

Akustikformler

Pascal – dB

$$\text{dB} = 20 \log (p/20 \mu\text{Pa}) \quad p = \text{trycket i } \mu\text{Pa}$$

dB – Pascal

$$\mu\text{Pa} = 20 \times 10^{\text{dB}/20}$$

Multiplikationsfaktor (x) – dB

$$\text{dB} = 10 \log x$$

dB – Multiplikationsfaktor (x)

$$x = 10^{\text{dB}/10}$$

Medelvärde av n dB – värden x1, x2, x3

$$\text{dB (medel)} = 10 \log (10^{x1/10} + 10^{x2/10} + 10^{x3/10}) / n$$

Summavärde av x1, x2, x3...dB

$$\text{dB (summa)} = 10 \log (10^{x1/10} + 10^{x2/10} + 10^{x3/10})$$

Subtraktionsvärde av x1 – x2 dB

$$\text{dB (skillnad)} = 10 \log (10^{x1/10} - 10^{x2/10})$$

Avståndslag punktkälla

$$\text{dB (skillnad)} = 20 \log (r1/r2) \quad r = \text{avstånd}$$

Avståndslag linjekälla

$$\text{dB (skillnad)} = 10 \log (r1/r2) \quad r = \text{avstånd}$$

Förhållande ljudtryck-ljudeffekt

$$L_p = L_w - K \quad K = \text{Rumskonstant}$$

Förhållande rumskonstant- absorption

$$K = 10 \log A/4 \quad A = \text{Totalyta absorption (m}^2 \text{ Sabin)}$$

Förhållande absorption – yta – absorptionsfaktor

$$A = S \times a \quad S = \text{Synlig yta} \quad a = \text{Absorptionsfaktor}$$

Förhållande absorption – efterklangstid

$$T = 0,163 \times V/A \quad V = \text{volym (m}^3\text{)}$$

L_{eq} för tiden med värdena x1 för tiden t1 och x2 för t2

$$L_{eq} (\text{dB}) = 10 \log (t1/T (10^{x1/10}) + t2/T (10^{x2/10}))$$

Dosmått utifrån 100 % är 85 dB under 8 timmar

$$\text{Dos \%} = 100 \times T \text{ tim}/8 \text{ tim} \times 10^{(X \text{ dB} - 85) / 10} \quad X = \text{aktuell nivå i dB} \quad T = \text{antal timmar}$$

$$\text{Dos \% total} = \text{Dos a \%} + \text{dos b \%}$$

Ljudeffekt – dB

$$\text{dB} = 10 \log P / 10^{-12} \text{ W} \quad P = \text{effekten i Watt}$$

dB – Ljudeffekt

$$\text{pico Watt} = 10^{X \text{ dB} / 10} \quad \text{pico Watt} = 10^{XB} \quad \text{pico Watt} = 10^{-12} \text{ W}$$

Effekt dB – ljudtryck – avstånd

$$p \text{ dB} = P \text{ dB} - 20 \log r / 0,28 \quad p = \text{ljudtryck i dB} \quad P = \text{ljudeffekt i dB} \quad r = \text{avstånd i meter}$$

Prefix	Beteckning	Decimalt
tera	T	$10^{12} = 1000^4$
giga	G	$10^9 = 1000^3$
mega	M	$10^6 = 1000^2$
kilo	k	$10^3 = 1000^1$
milli	m	$10^{-3} = 1000^{-1}$
micro	μ	$10^{-6} = 1000^{-2}$
nano	n	$10^{-9} = 1000^{-3}$
pico	p	$10^{-12} = 1000^{-4}$

Räkneuppgifters lösning

1. Omvandla Pa till dB

$$0 \text{ Pa} \rightarrow \text{dB} = 20 \log 0 / 2 \times 10^{-6} \text{ Pa} = - \text{oändlighet}$$

$$1 \text{ Pa} \rightarrow \text{dB} = 20 \log 1 / 2 \times 10^{-6} \text{ Pa} = 94 \text{ dB} , \text{ ”används som beräkningsgrund”}$$

$$2 \text{ Pa} \rightarrow \text{om } 1 \text{ Pa} = 94 \text{ dB}, 2 \text{ Pa} = 100 \text{ dB} \quad (2 \times \text{trycket} = + 6 \text{ dB})$$

$$10 \text{ Pa} \rightarrow \text{om } 1 \text{ Pa} = 94 \text{ dB}, 10 \text{ Pa} = 114 \text{ dB} \quad (10 \times \text{trycket} = +20 \text{ dB})$$

$$100 \text{ kPa} \rightarrow = 194 \text{ dB} \quad (10^5 \times \text{trycket} = +100 \text{ dB})$$

$$0,01 \text{ Pa} \rightarrow = 54 \text{ dB} \quad (10^{-2} \times \text{trycket} = -40 \text{ dB})$$

$$20 \text{ } \mu\text{Pa} \rightarrow \text{dB} = 20 \log 2 \times 10^{-6} / 2 \times 10^{-6} \text{ Pa} = 0 \text{ dB} , \text{ ”används som referens”}$$

$$10 \text{ } \mu\text{Pa} \rightarrow = - 6 \text{ dB} \quad (1/2 \times \text{trycket} = - 6 \text{ dB})$$

$$1 \text{ } \mu\text{Pa} \rightarrow = - 26 \text{ dB} \quad (1/20 \times \text{trycket} = - 26 \text{ dB})$$

2. Addera effektmässigt

$$1 \text{ W} + 1 \text{ W} = 2 \text{ W}$$

$$5 \text{ W} + 5 \text{ W} = 10 \text{ W}$$

$$1 \text{ W} + 10 \text{ W} = 11 \text{ W}$$

$$1 \text{ Pa} + 1 \text{ Pa} = 1,4 \text{ Pa} \quad (94 \text{ dB} + 94 \text{ dB} = 97 \text{ dB}, \text{ och } 97 \text{ dB} = 1,4 \text{ Pa})$$

$$5 \text{ Pa} + 5 \text{ Pa} = 7 \text{ Pa}$$

$$1 \text{ Pa} + 10 \text{ Pa} \sim 10 \text{ Pa}$$

3. Addera dB

$$100 + 100 = 103 \text{ dB} \quad (2 \times = +3 \text{ dB})$$

$$0 + 0 = 3 \text{ dB}$$

$$(-20) + (-20) = -17 \text{ dB}$$

$$50 + 40 = 50 \quad (10 \text{ dB skillnad ger inget bidrag)}$$

$$3 + 0 = 5 \text{ dB} \quad (3 \text{ dB skillnad} = +2 \text{ dB})$$

$$10 + 3 = 11 \text{ dB}$$

$$0 + 0 + 0 = 5 \text{ dB}$$

$$36 + 36 + 39 = 42 \text{ dB}$$

4. Substrahera dB

$$100 - 90 = 100 \text{ dB} \quad (10 \text{ dB skillnad ger inget bidrag)}$$

$$100 - 100 = - 8$$

$$100 - 97 = 97 \text{ dB}$$

$$50 - 43 = 49 \text{ dB}$$

$$3 - 0 = 0 \text{ dB}$$

5.

1 data → 38 dB

25 dator → x dB 38+10 log 25= 52 dB (eller 25x = +14 dB)

6.

$$\text{dB}(\text{medelvärde}) = 10 \log (10^{32/10} + 10^{38/10} + 10^{42/10} / 3) \\ = 39 \text{ dB}$$

7.

47 dB – 42 dB ~ 45 dB (5 dB skillnad = -1,5 dB)

eller $10 \log (10^{47/10} - 10^{42/10})$

8.

a) 94 dB = 800 % bullerdos under 8 timmar

94 dB = 400 % bullerdos under 4 timmar

400 + 25 = 425 % på fredagar

b) 25 % x 5 = 125 % + 400 % = 525 % bullerdos per vecka och 105 % per dag.

9.

20 starter har SEL = 85 + 10 log 20 = 98 dB

20 ladningar har SEL = 80 + 10 log 20 = 93 dB

Från SEL till L_{eq} för starter = 98 – 10 log 86400 = 48,7 dB

Från SEL till L_{eq} för ladningar = 93 – 10 log 86400 = 43,7 dB

$$45 \text{ dB} + 48,7 \text{ dB} + 43,7 \text{ dB} = 10 \log (10^{45/10} + 10^{48,7/10} + 10^{43,7/10}) = 51 \text{ dB}$$

10.

$$L_{eq} = 10 \log [12/24 (10^{30/10}) + 6/24 (10^{50/10}) + 3/24 (10^{53/10}) + 3/24 (10^{56/10})] = 50 \text{ dB}$$

Eller : Omvandla dB till samma bas (3 timmar)

30 dB/ 12 timmar = 36 dB/ 3 timmar (4x kortare tid=+6 dB) *inget bidrag*

50 dB/ 6 timmar = 53 dB/ 3 timmar (2x kortare tid = +3 dB)

53 dB/ 3 timmar

56 dB/ 3 timmar

53+53+56= 59 dB/ 3 timmar = 50 dB/ 24 timmar (8x längre tid=-9 dB)

11.

Från källa 1: $50 \text{ dB} - 20 \log 50 \text{ m} / 150 \text{ m} = 40 \text{ dB}$

Från källa 2: $65 \text{ dB} - 20 \log 4 \text{ m} / 100 \text{ m} = 37 \text{ dB}$

$$40 \text{ dB} + 37 \text{ dB} = 42 \text{ dB}$$

12.

1 pump låter 47 dB

4 pumpar låter $x \text{ dB} = 47 + 10 \log 4 = 53 \text{ dB}$ ($4x = +6 \text{ dB}$)

13.

Medelvärde = $10 \log (10^{29/10} + 10^{35/10} + 10^{39/10} / 3) = 36 \text{ dB}$

14.

$54 \text{ dB} - 51 \text{ dB} = 51 \text{ dB}$ (3 dB skillnad = 3 dB avdrag)

15.

85 dB = 100 %,

10 % är 10x mindre = -10 dB, Svar: 85- 10 = 75 dB

16.

5000 bilar har SEL = $63 + 10 \log 5000 = 100 \text{ dB}$

Från SEL till L_{eq} : $100 - 10 \log 86400 = 51 \text{ dB}$

Svar: $51 + 48 = 53 \text{ dB}$

17.

$L_{\text{eq}} = 10 \log (10^{44/10} + 10^{47/10} / 2) = 46 \text{ dB}$

18.

$67 - 20 \log 200/10 = 41 \text{ dB}$ eller $67 - (20x = 26 \text{ dB})$

19.

$$T = \frac{0,163 \times V}{A} \qquad A_1 = \frac{0,163 \times 500}{1,6} = 51 \text{ m}^2 \text{ Sabin}$$

För att halvera efterklangstid måste du dubblera absorption,

Svar: $A_2 = 2x A_1 = 102 \text{ m}^2 \text{ Sabin}$

20.

$$L_{p2} = L_w - K = 95 - 22 = 73 \text{ dB}$$

$$L_{p1} + L_{p2} = 70 + 73 = 75 \text{ dB}$$

21.

$$94 \text{ dB} = 1 \text{ Pa} \quad \text{eller} \quad \mu\text{Pa} = 20 \times 10^{94/20}$$

22.

Verkningsgrad (?) = W-ut/ W-in

23.

$$\frac{1}{2} \text{ effekten} = -3 \text{ dB}$$

24.

$$\frac{1}{2} \text{ absorption} = 2x \text{ effekt} = + 3 \text{ dB}$$

$$\text{Svar: } 40 + 3 = 43 \text{ dB}$$

25.

$$L_p = L_w - 20 \log x/0,28 = 100 + 3 - 20 \log 2/ 0,28 = 86 \text{ dB}$$

26.

$$L_p = L_w - K, \quad K = 50 - 40 = 10 \text{ dB(A)}$$

$$K = 10 \log A/4$$

$$A = 4 \times 10^{K/10}$$

$$\text{Svar: } K = 40 \text{ m}^2 \text{ Sabin}$$

27.

$$80 - 10 \log x/10 = 90 - 20 \log x/10$$

$$80 - y = 90 - 2y$$

$$y = 10 \rightarrow$$

$$y = 10 \log x/10$$

$$10 = 10 \log x/10$$

$$\log x/10 = 1$$

$$x = 100 \text{ m}$$

28.

Luftfuktighet: - torr luft dämpar ljudet, mest dämpning för höga frekvenser

- fuktig luft dämpar inte ljudnivå, vattenpartiklar i luften är ett medium för transporten av ljudvågorna

Vind: - motvind dämpar ljudet

- medvind förstärker ljudet

Temperaturinversion: - förstärker ljudnivå, varm luft trycker ner

29.

För mycket absorption. Det innebär att om det är tyst i lokalen störs talet inte, men när andra pratar försvinner rösten.

Det finns en optimal punkt för förstärkningen av lokalen. Det måste finnas lite reflexer för att rösten inte ska försvinna så snabbt.

30.

Frifältnmikrofon- för utomhusmätningar där ljudet utbreder sig radiellt från ljudkällan.

Diffusfältmikrofon- för inomhusmätningar där ljudet reflekteras ett stort antal gånger och alla riktningar på ljudet förekommer.

Tryckfältmikrofon- för små kaviteter som ett öra eller kalibrator men även på en yta.

31.

$37 \text{ dB} - 30 \text{ dB} = 36 \text{ dB}$ (7 dB skillnad = -1 dB)

eller: $L_{eq} = 10 \log (10^{37/10} - 10^{30/10})$

32. Beräkna medelvärde i dB

50 och 50 = 50 ($50+50=100$ och $100/2=50$ eftersom en $\frac{1}{2}$ = -3 dB)

50 och 100 = 77 ($50+100=150$ och $150/2=77$)

50 och 60 = 57 ($50+60=110$ och $110/2=57$)

50 och 53 = 52 ($50+53=103$ och $103/2=52$)

0 och 100 = 70 ($0+100=100$ och $100/2=70$)

0,0,0 och 7 = 3 ($0+0+0=0$ och $0+7=7$ och $7/4=3$ eftersom en $\frac{1}{4}$ = -6 dB)

Du kan också använda formel för beräkning av medelvärde.

33. Beräkna med hjälp av avståndslagen

100m rel 1m : 100 x längre avstånd = - 40 dB i ljudtryck

100m rel 10m: 10 x längre avstånd = - 20 dB

100m rel 50m: 2 x längre avstånd = - 6 dB

100m rel 32m: 3 x längre avstånd = -10 dB

100m rel 28m: 3,5 x längre avstånd = -11 dB

1dm rel 1m: 10 x kortare avstånd = + 20 dB

28cm rel 1m: 3,5 x kortare avstånd = +11 dB, används som referens

1m rel 28 cm: 3,5 x längre avstånd = -11 dB

Du kan också använda formel för Avståndslag

34. Beräkna % Dos

85 dB 4 tim = 50 % (85 dB 8 tim= 100%, ½ tiden= ½ % bullerdos)
82 dB 2 tim = 25 % (85 dB 8 tim= 100%, ¼ tiden= ¼ % bullerdos)
94 dB 1 tim = 100 % (94 dB 8 tim= 800%, 1/8 tiden = 1/8 % bullerdos)
100 dB ½ tim = 200 % (100 dB 8 tim= 3200%, 1/16 tiden = 1/16 bullerdos)
85 dB 4 tim och 88 dB 2 tim= 100% (50% + 50% = 100%)

Du kan också använda formel för kalkylen av bullerdos.

35. Beräkna L_{eq} värdet för hela tidsperioden

1 tim 60 dB och 1 tim 70 dB= 67 dB (60+70=70 och 70/2=67)
1 tim 60 dB och 2 tim 70 dB= 68 dB (Du kan använda formel för beräkning
2 tim 60 dB och 1 tim 70 dB= 65 dB av L_{eq} med olika tidsbaser)
9 tim 30 dB och 1 tim 70 dB= 60 dB
1 tim 70 dB och 23 tim 30 dB= 56 dB
SEL på 100 dB blir L_{eq} på 1 tim = 64 dB (100- 10 log 3600)
SEL på 100 dB blir L_{eq} på 24 tim.....= 51 dB (100- 10 log 86400)
2 händelser om vardera SEL 100 dB ger L_{eq} på 1 min= 85 dB (103- 10 log 60)

36.

$$62+62=65+65=68 \text{ dB}$$

37.

85 dB under 8 timmar = 100 % , 82 dB under 8 timmar = 50 % (-3 dB = ½ %)

94 dB under 8 timmar = 800% , 94 dB under 1 timme = 100%

$$50\% + 100\% = 150\%$$

38.

$$L_p = L_w - K \quad 1 \text{ mW} = 10^{-3} \text{ W} \quad \text{dB} = 10 \log 10^{-3}/10^{-12} = 90 \text{ dB}$$
$$L_p = 90 - 20$$
$$= 70 \text{ dB}$$

39.

$$A = \frac{0,163 \times V}{T} = \frac{0,163 \times 600}{2} = 49 \text{ m}^2 \text{ Sabin}$$

40.

$$L_{eq} = 10 \log \left(\frac{1}{2} 10^5 + \frac{1}{4} 10^{5,3} + \frac{1}{4} 10^{5,6} \right) = 53 \text{ dB}$$

Eller: omvandla till 15 min $\rightarrow 2 \times 50 = 53$ $+53 = 56$ $+56 = 59$
 $59/4 = 53 \text{ dB}$ $(1/4 = -6 \text{ dB})$

41.

4x längre avstånd = - 6 dB

42.

$$L_p = L_w - 20 \log r/0,28 = 80 + 3 - 20 \log 100/0,28 = 32 \text{ dB}$$

43.

Vindriktning, temperaturinversion, luftfuktighet, markbeskafenheter.

44.

- bullerkällor (Ex: trafik) avger mycket låga frekvenser
- ventilation avger mycket låga frekvenser
- fönster och isolering släpper igenom låga frekvenser
- rummen har låg absorption vid låga frekvenser

45.

$$115 \text{ dB} - 85 \text{ dB} = 30 \rightarrow 30 \text{ dB} = 1000x \quad 85 \text{ dB} = 100 \% \\ 115 \text{ dB} = 100\,000 \%$$

$$8 \text{ timmar} = 28\,800 \text{ sek}$$

$$\frac{100\,000 \%}{28\,800 \text{ sek}} = \frac{x \%}{30 \text{ sek}} \quad x = 104 \% \text{ bullerdos under 30 sek}$$

$$\text{Total bullerdos} = 100 + 104 = 204 \%$$

46.

$$77 - 74 = 3 \text{ dB} \quad (3 \text{ dB skillnad} = -3 \text{ dB})$$

47.

- efterklangsfältet
- rätt antal mätpunkter
- väl fördelade mätpunkter i rummet, helst osimetriska
- uppmärksam på inkommande ljud
- inte rikta mikrofonen mot källan

48.

$$\text{SEL för 1000 bilar: } 80 + 10 \log 1000 = 110 \text{ dB} \quad (\text{eller } 1000x = +30 \text{ dB})$$

$$\text{Från SEL till } L_{eq}: 110 - 10 \log 86400 = 61 \text{ dB}$$

49.
+6 dB

50.

$$A = \frac{0,163 \times V}{T} \quad A = \frac{0,163 \times 600}{2,5} \quad A = 39,12 \text{ m}^2 \text{ Sabin}$$
$$K = 10 \log A/4$$
$$K = 10$$

$$L_p = L_w - K = 50 - 10 = 40 \text{ dB}$$

51.
För att halvera efterklangstid (T) måste man dubblera absorptionen (A)

$$A_1 = \frac{0,163 \times V}{T} \quad A_1 = \frac{0,163 \times 300}{1} \quad A_1 = 49 \text{ m}^2 \text{ Sabin}$$
$$A_2 = 2 \times A_1 = 98 \text{ m}^2 \text{ Sabin}$$

Men A (tillägg) = $A_2 - A_1 = 49 \text{ m}^2 \text{ Sabin}$

$$A = a \times S$$

$$S = 49 / 0,5 = 98 \text{ m}^2$$

52.

Minskning av ljudtrycksnivå från motorleden (avståndslag för linjekälla)

70 dB på 100 m → 64 dB på 400 m → 63 dB på 500 m

(4x längre avstånd = -6 dB) (5x längre avstånd = -7 dB)

Minskning av ljudtrycksnivå från fläkten (avståndslag för punktkälla)

95 dB - 11 dB = 84 dB på 1 m avstånd

84 dB på 1 m → 64 dB på 10 m → vi måste hitta punkten där ljudtrycksnivå = 54 dB, dvs. 10 dB skillnad från

ljudtrycksnivån från motorleden på 400-500 m avstånd för att inte ha något dB-tillägg

$$L_p = L_w - 20 \log r / 0,28$$

$$54 = 95 - 20 \log r / 0,28$$

$$r \sim 30 \text{ m}$$

Svar: lägsta nivå hittar man på 30 m avstånd från fläkten

53.

a) $\frac{1}{2}$ taket har $a = 0,2$, det motsvarar $a = 0,1$ för hela taket

Om nu ska man klä hela taket med $a = 0,8$, kommer ljudnivå i efterklangsfältet att minska med 9 dB ($0,8 = 8x$ mer absorption i rummet = - 9 dB).

b) Det lönar sig inte att påverka efterklangsfältet så länge direktljudet är dominant. När man avlägsnar sig från ljudkällan blir direktljudet mindre dominant tills en punkt där $L_{p(\text{direktljudet})} = L_{p(\text{efterklangsfältet})}$ då det börjar löna sig att påverka efterklangsfältet med hjälp av absorption i rummet.

Eftersom $L_{p(\text{efterklangsfältet})}$ har minskat med 9 dB måste vi beräkna punkten där även $L_{p(\text{direktljudet})}$ har minskat med 9 dB.

Avståndslag punktkälla : $\text{dB}(\text{skillnad}) = 20 \log (r_1/r_2)$

$$9 = 20 \log x$$

$$x = 10^{9/20} \quad \text{Svar} = 3 x$$

54.

SEL för 400 fordon : $85 + 10 \log 400 = 111 \text{ dB}$

L_{eq} för 400 fordon : $111 - 10 \log 86400 = 62 \text{ dB}$

Minskning av L_{eq} : $65 \text{ dB} - 62 \text{ dB} = 62 \text{ dB}$

55.

	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz
nivåer	82 dB	73 dB	70 dB	68 dB	66 dB
A-vägn	-16 dB	- 9 dB	- 4 dB	0 dB	+1 dB
	66	64	66	68	67

Total nivå = $66 + 64 + 66 + 68 + 67 = 73 \text{ dB}$

56.

10 mil = 100 000 meter

$$L_p = L_p + 20 \log r/0,28$$

$$L_p = 39 + 20 \log 100\,000/0,28$$

$$L_p = 150 \text{ dB}$$

$$1 \text{ W} = 120 \text{ dB} \quad \rightarrow \quad 1000 \text{ W} = 150 \text{ dB} \quad (+30 \text{ dB} = 1000x)$$

57. Hur många B är ljudeffekten

1 W = 120 dB , "används som referens"

0,01 W = 100 dB = 10 B (1/100 x effekt = - 20 dB)

100 μW = 80 dB = 8 B (1/10000 x effekt = - 40 dB)

2 W = 123 dB = 12,3 B (2 x effekt = + 3 dB)

100 kW = 170 dB = 17 B (100000x effekt = + 50 dB)

58.

$$A = \frac{0,163 \times V}{T} = \frac{0,163 \times 6000}{2} = 489 \text{ m}^2$$

$$\text{Rumskorrektion } K = 10 \log 489/4 = 21$$

$$\text{Ljudeffekt för befintlig pump: } L_p = L_p + K = 47 + 21 = 68 \text{ dB}$$

$$\text{Ljudeffekt för ytterligare 3 pumpar: } 60 \text{ dB} + 63 \text{ dB} + 65 \text{ dB} = 68 \text{ dB}$$

Om man dubblera effekten måste man dubblera absorption i rummet.

Svar : Vi behöver montera 489 m² absorption.

59.

Buller: från installationer, andra källor i lokalen, yttre bullerkällor .

Andra bullerkällor kan maskera ljudet vi är intresserade av.

Korrekt T: tillräckligt kort men inte så mycket att den dämpar alla ljud.

Många och starka tidiga reflexer:

God dämpning av låga frekvenser:

60.

I efterklangsfältet

Ljudeffekt för 20 maskiner: $85 + 10 \log 20 = 98 \text{ dB}$ (20x effekt = + 13 dB)

Absorption i rummet: $A = \frac{0,163 \times 300}{1,25} = 39 \text{ m}^2 \text{ Sabin}$

Rumskonstant: $K = 10 \log 39/4 = 10$

Ljudtrycksnivå i efterklangsfältet: $L_p = L_p - K = 98 - 10 = 88 \text{ dB}$

I direkta fältet

Ljudtrycksnivå på 1/3 m avstånd från maskinen: $L_p = 85 - 20 \log 0,3333.../0,28 = 85 \text{ dB}$

Totala ljudtrycksnivå

$88 \text{ dB} + 85 \text{ dB} = 90 \text{ dB}$

Bullerdosen

$90 \text{ dB} - 85 \text{ dB} = 5 \text{ dB} = 3x$

Svar : $8 \text{ timmar} / 3 = 2,5 \text{ timmar}$

61.

Se bild 55, 56. 57 i boken