

Kako zmanjšati hrup v osnovnih šolah z gradbeno-tehničnega vidika?



Doc. dr. Mateja Dovjak

Doc dr. Roman Kunič

Asist. Luka Pajek

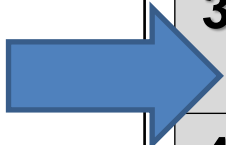
mdovjak@fgg.uni-lj.si

Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo,
Katedra za stavbe in konstrukcijske elemente

IZHODIŠČE ZA DEFINIRANJE UKREPOV Z GRADBENO-TEHNIČNEGA VIDIKA

Izhodišče: rezultati Poročila o anketi Hrup v OŠ (Jeram, 2016)

Poročilo o anketi (Jeram, 2016)
„Vsaka 10 OŠ RS ($N_{cel}=123$) ocenjuje, da se nahaja v hrupnem okolju , manj kot 1/3 v delno hrupnem“.
„Najpogostejši vir cestni promet.“
„59% OŠ poroča o motečem hrupu v šoli.“
„Hrup iz jedilnice, hodniki, telovadnice, avle, učilnice“.
„Soočanje s težavami (pri sporazumevanju, nemir..)“
„Zgolj 8% OŠ je problem hrupa rešilo“.
„Izvedene aktivnosti: izolacija, ozaveščanje, meritve, itd“.

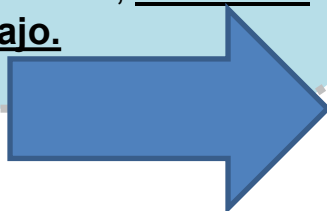


PLAN PREDAVANJA	
1	PROBLEMATIKA PREKOMERNIH RAVNI HRUPA V STAVBAH IN GRADBENO-TEHNIČNI VZROKI
2	ZAKONODAJNI OKVIR
3	MEJNE VREDNOSTI Z + N HRUPA IN ZVOČNA IZOLIRNOST
4	HIERARHIČNI UKREPI
5	ZVOK, HRUP, ZVOČNE IZOLACIJE IN VIBRACIJE
6	PRIMERI MERITEV V UČILNICAH
7	MERITVE PARAMETROV HRUPA
8	IN KAJ LAHKO STORIMO SAMI?



Problematika prekomernih ravni hrupa v stavbah

- 20% populacije je izpostavljene ravnem hrupa nad 65 dB(A) tekom dneva in več kot 30% populacije je izpostavljene ravnem, ki presežejo vrednot 55 dB(A) ponoči (WHO, 2011) → **problematika prekomernih ravni hrupa v vseh grajenih okoljih (javne, stanovanjske stavbe), podnevi in ponoči.**
- **Preživimo več kot 90% v N stavb (Evans s sod., 1998), več kot 1/3 v šolah** (učenci kot občutljiva skupina, učitelji).
- **Zdravje, udobje, storilnost** (vpliv na ostale parametre udobja).
- **Zakonske zahteve za zvočno zaščito stavb so definirane na ravni EU.**
- Zahteve so prenesene v vertikalni in horizontalni pravni okvir RS, **vendar se v celoti ne upoštevajo.**



Rezultati opravljene klasifikacije stavb o zvočni zaščiti v EU kažejo, da je **glavnina stavb razporejena v razred D** (slaba zvočna izolativnost ovoja, predelnih sten in medetažnih konstrukcij) (COST, 2013).

Tabela: Subjektivna ocena uporabnikov stavb z različno klasifikacijo zvočne zaščite po DS 490: 2007 (Rasmussen, 2010).

Sound classes describing acoustic conditions in dwellings		Occupants' evaluation	
Class	Characteristics according to DS 490 Summary based on information in DS 490	Good or very good	Poor
A	Excellent acoustic conditions Occupants will be disturbed only occasionally by sound or noise	> 90%	
B	Considerable improvement compared to minimum given in class C Occupants may be disturbed sometimes by sound or noise	70 to 85%	< 10%
C	Sound class intended as minimum requirement for new buildings Less than 20% of occupants are expected to be disturbed by sound or noise	50 to 65%	< 20%
D	Sound class for older buildings with less satisfactory acoustic conditions Intended for e.g. renovated dwellings. Not intended for new buildings.	30 to 45%	25 to 40%

Note: Within each sound class the percentage satisfied or dissatisfied occupants may differ somewhat from one acoustic criterion to another. The grouping is mainly based on the subjective assessments of airborne sound between dwellings and impact sound from adjacent dwellings. For details, see DS 490.

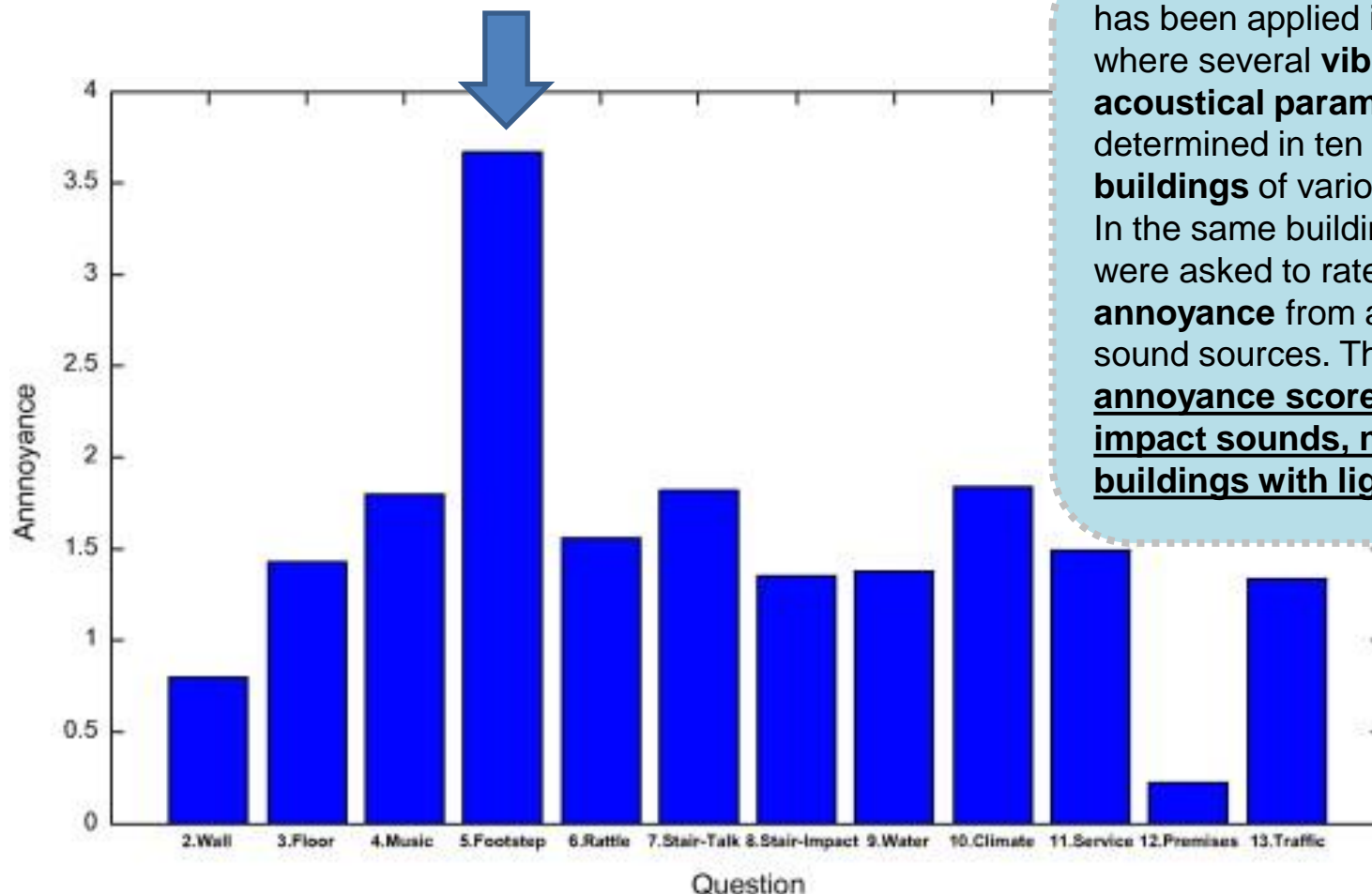
Problematika prekomernih ravni hrupa v stanovanjskih stavbah

Grimwood (1997) je izvedel študijo v VB (april 1992 - marec 1994), kjer je preučeval vzroke za nezadovoljstvo stanovalcev v 40 stanovanjih. **Med glavne vire hrupa zaznane s strani uporabnikov prištevajo:** televizija / radio, glasovi, hoja, zapiranje vrat, stikala, delo na kuhinjskih površinah in šumi vodovodne napeljave. Med moteč hrup prištevajo hrup gospodinjskih aparatov (pralni stroji, sesalniki in telefoni). **Študija dokaže, da kljub temu da nekatera stanovanja izpolnjujejo zahteve glede zvočne zaščite, so uporabniki nezadovoljni z ravnmi hrupa.**





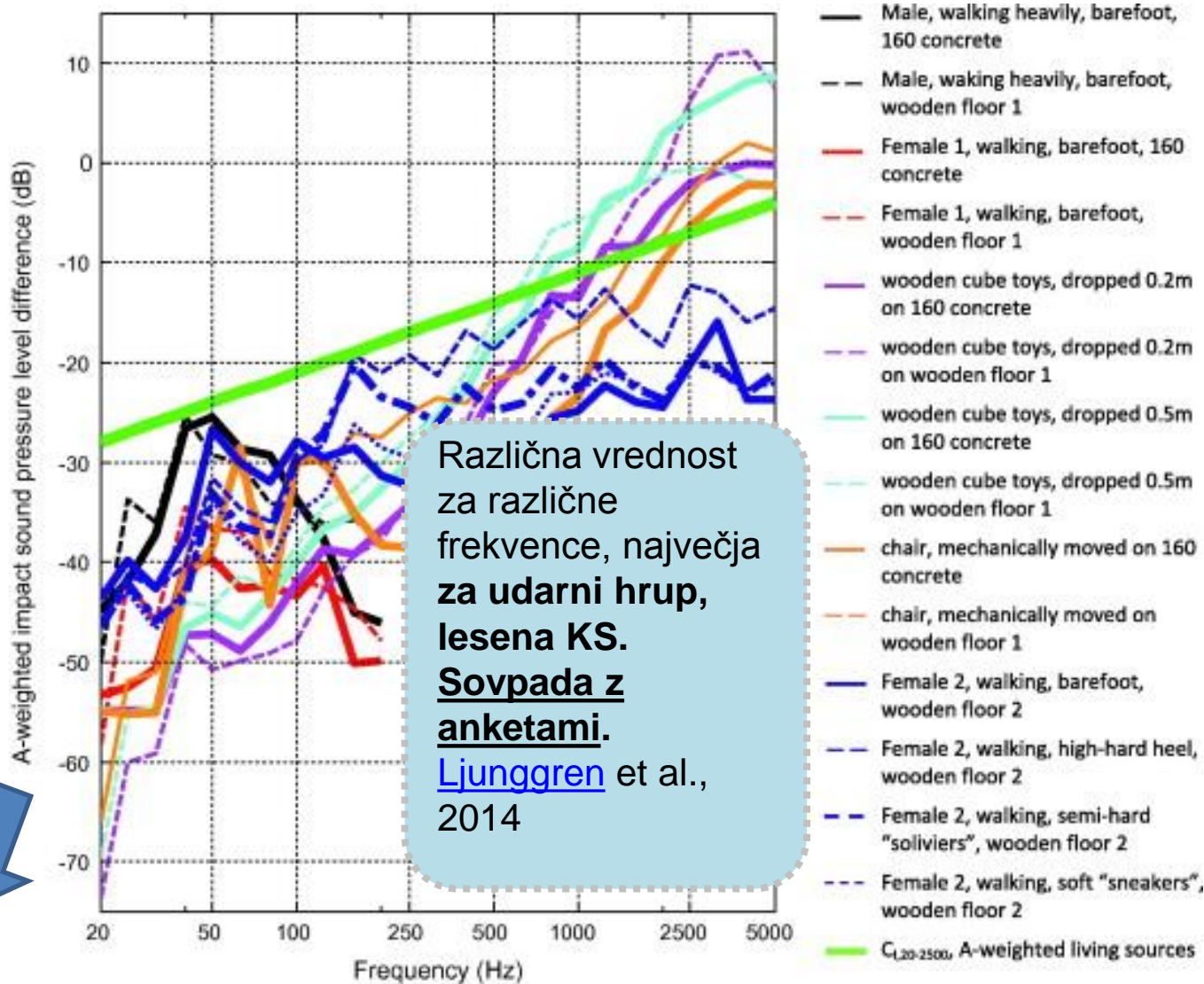
Problematika prekomernih ravni hrupa v stanovanjskih stavbah



An extensive measurement template has been applied in a field survey where several **vibrational and acoustical parameters** were determined in ten **Swedish buildings** of various constructions. In the same buildings, the occupants were asked to rate the **perceived annoyance** from a variety of natural sound sources. The **highest annoyance score concerned impact sounds, mainly in the buildings with lightweight floors.**

Correlation between sound insulation and occupants' perception – Proposal of alternative single number rating of impact sound: [Fredrik Ljunggren](#), [Christian Simmons](#), [Klas Hagberg](#) [Applied Acoustics](#), [Volume 85](#), November 2014, Pages 57–68.

Problematika prekomernih ravni hrupa v stanovanjskih stavbah



Različna vrednost za različne frekvence, največja za udarni hrup, lesena KS. Sovpada z anketami. [Ljunggren et al., 2014](#)

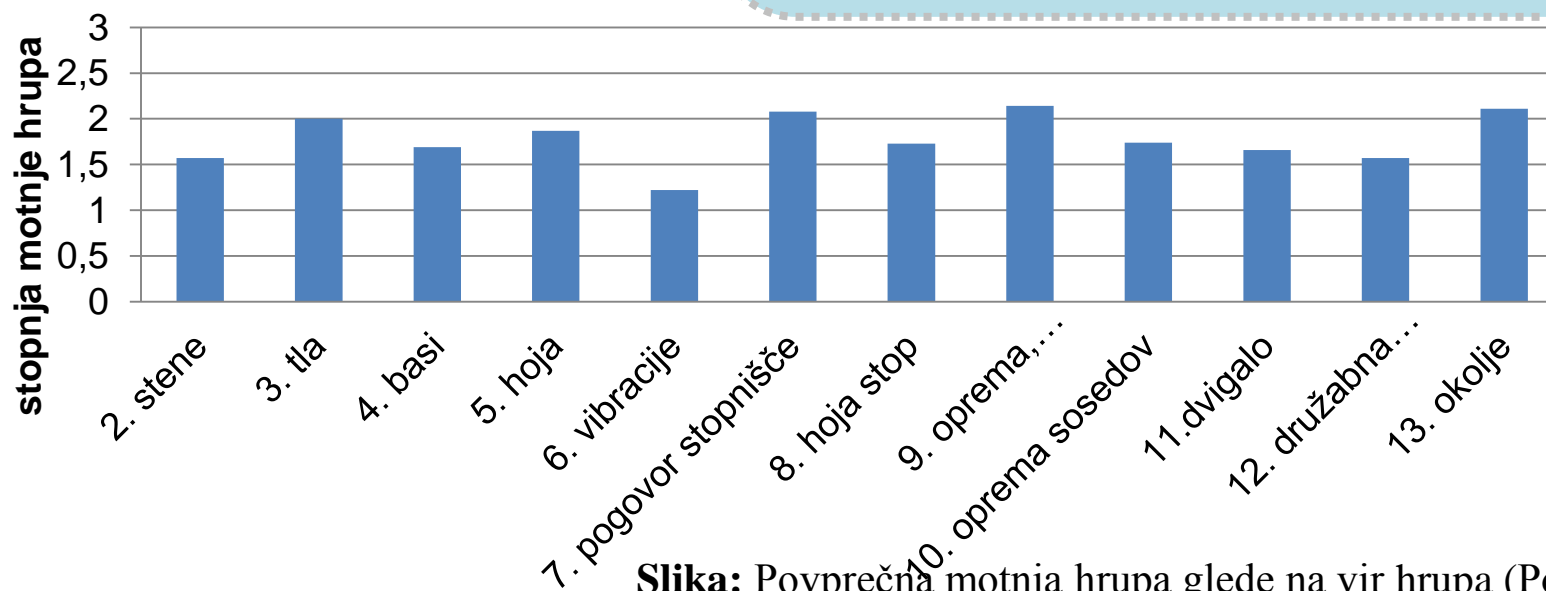
Vpeljan nov parameter, ki prikazuje vrednost dejanskega udarnega hrupa, zaradi vsakodnevnih aktivnosti (uravnovežena razlika v zvočnih tlakih stand.naprava-dejanska).



Problematika prekomernih ravni hrupa v stanovanjskih stavbah

- Do podobnih ugotovitev so prišli tudi v raziskavi Podgrajšek (2015): **3 večstanovanjske stavbe, LJ** (exo, 1959, 2008, 1988)
- Izračuni s **programom, anketiranje** (N=120)

- Rezultati anket kažejo, da **največji problem v izbranih objektih predstavlja hrup pripomočkov in opreme v lastnem stanovanju, hrup iz okolja ob zaprtih oknih ter hrup sosedov: pogovor, vsakdanje življenje in hrup hoje sosedov po stanovanjskih tleh.**
- Objektivni izračun je pokazal, da je **izolacija medetažnih konstrukcij pred udarnim hrupom ustrežna**, vendar smo s **subjektivno analizo dokazali**, da hoja oseb pomembno vpliva na akustično udobje v stavbi.
- Kar **70,8 % anketiranih stanovalcev je ocenilo**, da je zvočna izolacija zelo pomemben dejavnik za kvalitetno bivalno udobje (ocena 4 ali 5). (Podgrajšek, 2015).



Slika: Povprečna motnja hrupa glede na vir hrupa (Podgrajšek, 2015)



Zakonodajni okvir

Področje zvočne zaščite stavb je urejeno z:

- mednarodnimi in nacionalnimi pravnimi akti (PA) (obvezni za uporabo),
- standardi (pogojno obvezni),
- priporočili, smernicami, navodili.

Sem prištevamo PA na področju:

- obvladovanje prekomernih ravni hrupa v **zunanjem okolju**,
- zvočna **zaščita stavb**,
- hrup na **delovnem mestu**.

Uredbe EU

- Uredba o ocenjevanju in urejanju hrupa v okolju (Ur.L. RS, št. 121/2004)
- Uredba o mejnih vrednostih kazalcev hrupa v okolju (Ur.I.RS, št. 105/2005 s spr.)
- **Uredba (EU) št. 305/2011 Evropskega Parlamenta in Sveta z dne 9. marca 2011 o določitvi usklajenih pogojev za trženje gradbenih proizvodov in razveljavitvi Direktive Sveta 89/106/EGS**
- Direktiva 2003/10/ES Evropskega Parlamenta in Sveta z dne 6. februarja 2003 o minimalnih zahtevah za varnost in zdravje v zvezi z izpostavljenostjo delavcev fizikalnim dejavnikom (hrup)

Ustava RS

Zakonski in podzakonski PA (zakoni, pravilniki)

- Zakon o graditvi objektov (ZGO-1, Ur.l. RS, št. 110/02, 102/04, 126/07, 108/09, 57/12)
- **Pravilnik o zvočni zaščiti stavb** (Ur.l. RS, št. 14/1999, 10/2012)
- **TSG-1-005: 2012, Zaščita pred hrupom v stavbah**
- Pravilnik o varovanju delavcev pred tveganji zaradi izpostavljenosti hrupu pri delu (Ur.l. RS, 7/2001, s spr.)

Standardi, priporočila, navodila.

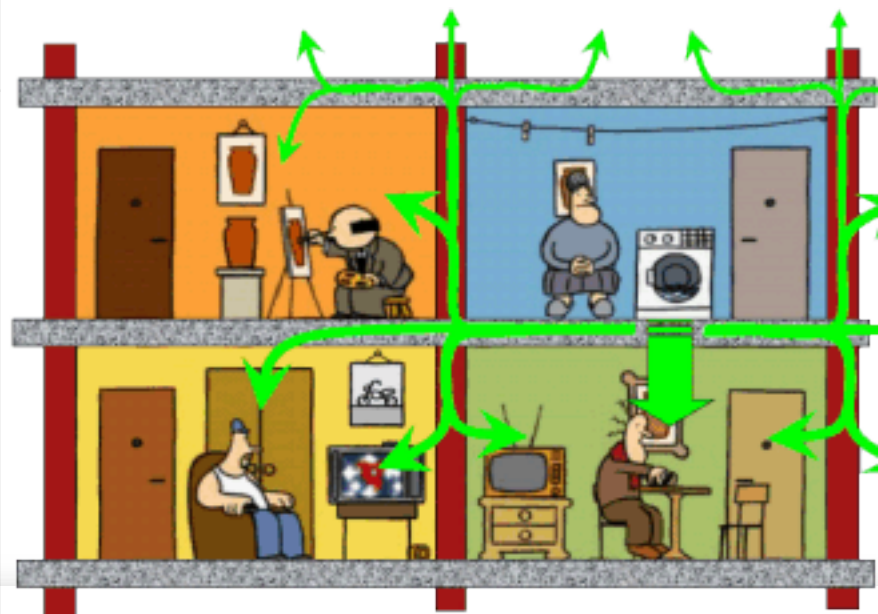


Mednarodni PA: stavbe

Uredba (EU) št. 305/2011 Evropskega Parlamenta in Sveta z dne 9. marca 2011 o določitvi usklajenih pogojev za trženje gradbenih proizvodov in razveljavitvi Direktive Sveta 89/106/EGS

Osnovne zahteve:

- 1: Mehanska odpornost in stabilnost
- 2: Varnost v primeru požara
- 3: Higijena, zdravje in okolje**
- 4: Varnost in dostopnost pri uporabi
- 5: Zaščita pred hrupom**
- 6: Varčevanje z energijo in toplotna izolacija
- 7: Trajnostna raba naravnih virov



5. Zaščita pred hrupom

Gradbeni objekti morajo biti načrtovani in grajeni tako, da se hrup, ki ga zaznavajo osebe v objektu ali bližnji okolici, vzdržuje na ravni, ki ne bo ogrožala njihovega zdravja in jim bo omogočala zadovoljive razmere za spanje, počitek in delo.

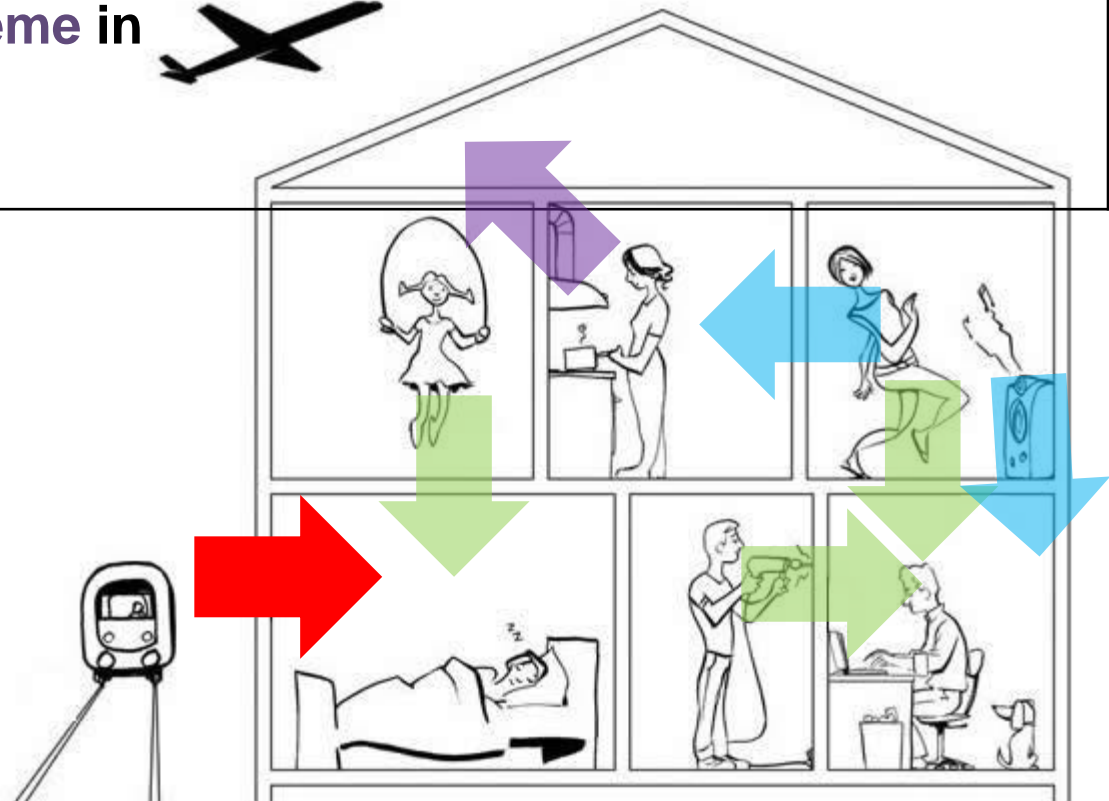


Nacionalni PA: Zakoni, pravilniki

Pravilnik o zvočni zaščiti stavb (Ur.l. RS, št. 14/1999, 10/2012)

Zvočna zaščita stavb ter bivalnih in delovnih prostorov, zagotavlja varstvo pred naslednjimi viri hrupa:

- **zunanjim hrupom** (npr. hrupom prometa, hrupom iz industrijskih objektov),
- **hrupom, ki po zraku** prihaja iz **drugih prostorov**,
- **udarnim hrupom**, ki se iz drugih prostorov prenaša preko konstrukcije,
- **hrupom obratovalne opreme in**
- **odmevnim hrupom.**



Pravilnik o varovanju delavcev pred tveganji zaradi izpostavljenosti hrupu pri delu (Ur.l. RS, 7/2001 s spr.)

**DOPUSTNE EKVIVALENTNE RAVNI HRUPA
ZA NEMOTENO DELO PRI POSAMEZNIH VRSTAH DEJAVNOSTI**

Zap. št.	Vrsta dejavnosti	Dopustna ekvivalentna raven hrupa na delovnem mestu v dB(A)	
		a	b
1	Najzahtevnejšo mentalno delo.	45	40
2	Pretežno mentalno delo, pri katerem je potrebna velika koncentracija in/ali ustvarjalno mišljenje ali so potrebne daljnoročne 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, sosedni obrati, hrup prometa ipd.).

Pri ocenjevanju motenja se upošteva ekvivalentna raven hrupa v času delovanja proizvodnega oziroma neproizvodnega vira.

Tehnična smernica, TSG-1-005: 2012, Zaščita pred hrupom v stavbah

- **Priporočeni gradbeni ukrepi ali rešitve za doseg zahtev pravilnika.**
- Obvezna za uporabo.

Tehnična smernica= dokument, s katerim se za določeno vrsto objekta uredi natančnejša opredelitev bistvenih zahtev, pogoji za projektiranje, izbrane ravni oziroma razredi gradbenih proizvodov oziroma materialov, ki se smejo vgrajevati ter načini njihove vgradnje in način izvajanja gradnje z namenom, da se zagotovi zanesljivost objekta ves čas njegove življenjske dobe, kadar je to primerno, pa tudi postopke, po katerih je mogoče ugotoviti, ali so takšne zahteve izpolnjene.



Mejne vrednosti z in n hrupa in izolirnost

Cilj zvočne zaščite stavb: zagotoviti zadostno ZI Z in N elementov, da hrup v varovanih prostorih stavbe v posameznih obdobjih dneva ne bo presegal mejnih vrednosti hrupa.

Mejne ekvivalente ravni hrupa L_{Aeq} [dB(A)]

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 nastanitve (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.

Varovani prostori = tisti prostori v stavbah, v katerih se ljudje zadržujejo pogosto in daljši čas (stanovanja, prenočitvene enote, ambulante, ordinacije, bolniške sobe, konferenčni prostori, učilnice, igralnice, čitalnice ipd.).

L_{Aeq} = ekvivalentna stalna raven hrupa v danem časovnem intervalu v danem časovnem intervalu ali času merjenja [dB(A)].



Mejne vrednosti izolirnosti N ločilne konstrukcije

Mejne vrednosti izolirnosti pred zvokom po zraku in maksimalne ravni zvočnega tlaka udarnega hrupa za posamezne notranje ločilne konstrukcije glede na namembnost prostorov, ki jih te konstrukcije ločijo **morajo dosegati vsaj minimalne vrednosti:**

R'_w = ovrednotena zvočna izolirnost [dB]

$D_{nT,w}$ = ovrednotena standarda razlika zvočnih ravni [dB]

$L'_{n,w}$ = največje dovoljene vrednosti zvočnega tlaka udarnega zvoka [dB]

Preglednica 4

Večstanovanjske stavbe in stanovanja v nestanovanjskih stavbah in stanovanjske stavbe za posebne družbene skupine (CC-SI 112 in 113)

Zap. št.	Notranji ločilni element	Izolacija (dB)	
4.1	Stena med stanovanjema ali oskrbovanima stanovanjema	R'_w	52
4.2	Stena med sosednjima stanovanjema v vrstnih hišah	R'_w	55
4.3	Stena brez vrat med stanovanjem in skupnim stopniščem ali hodnikom	R'_w	52
4.4	Stena med bivalnima enotama v stanovanjskih stavbah za posebne družbene skupine	R'_w	46
4.5	Stena med stanovanjem ¹ in jaškom dvigala	R'_w	52

V preglednicah 5-10 najdeš mejne vrednosti za: hotelske stavbe; poslovne, upravne stavbe, trgovine, muzeji; industrijske stavbe; izobraževanje; zdravstveno oskrbo.



Vrste in prednostni vrstni red protihrupnih ukrepov

Primarni ukrepi: ukrepi na viru.

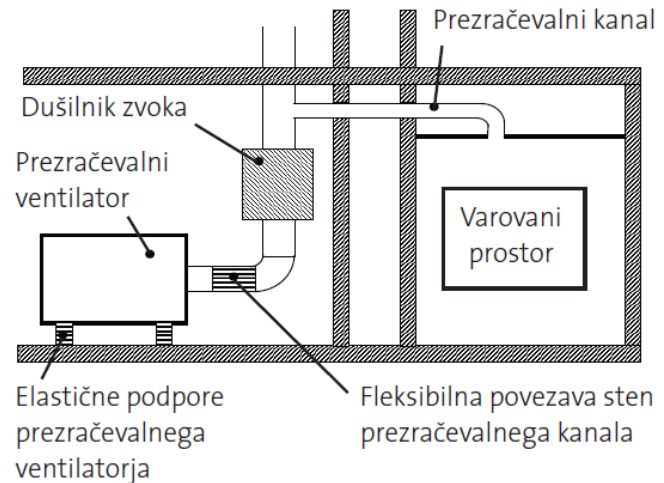


Zakonodaja-upoštevanje stopenj varstva pred hrupom.



Izbor naprav: z nižjo emisijo zvoka.

Vzgoja, izobraževanje osveščanje ljudi: znižanje jakosti govora, manj hrupne aktivnosti v vrtcih ipd..



Glavni ukrepi protihrupne zaščite pri viru za primer prezračevalnih naprav.

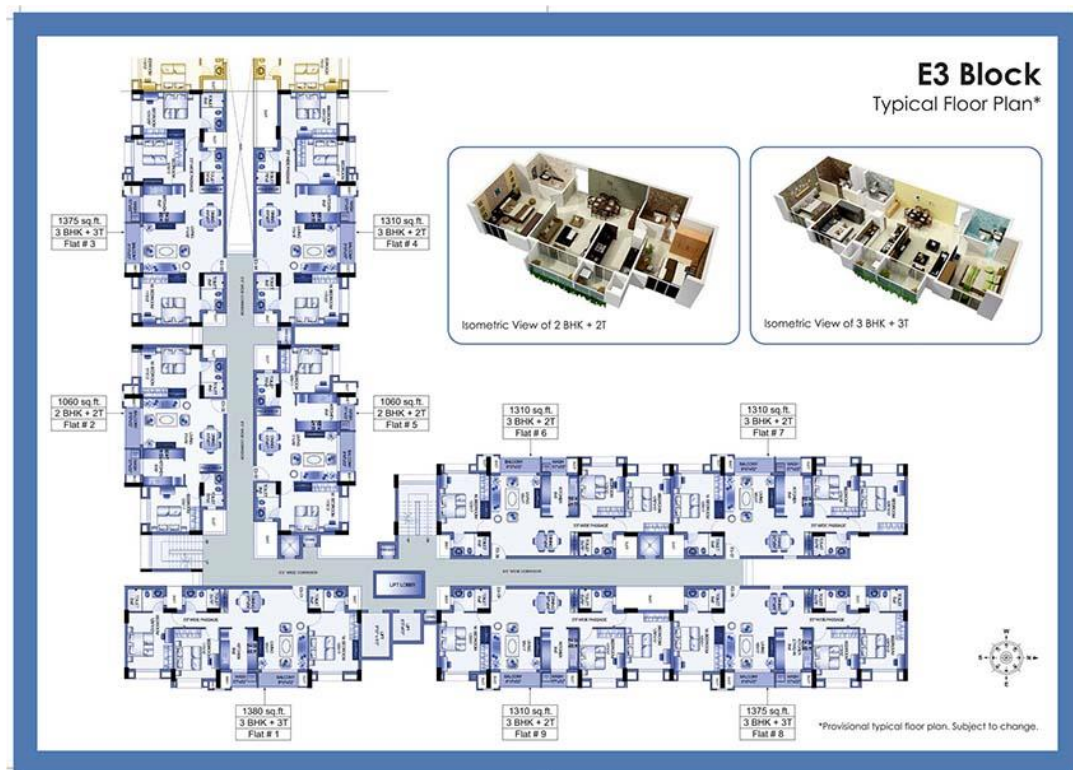


Vrste in prednostni vrstni red protihrupnih ukrepov



Sekundarni ukrepi: ukrepi na poti prenosa zvoka od vira k izpostavljenemu prostoru (montaža protihrupnih kabin, ojačitve ZI ločilnih konstrukcij)

V fazi načrtovanja: optimalna razporeditev prostorov z vidika zvočne zaščite, lokacija hrupnega vira na čimvečji oddaljenosti od za hrup občutljivega mesta.



Vrste in prednostni vrstni red protihrupnih ukrepov

Terciarni ukrepi: ukrepi v izpostavljenem prostoru (začasni ukrepi, izhod v sili).

