

# UPOTREBA APLIKACIJA NA MOBILNOM TELEFONU ZA IZMJENU BUKE U ŠUMARSTVU

---

**Pavlić, Matija**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2023**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **Karlovac University of Applied Sciences / Veleučilište u Karlovcu**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:128:812799>

*Rights / Prava:* [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-02-02**



**VELEUČILIŠTE U KARLOVCU**  
Karlovac University of Applied Sciences

*Repository / Repozitorij:*

[Repository of Karlovac University of Applied Sciences - Institutional Repository](#)



zir.nsk.hr



DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

Veleučilište u Karlovcu  
Odjel Sigurnosti i zaštite

Stručni studij Sigurnosti i zaštite

Matija Pavlić

**UPOTREBA APLIKACIJA NA MOBILNOM  
TELEFONU ZA IZMJERU BUKE U  
ŠUMARSTVU**

ZAVRŠNI RAD

Karlovac, 2023.

Karlovac University of Applied Sciences  
Safety and Protection Department

Professional undergraduate study of Safety and protection

Matija Pavlić

**USE OF MOBILE PHONE APPLICATIONS  
FOR NOISE MEASUREMENT IN  
FORESTRY**

FINAL PAPER

Karlovac, 2023.

Veleučilište u Karlovcu  
Odjel Sigurnosti i zaštite

Stručni studij Sigurnosti i zaštite

Matija Pavlić

**UPOTREBA APLIKACIJA NA MOBILNOM  
TELEFONU ZA IZMJERU BUKE U  
ŠUMARSTVU**

ZAVRŠNI RAD

Mentor:

Marko Ožura dipl.ing. v. predavač

Karlovac, 2023

## **PREDGOVOR**

Zahvaljujem svome mentoru, dipl.ing.v.predavaču Marku Ožuri na iskazanom razumijevanju, strpljenju, ljubaznosti i stručnosti tijekom izrade završnog rada, kao i tijekom cijelog mog školovanja.

Hvala mojoj obitelji i djevojci Karli na bezuvjetnoj podršci, razumijevanju i ljubavi tijekom cijelog studija.

## SAŽETAK

Buka je jedan od ozbiljnih suvremenih problema s kojima se danas suočava čovjek, s obzirom na visoku razinu urbanizacije i mobilnosti građana. Jedan od načina rješavanja problema buke je jačanje i primjena zakonskih propisa koji točno određuju dopuštenu razinu buke za pojedino područje. Osim zakonskih propisa za zaštitu od buke, postoje zakonske norme standarda koje se primjenjuju u području zaštite od buke: HRN ISO 1996-1 i HRN ISO 1996-2. Veliku odgovornost za zaštitu radnika snosi poslodavac koji mora dobro poznavati opasnosti i mjere zaštite na radu, kao i štetnosti. Cjelokupni proces zaštite na radu temelji se na otklanjanju, sprječavanju i smanjenju štetnosti. Praktični dio rada odnosi se na mjerenje buke uz pomoć aplikacija i Metrel instrumenta. U analizu je uključen šumarski kamion s dizalicom, te je na tri mjesta izvršena analiza mjerenja buke na toj dizalici u skladu sa zakonskim propisima koji se odnose na sigurnost i zaštitu na radu. U radu je provedeno mjerenje s dvije aplikacije i bukomjerom za prazni hod i pri radu (kamionske dizalice) van djelokruga stroja (cca. 10m) u trajanju od 1 min, mjerenje na stolici dizaličara, te mjerenje uz stroj na visini uha osobe koja stoji između kamiona i prikolice, na udaljenosti od 1 metra. Uspoređivanjem bukomjera Metrel Multinorm MI 6201 i mobilnih aplikacija (Sound Meter i Mjerač zvuka) utvrđeno je da postoje pojedina odstupanja u mjerenju. Rezultati mjerenja pokazali su da aplikacija Mjerač zvuka pokazuje nižu razinu buke u odnosu na bukomjer, što ne ulijeva baš povjerenje u ovu aplikaciju već kod prvih mjerenja.

**Ključne riječi:** Iskorištavanje šuma, šumarski kamion, dizalica, buka, instrumenti

## ABSTRACT

Noise is one of the serious modern problems that people face today, given the high level of urbanization and mobility of citizens. One way to solve the noise problem is to strengthen and apply legal regulations that accurately determine the permitted noise level for a particular area. In addition to legal regulations for noise protection, there are legal norms of standards that are applied in the field of noise protection: HRN ISO 1996-1 and HRN ISO 1996-2. A great responsibility for the protection of workers lies with the employer, who must be well aware of the dangers and safety measures at work, as well as the harmful effects. The entire process of occupational safety is based on elimination, prevention and reduction of harm. The practical part of the work refers to noise measurement with the help of applications and the Metrel instrument. A forestry truck with a crane was included in the analysis, and an analysis of the noise measurement on that crane was performed at three locations in accordance with legal regulations related to safety and protection at work. In the work, a measurement was carried out with two applications and a sound level meter for idling and during operation (truck cranes) outside the scope of the machine (approx. 10m) for a duration of 1 min. truck and trailer, at a distance of 1 meter. By comparing the Metrel Multinorm MI 6201 sound meter and mobile applications (Sound Meter and Sound Meter), it was determined that there are some deviations in the measurement. The results of the measurements showed that the Sound Meter application shows a lower noise level compared to the sound level meter, which does not really inspire confidence in this application even with the first measurements.

**Key words:** Forest exploitation, forestry truck, crane, noise, instruments

**SADRŽAJ**

<b>ZADATAK ZAVRŠNOG RADA .....</b>	<b>I</b>
<b>PREDGOVOR .....</b>	<b>II</b>
<b>SAŽETAK .....</b>	<b>III</b>
<b>1. UVOD .....</b>	<b>1</b>
1.1. Općenito o iskorištavanju šuma .....	2
1.2. Načini izvoženja .....	6
<b>2. OPĆENITO - BUKA .....</b>	<b>9</b>
2.1. Opasnosti i mjere zaštite na radu .....	10
2.2. Profesionalne bolesti i štetnosti .....	12
<b>3. PRAVNI PROPISI .....</b>	<b>16</b>
3.1. Zakon o zaštiti od buke .....	16
3.2. Pravilnik za zaštitu od buke .....	17
3.3. Norme zaštite od buke .....	22
<b>4. OPIS RADA KAMIONSKOG SKUPA .....</b>	<b>23</b>
<b>5. NAČINI MJERENJA BUKE .....</b>	<b>25</b>
5.1. Opis instrumenata – 1. Aplikacija: Sound Meter .....	25
5.2. Opis instrumenata – 2. Aplikacija: Mjerač zvuka .....	26
5.3. Bukomjer Metrel Multinorm MI 6201 .....	27
<b>6. REZULTATI I RASPRAVA .....</b>	<b>29</b>
6.1. Tablice mjerenja .....	29



6.2. Usporedba instrumenta i aplikacija .....	35
<b>7. ZAKLJUČAK .....</b>	<b>37</b>
<b>8. LITERATURA .....</b>	<b>39</b>
<b>9. PRILOZI .....</b>	<b>43</b>
9.1. Popis tablica: .....	43
9.2. Popis slika:.....	44
9.3. Popis grafikona:.....	45

## 1.UVOD

Današnji svijet suočava se svakodnevno s bukom. Kako bi se osigurala što kvalitetnija zaštita građana od buke, postrožena je zakonska regulativa uz odgovarajući broj zakonskih propisa. U radu je ukratko opisano iskorištavanje šuma, te načini izvoženja. Osim opisa iskorištavanja šuma, općenito je pojašnjena buka. Uz buku često se nadovezuju različite opasnosti, pa su iz toga razloga uspostavljene mjere zaštite na radu. Svrha tih mjera je zaštita i dobrobit zdravlja čovjeka. Ljudi koji rade u prostorima u kojima je veća razina buke u odnosu na normalnu, mogu imati zdravstvenih problema. Time se razvija opasnost za razvoj profesionalnih bolesti. Osim teorijskog dijela ovaj završni rad upotpunjen je praktičnim dijelom. Praktični dio rada odnosi se na provedenu analizu mjerenja na tri različite lokacije uz opis jednog Metrel instrumenta koji ima funkciju, između ostalog mjerenja izolacije između L-N, N-PE i L-PE, te dvije različite aplikacije (Sound Meter i Mjerač zvuka).

Cilj rada je analiza mjerenja buke na šumarskom kamionu s dizalicom na tri mjesta uz teorijska pojašnjenja o zaštiti od buke.

Podaci koji su korišteni u obradi tematike završnog rada prikupljeni su iz stručne i znanstvene literature, te službenih stranica Ministarstva zdravstva i IUS INFO Portala.

Metode koje su korištene u prikupljanju podataka su metoda deskripcije, analize, sinteze, desk istraživanje i metode mjerenja. U svrhu provedbe mjerenja korištene su dvije različite aplikacije (Sound Meter i Mjerač zvuka), te bukomjer. Cilj je utvrditi mjerenje pri praznom hodu i pri radu, van djelokruga stroja (cca. 10m), na stolici dizaličara i uz stroj na visini uha osobe koja stoji između kamiona i prikolice, na udaljenosti od 1m, u trajanju od 1 min.

## 1.1. Općenito o iskorištavanju šuma

Sukladno međunarodnim šumarskim statističkim podacima, Eurostat primjenjuje klasifikacijski sustav koji je uspostavila Organizacija za hranu i poljoprivredu Ujedinjenih naroda i daje se sljedeća definicija: „Šumom se smatra zemljište veće od 0,5 hektara čija je pokrivenost drvećem veća od 10 %.“. [1]

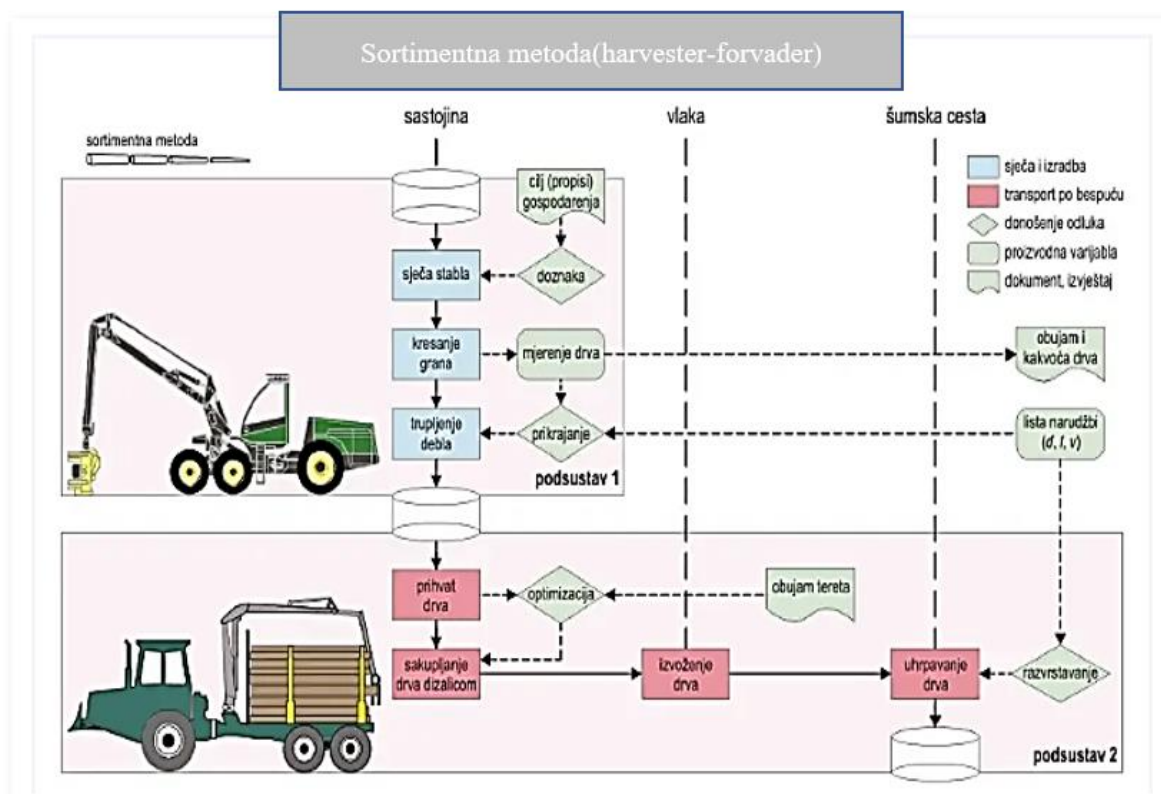
Autorica Matulec (2012) pružila je definiciju šume: „Šume se smatraju najsloženijim ekosustavom u svijetu koji je pokazatelj negativnih promjena u okolišu izazvanih ljudskim djelatnostima“. [2]

Na stranicama Enciklopedija hr, pojmovno je određeno i opisano značenje iskorištavanja šuma. Iskorištavanje šuma je u biti eksploatacija šuma, te rad u šumi koji obuhvaća izradbu, iznošenje, tovarenje drvnih sortimenata uključujući sve potrebne prethodne radove u gospodarenju šumama. U pozitivnom smislu iskorištavanje šuma istoznačnica je za održivo gospodarenje šumom, ali u negativnom značenju odnosi se na štetan način iskorištavanja šuma (nekontrolirana i nestručna sječa šuma na velikim površinama), a to znači da se ne vodi briga o održivom gospodarenju, očuvanju stabilnosti i bioraznolikosti šuma. [3]

FAO sistematika razlikuje pet sustava iskorištavanja šuma:

1. Sortimentni sustav (engl. *Cut-to-length system*) s transportom drveta kraćih dužina.
2. Deblovni sustav (engl. *Tree length system*) s transportom neobrađenih debala.
3. Stablovni sistem (engl. *Full tree system*) s transportom cijelih okresanih stabala.
4. Sustav cijelih stabala (engl. *whole tree system*) s transportom cijelih stabala sa krošnjom.
5. Sustav kompletnih stabala (engl. *Complete tree system*) transport cijelih stabala sa krošnjom i korijenom. [4]

Primjerice, sistematika iskorištavanja šuma uz pomoć sortimentne metode slikovno je prikazana na slici 1.

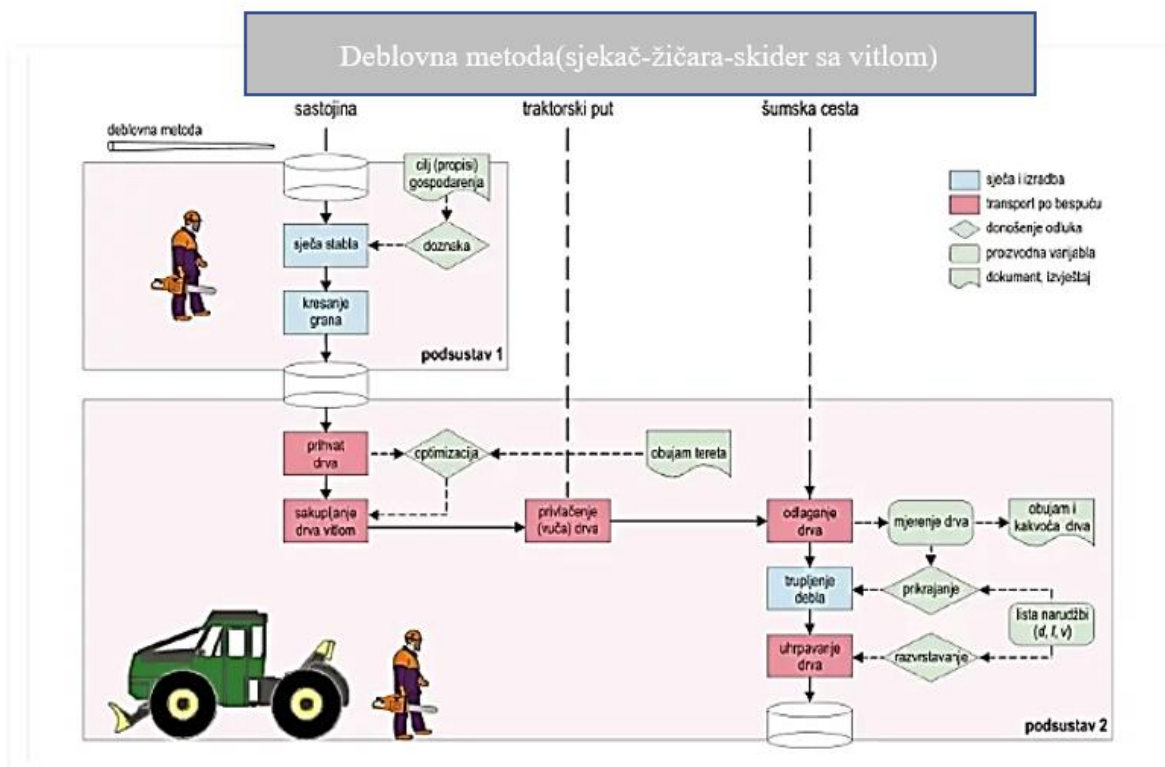


Slika 1. Prikaz sortimentne metode iskorištavanja šuma

(izvor: <https://www.scribd.com/doc/303597910/Sistemi-Iskoristavanja-Suma>)

Slika 1. prikazuje sortimentni sustav iskorištavanja šuma u kojem je sastojina: sječa stabla, kresanje grana, trupljenje debela. Sječa šuma odvija se uz opis doznake, dok kresanja grana odvija se uz mjerenje drveta, a trupljenje debela odvija se uz prikrajanje. Sve ove prethodno navedene aktivnosti odnose se na rad u podsustavu jedan, dok rad u podsustavu broj dva odnosi se na prihvata drva što znači optimizaciju, te sakupljanje drva dizalicom. Nakon toga, slijedi izvoženje drva i uhrpavanje drva uz aktivnost razvrstavanja. Sortimentna metoda predstavlja djelomično mehanizirani sustav iskorištavanja šuma.

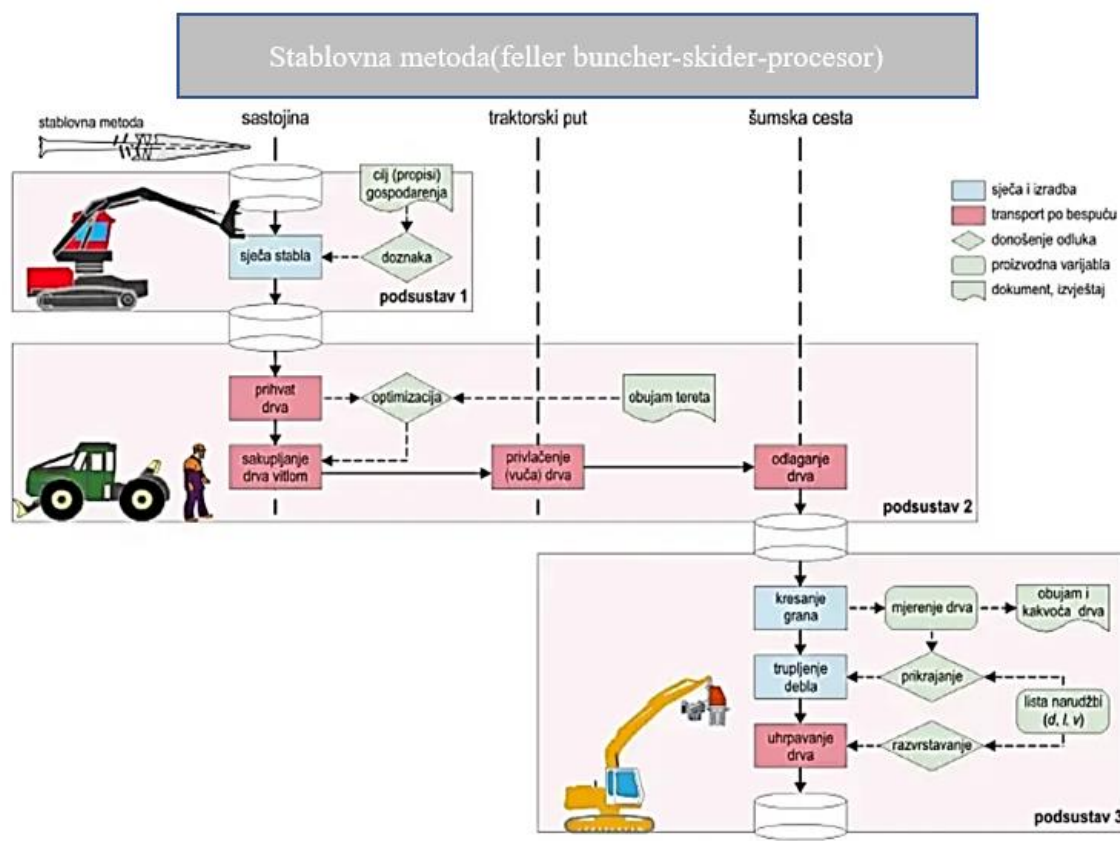
U nastavku slijedi prikaz deblovne metode (slika 2.)



Slika 2. Prikaz deblodne metode

(izvor: <https://www.scribd.com/doc/303597910/Sistemi-Iskoristavanja-Suma>)

Slika 2. omogućuje grafički prikaz iskorištavanja šume uz pomoć deblodne metode u kojem se sastojina odnosi na sječu stabla i kresanje grana, s tim da se kod sječe stabala radi doznaka. Sječa stabala i kresanje grana čine podsustav broj jedan koji se značajno razlikuje od podsustava broj jedan kod sortimentne metode jer se u sortimentnoj metodi radi trupljenje debala. Podsustav dva sastoji se od prihvata drva, sakupljanja drva vitlom, te time dolazi do privlačenja i odlaganja drva. Tek nakon ovih aktivnosti slijedi mjerenje drva, prikrajanje i razvrstavanje. Za razliku od prethodne metode, deblodna metoda omogućuje analizu obujma i kakvoće drva, te se radi lista narudžbi. Inače, deblodna metoda predstavlja djelomično mehanizirani sustav iskorištavanja šuma: značajan je za neotvorene brdske i planinske šume, ali i situacije kada se mora odmah, bez obzira na troškove intervenirati na velikim površinama (kalamiteti štetnika i sanacija vjetroizvala i sl.). [4]



Slika 3. Prikaz stablovne metode

(izvor: <https://www.scribd.com/doc/303597910/Sistemi-Iskoristavanja-Suma>)

Treća metoda koja je predstavljena je stablovna metoda. Pod sastojinu spada sječa stabala uz gospodarenje i doznaku stabala, a isto čini podstava broj jedan. Podstava broj dva uključuje prihvata drva, sakupljanje drva vitlom, pri čemu se radi optimizacija procesa, zatim privlačenje (vuča) drva i odlaganje drva. Međutim, stablovna metoda ima podstava broj tri koji je po svim vidljivim segmentima najsloženija razina podstava. Dakle, u trećoj razini podstava kresanje grana ima dodatne aktivnosti, a to su mjerenje drva (znači kakvoća i obujam drva), trupljenje debila (pikrajanje), te uhrpavanje i razvrstavanje koje vodi k izradi liste za narudžbu.

U usporedbi tri prethodno opisane metode iskorištavanja šuma, vidljivo je da je deblovna metoda složenija u podstavu broj dva za razliku od sortimentne metode iskorištavanja šume. Međutim, najsloženija metoda je stablovna metoda jer ima tri razine iskorištavanja šume i posebno, jer je treća razina veoma složena pogotovo u pitanju kresanja grana.

## 1.2. Načini izvoženja

Izvozni putovi i uzgojne staze rade se iz organizacijskih razloga. Svrha osnivanja izvoznih putova je unaprijed odrediti trase izvoza radi jednostavnijeg i učinkovitijeg izvoženja drvnoga materijala, ali i da samo na njih budu ograničena oštećenja tla pri budućem izvoženju drva, dok se ostatak sastojine nastoji sačuvati u što boljem i ako je moguće u netaknutom stanju. Ako se tijekom izvoženja tlo na trasama putova značajnije ošteti, sanacija je relativno jednostavna i moguće ju je obaviti dozerom, bagerom ili traktorom sa specijaliziranim priključkom, dok je to u sastojini bez putova jako teško napraviti. [5]

Mreža budućih izvoznih putova i uzgojnih staza osniva se nakon dovršnoga sijeka u mladoj sastojini neposredno prije provedbe prvoga uzgojnoga zahvata, bilo njege pomlatka, bilo popunjavanja dijelova pomladne površine sadnicama (do tri godine nakon dovršnoga sijeka) [5].

Jedan od načina izvoženja je izvoženje uz pomoć traktorskih skupova pri izvoženju drva iz proreda nizinskih šuma. Također, traktorski skup je jeftinije vozilo od specijaliziranih šumskih vozila – forvardera, što utječe na smanjenje troška po jedinici proizvoda. Uočeno je da je jedan od glavnih problema kod proučavanja šumskih traktorskih skupova postavljanje što boljih uvjeta da se drvo ne vuče po podlozi već se izvozi na kotačima (manji otpor) i zbog što manjeg oštećivanja tla, postojećih stabala i samog pomlatka, da se strojem što manje ulazi u sastojinu, a što više kreće postojećim i/ili novonačinjenim prosjekama [6].

U nastavku slijedi prikaz izgleda traktorskog skupa (slika 4).



Slika 4. Traktorski skup (ekipaža) „Pionir“  
(izvor: <http://hrast.sumfak.hr/~nms/v30/01-susnjar.pdf>)

Na temelju dosad stečenih iskustava u uporabi traktorskih skupova donesene su preporuke za temeljna obilježja traktorskog skupa [7] : nosivost poluprikolice 6 tona, traktor snage oko 60 kW, hidraulična dizalica neto podiznoga momenta  $> 40$  kNm, isti trag kotača traktora i poluprikolice. Danas su često u upotrebi poljoprivredni traktori Belarus 920 i Belarus 950 umjesto traktora Steyer. Inače, spominje se i traktorski skup izvoženja pod nazivom Formet u kojem je potpuno ostvarena težnja da vozilo ne ulazi u sastojinu, već da se kreće po izvoznim pravicima (prosjekama), a drvo koje nije u doseg dizalice dohvaća se privitlavanjem pomoću dvobubanjskog vitla. [8]

U doktorskoj disertaciji Stankić (2010) urađeno je istraživanje izvoženja drva forvarderima. Istraživanje je bilo primjenjivo na području hrvatskih nizinskih šuma. Forvarderi su samopogonjena vozila namijenjena pomicanju stabala ili njegovih dijelova izvozeći ih utovarene u tovarnom prostoru vozila s područja šumskog bespuća do šumske ceste. Rezultati istraživanja pokazali su da dominantni utjecajni čimbenici izvoženja su: srednja udaljenost privlačenja, nosivost podloge (tla), obujam prosječnog komada oblovine u tovaru, sječna gustoća, te vrsta forvardera. [9]





Slika 5. Prikaz kretnosti i djelotvornosti forvadera

(izvor: <https://pixabay.com/images/search/forestry%20machinery/>)

Analiza okolišne pogodnosti primjernoga forvadera (slika 5.) temelji se na vrijednostima nominalnoga tlaka na podlogu prednjih i stražnjih kotača vozila ovisno o masi utovarenoga drva, te opremljenosti vozila užim i širim gumama, odnosno opremljenosti kotača stražnje osovine gusjenicama, te gornjom granicom dopuštenoga opterećenja tla (60 kPa) ograničene nosivosti koja prevladava u vrijeme sječe glavnoga prihoda drva hrvatskih nizinskih šuma. [10]

## 2. OPĆENITO - BUKA

Svake godine obilježava se Međunarodni dan osviještenosti o buci (engl. "International Noise Awareness Day" - INAD), u svim zemljama u svijetu. Obilježava se posljednju srijedu u mjesecu travnju. [11]

Buka je svaki zvuk koji može prouzročiti uznemirenje, nelagodnost i psihološku napetost osobi koja joj je izložena. Buka se mjeri na skali decibela, koja je logaritamska skala, temeljena na omjeru u odnosu na referentnu vrijednost (20 mikropaskala). Razina zvučnog tlaka ( $L_p$ ) u decibelima, koja odgovaraju zvučnom tlaku,  $p$ , izražava se kao:  $L_p = 10 \log_{10} (p/p_0)^2 = 20 \log_{10} (p/p_0)$  gdje je  $p_0$  referentni zvučni tlak od 20 mikropaskala ( $\mu\text{Pa}$ ). [12]

Buka se prema vremenskom toku dijeli na:

- Trajnu - razina zvučnog vala i frekvencija konstantni su tijekom vremena, te karakteriziraju kontinuiranu buku. Ova buka ne varira više od 5 dB tijekom detekcije (npr. ventilator)
- Isprekidana - ako dolazi do promjene razine zvučnog vala i frekvencije, radi se o isprekidanoj buci. Ona je ponavljajuća i traje duže od sekunde s prekidima dužim od sekunde (npr. ekscentrična preša, zubarska bušilica i sl.)
- Impulsna - zvučni događaj kratkog trajanja i relativno visokog zvučnog tlaka. Opisuje ju promjena veća od 40 dB unutar 0,5 sekundi, a primjer je eksplozija bombe ili pucanj iz pištolja.

Na službenim stranicama Ministarstva zdravstva skrenuta je pozornost na to koliko je važna spoznaja o utjecaju buke na zdravlje čovjeka. Buka može dvostruko štetno djelovati na čovjeka: oštećenjem sluha i poticanjem stresa.

Dakle, utjecaj buke može biti direktan ili indirektan, pri čemu čovjek počinje osjećati umor, slabije razumije sugovornika, slabi mu koncentracija. [11]

## 2.1. Opasnosti i mjere zaštite na radu

Dugotrajno izlaganje prekomjernoj buci može uzrokovati nepopravljivo oštećenje sluha. Opasnostima od buke na radnom mjestu mora se učinkovito upravljati kako bi se uklonili ili minimizirali rizici povezani s bukom. Opasnosti su svi uvjeti na radu i u vezi s radom, koji mogu ugroziti sigurnost i zdravlje radnika i osoba na radu. [13]

Zaštita na radu (ZNR) je sustav pravila, mjera, postupaka i aktivnosti, čijom se organiziranom primjenom stvaraju uvjeti rada bez opasnosti za život i zdravlje. [14]



Slika 6. Prikaz način organizacije i provedbe ZNR [14]

(izvor: Kovačević, I.. 2021. Priručnik za polaznike temeljnog tečaja osnove zaštite na radu

Dostupno na:

[https://mpu.gov.hr/UserDocsImages//dokumenti/Zatvorski%20sustav/Centar%20za%20izobrazbu/Temeljni%20te%C4%8Daj//Za%C5%A1tita%20na%20radu\\_n.pdf](https://mpu.gov.hr/UserDocsImages//dokumenti/Zatvorski%20sustav/Centar%20za%20izobrazbu/Temeljni%20te%C4%8Daj//Za%C5%A1tita%20na%20radu_n.pdf)

Slika 6. omogućuje prikaz na koji način je organizirana i kako se provodi zaštita na radu. Proces može provoditi sam poslodavac ako ima zaposleno do 49 zaposlenika.

Pri tome, poslodavac se mora pridržavati Pravilnika o obavljanju ZNR. Druga osoba u procesu je ovlaštena osoba koju određuje poslodavac, čija je zadaća provođenje zaštite na radu uz objektivne i opravdane razloge. Treća osoba u procesu organizacije i provođenja zaštite na radu jesu njezini stručnjaci. Poslodavac koji ima zaposleno do 49 radnika potreban mu je jedan stručnjak zaštite na radu za provedbu poslova. Koji ima od 50-249 radnika, mora imati najmanje dva stručnjaka. Poslodavac koji ima od 250-500 radnika, mora imati zaposleno više stručnjaka zaštite na radu u poduzeću. Odbor Zaštite na radu se osniva kada poslodavac ima zaposleno više od 50 radnika. Samo u iznimnim situacijama, osniva se ako je manje od 50 radnika.

Glede hijerarhije zaštitnih mjera, postoji redoslijed implementacije pravila zaštite na radu prema djelotvornosti. Radi se o eliminaciji rizika, zamjeni s manje opasnim, izolaciji procesa (to su u biti tehničke mjere zaštite) i na kraju, radi se o uporabi osobnih zaštitnih sredstava i opreme [15].

Opća načela prevencije pri zaštiti na radu koje mora provoditi svaki poslodavac u poslovnoj organizaciji su: izbjegavanje rizika, procjena rizika, sprječavanje rizika na izvoru, prilagođavanje rada radnicima (oblikovanje radnog mjesta, izbor opreme, način rada i drugo), prilagodba suvremenom napretku na području tehnologije, zamjena opasnog neopasnim, implementacija politike prevencije, odgovarajuće usavršavanje i informiranje radnika, te implementacija besplatnih mjera zaštite na radu za radnike u jednoj poslovnoj organizaciji. [15]

Nadalje, osnovna pravila zaštite na radu tiču se: zaštite od mehaničke opasnosti, zaštite od električne struje, sprječavanju nastanka požara, osiguranju radne površine, osiguranju potrebnih puteva za prolaz, osiguranju čistoće, osiguranje propisane rasvjete, zaštiti od buke i vibracija, zaštiti od štetnih klimatskih utjecaja, zatim zaštite od kemijskih, bioloških, te fizikalnih štetnih djelovanja. Napomena je da osnovna pravila zaštite na radu imaju prednost u odnosu na posebna pravila zaštite na radu.

Posebna pravila zaštite na radu obuhvaćaju zahtjeve glede dobi, spola, razine stručne spreme i drugih oblika usavršavanja, zdravstvenog stanja i drugo. [15]

## 2.2. Profesionalne bolesti i štetnosti

Profesionalna bolest je bolest uzrokovana izloženošću štetnosti na radnome mjestu.

Da bi se bolest proglasilo profesionalnom, medicinski i pravno tretiralo kao takvu, bitno je dokazati uzročno-posljedičnu vezu između izloženosti postojećoj profesionalnoj štetnosti i bolesti koju je radnik razvio. [16]

Profesionalne bolesti smatraju se jednim od glavnih zdravstvenih problema radno-aktivne populacije u svijetu. Međutim, problem je taj što profesionalna bolest ostaje u nekoj vrsti pozadine kada se spominju industrijske nesreće, koje svojim naglim nastankom, dramatičnim scenarijima i velikim brojem žrtava privlače pozornost javnosti i medija, iako u usporedbi s njima profesionalne bolesti, i prema najnovijim podacima, svake godine sustavno odnose čak do 6 puta više ljudskih života. [17]

U suglasnosti sa Strateškim okvirom EU-a za područje sigurnosti i zaštite zdravlja na radu 2014. – 2020., jedan je od prioriteta EU-OSHA-e doprinos sprječavanju bolesti povezanih s radom. Cilj je ne samo unaprijediti kvalitetu života radnika, već i reducirati troškove bolesti i smrtnih slučajeva povezanih s radom. Statistički pokazatelji o broju profesionalnih bolesti radnika (2,4 milijuna smrtnih slučajeva u svijetu, od čega je 200 000 slučajeva u Europi. [18].

Prema listi koje je objavila Europska agencija za sigurnost i zaštitu na radu, navedene su bolesti: poremećaji mišićno-koštanog sustava, poremećaji psihičkog zdravlja, stres, rak povezan s radom, kožne bolesti i bolesti povezane s radom uzrokovane biološkim štetnostima. [18]

Zadaci na radnom mjestu mogu uzrokovati ili pogoršati brojne oblike bolesti, uključujući rak, poremećaje dišnog sustava, kardiovaskularne bolesti, kožne bolesti, poremećaje mišićno-koštanog sustava i poremećaje psihičkog zdravlja. Uočeno je da određena izlaganja na radnom mjestu pridonose razvoju ili napredovanju bolesti,

uključujući fizičke čimbenike, vibracije, buku, ručno podizanje i rad koji uključuje dugotrajno sjedenje.

Bolesti vezane uz rad uzrokovane su s više čimbenika, a zanimanje je samo jedan od njih. Rad, odnosno radni uvjeti mogu pogoršati već postojeću bolest, čiji uzrok ne mora biti vezan uz rad. Životne navike se mogu također povezati s profesionalnim čimbenicima za razvoj bolesti (npr. kombinirani učinci na jetru i mozak zbog konzumacije alkohola).

Poslodavac ne smije dopustiti obavljanje poslova s posebnim uvjetima rada radniku koji ne ispunjava uvjete propisane posebnim propisom.

Posebno osjetljive skupine kojima je poslodavac obavezan osigurati posebnu zaštitu na radu su: maloljetni radnici, trudnice, radnice, nedavne rodilje, dojilje, radnici oboljeli od profesionalne bolesti, te radnici kod kojih je utvrđena smanjena radna sposobnost [19].

Također, obavezno je provoditi posebnu zaštitu na radu za radnike kod kojih je utvrđeno oboljenje od profesionalne bolesti, kojima je nadležno tijelo za vještačenje prema posebnom propisu utvrdilo smanjenu radnu sposobnost. [19]

Štetnosti su kemijske, biološke i fizikalne, koje mogu uzrokovati oštećenje zdravlja radnika i osoba na radu koji su im izloženi. (Slika 7.)



Slika 7. Vrste štetnosti

(izvor: Jurjević, D., 2014: Sigurnost na radu, Rijeka: Biblioteka Zaštita na radu  
Dostupno na: [https://www.biotech.uniri.hr/files/Broura\\_Sigurnost\\_na\\_radu\\_-\\_STUDENTI.pdf](https://www.biotech.uniri.hr/files/Broura_Sigurnost_na_radu_-_STUDENTI.pdf))

Na temelju Slike 7. i navedenih vrsta štetnosti, poslodavac ima obvezu procjene rizika i osiguranja zdravlja, te sigurnosti onim radnicima koji su izloženi fizikalnim, kemijskim i biološkim štetnim djelovanjima na radu (radni okoliš). [19]

Pri izloženosti kemijskim štetnostima, poslodavac u suglasnosti s procjenom rizika, primjenjuje pravila zaštite na radu. Opasne kemikalije poslodavac smije upotrijebiti samo ako ne može iste radne rezultate postići primjenom bezopasnih kemikalija. Isto tako, obveza je poslodavca da koncentracija opasnih kemikalija koje djeluju u obliku plinova, para, prašina i aerosola, na mjestima rada i u njihovom okruženju bude što niža i ispod granične vrijednosti izloženosti. Također, vrlo bitna obveza poslodavca je pravilno pakiranje i označavanje kemikalija.

Pravila zaštite na radu pri biološkim štetnostima primjenjuju se sljedećim redoslijedom:

- 1) ako opis posla, odnosno aktivnost to dopušta, mora izbjegavati upotrebu biološke štetnosti
- 2) ako ne može izbjeći upotrebu biološke štetnosti ili je ne može nadomjestiti čimbenikom koji nije štetan, osigurati upotrebu čimbenika koji je manje štetan za zdravlje i sigurnost radnika
- 3) ako primjena navedenih pravila nije tehnički moguća, potrebno je smanjiti broj izloženih radnika
- 4) ako se ne može postići zadovoljavajuća zaštita zdravlja radnika, osigurati da radnici koriste propisanu osobnu zaštitnu opremu, te da poduzimaju propisane higijenske mjere [19]



### 3. PRAVNI PROPISI

Direktiva 2002/49/EZ o procjeni i upravljanju bukom okoliša i Zakon o zaštiti od buke („Narodne novine“, broj 30/09, 55/13, 153/13 i 41/16) predstavljaju instrumente koji osiguravaju adekvatnu zaštitu stanovništva od štetnih utjecaja buke, a također imaju i snažan utjecaj na informiranje javnosti o buci okoliša. [11]

U nastavku detaljnije se opisuju zakonska regulativa vezana za zaštitu od buke.

#### 3.1. Zakon o zaštiti od buke

Zakon o zaštiti od buke (NN 30/09, 55/13, 153/13, 41/16, 114/18, 14/21) navodi da ocjenjivanje je svaka metoda za izračunavanje, predviđanje, procjenjivanje ili mjerenje vrijednosti indikatora buke ili s njim povezanog štetnog učinka, pri čemu postoje četiri različite oznake koje će se detaljnije obraditi u Pravilniku o zaštiti od buke, a to su [20]:

1.  $L_{den}$  (indikator buke za dan-večer-noć) je indikator buke za ukupno smetanje bukom
2.  $L_{day}$  (indikator dnevne buke) je indikator buke za vremensko razdoblje 'dan'
3.  $L_{evening}$  (indikator večernje buke) je indikator buke za vremensko razdoblje 'večer'
4.  $L_{night}$  (indikator noćne buke) je indikator buke koja uzrokuje poremećaj sna za vremensko razdoblje 'noć'.

U Čl 3., Zakona o zaštiti od buke (NN 30/09, 55/13, 153/13, 41/16, 114/18, 14/21) mjere zaštite od buke služe za sprječavanje nastajanja emisije prekomjerne buke, odnosno smanjivanje postojeće buke na dopuštenu razinu. [20] U Čl. 4., Zakona o zaštiti od buke (NN 30/09, 55/13, 153/13, 41/16, 114/18, 14/21) tijela državne uprave, jedinice lokalne i regionalne samouprave, pravne i fizičke osobe obvezni su provoditi zaštitu od buke, odnosno poštivati zakonske odredbe propisane u Zakonu o zaštiti od buke, te se zaštita od buke provodi 24 sata na dan (Čl. 5). Primjerice, u Čl. 6 Zakona stoji da korištenje elektroakustičkih i akustičkih uređaja na otvorenom u objektima registriranim za obavljanje ugostiteljske djelatnosti dopušteno je najdulje do 24 sata,

osim ako nije drugačije određeno, ali ne smije prelaziti najviše dopuštene razine buke sukladno pravilniku kojim su propisane najviše dopuštene razine buke na otvorenom prostoru. Slijedi analiza Pravilnika za zaštitu od buke.

### 3.2. Pravilnik za zaštitu od buke

Osim Zakon o zaštiti od buke, u postojeću zakonsku regulativu uklopljen je Pravilnik koji se tiče dopuštenih razina buke s obzirom na vrijeme i mjesto. Dakle, na temelju Zakona o zaštiti od buke („Narodne novine“ , br. 30/09, 55/13, 153/13, 41/16, 114/18 i 14/21) [20] donijelo je Pravilnik o najvišim dopuštenim razinama buke obzirom na vrstu izvora buke, vrijeme i mjesto nastanka. [21]

U Čl. 1 Pravilnika propisuju se najviše dopuštene razine buke obzirom na vrstu izvora buke, vrijeme i mjesto nastanka. U Članku 2. pojašnjava se da izvor buke može biti svaki stroj, uređaj, instalacija, postrojenje, tehnološki postupak, cestovni promet, željeznički promet, zračni promet, vodni promet, kao i buka industrijskih pogona i postrojenja, elektroakustički uređaj za emitiranje glazbe i govora. Izvorima buke smatraju se i cjeline kao nepokretni i pokretni objekti, te otvoreni i zatvoreni prostori za rekreaciju, igru, ples, predstave, koncerte, slušanje glazbe i sl.

Slijedi tablični opis najveće dopuštene ocjenske razine buke za različite zone buke, počevši od zone zaštićenih tihih područja koja služe za odmor do zona gospodarske djelatnosti.

Tablica 1. Najviše dopuštene ocjenske razine buke LR,Aeq / dB(A)

Zona buke	Namjena prostora	Lday	Levening	Lnight	Lden
1	Zona zaštićenih tihih područja namijenjena odmoru i oporavku uključujući nacionalni park, posebni rezervat, park prirode, regionalni park, spomenik prirode, značajni krajobraz, park-šuma, spomenik parkovne arhitekture, tiha područja izvan naseljenog područja	50	45	40	50

2	Zona namijenjena stalnom stanovanju i/ili boravku, tiha područja unutar naseljenog područja	55	55	40	56
3	Zona mješovite, pretežito stambene namjene	55	55	45	57
4	Zona mješovite, pretežito poslovne namjene sa stanovanjem, sa povremenim stanovanjem, pretežito poljoprivredna gospodarstva	65	65	50	66
5	Zona gospodarske namjene pretežito zanatske. Zona poslovne pretežito uslužne, trgovačke, te trgovačke ili komunalno-servisne namjene. Zona ugostiteljsko turističke namjene uključujući hotele, turističko naselje, kamp, ugostiteljski pojedinačni objekti s pratećim sadržajima. Zone sportsko rekreacijske namjene na kopnu uključujući golf igralište, jahački centar, hipodrom, centar za zimske sportove, teniski centar, sportski centar - kupališta. Zone sportsko rekreacijske namjene na moru i rijekama uključujući uređena kupališta, centre za vodene sportove. Zone luka nautičkog turizma uključujući sidrište, odlagalište plovni objekata, suha marina, marina.	65	65	55	67
6	Zona gospodarske namjene pretežito proizvodne industrijske djelatnosti. Zone morskih luka državnog značaja na bitne djelatnosti, zone morskih luka osobitog međunarodnog gospodarskog značaja, zone morskih luka županijskog značaja. Zone riječnih luka od državnog i županijskog značaja.	Razina buke koja potječe od izvora buke unutar ove zone, a na granici s najbližom zonom 1, 2, 3 ili 4 u kojoj se očekuju najviše misijske razine buke, buka ne smije prelaziti dopuštene razine buke na granici zone 1, 2, 3 ili 4.			

(izvor: Pravilnik o najvišim dopuštenim razinama buke s obzirom na vrstu izvora buke, vrijeme i mjesto nastanka, (NN 143/2021). Dostupno na: [https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2021\\_12\\_143\\_2454.html](https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2021_12_143_2454.html))

Sukladno podacima koji su objavljeni u Tablici 1, u prvoj zoni koja je namijenjena odmoru i rehabilitaciji, s tim da se tu radi o nacionalnim parkovima, rezervatima, parkovima prirode, spomenicima parkovne arhitekture i drugo, uočeno je da najveća dopuštena ocjenska razina je kroz dan ( $L_{day}$ , 50).

Druga zona čine stambeni prostori i pri tome uočena je najveća dopuštena ocjenska razina buke za kategoriju Lden.

Zona namijenjena stalnom stanovanju i/ili boravku, tiha područja unutar naseljenog područja (Lden 56).

Treću zonu čine prostori mješovite stambene namjene s najvećom dopuštenom razinom (Lden 57).

Peta zona ima više kategorija u koju spadaju: zgrade u kojima se obavljaju različite djelatnosti kao što su uslužne djelatnosti, djelatnosti rekreacije, kampiranje, usluge nautičkog turizma i drugih oblika sporta i pri tomu je najveća dopuštena ocjenska razina buke kod Lden (67).

Zadnja, šesta zona odnosi se na zone gospodarske namjene pretežito proizvodne industrijske djelatnosti, uz napomenu da razina buke koja potječe od izvora buke unutar ove zone, a na granici s najbližom zonom 1, 2, 3 ili 4 u kojoj se očekuju najviše misijske razine buke. Prethodno je pojašnjena buka u vanjskom prostoru, slijedi tablični prikaz i opis najviše dopuštene ocjenske razine buke u otvorenom prostoru (Tablica 2).

Tablica 2. Razine najviše dopuštene ocjenske razine buke u otvorenom prostoru

Vremensko razdoblje	Najviše dopuštene ocjenske razine buke LReq / dB(A) po zonama Tablice 1. iz članka 4. ovoga Pravilnika				
	1	2	3	4	5
dan	30	35	35	40	40
večer	27	30	30	35	35
noć	25	25	25	30	30

(izvor: Pravilnik o najvišim dopuštenim razinama buke s obzirom na vrstu izvora buke, vrijeme i mjesto nastanka, (NN 143/2021). Dostupno na: [https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2021\\_12\\_143\\_2454.html](https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2021_12_143_2454.html))

Sukladno, čl. 7., Pravilnika o najvišim dopuštenim razinama buke s obzirom na vrstu izvora buke, vrijeme i mjesto nastanka, te dijelu koji se odnosi na buku u zatvorenim prostorima, ove razine vrijede za zatvorene prozore i vrata prostorija, te se koriste za projektiranje zaštite od buke građevine s boravišnim prostorima. Tablica 2. ukazala je na to da je najviše dopuštene ocjenske razine buke  $L_{Req}$  / dB(A) po zonama tijekom dana. Nadalje, prema Čl. 9. Pravilnika, najviše dopuštene ocjenske standardizirane razine buke  $L_{AFmax,nT}$  koje se u zatvorenim boravišnim prostorijama javljaju kao posljedica rada na zgradu vezanih servisnih uređaja prikazane su u Tablici 3.

Tablica 3. Prikaz razine najviše dopuštene ocjenske standardizirane razine buke  $L_{AFmax,nT}$

Vremenska značajka buke	Dopuštena ocjenska standardizirana razina buke $L_{AFmax,nT}$ / dB(A)
Stalna ili isprekidana buka (npr. grijanje, pumpe)	30
Kratkotrajna ili kolebajuća buka (npr. dizala, ispiranje WC)	35

(izvor: Pravilnik o najvišim dopuštenim razinama buke s obzirom na vrstu izvora buke, vrijeme i mjesto nastanka, (NN 143/2021). Dostupno na: [https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2021\\_12\\_143\\_2454.html](https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2021_12_143_2454.html))

Uočava se da je veća dopuštena razina buke, uz značajno malu razliku, kod kratkotrajne ili kolebajuće buke ( dizalo, ispiranje WC) u odnosu na stalnu buku (grijanje pumpe) Nadalje, u čl. 10. Pravilnika, najviše dopuštene razine buke  $L_{A,eq}$  mjerene u zatvorenim prostorijama posebne namjene utvrđene su u Tablici 4.

Tablica 4. Prikaz najviše dopuštene razine buke LA,eq mjerene u zatvorenim prostorijama

Namjena prostora	Dopuštena razina buke LA,eq / dB(A)
Koncertne dvorane, kazališta i slične prostorije	25
Kina, čitaonice, izložbene prostorije, predavaonice, učionice i slične prostorije	35

(izvor: Pravilnik o najvišim dopuštenim razinama buke s obzirom na vrstu izvora buke, vrijeme i mjesto nastanka, (NN 143/2021). Dostupno na: [https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2021\\_12\\_143\\_2454.html](https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2021_12_143_2454.html))

Uočava se da je veća dopuštena razina buke u čitaonicama, kinima, učionicama nego prostorijama u kojim se održavaju koncerti, kazališne predstave i slično.

Slijedi opis normi za zaštitu od buke. Postoje još dva Pravilnika koja sadrže problematiku vezanu za buku. To su: Pravilnik o načinu izrade i sadržaju karata buke i akcijskih planova, te o načinu izračuna dopuštenih indikatora buke NN 75/09, 60/16, 117/1 [22]) i Pravilnik o djelatnostima za koje je potrebno utvrditi provedbu mjera za zaštitu od buke (NN 91/07). [23].

Glede prvog Pravilnika isti služi za utvrđivanje provedbe mjera za zaštitu od buke. U skladu s Općim odredbama, u čl.2, navodi se da sve djelatnosti podliježu utvrđivanju provedenih mjera, a koje se koriste za izvore buke. Nadalje, u čl. 3 istog Pravilnika stoji da kada su u istom prostoru/prostorijama registrirane dvostruke djelatnosti, onda se moraju poštovati stroži uvjeti u pogledu zaštite od buke. U čl. 4 istog Pravilnika stoji da postoje tri ključna postupka, to su:

1. mjerenje razine buke
2. mjerenje relevantne zvučne izolacije
3. ocjena provedenih mjera za zaštitu od buke.

### **3.3. Norme zaštite od buke**

Osnovne veličine, pojmovi i postupci ocjenjivanja buke u smislu ovoga Pravilnika definirani su normom HRN ISO 1996-1, dok su postupci određivanja razina zvučnog tlaka u smislu ovoga Pravilnika definirani normom HRN ISO 1996-2.

Oznaka HRN ISO 1996-1:2016 odnosi se na akustiku - Opis, mjerenje i ocjenjivanje buke okoliša - 1. dio: Osnovne veličine i postupci ocjenjivanja (ISO 1996-1:2016). Istovremeno, drugi normativni dokument oznaka: HRN ISO 1996-2:2017 Akustika - Opis, mjerenje i ocjenjivanje buke okoliša - 2. dio: Određivanje razina zvučnog tlaka (ISO 1996-2:2017). Ova norma odnosi se na:

13.140 Utjecaj buke na ljude

17.140.01 Akustička mjerenja i smanjenje buke općenito

#### 4. OPIS RADA KAMIONSKOG SKUPA

U šumarstvu prijevoz drva se uglavnom obavlja šumskim kamionskim skupovima, tj. kamionima s prikolicom opremljenim hidrauličnim dizalicama. (Slika 8.) [24]



Slika 8. Prikaz kamiona s prikolicom opremljenom hidrauličnom dizalicom  
(izvor: Slika autora)

Zorić i suradnici (2014) daju podatak da udio prijevoza drva šumskim kamionskim skupovima premašuje 85 % u ukupnom daljinskom prijevozu drva. [25]

Bumber (2011) navodi da se osim kopnenih prijevoznih sredstava, u šumarstvu, manje količine drva (10 000 – 15 000 m<sup>3</sup> godišnje) mekih listača iz poplavnih šuma i šumskih kultura dopremaju vodenim putovima. Također se manje količine drva prevoze željeznicom. [26]

Prema Pravilniku kamioni koji služe za prijevoz drva nalaze se unutar skupine N3 – motorna vozila za prijevoz tereta najveće dopuštene mase >12 000 kg. Također



prikolice i poluprikolice koje služe za prijevoz drva nalaze se u skupini O4 – priključna vozila kojima je najveća dopuštena masa >10 000 kg. [27]

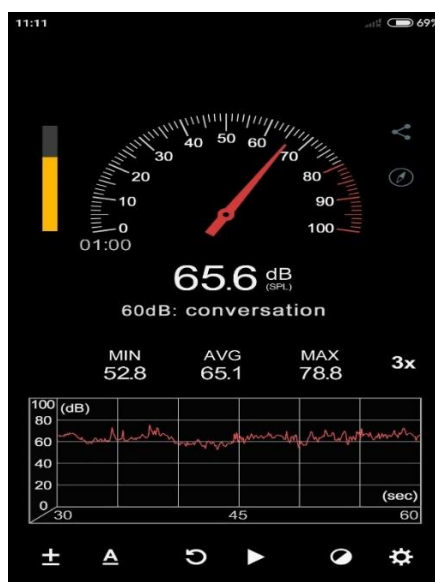
Za vrijeme Zorićevih (2015) istraživanja vozači kamiona su u prijevozu tehničke oblovine hidrauličnu dizalicu postavljali u »ispruženi« položaj umjesto u pravilan prijevozni položaj. Prema podacima navedenih istraživanja postavljenjem dizalice u ispruženi položaj rasterećuje se stražnja osovina kamiona, te je u tom slučaju najviše opterećena druga osovina kamiona. Stoga je bitno naglasiti da je u ovom istraživanju hidraulična dizalica uvijek bila postavljena pravilno u prijevozni položaj.

## 5. NAČINI MJERENJA BUKE

Među prvim opisanim instrumentima je Sound Meter koja je dostupna svima na tržištu i lako je prenosiva, iz razloga jer se može instalirati na mobilnom uređaju. Drugo mjerenje postiže se uz pomoć Mjerača zvuka ima sve značajke profesionalnog mjerača decibela, mjerača buke. Aplikacija je također dostupna na mobitelu i njezino ključno obilježje je jednostavnost. Složeniju razinu čini bukomjer Metrel Multinorm MI 6201 čije glavno obilježje je mjerenje buke. Odgovara u primjeni ako se želi izmjeriti razina buke okoliša i na radnom mjestu. Zajedničko obilježje za sva tri načina je njihova jednostavnost, pristupačnost, posebno za prve dvije aplikacije, dok je za bukomjer potrebna veća razina stručnosti i znanja u primjeni.

### 5.1. Opis instrumenata – 1. Aplikacija: Sound Meter

**Sound Meter** je besplatna aplikacija za Android pametne telefone koja mjeri buku pomoću mikrofona telefona i prikazuje njene trenutne vrijednosti u decibelima (dB), te iste vrijednosti automatski iscrtava na grafikonu. (Slika 9.)



Slika 9. Prikaz mjerenja aplikacijom Sound Meter u trajanju od 60 s (1 min.) [28]

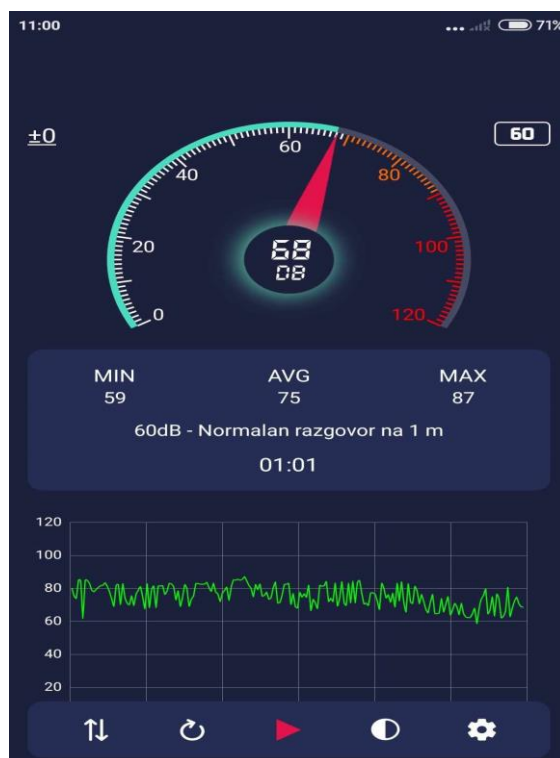
Aplikacija dostupna na:

[https://play.google.com/store/apps/details?id=com.splendapps.decibel&hl=en\\_US](https://play.google.com/store/apps/details?id=com.splendapps.decibel&hl=en_US)

Svako mjerenje buke aplikacija snima i sprema u memoriju, tako da u bilo kojem trenutku korisnik može ponovno preslušati snimljenu buku i izvući iz nje potrebne podatke. Osim toga aplikacija nam u svakom trenutku snimanja zvuka izračunava i prikazuje najnižu, prosječnu i najvišu razinu buke.

## 5.2. Opis instrumenata – 2. Aplikacija: Mjerač zvuka

**Mjerač zvuka** ima sve značajke profesionalnog mjerača decibela, mjerača buke. Aplikacija koristi mikrofonski uređaj za mjerenje intenziteta zvuka i prikaz u decibelima. Izmjerene vrijednosti prikazuju se vizualno i na grafikonu koji pomaže na jednostavan način koristiti aplikaciju. (Slika 10.)



Slika 10. Prikaz mjerenja aplikacijom Mjerač zvuka u trajanju od 60s (1 min.) [28]

### Značajke mjerača zvuka:

- označava decibel po mjeri
- prikazuje trenutnu referencu buke

- prikaz min / prosjek / max vrijednosti decibela
- prikazuje decibel pomoću grafikona, lako je razumljiv
- može kalibrirati decibel za svaki uređaj
- prikazuje povijesti mjerenja
- postavlja upozorenje za visoki decibel
- izmjena bijele ili crne teme
- prijenos u manje sučelje

### 5.3. Bukomjer Metrel Multinorm MI 6201

Bukomjer je instrument (uređaj) za mjerenje buke (zvuka) pogodan za primjenu zaštite na radu i mjerenja buke okoliša (Slika 11.) Konstruiran je tako da prima zvuk približno na isti način kao ljudsko uho i daje objektivna i reproducibilna mjerenja razine zvučnog tlaka. Bukomjeri imaju ugrađene elektronične krugove, kod kojih osjetljivost varira s frekvencijom na isti način kao uho, simulirajući jednake krivulje glasnoće.



Slika 11. Bukomjer Metrel Multinorm MI 6201

(Izvor:

[https://www.metrel.si/assets/Metrel/PDF\\_dokumentacija/Single\\_leaflets/MI\\_6201\\_Multinorm/Slo/Single\\_2017\\_MI\\_6201\\_Multinorm\\_Slo.pdf](https://www.metrel.si/assets/Metrel/PDF_dokumentacija/Single_leaflets/MI_6201_Multinorm/Slo/Single_2017_MI_6201_Multinorm_Slo.pdf))

Sastoji se od osnovnih dijelova: mikrofona, mjernog pojačala, filtera za frekvencijsko vrednovanje, kvadratnog i vršnog detektora (ispravljača), integracijskog sklopa, sklopa za vremensko vrednovanje („FAST“, „SLOW“, „IMPULSE“) i pokazivača.

U osnovni komplet bukomjera ubrajaju se i dodaci za mikrofona – štitnik od vjetra, kako bi se smanjio šum zbog turbulencije na mikrofona, te oktavni i terčni filterski pojasevi. Postoje različite vrste mjerača nivoa zvuka koje su iznesene u sljedećim publikacijama: IEC 651 – 1979, IEC 804 – 1985, ANSI S1.4 – 1983 i AS 1259 – 1982.

Ovi standardi grupiraju mjerače nivoa zvuka u četiri grupe:

Tip 0: laboratorijske reference su standardne, namijenjene u potpunosti za kalibraciju drugih mjerača nivoa zvuka

Tip 1: precizni mjerači nivoa zvuka, namijenjeni za laboratorijsku upotrebu ili za rad na terenu gdje se traže precizna mjerenja

Tip 2: mjerači nivoa zvuka za opću namjenu, namijenjeni općenito za upotrebu na terenu i za snimanje podataka nivoa buke za dalju analizu frekvencije

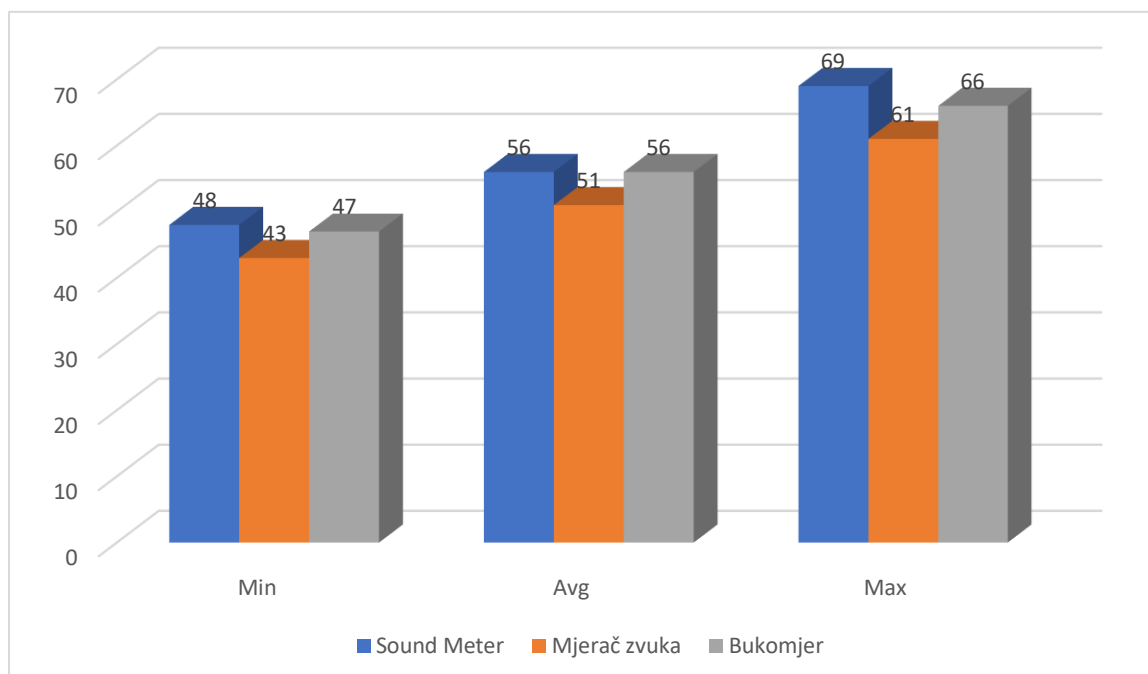
Tip 3: istraživački, odnosno mjerači nivoa zvuka za istraživanje, namijenjeni za pripremna istraživanja kao što su određivanje jesu li uvjeti okoline buke nepropisno loši

## 6. REZULTATI I RASPRAVA

### 6.1. Tablice mjerenja

Tablica 5: Mjerenje van djelokruga stroja (cca. 10m) pri praznom hodu s aplikacijama Sound Meter i Mjerač zvuka, te bukomjerom u trajanju od 1 min.

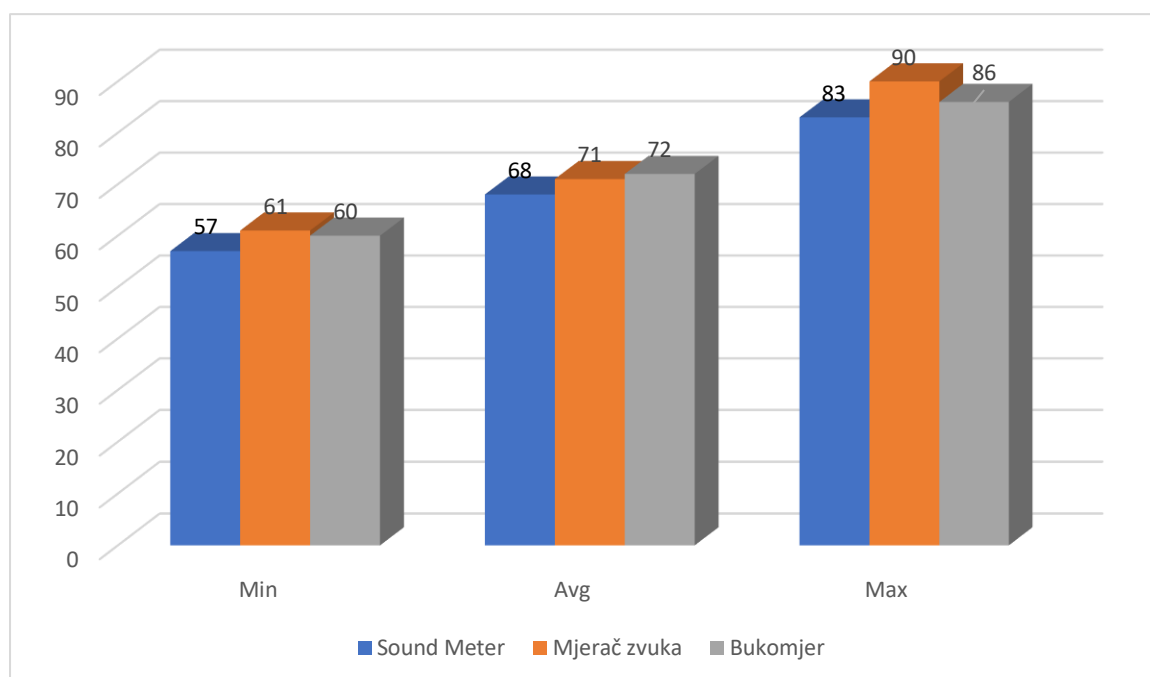
Prazni hod	Sound Meter	Mjerač zvuka	Bukomjer
Min	48	43	47
Avg	56	51	56
Max	69	61	66



Grafikon 1: Mjerenje s aplikacijama Sound Meter i Mjerač zvuka, te bukomjerom za prazni hod van djelokruga stroja (cca. 10m) u trajanju od 1 min.

Tablica 6: Mjerenje van djelokruga stroja (cca. 10m) pri radu s aplikacijama Sound Meter i Mjerač zvuka, te bukomjerom u trajanju od 1 min.

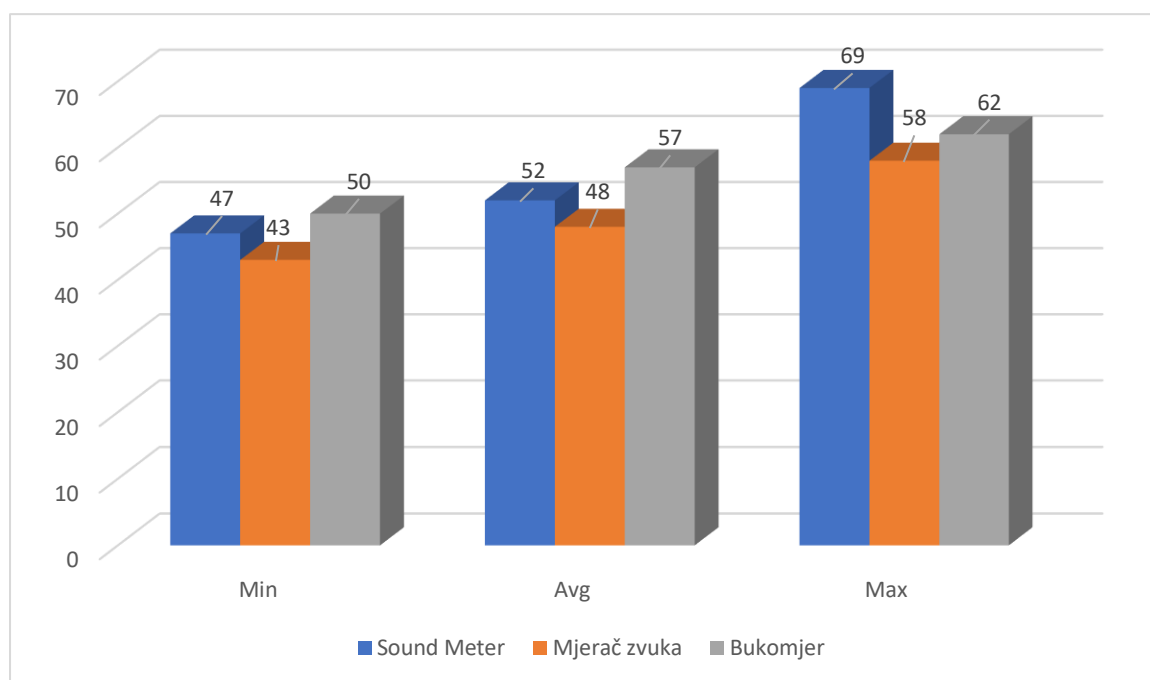
Pri radu	Sound Meter	Mjerač zvuka	Bukomjer
Min	57	61	60
Avg	68	71	72
Max	83	90	86



Grafikon 2: Mjerenje s aplikacijama Sound Meter i Mjerač zvuka, te bukomjerom za prazni hod van djelokruga stroja (cca. 10m) u trajanju od 1 min.

Tablica 7: Mjerenje na stolici dizaličara pri praznom hodu s aplikacijama Sound Meter i Mjerač zvuka, te bukomjerom u trajanju od 1 min.

<b>Prazni hod</b>	Sound Meter	Mjerač zvuka	Bukomjer
Min	47	43	50
Avg	52	48	57
Max	69	58	62

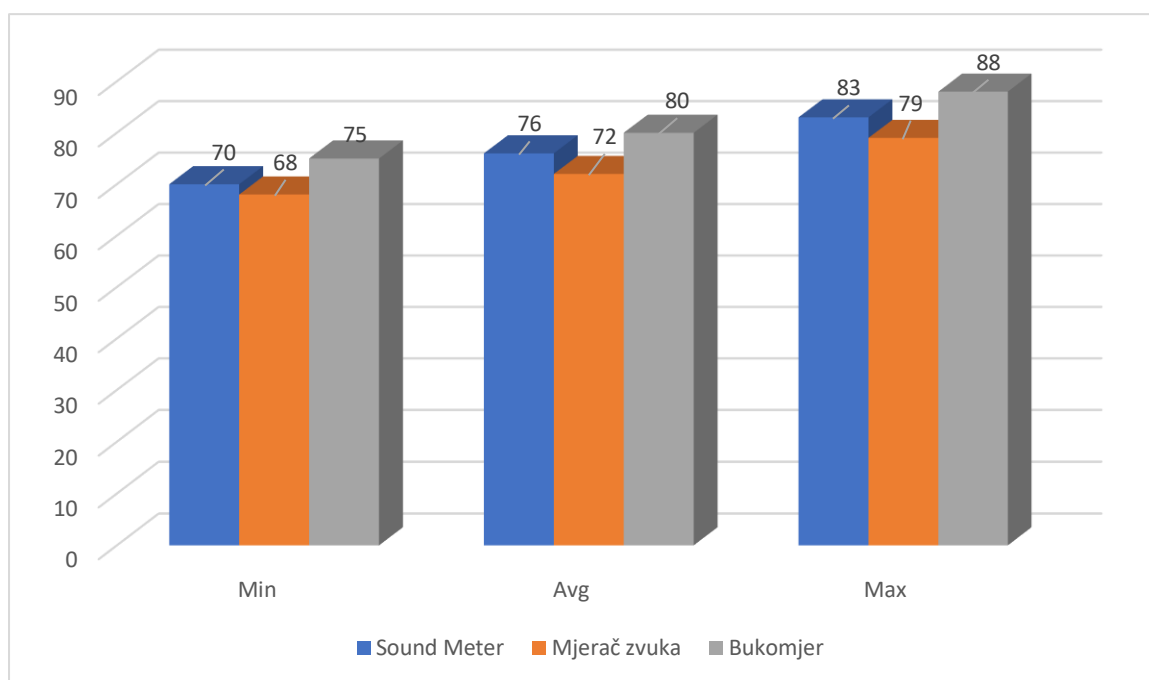


Grafikon 3: Mjerenje s aplikacijama Sound Meter i Mjerač zvuka, te bukomjerom za prazni hod na stolici dizaličara u trajanju od 1 min.



Tablica 8: Mjerenje na stolicu dizaličara pri radu s aplikacijama Sound Meter i Mjerač zvuka, te bukomjerom u trajanju od 1 min.

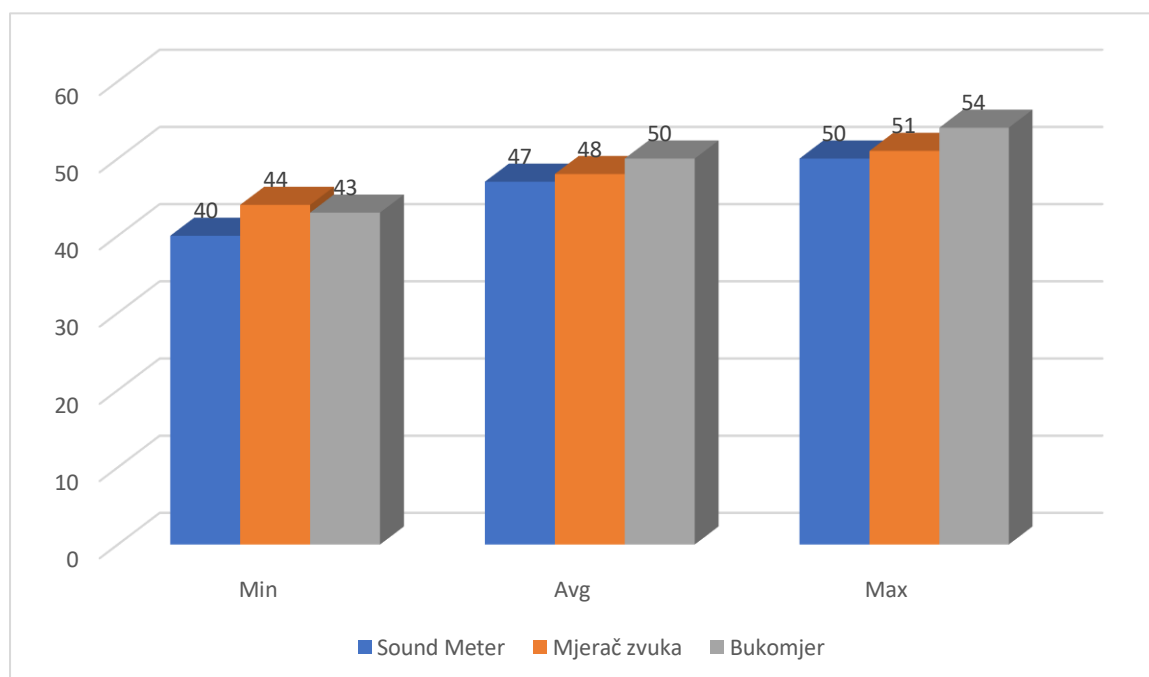
Pri radu	Sound Meter	Mjerač zvuka	Bukomjer
Min	70	68	75
Avg	76	72	80
Max	83	79	88



Grafikon 4: Mjerenje s aplikacijama Sound Meter i Mjerač zvuka, te bukomjerom za prazni hod na stolicu dizaličara u trajanju od 1 min.

Tablica 9: Mjerenje uz stroj na visini uha osobe koja stoji između kamiona i prikolice pri praznom hodu, na udaljenosti od 1m, s aplikacijama Sound Meter i Mjerač zvuka, te bukomjerom u trajanju od 1 min.

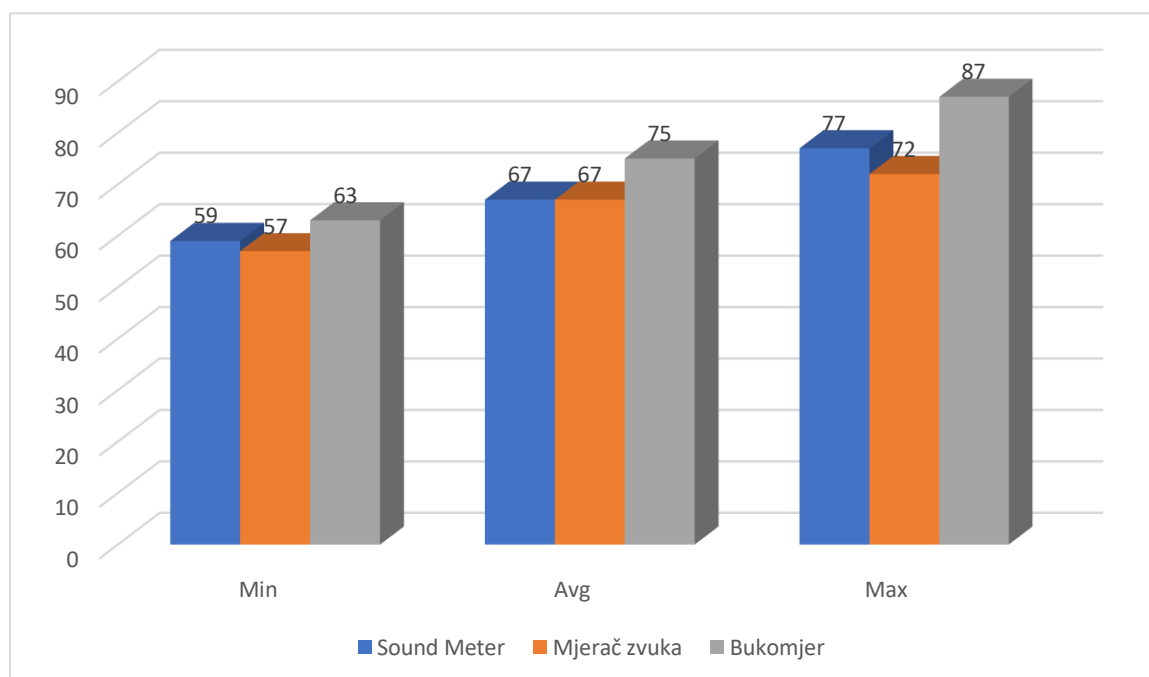
Prazni hod	Sound Meter	Mjerač zvuka	Bukomjer
Min	40	44	43
Avg	47	48	50
Max	50	51	54



Grafikon 5: Mjerenje s aplikacijama Sound Meter i Mjerač zvuka, te bukomjerom za prazni hod uz stroj na visini uha osobe koja stoji između kamiona i prikolice, na udaljenosti od 1m, u trajanju od 1 min.

Tablica 10: Mjerenje uz stroj na visini uha osobe koja stoji između kamiona i prikolice pri radu, na udaljenosti od 1m, s aplikacijama Sound Meter i Mjerač zvuka, te bukomjerom u trajanju od 1 min.

Pri radu	Sound Meter	Mjerač zvuka	Bukomjer
Min	59	57	63
Avg	67	67	75
Max	77	72	87



Grafikon 6: Mjerenje s aplikacijama Sound Meter i Mjerač zvuka, te bukomjerom pri radu uz stroj na visini uha osobe koja stoji između kamiona i prikolice, na udaljenosti od 1m, u trajanju od 1 min.

## 6.2. Usporedba instrumenta i aplikacija

Uspoređivanjem bukomjera Metrel Multinorm MI 6201 i mobilnih aplikacija (Sound Meter i Mjerač zvuka ) utvrdili smo da postoje pojedina odstupanja u mjerenju.

**1.Interval (prazni hod)** - van djelokruga stroja - dizalica je upaljena, ali s njom ne radimo ništa, ona se nalazi u takozvanom praznom hodu. Bukomjer očitava prosječnu buku od 56 dB.

Aplikacija Sound Meter u prvom mjerenju očitava prosječnu buku od 56 dB, što ukazuje na istu prosječnu buku izmjerenu bukomjerom.

Aplikacija Mjerač zvuka u prvom mjerenju očitava prosječnu buku od 51 dB, što je odstupanje od 5 dB u odnosu na bukomjer i aplikaciju Sound Meter. U ovom slučaju imamo aplikaciju koja pokazuje nižu razinu buke, što ne ulijeva baš povjerenje u ovu aplikaciju već kod prvih mjerenja.

**2.Interval (pri radu)** - van djelokruga stroja - dizalica je upaljena i započet je utovar drvnih sortimenata (trupaca) u kamion i prikolicu. Bukomjer očitava prosječnu buku od 72 dB.

Aplikacija Sound Meter u prvom mjerenju očitava prosječnu buku od 68 dB. U ovom mjerenju vidimo odstupanja od 4 dB u odnosu na bukomjer.

Aplikacija Mjerač zvuka u ovom intervalu očitava prosječnu buku od 71 dB, što znači da se odstupanje od bukomjera smanjilo za 1 dB u odnosu na prvi interval.

**1.Interval (prazni hod)** - na stolici dizaličara - dizalica je upaljena, nalazi se u takozvanom praznom hodu. Bukomjer očitava prosječnu buku od 57 dB.

Aplikacija Sound Meter u prvom mjerenju očitava prosječnu buku od 52 dB, što nam pokazuje odstupanje u odnosu na bukomjer za 5 dB. Slično kao i u drugom intervalu gdje smo imali odstupanje od 4 dB u odnosu na bukomjer.

Kod Mjerača zvuka imamo puno manju prosječnu buku, u odnosu na buku mjerenu bukomjerom. U vrijednosti od 9 dB.

**2.Interval (pri radu)** - na stolici dizaličara - dizalica radi, vršimo utovar trupaca u kamion i prikolicu. Bukomjer očitava prosječnu buku od 80 dB.

Aplikacija Sound Meter očitava prosječnu buku od 76 dB, čime dolazimo do odstupanja u odnosu na bukomjer za 4 dB.

Aplikacija Mjerač zvuka u ovom mjerenju očitava prosječnu buku od 72 dB, odstupanje u odnosu na bukomjer je 8 dB.

**1.Interval (prazni hod)** - uz stroj na visini uha osobe koja stoji između kamiona i prikolice - dizalica je upaljena, nalazi se u praznom hodu. Bukomjer očitava prosječnu buku od 50 dB.

Aplikacija Sound Meter u prvom mjerenju očitava prosječnu buku od 47 dB, pokazuje odstupanje koje u odnosu na bukomjer nije znatno veliko, odnosno aplikacija djeluje pouzdano. Razika u prosječnoj buci je 3 dB.

Kod aplikacije Mjerač zvuka izmjerena prosječna razina buke iznosi 48 dB, čime je izmjereno odstupanje u odnosu na bukomjer za samo 2 dB.

**2.Interval (pri radu)** - uz stroj na visini uha osobe koja stoji između kamiona i prikolice - dizalica radi, započet je utovar trupaca u kamion i prikolicu. Bukomjer očitava prosječnu buku od 75 dB.

Aplikacija Sound Meter u prvom mjerenju pokazuje prosječnu buku od 67 dB, kao i Mjerač zvuka sa istim prosječnim očitanjem od 67 dB. Razlika je to od 8 Db u odnosu na bukomjer.

## 7. ZAKLJUČAK

U svakodnevnom životu i radu, ljudi se suočavaju s pojavom buke. U radu je pružena definicija buke kao zvuka koji može prouzročiti uznemirenje, nelagodnost i psihološku napetost kod ljudi. Istraživanja su pokazala da udio prijevoza drva kamionom premašuje 85% u ukupnom daljinskom prijevozu drva što ukazuje na potrebu rješavanja smanjenja buke unutar šume. Problematika buke šuma usklađuje se s zakonskom regulativom (Zakon o zaštiti od buke (NN 30/09, 55/13, 153/13, 41/16, 114/18, 14/21) i Pravilnikom o buci. U svakom slučaju, potrebno je dodatno postrožiti zakonske mjere u smislu smanjiti broj kamiona u određenom vremenskom intervalu.

Osim teorijske analize buke i opisa kamionskog skupa, utvrđeno je da postoje tri jednostavna načina mjerenja buke. To su Sound Meter, Mjerač zvuka i bukomjer. Sva tri instrumenta mjerenja su jednostavna, dostupna i raspoloživa. Međutim, istraživanjem i dobivenim rezultatima mjerenja, utvrđeno je da su veoma različiti i daju različite mjerne rezultate za isti postupak. Velika prednost aplikacija je u njihovoj funkcionalnosti, što potvrđuje njihovo korištenje u bilo kojem trenutku, te mogućnost provjere jačine buke koja je u današnje vrijeme vrlo bitan čimbenik za ljudsko zdravlje. Besplatne su i lako dostupne svima na tržištu (u nekoliko klikova mogu se instalirati na pametni uređaj i započeti s korištenjem iste).

Rezultati mjerenja pokazali su da najveće prosječne vrijednosti mjerenja ima bukomjer.

Pri praznom hodu, van djelokruga stroja bukomjer očitava prosječnu buku od 56 dB, pri radu mjeri prosječnu buku od 72 dB, dok aplikacije mjere pri praznom hodu 56 dB i 51 dB, pri radu 68 dB i 71dB.

Na stolici dizaličara, pri praznom hodu bukomjer očitava prosječnu buku od 57 dB, pri radu mjeri prosječnu buku od 80 dB. Aplikacije mjere pri praznom hodu 52 dB i 48 dB, a pri radu 76 dB i 72 dB.

Uz stroj, na visini uha osobe koja stoji između kamiona i prikolice pri praznom hodu, bukomjer očitava prosječnu buku od 50 dB, a pri radu mjeri prosječnu buku od 75 dB. Aplikacije mjere pri praznom hodu 47 dB i 48 dB, a pri radu 67 dB i 67 dB.

Kao zaključak, vrlo bitno za napomenuti je kako svaki uređaj ne daje iste podatke mjerenja putem aplikacija zbog mikrofona kojemu mjerenje buke nije primaran zadatak, također tu možemo navesti i samu kvalitetu uređaja kojim mjerimo.

## 8. LITERATURA

- [1] Europski parlament , *Europska unija i šume*, EU , 2022. (pristupljeno 27.07.2023)
- [2] L. Matulec, »UTJECAJ GOSPODARENJA ŠUMAMA NA BIOLOŠKU RAZNOLIKOST REPUBLIKE HRVATSKE,« *Praktični menadžment*, svez. 3, br. 2, pp. str. 64-67, , 2012.
- [3] Enciklopedija.hr, *Iskorištavanje šuma*, Zagreb, 2023. (pristupljeno 27.07.2023)
- [4] *Iskorištavanje šuma*, Zagreb, 2000. (pristupljeno 27.07.2023)
- [5] D. Posarić i S. Nikolić, »Izrada mreže izvoznih putova i uzgojnih staza u šumama hrasta lužnjaka kao mjera učinkovitije njege i učinkovitijega korištenja šumskih resursa,« *Šumarski list*, svez. vol.142 , br. br. 7-8, pp. str. 411-420, 2018.
- [6] B. Birt, *Morfološka raščlamba traktorskih šumskih poluprikolica*, Zagreb: Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 2015, p. Hrvatske šume d.o.o..
- [7] D. Horvat, M. Šušnjara i Ž. Tomašić, »New technical and technological solutions in thinning operations of lowland forests,« *Prvi kongres hrvatskih znanstvenika iz domovine i inozemstva*, 2004.
- [8] M. Šušnjara , A. Kristić i N. Jambrek, »Osovinsko opterećenje traktorskih skupova,« *Nova meh. šumar.*, svez. 30, pp. 1-10, 2009.



- [9] I. Stankić, *Višekriterijsko planiranje izvoženja drva forvarderima iz nizinskih šuma Hrvatske, (Multicriterial planning, Zagreb: Sveučilište u Zagrebu Šumarski fakultet, 2010.*
- [10] T. Poršinsky, . I. Stankić i A. Bosner, »Djelotvorno i okolišno prihvatljivo izvoženje drva forvarderom temeljem analize nominalnoga tlaka na podlogu,« *Croat. j. for. eng.*, svez. 32, br. 1, pp. 345-356, 2011.
- [11] Ministarstvo zdravstva, *Međunarodni dan osviještenosti o buci*, Zagreb, 2023. (pristupljeno 27.07.2023)
- [12] Mingor.hr, *Zaštita od buke*, Zagreb, 2018. (pristupljeno 28.07.2023)
- [13] MINPO, Osnovne obveze zaštite na radu, Zagreb: MINPO, HAMAG-BICRO,HGK, HOK, HUP i Hrvatski centar za zadružno poduzetništvo, 2014. (pristupljeno 28.07.2023)
- [14] I. Kovačević, *PRIRUČNIK ZA POLAZNIKE TEMELJNOG TEČAJA osnove zaštite na radu*, Kaznionica u Lipovici- Popovači, 2021.
- [15] Centar za zaštitu na radu d.o.o., *Zaštita na radu*, Zagreb: Centar za zaštitu na radu, 2023. (pristupljeno 28.07.2023)
- [16] D. Poplašen i V. Brumen, »PROFESIONALNE BOLESTI – „TIHA EPIDEMIJA“ DANAŠNJICE",« *Sigurnost*, Sves. %1 od %2 vol.56,, br. br. 2, pp. str. 123-128,, 2014.

- [17] Ured za statistiku rada, *Incidence rates and numbers of non-fatal occupational illnesses by major industry sector, category of illness, and ownership*, Bureau of Labor Statistics, United States Department, 2011.
- [18] Europska agencija za sigurnost i zdravlje na radu, *Bolesti povezane s radom*, EU, 2023.
- [19] D. Jurjević, *Sigurnost na radu*, Rijeka: Biblioteka Zaštita na radu, 2014.
- [20] NN 30/09, 55/13, 153/13, 41/16, 114/18, 14/21, *Zakon o zaštiti od buke*, Zagreb: NN, 2021.
- [21] NN 143/2021 , *Pravilnik o najvišim dopuštenim razinama buke s obzirom na vrstu izvora buke, vrijeme i mjesto nastanka*, Zagreb: NN, 2021.
- [22] NN 75/09, 60/16, 117/18, *Pravilnik o načinu izrade i sadržaju karata buke i akcijskih planova, te o načinu izračuna dopuštenih indikatora buke*, Zagreb: NN, 2018.
- [23] NN 91/07, *Pravilnik o djelatnostima za koje je potrebno utvrditi provedbu mjera za zaštitu od buke*, Zagreb: Narode novine, 2007.
- [24] Ž. Tomašić, »Razvoj tehnologije i tehničkih sredstava u pridobivanju drva s obzirom na posebnosti šuma i šumarstva u Republici Hrvatskoj.« *Nova mehanizacija šumarstva*,, svez. 33, br. 1, 2012.
- [25] M. Zorić, *Uporaba novih mjernih sustava za određivanje energijske i tehničke*

*pogodnosti kamionskog*, Zagreb: Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 2015.

- [26] Z. Bumber, *Primjena GIS-a pri analizi otvorenosti Šiljakovačka dubrava II kroz strukturu prihoda drva u prostoru i vremenu.*, Zagreb: Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 2011.
- [27] M. Šušnjar , Z. Pandur, M. Bačić i M. Zorić , »Raspodjela mase tovara i osovinskoga opterećenja šumskih kamionskih skupova pri prijevozu jelova celuloznoga drva. [Internet]. 2016 [pristupljeno 27.07.2023.];« *Nova mehanizacija šumarstva*, svez. 37, br. 1, pp. 47-58, 2016.
- [28] *Fotografirano pametnim telefonom Xiaomi Redmi note 4*, Mrkopalj, srijeda 16.08.2023.
- [29] E. Žuškin i et al, »WORKER HEALTH CARE THROUGH HISTORY,« *Arh Hig Rada Toksikol.*, svez. 57, pp. 201-212, 2006.
- [30] Ministarstvo gospodarstva i održivog razvoja, *Starteška karta buke*, Zagreb, 2023.
- [31] ILO, »ILO introductory report: global trends and,« u *XIX World Congress on Safety and Health at Work*, istanbul, 2013.

## 9. PRILOZI

### 9.1. Popis tablica:

Tablica 1. Najviše dopuštene ocjenske razine buke LR,Aeq / dB(A) .....	17
Tablica 2. Razine najviše dopuštene ocjenske razine buke u otvorenom prostoru... 19	
Tablica 3. Prikaz razine najviše dopuštene ocjenske standardizirane razine buke LAFmax,nT .....	20
Tablica 4. Prikaz najviše dopuštene razine buke LA,eq mjerene u zatvorenim prostorijama .....	21
Tablica 5: Mjerenje van djelokruga stroja (cca. 10m) pri praznom hodu s aplikacijama Sound Meter i Mjerač zvuka, te bukomjerom u trajanju od 1 min. ....	29
Tablica 6: Mjerenje van djelokruga stroja (cca. 10m) pri radu s aplikacijama Sound Meter i Mjerač zvuka, te bukomjerom u trajanju od 1 min.....	30
Tablica 7: Mjerenje na stolici dizaličara pri praznom hodu s aplikacijama Sound Meter i Mjerač zvuka, te bukomjerom u trajanju od 1 min.....	31
Tablica 8: Mjerenje na stolici dizaličara pri radu s aplikacijama Sound Meter i Mjerač zvuka, te bukomjerom u trajanju od 1 min. ....	32
Tablica 9: Mjerenje uz stroj na visini uha osobe koja stoji između kamiona i prikolice pri praznom hodu, na udaljenosti od 1m, s aplikacijama Sound Meter i Mjerač zvuka, te bukomjerom u trajanju od 1 min. ....	33
Tablica 10: Mjerenje uz stroj na visini uha osobe koja stoji između kamiona i prikolice pri radu, na udaljenosti od 1m, s aplikacijama Sound Meter i Mjerač zvuka, te bukomjerom u trajanju od 1 min. ....	34

## 9.2. Popis slika:

Slika 1. Prikaz sortimentne metode iskorištavanja šuma .....	3
Slika 2. Prikaz deblovne metode .....	4
Slika 3. Prikaz stablovne metode.....	5
Slika 4. Traktorski skup (ekipaža) „Pionir“ .....	7
Slika 5. Prikaz kretnosti i djelotvornosti forvadera .....	8
Slika 6. Prikaz način organizacije i provedbe ZNR [14] .....	10
Slika 7. Vrste štetnosti .....	14
Slika 8. Prikaz kamiona s prikolicom opremljenom hidrauličnom dizalicom.....	23
Slika 9. Prikaz mjerenja aplikacijom Sound Meter u trajanju od 60 s (1 min.) [28]....	25
Slika 10. Prikaz mjerenja aplikacijom Mjerač zvuka u trajanju od 60s (1 min.) [28]..	26
Slika 11. Bukomjer Metrel Multinorm MI 6201 .....	27

### 9.3. Popis grafikona:

Grafikon 1: Mjerenje s aplikacijama Sound Meter i Mjerač zvuka, te bukomjerom za prazni hod van djelokruga stroja (cca. 10m) u trajanju od 1 min.....	29
Grafikon 2: Mjerenje s aplikacijama Sound Meter i Mjerač zvuka, te bukomjerom za prazni hod van djelokruga stroja (cca. 10m) u trajanju od 1 min.....	30
Grafikon 3: Mjerenje s aplikacijama Sound Meter i Mjerač zvuka, te bukomjerom za prazni hod na stolici dizaličara u trajanju od 1 min. ....	31
Grafikon 4: Mjerenje s aplikacijama Sound Meter i Mjerač zvuka, te bukomjerom za prazni hod na stolici dizaličara u trajanju od 1 min. ....	32
Grafikon 5: Mjerenje s aplikacijama Sound Meter i Mjerač zvuka, te bukomjerom za prazni hod uz stroj na visini uha osobe koja stoji između kamiona i prikolice, na udaljenosti od 1m, u trajanju od 1 min. ....	33
Grafikon 6: Mjerenje s aplikacijama Sound Meter i Mjerač zvuka, te bukomjerom pri radu uz stroj na visini uha osobe koja stoji između kamiona i prikolice, na udaljenosti od 1m, u trajanju od 1 min. ....	34