

ELABORAT ZAŠČITE PRED HRUPOM

Elaborat ZZ št. GRAFIT-G ZZ60/2022

CENTER JANEZA LEVCA **PRIZIDEK UČNE DELAVNICE**

Vsebina:

Klasifikacija stavbe:

12630 Stavbe za izobraževanje in znanstveno razisk. delo: 100%

Izračun zvočne izolacije pred zvokom, ki se širi po zraku, zaščite pred udarnim zvokom, zaščita pred hrupom v okolju in akustika prostorov

Investitor:

Mestna občina Ljubljana

Mestni trg 1, 1000 Ljubljana

Projektant:

Projektantsko podjetje: SAMOATELJE D.O.O.

Leskoškova cesta 6, 1000 Ljubljana

Odgovorni projektant Samo Groleger, udia

Izdelovalec elaborata:

Tadej Gruden, udig

GRAFIT-G Tadej Gruden s.p.

Ob cesti 3, 1358 Log pri Brezovici



NOVEMBER 2022

Elaborat zaščite pred hrupom je izdelan v skladu s Pravilnikom o zvočni zaščiti stavb (Ur. L. RS 10/2012) in pripadajočo tehnično smernico TSG-01-005:2012

1. KONSTRUKCIJE V PROJEKTU

Z-n-07: Stena med pisarno in učilnico/delavnico ločilna konstrukcija 9.1 Poz.: 1

Tip konstrukcije	ločilna konstrukcija 9.1
Masa konstrukcije	57,0 kg/m ²

Sestava gradbenega elementa	Debelina cm	Gostota kg/ m ³	Ploskovna masa kg/ m ²	Ploščina %
MK plošča (900)	1,25	900	11,25	100,0
MK plošča (900)	1,25	900	11,25	100,0
Podkonstrukcija (1800)	10,0	1800	7,2	4,0
Kamena volna (50)	10,0	50	4,8	96,0
MK plošča (900)	1,25	900	11,25	100,0
MK plošča (900)	1,25	900	11,25	100,0

Računska vrednost izolativnost konstrukcije

R'_w,R: 56 dB

R _{Dd}	6,7			14,3	21,0
R _{D1}	52,3	12,1	7,2		71,6
R _{D2}	52,3	12,1	7,2		71,6
R _{D3}	78,0	6,8	13,2		98,0
R _{D4}	78,0	6,8	13,2		98,0

Izračunana, ovrednotena zvočno izolativna vrednost :

R'_w, dej: 55,8 dB

Izračunana, ovrednotena standardna razlika zvočnih ravni:

D_{nT,w}: 61,3 dB

Dovoljena zvočno izolativna vrednost :

R'_w, potr.: 52 dB

Tip konstrukcije	ločilna konstrukcija 9.1
Masa konstrukcije	85,8 kg/m ²

Sestava gradbenega elementa	Debelina cm	Gostota kg/ m ³	Ploskovna masa kg/ m ²	Ploščina %
Lesene vezane plošče (800)	1,8	800	14,4	100,0
Lesena podkonstrukcija/zrak (1)	3,0	1	0,0	100,0
MK plošča (900)	1,25	900	11,25	100,0
MK plošča (900)	1,25	900	11,25	100,0
Podkonstrukcija (1800)	10,0	1800	7,2	4,0
Kamena volna (50)	10,0	50	4,8	96,0
MK plošča (900)	1,25	900	11,25	100,0
MK plošča (900)	1,25	900	11,25	100,0
Lesena podkonstrukcija/zrak (1)	3,0	1	0,0	100,0
Lesene vezane plošče (800)	1,8	800	14,4	100,0

Računska vrednost izolativnost konstrukcije**R'w,R: 58 dB**

R _{Dd}	13,6			16,5	30,1
R _{D1}	88,2	15,3	9,1		112,6
R _{D2}	88,2	15,3	9,1		112,6
R _{D3}	66,3	11,0	8,4		85,7
R _{D4}	66,3	11,0	8,4		85,7

Izračunana, ovrednotena zvočno izolativna vrednost :**R'w, dej: 58,1 dB****Izračunana, ovrednotena standardna razlika zvočnih ravni:****DnT,w: 63,2 dB****Dovoljena zvočno izolativna vrednost :****R'w, potr.: 52 dB**

Tip konstrukcije	ločilna konstrukcija 9.7
Masa konstrukcije	85,8 kg/m ²

Sestava gradbenega elementa	Debelina cm	Gostota kg/ m ³	Ploskovna masa kg/ m ²	Ploščina %
Lesene vezane plošče (800)	1,8	800	14,4	100,0
Lesena podkonstrukcija/zrak (1)	3,0	1	0,0	100,0
MK plošča (900)	1,25	900	11,25	100,0
MK plošča (900)	1,25	900	11,25	100,0
Podkonstrukcija (1800)	10,0	1800	7,2	4,0
Kamena volna (50)	10,0	50	4,8	96,0
MK plošča (900)	1,25	900	11,25	100,0
MK plošča (900)	1,25	900	11,25	100,0

Računska vrednost izolativnost konstrukcije	R'w,R:	57	dB
Izračunana, ovrednotena zvočno izolativna vrednost :	R'w, dej:	56,8	dB
Izračunana, ovrednotena standardna razlika zvočnih ravni:	DnT,w:	59,4	dB
Dovoljena zvočno izolativna vrednost :	R'w, potr.:	47	dB

Tip konstrukcije	ločilna konstrukcija 9.12
Masa konstrukcije	249,4 kg/m ²

Sestava gradbenega elementa	Debelina cm	Gostota kg/ m ³	Ploskovna masa kg/ m ²	Ploščina %
Klasični parket (700)	2,2	700	15,4	100,0
Izravnalna masa (2200)	0,3	2200	6,6	100,0
Mikroarmiran beton (2500)	5,2	2500	130,0	100,0
Sistemska plošča ta TO (40)	3,3	40	1,3	100,0
Kamena volna (120)	3,0	120	3,6	100,0
EPS lahek beton (250)	23,5	250	58,7	100,0
OSB plošča (900)	2,5	900	22,5	100,0
MK plošča (900)	1,25	900	11,25	100,0

Udarni zvok

Ocenjeni predpisani nivo udarnega zvoka:

L'n,w,eq,R : 80 dB

Tip konstrukcije: medetažna konstrukcija

SIST EN 12354-1 (enačba B.5)

Nivo izboljšanja:

Delta Lw,R : 25 dB

Masa estriha > 70 kg/m², Dinamična togost zvočne izolacije max. 50 MN/m³

SIST EN 12354-2 (graf C.I)

Dejanski, ocenjeni predpisani nivo udarnega zvoka:

L'n,w,R : 57 dB

Izračun : L'n,w,R = Ln,w,eq,R - Delta Lw,R + K

SIST EN 12354-2 (preglednica I): K=2 dB

Dopustni nivo zvočne izolacije:

L'n,w,ptr. : 58 dB

Zvok, ki se širi po zraku

Zvočna izolativnost konstrukcije

R'w R : 60 dB

Tip konstrukcije : medetažna konstrukcija.

SIST EN 12354-1 (enačba B.5)

Lastnosti ločilnega konstrukcijskega elementa in stranskih

Zvočne izolirnosti mejne in stranskih konstrukcij

Lastnosti posameznega konstruktivskega elementa in stenskega						Lastnosti izločenega mejnega preloženega konstruktivskega		
pozicija	element	oznaka	m_i (kg/m ²)	$R_{w,i}$ (dB)	$\Delta R_{w,i}$ (dB)	Pot prehoda	oznaka	$R_{Ff,w}$
mejni	medetažna	(Dd)	249,4	59	3	D → d	$R_{Dd,w}$	62
element	k.					1 → 1'	$R_{11',w}$	72
						2 → 2'	$R_{22',w}$	66
						3 → 3'	$R_{33',w}$	72
						4 → 4'	$R_{44',w}$	67
oddajni	stena 1	(1)	85,8	58	3	D → 1'	$R_{D1',w}$	74
prostor	stena 2	(2)	85,8	58	0	D → 2'	$R_{D2',w}$	72
	stena 3	(3)	85,8	58	3	D → 3'	$R_{D3',w}$	74
	stena 4	(4)	85,8	58	0	D → 4'	$R_{D4',w}$	72
sprejemni	stena 1'	(1')	85,8	58	3	1 → D	$R_{1d,w}$	77
	stena 2'	(2')	85,8	58	0	2 → D	$R_{2d,w}$	74
	stena 3'	(3')	85,8	58	3	3 → D	$R_{3d,w}$	74
prostor						4 → D	$R_{4d,w}$	72

S pomočjo enačbe

$$R'_w = -10 \log \left(10^{-R_{Dd,w}/10} + \sum_{F=f=1}^n 10^{-R_{Ff,w}/10} + \sum_{f=1}^n 10^{-R_{Df,w}/10} + \sum_{F=1}^n 10^{-R_{Fd,w}/10} \right) \text{ dB}$$

Določimo izolirnost ločilne konstrukcije z upoštevanjem stranskega prenosa

Izračunana, dejanska zvočno izolativna vrednost :

R'w, dej: 58 dB

Dovoljena zvočno izolativna vrednost :

R'w, potr.: 52 dB

Tip konstrukcije	ločilna konstrukcija 9.15
Masa konstrukcije	732,0 kg/m ²

Sestava gradbenega elementa	Debelina cm	Gostota kg/ m ³	Ploskovna masa kg/ m ²	Ploščina %
Sikafloor(750)	0,3	700	2,1	100,0
Mikroarmiran beton (2500)	7,5	2500	187,5	100,0
Sistemska plošča za TO (40)	5,2	40	2,1	100,0
PE ekspanzirana folija (30)	1,0	30	0,3	100,0
EPS lahek beton (250)	16,0	250	40,0	100,0
AB plošča (2500)	20,0	2500	500,0	100,0

Udarni zvok**Ocenjeni predpisani nivo udarnega zvoka:****L'n,w,eq,R : 70 dB**

Tip konstrukcije: medetažna konstrukcija

SIST EN 12354-1 (enačba B.5)

Nivo izboljšanja:**Delta Lw,R : 26 dB**Masa estriha > 70 kg/m², Dinamična togost zvočne izolacije max. 50 MN/m³

SIST EN 12354-2 (graf C.I)

Dejanski, ocenjeni predpisani nivo udarnega zvoka:**L'n,w,R : 46 dB**

Izračun : L'n,w,R = L'n,w,eq,R - Delta Lw,R + K

SIST EN 12354-2 (preglednica I): K=2 dB

Dopustni nivo zvočne izolacije:**L'n,w,potr. : 58 dB****Zvok, ki se širi po zraku****Zvočna izolativnost konstrukcije****R'w R : 62 dB**

Tip konstrukcije : medetažna konstrukcija.

SIST EN 12354-1 (enačba B.5)

Lastnosti ločilnega konstrukcijskega elementa in stranskih

Zvočne izolirnosti mejne in stranskih konstrukcij

pozicija	element	oznaka	m _i (kg/m ²)	R _{w,i} (dB)	ΔR _{w,i} (dB)	Pot prehoda	oznaka	R _{Ff,w}
mejni element	medetažna k.	(Dd)	732,0	63	3	D → d	R _{Dd,w}	66
						1 → 1'	R _{11',w}	75
						2 → 2'	R _{22',w}	69
						3 → 3'	R _{33',w}	75
						4 → 4'	R _{44',w}	70
oddajni prostor	stena 1	(1)	500	59	3	D → 1'	R _{D1',w}	77
	stena 2	(2)	500	59	0	D → 2'	R _{D2',w}	75
	stena 3	(3)	500	59	3	D → 3'	R _{D3',w}	77
	stena 4	(4)	500	59	0	D → 4'	R _{D4',w}	75
sprejemni prostor	stena 1'	(1')	500	59	3	1 → D	R _{1d,w}	77
	stena 2'	(2')	500	59	0	2 → D	R _{2d,w}	75
	stena 3'	(3')	500	59	3	3 → D	R _{3d,w}	77
	stena 4'	(4')	500	59	0	4 → D	R _{4d,w}	75

S pomočjo enačbe

$$R'_w = -10 \log \left(10^{-R_{Dd,w}/10} + \sum_{f=1}^n 10^{-R_{Ff,w}/10} + \sum_{f=1}^n 10^{-R_{Df,w}/10} + \sum_{F=1}^n 10^{-R_{Fd,w}/10} \right) \text{ dB}$$

Določimo izolirnost ločilne konstrukcije z upoštevanjem stranskega prenosa

Izračunana, dejanska zvočno izolativna vrednost :**R'w, dej: 60 dB****Dovoljena zvočno izolativna vrednost :****R'w, potr.: 57 dB**

Vhodna vrata v učilnice in kabinete: ločilna konstrukcija 9.5

Poz.: 6

Skladno s preglednico 9 (TSG-1-005:2012) mora biti zvočna izolirnost vrat: **$R'_w \geq 27\text{dB}$**

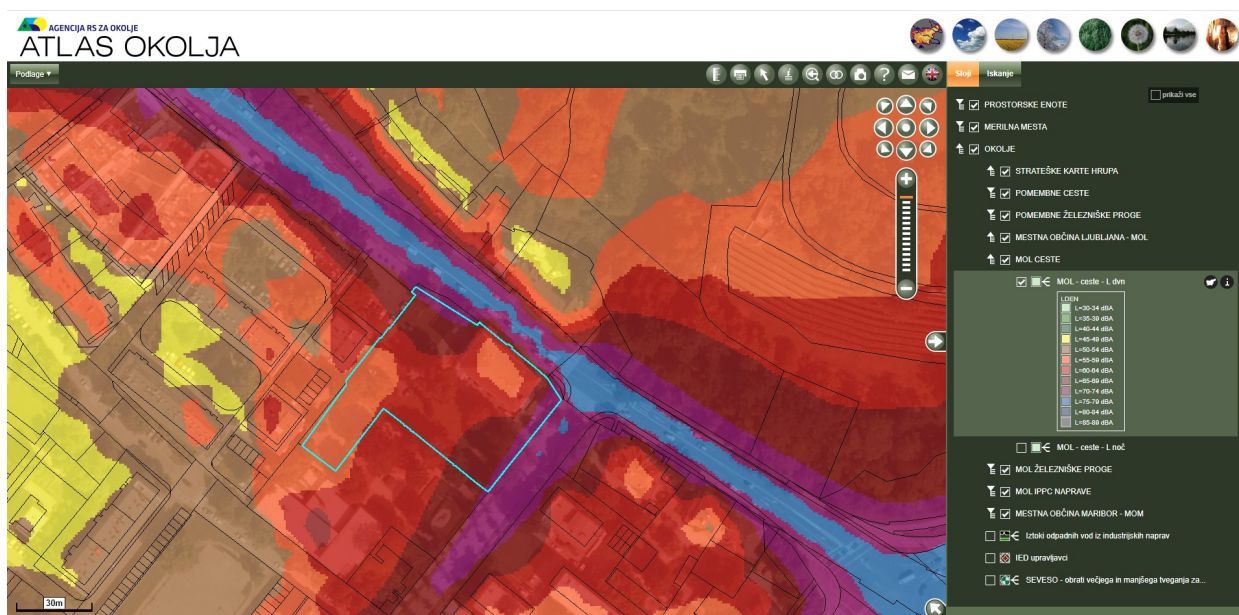
Zvočna izolirnost vrat, izmerjena v laboratoriju, mora biti za 5 dB večja od zvočne izolirnosti vgrajenih vrat. Torej morajo vrata v učilnice in kabinete dosegati vsaj **$R_w=32\text{ dB}$** !

2. ZAŠČITA PRED HRUPOM V OKOLJU

NAPOVED OBREMENITVE OKOLJA S HRUPOM

Za potrebe izdelave elaborata upoštevamo oceno, da bo v času obratovanja objekta prevladoval hrup prometa, tako v dnevnem, kot tudi v nočnem času.

Za določitev potrebnih ukrepov za zvočno zaščito prostorov pred zunanjim hrupom v izhajamo skladno z navedbami iz lokacijske informacije, strateške karte hrupa za Mestno občino Ljubljana (Slika 1) ter skladno s TSG -1- 005:2012 splošne okoljske mejne ravni hrupa v okolju – Preglednica 1.



Slika 1: Strateška karta hrupa L_{dvn} za obravnavano lokacijo

Preglednica 1: Splošne okoljske mejne ravni hrupa L_{dvn} za posamezna območja varstva pred hrupom

Območje varstva pred hrupom	L_{dvn} (dBA)
IV. območje	75
III. območje	60
II. območje	55
I. območje	50

NAMEMBNOST PROSTOROV V OBJEKTU IN MEJNE VREDNOSTI

Potrebna zvočna izolativnost celotne fasadne konstrukcije je odvisna od namembnosti prostora v objektu, kot tudi od dnevne ravni zunanjega hrupa (Preglednica 2).

Preglednica 2: Potrebne zvočne izolativnost glede na namembnost prostorov in ravni zunanjega hrupa

	Namembnost prostora				
	Prostori v stanovanjih	Prenočitvene enote v stavbah za nastanitev (hotelih, motelih, penzionih, ipd.) ter sobe v stanovanjskih stavbah za posebne namene (domovi za starejše, dijaški domovi, internati, ipd.)	Bolniške sobe	Ambulante ordinacije, operacijski prostori	Učilnice, predavalnice, delovni in študijski kabineti, knjižnice, čitalnice, ipd
Mejne vrednosti ekvivalentnih ravni hrupa L_{Aeq}^1 dB(A)					
dan	35	35	30	35	35
večer	33	33	30	35	35
noč ²	30	30	30	35	35

¹⁾ Mejne ravni hrupa se nanašajo na standardno opremo in absorpcijo

²⁾ Ekvivalentna raven hrupa v nočnem času se nanaša na tisto uro, ko je hrup največji

DOLOČITEV POTREBNE IZOLIRNOSTI OVOJA

Najprej določimo potrebno zvočno izolirnost fasadnega pasu, ki ustreza robnim pogojem:

- splošen hrup: R'_{45} ,
- raven zunanjega hrupa: $L_{zun} = 75$ dB,
- maksimalna dovoljena raven hrupa v prostoru: $L_{not} = 35$ dB,
- površina deleža fasade, ki pripada varovanemu prostoru: $S_f = 52,1$ m²,
- ekvivalentna absorpcijska površina varovanega prostora: $A = 99,8$ m²,
- korekcija za spektralno prilagoditev: $C_{tr} = 1,5$ dB.

$$L_{notri} = L_{zunaj, 2m} - (R'_{w,f} + C_{tr,f}) + 10 \cdot \log\left(\frac{S_f}{A}\right) - \Delta L_{fs}$$

Skupna izolirnost fasade $R'_{w,f}$ mora znašati vsaj 41 dB!

O okvirno potrebno zvočno izolativnost oken/vrat je mogoče določiti z enačbo

$$R'_{w,o} = R'_{w,f,p} - 10 \cdot \log\left[1 + \frac{S_f}{S_o} \cdot \left(10^{\frac{R'_{w,f,p} - R'_{w,f}}{10}} - 1\right)\right]$$

Pri čemer je:

$R'_{w,o}$ – zvočna izolativnost vgrajenih oken/vrat,

$R'_{w,f,p}$ – zvočna izolirnost polnega dela fasade (dB),

$R'_{w,f}$ – skupna zvočna izolirnost dela fasade, ki pripada varovanemu prostoru (dB),

S_f – celotna ploščina fasade,

S_o – ploščina oken/vrat.

Potrebno zvočno izolativnost oken določimo za vsako od orientacij fasade posebej.

Vhodni podatki:

- $R'_{F-01} > 64$ dB,
- $R'_{w,f} = 36$ dB

Preglednica 3: Potrebna zvočna izolativnost zasteklitve v odvisnosti od deleža zasteklitve po posameznih fasadah.

Oznaka/pozicija	Element	S_o/S_f (%) _i	$R'_{w,f,p}$ (dB)	$R'_{w,f}$ (dB)	$R'_{w,o}$ (dB)	$R_{w,o}$ (dB)
Poz 3	F-01 OKNA S	51	64	36	38	40
Poz 4	F-01 OKNA J	44	64	36	38	40

Pravilnik o zvočni zaščiti stavb (Ur. L. RS 10/2012) zahteva 2 dB večjo vrednost za okna in vrata, ki so bila izmerjena v laboratoriju ($R_{w,okno} = R'_{w,okno} + 2$ dB)!

Kontrola zvočne izolirnosti zunanjih ločilnih elementov se določi z enačbo:

$$(R'_{w,f} + C_{tr,f}) = (R_{w,f,p} + C_{tr,f,p}) - 10 \cdot \log\left[1 + \frac{S_o}{S_f} \cdot \left(\frac{10^{0,1(R_{w,f,p} + C_{tr,f,p})}}{10^{0,1(R'_{w,o} + C_{tr,o})}} - 1\right)\right]$$

Kjer je:

- $R'_{w,o}$ – zvočna izolirnost okna (dB),
- $R_{w,f,p}$ – zvočna izolirnost polnega dela fasade (dB),
- $R'_{w,f}$ – skupna zvočna izolirnost dela fasade, ki pripada varovanemu prostoru (dB),
- $C_{tr,o}$ – korekcija za spektralno prilagoditev okna (dB),
- $C_{tr,f}$ – korekcija za spektralno prilagoditev fasade (dB),
- $C_{tr,fp}$ – korekcija za spektralno prilagoditev polnega dela fasade (dB),
- S_f – skupna površina fasade, ki pripada varovanemu prostoru (m²),
- S_o – površina okna (m²)

Skupna izračunana zvočna izolirnost dela fasade, ki pripada varovanemu elementu, ki znaša 36 dB, pokaže, da je potrebno izbrati fasadno zasteklitev in stavbno pohištvo z vgrajeno zvočno izolirnostjo $R'_{w,o}$ vsaj 38 dB oziroma z izmerjeno zvočno izolirnostjo $R_{w,o}$ vsaj 40 dB!

IZKAZ O ZAŠČITI PRED HRUPOM

Nivo projekta: PZI

Podatki o stavbi

Naziv stavbe: CENTER JANEZA LEVCA, PRIZIDEK UČNE DELAVNICE
Lokacija stavbe: k.o. PRULE (2677); p.š.: 22/100, 22/99, 612/74
Investitor: MOL, Mestni trg 1, 1000 Ljubljana
Odgovorni projektant: Samo Groleger, udia
Izdellovalec elaborata: Tadej Gruden, udig
Datum izdelave projektne dokumentacije: JULIJ 2023
Elaborat izdelan (ustrezno podčrtaj):
a) po smernici
b) po zadnjem stanju tehnike



ZAŠČITA PRED HRUPOM V OKOLJU

Izračun izveden na podlagi (ustrezno podčrtaj):

- a) mejnih ravni hrupa v okolju (razpredelnica 1 v tehnični smernici)
b) izmerjenih ali izračunanih ravni hrupa v okolju

Merodajni kazalci hrupa v okolju, uporabljeni v izračunu zvočne izolirnosti ovoja stavbe

IV. OBMOČJE	Klasifikacija stavbe
75 dB (A)dan	12630 Stavbe za izobraževanje in znanstveno raziskovalno delo: 100%

Zvočna izolacija ovoja stavbe

				Načrtovani ukrep	Izvedeni ukrep	
Ločilni element ali prostor		Projektne vrednosti		Izračunane vrednosti	Izmerjene vrednosti	
Oznaka/ pozicija	Element ali sklop elementov	Oznaka veličine (enota)				Ustreza da/ne
ZUNANJI POKONČNI LOČILNI ELEMENTI						
	F-01 ZUNANJA STENA	dB	≥ 35	64		DA
POZ 3	F-01 OKNA S	dB	$R_{w,o}$ ≥ 35	40		DA
POZ 4	F-01 OKNA J	dB	$R_{w,o}$ ≥ 35	40		DA
ZUNANJI VODORAVNI LOČILNI ELEMENTI						

Zaščita pred hrupom v stavbi

Zvočna izolacija notranjih ločilnih elementov

				Načrtovani ukrep	Izvedeni ukrep	
Ločilni element ali prostor		Projektne vrednosti		Izračunane vrednosti	Izmerjene vrednosti	
Oznaka/ pozicija	Element ali sklop elementov	Oznaka veličine (enota)				Ustreza da/ne
NOTRANJI LOČILNI ELEMENTI (stene, stene z vrat, ipd.)						
POZ 1:Z-n-07	Ločilna konstrukcija 9.1	R'w (dB)	≥ 52	56		DA
POZ 2:Z-n-09	Ločilna konstrukcija 9.1	R'w (dB)	≥ 52	58		DA
POZ 3:Z-n-09a	Ločilna konstrukcija 9.7	R'w (dB)	≥ 52	57		DA
POZ 6: Vrata	Ločilna konstrukcija 9.5	R'w (dB)	≥ 27	32		DA
NOTRANJI VODORAVNI LOČILNI ELEMENTI (medetažne konstrukcije, podesti, stopnice)						
POZ 2: T-n-01	Medetažna konstrukcija 9.12	R'w (dB)	≥ 52	58		DA
		Ln,w (dB)	≤ 58	57		DA
POZ 2: T-p-01a	Medetažna konstrukcija 9.12	R'w (dB)	≥ 57	60		DA
		Ln,w (dB)	≤ 58	46		DA

Podpis izdelovalca elaborata: