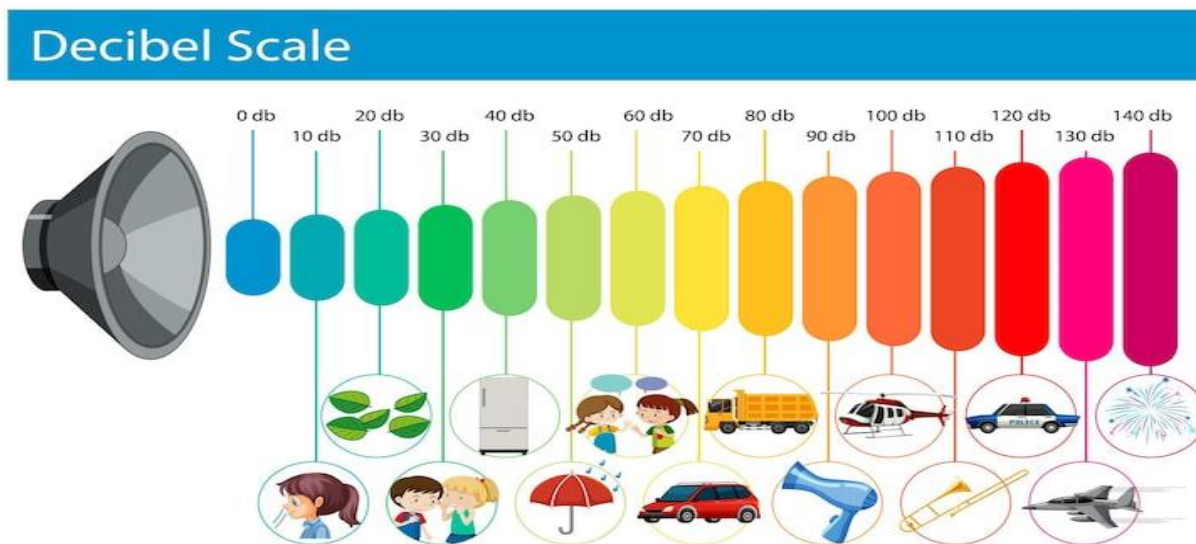




NAPREDNA ANALIZA BUKE U RADNOM OKRUŽENJU





Zakonski okvir:

Zakon o zaštiti na radu („Službene novine FBiH”, broj 79/20).

čl. 9.

(Opća pravila i mjere zaštite na radu)

Opća pravila i mjere zaštite na radu posebno se odnose na: zaštitu od buke i vibracija

Pravilnik o opštim mjerama i normativima zaštite na radu od buke u radnim prostorijama (“Službeni list SFRJ”, broj 29/71).



6

5

5

7

9



"Mjerimo li ono što je važno, ili samo ono što je lako izmjeriti?"

Član 23.

Pri mjerenju buke na radnom mjestu, mikrofonski zvukomjera iz člana 15. stav 1. ovog pravilnika postavlja se na mjesto i u visinu uha radnika na odstojanju 0,20 m od uha. Mikrofonski mora biti usmjeren prema izvoru buke. Između mikrofonski i izvora buke ne smije biti prepreka.

Očitavanje trenutne vrijednosti buke je **najčešća greška u praksi**, u >90% slučajeva je **netačna** za ocjenu **izloženosti radnika** buci.

Trenutna vrijednost, odnosno "trenutni nivo zvučnog pritiska", označava se (L_{pA}), a ISO 9612 zahtjeva mjerenje **ekvivalentnog nivoa izloženosti buci tokom osmočasovnog radnog vremena** ($L_{EX,8h}$).

NOISE LEVEL HAZARD TABLE

NOISE LEVEL	dB	HAZARD
70-79	70	HEARING LOSS
80-89	80	HEARING DAMAGE
90-99	90	INCREASED RISK OF CARDIOVASCULAR DISEASE
100-109	100	
110-119	110	SIGNIFICANT HEARING IMPAIRMENT
120-129	120	COMMUNICATION DIFFICULTY
130+	130	SEVERE PAIN



„Kada je opisana metoda "brzog očitavanja" ispravna”?

1. **Orijentaciono/preliminarno mjerenje:** Kada se želi provjeriti da li uopšte postoji rizik.
2. **Konstantna, potpuno nepromjenjiva buka:** Ako radnik sjedi pored mašine koja cijeli dan (svih 8 sati) proizvodi potpuno identičan, ravan zvuk bez ikakvih oscilacija, udara ili pauza.





"A šta pravilnik zapravo zahtijeva i na koji način tretira mjerenje buke promjenjivog karaktera?"

Član 14.

Ako se nivo buke u toku radnog vremena **mijenja**, mjere se svi nivoi buke koji se pojavljuju u toku radnog vremena i određuje vrijeme trajanja svakog nivoa buke. Na osnovu dobivenih podataka izračunava se ekvivalentna buka prema obrascu:

$$L_{eq} = \frac{q}{\lg 2} \cdot \left(\frac{1}{T} \sum_{i=1}^{i=N} t_i \cdot 10^{\frac{\lg 2}{q} \cdot L_i} \right) \quad L_{eq} = \frac{q}{\lg 2} \cdot \frac{1}{T} \sum_{i=1}^N \left(t_i \cdot 10^{\frac{\lg 2}{q} \cdot L_i} \right)$$

gdje je: q = parametar polovljenja;

t_i = vrijeme trajanja i -tog nivoa buke;

L_i = i -ti nivo buke;

T = vrijeme trajanja vrednovanog nivoa buke.

Vrijednost parametra $q = 3$, a u slučaju visokih i kratkotrajnih nivoa $q = 4$.

"Pravilnik definira da se svaka promjena nivoa buke od **najmanje 3 dB(A)** smatra relevantnom, te zahtijeva ponavljanje mjerenja za sve režime rada kako bi se precizno izračunala ekvivalentna buka."

Član 17.

Ako radnik u toku rada **mijenja mjesto rada**, buka se mjeri u dB(A) na svim mjestima na kojima radnik radi. Na osnovu dobivenih podataka izračunava se vrednovani nivo buke prema članu 14. ovog pravilnika i provjerava da li izračunati nivo buke ne prelazi dopušteni nivo buke na radnom mjestu radnika određen u skladu sa čl. 8. i 9. ovog pravilnika.



„Kako pravilno mjeriti i analizirati buku?“

Prema ISO 9612 (**Akustika – Određivanje izloženosti buci u radnoj okolini**), prva dva koraka u postupku mjerenja buke su: **Analiza posla i izbor strategije mjerenja.**

1. Analiza posla

- Identifikacija izvora buke,
- Definiranje radnih zadataka,
- Određivanje radnog dana/ciklusa rada,
- Grupisanje radnika.





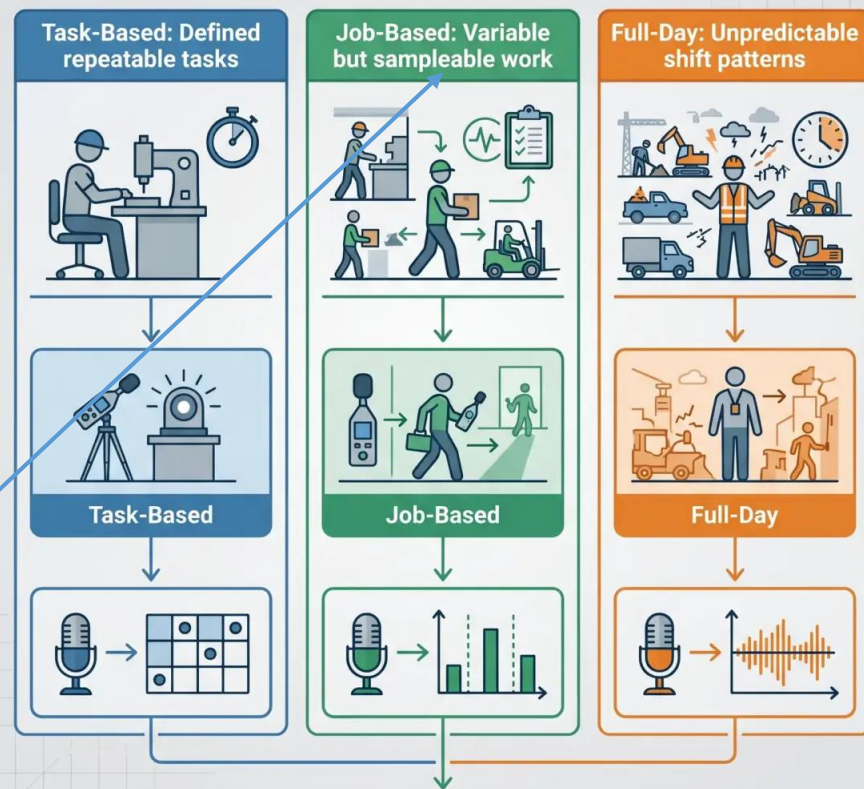
„Kako pravilno mjeriti i analizirati buku?“

2. Izbor strategije mjerenja

- Mjerenje na osnovu radnih zadataka (task-based measurement)
- Mjerenje na osnovu radnog mjesta (job-based measurement)
- Mjerenje na osnovu punog radnog vremena (full-day measurement)

Rad pogodan za
uzorkovanje

ISO 9612 Measurement Strategy Selection





„Kako pravilno mjeriti i analizirati buku?“

Karakteristika	Po radnim zadacima	Po radnom mjestu
Predmet analize	Na pojedinačne aktivnosti/strojeve	Na radnika i njegovo radno mjesto općenito
Trajanje mjerenja	Kraća, ciljana mjerenja za svaki zadatak	Dugotrajna mjerenja (cijela smjena ili veliki dijelovi)
Potrebne informacije	Precizno trajanje svakog zadatka u danu	Samo ukupno trajanje radne smjene
Glavna prednost	Jasno identificira izvor problema (buke)	Lakša i brža provedba na terenu
Primjeri	<ul style="list-style-type: none"> -Radnik u stolarskoj radionici -Zavarivač u pogonu -Radnik u cestogradnji 	<ul style="list-style-type: none"> -Radnik na održavanju -Viljuškarista -Radnik na aerodromskoj pisti



„Kako izračunati ekvivaletni nivo buke?”

Kompanija, „XYZ” d.o.o. odjel za sječenje i brušenje drvnih sortimenata. Odrediti dnevnu izloženost buci ($L_{A,EX,8h}$) za radnike u smjeni.

Radnik u jednoj smjeni obavlja tri glavna zadatka u trajanju od ukupno 8 sati:

Mjerenje na osnovu radnih zadataka	Ekvivalentni nivo buke ($L_{Aeq,i}$ u dB(A))	Trajanje zadatka (T_i) u satima
Zadatak 1: Strojna obrada	92 dB(A)	3.0
Zadatak 2: Ručno sklapanje	80 dB(A)	4.0
Zadatak 3: pauza/administracija	70 dB(A)	1.0
Ukupno:	-	$T_{ukupno} = 8.0$ h

trajanje radnog zadatka \neq vrijeme mjerenja



„Kako izračunati ekvivaletni nivo buke?“

$$L_{A,EX,8h} = 10 \cdot \log \left[\frac{1}{T_0} \sum_{i=1}^n T_i \cdot 10^{0.1 \cdot L_{Aeq,i}} \right] \text{ dB(A)}$$

$$L_{A,EX,8h} = 10 \cdot \log \left[\frac{1}{8} \sum_{i=1}^3 3 \cdot 10^{0.1 \cdot 92} + 4 \cdot 10^{0.1 \cdot 80} + 1 \cdot 10^{0.1 \cdot 70} \right] \text{ dB(A)}$$

$$L_{A,EX,8h} = 88.0 \text{ dB(A)}$$

± = ?

Logaritamska priroda decibela znači da najbučniji događaji diktiraju ukupnu izloženost, čak i ako traju kraće.



„Kako izračunati ekvivaletni nivo buke?“

Trajanje smjene (sati)	Korekcija (pravilo 3 dB - ISO/NIOSH)	Korekcija (pravilo 5 dB - OSHA)
8 sati	0 dB (GV ostaje npr. 85 dB(A))	0 dB (GV ostaje npr. 90 dB(A))
10 sati	-1.0 dB (NGV 84 dBA)	-0.5 dB
12 sati	-1.8 dB (NGV 83.2 dBA)	-1.0 dB
16 sati	-3.0 dB (NGV 82 dBA)	-2.0 dB

Pravilo 3 dB, zasnovano je na stvarnoj energiji zvuka, svaka 3 dB više znače da se količina zvučne energije duplira. Primjer: 8 sati na 85 dB ima potpuno istu akustičku energiju kao 4 sata na 88 dB.

Pravilo 5 dB, Ovo pravilo je nastalo u SAD-u (OSHA) kao kompromis koji uzima u obzir da ljudsko uho ima određenu sposobnost djelomičnog oporavka tokom pauza u radu. Ono kaže da se dozvoljeno vrijeme polovi tek sa svakih 5 dB više. Primjer: 8 sati na 90 dB smatra se istim rizikom kao 4 sata na 95 dB.

$$\text{Kor.pravilo 3dB} = -10 \cdot \log\left(\frac{T}{8}\right)$$

$$\text{Kor.pravilo 5dB} = -16.61 \cdot \log\left(\frac{T}{8}\right)$$



„Kako izračunati ekvivalentni nivo buke?”

Pretpostavimo da radnik radi 12 sati ($T = 12$ h) i da je izmjereni prosječni nivo buke tokom tog vremena iznosio 83 dB(A), ($L_{Aeq,T} = 83$).

$$L_{EX,8h} = L_{Aeq,T} + 10 \cdot \log\left(\frac{T}{T_0}\right)$$

$$L_{EX,8h} = 83 + 10 \cdot \log\left(\frac{12}{8}\right)$$

$$L_{EX,8h} = 83 + 10 \cdot \log(1.5)$$

$$L_{EX,8h} = 83 + 10 \cdot 0.176 = 83 + 1.76 = 84.8 \text{ dB(A)}$$

Buka je u pogonu bila 83 dBA (što je ispod 85 dBA), zbog produženog rada od 12 sati, ukupno opterećenje radnika je ekvivalentno kao da je 8 sati bio izložen buci od 84.8 dB(A).



„Frekvencijska oktavna analiza?”

Član 10.

Na radnom mjestu, na kome se mjerenjem i ocjenivanjem iz člana 7. ovog pravilnika utvrdi da buka prelazi dopušteni nivo, vrši se oktavna analiza buke. Za ocjenivanje štetnosti djelovanja buke na osnovu oktavne analize buke koriste se vrijednosti N-krivulje prikazane u tabeli 4.

Odjel za sječenje i brušenje drvnih sortimenata:

Ekvivaletni nivo buke iznosi **88.0 dB(A)** a prema vrsti djelatnosti dozvoljeno je **80 dB (A)**, odnosno kriva dozvoljenog nivoa **N-75**

f(Hz)	31.5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Izmjereno	100.3	92.8	85.4	82.2	80.1	77.4	70.1	65.3	64.8
Dopušteno	106.5	94.7	87.2	81.7	77.9	75	72.6	70.8	69.2
Razlika	-	-	-	0.5	2.2	2.4	-	-	-



VRIJEDNOST NIVOVA ZVUČNOG PRITISKA U OKTAVNIM POJASEVIMA

„Fre

N-krive, ili **krive rejtinga buke**,

su standardizovani set krivih koje se koriste

za **procjenu prihvatljivosti buke**

u zatvorenim prostorima

N-krive nam, omogućavaju

da izmjereni frekvencijski spektar buke direktno

uporedimo sa **standardima**

komfora, a ne samo sa

standardima štetnostima

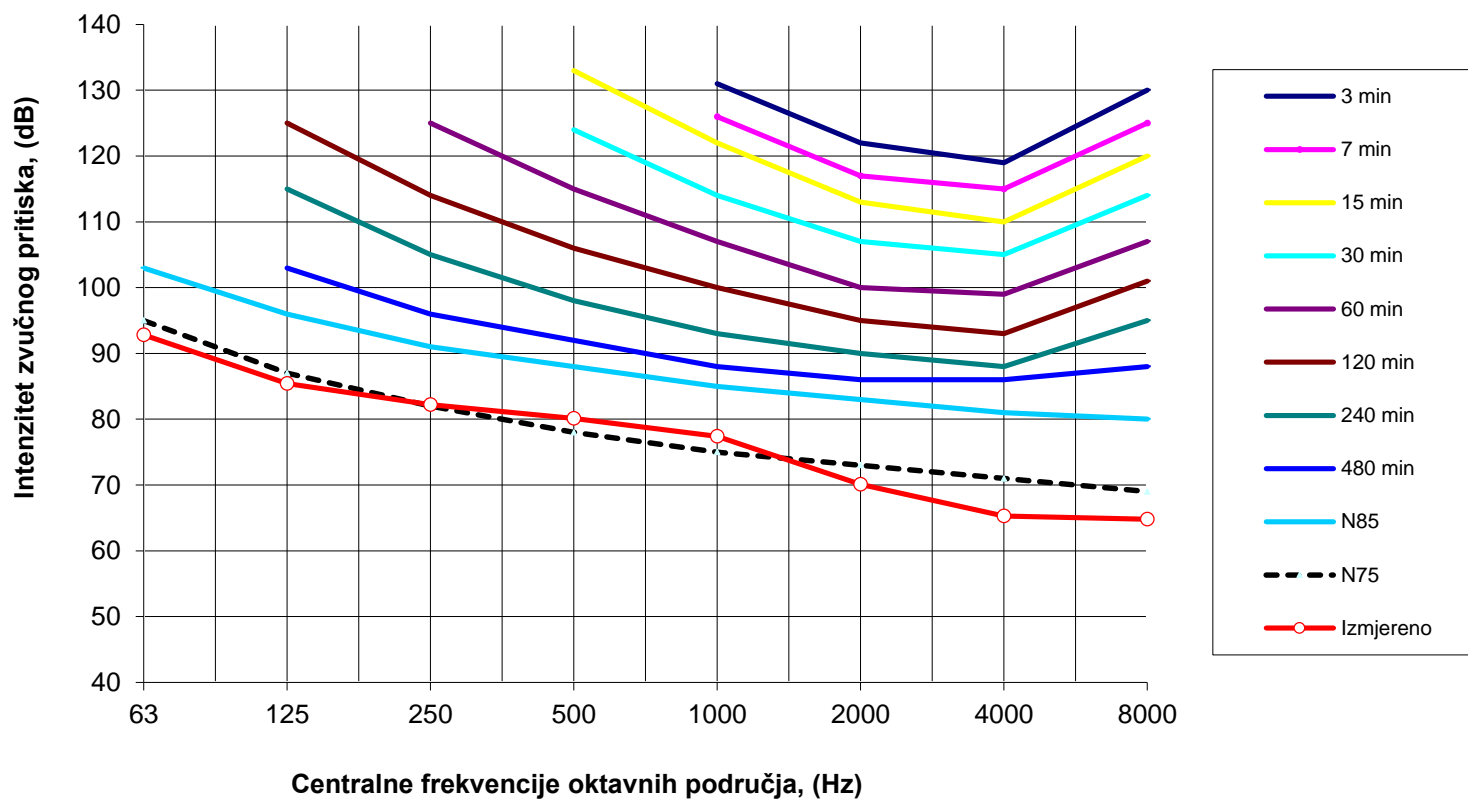
po sluh.

N	Nivoi zvučnih pritisaka oktava N - krivih									
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
0	55,4	35,5	22,0	12,0	4,8	0	-3,5	-6,1	-8,0	
5	55,8	39,4	26,3	16,6	9,7	5	+1,6	-1,0	-2,8	
10	62,2	43,4	30,7	21,3	14,5	13	6,6	+4,2	+2,3	
15	65,6	47,3	35,0	25,9	19,4	15	11,7	9,9	7,4	
20	69,0	51,3	39,4	30,6	24,3	20	16,8	14,4	12,6	
25	72,4	55,2	43,7	35,2	29,2	25	21,9	19,5	17,7	
30	75,8	59,2	48,1	39,9	34,0	30	26,9	24,7	22,9	
35	79,2	63,1	52,4	44,5	38,9	35	32,0	29,8	28,0	
40	82,6	67,1	56,8	49,2	43,8	40	37,1	34,9	33,2	
45	86,0	71,0	61,1	53,6	48,6	45	42,2	40,0	38,3	
50	89,4	75,0	65,5	58,5	53,5	50	47,2	45,2	43,5	
55	92,9	78,9	69,8	63,1	58,4	55	52,3	50,3	48,6	
60	96,3	82,9	74,2	67,8	63,2	60	57,4	55,4	53,8	
65	99,7	86,8	78,5	72,4	68,1	65	62,5	60,5	58,9	
70	103,1	90,8	82,9	77,1	73,0	70	67,5	65,7	64,1	
75	106,5	94,7	87,2	81,7	77,9	75	72,6	70,8	69,2	
80	109,9	98,7	91,6	86,4	82,7	80	77,7	75,9	74,4	
85	113,3	102,6	95,9	91,0	87,6	85	82,8	81,0	79,5	
90	116,7	106,6	100,3	95,7	92,5	90	87,8	86,2	84,7	
95	120,1	110,5	104,6	100,3	97,3	95	92,9	91,3	89,8	
100	123,5	114,5	109,0	105,0	102,2	100	98,0	96,4	95,0	
105	126,9	118,4	113,3	109,6	107,1	105	103,1	101,5	100,1	
110	130,3	122,4	117,7	114,3	111,9	110	108,1	106,7	105,3	
115	130,7	126,3	122,0	118,9	116,8	115	113,2	111,8	110,4	
120	137,1	130,3	126,4	123,6	121,7	120	118,3	116,9	115,6	
125	140,5	134,2	130,7	128,2	126,6	125	123,4	122,0	120,7	
130	143,9	138,2	135,1	132,9	131,4	130	128,4	127,2	125,9	



„Frekvencijska oktavna analiza?“

Dijagram dopuštenog vremena izlaganja, (min/dan)





„Frekvencijska oktavna analiza?”

Tabela 6

DOPUŠTENI VRIJEME IZLAGANJA BUCI							
min/dan	Nivoi zvučnih pritisaka oktava						
	125	250	500	1000	2000	4000	8000
480	103	96	92	88	86	85,5	87,5
240	115	105	98	93	90	88	95
120	125	114	106	99,5	95	93	101
60		125	115	107	100	99	107
30			124	114	107	104,5	114
15			133	122	113	110	120
7				126	117	114,5	125
3				131	122	119	130

Minimumi krivulja nalaze se kod 3500 Hz, a vrijednosti su za 0,5 dB manje od onih u koloni 4000 Hz.



„Frekvencijska oktavna analiza?“

Kompanija, „ABC“ d.o.o. zatražila je procjenu izloženosti buci. Prilikom prve brze provjere, izmjeren je ukupni nivo buke na radnom mjestu glodalice: $L_{A,Izmj.} = 98.5$ dB

Srednja oktavna frekvencija (f_c)	Nivo zvučnog pritiska ($L_{(i)}$), [dB]	A-korekcija ($K_{A(i)}$), [dB]
63 Hz	88.0	-26.2
125 Hz	90.5	-16.1
250 Hz	93.0	-8.6
500 Hz	95.5	-3.2
1000 Hz	94.5	0.0
2000 Hz	91.0	+1.2
4000 Hz	86.5	+1.0
8000 Hz	78.0	+1.1

1. Kako provjeriti tačnost mjerenja?
2. Koji oktavni pojas i/ili pojasevi dominantno doprinose ukupnom nivou buke?
3. Izbor lične zaštitne opreme (antifoni) metodom oktavne analize?



„Frekvencijska oktavna analiza?“

1. Kako provjeriti tačnost mjerenja?

Izračunati nivo zvučnog pritiska ($L_{A(i)}$) za svaki oktavni pojas: $L_{A(i)} = L_{(i)} + K_{A(i)}$

Izračunati ukupni nivo buke: $L_A = 10 \cdot \log \left(\sum_{i=1}^n 10^{\frac{L_{A(i)}}{10}} \right)$

f_c [Hz]	$L_{(i)}$ [dB]	$K_{A(i)}$ [dB]	$L_{A(i)}$ [dB(A)]	$10^{\frac{L_{A(i)}}{10}}$
63	88.0	-26.2	61.8	1,513,561
125	90.5	-16.1	74.4	27,542,287
250	93.0	-8.6	84.4	275,422,880
500	95.5	-3.2	92.3	1,698,243,600
1000	94.5	0.0	94.5	2,818,382,900
2000	91.0	+1.2	92.2	1,659,586,900
4000	86.5	+1.0	87.5	562,341,330
8000	78.0	+1.1	76.9	48,977,880
SUMA (Σ)				7,092,011,338

$$L_A = 10 \cdot \log \left(\sum 10^{\frac{L_{A(i)}}{10}} \right) = 10 \cdot \log(7,092,011,338) = 98.5 \text{ dB(A)}$$



„Frekvencijska oktavna analiza?“

2. Izbor lične zaštitne opreme (antifoni) metodom oktavne analize?

f_c [Hz]	$L_{(i)}$ [dB]	APV [dB] (Prigušenje antifona)	$K_{A(i)}$ [dB]
63	88.0	15.0	-26.2
125	90.5	18.0	-16.1
250	93.0	22.0	-8.6
500	95.5	28.0	-3.2
1000	94.5	35.0	0.0
2000	91.0	32.0	+1.2
4000	86.5	30.0	+1.0
8000	78.0	28.0	+1.1



„Frekvencijska oktavna analiza?“

2. Izbor lične zaštitne opreme (antifoni) metodom oktavne analize?

$$L'_{Ai} = (L_{(i)} - APV) + K_{A(i)}$$

fc [Hz]	$L_{(i)}$ [dB]	$K_{A(i)}$ [dB]	APV [dB]	L'_{Ai} [dB(A)]	$10^{\frac{L'_{Ai}}{10}}$
63	88.0	-26.2	15.0	46.8	47863,00
125	90.5	-16.1	18.0	56.4	436515,83
250	93.0	-8.6	22.0	62.4	1737800,82
500	95.5	-3.2	28.0	64.3	2691534,80
1000	94.5	0.0	35.0	59.5	891250,93
2000	91.0	+1.2	32.0	60.2	1047128,54
4000	86.5	+1.0	30.0	57.5	562341,32
8000	78.0	-1.1	28.0	48.9	77624.71

$$L_A = 10 \cdot \log \left(\sum 10^{\frac{L_{A(i)}}{10}} \right) = 10 \cdot \log(7492059,95) = 68.7 \text{ dB(A)}$$

7492059,95



Pravna i ekonomska izdanja
za uspješno i zakonito poslovanje

BUDITE NA
PRAVNOJ STRANI



www.paragraf.ba - www.paragraf.rs

"Mjerimo li ono što je važno, ili samo ono što
je lako izmjeriti?"