

Ääni ja Desibelit

Äänen tehollinen taso ilmaistaan yleisesti desibeleinä, joka siis tarkoittaa yleisesti logaritmistä ”kerrointa” suhteessa vertailuarvoon. Tähän on päädytty koska tehot ovat hyvin pieniä, ja ihmiskorva ei havaitse kovinkaan pieniä muutoksia arvoissa.

Lähtötasoksi on aikanaan määritetty pienin ihmiskorvan kuulemma äänitaso $1 \times 10^{-12} \text{ W/m}^2$

Seuraava taulukko ehkä selventää desibelien määritelmää:

Ääniteho (Wattia / neliometri)		
0 dB	= 10^{-12} W/m^2	= 0,000000000001 W/m^2
10 dB	= 10^{-11} W/m^2	= 0,00000000001 W/m^2
20 dB	= 10^{-10} W/m^2	= 0,0000000001 W/m^2
50 dB	= 10^{-7} W/m^2	= 0,0000001 W/m^2
100 dB	= 10^{-2} W/m^2	= 0,01 W/m^2
120 dB	= 10^0 W/m^2	= 1 W/m^2

Desibelit lasketaan siis kaavalla $\text{dB} = 10 \log(P/P_0)$, jossa P on äänen teho (W/m^2) ja P_0 on vertailu arvo 10^{-12}

Esim:

$$0,0001 \text{ W/m}^2 \Rightarrow 10 \log (0,0001/10^{-12}) = 80 \text{ dB}$$

Desibelejä yhteen laskettaessa onkin muistettava aina muuntaa desibelit ensin tehoksi

$$P = P_0 \times 10^{(\text{dB}/10)}, \text{ esim:}$$

$$80 \text{ dB} + 80 \text{ dB} \Rightarrow 10^{-12} \times 10^{(80/10)} + 10^{-12} \times 10^{(80/10)} = 0,0001 + 0,0001 = 0,0002 \text{ W/m}^2$$

$$\text{joka on siis } 10 \log (0,0002/10^{-12}) = 83,0103 \text{ dB}$$

Laskukaavasta voidaan havaita että äänitehon kaksinkertaistuksessa dB arvo kasvaa aina n. 3 dB

Eli jos yhden laitteen (esim. moottorin) äänitaso on 80 dB niin kahden vierekkäin käyvän on 83 dB (neljän moottorin äänitaso on siis 86 dB)

Vastaavasti jos toisen laitteen ääni on esim. 10 dB hiljaisempi kuin toisen, on sen vaikutus kokonais äänitasoon varsin mitätön (n. 0,4 dB) (Esim. 80 + 70 dB = 80,4 dB)

Yleisesti desibelimitauksessa käytetään jotakin suodatusta joka tarkoittaa että mittauksessa huomioidaan ensisijaisesti vain tietyn taajuiset äänet, tai joitakin taajuuksia painotetaan. Suodatin osoitetaan lisäämällä sen kirjaintunnus suluissa äänitason yksikön perään. dB(A) on yleisesti käytetty suodatus joka painottaa n. 1-10 kHz taajuisia ääniä jotka ovat ihmiskorvalle haitallisimpia.

LWA arvolla taas tarkoitetaan laskennallista laitteen kokonaisäänitehoa, joka on siis periaatteessa laitteen ääniteho mitattuna nolla etäisyydeltä. Käytännössä arvo määritetään mittaamalla äänitaso laitteen ympäriltä kuvitteellisen pallon pinnalta, ja määrittämällä keskiarvo pallon pinnalle osuvasta äänitehosta. Tämä ääniteho kerrotaan pallon pinta-alalla, ja näin saadaan kokonaisteho joka laitteesta syntyy. Teho muutetaan saman kaavan mukaisesti desibeleiksi. Saatua arvo ei yleensä ole laitteesta mitenkään mitattavissa, mutta se kuvastaa laitteen aiheuttaman äänisaasteen määrää paremmin kuin yhdestä pisteestä mitattu arvo.

Äänitehotaso (LWA) ja äänenpaine dB(A)

Oletuksena tasaisesti säteilevä lähde
Copyright © Holoilan Sähköautomatiikka Oy

Mittaus etäisyys	1 m	2 m	3 m	4 m	5 m	6 m	7 m	8 m	9 m	10 m	Ääniteho
LWA	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	W
60	49,0	43,0	39,5	37,0	35,0	33,4	32,1	30,9	29,9	29,0	0,000001
61	50,0	44,0	40,5	38,0	36,0	34,4	33,1	31,9	30,9	30,0	0,000001
62	51,0	45,0	41,5	39,0	37,0	35,4	34,1	32,9	31,9	31,0	0,000002
63	52,0	46,0	42,5	40,0	38,0	36,4	35,1	33,9	32,9	32,0	0,000002
64	53,0	47,0	43,5	41,0	39,0	37,4	36,1	34,9	33,9	33,0	0,000003
65	54,0	48,0	44,5	42,0	40,0	38,4	37,1	35,9	34,9	34,0	0,000003
66	55,0	49,0	45,5	43,0	41,0	39,4	38,1	36,9	35,9	35,0	0,000004
67	56,0	50,0	46,5	44,0	42,0	40,4	39,1	37,9	36,9	36,0	0,000005
68	57,0	51,0	47,5	45,0	43,0	41,4	40,1	38,9	37,9	37,0	0,000006
69	58,0	52,0	48,5	46,0	44,0	42,4	41,1	39,9	38,9	38,0	0,000008
70	59,0	53,0	49,5	47,0	45,0	43,4	42,1	40,9	39,9	39,0	0,000010
71	60,0	54,0	50,5	48,0	46,0	44,4	43,1	41,9	40,9	40,0	0,000013
72	61,0	55,0	51,5	49,0	47,0	45,4	44,1	42,9	41,9	41,0	0,000016
73	62,0	56,0	52,5	50,0	48,0	46,4	45,1	43,9	42,9	42,0	0,000020
74	63,0	57,0	53,5	51,0	49,0	47,4	46,1	44,9	43,9	43,0	0,000025
75	64,0	58,0	54,5	52,0	50,0	48,4	47,1	45,9	44,9	44,0	0,000032
76	65,0	59,0	55,5	53,0	51,0	49,4	48,1	46,9	45,9	45,0	0,000040
77	66,0	60,0	56,5	54,0	52,0	50,4	49,1	47,9	46,9	46,0	0,000050
78	67,0	61,0	57,5	55,0	53,0	51,4	50,1	48,9	47,9	47,0	0,000063
79	68,0	62,0	58,5	56,0	54,0	52,4	51,1	49,9	48,9	48,0	0,000079
80	69,0	63,0	59,5	57,0	55,0	53,4	52,1	50,9	49,9	49,0	0,000100
81	70,0	64,0	60,5	58,0	56,0	54,4	53,1	51,9	50,9	50,0	0,000126
82	71,0	65,0	61,5	59,0	57,0	55,4	54,1	52,9	51,9	51,0	0,000158
83	72,0	66,0	62,5	60,0	58,0	56,4	55,1	53,9	52,9	52,0	0,000200
84	73,0	67,0	63,5	61,0	59,0	57,4	56,1	54,9	53,9	53,0	0,000251
85	74,0	68,0	64,5	62,0	60,0	58,4	57,1	55,9	54,9	54,0	0,000316
86	75,0	69,0	65,5	63,0	61,0	59,4	58,1	56,9	55,9	55,0	0,000398
87	76,0	70,0	66,5	64,0	62,0	60,4	59,1	57,9	56,9	56,0	0,000501
88	77,0	71,0	67,5	65,0	63,0	61,4	60,1	58,9	57,9	57,0	0,000631
89	78,0	72,0	68,5	66,0	64,0	62,4	61,1	59,9	58,9	58,0	0,000794
90	79,0	73,0	69,5	67,0	65,0	63,4	62,1	60,9	59,9	59,0	0,001000
91	80,0	74,0	70,5	68,0	66,0	64,4	63,1	61,9	60,9	60,0	0,001259
92	81,0	75,0	71,5	69,0	67,0	65,4	64,1	62,9	61,9	61,0	0,001585
93	82,0	76,0	72,5	70,0	68,0	66,4	65,1	63,9	62,9	62,0	0,001995
94	83,0	77,0	73,5	71,0	69,0	67,4	66,1	64,9	63,9	63,0	0,002512
95	84,0	78,0	74,5	72,0	70,0	68,4	67,1	65,9	64,9	64,0	0,003162
96	85,0	79,0	75,5	73,0	71,0	69,4	68,1	66,9	65,9	65,0	0,003981
97	86,0	80,0	76,5	74,0	72,0	70,4	69,1	67,9	66,9	66,0	0,005012
98	87,0	81,0	77,5	75,0	73,0	71,4	70,1	68,9	67,9	67,0	0,006310
99	88,0	82,0	78,5	76,0	74,0	72,4	71,1	69,9	68,9	68,0	0,007943
100	89,0	83,0	79,5	77,0	75,0	73,4	72,1	70,9	69,9	69,0	0,010000
101	90,0	84,0	80,5	78,0	76,0	74,4	73,1	71,9	70,9	70,0	0,012589
102	91,0	85,0	81,5	79,0	77,0	75,4	74,1	72,9	71,9	71,0	0,015849
103	92,0	86,0	82,5	80,0	78,0	76,4	75,1	73,9	72,9	72,0	0,019953
104	93,0	87,0	83,5	81,0	79,0	77,4	76,1	74,9	73,9	73,0	0,025119
105	94,0	88,0	84,5	82,0	80,0	78,4	77,1	75,9	74,9	74,0	0,031623
106	95,0	89,0	85,5	83,0	81,0	79,4	78,1	76,9	75,9	75,0	0,039811
107	96,0	90,0	86,5	84,0	82,0	80,4	79,1	77,9	76,9	76,0	0,050119
108	97,0	91,0	87,5	85,0	83,0	81,4	80,1	78,9	77,9	77,0	0,063096
109	98,0	92,0	88,5	86,0	84,0	82,4	81,1	79,9	78,9	78,0	0,079433
110	99,0	93,0	89,5	87,0	85,0	83,4	82,1	80,9	79,9	79,0	0,100000
111	100,0	94,0	90,5	88,0	86,0	84,4	83,1	81,9	80,9	80,0	0,125893
112	101,0	95,0	91,5	89,0	87,0	85,4	84,1	82,9	81,9	81,0	0,158489
113	102,0	96,0	92,5	90,0	88,0	86,4	85,1	83,9	82,9	82,0	0,199526
114	103,0	97,0	93,5	91,0	89,0	87,4	86,1	84,9	83,9	83,0	0,251189
115	104,0	98,0	94,5	92,0	90,0	88,4	87,1	85,9	84,9	84,0	0,316228
116	105,0	99,0	95,5	93,0	91,0	89,4	88,1	86,9	85,9	85,0	0,398107
117	106,0	100,0	96,5	94,0	92,0	90,4	89,1	87,9	86,9	86,0	0,501187
118	107,0	101,0	97,5	95,0	93,0	91,4	90,1	88,9	87,9	87,0	0,630957
119	108,0	102,0	98,5	96,0	94,0	92,4	91,1	89,9	88,9	88,0	0,794328
120	109,0	103,0	99,5	97,0	95,0	93,4	92,1	90,9	89,9	89,0	1,000000
121	110,0	104,0	100,5	98,0	96,0	94,4	93,1	91,9	90,9	90,0	1,258925
122	111,0	105,0	101,5	99,0	97,0	95,4	94,1	92,9	91,9	91,0	1,584893
123	112,0	106,0	102,5	100,0	98,0	96,4	95,1	93,9	92,9	92,0	1,995262
124	113,0	107,0	103,5	101,0	99,0	97,4	96,1	94,9	93,9	93,0	2,511886
125	114,0	108,0	104,5	102,0	100,0	98,4	97,1	95,9	94,9	94,0	3,162278
126	115,0	109,0	105,5	103,0	101,0	99,4	98,1	96,9	95,9	95,0	3,981072
127	116,0	110,0	106,5	104,0	102,0	100,4	99,1	97,9	96,9	96,0	5,011872
128	117,0	111,0	107,5	105,0	103,0	101,4	100,1	98,9	97,9	97,0	6,309573
129	118,0	112,0	108,5	106,0	104,0	102,4	101,1	99,9	98,9	98,0	7,943282
130	119,0	113,0	109,5	107,0	105,0	103,4	102,1	100,9	99,9	99,0	10,000000

Mittauspinta-ala (m²)

12,6 50,3 113,1 201,1 314,2 452,4 615,8 804,2 1017,9 1256,6