

Utjecaj buke na rukovatelja traktora pri različitim agrotehničkim operacijama u tvrtci "Poljoprivreda Knežević"

Krajcar, Matej

Master's thesis / Diplomski rad

2024

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:

Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek / Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:151:560158>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-02-21**



Sveučilište Josipa Jurja
Strossmayera u Osijeku

**Fakultet
agrobiotehničkih
znanosti Osijek**

Repository / Repozitorij:

[Repository of the Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek - Repository of the Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek](#)



SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU
FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

Matej Krajcar
Diplomski sveučilišni studij Mehanizacija

UTJECAJ BUKE NA RUKOVATELJA TRAKTORA PRI RAZLIČITIM
AGROTEHNIČKIM OPERACIJAMA U TVRTKI "POLJOPRIVREDA KNEŽEVIĆ"

Diplomski rad

Osijek, 2024.

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU
FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

Matej Krajcar
Diplomski sveučilišni studij Mehanizacija

UTJECAJ BUKE NA RUKOVATELJA TRAKTORA PRI RAZLIČITIM
AGROTEHNIČKIM OPERACIJAMA U TVRTKI "POLJOPRIVREDA KNEŽEVIĆ"

Diplomski rad

Povjerenstvo za ocjenu diplomskog rada:

1. prof. dr. sc. Tomislav Jurić, predsjednik
2. doc. dr. sc. Željko Barač, mentor
3. prof. dr. sc. Ivan Plaščak, član
4. dr.sc. Ivan Vidaković, zamjenski član

Osijek, 2024.

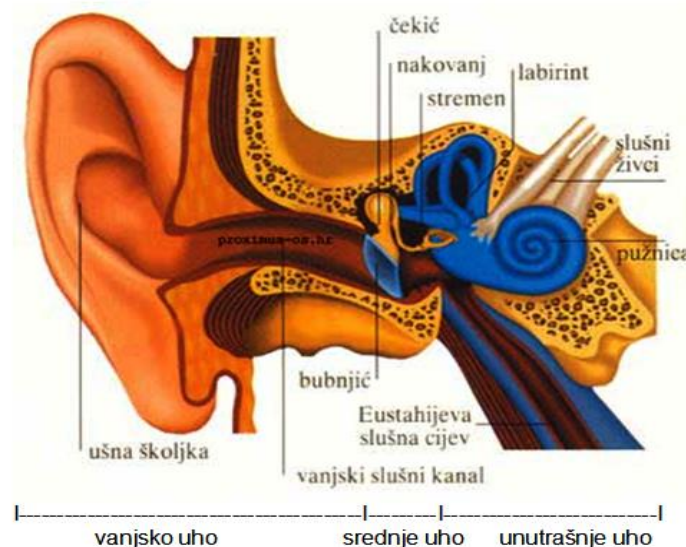
Sadržaj

| | |
|--------------------------------|----|
| 1. UVOD | 1 |
| 2. PREGLED LITERATURE | 4 |
| 2.1. Zaštita od buke | 6 |
| 2.2. Zakonski propisi | 9 |
| 2.3. Kronometriranje | 11 |
| 3. MATERIJALI I METODE | 12 |
| 3.1. Vaderstad Tempo F 8 | 13 |
| 3.2. Khun ESPRO 6000 R | 14 |
| 3.3. John Deere – 7290 R | 17 |
| 4. REZULTATI | 19 |
| 5. RASPRAVA | 24 |
| 6. ZAKLJUČAK | 27 |
| 7. POPIS LITERATURE | 28 |
| 8. SAŽETAK | 31 |
| 9. SUMMARY | 32 |
| 10. POPIS TABLICA | 33 |
| 11. POPIS SLIKA | 34 |
| 12. POPIS GRAFIKONA | 35 |

1. UVOD

Buka nepovoljno utječe na ljudsko zdravlje, fiziološku i psihološku ravnotežu te smanjuje produktivnost. Negativni utjecaj buke je moguće smanjiti na različite načine. Buka je neugodan osjećaj koji osoba čuje, a dugotrajnim utjecajem buke na čovjeka moguće je oštećenje sluha. Zbog toga vrlo je važno smanjiti utjecaj razine zvuka na osobu koja radi na poslovima gdje je izložena različitim izvorima buke. Pravilnik o zaštiti radnika o izloženosti radnika buke na radu propisuje najviše dopuštene vrijednosti buke na određeni radnim mjestima.

Uho je slušni organ, a sastoji se od vanjskog, srednjeg i unutrašnjeg uha. Uho prepoznaje zvukove od jako tihih, onih jedva čujnih, do jako glasnih. Uho funkcionira kada do uha dođe zvuk koji se pretvara u impulse i nakon toga se pretvaraju u neurone koji putuju u mozak. Posljedično ih mozak pretvara u smislene informacije kao što su govor i buka. Cijeli proces dolaska zvuka do uha te pretvaranja istog u informaciju koju razumiju traje manje od 50 milisekundi. Gubitak sluha se događa na različite načine, a najčešće je isto posljedice oštećenja unutarnjeg uha (URL1.).



Slika 1: Presjek ljudskog uha

(Izvor : <http://ordinacija-zeljkaroje.com/service/poremecaji-sluha-i-ravnoteze/>)

Vanjsko uho se sastoji od uške, zvukovoda i bubnjića. Funkcija vanjskog uha je preuzimanje zvučnih vibracija i prosljeđivanje istih kroz zvukovod kako bi bubnjić vibrirao (URL 1)

Srednje uho se sastoji od bubnjića, tri sitne koščice (čekić, nakovanj i stremen) i eustahijeve cijevi. Bubnjić služi kao opna, dok koščice vibrirajući pojačavaju vibracije bubnjića i šalju ih u unutarnje uho. Eustahijeva cijev izjednačava tlak u srednjem uhu.

U unutarnjem uhu se vibracije pretvaraju u električne impulse, a oni se neuronima šalju prema mozgu koji ih interpretira. Unutarnje uho nam je bitno za održavanje ravnoteže. Pužnica je glavni dio unutrašnjeg uha, ispunjena je tekućinom te se na nju spaja tisuće živčanih vlakana (Somođi, 2018.). Slika 1. prikazuje presjek ljudskog uha.

Traktorska kabina štiti rukovatelja od nepovoljnih vremenski uvjeti, ispušnih plinova, drugih vanjski uvjeta i smanjuje učinak buke. (Karakulak i Yetkin, 2020). Također isti autori navode da je najvažniji zadatak traktorske kabine zaštita rukovatelja u trenutku nesreće. Budući da se radi o zatvorenom prostoru, konstrukcija kabine trebala bi biti konstrukcija otporna na sudar i ne bi trebala uzrokovati ozbiljne ozljede rukovatelja u slučaju prevrtanja traktora. (Kumar, A i sur 2015). Loše održavani traktori i traktorska kabina koja nije dobro zvučno izolirana proizvode više buke. Vrata i prozore potrebno je tijekom rada držati zatvorenima kako bi se dobile najniže razine buke ali i zbog održavanja mikroklimе u traktorskoj kabini. Postoje materijali koji „upijaju“ buku unutar traktorskih kabina, oni smanjuju odjek buke a to su: meke pjene, porozni materijali, vuna. Takvi materijali se stavljaju oko sjedala, sa strane i na krov kabine.(URL 2). Slika 2 prikazuje unutrašnjost moderne traktorske kabine..



Slika 2. Kabina modernog traktora

(Izvor: <https://www.kutlucan.com.tr/valtragaleri/s-serisi/>)

Brkić i sur (2005) navode kako se smanjenje negativnog utjecaja buke može postići ispravnim održavanjem traktora čime se osigurava normalan rad motora, oblaganjem traktorske kabine materijalom koji dobro apsorbira zvuk. Zaštita rukovatelja i djelatnika na priključnim strojevima od negativnog utjecaja buke može se ostvariti osobnim zaštitnim sredstvima.

Obzirom na čimbenike koji negativno utječu na rukovatelja pred konstruktore poljoprivrednih traktora stavljaju se ergonomske zahtjevi kojima oni moraju udovoljiti,(Brkić i sur. 2005.):

- Prilaz radnom mjestu;
- Veličina radnog prostora;
- Položaj tijela pri radu;
- Prikladnost rukovanja komandama;
- Mehaničke vibracije;
- Buka;
- Mikroklima;
- Prašina i štetne tvari;
- Uvjet vidljivosti;
- Obavijest rukovatelju o stanju traktora i priključnog stroja

Jurić i sur. (1998) navode kako kvalitetna ergonomska rješenja mogućnost profesionalnih oboljenja, osiguravaju povoljnije radne uvjete što rezultira manjim opterećenjem rukovatelja, boljom učinkovitošću i kvalitetom rada.

Cilj istraživanja je bio utvrditi razinu buke na rukovatelja prilikom sjetve s različitim tipovima sijačica koje su bile agregatirane s istim traktorom.

2. PREGLED LITERATURE

Prema fizikalnoj definiciji zvuk je gibanje valova u elastičnom mediju. To je periodična promjena tlaka koji se širi elastičnim medijem, tj. plinovitim, tekućim i krutim elastičnim tvarima određenom brzinom. Nastaje titranjem čestica oko ravnotežnog položaja. Niz pobuđenih čestica prenošenjem energije stvara zvučni val. Prema općoj definiciji zvuk su mehanički titraji koje čovjek može čuti. Znači, da bismo nešto čuli, neki izvor mora istirati određenu količinu energije koju zatim medij prenosi do uha. Zvuk se ne širi sam po sebi već se titranje prenosi s čestice na česticu. Medij može biti zrak, voda, ili nešto drugo (URL 1)

Poljoprivredna proizvodnja može stvoriti visoku razinu buke. Buke se definira kao svaki neželjeni, neugodan i opasan zvuk. Ozbiljna ozljeda sluha nije tako dramatična kao naglo prevrtanje traktora ili stroja, ali je stalna i opasna. Zvuk ima dva svojstva koja su važna u sprječavanju gubitka sluha uzrokovano bukom, a to su: frekvencija i intenzitet (Murphy i Harshman 2017.)

Buka djeluje negativno na neurovegetativni i endokrini sustav te se promjene manifestiraju povećanom živčanom napetosti, a napetost uzrokuje poremećaj cirkulacije što ima za posljedicu porast krvnog tlaka i usporavanje rada probavnih organa. Također se javljaju i psihičke smetnje kao što su pad koncentracije, posebno kod diskontinuirane buke. Također se javlja i razdražljivost, osjećaj umora, a često i pospanost. (URL 3)

Sabolić (2017) navodi kako je utvrđena razlika između buke harvesteri i forvadera oko 4 dB(A). Razlika se očitovala u učestalijim i bržim kretanjima forvadera kojem je prosječna razina buke u kabini prilikom rada bila 74 dB(A), dok je kod harvesteri izmjerena buka iznosila 69.9 dB(A).

Radnici odnosno rukovatelji stroja mogu biti izloženi minimalnoj i maksimalnoj razini emitirane buke gdje minimalna može iznositi 80 dB i njezin vrhunac zvučnog tlaka je 135 dB(A) dok maksimalna može biti 85 dB(A) i njezin vrhunac zvučnog tlaka je 137 dB(A). Problem utjecaja buke na rukovatelja kod radnih strojeva koji za vrijeme obavljanja svoga posla moraju napuštati kabinu (u poljoprivredi zbog podešavanja ili odštopavanja stroja) obzirom na navedeni problem u praksi, za određivanje stvarnog utjecaja buke na rukovatelje i ostale sudionike radnog procesa, nužna su eksploatacijska mjerenja emisije buke (URL 4)

Vardhan i sur. (2005.) navode kako dobro održavana kabina rukovatelja teških građevinskih strojeva te po mogućnosti klimatizirana (kako bi se smanjila potreba za otvaranjem prozora

dok se upravlja s strojevima), zajedno s poboljšanim elementima kontrole buke za zvuk iz motora ispuha i ulaza zraka. Time bi se znatno smanjilo izlaganje buci rukovatelja istih strojeva.

Đukić i Goglia (2007) su proveli istraživanje buke i vibracije pri radu tračnih pila i jarmača. Dobiveni su rezultati razine buke u kabini rukovatelja tračne pile koja je iznosila 82 dB(A). Iako razina ne prelazi dopuštene vrijednosti, trebalo bi razinu smanjiti jer rukovatelj odlučuje o mnogim parametrima što zahtjeva pozornost i koncentraciju rukovatelja. Zvučna izolacija kabine se nudi kao rješenje za smanjenje buke. Na radnom mjestu pomoćnog radnika razina buke iznosi 100 dB(A) što ukazuje na obaveznu upotrebu zaštitnih sredstava, tj. antifona koji smanjuje razinu buke za 20 – 30 dB(A) kako ne bi nastala trajna oštećenja sluha kod tih radnika. Ujedno, tolika razina buke može utjecati i na raspoloženje i na radnu sposobnost radnika, a svaka komunikacija ili alarmiranje u takvim uvjetima je otežano.

Pessina i Guerretti (2000) su proveli istraživanje na 60 rabljenih traktora kako bi utvrdili u kojoj razini bi osobna zaštitna sredstva pomogla pri smanjivanju buke. Utvrđena je prosječna razina buke od 87 do 88 dB(A), s peakovima do 101dB(A). Autori su zaključili da korištenjem osobnih zaštitnih sredstava buka se može spustiti za oko 10 dB(A), te da se to može smatrati zadovoljavajućim rezultatom no da se može jako razlikovati od rukovatelja do rukovatelja ovisno o vremenu nošenja zaštitnih sredstava i pravilnom korištenju.

Važno je smanjiti buku koja dopire do ljudskog uha za svaki decibel, posebno tijekom zamornih rutinskih poslova koji zahtijevaju koncentraciju, kao što je dugotrajan rad s poljoprivrednim strojevima. Razlikuju se sljedeće vrste buke ovisno o frekvenciji vibracija medija:

- čujni za ljude 20 - 20000 Hz,
- nečujni za ljude: infrazvuk 1 - 20 Hz i ultrazvuk 20000 - 100000 Hz.

Smetnja ili štetnost buke ovisi o njezinom intenzitetu, razini izloženosti, vrsti izvora buke i odnosu između ljudi i izvora buke (Durczak i Rybacki, 2023)

Profesionalna oštećenja sluha su senzoričkog tipa te u pravilu nisu reverzibilna. Nagluhe osobe imaju poremećaj komunikacije te se kod naglušnosti najčešće koristimo sljedećim kriterijima:

- Neznatna naglušost – osoba ne čuje zvuk jakosti do 20 dB(A),
- Lagana naglušost – osoba ne čuje zvuk jakosti 20 - 40 dB(A),
- Umjerena naglušost – osoba ne čuje zvuk jakosti 40 - 60 dB(A) (što već ulazi u govorni

registar)

- Teška naglušost - osoba ne čuje zvuk jakosti 60 - 80 dB(A) (Andričić, 2023)

2.1. Zaštita od buke

Kada se radi o smanjenju buke, uvijek se mora uzeti u obzir činjenica da se zvuk širi i zrakom i čvrstom strukturom bez obzira da li je nastala zraku ili mu je izvor neki stroj ili drugo tijelo. Zaštita od buke prvenstveno se svodi na tehničke mjere. U zatvorenom prostoru, oblaganjem prostorija šupljikavima materijalom može se smanjiti odbijanje zvukova od zidova radne prostorije te tako smanjiti razina buke (Senfer, 2020). Ukoliko isto nije dovoljno, potrebno je korištenje osobnih zaštitnih sredstava u obliku čepići za uši od gume, pamuka ili plastike te zaštitne kacige.

1. Čepići za uši koriste se kao osobna zaštitna sredstva za zaštitu slušnih organa. Koriste se u svim granama gospodarstva gdje se intenzitet buke ne može postići do 70 dB. Postoje dvije vrste, formirani i neformirani. Formirani se proizvode od čvrstog materijale i glatke su površine te imaju nastavak za prihvat prstima kod stavljanja i vađenja. Novoformirani se proizvode od plastičnog materijala te ga sam radnik oblikuje prema obliku svoga uha. Slika 3 prikazuje čepiće za uši.



Slika 3. Čepići za uši

(Izvor : <https://www.sigmat.hr/htz-oprema-za-zavarivanje/3472-cepovi-za-usi>)

2. Zaštitna vata koristi se kao sredstvo osobne zaštite pri buci koja je iznad propisane, a pri svakodnevnom obavljanju poslova. Pri formiranju čepa vate i postavljanju čepa vat, isto mora odgovarati veličini šupljine uha jer o adekvatnoj veličini ovisi količina prigušivanja buke. Pamučna vata koja služi za opću potrošnju ne smatra se zaštitnom vatom. Slika 4. prikazuje zaštitnu vatu.



Slika 4. Zaštitna vata

(Izvor: <https://vatrozastita.com/utjecaj-buke-na-ljudsko-zdravlje/>)

3. Ušni štitičnici (slika 5.) služe da štite radnika od prekomjerne buke. Postoje dvije vrste, s elastičnim polukružnim nosačem i u kombinaciji sa zaštitnom kacigom. Primjenjuju se na mjestima gdje je intenzitet buke 85-105 dB(A). Školjke štitičnika se pomoću po nosaču tako da brtveni jastučići pravilno sjednu oko ušnih školjki, a polukružni nosač sredinom legne na tjemeni dio glave. Prednosti ovih štitičnika je što se jednostavno koriste i skidaju, a nedostaci su: znojenje kože, otežana uporaba, naočala i njihova glomaznost.



Slika 5. Ušni štitnici

(Izvor: <https://vatrozastita.com/utjecaj-buke-na-ljudsko-zdravlje/>)

4. Zaštitne kape i kacige su specijalna zaštitna radna sredstva koji su tijekom rada izloženi intenzitetu buke iznad 120 dB(A). Koriste se standarde zaštitne kacige u koje se stavljaju ušni štitnici, ukoliko isto nije dovoljno, onda se koristi protuzvučna kaciga izrađena od prešanih staklenih vlakana. Unutar oklopa kacige postavljena je tkanina koja apsorbira zvuk te je jaštučići koji imaju zaštitnu funkciju slušnih organa. Zaštitne kape se proizvode kao klasične kape s ugrađenim ušnim štitnicima. (Miholjević, 2016.). Slika 6. prikazuje zaštitnu kacigu



Slika 6. Zaštitna kaciga

(Izvor: <https://vatrozastita.com/utjecaj-buke-na-ljudsko-zdravlje/>)

2.2. Zakonski propisi

Prema Zakonu o zaštiti od buke (NN 20/2003) izvorom buke se smatra svaki stroj, uređaj, instalacija, postrojenje, sredstvo za rad i transport, tehnološki postupak, elektroakustički uređaj za glasno emitiranje glazbe i govora, bučna aktivnost ljudi i životinja i druge radnje od kojih se širi zvuk

Prema pravilniku o zaštiti radnika od izloženosti buci na radu donesene su granične vrijednosti izloženosti i upozoravajuće vrijednosti izloženosti tijekom osmosatnog radnog dana te razine vrijednosti zvučnoga tlaka.

- granična vrijednost izloženosti: $L(EX,8h) = 87 \text{ dB(A)}$ i $p(\text{peak}) = 200 \text{ Pa}$ (140 dB(C) u odnosu na referentni zvučni tlak $20 \mu\text{Pa}$); -
- gornja upozoravajuća granica izloženosti: $L(EX,8h) = 85 \text{ dB(A)}$ i $p(\text{peak}) = 140 \text{ Pa}$ (137 dB(C) u odnosu na referentni zvučni tlak $20 \mu\text{Pa}$);
- donja upozoravajuća granica izloženosti: $L(EX,8h) = 80 \text{ dB(A)}$ i $p(\text{peak}) = 112 \text{ Pa}$ (135 dB(C) u odnosu na referentni zvučni tlak $20 \mu\text{Pa}$)

Pojmovi u ovom Pravilniku, koji se koriste kao faktori prognoze rizika od štetnog utjecaja buke, imaju sljedeće značenje:

- vršna vrijednost zvučnoga tlaka (p_{peak}) je najviša vrijednost frekvencijski C – vrednovanog trenutnog zvučnog tlaka
- dnevna razina izloženosti buci ($L_{EX,8h}$) (dB(A) re. 20 μ Pa) je vremenski vrednovana srednja razina izloženosti buci za nominalni osmosatni radni dan, kako je to definirano u HRN ISO 1999:2018, Procjena gubitka sluha zbog buke, točka 3.6. i u HRN ISO 9612:2010, Akustika – Određivanje izloženosti buci na radu – Inženjerska metoda, a obuhvaća svu buku prisutnu na radu, uključujući i impulsnu buku
- tjedna razina izloženosti buci ($L_{EX, 8h}$) je vremenski vrednovani prosjek dnevnih razina izloženosti buci za nominalni tjedan od pet osmosatnih radnih dana, kako je to definirano u HRN ISO 1999:2018, točka 3.6. (napomena 2.) i u HRN EN ISO 9612:2010 (Pravilnik o zaštiti radnika od izloženosti buci na radu, NN 143/2023)

Tablica 1. Dopuštene razine buke u odnosu na zahtjev pojedinih poslova (Pravilnik o zaštiti radnika od izloženosti buci na radu, NN 143/2023)

| Opis poslova | Najviša dopuštena razina buke | |
|---|-------------------------------|------|
| | $L_{A,eq}$ u dB(A) | |
| | (a)* | (b)* |
| Najzahtjevniji umni rad, vrlo velika usredotočenost, rad vezan za veliku odgovornost, najsloženiji poslovi upravljanja i rukovođenja | 45 | 40 |
| Pretežno umni rad koji zahtijeva usredotočenost, kreativno razmišljanje, dugoročne odluke, istraživanje, projektiranje, komuniciranje sa skupinom ljudi | 50 | 40 |
| Zahtjevniji uredski poslovi, liječničke ordinacije, dvorane za sastanke, školska nastava, neposredno govorno i/ili telefonsko komuniciranje | 55 | 45 |
| Manje zahtjevni uredski poslovi, pretežno rutinski umni rad koji zahtijeva usredotočenje ili neposredno govorno i/ili telefonsko komuniciranje, komunikacijske centrale | 60 | 50 |
| Manje zahtjevni i uglavnom mehanizirani uredski poslovi, prodaja, vrlo zahtjevno upravljanje sustavima, fizički rad koji zahtijeva veliku pozornost i usredotočenost, zahtjevni poslovi montaže | 65 | 55 |
| Pretežno mehanizirani uredski poslovi, zahtjevno upravljanje sustavima, upravljačke | 70 | 60 |

| | | | |
|--|--|----|----|
| | kabine, fizički rad koji zahtijeva stalnu usredotočenost, rad koji zahtijeva nadzor sluhom, rad koji se obavlja na temelju zvučnih signala | | |
| | Manje zahtjevni fizički poslovi koji zahtijevaju usredotočenost i oprez, manje zahtjevno upravljanje sustavima | 75 | 65 |
| | Pretežno rutinski fizički rad sa zahtjevom na točnost, praćenje okoline slušanjem | 80 | 65 |

U tablici 1. navedene su dopuštene razine buke u odnosu na zahtjevnost pojedinih poslova. Sa slovom (a) razina buke na mjestu rada koja potječe od proizvodnih izvora, dok je sa slovom (b) označena razina buke na mjestu rada koja potječe od neproizvodnih izvora (ventilacija, klimatizacija, promet i dr.).

2.3. Kronometriranje

Mjerenje radnog vremena tj. kronometriranje izvodi se radi utvrđivanja elemenata radnoga vremena. Kronometriranje, odnosno snimanje ili praćenje radnog vremena se izvodi kako bi se utvrdili svi elementi radnog vremena. Radno vrijeme možemo podijeliti na pet osnovnih skupina i nekoliko podskupina:

- osnovno radno vrijeme
- pomoćno dopunsko radno vrijeme
- pripremno – završno radno vrijeme
- vrijeme puta do radnog mjesta natrag
- gubitci, odnosno prekidi u radu (Brkić i sur., 2005.).

Što je vrijednost koeficijenta iskorištenja radnog vremena veća, bolje je iskorištenje vremena. Nizom istraživanja vrijednost koeficijenta iskorištenja vremena iznosi u prosjeku za sve radove od 0,45 do 0,75. Kako bi se postiglo poboljšanje iskoristivosti radnog vremena potrebno je uskladiti sve tehnološke operacije.

Brkić i sur. (2005.) navode da se kronometriranje koristi za utvrđivanje sastavnih elemenata radnog vremena smjene. Kronometriranje se obavlja zapornim satom ili satom s velikom kazaljkom za sekunde ili digitalnim satom koji pokazuje sekunde. Mjeri se rad agregata i rad radnika na agregatu, a mjeriti se može i ukupno vrijeme smjene, dio vremena smjene, neke operacije, npr. okret na uvratinama, tehničke zastoje i sl.

3. MATERIJALI I METODE

Istraživanje je obavljeno na poljoprivrednom gospodarstvu Knežević iz Čačinaca. Mjerenje buke obavljena su u dva dana. Prvi dan, mjerenje je trajalo 12 i pol sati, a drugi dan mjerenje je trajalo 9 sati. Mjerenje buke provedeno je prilikom sjetve s različitim tipovima sijačica agregatiranima istim traktorom. U istraživanju su korištene sijačice Khun Espro 6000 R i Vaderstat Tempo F8 koje su bile agregatirane traktorom John Deere 7290 R. Istraživanje je provedeno na istom rukovatelju te je radna operacija bila ista. Mjerenja su obavljena s dozimetrom za mjerenjem buke marke Kimo modela DS 300 (slika 7.) te je korišten mikrofoni klase A.



Slika 7 Kimo DS 300 dozimetar za mjerenje buke.

(Izvor: <https://www.greentechtools.com/kimo-ds300-ds-300-noise-dosimeter>)

Pravilnikom se propisuju veličine za opisivanje buke te način i uvjeti mjerenja i određivanja tih veličina definirani su sljedećim normama (NN 46/2008.):

- HRN ISO 1996 -1 -2 -3, Akustika – opis, mjerenje i utvrđivanje buke okoline
- HRN ISO 9612, Akustika – smjernice za mjerenje i utvrđivanje izloženosti buci u radnoj okolini
- HRN EN 60804, zvukomjeri s integriranjem i usrednjavanjem

Položaj mikrofona tijekom mjerenja na radniku je bio na ovratniku u neposrednoj blizini uha. Nadalje, paralelno uz mjerenje buke provedeno je kronometriranje radnika.

- a) LCpk (zelena boja) – maksimalna vrijednost tlaka, odnosno razine buke

- b) LAeq (plava boja) – trajna zvučna razina koja se mjeri u oba zvučna kanala, najvažnija je i najubotreblijivija veličina koja je i srednja vrijednost zvučne razine za cijelo vrijeme mjerenja, izražava se u dBA

3.1. Vaderstad Tempo F 8

Tempo F je vučena sijačica s 8 redi radnog zahvata.(slika 8.). Tempo F nudi vrlo visok kapacitet gnojiva sa sekcijskom kontrolom redova, što rezultira maksimalnim iskorištenjem radnog vremena i uštedom repromaterijala. Sijačica pruža neusporedivu preciznost pri dvostrukoj brzini od tradicionalnih sijačica. Proizvođač navodi da bilo da se sijačica koristi u uvjetima reducirane obrade tla, konvencionalne ili pak u no-til uvjetima sijačica pokazuje izvrsne rezultate. Kako bi se osigurala optimalna kontrola dubine, Tempo F je opremljen hidrauličnim potpornim kotačima postavljenim između jedinica reda, time se izbjegava naginjanje u brdovitim uvjetima. Širok profil gume održava radnu dubinu bez obzira na vrstu tla, a veliki promjer osigurava mirnu vožnju pri velikim brzinama. Tempo F 8 s osam reda ima četiri potporna kotača koji su povezani kao hidraulična jedinica okretnog postolja, takva izvedba potpornih kotača osigurava da je opterećenje na svim kotačima jednako za vrijeme rada, omogućavajući stroju mirniju vožnju na neravnom terenu. Tempo je dizajniran da odgovara većini traktora. Ima niske hidraulične zahtjeve, samodostatnu električnu energiju i zahtijeva nisku vučnu silu. Sijačica se može opremiti velikim spremnikom za gnojivo i diskastim raonicima za gnojivo. Ovisno o modelu, spremnik za gnojivo ima 1275 ili 1700 litara. Elektromotori omogućuju varijabilnu količinu gnojiva. Zajedno s doziranjem sjemena, doziranje gnojiva ima isključivanje pojedinih redova. Time se održava ispravna primjena čak i na nepravilnim poljima (URL 5). Tablica 2 sadrži tehničke specifikacije sijačice Vaderstad Tempo F8

Tablica 2. tehnički podatci sijačice Vaderstad Tempo F8

Izvor: <https://www.vaderstad.com/en/planting/tempo-planter/tempo-f/>

| Tempo F 8 | Tehnički podatci |
|------------------------|------------------|
| Broj redi | 8 |
| Razmak redova (mm) | 700/750/762/800 |
| Radna širina (m) | 5,6-6,4 |
| Transportna širina (m) | 3,0-3,3 |

| | |
|--|-----------|
| Volumen spremnika za sjeme po jedinici reda (l) | 70 |
| Volumen spremnika za mikro granulat po jedinici reda (l) | 17 |
| Težina sijačice | 3800-4200 |
| Maksimalni pritisak (kg) | 325 |
| Radna brzina (km/h) | 10-17 |
| Potrebna snaga traktora (kW/KS) | 105/140 |



Slika 8. Sijačica Vaderstad Tempo F8

3.2. Khun ESPRO 6000 R

ESPRO sijačice (slika 9 i 10.) su univerzalne i svestrane s radnim širinama od 3,00 do 8,00 m. sijačica je sposobna sijati odmah nakon oranja, u minimalno obrađeno tlo ili izravno u ostacima. Zahvaljujući svom posebnom dizajnu, sprječava nakupljanje zemlje ispred kotača koji imaju funkciju valjka. Na taj način, potrebna snaga i potrošnja goriva traktora ostaju izuzetno niski. Promjer kotača pakera od 900 mm smanjuje otpor kotrljanja, a time i snagu potrebnu za povlačenje stroja u usporedbi s manjim kotačima. U isto vrijeme kotači su

prilično uski (210 mm), ostavljajući razmak od 85 mm između njih za izvrstan protok zemlje i ostataka. Pritisak kotača je hidraulički podesiv iz kabine kako bi se osigurala optimalna izvedba u svim uvjetima tla. Dva reda radnih diskova miješaju tlo na prednjoj strani kako bi se osiguralo da su biljni ostatci uneseni u tlo. Disk promjera 460 mm pomaže u stvaranju finog nagiba. Konkavni oblik diskova čini ih učinkovitima na teškim tlima. Postavljeni su u parovima kako bi se smanjila težina i poboljšao protok zemlje i biljnih ostataka kroz stroj. Prednji radni diskovi, dubina sjetve i pritisak raonika se podešavaju dodavanjem stezaljki na hidraulične cilindre CROSSFLEX raonik proizvodi ravnomjernu dubinu sjetve u gotovo svim uvjetima i radnim brzinama. Jedinice za sijanje montirane su na posebno profiliranu šipku na gumenim blokovima. Ova posebna struktura osigurava vrlo preciznu dubinu sjetve u svim uvjetima uključujući velike radne brzine. Pritisni kotači potiču prijenos vlage na sjeme kapilarnim djelovanjem. Oni također osiguravaju kontakt sjemena s tлом iza sjetvene jedinice. Cilindri za dubinu sjetve i cilindri za pritisak raonika su jedan do drugog i lako dostupni bez potrebe za penjanjem preko stroja.

Spremnici na svim ESPRO modelima dostupni su s prednje strane pomoću preklopnih ljestava. Veliki otvori spremnika i niske visine punjenja na svim ESPRO modelima omogućuju jednostavno punjenje. Prilagođene platforme također vam omogućuju ručno punjenje spremnika malim vrećicama. Na dnu spremnika nalazi se otvor za brzo pražnjenje zaostalog sjemena. Dva senzora u spremniku kontinuirano prate visinu punjenja. Razina spremnika jasno se prikazuje na upravljačkom terminalu. Kako bi se praćenje prilagodilo veličini sjemena, senzori se mogu pomaknuti u tri različita položaja – čak i kada je spremnik pun sjemena (URL 6). Tehnički podatci Khun Espro sijačice vidljivi su u tablici 3.



Slika 9. Khun Espro 6000 R

Tablica 3. Tehnički podatci sijačice Khun Espro 6000R

Izvor: <https://kuhncenter.ie/product/espro/>

| | |
|----------------------------------|---|
| Radna širina (m) | 6 |
| Transportna širina (m) | 3 |
| Broj sjetvenih redova | 40 |
| Razmak sjetvenih redova (cm) | 15 |
| Kapacitet spremnika za sjeme (l) | 3500 |
| Zahtjevi za električnom opremom | 7-pinska utičnica za cestovnu signalizaciju |
| Potrebna snaga traktora (kW/KS) | 147-257 / 200-350 |
| Radna brzina (km/h) | 7-17 |
| Težina (kg) | 8000 |
| Visina spremnika (m) | 2,65 |
| Mjerenje | Centralizirani volumetrijski dozator (1 do 430 kg/ha) |
| Broj diskova za pripremu tla | 48 |
| Broj kotača (900 x 215 mm) | 20 |

| | |
|-------------------------|---|
| Vrsta sjetvene jedinice | CROSSFLEX - s hidrauličkim podešavanjem pritiska i dubine sjetve |
| Terminal | Kompatibilan s ISOBUS-om - Kompatibilan s CCI terminalom i AEF certificiranim traktorskim terminalom |



Slika 10. Sijačica Khun Espro 6000 R

3.3. John Deere – 7290 R

Traktor JD 7290R (slika 11) zbog svoje okretnosti i snage pogodan je za lake poslove pa i one teže. Zbog snage od 290 KS pogodan je za oranje, predsjetvenu pripremu tla, sjetvu i vuču prikolica. Tehničke specifikacije traktora nalaze se u tablici 4.

Tablica 4. Tehničke specifikacija John Deere- 7290R

(<https://www.lectura-specs.hr/hr/model/poljoprivredni-strojevi/4wd-traktori-john-deere/7290r-11682584>)

| | |
|-------------------------------------|---------|
| Snaga motora (kW/KS) | 213/290 |
| Zapremina motora (cm ³) | 6800 |
| Visina (m) | 3.313 |
| Širina (m) | 2.544 |

| | |
|----------------------------|------------|
| Dužina (m) | 5.278 |
| Težina (kg) | 10 816 |
| Maksimalna brzina (km/h) | 50 |
| Dimenzije prednjih kotača | 600/70 R30 |
| Dimenzije stražnjih kotača | 800/70 R38 |



Slika 11. John Deere 7290 R

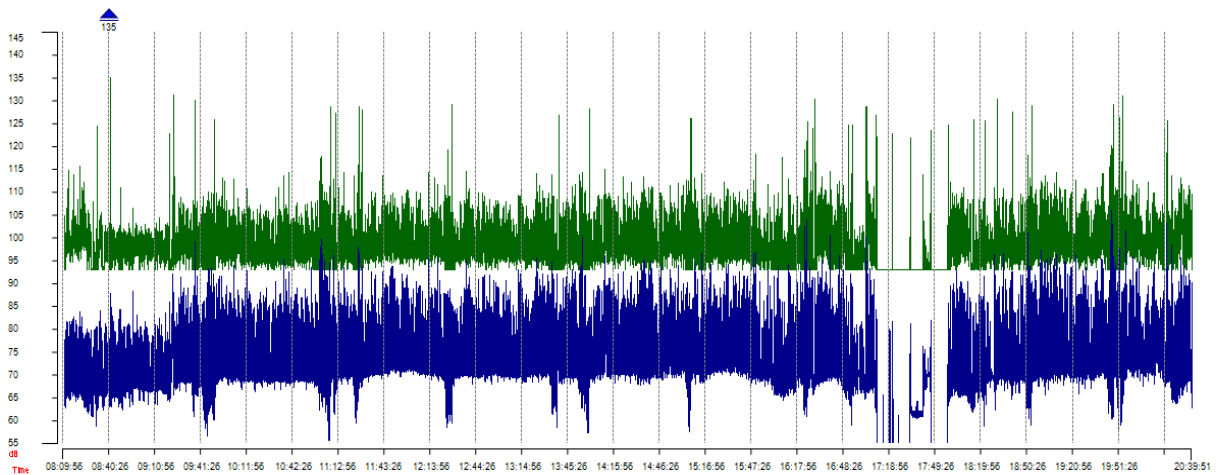
4. REZULTATI

Izmjereni i obrađeni podaci od mjerenja razine buke pri sjetvi 95 ha s različitim tipovima sijačica prikazani su u narednim grafikonima i tablicama.

Tablica 5. Kronometriranje – Vaderstadt Temp F8

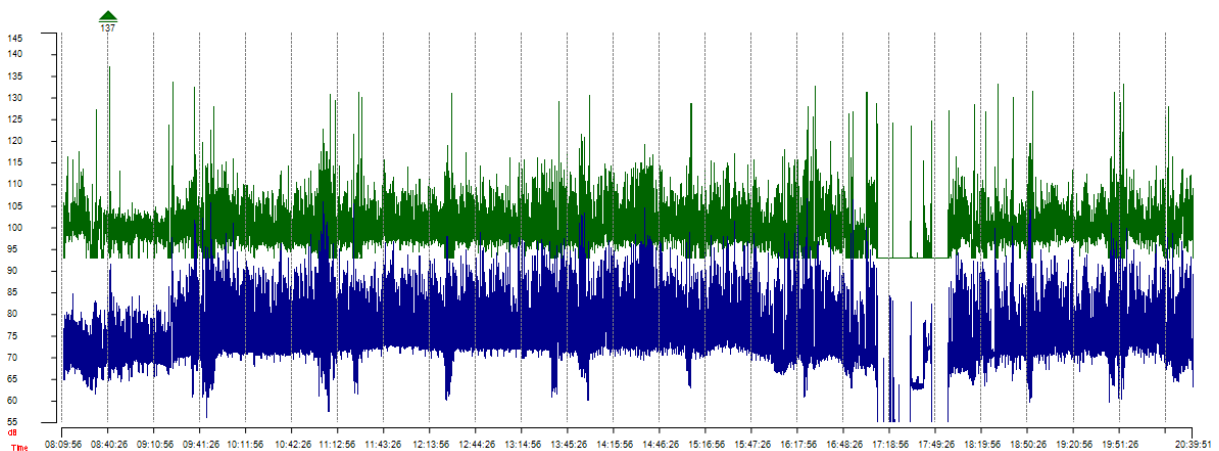
| Radna operacija | Vrijeme | Lijevo | | Desno | |
|------------------------------------|-------------|--------|-------|-------|-------|
| | | LAeq | LCpk | LAeq | LCpk |
| Tehničko staranja | 8:10-8:15 | 73,7 | 114,7 | 73,9 | 116,3 |
| Odlazak na poljoprivrednu površinu | 8:15-8:38 | 73,0 | 124,5 | 72,8 | 127,2 |
| Sjetva | 8:38-9:41 | 75,6 | 135,1 | 78,2 | 137,2 |
| Punjenje sjemena | 9:41-9:50 | 78,9 | 125,9 | 84,5 | 127,9 |
| Sjetva | 9:50-10:55 | 79,1 | 125,9 | 81,8 | 115,9 |
| Punjenje sjemena | 10:55-11:05 | 82,1 | 117,8 | 87,8 | 122,8 |
| Sjetva | 11:05-12:22 | 79,8 | 128,8 | 81,4 | 131,4 |
| Punjenje sjemene | 12:22-12:31 | 76,8 | 129,2 | 80,3 | 131,1 |
| Sjetva | 12:31-13:33 | 80,0 | 114,5 | 82,3 | 117,4 |
| Punjenje sjemena | 13:33-13:40 | 79,2 | 126,7 | 81,1 | 129,2 |
| Sjetva | 13:40-16:00 | 81,1 | 128,2 | 84,1 | 130,6 |
| Selidba | 16:00-16:10 | 77,8 | 117,6 | 77,4 | 117,6 |
| Sjetva | 16:10-16:30 | 80,9 | 130,4 | 84,6 | 132,6 |
| Povratak u gospodarsko dvorište | 16:30-17:00 | 80,0 | 124,6 | 82,0 | 126,7 |
| Podešavanje sijačice | 17:00-18:00 | 73,5 | 128,8 | 74,3 | 131,3 |
| Odlazak na poljoprivrednu površinu | 18:00-18:15 | 78,5 | 125,9 | 79,4 | 128,4 |
| Punjenje sjemena | 18:15-18:25 | 77,3 | 125,6 | 79,6 | 126,7 |
| Sjetva | 18:25-20:20 | 81,9 | 131,0 | 81,1 | 133,2 |
| Povratak u gospodarsko dvorište | 20:20-20:40 | 81,9 | 125,6 | 80,9 | 127,9 |

Tablica 5. prikazuje kronometriranje sjetve s Vaderstad Tempo F8 sijačicom prvoga dana mjerenja. U tablici su uz kronometriranje i navedene prosječne vrijednosti razine buke i peak-ovi za svaku radnu operaciju s lijeve i desne strane.



Grafikon 1. Prvi dan mjerenja lijeva strana– sijačica Vaderstad Tempo F8

Iz grafikona 1. je vidljivo kako porastom razine buke pri mjerenju raste i zvučni tlak. Najveći izmjereni peak iznosi 135,1 dB(A). Iz tablice 5. je vidljivo da u vrijeme kada je izmjerena najveća vrijednost bila radna operacija sjetve, odnosno zastoj prilikom kojeg je bilo potrebno odštopavati sijačicu. Dalje iz grafikona 1. je vidljivo, a iz kronometriranja odnosno tablice 4. utvrđeno da prilikom punjenja sjemena dolazi do porasta buke, odnosno izmjerene vrijednosti od 129,2 dB(A). Nakon selidbe u 16:10 sati, prelazi se na sjetvu manje parcele gdje je navigacija i precizne sjetva ne uporabljiva te se sije na markir. Iz grafikona je vidljivo da je prilikom korištenja markira došlo i do povećanja buke, koja u tom trenutku iznosi i do 130,4 dB(A). U grafikonu je dalje vidljivo da u vremenskom razdoblju od 17:00 do 18:00 sati razina buke je mala, s povremenim odskakanjem. Razlog tome je čišćenje sijačice i promjena sjetvenih ploča. U tom razdoblju se prelazilo sa sjetve kukuruza na sjetvu soje.



Grafikon 2. Prvi dan mjerenja desna strana- Sijačica Vaderstad Tempo F8

Analizom grafikona 2. utvrđeno je kako porastom razine buke pri mjerenju raste i zvučni tlak. Najveći peak na desnoj strani mjerenja je bio u isto vrijeme kada i na lijevoj strani mjerenja. Najveći peak na desnoj strani mjerenja iznosi 137,2 dB(A) te kao i na lijevoj strani mjerenja je zabilježen za vrijeme sjetve i odštopavanja sijačice. Dalje je iz grafikona 2. vidljivo, a iz kronometriranja, odnosno tablice 5. utvrđeno da prilikom punjenja sjemena dolazi do porasta buke, odnosno izmjerene vrijednosti od 131,1 dB(A), što se poklapa s porastom razine buke na lijevoj strani mjerenja. Prilikom korištenja markira na sijačici dolazi do porasta buke te peak iznosi 132,6 dB(A). Analizom podatak je utvrđeno da je buka u kabini prilikom same vožnje bila na poljskom putu veća, nego na asfaltiranom putu.

Tablica 6. Rezultati srednjih vrijednosti razine buke, 1. dan.

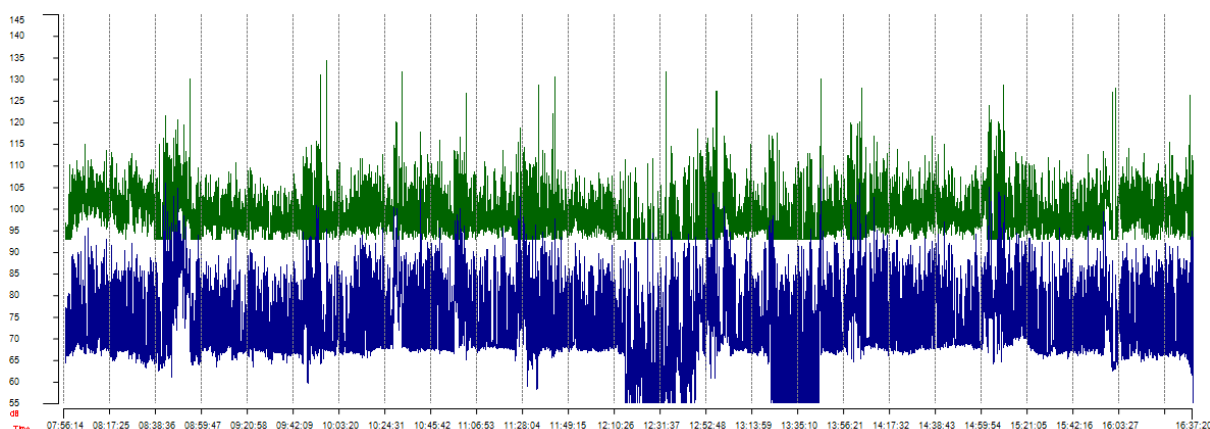
| John Deere + Vaderstad Tempo F8 | LAeq | LCeq | Lcpk max | EA.T | Lex 8h |
|---------------------------------|--------|---------|----------|-------------------------|----------|
| Lijevo | 79.9dB | 88.7dB | 135,1dB | 0,494 Pa ² h | 82,00 dB |
| Desno | 81.9dB | 90,4 dB | 137,2 dB | 0,768 Pa ² h | 84,00 dB |

Analizom dobivenih podatak i kronometriranja zaključeno je da je veća buka bila na desnoj strani rukovatelja prilikom istih operacija. Vidljivo je i u tablici 6. da je peak s desne strane bio veći za 2.1 dB (A), nego na lijevoj strani. Analizom podataka iz tablice 6. utvrđeno je još da buka nije prelazila gornju upozoravajuću vrijednost od 85dB te je s lijeve strane buka iznosila 82dB(A), a s desne 84 dB(A) na 8 sati.

Tablica 7. Kronometriranje – Khun Espro 6000

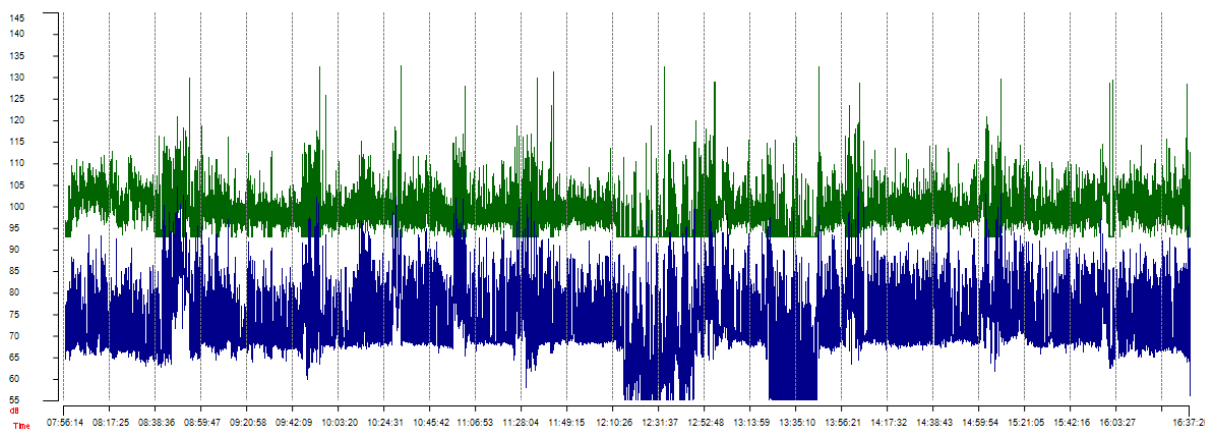
| Radna operacija | Vrijeme | Lijevo | | Desno | |
|------------------------------------|-------------|--------|-------|-------|-------|
| | | LAeq | LCpk | LAeq | LCpk |
| Tehničko staranja | 7:50-8:15 | 79,5 | 115,0 | 77,7 | 111,9 |
| Odlazak na poljoprivrednu površinu | 8:15-8:45 | 80,5 | 121,7 | 78,2 | 116,3 |
| Punjenje sjemena | 8:45-9:00 | 85,1 | 130,0 | 85,3 | 129,8 |
| Sjetva | 9:00-12:30 | 81,6 | 134,4 | 80,6 | 132,7 |
| Pauza | 12:30-13:10 | 81,4 | 131,8 | 80,8 | 132,5 |
| Punjenje sjemene | 13:10-13:20 | 78,7 | 115,0 | 78,2 | 115,4 |
| Sjetva | 13:20-16:05 | 82,6 | 130,0 | 80,7 | 132,5 |
| Povratak u gospodarsko dvorište | 16:05-16:40 | 80,4 | 126,3 | 79,0 | 128,5 |

Tablica 7. prikazuje kronometriranje provedeno drugoga dana mjerenja razine buke u kabini koja utječe na rukovatelja. Drugoga dana je provedeno mjerenje i kronometriranje rada sa sijačicom Khun Espro 6000R. u tablici 7. vidljive su prosječne vrijednosti razine buke te peak-ovi za svaku radnu operaciju.



Grafikon 3. Sjetva Khun Espro 6000 R – lijeva strana

Iz grafikona 3. vidljivo je kako porastom razine buke pri mjerenju raste i zvučni tlak. Najveća izmjerena razina buke iznosi 134,4 dB. Iz kronometriranja je utvrđeno da u vrijeme kada je izmjerena najveća vrijednost bila radna operacija sjetve. Ostale veće razine buke pojavile su se za vrijeme operacije punjenja sjemena i sjetve. Za vrijeme tehničkog staranja su izmjerene najmanje razine buke što je utvrđeno iz kronometriranja, odnosno tablice 7.



Grafikon 4. Khun Espro 6000 R – Desna strana

Iz grafikona 4. vidljivo je kako porastom razine buke pri mjerenju raste i zvučni tlak. Iz grafikona je vidljivo da se najveća razina buke javlja za vrijeme operacije sjetve. Isto tako veće razine buke javlja su za vrijeme pauze, te punjenja sjemena. Najmanja razina buke izmjerena je za vrijeme tehničkog staranja.

Tablica 8. . Rezultati srednjih vrijednosti razine buke, 2. dan.

| John Deere + Kuhn Espro 6000 R | LAeq | LCeq | Lcpk max | EA.T | Lex 8h |
|--------------------------------|---------|----------|----------|-------------------------|----------|
| Lijevo | 81,5dB | 89,4dB | 134,4dB | 0,494 Pa ² h | 82,00 dB |
| Desno | 80.06dB | 90,00 dB | 132,7 dB | 0,400 Pa ² h | 81,00 dB |

Analizom podataka iz tablice 8. zaključuje se da je Lex 8h bliži donjoj graničnoj vrijednost od 80 dB(A), jer buka lijevo iznosi Lex 8h 82dB(A), dok s desne strane Lex 8h iznosi 81dB(A). Dalje iz tablice 8. je vidljivo da je peak s lijeve strane veći za skoro 2 dB(A).

5. RASPRAVA

Razina buke poljoprivrednih strojeva kao što su: kombajni, prskalice, kosilice i balirke, u rasponu su od 85 do 117 dB(A). Traktori imaju dulji vijek trajanja od ostalih strojeva. Zbog toga je najvažnija sigurnosna mjera opreza održavanje ispravnosti gumenih brtvi na vratima i prozorima traktorske kabine, kao izolator od buke i osiguravanje optimalne mikroklimе u traktoru. Održavanjem ispravnosti traktorske kabine, buka se smanjuje i do 10 dB(A) (Durczak, Rybacki, 2023).

Za vrijeme mjerenja buka u kabini traktora je bila u rasponu od 81 dB(A) do 84 dB(A), razlog tome je što je traktor proizveden 2020. godine te je u trenutku mjerenja imao 2500 r/h. S obzirom na to da je traktor novije proizvodnje bolji su i izolatori od buke i vibracija.

Wang i sur. (2022) proveli su istraživanje smanjenje srednje i niskofrekventne buke u traktorskoj kabini ugradnjom akustičnih materijala. U istraživanju su korištene perforirane folije, elastične membrane i dodatne mase. Uspoređeni su različiti promjeri otvora i poroznosti perforirane ploče. Ispitivanje je provedeno u širokom frekvencijskom rasponu od 50 do 1600 Hz. Postavljanje perforirane ploče na prednju ploču traktorske kabine smanjuje buku za 1,3 dB(A) pri 2200 o/min. Postavljanjem dodatnih izolatora ispod poklopca motora došlo bi do smanjenja buke unutar kabine koja negativno utječe na rukovatelja.

Istraživanje (Sabo, 2018) provedeno na dva traktora agregatirana polunošenim tresačem, traktor John Deer 6110 i traktor Hurlimann XT-910.4, bili su agregatirani tresačem Weremeczuk Mayate, istraživanje je mjerilo buku u kabini. Najviša razina buke izmjerena je prilikom 500 o/min kardanskog vratila kod oba traktora. S desne strane je izmjerena jednaka vrijednost buke kod oba traktora, 75,4 dB(A), dok je s lijeve strane izmjerena veća buka kod traktora Hurilmann te je iznosila 77 dB(A), a kod John Deer-a 75,4 dB(A)

Analizom podataka zaključeno je da prilikom rada sa sijačicom Khun Espro 6000 veća razina buke bila na lijevoj strani rukovatelja, za razliku od sijačice Vaderstad Tempo F8 gdje je veća razina buke bila na desnoj strani rukovatelja.

Buka se općenito definira kao nepoželjan zvuk. Tako su primjerice govor i glazba ugodan zvuk za one koji ih žele slušati, dok su drugima kada spavaju ili razgovaraju nepoželjni zvukovi ili buka. Danas se buka smatra jednim od najvećih zagađivača okoliša, a istraživanja pokazuju da čak 25% Europljana pati od poremećenog fizičkog, mentalnog i bihevioralnog zdravlja zbog povećanje buke. (Hong i sur., 2013)

S obzirom na razine štetnosti, buku možemo podijeliti u četiri stupnja štetnosti:

- 30 – 55 dB(A) – područje psihološkog djelovanja (radnici postaju umorni i razdražljivi)
- 55 – 85 dB(A) – područje ozbiljnih psiholoških i fizioloških smetnji (radnici postaju razdražljivi, psihički labilni te im se smanjuje motivacija i koncentracija)
- 85 – 120 dB(A) – područje oštećenja sluha (dolazi do oštećenja sluha, naglušnosti ili potpune gluhoće zbog izloženosti buci za vrijeme cijelog radnog vremena)
- iznad 120 dB(A) – područje akutnog oštećenja sluha

(Kirin i Lauš, 2011)

Daljnjom analizom tablica 6, i 8., zaključuje se da je rukovatelj bio u drugom stupnju štetnosti buke kako navode Kirin i Lauš (2011), odnosno nakon određenog vremena izloženosti toj razini buke rukovatelj bi postao manje koncentriran i razdražljiv.

Mjerenjem radnog vremena tj. kronometriranjem ustanovljeno je da je prvi dan mjerenja odnosno sa sijačicom Vaderstad Tempo F8 posijano 45 ha kukuruza i 15 ha soje odnosno ukupno 60 ha za 12 i pol sati. Prvog dana od ukupno 726 minuta u radu je provedeno 498 minuta, na okretanju čak 67 minuta, na seljenje je potrošeno 104 minute, na punjenje sjemena 42 minute, i na zastoj za odštopavanje i sitna podešavanja na sijačici 10 minuta. Iz dobivenih podataka dobiva se da je u radu provedeno 68,6% od ukupnog vremena prvoga dana mjerenja, odnosno dobiva se koeficijenta od 0.68 iskorištenja radnog vremena. Istraživanje (Gojević. 2018) pokazuje da se nakon mjerenja uočava kako sijačica Monosen NG4 ima radni učinak 1,57 ha/h dok joj je prosječni koeficijent iskorištenja vremena 0,63. Uslijed kronometriranja uočena su odstupanja zbog punjenja sijačice i seljenja na drugu poljoprivrednu česticu.

Usporedbom dvaju istraživanja ustanovljeno je da najveći gubitci za vrijeme radnoga vremena nastaju zbog seljenja, odnosno raštrkanosti poljoprivrednih čestica i malih dislocirane čestice. Oba istraživanja prikazuju minimalnu razliku u koeficijentu iskorištenja vremena. Sijačica Tempo F8 je u ovom istraživanju sijala bez mineralnog gnojiva, u slučaju da je sijala s ulaganjem mineralnog gnojiva, došlo bi do smanjenja ukupne iskoristivosti radnog vremena.

Drugi dan mjerenja odnosno sa sjetvom Khun Espro sijačicom posijano je 36 ha soje za 9 sati rada. Drugi dan u radu je provedeno ukupno 540 minuta od toga 355 minuta u radu, 20 minuta je potrošeno na okretanje, 75 minuta je potrošeno na seljenje, 40 minuta na pauzu i

po 25 minuta na tehničko staranje i punjenje sjemena. Iz dobivenih podataka dobiva se da je na rad potrošeno 65,7% vremena, odnosno dobiva se koeficijenta od 0,65 iskorištenja radnog vremena.

6. ZAKLJUČAK

Istraživanje je provedeno tijekom dva dana, na istom rukovatelju te je radna operacija bila ista. Oba dana provedeno je kronometriranje te su izdvojeni značajniji rezultati. Prvi dan izmjerena je najveća razina buke prilikom sjetve, od 137,2 dB. Prvi dan mjerenja razina buke na 8 sati prelazi donju graničnu vrijednost od 80 dB te iznosi 84 dB te dolazi blizu gornje granične upozoravajuće vrijednosti od 85 dB. Analizom podataka je utvrđeno da je buka u kabini traktora veća prilikom vožnje na makadamu, nego li je to prilikom vožnje po asfaltu.

Drugi dan mjerenja razina buke na 8 sati prijelazi donju upozoravajuću graničnu vrijednost te iznosi 82 dB. Najveća razina buke tijekom mjerenja drugoga dana iznosi 134,4 dB.

Analizom istraživanja zaključeno je da prilikom rada sa sijačicom Khun Espro 6000 R veća razina buke bila na lijevoj strani rukovatelja, za razliku od sijačice Vaderstad Tempo F8 gdje je veća razina buke bila na desnoj strani rukovatelja.

Preporučuje se da tijekom radnih operacija koje posljedično uzrokuju više razine buke, rukovatelji koriste osobna zaštitna sredstva za zaštitu sluha. Tijekom provedenog istraživanja smatram da rukovatelj nije imao potrebu nositi zaštitna sredstva jer se razina buke kretala između donje i gornje granične vrijednosti.

Smatram da bi učinak sjetve bio veći da su parcele, odnosno poljoprivredne čestice bliže gospodarskom dvorištu te se ne bi toliko vremena gubilo prilikom seljenja. Također smatram da bi učinak bio veći da su poljoprivredne čestice grupirane.

Mišljenja sam da bi ovo istraživanje moglo biti longitudinalno te bi se utjecaj buke mogao smanjiti ugradnjom akustičnih materijala, perforiranih folija i ploča. Također smatram da bi se moglo istraživati razina buke u prilikom rada istog traktora s različitim strojevima pri različitim agrotehničkim operacijama.

7. POPIS LITERATURE

1. Andričić, P. (2023). Analiza buke u središnjoj remontnoj radionici za popravak poljoprivrednih strojeva (Diplomski rad). Osijek: Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek. Preuzeto s <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:151:695712>
2. Brkić, D., Vujčić, M., Šumanovac, L., Lukač, P., Kiš, D., Jurić, T., Knežević, D. (2005.): Eksploatacija poljoprivrednih strojeva, Poljoprivredni fakultet Osijek, Osijek.
3. Duraczek K, Rybacki P., (2023): Noise Emission in the Cabs of Modern Farm Tractors, Tehnički Vjesnik Vol. 30, No. 2. <https://doi.org/10.17559/TV-20220921083039>
4. - Đukić I., Goglia V., Buka i vibracija pri radu jarmača i tračnih pila trupčara, Drvna industrija 58 (1), (2007),
5. Gojević, V. (2018). *Utjecaj različitih brzina sjetve sijačicom Monosem na ostvareni sklop u sjetvi kukuruza (Zea mays L.) na OPG-u " Ivan Gojević "* (Završni rad). Osijek: Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek. Preuzeto s <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:151:425749>
6. Hong O., Madeleine J., Gayla L. Sumitrajit D. (2013) Understanding and preventing noise-induced hearing loss <https://doi.org/10.1016/j.disamonth.2013.01.002>
7. HRN ISO Akustika -- Određivanje izloženosti buci na radu -- Inženjerska metoda (ISO 9612:2009; EN ISO 9612:2009)
8. HRN ISO Akustika -- Procjena gubitka sluha zbog buke (ISO 1999:2013)
9. HRN EN 60804:2002 Zvukomjeri s integriranjem i usrednjavanjem
10. Jurić T., Emert R., Šumanovac L., Heffer G., Brkić D.: „Ergonomski zahtjevi obzirom na zaštitu rukovatelja traktora od mehaničkih vibracija“. Dio iz „Actual Tasks on Agricultural Engineering“, Opatija, Croatia (1998.)
11. Karakulak S., Yetkin E.,(2020). Agricultural Tractor Cabin Safety Analysis and Test Correlation, International journal of automotive Science and technology Vol 4
12. Kirin S., Lauš K., (2011) Istraživanje razine buke u tehnološkom procesu šivanja
13. Kumar, A., Mahajan, A., Prasanth, S., Darekar, S. et al., "Agricultural Tractor Cabin Structure Design for Durability and Rollover Protective Structure Test," SAE Technical Paper 2015-26-0163, 2015, <https://doi.org/10.4271/2015-26-0163>.

14. Miholjević, L. (2016). *Utjecaj buke na ljudsko zdravlje i metode zaštite od buke* (Završni rad). Karlovac: Veleučilište u Karlovcu. Preuzeto s <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:128:885077>
15. Murphy D., Harshman W., (2017.): Noise induced hearing loss in agriculture, The Pennsylvania State University 2017
16. Narodne novine, službeni list Republike Hrvatske, NN 20/2003 [Internet]. Zakon o zaštiti na radu. https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2003_02_20_290.htm
17. Pessina D., Guerretti M., (2000) Effectiveness of Hearing Protection Devices in the Hazard Reduction of Noise from Used Tractors <https://doi.org/10.1006/jaer.1999.0489>
18. Pravilnik o zaštiti radnika od izloženosti buci na radu, NN 143/2023
19. Sabo, I. (2018). Odnos rada vučenog tresaća "Weremczuk Maja " i broja okretaja motora na proizvedenu razinu buke (Završni rad). Osijek: Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek. Preuzeto s <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:151:488326>
20. Sabolić, M. (2017). *Specifičnosti sigurnosti pri izvlačenju drvnih sortimenata forvarderom* (Završni rad). Karlovac: Veleučilište u Karlovcu. Preuzeto s <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:128:777240>
21. Senfner, D. (2020). ZAŠTITA OD BUKE I VIBRACIJA (Završni rad). Karlovac: Veleučilište u Karlovcu. Preuzeto s <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:128:354574>
22. Šomođi, E. (2018). *Brzina gibanja i agrotehnička operacija kao čimbenici generiranja buke koja utječe na rukovatelja poljoprivrednog traktora* (Diplomski rad). Osijek: Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek. Preuzeto s <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:151:190478>
23. Vardhana, H., Karmakarb, N. C., Rao, Y. V. (2005.): Experimental study of sources of noise from heavy earth-moving machinery. Noise control engineering journal, 53(2): 37-42
24. Wang Z., Zuo Y., Sun L., Zhao X.,(2022) "Noise Reduction in Tractor Cabs Using Coupled Resonance Acoustic Materials," in *IEEE Access*, vol. 10, pp. 32689-32695, doi: 10.1109/ACCESS.2022.3160734

1. URL 1. - <https://element.hr/wp-content/uploads/2020/06/unutra-12376.pdf>

2. URL 2. - <https://www.dairynz.co.nz/media/1273375/preventing-hearing-loss.pdf>

3. URL 3. - <https://zastitanaradu.com.hr/buka-i-zastita-na-radu/>
4. URL 4. - <https://www.hse.gov.uk/pubns/wis13.pdf>
5. URL 5. - , <https://www.vaderstad.com/en/planting/tempo-planter/tempo-f/>
6. URL 6. - <https://kuhncenter.ie/product/espro/>
7. URL7.-<https://www.lectura-specs.hr/hr/model/poljoprivredni-strojevi/4wd-traktorijohn-deere/7290r-11682584>

8. SAŽETAK

Istraživanje je provedeno u tvrtci Poljoprivreda Knežević gdje se kroz dva dana mjerenja mjerila buka koja utječe na rukovatelja traktora pri različitim agrotehničkim operacijama. U radu se mjerila buka u traktoru John Deere 7290R koji je bio agregatiran s dvije različite sijačice. Cilj istraživanja je bio utvrditi razinu buke na rukovatelja prilikom sjetve s različitim tipovima sijačica koje su bile agregatirane s istim traktorom. Prikupljeni su i obrađeni podatci za dva dana mjerenja. Ustanovljeno je da sijačica Khun Espro 6000 R imala nešto veću razinu buke s lijeve strane za razliku od sijačice Vaderstad Tempo F8 koja je imala veću buku na desnoj strani.

Ključne riječi : Buka, traktorska kabina, zaštita od buke

9. SUMMARY

The research was carried out at the company Poljoprivreda Knežević, where the noise affecting the tractor operator during various agrotechnical operations was measured over two days of measurement. The work measured noise in a John Deere 7290R tractor that was aggregated with two different seeders. The aim of the research was to determine the noise level for the operator when sowing with different types of seed drills that were aggregated with the same tractor. Data were collected and processed for two days of measurement. It was found that the Khun Espro 6000 R seed drill had a slightly higher noise level on the left side, in contrast to the Vaderstad Tempo F8 seed drill, which had a higher noise level on the right side

Key words: Noise, tractor cabin, noise protection

10. POPIS TABLICA

Tablica 1.: Dopuštene razine buke u odnosu na zahtjev pojedinih poslova (Pravilnik o zaštiti radnika od izloženosti buci na radu, str 10

Tablica 2. tehnički podatci sijačice Vaderstad Tempo F8, str. 13.

Tablica 3. tehnički podatci sijačice Khun Espro 6000R, str. 16.

Tablica 4. tehničke specifikacija John Deere- 7290R, str. 18.

Tablica 5. Kronometriranje – Vaderstadt Temp F8, str. 19.

Tablica 6. Rezultati srednjih vrijednosti razine buke, 1. dan., str. 21.

Tablica 7. Kronometriranje – Khun Espro 6000, str. 21.

Tablica 8. . Rezultati srednjih vrijednosti razine buke, 2. dan, str. 23.

11. POPIS SLIKA

Slika 1: Presjek ljudskog uha, str. 1.

Slika 2. Kabina modernog traktora, str. 2

Slika 3. Čepići za uši, str. 6

Slika 4. Zaštitna vata, str. 7.

Slika 5. Ušni štitnici, str. 8.

Slika 6. Zaštitna kaciga, str. 9

Slika 7 Kimo DS 300 dozimetar za mjerenje buke, str. 13.

Slika 8. Sijačica Vaderstad Tempo F8, str. 15.

Slika 9. Khun Espro 6000 R, str. 17.

Slika 10. Sijačica Khun Espro 6000 R str. 18.

Slika 11. John Deer 7290 R. str. 19.

12. POPIS GRAFIKONA

Grafikon 1. Prvi dan mjerenja lijeva strana – sijačica Vaderstad Tempo F8, str. 20

Grafikon 2. Prvi dan mjerenja desna strana- Sijačica Vaderstad Tempo F8. str. 20

Grafikon 3. Sjetva Khun Espro 6000 R – lijeva strana, str 22.

Grafikon 4. Khun Espro 6000 R – Desna strana, str. 22

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku

Diplomski rad

Fakultet agrobiotehničkih znanosti u Osijeku

Sveučilišni diplomski studij, smjer Mehanizacija

UTJCAJ BUKE NA RUKOVATELJA TRAKTORA PRI RAZLIČITIM AGROTEHNIČKIM OPERACIJAMA U TVRTCI „POLJOPRIVREDA KNEŽEVIĆ“

MATEJ KRAJCAR

Sažetak: Istraživanje je provedeno u tvrtci Poljoprivreda Knežević gdje se kroz dva dana mjerenja mjerila buka koja utječe na rukovatelja traktora pri različitim agrotehničkim operacijama. U radu se mjerila buka u traktoru John Deere 7290R koji je bio agregatiran s dvije različite sijačice. Cilj istraživanja je bio utvrditi razinu buke na rukovatelja prilikom sjetve s različitim tipovima sijačica koje su bile agregatirane s istim traktorom. Prikupljeni su i obrađeni podaci za dva dana mjerenja. Ustanovljeno je da sijačica Khun Espro 6000 R imala nešto veću razinu buke s lijeve strane za razliku od sijačice Vaderstad Tempo F8 koja je imala veću buku na desnoj strani.

Rad je izrađen pri: Fakultet agrobiotehničkih znanosti u Osijeku

Mentor: doc.dr.sc. Željko Barač

Broj stranica: 27

Broj grafikona i slika: 15

Broj tablica: 7

Broj literaturnih navoda: 31

Broj priloga: -

Jezik izvornika: hrvatski

Ključne riječi: buka, traktorska kabina, zaštita od buke

Datum obrane:

Stručno povjerenstvo za obranu:

1. prof. dr. sc Tomislav Jurić, predsjednik
2. doc. dr. sc. Željko Barač, mentor
3. prof. dr. sc. Ivan Plaščak, član

Rad je pohranjen u: Knjižnica Fakulteta agrobiotehničkih znanosti u Osijeku i u digitalnom repozitoriju završnih i diplomskih radova Fakulteta agrobiotehničkih znanosti u Osijeku

BASIC DOCUMENTATION CARD

Josip Juraj Strossmayer University of Osijek

Graduate thesis

Faculty of Agriculture biotechnical science

University Graduate Studies, Agriculture machinery, course

Thesis performed at: Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek

THE EFFECT OF NOISE ON TRACTOR OPERATORS DURING DIFFERENT AGROTECHNICAL
OPERATIONS IN THE COMPANY "POLJOPRIVREDA KNEŽEVIĆ
Matej Krajcar

Abstract: The research was carried out at the company Poljoprivreda Knežević, where the noise affecting the tractor operator during various agrotechnical operations was measured over two days of measurement. The work measured noise in a John Deere 7290R tractor that was aggregated with two different seeders. The aim of the research was to determine the noise level for the operator when sowing with different types of seed drills that were aggregated with the same tractor. Data were collected and processed for two days of measurement. It was found that the Khun Espro 6000 R seed drill had a slightly higher noise level on the left side, in contrast to the Vaderstad Tempo F8 seed drill, which had a higher noise level on the right side.

Mentor: doc. dr. sc. Željko Barač

Number of pages: 27

Number of figures: 15

Number of tables: 7

Number of references: 31

Number of appendices: 0

Original in: Croatian

Key words: Noise, tractor cabin, noise protection

Thesis defended on date:

Reviewers:

1. prof. dr. sc Tomislav Jurić, predsjednik

2. doc. dr. sc. Željko Barač, mentor

3. prof. dr. sc. Ivan Plaščak, član

Thesis deposited at: Library, of Faculty of Agrobiotechnical Sciences in Osijek and in digital repository of Faculty of Agrobiotechnical Science sin Osijek