

Poklicne bolezni glasbenikov

2. del

Avtor:

Prim. prof. dr. Marjan Bilban, dr. med., spec MDPŠ

POVZETEK

Skoraj polovica glasbenikov se sooča z zdravstvenimi težavami, povezanimi z igranjem glasbil. Glavne zdravstvene težave glasbenikov so okvare sluha, mišično-skeletne, nevrološke, kožne in psihične težave. Mišično-skeletne težave nastanejo zaradi uporabe ne-ergonomičnih instrumentov, ki jih prisilijo v prisilne drže, ter ponavljajočih se gibov, ki vodijo v različna vnetja tetiv in utesnitvenih nevropatij. Relativno pogosta entiteta pri glasbenikih je pojav žariščne distonije, nevrološke motnje, ki se kaže z neželanim mišičnim krčenjem določenih predelov telesa in s tem povezane izgube motorične kontrole med samim igranjem. Glasbeniki se tudi zelo pogosto spopadajo z okvaro sluha, ki je večinoma simetrična in bolj izrazita pri visokih frekvencah. Z različnimi ukrepi za zmanjšanje bremena hrupa lahko bistveno pripomoremo k zmanjšanju akustične travme glasbenikov. Za preprečevanje zdravstvenih težav poklicnih glasbenikov je potrebna ustrezna ozaveščenost (promocija zdravja izhajajoča iz ocene tveganja) ter redno spremljanje kazalnikov negativnega zdravja za zagotavljanje varnega in zdravega delovnega okolja in skrbi za obvarovanje njihovega zdravja in delazmožnosti.

ABSTRACT

Almost half of the musicians are facing health problems related to playing musical instruments. The main health problems of musicians are hearing impairment, musculoskeletal, neurological, skin and psychological problems. Musculoskeletal problems arise from the use of non-ergonomic instruments that force them into forced postures, and repetitive movements that lead to various tendinitis and compression neuropathies. A relatively common entity in musicians is the occurrence of focal dystonia, a neurological disorder manifested by unwanted muscle contractions of certain areas of the body and the associated loss of motor control during a play itself. Musicians also very often suffer from hearing impairment, which is mostly symmetrical and more pronounced at high frequencies. Various measures to reduce the noise burden can make a significant contribution to reducing acoustic trauma in musicians. Preventing health problems among professional musicians requires adequate awareness-raising (health promotion based on risk assessment) and regular monitoring of negative health indicators to ensure a safe and healthy working environment and to protect their health and ability to work.



DEJAVNIKI TVEGANJA ZA RAZVOJ NIHL

1. Vrsta glasbila in značilnosti zvoka

Ugotavljajo, da je okvara sluha v okviru posamezne sekcije orkestra večja pri glasbenikih, ki so izpostavljeni višji ravni zvoka (pihala in trobila) kot pa pri glasbenikih, ki so izpostavljeni nižji ravni zvoka (godala). Nasprotno so izsledki druge študije pokazali, da je okvara sluha večja pri igralcih kontrabasa in pri flavtistih. Slušni prag flavtistov je bil pri 6.000 Hz in znižan za 10 dB, pri igralcih kontrabasa na levem ušesu v frekvenčnem območju med 4.000 in 8.000 Hz pa za 30 dB.

2. Način igranja in glasbena zvrst oz. transpozicija

Dejstvo je, da notni zapisi pogosto vsebujejo »hrupne« sestavine visokih frekvenc in da so nekatera glasbila dejansko odvisna od določene količine hrupa zato, da dosežejo značilno kakovost. Tako je lahko z igranjem nizkega C (130 Hz) v fortissimu (zelo glasno igranje) na velikem klavirju najvišja dosežena raven zvoka 85 dB(A), z igranjem akordov v fortissimu prek celotne tipkovnice od 70 do 90 dB(A) in z igranjem A2 (880 Hz) v fortissimu 94 dB(A). Še višjo raven zvoka, 95 dB(A), je med izvajanjem npr. Bachove transkripcije mogoče doseči s trojnim fortejem. Pianistova ušesa sicer doseže nižja raven zvoka, tj. običajno med 60 in 70 dB(A), vendar pa občasni vrhovi 95 dB(A) že povzročijo akustično travmo.

3. Položaj glasbenika v simfoničnem orkestru in oddaljenost od vira zvoka

Študije so pokazale, da je okvara sluha pri frekvencah, višjih od 3.000 Hz, prisotna pri tistih glasbenikih, ki v orkestru sedijo pred trobili in tolkali. Ugotovili so tudi, da imajo violinisti slabši sluh na levem ušesu, kar je posledica bližine glasbila in ušesa ter njihove pozicije v orkestru, tj. spredaj in desno k pihalom. Poleg glasbenikov hrup ogroža tudi dirigenta, ki je med izvajanjem npr. Labodjega jezera izpostavljen ravni hrupa 88 dB(A).

4. Individualni dejavniki

Razlike v okvari sluha so prav tako odvisne od spola. Sodeč po rezultatih so tako moška ušesa bolj občutljiva na hrup kot ženska, zato je pri moških okvara sluha izrazitejša. Še vedno pa ni jasno, ali gre za biološki vzrok ali pa je vzrok vezan na prevladovanje moških pri igranju glasnejših glasbil. Dodatni dejavniki vpliva so še predhodna okvara Cortijevega organa, hipovitaminoza in starost. Izsledki študij so namreč pokazali, da je prevalenca okvar sluha zaradi hrupa pri dijakih, ki sodelujejo v orkestru, starih od 11 do 18 let, 11 %; med študenti, ki sodelujejo v orkestru, pa že 33 %; najpogostejši upad sluha beležijo pri frekvenci 6.000 Hz.

Raziskave so pokazale, da se pri glasbenikih značilno pojavljajo hiperakuzija (prevelika občutljivost za neznatno

glasbo, zvoke in šume) (43 %), algiakuzija (bolečina ob intenzivnem zvoku), binauralna diplakuzija (dve ušesi iste osebe različno zaznavata en ton) – neujemanje frekvenc in tona ima lahko za posledico, da glasbenik igra razglašeno in tinitus (šumenje v ušesih) (2-20 %), posebno v visokih frekvencah (nad 4.000 Hz).

Elementi srednjega ušesa imajo poleg prenosne tudi zaščitno vlogo z ozirom na občutljive strukture notranjega ušesa. Elastičnost in upogljivost, kot tudi številne vezi in sklepi, omogočajo, da lahko celotni sistem v znatni meri spremeni obliko in s tem zadrži del zvočne energije, ki bi sicer lahko prispela v notranje uho in ga poškodovala.

Obstajajo trije posebni mehanizmi, ki vplivajo na prenos zvoka večjih intenzitet:

1. Slušne koščice se s svojo maso upirajo večjim amplitudam zvočnih valov. Zgradba koščic z glavnim delom mase na obrobju in tankimi nastavki za prenos zvoka omogoča prenos malih in zmanjšuje prenos večjih zvočnih energij.
2. Sprememba smeri, velikosti in osi nihanj nadalje omogoča prenos malih in duši večja nihanja slušnih koščic. Pri zvokih z visokimi amplitudami so zato vibracije stremenčeve plošče manjše, kot bi bilo pričakovano glede na intenziteto zvoka.
3. Največji učinek ima povečanje upora oz. trdnosti celotnega prenosnega mehanizma, ki je posledica kontrakcije mišic srednjega ušesa. Kontrakcija je začasna, traja samo tekom prisotnosti močnega zvoka in ne zmanjšuje slušne občutljivosti v mirovanju. Dve mišici srednjega ušesa (m. tensor tympani, ki ga inervira n. trigeminus in m. stapedius, ki ga inervira n. facialis) lahko delujeta posamično ali skupaj, odvisno od jakosti zvoka, in s tem prilagajata prenosni sistem. S kontrakcijo tensor tympani se pritegne ročaj klavirca medialno in zmanjšujejo se nihaji bobniča, stapedius pa vleče bazo stremenca iz ovalnega okenca.

Do refleksa mišic običajno pride pri intenziteti zvoka od 70 do 90 dB(A). Takrat je refleks običajno šibak in ni vedno prisoten. Pri 5 % ljudi refleks ni izvajljiv tudi pri 115 dB(A). Pri večini ljudi znaša zmanjšanje intenzitete zvoka zaradi mišičnega refleksa od 5 do 10 dB(A), pri močnejših zvokih pa tudi do 30 dB(A). Šum lažje izzove refleks v primerjavi s čistimi toni, kar ima tudi večji praktični pomen. Dokazano je, da kontrakcije mišic delno ščitijo membrano bobniča pred raztrganjem tudi pri hitrem povečanju zvočnega pritiska, vendar ta učinek običajno ni zadosten.

Za celotni zaščitni mehanizem srednjega ušesa velja, da ni vedno dovolj hiter, stalen ali učinkovit. Latentna faza 10 - 50 milisekund do začetka kontrakcije je predolga, da bi

zaščitila notranje uho pred naraščajočim močnim zvokom. Kontraktura mišic srednjega ušesa je večja pri zvokih nizkih frekvenc kot pri visokih frekvencah, ki pa so za sluh bolj nevarni. Pri daljšem trajanju močnejših zvokov ne pride do sorazmerno daljše kontraktije. Tako že po 20 sekundah pride do relaksacije zaradi utrujenosti mišic. Poleg vsega že naštetega pa tudi zmanjšanje intenzitete zvoka za 30 dB(A) velikokrat ni zadostno.

Mehanizem kontraktije stapediusa pri kratkotrajnih impulzih samodejno torej ne ponuja ušesu zadostno potrebne zaščite, ker je popolna kontraktura pri večini ljudi dosežena prepozno, ko večina impulznih pokov že preneha. Povečana mišična napetost nadalje povzroči povečanje prožnosti mehanizma v srednjem ušesu, zato so nizke frekvence s to reakcijo bolj oslABLJENE kot pa visoke. Varovalni sistem v srednjem ušesu ima tako predolg latentni čas, kar ne zadošča za njegovo učinkovito zaščito. Zaradi tega pridejo kratki impulzi v notranje uho praktično

neoslABLJENI, pri problematičnih frekvencah pa se lahko celo ojačajo. Ta refleksi mehanizem je zato učinkovit pri kontinuiranem industrijskem hrupu z zmernimi nivoji, ki se spreminjajo bolj počasi. Bistveno večji problem pa nastopi pri impulznem hrupu, saj lahko že en sam impulz sprosti toliko energije, kot jo delavec v industrijskem okolju običajno sprejme tekom več mesecev. Iz vsega navedenega izhaja, da je zaščitni mehanizem ušesa koristen, ni pa popolnoma učinkovit. Lahko se popravi oz. izboljša z določenimi dražljaji. Akustično travmo zaradi močnega impulza lahko preprečimo s predhodno izzvanim refleksom mišic s tonom frekvence 1.000 Hz na 100 dB(A). Uho na ta način bolj pripravljeno dočaka nov zvočni udar. Impulzni zvočni signal tako povzroči kontrakturo, vendar je potreben določen latentni čas (okoli 9 ms) za njegov prenos po živčevju; prav tako je potreben določen vzbujevalni čas (približno 12 ms) za kontrakturo tega mišičnega tkiva do njegove polne napetosti. Gre torej za določen neopozorjen odziv.



Tabela II-1: Ocena hrupa posameznih glasbil

| VIR HRUPA (posamezni glasbeniki) | dB(A) | Max |
|--|----------|------|
| Violina/viola (blizu levega ušesa) | 85-105 | 116 |
| Violina/viola | 80-90* | 104 |
| Violončelo | 80-94* | 112 |
| Akustični kontrabas | 70-94* | 98 |
| Klarinet | 68-82* | 112 |
| Oboa | 74-102* | 116 |
| Saksofon | 75-110* | 113 |
| Flavta | 92-105 | 109 |
| Pikolo | 96-112* | 120 |
| Pikolo (blizu desnega ušesa) | 102-118* | 126 |
| Francoski rog | 92-104* | 107 |
| Pozavna | 90-106* | 109 |
| Trobenta | 88-108* | 113 |
| Pavke & veliki bobni | 74-94* | 106 |
| Tolkala (hi-hat blizu levega ušesa) | 68-94 | 125 |
| Tolkala | 90-105 | |
| Harfa | 90 | |
| Električna kitara (na odru z uporabo monitorja na slušalke) | 100-106* | 118 |
| Električna kitara (na odru s talnimi monitorji) | 105-112* | 124 |
| Pevec | 70-85* | 94 |
| Sopran | 105-110 | |
| Zbor | 88 | |
| Vaje na klavirju | 60-80* | 105 |
| Glasi klavir | 70-105* | 110 |
| Klaviature (električne) | 60-110* | 118 |
| Bobnar v zaprtem prostoru | 105 | 144 |
| Kitarist v zaprtem prostoru | 103 | 148 |
| Bas kitarist v zaprtem prostoru | 101 | 139 |
| Klasična komorna glasba | 70-82* | 99 |
| Simfonična glasba | 88-102* | 137 |
| Ozvočena rock glasba | 102-108* | 140+ |
| Slušalke za v uho (i-Pod), največja glasnost | 105-110 | 142i |

*na razdalji 3 m

i odvisno od vrste slušalk

+ velja za povprečno/manjšo izpostavljenost.

Tabela II-2: Odstotek prizadetosti je odvisen od zvrsti glasbe (pri obeh zvrsteh pa je največja izguba sluha v frekvencah med 3.000 in 6.000 Hz)

| Frekvenca (Hz) | Rock/pop glasbeniki % prizadetih | Klasični glasbeniki % prizadetih |
|----------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| 2.000 | 3 | 6 |
| 3.000 | 64 | 39 |
| 4.000 | 68 | 60 |
| 6.000 | 90 | 81 |
| 8.000 | 25 | 38 |

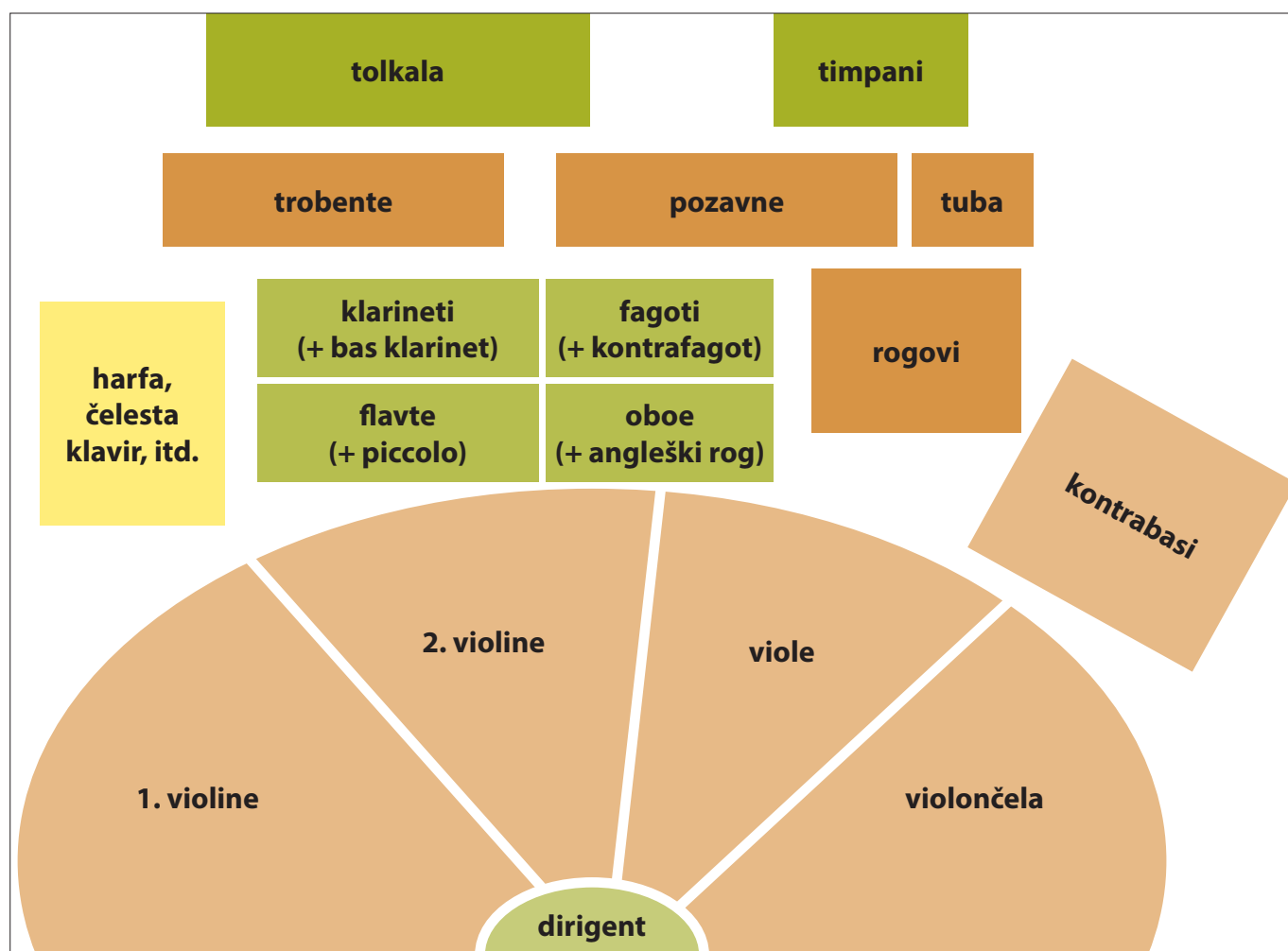
Izguba sluha je lahko simetrična (večinoma – 93 %) ali asimetrična – le na enem ušesu. Simetrična izguba je pri glasbenikih pop in rock žanra večja (68 %) kot pri klasičnih glasbenikih (45 %), asimetrična pa je večja pri klasičnih glasbenikih (56 %, kot pri pop-rock glasbenikih (32 %). Slednje si razlagamo z asimetrično izpostavljenostjo hrupu v orkestru ali pri nekaterih instrumentih (flavta, violina), kjer je eno uho bližje izvoru zvoka. Pri rock in pop glasbenikih je asimetrije manj, simetrijo zagotavlja ozvočenje, poleg tega pa ti glasbeniki večinoma uporabljajo kitaro, trobila, bobne, ki so simetrični inštrumenti oz. je zvok enako oddaljen od obeh ušes.

1. Znižanje ravni zvočnih moči hrupa

Ta ukrep je uspešen predvsem pri individualnem igranju. Z uporabo dušilnikov na trobilih, ki so za 10–12 dB(A) glasnejša od drugih glasbil, lahko uspešno znižamo ravni njihove zvočne moči.

2. Razmeščanje glasbene opreme (glasbil in ozvočenja)

Zvočna energija doseže uho izpostavljenih delavcev neposredno od samih glasbil (lastnega in sosednjih) kakor tudi posredno zaradi odbojev v prostoru ter (neposredno in posredno) iz ozvočenja. Hrupna glasbena oprema naj bo postavljena tako, da bo čim bolj oddaljena od



Slika II-1: Položaj glasbil v simfoničnem orkestru

UKREPI ZA ZMANJŠEVANJE HRUPA

Ravni hrupa, ki so jim izpostavljeni poklicni glasbeniki in drugi delavci na glasbenem in razvedrilnem področju, praviloma ne presegajo 115 dB(A). Pri takih ravneh je za okvare sluha v prvi vrsti odločilna prejeta zvočna energija v nekem obdobju, običajno v dnevu. Fizikalno je energija produkt moči in časa. To pomeni, da je tveganje delavcev zaradi hrupa mogoče znižati z znižanjem moči hrupnega vira oziroma ravni zvočnega tlaka, ki doseže uho, ali pa časa, v katerem je delavec temu hrupnemu viru izpostavljen. Najboljša rešitev je seveda znižanje obeh dejavnikov na čim nižjo vrednost.

večine izpostavljenih delovnih mest. Upošteva naj se tudi usmerjenost sevanja njihovega zvoka čim bolj stran od izpostavljenih delavcev. V zvezi s tem je smiselna taka razporeditev glasbenikov, da sosednja glasbila usmerjajo zvok čim bolj proti občinstvu in čim manj proti glasbenikom ter drugim zaposlenim – na primer z večanjem višine podestov glasbenikov v zadnjih vrstah, primernih oddaljenosti drug od drugega ipd.

3. Znižanje časovne izpostavljenosti hrupu

V praksi ne merimo moči doseženega zvoka neposredno, ampak raven zvočnega tlaka, izraženega v decibelih. Enota decibel se izraža z logaritemsko skalo, zato je na

primer znižanje ravni zvočnega tlaka za 3 dB(A) razpolovitev prejete zvočne energije. Znižanje prejete zvočne energije na polovico lahko po drugi strani dosežemo tudi z razpolovitvijo časa izpostavljenosti hrupnemu viru. Povprečna časovna izpostavljenost glasbenikov hrupu je v povprečju dvakrat nižja (približno štiri ure dnevno) kot pa na primer pri delavcih, zaposlenih v industriji. Ta podatek torej kaže, da samo razpolovitev časovne izpostavljenosti pri ravneh hrupa, ki presegajo 88 dB(A), ne zadošča za zadostno varovanje sluha delavcev, zato je večinoma treba načrtovati še druge protihrupne ukrepe oziroma strategije.

4. Prostorska akustika

Veliko prostorov ni primernih za izvajanje in predvajanje glasbe (op.: izvaja se živa glasba, predvaja se glasba z zgoščenk, kaset ter drugih medijev). Tako so prostori pogosto premajhni, prenizki in preveč odmevni. Z dodajanjem zvočnoabsorpcijskega materiala se lahko izboljša jasnost in zmanjša hrupnost. Pri tem se največkrat zniža odmevni čas, katerega vrednost naj bo po možnosti med 0,5 in 0,7 s. Za znižanje hrupa v posameznih smereh se lahko uporabljajo tudi akustični zaslони, ki morajo biti

kombinirani z ustrezno absorpcijo, tudi v prostoru. V diskoklubih je priporočljiva uporaba zvočnih stropov nad plesiščem. Tak zvočni strop je sestavljen iz akustičnega materiala in usmerjenih zvočnikov, ki so obešeni pod gradbenim stropom. Posledica tega je glasna glasba na plesišču, na oddaljenosti približno 2 m od plesišča pa že upade za približno 10 dB(A). Najbolj izpostavljena delovna mesta, na primer mesto didžeja, je mogoče zavarovati tudi z zastekljenimi protihrupnimi kabinami.

5. Periodične preiskave obremenitve s hrupom

Skladno s pravilnikom o hrupu je spodnja opozorilna vrednost dnevne izpostavljenosti delavcev hrupu 80 dB(A), zgornja opozorilna vrednost dnevne izpostavljenosti 85 dB(A), mejna vrednost dnevne izpostavljenosti pa 87 dB(A). Za zanesljivo oceno so potrebne meritve.

6. Avdiometrične preiskave izpostavljenih delavcev

Avdiometrične preiskave delavcev so potrebne glede na njihovo izpostavljenost hrupu. Sluh glasbenikov, pri katerih se precejšen del zvočne energije razširja v notranje uho po kosteh (na primer trobila, pihala), mora biti pogosto avdiometrično pregledan.

7. Preiskava razporeditve ravni hrupa v prostoru

Najhrupnejša delovna mesta izberemo kot vzorčna in opazujemo zmanjšanje ravni hrupa na preostalih delovnih mestih z upoštevanjem upadanja hrupa z oddaljenostjo (geometrijska divergenca), absorpcije in zvočne izolirnosti sten ter drugih predelnih elementov. Pri znani zasedbi orkestra in uporabljenih glasbilih lahko na tej podlagi napovemo predvidene ravni hrupa na posameznih delovnih mestih.

8. Označevanje hrupnih območij

Prostore ali njihove dele, v katerih dnevna izpostavljenost presega 85 dB(A) oziroma kronična raven presega 137 dB(C) in v katerih se zadržujejo delavci, je treba skladno z zahtevami pravilnika označiti z ustreznimi opozorilnimi znaki.

9. Obveščanje in usposabljanje

Vsi potencialno izpostavljeni delavci in delodajalci morajo biti obveščeni o nevarnostih, ki jih lahko povzroči hrup glasbil in glasbeni opremi na glasbenem in razvedrilnem področju.

10. Osebna varovalna oprema

Osebna varovalna oprema je terciarni (zadnji) ukrep, ki se uporablja, kadar so možnosti za primarne in sekundarne ukrepe zmanjšane na minimum. Za glasbenike je primerna uporaba osebne varovalne opreme z enotnim dušenjem za vse frekvence, ki enakomerno zaduši vse frekvence v slišnem delu spektra (ne sme »pobarvati glasbe«). Na ta način se izognemo popačenju razmerij med alikvotnimi toni (spremenjen ton glasbila) in slišnostjo razmerij med posameznimi glasbili.

Predlagana izbira osebne varovalne opreme za različne sekcije orkestra:

- a) violine in viole – najprimernejša je uporaba čepkov z enotnim dušenjem za vse frekvence, čeprav nekateri zagovarjajo uporabo amplitudno občutljivih čepkov, še zlasti v bližini glasne okolice;
- b) basi, čela in harfe – uporaba kanalskih/tonsko prilagojenih čepkov;
- c) pihala – čepki z enotnim dušenjem ali amplitudno občutljivim znižanjem;
- d) pihala (les) – čepki z enotnim dušenjem ali amplitudno občutljivim znižanjem;
- e) flavte, male flavte, saksofoni – čepki z enotnim dušenjem ali amplitudno občutljivim znižanjem;
- f) trobila – amplitudno občutljivi čepki ali glušniki;
- g) tolkala – amplitudno občutljivi čepki ali glušniki.

Znano je, da je izpostavljenost odvisna od inštrumenta, ki ga glasbenik igra. Najbolj izpostavljeni so tolkalci, flavtisti, trobentači in hornisti. Študije so pokazale, da so trobilci, pihalci in tolkalci izpostavljeni povprečni jakosti zvoka 85 dB(A) z vrhom 135 dB(A), ostali glasbeniki pa povprečni jakosti 80 dB(A). Tudi izpostavljenost različnim frekvencam se med različnimi glasbili razlikuje. Godalci, trobilci in tolkalci so najbolj izpostavljeni frekvencam 500-2.000 Hz, pihalci 1.000-2.000 Hz, dirigent pa 125-500 Hz.

Tudi izbor repertoarja igra pomembno vlogo. Poleg same dinamike skladbe je pri različnih repertoarjih različno tudi število glasbenikov in vrsta glasbil, ki so na odru.

Študije kažejo, da je 80 % glasbenikov čutilo izpostavljenost potencialno škodljivi jakosti zvoka med igranjem v orkestru, le 20 % pa jih je o tem poročalo pri individualni vadbi. Zaznavanje škodljivega hrupa ni statistično pomembno povezano z vrsto inštrumenta, manj ogroženi pa se počutijo čelisti in basisti.

Glasbeniki, ki glasnost glasbe zaznavajo kot škodljivo in hodijo na redna testiranja sluha, pogosteje uporabljajo osebno varovalno opremo.

Podobno kot v industrijskem okolju, je tudi v orkestru potrebno ukrepanje najprej na nivoju zmanjšanja bremena hrupa, kateremu je glasbenik izpostavljen. Ob takem ukrepanju se zmanjša potreba po uporabi osebne varovalne opreme, ki naj bi bila šele zadnji zaščitni ukrep. Za razliko od drugih delovnih okolij pa v orkestru ni možno odstraniti glasbil, ki povzročajo največjo jakost zvoka.

V skladu s Praktičnimi smernicami za varovanje delavcev pred hrupom na glasbenem in razvedrilnem področju ločimo primarne, sekundarne in terciarne protihrupne ukrepe. S primarni protihrupni ukrepi znižamo hrup na samem viru (glasbilo, glasbena oprema), s sekundarni ukrepi pa na transmisijski poti od vira k glasbeniku postavimo zvočno-absorpcijski material in akustične zaslone (refleksijski, absorpcijski, kombinirani). Terciarni ukrepi so zadnji v lestvici protihrupnih ukrepov. Sem uvrščamo tudi ušesne čepke, ki pa jih, za razliko od rock glasbenikov, ki ušesna zaščitna sredstva uporabljajo vsaj med vadbo,

uporablja le okoli 6 % klasičnih glasbenikov. Razloga sta predvsem dva, in sicer dušenje visokofrekvenčnih zvokov in okluzijski učinek. Da bi se izognili okluzijskemu učinku, se pihalcem pihal in trobil priporoča uporaba globinskih ušesnih čepkov, ki segajo v notranjost ušesnega kanala in znižajo morebitne vibracije ter čeljustne resonance ali pa uporabo kanalskih čepkov, ki onemogočajo nastanek stoječih valov oz. uhajanje zvoka skozi njega.

Pravilnik o varovanju delavcev pred tveganji zaradi izpostavljenosti hrupu pri delu za različne sekcije orkestra predlaga uporabo varovalne opreme z enotnim dušenjem za vse frekvence, ki enakomerno zadrži vse frekvence v slišnem delu spektra in ne popači razmerij med alikvotnimi toni (spremenjen ton, ki ne spremeni barve tona glasbenega instrumenta) ter slišnost razmerij med posameznimi glasbenimi instrumenti. Sicer pa je glasbenikom na voljo tudi statična osebna varovalna oprema, tako da v trenutkih, ko glasbeniku ni potrebno dejavno sodelovati (npr. daljši deli skladb, ko glasbenik dejavno ne igra), potisne glavo v prirejene slušalke. S tem se poleg zaščite sluha sprosti in zmanjša možnost stresa. Poleg uporabe osebne varovalne opreme in protihrupnih pregrad k zmanjšanju akustične travme prispeva še razporeditev glasbenikov znotraj orkestra tako, da sosednja glasbila usmerjajo zvok čim bolj proti občinstvu in čim manj proti glasbenikom ter drugim zaposlenim (to lahko dosežemo npr. z večanjem višine podestov glasbenikov v zadnjih vrstah, s primerno oddaljenostjo drug od drugega itd.), zamenjava umestitve glasbenikov znotraj orkestra, primerno grajena in

