

Osobná ochrana sluchu
D2R engineering, s.r.o., Poprad
www.d2r.sk

Úvod

Podľa posúdenia zdravotných rizík na pracoviskách, vyplývajúcich z faktorov práce, pracovného prostredia a zmien zdravotného stavu zamestnancov, sa pracovné činnosti (profesie) na danom pracovisku zaraďujú podľa predpisu [1] do štyroch kategórií.

Ak expozícia zamestnancov nadmerným hlukom za pracovnú zmenu prekračuje hornú akčnú hodnotu normalizovanej hladiny expozície hluku $L_{AEX,8h,a} = 85$ dB [2], zamestnanci (profesie) sa zaraďujú do tretej alebo štvrtej kategórie prác, ktoré majú charakter rizikových prác. Na zníženie možného rizika poškodenia zdravia zamestnancov vplyvom nadmerného hluku sú zamestnávateľia povinní zabezpečiť prostriedky na ochranu sluchu a kontrolovať ich používanie.

Prostriedky na ochranu sluchu (chrániče sluchu) patria k osobným ochranným prostriedkom, ktoré svojimi útlmovými vlastnosťami znižujú škodlivý účinok nadmerného hluku na sluch a tým zabraňujú jeho poškodeniu.

Prostriedky ochrany sluchu

Základnou funkciou chráničov sluchu je vytvoriť bariéru medzi zdrojom hluku alebo hlučným prostredím a sluchovým orgánom, t. j. redukovať akustickú energiu prenášanú k vnútornému uchu. Na osobnú ochranu sluchu sú k dispozícii tieto typy chráničov sluchu:

- a) pasívne chrániče sluchu – majú len funkciu tlmenia zvuku danú tvarom a použitým materiálom na absorpciu alebo odrazenie zvuku:
- slúchadlové chrániče,
 - slúchadlové chrániče pripojené na prilbu,
 - akustické prilby,
 - zátkové chrániče (tvarovateľné, s oblúkom).
- b) aktívne chrániče sluchu – pasívne chrániče s prídavnými funkciami vybavené mechanickými alebo elektronickými komponentmi:
- hladinovo závislé chrániče sluchu s obnovou zvuku (so zabudovaným elektronickým zvukovým reprodukčným systémom),
 - pasívne hladinovo závislé chrániče sluchu (s akustickým filtrom),
 - chrániče sluchu s rovnomerným frekvenčným útlmom,
 - chrániče s aktívnym znižovaním hluku (elektronickým systémom, ktorý zabezpečuje ďalší útlm najmä v oblasti nízkych frekvencií (50 Hz do 500 Hz),
 - chrániče sluchu s možnosťou komunikácie (drôtový alebo bezdrôtový systém prenosu pracovných a varovných signálov alebo zábavných programov).

Okrem dostatočne účinného útlmu chráničov sluchu v širokom rozsahu frekvencií, nezanedbateľnou požiadavkou je komfort nosenia, hygienická nezávadnosť, trvanlivosť, možnosť údržby a iné riziká pre bezpečnosť pri práci.

Kritériá pre výber chráničov sluhu

Pri výbere vhodného typu chrániča sluchu sa musia brať do úvahy všetky jeho funkcie a zohľadniť tieto základné faktory:

- certifikačná značka CE alebo vyhlásenie o zhode,
- požiadavky na útlm hluku,
- pohodlie používateľa (hmotnosť, tlak vankúšika a tlak hlavového oblúka slúchadlových chráničov, v prípade zátkových chráničov je to ľahkosť vkladania a vyberania),
- stav prostredia a charakter práce (teplota, vlhkosť vzduchu, prašnosť a podobne),
- prípadné zdravotné problémy (dráždenie zvukovodov, bolesti ucha, zápal pokožky zvukovodu a ušnic, výskyt infekcie a podobne),
- kompatibilita s ostatnými osobnými ochrannými prostriedkami (ochranné štíty, okuliare a pod.),
- vnútorná bezpečnosť (v prípade chráničov so zabudovanou elektronikou napríklad pri používaní vo výbušnom prostredí),
- elektromagnetická kompatibilita (pre chrániče so zabudovaným elektronickým obvodom).

Okrem uvedených faktorov sa pri výbere vhodného pasívneho chrániča sluchu musia brať do úvahy charakteristiky pôsobiaceho hluku – jeho časový a fyzikálny charakter, ako i význam komunikácie z hľadiska bezpečnosti – rozpoznávania informačných a varovných signálov, lokalizácia zdrojov hluku.

Pri práci v extrémne hlučnom prostredí je vhodné na dosiahnutie vyššej ochrany sluchu používať kombináciu slúchadlových a zátkových chráničov. Nevhodná kombinácia týchto chráničov však môže spôsobiť aj zníženie ochrany, preto je nutná informácia od výrobcov o vhodnosti kombinácie daného typu chráničov sluchu. Aj nadmerná ochrana súvisiaca s použitím chrániča sluchu s vysokým útlmom je nevhodná, pretože spôsobuje izolovanosť používateľa od prostredia, pocit nepohody, stratu možnosti komunikácie a problémy s počuteľnosťou varovných signálov. V prípade špeciálnych požiadaviek na ochranu sluchu napríklad pri výskyte impulzového a nárazového hluku alebo potrebe komunikácie v hlučnom prostredí sa pri výbere zohľadňujú vlastnosti a funkcie aktívnych chráničov sluchu.

Útlmové vlastnosti pasívnych chráničov sluchu sú overované podľa noriem [3] a [4]. Ako príklad sú v tabuľke uvedené útlmové vlastnosti slúchadlových chráničov sluchu typ EAR typ 3015 SHOT s hlavovým oblúkom.

Stred. frekvencia [Hz]	63	125	250	500	1 000	2 000	4 000	8 000
Str. hodnota útlmu [dB]	-	8,8	14,9	18,4	25,7	29,9	28,8	31,9
Smerodajná odchýlka [dB]	-	3,1	4,4	3,7	4,5	3,4	4,4	5,2
APV_f [dB]	-	5,7	10,5	14,7	21,2	26,5	24,4	26,7

$H = 25$ dB, $M = 18$ dB, $L = 12$ dB $SNR = 21$ dB

Význam jednotlivých označení:

APV – predpokladaná hodnota útlmu chrániča sluchu v oktávovom pásme.

L – predpokladaná hodnota útlmu pre nízkofrekvenčný hluk – dominantný hluk v pásme do 250 Hz.

M – predpokladaná hodnota útlmu pre strednofrekvenčný hluk – dominantný hluk v pásme do 250 Hz až 1 kHz.

H – predpokladaná hodnota útlmu pre vysokofrekvenčný hluk – dominantný hluk vo frekvenčnom pásme nad 4 kHz.

SNR – predpokladaná hodnota útlmu pre širokopásmový hluk bez dominantných oblastí.

Výber pasívnych chráničov podľa útlmu hluku

Na určenie predpokladanej hodnoty útlmu hluku pasívnych chráničov sluchu sa podľa normy [5] aplikujú tieto výpočtové metódy:

- metóda oktávového pásma,
- metóda HML,
- kontrolná metóda HML,
- metóda SNR.

Výsledkom výpočtového postupu podľa týchto metód je určenie účinnej (redukovanej) hodnoty hladiny A akustického tlaku pôsobiaceho na ucho pri nasadenom chrániči sluchu, ktorá sa zaokrúhľuje na celé číslo.

Pri posudzovaní vhodnosti výberu chráničov sluchu pre určitý hluk sa vychádza z dosiahnutého stupňa ochrany sluchu. Dosiahnutý stupeň ochrany sluchu sa posudzuje takto:

Účinná (redukovaná) hodnota L'_A	Stupeň ochrany
väčšia ako 85 dB	nedostatočný
v intervale od 85 do 80 dB	prijateľný
v intervale od 80 do 75 dB	dobrý
v intervale od 75 do 70 dB	prijateľný
nižšia ako 70 dB	príliš vysoký (nadmerný)

Vzhľadom na rôzny časový a fyzikálny charakter hluku na pracoviskách sa pri určení útlmu hluku pasívnymi chráničmi sluchu vychádza z nameraných hodnôt ekvivalentných hladín v oktávových pásmach alebo hodnôt ekvivalentných hladín A a C akustického tlaku, ktoré charakterizujú frekvenčné spektrum pôsobiaceho hluku. Podľa normy [6] vysokofrekvenčný hluk (H hluk) je definovaný hodnotou $(L_{Ceq,T} - L_{Aeq,T}) = -2$ dB, stredofrekvenčný hluk (M hluk) hodnotou $(L_{Ceq,T} - L_{Aeq,T}) = 2$ dB a nízkofrekvenčný hluk (L hluk) hodnotou $(L_{Ceq,T} - L_{Aeq,T}) = 10$ dB.

Metóda oktávových pásiem

Metóda je založená na priamom výpočte zníženia hluku za chráničom sluchu a hodnota účinnej (redukovanej) hladiny A akustického tlaku sa vypočíta podľa vzťahu:

$$L'_A = 10 \log \sum_{f=63}^{8000} 10^{0,1(L_{okt,eq} - K_{A,f} - APV_f)}$$

kde f - stredná frekvencia oktávového pásma v Hz,

$L_{okt,eq}$ - ekvivalentná hladina akustického tlaku v oktávovom pásme v dB,

$K_{A,f}$ - korekcia váhového filtra A v oktávovom pásme v dB,

APV_f - predpokladaná hodnota ochrany chrániča sluchu v oktávovom pásme v dB.

Metóda HML

Táto metóda je založená na troch hodnotách útlmu H, M a L, ktoré spolu so zistenými ekvivalentnými hladinami A a C akustického tlaku sa použijú na výpočet predpokladaného zníženia hluku (PNR) podľa vzťahu:

$$PNR = M - \frac{H - M}{4} (L_{Ceq,T} - L_{Aeq,T} - 2) \Rightarrow pre(L_{Ceq,T} - L_{Aeq,T}) \leq 2dB$$

alebo

$$PNR = M - \frac{M - L}{8} (L_{Ceq,T} - L_{Aeq,T} - 2) \Rightarrow pre(L_{Ceq,T} - L_{Aeq,T}) \geq 2dB$$

Účinná (redukovaná) hodnota L_A hladiny akustického tlaku za chráničom sluchu sa vypočíta podľa vzťahu:

$$L'_A = L_A - PNR$$

Kontrolná metóda HML

Kontrolná metóda je skrátená metóda HML a zvyčajne nevyžaduje znalosť hodnoty ekvivalentnej hladiny C akustického tlaku alebo rozdielu ekvivalentných hladín ($L_{Ceq,T} - L_{Aeq,T}$).

Na základe posluchovej skúšky a zaradenia pôsobiaceho hluku do kategórie *HM* alebo *L*, napr. podľa zoznamu príkladov uvedených v norme, sa rozhodne, či pôsobiaci hluk patrí do kategórie *HM*, pre ktorú je $(L_{Ceq,T} - L_{Aeq,T}) < 5$ dB (hluk so strednou alebo vysokou frekvenciou) alebo do kategórie *L*, pre ktorú je $(L_{Ceq,T} - L_{Aeq,T}) \geq 5$ dB (hluk z dominantnou nízkou frekvenciou).

Ak hluk patrí do kategórie *HM* v ďalšom kroku sa L_A zníži o hodnotu útlmu chrániča sluchu M a posúdi sa dosiahnutý stupeň ochrany. V prípade, že hluk patrí do kategórie *L* v ďalšom kroku sa L_A zníži o hodnotu útlmu chrániča sluchu L a posúdi sa dosiahnutý stupeň ochrany.

Metóda SNR

Táto metóda špecifikuje jednu hodnotu útlmu chrániča sluchu (SNR). Predpokladaná účinná (redukovaná) hladina A akustického tlaku za chráničom sluchu sa môže vypočítať podľa vzťahu:

$$L'_A = L_{Ceq,T} - SNR$$

Aplikácia metód

Pri aplikácii metód na určenie predpokladanej hodnoty útlmu hluku pasívnymi chráničmi sluchu napr. pri výbere chráničov sluchu alebo pri posúdení stupňa ochrany sluchu používaných chráničov sluchu sa vychádza z relevantných údajov o úrovni, o frekvenčnom charaktere hluku a o trvaní pôsobenia hluku za pracovnú zmenu.

Podľa predpisu [2] určujúcou veličinou expozície hluku zamestnancov je normalizovaná hladina expozície hluku $L_{AEX,8h}$ a hodnota účinnej (redukovanej) normalizovanej hladiny expozície hluku $L'_{AEX,8h}$ za chráničom sluchu nesmie prekročiť limitnú hodnotu normalizovanej hladiny expozície hluku $L_{AEX,8h,L} = 87$ dB. Pre dosiahnutie optimálneho stupňa ochrany sluchu (dobrý), hodnota účinnej (redukovanej) normalizovanej hladiny expozície hluku $L'_{AEX,8h}$ by sa mala pohybovať v rozmedzí 75 až 80 dB.

Pri dlhodobom pôsobení hluku na zamestnancov za pracovnú zmenu ($T_e > 6$ hod.) je vhodné aplikovať metódu HML alebo metódu SNR a charakter frekvenčného spektra pôsobiaceho hluku určiť z rozdielu ekvivalentných hladín ($L_{Ceq,8h} - L_{Aeq,8h}$). Kontrolná metóda HML sa aplikuje vtedy, ak vieme zaradiť prevládajúci zdroj hluku do kategórie HM alebo L napr. podľa zoznamu príkladov zdrojov hluku uvedených v norme [5].

Pri krátkodobom pôsobení nadmerného hluku na zamestnancov za pracovnú zmenu ($T_e < 2$ hod.), hodnota $L_{AEX,8h}$ zohľadňuje expozíciu hluku za pracovnú zmenu, avšak na dosiahnutie a zabezpečenie dostatočnej ochrany sluchu zamestnanca pri práci v nadmernom hluku je vhodné aplikovať metódu oktávových pásiem. V tomto prípade namerané hodnoty ekvivalentných hladín v oktávových pásmach za reprezentatívny časový interval charakterizujú úroveň a frekvenčné spektrum pôsobiaceho hluku.

Záver

Aby sa zabránilo zníženiu útlmu daného typu chráničov sluchu, prípadne ich kontaminácii cudzorodými časticami, zvyškami kvapalín, prachom a podobne je nevyhnutné oboznámiť zamestnancov aj o potrebe a povinnosti ich pravidelného čistenia, kontroly a výmeny podľa pokynov výrobcu.

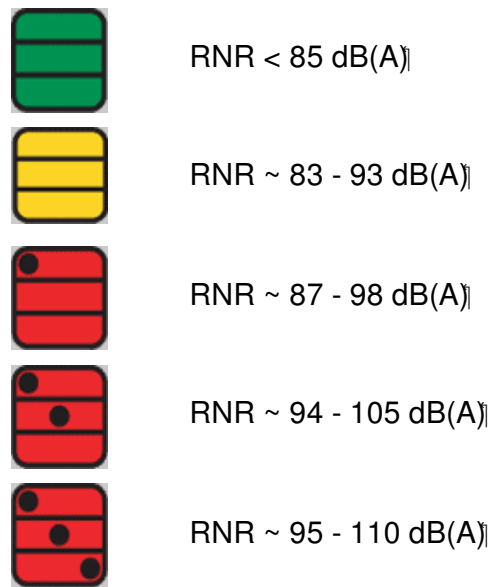
Odkazy

- [1] Zákon NR SR č. 126/2006 Z.z. o verejnom zdravotníctve a o zmene a doplnení niektorých zákonov
- [2] Nariadenie vlády SR č. 115/2006 Z.z. o minimálnych zdravotných a bezpečnostných požiadavkách na ochranu sluchu zamestnancov pred rizikami súvisiacimi s expozíciou hluku
- [3] EN 24869-1 Akustika. Chrániče sluchu. Časť 1: Subjektívna metóda merania útlmu zvuku
- [4] STN EN 13819-2:2004 Chrániče sluchu. Skúšanie. Časť 2: Akustické skúšobné metódy
- [5] STN EN 458:2005 Chrániče sluchu. Odporúčania na výber, používanie, starostlivosť a údržbu. Návod
- [6] STN EN ISO 4869-2:1998 Akustika. Chrániče sluchu. Časť 2: Odhad účinných vážených hladín A akustického tlaku za nasadenými chráničmi sluchu

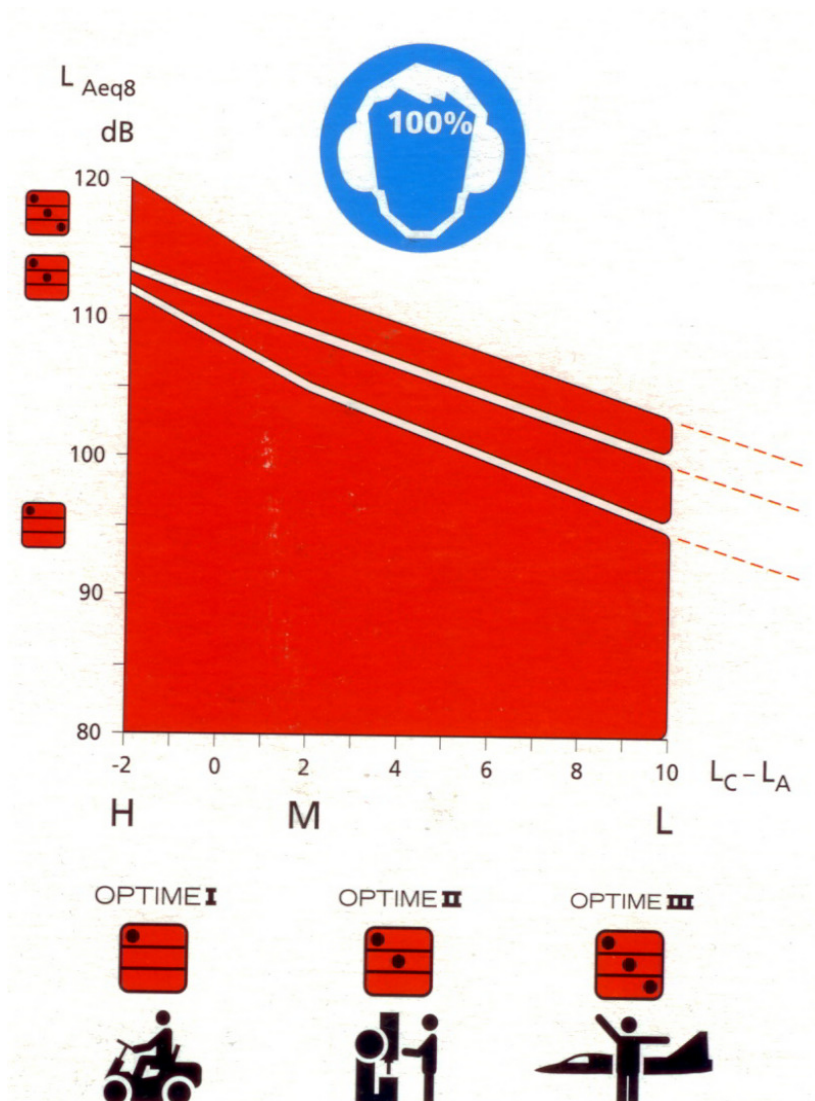
Prílohy

- č. 1 Príklad výberu pasívnych chráničov sluchu
- č. 2 Tabuľkový spôsob určenia hodnoty predpokladaného zníženia hluku (PNR)

Príloha č. 1: Príklad výberu pasívnych chráničov sluchu



RNR - Recommended Noise Rating



Tabuľka č. 1: $(L_C - L_A) \leq 2$ dB

H [dB]	PNR [dB]								M [dB]
40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
39	39	39	39	39	39	39	39	39	39
38	38	38	38	38	38	38	38	38	38
37	37	37	37	37	37	37	37	37	37
36	36	36	36	36	36	36	36	36	36
35	35	35	35	35	35	35	35	35	35
34	34	34	34	34	34	34	34	34	34
33	33	33	33	33	33	33	33	33	33
32	32	32	32	32	32	32	32	32	32
31	31	31	31	31	31	31	31	31	31
30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
29	29	29	29	29	29	29	29	29	29
28	28	28	28	28	28	28	28	28	28
27	27	27	27	27	27	27	27	27	27
26	26	26	26	26	26	26	26	26	26
25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
23	23	23	23	23	23	23	23	23	23
22	22	22	22	22	22	22	22	22	22
21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
19	19	19	19	19	19	19	19	19	19
18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
17	17	17	17	17	17	17	17	17	17
16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	-2,0	-1,5	-1,0	-0,5	0	0,5	1,0	1,5	2,0
	($L_C - L_A$) [dB]								

Postup stanovenia PNR:

1. Pre daný typ chrániča sluchu zistiť hodnoty útlmu H, M a L

2. V prípade rozdielu hladín ($L_C - L_A$) ≤ 2 dB spojiť priamkou hodnoty útlmu H a M (tab. č. 1) a v prípade ($L_C - L_A$) > 2 dB spojiť priamkou hodnoty útlmu M a L (tab. č. 2)

3. V stĺpci zodpovedajúcom hodnote rozdielu hladín ($L_C - L_A$) odčítať hodnotu PNR

Príklad:

$(L_C - L_A) = -1$ dB, $L_A = 104$ dB
H = 25 dB, M = 19 dB
PNR ~ 24 dB

Účinná (redukovaná) hodnota A hladiny akustického tlaku za chráničom sluchu

$$L'_A = (L_A - \text{PNR}) = (104 - 24) = 80 \text{ dB}$$

Stupeň ochrany sluchu - prijateľný

Tabuľka č. 2: $(L_C - L_A) > 2$ dB

M [dB]	PNR [dB]							L [dB]	PNR [dB]									
	40	40	40	40	40	40	40		40	40	40	40	40	40	40			
40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	
39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	
38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	
37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	
36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	
35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	
34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	
33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	
32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	
31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	
30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	
29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	
28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	
27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	
26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	
25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	
24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	
23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	
22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	
21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	
20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	
18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	
17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	
16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	
15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	
14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	
13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	
12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	
11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	
10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	
9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	
8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	
7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	
6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	
5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
	$(L_C - L_A)$ [dB]																	