

FAKULTETA ZA VARSTVO OKOLJA

MAGISTRSKO DELO

**TVEGANJE ZARADI IZPOSTAVLJENOSTI HRUPU PRI
DELU Z VRTNIMI ORODJI**

Alen Lamper

VELENJE, 2025

FAKULTETA ZA VARSTVO OKOLJA

MAGISTRSKO DELO

**TVEGANJE ZARADI IZPOSTAVLJENOSTI HRUPU PRI
DELU Z VRTNIMI ORODJI**

**RISKS DUE TO NOISE EXPOSURE WHEN WORKING WITH
GARDEN TOOLS**

Alen Lamper

Varstvo okolja in ekotehnologije

Mentor: izr. prof. dr. Nikola Holeček

VELENJE, 2025

Številka: 727-8/2024-2

Datum: 26. 11. 2024

Na podlagi Diplomskega reda izdajam naslednji

SKLEP O MAGISTRSKEM DELU

Študent Fakultete za varstvo okolja **Alen Lamper** lahko izdela magistrsko delo z naslovom v slovenskem jeziku:

Tveganje zaradi izpostavljenosti hrupu pri delu z vrtnimi orodji

Naslov magistrskega dela v angleškem jeziku:

Risk from exposure to noise when working with garden tools

Mentor: **izr. prof. dr. Nikola Holeček**

Magistrsko delo mora biti izdelano v skladu z Diplomskim redom.

Pouk o pravnem sredstvu: zoper ta sklep je dovoljena pritožba na Senat FVO v roku 8 delovnih dni od prejema sklepa.



Prof. dr. Boštjan Pokorný

dekan

Fakulteta za varstvo okolja

Trg mladosti 7 | 3320 Velenje

t: 03 898 64 10 | e: info@fvo.si

www.fvo.si





IZJAVA O AVTORSTVU

Podpisani **Alen Lamper**, vpisna številka 34230019, študent podiplomskega študijskega programa Varstvo okolja in ekotehnologije, sem avtor magistrskega dela z naslovom:

TVEGANJE ZARADI IZPOSTAVLJENOSTI HRUPU PRI DELU Z VRTNIMI ORODJI,

ki sem ga izdelal pod:

- mentorstvom izr. prof. dr. Nikole Holečka.

S svojim podpisom zagotavljam, da:

- je predloženo delo moje avtorsko delo, torej rezultat mojega lastnega raziskovalnega dela;
- oddano delo ni bilo predloženo za pridobitev drugih strokovnih nazivov v Sloveniji ali tujini;
- so dela in mnenja drugih avtorjev, ki jih uporabljam v predloženem delu, navedena oz. citirana v skladu z navodili FVO;
- so vsa dela in mnenja drugih avtorjev navedena v seznamu virov, ki je sestavni element predloženega dela in je zapisan v skladu z navodili FVO;
- se zavedam, da je plagiatorstvo kaznivo dejanje;
- se zavedam posledic, ki jih dokazano plagiatorstvo lahko predstavlja za predloženo delo in moj status na FVO;
- je diplomsko delo jezikovno korektno in da je delo lektorirala Nina Jekl, prof. slovenščine;
- dovoljujem objavo magistrskega dela v elektronski obliki na spletni strani FVO;
- sta tiskana in elektronska verzija oddanega dela identični.

Datum: ____ . ____ . ____

Podpis avtorja: _____

ZAHVALA

Iskreno in spoštljivo se zahvaljujem svojemu mentorju, dr. Nikoli Holečku, za izjemno strokovno podporo, potrpežljivost in jasno usmerjanje skozi celoten proces nastajanja magistrskega dela. Njegovo široko znanje, konstruktivne povratne informacije in natančne pripombe so mi bili v neprecenljivo pomoč pri oblikovanju vsebine ter nadgradnji raziskovalnega pristopa.

Posebej cenim njegovo dostopnost, spodbudne besede in pripravljenost, da je vedno našel čas za pogovor ali nasvet, kar mi je dalo dodatno motivacijo in zaupanje v lastno delo. Njegova zavzetost in mentorstvo sta pomembno prispevala k uspešni izvedbi dela, za kar sem mu iskreno hvaležen.

IZVLEČEK

Vrtna orodja so naprave na bencinski ali električni pogon, ki so namenjene pomoči pri vrtnih opravilih. Vključujejo stvari, kot so električne in motorne kosilnice, prezračevalniki trate, obrezovalniki – škarje za živo mejo, puhalniki listja, okopalniki – freze, motorne verižne žage, visokotlačni čistilci in druge. V magistrskem delu smo želeli ugotoviti, v kakšni meri je upravljavec delovnih orodij izpostavljen hrupu. V tem cilju smo izvedli meritve imisije hrupa med delovanjem različnih vrtnih orodij na mestu upravljavca in z upoštevanjem geometrijske divergence pri razširjanju valovanja ter izgubo zvočne energije zaradi absorpcije v zraku, izračunali emisijsko raven zvočne moči. To smo primerjali z navedenimi vrednostmi na energijski nalepki in z vrednostmi, ki so dovoljene na delovnem mestu. V naslednjem koraku smo na osnovi tega ocenili tveganje zaradi izpostavljenosti hrupu pri delu in posledično določili osebno varovalno opremo, ki jo moramo uporabiti za zaščito pred hrupom pri uporabi vrtnih orodij.

ABSTRACT

Garden tools are petrol- or electric-powered devices designed to assist with gardening tasks. They include items such as electric and petrol lawnmowers, lawn aerators, trimmers – hedge shears, leaf blowers, tillers – cultivators, chainsaws, pressure washers, and others. In this master's thesis, we aimed to determine the extent to which an operator of these tools is exposed to noise. To achieve this, we conducted noise immission measurements during the operation of various garden tools at the operator's position. Taking into account geometric divergence during wave propagation and the loss of sound energy due to air absorption, we calculated the sound power emission level. We then compared this with the values stated on the energy label and with the limits permitted in the workplace. In the next step, based on this data, we assessed the risk of noise exposure at work and consequently determined the personal protective equipment required to protect against noise when using garden tools.

KAZALO VSEBINE

IZVLEČEK	V
ABSTRACT	VI
KAZALO VSEBINE	VII
KAZALO SLIK.....	VIII
KAZALO TABEL	IX
1. UVOD	1
1.1 Namen in cilji magistrskega dela	3
1.1.1 Namen	3
1.1.2 Cilji.....	3
1.2 Hipoteze magistrskega dela	3
1.3 Predvidene metode dela.....	3
2. Splošno o hrupu.....	5
2.1 Razumevanje osnov hrupa in meritev le-tega.....	5
2.1.1 Zvočni tlak in nivo (raven) zvočnega tlaka.....	6
2.1.2 Zvočna moč in nivo (raven) zvočne moči	6
2.1.3 Zvočna intenzivnost in nivo zvočne intenzivnosti.....	7
2.2 Razumevanje seštevanja parcialnega hrupa pri napravah.....	8
2.3 Frekvenčna analiza A-vrednotenje in seštevanje terčnih pasov v eno celotno vrednost	8
3. Transmisija hrupa naprav, ki se uporabljajo na prostem	11
3.1 Geometrijska divergenca.....	12
3.2 Atmosferska absorpcija	12
3.3 Subjektivno dojemanje glasnosti, psihoakustika, kakovost zvoka: dobro – slabo, tiho – glasno, ustrezno – neustrezno	12
4. Označevanje in deklariranje hrupnosti	15
4.1 Analiza deklariranih glasnosti vrtnih orodij	15
5. Hrup na delovnem mestu kot dejavnik tveganja	17
5.1 Pravni predpisi, ki urejajo hrup na delovnem mestu.....	17
5.2 Tveganja zaradi izpostavljenosti hrupu	18
5.3 Ravni hrupa, ki so jim izpostavljeni zaposleni v nekaterih poklicih	19
5.4 Varnostni ukrepi, ki odpravijo ali zmanjšajo izpostavljenost hrupa na delovnem mestu	20
5.4.1 Obvezni varnostni ukrepi, ko je na delovnem mestu že dokazan čezmeren hrup.	21
5.5 Največje dopustne ekvivalentne ravni hrupa za nemoteno delo pri posameznih vrstah delovnih opravil.....	23
6. Osebna varovalna oprema za zaščito proti hrupu	25
7. Direktiva 2000/14/es evropskega parlamenta in sveta ter nadaljnja politika EU	26
8 Opis merjenih strojev	29
8.1 Makita DUB362	29
8.2 Makita DUC306	30

8.3 Makita DUC254	31
8.4 Makita DUX60 kosilnica z nitjo	33
8.5 Makita DUX60 škarje.....	34
8.6 Stihl FS460C	35
8.7 Stihl HS82R.....	36
8.8 Stihl BG 36	38
8.9 Stihl MS180	39
8.10 Stihl MS271	40
8.11 Stihl MS500i	42
8.12 Weibang WB537 SCV »3 V 1«	44
8.13 Kosilnica Ramda G46Shl-E/46 cm.....	45
8.14 Ramda prezračevalnik Ramda TS40-S.....	47
8.15 Husqvarna S500PRO	48
8.16 Kladivar Struc Muta	49
8.19 Karcher HDS8/18-4cx.....	51
9. IZVEDBA IN KOMENTAR MERITEV	53
9.1 Zvokomer, uporabljen pri meritvah	53
9.2 Meritve merjenih strojev	55
10. RAZPRAVA IN SKLEPI.....	57
10.1 Rezultati	59
11. POVZETEK.....	62
12. SUMMARY	63
13. VIRI IN LITERATURA	64

KAZALO SLIK

Slika 1: Na sliki je prikaz merjenja hrupa vrtnih orodij: Levo. Nabor vrtnih strojev, ki jih uporabljam pri svojem delu. Desno: prve meritve (Vir: Alen Lamper, 26. nov. 2024).....	2
Slika 2: Preprost neusmerjen vir hrupa v centru sferične površine (Vir: Čudina, 2014).....	7
Slika 3: Vizualizirana zvočna intenziteta na multizvočnem viru hrupa (Vir: Holeček, 2018)	8
Slika 4: Slabljenje hrupa zaradi geometrijske divergence (Vir: Čudina, 2020)	12
Slika 5: Tehnični list za motorno kosilnico z navedbo standardov	15
Slika 6: Zgradba slušnega organa.....	18
Slika 7: Decibelska skala z značilnimi primeri ravni hrupa na delovnih mestih	19
Slika 8: Oznaka CE, ki je vidno, čitljivo in neizbrisno pritrjena na posamezni opremi	26
Slika 9: Oznaka za nivo (raven) zvočne moči na orodjih	26
Slika 10: Makita pihalnik DUB362 (Vir: Alen Lamper, 12. nov. 2024)	30
Slika 11: Makita baterijska motorna žaga DUC306 (Vir: Alen Lamper, 12. nov. 2024)	31
Slika 12: Makita baterijska motorna žaga DUC254 (Vir: Alen Lamper, 12. nov. 2024)	32
Slika 13: Makita DUX 60 kosilnica z nitjo	33
Slika 14: Makita DUX60 škarje (Vir: Alen Lamper, 12. nov. 2024).....	35
Slika 15: Stihl kosilnica z nitjo FS 400 C (Vir: Alen Lamper, 12. nov. 2024)	36
Slika 16: Stihl HS82R (Vir: Alen Lamper, 12. nov. 2024).....	38
Slika 17: Stihl BG 36 (Vir: Alen Lamper, 12. nov. 2024)	39
Slika 18: Stihl MS 180 (Vir: Alen Lamper, 12. nov. 2024).....	40

Slika 19: Stihl MS 271 (Vir: Alen Lamper, 12. nov. 2024)	42
Slika 20: Stihl MS500i (Vir: Alen Lamper, 12. nov. 2024)	43
Slika 21: Motorna kosilnica Weibang (Vir: Alen Lamper, 12. nov. 2024)	45
Slika 22: Ramda kosilnica (Vir: Alen Lamper, 12. nov. 2024)	46
Slika 23: Prezračevalnik Ramda TS40-S (Vir: Alen Lamper, 12. nov. 2024)	48
Slika 24: Prezračevalnik Husqvarna S500PRO (Vir: Alen Lamper, 12. nov. 2024)	49
Slika 25: Mulčer Struc Muta (Vir: Alen Lamper, 12. nov. 2024)	51
Slika 26: Karcher HDS 8/18-4cx (Vir: Alen Lamper, 12. nov. 2024)	52
Slika 27: Karakteristike frekvenčnega vrednotenja / uteževanja	53
Slika 28: Graf na katerem je prikazana merjena in deklariranega zvočnega tlaka	56
Slika 29: primerjava med deklarirano in merjeno zvočno močjo	57

KAZALO TABEL

Tabela 1: A- vrednotenje / uteženje: j in C_j za vse terce, 50 – 20.000 Hz	10
Tabela 2: Koeficient atmosferskega slabljenja zvoka zaradi atmosfere α za oktavne pasove hrupa (ISO 9613-2)	12
Tabela 3: Označevanja v skladu z zakonodajo meritve	16
Tabela 4: Mejne vrednosti izpostavljenosti hrupu	21
Tabela 5: Glavne mejne vrednosti hrupa	21
Tabela 6: Dovoljeno delo ob presežku hrupa	22
Tabela 7: Največje dopustne ekvivalentne ravni hrupa za nemoteno delo pri posameznih vrstah delovnih opravil	23
Tabela 8: Tehnične specifikacije – Makita DUB362	29
Tabela 9: Tehnične specifikacije – Makita DUC306	30
Tabela 10: Tehnične specifikacije – Makita DUC254	32
Tabela 11: Tehnične specifikacije – Makita DUX60 kosilnica z nitjo	33
Tabela 12: Tehnične specifikacije – Makita DUX60 + priključek za škarje	34
Tabela 13: Tehnične specifikacije – Stihl FS 460C	35
Tabela 14: Tehnične specifikacije – Stihl HS82T	37
Tabela 15: Tehnične specifikacije – Stihl BG 36	38
Tabela 16: Tehnične specifikacije – Stihl MS 180	39
Tabela 17: Tehnične specifikacije – Stihl MS 271	41
Tabela 18: Tehnične specifikacije – Stihl MS 500i	42
Tabela 19: Tehnične specifikacije – Weibang WB537 SCV 3v1	44
Tabela 20: Tehnične specifikacije kosilnice Ramda G46Shl – E/46	46
Tabela 21: Tehnične specifikacije – prezračevalnik Ramda TS40-S	47
Tabela 22: Tehnične specifikacije – Husqvarna S500 PRO	48
Tabela 23: Tehnične specifikacije – Štruc Muta	50
Tabela 24: Tehnične specifikacije – Karcher HDS 8/18-4cx	52
Tabela 25: Prikaz merjenih, deklariranih in izračunanih vrednosti za hrup pri različnih orodjih	56

1. UVOD

Danes si težko zamišljamo življenje brez raznih tehničnih pripomočkov, ki jih je v zadnjih desetletjih prinesel razvoj v vsa področja človekove dejavnosti. Žal pa imajo pridobitve tudi slabe strani, saj posegajo v človekovo naravno okolje in ga onesnažujejo. Hrup je nezaželena oblika zvoka in je postal civilizacijska težava, ki ogroža dobro počutje ljudi v bivalnem in delovnem okolju. Hrupna okolica človeka utruja, zmanjšuje delovno storilnost in končno lahko zelo resno ogroža njegovo zdravje (Holeček, 2017).

Vrtna orodja so naprave na bencinski ali električni pogon, ki so namenjene pomoči pri vrtnih opravilih. Vključujejo naprave, kot so električne in motorne kosilnice, prezračevalniki trate, obrezovalniki – škarje za živo mejo, puhalniki listja, okopalniki – freze, motorne verižne žage, visokotlačni čistilci in druge. Pogosto zahtevajo manj fizičnega napora kot tradicionalna ročna orodja in so lahko okolju prijazna. Delavci, ki upravljajo ta orodja, so nedvomno izpostavljeni hrupu, zato je nujno treba upoštevati predpise iz Pravilnika o varovanju delavcev pred tveganji zaradi izpostavljenosti hrupu pri delu, saj predpisuje mejne vrednosti in ukrepe, ki jih je dolžen delodajalec izpolniti v primeru prekoračitve mejnih vrednosti (Pravilnik o varovanju delavcev pred tveganji zaradi izpostavljenosti hrupu pri delu, 2006) in podatke, ki jih proizvajalec navaja v tehničnih listih/energetskih nalepkah preveriti/izmeriti v skladu s Slovenskim standardom SIST ISO 9612: Akustika – Določanje izpostavljenosti hrupu v delovnem okolju: Inženirska metoda, 2009.

V Evropski uniji je jasno usklajena zakonodaje glede hrupa v okolju, ki bi predpisovala mejne vrednosti za vire hrupa na lokalni ali nacionalni ravni. Označevanje vrtnih orodij je zajeto v direktivi 2000/14/ES Evropskega parlamenta in Sveta z dne 8. maja 2000 o približevanju zakonodaje držav članic v zvezi z emisijo hrupa v okolje, ki ga povzroča oprema, ki se uporablja na prostem, (European Parliament and Council, 2000), in mora vključevati:

- Oznako CE, ki je vidno, čitljivo in neizbrisno pritrjena na posamezni opremi;
- podatke o ravni zvočne moči L_{WA} v dB(A) glede na 1 pW.

Direktiva 2000/14/ES je bila spremenjena z European Parliament and Council, 2009, European Parliament and Council, 2005 in European Parliament and Council, 2019 ter popravljena z European Parliament and Council, 2021. Direktiva razveljavlja in nadomešča devet pravnih instrumentov o emisijah hrupa za posamezno vrsto gradbene mehanizacije in opreme ter (European Parliament and Council, 2006) o vrtnih kosilnicah.



Slika 1: Na sliki je prikaz merjenja hrupa vrtnih orodij: Levo. Nabor vrtnih strojev, ki jih uporabljam pri svojem delu. Desno: prve meritve (Vir: Alen Lamper, 26. nov. 2024)

Namen te direktive je izboljšati nadzor nad emisijo hrupa 57 različnih vrst opreme, ki se uporablja na prostem:

- spodbujati nemoteno delovanje enotnega trga EU;
- izboljšati zdravje in dobro počutje državljanov z zmanjšanjem hrupa, ki ga povzroča oprema, ki se uporablja na prostem.

Omejitve glede emisije hrupa, opredeljene za določene vrste opreme, so bile uveljavljene v dveh fazah, da se podjetjem omogoči prilagoditev novim predpisom. Omejitve emisije za prvo fazo so začele veljati dve leti po začetku veljavnosti direktive, strožje omejitve so začele veljati leta 2006. V dokumentih najdemo dovoljene ravni zvočne moči za z emisijo hrupa v okolje, ki ga povzroča oprema, ki se uporablja na prostem, merilne metode določanje teh ravni hrupa, postopke ugotavljanja skladnosti, način označevanja opreme in način zbiranja podatkov o emisiji hrupa v okolje.

V magistrskem delu smo na osnovi smernic, ki so podane v omenjeni direktivi ter na osnovi podatkov od strani proizvajalcev vrtnih orodij, to preverili z neposredno izvedenimi meritvami na strojih, ki jih uporabljam pri svojem delu.

1.1 Namen in cilji magistrskega dela

1.1.1 Namen

Namen dela je ugotoviti, v kakšni meri je upravljavec delovnih vrtnih orodij izpostavljen hrupu. V cilju smo izvedli meritve emisije hrupa med delovanjem različnih vrtnih orodij na mestu upravljavca, primerjali vrednosti z navedenimi na energijski nalepki in z dovoljenimi na delovnem mestu. Moramo poudariti, da brez ustreznega laboratorijskega merjenja (v skladu s SIST ISO 3744), podatka o zvočni moči, ki karakterizira emisijo zvoka, ne moremo direktno preveriti. Zato smo se odločili, da na osnovi izmerjene ravni zvočnega tlaka na imisijskem mestu upravljavca (na razdalji 1/1,5 m) in na osnovi znanih enačb, ki upoštevajo geometrijsko divergenco razširjanja valovanja ter izgubo zvočne energije zaradi absorpcije v zraku, določimo emisijsko raven zvočne moči orodij.

1.1.2 Cilji

C₁: Pridobljene vrednosti primerjati z deklarirano ravniyo zvočne moči.

C₂: V naslednjem koraku ocena tveganja zaradi izpostavljenosti hrupu pri delu v skladu s Pravilnikom o varovanju delavcev pred tveganji zaradi izpostavljenosti hrupu pri delu.

Predpisane so pomembne vrednosti izpostavljenosti hrupu:

- Mejna vrednost izpostavljenosti = 87 dB(A).
- Zgornja opozorilna vrednost izpostavljenosti = 85 dB(A).
- Spodnja opozorilna vrednost izpostavljenosti = 80 dB(A).

C₃: Raziskati in predstaviti osebno varovalno opremo, ki jo moramo uporabiti za zaščito pred hrupom pri uporabi vrtnih orodij.

1.2 Hipoteze magistrskega dela

H₁: Proizvajalci vrtnih orodij navajajo realne podatke o emisiji hrupa.

H₂: Izpostavljenost hrupu na mestu upravljavca orodja je presežena glede na mejne vrednosti iz Pravilnika o varovanju delavcev pred tveganji zaradi izpostavljenosti hrupu pri delu.

H₃: Uporaba osebne varovalne opreme za dušenje hrupa na delu zagotavlja varnost delavca.

H₄: Akumulatorsko vrtno orodje za razliko od orodja, ki ga poganja motor z notranjim zgorevanjem, generira bistveno nižjo emisijo hrupa in v večini primerov ne zahteva osebne varovalne opreme.

1.3 Predvidene metode dela

Pri izdelavi magistrskega dela smo uporabljali naslednje metode dela:

- opisno metoda (za opisovanje dejstev in pojavov ter zbiranje podanih in merjenih podatkov za empirični del);
- metodo analiziranja domače in tuje strokovne literature in elektronskih virov;
- eksperimentalno terenska metoda direktnih merjenj emisije hrupa široke palete vrtnih orodij;

- primerjalno metodo izmerjenih in podanih podatkov;
- analizno in statistično metodo (analiza zbranih podatkov iz eksperimentalne terenske metode in predstavitev teh).

Na podlagi postavljenih ciljev, ki so predstavljali zasnovo magistrskega dela, smo pridobili rezultate in na njihovi podlagi potrdili ali ovrgli postavljene hipoteze.

2. Splošno o hrupu

Zvočne informacije, ki jih ne potrebujemo ali ne želimo, dojemamo kot hrup. Občutek motnje in zaznavanje hrupa se razlikujeta od človeka do človeka in ga je treba obravnavati individualno. Odvisno je od mnogih ne čisto akustičnih dejavnikov, kot je izrazitost vira, njegov ekonomski pomen za poslušalca ali njegov osebni odnos (npr. kakovost zvoka, razpoloženje, dnevni čas itn.). Akustiki, fiziki in drugi strokovnjaki so posvečali veliko pozornost takšnemu vrednotenju hrupa, ki bi omogočilo čim bolj objektivno oceno dejanske občutene motnje zaradi hrupa. Pri obravnavi večjega števila ljudi, ki so izpostavljeni hrupu, je statistično gledano največja gostota prizadetih razporejena okoli srednje vrednosti. Iz porazdelitve je bila razvita t. i. »ocenjena raven«, s pomočjo katere bi lahko številčno opisali subjektiven vpliv hrupa na počutje posameznika glede na celotno populacijo. Vpliv hrupa in resnost težave obravnava v evropski uniji »Green paper« in Direktive 2002/49/EC. Dokument obravnava reševanje pritožb prebivalcev med postopkom načrtovanja, kot tudi s kasnejšim ocenjevanjem sprejemljivosti izvorov hrupa v določenem okolju v skladu z normativi in nacionalno zakonodajo.

Hrup je torej zvok, ki je glasen, neprijeten ali neželen. V naravnem in življenjskem okolju vzbuja nemir, moti človeka in škoduje njegovemu zdravju ali počutju ali škodljivo vpliva na okolje. Hrup ni enolično definiran, ker vsebuje poleg definirane fiziološke tudi osebno noto, torej odnos posameznika do določenega zvoka. Izraza hrup in zvok sta med seboj povezana, vendar jih moramo razlikovati. Zvok ali zvočno valovanje je pojav, ki nastane pri mehanskem nihanju materialnih delcev v nekem mediju, ki ima maso in elastičnost, v slišnem področju frekvenc. Hrup je ena od oblik zvočnega valovanja. Vsako zvočno valovanje nosi neko informacijo. Če je ta informacija razumljiva, koristna ali prijetna, potem je to zelena informacija, če pa je informacija nerazumljiva, nekoristna ali moteča, potem je to neželena informacija. Hrup je torej neželena oblika zvoka, katerega definicija ni odvisna samo od jakosti zvoka in frekvence ter informacije, ki jo sporoča, temveč tudi od poslušalca, njegove trenutne dejavnosti, razpoloženja in zdravstvenega stanja (Osnovne informacije o hrupu, 2025).

Hrup postaja pomemben dejavnik, ki se v vedno večji meri upošteva pri konstrukciji različnih strojev in naprav. Uvajanje nadzora in ukrepov za zmanjšanje hrupa v vseh fazah konstrukcijskega procesa in kasneje v proizvodnji novih vrst izdelkov je posledica vse strožjih priporočil, predpisov in standardov, ki določajo največje dovoljene ravni hrupa za posamezne izdelke, po drugi strani te napore narekuje trg, saj so tišji izdelki bolj iskani in cenjeni. Nadzor hrupa torej ni pomemben samo pri preprečevanju poškodb sluha in pri zagotavljanju sprejemljivega akustičnega okolja, ampak tudi z ekonomskega vidika (Holeček, 2017).

2.1 Razumevanje osnov hrupa in meritev le-tega

Ko govorimo o hrupu, moramo odgovoriti na tri ključna vprašanja: kako glasno, kako dolgo oziroma koliko časa, kako blizu oziroma na kakšni oddaljenosti. Iz teh vprašanj lahko veliko izvemo o tem, kako škodljiv je zvok oziroma hrup, ki ga slišimo. Hkrati so odgovori tudi podlaga za oblikovanje ukrepov za zmanjšanje negativnih posledic hrupa. (Ministrstvo za delo, družino in socialne zadeve, 2009, str. 9–10).

Nekatere lastnosti hrupa, ki jih merimo oziroma so pomembne v zvezi z delovnim mestom, so:

- Frekvenca

Frekvenco zvoka zaznavamo kot višino tona; enota je herc ($\text{Hz} = 1$ cikel na sekundi).

- Zvočni tlak

Zvočni tlak je količina spreminjanja zračnega tlaka, ki ga povzroča vir zvoka. To »slišimo« oziroma zaznavamo kot glasnost zvoka. Zvočni tlak je običajno izražen v paskalih (Pa).

Pogostejše se kot enota uporablja decibel (dB), in to za merjenje ravni zvočnega tlaka. Pretvorba zvočnega tlaka v decibelsko skalo nam da raven zvočnega tlaka.

- Moč zvoka

Moč zvoka je energija zvoka na sekundo, ki se širi od vira zvoka na neko sredstvo. Moč zvoka je izražena v vatih (W). Večkrat se uporablja tudi izraz intenzivnost zvoka (W/m^2), ki je moč zvoka na enoto ploskve.

- Časovna porazdelitev

Zvok je lahko trajen (nespremenljiv), spremenljiv, pretrgan v časovnih presledkih ali impulzen. Primer trajnega zvoka je lahko npr. delovanje klimatske naprave, medtem ko je impulzen zvok glasen zvok, ki običajno traja manj kot sekundo, na primer strel iz puške. Impulzen zvok lahko povzroči trajne posledice.

- Raven hrupa

»Glasnost zvoka« za obravnavanje in merjenje hrupa običajno navajamo kot »raven zvoka« ali »raven hrupa« in jo izražamo v enotah dB(A). Raven zvoka dobimo s preračunavanjem drugih fizikalnih veličin, kot so zvočni tlak, moč zvoka in intenziteta zvoka (Ministrstvo za delo, družino in socialne zadeve, 2009, str. 11).

Že na videz majhno zvišanje ravni zvoka (na primer za nekaj decibelov) pomeni bistveno zvišanje energije zvoka, ki vpliva na sluh delavca. Hrup, katerega raven znaša 93 decibelov, ima dvakrat večjo moč zvoka od hrupa, katerega raven znaša 90 decibelov, in povzroči enako škodo glede sluha v polovico krajšemu času izpostavljenosti.

Pomembno je vedeti, da človeško uho razlike 3 dB ne zaznava tako kot merilni instrumenti. Človek šele povečanje ravni zvoka za 10 dB dojame kot 2-kratno povečanje glasnosti zvoka. Kot primer lahko navedemo, da ima običajen pogovor raven hrupa okoli 65 dB, kričanje pa navadno okoli 80 dB. Čeprav je razlika le 15 dB, je moč zvoka pri kričanju 30-krat večja. Če pa bi povečali raven hrupa za 20 dB, bi bila moč zvoka kar stokrat (100-krat) večja.

2.1.1 Zvočni tlak in nivo (raven) zvočnega tlaka

Zvočni tlak izražamo v paskalih; to je tisto, kar naša ušesa in možgani interpretirajo kot zvok in kar mikrofoni dejansko merijo, saj je njihov »output« v sorazmerju z zvočnim tlakom. Človeško uho se na vhodno akustično energijo odzove v grobem logaritemskem merilu (prag slišanja je 20 μPa , bolečina pri 60 Pa). Linearna skala za kvadrate zvočnega tlaka (p^2 je sorazmeren energijskemu vhodu zvočnih valov) bi zahtevala 10 milijard enot, da bi pokrila človeško slišanje. Človeški možgani niso sposobni procesirati takšnih ogromnih lestvic, ušesa se na »input« zvočnega tlaka odzivajo na logaritemski način.

Nivo zvočnega tlaka L_p v decibelih je definiran z:

$$L_p = 10 \log_{10} \left(\frac{P}{P_0} \right)^2 = 20 \log_{10} \left(\frac{P}{P_0} \right) \quad [\text{dB}] \quad (1)$$

Zvočni tlak sferičnih valov se zmanjšuje v obratnem sorazmerju z oddaljenostjo r (inverze distance law). Podvajanje zvočnega tlaka (npr. prepolovitev oddaljenost od vira) se odraža v povišanju nivoja zvočnega tlaka za 6 dB. Če se zvočni tlak pomnoži s faktorjem 10 (npr. oddaljenost zmanjšamo za 10-krat), se nivo zvočnega tlaka poveča samo za 20 dB.

2.1.2 Zvočna moč in nivo (raven) zvočne moči

Nivoja zvočne moči ne smemo zamenjati z nivojem zvočnega tlaka. Zvočni tlak je količina, ki je najbolj povezana s človeškim odzivom na hrup, vendar zvočni tlak ni najbolj primeren za

opis glasnosti vira hrupa, saj je odvisen od oddaljenosti, usmerjenosti in načina vgradnje zvočnega vira in je povezan z izvorom in okoljem, v katero je postavljen izvor hrupa.

Zvočna moč W je akustična moč, ki jo oddaja vir v vatih (W) in se kot pri nivoju zvočnega tlaka izraža v logaritemski skali z uporabo nivoja zvočne moči, L_w :

$$L_w = 10 \log_{10} \left(\frac{W}{W_0} \right) \quad [\text{dB}] \quad (2)$$

W_0 referenčna moč je 1 pW.

Nivo zvočne moči je neodvisen od lokacije in akustičnega okolja, v katero je postavljen vir. Tehnično je neizvedljivo neposredno izmeriti nivo zvočne moči kompleksnega vira, zato merimo nivo zvočnega tlaka in uporabimo enačbo (3), ki povezuje nivo zvočnega tlaka na dani oddaljenosti r od izvora zvoka v prostem zvočnem polju z nivojem izsevane zvočne moči.

$$L_p = L_w - 10 \log_{10} \left(\frac{S}{S_0} \right) \quad (3)$$

L_w je izsevani nivo zvočne moči vira, L_p pa nivo zvočnega tlaka, izmerjenega na oddaljenosti r metrov od vira. S je hipotetična sferična ali polsferična površina, ki obdaja vir in je enaka $4\pi r^2$, (v primeru pol-sfere pa $2\pi r^2$), S_0 pa je referenčno območje 1 m^2 .

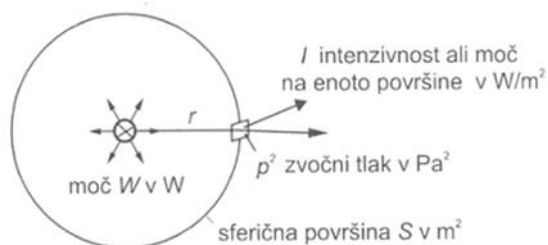
To je temeljna enačba za meritev zvočne moči v prostem zvočnem polju ali prostem zvočnem polju nad odbojno ravnino.

2.1.3 Zvočna intenzivnost in nivo zvočne intenzivnosti

Tok zvočnih valov, ki gre mimo neke točke v prostoru, spremlja tok akustične energije. Zvočna intenzivnost I v specifični točki in smeri v zvočnem polju je enaka gostoti energetskega akustičnega toka valovanja (enota je moč na enoto površine W/m^2). To je vektorska količina, zvočni tlak in zvočna moč pa sta skalarni količini. Če je točkovni zvočni vir zvočne moči W v vatih obdan z imaginarno sferično površino S z radijem r , površine območja $S = 4\pi r^2$, potem je zvočna intenziteta z radialno smerjo na kateri koli točki površine:

$$I = \frac{W}{S} = \frac{W}{4\pi r^2} \quad [\text{W/m}^2] \quad (4)$$

Intenziteta zvoka, ki potuje od vira radialno v prostem polju, se spreminja z oddaljenostjo od vira glede na inverzni kvadratni zakon (inverse square law). To pogosto poimenujemo kot »učinek širjenja« (spreading effect) ali učinek geometrijske divergence.



Slika 2: Preprost neusmerjen vir hrupa v centru sferične površine (Vir: Čudina, 2014)

Nivo intenzivnosti zvoka L_I je definiran z naslednjo enačbo:

$$L_I = 10 \log_{10} \left(\frac{I}{I_0} \right) \quad [\text{dB}] \quad (5)$$

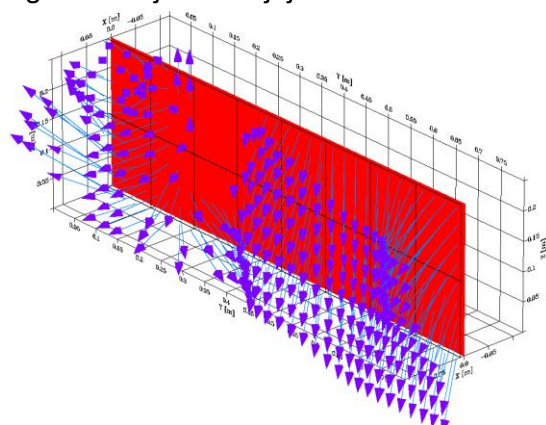
Za zvočno moč in raven zvočne intenzivnosti velja naslednja enačba 6:

$$L_w = L_p - 10 \log K + 20 \log r + 11 \quad (6)$$

($10 \log K = 0,13 \text{ dB}$ je odvisen od atmosferskih pogojev in ga v večini primerih lahko zanemarimo.)

V primeru točkovnega vira v prostem polju sta nivo L_p in L_I na isti točki v polju enakovredna. Zaradi tega praktičnega razmerja je referenčna zvočna intenziteta $I_0 = 1 \text{ pW/m}^2$.

Vektorske karakteristike zvočne intenzitete uporabljamo za identificiranje lokacije in velikosti zvočnega izvora v kompleksnih virih, kot so naprave, ki vsebujejo več parcialnih virov. Na primer: motorne žage imajo saj dva parcialna vira: motor in verižni prenos. Za identificiranje in mapiranje določenih območij uporabljamo sonde za zvočno intenzivnost. Testirajo se tiste parcialne površine, ki oddajajo največ hrupa. Meritve dajo oceno amplitude in frekvence hrupa, ki ga območja ustvarjajo.



Slika 3: Vizualizirana zvočna intenziteta na multizvočnem viru hrupa (Vir: Holeček, 2018)

2.2 Razumevanje seštevanja parcialnega hrupa pri napravah

Hrup, ki ga oddaja naprava, je neizotropen in nekoherenten in ima relativno široko ter kompleksno frekvenčno porazdelitev. Nekoherentni, nepovezani zvoki so tisti, ki imajo naključne relativne fazne premike in se seštevajo skupaj glede na linearno energijsko osnovo (kvadratno povprečna vrednost – root mean square RMS). Interferenca nastopi, če je valovanje koherentno.

Če se uporabijo nivoji, se osnovni zvočni tlaki združujejo po enačbi 5 (seštevanje N nivojev zvočnega tlaka):

$$L_{pt} = 10 \log_{10} \left(10^{L_1/10} + 10^{L_2/10} + \dots + 10^{L_N/10} \right) \quad (7)$$

2.3 Frekvenčna analiza A-vrednotenje in seštevanje terčnih pasov v eno celotno vrednost

Na delovnem mestu smo pogosto izpostavljeni hrupu, ki ga povzročajo naprave za prezračevanje, ventilatorji, črpalke in druge naprave. Ker ne vsebuje poudarjenih tonov, jih komaj zaznamo. Razlog za to je neprekinjeno in enakomerno delovanje. Na prisotnost hrupa postanemo pozorni ali pa nas začne motiti šele, ko vir preneha delovati ali se v njem pojavi poudarjen – dominanten ton. Značilnost našega sluha je prepoznavanje informacij v zvoku, ki

ga slišimo. Značilnosti zvoka, ki nas pripravijo do poslušanja in vzbudi našo pozornost, so toni ali spremembe v ravni zvoka. Bolj, ko je ton izrazit ali sprememba nenadna, bolj je hrup opazen. Poudarjene tone lahko prepoznamo subjektivno s poslušanjem ali objektivno s pomočjo frekvenčne analize – v frekvenčnem spektru poiščemo ton (frekvenčni pas), ki bistveno odstopa od sosednjih dveh pasov. Merila so različna in se spreminjajo glede na spoznanja zdravstvene in tehnične stroke. Preprosta ocena je, da o poudarjenem tonu govorimo, mora biti razlika med sosednjimi pasovi večja ali enaka 5 dB. Če je prisotnost poudarjenih tonov očitna, je priporočljiva frekvenčna analiza. Frekvenčni spekter, kot rezultat frekvenčne analize, bo v pomoč tudi pri kasnejši analizi lastnosti vira, izdelavi poročila ali morebitni sanaciji vira.

Frekvenčna ali terčna (1/3 oktavnega pasu) analiza je torej ključna na področju zmanjševanja hrupa. Frekvenčne komponente nam prikažejo relativno pomembnost in prispevek k celotnemu nivoju hrupa. Obvladovanje hrupa je odvisno od frekvenčnega pasu, zmanjševanje posameznih frekvenc pa se odraža na celotni ravni. A-vrednoteno težnostno krivuljo so razvili za približke odzivov človeškega ušesa na nizkih ravneh. Celotna A-vrednotena zvočna moč se iz posameznih terčnih pasov izračuna:

$$L_{WA} = 10 \lg \sum_{j=j_{\min}}^{j_{\max}} 10^{0,1(L_{W,j} + C_j)} \text{ dB} \quad (8)$$

L_{Wj} – raven zvočne moči v j -ti terčnem pasu (v dB), C_j je podano v Tabeli 1.

Tabela 1: A- vrednotenje / uteženje: j in C_j za vse terce, 50 – 20.000 Hz

j	Središčna frekvenca terce	Korekcijska vrednost C_j dB
1	50	−30,2
2	63	−26,2
3	80	−22,5
4	100	−19,1
5	125	−16,1
6	160	−13,4
7	200	−10,9
8	250	−8,6
9	315	−6,6
10	400	−4,8
11	500	−3,2
12	630	−1,9
13	800	−0,8
14	1000	0
15	1250	+0,6
16	1600	+1,0
17	2000	+1,2
18	2500	+1,3
19	3150	+1,2
20	4000	+1,0
21	5000	+0,5
22	6300	−0,1
23	8000	−1,1
24	10000	−2,5
25	12500	−4,3
26	16000	−6,6
27	20000	−9,3

Iz tabele 1 je razvidno, da je z A - vrednotenjem frekvenca 100 Hz oslabiljena za skoraj 20 dB, na 1000 Hz pa 0 dB in na 2500 Hz je ojačana za 1,3 dB. Na ta način je nizkofrekvenčen hrup praktično zanemarjen, kar ima na uporabnika različne negativne posledice. Zato mnogi avtorji resnično dvomijo v pravilnost takšnega pristopa.

3. Transmisija hrupa naprav, ki se uporabljajo na prostem

Kako glasni so stroji na prostem? Odgovor ni tako preprost, saj je rezultat odvisen od oddaljenosti in od tega, ali smo pred ali za oviro. Rezultati meritev se zaradi naštetih in še mnogih drugih dejavnikov lahko med seboj razlikujejo za več deset decibelov, četudi vir ostane nespremenjen. Da bi lažje razumeli, zakaj pride do odstopanj, moramo upoštevati širjenje hrupa po zraku in način, kako potuje do sprejemnika.

Okolje, v katerem se hrup širi, imenujemo zvočno polje, ki vključuje zvočni vir, pot širjenja in sprejemnik (emisija, transmisija in imisija). Za imisijo lahko vzamemo ekvivalentno raven zvočnega tlaka v oktavnem pasu na sprejemnem mestu v smeri vetra (Wind Direction). L_{fT} (DW) se izračuna za osem oktavnih pasov z nazivno srednjo frekvenco od 63 Hz do 8 kHz po enačbi (9):

$$L_{fT}(DW) = L_W + D_C - A \quad (9)$$

kjer so L_W zvočna moč po oktavnih pasovih, v decibelih, glede na referenčno zvočno močjo enega pikowata (1 pW), D_C popravek zaradi usmerjenosti vira, v decibelih, ki opisuje stopnjo odklona ekvivalentne kontinuirane ravni točkovnega vira v določeni smeri glede na raven neusmerjenega točkovnega zvočnega vira, ki seva zvočno moč L_W ; D_C je enak vsoti indeksa usmerjenosti D_i , točkovnega vira in indeksa D_Ω , ki upošteva širjenje zvoka v prostorski kot, manjši od 4π steradianov; za neusmerjeni točkovni zvočni vir, ki seva v nezaslonjen prostor, velja $D_C = 0$ dB. A slabljenje po oktavnih pasovih, v decibelih, ki nastane med širjenjem od točkovnega vira proti sprejemniku. Slabljenje A v enačbi (9) je podano z enačbo (10):

$$A = A_{div} + A_{atm} + A_{gr} + A_{bar} + A_{misc} \quad (10)$$

Pri transmisiji pride do učinka slabljenje zvoka, ki nastane zaradi naslednjih fizikalnih učinkov:

- geometrijska divergenca, A_{div} ,
- atmosferska absorpcija, A_{atm} ,
- učinek tal, A_{gr} slabljenje zvoka zaradi učinka tal (trdna, porozna ali mešana tla),
- odboj od površine, A_{bar} slabljenje zvoka zaradi ovir,
- slabljenje zvoka zaradi različnih drugih učinkov A_{misc} , npr. difrakcija z ovirami: slabljenje zvoka pri širjenju skozi poraščenost, skozi industrijska območja in pri širjenju skozi pozidana območja.

Če povzamemo v poljudnem jeziku, so najpomembnejši dejavniki, ki vplivajo na širjenje hrupa:

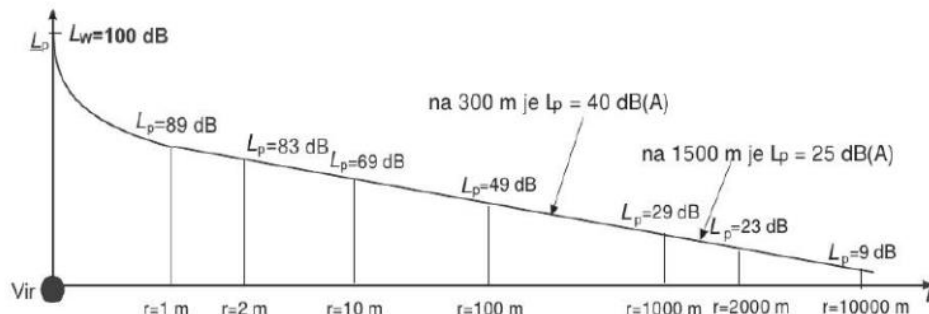
- vrsta vira (točkovni, linijski, ploskovni),
- oddaljenost od vira,
- dušenje zvoka v zraku,
- veter,
- temperatura in temperaturni gradient,
- ovire, kot so npr. ograje in zgradbe,
- dušenje hrupa na površini tal,
- odboji,
- vlaga in
- padavine.

3.1 Geometrijska divergenca

Geometrijska divergenca A_{div} upošteva sferično širjenje iz točkovnega zvočnega vira v prostem polju; pripadajoče slabljenje v decibelih je enako (enačba 11):

$$A_{div} = \left[20 \lg \left(\frac{r}{r_0} \right) + 11 \right] \text{ dB} \quad (11)$$

kjer sta r razdalja od vira do sprejemnika, v metrih, r_0 referenčna razdalja (= 1 m).



Slika 4: Slabljenje hrupa zaradi geometrijske divergence (Vir: Čudina, 2020)

3.2 Atmosferska absorpcija

Slabljenje zaradi atmosferske absorpcije A_{atm} , v decibelih, med širjenjem zvoka na razdalji r , v metrih, je podano z enačbo (12):

$$A_{atm} = \frac{\alpha r}{1000} \quad (12)$$

kjer je α koeficient atmosferskega slabljenja zvoka v atmosferi v decibelih na kilometer, za vsak oktavni pas pri srednji frekvenci pasu (glej tabelo 1). Koeficient atmosferskega slabljenja v atmosferi je zelo odvisen od frekvence zvoka, temperature okolice in relativne vlažnosti zraka, bistveno manj pa od okoliškega tlaka. Evidentno je, da je pri nizkih frekvencah (npr. 63 Hz) atmosferska disipacija do 1000 manjša od tiste na višjih frekvencah, npr. 8000 Hz.

Tabela 2: Koeficient atmosferskega slabljenja zvoka zaradi atmosfere α za oktavne pasove hrupa (ISO 9613-2)

Temperature °C	Relative Humidity %	Atmospheric attenuation coefficient α , dB/km							
		Nominal midband frequency, Hz							
		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
10	70	0.1	0.4	1.0	1.9	3.7	9.7	32.8	117
20	70	0.1	0.3	1.1	2.8	5.0	9.0	22.9	76.6
30	70	0.1	0.3	1.0	3.1	7.4	12.7	23.1	59.3
15	20	0.3	0.6	1.2	2.7	8.2	28.2	88.8	202
15	50	0.1	0.5	1.2	2.2	4.2	10.8	36.2	129
15	80	0.1	0.3	1.1	2.4	4.1	8.3	23.7	82.8

3.3 Subjektivno dožemanje glasnosti, psihoakustika, kakovost zvoka: dobro – slabo, tiho – glasno, ustrezno – neustrezno

Vrednotenje in nivoji zvočne moči so ponovljivi in natančni. Ko pa iščemo načine, da bi intuitivno razumeli, koliko je dejansko neka naprava glasnejša od druge, je lahko logaritemska skala težava. Na primer, če ima motorna kosilnica zvočno moč 100 dB(A), kolikšen bi bil nivo zvočne moči motorne kosilnice, ki je za 10 odstotkov tišji kot ta, ali pa za 10 odstotkov glasnejši? (90 dB(A) ali 110 dB(A) je seveda napačno!)

Vsaka primerjava, računska ali subjektivna, vsebuje velike napake, posebno če je spekter zvoka neenoten, če vsebuje relativno velike tonalne komponente ali če variira v času. Znano je, da ima širokopasovni hrup drugačno subjektivno glasnost kot čisti ton z istim nivojem.

Psihoakustika je znanstvena disciplina, ki preučuje, kako ljudje zaznavamo in interpretiramo zvoke. Gre za povezavo med fizikalnimi lastnostmi zvoka (kot so frekvenca, glasnost in spekter) ter subjektivno zaznavo zvoka pri ljudeh. Ker percepcija istega zvočnega dogodka ni enaka in enoznačna pri vseh subjektih, so v psihoakustiki vpeljali kriterije istega zvočnega dogodka kot tako imenovano kakovost zvoka (Zwicker E., Fastel H.: *Psychoacoustics, Facts and model*, 1st Edition, Springer-Verlag, 2000).

Pri vprašanju, kako je psihoakustika povezana s hrupom vrtnih orodij, lahko podamo enostavni primer: psihoakustične meritve lahko pomagajo pri izboljšanju dizajna orodij, da bodo manj obremenjujoča za uporabnika. Čeprav imata dve kosilnici enak L_{WA} v dB(A), se lahko ena zdi bolj moteča zaradi višjih tonov ali vibracij. Električna orodja so pogosto manj nadležna, ker imajo manj nizkih frekvenc in vibracij kot bencinska.

Kakovost zvoka se kot nabor algoritmov, razvitih iz znanosti psihoakustika, uporablja za opredelitev razmerja med fizikalnimi količinami zvoka in subjektivnim vtisom, ki ga človeško uho sliši. Ti algoritmi preučujejo fizikalne parametre, kot so raven zvočnega tlaka, pogostost in globina modulacije in jih znajo povezati s človeškim zaznavanjem zvoka. Zvočni algoritmi za kakovost zvoka predstavljajo revolucijo v akustičnih meritvah v avtomobilski industriji, industriji bele tehnike in drugih industrijah. Gre za to, da se s preprostejšega zmanjšanja hrupa pristopa na še bolj prefinjen način, v katerem se upošteva zaželenost zvoka. Zaradi tega so uvedeni novi parametri za oceno kakovosti zvoka: glasnost, tonalnost, ostrina, hrapavost in stopnja fluktuacije (Holeček, 2018).

Glasnost (Loudness): razvit je model za glasnost v »sonih«, pri čemer je 1 son ekvivalenten sinusnemu tonu 1 kHz in ravni 40 dB. Pri preprostih tonih in ozkih pasovih hrupa vsako povečanje nivoja zvočnega tlaka za 10 dB subjektivno zaznamo kot povečanje glasnosti za faktor 2.

Tonalnost (Tonality): pove ali je zvok sestavljen iz tonalnega (diskretnega) ali širokopasovnega spektra (enota »tu« – tonality unit).

Ostrina (Sharpness): popisuje barvo tona in prisotnost visokih frekvenc, enota je »acum«. 1 »acum« je ozkopasovni hrup pri 1 kHz z manjšo širino od 150 Hz in ravni 60 dB. Kot primer lahko navedemo subjektivno zelo glasno napravo z izrazitimi toni v delu spektra od 1000 do 3000 Hz). Tako izrazito odstopanje v zvočnem spektru ima za posledico, da vrednotenje A malo spreminja linearni nivo zvočne moči: $L_{WA} \sim L_W$ (korekcija A je na srednjih frekvencah minimalna, pogledj Tabelo 1).

Hrapavost (Roughness): popisuje frekvenco, s katero se spreminja amplituda zvoka. Enota je »asper«.

Stopnja fluktuacije (Fluctuation Strength): popisuje časovno nihanje amplitude zvoka. Enota je »vacil«.

Iz literature in ocenjevanja izdelkov od strani potrošnikov je poznan t. i. semantični diferencial, ki temelji na konotativnem mnenju (dodajanje čustev), torej na sugestivnem pomenu med dvema bipolarnima pridevnikoma: dobro – slabo, grdo – lepo, tiho – glasno, počasi – hitro,

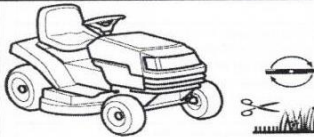
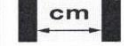
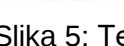
ustrezno – neustrezno idr. Metode subjektivnega dožemanja so dobro poznane in uveljavljene v družboslovnih znanostih, tehnikom žal to še vedno povzroča težave v razumevanju. Npr. pri zvočni moči delovanja motorne žage renomiranega proizvajalca se navaja zelo visoka raven hrupa 106 dB (A). Tako izrazita glasnost ustrezne »kakovosti zvoka« nedvomno asociira na moč motorne žage. Podobno opazimo v motoindustriji pri motorjih visokega cenovnega razreda, ko se moč motorja tudi mora slišati. Nasprotno pri orodjih, ki imajo v primerjavi z motorji izrazito nižje nivoje zvočne moči (npr. 74 dB(A)), vsakršna hrapavost in časovna fluktuacija zvoka uporabnika asociira na okvaro oziroma neustreznost.

Pri primerjavi akumulatorske in bencinske kosilnice je bila zaznana pomembna razlika v subjektivni glasnosti. Akumulatorska kosilnica proizvaja nižjo raven zvočnega tlaka in ima mehkejši zvočni spekter, saj pri njenem delovanju ni prisotnih močnih nizkofrekvenčnih komponent in vibracij motorja z notranjim izgorevanjem. Zato jo uporabniki subjektivno zaznavajo kot tišjo in manj motečo, čeprav se lahko objektivno izmerjene ravni hrupa deloma prekrivajo. Nasprotno pa bencinska kosilnica oddaja izrazitejši hrup z večjimi amplitudami v nizkofrekvenčnem območju ter značilnim "mehanskim" tonom motorja, kar vodi v občutek večje obremenitve s hrupom. Subjektivna glasnost je torej pri akumulatorski kosilnici nižja, kar pomeni večje udobje pri delu in manjše tveganje za dolgoročno izpostavljenost motečemu hrupu.

4. Označevanje in deklariranje hrupnosti

Vsi programi Evropske unije na področju okolja poudarjajo pomembnost težave onesnaževanja okolja s hrupom in še posebej potrebo po ukrepanju glede na vir hrupa. Javnost mora biti obveščena na razumljiv in preprost način o ravni hrupa, ki ga emitirajo različni stroji in naprave. Natančne, ustrezne in primerljive informacije pripomorejo k temu, da se kupec odloči za izbiro manj hrupnih gospodinjstskih aparatov.

Pojasnimo primer označevanja za traktorsko kosilnico, slika 5.

Machinery Directive 2006/42/EC	2004/108/EC EMC Directive	2000/14/EC Annex VI Outdoor Directive
EN 836 Lawnmower Safety	EN ISO 14982 EMC Measurement	2005/88/EC Outdoor Amendment
The indicated standards are consistent with the valid revision		
	13BH77TF694 RT 135-96 S	CETIM (No.0526) Etablissement de Senlis 52, avenue Félix-Louat F - 60304 Senlis Cedex
 96 cm	 6,3 kW	 $L_{WA}/L_{WAg} = 98/100$ dB
 12V $\equiv$, 10-24Ah	 min: 87 Octan 3,8 l	 $L_{pA} = 88$ dB (K=1,0)
 5 / 30-95 mm	 min: 87 Octan 3,8 l	 $a_{hv} = 1,0$ m/s ² (K=0,5)  $a_{hv} = 5,0$ m/s ² (K=1,5)
 15 x 6 20 x 8	  	 150 kg
 max. 1 bar	  7F / 7R	 2800 min ⁻¹

Slika 5: Tehnični list za motorno kosilnico z navedbo standardov

Oznaka L_{WA}/L_{WAg} na kosilnici se nanaša na zvočno moč (Sound Power Level), ki jo naprava oddaja med delovanjem.

L_{WA} (A- vrednotena/utežena zvočna moč): predstavlja raven zvočne moči naprave, merjeno v decibelih (dB).

L_{WAg} : običajno označuje garantiran (zagotovljen) nivo zvočne moči, ki ne sme biti presežen.

V tem primeru oznaka 98/100 dB pomeni: 98 dB je izmerjena vrednost zvočne moči, 100 dB je maksimalna garantirana vrednost, ki jo proizvajalec zagotavlja kot zgornjo mejo hrupa, ki ga lahko naprava oddaja.

Te oznake so pomembne zaradi zakonodaje o emisijah hrupa, predvsem pri napravah, ki se uporabljajo na prostem.

4.1 Analiza deklariranih glasnosti vrtnih orodij

Analizirali smo od proizvajalcev navedene podatke o hrupu na vrtnih orodjih, ki smo jih našli na trgu. Podatke smo dobili iz tehničnih navodil orodij na slovenskem in evropskem trgu. Ugotovili smo, da se ravni zvočne moči (L_{WA}) in zvočnega tlaka (L_{pA}) pri vrtnih orodjih signifikantno razlikujejo glede na vrsto naprave, vir energije (električna ali bencinska) in način uporabe.

Na osnovi pridobljenih podatkov navajamo intervale za tipične vrednosti zvočnega tlaka in zvočne moči tovrstnih naprav:

1. Kosilnice

Električne: $L_{wA} = 85\text{--}95\text{ dB}$, $L_{pA} = 75\text{--}85\text{ dB}$
Bencinske: $L_{wA} = 95\text{--}105\text{ dB}$, $L_{pA} = 80\text{--}90\text{ dB}$

2. Motorne kose (trimerji)

Električne: $L_{wA} = 85\text{--}95\text{ dB}$, $L_{pA} = 75\text{--}85\text{ dB}$
Bencinske: $L_{wA} = 100\text{--}110\text{ dB}$, $L_{pA} = 85\text{--}95\text{ dB}$

3. Puhalniki listja

Električni: $L_{wA} = 90\text{--}100\text{ dB}$, $L_{pA} = 80\text{--}90\text{ dB}$
Bencinski: $L_{wA} = 100\text{--}115\text{ dB}$, $L_{pA} = 85\text{--}100\text{ dB}$

4. Verižne žage

Električne: $L_{wA} = 95\text{--}105\text{ dB}$, $L_{pA} = 80\text{--}90\text{ dB}$
Bencinske: $L_{wA} = 105\text{--}120\text{ dB}$, $L_{pA} = 90\text{--}110\text{ dB}$

5. Škarje za živo mejo

Električne: $L_{wA} = 85\text{--}95\text{ dB}$, $L_{pA} = 75\text{--}85\text{ dB}$
Bencinske: $L_{wA} = 95\text{--}105\text{ dB}$, $L_{pA} = 80\text{--}90\text{ dB}$

Pojasnilo:

L_{pA} pove, kako glasno napravo sliši uporabnik.

L_{wA} omogoča objektivno primerjavo naprav, saj ni odvisen od okolja.

Tabela 3: Označevanja v skladu z zakonodajo meritve

L_{pA}	Glasnost, ki jo zazna poslušalec	1 m ali 3 m od naprave	Lahko ga zmanjša absorbenten teren	dB(A)
L_{wA}	Skupna energija zvoka, ki ga oddaja naprava	Izračunana iz več meritev	Neodvisen od okolja	dB(A)

(Zakonodaja EU (2000/14/EC) zahteva označevanje L_{wA} na vrtnih orodjih.)

5. Hrup na delovnem mestu kot dejavnik tveganja

Hrup na delovnem mestu predstavlja pomemben dejavnik tveganja za zdravje in varnost zaposlenih, predvsem v industrijskih in drugih hrupnih delovnih okoljih. Pretirana in dolgotrajna izpostavljenost hrupu lahko vodi do trajnih okvar sluha, obenem pa negativno vpliva na kognitivne funkcije, delovno učinkovitost ter splošno počutje posameznika. Nevarnosti, povezane s hrupom, se ne omejujejo zgolj na slušne posledice, temveč vključujejo tudi povečano raven stresa, motnje spanja, kardiovaskularne težave ter zmanjšano produktivnost in koncentracijo na delovnem mestu.

5.1 Pravni predpisi, ki urejajo hrup na delovnem mestu

Hrup na delovnem mestu urejajo številne določbe s področja varnosti in zdravja pri delu v zakonih in podzakonskih aktih:

1. Zakon o varnosti in zdravju pri delu (ZVZD-1) (Uradni list RS, št. 43/11);
2. Pravilnik o varovanju delavcev pred tveganji zaradi izpostavljenosti hrupu pri delu (Uradni list RS, št. 17/06, 18/06 – popr. in 43/11 – ZVZD-1);
3. Pravilnik o zahtevah za zagotavljanje varnosti in zdravja delavcev na delovnih mestih (Uradni list RS, št. 89/99, 39/05);
4. Pravilnik o osebni varovalni opreми, ki jo delavci uporabljajo pri delu (Uradni list RS, št. 89/99, 39/05);
5. Pravilnik o varnostnih znakih (Uradni list RS, št. 89/99, 39/05, 34/10);
6. Pravilnik o preventivnih zdravstvenih pregledih delavcev (Uradni list RS, št. 87/02, 29/03 – popr., 124/06);
7. Pravilnik o poklicnih boleznih (Uradni list RS, št. 25/23);
8. Pravilnik o dovoljenjih za opravljanje strokovnih nalog na področju varnosti pri delu (Uradni list RS, št. 2/17);
9. Pravilnik o opravljanju strokovnega izpita iz varnosti in zdravja pri delu (Uradni list RS, št. 85/20);
10. Pravilnik o stalnem strokovnem usposabljanju in izpopolnjevanju strokovnih delavcev, ki opravljajo naloge varnosti pri delu (Uradni list RS, št. 78/19 in 164/20);
11. Pravilnik o varnosti strojev (Uradni list RS, št. 75/08, 66/10, 17/11 – ZTZPUS-1 in 74/11).

Zakonodaja glede zaščite sluha in uporabe osebne varovalne opreme je jasna, a se v praksi pogosto izvaja le delno. Največja vrzel je pri zasebnih uporabnikih vrtnih orodij, kjer nadzor praktično ne obstaja, zato mnogi ne uporabljajo zaščite. Tudi na deloviščih kombinacija čepkov in glušnikov ni vedno dosledno uporabljena, zato je ključno ozaveščanje in redna uporaba zaščite, ne le predpisi.

V pravnih predpisih so omenjene fizikalne količine, ki neposredno vplivajo na tveganje pri izpostavljenosti hrupu. To so:

- a) konična raven zvočnega tlaka (p_{peak}): maksimalna vrednost C-vrednotenega trenutnega zvočnega tlaka;
- b) raven dnevne izpostavljenosti ($L_{\text{EX},8\text{h}}$) (dB(A) glede na referenčni tlak 20 μPa): časovno vrednoteno povprečje izpostavljenosti hrupu v času osemurnega delavnika, kakor je definirano v točki 3.6 standarda SIST ISO 1999, raven dnevne izpostavljenosti upošteva vse vrste hrupa pri delu, tudi impulzni hrup;
- c) raven tedenske izpostavljenosti ($\bar{L}_{\text{EX},8\text{h}}$): časovno vrednoteno povprečje dnevne izpostavljenosti hrupu v času osemurnega delavnika v petdnevnem delovnem tednu, kakor je definirano v točki 3.6 standarda SIST ISO 1999. (Pravilnik o varovanju delavcev pred tveganji zaradi izpostavljenosti hrupu pri delu, 2. člen, 2006).

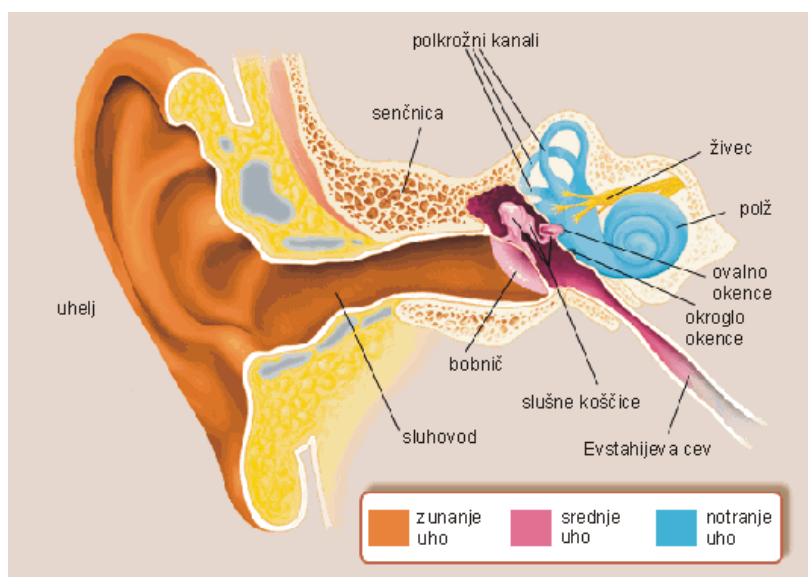
5.2 Tveganja zaradi izpostavljenosti hrupu

Med najpogostejše težave, ki jih lahko povzroči izpostavljenost hrupu na delovnem mestu, spadajo:

- okvara sluha,
- stres v zvezi z delom,
- večje tveganje za nezgode pri delu.

Okvara sluha je trajna – čezmeren hrup poškoduje lasne celice v polžu, delo notranjega ušesa, zaradi česar pride do okvare slušnega organa, slika 6.

V mnogih državah je okvara sluha, ki jo povzroči hrup, prevladujoča nepopravljiva poklicna bolezen. Ocenjuje se, da je število ljudi v Evropi, ki imajo težave s sluhom, večje od števila prebivalcev Francije (pribl. 65 milijonov) (Evropska agencija za varnost in zdravje pri delu, 2005).



Slika 6: Zgradba slušnega organa

Poleg nekaterih fizioloških učinkov, katerih posledice se kažejo na srčno-žilnem sistemu in povišanju krvnega tlaka, hrup povzroča tudi psihološke težave, kot so na primer težave z dihanjem, napetost v mišicah, težave s srčnim utripom ipd. Ob tem je treba omeniti tudi izpostavljenost nosečih delavk visokim ravnam hrupa, kar lahko vpliva na sluh otroka (Ministrstvo za delo, družino in socialne zadeve, 2009, str. 29).

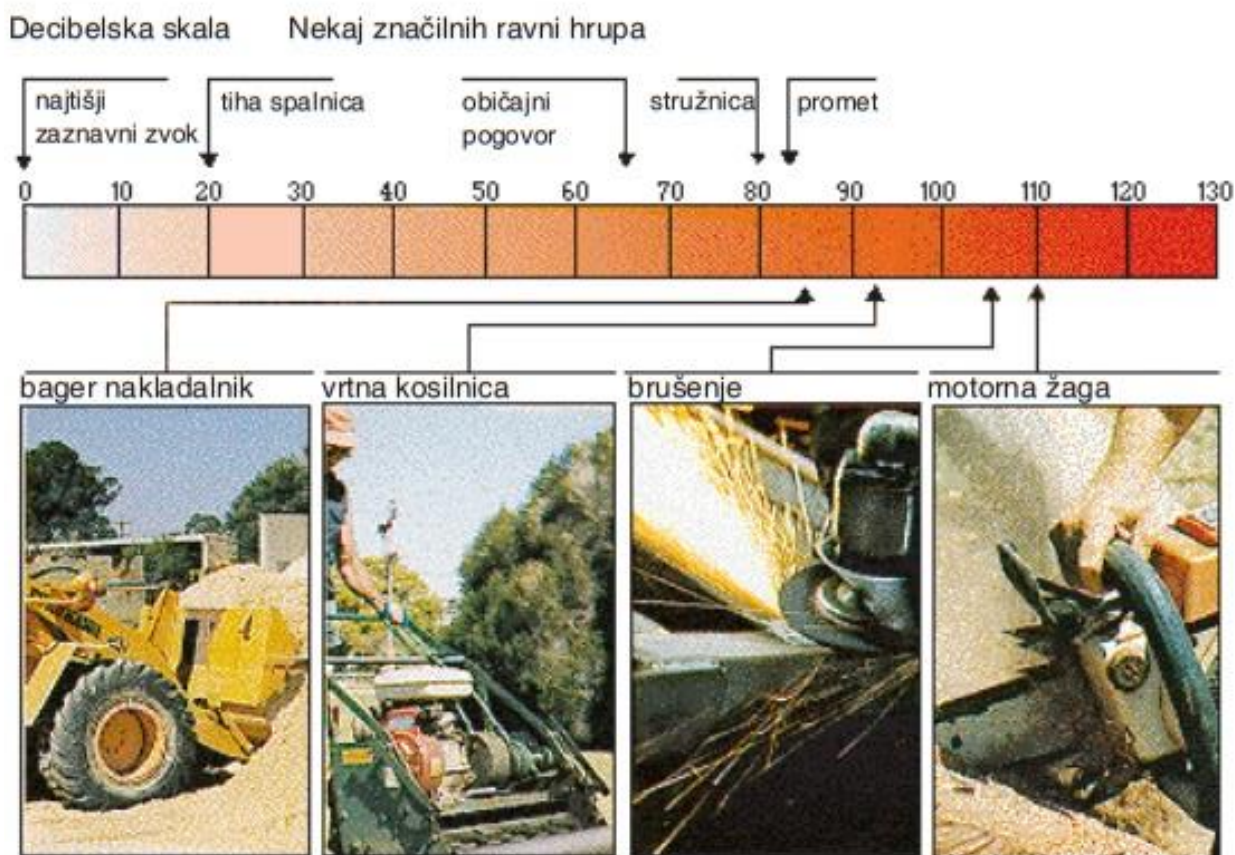
Hrup je le en od vzrokov za stres v zvezi z delom, do katerega običajno pride zaradi vzajemnega delovanja večjega števila dejavnikov tveganja. Že nizke ravni hrupa lahko delujejo zelo stresno na delavca, ki skuša zbrano delati. Dejavniki stresa lahko povzročijo številne telesne in psihične težave. Psihične težave se lahko kažejo v čezmernem kajenju, pitju alkohola, uživanju mamil, čezmernem uživanju hrane, nepotrebnem tveganju na delovnem mestu in prometu ipd. (Ministrstvo za delo, družino in socialne zadeve, 2009, str. 30).

Hrup na delovnem mestu je lahko zelo moteč, kar pomeni, da poveča tveganje za nezgode pri delu, saj zmanjša zbranost pri delovnih opravilih in hkrati poveča stres samega delavca. Po podatkih Evropske agencije za varnost in zdravje pri delu se je povečalo število samoprijavljenih težav s sluhom. Po podatkih Evropske raziskave o delovnih razmerah, kar 7 % evropskih delavcev meni, da delo vpliva na njihovo zdravje z vidika motenj sluha (Evropska agencija za varnost in zdravje pri delu, 2006).

5.3 Ravni hrupa, ki so jim izpostavljeni zaposleni v nekaterih poklicih

Tipične ravni hrupa, ki so jim izpostavljeni delavci, so:

- vzgojiteljica v vrtcu – jok in kričanje otrok presega 85 dB(A);
- dirigent orkestra – več kot 90 dB(A);
- voznik tovornjaka – več kot 85 dB(A);
- natakar v diskoteki ali nočnem klubu – več kot 100 dB(A);
- delavec na prašičji farmi – več kot 115 dB(A).



Slika 7: Decibelska skala z značilnimi primeri ravni hrupa na delovnih mestih

Delovna oprema je vsak stroj, aparat, orodje, naprava in druga oprema, ki se uporablja pri delu (Pravilnik o varnosti in zdravju pri uporabi delovne opreme, 1. točka 3. člen, 2011). Pri nakupu delovne opreme, s katero delavec dela, je treba upoštevati:

- je vsakemu stroju priložena izjava o skladnosti, s katero proizvajalec zagotavlja, da je stroj narejen v skladu s predpisi in standardi, navedenimi v tej izjavi;
- je na stroju nalepljena oznaka CE, ki pomeni skladnost stroja s predpisi;
- so stroju priložena navodila za varno uporabo, vzdrževanje in namestitve;
- so stroju priložene informacije glede tveganj v zvezi s hrupom (izmerjene ravni zvočnega tlaka in moči zvoka).

Delodajalec mora skladno s 17. členom Zakona o varnosti in zdravju pri delu pisno oceniti tveganja, ki so jim delavci izpostavljeni ali bi lahko bili izpostavljeni pri delu, po postopku, ki obsega zlasti:

- identifikacijo oziroma odkrivanje nevarnosti;
- ugotovitev, kdo od delavcev bi bil lahko izpostavljen identificiranim nevarnostim;
- oceno tveganja, v kateri sta upoštevana verjetnost nastanka nezgod pri delu, poklicnih bolezni oziroma bolezni v zvezi z delom in resnost njihovih posledic;
- odločitev o tem, ali je tveganje sprejemljivo;
- odločitev o uvedbi ukrepov za zmanjšanje nesprejemljivega tveganja.

Ocena tveganja je sestavni del izjave o varnosti. Je proučevanje vseh dejavnikov delovnega procesa, z namenom ugotoviti možne vzroke za nastanek poškodb pri delu, poklicnih bolezni, bolezni v zvezi z delom in možnosti preprečevanja, odpravljanja in zmanjševanja tveganj. Delodajalec mora poleg ostalih tveganj oceniti tudi tveganja v povezavi z izpostavljenostjo hrupu na delovnem mestu (Zakon o varnosti in zdravju pri delu, 17. člen, 2011).

Meritev hrupa na delovnem mestu je odločilni faktor, ali je tveganje takšno, da je za varnost delavcev treba sprejeti varnostne ukrepe. Meritev hrupa izvajajo strokovni delavci ali službe v skladu z zakonom in predpisi, ki urejajo opravljanje strokovnih nalog varnosti in zdravja pri delu. Podatke, pridobljene s presojo in/ali merjenjem ravni izpostavljenosti hrupu, je treba hraniti na način, ki omogoča poznejše primerjanje rezultatov in zaključke (Pravilnik o varovanju delavcev pred tveganji zaradi izpostavljenosti hrupu pri delu, 4. odstavek 7. člen, 2006).

Izvajalec meritev mora izdelati zapisnik o meritvah hrupa, v katerem navede zlasti:

- podatke o naročniku meritev;
- podatke o izvajalcu meritev;
- datum in čas trajanja posamezne meritve;
- opis virov hrupa v delovnem okolju ter stanja v času trajanja meritev;
- podatke o glavnih značilnostih hrupa (npr. kontinuirani, impulzni, periodični);
- podatke o uporabljenih instrumentih;
- podatke o izračunanih ravneh hrupa in vrednotenju teh glede na predpisane opozorilne in mejne vrednosti, navedene v Pravilniku o varovanju delavcev pred tveganji zaradi izpostavljenosti hrupu pri delu;
- oceno o doseženi natančnosti in zanesljivosti meritev;
- podatke o vseh izmerjenih vrednostih, potrebnih za izračun ravni hrupa, vključno s trajanjem izpostavljenosti delavca hrupu.

Na podlagi zapisnika o meritvah hrupa izvajalec meritev hrupa izdela poročilo, v katerem analizira rezultate meritev hrupa in poda ukrepe, ki bodo odpravili ali zmanjšali tveganja v povezavi z izpostavljenostjo hrupa na delovnem mestu (Pravilnik o varovanju delavcev pred tveganji zaradi izpostavljenosti hrupu pri delu, 7. odstavek, 7. člen, 2006).

Delodajalec je dolžan skladno z zakonom in podzakonskimi predpisi sprejeti ukrepe, ki so navedeni v poročilu.

5.4 Varnostni ukrepi, ki odpravijo ali zmanjšajo izpostavljenost hrupa na delovnem mestu

Pri izvajanju varnostnih ukrepov je treba upoštevati temeljna načela varnosti in zdravja pri delu, navedena v Zakonu o varnosti in zdravju pri delu in dati posameznim ukrepom prednost pred drugimi.

Bistveno temeljno načelo je izogibanje tveganjem. Tveganje je najmanjše takrat, ko vir tveganja ne obstaja (Ministrstvo za delo, družino in socialne zadeve, 2009, str. 41). Zato mora delodajalec z razpoložljivimi ukrepi zagotoviti, da se tveganja, ki izhajajo iz izpostavljenosti hrupu:

- A) odpravijo pri viru,
- B) zmanjšajo na najnižjo možno mero.

Primeri zmanjševanja tveganj:

- a) upoštevanje drugih delovnih postopkov, pri katerih je izpostavljenost hrupu manjša;
- b) izbiranje, glede na naravo dela, primerne delovne opreme, ki povzroča najmanjši možni hrup, ali tako delovno opremo, ki je v skladu s predpisi Skupnosti in zmanjšuje izpostavljenost hrupu;
- c) načrtovanje in urejevanje delovnih mest;
- č) ustrezno informiranje in usposabljanje delavcev glede pravilne in varne uporabe delovne opreme z namenom zmanjšanja njihove izpostavljenosti hrupu na najnižjo možno mero;
- d) zmanjševanje hrupa s tehničnimi ukrepi, s katerimi:
 - se zmanjšuje hrup, ki se širi po zraku, na primer z zasloni, okrovi, oblogami za absorpcijo zvoka;
 - se zmanjšuje hrup, ki se širi po konstrukciji, na primer z dušenjem ali izolacijo;
- e) priprava ustreznih programov za vzdrževanje delovne opreme, delovnih mest in sistemov delovnih mest;
- f) organiziranje dela tako, da:
 - omejuje trajanje in velikost izpostavljenosti;
 - načrtuje zadostne odmori med delom (Pravilnik o varovanju delavcev pred tveganji zaradi izpostavljenosti hrupu pri delu, 1. odstavek, 10. člen, 2006).

5.4.1 Obvezni varnostni ukrepi, ko je na delovnem mestu že dokazan čezmeren hrup

V pravilniku so določene mejne vrednosti izpostavljenosti in opozorilne vrednosti izpostavljenosti (Pravilnik o varovanju delavcev pred tveganji zaradi izpostavljenosti hrupu pri delu, Uradni list RS, št. 17/2006, 18/2006 – popr.).

Tabela 4: Mejne vrednosti izpostavljenosti hrupu

	L_{EX} (8h)	L_{Cpeak}
Spodnja opozorilna vrednost	80 dB	135 dB
Zgornja opozorilna vrednost	85 dB	137 dB
Mejna vrednost	87 dB	140 dB

Dnevne meje izpostavljenosti hrupu na delovnem mestu določa Direktiva 2003/10/ES v EU in slovenski Pravilnik o varovanju delavcev pred tveganji zaradi izpostavljenosti hrupu pri delu. Glavne mejne vrednosti so predstavljene v Tabeli 5.

Tabela 5: Glavne mejne vrednosti hrupa

Meja izpostavljenosti	Povprečna raven hrupa (dB(A))	Konica zvočnega tlaka (dB(C))
Spodnja opozorilna vrednost	80 dB	135 dB
Zgornja opozorilna vrednost	85 dB	137 dB
Mejna vrednost izpostavljenosti (ne sme biti presežena)	87 dB	140 dB

Pojasnilo:

- Povprečna raven hrupa – meri se čez 8 ur delovnega časa.
- Konica zvočnega tlaka – trenutni najvišji zvočni pritisk (npr. udarec kladiva, eksplozija).

Ukrepi glede na raven hrupa:

- 80 dB → Delodajalec mora omogočiti zaščito sluha, a uporaba ni obvezna.
- 85 dB → Zaščita sluha je obvezna, delodajalec mora sprejeti ukrepe za zmanjšanje hrupa.
- 87 dB → Prepovedana izpostavljenost brez zaščite, treba je zmanjšati hrup na varno raven.

Če hrup presega 85 dB(A), je dovoljeno delo krajši čas, predstavljeno v Tabeli 6.

Tabela 6: Dovoljeno delo ob presežku hrupa

Raven hrupa	Maksimalni dovoljeni čas brez zaščite
80 dB(A)	8 ur
83 dB(A)	4 ure
86 dB(A)	2 uri
89 dB(A)	1 ura
92 dB(A)	30 minut
95 dB(A)	15 minut
100 dB(A)	4 minute
105 dB(A)	1 minuta
110 dB(A)	30 sekund
115 dB(A)	10 sekund
120+ dB(A)	TAKOJŠNJA POŠKODBA SLUHA!

Zgornja opozorilna vrednost izpostavljenosti je presežena:

Če je ena od obeh ali če sta obe zgornji opozorilni vrednosti izpostavljenosti določeni v Pravilniku o varovanju delavcev pred tveganji zaradi izpostavljenosti hrupu pri delu preseženi, mora delodajalec na podlagi ocene tveganja izdelati in izvesti program tehničnih in/ali organizacijskih ukrepov za zmanjšanje izpostavljenosti delavcev hrupu ter delovno okolje označiti z ustreznimi varnostnimi znaki in če je to mogoče delovno mesto razmejiti od ostalih delovnih mest in omejiti dostop do njih.

Kadar je izpostavljenost hrupu enaka ali presega eno od obeh ali obe zgornji opozorilni vrednosti, morajo delavci uporabljati osebno varovalno opremo za varovanje sluha.

Mejna vrednost izpostavljenosti je presežena:

Delodajalec mora zagotoviti, da izpostavljenost delavcev v nobenem primeru ne presega ene od obeh ali obeh mejnih vrednosti izpostavljenosti. Če delodajalec ugotovi, da izpostavljenost delavcev kljub izvedenim ukrepom v skladu s tem pravilnikom presega eno od obeh ali obe mejni vrednosti izpostavljenosti iz prejšnjega odstavka, mora

- a) takoj ukrepati, da se izpostavljenost zmanjša pod mejni vrednosti izpostavljenosti;
- b) ugotoviti razloge za čezmerno izpostavljenost;
- c) izvesti dodatne varnostne ukrepe, da prepreči ponovno čezmerno izpostavljenost.

Spodnja opozorilna vrednost izpostavljenosti je presežena:

- kadar je izpostavljenost hrupu enaka ali presega eno od obeh ali obe spodnji opozorilni vrednosti, morajo imeti delavci na razpolago osebno varovalno opremo za varovanje sluha.

Ekvivalentne ravni hrupa so presežene:

- kar določa Pravilnik o varovanju delavcev pred tveganji zaradi izpostavljenosti hrupu pri delu v prilogi (Pravilnik o varovanju delavcev pred tveganji zaradi izpostavljenosti hrupu pri delu, 2. odstavek 10. člen, 2006).

5.5 Največje dopustne ekvivalentne ravni hrupa za nemoteno delo pri posameznih vrstah delovnih opravil

Tabela 7: Največje dopustne ekvivalentne ravni hrupa za nemoteno delo pri posameznih vrstah delovnih opravil

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

Če se ugotovi, da je delo zaradi hrupa moteno, mora delodajalec proučiti možnosti za zmanjšanje motenj in/ali poskrbeti, da je takšnemu hrupu izpostavljeno čim manjše število delavcev.

Pojasnilo, kaj pomenita ti dve vrednosti:

Zvočna moč (L_{WA}): energija zvoka, ki jo odda naprava, neodvisno od okolja in razdalje.

Zvočni tlak (L_{pA}): glasnost zvoka, ki jo uporabnik zazna na določeni razdalji (običajno 1–3 m od naprave).

To je predvsem pomembno, ker:

- naprave nad 85 dB lahko ob dolgotrajni uporabi povzročijo okvare sluha;
- je priporočena uporaba slušnih zaščit pri napravi nad 90 dB;
- električna orodja so na splošno tišja od bencinskih.

Hrup na delovnem mestu je tema, ki zahteva posebno pozornost, saj predstavlja enega ključnih dejavnikov za preprečevanje nezgod in zagotavljanje varnega delovnega okolja. Kljub nenehnim prizadevanjem za izboljšanje delovnih pogojev v številnih sektorjih statistike na ravni

Evropske unije kažejo, da hrup prispeva k velikemu številu poškodb pri delu. Še huje, izpostavljenost visokim ravnam hrupa pogosto vodi do razvoja poklicnih bolezni, pri čemer so poškodbe sluha nepopravljive in trajne.

Ker so posledice dolgotrajne izpostavljenosti hrupu neizogibno povezane z zmanjšanjem kakovosti življenja zaposlenih in visoko gospodarsko ceno za podjetja in družbo, je nujno, da se na vseh ravneh, tako na zakonodajni kot na operativni, uvedejo in učinkovito izvajajo ukrepi za obvladovanje tega tveganja. Pomembno je, da delodajalci redno spremljajo ravni hrupa, izvajajo zaščitne ukrepe ter zagotavljajo ustrezno zaščitno opremo in izobraževanje zaposlenih. Le z doslednim ukrepanjem in ozaveščanjem o dolgoročnih posledicah izpostavljenosti hrupu bomo lahko zmanjšali število poškodb in izboljšali varnost na delovnem mestu.

6. Osebna varovalna oprema za zaščito proti hrupu

Ena izmed ključnih nalog varnosti in zdravja pri delu je preprečevanje poškodb sluha zaradi čezmernega hrupa, ki pogosto nastaja pri uporabi mehanske, gozdarske, gradbene ali vrtno opreme. Stalna ali ponavljajoča se izpostavljenost hrupu nad dovoljenimi mejami lahko povzroči nepovratne posledice, kot so trajno zmanjšanje sluha, izguba občutljivosti za določene frekvence, kronični tinitus (zvonjenje v ušesih) in splošna zmanjšana kakovost življenja. Zaradi teh razlogov je uporaba osebne varovalne opreme (OVO) za zaščito sluha bistvena, kadar raven hrupa presega opozorilne in mejne vrednosti.

V skladu s Pravilnikom o varovanju delavcev pred tveganji zaradi izpostavljenosti hrupu pri delu (Uradni list RS, št. 14/2005) je predpisana naslednja mejna vrednost:

mejna vrednost izpostavljenosti: 87 dB(A) (upoštevanje dušenje z OVO).

Če je delavec izpostavljen hrupu, ki presega 80 dB(A), mu mora delodajalec zagotoviti ustrezna zaščitna sredstva, že pri tej ravni mora biti omogočeno tudi usposabljanje o nevarnostih in pravilni rabi OVO. Pri ravneh nad 85 dB(A) je uporaba zaščite za sluh obvezna, delodajalec mora tudi izvesti oceno tveganja, sprejeti ukrepe za zmanjšanje hrupa in zagotoviti stalno spremljanje izpostavljenosti.

Vrste zaščite sluha

Na voljo so različne vrste zaščitnih sredstev za sluh, ki jih je treba izbrati glede na jakost, trajanje izpostavljenosti ter delovno okolje:

Ušesni čepki: izdelani iz pene, silikona ali drugih mehkih materialov. So diskretni, lahki in primerni za uporabo v zmerno hrupnih okoljih. Njihova slabost je, da jih je treba pravilno vstaviti v ušesni kanal, sicer ne zagotavljajo optimalne zaščite (Honeywell Safety Products, 2022; 3M, 2021).

Naglavne zaščitne slušalke: pokrijejo celotno uho in so primerne za višje ravni hrupa. Nudijo večjo zaščito in so preprostejše za pravilno namestitvev. Pogosto se uporabljajo pri delu z motorno žago, mulčerji, brusilniki in podobno.

Kombinirana zaščita: vključuje slušalke, integrirane v čelado ali zaščitni vizir. Uporablja se pri kompleksnih opravilih, kjer je hkrati potrebna zaščita glave, oči in sluha (npr. v gozdarstvu).

Zaščitna sredstva morajo biti ustrezno izbrana in pravilno nameščena, sicer zaščita ni učinkovita. Pomembno je, da delavci prejmejo ustrezna navodila za uporabo, seznanitev z omejitvami posamezne opreme ter da se zaščitna sredstva redno čistijo in vzdržujejo.

Določena zaščitna oprema omogoča dušenje hrupa tudi za 20–35 dB, kar lahko bistveno zmanjša vpliv hrupa na zdravje. Vendar mora biti zaščita izbrana individualno, saj preveliko dušenje lahko zmanjša zaznavanje opozorilnih signalov v okolju, kar predstavlja novo varnostno tveganje.

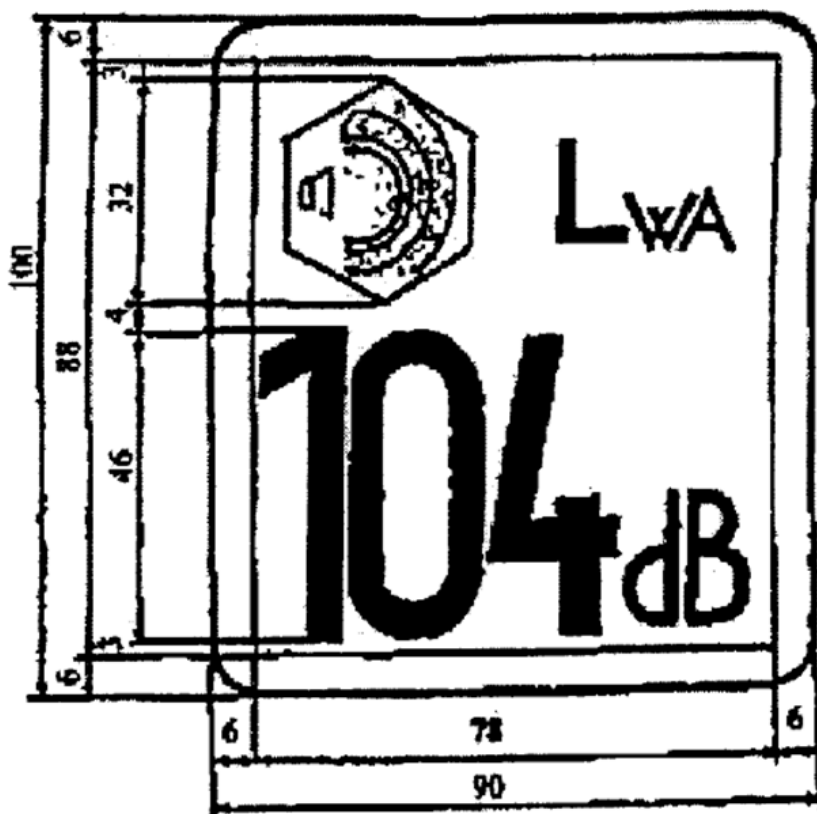
Uporaba osebne varovalne opreme za zaščito sluha je ključni element pri preprečevanju poklicnih poškodb sluha. Pri delu z vrtno in kmetijsko mehanizacijo, kjer pogosto prihaja do preseganja opozorilnih in mejnih vrednosti hrupa, je dosledna uporaba OVO obvezna. Le s celostnim pristopom – od prepoznavanja tveganja, izbire ustrezne zaščite, pravilne uporabe ter ozaveščanja uporabnikov – lahko dolgoročno zagotovimo varno delovno okolje in ohranimo zdravje sluha (Pravilnik o varovanju delavcev pred tveganji zaradi izpostavljenosti hrupu pri delu, 2005).

7. Direktiva 2000/14/es evropskega parlamenta in sveta ter nadaljnja politika EU

Direktivo o približevanju zakonodaje držav članic v zvezi z emisijo hrupa v okolje, ki ga povzroča oprema, ki se uporablja na prostem, smo že omenili v poglavju 1. Ta direktiva zahteva oznako CE, ki je vidno, čitljivo in neizbrisno pritrjena na posamezni opremi (Slika 8).



Slika 8: Oznaka CE, ki je vidno, čitljivo in neizbrisno pritrjena na posamezni opremi



Slika 9: Oznaka za nivo (raven) zvočne moči na orodjih

Direktiva omenja 57 različnih strojev, in sicer:

- gradbena dvigala za prevoz blaga,
- zaboynike za steklo, namenjeno recikliranju,
- zračni kompresorji (< 350 kW),
- lomilci betona in krampi za beton, ročno-upravljani,
- gradbeni vitli (z motorji z notranjim zgorevanjem),
- buldožerji (< 500 kW),
- prekucniki (< 500 kW),
- bagri, hidravlični ali univerzalni (< 500 kW),
- bagri – nakladalniki (< 500 kW),
- grederji – ravnalniki (< 500 kW),
- varilni agregati,
- škarje za obrezovanje žive meje, kompaktorji na odlagališčih odpadkov, nakladalni z zajemalko (< 500 kW),
- vrtno kosilnice,
- motorne žage,
- puhalniki,
- obrezovalnik trat/obrezovalnik tratnih robov,
- viličarji z motorji z notranjim zgorevanjem, s protiutežjo,
- motorni okopalniki – motokultivatorji (< 3 kW),
- finišeji za ceste (razen finišejev, opremljenih z napravo za teptanje),
- električni generatorji (< 400 kW).

Za posamezne skupine strojev so v direktivi opisani načini označevanja skladnosti CE in oznaka za zajamčeno vrednost ravni zvočne moči. V vseh primerih raven zvočne moči strojev je A-vrednotena raven zvočne moči L_{WA} , ki jo oddaja stroj v dB referenčno na 1 pW. Določanje ravni zvočne moči se določi v skladu s SIST EN ISO 3744/ SIST EN ISO 3746.

Poleg opisanega so še:

- druge merilne metode,
- postopki ugotavljanja skladnosti,
- način označevanja strojev,
- obseg zahtevane tehnične dokumentacije in
- način zbiranja podatkov o emisiji hrupa v okolje.

Zastavlja se vprašanje o nadaljnji politiki Evropske unije (EU). V vseh dokumentih najdemo, da je pristop EU glede obremenjenosti s hrupom dvoplasten. Splošni okvir za določanje ravni obremenjenosti s hrupom zahteva ukrepanje na ravni držav članic in Unije, obstaja tudi sklop zakonodajnih aktov o glavnih virih onesnaženja s hrupom, kot so cestni, zračni in železniški promet ter oprema za zunanjo uporabo. Lahko navedemo, da je cilj okvirne direktive o okoljskem hrupu iz leta 2002 je zmanjšati izpostavljenost okoljskemu hrupu z uskladitvijo kazalnikov hrupa in metod za ocenjevanje, zbiranjem informacij o izpostavljenosti hrupu v obliki zemljevidov hrupa in zagotavljanjem javnega dostopa do teh informacij. Na tej podlagi morajo države članice pripraviti akcijske načrte za obravnavo problematike hrupa. Zemljevide hrupa in akcijske načrte je treba pregledati najmanj vsakih pet let. V najnovejšem poročilu o izvajanju, objavljenem marca 2023, je bilo kljub nekaterim začetnim zamudam potrjeno, da večina držav članic na splošno dobro napreduje pri izvajanju te direktive.

V zvezi z okoljskim hrupom je parlament večkrat poudaril, da je treba mejne vrednosti še bolj zmanjšati, postopke za merjenje pa izboljšati. Pozval je k določitvi vrednosti EU za hrup okrog letališč ter k razširitvi ukrepov za zmanjšanje hrupa na vojaška podzvočna reaktivna letala.

Poleg tega je potrdil postopno uvedbo novih, nižjih ravni hrupa za avtomobile in si uspešno prizadeval za uvedbo oznak, s katerih bi potrošniki lahko razbrali ravni hrupa (Evropska komisija, 2023).

8 Opis merjenih strojev

8.1 Makita DUB362

Makita DUB362 je zmogljiv akumulatorski puhalnik listja, ki je zasnovan za učinkovito čiščenje zunanjih površin. Ta model se ponaša z brezkrtačnim motorjem in zanesljivim sistemom napajanja z dvema akumulatorjema 18 V Li-Ion, kar skupaj zagotavlja 36 V napetosti. Brezžična zasnova uporabnikom omogoča večjo svobodo gibanja brez omejitev kablov, kar je še posebej pomembno pri vzdrževanju večjih površin.

Ergonomski ročaj in nizka teža pripomoreta k manjši utrujenosti med delom, poleg tega pa ima naprava dve nastavitvi hitrosti, kar omogoča prilagoditev moči glede na zahteve naloge (Makita, 2023).

Tabela 8: Tehnične specifikacije – Makita DUB362

Lastnost	Vrednost
Napetost	2 × 18 V (36 V skupno)
Tip motorja	Brezkrtačni (BL)
Hitrost zraka	Do 54 m/s
Volumen zraka	Do 13,4 m³/min
Teža z akumulatorjema	Približno 4,5 kg
Zvočni tlak	79,1 dB(A)
Zvočna moč	94,6 dB(A)
Vibracije	< 2,5 m/s²
Namen uporabe	Čiščenje listja, prahu, zunanjih površin

Puhalnik Makita DUB362 (Slika 10) spada med tišje naprave v svojem razredu. Pri običajni nastavitvi delovanja oddaja 79,1 dB(A) zvočnega tlaka, pri maksimalni obremenitvi pa 94,6 dB(A) zvočne moči. V primerjavi z bencinskimi puhalniki, ki pogosto presegajo 95–100 dB(A), je to znatna razlika. Zaradi nizkega nivoja vibracij in odsotnosti emisij je naprava primerna za daljšo uporabo in delo v urbanem okolju. Kljub relativno nizki ravni hrupa (Tabela 8) je pri redni uporabi priporočljiva zaščita sluha. Makita DUB362 predstavlja odlično izbiro za uporabnike, ki iščejo tiho, učinkovito in okolju prijazno rešitev za čiščenje zunanjih površin. Njena ergonomija, tiho delovanje in zanesljivost jo uvrščajo med najbolj priljubljene akumulatorske puhalnike na trgu.



Slika 10: Makita pihalnik DUB362 (Vir: Alen Lamper, 12. nov. 2024)

8.2 Makita DUC306

Akumulatorska verižna žaga Makita DUC306 (Slika 11) je zasnovana za profesionalne uporabnike, ki potrebujejo zmogljivo, mobilno in tišjo alternativo tradicionalnim bencinskim verižnim žagam. Naprava deluje na osnovi dveh 18-voltnih litij-ionskih akumulatorjev, ki skupaj zagotavljata napetost 36 V. Zmogljiv brezkrtačni motor (BL – brushless) omogoča visoko učinkovitost pri delu, z manjšo porabo energije in manjšo obrabo komponent.

Tabela 9: Tehnične specifikacije – Makita DUC306

Tehnične specifikacije naprave	Makita DUC306
Lastnost	Vrednost
Napajanje	2 × 18 V Li-Ion (skupaj 36 V)
Dolžina meča	30 cm (12")
Hitrost verige	Do 20 m/s
Vrsta motorja	Brezkrtačni (BL motor)
Teža (z akumulatorjema)	Približno 4,5 kg
Nastavitev napetosti verige	Brez orodja (ročna nastavitev)
Hrup – običajno delovanje	89 dB(A)
Hrup – največja obremenitev	103 dB(A)
Vibracije	< 3,5 m/s ²
Uporaba	Profesionalna / polprofesionalna

Naprava je namenjena predvsem za lažja do srednje zahtevna opravila (Tabela 9), kot so obrezovanje vej, žaganje manjših debel in priprava drv. Ohišje je kompaktno, teža pa porazdeljena tako, da omogoča stabilno rokovanje z manj napora. Elektronska zavora in sistem zaščite pred povratnim udarcem dodatno prispevata k varnosti uporabnika.

Pri delovanju naprave smo izmerili povprečno raven zvočnega tlaka 89 dB(A), medtem ko je bila pri najvišji obremenitvi dosežena najvišja raven 103 dB(A). V skladu z evropskimi smernicami (Direktiva 2003/10/ES) te vrednosti že presegajo mejo, kjer je potrebna uporaba zaščite sluha, predvsem ob daljši izpostavljenosti.

Za primerjavo: večina bencinskih verižnih žag presega 105 dB(A) (Stihl, 2022), kar pomeni, da Makita DUC306 deluje tišje, z manjšim vplivom na okolico in manjšo obremenitvijo za uporabnika. Zaradi električnega motorja ni emisij izpušnih plinov, kar omogoča uporabo tudi v zaprtih ali urbanih prostorih.

Makita DUC306 predstavlja učinkovito in tišjo alternativo bencinskim verižnim žagam, posebej primerno za urbano rabo, redna vzdrževalna dela in profesionalne uporabnike, ki iščejo orodje z manjšim vplivom na zdravje in okolje. Ob upoštevanju ustrezne zaščite sluha predstavlja varen in ergonomsko učinkovit delovni pripomoček (Makita, 2023).



Slika 11: Makita baterijska motorna žaga DUC306 (Vir: Alen Lamper, 12. nov. 2024)

8.3 Makita DUC254

Verižna žaga Makita DUC254 (Slika 12) je kompaktno in visoko zmogljivo akumulatorsko orodje, primerno za obrezovanje drevja, podiranje manjših dreves in pripravo drv. Gre za lahek in okreten model, namenjen predvsem profesionalnim arboristom in vrtnarjem, kjer je potreben natančen rez in delo na višini.

Tabela 10: Tehnične specifikacije – Makita DUC254

Lastnost	Vrednost
Napajanje	1 × 18 V Li-Ion
Dolžina meča	25 cm (10")
Hitrost verige	Do 24 m/s
Vrsta motorja	Brezkrtalni (BL motor)
Teža (z akumulatorjem)	Približno 3,2 kg
Nastavitev napetosti verige	Brez orodja
Hrup – običajno delovanje	92 dB(A)
Hrup – največja obremenitev	103 dB(A)
Vibracije	< 2,5 m/s ²
Uporaba	Profesionalna, arboristična

Makita DUC254 se ponaša z elektronskim nadzorom hitrosti, funkcijo za mehki zagon ter varnostno zavoro. Zaradi svoje kompaktne oblike (Tabela 10) je idealna za delo v krošnjah dreves ali na ozkih mestih.

Meritve hrupa so bile izvedene v skladu s standardi za ročna motorna orodja. Povprečna raven zvočnega tlaka je znašala 92 dB(A), medtem ko je bila pri največji obremenitvi dosežena vrednost 103 dB(A). Čeprav je naprava tišja od bencinskih verižnih žag, priporočamo uporabo slušnih zaščitnih sredstev, zlasti pri večurni uporabi. Makita DUC254 je izredno primerna za obrezovalna dela v urbanem in naravnem okolju, saj združuje visoko zmogljivost, nizko težo in zmerno raven hrupa. Njena brezžična zasnova omogoča varno in okolju prijazno uporabo brez emisij (Makita, 2023).



Slika 12: Makita baterijska motorna žaga DUC254 (Vir: Alen Lamper, 12. nov. 2024)

8.4 Makita DUX60 kosilnica z nitjo

Modularni sistem Makita DUX60 (Slika 13) omogoča priključitev različnih orodij za vrtnarska dela. Eden izmed najpogostejše uporabljenih priključkov je kosilnica z nitjo (t. i. »lakserica«), ki se uporablja za košnjo visoke trave, odstranjevanje plevela in urejanje robov zelenic. Sistem omogoča učinkovito in okolju prijazno uporabo v urbanih, podeželskih ter parkovnih okoljih.

Tabela 11: Tehnične specifikacije – Makita DUX60 kosilnica z nitjo

Tehnične specifikacije	Makita DUX60 + priključek kosilnica z nitjo
Lastnost	Vrednost
Napajanje	2 × 18 V Li-Ion (skupaj 36 V)
Premier rezanja (nitka)	Do 350 mm (odvisno od glave)
Vrsta glave	Samopodajalna, dvonitna
Vrsta motorja	Brezkrtalni (BL motor)
Teža sistema (z akumulatorjema)	Pribl. 6,5–7,0 kg
Hrup – običajno delovanje	84 dB(A)
Hrup – največja obremenitev	94 dB(A)
Vibracije	2,5–3,5 m/s ² (odvisno od nastavitev in nitke)
Namen uporabe	Delo na robovih, košnja težje dostopnih mest

Kosilnica z nitjo omogoča natančno košnjo v območjih, ki jih ni mogoče doseči s klasičnimi kosilnicami – ob ograjah, drevesih, zidovih in robnikih. Sistem Makita DUX60 (Tabela 11) zagotavlja prilagodljivo hitrost vrtenja, kar omogoča varčno uporabo energije in tišje delovanje.

Meritve zvočnega tlaka so pokazale, da pri običajni uporabi kosilnica z nitjo ustvarja 84 dB(A), ob maksimalni obremenitvi pa doseže do 94 dB(A). Ti podatki potrjujejo, da gre za relativno tiho alternativo v primerjavi z bencinskimi modeli, ki pogosto presegajo 100 dB(A) (Stihl, 2022).



Slika 13: Makita DUX 60 kosilnica z nitjo

Naprava ne proizvaja emisij in omogoča delo z nizko stopnjo vibracij. S tem se zmanjšuje utrujenost uporabnika, kar je še posebej pomembno pri večurnem delu. Kljub temu je ob

priporočeni dolžini uporabe (nad 2 uri dnevno) zaželeno uporaba zaščite za sluh (Evropska komisija, 2003).

Makita DUX60 kosilnica z nitjo je vsestransko orodje za urejanje okolice, ki zagotavlja tiho, ekološko in ergonomsko rešitev za košnjo trave in plevela. Modularna zasnova povečuje uporabno vrednost celotnega sistema, kar jo uvršča med boljše izbire, tako za profesionalne kot tudi napredne »hobi« uporabnike (Makita, 2023).

8.5 Makita DUX60 škarje

Makita DUX60 (Slika 14) je modularni večnamenski motorni pogon, ki omogoča uporabo različnih priključkov za vrtnarska opravila. V kombinaciji s priključkom za škarje za živo mejo tvori zmogljivo in ergonomično rešitev za obrezovanje žive meje, okrasnih grmov in višje rastočih rastlin. Naprava je posebej zasnovana za profesionalne uporabnike, ki cenijo vsestranskost, zanesljivost in tiho delovanje.

Tabela 12: Tehnične specifikacije – Makita DUX60 + priključek za škarje

Lastnost	Vrednost
Napajanje	2 × 18 V Li-Ion (skupaj 36 V)
Dolžina rezil	50–55 cm (odvisno od modela priključka)
Moč motorja	Brezkrtalni motor, 600 W
Nastavitev naklona	Večstopenjska, do 135°
Teža sistema (z akumulatorjema)	Pribl. 6,5–7,5 kg (odvisno od priključka)
Hrup – običajno delovanje	74 dB(A)
Hrup – največja obremenitev	88 dB(A)
Vibracije	< 2,5 m/s ²
Namen uporabe	Profesionalna/hobi, delo na višini

Zaradi teleskopske oblike in nastavljive glave je naprava še posebej uporabna pri obrezovanju višjih rastlin brez potrebe po lestvi (Tabela 12). Sistem je optimiziran za delo z manjšo obremenitvijo rok in ramen ter vključuje ramenski pas za dodatno razbremenitev.

Meritve hrupa so pokazale zmerne vrednosti, pri čemer povprečni zvočni tlak znaša 74 dB(A), pri največji moči pa se povzpne na 88 dB(A). V primerjavi z bencinskimi škarjami, ki pogosto presegajo 100 dB(A), predstavlja sistem Makita DUX60 tišjo in okolju prijaznejšo alternativo (Makita, 2023; Husqvarna, 2022).

Naprava omogoča delo brez emisij in z občutno manjšimi vibracijami, kar pomeni manjšo obremenitev za uporabnika pri dolgotrajni rabi. V vsakem primeru je pri daljšem delu priporočljiva uporaba slušnih zaščitnih sredstev (Direktiva 2003/10/ES).

Makita DUX60 v kombinaciji s priključkom za škarje za živo mejo združuje funkcionalnost, moč in ergonomsko obliko v napravi, ki je primerna tako za profesionalce kot zahtevnejše domače uporabnike. Z zmerno ravni hrupa, možnostjo prilagoditve in širokim spektrom uporabe je to vsestransko orodje, ki izpolnjuje zahteve sodobnega urejanja okolice (Makita, 2023).



Slika 14: Makita DUX60 škarje (Vir: Alen Lamper, 12. nov. 2024)

8.6 Stihl FS460C

Stihl FS 460 C (Slika 15) je robustna in visoko zmogljiva motorna kosa, zasnovana za intenzivno profesionalno uporabo. Namenjena je predvsem čiščenju zaraščenih površin, podrasti, grmičevja in košnji težko dostopnega terena. Zaradi svoje moči, ergonomije in trajnosti se pogosto uporablja v gozdarstvu, komunalnih dejavnostih ter pri zahtevnejših vzdrževalnih delih v naravi.

Opremljena je z motorjem STIHL 2-MIX, ki združuje visoko moč z zmanjšano porabo goriva in nižjimi emisijami (Tabela 13). Dodatno je naprava opremljena s sistemom ErgoStart (E) za lažji zagon, antivibracijskim sistemom ter ročajem v obliki krmila, ki omogoča naravno gibanje med košnjo. Integrirana nosilna oprema (nahrbtnik) izboljšuje porazdelitev teže in zmanjša obremenitev uporabnika.

Tabela 13: Tehnične specifikacije – Stihl FS 460C

Lastnost	Vrednost
Prostornina motorja	45,6 cm ³
Moč motorja	2,2 kW
Teža (brez goriva, glave in zaščite)	8,5 kg
Premier rezanja	Do 480 mm (odvisno od glave ali rezila)
Zvočni tlak	101 dB(A)
Zvočna moč	113 dB(A)
Vibracije (levo/desno)	3,9 / 3,9 m/s ²

Zaradi bencinskega motorja srednje visoke moči FS 460 C pri običajnem delovanju ustvari zvočni tlak 101 dB(A), medtem ko lahko največja zvočna moč doseže 113 dB(A). To pomeni, da dolgotrajna uporaba tega orodja zahteva obvezno zaščito sluha, skladno z Direktivo 2003/10/ES o zaščiti delavcev pred hrupom.

Vgrajen antivibracijski sistem učinkovito blaži tresljaje in ohranja vibracije pod 4 m/s², kar je pomembno pri daljših delovnih seansah. Naprava je dobro uravnotežena in skupaj z nosilnim oprtnikom omogoča udobno uporabo tudi na težko dostopnem terenu.

Stihl FS 460 C je vsestransko orodje za profesionalno uporabo, ki zagotavlja moč, zanesljivost in ergonomijo pri delu na zahtevnih terenih. Zaradi visoke ravni hrupa je nujna uporaba zaščitne opreme, vendar izstopa po svoji učinkovitosti, dolgi življenjski dobi in preprosti uporabi. Je idealna izbira za profesionalce, ki potrebujejo zmogljivo rešitev za obsežno in natančno košnjo ter vzdrževanje zelenih površin (Stihl, 2023; Direktiva 2003/10/ES).



Slika 15: Stihl kosilnica z nitjo FS 400 C (Vir: Alen Lamper, 12. nov. 2024)

8.7 Stihl HS82R

Stihl HS82 R (Slika 16) je robustno in profesionalno orodje za obrezovanje živih mej, zasnovano posebej za obrezovanje debelejših vej in vzdrževalno rezanje. Črka »R« v oznaki modela pomeni »rezalne škarje za oblikovanje«, kar pomeni, da je naprava optimizirana za grobo obrezovanje in čiščenje, ne za precizno oblikovanje kot pri modelu HS82 T.

Orodje je opremljeno z dvosmerno rezilno garnituro s široko razmaknjenimi zobmi, kar omogoča učinkovito obrezovanje debelejših vej in gostejšega grmičevja. Motor 2-MIX, ki poganja škarje, omogoča znižano porabo goriva in zmanjšane emisije, pri čemer še vedno zagotavlja visoko moč in navor tudi pri nižjih obratih.

Dodatne funkcije vključujejo rotacijski ročaj za boljši nadzor med horizontalnim in vertikalnim rezanjem ter integriran antivibracijski sistem, ki zmanjšuje utrujenost pri dolgotrajnem delu. Stihl HS82 R je tako primeren za poklicne vrtnarje (Tabela 14), komunale in krajinske arhitekta, ki potrebujejo zanesljivo orodje za težje pogoje dela.

Tehnične specifikacije – Stihl HS82 R

Tabela 14: Tehnične specifikacije – Stihl HS82T

Lastnost	Vrednost
Prostornina motorja	22,7 cm ³
Moč motorja	0,7 kW
Dolžina rezila	750 mm
Teža	5,3 kg
Zvočni tlak	94 dB(A)
Zvočna moč	107 dB(A)
Vibracije (levo/desno)	2,5/2,3 m/s ²
Vrsta motorja	2-taktni, 2-MIX
Namen uporabe	Grobo obrezovanje, profesionalna uporaba

Stihl HS82 R pri delovanju oddaja 94 dB(A) zvočnega tlaka in 107 dB(A) zvočne moči, kar ga uvršča med glasnejša orodja za delo na vrtu. Kljub temu so ravni vibracij razmeroma nizke, kar je rezultat učinkovitega antivibracijskega sistema. Dolgotrajna uporaba orodja brez ustrezne zaščite sluha ni priporočljiva, saj presega priporočeno mejo 85 dB(A), ki jo navaja Direktiva 2003/10/ES Evropske komisije. Zato je pri redni uporabi, zlasti v urbanih ali profesionalnih okoljih, nujna uporaba zaščite za sluh.

Motorne škarje Stihl HS82 R so odlična izbira za vse, ki potrebujejo zmogljivo, profesionalno orodje za obrezovanje gostih in debelejših živih mej. Njihova moč, učinkovitost in dolga življenjska doba omogočajo zanesljivo delo tudi v težjih pogojih. V kombinaciji z ergonomsko zasnovo in nizkimi vibracijami pa zagotavljajo tudi uporabniško udobje. Kljub nekoliko višji ravni hrupa se zaradi zmogljivosti in kakovosti izdelave uvrščajo med najbolj priljubljena profesionalna orodja v svojem razredu (Stihl, 2023; Direktiva 2003/10/ES).



Slika 16: Stihl HS82R (Vir: Alen Lamper, 12. nov. 2024)

8.8 Stihl BG 36

Stihl BG 36 (Slika 17) je vsestransko, ročno pihalo, namenjeno učinkovitemu odstranjevanju listja, trave, umazanije in drugih odpadkov z dvorišč, poti in zelenic. Odlikuje ga preprost zagon, nizka teža ter zanesljiv 2-taktni motor, ki ponuja idealno razmerje med zmogljivostjo in udobjem za vsakega uporabnika – bodisi za domačo ali občasno profesionalno uporabo.

Zahvaljujoč kompaktnemu dizajnu in intuitivnemu upravljanju je BG 36 odlična izbira za vse, ki potrebujejo močno orodje za hitro čiščenje brez zapletenosti (Tabela 15).

Tabela 15: Tehnične specifikacije – Stihl BG 36

Lastnost	Vrednost
Prostornina motorja	27,2 cc (1,66 cu in)
Moč motorja	0,8 kW/1,07 bhp
Teža (brez goriva)	4,4 kg (9,7 lbs)
Zračni tok (flat/round)	365 cfm / 444–459 cfm (0, 365 cfm)
Hitrost zraka	Do 190 mph (~85 m/s)
Bližja sila zračnega toka	15 N
Raven hrupa	~70 dB(A)
Prostornina rezervoarja	14,9 oz. (~440 ml)
Filtracija zraka	HD ² pralen filter (na višji seriji BG 86)
Začetek motorja	Ročni zaganjalnik

Stihl BG 36 ponuja osnovno, a močno rešitev v istem razredu kot BG 66/BG 86 – 27,2 cc, do 190 mph hitrosti zraka, 365 cfm pretoka, okrog 15 N sile, teža le 4,4 kg – s preprostim

zaganjalnikom in udobnim ergonomskim dizajnom. Idealno za domačo uporabo in manj zahtevne naloge s Stihlovo zanesljivostjo in trpežnostjo (Stihl, 2023).



Slika 17: Stihl BG 36 (Vir: Alen Lamper, 12. nov. 2024)

8.9 Stihl MS180

Motorna žaga Stihl MS 180 (Slika 16) je lahek in učinkovit model, namenjen predvsem domači in občasni uporabi. Idealna je za žaganje drv, obrezovanje dreves, pripravo lesa za kurjavo in lažja gradbena dela z lesom. Zaradi svoje kompaktne zasnove, majhne teže in preproste uporabe je izjemno priljubljena med zasebnimi uporabniki.

Opremljena je z motorjem STIHL 2-MIX, ki nudi boljši izkoristek goriva in hkrati zmanjšuje emisije izpušnih plinov v skladu z aktualnimi okoljskimi standardi. Žaga ima verižno zavoro QuickStop, ki ob povratnem udarcu takoj zaustavi verigo in s tem poveča varnost pri delu. Sistem Ematic poskrbi za optimalno mazanje verige z manjšim izkoristkom olja, kar pozitivno vpliva tako na ekonomičnost kot tudi na okolje (Tabela 16).

Tabela 16: Tehnične specifikacije – Stihl MS 180

Lastnost	Vrednost
Prostornina motorja	31,8 cm ³
Moč motorja	1,4 kW
Teža (brez goriva/verige)	4,1 kg
Dolžina meča	35 cm (14")
Razmerje teže/moči	2,9 kg/kW
Zvočni tlak	100 dB(A)
Zvočna moč	112 dB(A)
Vibracije (levo/desno)	6,6/7,8 m/s ²

Kljub svoji kompaktnosti Stihl MS 180 pri delovanju proizvaja relativno visoko raven hrupa, saj je izmerjeni zvočni tlak pri uporabniku 100 dB(A), medtem ko največja zvočna moč doseže 112 dB(A). To pomeni, da žaga presega dovoljeno mejo za varno dolgotrajno izpostavljenost brez zaščite sluha, določeno z Direktivo 2003/10/ES. Glede na namen uporabe in relativno krajše delovne intervale je ob primerni zaščiti še vedno primerna za redno domačo rabo.

Vibracije, ki jih povzroča veriga med delovanjem, dosegajo vrednosti do $7,8 \text{ m/s}^2$, kar lahko ob dolgotrajni uporabi povzroča obremenitev rok. Zato se priporoča redno menjavanje opravič ter uporaba rokavic z blaženjem tresljajev.

Motorna žaga Stihl MS 180 je odlična izbira za vse, ki potrebujejo zanesljivo, lahko in enostavno orodje za občasno delo z lesom. Zaradi dobre zmogljivosti, nizke teže in preverjene kakovosti blagovne znamke Stihl predstavlja enega najbolj priljubljenih modelov v svojem razredu. Zaradi zvočne obremenitve je priporočena uporaba zaščitnih sredstev za sluh, zlasti pri daljši ali ponavljajoči se uporabi. Zaradi kombinacije funkcionalnosti, varnosti in ergonomije je MS 180 primerna izbira za domačo uporabo, kjer je zanesljivost ključnega pomena (Stihl, 2023).



Slika 18: Stihl MS 180 (Vir: Alen Lamper, 12. nov. 2024)

8.10 Stihl MS271

Motorna žaga Stihl MS 271 (Slika 19) je zmogljivo in zanesljivo orodje, zasnovano za zahtevna opravila, kot so podiranje manjših do srednje velikih dreves, rezanje drv ter čiščenje gozdnih ali kmetijskih površin po vremenskih ujmah. Opremljena je z naprednim motorjem STIHL 2-MIX, ki poleg odlične učinkovitosti zagotavlja tudi do 20 % manjšo porabo goriva in do 50 % nižje emisije v primerjavi s konvencionalnimi dvotaktnimi motorji brez te tehnologije (Stihl, 2023).

Ena ključnih prednosti MS 271 je sistem predhodne filtracije zraka, ki z uporabo ločevalne komore in centrifugalne sile izloči večje delce, še preden zrak doseže zračni filter. To občutno podaljša življenjsko dobo filtra in zmanjša potrebo po vzdrževanju (Tabela 17). Poleg tega ima naprava stranski napenjalnik verige, ki omogoča hitro in varno nastavitev napetosti brez

potrebe po demontaži zaščitnega pokrova. Antivibracijski sistem učinkovito zmanjšuje prenos tresljajev na roke uporabnika, kar zmanjšuje utrujenost pri dolgotrajni rabi.

Tabela 17: Tehnične specifikacije – Stihl MS 271

Lastnost	Vrednost
Prostornina motorja	50,2 cm ³
Moč motorja	2,6 kW
Teža (brez goriva/verige)	5,6 kg
Dolžina meča	40 cm (na voljo tudi druge dolžine)
Razmerje teže/moči	2,2 kg/kW
Zvočni tlak	105 dB(A)
Zvočna moč	116 dB(A)
Vibracije (levo/desno)	4,5/4,5 m/s ²

Med preizkusi v realnih delovnih pogojih se je MS 271 izkazala kot ena glasnejših naprav v svojem razredu. Povprečna izmerjena raven zvočnega tlaka znaša 105 dB(A), kar pomeni, da je pri redni uporabi potrebna zaščita sluha v skladu z evropsko zakonodajo (Direktiva 2003/10/ES). Največja zvočna moč doseže do 116 dB(A), kar lahko v daljših izpostavljenostih brez ustrezne zaščite povzroča trajno poškodbo sluha. Kljub temu MS 271 ponuja odlično razmerje med zmogljivostjo in ergonomijo, predvsem zaradi učinkovitega antivibracijskega sistema, ki zagotavlja večje udobje med uporabo.

Stihl MS 271 predstavlja izjemno vsestransko motorno žago za uporabnike, ki potrebujejo zanesljivo orodje za zahtevnejša dela, ne da bi se odpovedali udobju ali učinkovitosti. Visoka moč, dolga življenjska doba filtrov, preprosto vzdrževanje in ergonomska zasnova so razlogi, da je model tako priljubljen med profesionalci in zahtevnejšimi ljubiteljskimi uporabniki. Vendar je pri uporabi zaradi visoke zvočne obremenitve nujna dosledna uporaba ustrezne zaščite za sluh (Stihl, 2023).



Slika 19: Stihl MS 271 (Vir: Alen Lamper, 12. nov. 2024)

8.11 Stihl MS500i

Stihl MS 500i (Slika 20) predstavlja prelomnico v razvoju motornih žag, saj je prva verižno žaga na svetu z elektronskim vbrizgom goriva (Fuel Injection). Inovacija omogoča izjemen odziv motorja, optimizirano porabo goriva in izjemno učinkovitost v vseh pogojih. Namenjena je profesionalnim uporabnikom v gozdarstvu in kmetijstvu, predvsem pri podiranju velikih dreves in obdelavi debelega lesa.

Žaga se ponaša z odličnim razmerjem med težo in močjo, saj kljub visoki moči ostaja relativno lahka. Sistem vbrizga goriva odpravi potrebo po uplinjaču in omogoča natančno doziranje goriva glede na delovne pogoje. Poleg tega ima MS 500i samodejno prilagajanje parametrov delovanja glede na temperaturo okolja, nadmorsko višino in druge dejavnike, kar pomeni, da je vedno optimalno nastavljena (Tabela 18).

Tabela 18: Tehnične specifikacije – Stihl MS 500i

Lastnost	Vrednost
Prostornina motorja	79,2 cm ³
Moč motorja	5,0 kW
Teža (brez goriva/omejevalnika)	6,2 kg
Dolžina meča	50–63 cm
Razmerje teže/moči	1,24 kg/kW
Zvočni tlak	106 dB(A)
Zvočna moč	119 dB(A)
Vibracije (levo/desno)	4,2/4,0 m/s ²

Zaradi izjemne zmogljivosti in delovanja pri visokih obratih MS 500i proizvaja razmeroma visoko raven hrupa. Izmerjeni zvočni tlak pri ušesih uporabnika znaša 106 dB(A), medtem ko največja zvočna moč doseže 119 dB(A), kar presega kritično vrednost za trajno izpostavljenost hrupu. Uporaba slušnih zaščitnih sredstev je zato nujna in zakonsko predpisana že pri kratkotrajni uporabi.

Naprava ima dobro razvito antivibracijsko tehnologijo, ki zmanjšuje vibracije na ročajih. Kljub temu vrednosti 4,0–4,2 m/s² še vedno zahtevajo previdnost pri dolgotrajni rabi. Ergonomija ročajev in uravnotežena teža pomagata razbremeniti roke uporabnika.

Stihl MS 500i je vrhunsko orodje, namenjeno najzahtevnejšim uporabnikom. Z vbrizgom goriva, visoko močjo in sodobno zasnovo postavlja nove standarde med motornimi žagami. Odlično se obnese v profesionalnem gozdarstvu, kjer sta potrebni hitrost in zanesljivost. Zaradi visoke zvočne obremenitve zahteva dosledno uporabo zaščitne opreme, vendar pa zagotavlja izjemno zmogljivost in visoko stopnjo varnosti. S kombinacijo inovacije, moči in učinkovitosti je MS 500i ena izmed najboljših profesionalnih žag na trgu (Stihl, 2023).



Slika 20: Stihl MS500i (Vir: Alen Lamper, 12. nov. 2024)

8.12 Weibang WB537 SCV »3 V 1«

Weibang WB537 SCV »3 v 1« (Slika 21) je robustna bencinska samohodna kosilnica, zasnovana za profesionalno ali intenzivno zasebno uporabo. Opremljena je z zanesljivim motorjem Loncin 1P70FA, kovinskim ohišjem in kakovostnim pogonskim sistemom, ki omogoča delo tudi na večjih in zahtevnejših površinah. Model »3 v 1« pomeni, da podpira stranski izmet, pobiranje v koš ter mulčenje, kar povečuje njeno vsestranskost.

Zaradi vzdržljive konstrukcije in zmogljivosti je priljubljena izbira pri vzdrževalcih javnih in zasebnih zelenic, krajinskih vrtnarjih ter pri uporabnikih, ki potrebujejo zanesljivo orodje za večletno uporabo (Tabela 19).

Tabela 19: Tehnične specifikacije – Weibang WB537 SCV 3v1

Lastnost	Vrednost
Tip motorja	Loncin 1P70FA (bencinski)
Delovna prostornina	196 cm ³
Širina košnje	53 cm
Načini košnje	Pobiranje, mulčenje, stranski izmet
Višina reza	25–76 mm (osrednje nastavljivo, 8 stopenj)
Prostornina koša	70 litrov
Pogon	Samohodna, 3-stopenjska
Teža	Pribl. 52 kg
Material ohišja	Jeklo
Zvočni tlak	Pribl. 98–100 dB(A)

Kosilnica Weibang WB537 SCV zaradi bencinskega motorja srednje zmogljivosti oddaja relativno visok hrup, ki pri običajni uporabi znaša okoli 98–100 dB(A). To jo umešča v skupino naprav, kjer je uporaba zaščite za sluh priporočena, še posebej pri daljšem neprekinjenem delu.

Kljub višji ravni hrupa ima kosilnica ergonomsko oblikovan ročaj z oblazinjenjem ter nastavljivo višino, kar zmanjšuje utrujenost uporabnika. Kolesa z ležaji in kakovosten pogonski sistem omogočajo lahkotno vodenje tudi po neravnem terenu.

Weibang WB537 SCV »3 v 1« je zelo kakovostna vrtna kosilnica, ki združuje moč, vzdržljivost in prilagodljivost. Njena sposobnost obvladovanja različnih pogojev košnje ter možnost izbire med tremi načini delovanja (pobiranje, izmet, mulčenje) jo postavljata med najzanesljivejše naprave v svojem razredu. Zaradi višje stopnje hrupa zahteva ustrezno zaščitno opremo, vendar s svojo učinkovitostjo in ergonomijo ostaja odlična izbira za profesionalno urejanje zelenih površin (Tehnični katalog Weibang Slovenija, 2023).



Slika 21: Motorna kosilnica Weibang (Vir: Alen Lamper, 12. nov. 2024)

8.13 Kosilnica Ramda G46Shl-E/46 cm

Ramda G46SHL-E (Slika 22) je samohodna bencinska kosilnica s široko rezalno površino 46 cm, opremljena z zanesljivim Briggs & Stratton 450E OHV motorjem (~144 cm³, 2,6 kW). Kosilnica ima sistem »4 v 1«, ki omogoča košnjo z zbiranjem v koš, mulčiranje, stranski ali zadnji izmet, kar jo naredi izjemno vsestransko. Snemljiv koš z večjo prostornino (65 l) in nastavljiva višina košnje (25–75 mm), zagotavljata učinkovito in prilagodljivo delo, ne glede na višino trave ali teren (Tabela 20).

Tabela 20: Tehnične specifikacije kosilnice Ramda G46Shl – E/46

Lastnost	Podatek
Motor	Briggs & Stratton Serija 450E OHV
Prostornina motorja	~144,3 cm ³
Moč motorja (na nožu)	2,6 kW
Delovna širina košnje	46 cm (457 mm)
Višina košnje	Centralna nastavitvena ročica, 6 pozicij (25–75 mm)
Koš	65 l
Sistem košnje	4 v 1: koš, mulčer, zadnji in stranski izmet
Pogon	Samohodna, zadnji pogon (General Transmission gearbox)
Premjer koles	Spredaj 180 mm, zadaj 260 mm
Teža	Približno 31–32 kg
Ohišje	Kovinsko, jeklena pločevina
Vžig	Elektro in ročni vžig
Garancija	2 leti

Zadnji pogon z General Transmission menjalnikom omogoča enakomerno vožnjo brez pretiranega fizičnega napora. Na prelaznih terenih in večjih površinah je pohodni pogon še posebej uporaben. Kovinsko ohišje in robustna konstrukcija zagotavljata dolgo življenjsko dobo, medtem ko velikost koles (spredaj 180 mm, zadaj 260 mm) omogoča gladko premikanje tudi po neravnih površinah. Elektro- in ročni vžig sta uporabniku prijazna, še posebej v hladnejših pogojih.

Kosilnica tehta približno 31–32 kg, kar jo uvršča med stabilne, a še dovolj lahke naprave za redno vzdrževanje vrtov od 300 do približno 800 m². Pred uporabo mora uporabnik poskrbeti za prvo polnjenje motornega olja. Celovita oprema, vključno z gumijastim pogonskim sistemom, osrednjo nastavitvijo višine in 2-letno garancijo, zagotavlja priročnost, učinkovitost in dolgoročno zanesljivost (Petrol, d. d., 2024).



Slika 22: Ramda kosilnica (Vir: Alen Lamper, 12. nov. 2024)

8.14 Ramda prezračevalnik Ramda TS40-S

Prezračevalnik trate Ramda TS40-S (Slika 23) predstavlja sodobno in zmogljivo rešitev za mehansko obdelavo travnih površin, namenjeno predvsem rednemu vzdrževanju srednje velikih do večjih zelenic. Gre za robustno bencinsko napravo z učinkovitim štiritaktnim motorjem in funkcionalnostjo »2 v 1«, kar pomeni, da omogoča tako vertikalizacijo (rezanje trave in odstranjevanje mahu) kot tudi aeracijo (mehansko prezračevanje tal). S tem pripomore k boljši zračnosti, prepustnosti vode in vpijanju hranil v tleh, kar posledično izboljša kakovost in zdravje trate (Tabela 21).

Tabela 21: Tehnične specifikacije – prezračevalnik Ramda TS40-S

Lastnost	Vrednost
Motor	4-taktni Ramda H210 (TG725X), zračno hlajen
Prostornina motorja	212 cm ³
Moč	4,0 kW pri 3 400 obr./min
Delovna širina	40 cm
Nastavljiva globina	Centralno od –3 mm do –15 mm
Sistem rezil	18 nožev ali zamenljivi vzmeti »2 v 1«
Ohišje	Kovinsko, prašno lakirano
Kolesa	200 mm, oležajena
Koš za odpadke	45 l
Rezervoar goriva	3,6 l
Zaganjalni sistem	Ročni, s čokom
Teža	Prib. 37 kg
Garancija	2 leti

Naprava omogoča preprosto preklapljanje med rezili in vzmetmi, kar jo uvršča med prilagodljivejše modele v svojem razredu. Centralno nastavljiva globina omogoča uporabniku hitro prilagoditev glede na potrebe obdelave trate. Robustna kovinska konstrukcija zagotavlja dolgotrajno uporabo, medtem ko velik zbirni koš omogoča neprekinjeno delo brez pogostega praznjenja.

Zaradi velikih, uležajenih koles je naprava stabilna in preprosta za upravljanje tudi na neravnih površinah. V kombinaciji s štiritaktnim motorjem nizke porabe je Ramda TS40-S primerna tako za individualne uporabnike kot tudi za profesionalne izvajalce storitev vzdrževanja okolice.

Prezračevalnik se pogosto uporablja v spomladanskem in jesenskem času, ko je tla treba mehansko zrahljati ter odstraniti plast mahu in odmrle trave. Redna uporaba takšnega stroja pripomore k boljši vitalnosti travne ruše, saj se koreninski sistem hitreje razvija, obenem se izboljša odpornost trate na sušo in mehanske obremenitve (Eurogarden, d. o. o., 2025).



Slika 23: Prezračevalnik Ramda TS40-S (Vir: Alen Lamper, 12. nov. 2024)

8.15 Husqvarna S500PRO

Husqvarna S500 PRO (Slika 24) je visoko zmogljiv bencinski prezračevalnik (vertikulator), namenjen profesionalni uporabi na srednje velikih in večjih zelenicah. Naprava omogoča učinkovito odstranjevanje mahu, odmrlih rastlinskih ostankov in zbite trave, kar izboljšuje prezračevanje tal, vpijanje vode in dostop hranil do korenin. Zasnovan je za dolgotrajno in intenzivno rabo, kar potrjuje njegova robustna konstrukcija, moč motorja in sistem jeklenih rezil na vzmeteh, ki skrbijo za enakomerno in natančno prezračevanje (Tabela 22).

Tabela 22: Tehnične specifikacije – Husqvarna S500 PRO

Lastnost	Vrednost
Tip motorja	Honda GX160, 4-taktni bencinski
Delovna prostornina	163 cm ³
Moč motorja	3,6 kW / 4,8 KM pri 3600 vrt./min
Širina delovanja	50 cm
Nastavitev globine	Centralna, do –25 mm
Število rezil	28 vzmetnih jeklenih rezil
Način delovanja	Pogon ročno (potisk)
Teža	Pribl. 65 kg
Material ohišja	Jeklo
Zvočni tlak	Pribl. 93–95 dB(A)

Prezračevalnik Husqvarna S500 PRO med obratovanjem ustvarja zvočni tlak približno 93 do 95 dB(A), kar je značilno za večino bencinskih vrtnih strojev. Zaradi visoke frekvence zvoka in konstantnega delovanja priporočamo uporabo zaščitnih slušalk, zlasti pri profesionalni uporabi, kjer je obremenitev z zvokom dolgotrajna.

Zaradi stabilnega ogrodja, uravnoteženih koles in osrednje nastavitve globine je rokovanje z napravo relativno preprosto in omogoča dolgotrajno delo brez večje telesne obremenitve. Ergonomsko oblikovan ročaj in trdna kolesa izboljšajo vodljivost tudi na neravnih površinah.

Husqvarna S500 PRO je zmogljiv, trpežen in učinkovito zasnovan prezračevalnik, ki zagotavlja optimalno nego trate. Z redno uporabo izboljšuje zdravje travne ruše, spodbuja boljšo rast in zmanjšuje možnost za razvoj mahu in plevela. Kljub višji ravni hrupa, značilni za bencinske stroje, ostaja idealna izbira za profesionalne uporabnike in napredne ljubiteljske vrtnarje, ki želijo orodje z dolgo življenjsko dobo in vrhunskimi rezultati (Husqvarna Slovenija, 2023).



Slika 24: Prezračevalnik Husqvarna S500PRO (Vir: Alen Lamper, 12. nov. 2024)

8.16 Kladivar Struc Muta

Med preučevanimi stroji za vzdrževanje zelenih površin izstopa kladivni mulčer Struc Muta (Slika 25), ki je zasnovan za učinkovito odstranjevanje trave, plevela, podrasti in lažjega

lesnega materiala na zahtevnejših terenih, kot so vinogradi, sadovnjaki, pašniki in zaraščene kmetijske površine. Gre za robustno, priključno orodje, ki se najpogosteje uporablja v kombinaciji z enoosnim traktorjem Muta.

Mulčer ima delovno širino 70 cm, kar omogoča natančno delo tudi na težje dostopnih mestih z omejenim manevrskim prostorom. Opremljen je z rotorjem s 36 kladivi, med katerimi so tudi Y-nožki. Rotor dosega hitrost do 2300 obratov na minuto, kar zagotavlja učinkovito mehansko drobljenje in razgradnjo biomase. Razbita vegetacija ostane pod ohišjem in se dodatno razgradi, kar prispeva k naravni obnovi in gnojenju tal.

Ohišje je izdelano iz jekla in pločevine, kar stroju zagotavlja visoko odpornost proti mehanskim obremenitvam in dolgo življenjsko dobo. Nastavljiva delovna višina med 2 in 8 cm omogoča prilagoditev glede na teren in želeno stopnjo mulčenja. Naprava tehta približno 75 kg in ima kolesa premera 200 mm, kar ji zagotavlja stabilnost ter dobro vodljivost (Tabela 23).

Tabela 23: Tehnične specifikacije – Štruc Muta

Lastnost	Vrednost
Način priklopa	Priključek za enoosni traktor Muta
Delovna širina	60–80 cm (odvisno od modela)
Vrsta rezil	Kladiva (rotacijska)
Hitrost vrtenja rotorja	Pribl. 2500–3000 vrt./min
Teža priključka	Pribl. 60–80 kg
Priporočena moč motorja	vsaj 5–6 kW
Zvočni tlak pri delu	Pribl. 92–96 dB(A)

Zaradi dinamičnega delovanja kladiv, ki ob udarjanju v trdo vegetacijo povzročajo intenzivno mehansko obremenitev, se zvočni tlak med delovanjem mulčerja giblje med 92 in 96 dB(A). To pomeni, da že ob krajšem času uporabe obstaja tveganje za poškodbe sluha, zato je uporaba osebne varovalne opreme za sluh nujna.

Kljub višji ravni hrupa naprava ohranja dobre ergonomske lastnosti. Kompaktna konstrukcija in stabilna povezava z enoosnim traktorjem omogočata varno in natančno upravljanje tudi na razgibanih in težko dostopnih terenih.

Kladivar Štruc Muta predstavlja vsestransko in učinkovito rešitev za profesionalno obdelavo zaraščenih površin. Zaradi rotacijskih kladiv uspešno mulči tudi gostejšo in tršo vegetacijo, pri čemer omogoča zmanjšanje količine odpadnega materiala in hkrati izboljšuje strukturo tal. Zaradi vzdržljive konstrukcije, preprostega priklopa ter zanesljive zmogljivosti se uvršča med nepogrešljiva orodja v komunalnem, kmetijskem in vrtnarskem sektorju (Štruc, d. o. o.; Muta, d. o. o., 2023).



Slika 25: Mulčer Struc Muta (Vir: Alen Lamper, 12. nov. 2024)

8.19 Kärcher HDS8/18-4cx

Kärcher HDS 8/18-4 CX (Slika 26) je visokotlačni čistilnik z ogrevano vodo iz profesionalnega kompaktnega razreda. Namenjen je za intenzivno čiščenje trdovratne umazanije v industriji, gradbeništvu, delavnicah, kmetijstvu in komunalnem vzdrževanju. Naprava se napaja na trifazni tok in dosega do 180 barov pritiska ter do 800 litrov vode na uro, kar omogoča visoko učinkovitost tudi pri večjih površinah in zahtevnih nalogah (Tabela 24).

Tabela 24: Tehnične specifikacije – Karcher HDS 8/18-4cx

Lastnost	Podatek
Napajanje	3~/400 V/50 Hz
Moč motorja	6,0 kW
Pretok vode	300–800 l/h
Delovni tlak	30–180 bar (3–18 MPa)
Maks. temperatura vode	Do 155 °C (pri dovodu 12 °C)
Rezervoar za gorivo	15 litrov
Poraba goriva	Do 5,0 kg/h (način eko: 4,0 kg/h)
Dimenzije (D × Š × V)	1250 × 650 × 920 mm
Teža z opremo	122,8 kg
Dolžina visokotlačne cevi	15 metrov (na kolutu)
Zvočni tlak (LpA)	74 dB(A) ± 3 dB
Zvočna moč (LwA)	93 dB(A) ± 3 dB
Vibracije na ročaju	3,2 m/s ² ± 0,8 m/s ²

Zahvaljujoč vgrajenemu gorilniku, se voda ogreje do 155 °C, kar bistveno izboljša sposobnost raztapljanja maščob in olj. Delo z napravo je preprosto, saj ima 15-metrsko visokotlačno cev na kolutu, pištolo »EASY!Force«, ki zmanjšuje napor na roki uporabnika ter velika transportna kolesa za stabilnost in mobilnost na različnih terenih.

Ergonomska oblika omogoča hitro postavitvev, preprosto uporabo ter učinkovito delo tudi v daljših delovnih ciklih. Način »eco!efficiency« dodatno zmanjšuje porabo goriva in emisije, s čimer prispeva k trajnostni rabi energije.

Kljub zelo zmogljivemu ogrevalnemu sistemu in visokemu tlaku naprava ne presega kritičnih vrednosti zvočnega tlaka – meritve kažejo 74 dB(A) pri delovanju. Ob dolgotrajni uporabi se vseeno priporoča uporaba zaščite sluha, saj se sevalna zvočna moč približuje 93 dB(A).



Slika 26: Karcher HDS 8/18-4cx (Vir: Alen Lamper, 12. nov. 2024)

9. IZVEDBA IN KOMENTAR MERITEV

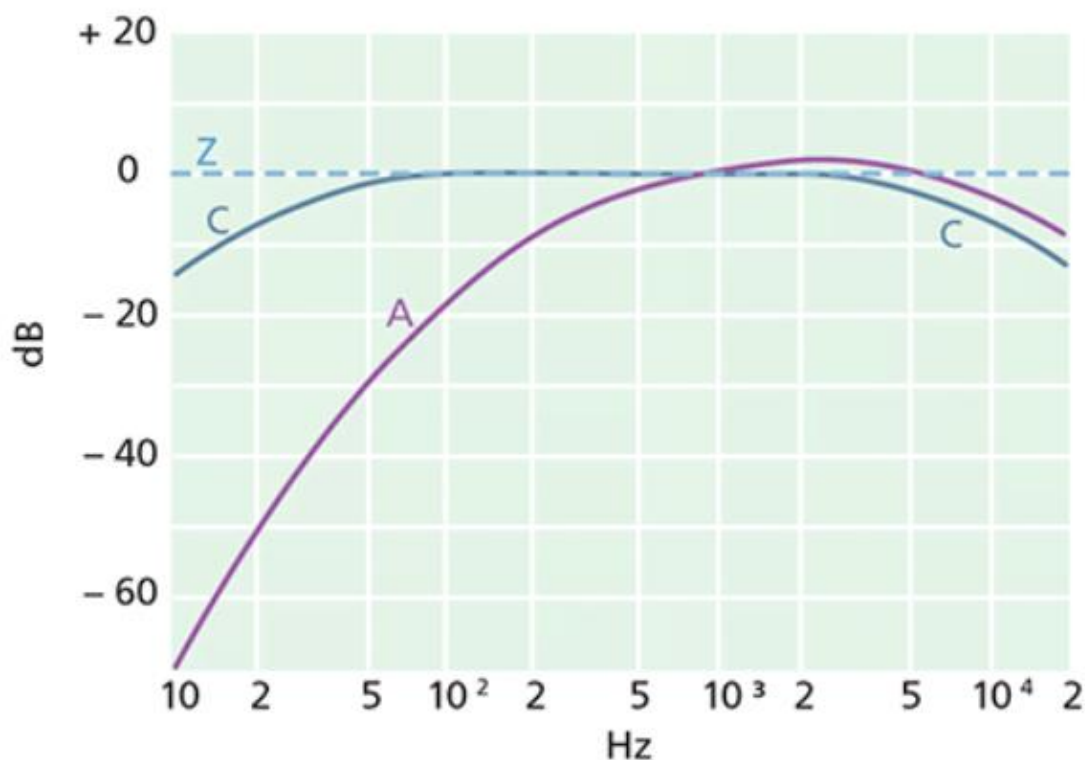
9.1 Zvokomer, uporabljen pri meritvah

Merilniki ravni zvoka ali zvokomeri so instrumenti, namenjeni standardiziranemu merjenju ravni zvočnega tlaka. Ustrezati morajo zahtevam, ki jih predpisuje standard SIST ISO 9612. Preden napravo uporabimo na terenu, jo moramo kalibrirati s kalibratorjem zvoka, ki zagotavlja znano raven zvoka za prilagoditev občutljivosti merilnika. Pred prvimi meritvami na terenu tudi naredimo preizkus na samem kraju ter po končanih meritvah.

Zvokomeri so sestavljeni iz več komponent: mikrofona, ojačevalnika, atenuatorja, usmernika, digitalno ali analogno kazalo in frekvenčni filtri.

Meritve zvoka dobimo skozi membrano mikrofona, ki se zaradi nihanja tlaka zaniha in ustvarja izmenični električni signal. Električni signal, ki ga ustvari mikrofona, je šibek, zato potrebujemo ojačevalnik, da signal ojačamo, preden pride v glavno procesno enoto. Obdelava signala vključuje uporabo frekvenčnega in časovnega uteževanja signala, kot je določeno v mednarodnem standardu IEC 61672-1, s katerim mora biti skladen tudi merilnik. Izmerjene ravni zvoka nam naprava izpiše na zaslonu, kjer nam podatke poda v dB.

Z zvokomerom želimo doseči, da bi zaznaval zvok tako kot človeško uho, kar dosegamo z uporabo frekvenčnih uteži A, C in Z. Frekvenčne uteži A, C in Z določa standard IEC 61627-1, vendar se lahko v bolj posebnih okoljih uporabijo druge frekvenčne uteži.



Slika 27: Karakteristike frekvenčnega vrednotenja / uteževanja

Frekvenčna utež A: utežna krivulja A opisuje občutljivost človeškega ušesa pri nižjih jakostih zvoka (40 dB(A)). Območje največje slišnosti ima med 1000 in 4000 Hz. Zvok pri višjih in nižjih frekvencah oslabi.

Frekvenčna utež C: odziv človeškega ušesa na hrup se razlikuje glede na raven hrupa. Frekvenčno uteževanje C se uporablja v območju nad 100 dB. Koristno je predvsem za oceno najvišjih ravni zvočnega tlaka ter meritve impulznega hrupa.

Frekvenčna utež Z: ničelna frekvenčna utež se nanaša na frekvenčno odzivnost med 10 Hz in 20 kHz brez frekvenčne korekcije.

Zvokomera, uporabljena za meritve

NTi Audio XL2-TA: je večstranski natančen merilnik ravni zvoka, zasnovan za profesionalno rabo pri meritvah okoliškega hrupa, akustiki stavb in ocenjevanju poklicnega hrupa. Je certificiran kot merilnik ravni zvoka tipa 1, ki izpolnjuje standarde, kot je IEC 61672-1. Merimo lahko ravni zvočnega tlaka, ravni izpostavljenosti zvoku in druge akustične parametre. Ponuja tudi analizo oktavnih in 1/3 oktavnih pasov.

Za meritve smo uporabili merilnik ravni zvoka NTi XL2, ki smo si ga izposodili iz laboratorija Fakultete za varstvo okolja. Naprava omogoča številne različice meritev, kot so trenutni hrup, ekvivalentni hrup, tudi minimalne in maksimalne vrednosti (L_{eq} , L_{min} , L_{max} in vršne vrednosti (L_{peak}), merijo se lahko tudi v kombinaciji s frekvenčnim tehtanjem A, B, C in Z ter s časovnim tehtanjem hitro, počasno in impulzno. Naprava pokaže vse rezultate hkrati, ima pa tudi funkcijo shranjevanja rezultatov na odstranljivo kartico SD za kasnejšo dokumentacijo. Poleg tega je vsaki meritvi mogoče dodati tudi zvočne posnetke.



Slika 20: Zvokomer NTi Audio XL2-TA (Nti Audio, n. d.)

9.2 Meritve merjenih strojev

Meritve ravni zvočnega tlaka na vrtnih orodjih smo izvajali 9., 25. in 26. novembra 2024. Vse meritve so izvedene med maksimalno obremenitvijo. Ker nismo mogli simulirati točno določenih laboratorijskih pogojev, definiranih v standardih, smo v realnem okolju izmerili/določili tiste fizikalne količine, ki odražajo realno obremenitev s hrupom samega upravljavca orodja na razdalji 1 m.

Meritve ravni zvočnega tlaka so bile izvedene na razdalji 1 metra od vira (vrtnarskega orodja), ker ta razdalja ustreza mednarodno uveljavljenim standardom za ugotavljanje emisije hrupa strojev in naprav (npr. ISO 3744, ISO 11201). Razdalja 1 m omogoča objektivno primerjavo med različnimi orodji ter ponovljivost meritev, saj zmanjšuje vpliv zunanjih virov hrupa in akustičnih odbojev iz okolice. Hkrati ta razdalja predstavlja tudi praktično relevantno oddaljenost uporabnika od vira hrupa pri običajni uporabi vrtnarskih orodij.

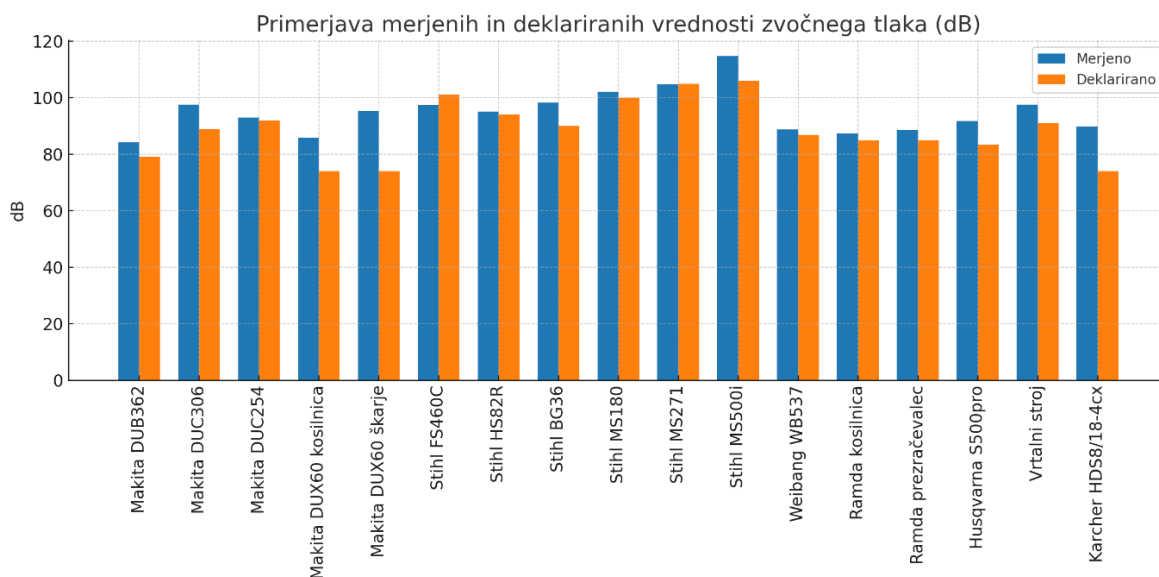
Merjene količine so bile:

- trenutna raven hrupa A, ki jo je merilna naprava v tistem trenutku izmerila, s časovno uteženo karakteristiko tipa F (fast) v dB;
- ekvivalentna raven hrupa, vrednoteno s frekvenčno karakteristiko tipa A in s časovno uteženo karakteristiko tipa F (fast), izmerjeno v časovnem intervalu 15 s v dB(A);
- vršne ravni hrupa, vrednotene s frekvenčno karakteristiko tipa C in s časovno uteženo karakteristiko tipa F (fast), izmerjene v časovnem intervalu 15 s v dB(C);
- 1/3 oktavni (terčni) spekter hrupa s frekvenčno uteženo krivuljo tipa Z (integralna vrednost je podana s krivuljo tipa A in s časovno uteženo karakteristiko tipa F (fast)).

Na osnovi rezultatov ekvivalentne ravni hrupa ter enačb 6 in 15 smo izračunali zvočno moč orodja. Lahko rečemo, da je vrednost zgolj informativna, lahko pa v prvem približku poda sodbo o poštenosti proizvajalca opreme pri navedbi tehničnih podatkov. V enačbi 15 smo zanemarili faktor usmerjenosti (predpostavili smo, da vir hrupa seva neusmerjeno, torej izotropno), za faktor usmerjenosti smo vzeli 0, ker je orodje izsevalo zvočno energijo v celotni prostorski kot 2π . Polega tega smo na razdalji 1 m predpostavili, da je absorpcija v zraku nepomembna. Iz enačbe 6 sledi, da je razlika med absolutno vrednostjo tlaka in moči 11 dB. Tako dobljene vrednost smo zaokrožili na celo število v decibelih in prikazali v skrajnem desnem stolpcu v tabeli. Celotni podatki so zbrani v Tabeli 25.

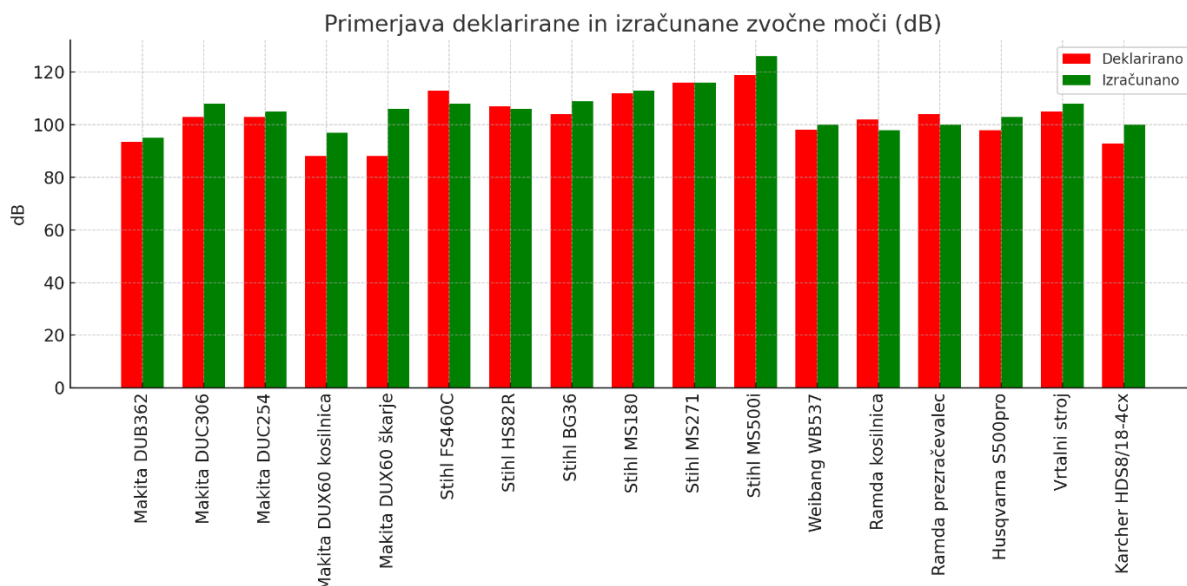
Tabela 25: Prikaz merjenih, deklariranih in izračunanih vrednosti za hrup pri različnih orodjih

	Merjene vrednosti		Od strani proizvajalca deklarirane vrednosti		Izračunana zvočna moč v dB na osnovi meritev zvočnega tlaka
	L_{CPK} (dB) vršne vrednosti	L_{Aeq} (dB) ekvivalentne vrednosti	L_{WA} zvočna moč dB	L_{pA} zvočni tlak dB	
Makita DUB362	96,7	84,3	93,5	79,1	95
Makita DUC306	114	97,6	103	89	108
Makita DUC254	108	93	103	92	105
Makita DUX60 kosilnica z nitjo	95,4	85,8	88	74	97
Makita DUX60 škarje	112,2	95,2	88	74	106
Stihl FS460C	112,4	97,4	113	101	108
Stihl HS82R	103,6	95,1	107	94	106
Stihl BG36	110,7	98,3	104	90	109
Stihl MS180	118,8	102,2	112	100	113
Stihl MS271	116,4	104,8	116	105	116
Stihl MS500i	130,6	114,7	119	106	126
Weibang WB537 SCV »3 v 1«	106,1	88,8	98,1	86,8	100
Ramda kosilnica	104,3	87,4	102	85	98
Ramda prezračevalec trate 40 cm, koš 45 l, mot. tg725x	106	88,7	104	85	100
Husqvarna S500pro	107,2	91,7	98	83,3	103
Struc Muta	104,5	89,1	96	85	100
Vrtalni stroj	110	97,5	105	91	108
Karcher HDS8/18-4cx	100,7	89,8	93	74	100



Slika 28: Graf na katerem je prikazana primerjava merjenih in deklariranih vrednosti zvočnega tlaka

Iz grafa (slika 28) je razvidno, da se pri večini orodij merjene vrednosti razlikujejo od deklariranih. Pri določenih napravah (npr. Makita DUC306, Makita DUX60 škarje, Stihl FS460C) so merjene vrednosti precej višje od deklariranih, kar kaže na možno podcenjevanje dejanske obremenitve uporabnika z zvokom. Pri drugih napravah (npr. Stihl MS271, Stihl MS500i) pa so deklarirane vrednosti bližje meritvam. Splošno lahko opazimo, da proizvajalci pogosto navajajo nižje vrednosti, kar zmanjšuje uradno obremenitev, dejansko pa so uporabniki izpostavljeni višjim ravnom hrupa.



Slika 29: Primerjava med deklarirano in merjeno zvočno močjo

Pri primerjavi deklarirane zvočne moči z izračunano na podlagi meritev se pokaže podobna slika (slika 29). Pri nekaterih orodjih (npr. Makita DUC306, Stihl MS500i, Husqvarna S500pro) so izračunane vrednosti višje od deklariranih, kar kaže na večjo obremenitev okolice s hrupom, kot jo navaja proizvajalec. Nekaj primerov (npr. Stihl MS271, Stihl MS180) pa kaže relativno dobro skladnost. Kljub temu je skupna tendenca, da deklarirane vrednosti v povprečju podcenjujejo dejanske rezultate, kar je pomembno pri ocenjevanju tveganj za uporabnika in okolico.

10. RAZPRAVA IN SKLEPI

Na začetku dela sem postavil izhodiščne cilje, na podlagi katerih sem zastavil preučevanje in raziskavo vseh področij, ki so me vodila skozi celotno delo.

Prvi cilj oziroma namen raziskave je bil, pridobljene izmerjene vrednosti zvočnega tlaka posameznih vrtnih orodij primerjati z deklariranimi vrednostmi, ki jih navajajo proizvajalci. Izvedene meritve so pokazale, da so bile izmerjene vrednosti zvočnega tlaka pri vseh preizkušanih napravah višje od deklariranih vrednosti proizvajalcev. Rezultat kaže, da proizvajalci pogosto podcenjujejo ali ne prikazujejo povsem realnih podatkov o emisiji hrupa, kar lahko vodi do nepravilne ocene tveganj za uporabnike. Zaradi tega je nujno, da se upoštevajo dejanske meritve hrupa v realnih delovnih pogojih in da se pri načrtovanju zaščitnih ukrepov ne zanašamo zgolj na deklarirane vrednosti.

Drugi cilj je bil preučiti zakonsko ureditev in posebne predpise, na podlagi katerih so določeni pogoji in načini varovanja delavcev pred tveganji zaradi izpostavljenosti hrupu pri delu. Ta cilj sem podrobno predelal s preučitvijo nacionalnih in mednarodnih zakonov ter predpisov, ki določajo mejne vrednosti hrupa ter ukrepe za zaščito zdravja delavcev. V naslednjem koraku sem izvedel oceno tveganja zaradi izpostavljenosti hrupu pri delu v skladu s Pravilnikom o varovanju delavcev pred tveganji zaradi izpostavljenosti hrupu pri delu. Ta pravilnik določa ključne vrednosti izpostavljenosti hrupu:

- Mejna vrednost izpostavljenosti: 87 dB(A)
- Zgornja opozorilna vrednost izpostavljenosti: 85 dB(A)
- Spodnja opozorilna vrednost izpostavljenosti: 80 dB(A)

Na podlagi meritev in primerjav z deklariranimi vrednostmi hrupa sem ugotovil, da večina preizkušanih vrtnih orodij presega zgornjo opozorilno vrednost 85 dB(A), pri čemer nekatere naprave celo presegajo mejno vrednost 87 dB(A). To pomeni, da je izpostavljenost delavcev hrupu resno tveganje, ki zahteva ustrezne zaščitne ukrepe. Ocena tveganja je potrdila potrebo po rednem spremljanju ravni hrupa in dosledni uporabi osebne varovalne opreme za dušenje hrupa, prav tako pa tudi po tehničnih in organizacijskih ukrepih, ki zmanjšujejo izpostavljenost hrupu na delovnem mestu.

Tretji cilj je bil raziskati in predstaviti osebno varovalno opremo, ki jo je treba uporabljati za zaščito pred hrupom pri uporabi vrtnih orodij. V okviru tega cilja sem analiziral različne vrste zaščitne opreme za sluh, kot so zaščitne slušalke, ušesni čepki ter kombinirane zaščite, ki zagotavljajo učinkovito znižanje ravni hrupa na mestu upravljavca orodja. Poudarek je bil na izbiri primerne opreme glede na raven hrupa, trajanje izpostavljenosti in udobje uporabnika, saj je pravilna in dosledna uporaba ključna za preprečevanje poškodb sluha. Poleg tega sem predstavil tudi standarde in priporočila za uporabo osebne varovalne opreme, ki jih določajo mednarodni in nacionalni predpisi. Na podlagi izvedene raziskave sem potrdil, da uporaba osebne varovalne opreme bistveno prispeva k varnosti delavcev, saj učinkovito zmanjša izpostavljenost hrupu pod varne meje. Prav tako sem poudaril pomen ozaveščanja uporabnikov o pravilni uporabi in vzdrževanju zaščitnih sredstev za doseg optimalnih rezultatov.

10.1 Rezultati

H1:

Na podlagi izvedenih meritev 17 različnih vrtnih strojev lahko zaključimo, da navedena hipoteza ne drži. Vsi izmerjeni stroji so presegli deklarirane vrednosti emisije hrupa, kar kaže na sistematično podcenjevanje oziroma nepopolno prikazovanje zvočnih emisij s strani proizvajalcev.

Možni razlogi za odstopanja:

- a) Merilni standardi: proizvajalci pogosto navajajo emisijske vrednosti, izmerjene v idealnih laboratorijskih pogojih, ki ne odražajo dejanske uporabe na terenu.
- b) Dejanski pogoji uporabe: dejavniki, kot so teren, obraba stroja in vremenski vplivi, vplivajo na višjo raven hrupa, ki ni vedno zajeta v uradnih podatkih.
- c) Merilna negotovost in metodologija: razlike v postopkih merjenja, merilni razdalji in uporabljenih napravah lahko povzročijo odstopanja med deklariranimi in dejanskimi vrednostmi.

Ker presežene ravni hrupa predstavljajo pomemben varnostni dejavnik, je uporaba zaščite sluha nujna tudi takrat, ko tehnične specifikacije proizvajalcev kažejo na nižje emisije. Zaradi ugotovljenih neskladij priporočamo dodatne neodvisne meritve ter strožje regulacije, ki bi zagotovile večjo transparentnost in realno prikazovanje podatkov o hrupu na trgu.

H2:

Rezultati meritev 17 različnih vrtnih strojev so pokazali, da je zvočni tlak (L_{eqA}) na mestu upravljavca v večini primerov presegel mejne vrednosti, določene v veljavnem Pravilniku o varovanju delavcev pred tveganji zaradi izpostavljenosti hrupu pri delu. To pomeni, da je izpostavljenost hrupu za uporabnike teh naprav previsoka in predstavlja potencialno tveganje za zdravje ter varnost pri delu.

Z vidika psihoakustike akumulatorska orodja manj obremenjujejo uporabnika, omogočajo daljše delo brez negativnih učinkov na sluh in koncentracijo, medtem ko bencinska orodja zahtevajo dodatno zaščito in več odmora za preprečevanje utrujenosti in poškodb.

Ključni poudarki:

Mejne vrednosti hrupa: pravilnik določa, da je 85 dB(A) mejna vrednost za dolgotrajno izpostavljenost.

Presežena izpostavljenost: večina strojev dosega ali presega raven 90 dB(A), kar pomeni resno tveganje za poškodbe sluha, zlasti pri dolgotrajni ali pogosti uporabi.

Posledice za zdravje: dolgotrajna izpostavljenost lahko vodi v trajno izgubo sluha, motnje spanja, povečano stopnjo stresa in zmanjšano koncentracijo.

Priporočeni ukrepi: obvezna uporaba osebnih varovalnih sredstev za sluh (slušalke ali čepki), organizacija dela z rednimi odmori ter izobraževanje uporabnikov o tveganjih.

Pravne in varnostne posledice: delodajalci in uporabniki morajo spoštovati zakonodajo, izvajati redne meritve in zagotavljati varno delovno okolje.

Zaključek:

Zaključimo, da je izpostavljenost hrupu na mestu upravljavca presežena glede na predpisane mejne vrednosti, hipoteza je potrjena z realnimi podatki. Zato so potrebni preventivni ukrepi – tehnični (vzdrževanje, uporaba tišjih naprav) in organizacijski (izobraževanje, uporaba OVO) – za zaščito zdravja uporabnikov in skladnost s predpisi.

H3:

Na podlagi analize meritev hrupa in veljavnih predpisov je hipoteza, da uporaba osebne varovalne opreme (OVO) za zmanjšanje izpostavljenosti hrupu na delovnem mestu zagotavlja varnost delavca, potrjena.

Ključni poudarki:

Učinkovitost OVO: slušne zaščite, kot so čepki za ušesa in slušalke, učinkovito zmanjšajo zvočni tlak, ki doseže uho uporabnika. Pravilna izbira in uporaba OVO lahko zmanjšata izpostavljenost tudi za 20–35 dB.

Standardi in predpisi: mednarodni standardi (npr. ISO 4869) in nacionalna zakonodaja predpisujejo obvezno uporabo OVO ob preseganju mejnih vrednosti hrupa.

Pravilna uporaba: oprema mora biti pravilno nameščena, udobna in uporabljena ves čas izpostavljenosti. Napačna raba ali slaba izbira zmanjšata učinkovitost zaščite.

Preprečevanje poškodb: z dosledno uporabo OVO se preprečijo trajna izguba sluha, naglušnost in tinitus, ki so posledica dolgotrajne izpostavljenosti hrupu.

Celostni pristop: OVO je le en del zaščite pri delu – dopolnjevati ga morajo tehnični (zmanjšanje hrupa pri viru) in organizacijski ukrepi (npr. rotacija delavcev).

Uporaba OVO je ključna za varnost delavcev, izpostavljenih nevarnim ravnom hrupa. Hipoteza je potrjena, zato je nujno, da delodajalci zagotovijo ustrezno zaščitno opremo in usposobijo delavce za njeno pravilno uporabo.

H4:

Hipoteza deloma drži, vendar je treba upoštevati tudi izjeme in dodatne dejavnike tveganja.

Akumulatorsko vrtno orodje v primerjavi z bencinskimi napravami običajno povzroča nižje emisije hrupa. Zaradi tišjega delovanja električnih motorjev in odsotnosti izpušnega sistema je hrup pogosto manjši, zato se zdi, da uporaba osebne zaščite sluha ni vedno potrebna. Vendar pa to ni univerzalno pravilo. Nekatera zmogljivejša akumulatorska orodja (npr. trimmerji, žage, mulčerji) lahko kljub električnemu pogonu proizvedejo raven hrupa, ki presega priporočene varnostne meje. Zato je tudi pri uporabi določenih akumulatorskih naprav priporočljiva uporaba OVO.

Pri delu z različnimi orodji je zaščita sluha vedno priporočena. Pri manjših akumulatorskih orodjih, kot je Makita DUB362, zadostujejo čepki ali lažji glušniki. Pri močnejših napravah, kot so motorne žage (Makita DUC306, DUC254, Stihl FS460C, MS180, MS271, MS500i) ali kosilnice s pogonom na bencin, so priporočeni zmogljivi glušniki, pri zelo glasnih napravah pa kombinacija čepkov in glušnikov obvezna. Za kosilnice, prezračevalce in manj glasna orodja (Makita DUX60, Ramda, Karcher) zadostujejo čepki ali lažji glušniki, vendar je zaščita vseeno priporočena. Pri daljšem delu ali zelo glasnih orodjih vedno uporabite kombinacijo čepkov in glušnikov za optimalno zaščito sluha.

Varnostni ukrepi morajo temeljiti na dejanski ravni hrupa in času izpostavljenosti, ne zgolj na vrsti pogona. Le tako je mogoče zagotoviti ustrezno zaščito ne glede na to, ali gre za električno ali bencinsko vrtno orodje.

Predlagani končni sklepi:

1. Izpostavljenost hrupu pri delu z vrtnimi orodji pogosto presega zakonsko dovoljene vrednosti. Pri večini bencinskih orodij so bile izmerjene ravni hrupa nad opozorilnimi (85 dB(A)) in pogosto blizu ali nad mejnimi vrednostmi (87 dB(A)), kar pomeni obvezno uporabo osebne varovalne opreme.
2. Akumulatorsko orodje je praviloma tišje od bencinskega, a ne vedno varno brez zaščite. V povprečju so bila akumulatorska orodja tišja za 5–10 dB(A), vendar so tudi pri teh v nekaterih primerih izmerjene vrednosti presegale spodnjo opozorilno mejo (80 dB(A)).
3. Deklarirane vrednosti proizvajalcev niso vedno skladne z meritvami. Pri posameznih napravah so bile razlike med deklarirano in izmerjeno ravno zvočne moči več kot 3 dB, kar kaže na potrebo po doslednejšem nadzoru in preverjanju podatkov v praksi.
4. Za zmanjšanje tveganja so ključni tehnični in organizacijski ukrepi ter uporaba osebne varovalne opreme. Priporočljiva je izbira tišjih (akumulatorskih) orodij, omejevanje časa izpostavljenosti ter kombinirana uporaba čepkov in glušnikov pri najglasnejših orodjih (npr. puhalniki listja, motorne žage).

11. POVZETEK

Magistrsko delo obravnava pomembno področje varnosti in zdravja pri delu – tveganje zaradi izpostavljenosti hrupu pri uporabi vrtnih orodij. Vrtna orodja, kot so motorne in električne kosilnice, žage, trimerji, prezračevalniki in puhalniki listja, so vsakodnevno prisotna v različnih delovnih okoljih. Med delovanjem ustvarjajo visoke ravni hrupa, ki pogosto presegajo dovoljene mejne vrednosti in tako predstavljajo resno tveganje za zdravje uporabnikov.

Namen dela je bil ugotoviti stopnjo izpostavljenosti hrupu na mestu uporabnika orodja, preveriti skladnost deklariranih zvočnih moči in zvočnega tlaka s podatki proizvajalcev ter oceniti tveganje in ustreznost uporabe osebne varovalne opreme. Meritve so bile izvedene na več različnih napravah, ki jih uporabljam pri svojem delu, z uporabo profesionalnega merilnika zvoka. Pri tem sta bili upoštevani geometrijska divergenca in atmosferska absorpcija zvoka. Na podlagi izmerjenih vrednosti je bila določena emisijska raven zvočne moči, ki je bila primerjana z deklariranimi podatki proizvajalcev ter zakonsko dovoljenimi mejnimi vrednostmi.

Ugotovitve raziskave so pokazale, da raven hrupa pri številnih bencinsko gnanih orodjih presega opozorilne vrednosti (80 dB(A)) in pogosto tudi zgornjo opozorilno mejo (85 dB(A)). V posameznih primerih so bile izmerjene vrednosti blizu mejne vrednosti 87 dB(A), kar pomeni, da je uporaba zaščite za sluh obvezna. Akumulatorsko orodje se je izkazalo za tišje in praviloma varnejše za uporabo, saj raven hrupa v večini primerov ne presega opozorilnih vrednosti.

V teoretičnem delu naloge je predstavljen zakonodajni okvir s področja varovanja zdravja pred hrupom pri delu; in sicer Zakon o varnosti in zdravju pri delu (ZVZD-1), Pravilnik o varovanju delavcev pred tveganji zaradi izpostavljenosti hrupu pri delu ter evropska Direktiva 2000/14/ES. Avtor posebej poudarja pomen ocene tveganja ter obveznost delodajalca, da zagotovi zaščitna sredstva in izvede ustrezne ukrepe za zmanjšanje izpostavljenosti hrupu.

Znatna pozornost je namenjena tudi osebni varovalni opremi. Predstavljene so različne vrste zaščite sluha – od čepkov do naglavnih slušalk in kombiniranih sistemov, kot so slušalke v povezavi s čelado. Ugotovljeno je bilo, da je ustrezna izbira in pravilna uporaba zaščitne opreme ključnega pomena, saj lahko ta izpostavljenost hrupu zmanjša tudi za 20 do 35 dB. Ob tem mora delodajalec zagotoviti tudi usposabljanje uporabnikov o pravilni rabi zaščitnih sredstev.

Zaključek n poudarja, da je pri uporabi vrtnega orodja treba upoštevati ne le tehnične zmogljivosti in učinkovitost, temveč tudi emisije hrupa, saj te neposredno vplivajo na zdravje uporabnika. S premišljeno izbiro orodja, pravilno uporabo osebne varovalne opreme in zavedanjem tveganj lahko pomembno prispevamo k večji varnosti in dolgoročni zaščiti sluha pri delu.

12. SUMMARY

The master's thesis addresses a significant area of occupational health and safety – the risk of noise exposure during the use of garden tools. Garden equipment such as petrol and electric lawnmowers, chainsaws, trimmers, aerators, and leaf blowers is commonly used in various work environments. These tools generate high noise levels during operation, often exceeding permissible limits, thus posing a serious health risk to users.

The objective of the thesis was to determine the level of noise exposure at the user's position, verify the compliance of declared sound power levels with the manufacturers' specifications, and assess the associated risk as well as the adequacy of using personal protective equipment. Measurements were conducted on several different devices personally used by the author in his work, using a professional sound level meter. Geometric divergence and atmospheric sound absorption were taken into account. Based on the measured values, the sound power emission level was determined and compared with the manufacturers' declared data and legally permissible limit values.

The findings of the research showed that noise levels of many petrol-powered tools exceed the lower exposure action value (80 dB(A)) and often even the upper exposure action value (85 dB(A)). In some cases, the measured values approached the exposure limit value of 87 dB(A), meaning that the use of hearing protection is mandatory. Battery-powered tools proved to be quieter and generally safer to use, as their noise levels mostly remained below the action values.

The theoretical part of the thesis presents the legislative framework related to noise protection at work, including the Health and Safety at Work Act (ZVZD-1), the Regulation on the Protection of Workers from the Risks Related to Noise Exposure at Work, and the European Directive 2000/14/EC. The author particularly emphasizes the importance of risk assessment and the employer's obligation to provide protective equipment and implement appropriate measures to reduce noise exposure.

Significant attention is given to personal protective equipment. Various types of hearing protection are presented – from earplugs to earmuffs and combined systems such as helmet-mounted earmuffs. It was found that proper selection and correct use of protective equipment are essential, as they can reduce noise exposure by 20 to 35 dB. Employers must also provide training on the proper use of such equipment.

The thesis concludes by emphasizing that when using garden tools, one must consider not only technical performance and efficiency but also noise emissions, as they directly affect user health. Thoughtful selection of equipment, proper use of personal protective equipment, and awareness of risks can significantly contribute to greater safety and long-term hearing protection at work.

13. VIRI IN LITERATURA

1. Direktiva 2000/14/ES spremenjena z Direktivo 2005/88/ES, Uredbo (ES) št. 219/2009 in Uredbo (EU) 2019/1243 ter popravljena s popravkom.
2. European Agency for Safety and Health at Work. (2005). Uvodne besede o hrupu pri delu. Dostopno na: <https://vzd.mddsz.gov.si/document-download/uvodne-besede-o-hrupu-pri-delu-2022-01-14-168> (Pridobljeno: 14. 1. 2022).
3. European Agency for Safety and Health at Work. (2006). Hrup v številkah. Dostopno na: <https://vzd.mddsz.gov.si/document-download/hrup-v-stevilkah-2022-01-14-173> (Pridobljeno: 14. 1. 2022).
4. Holeček, N. (2017). Hrup in protihrupne tehnologije pri aparatih v domačem okolju. Velenje: Visoka šola za varstvo okolja.
5. IMS, d. o. o. (2024). Seminar za strokovne delavce VZD Hrup na delovnem mestu.
6. Ministrstvo za delo, družino in socialne zadeve. Prenehajte s tem hrupom! Dostopno na: <http://www.osha.mddsz.gov.si/resources/files/pdf/prenehajte-s-hrupom-2009.pdf> (Pridobljeno: 17. 11. 2024).
7. MK3. Vrste hrupa. Dostopno na: <https://mk3.si/blog/vrste-hrupa> (Pridobljeno: 17. 11. 2024).
8. Münzel, T. et al. (2018). Environmental Noise and the Cardiovascular System. Journal of the American College of Cardiology. Dostopno na: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29420965/> (Pridobljeno: 26. 11. 2024).
9. National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH). (1998). Criteria for a Recommended Standard: Occupational Noise Exposure. Cincinnati, OH: U. S. Department of Health and Human Services.
10. Nti Audio. XL2 Audio and Acoustic Analyzer. Dostopno na: <https://www.nti-audio.com/en/products/sound-level-meters/xl2-audio-acoustic-analyzer> (Pridobljeno: 19. 11. 2023).
11. NTI. (2020). Ročni avdio- in akustični analizator XL2, Laboratorij Fakultete za varstvo okolja, Navodilo za uporabo, verzija 4.33.00.
12. Pravilnik o varovanju delavcev pred tveganji zaradi izpostavljenosti hrupu pri delu. Uradni list RS, št. 17/06, 18/06 – popravek, 43/11 – ZVZD-1. (4. 3. 2006). Dostopno na: <https://pisrs.si/pregledPredpisa?id=PRAV7166> (Pridobljeno: 3. 11. 2024).
13. Pravilnik o načinu izdelave izjave o varnosti z oceno tveganja. Uradni list RS, št. 56/99. (21. 4. 2000). Dostopno na: <https://www.uradni-list.si/glasilo-uradni-list-rs/vsebina/2000-01-1403?sop=2000-01-1403> (Pridobljeno: 24. 11. 2024).
14. Slovenski standard SIST EN 60942:2004. Elektroakustika – Kalibratorji za zvokomere. (2004). Dostopno na: <https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/842fbcbb-e407-433c-aba6-5c034e6caf0c/sist-en-60942-2004?srsId=AfmBOOpF-w-HWbzcqgqUXDBaCGbQ47EpwxWe3JXsa05ul4R-PJxyuhUt> (Pridobljeno: 29. 10. 2024).

15. Slovenski standard SIST EN 61672-1:2014. Elektroakustika – Merilniki ravni zvoka – 1. del in specifikacije. Dostopno na:
https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/152936bc-bdc1-486a-93fb-fe9b8fb6526f/sist-en-61672-1-2014?srsId=AfmBOordH8QH6c8LXDzd_5u2uKwbaghSeMr7k-5lw3lssX2xPoeBDCDn (Pridobljeno: 29. 10. 2024).
16. Slovenski standard SIST ISO 1996-1:2006. Akustika – Opis, merjenje in ocena hrupa v okolju – 1. del: Osnovne veličine in ocenjevalni postopki. Dostopno na:
<https://cdn.standards.iteh.ai/samples/28633/766b86cafe1d4decaad8ab90c4608d6e/SIST-ISO-1996-1-2006.pdf> (Pridobljeno: 9. 11. 2024).
17. Slovenski standard SIST ISO 9612:2009. Akustika – Določanje izpostavljenosti hrupu v delovnem okolju – Inženirska metoda. Dostopno na:
<https://cdn.standards.iteh.ai/samples/27836/a80c4f5f83404e69889900d72d1ce9f8/SIST-EN-ISO-9612-2009.pdf> (Pridobljeno: 9. 11. 2024).
18. Stansfeld, S. A. et al. (2015). Noise pollution: non-auditory effects on health. British Medical Bulletin. Dostopno na:
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3988259/> (Pridobljeno: 2. 11. 2024).
19. TRATNIK, E. Prenehajte s tem hrupom!: priročnik z osnovnimi informacijami in navodili.
20. Zakon o varnosti in zdravju pri delu (ZVZD-1). Uradni list RS, št. 43/2011, 78/2013.
21. Evropska komisija. (2003). Direktiva 2003/10/ES o izpostavljenosti delavcev hrupu pri delu.
22. Evropska komisija. (2003). Direktiva 2003/10/ES o minimalnih zdravstvenih in varnostnih zahtevah glede izpostavljenosti delavcev tveganjem zaradi fizikalnih dejavnikov (hrup).
23. Husqvarna. (2022). Noise and Emission Comparison Between Electric and Petrol Trimmers. Dostopno na: <https://www.husqvarna.com>
24. Husqvarna Slovenija. (2023). Tehnični podatki – prezračevalnik S500 PRO. Dostopno na: www.husqvarna.com/si
25. Makita Corporation. (2023). DUX60 Multi-function Power Head – Product Overview. Dostopno na: <https://www.makita.com>
26. Makita Corporation. (2023). DUX60 Multi-function System – User Manual. Dostopno na: <https://www.makita.com>
27. Makita uradne specifikacije. (2023). Dostopno na: <https://www.makita.si/>
28. Muta, d. o. o. (2023). Priključki za enoosne traktorje.
29. Stihl. (2022). Sound Pressure Level Comparison: Electric vs Petrol Trimmers. Dostopno na: <https://www.stihl.com>
30. Stihl. (2023). Tehnične specifikacije orodij. Dostopno na: www.stihl.si

31. Struc, d. o. o. (2023). Kladvni mulčerji – katalog. Dostopno na: www.struc.si
32. Weibang Slovenija. (2023). Tehnični podatki in navodila za uporabo modela WB537 SCV 3v1. Dostopno na: www.weibang.si
33. Unicommerce MS-500i W. Dostopno na: <https://unicommerce.si/ms-500i-w>
34. 3M Personal Safety Division. (2021). Hearing Conservation – Technical Guide. 3M Occupational Health & Environmental Safety Division.
35. Berger, E. H., Royster, L. H., Royster, J. D., Driscoll, D. P. & Layne, M. (2003). The Noise Manual (5th ed.). American Industrial Hygiene Association.
36. European Agency for Safety and Health at Work (EU-OSHA). (2005). Noise in figures. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities.
37. Honeywell Safety Products. (2022). Hearing Protection Selection Guide. Dostopno na: <https://sps.honeywell.com>
38. National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH). (1998). Criteria for a Recommended Standard: Occupational Noise Exposure. Cincinnati, OH: U.S. Department of Health and Human Services.
39. Pravilnik o varovanju delavcev pred tveganji zaradi izpostavljenosti hrupu pri delu. Uradni list RS, št. 14/2005.
40. Slovenian Institute for Standardization (SIST). (2007). SIST EN 458:2004 – Zaščita sluha – Priporočila za izbor, uporabo, nego in vzdrževanje sredstev za zaščito sluha.
41. Zakon o varnosti in zdravju pri delu (ZVZD-1). Uradni list RS, št. 43/2011, 78/2013.
42. Ministrstvo za delo, družino in socialne zadeve. (2009). Prenehajte s tem hrupom!: priročnik z osnovnimi informacijami in navodili, str. 9–10.
43. Ministrstvo za delo, družino in socialne zadeve. (2009). Prenehajte s tem hrupom!: priročnik z osnovnimi informacijami in navodili, str. 9–10.
44. Osnovne informacije o hrupu. Dostopno na: <https://nijz.si/objava/osnovne-informacije-o-hrupu> (Pridobljeno: 13. 7. 2025).
45. Pravilnik o varovanju delavcev pred tveganji zaradi izpostavljenosti hrupu pri delu. Uradni list RS, št. 17/06, 18/06 – popr., 43/11 – ZVZD-1. Dostopno na: <https://www.pisrs.si/Pis.web/pregledPredpisa?id=PRAV7166> (Pridobljeno: 13. 7. 2025).
46. Evropska agencija za varnost in zdravje pri delu. (2005). Uvodne besede o hrupu pri delu. Dostopno na: <https://vzd.mddsz.gov.si/document-download/uvodne-besede-o-hrupu-pri-delu-2022-01-14-168> (Pridobljeno: 13. 7. 2025).
47. Ministrstvo za delo, družino in socialne zadeve. (2009). Prenehajte s tem hrupom!: priročnik z osnovnimi informacijami in navodili, str. 29.
48. Ministrstvo za delo, družino in socialne zadeve. (2009). Prenehajte s tem hrupom!: priročnik z osnovnimi informacijami in navodili, str. 30

49. Evropska agencija za varnost in zdravje pri delu. (2006). Hrup v številkah. Dostopno na: <https://vzd.mddsz.gov.si/document-download/hrup-v-stevilkah-2022-01-14-173> (Pridobljeno: 13. 7. 2025).
50. Pravilnik o varnosti in zdravju pri uporabi delovne opreme. Uradni list RS, št. 43/11. Dostopno na: <https://www.pisrs.si/Pis.web/pregledPredpisa?id=PRAV9877> (Pridobljeno: 13. 7. 2025).
51. Zakon o varnosti in zdravju pri delu (ZVZD-1). Uradni list RS, št. 43/2011, 78/2013. Dostopno na: <https://www.pisrs.si/Pis.web/pregledPredpisa?id=ZAKO4317> (Pridobljeno: 13. 7. 2025).
52. Pravilnik o varovanju delavcev pred tveganji zaradi izpostavljenosti hrupu pri delu. Uradni list RS, št. 17/06, 18/06 – popr., 43/11 – ZVZD-1. Dostopno na: <https://www.pisrs.si/Pis.web/pregledPredpisa?id=PRAV7166> (Pridobljeno: 13. 7. 2025).
53. Pravilnik o varovanju delavcev pred tveganji zaradi izpostavljenosti hrupu pri delu. Uradni list RS, št. 17/06, 18/06 – popr., 43/11 – ZVZD-1. Dostopno na: <https://www.pisrs.si/Pis.web/pregledPredpisa?id=PRAV7166> (Pridobljeno: 13. 7. 2025).
54. Ministrstvo za delo, družino in socialne zadeve. (2009). Prenehajte s tem hrupom!: priročnik z osnovnimi informacijami in navodili, str. 41.
55. Pravilnik o varovanju delavcev pred tveganji zaradi izpostavljenosti hrupu pri delu. Uradni list RS, št. 17/06, 18/06 – popr., 43/11 – ZVZD-1. Dostopno na:
56. <https://www.pisrs.si/Pis.web/pregledPredpisa?id=PRAV7166> (Pridobljeno: 13. 7. 2025).
57. Pravilnik o varovanju delavcev pred tveganji zaradi izpostavljenosti hrupu pri delu. Uradni list Republike Slovenije, št. 17/2006, 18/2006 – popr., 43/2011 – ZVZD-1. Dostopno na: <https://pisrs.si/pregledPredpisa?id=PRAV7166> (Pridobljeno 13. 7. 2025).
58. Pravilnik o varovanju delavcev pred tveganji zaradi izpostavljenosti hrupu pri delu. Uradni list Republike Slovenije, št. 17/2006, 18/2006 – popr., 43/2011 – ZVZD-1. Dostopno na: <https://pisrs.si/pregledPredpisa?id=PRAV7166> (Pridobljeno 13. 7. 2025).
59. Pravilnik o varovanju delavcev pred tveganji zaradi izpostavljenosti hrupu pri delu. Uradni list Republike Slovenije, št. 14/2005. Dostopno na: <https://pisrs.si/pregledPredpisa?id=PRAV7166> (Pridobljeno 13. 7. 2025).
60. Ministrstvo za delo, družino in socialne zadeve. (2009). Prenehajte s tem hrupom! : priročnik z osnovnimi informacijami in navodili. Ljubljana, str. 9–11.
61. European Agency for Safety and Health at Work (EU-OSHA). (2005). Noise in figures. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities.
62. Honeywell Safety Products. (2022). Hearing Protection Selection Guide. Dostopno na: <https://sps.honeywell.com> (Pridobljeno 13. 7. 2025).

63. 3M Personal Safety Division. (2021). Hearing Conservation – Technical Guide. 3M Occupational Health & Environmental Safety Division.
64. Slovenian Institute for Standardization (SIST). (2007). SIST EN 458:2004 – Zaščita sluha – Priporočila za izbor, uporabo, nego in vzdrževanje sredstev za zaščito sluha.
65. National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH). (1998). Criteria for a Recommended Standard: Occupational Noise Exposure. Cincinnati, OH: U.S. Department of Health and Human Services
66. Evropska komisija. (2023). Noise pollution – EU policies and legislation. Dostopno na: <https://www.europarl.europa.eu/factsheets/en/sheet/125/noise-pollution> (Pridobljeno 13. 7. 2025).
67. Evropska komisija. (2023). Noise pollution – EU policies and legislation. Dostopno na: <https://www.europarl.europa.eu/factsheets/en/sheet/125/noise-pollution> (Pridobljeno 13. 7. 2025).
68. Petrol, d. d. (2024). *Bencinska kosilnica Ramda G46SHL-E 4v1 – 46 cm*. Dostopno na: <https://www.petrol.si> (Pridobljeno 13. 7. 2025).
69. Eurogarden, d. o. o. (2025). Prezračevalec trate Texas 400TG TG725X – 40 cm, 45 l. Dostopno na: <https://www.eurogarden.eu/sl/Prezracevalci-trave/PREZRACEVALEC-TRATE-TEXAS-400TG-40cm-TG725X-KOS-45lit/> (Pridobljeno 13. 7. 2025).
70. Pravilnik o varovanju delavcev pred tveganji zaradi izpostavljenosti hrupu pri delu. Ur. l. RS, št. 17/06, 18/06 – popr. in 43/11 – ZVZD-1. 4. 3. 2006. Dostopno na: <https://pisrs.si/pregledPredpisa?id=PRAV7166> (Pridobljeno 15. 7. 2025).
71. European Parliament and Council. (2000). Directive 2000/14/EC of 8 May 2000 on the approximation of the laws of the Member States relating to the noise emission in the environment by equipment for use outdoors. Official Journal L 162, 03/07/2000, str. 1–78. Dostopno na: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/SL/AUTO/?uri=celex:32000L0014> (Pridobljeno 15. 7. 2025).
72. European Parliament and Council. (2005). Directive 2005/88/EC of 14 December 2005 amending Directive 2000/14/EC on noise emission in the environment by equipment for use outdoors. Official Journal L 344, 27. 12. 2005, str. 44–46. Dostopno na: <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2005/88/oj> (Pridobljeno 15. 7. 2025).
73. European Parliament and Council. (2009). Regulation (EC) No 219/2009 amending Directive 2000/14/EC on noise emission in the environment by equipment for use outdoors. Official Journal L 73, 15. 3. 2009, str. 10–12.
74. European Parliament and Council. (2019). Regulation (EU) 2019/1243 of 20 June 2019 amending Directive 2000/14/EC on noise emission in the environment by equipment for use outdoors. Official Journal L 198, 25. 7. 2019, str. 241–344. Dostopno na: <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2019/1243/oj> (Pridobljeno 15. 7. 2025).
75. European Parliament and Council. (2006). Corrigendum to Directive 2005/88/EC of the European Parliament and of the Council of 14 December 2005 amending Directive 2000/14/EC on noise emission in the environment by equipment for use outdoors. Official Journal L 36, 10. 2. 2006, str. 42.

76. Nti Audio. (n. d.). XL2 Sound Level Meter with Class 1 Microphone [slika]. Dostopno na: https://www.nti-audio.com/Portals/0/pics/en/XL2_SLM-class1-mic-406.png (Pridobljeno 15. 7. 2025).