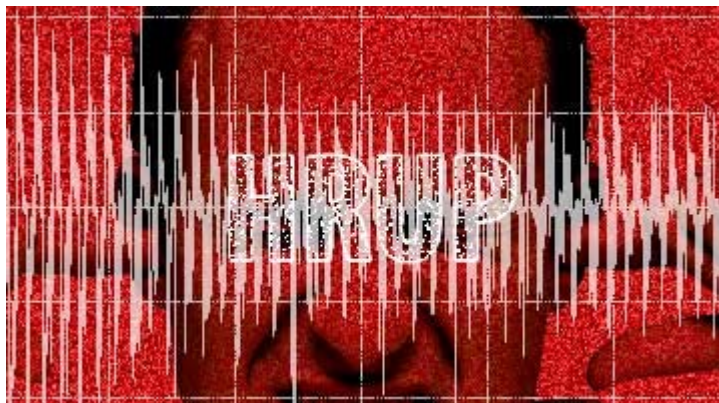


ZMANJŠAJMO HRUP NA DELOVNIH MESTIH!



ZVOK IN HRUP

ZVOK je človeku zaželen in koristna informacija, z govorom se medsebojno sporazumevamo, z glasbo izražamo občutke in naša stanja, zvoki narave nam sporočajo dogajanje v naši okolici...

HRUP pa je »moteč« zvok, ki vzbuja nemir, moti človeka in škoduje njegovemu zdravju in počutju ali škodljivo vpliva na okolje.

Vsak dan smo izpostavljeni hrupu, tako na delovnih mestih kot v okolju.

Predvsem v različnih industrijah je hrup na delovnih mestih velikokrat čezmeren, čeprav je moteč na drugih področjih (šole, vrtci, športne dvorane, bazenski kompleksi, pisarne, ...).

V industriji je vir hrupa vsak stroj ali naprava, katerega uporaba ali obratovanje povzroča čezmeren hrup. Mejne vrednosti hrupa pa so določene v »Pravilniku o varovanju delavcev pred tveganji zaradi izpostavljenosti hrupu pri delu; U.I.RS št.7/01«. Največja dopustna ekvivalentna raven hrupa (L_{Aeq}) na delovnem mestu po trenutno veljavnem pravilniku znaša 85 dB (A) v času trajanja 8 ur dnevno.

Čezmeren hrup je prisoten na delovnih mestih v sledečih industrijah:

- kovinska, lesna, železarska (hrup dosega 95 – 100 dB, v ekstremnih primerih tudi več)
- tiskarska, papirna, tekstilna (hrup dosega 90 do 95 dB)
- elektro, avtomobilska, bela tehnika, kemična, farmacevtska, živilska (hrup dosega 85-90 dB)

V naštetih industrijah povzročajo hrup proizvodni viri -stroji in naprave, kot tudi neproizvodni viri, kot so notranji transport in prezračevalni sistemi.

Najglasnejši stroji so: kompresorji, črpalke, žage, železarske peči, ventilatorji, pri čemer en sam stroj lahko povzroča hrup 100 dB ali več.

Hrup, ki nastaja na določenih delovnih mestih, se lahko razširja tudi v neproizvodne dele podjetja (skladišča, pisarne), kjer moti zaposlene v teh službah ter v okolico tovarne, kjer je moteč za okolje.

POSLEDICE IZPOSTAVLJENOSTI ČEZMERNEMU HRUPU

Na delovnem mestu preživimo v vsej delovni dobi vsaj tretjino časa. Pri vsakodnevni izpostavljenosti čezmernemu hrupu pa bomo kmalu opazili, da na nas vpliva slabo. Posledice so **naprej psihične**, kasneje pa tudi **fizične narave**.

Čezmerna obremenitev s hrupom na delovnih mestih in v delovnem okolju ima zato za posledico najprej **zmanjšano slušno razumljivost** pri medsebojnem sporazumevanju, **občutek nelagodja** in **zmanjšano koncentracijo**. **V daljšem časovnem obdobju** pa ima za posledico **zmanjšano delovno sposobnost, stres, razne nevroze** in **delno** ali celo **popolno izgubo sluha**.

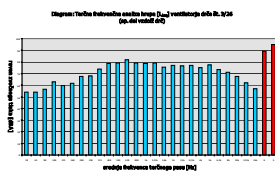
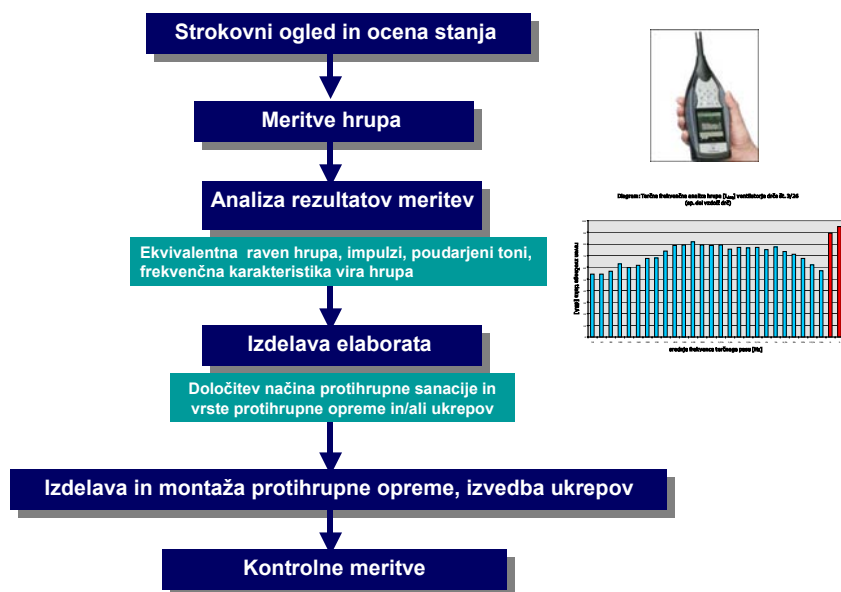
Že delna izguba sluha pa je ireverzibilen proces, kar pomeni, da sluha z zdravstvenimi posegi ne moremo več vrniti v prvotno stanje.

NAČINI ZMANJŠEVANJA HRUPA NA DELOVNIH MESTIH

Odločitev, na kakšen način bomo zmanjševali hrup, je odvisna od ravni hrupa in njegove frekvenčne karakteristike, zato moramo najprej opraviti meritve in analize hrupa. Čim bolje poznamo karakteristike vira hrupa, boljše rezultate lahko dosežemo pri izvajanju protihrupne zaščite.

Poznati in analizirati je potrebno ekvivalentno raven hrupa, impulze, poudarjene tone, frekvenčne karakteristike vira hrupa.

Potek reševanja prekomernega hrupa



Za uspešno znižanje hrupa je potrebno med stroj (vir hrupa-emisija) in delavca (sprejem hrupa-imisija) postaviti zvočno izolacijsko absorpcijsko bariero, v obliki raznovrstne **protihrupne opreme**, ki si po svoji učinkovitosti, glede redukcije hrupa, sledi v tem zaporedju:

- zvočno izolacijske kabine za celoten stroj ali napravo (hrup lahko zmanjšamo za 20-30dB)
- zvočno izolacijski okrovi za del stroja ali naprave (hrup lahko zmanjšamo za 15-20 dB)
- zvočno izolacijsko absorpcijski zaslони v kombinaciji z absorberji hrupa (hrup lahko zmanjšamo za 10-12 dB)
- absorberji hrupa in resonatorji za zmanjšanje reverberacijske (t.j. odbojne oz. odmevne) komponente hrupa (hrup lahko zmanjšamo za 5-8 dB)

Kakšen je občutek oz. zaznavanje hrupa po izvedenih ukrepih nam nazorno prikazuje **tabela 1**, kjer je prikazana soodvisnost med absolutnim padcem ravni hrupa in procentualnim zaznavanjem zmanjšanja hrupa v ušesu.

Primer: znižanje hrupa za **10 dB** z ravni hrupa **90 dB** uho zazna kot zmanjšanje hrupa za **55%**.

Tabela 1:

Raven hrupa pred zmanjševanjem	Zmanjšanje ravni hrupa v dB													
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	14	16	18	20
	Zmanjšanje ravni hrupa v %													
40 dB	17	24	31	37	43	48	53	58	63	71	77	82	87	90
50 dB	13	19	25	32	38	43	47	52	56	63	69	75	80	84
60 dB	12	18	24	29	34	38	42	46	50	56	62	69	73	78
70 dB	12	17	22	26	30	34	38	42	45	52	58	64	68	72
80 dB	15	21	27	33	38	42	47	50	54	59	64	67	71	75
90 dB	15	22	28	34	39	44	48	52	55	62	67	72	76	79
100 dB	16	23	30	35	40	44	49	53	57	63	69	74	77	81
110 dB	16	24	30	36	41	46	51	55	59	66	71	75	79	82
120 dB	17	25	32	38	43	48	53	58	61	68	73	77	81	84
130 dB	17	24	31	37	42	47	52	56	60	67	73	77	81	84

PRIORITETNI UKREPI PRI ZMANJŠEVANJU HRUPA

Glede na prioritete pri zmanjševanju hrupa ločimo primarne, sekundarne in terciarne ukrepe.

Primarni ukrepi so namestitev protihrupne opreme na sam vir hrupa in s tem zmanjšanje emisije hrupa na delovna mesta in v okolico.

S sekundarnimi ukrepi zmanjšujemo hrup na poti od vira do delavca z zaslони, pregradami, absorberji itd., kar je sprejemljivo, kadar ugotovimo, da so primarni ukrepi tehnično ali tehnološko težko izvedljivi ali ne zagotovijo zadostnega zmanjšanja ravni hrupa.

Terciarni ukrepi so osebna varovalna oprema, v kombinaciji s primarnimi in sekundarnimi ukrepi ter kroženje delavcev med delavnikom med stroji, ki povzročajo različne ravni hrupa. Izvajamo jih takrat, ko ko prvi dve vrsti ukrepov tehnično-tehnološko nista izvedljivi.

Povsem napačno je razmišljanje, ki pa je v praksi zelo pogosto, da je primarni ukrep uporaba ušesnih čepov in glušnikov, nadaljnji ukrepi pa sledijo (če) pozneje. Seveda pa je to najlažji, najhitrejši in najcenejši ukrep, s čimer pa izpostavljenost delavcev hrupu običajno ni zmanjšana v zadostni meri.

Protihrupno opremo je treba, (kolikor je to mogoče s stališča zagotavljanja predvidene redukcije hrupa) uskladiti s tehnološkimi zahtevami, varnostjo pri delu, požarno varnostjo in podobno. Med izvajanjem sanacij hrupa je zato priporočljivo zagotoviti stalni strokovni nadzor.

Po zaključenih sanacijskih postopkih in namestitvi protihrupne opreme je vedno potrebno opraviti kontrolne meritve emisij hrupa na saniranih virih ter imisije hrupa na saniranih delovnih mestih, da s tem preverimo doseženi učinek.

MONITORING STANJA

Po končani sanaciji hrupa in opravljenih kontrolnih meritvah je potrebno stalno spremljati aktivnosti znotraj proizvodnega procesa, da se hrup spet ne poveča. To se lahko zgodi, če se spremenijo obstoječ tehnološki lay-outi in/ali če postavimo nove stroje in naprave v proizvodni proces.

KONKRETNI PRIMERI SANACIJ HRUPA NA DELOVNIH MESTIH V PROIZVODNJI

V nadaljevanju članka so prikazani izvedeni primeri sanacij hrupa na delovnih mestih v različnih industrijah. Prikazana protihrupna oprema (PHO) izpolnjuje zgoraj opisane prioritete ukrepe (primarni, sekundarni ukrepi), z navedbo zmanjšanja ravni hrupa po izvedeni sanaciji.

PRIMER 1: Sanacija hrupa kartonskega stroja

Vir hrupa: Hrup kartonskega stroja 100-103 dB se je razširjal na delovna mesta posluževalcev stroja in po celotni proizvodni hali.

Izvedba: Zvočno izolacijska kabina čez rendrirne valje kartonskega stroja, zvočna izolacija kabine $R_w = 18$ dB.

REZULTAT: Hrup je znižan na 82-85 dB.

Slika 1



PRIMER 2: Sanacija hrupa stiskalnice

Vir hrupa: Hrup stiskalnice za prebijanje profilov 100-103 dB se je razširjal na delovna mesta posluževalca stroja in po celotni proizvodni hali.

Izvedba: Zvočno izolacijska kabina čez stiskalnico, zvočna izolacija kabine $R_w = 24$ dB.

REZULTAT: Hrup je znižan na 76-79 dB.

Slika 2



PRIMER 3: Zmanjšanje hrupa varilne linije

Vir hrupa: Hrup varilne linije 92-94 dB se je razširjal na delovna mesta operaterja linije in po celotni proizvodni hali.

Izvedba: Zvočno izolacijska kontrolna kabina za delovno mesto operaterja linije, zvočna izolacija kabine $R_w = 27$ dB.

REZULTAT: Hrup je znižan na 65-67 dB.

Slika 3



PRIMER 4: Sanacija hrupa stiskalnice

Vir hrupa: Hrup stiskalnice za štancanje pločevine 97-99 dB se je razširjal na delovna mesta posluževalca stroja in po celotni proizvodni hali.

Izvedba: Zvočno izolacijska kabina čez stiskalnico in podajalnik materiala
zvočna izolacija kabine $R_w = 21$ dB.

REZULTAT: Hrup je znižan na 76-78 dB.

Slika 4



PRIMER 5: TALUM Kidričevo, sanacija hrupa v proizvodni hali

Opis problema: Previsoka raven hrupa v proizvodni hali 83-86 dB.

Izvedba: zmanjšanje hrupa s stropnimi in stenskimi absorberji,
znižanje ekvivalentne ravni hrupa v celotni hali za 5-6 dB.

REZULTAT: Hrup je znižan na 78 - 80 dBA.

Slika 6



Ploščati stropni
absorberji,
montirani med
betonske strešne
nosilce

Slika 7



Primer 5: Slika 8



Ploščati stenski
absorberji hrupa,
nalepljeni na
betonske stene
objekta

Primer 5: Slika 9



Ploščati stenski
absorberji hrupa,
nalepljeni na
betonske stene
objekta

PRIMER 6: TERMoeLEKTRARNA TOPLARNA LJUBLJANA - Zvočna izolacija in izboljšanje akustike glavne komandne sobe.

Vir hrupa: Turboagregati v strojnici povzročajo hrup 92 - 94 dB. Komandna soba je bila nezadostno zvočno izolirana, prisotno je bilo stojno valovanje, predolg odmevni čas ter prisotnost zelo nizkih frekvenc 50,100 400 Hz (poudarjeni toni).

Izvedba: akustična obdelava sten in stropa z akustičnimi ploščami in membranskimi resonatorji, vgradnja nove zvočno izolacijske steklene stene.

REZULTAT: Hrup v komandi sobi zmanjšan pod 55 dB, odpravili smo stojno valovanje in izboljšali akustiko prostora ter znatno znižali moteče frekvence 50, 100 in 400 Hz.

Slika 10



Komandna soba:
zvočno izolacijska
steklena stena

Slika 11



Komandna soba:
stropni in stenski
absorberji hrupa

PRIMER 7: Domel Železniki - izolacija in akustika preiskuševališča trajnega teka elektromotorjev
Vir hrupa: Elektromotorji pri trajnem teku povzročajo raven hrupa 120-123 dB

Cilji projekta:

- znižati raven hrupa na delovnih mestih v merilnici na max. 55 dB
- zmanjšati hrup v okolico proti stanovanjski hiši (samo 20 m od Domela) na raven pod 42 dB

1. faza: Elaborat: Akustika in zvočna izolacija preiskuševališča, 2004

2. faza: Izvedba: Zvočno-izolacijska vrata in okna, stene iz akustičnih votlakov (Soundblox), akustični strop iz ADP akustičnih plošč.

REZULTAT: • znižana raven hrupa v merilnici na 52-53 dB, **zvočna izolacija 68-70 dB**
• izmerjen hrup 10 m od preiskuševališča (proti hiši) znaša 35-37 dBA

Slika 12



Merilnica:

- stene iz akustičnih votlakov $R_w = 49$ dB
- zvočno-izolacijska vrata $R_w = 28$ dB

Slika 13



Stene iz akustičnih votlakov v prostoru trajnega teka sesalnikov.

Primer 7: Slika 14



Zvočno izolacijska vrata ($R_w = 28$ dBA) in stene iz akustičnih votlakov preprečujejo vdor hrupa prezračevalnega sistema (klimat, hrup v prezračevanih kanalih) v merilnico.

Slika 15

Zvočno izolacijska vrata $R_w = 40$ dBA preprečujejo vdor hrupa iz prostora trajnega teka v merilnico



Slika 16

Akustične ADP plošče, nalepljene na strop prostora trajnega teka elektromotorjev, izboljšujejo absorpcijo hrupa v prostoru ter hkrati nudijo zvočno izolacijo stropa.



PRIMER 8: Iskra Invest Kranj - Zvočna izolacija hladilnih agregatov v strojnici

Vir hrupa: Hladilna agregata v strojnici 89-90 dB, hrup se je razširjal v pisarne poleg strojnice in v pisarne nad strojnico.

Izvedba: Akustična obdelava stropa in sten z akustičnimi ADP absorpcijskimi ploščami -absorberji.

REZULTAT: Znižan hrup v strojnici za 6 dB, znižan hrup v pisarnah iz 55-56 dB pod 45 dB.

Slika 17



Akustične ADP plošče
v spuščnem stropu

Slika 18



Akustične ADP plošče,
nalepljene na steno
strojnice

PRIMER 9: Danfoss Črnomelj - Sanacija hrupa pralnice kompresorjev

Vir hrupa: Hrup pralnice 92-94 dB se je razširjal na delovna mesta in po celotni proizvodni hali.

Izvedba: Izolacija ohišja pralnice z zvočno izolacijskimi ploščami, zvočna izolacija 16 dB.

REZULTAT: Hrup je znižan na 76 - 78 dB.

Slika 19



Ohišje pralnice

Zvočno izolacijski okrov za puhalo in izolacijski paneli na stropu pralnice

Izoliran okrov

Slika 20



Vrata ohišja pralnice z nalepljenimi zvočno izolacijskimi ploščami

Slika 21

