

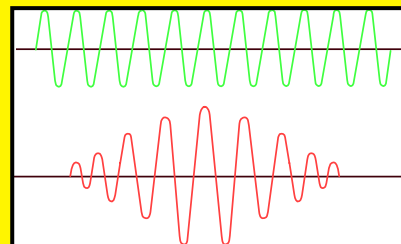
## Fysiska arbetsmiljöfaktorer

Hörsel – ”buller”  
Vibrationer  
Belysning – syn  
Belastning  
Värme och kyla  
Strålning  
m.fl.



## Ljud- och hörselergonomiska begrepp

- Ljud kontra buller
- Styrka och tonhöjd
  - tryckvariationer
    - effektivvärde (Pa)
    - ljudtrycksnivå (dB)
    - ljudintensitet (dB; energiflöde per area)
    - Ljudnivå – dB(A)
- Sambandet ljudstyrka, frekvensen och hörbarhet

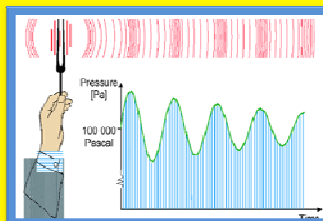


# Buller

- Ljud är en svängningsrörelse (tryckvariation) i ett medium (Ett medium behövs för ljudutbredning)

–Ljudhastighet (c)

- Luft = 340 m/s
- Vatten = 1480 m/s
- Stål = 5100 m/s



- Ljudhastigheten = Frekvensen x Våglängden
- Människans hörbarhetsområde 20 - 20 000 Hz vilket ger att vi kan uppfatta ljud med våglängd på 17 m och ner till 1,7 cm
  - f < 20 Hz: Infraljud
  - f > 20 kHz: Ultraljud

# Buller dB

- Alexander Graham Bell (1847-1822), uppfann telefonen och behövde uttrycka ljud i siffror. Problemet löstes genom att ange antalet nollor i en relationstabell:
- Varje ökning med en Bel innebär multiplikation med tio.
- Enheten 1 Bel delas upp i tio delar, 1 Bel= 10 decibel (dB)

| Relationen     |                 |
|----------------|-----------------|
| 1 till 10      | = 1 bel = 10 dB |
| 1 till 100     | = 2 bel = 20 dB |
| 1 till 1000    | = 3 bel         |
| 1 till 10 000  | = 4 bel         |
| 1 till 100 000 | = 5 bel         |
| osv            |                 |

Ljudintensitet mäts relativt en tröskelnivå för hörande.

Intensitetsnivån,  $\beta$ , definieras  $\beta = 10 \cdot \log_{10}(I/I_0)$

och uttrycks i decibel (dB).  $I_0 = 1,0 \cdot 10^{-12} \text{ W/m}^2$  är den minsta ljudintensitet ett normalöra kan uppfatta för ljud med frekvensen  $f = 1000 \text{ Hz}$ .

# Buller

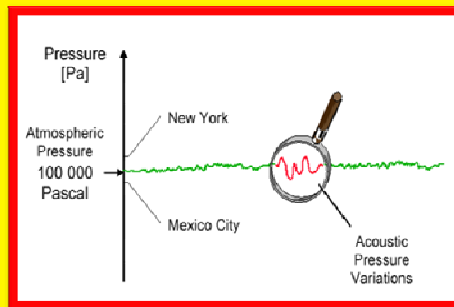
- Begreppet dB (Decibel)

- Det lägsta uppfattbara ljudet för människa är fastställt till:
  - 20  $\mu\text{Pa}$  "den akustiska havsytan"
- Det högsta uppfattbara ljudet är:
  - Mer än en miljon gånger större.
- Ljudtrycksnivån

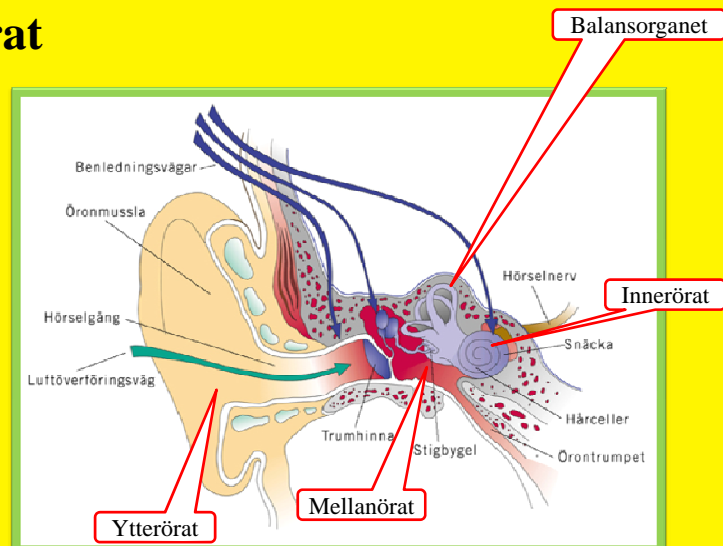
$$L_a = 20 \times \log \frac{P}{P_0}$$

$P = \text{uppmätt}$

$P_0 = \text{referens } 20 \mu\text{Pa}$



# Örat

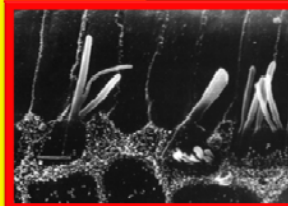


## Skador av buller

Snäckan består av vätskefyllda kanaler täckta av flimmerhår. I snäckan omvandlas rörelseenergi till nervimpulser. Vid långvariga, starka ljud kan flimmerhåren förstöras.



Hårceller med sinneshår i ett normalt oskadat öra



Bullerskadat öra

## Buller - "Gränsvärde" och ljudet skadeverkningar

**Svårigheter att kommunicera:** Varningar kan missas, missförstånd kan uppstå.

**Psykologiska problem:** Svårt med koncentration. Monotont buller kan påverka människans vakenhet och prestationsförmåga.

**Fysiologiska skadeverkningar:** Bullerskador där vävnader förstörs.

Det är fastställt kan hörseln kan skada vid ljudnivåer över 85 dB (A) Det är emellertid stor skillnad i känslighet mellan olika människor.

## AFS 2005:16 3 ,

|   | Undre insatsvärden | Övre insatsvärden |
|---|--------------------|-------------------|
| Daglig bullerexponeringsnivå $L_{E,x,8h}$ [dB]  | 80                 | 85                |
| Maximal A-vägd ljudtrycksnivå $L_{pAFmax}$ [dB]   | -                  | 115               |
| Impulstoppvärde $L_{pCpeak}$ [dB]   | 135 <sup>1)</sup>  |                   |
| <sup>1)</sup> Exponeringsvärdet skall ej tillämpas vid skjutning eller sprängning inom försvaret. |                    |                   |

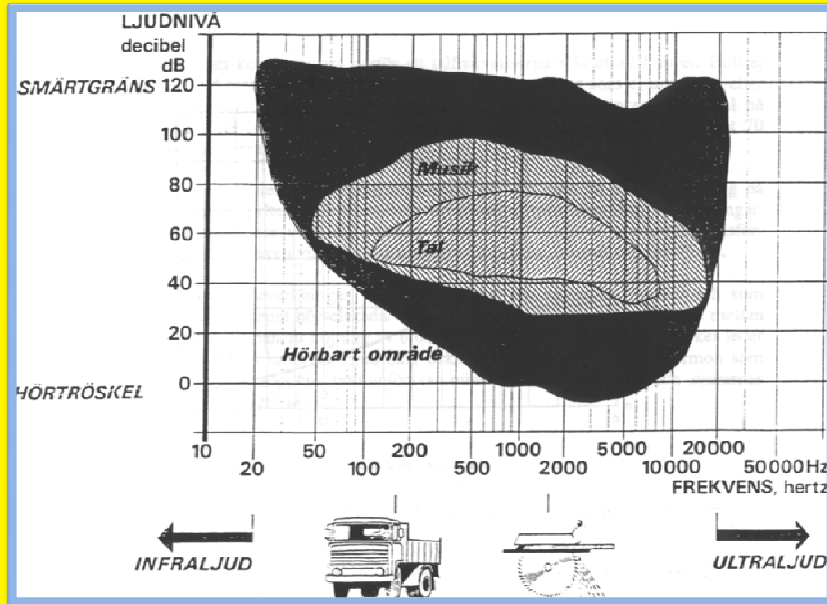
|   | Gränsvärden       |
|---|-------------------|
| Daglig bullerexponeringsnivå $L_{E,x,8h}$ [dB]  | 85                |
| Maximal A-vägd ljudtrycksnivå $L_{pAFmax}$ [dB]   | 115               |
| Impulstoppvärde $L_{pCpeak}$ [dB]   | 135 <sup>1)</sup> |
| <sup>1)</sup> Exponeringsvärdet skall ej tillämpas vid skjutning eller sprängning inom försvaret. |                   |

## AFS 2005:16

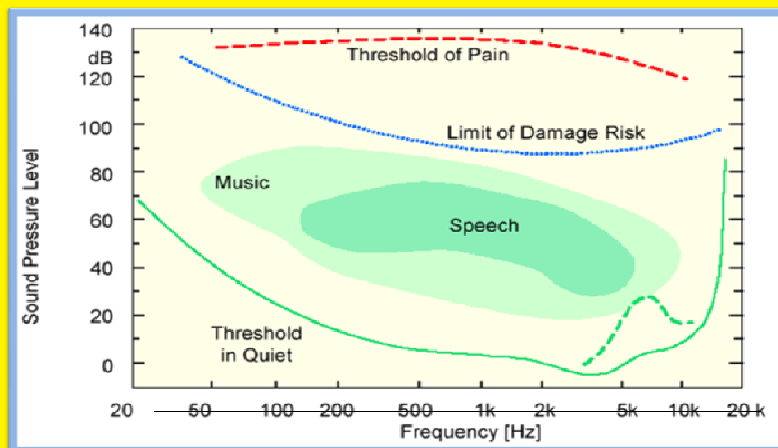
### 14 §

Om bullerexponeringen är lika med eller överstiger något av de undre insatsvärdena i 3 § skall arbetstagarna få information och utbildning om de risker som uppkommer i samband med bullerexponering, varvid följande faktorer skall uppmärksammas särskilt:

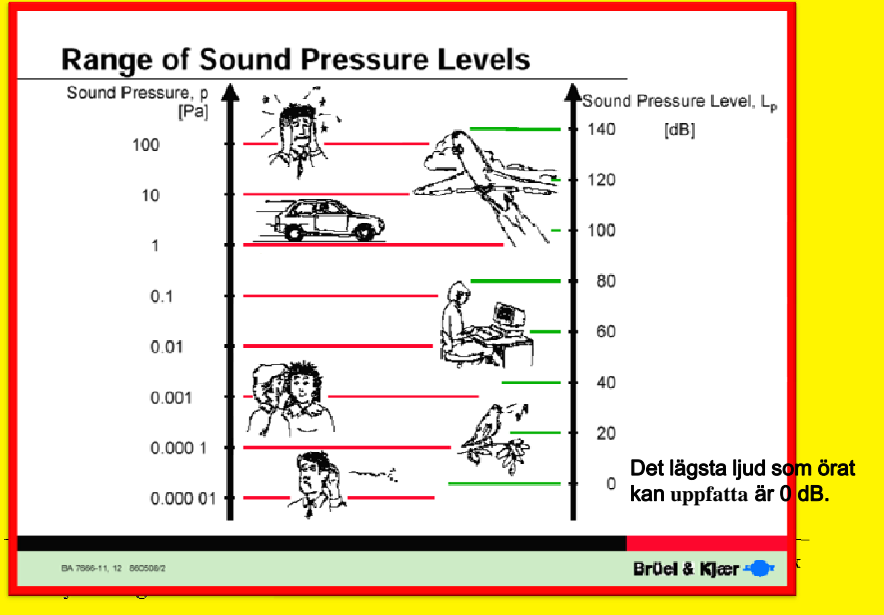
- vad riskerna i samband med bullerexponering kan innebära,
- de åtgärder som vidtagits eller kommer att vidtas enligt dessa föreskrifter i syfte att eliminera eller minimera riskerna till följd av buller,
- de gränsvärden och insatsvärden som fastställs i 3 §,
- resultaten av bedömningar och mätningar enligt 5 och 6 §§ samt beskrivning av deras innebörd och möjliga risker,
- korrekt användning av hörselskydd och information om skyldigheten att bära hörselskydd då de övre insatsvärdena uppnås eller överskrids,
- nyttan med, samt metoder för att upptäcka och rapportera tecken på hörselskador,
- under vilka omständigheter arbetstagare har rätt till hörselundersökningar och syftet med dessa enligt 16 §, och
- säkra arbetsrutiner för att minimera exponeringen för buller.



## Hörbart område samband ljudtrycksnivå och frekvens



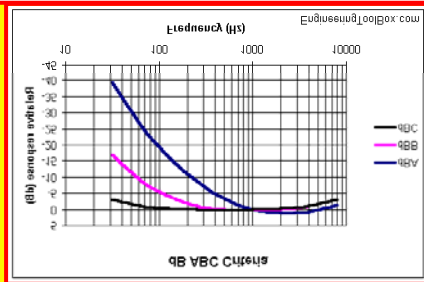
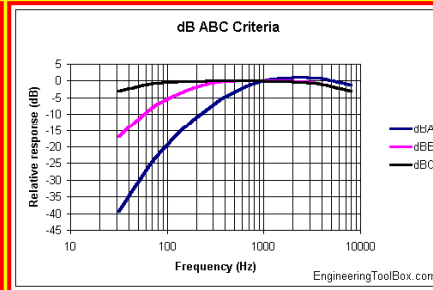
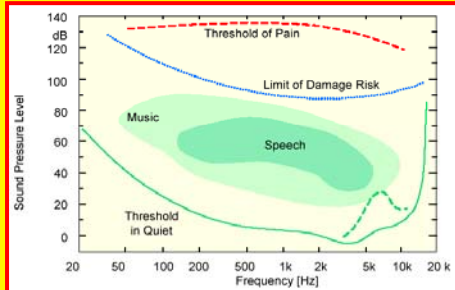
# Buller



## Buller - dB(A) Begreppet (Ljudnivå)

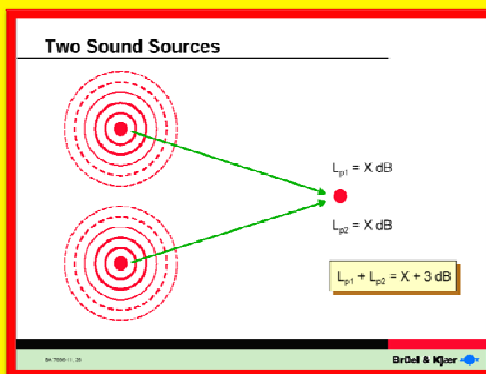
- För att anpassa mätningarna till olika ändamål används vägningsfilter.
  - De vanligaste filtren kallas A- och C-filtret
  - **A-filtret** ger stor dämpning vid låga frekvenser och liten dämpning vid höga frekvenser.
  - **C-filtret** ger liten dämpning vid både höga och låga frekvenser.
  - **Med dB(A)** menas en vägd ljudtrycksnivå då vägningsfilter A använts, för att anpassa mätningarna till den mänskliga hörseln.

## dB(A) Ljudnivå



P-Å Kvick

## Addition av flera olika ljudkällor



Två lika starka ljudkällor ger en ökning med tre dB ( $10 \times \log 2$ ), en knappt märkbar ökning av hörupplevelsen trots att örat tar emot en dubbelt så stor energimängd.

## Addition av flera olika ljudkällor

- Om tre maskiner arbetar bredvid varandra, vardera avger ett ljud om 80 dB då blir den sammanlagda ljudtrycksnivån:

$$\begin{aligned}L_{\text{tot}} &= 10 \times \log(10^8 + 10^8 + 10^8) \\84,8 &= 10 * \log 3 + 80\end{aligned}$$

## Addition av flera olika ljudkällor



## Buller - Hörseln

- Den minsta skillnad vi kan uppfatta är ca 3 dB.
- Nivån måste öka 10 dB för att ljudet *subjektivt* skall uppfattas som dubbelt så starkt.
- Hörseluppfattningen är i stort sett logaritmisk.

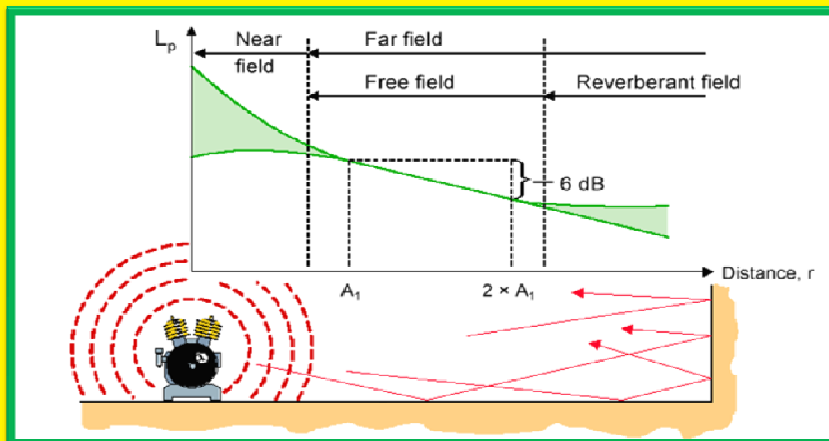
| Change in Sound Level (dB) | Change in Perceived Loudness |
|----------------------------|------------------------------|
| 3                          | Just perceptible             |
| 5                          | Noticeable difference        |
| 10                         | Twice (or 1/2) as loud       |
| 15                         | Large change                 |
| 20                         | Four times (or 1/4) as loud  |

## Buller

- Exponeringstid vid olika ljudnivåer. Lika energiprincipen, baseras på standard.
  - 85 dB(A) - högst 8 timmar utan skydd
  - 88 dB(A) - högst 4 timmar utan skydd
  - 91 dB(A) - högst 2 timmar utan skydd
  - 94 dB(A) - högst 1 timmar utan skydd
  - 97 dB(A) - högst 30 minuter utan skydd
  - 100 dB(A) - högst 15 minuter utan skydd
- 3 dB ökning av ljudnivån innebär en fördubbling av den energi som träffar örat - därmed halva exponeringstiden

<http://www.av.se/teman/buller/Ljudmatning/bullerkalkylator.aspx>

- Avståndslagen: Ljudintensiteten avtar med avståndet till bullerkällan.
- Ökas avståndet från 1 m till 2 m har ljudnivån minskat med 6 dB i ett fritt ljudfält



## Buller

### • Infraljud

- Är ljud med lägre frekvens än 20 Hz.
- Infraljud alstras främst av propeller och lågvarviga motorer, även stora fläktsystem kan alstra infraljud.
- Ljudet kan ge vakenhetsförändringar, illamående och störd andningsrytm.

### • Ultraljud

- Är ljud med högre frekvens än 20 - 200 kHz.
- Används i olika tekniska applikationer som, ultraljudstvättar, sprickindikering, tjockleksmätning etc.
- Ljudet kan ge huvudvärk, illamående och yrsel.
- Vid kraftig exponering kan uppvärmning av ytliga vävnader ske.

## Resurser saknas för att mäta farligt buller

- Kommunerna har liten kunskap om ljudvolymen i nöjeslokaler.
- Kommunerna har inget grepp om hur utbredda riskerna är för hörselskador på diskotek, dansrestauranger och gym.
- Resurserna räcker inte. Buller från industrier och trafiken har högre prioritet, konstaterar Anders Jansson på länsstyrelsen i Södermanland.

INOM KORT presenterar Socialstyrelsen för första gången en nationell kartläggning av ljudnivåerna på bland annat konserter, diskotek och i träningslokaler. Ett 80-tal kommuner ingår i projektet, men många har hoppat av på vägen och av dem som deltar har flertalet bara haft tid att mäta ljudnivån på några få ställen.

## Socialstyrelsens riktvärden för ljudnivåer

- Socialstyrelsen har fastslagit riktvärden för ljudnivåer, både för maximalt ljud och ekvivalent ljud (medelvärde, till exempel under en konsert).
- För lokaler och platser dit barn under 13 år inte har tillträde får den maximala ljudnivån aldrig vara högre än 115 decibel och medelvärdet inte överskrida 100 decibel.
- För lokaler och platser dit både barn och vuxna har tillträde är det högsta tillåtna maxvärdet 110 decibel och det högsta tillåtna medelvärdet 97 decibel.  
– Socialstyrelsen 7 mars 2006

## Utdrag ur Världshälsoorganisationens riktvärden för samhällsbuller i olika miljöer WHO (2000)

|                         | Kritisk effekt                                     |                               |
|-------------------------|--|-------------------------------|
| Inomhus, bostäder       | Allmän störning och taluppfattbarhet dag och kväll | 35 LAeq, 16h                  |
| Inomhus, sovrum         | Sömnstörning nattetid                              | 30 LAeq, 8h<br>45 LAmax(fast) |
| Utomhus, utanför sovrum | Sömnstörning, öppet fönster (utomhusvärde)         | 45 LAeq, 8h<br>60 LAmax(fast) |
| Utomhus, Bostadsområden | Allmän störning dag och kväll                      | 50 LAeq, 16h                  |

## ”Buller”

- I kombination av fysiskt hög ljudnivå och subjektiv hörnivå skapas förhöjt blodtryck och en rad stressrelaterade besvär och psykosomatiska beteenden.
- Kroppen går på högvarv, bromssystemet sätts ur funktion, livssituationen krackelerar, andningen blir ojämn, tröttheten blir kronisk, ytterligare mental stress byggs upp, infektioner kommer tills örnen en dag viker sig inåt som döda tulpaner.

## **Sammanfattning**

### **Fakta om ljud och ljudmätning**

#### **■Ljud indelas i:**

- Infraljud < 20 Hz
- Hörbart ljud 20 – 20 000 Hz
- Ultraljud > 20 000 Hz

#### **■Mäts i decibel (dB)**

- Logaritmisk skala där 0 dB det lägsta ljudtryck som ett öra kan höra.

#### **■Ljudnivå**

- Ljud värderat efter människans hörtröskel, anges som dB(A)

#### **■Ljudstyrka:**

- En fördubbling av ljudenergin ger en ökning av 3 dB men detta är den lägsta ökning som örat uppfattar.