


vsebina elaborata	OCENA ZVOČNE IZOLACIJE GRADBENA AKUSTIKA
št. elaborata	23/17
investitor	MINISTRSTVO ZA KULTURO Maistrova ulica 10 LJUBLJANA 1000
objekt	NEKDANJA AUERSPERGOVA ŽELEZARNA NA DVORU PRI ŽUŽEMBERKU
vrsta projektne dokumentacije	PROJEKT ZA GRADBENO DOVOLJENJE
gradnja	REKONSTRUKCIJA IN DOGRADITEV
izdelovalec	Arhitekturna akustika in svetovanje Saša Galonja s.p. Zgornja Slivnica 1a ŠMARJE – SAP 1293
akustik	 SAŠA GALONJA univ. dipl. inž. arh.
odgovorni vodja projekta	dr. ANDREJ GOLJAR univ. dipl. inž. arh.
kraj izdelave	Magdalenska gora
datum izdelave	oktober 2017

KAZALO:

UVOD	4
NAVEDBA PO PRVI ALINEJI 10. ČLENA PRAVILNIKA	5
OPIS RABE STAVBE	6
PODATKI O OCENJENI ALI DEJANSKI RAVNI ZUNANJEGA HRUPA	7
PROJEKTNE VREDNOSTI ZVOČNE IZOLACIJE IN RAVNI HRUPA	8
GRADBENA AKUSTIKA	10
VPLIVI ZUNANJEGA HRUPA NA STAVBO	11
ZVOČNA IZOLIRNOST NOTRANJIH LOČILNIH ELEMENTOV	17
VERTIKALNE LOČILNE KONSTRUKCIJE	18
NAVODILA ZA IZVEDBO LAHKIH PREDELNIH STEN IN OBLOG TER PREBOJEV SKOZI NJIH	22

UVOD

Ministrstvo za kulturo je naročilo izdelavo projektne dokumentacije za obnovo nekdanje Auerspergove železarne na Dvoru pri Žužemberku. Zahteva naročnika je določiti ločilne konstrukcije prostorov in zagotoviti skladnost s predpisom ter določiti zvočne parametre tistim elementom, ki prispevajo k uspešni zvočni izolaciji.

S tem elaboratom dokazujemo, da predvidene sestave ločilnih elementov dosegajo zahteve naših predpisov in dokazujemo ustreznost predvidenih ločilnih konstrukcij med izrazito hrupnimi prostori in med tistimi prostori za katere obstajajo predpisane zahteve oziroma drugi tehnični parametri, kar se tiče ravni hrupa.

Izračuni, ki so opravljeni, predvsem pa ponujene rešitve, veljajo le toliko časa, dokler se držimo vseh njenih segmentov. Vsaka zamenjava materiala, odstopanje od količin, finalnih obdelav ali tu predpisanih mer, ne pokvari le kosa, ampak celoto, saj šele vsi povezani deli predstavljajo akustično rešitev.

Odstopanja od zapisanih mer niso dovoljena. Vsako samovoljno spreminjanje parametrov povzroči, da ta ekspertiza nima več projektantske teže. V takšnem primeru ne odgovarjamo za dobljene rezultate.

NAVEDBA PO PRVI ALINEJI 10. ČLENA PRAVILNIKA

Elaborat gradbene akustike je izdelan skladno s Pravilnikom o zaščiti pred hrupom v stavbah (Uradni list RS, št. 10/12) in na podlagi Tehnične smernice za graditev TSG-1-005:2012 Zaščita pred hrupom v stavbah.

Pri izdelavi akustičnih elaboratov in projektov je treba s področja akustike upoštevati naslednje predpise in druge normativne dokumente:

- Uredba o mejnih vrednostih kazalcev hrupa v okolju (Uradni list RS, št. 105/05, 34/08, 109/09 in 62/10),
- Pravilnik o zahtevah za zagotavljanje varnosti in zdravja delavcev na delovnih mestih (Uradni list RS, št. 89/99 in 39/05),
- Pravilnik o varovanju delavcev pred tveganji zaradi izpostavljenosti hrupu pri delu (Uradni list RS, št. 17/06 in 18/06 – popr.),
- Standard SIST EN 12354-1: 2001 Akustika v stavbah – Ocenjevanje akustičnih lastnosti stavb iz lastnosti sestavnih delov – 1. del: Izolirnost pred zvokom v zraku med prostori,
- Standard SIST EN 12354-2: 2001 Akustika v stavbah – Ocenjevanje akustičnih lastnosti stavb iz lastnosti sestavnih delov – 1. del: Izolirnost pred udarnim zvokom med prostori,
- Standard SIST EN 12354-3: 2001 Akustika v stavbah – Ocenjevanje akustičnih lastnosti stavb iz lastnosti sestavnih delov – 3. del: Izolirnost pred zvokom v zraku iz zunanosti,
- Standard DIN 4109: 1989 Schallschutz im Hochbau, Zvočna zaščita stavb, z dodatki in spremembami.

OPIS RABE STAVBE

Skladno z Uredbo o klasifikaciji vrst objektov in objektih državnega pomena (Uradni list RS, št. 109/11) je objekt razvrščen v:

CC-SI 1262 – Muzeji in knjižnice

Za potrebe izračunov v Elaboratu zaščite pred hrupom v stavbah so posamezni deli stavb razvrščeni v:

CC-SI 1262 – Muzeji in knjižnice

CC-SI 12112 – Gostilne, restavracije in točilnice

PODATKI O OCENJENI ALI DEJANSKI RAVNI ZUNANJEGA HRUPA

Gre za poseljeno območje za katerega je treba iz prostorskega akta razbrati obremenjenost s hrupom in projekcije ravni hrupa ter jih pri izračunu potrebne zvočne izolacije ovoja upoštevati. Območje ureja prostorski akt: Odlok o občinskem prostorskem načrtu Občine Žužemberk (OPN Žužemberk) (Uradni list RS, št. 55/14), ki določa, da obravnavano območje sodi v III. območje varstva pred hrupom.

Načrtovana stavba je predvidena na lokaciji, kjer podatkov o opravljenih meritev hrupa ni, prav tako podatki o računskih ocenah dejanske obremenjenosti s hrupom ali podatki o predvidenih obremenitvah niso znani, saj ne gre za poselitveno območje z več kot 100.000 prebivalcev, kot to določa Uredba o mejnih vrednostih kazalcev hrupa v okolju (Uradni list RS, št. 105/05, 34/08, 109/09 in 62/10), niti ne gre za vir onesnaževanja s hrupom po 6. točki prvega odstavka 3. člena iste uredbe. Zato pri izračunu zvočne izolacije zunanjih ločilnih elementov stavbe upoštevamo le splošne okoljske mejne ravni zunanjega hrupa iz preglednice:

Območje varstva pred hrupom	L_{dan} dB(A)
IV. območje	75
III. območje	60
II. območje	55
I. območje	50

Obravnavano območje glede na namensko rabo prostora sodi v III. območje varstva pred hrupom.

PROJEKTNE VREDNOSTI ZVOČNE IZOLACIJE IN RAVNI HRUPA

Pravilnik o zaščiti pred hrupom v stavbah predpisuje minimalne vrednosti izolacije pred zvokom v zraku za ločilne konstrukcije, predpisuje zvočno izolirnost vrat in maksimalno dovoljene vrednosti ravni udarnega zvoka.

Za muzeje in knjižnice določa: »V stavbah za kulturo in razvedrilo, v stavbah za šport, v obrednih stavbah in v nerazvrščenih stavbah je potrebno zagotoviti, da v varovanih in poslovnih prostorih teh stavb zaradi uporabe ostalih prostorov teh stavb ne bodo presežene mejne vrednosti ravni hrupa iz preglednic 2 in 3.«

Za gostilne, restavracije in točilnice določa:

Preglednica 6

Gostilne, restavracije in točilnice (CC-SI 12112)

Zap. št.	Funkcija ločilnega elementa	Izolacija (dB)	
6.1	Stena med manj hrupno restavracijo in delom stavbe druge namembnosti ali različnih uporabnikov	R'_w	52
6.2	Stena med hrupno restavracijo in delom stavbe druge namembnosti ali različnih uporabnikov	R'_w	57
6.3	Medetažna konstrukcija med manj hrupno restavracijo in delom stavbe druge namembnosti ali različnih uporabnikov nad njo	R'_w $L'_{n,w}$	52 58
6.4	Medetažna konstrukcija med manj hrupno restavracijo in delom stavbe druge namembnosti ali različnih uporabnikov pod njo	R'_w $L'_{n,w}$	52 53
6.5	Medetažna konstrukcija med hrupno restavracijo in delom stavbe druge namembnosti ali različnih uporabnikov nad njo	R'_w $L'_{n,w}$	57 58
6.6	Medetažna konstrukcija med hrupno restavracijo in delom stavbe druge namembnosti ali različnih uporabnikov pod njo	R'_w $L'_{n,w}$	57 43

Hrup v varovanih in poslovnih prostorih stavbe v posameznih obdobjih dneva ne sme presegati mejnih ekvivalentnih ravni hrupa L_{Aeq} , iz naslednje preglednice:

Namembnost prostora	Mejne vrednosti ekvivalentnih ravni hrupa L_{Aeq}^1 dB(A)		
	dan	večer	noč ²
Prostori v stanovanjih	35	33	30
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.)	35	33	30

Bolniške sobe	30	30	30
Ambulante, ordinacije, operacijski prostori	35	35	35
Učilnice, predavalnice, delovni in študijski kabineti, knjižnice, čitalnice ipd.	35	35	35

¹ Mejne ravni hrupa se nanašajo na opremljene prostore in standardno absorpcijo

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

Mejne ravni hrupa L_{AFmax} , ki ga v posameznih varovanih in poslovnih prostorih stavbe povzroča obratovalna oprema ali hrup iz prostorov druge namembnosti, ne smejo preseči naslednjih vrednosti iz preglednice:

Namembnost prostora	Mejne ravni hrupa $L_{AFmax}^{1,2}$ dB(A)
Varovani prostori v stanovanjih, prenočitvene enote, bolniške sobe	30
Ambulante, ordinacije, operacijski prostori	35
Učilnice, predavalnice, delovni in študijski kabineti, knjižnice, čitalnice ipd.	40

¹ Mejne vrednosti ravni hrupa se nanašajo na opremljene prostore

² Posamezne kratkotrajne konice hrupa, ki nastajajo pri uporabi vodovodnih instalacij in armatur v sosednjih prostorih, se ne upoštevajo

Priloga 1 Pravilnika o varovanju delavcev pred tveganji zaradi izpostavljenosti hrupu pri delu (Uradni list RS, št. 17/06, 18/06 – popr. in 43/11 – ZVZD-1) določa naslednje dopustne ravni hrupa na delovnih mestih:

NAJVEČJE DOPUSTNE EKVIVALENTNE RAVNI HRUPA ZA NEMOTENO DELO PRI POSAMEZNIH VRSTAH DELOVNIH OPRAVIL

Zap. št.	Vrsta delovnih pravil	Dopustna ekvivalentna raven hrupa na delovnem mestu v dB(A)	
		a	b
1	Najzahtevnejše mentalno delo	45	40
2	Pretežno mentalno delo, pri katerem je potrebna velika koncentracija in/ali ustvarjalno mišljenje ali so potrebne daljnosežne odločitve, sejne dvorane, pouk v šolah, zdravniški pregledi in posegi, znanstveno delo, raziskave, razvoj programov, zahtevnejša pisarniška dela, telefonske centrale	55	45
3	Enostavna pisarniška in njim primerljiva dela, prodaja, zahtevna montaža in njej primerljiva pretežno fizična dela, zahtevno krmiljenje sistemov	65	55
4	Manj zahtevno krmiljenje sistemov, manj zahtevna fizična dela, ki zahtevajo zbranost in pazljivost in njim podobna dela.	70	60
5	Pretežno rutinska fizična dela, ki zahtevajo slušno spremljanje okolja	80	75
6	Noseče ženske	80	55

a – velja za splošni hrup na delovnem mestu zaradi drugih proizvodnih virov v okolici delovnega mesta;

b – velja za hrup na delovnem mestu zaradi neproizvodnih virov (ventilacija, klimatizacija, sosednji obrati, hrup prometa ipd.);

Narava dela v delovnih prostorih iz projektne naloge ni znana, lahko pa določimo dopustno raven hrupa neposredno iz navedenega predpisa:

za večnamensko multimedijško dvorano v Trajberku: 45 dB(A),

za razstavni prostor v Lončariji 55 dB(A) .

GRADBENA AKUSTIKA

VPLIV ZUNANJEGA HRUPA NA STAVBO

Obravnavano območje zaradi predvidene namenske rabe prostora skladno s prostorskim aktom sodi v območje III. stopnje varstva pred hrupom. Vpliv okolice predstavlja hrup drugih objektov, manj je spekter hrupa odvisen od prometa, del hrupa predstavlja tudi tok reke.

Za izračun potrebne izolirnosti fasade poiščemo prostor, kjer so zahteve najbolj stroge (raven notranjega hrupa je omejena s 45 dB(A)) obenem pa je ločilna površina fasade največja – to je multimedijski prostor (T05):

POTREBNA ZVOČNA IZOLIRNOST FASADNEGA PASU - SPLOŠEN HRUP			
	simbol	enota	
Raven zunanega hrupa	(L_{zun})	60	dB
Maksimalna dopustna raven hrupa v sprejemnem prostoru	(L_{not})	45	dB
Površina ločilnega elementa	(S_s)	111,5	m ²
Ekvivalentna absorpcijska površina sprejemnega prostora	(A)	10,0	m ²
korekcijski faktor zaradi spektra hrupa	(F)	1,5	dB
IZOLIRNOST	$(R'_{45}) =$	27	dB

Izračun pokaže, da bodo fasadni pasovi Trajberka ustrezali, če bo skupna izolirnost vseh elementov ovoja dosegala najmanj 27 dB izolacije pred hrupom v zraku.

Izračun ponovimo za drugo stavbo – Lončarijo, kjer se samo en prostor – galerija:

POTREBNA ZVOČNA IZOLIRNOST FASADNEGA PASU - SPLOŠEN HRUP			
	simbol	enota	
Raven zunanega hrupa	(L_{zun})	60	dB
Maksimalna dopustna raven hrupa v sprejemnem prostoru	(L_{not})	55	dB
Površina ločilnega elementa	(S_s)	447,7	m ²
Ekvivalentna absorpcijska površina sprejemnega prostora	(A)	10,0	m ²
korekcijski faktor zaradi spektra hrupa	(F)	1,5	dB
IZOLIRNOST	$(R'_{45}) =$	24	dB

Izračun pokaže, da bodo fasadni pasovi Lončarije ustrezali, če bo skupna izolirnost vseh elementov ovoja dosegala najmanj 24 dB izolacije pred hrupom v zraku.

ZS 01a – ZUNANJA STENA OPEČNA

Projektant je v Lončariji in v Trajberku kot fasadno steno predvidel naslednjo sestavo:

1. VEZANE PLOŠČE ZA NOTRANJE OBLOGE	0,8000 cm
2. MINERALNA VOLNA	4,0000 cm
3. APNENA MALTA 1600	3,0000 cm
4. MREŽASTA IN VOTLA OPEKA 1400	30,0000 cm

5. MINERALNA VOLNA	14,0000 cm
6. SLOJ ZRAKA	5,0000 cm
7. LES - SMREKA, BOR	1,8000 cm

Po podatkih iz standardov SIST EN 12354-1 in DIN 4109 ima takšen zid površinsko maso 316 kg/m², zato je predvidena izolacija pred hrupom v zraku najmanj 49 dB. Preverimo vpliv zaradi dodatnih slojev fasade na zvočno izolirnost fasade.

Za izračun resonančne frekvence uporabimo enačbo:

$$f_0 = 160 \sqrt{\frac{0.111}{d} \left(\frac{1}{m'_1} + \frac{1}{m'_2} \right)}$$

RESONANČNA FREKVENCA VEČ ELEMENTOV LOČILNE KONSTRUKCIJE - BREZ STIKA

$$f_0 = 160 * \text{SQRT}((0.111/d) * (1/m_1 + 1/m_2))$$

	simbol	enota
razmik med materialoma	d	0,190 m
površinska masa materiala 1	m_1	319 kg/m ²
površinska masa materiala 2	m_2	12 kg/m ²
resonančna frekvenca	$f_0 =$	36 Hz

IZBOLJŠANJE OVREDNOTENE ZVOČNE IZOLIRNOSTI $(R_{s,w}) =$ 59 dB

Skupna izolacija se poveča za 10 dB na skupaj 59 dB, kar je še vedno mnogo več kot potrebnih 24 dB za Lončarijo oziroma 27 dB za Trajberk. Sestava ustreza.

ZS 02 – ZUNANJA STENA

Obstoječi del ima naslednjo sestavo fasadne stene:

1. APNENA MALTA 1600	3,0000 cm
2. POLNA OPEKA 1600	70,0000 cm

Po podatkih iz standardov SIST EN 12354-1 in DIN 4109 ima takšen zid površinsko maso 1120 kg/m², zato je predvidena izolacija pred hrupom v zraku najmanj 70 dB.

OVREDNOTENA ZVOČNA IZOLIRNOST

površinska masa (> 150 kg/m²)

	simbol	enota	korekcijski faktor (dB)	
	m'	1120	kg/m ²	C C _{tr}
Avstrijci: $R_w = 33 * \log(m'/m_0') - 28$	R_w	72	dB	
Francozi: $R_w = 40.0 * \log(m'/m_0') - 45$	R_w	76	dB	-1
Britanci: $R_w = 21.65 * \log(m'/m_0') - 2.3$	R_w	62	dB	
Kremer: $R_w = 14 * \log(m'/m_0') + 14$	R_w	56	dB	

SIST EN 12354-1:	R_w	72	dB	-2	-7
	$R_{w,R}$	70	dB		

Sestava ustreza.

PS 01 –STREHA LONČARIJA

Projektant je predvidel naslednjo sestavo:

1. VEZANE PLOŠČE ZA NOTRANJE OBLOGE	1,0000 cm
2. MINERALNA VOLNA	5,0000 cm
3. PLOŠČE IZ LESENE VOLNE 25 MM	2,5000 cm
4. URSA SECO PRO 100	0,0200 cm
5. MINERALNA VOLNA	20,0000 cm
6. URSA SECO PRO 0,04	0,0800 cm
7. SLOJ ZRAKA	5,0000 cm
8. STREŠNIKI	1,8000 cm

Z uporabo standarda DIN 4109 (tabela 39) lahko ugotovimo, da predvidena konstrukcija zagotavlja najmanj 45 dB izolacije pred zvokom v zraku. Sestava ustreza.

PS 01a –STREHA TRAJBERK

Projektant je predvidel naslednjo sestavo:

1. VEZANE PLOŠČE ZA NOTRANJE OBLOGE	1,0000 cm
2. MINERALNA VOLNA	5,0000 cm
3. PLOŠČE IZ LESENE VOLNE 25 MM	2,5000 cm
4. URSA SECO PRO 100	0,0200 cm
5. MINERALNA VOLNA	20,0000 cm
6. URSA SECO PRO 0,04	0,0800 cm
7. PLOŠČE IZ LESENE VOLNE 25 MM	2,5000 cm

Sestava je primerljiva z lahkimi pregradnimi sestavljenimi stenami (kot npr. mavčno-kartonske ločilne konstrukcije). Z uporabo standarda DIN 4109 (tabela 9) lahko ugotovimo, da predvidena konstrukcija zagotavlja najmanj 44 dB izolacije pred zvokom v zraku. Sestava ustreza.

OKNA VEČNAMENSKE MULTIMEDIJSKE DVORANE

Da določimo potrebno izolirnost prozornih elementov fasade, moramo najprej izračunati razmerje med masivnimi in steklenimi deli dvorane.

SKUPNA IZOLIRNOST VEČ ELEMENTOV LOČILNE KONSTRUKCIJE
--

$R'_w = 10 \cdot \log(S / (S_1/\sigma_1 + S_2/\sigma_2 + \dots + S_n/\sigma_n))$				
	m ²	%	dB	
skupna površina (S)	109,2	100		
površina 1 (S ₁)	46,3	42,4	59	izolirnost elem. 1 (σ ₁)
površina 2 (S ₂)	54,6	50,0	33	izolirnost elem. 2 (σ ₂)
površina 3 (S ₃)	8,3	7,6	25	izolirnost elem. 3 (σ ₃)
skupna izolirnost $R'_w = 33,0$ dB				

Velja, da morajo okna, namenjena vgradnji v multimedijško dvorano z laboratorijskim poročilom ali izjavo o skladnosti zagotavljati najmanj 35 dB izolirnosti pred hrupom v zraku.

OKNA RECEPCIJE IN PISARNE V TRAJBERKU

Da določimo potrebno izolirnost prozornih elementov fasade, moramo najprej izračunati razmerje med masivnimi in steklenimi deli pisarne, kjer je razmerje med zastekljenimi in masivnimi površinami največje.

SKUPNA IZOLIRNOST VEČ ELEMENTOV LOČILNE KONSTRUKCIJE				
$R'_w = 10 \cdot \log(S / (S_1/\sigma_1 + S_2/\sigma_2 + \dots + S_n/\sigma_n))$				
	m ²	%	dB	
skupna površina (S)	10,0	100		
površina 1 (S ₁)	7,8	78,0	70	izolirnost elem. 1 (σ ₁)
površina 2 (S ₂)	2,2	22,0	18	izolirnost elem. 2 (σ ₂)
skupna izolirnost $R'_w = 24,0$ dB				

Velja, da morajo okna, namenjena vgradnji v recepcijo in pisarno z laboratorijskim poročilom ali izjavo o skladnosti zagotavljati najmanj 20 dB izolirnosti pred hrupom v zraku.

VRATA V VEČNAMENSKO MULTIMEDIJSKO DVORANO

Da ne presežemo dopustne ravni hrupa v prireditvenem prostoru, upoštevaje izolirnost stene in steklene fasade izračunamo:

SKUPNA IZOLIRNOST VEČ ELEMENTOV LOČILNE KONSTRUKCIJE				
$R'_w = 10 \cdot \log(S / (S_1/\sigma_1 + S_2/\sigma_2 + \dots + S_n/\sigma_n))$				
	m ²	%	dB	

skupna površina (S)	109,2	100		
površina 1 (S ₁)	46,3	42,4	59	izolirnost elem. 1 (σ ₁)
površina 2 (S ₂)	54,6	50,0	33	izolirnost elem. 2 (σ ₂)
površina 3 (S ₃)	8,3	7,6	25	izolirnost elem. 3 (σ ₃)
<hr/>				
skupna izolirnost	R' _w = 33,0 dB			

Vrata v večnamensko multimedijsko dvorano morajo z laboratorijskim poročilom ali izjavo o skladnosti zagotavljati najmanj 30 dB izolirnosti pred hrupom v zraku.

ZVOČNA IZOLATIVNOST NOTRANJIH LOČILNIH ELEMENTOV

Kot predpisuje pravilnik določimo izolativnost ločilnih konstrukcij pred hrupom v zraku skladno s standardom SIST EN 12354-1, podredno pa uporabimo tudi nemški standard DIN 4109, bodisi na osnovi njihove površinske mase ali kot lahke točkovno spojene gibke konstrukcije. Kadar gre za prefabricirane sklope, elemente in proizvode uporabimo tudi z dokazili o skladnosti podprte zvočne vrednosti.

Medetažne konstrukcije s plavajočim podom sicer ne moremo šteti za enojne konstrukcije, saj je njihova izolacija pred zvokom v zraku pri resonančni frekvenci plavajočega poda celo nekoliko nižja, kot bi bila ob homogeni sestavi, a je resonančna frekvenca po navadi pod 100 Hz in zato skupne izolativnosti ne poslabša bistveno. Uporabimo metodologijo določeno v TSG-1-005:2012 Zaščita pred hrupom v stavbah, ki se pri izračunu ravni udarnega hrupa naslanja na slovenski standard SIST EN 12354-2.

Preverjamo tiste ločilne konstrukcije, ki so opredeljene v Pravilniku o zaščiti pred hrupom v stavbah, to je prostore za katere veljajo zahteve o največji dovoljeni ravni hrupa in tiste, ki so opredeljene v projektni nalogi.

VERTIKALNE LOČILNE KONSTRUKCIJE

OK 04 - STENA MED PISARNO IN VEČNAMENSKO MULTIMEDIJSKO DVORANO

Predpis za ločilno konstrukcijo med tovrstnima prostoroma določa, da je treba na podlagi dovoljene ravni hrupa v sprejemnem prostoru potrebno zvočno izolirnost šele izračunati:

POTREBNA ZVOČNA IZOLIRNOST LOČILNEGA ELEMENTA			
	simbol	enota	
Raven hrupa v oddajnem prostoru	(L_1)	85	dB
Maksimalna dopustna raven hrupa v sprejemnem prostoru	(L_2)	45	dB
Površina ločilnega elementa	(S_s)	13,5	m ²
Ekvivalentna absorpcijska površina sprejemnega prostora	(A)	10,0	m ²
IZOLIRNOST		$R' =$	42 dB

Izračun pokaže, da bo ustrezala sestava stene, ki bo zagotavljala najmanj 42 dB izolacije pred hrupom v zraku.

Projektant je predvidel:

1. APNENA MALTA 1600	3,0000 cm
2. POLNA OPEKA 1600	70,0000 cm
3. APNENA MALTA 1600	3,0000 cm

Izračun po standardu SIST EN 12354-1 in DIN 4109 pokaže:

OVREDNOTENA ZVOČNA IZOLIRNOST					
površinska masa (> 150 kg/m ²)					
	simbol		enota	korekcijski faktor (dB)	
	m'	1222	kg/m ²	C	C _{tr}
Avstrijci: $R_w = 33 \cdot \log(m'/m_0') - 28$	R_w	73	dB		
Francozi: $R_w = 40.0 \cdot \log(m'/m_0') - 45$	R_w	78	dB	-1	
Britanci: $R_w = 21.65 \cdot \log(m'/m_0') - 2.3$	R_w	63	dB		
Kremer: $R_w = 14 \cdot \log(m'/m_0') + 14$	R_w	57	dB		
SIST EN 12354-1:	R_w	73	dB	-2	-7
	$R_{w,R} =$	71	dB		

Takšen zid ima površinsko maso 1222 kg/m², zato je predvidena izolacija pred hrupom v zraku najmanj 71 dB. Po pravilniku oziroma smernici treba preveriti tudi poslabšanje zaradi stranskega prenosa zvoka. Račun izvedemo po standardu SIST EN 12354-1, dodatkom E in H:

VHODNI PODATKI									
		površinska masa	izolirnost	razmerje mas	M	faktor dušenja vibracij			dolžina spoja
		$m' \text{ (kg/m}^2\text{)}$	$R_w \text{ (dB)}$	m'_s/m'_f		$K_{Ff} \text{ (dB)}$	$K_{Fd} \text{ (dB)}$	$K_{Df} \text{ (dB)}$	$l \text{ (m)}$
Strop (F=f=2)		552	58	2,21	0,34442	11,2	6,4	6,4	3,9
Tla (F=f=1)		506	57	2,41	0,38221	11,9	6,5	6,5	3,9
Bočna 1 (F=f=3)		45	48	27,11	1,43315	36,4	26,6	26,6	3,5
Bočna 2 (F=f=4)		40	35	30,50	1,4843	19,8	24,8	24,8	3,5
Ločilna stena (s)		1220	71						
Površina(s) (m ²)		13,4							
Ločilna stena (s)									
R_{Dd}	71								
	R			korekcija					
	bočnega	R ločilne	K	spoja	rezultat				
R_{1d}	58	71	6,4	5,4	76,2				
R_{2d}	57	71	6,5	5,4	75,9				
R_{3d}	48	71	26,6	5,8	92,0				
R_{4d}	35	71	24,8	5,8	83,7				
strop R_{D2}	58	71	6,4	5,4	76,2				
R_{22}	58		11,2	5,4	74,6				
tla R_{D1}	57	71	6,5	5,4	75,9				
R_{11}	57		11,9	5,4	74,3				
boč1 R_{D3}	48	71	26,6	5,8	92,0				
R_{33}	48		36,4	5,8	90,2				
boč2 R_{D4}	35	71	24,8	5,8	83,7				
R_{44}	35		19,8	5,8	60,7				
$R'_w \text{ (dB)} = 59$									

Sestava ustreza.

OK 05 - STENA MED GOSTINSKIM LOKALOM IN VEČNAMENSKO MULTIMEDIJSKO DVORANO

Predpis za ločilno konstrukcijo med tovrstnima prostoroma določa, da je treba na podlagi dovoljene ravni hrupa v sprejemnem prostoru potrebno zvočno izolirnost šele izračunati:

POTREBNA ZVOČNA IZOLIRNOST LOČILNEGA ELEMENTA		
	simbol	enota
Raven hrupa v oddajnem prostoru	(L_1)	85 dB
Maksimalna dopustna raven hrupa v sprejemnem prostoru	(L_2)	45 dB
Površina ločilnega elementa	(S_s)	26,9 m ²
Ekvivalentna absorpcijska površina sprejemnega prostora	(A)	10,0 m ²
IZOLIRNOST		$R' = 45$ dB

Izračun pokaže, da bo ustrezala sestava stene, ki bo zagotavljala najmanj 45 dB izolacije pred hrupom v zraku.

Projektant je predvidel:

1. VEZANE PLOŠČE ZA NOTRANJE OBLOGE	0,8000 cm
2. MINERALNA VOLNA	4,0000 cm
3. BETON 2500	30,0000 cm
4. APNENA MALTA 1600	3,0000 cm

Izračun po standardu SIST EN 12354-1 in DIN 4109 pokaže:

OVREDNOTENA ZVOČNA IZOLIRNOST					
površinska masa (> 150 kg/m ²)					
	simbol		enota	korekcijski faktor (dB)	
	m'	690	kg/m ²	C	C _{tr}
Avstrijci: $R_w = 33 \cdot \log(m'/m_0') - 28$	R_w	65	dB		
Francozi: $R_w = 40.0 \cdot \log(m'/m_0') - 45$	R_w	68	dB	-1	
Britanci: $R_w = 21.65 \cdot \log(m'/m_0') - 2.3$	R_w	58	dB		
Kremer: $R_w = 14 \cdot \log(m'/m_0') + 14$	R_w	53	dB		
SIST EN 12354-1:	R_w	64	dB	-2	-7
	$R_{w,R} =$	62	dB		

Takšen zid ima površinsko maso 690 kg/m², zato je predvidena izolacija pred hrupom v zraku najmanj 62 dB. Po pravilniku oziroma smernici treba preveriti tudi poslabšanje zaradi stranskega prenosa zvoka. Račun izvedemo po standardu SIST EN 12354-1, dodatkom E in H:

VHODNI PODATKI									
		površinska masa	izolirnost	razmerje mas	M	faktor dušenja vibracij			dolžina spoja
		$m' \text{ (kg/m}^2\text{)}$	$R_w \text{ (dB)}$	m'_s/m'_f		$K_{Ff} \text{ (dB)}$	$K_{Fd} \text{ (dB)}$	$K_{Df} \text{ (dB)}$	$l \text{ (m)}$
Strop (F=f=2)		552	58	1,25	0,09691	11,2	6,4	6,4	7,8
Tla (F=f=1)		506	57	1,36	0,1347	11,9	6,5	6,5	7,8
Bočna 1 (F=f=3)		45	48	15,33	1,18564	36,4	26,6	26,6	3,5
Bočna 2 (F=f=4)		319	49	2,16	0,33506	11,1	6,3	6,3	3,5
Ločilna stena (s)		690	62						
Površina(s) (m ²)		26,9							
Ločilna stena (s)									
R_{Dd}	62								
	R			korekcija					
	bočnega	R ločilne	K	spoja	rezultat				
R_{1d}	58	62	6,4	5,4	71,8				
R_{2d}	57	62	6,5	5,4	71,4				
R_{3d}	48	62	26,6	8,9	90,5				
R_{4d}	49	62	6,3	8,9	70,7				
strop R_{D2}	58	62	6,4	5,4	71,8				
R_{22}	58		11,2	5,4	74,6				
tla R_{D1}	57	62	6,5	5,4	71,4				
R_{11}	57		11,9	5,4	74,3				
boč1 R_{D3}	48	62	26,6	8,9	90,5				
R_{33}	48		36,4	8,9	93,2				
boč2 R_{D4}	49	62	6,3	8,9	70,7				
R_{44}	49		11,1	8,9	68,9				
$R'_w \text{ (dB)} = 58$									

Izolacija se zmanjša za 4 dB, a še vedno precej presega dopustno. Sestava ustreza.

NAVODILA ZA IZVEDBO LAHKIH PREDELNIH STEN IN OBLOG TER PREBOJEV SKOZI NJIH

SPLOŠNA NAVODILA ZA VGRADNJO MAVČNO-KARTONSKIH PREGRADNIH STEN

Z namenom, da se kar najbolj približamo izolacijskim vrednostim izmerjenim v laboratoriju in da dosežemo predviden padec zvočne energije, je treba pri vseh in vsaki montaži predelnih sten ali stenskih in stropnih oblog iz mavčno kartonskih sten v stavbo upoštevati naslednje napotke:

PREBOJI ČEZ PREDELNE STENE OZIROMA OBLOGE

Prebojem čez mavčno-kartonske stene se je treba na vsak način izogniti. Povsod, kjer so predvideni preboji predelnih sten (instalacije, prezračevalni kanali ipd.) je treba zadostiti dvema na videz nasprotujočima pogoju: stik predelne stene in kanala ali cevi mora biti zrakotesen in ne sme prenašati vibracij. Preboji morajo zato biti čim manjši – izseki čim bolj natančni - po vstavitvi cevi ali kanala, pa mora biti preostanek prostora zapolnjen z gibkim, trajno elastičnim materialom, kot sta na primer silikonski kit ali ekspanzirana guma. Slabo izvedeni stiki s prebojnimi elementi ali nezatesnjene odprtine lahko dodobra uničijo ves zvočno izolativni učinek.

LOKALNA POSLABŠANJA IZOLATIVNOSTI PREDELNIH STEN OZIROMA OBLOG

Vsako luknjanje katerekoli od plasti predelne stene pomeni lokalno poslabšanje zvočne izolativnosti. Najbolj pogosti primeri so vstavljanje električnih doz in omaric, stalno vgrajeni elementi požarne zaščite ipd. Želeti je, da je teh izvrtin čim manj, posebej pa je treba paziti, da niso na istih mestih na obeh straneh stene. Električne doze in drugi elementi morajo biti razporejeni tako, da so od osi izvrtine na drugi strani stene odmaknjeni vsaj 20 cm.

PREPREČEVANJE STIKA MED TALNIM ESTRIHOM IN MAVČNO-KARTONSKO PREDELNO STENO ALI OBLOGO

Vsak nameren ali nameren stik talnega estriha in predelne stene pomeni resno poslabšanje zvočne izolativnosti, saj se prek estriha prenašajo vibracije, ki nastajajo pri hoji ali drugi dejavnosti (igranje instrumentov, ki so v stiku s tlemi). Vsi stiki med mavčnimi ploščami ali kovinsko podkonstrukcijo morajo biti »mehki«, to pomeni, da mora biti med estrihom in mavčno predelno konstrukcijo (sklopom) trak iz trajno elastičnega, deloma stisljivega materiala. Pred montažo finalnega sloja mavčno-kartonastih plošč je treba vse potencialne stike pregledati in jih na ustrezen način preprečiti!

PREPREČEVANJE PREHODA ZVOKA IZ ENEGA PROSTORA V DRUGEGA PREK ESTRIHA

Prehod zvoka v sosedne prostore prek estriha je ena najpogostejših napak, ki se pojavljajo pri montaži lahkih predelnih sten. Najverjetneje gre za posledico zaporedja

gradbenih del, ko pri gradnji stavb najprej končajo tlakarska dela, nato pa pridejo na vrsto predelne stene. Tako jih po navadi polagajo kar na estrih plavajočega poda, a se pri tem ne zavedajo, da so prepustili tudi do 25 dB več zvoka, kot ga je sicer sposobna zadržati predelna stena. Pred začetkom montaže predelnih sten je treba preveriti, ali so plavajoči podi vsakega prostora popolnoma ločeni! Pravilna rešitev je odstranitev vseh plasti do nosilne konstrukcije, položitev antivibracijske zaščite s trajno elastičnim trakom in izdelavo ločenih talnih preklad na mestih, kjer bodo stale lahke predelne stene. Zvočno enako učinkovito pregrado je treba vgraditi tudi na mestu, kjer je prag oziroma prehod iz enega v drug prostor.

PREDELNE STENE DO NOSILNE KONSTRUKCIJE

Že v projektu za gradbeno dovoljenje je povsod načrtovano, da so predelne stene in obloge iz mavčno kartonskih plošč na tleh spojene direktno z nosilno konstrukcijo in ne s plavajočim estrihom. Od tega izvedbenega določila se ne sme odstopiti! Nobena predelna stena se ne konča v višini spuščene stropa, saj tako nastane t.i. »plenum«, prostor med konstrukcijskim in spuščnim stropom, ki je odličen prevodnih neželenih zvokov. Vse predelne stene morajo »steči« do nosilnega stropa, ali pa je potrebno plenum »prerezati« s posebnimi gradbenimi elementi. Tudi stik mavčno-kartonske stene s stropom mora biti zrakotesen in trajno elastičen.

VPENJANJE KOVINSKE PODKONSTRUKCIJE NA NOSILNE ELEMENTE

Ker se zvočna izolativnost zmanjša vsaj za dva decibela, če je stik med kovinsko (ali leseno) podkonstrukcijo stene oziroma stropa preveč tog, je treba vse stike vešal ali kovinske podkonstrukcije stene izvesti z anti-vibracijskimi spojnimi sredstvi!