

STRUČNO USAVRŠAVANJE



Hrvatska
komora
arhitekata

Zahtjevi za zvučnu izolaciju od zračnog i udarnog zvuka

Utjecaj Tehničkog propisa o akustici u zgradarstvu na arhitektonsko projektiranje

Predavač:
doc. art. Mateo Biluš, dipl. ing. arh.

2

Tehnički zahtjevi za zvučnu izolaciju prema Tehničkom propisu o akustici u zgradarstvu (TP)
- **što je novo** u odnosu na dosadašnje zahtjeve iz propisa?

TP je stupio na snagu 24. travnja 2025.

obavezna primjena TP u projektima,
upis i ovjera podataka u Iskaznicu o akustičkim svojstvima zgrade,
nakon 31. prosinca 2025. godine;

obavezna primjena TP pri izvedbi zgrade i u nadzoru izvedbe zgrade;

obavezna primjena TP pri mjerenjima zvučne izolacije i razina buke,
na zgradi i prema okolišu, za nove izgrađene zgrade ili zgrade rekonstruirane prema
projektima izrađenima u skladu s novim TP o akustici u zgradarstvu,
nakon 31. prosinca 2025. godine. (prijelazno razdoblje primjene TP).

3

Tehnički zahtjevi za zvučnu izolaciju od zračnog i udarnog zvuka i utjecaj Tehničkog propisa o akustici u zgradarstvu na arhitektonsko projektiranje i izvedbu zgrade

Način prijenosa zvuka u zgradama

Zrakom



Udarcem



4

Tehnički zahtjevi za zvučnu izolaciju prema TP o akustici u zgradarstvu
- **što je novo** u odnosu na dosadašnje zahtjeve iz propisa?

Pooštreni su ili definirani do sada nedefinirani tehnički zahtjevi:

- za pozicioniranja ili mogućnost izvedbe potencijalno bučnih prostora u odnosu na boravišne prostorije zgrada (pogotovo za bučne prostorije skupine III)
- zahtjevi zvučne izolacije određeni su prema različitim namjenama i dispozicijama prostorijama unutar iste namjene zgrade ili dijela zgrade
- zahtjevi za pregrade prema bučnim prostorijama s $L_{R,Aeq}$:
- skupine I [< 70 dB(A)]
- skupine II [70 - 80 dB(A)]
- skupine III [> 80 dB(A)]

U zgradama **stambene namjene ne dozvoljavaju se prostorije skupine III**
[prostorije s razinom buke > 80 dB(A)]

5

Tehnički zahtjevi za zvučnu izolaciju prema TP o akustici u zgradarstvu
 - **što je novo** u odnosu na dosadašnje zahtjeve iz propisa?

U zgradama **stambeno-poslovne** namjene

dozvoljavaju se prostorije skupine III - prostorije s razinom buke $> 80 \text{ dB(A)}$,

ali u tom slučaju takve prostorije ne smiju biti direktno u kontaktu sa stambenim prostorijama

(isti uvjet vrijedi i prema prostorima skupnih soba vrtića ili jaslica kod predškolske namjene zgrade ili dijela zgrade).

6

Tehnički zahtjevi za zvučnu izolaciju prema TP o akustici u zgradarstvu
 - **što je novo** u odnosu na dosadašnje zahtjeve iz propisa?

Bez obzira na predviđenu ili izmjerenu ekvivalentnu razinu buke $L_{R,Aeq}$
 prilikom provedenih mjerenja buke in situ,

u prostorije skupine III [potencijalno s razinom buke $L_{R,Aeq} > 80 \text{ dB(A)}$] pripadaju:

- **prostorije ugostiteljske namjene**
- **prostorije za igru i zabavu** (kino dvorane, videoklubovi i slično)
- **zanatski pogoni** i slično
- **strojarnice, tehničke ili pogonske prostorije** i slično

Zajedničke garaže pripadaju prostorijama skupine II.

Prostorije skupine I. i II. **ne smiju se prenamijeniti u prostorije skupine III** kod rekonstrukcije ili prenamjene prostorija unutar zgrada.

7

Reklama investitora:

...kada ti je omiljeni kafić
tik ispod stana...

više nije dopušteno!



8

Tehnički zahtjevi za zvučnu izolaciju prema TP o akustici u zgradarstvu

- **što je novo** u odnosu na dosadašnje zahtjeve iz propisa?

Uvjeti za građevne dijelove ili elemente zgrade koje treba ispuniti prilikom projektiranja i građenja nove zgrade i rekonstrukcije postojeće zgrade:

- **određeni su načini proračuna** za zvučne izolacije za zračni i udarni zvuk za građevne dijelove ili elemente zgrade

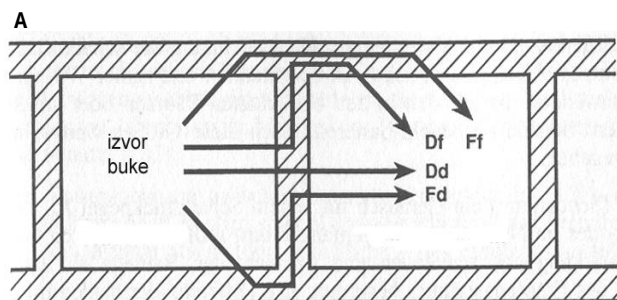
R'_w (zračni zvuk) $L'_{n,w}$ (udarni zvuk) $R_{w,res}$ (zračni zvuk, složena pregrada)

- **pooštreni su ili su određeni do sada nedefinirani tehnički zahtjevi** (kriteriji) zvučne izolacije za zračni i udarni zvuk:

$R'_{w,min}$ (zračni zvuk) $L'_{n,w,max}$ (udarni zvuk) $D_{nT,w,min}$ (razlika razina zvuka),

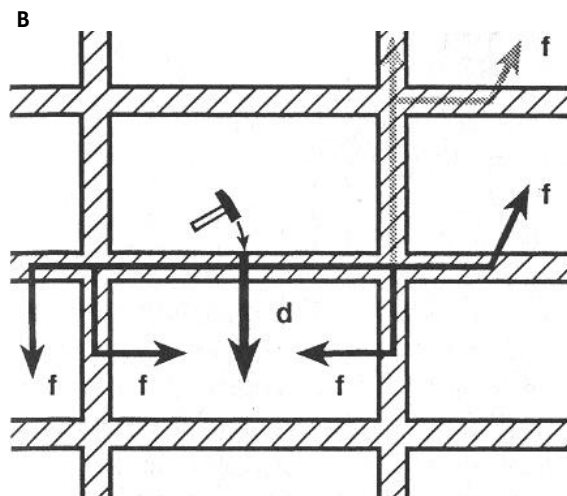
s obzirom na različite namjenu boravišnih prostorija pojedinih vrsta zgrada ili samostalnih uporabnih cjelina zgrada.

9



A Prijenos zračnog zvuka
(uglavnom zračno,
ali i strukturalno)

B Prijenos udarnog zvuka
(uglavnom strukturalno,
ali i zračno)



R'_w - zvučna izolacija kod svih puteva prijenosa zračnog zvuka:

direktni + indirektni / lateralni / flankirajući + prodori / rupe,

izmjerena na zgradi

(ostvarena) $R'_w \geq R'_{w,min}$ (prema zahtjevima u TP)

$L'_{n,w}$ - zvučna izolacija (propustljivost) kod svih puteva prijenosa udarnog zvuka:

direktni + indirektni / lateralni / flankirajući,

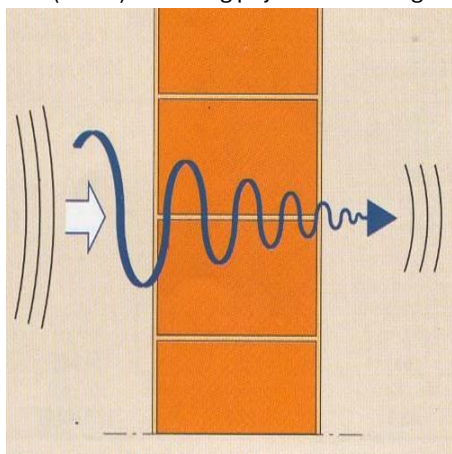
izmjerena na zgradi

(ostvarena) $L'_{n,w} \leq L'_{n,w,max}$ (prema zahtjevima u TP)

10

R_w - zvučna izolacija

kod (samo) direktnog prijenosa zračnog zvuka



R'_w - zvučna izolacija kod svih puteva prijenosa zračnog zvuka:

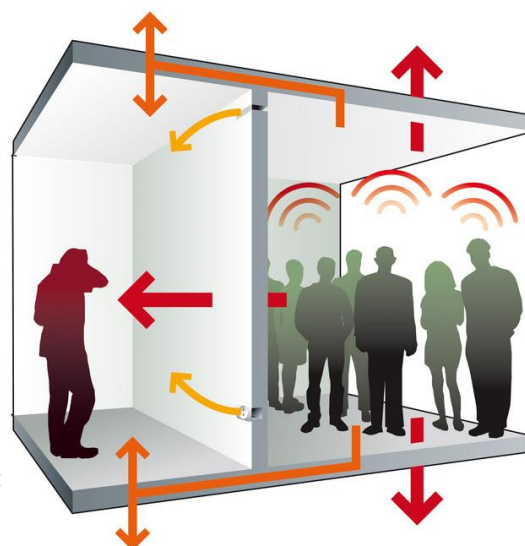
direktni zvuk + bočni / indirektni / flankirajući + prodori / rupe

izmjerena na zgradi

($D_{nT,w}$ - razlika razina zvuka između prostorija, koja uključuje sve navedene puteve prijenosa zvuka)

Prijenos zračnog zvuka:

direktni → / indirektni → / prodori →



11

Procijenjena zvučno izolacijska moć jednoslojnih krutih masivnih pregrada $R'w$

(za pregrade kod kojih su svi slojevi čvrsto povezani, ukoliko se radi o višeslojnim masivnim pregradama)

(DIN 4109, prilog 2, tablica 1)

vrijednosti u tablici 1 vrijede za prosječnu površinsku masu obodnih pregrada od 300 kg/m^2 ($K_L = 0$)

korekcijski faktor K za bočne puteve provođenja zvuka
za druge prosječne površinske mase obodnih pregrada:

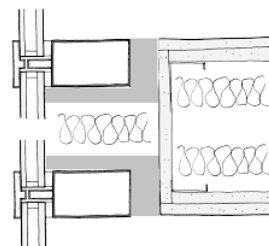
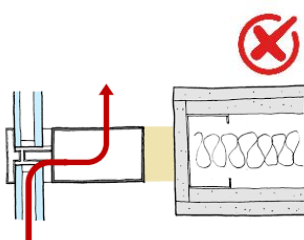
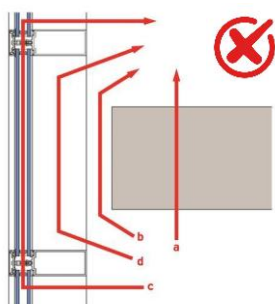
	K :
150 kg/m^2	-3
200 kg/m^2	-2
250 kg/m^2	-1
350 kg/m^2	+1
400 kg/m^2	+2
450 kg/m^2	+3

(korekcija s R_w na $R'w$ bez negativnog utjecaja prodora instalacija, kanala, otvora ili rupa!)

	Površinska masa (kg/m^2)	Procijenjena zvučno izolacijska moć ¹⁾ (dB)
1	85 ³⁾	34
2	90 ³⁾	35
3	95 ³⁾	36
4	105 ³⁾	37
5	115 ³⁾	38
6	125 ³⁾	39
7	135	40
8	150	41
9	160	42
10	175	43
11	190	44
12	210	45
13	230	46
14	250	47
15	270	48
16	295	49
17	320	50
18	350	51
19	380	52
20	410	53
21	450	54
22	490	55
23	530	56
24	580	57
25 ⁴⁾	630	58
26 ⁴⁾	680	59
27 ⁴⁾	740	60
28 ⁵⁾	810	61
29 ⁴⁾	880	62
30 ⁴⁾	960	63
31 ⁴⁾	1040	64

12

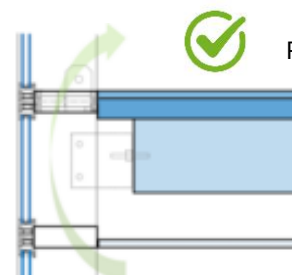
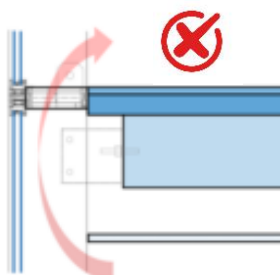
12



TLOCRTI



„zvučni mostovi” za zračni zvuk
kod kontinuiranih ostakljenih fasada
(tlocrti i po vertikali)



PRESJECI

13

Tehničke zahtjeve za zvučnu izolaciju - definicije

R_w i R'_w - jednobrojni indeks zvučne izolacije je vrijednost indeksa zvučne izolacije od zračnog zvuka.

R'_w je određen mjerenja na terenu prema normi HRN EN ISO 717-1.

U proračunima prilikom projektiranja zgrade vrijednost R'_w mora zadovoljiti zahtjeve iz ovog propisa,

uključujući bočne puteve provođenja zvuka, utjecaj zračnih šupljina u obodnim pregradama (zidovi sa šupljinama, spušteni strop, podignuti pod, rebrasti stropovi i sl.)

i prodore instalacija kroz pregrade (ventilacijskih kanala i/ili drugih prodora ili oslabljenja u pregradama zbog instalacija)

14

Višeslojne lake pregrade sa savitljivim stijenkama

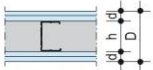
- u tehničkim listovima je naznačeno da se podaci odnose na vrijednosti zvučne izolacije R_w

(podaci u tablicama su podaci za R_w - bez korekcija za utjecaj bočnih puteva provođenja zvuka i rupa u pregradama za prodore instalacija i mjereno u uvjetima idealne akustičke izvedbe pregrade!)

Dokazi za zvučnu izolaciju

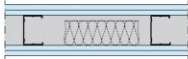
- 1) Navedene mase zidova bez izolacijskog sloja
- 2) R_{wR} = izračunata vrijednost ocijenjene mjere zvučne izolacije razdvojnog građevnog elementa prema DIN 4109, bez uzdužnog prijenosa preko bočnih građevnih elemenata
- 3) Izolacijski sloj prema DIN EN 13162 uzdužni otpor strujanja prema DIN EN 29053: $r \geq 5 \text{ kPa} \cdot \text{s/m}^2$
Skupina toplinske vodljivosti: 040

Tehnički i građevno fizikalni podaci (informacije i bilješke prema stranici 5)

Knauf sistem	Opornost na požar	Obloga po strani zida				Težina	Širina zida	Profil	Zvučna zaštita R_w			Knauf sistemi s dodatnom vrijednošću
		Knauf ploča A	Knauf protupožarna ploča DF	Knauf masivna DF	Minimalna debljina d mm	Bez izolacijskog sloja ca. kg/m ²	D mm	Zidna šupljina h mm	Izolacija	Knauf CW profil	Knauf MW profil	
Shematski prikaz		Dijamant							Nazivna debljina mm	dB	dB	

W112.hr Knauf pregradni zid

jednostruka potkonstrukcija, 2-slojna obloga

	EI 60	●			2x 12,5	45	100	50	50	54			
			●		2x 12,5	45				56			
	EI 90			●	2x 12,5	55				59 60 ²⁾			
				●	12,5 + 12,5	65		66 ³⁾					
	EI 90		●		25 + 12,5	71	125	64					
EI 60	●			2x 12,5	45				55	55			

15

■ R_w = ispitana vrijednost zvučne izolacije građevnog elementa bez uzdužnog prijenosa preko bočnih građevnih dijelova

Prosječne korekcije za lateralne (bočne) puteve provođenja zvuka, za konačni rezultat zvučne izolacije ugrađene pregrade **R'_w** :

- za lagane obodne pregradne zidove i masivne međukatne konstrukcije, prosječna korekcija

cca min. **$K_L = -5$ dB**

(umanjenje na R_w iz tablica)

- za lagane obodne pregradne zidove i lagane međukatne konstrukcije, prosječno korekcija cca

min. **$K_L = -10$ dB**

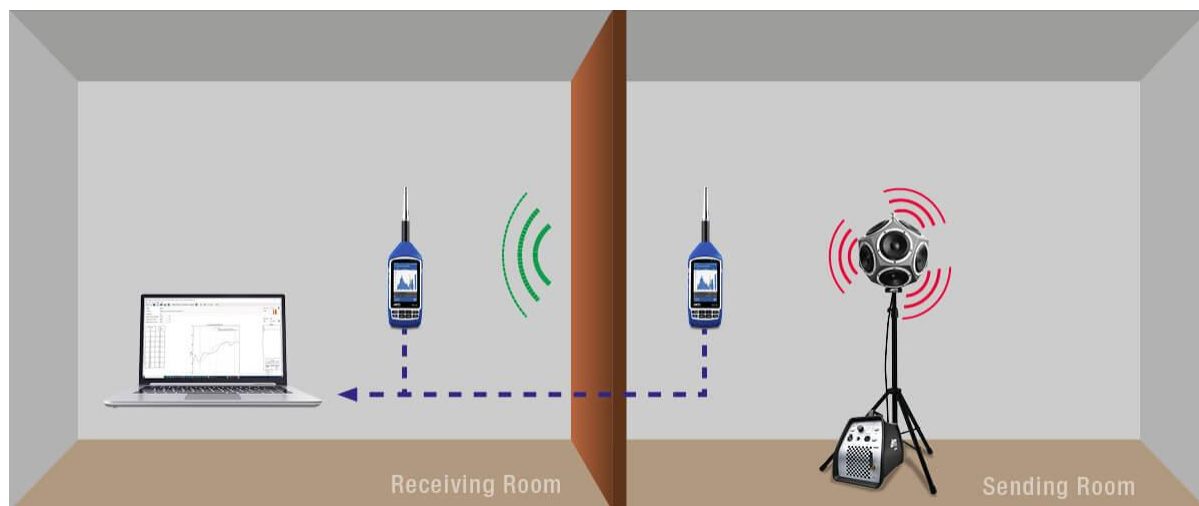
(umanjenje na R_w iz tablica)

(bez rupa za instalacijske prodore!)

16



17



18

Tehničke zahtjeve za zvučnu izolaciju - definicije

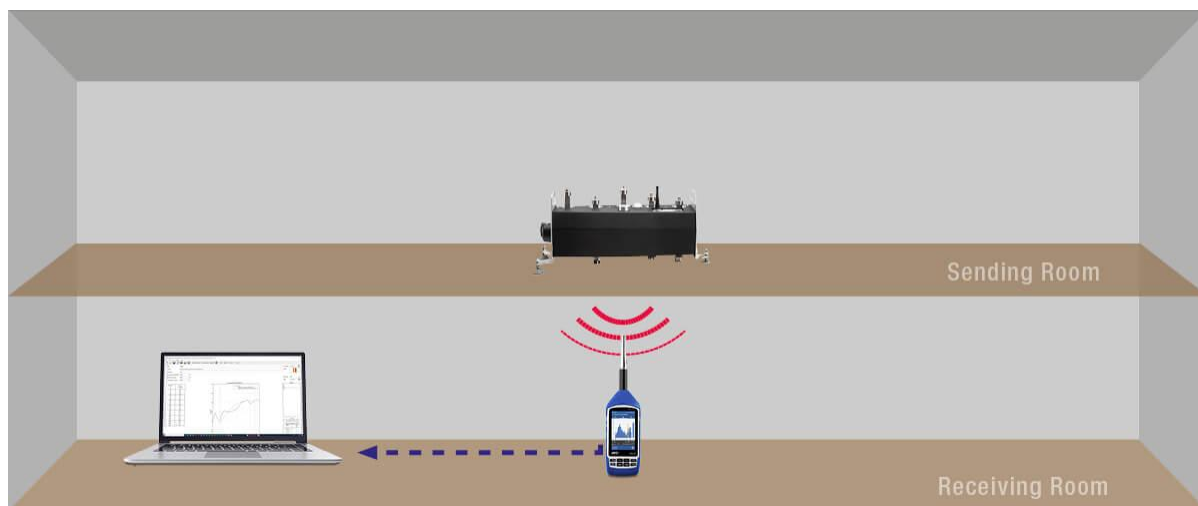
$L_{n,w}$ i $L'_{n,w}$ - jednobrojna normalizirana razina udarnog zvuka je vrijednost razine udarnog zvuka standardnog izvora **prilikom mjerenja na terenu** određena prema hrvatskoj normi HRN EN ISO 717-2.

U proračunima prilikom projektiranja zgrade vrijednost $L'_{n,w}$ mora zadovoljiti zahtjeve iz ovog propisa,

uključujući bočne puteve provođenja zvuka, utjecaj zračnih šupljina u obodnim pregradama (zidovi sa šupljinama, spušteni strop, podignuti pod, rebrasti stropovi i sl.)

i prodore instalacija kroz pregrade (ventilacijskih kanala i/ili drugih prodora ili oslabljenja u pregradama zbog instalacija)

19



20

Tehnički zahtjev za razinu udarnog zvuka ($L'_{n,w,max}$) vrijedi za prijenos udarnog zvuka na druge prostorije u svim smjerovima širenja zvuka.

Korekcijski faktori K_T (dB) / DIN 4109

za projektne proračune $L'_{n,w}$ obzirom na poziciju izvora udarne buke u odnosu na poziciju zvučno štice boravišne prostorije

Norm-Hammerwerk nach DIN 52 210 Teil 1 Mikrofon	0		+10
	+5		+20
	+10		Gl. 8.6.2-1
			+15

21

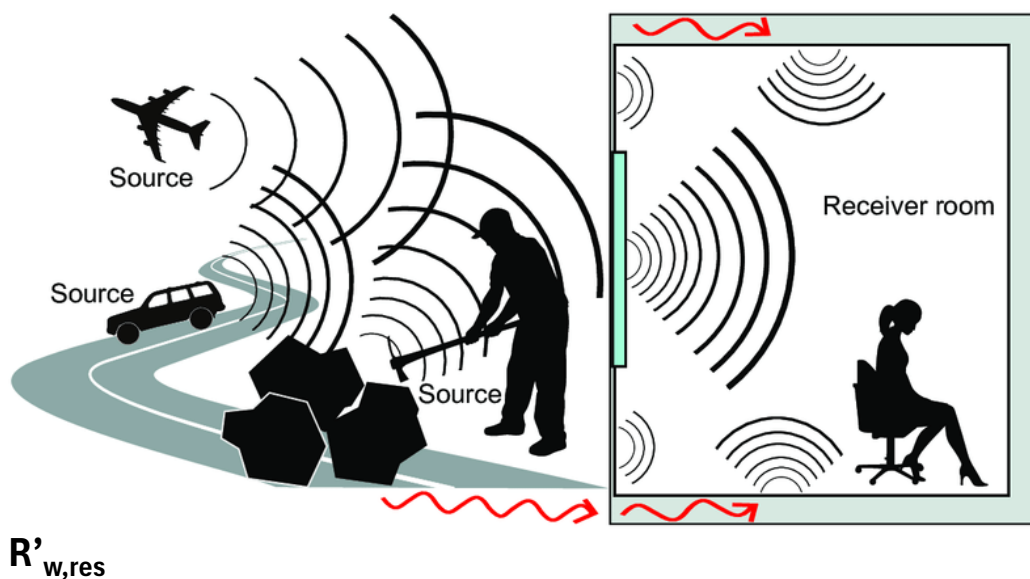
Tehničke zahtjeve za zvučnu izolaciju - definicije

$D_{nT,w}$ - jednobrojna standardizirana razlika razina je vrijednost standardizirane razlike razina zvučnog tlaka **prilikom mjerenja na terenu** određena prema hrvatskoj normi HRN EN ISO 717-1.

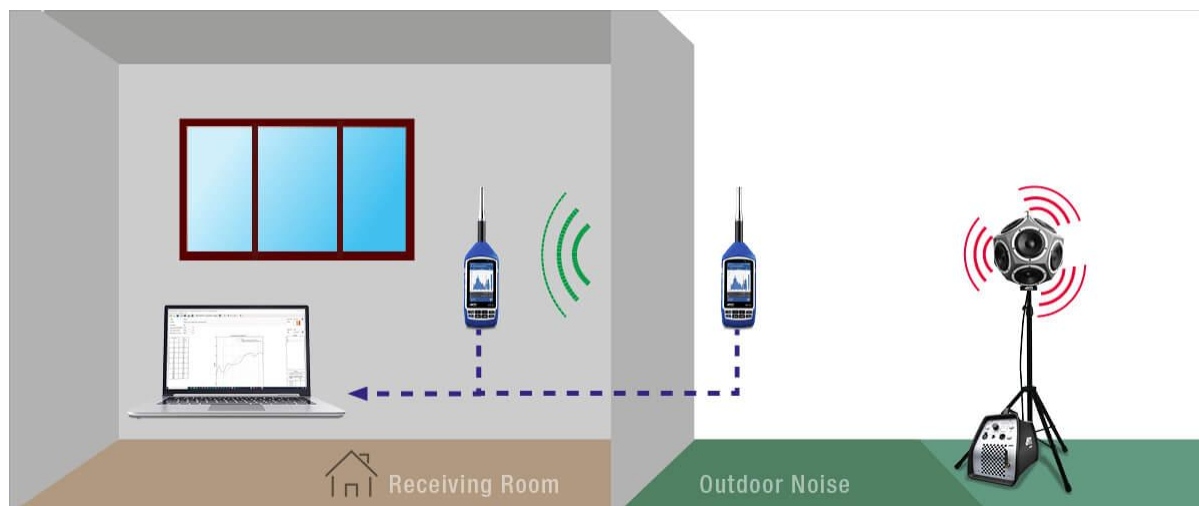
U proračunima prilikom projektiranja zgrade vrijednost $D_{nT,w}$ mora zadovoljiti zahtjeve iz ovog propisa, uključujući bočne puteve provođenja zvuka, utjecaj zračnih šupljina u obodnim pregradama (zidovi sa šupljinama, spuštteni strop, podignuti pod, rebrasti stropovi i sl.) i prodore instalacija kroz pregrade (ventilacijskih kanala i/ili drugih prodora ili oslabljenja u pregradama zbog instalacija)

$R_{w,res}$ i $R'_{w,res}$ - rezultirajući jednobrojni indeks zvučne izolacije pregrade na zgradi je jednobrojna vrijednost indeksa zvučne izolacije od zračnog zvuka za pregradu koja se sastoji od više građevnih dijelova različitih jednobrojnih indeksa zvučne izolacije **prilikom mjerenja na terenu**

22



23



24

Proračuni zvučne izolacije za zračni i udarni zvuk R'_w , $L'_{n,w}$, $R_{w,res}$, $D_{nT,w}$

- prema **HRN EN 12354** -1, -2, -3 (za buku od servisne opreme HRN EN 12354-5)
- Tehnički propis omogućava da se i nadalje primjenjuje DIN 4109 za proračune zvučne izolacije
- kod određivanju jednobrojnog indeksa zvučne izolacije od zračnog zvuka vanjskih građevnih dijelova zgrade ili vanjskih pregrada zgrade (R_w ili $R_{w,res}$) ne uračunavaju se bočni putevi prijenosa zvuka, ali se mora se uzeti u obzir faktor korekcije - spektralna prilagodna vrijednost (C ili C_{tr}).
- zvučna izolacija pregrade zgrade prema prostorijama skupine II. i III. može odstupati u odnosu na tehničke zahtjeve iz Priloga C ovoga Propisa (za R'_w), ako se dokaže da su ispunjeni zahtjevi iz članka 12. ovoga Propisa (Tehnički zahtjevi za najviše dopuštene razine buke)
- jednobrojni indeks zvučne izolacije (R_w) **prozora, vrata ili ostakljene stijene izmjeren u laboratoriju** mora biti **veći za 2 dB** od vrijednosti propisane ovim Tehničkim propisom

25

Tehnički zahtjevi za zvučnu izolaciju prema TP o akustici u zgradarstvu

- **što je novo** u odnosu na dosadašnje zahtjeve iz propisa?

Obzirom na namjenu boravišnih prostorija pojedinih vrsta zgrada ili samostalnih uporabnih cjelina zgrada postavljaju se posebni zahtjevi za:

- potrebne razine zvučne izolacije za zračni i udarni zvuk građevnih dijelova unutar zgrade:

pregradni zidovi, međukatne konstrukcije, **podovi**, stropovi,

stubišni podesti i krakovi stubišta, balkoni, terase, hodnici, vrata,...

te kod složenih pregrada u pogledu:

$R'_{w,min}$ (zračni zvuk) $L'_{n,w,max}$ (udarni zvuk) $R_{w,res}$ (zračni zvuk, složena pregrada)

- proračune i uvjete zvučne izolacije od zračnog zvuka za otvore i ostakljene stijene, zidove pročelja i krovove boravišni prostorija zgrada:

R_w ili $R_{w,res}$

(za proračune utjecaja vanjske buke na razine buke u boravišnom prostoru)

26

Tehnički zahtjevi za zvučnu izolaciju prema TP o akustici u zgradarstvu

- **što je novo** u odnosu na dosadašnje zahtjeve iz propisa?

Određena je **podjela zgrada u skupine namjena**,

obzirom na različite tehničke zahtjeve za zvučnu izolaciju pregrada

iskazanu u decibelima [dB] u odnosu na:

- zračni zvuk - minimalni R'_w

- razliku razina zvuka - minimalni $D_{nT,w}$

- udarni zvuk - maksimalni $L'_{n,w}$

27

Tehnički zahtjevi za zvučnu izolaciju prema TP o akustici u zgradarstvu

- **što je novo** u odnosu na dosadašnje zahtjeve iz propisa?

Zgrade (ili dijelovi zgrada posebne namjene) su svrstani prema namjeni i prema različitim zvučno izolacijskim zahtjevima za $R'_{w,min}$, $D_{nT,w,min}$ ili $L'_{n,w,max}$ prema prilogu C ovog TP u skupine:

- stambena i stambeno poslovna namjena
- uredsko-poslovna namjena
- **trgovački centri**
- hoteli, moteli, domovi i ostale prostorije za smještaj
- zdravstvena namjena
- školska, visokoškolska i druga obrazovna namjena
- predškolska namjena

28

PRILOG C

TEHNIČKI ZAHTEVI ZA MINIMALNI JEDNOBROJNI INDEKS ZVUČNE ISOLACIJE ($R'_{w,min}$),
MINIMALNU JEDNOBROJNU STANDARDIZIRANU RAZLIKU RAZINA ($D_{nT,w,min}$) I NAJVIŠU DOPUŠTENU
JEDNOBROJNU NORMALIZIRANU RAZINU UDARNOG ZVUKA ($L'_{n,w,max}$) IZMEĐU PROSTORIJA U
ZGRADAMA

Tablica C.1.1. Stambena i stambeno-poslovna namjena

R. br.	Pregrada zgrade ili građevni dio zgrade	$R'_{w,min}$ (dB)	$D_{nT,w,min}$ (dB)	$L'_{n,w,max}$ (dB)
1.	Zid između svih prostorija dvije stambene jedinice u istoj zgradi i u zgradama koje se naslanjaju jedna na drugu (npr. zgrade u nizu, poluugradene zgrade, ugrađene zgrade i dvojne zgrade)	52	–	–
2.	Zid između boravišnih prostorija stambene jedinice i tehničkih i/ili poslovnih prostorija*:			
	– skupine I [< 70 dB(A)]	57	–	–
	– skupine II [70-80 dB(A)]	62	–	–
	– skupine III***	67	–	–
3.	Zid između ostalih prostorija stambene jedinice i tehničkih i/ili poslovnih prostorija*:			
	– skupine I [< 70 dB(A)]	52	–	–
	– skupine II [70-80 dB(A)]	57	–	–
	– skupine III***	62	–	–
4.	Zid između svih prostorija stambene jedinice i zajedničkih prostorija namjene:			
	– spremišta, ulazni prostori, hodnici i stubišta	52	–	–
	– prostorije za otpad, fitness, wellness i druge zajedničke prostorije za okupljanje i određene aktivnosti (namijenjene isključivo stancima zgrade)	57	–	–

29

*** Zahtjev se primjenjuje prilikom rekonstrukcije, odnosno prenamjene dijela zgrade koja je izvedena prema važećim propisima prije stupanja na snagu ovog Tehničkog propisa, isključivo u slučaju prenamjene dijela zgrade prostorija skupine III

(prostorije postojeće zgrade koje su već skupine III)

ili za dovršenje građenja dijela zgrade u kojem je važećom građevinskom dozvolom

(ishođenom prije stupanja na snagu ovog TP) predviđena izvedba prostorija skupine III,

a prostor je projektiran ili izveden do određenog stupnja dovršenosti u skladu sa zakonom koji regulira gradnju.

Vidjeti članak 33. stavak 3.

(Rekonstrukcija zgrade

- Prostorije skupine I. i II. ne smiju se prenamijeniti u prostorije skupine III.)

30

Tablica C.1.1. Stambena i stambeno-poslovna namjena

R. br.	Pregrada zgrade ili građevni dio zgrade	$R'_{w,min}$ (dB)	$D_{nT,w,min}$ (dB)	$L_{n,w,max}$ (dB)
5.	Ulazna vrata stambene jedinice iz zajedničkog hodnika, galerije ili stubišta (R_w)**: – s predprostorom s vratima – bez predprostora	30 37	– –	– –
6.	Zid stambene jedinice prema zajedničkom hodniku i stubištu s vratima	–	42	–
7.	Zid između boravišnih prostorija stambene jedinice i garaže: – pojedinačna garaža – zajedničke garaže, ulazi i izlazi iz zajedničkih garaža	55 57	– –	– –
8.	Međukatna konstrukcija između svih prostorija dvije stambene jedinice	52	–	55
9.	Međukatna konstrukcija iznad stambene jedinice prema: – terasi, loggie druge stambene jedinice – zajedničkoj terasi	– –	– –	53 50
10.	Međukatna konstrukcija ispod stambene jedinice prema tehničkim i poslovnim prostorijama*: – skupine I [< 70 dB(A)] – skupine II [70-80 dB(A)] – skupine III***	57 62 67	– – –	58 58 58

Jednbrojna standardizirana razlika razina ($D_{nT,w,min}$) je vrijednost standardizirane razlike razina zvučnog tlaka prilikom mjerenja na terenu (...) U proračunima prilikom projektiranja zgrade vrijednost $D_{nT,w,min}$ mora zadovoljiti zahtjeve iz ovog propisa, uključujući bočne puteve provođenja zvuka, utjecaj zračnih šupljina u obodnim pregradama (zidovi sa šupljinama, spuštene strop, podignuti pod, rebrasti stropovi i sl.) i prodore instalacija kroz pregrade (ventilacijskih kanala i/ili drugih prodora ili oslabljenja u pregradama zbog instalacija).

31

****** Zahtjev iz članka 14. ovoga Propisa

(Jednbrojni indeks zvučne izolacije (R_w) prozora, vrata ili ostakljene stijene izmjeren u laboratoriju mora biti veći za 2 dB od vrijednosti propisane ovim Propisom - R'_w .)

***** 1. U zgradama **stambene namjene** ne dozvoljavaju se prostorije s razinom buke > 80 dB(A)

2. U zgradama **stambeno-poslovne namjene** dozvoljavaju se prostorije s razinom buke > 80 dB(A), ali u tom slučaju **takve prostorije ne smiju biti direktno u kontaktu sa stambenim prostorijama**

32

Tehnički zahtjev za najvišu dopuštenu jednobrojnu normaliziranu razinu udarnog zvuka

($L'_{n,w,max}$)

vrijedi za prijenos udarnog zvuka na druge prostorije u svim smjerovima širenja zvuka.

Izuzeće za zgrade nestambene namjene:

Ako u zgradi nestambene namjene postoji dizalo ne postavlja se zahtjev za udarni zvuk za stubište za potrebe evakuacije u slučaju požara prema posebnom propisu.

Članak 22.

(2) Zvučna izolacija od udarnog zvuka dokazuje se jednobrojnomo normaliziranom razinom udarnog zvuka $L'_{n,w}$ za međukatne i **podne konstrukcije, terase, balkone, loggie, ravne krovove** (*prohodne*), **krakove stubišta, podeste stubišta** i sl.

33

11.	Međukatna konstrukcija iznad stambene jedinice prema tehničkim i poslovnim prostorijama*:	57		48
	– skupine I [< 70 dB(A)]	62	–	48
	– skupine II [70-80 dB(A)]	62	–	46
	– prostorije za fitness i druge sportske prostorije razine buke do 80 dB(A)		–	
	– skupine III***	67		46
12.	Međukatna konstrukcija stambene jedinice iznad zajedničkih prostorija namjene:			
	– spremišta, ulazni prostori i hodnici			
	– prostorije za otpad, fitness, wellness i druge zajedničke prostorije za okupljanje i određene aktivnosti (namijenjene isključivo stanarima zgrade)	52	–	58
		57	–	58
13.	Međukatna konstrukcija stambene jedinice ispod zajedničkih prostorija namjene:			
	– spremišta, ulazni prostori i hodnici			
	– prostorije za otpad, fitness, wellness i druge zajedničke prostorije za okupljanje i određene aktivnosti (namijenjene isključivo stanarima zgrade)	52	–	48
		57	–	48
14.	Međukatna konstrukcija stambene jedinice iznad garaža:			
	– pojedinačna garaža	55	–	58
	– zajedničke garaže, ulazi i izlazi iz zajedničkih garaža	57	–	58
15.	Međukatna konstrukcija ispod ili pod na tlu stambene jedinice prema stambenoj jedinici	–	–	55
16.	Podesti i međupodesti stubišta, stubišni krakovi, balkoni, zajednički hodnici i galerijski hodnici	–	–	58
17.	Međukatna konstrukcija ispod ili pod na tlu poslovnih prostorija, prostorija skupine II i III*** prema stambenoj jedinici	–	–	48
18.	Međukatna konstrukcija ispod ili pod na tlu prostorija skupine III prema stambenim prostorijama Prostorije skupine III ne smiju biti u direktnom kontaktu sa stambenim prostorijama.	–	–	42
19.	Vanjska ulazna vrata u stambene jedinice minimalne vrijednosti ($R_{w,v}$)**	30	–	–
20.	Prozori i balkonska vrata minimalne vrijednosti ($R_{w,p}$)**	30	–	–

34

$D_{nT,w,min}$ je vrijednost razlike razina zvučnog tlaka prilikom mjerenja na terenu
U proračunima prilikom projektiranja zgrade vrijednost $D_{nT,w,min}$ mora uključiti bočne puteve provođenja zvuka, utjecaj zračnih šupljina u obodnim pregradama (zidovi sa šupljinama, spuštene strop, podignuti pod, rebrasti stropovi i sl.) i prodore instalacija kroz pregrade (ventilacijskih kanala i/ili drugih prodora ili oslabljenja u pregradama zbog instalacija).

$D_{nT,w,min}$ zahtjev se prema Tehničkom propisu postavlja za:

- zid stambene jedinice prema zajedničkom hodniku i stubištu s vratima: ≥ 42 dB
- zid s vratima između povezanih smještajnih jedinica (hoteli, moteli, domovi i ostale prostorije za smještaj):
kategorija 4* do 5* ≥ 52 dB; ostale kategorije ≥ 47 dB
- zid s vratima sportske ili višenamjenske dvorane te tehničke ili pogonske prostorije (školska, visokoškolska i ostala obrazovna namjena, predškolska namjena) ≥ 45 dB

(vrijedi za zidove s vratima tehničke ili pogonske prostorije prema boravišnoj prostoriji, s kojom ne smije biti u direktnom kontaktu, ako bučna prostorija pripada skupini III.!))

35

Tablica C.1.3. Trgovački centri

R. br.	Pregrada zgrade ili građevni dio zgrade	$R'_{w,min}$ (dB)	$D_{nT,w,min}$ (dB)	$L'_{n,w,max}$ (dB)
1.	Zid između trgovačkih prostorija dva korisnika*	44	–	–
2.	Zid između trgovačkih prostorija korisnika i prostorija druge namjene:			
	– skupine I [<70 dB(A)]	44	–	–
	– skupine II i garaže [70-80 dB(A)]	47	–	–
	– skupine III [>80 dB(A)]	52	–	–
3.	Međukatna konstrukcija	44	–	–

* Zahtjev se ne postavlja za trgovačke prostorije koje zbog djelatnosti imaju otvorena ulazna vrata/stijene prema zajedničkim prostorijama.

Kod trgovačkih centara, za građevne dijelova zgrade između prostorija unutar trgovačkog centra, ne postavljaju se tehnički zahtjevi:

- za zvučnu izolaciju od udarnog zvuka ($L'_{n,w,max}$)
- za zvučnu izolaciju od zračnog zvuka za prostore koji zbog djelatnosti imaju otvorena ulazna vrata / stijene

ali se postavljaju zahtjevi za dopuštene razine buke u boravišnim prostorijama.

36

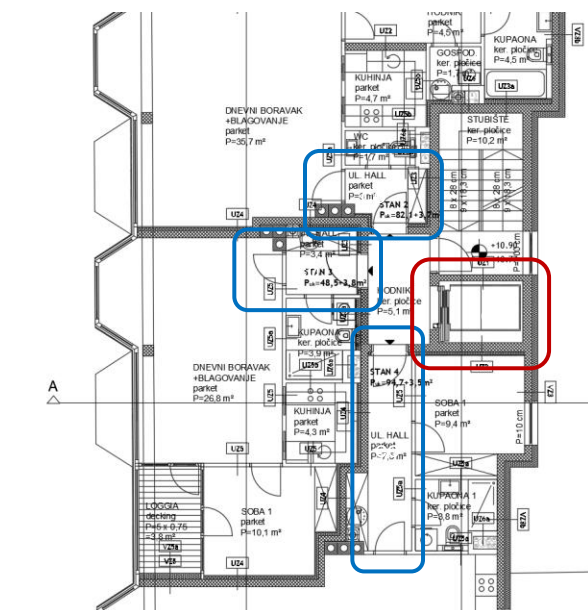
Akustička ustava na ulazu u stan - tampon prostor s dvojna vrata - najbolja zvučna izolacija

Primjer etaže stambene zgrade s ulaznim tampon prostorom u stan - **degažman** između zajedničkih komunikacija zgrade - stubišta i zajedničkog hodnika prema boravišnim prostorijama stana (spavaonice, dnevni boravak).

Minimalna razina zvučne izolacije koja osigurava da se ne čuje normalan govor iz stana vani ili sa stubišta ili hodnika u stan) iznosi R'_w ili $D_{nT,w} \geq 52$ dB.

Komforna razina zvučne izolacije od 52 dB kod zida dnevnog boravka stana s vratima prema zajedničkim prostorima komunikacija ne može se postići nikako s jednim vratima!

Stanovi koji se izvode samo s jednim vratima između dnevnog boravka i zajedničkih hodnika ili stubišta su često nelegalno projektirani i izvedeni te akustički nekomfortni! (a dobivaju uporabnu dozvolu...)



37



Akustička ulazna vrata stana

ili tampon ulazni prostor s dvoja vrata kao najbolje rješenje za zvučno izolacijska ulazna vrata

Zahtjevi TP:

Ulazna vrata stambene jedinice iz zajedničkog hodnika, galerije ili stubišta (R_w)^{**}:

- s predprostorom s vratima: $R'_{w,min} = 30$ dB
(zahtjev za oba pojedinačna vrata)

- bez predprostora: $R'_{w,min} = 37$ dB
(otežano puno krilo, dvostruke kontinuirane elastične brtve na spoju krila i dovratnika, padajuća (spuštajuća) elastična brtva na spoju krila i praga vrata)

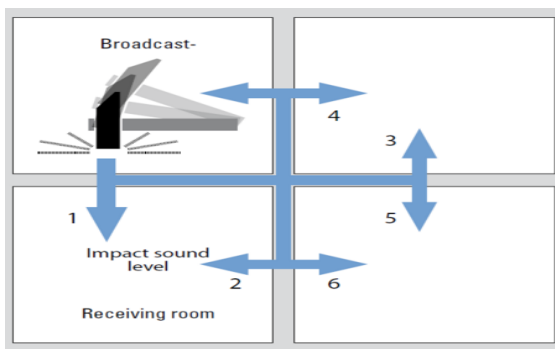
^{**} vrata deklarirana s laboratorijskim rezultatima mjerenja zvučne izolacije od $R_w \geq 39$ dB, prema članku 14. TP)

38

Zvučna izolacija od udarnog zvuka

- međukatne konstrukcije, podesti i krakovi stubišta, balkoni, terase, galerijski hodnici, podovi na tlu - **L'w zahtjev se postavlja u svim smjerovima prijenosa buke prema susjednim boravišnim prostorima (ispod, iznad, pored, dijagonalno pored)**

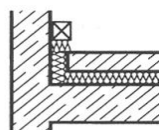
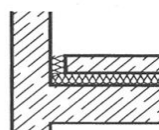
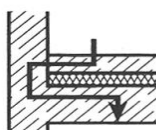
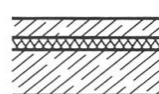
Postiže se ugradnjom elastičnog sloja u slojeve poda koji sprječavaju direktan prijenos buke (**plivajući podovi**) ili **elastičnim elementima** odvajanja krutih konstrukcija (**elastični oslonci, amortizeri**)



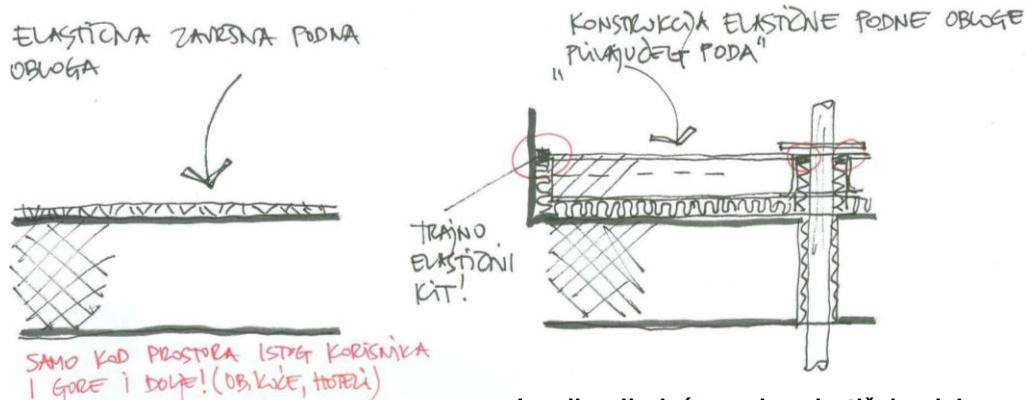
„zvučni mostovi” za udarni zvuk

putevi direktnog prijenosa udarne buke

ispravna rješenja



39

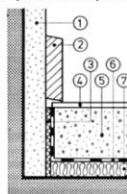


Izvedba elastične završne podne obloge (tepih, gumena obloga, linoleum), lijepljene direktno na armiranobetonsku stropnu konstrukciju, **moгуća je samo kod kontroliranih situacija i jednog korisnika - koji sam sebi proizvodi udarnu buku** (hoteli, obiteljske kuće, uredske zgrade jednog korisnika)

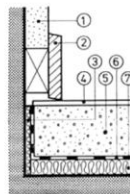
Izvedba plivajućeg poda s elastičnim slojem zaštićenim estrihom koji je dilatiran i zabrtvljen elastično i na svim obodnim zidovima i prodorima instalacija **obaveza je za sve nekontrolirane situacije**, gdje onda korisnik može mijenjati završnu podnu oblogu, a da se ne naruši zvučna izolacija za udarni prijenos buke između etaža – dolje, bočno ili prema gore preko ab ili druge krute nosive konstrukcije

40

Plivajući pod - podna obloga tepih, PVC ili parket

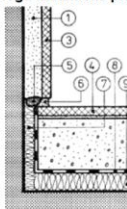


- 1 - žbuka
- 2 - rubna letva (drvena ili PVC)
- 3 - bitumenska valovita ljepenka
- 4 - podna obloga

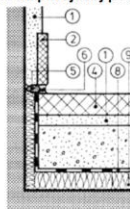


- 5 - betonska podloga (estrih)
- 6 - bitumenska ljepenka ili PE folija
- 7 - meki elastični sloj

Plivajući pod - podna obloga keramičke pločice, kamen... na plivajućoj podlozi



- 1 - žbuka - cem. mort
- 2 - rubni element (sokl)
- 3 - zidne pločice
- 4 - podne pločice u mortu
- 5 - traka od pjenastog materijala

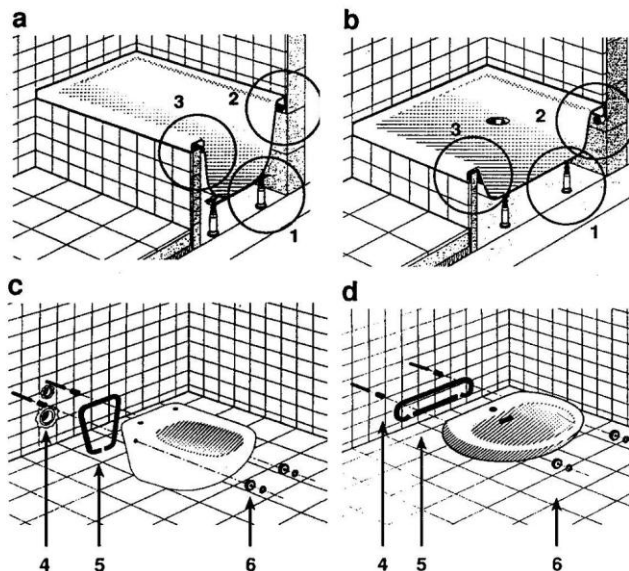
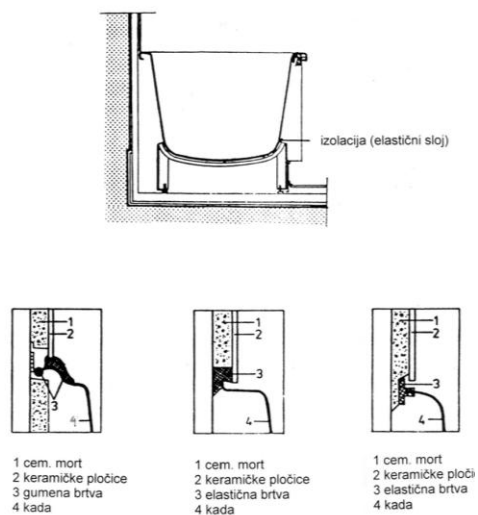


- 6 - elastična brtvena masa
- 7 - rubna traka
- 8 - bitumenska ljepenka ili PE folija
- 9 - meki elastični sloj

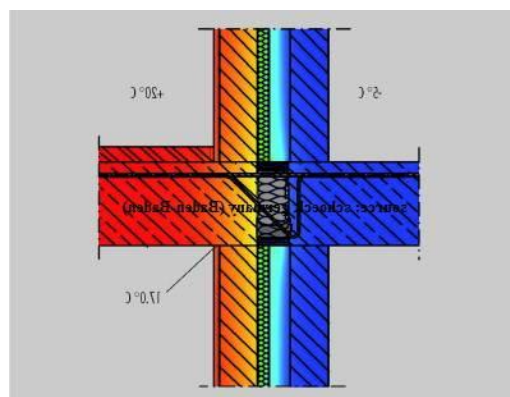
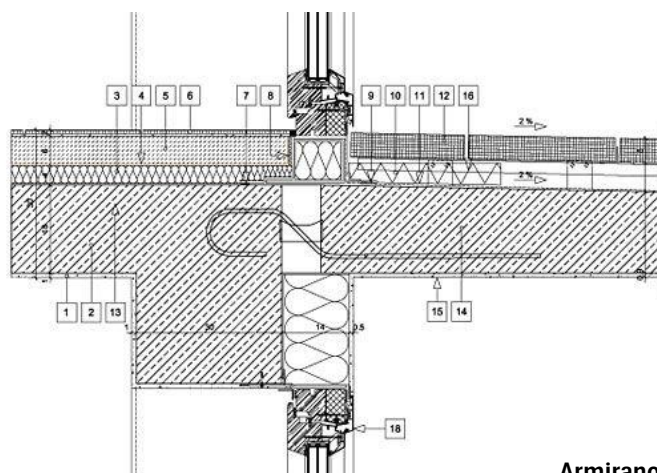
Sl. 106. Primjeri plivajućeg poda s različitim vrstama podnih obloga

41

Ugradnja kade



42



Armiranobetonski balkoni i galerije - rješenje toplinskog mosta, ali i poboljšana zvučna izolacija od udarnog prijenosa zvuka

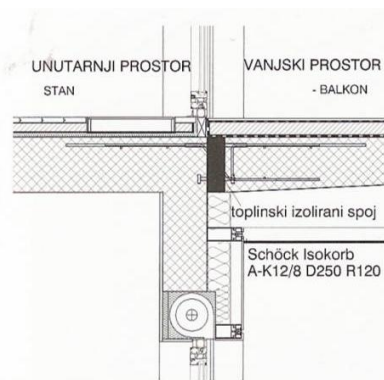
43

Schöck Isokorb® tip A-K

s HTE-modulom za izolaciju slobodno isturenih (konzolnih) balkona.



Termički odvaja vanjske armiranobetonске građevne dijelove od zgrade u području spoja stropne i balkonske ploče.



Sastoji se od armaturnog modula koji prenosi momente i poprečne sile, izolatora i HTE modula koji omogućava kombinaciju visoke nosivosti i optimalne toplinske izolacije. Toplinska provodljivost izolacijskog materijala $\lambda = 0,031 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$.

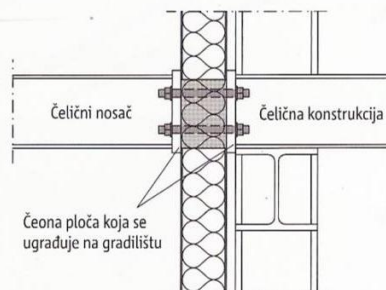
44

Schöck Isokorb® tip KST

nosivi termoizolacijski element za čelične konstrukcije.



Predstavlja posljednju riječ tehnike pri sprječavanju toplinskih mostova kod čeličnih konstrukcija.



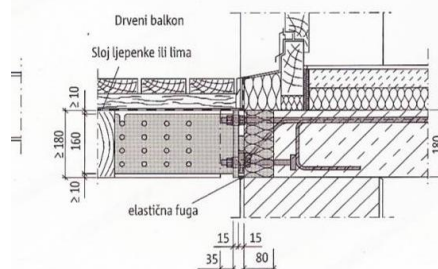
Omogućava termičko odvajanje dijelova čeličnih konstrukcija uz istodobni prijenos visokih opterećenja. Modularna izvedba omogućava priključke profila različitih veličina i statičkih opterećenja.

45

Schöck Isokorb® tip KS i tip KSH
za slobodno prepuštene čelične ili
drvene konstrukcije.



Omogućava toplinsko izolirani priključak
slobodno prepuštenog čeličnog nosača
ili drvene konstrukcije na armirano
betonsku ploču.



Element prenosi poprečnu silu i moment
savijanja.

Omogućava visok stupanj prefabrikacije
Jednostavna ugradnja skraćuje vrijeme
montaže na gradilištu.

Dijelovi elemenata koji su izloženi
vremenskim utjecajima izrađeni su od
nehrđajućeg čelika, otpornog na
koroziju.

46

**Tehnički propis o racionalnoj
uporabi energije i toplinskoj
zaštiti u zgradama
NN 128/2015
(Katalog dobro riješenih
toplinskih mostova)**

**Toplinsko odvajanje ili
oblaganje na poziciji
toplinskih mostova, ali i
povećana zvučna izolacija od
udarnog zvuka**

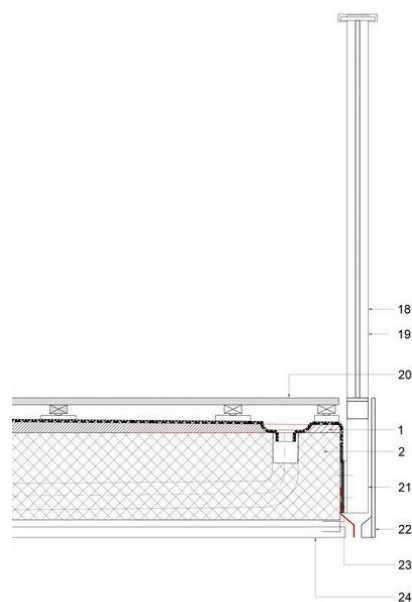
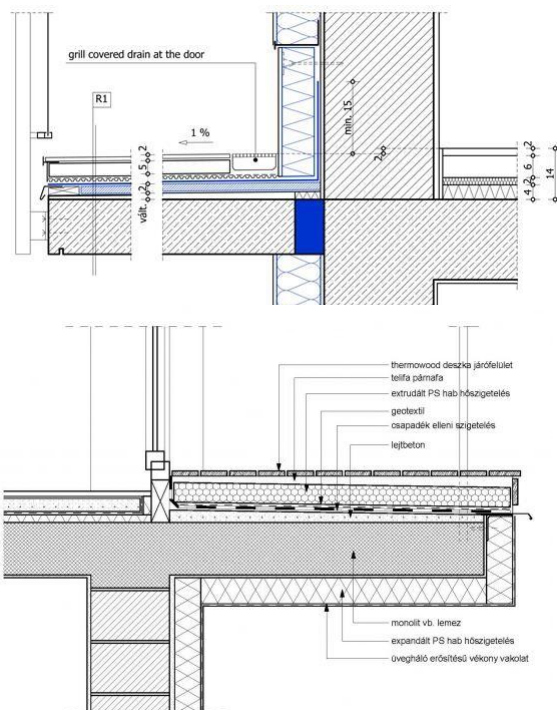
- balkon, loggia,
galerijski hodnik,...

30. ugradnja elastičnog
konstruktivnog oslonca za
toplinsko odvajanje balkona

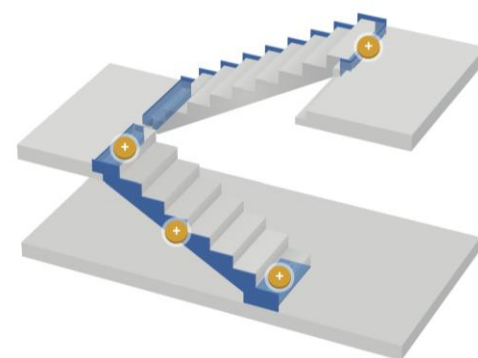
31. hidroizolirani plivajući
pod balkona

30. Balkon ili loggia - rješenje s izvedbom umetka za konstrukcijski prekid toplinskog mosta		- dimenzije debljina slojeva toplinske izolacije navedene u zgradama odnose se na zahtjeve iz <i>Tablice 1. PRILOG B</i> ovog Tehničkog propisa za odgovarajuću vrstu građevinskog dijela zgrade, za zgrade s $\Theta_i \geq 18^\circ\text{C}$ i $\Theta_{e, \text{mj}, \text{min}} > 3^\circ\text{C}$ - dimenzije debljina slojeva toplinske izolacije odnose se na minimalne debljine materijala za toplinske izolacije toplinske provodljivosti: $\lambda \leq 0,04 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$ ili ekvivalentne manje debljine materijala za toplinsku izolaciju s povoljnijim (nižim) λ vrijednostima - sve označene dimenzije izražene su u centimetrima (cm)
31. Balkon ili loggia - rješenje s oblaganjem armiranobetonske ploče balkona/loggie toplinskom izolacijom s gornje i donje strane		

47



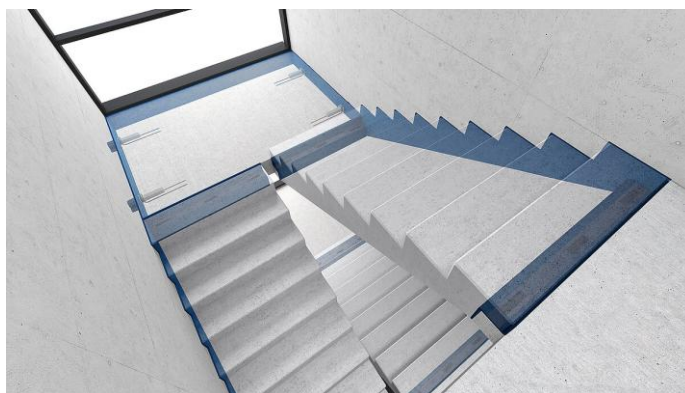
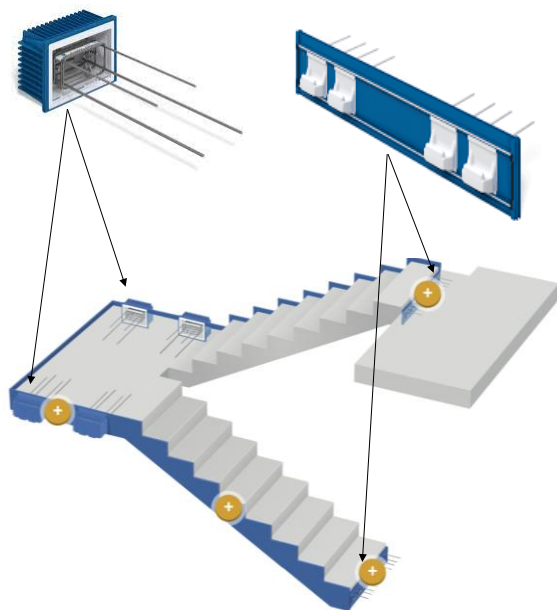
48



Zaštita do udarne buke sa stubišta ($L'_{n,w,min}$) - montažna izvedba krakova stubišta

monolitni stubišni podesi i međupodesti trebaju biti izvedeni s plivajućim podnim oblogama elastično odvojenima pjenastim ili gumenim elastičnim trakama od nosive konstrukcije zgrade, a krakovi stubišta trebaju biti elastično oslonjeni na podesi i bez kontakta s bočnim zidovima (otvorene reške ili elastično zabrtvljene)

49



Zaštita do udarne buke sa stubišta ($L'_{n,w,min}$)

- monolitna (in situ) izvedba krakova i međupodesta stubišta

- monolitni stubišni podesi trebaju biti izvedeni s plivajućim podnim oblogama elastično odvojenima pjenastim ili gumenim elastičnim trakama od nosive konstrukcije zgrade, a krakovi i međupodesti stubišta trebaju biti elastično oslonjeni na obodne zidove i podeste i elastično odvojeni od obodnih zidova (elastično zabrtvljene reške)

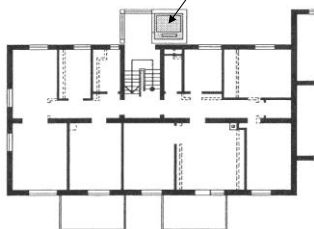
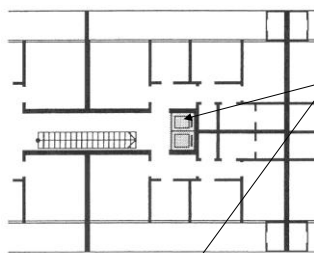
50

Izoliranje pozicija izvora udarne / strukturalne buke

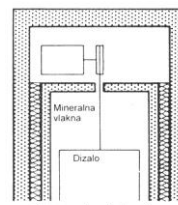
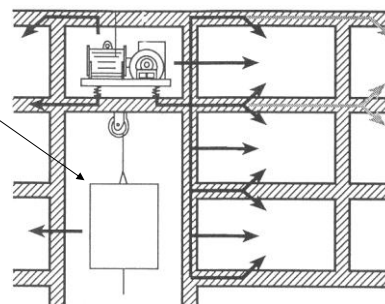
Tlocrtnom dispozicijom prostora s ometajućim izvorima buke može se postići smanjenje utjecaja izvora buke na ostale prostore u zgradi.

Prijenos buke od uređaja koji su izvor vibracija ili udara sprječavamo ugradnjom uređaja na elastične podloške i/ili elastičnim dilatiranjem konstrukcija bučne prostorije od ostalih konstrukcija

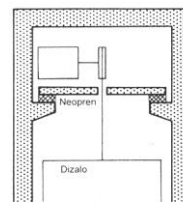
TP zahtijeva de se u glavnim i izvedbenim projektima strojarskih (i elektro) instalacija obradi redukciju prijenosa vibracija i impulsne buke pogonske opreme u zgradi (te prijenos buke u zgradu i prema okolišu putem instalacija ili pogonske opreme).



DIZALO



Odvajeno okno dizala ≥ 3 cm mineralna vlakna



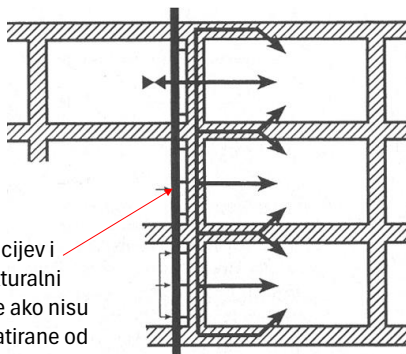
Završetak okna na neoprenu

51

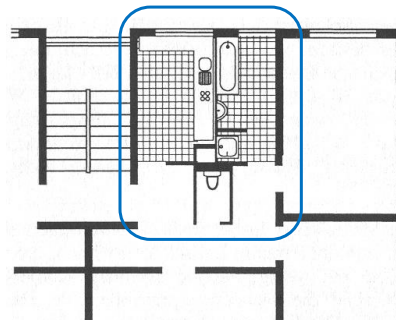
Buka od instalacija (vode, kanalizacije, ventilacije, krovna odvodnja, dimnjaci..)

Prodori kroz građevne dijelove radi vođenja instalacija trebaju biti zvučno izolirani i elastično dilatirani da se buka instalacija ne prenosi na konstrukciju zgrade ili po cijevima iz prostora jednog u prostor drugog korisnika.

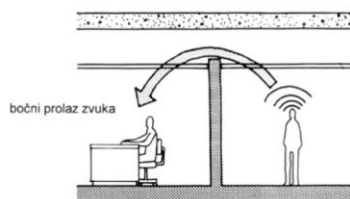
Instalacijske cijevi i mogući strukturalni prijenos buke ako nisu elastično dilatirane od ab nosive konstrukcije zgrade



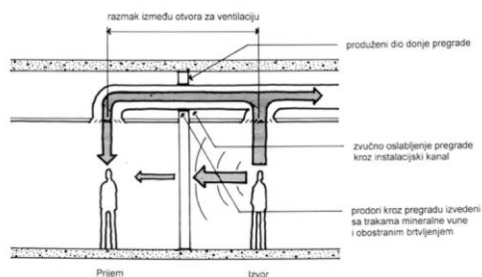
Prostorije s instalacijama trebaju biti grupirane, a instalacije ne treba voditi u pregradama prema boravišnim prostorima - izbjegavati instalacijske vertikale uz spavaonice ili dnevne boravke (koji isto često služe kao spavaonice u manjim stanovima)



52

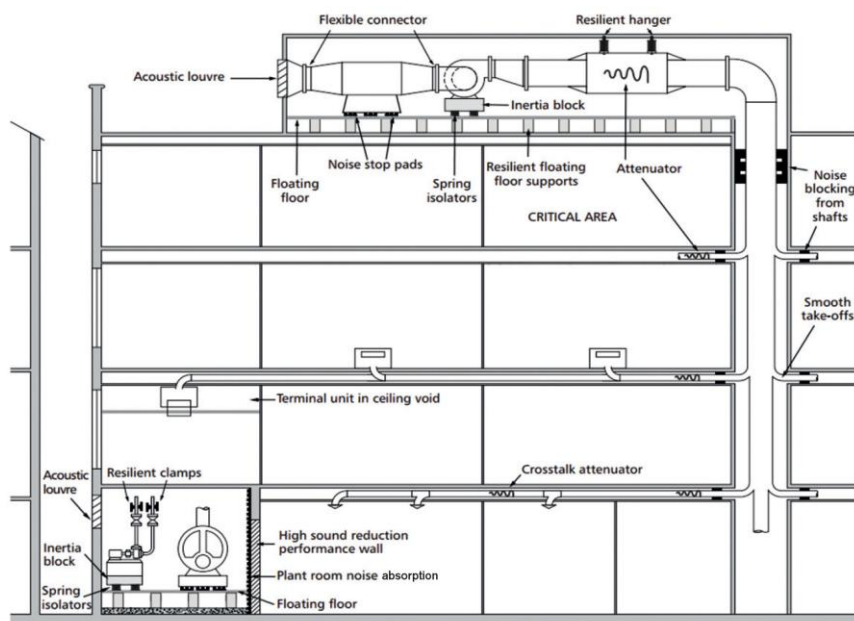


Sl. 73. Prijenos zvuka između dvaju prostora kroz prostor spuštenog stropa
(Izvor: Egan, M. David, 1988: 218)



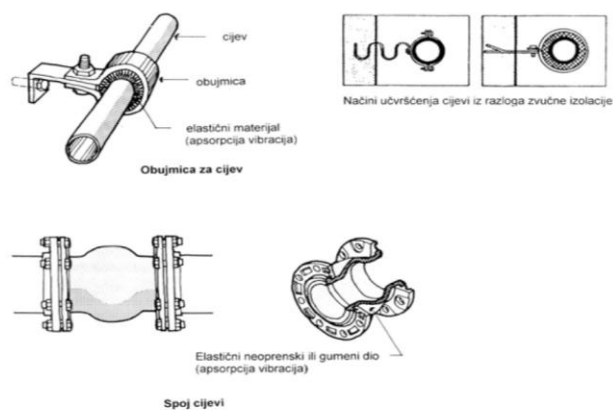
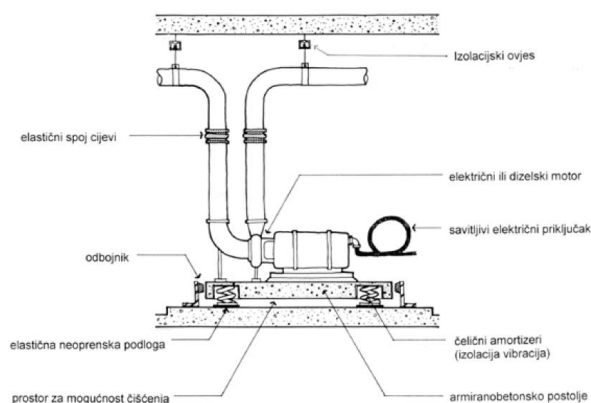
Sl. 74. Prijenos zvuka između dvaju prostora (utjecaj instalacijskih kanala)
(Izvor: Egan, M. David, 1988: 293)

53



Tipični putevi širenja buke i vibracija i metode obrade

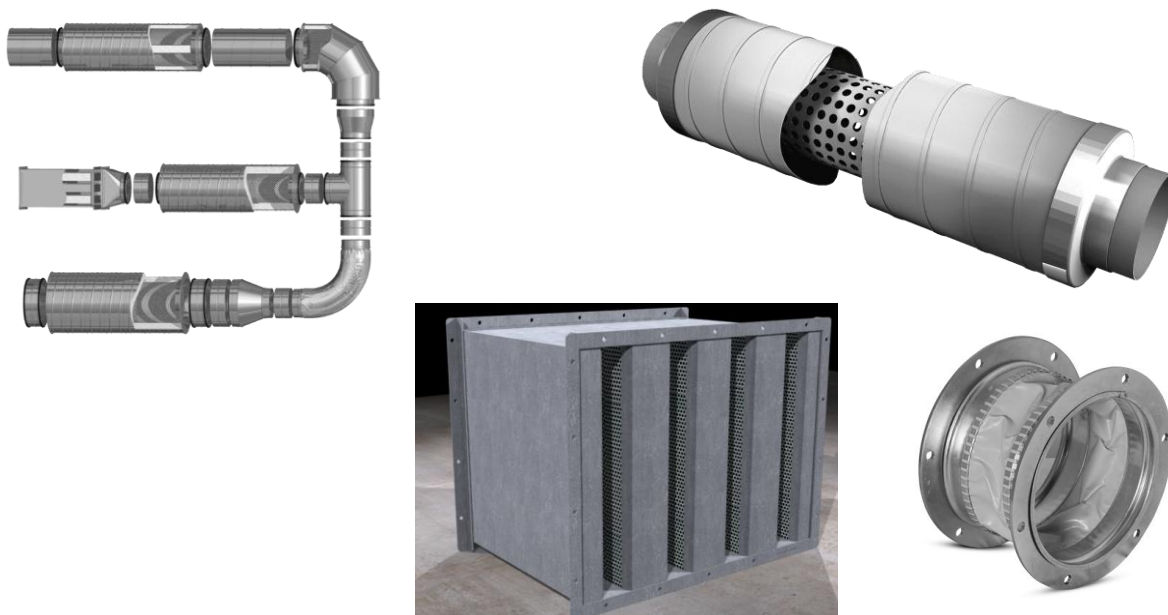
54



Sl. 75. Izolacija vibracija strojarskih uređaja (npr. crpka za vodu) (Izvor: Egan, M. David, 1988: 218)

76. Načini ugradnje cijevi za sprječavanje prijenosa zvuka i vibracija (Izvor: Egan, M. David, 1988: 303, 304)

55



56

TP zahtijeva u projektima strojarskih (i elektro) instalacija (glavnim i izvedbenim) izradu projektnih tehničkih rješenja zaštite od prijenosa buke (prigušivače, ili opremu primjerene niske razine buke), ali i zaštitu od prijenosa vibracija servisne i pogonske opreme zgrade (ovjesi uređaja i vibrirajućih instalacija kod DEA generatora, transformatora, dizalica toplina, klima komora, ventilokonvektora, vanjskih klima jedinica, pumpi, kompresora ili druge opreme vezane na zgradu u pogledu potrebnih detalja izvedbe i troškovničkih stavki prigušenja buke, ali i antivibracijskih ovjesa i prodora.

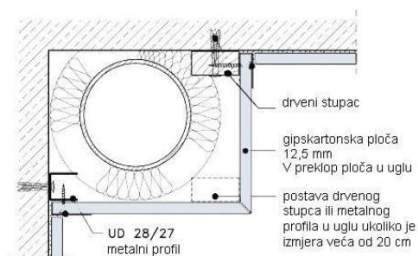
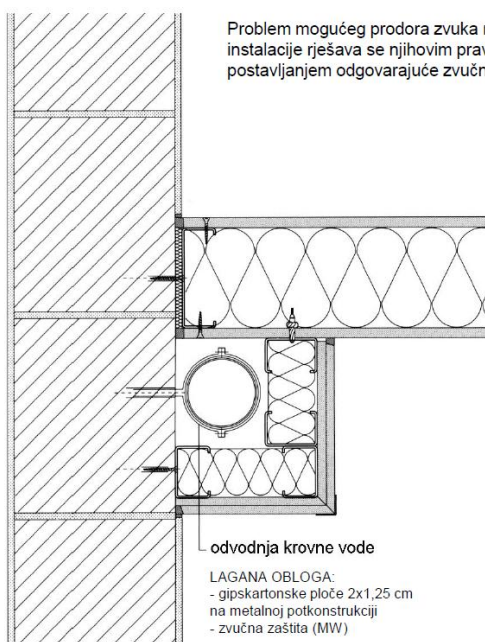


57



58

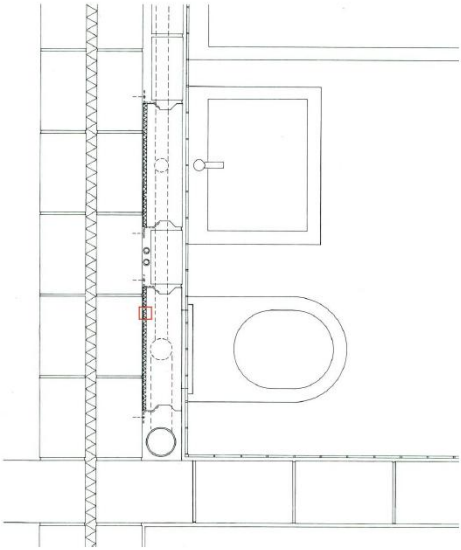
ZIDNE OBLOGE VERTIKALA - SUHOMONTAŽNI SUSTAV



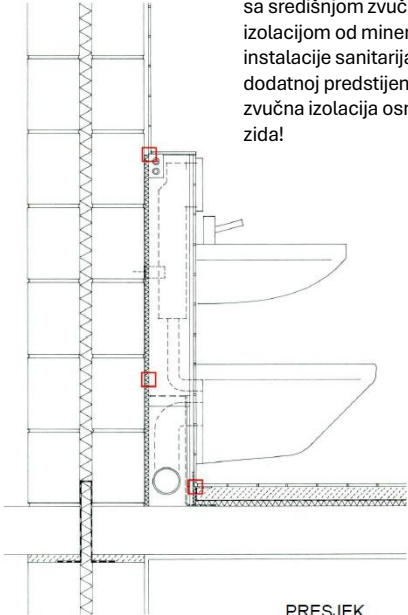
59

INSTALACIJSKI PREGRADNI ZID

MASIVNA KONSTRUKCIJA – ZIDANI ZIDOVİ



TLOCRT



Dvostruki zidani nenosivi zid između dva stana (puna opeka $\geq 12+6+12$ cm) sa središnjom zvučnom i toplinskom izolacijom od mineralne vune – instalacije sanitarija se vode u dodatnoj predstijenci, da se ne naruši zvučna izolacija osnovnog sastava zida!

Iskaznica o akustičkim svojstvima zgrade - unos i ovjera projektiranih i izmjerenih vrijednosti
(dio Iskaznice - zvučna izolacija od zračne i udarne buke)

ISKAZNICA O AKUSTIČKIM SVOJSTVIMA ZGRADE

Uputa za popunjavanje: Iskaznica iz priloga E je sadržajnog obaveznog formata, u pojedinim tablicama Iskaznice broj redaka za unos podataka može se prema potrebi povećavati, a stupci proširivati.

4. ZAŠTITA OD VANJSKIH IZVORA BUKE					
Proračun potrebne zvučne izolacije vanjskih pregrada zgrade se temelji na (zaokružiti):			(a) rezultatima mjerenja inicijalne buke		
			(b) projektantskoj proračunskoj procjeni stvarnog opterećenja bukom		
			(c) najvišoj dopuštenoj razini vanjske buke koja je utvrđena posebnim Propisom		
5. ZVUČNA IZOLACIJA VANJSKIH GRAĐEVNIH DIJELOVA ZGRADE I PREGRADA PROSTORIJE ZGRADE					
Građevni dio zgrade ili pregrada prostorija zgrade		Vrijednosti iz Tehničkog propisa		Projektirano	Izmjereno
				Izračunate vrijednosti	Izmjerene vrijednosti
Oznaka/položaj	Građevni dio ili pregrada	Oznaka veličine [mjerna jedinica]			

6. ZVUČNA IZOLACIJA UNUTARNJIH GRAĐEVNIH DIJELOVA ZGRADE I PREGRADA ZGRADE					
Građevni dio zgrade ili pregrada zgrade				Projektirano	Izmjereno
Vrijednosti iz Tehničkog propisa				Izračunate vrijednosti	Izmjerene vrijednosti
Oznaka/ položaj	Građevni dio ili pregrada	Oznaka veličine [mjerna jedinica]			
7. ZVUČNA IZOLACIJA OD BUKE SERVISNE OPREME					
Servisna oprema (dizalo, pumpa, ventilacijski uređaj, kompresor, stroj i sl.)				Projektirano	Izmjereno
Vrijednosti iz Tehničkog propisa				Izračunate vrijednosti	Izmjerene vrijednosti
Oznaka/ položaj	Prostorija	Oznaka veličine [mjerna jedinica]			

9 A. ODGOVORNOST ZA PROJEKTIRANE VRIJEDNOSTI (POTPISUJE SE NEPOSREDNO PO IZRADI GLAVNOG PROJEKTA I POTPISANA JE SASTAVNI DIO GLAVNOG PROJEKTA)	
	kvalificirani elektronički potpis
Projektant arhitektonskog dijela glavnog projekta u odnosu na zaštitu od buke i akustička svojstva	
Projektant građevinskog dijela glavnog projekta u odnosu na zaštitu od buke i akustička svojstva	
Projektant strojarskog dijela glavnog projekta u odnosu na zaštitu od buke i akustička svojstva	
Projektant elektrotehničkog dijela glavnog projekta u odnosu na zaštitu od buke i akustička svojstva	
Glavni projektant zgrade	
9 B. ODGOVORNOST ZA IZMJERENE VRIJEDNOSTI (POTPISUJE SE NAKON UNOSA PODATAKA MJERENJA I DIO JE DOKUMENTACIJE ZA TEHNIČKI PREGLED)	
	kvalificirani elektronički potpis
Osoba koja je provela mjerenja	
Glavni nadzorni inženjer	
Nadzorni inženjer	
Nadzorni inženjer 2	
Nadzorni inženjer 3	
...	
Glavni inženjer gradilišta	
Inženjer gradilišta	
Inženjer gradilišta 2	
Inženjer gradilišta 3	
...	
Voditelj radova	
Voditelj radova 2	
Voditelj radova 3	
...	

Preporuke za projektiranje suhomontažnih pregrada - prodori kutija elektro instalacija kojima se ne umanjuje R_w

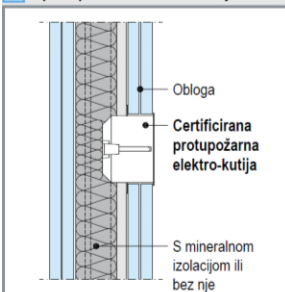
Otpornost na požar / Zvučna zaštita - ugradnja elektro kutija

Ugradnja elektro kutija u Knauf pregradne zidove kod zahtjeva otpornosti na požar

Shematski prikaz - mjere u mm

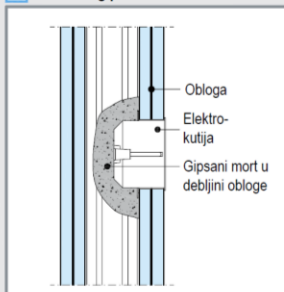
- Kutiju za utičnice, prekidače i sl. dozvoljeno je ugraditi u pregradne zidove na bilo kojoj poziciji, ali ne jednu nasuprot drugoj
- Dopušteno je provođenje pojedinih strujnih kabela, a preostali otvori se zapunjavaju gipsanim mortom
- Područje iza elektro-kutija dopušteno je ispuniti kamenom vunom do područja 500 mm oko otvora, dok se izolacija stješnjava do max. 30 mm (u stiješnjenom stanju njena gustoća iznosi min. 60 kg/m³)

A S protupožarnom elektro-kutijom



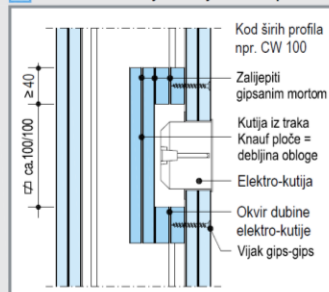
- Ugraditi certificiranu protupožarnu elektro-kutiju

B Zaštita s gipsanim mortom



- Zaštita s gipsanim mortom

C Zaštita s unutarnjom kutijom iz GK ploča



- Elektro-kutiju zaštititi oblogom iz GK ploča

Napomene za sprječavanje gubitaka zvučne zaštite:

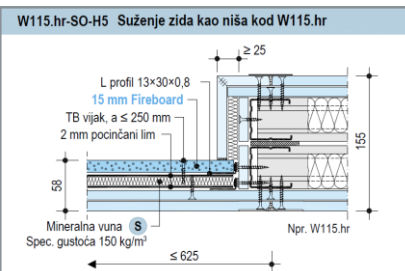
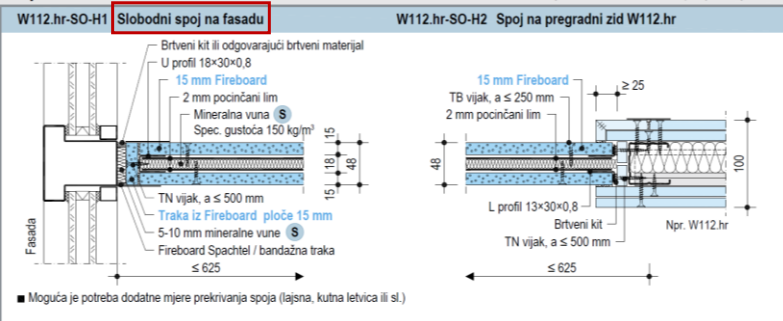
- Izbjegavati krute spojeve s ostalim pregradnim zidovima
- Utičnice ne postavljati jednu nasuprot druge. Eventualne otvore od elektro kutija zatvoriti

64

Preporuke za projektiranje suhomontažnih pregrada - spojevi na fasadne stijene i suženja zidova (zidne niše) za minimalno smanjenje R_w

Detalji M 1:5

Primjeri: Horizontalni/vertikalni presjeci - mjere u mm

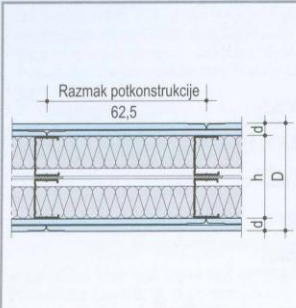


- Visine zidova ≤ 4,0 m
- Nisu dozvoljeni vertikalni spojevi ploča
- 2 mm pocinčani lima sa svake strane zida
- Izolacijski sloj prema HRN EN 13162:
- Klasa negorivosti A1; Temperatura tališta ≥ 1000 °C (npr. Knauf Insulation DDP-G)
- Vrijednosti ukupne zvučne zaštite pregradnog zida i suženja zida
- Vrijedi za: pregradni zid > 10 m², 1 suženje zida (maks. 625 mm)
- | R _w Pregradni zid | R _w Suženje zida | Umanjenje |
|------------------------------|-----------------------------|----------------------------|
| ≤ 50 dB | ≤ 50 dB | bez umanjivanja |
| > 50 dB ≤ 60 dB | > 50 dB ≤ 60 dB | 1 dB umanjivanja |
| > 60 dB | > 60 dB | potrebno izvršiti mjerenje |
- Voditi brigu o bočnim građevnim dijelovima
- Suženje zida u otpornosti na požar prema upitu

65

Suhomontažni zida između dva stana ili dva poslovna prostora s prodorima instalacija

W115 Pregradni zid dvostruka konstrukcija – dvostruka obloga + peta ploča po potrebi



155	105	KNAUF ploče		59	2x40	0,37
205	155	2x12,5	GKB	3	58	60
			GKF		61	2x60
						0,27
255	205			60	80	0,37
				63	2x80	0,21
155	105	KNAUF ploče		63	2x40	0,37
205	155	2x12,5	Piano	4	65	2x60
			Piano F			0,27
			49,5			
255	205		ploče za zvučnu zaštitu	67	2x80	0,21
			GKB/GKF			

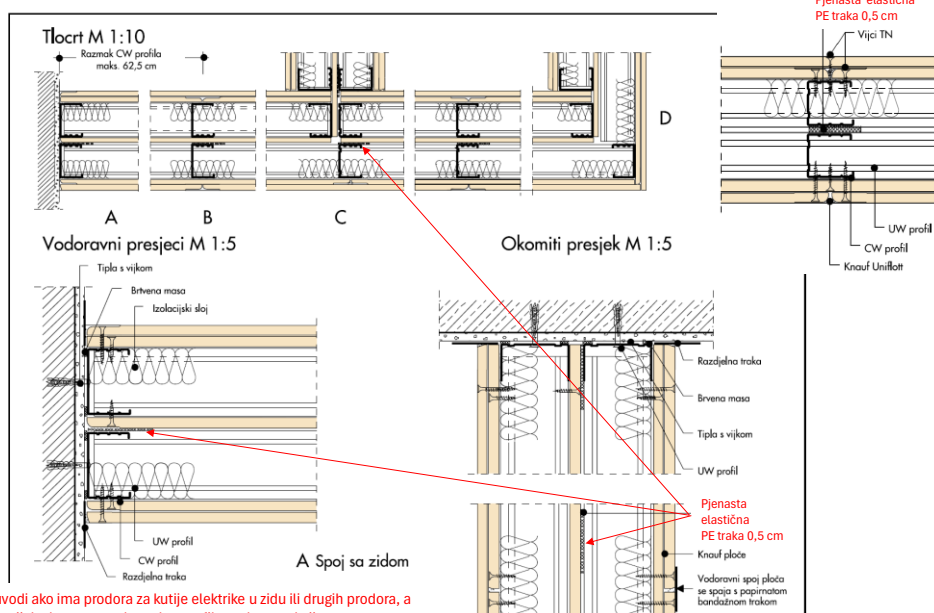
Središnja (peta ploča) potrebna je **kod zida između dva stana**, ukoliko se u njemu rade kutije za elektro instalacije ili drugi prodori kroz vanjske gk ploče; razmak kutija mora biti veći od 50 cm, međuprostor popunjen s mekom MW.

66

Zid između stanova

Dvostruka metalna konstrukcija,
dvostruka obloga + 5. sloj ploča unutar zida

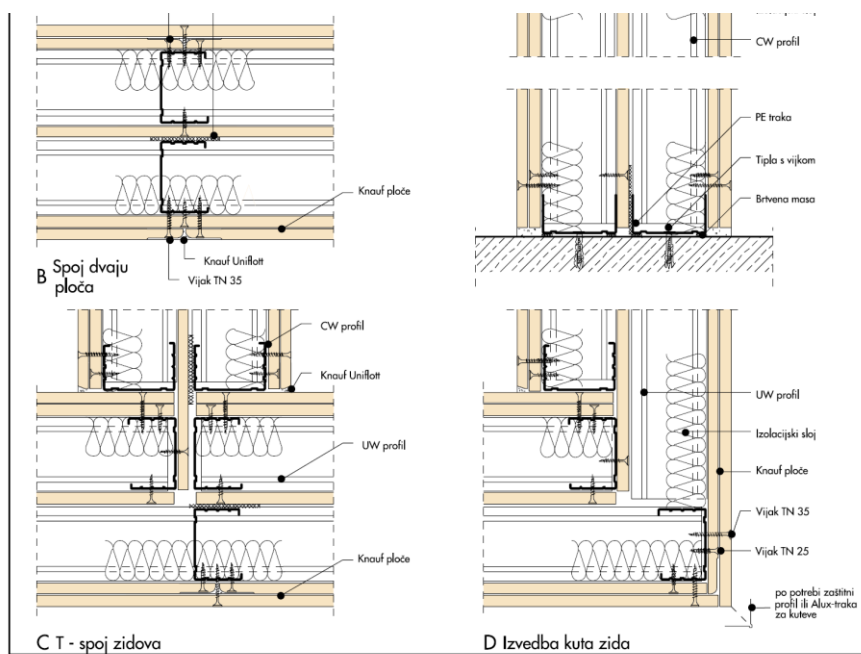
W115



Peta središnja gk ploča se uvodi ako ima prodora za kutije elektrike u zidu ili drugih prodora, a pjenasta PE traka 0,5 cm je uvijek obavezna na kontaktu profila potkonstrukcije.

67

67



8

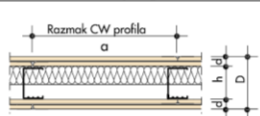
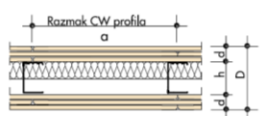
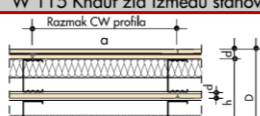
68

68

Tehnički podaci

Vatrozaštita, zvučna i toplinska izolacija

W11

Prikaz sistema	Tehnički podaci			Masa ca. kg/m ²	Vatro- ¹⁾ zaštita Razred vatrozaštite	Zvučna izol.		Toplinska izol.	
	Dimenzije (mm)					R _w ²⁾ dB	Izolacija ÖNORM B 6035 m	k W/(m ² K)	
	D	h	Obloga d						
W 112 Knauf pregradni zid - Jednostruka metalna konstrukcija, dvostruka obloga									
	100	50	2x12,5	49	F90	51	50	0,57	
	125	75				53	50	0,57	
	150	100				55	50	0,57	
W 113 Knauf pregradni zid - Jednostruka metalna konstrukcija, trostruka obloga									
	125	50	3x12,5	66 ³⁾	F90 F180 (DIN 4102)	57	50	0,54	
	150	75				58	60 kamenja vuna 100 kg/m ³	0,47	
	175	100				61		0,47	
W 115 Knauf zid između stanova - Dvostruka metalna konstrukcija, dvostruka obloga									
	215	165	2x12,5 + 12,5	62	F90	62	2x50	0,33	
						69	2x80	0,22	

69

69

Približni proračun zvučne izolacije R_w lake dvostruke gipskartonske pregrade uključujući korekciju za obodne pregrade - primjer za pregradni zid između ureda

PZ03 - pregradni zid između ureda istog korisnika

- gips kartonske ploče (> 700 kg/m ³)	2x1,25 cm	0,025 x 700 =	17,5	kg/m ²
- mineralna vuna d = 6 cm između profila				
CW 75 mm (30-50 kg/m ³)	6 cm	0,06 x 30 =	1,8	kg/m ²
- gips kartonske ploče (> 700 kg/m ³)	2x1,25 cm	0,025 x 700 =	17,5	kg/m ²
		m =	36,8	kg/m ²

Masa obodnih konstrukcija $m_L \geq 250 \text{ kg/m}^2$ ($K_{L,1} = -1 \text{ dB}$) (**potrebno je izračunati!**)

Prema podacima iz tablice (Knauf katalog), s korekcijom za ugradnju u masivne obodne pregrade od cca 5 dB i bez neobrađenih prodora instalacija:

$$R'_w = R_w + K_L - 5 = 52 - 1 - 5 = \mathbf{46 \text{ dB}} > R'_{w,\min} = 44 \text{ dB} - \text{ZADOVOLJAVA!}$$

W112 Pregradni zid		jednostruka konstrukcija – dvostruka obloga				
	100	50		50	40	0,61
	KNAUF ploče			51	40	0,60
	125	75	2x12,5 GKB	52	60	0,47
			GKF	45		
	150	100		51	40	0,60
				52	60	0,46
				53	80	0,38
	100	50		53	40	0,61
	125	75	2x12,5 KNAUF ploče	54	40	0,60
			Piano F	55	60	0,47
	150	100	46,5 ploče za zvučnu zaštitu	54	40	0,60
			GKB/GKF	55	60	0,47
				56	80	0,38

70

Primjer izračuna zvučne izolacije složene fasadne stijene:

zid s prozorom:	$S_{uk} = 27,0 \text{ m}^2$	$R_{w,\text{res}} = ? \text{ dB}$
- zid	$S_1 = 14,0 \text{ m}^2$	$R_{w,1} = 52 \text{ dB}$
- prozor	$S_2 = 13,0 \text{ m}^2$	$R_{w,2} = 32 \text{ dB}$

- za zid izračunati R_w (ovisno o tome je li masivni, s predstijenkom ili laki višeslojni zid)
- za prozor očitati iz tablice prema karakteristikama ostakljenja i brtvljenja (na sljedećoj stranici)

$$R_{w,\text{res}} = -10 \log \left(\frac{1}{S_{uk}} \times \sum_{i=1}^n S_i \times 10^{\frac{-R'_{w,i}}{10}} \right)$$

$$R_{w,\text{res}} = -10 \log [(14,0 \times 10^{-(52/10)} + 13,0 \times 10^{-(32/10)}) / 27,0] = \mathbf{35,1 \text{ dB}}$$



71

71

Primjeri izvedbe za otklopne, zaokretne i otklopno-zaokretne prozore i vrste ostakljenja za postizanje vrednovanog indeksa zvučne izolacije R_w od 25 do 45 dB (računske vrijednosti) (Izvor: DIN 4109, 1989, Tablica 40: 55)

Stupac	1	2	3	4	5	6
Red			Zahtjevi izvedbe prozora različitih vrsta			
			Spojni prozor ¹⁾			
Red	$R_{w,s}$ dB	Konstruktivska oznaka	Jednostruki prozor ²⁾ s jednostrukim IZO staklom ³⁾	S dva krila s jednostrukim ostakljenjem	Dvostruki spojni prozor s jednim krilom s jednostrukim ostakljenjem i jednim krilom ostakljenim IZO staklom	Dvostruki klasični prozor ¹⁾³⁾ s dva jednostavna krila ostakljenim IZO staklom
						
1	25	Ostakljenje: ukupna debljina stakla razmak stakala $R_{w,s}$ ostakljenja brtvljenje preklopa	≥ 6 mm ≥ 8 mm ≥ 27 dB nije potrebno	≥ 6 mm nema -	nema nema -	- - -
2	30	Ostakljenje: ukupna debljina stakla razmak stakala $R_{w,s}$ ostakljenja brtvljenje preklopa	≥ 6 mm ≥ 12 mm -	≥ 6 mm ≥ 30 mm -	nema ≥ 30 mm -	- - -
3	32	Ostakljenje: ukupna debljina stakla razmak stakala $R_{w,s}$ ostakljenja brtvljenje preklopa	≥ 8 mm ≥ 12 mm ≥ 32 dB 1 potrebno	≥ 8 mm ≥ 30 mm 1 potrebno	≥ 4 mm + 4/12/4 ≥ 30 mm 1 potrebno	- - 1 potrebno
4	35	Ostakljenje: ukupna debljina stakla razmak stakala $R_{w,s}$ ostakljenja brtvljenje preklopa	≥ 10 mm ≥ 16 mm ≥ 35 dB 1 potrebno	≥ 8 mm ≥ 40 mm -	≥ 6 mm + 4/12/4 ≥ 40 mm -	- - -

5	37	Ostakljenje: ukupna debljina stakla razmak stakala $R_{w,s}$ ostakljenja brtvljenje preklopa	- -	≥ 10 mm ≥ 40 mm -	≥ 6 mm + 6/12/4 ≥ 40 mm -	≥ 8 mm odnosno ≥ 4 mm + 4/12/4 mm ≥ 100 mm -
6	40	Ostakljenje: ukupna debljina stakla razmak stakala $R_{w,s}$ ostakljenja brtvljenje preklopa	- -	≥ 14 mm ≥ 50 mm ≥ 42 dB 1 + 2 ⁴⁾ potrebno	≥ 8 mm + 6/12/4 ⁴⁾ ≥ 50 mm -	≥ 8 mm odnosno ≥ 6 mm + 4/12/4 mm ≥ 100 mm -
7	42	Ostakljenje: ukupna debljina stakla razmak stakala $R_{w,s}$ ostakljenja brtvljenje preklopa	- -	≥ 16 mm ≥ 50 mm ≥ 45 dB 1 + 2 ⁴⁾ potrebno	≥ 8 mm + 6/12/4 ≥ 50 mm -	≥ 10 mm odnosno ≥ 8 mm + 4/12/4 mm ≥ 100 mm -
8	45	Ostakljenje: ukupna debljina stakla razmak stakala $R_{w,s}$ ostakljenja brtvljenje preklopa	- -	≥ 18 mm ≥ 60 mm -	≥ 8 mm + 6/12/4 ≥ 60 mm -	≥ 12 mm odnosno ≥ 8 mm + 6/12/4 mm ≥ 100 mm -
9	≥ 48	Opće vrijednosti podaci nisu mogući. Dokazivanje samo ispitivanjem prema DIN 52110				

¹⁾ Sva krila moraju kod dvokrilnih prozora imati dvostruki preklop, kod metalnih i plastičnih prozora moraju postojati dva učinkovita grančička. Preklope krila moraju biti postavljene po istom obodu, bez prekida. Moraju biti mekane, trajno elastične, otporne na starenje i lako zamjenjive.

²⁾ Izolacijsko staklo mora biti trajno, označeno s oznakom vidljivom i ugrađenom staklu, a iz koje se može očitati procijenjena izolacijska moć $R_{w,s}$ i ime proizvođača. Uz ovakvu isporuku mora biti priložen izvorni atest po DIN 50049, kojemu je osnova ispitivanje po DIN 52110 do 5, koje nije starije od 5 godina.

³⁾ Zvučno - apsorpcijsko udjeljenje je vanjskosti, jer se time djelomično mogu izjednačiti propusnosti u preklopmu, koji nastaju zbog starenja brtve preklopa.

⁴⁾ Vrijednosti vrijede samo ako nisu poduzete dodatne mjere za odražavanje međuprostora između stakala.

72

Akustika u zgradarstvu u RH i OECD – UI upute i savjeti za arhitekta (Gemini)

Akustika u zgradarstvu je u Hrvatskoj trenutno "uspavani div", ali ulazak u OECD i približavanje zapadnim standardima gradnje gurnut će ovu temu u prvi plan.

Evo zašto je akustika **možda i najpametnija niša** za arhitekta u ovom trenutku i kakve veze OECD ima s tim:

1. OECD-ov fokus: "Well-being" i zdravlje

OECD ne gleda samo BDP, već ima poznati **"Better Life Index"**. U razvijenim OECD zemljama, **buka (noise pollution)** se tretira kao ozbiljan javnozdravstveni problem, odmah uz zagađenje zraka.

- **Promjena paradigme:** U tranzicijskim zemljama "dobra zgrada" je ona koja je statički sigurna i topla. U OECD zemljama "dobra zgrada" je ona u kojoj se **dobro osjećate**.
- Dokazano je da loša akustika izaziva stres i pad produktivnosti. Zato OECD standardi (i investitori koji dolaze iz tih zemalja) inzistiraju na drastično strožim normama zvučne zaštite nego što su trenutno uobičajene u hrvatskoj praksi.

73

2. Tržišna prilika: Kraj "kartonskih zidova"

Hrvatska novogradnja (čak i skupa) često pati od loše zvučne izolacije. Čujete susjeda kako hoda, vodu u cijevima ili razgovor iz stana do. Akustička mjerenja na novim izvedenim zgradama ili nakon adaptacija i prenamjena dijelova zgrada u pogledu zvučne izolacije u pravilu se ne provode.

- **Dolazak stranih investitora:** Kada njemački ili skandinavski fond ulaže u stambeni blok ili uredsku zgradu u Zagrebu, oni zahtijevaju **klasu akustične udobnosti A ili B** (prema normama poput VDI 4100 ili DIN 4109). Naši propisi su često blaži ili se u izvedbi zanemaruju.
- **Vaša prednost:** Arhitekt koji zna projektirati detalje tako da spriječi **bočno prenošenje zvuka (flanking transmission)** i koji zna riješiti udarni zvuk u međukatnim konstrukcijama postat će nužan partner investitorima koji žele prodati "premium" proizvod.

3. Uredski prostori i produktivnost (Open Space problem)

OECD ekonomija je ekonomija usluga. Ljudi rade u uredima.

- Najveća pritužba u modernim uredima je **buka i nedostatak privatnosti**.
- **Akustični dizajn interijera:** Više nije dovoljno samo izvesti „Armstrong” strop. Traže se proračuni vremena reverberacije, upotreba akustičnih panela, "tihih zona" i maskiranje zvuka. Arhitekti koji se bave interijerima, a razumiju akustiku, ovdje mogu naplatiti svoje znanje kao *premium* uslugu.

74

4. Veza s "Zelenom gradnjom" (DGNB, LEED, BREEAM)

- Certifikacija zelene gradnje (BREEAM, LEED, DGNB)
- Ovo je trenutno "zlatni rudnik". Veliki institucionalni investitori (koji grade uredske zgrade, logističke centre, hotele) neće ulagati u nekretninu ako ona nema međunarodni certifikat održivosti (BREEAM ili LEED).
- Svi oni (posebno njemački DGNB i britanski BREEAM) imaju **stroge bodove za akustičnu udobnost**.
- Često se događa da **zgrada padne na certifikaciji ili dobije nižu ocjenu upravo zbog loše akustike** (npr. prevelika jeka u atriju ili loša izolacija fasade od prometne buke). Arhitekt koji to predvidi u fazi idejnog projekta štedi investitoru ogroman novac za naknadne sanacije.

75

Konkretni savjeti za arhitekta:

Ako vas ovo područje zanima, evo gdje je novac i budućnost:

Zaštita od buke u stanogradnji (Sound Insulation): Specijalizirajte se za rješavanje detalja plivajućih podova i spojeva zidova. Kupci stanova postaju sve educiraniji i počinju tužiti investitore zbog loše zvučne izolacije (što je vani uobičajeno). Biti arhitekt čije zgrade "jamče mir" postaje snažan marketinški alat.

Akustika prostorija (Room Acoustics): Ovo se odnosi na kvalitetu zvuka *unutar* prostora (restorani, sale za sastanke, škole).

- **Primjer:** Moderni restorani s puno betona i stakla su često nepodnošljivo bučni. Arhitekt koji zna integrirati apsorbere u dizajn interijera (da ne izgledaju kao "zakrpe") je vrlo tražen.

Simulacijski softver: Ne morate biti inženjer akustike, ali ako naučite koristiti osnovne alate za simulaciju ili barem znate interpretirati akustični elaborat **prije** nego zgrada krene u gradnju, imate ogromnu prednost.

76

Zaključak

Akustika je definitivno niša budućnosti u Hrvatskoj. Do sada se tretirala kao "nužno zlo" (samo da zadovoljimo minimalne tehničke uvjete).

Ulaskom u OECD krug, ona postaje mjerilo kvalitete i luksuza.

Spoj arhitekture i akustike je rijedak.

Većina akustičara su fizičari ili elektrotehničari koji ne razumiju dizajn, a većina arhitekata zanemaruje zvuk. Ako spojite to dvoje, pozicionirate se na tržištu kao vrhunski stručnjak za "high-end" projekte.

77