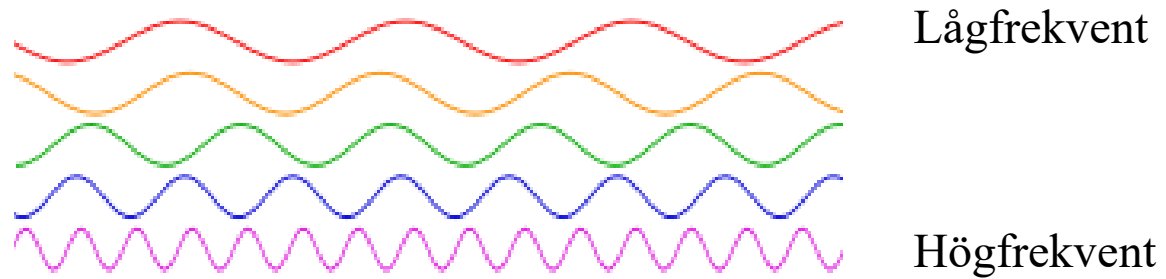
Upplägg

- Bakgrund
- Hälsorisker – vad behöver vi vara vaksamma på?
- Bullerexponering djupdykning
- Skyddsutrustning

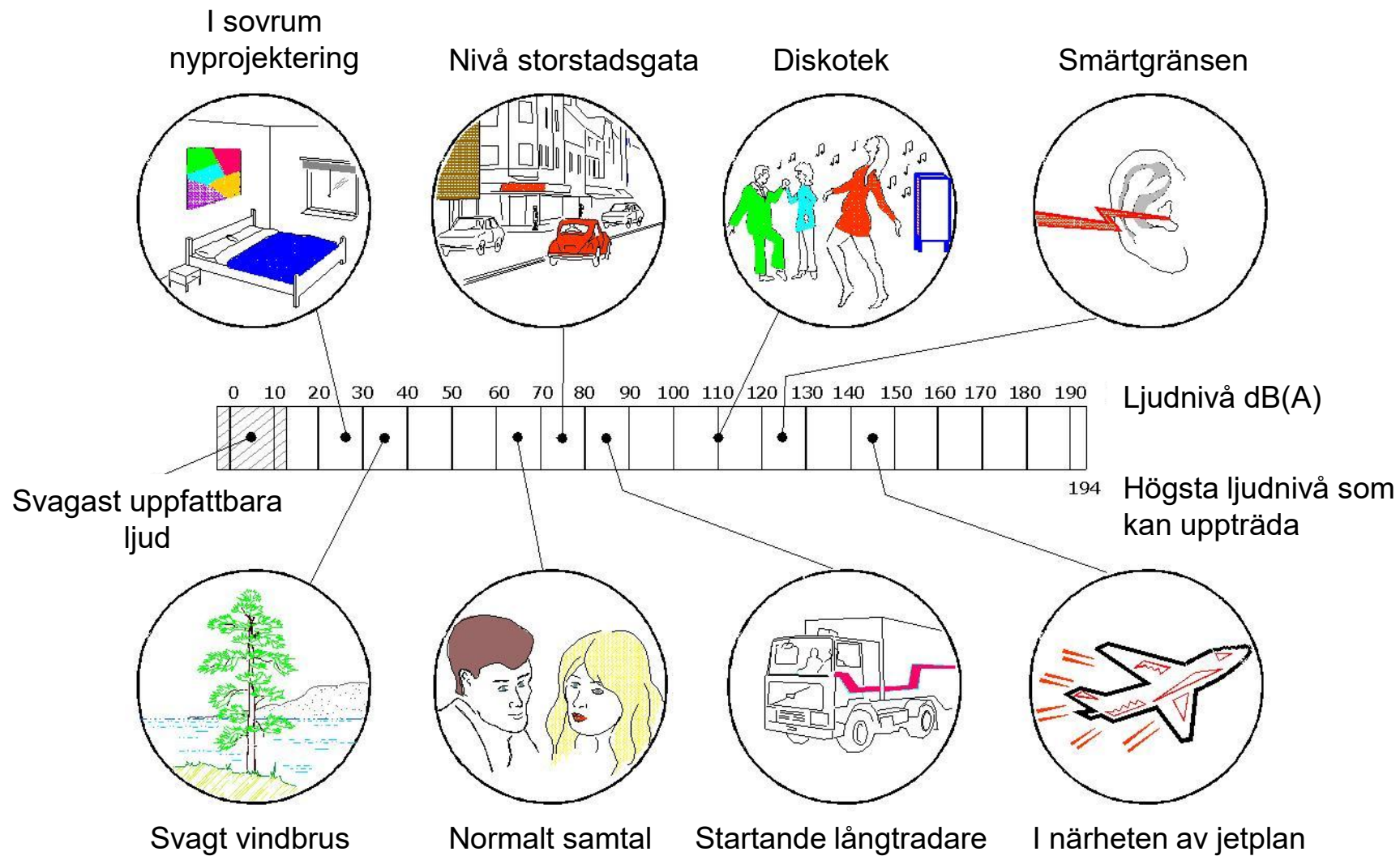
Buller - Oönskat ljud

- En ljudnivås styrka uttryckts i decibel (dB).

Frekvenser - Hertz (Hz)



dB(A) = anpassat efter vår hörsel



Trafikbuller

Tågtrafik



Flygtrafik



Vägtrafik



Yrkesbuller



Gränsvärden (AFS 2023:10)

	Undre insatsvärden	Övre insatsvärden
Daglig bullerexponeringsnivå $L_{EX,8h}$ [dB]	80	85
Maximal A-vägd ljudtrycksnivå L_{pAFmax} [dB]	–	115
Impulstoppvärde L_{pCpeak} [dB]	135	

- **Hörselskada**
- **Risker för Hjärt-Kärlproblematik**
- **Risker vid graviditet**

Bullrets påverkan på hälsan (obs! Grov skattning)

- < 35 dBA orsakar, generellt sett, inte störning
- 35 – 65 dBA = subjektiva besvärsupplevelser, koncentrationssvårigheter, påverkan på talförståelse, minnessvårigheter, påverkan på sömn.
- 65 – 85 dBA = trötthet, utmattning, ökad risk för effekter på hörseln, hjärt- kärlproblematik, risker vid graviditet
- > 80-85 = hörselskador

Yrkesbuller

- **75 – 85 dBA**

- Tandläkare
- Tandsköterskor
- Tandhygienister
- Förskolelärare
- Barnskötare
- Lärare i yrkesinrikade ämnen
- Lantbrukare
- Ingengörare och tekniker med gruvtekniskt, metallurgiskt och petroleumtekniskt arbete
- Obs! Urval, fler yrken finns i vardera kategori

- **> 85 dBA**

- Musiker
- Skogsarbetare
- Gruvbrytare
- Brunns- och diamantborrhare
- Maskinbefäl/Maskinpersonal
- Bryggeriarbetare
- Garnförararbetare
- Spinnare/ Vävare
- Smeder
- Gjuteriarbetare

Systematic review

- Exposure to noise at work was consistently positively associated with
 - - hypertension [Hazard ratio (HR) = 1.68; 95% confidence interval (CI) 1.10–2.57] and
 - - CVD [relative risk (RR) = 1.34; 95% CI 1.15–1.56].
 - - In addition, we found a trivial effect of noise exposure on CVD mortality (HR = 1.12; 95% CI 1.02–1.24)
- Systematic review of the cardiovascular effects of occupational noise M. Skogstad, H. *et al*



Yrkesbuller - hjärtinfarkt

- Ökad risk att dö i hjärtinfarkt för personer som arbetat länge i hög yrkesbullernivå.

TABLE 5. Association of Deaths Resulting from Acute Myocardial Infarction Mortality and Duration of Exposure Above Noise Thresholds During Subjects' Working Years* for Full Cohort (n = 27,464)

Duration of Exposure	85 dB(A) Threshold			90 dB(A) Threshold			95 dB(A) Threshold		
	Person-Years	No. of Deaths	RR (95% CI)	Person-Years	No. of Deaths	RR (95% CI)	Person-Years	No. of Deaths	RR (95% CI)
<3 years				89,144	15 [†]	1.0	163,871	27 [†]	1.0
3–9 years	142,093	8 [†]	1.0	85,146	5	0.36 (0.13–0.99)	55,455	18	1.8 (0.99–3.3)
10–19 years	71,924	26	3.9 (1.7–8.8)	55,592	22	1.5 (0.74–2.9)	29,324	18	1.9 (1.1–3.5)
>19 years	45,753	47	4.0 (1.8–9.3)	29,888	39	2.0 (1.0–3.7)	11,119	18	2.7 (1.4–4.9)
	<i>P</i> for trend = 0.003			<i>P</i> for trend = 0.004			<i>P</i> for trend = 0.001		

Adjusted for age, calendar year, and South Asian ethnicity.

*Follow up restricted to subjects' working years plus 1 month.

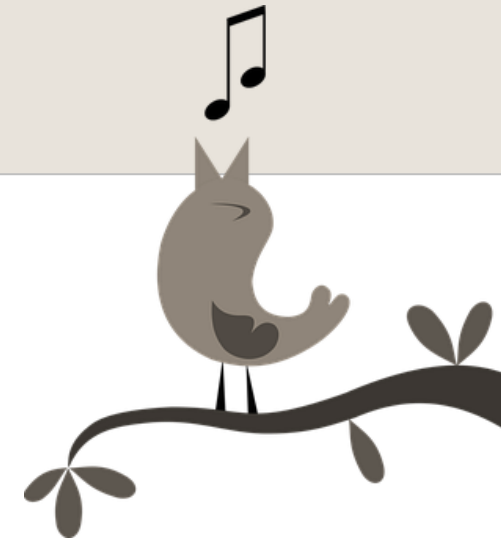
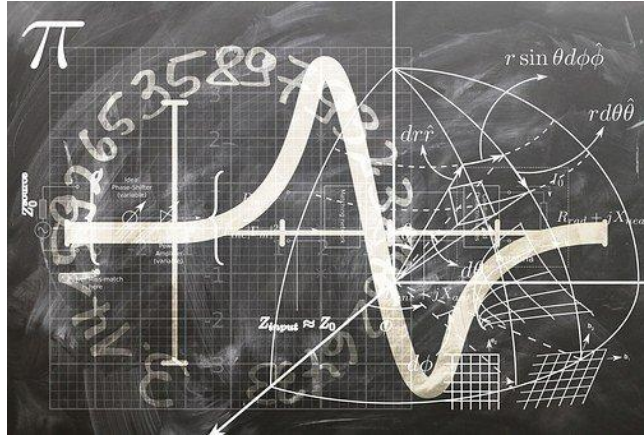
[†]Reference group for 85 dB(A) threshold analysis <10 years combined because of low numbers in reference group. Reference group for 90 dB(A) and 95 dB(A), threshold analyses <3 years.

Yrkesbuller under graviditet

- Få studier har studerat sambandet mellan yrkesbuller och graviditet men de studier som finns har visat på ett eventuellt samband.
- Hur mycket ljud som förs över till fostret verkar bero av frekvens, högfrekventa ljud dämpas relativt bra, medan lågfrekventa ljud t.o.m. kan förstärkas i sin väg in till fostret
- Eventuella utfall hos barnen:
 - Låg födelsevikt
 - Hörselnedsättning

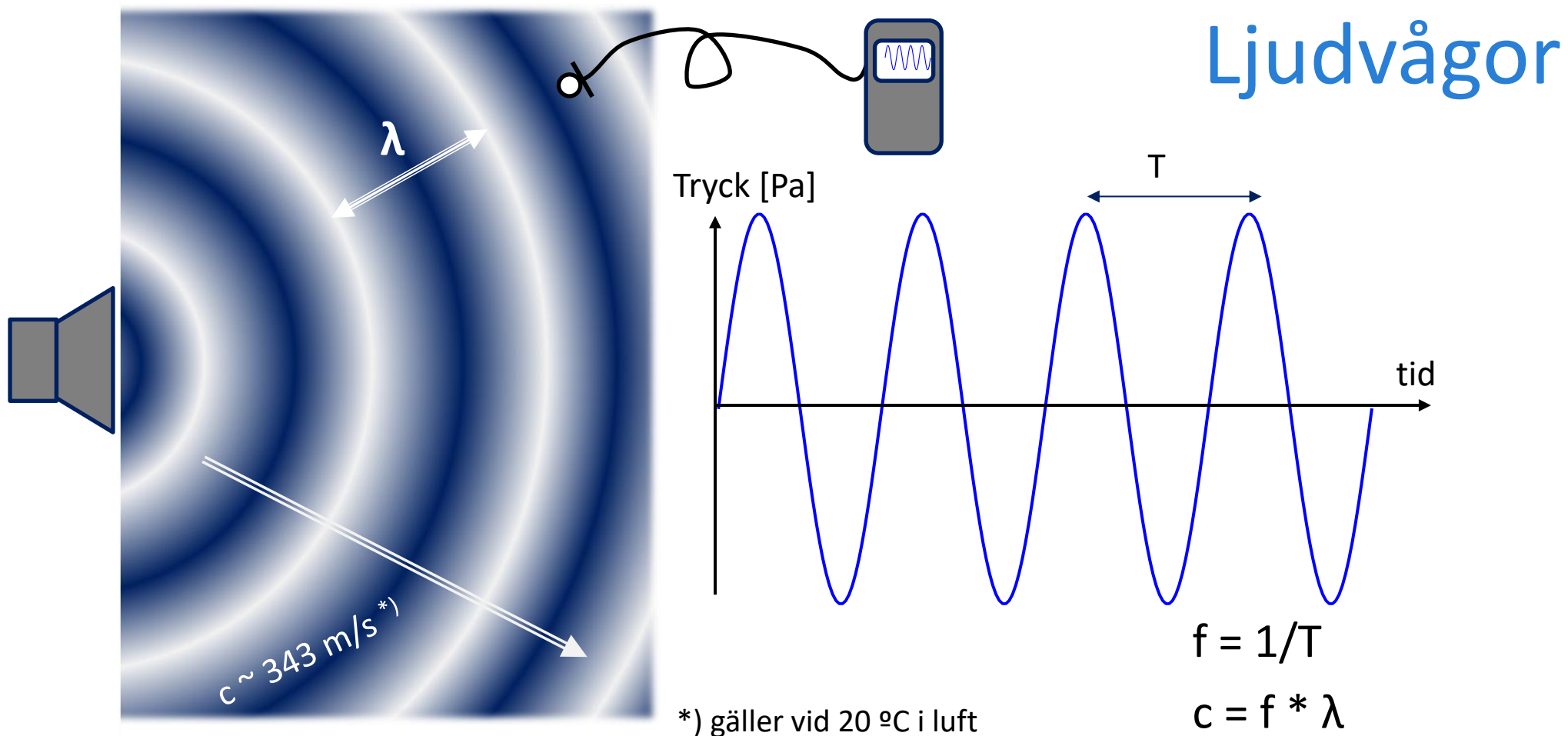
Occupational exposure to noise in relation to pregnancy-related hypertensive disorders and diabetes *(Lissåker et al 2021)*

- Results Exposure to **80-85 dB(A)** of noise was associated with an increased risk of
 - - all HDP [RR 1.12, 95% confidence interval (CI) 1.05-1.18] and
 - - preeclampsia alone (RR 1.14, 95% CI 1.07-1.22) in the full sample.
 - - Exposure to **>85 dB(A)** of noise was also associated with an increased risk of gestational diabetes (RR 1.57, 95% CI 1.10-2.24)



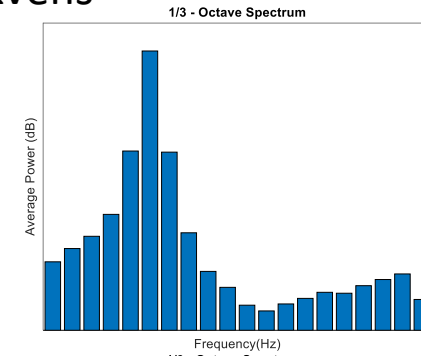
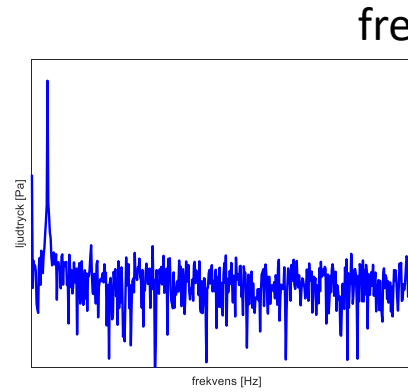
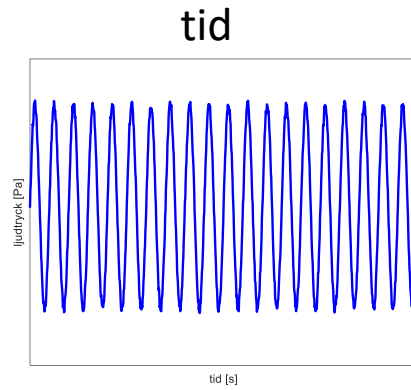
LITE TEORI OCH BEGREPP

TACK TILL PER ERSSON VID AMM GÖTEBORG

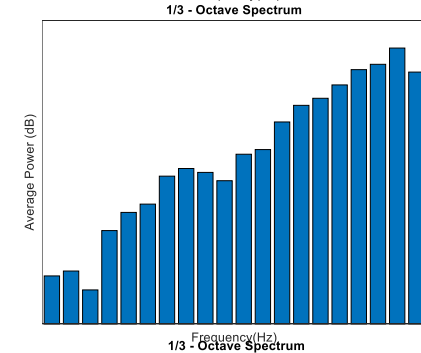
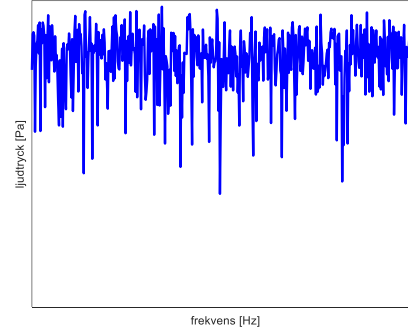
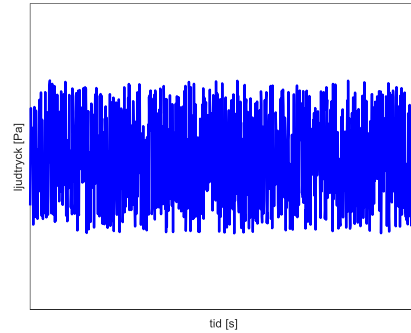




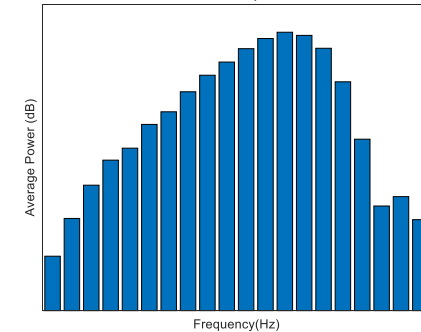
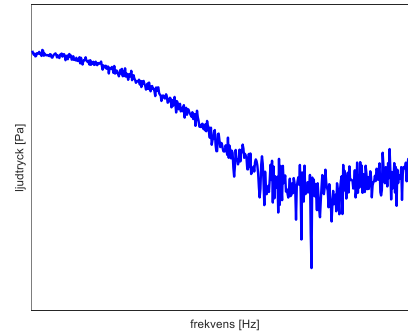
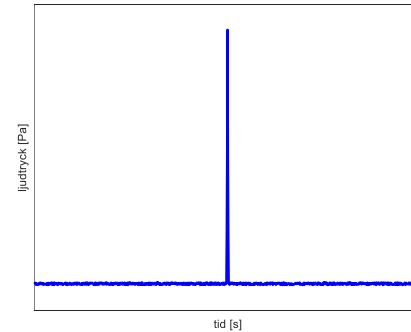
tonalt



brus

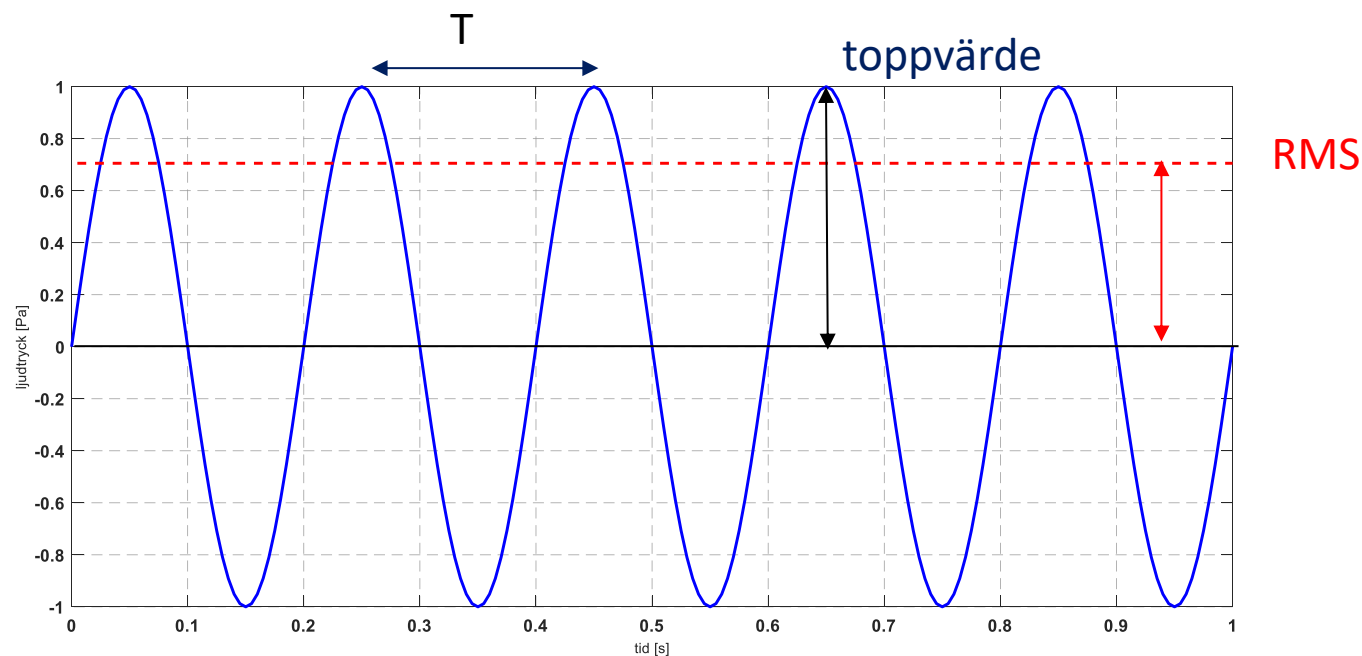


Impuls



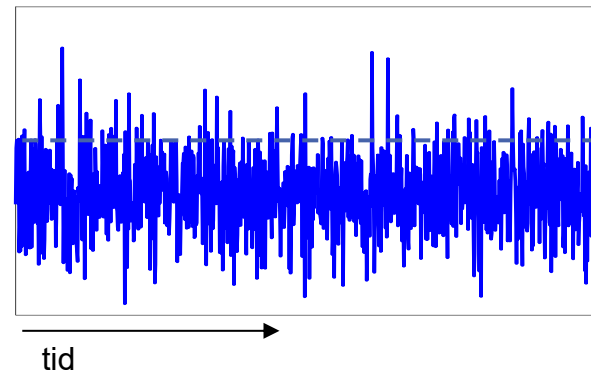
Effektivvärde

- $p_{eff} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T p(t)^2 dt}$



Effektivvärde

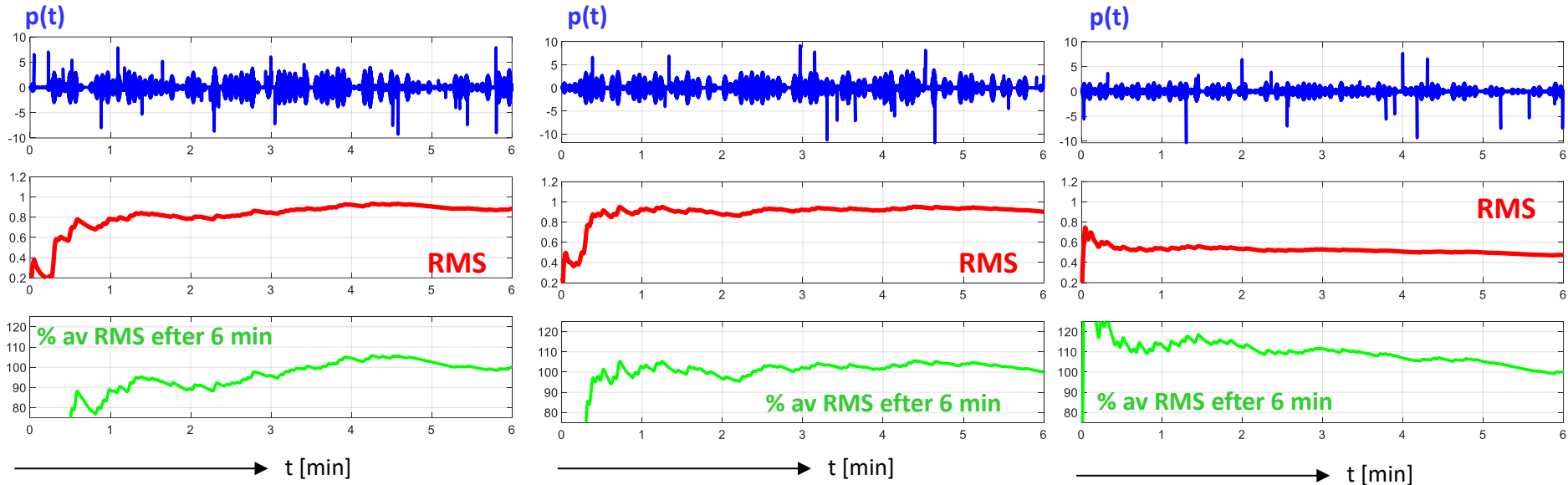
- Men om signalen inte är periodisk?



Hur lång tid vi mäter bestämmer hur nära det sanna värdet vi kommer.

$$p_{eff} = \lim_{T \rightarrow \infty} \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T p(t)^2 dt}$$

Exempel RMS icke-periodisk signal



3 olika signaler, mättid 6 minuter:

Ljudtrycksnivå

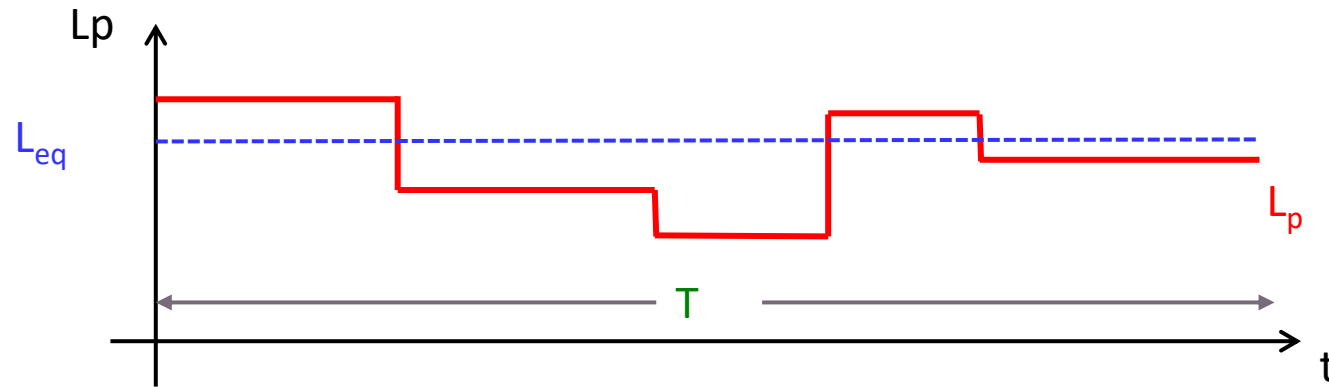
- $$L_p = 10 * \log_{10} \left(\frac{p_{eff}}{2 * 10^{-5}} \right)^2$$

20 µPa motsvarar ungefär
hörtröskeln vid 1 kHz för
normalhörande

	p [Pa]	Lp [dB]
hörtröskel 1 kHz	0,00002	0

Ekvivalent nivå

Konstant ljudnivå med samma akustiska energi som den varierande ljudnivån under samma tid.



L_p varierar medan L_{eq} är konstant – ljudenergin under tiden T är densamma

Ekvivalent nivå

- För att beräkna ekvivalentnivån måste vi först lämna "decibel-världen", utföra beräkningen och sedan återgå till decibel igen.
- Effekten i en signal är proportionellt mot effektivvärdet i kvadrat .
- $\text{Tid gånger effekt} = \text{energi}$

Ekvivalent nivå

$$\blacksquare L_p = 10 * \log_{10} \left(\frac{p_{eff}}{2 * 10^{-5}} \right)^2$$

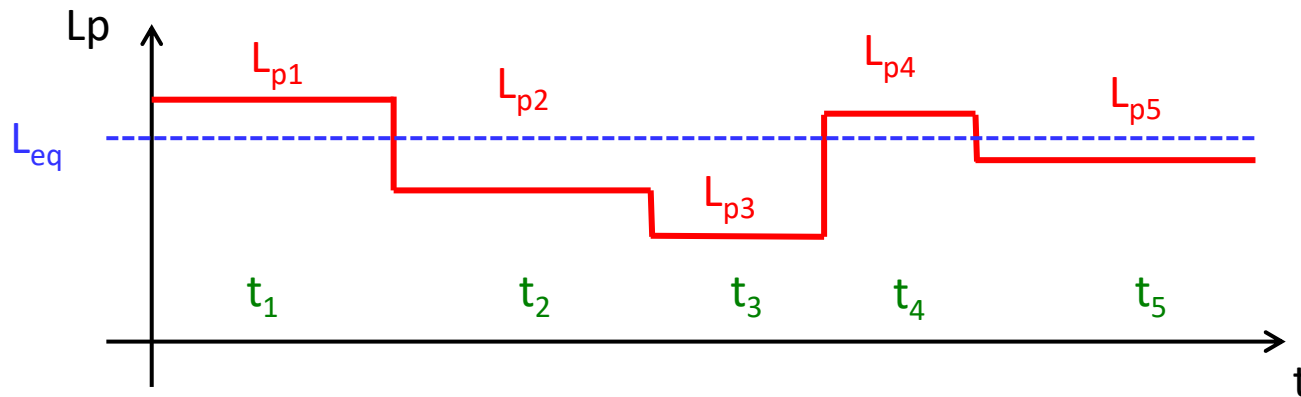
$$\frac{p_{eff}^2}{(2 * 10^{-5})^2} = 10^{L_p/10} \quad \text{effekt}$$

$$t * \frac{p_{eff}^2}{(2 * 10^{-5})^2} = t * 10^{L_p/10} \quad \text{energi}$$

Ekvivalent nivå

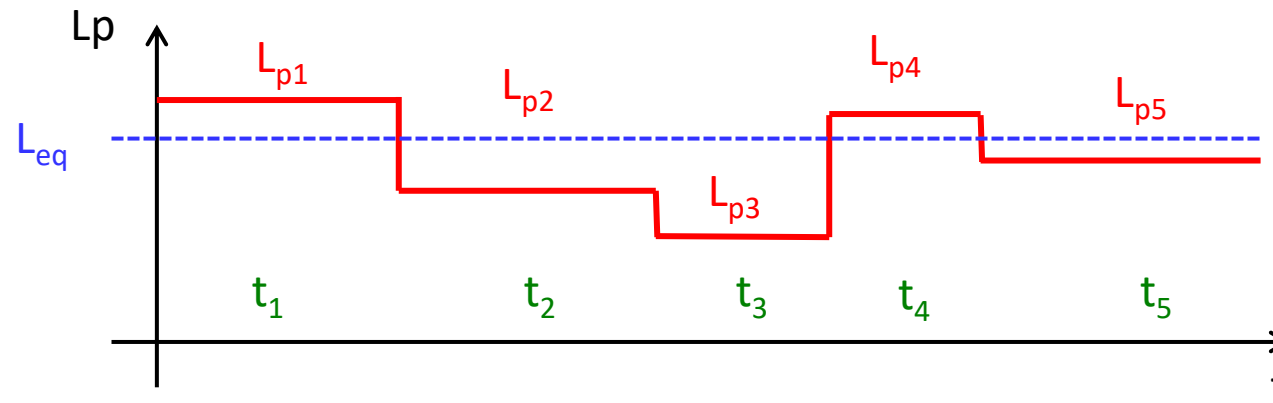
$$\text{Total energi} = t_1 * 10^{L_{p1}/10} + t_2 * 10^{L_{p2}/10} + t_3 * 10^{L_{p3}/10} + t_4 * 10^{L_{p4}/10} + t_5 * 10^{L_{p5}/10} =$$

$$= (t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5) * 10^{L_{eq}/10}$$



Ekvivalent nivå

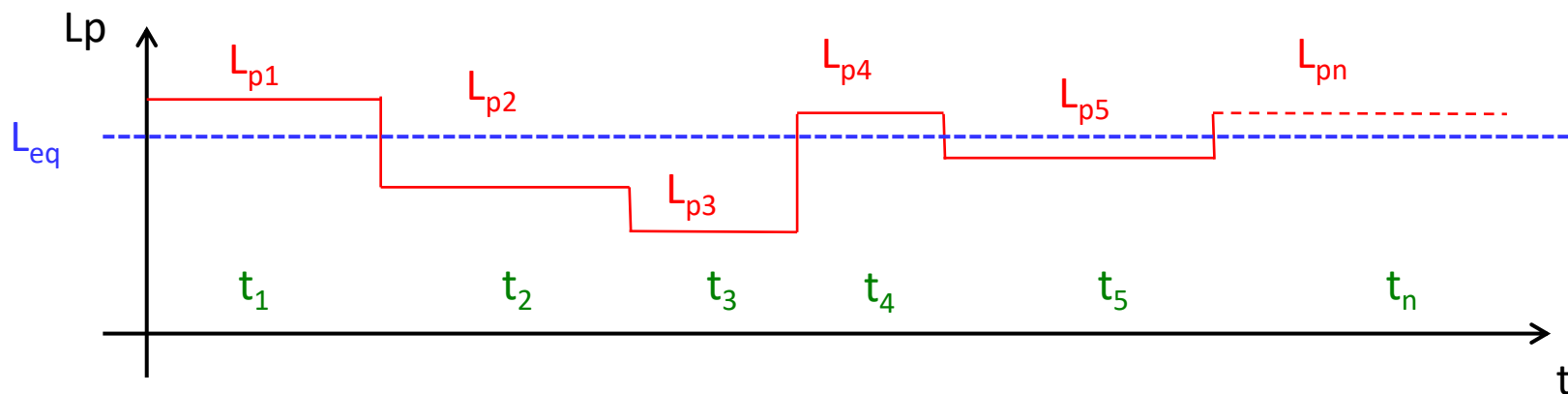
$$L_{eq} = 10 * \log_{10} \left(\frac{t_1 * 10^{L_{p1}/10} + t_2 * 10^{L_{p2}/10} + t_3 * 10^{L_{p3}/10} + t_4 * 10^{L_{p4}/10} + t_5 * 10^{L_{p5}/10}}{(t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5)} \right)$$



Ekvivalent nivå

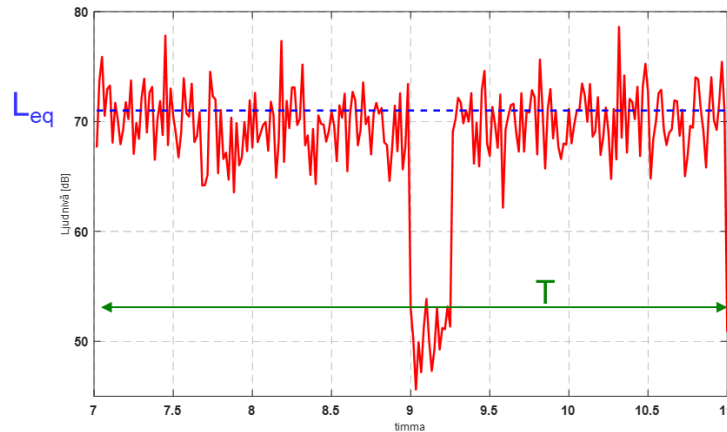
- Lite mer kompakt skrivet (som i riktlinjerna för bullermätningar):

$$L_{eq} = 10 * \log\left(\frac{1}{\sum t_n} \sum_1^n (t_n * 10^{L_{pn}/10})\right)$$



Ekvivalent nivå

När ljudtrycket varierar kontinuerligt blir uttrycket en integral.

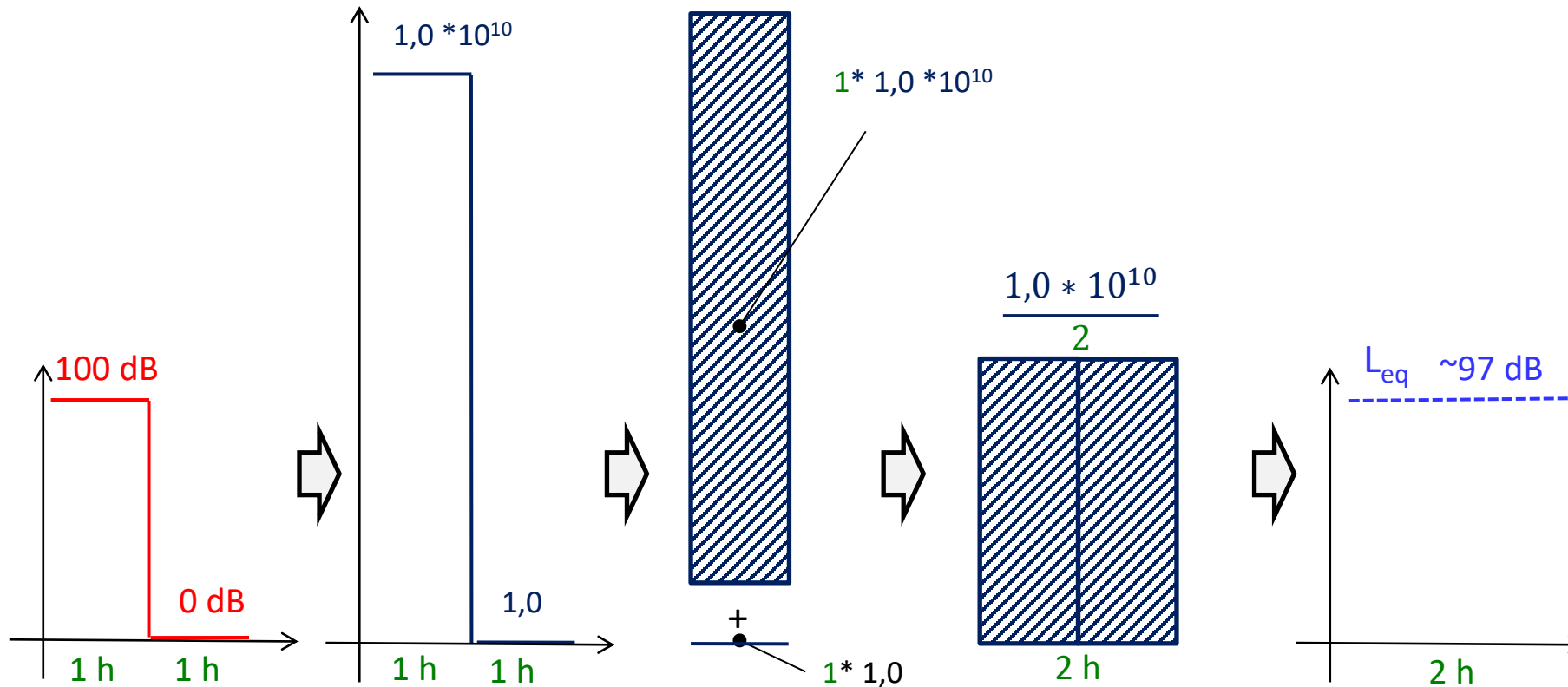


$$L_{eq} = 10 * \log\left(\frac{1}{T} \int_0^T 10^{L_p(t)/10} dt\right)$$

Ekvivalent nivå - exempel

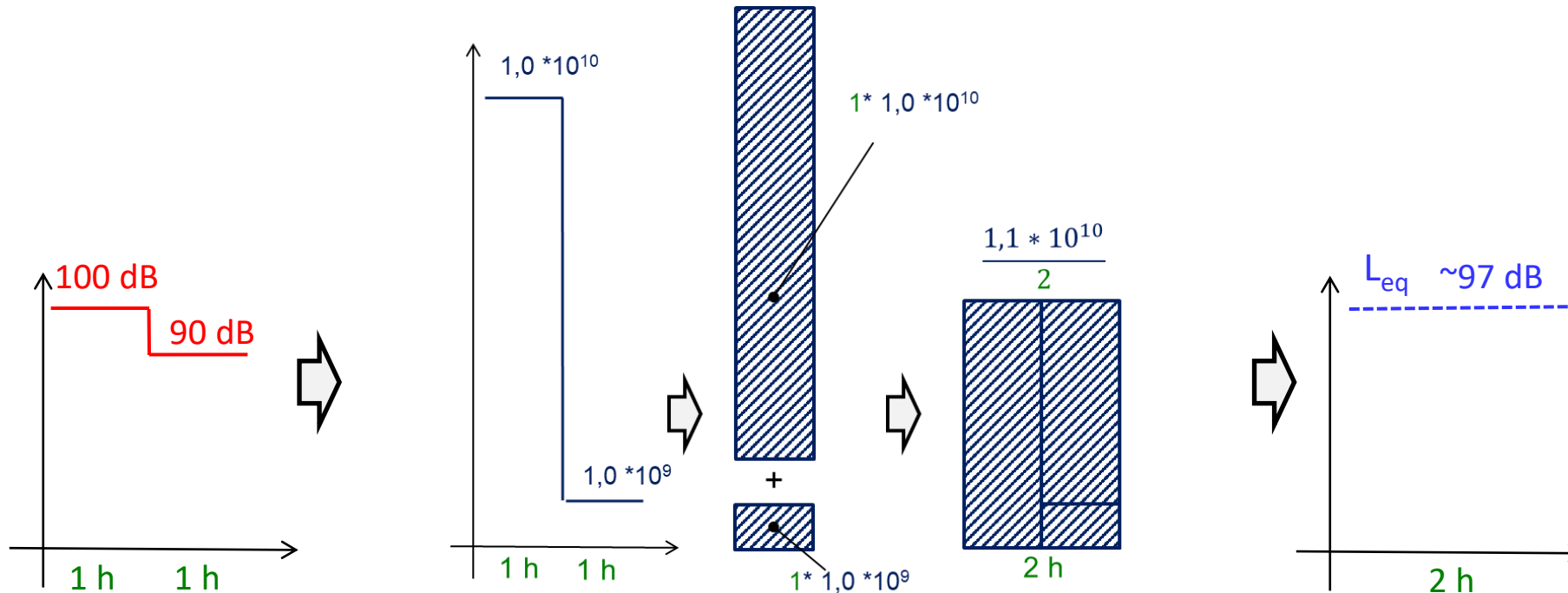
$$L_{eq} = 10 * \log\left(\frac{1}{\sum t_n} \sum_1^n (t_n * 10^{L_{pn}/10})\right)$$

- En timme 100 dB, en timme 0 dB
 - vad blir den ekvivalenta nivån under 2 timmar?



Ekvivalent nivå – exempel igen

- En timme 100 dB, en timme 90 dB
 - vad blir den ekvivalenta nivån under 2 timmar?



Ekvivalent nivå – flera aktiviteter

- $L_{eq} = 10 * \log\left(\frac{1}{\sum t_n} \sum_1^n (t_n * 10^{L_{pn}/10})\right)$

Aktivitet, n	L_{pn} [dB]	Arbets tid t_n [minuter]	$t_n * 10^{L_{pn}/10}$
1	84	60	15100000000
2	75	55	1740000000
3	100	5	50000000000
4	55	360	114000000
L_{eq} /summa	81	480	66900000000

Höga ljudnivåer =
mycket akustisk
energi även under
kort tid !

$L_{EX,8h}$ - AV bullerkalkylator

- $L_{EX,8h}$ – Ekvivalent ljudnivå normerad till 8 timmar.

- För en aktivitet:

$$L_{EX,8h,n} = L_{pAeq,n} + \log_{10}(t_n/8)$$

(t_n i timmar)

Aktivitet nr	Ekvivalent ljudnivå L_{pAeq} [dB]	Exponeringstid		Daglig buller-exponeringsnivå per aktivitet
		Timmar	Minuter	$L_{EX,8h}$ [dB]
1	84	0	60	75.0
2	75	0	55	65.6
3	100	0	5	80.2
4	55	6	0	53.8
5	0	0	0	0.0
6	0	0	0	0.0
7	0	0	0	0.0
8	0	0	0	0.0
Total daglig bullerexponeringsnivå $L_{EX,8h}$ [dB]:				81.4

Beräkna

Nollställ



Skyddsutrustning

Åtgärder för exponeringsbegränsning

- 1) Begränsa exponeringen genom arbetsmetod, tekniska hjälpmedel, skyddande avgränsning etc. **i första hand.**
- 2) Ha tillgång till, kunskap om, och att **använda** rätt skyddsutrustning.

Påminnelse

- **2 § Arbetsgivaren har ansvaret för att föreskrifterna följs.**
- **Arbetstagaren har skyldighet att ta reda på riskerna, arbeta på ett sätt så de minimeras och följa regler och instruktioner**

Hörselskydd (AFS 2023:10)

- 13 §
- Om de risker som uppstår vid bullerexponering inte kan förebyggas på annat sätt ska arbetsgivaren se till att berörda arbetstagare
- får tillgång till hörselskydd om bullerexponeringen är lika med, eller överstiger, något av de undre insatsvärdena i 4 § tabell 1, eller
- får tillgång till och använder hörselskydd om bullerexponeringen är lika med, eller överstiger, något av de övre insatsvärdena i 4 § tabell 1.

Hörselskydd

- Avsett att skydda mot höga ljud
- Nackdel: Vissa hörselskydd kan göra att man missar lägre ljud som tal, varningssignaler etc.

Skyddseffekt

- I vilken mån erforderligt skydd mot en aktuell risk kan uppnås med hjälp av personlig skyddsutrustning beror på risknivån. Denna behöver bedömas för att rätt skyddsutrustning skall kunna väljas.
- Olika hörselskydd har t.ex. olika dämpeffekt och dämpningen är begränsad.

Kåpor

Passiva hörselskydd



Hörselkåpor med ljud-absorberande material. Finns med olika dämpningsgrad och olika byglar, t ex monterade på hjälm.

Tättningsringarna behöver bytas när de tappat formen. Glasögonskalmar kan hindra kåporna från att sluta tätt, vilket sänker skyddseffekten.

Nivåberoende och aktiva hörselskydd



Den nivåberoende funktionen dämpar höga ljud och förstärker svaga. I aktiva skydd skapas ett "motljud" som släcker ut bullret.

Användbara när det är viktigt att kunna kommunicera eller höra varningssignaler.

Proppar

Passiva hörselskydd



Hörselproppar väger mindre än kåpor och blir inte lika varma. Formbara eller personligt formgjutna. Finns med snodd, handtag eller bygel.

Finns specialutformade för t ex arbete med livsmedel med metallkula som kan spåras om den tappas.

Nivåberoende och aktiva hörselskydd



Formgjutna proppar som dämpar höga ljud och förstärker svaga. Personligt anpassade för bästa passform.

Finns kombinerat med hörlurar för telefon och annan kommunikations-utrustning.

Lagstiftning

Arbetsgivaren är ansvarig för arbetsmiljön. En riskbedömning med mätning av bullernivå och -frekvens ska ligga till grund för val av lämpligt hörselskydd.

Bullernivå	Åtgärder
≥80 dB(A)	Arbetsgivaren ska informera dig om risker och erbjuda hörselskydd
≥85 dB(A)	Åtgärder ska vidtas, skydd ska användas och hörselundersökning erbjudas
115 dB(A)	Max ljudnivå du får utsättas för under en arbetsdag

Hörselundersökning (AFS 2023:10)

- 15 §
- Arbetsgivaren ska erbjuda hörselundersökning till de arbetstagare som exponeras för buller som är lika med, eller överstiger, något av de övre insatsvärdena i 4 § tabell 1. Undersökningen ska utföras av läkare eller av annan person som har lämpliga kvalifikationer och då på en läkares ansvar.

Forts.

- Arbetsgivaren ska även erbjuda hörselundersökning till de arbetstagare som exponeras för buller som är lika med, eller överstiger, något av de undre insatsvärdena i 4 § tabell 1, om riskbedömningen och bestämningen av arbetstagarnas bullerexponering enligt 5 och 6 §§ visar att det finns risk för hörselskada.



FRÅGOR?



Tack för att du deltog!

Prenumerera gärna på våra nyhetsbrev, länk
kommer i mailet efter utbildningen



<https://www.camm.regionstockholm.se/nyhetsbrev>



Tack för att du deltog!

Prenumerera gärna på våra nyhetsbrev, länk
kommer i mailet efter utbildningen



<https://www.camm.regionstockholm.se/nyhetsbrev>

Patientfall 1 (rådgivning gravid)

- ☐ Patienten arbetar på ett litet offset-tryckeri inrymt i bostad (villa)
 - Patienten och chefen är de enda anställda. Tryckpressen går ca ½ dagen och sköts av patienten.
 - Bullernivån i tryckeriet är uppmätt med en bullermätare som chefen köpt. Mätaren visade 79 db(A) när tryckpressen användes.
- ☐ Kemikalieexponering förekommer också, bland annat nafta.

Egen bullermätning

- Ny bullermätning utförd av yrkeshygieniker under en dag då tryckpressen var igång.
- Den totala mättiden delades upp i tre perioder; före lunch, efter lunch och efter eftermiddagspaus. Bullerekvivalenter uppmätta för dessa perioder var 81.4 dB, 81.2 dB och 80.6 dB.
- Peakvärdena för de tre perioderna var 116.4 dB, 101.8 dB och 97.3 dB.
- Aktiv tid (pauser borträknade): 8h och 1 minut.
- Den dagliga bullerdosen kalkylerades till 81.2 dB.

Bedömning

- Bullerdosen uppmätt av yrkeshygieniker, ligger över insatsvärdet på 80 dB(A) räknat som dagsmedelvärde, den nivå som man i föreskriften 2023:10 anser är gränsen för acceptabel bullerexponering under graviditet. Patienten bör få rådet att undvika denna exponering.

Övriga risker

- ***Rengöringsmedel till tryckpressen:***
- ***Nafta (petroleum), lätt hydrokrackad*** kan orsaka cancer (klass 1B) och genetiska defekter (klass 1B).
- Även viss risk för tunga lyft



Tack för uppmärksamheten!

Buller och hjärt-kärlsjukdom - Kombinationseffekter

Artikel:

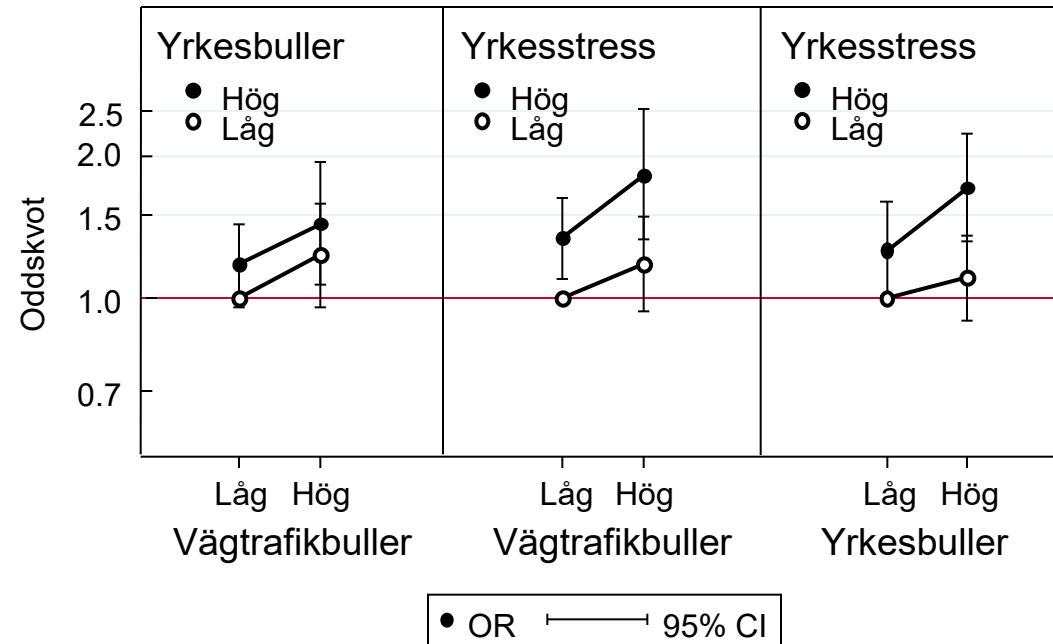
- Selander J, Bluhm G, Nilsson M, Hallqvist J, Theorell T, Willix P, Pershagen G Environmental stress and myocardial infarction – a case control study of joint effects by road traffic noise, occupational noise and job strain. (in press)

SHEEP - Stockholm Heart Epidemiology Program

- Fall-kontroll
- Stockholms län 1992-1994
- Förstagångshjärtinfarkt
- Fallen
 - Vårdavdelningar på alla akutsjukhus i Stockholms län
 - Patientregistret
 - Dödsorsaksregistret
- Kontrollerna matchades mot fallen
 - Kön
 - Ålder
 - Upptagningsområde
- Bullerutbredningskartor
- Bullermatris för yrkesbuller

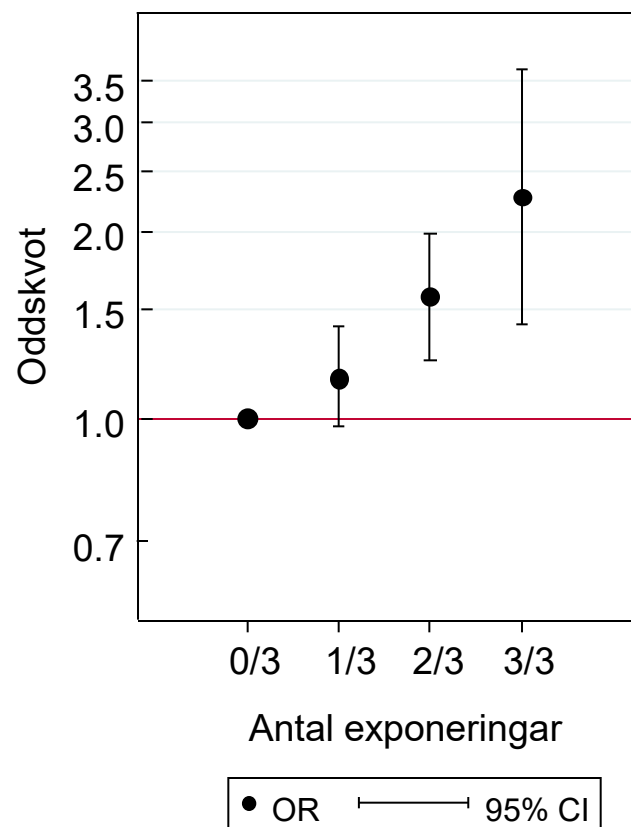


Kombinationseffekter och hjärtinfarkt



Figur 4. Oddskvot och 95% KI mellan vägtrafikbuller exponering ($>/<75$ th percentilen $51.8 \text{ dB}_{\text{Aeq},24\text{h}}$), yrkesbullerexponering ($>/<75\text{dB}_{\text{Aeq},8\text{h}}$) samt yrkesstress ($>/<$ den 75:e percentilen i en total summering som innefattar både krav och kontroll) i relation till hjärtinfarkt. Alla analyser är justerade för ålder, kön, upptagningsområde, fysisk inaktivitet, rökning, luftföroreningar och socioekonomisk position.

Kombinationseffekter och hjärtinfarkt



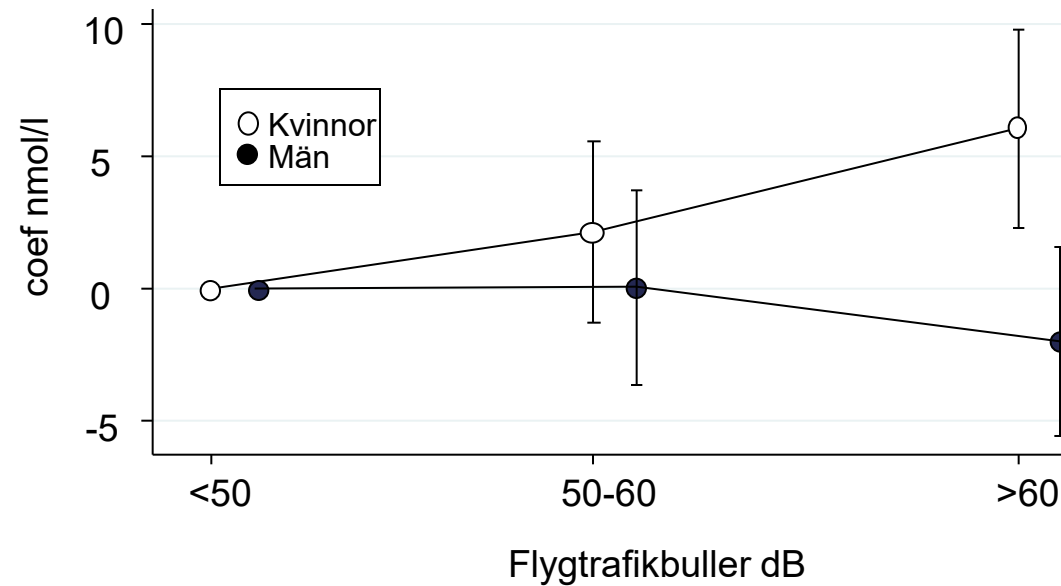
Figur 5. Oddskvot och 95% KI för hjärtinfarkt hos individer med eller utan vägtrafikbuller ($\geq$ / $<$ 75:e percentilen 51.8 dBL_{Aeq,24h}), yrkesbuller ($\geq$ / $<$ 75dBL_{Aeq,8h}) samt yrkesstress ($\geq$ / $<$ the 75:e percentilen i en total summering av krav och kontroll) i en fall-kontroll studie från Stockholm. Den första kategorin 0/3 är referensgruppen med låg exponering för alla tre faktorer. De tre följande kategorierna 1/3, 2/3 och 3/3 innehåller studiepersoner som är exponerade för en, två eller alla tre faktorer under utredning. Alla modeller justerades för matchning variablerna (ålder, kön och upptagningsområde) och för fysisk inaktivitet, rökning, socioekonomi och luftföroreningar.

Flygbuller – Hypertoni (högt blodtryck)

- En 14% ökad risk för hypertoni per 10 dBA ökning av flygbuller nattetid (OR 1.14 (95%CI 1.01-1.29)).



Flygbuller och stresshormonet Kortisol



Figur 9. Regressionskoefficienter för sambandet mellan flygtrafikbuller och morgonsalivprover av stresshormonet kortisol hos boende kring sju europeiska flygplatser

Akuta blodtrycksförändringar under sömn i relation till buller i bostaden

	» <u>mmHg systoliskt (95% CI)</u>	<u>mmHg diastoliskt (95% CI)</u>
• Flygbuller:	6.20 (0.63,11.77)	7.39 (3.09,11.69)
• Vägtrafik:	4.81 (-2.45,12.06)	3.34 (-7.37, 14.04)
• Inomhus*:	7.39 (3.76, 11.02)	4.19 (0.65, 7.72)

- * annat inomhusbuller från t.ex. snarkningar

- Haralabidis et al 2007

Flygtrafikbuller och risk för död i hjärtinfarkt

dB	HR (95% CI)
<45	1.00
45-49	1.03 (0.90 – 1.17)
50-54	1.05 (0.91 – 1.21)
55-59	1.14 (0.96 – 1.37)
>60	1.48 (1.01 – 2.18)

För boende som bott minst
15 år i sin bostad

Huss et al 2010

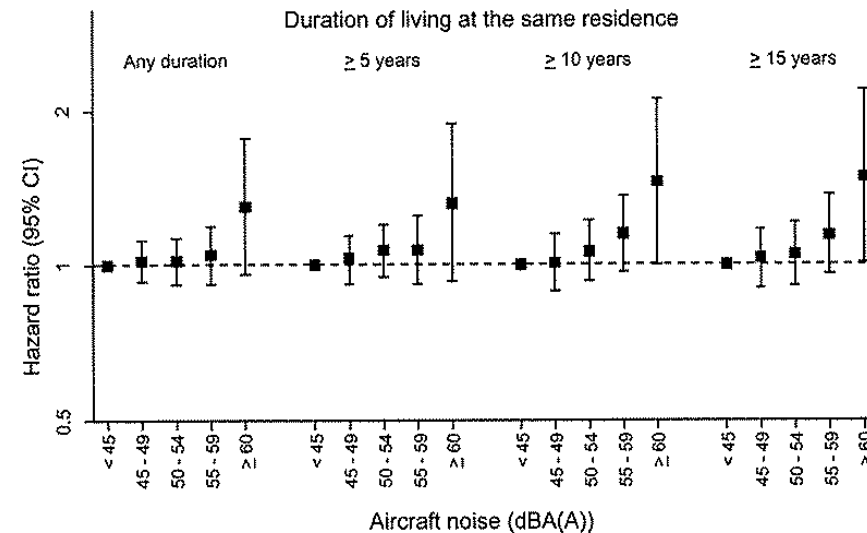


FIGURE 1. Mortality from myocardial infarction and estimated exposure to aircraft noise, Switzerland, 2000–2005. Results from model III are shown for persons who at the time of census had lived in the same place of residence for any duration, or for at least 5, 10, or 15 years.

Vägtrafikbuller - stroke

RR 1.14 (95% CI 1.03 – 1.25) per 10 dB
ökning i vägtrafikbuller

Starkare samband för äldre personer:

RR 1.27 (95% CI 1.13 – 1.43) per 10 dB
ökning i vägtrafikbuller hos personer
som var >65 år när de fick sin stroke.

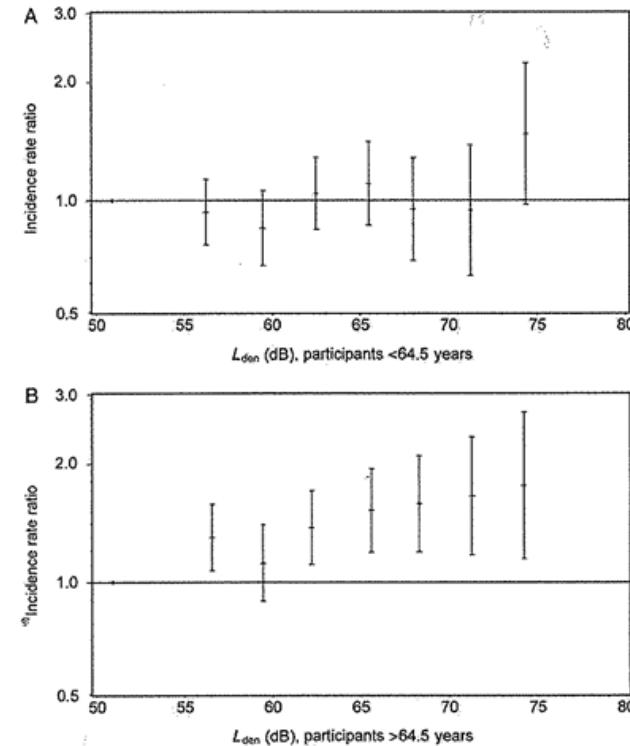


Figure 2 Dose-response relation between exposure to road traffic noise (L_{den}) and incidence rate ratio (IRR) for stroke based on a Cox proportional hazards model with age as the underlying timescale among participants below (A) and above (B) 64.5 years of age. The analyses were stratified by gender and calendar-year and adjusted for smoking status and intensity, intake of fruits, intake of vegetables, intake of coffee, body mass index, alcohol intake, physical activity, education, municipality income, exposure to noise from railways and airports, and exposure to air pollution (NO_x). The vertical whiskers show the IRRs with 95% confidence intervals at the median of seven exposure categories (55–58, 58–61, 61–64, 64–67, 67–70, 70–73, and >73 dB) when compared with the reference category of ≤ 55 dB. The black dot shows the median of the reference category. The horizontal solid line shows the neutral value (IRR = 1.0).

Sammanfattning: Hjärt-kärlsjukdom och trafikbuller i bostaden

- *Forskning har indikerat:*
 - Direkta blodtrycksförändringar
 - Högre kortisolvärden
 - Ökad risk för hypertoni
 - Ökad risk för hjärtinfarkt
 - Ökad risk för Stroke
- OBS! Mer forskning behövs för att kunna påvisa samband, speciellt för att kunna påvisa dos-respons-samband.