

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDDELEK ZA GOZDARSTVO IN OBNOVLJIVE GOZDNE
VIRE

Timotej ČADEŽ

**TEŽAVNOST DELA IN OBREMENITVE
GOZDNEGA DELAVCA Z ROPOTOM PRI
SPRAVILU LESA Z ŽIČNIM ŽERJAVOM**

DIPLOMSKO DELO

Visokošolski strokovni študij - 1. stopnja

Ljubljana, 2014

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDDELEK ZA GOZDARSTVO IN OBNOVLJIVE GOZDNE VIRE

Timotej ČADEŽ

**TEŽAVNOST DELA IN OBREMENITVE GOZDNEGA DELAVCA Z
ROPOTOM PRI SPRAVILU LESA Z ŽIČNIM ŽERJAVOM**

DIPLOMSKO DELO
Visokošolski strokovni študij- 1. stopnja

**PHYSICAL WORKLOAD AND NOISE EXPOSURE AT CABLE
YARDING WITH SYNCROFALKE**

B. Sc. Thessis
Professional study programmes

Ljubljana, 2014

Diplomsko delo je zaključek visokošolskega strokovnega študija gozdarstva. Opravljeno je bilo na katedri za gozdno tehniko in ekonomiko Oddelka za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire Biotehniške fakultete v Ljubljani.

Študijska komisija oddelka za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire BF je na seji dne 05.06.2014 za mentorja imenovala prof. dr. Igorja Potočnika in za somentorja dr. Antona Pojeta.

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik:

Član:

Član:

Datum zagovora:

Podpisani izjavljam, da je diplomsko delo rezultat lastnega raziskovalnega dela. Izjavljam, da je elektronski izvod identičen tiskanemu. Na univerzo neodplačno, neizključno, prostorsko in časovno neomejeno prenašam pravici shranitve avtorskega dela v elektronski obliki in reproduciranja ter pravico omogočanja javnega dostopa do avtorskega dela na svetovnem spletu preko Digitalne knjižnice Biotehniške fakultete.

Čadež Timotej

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD	Dv1
DK	GDK 302+304+307:377(043.2)=163.6
KG	žičnično spravilo lesa/težavnost dela/pulz/obremenitve z ropotom/ekvivalentna jakost ropota
KK	
AV	ČADEŽ, Timotej
SA	POTOČNIK, Igor (mentor)/ POJE, Anton (somentor)
KZ	SI - 1000 Ljubljana, Večna pot 83
ZA	Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive vire energije
LI	2014
IN	TEŽAVNOST DELA IN OBREMENITVE GOZDNEGA DELAVCA Z ROPOTOM PRI SPRAVILU LESA Z ŽIČNIM ŽERJAVOM
TD	Diplomsko delo (visokošolski strokovni študij)
OP	VII, 37 str., 6 pregl., 9 sl., 13 vir.
IJ	sl
JI	sl/en
AL	Namen raziskave je bil ugotoviti razlike v težavnosti dela in obremenitvijo z ropotom na delovnih mestih, ki se pojavljajo pri spravilu z žičnim žerjavom Sychrofalke. Štiri dnevne meritve so bile izvedene pri montaži žičnega žerjava, pri pripenjanju bremen, pri upravljanju vozička ter pri upravljanju stroja. Vse meritve so bile opravljene na istem delavcu. Rezultati kažejo, da je največja težavnost dela pri montaži žičnega žerjava (74,9 u/min, 53,1 %), manjša pri pripenjalcu-sekaču (39,2 u/min, 27,8 %) in najmanjša pri strojniku (18,4 u/min, 13,1 %). Ker je skupna ocenjena težavnost dela pri spravilu lesa 37 u/min oz. 27% večja od mednarodno dogovorjenih mej (HR_w 35 u/min ali HR_r 40 %), je težavnost dela prevelika. Obremenitve z ropotom v 8 urnem delovniku so največje pri pripenjalcu-sekaču (96,2 dB(A)), manjša je pri montaži (93,8 dB(A)), sledi delovno mesto strojnika (87,9 dB(A)) in pripenjalec-upravljalca (82,4 dB(A)). Glede na mednarodno zakonodajo ocenjene skupne obremenitve pri spravilu lesa z žičnim žerjavom (92,0 dB(A)) presegajo spodnjo in zgornjo opozorilno vrednost dnevne izpostavljenosti, pri neuporabi osebne varovalne opreme pa tudi mejno vrednost.

KEY WORDS DOCUMENTATION

DN Dv1
DC GDK 302+304+307:377(043.2)=163.6
CX cable yarding/physical work load/heart rate/noise exposure/equivalent sound level
CC
AU ČADEŽ Timotej
AA POTOČNIK, Igor (supervisor)/ POJE, Anton (co-supervisor)
PP SI - 1000 Ljubljana, Večna pot 83
PB University of Ljubljana, Biotechnical faculty, Department of Forestry and Renewable Forest Resources
PY 2014
TI PHYSICAL WORKLOAD AND NOISE EXPOSURE AT CABLE YARDING WITH SYNCROFALKE
DT B. Sc. Thesis (Profesional Study Programmes)
NO VII, 37 p., 6 tab., 9 fig., 13 ref.
LA sl
AL sl/en
AB The aim of the research was to determine differences in the physiological work load and noise exposures in work places that appear at the cable yarding with Sychrofalke. Four daily work place measurements were carried out: setting up of the cable crane, log hooking, operating the carriage and last day operating the cable crane. The same worker was the subject of measurements in all four days. From the results it was found out that physiological work load was the highest at setting up of the cable crane (HRw: 74.9 bpm, HRr: 53.1 %), lower at log hooking (42.4 bpm, 30.1 %) and at carriage operating (39.2 bpm, 27.8 %) and the smallest at cable crane operating (18.4 bpm, 13.1 %). The estimated 8- hour work loads at cable yarding (37 bpm, 27 %) exceed internationally agreed limits (35 bpm or. 40 %). Noise exposure was the highest at log hooking because of the use of chainsaw (96.2 dB (A)), smaller at setting up the cable crane (93.8 dB (A)), followed by operating the cable crane (87.9 dB (A)) and the smallest at carriage operating (82.4 dB (A)). According to EU directives, the estimated 8-hour exposure to noise at cable yarding (92.0 dB (A)) exceeds the lower and upper exposure action values and also exposure limit value in the case of abandonment of use of personal protectors.

KAZALO VSEBINE

	KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA.....	III
	KEY WORDS DOKUMENTATION.....	IV
	KAZALO VSEBINE.....	V
	KAZALO PREGLEDNIC.....	VI
	KAZALO SLIK.....	VII
1	UVOD IN NAMEN NALOGE	1
2	PREGLED DOSEDANJIH RAZISKAV	1
3	RAZISKOVALNE HIPOTEZE	2
4	OBJEKTI IN METODE RAZISKOVANJA.....	3
4.1	OPIS OBJEKTOV RAZISKAVE.....	3
4.1.1	Izbira delovišča, delovnih sredstev in delavca	3
4.1.2	Opis delovišča	3
4.1.3	Opis delavca in delovnih sredstev	4
4.1.4	Opis delovnih pogojev	5
5	OPIS METODE SNEMANJA.....	6
5.1	OPIS INŠTRUMENTOV IN NJIHOVO NAMEŠČANJE	6
5.2	IZRAČUN OBREMENITEV IN DOPUSTNE MERE.....	6
5.3	OPIS ČASOVNE ŠTUDIJE IN DELOVNIH OPRAVIL	8
6	REZULTATI	14
6.1	TEŽAVNOST DELA IN OBREMENJENOSTI DELAVCA Z ROPOTOM NA DELOVNEM MESTU PRI MONTAŽI ŽIČNEGA ŽERJAVA.....	14
6.2	TEŽAVNOST DELA IN OBREMENJENOSTI DELAVCA Z ROPOTOM NA DELOVNEM MESTU SEKAČA-PRIPENJALCA.....	18
6.3	TEŽAVNOST IN OBREMENITVE DELAVCA Z ROPOTOM NA DELOVNEM MESTU PRIPENJALCA- UPRAVLJAVCA.	23
6.4	TEŽAVNOST DELA IN OBREMENITVE DELAVCA Z ROPOTOM NA DELOVNEM MESTU STROJNIKA	27
6.5	MENJAVA DELOVNIH MEST PRI SPRAVILU LESA Z ŽIČNIM ŽERJAVOM	30
7	RAZPRAVA.....	33
8	SKLEPI.....	35
9	VIRI	36
10	ZAHVALA	38

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Težavnost dela in obremenitve delavca z ropotom po delovnih operacijah pri montaži žičnega žerjava.	16
Preglednica 2: Preglednica 1: Težavnost dela in obremenitve delavca z ropotom na delovnem mestu sekača- pripenjalca.....	20
Preglednica 3: Težavnost dela in obremenitve delavca z ropotom po delovnih operacijah in skupaj za delo privezovalca	26
Preglednica 4: Težavnost dela in obremenitve delavca z ropotom po delovnih operacijah in skupaj na delovnem mestu strojnika.....	29
Preglednica 5: Vpliv rotacije na obremenitev delavca pri spravilu lesa z žičnim žerjavom.....	31
Preglednica 6: Vpliv rotacije delovnih mest na delavca pri spravilu lesa z žičnim žerjavom in sečnjo na trasi linije	32

KAZALO SLIK

Slika 1:	Žični žerjav z dvigalom in procesorsko roko na stojišču pred montažo	4
Slika 2:	Potek pulza v mirovanju	7
Slika 3:	Pripravljalna dela pred razvlačevanjem montažne vrvi	9
Slika 4:	Montaža žičnega žerjava	11
Slika 5:	Oddih med razvlačevanjem montažne vrvi	14
Slika 6:	Težavnost dela in obremenitev delavca z ropotom med montažo žičnega žerjava	15
Slika 7:	Težavnost dela in obremenitev delavca z ropotom na delovnem mestu sekača- pripenjalca	19
Slika 8:	Težavnost dela in obremenitev delavca na delavnem mestu pripenjalca in upravljavca vozička	25
Slika 9:	Težavnost dela in obremenitve delavca z ropotom pri upravljanju stroja in dvigala na rampnem prostoru	28

1 UVOD IN NAMEN NALOGE

V svetu neizprosne konkurence na trgu so podjetja primorana k optimizaciji dela in uvajanju novih delovnih sredstev. Z uvajanjem novih delovnih sredstev se spreminjajo načini dela, ki naj bi prispevali k večjim učinkom in nižjim stroškom, kakor tudi težavnost in obremenjenost delavcev z vplivi iz delovnega okolja.

Tudi v gozdarstvu so se tehnologije spravila lesa skozi zgodovino spreminjale in postajale vedno bolj učinkovite. Učinkovitost pri različnih organizacijskih oblikah je tudi osrednja tema veliko raziskav. Veliko manj pa je raziskano področje vpliva različnih tehnologij na zdravje gozdnih delavcev. Vse to velja tudi za spravilo lesa z žičnimi žerjavi, kjer so pogoji dela zaradi velikih strmin še posebej zahtevni in posledično nevarnejši za delavca.

Ker na področju žičničnega spravila lesa v Sloveniji še ni bilo narejenih raziskav, ki bi proučevale težavnost dela gozdnega delavca žičničarja, je namen naloge ugotoviti: težavnost dela in obremenitev z ropotom delavcev na mestih sekača, pripenjalca in strojnika in povprečno težavnost dela in obremenitve z ropotom pri spravilu lesa z žičnim žerjavom Sycrofalke, ki predstavlja eno najsodobnejših pravilnih sredstev v svetu.

2 PREGLED DOSEDANJIH RAZISKAV

Dosedanje ergonomske raziskave so bile v Sloveniji narejene pri sečnji z motorno žago ter pri spravilu lesa s prilagojenimi adaptiranimi kmetijskimi traktorji, zgibniki in zgibnimi polprikoličarji (forwarderji).

Obranovič (2010), Žmuc (2010) in Šilc (2011) so v diplomskih nalogah primerjali težavnost dela in obremenitve z ropotom in tresenjem rok-dlani pri delu z motorno žago pri pravilni in nepravilni tehniki dela. Ugotovili so, da so pri pravilni tehniki dela obremenitve z ropotom in tresenjem manjše, težavnost dela pa večja kot pri nepravilni tehniki dela.

V diplomskih nalogah sta Odar (2011) in Šenica (2012) primerjala težavnost dela in obremenitve z ropotom pri klasični tehnologiji sečnje in spravila lesa z motorno žago in zgibnikom ter s strojno tehnologijo sečnje in spravila. Rezultati so pokazali da je težavnost dela največja pri klasični sečnji z motorno žago (145 u/min), sledi spravilo lesa z zgibnikom (115 u/min) in forwarderjem (102 u/min) in kot najmanj težavno delo sečnja lesa s harvesterjem (96 u/min). Pri ropotu je prav tako najbolj obremenjen delavec sekač pri klasični sečnji z motorno žago (96,1 dB(A)), tik nad mejno vrednostjo je bil obremenjen traktorist pri spravilu lesa z zgibnikom (87,4 dB(A)), z veliko nižjo

obremenitvijo z ropotom sledita še delo z forwarderjem (69,8 dB(A)) in harvesterjem (64,2 dB(A)).

Žunič (2010) je raziskoval težavnost dela in obremenitve traktoristov z ropotom in tresenjem pri spravilu lesa s prilagojenimi kmetijskimi traktorji in zgibniki. Ugotovil je, da je bila težavnost dela traktoristov glede na mednarodne dogovore prevelika ter da so bili glede na veljavne pravilnike preobremenjeni z ropotom in tresenjem.

Obremenitve gozdnega delavca žičničarja z ropotom sta obravnavala Lipoglavšek in Kumer v učbeniku Humanizacija dela v gozdarstvu (1998) in raziskavi iz leta 1993 (Lipoglavšek, 1993). Ugotavljala sta obremenitve žičničarja z ropotom pri spravilu lesa z klasičnimi žičnimi žerjavi. Meritve so izvedli v Sloveniji in ugotovili, da ropot presega NR 100, najbolj med polno vožnjo (spuščanjem) lesa navzdol, pa tudi med vlačanjem navzgor in prazno vožnjo vozička navzgor. Končna ocena meritev je pokazala, da dnevne obremenitve strojnikov žičnih žerjavov (klasičnih) močno presegajo mednarodno dopustne meje in znašajo prek 100 dB(A), medtem ko so obremenitve strojnikov žičnih vitlov manjše moči s stolpom nekoliko pod mejo dopustnega.

Stampfer in sod. (2010) so v raziskavi »Učinkovitost in ergonomske prednosti uporabe daljinsko vodenih čokov na zanki« primerjali težavnost dela med normalnimi in radijsko vodenimi drsniki na zankah za vezanje bremen. Ugotovili so, da je pri navadnih drsnikih relativni delovni pulz delavca v sečišču (privezovalec) znašal 40 %, kar je ravno na meji dopustnih obremenitev, pri radijsko vodenih pa se je relativni pulz povečal na 44 %, kar je nad dopustno mejo.

3 RAZISKOVALNE HIPOTEZE

Glede na pregledane dosedanje raziskave in namen naloge smo oblikovali naslednje hipoteze:

1. Težavnost dela in obremenitve z ropotom delavca so večje v sečišču kot na stroju.
2. Povprečna težavnost dela in obremenitve z ropotom ne presegata dopustnih omejitev.

ad 1.) V nasprotju z delom na sečišču, delo strojnika žičnega žerjava poteka v zaščitni kabini, ki je po fizični zahtevnosti podobno delu strojnika pri strojni sečnji.

ad 2.) Spravilo lesa s pomočjo klasičnih žičnic in klasičnih žičnih žerjavov je bilo v preteklosti precej zahtevno in težavno opravilo. Z razvojem nove mehanizacije se

povečujejo učinki, hkrati pa novejši stroji opravijo vse več težavnih delovnih operacij, katere so morali včasih delavci opraviti ročno.

4 OBJEKTI IN METODE RAZISKOVANJA

4.1 OPIS OBJEKTOV RAZISKAVE

4.1.1 Izbira delovišča, delovnih sredstev in delavca

Glede na namen naloge in možnosti smo raziskavo opravili pri gozdarskem izvajalskem podjetju Soško gozdno gospodarstvo Tolmin d.d., s katerim se veliko sodeluje tudi pri izvajanju študijskega procesa. Pri izbiri delovišča nismo imeli posebnih zahtev in smo izbrali delovišče, ki je bilo na vrsti glede na plan dela družbe. Pri izbiri delovnega sredstva smo želeli trenutno najsodobnejše delovno sredstvo, kar je pomenilo, da smo meritve opravili pri delu z žičnim žerjavom SYNCROFALKE s procesorsko glavo WOODY 60. Ker smo želeli zmanjšati individualni vpliv delavca na težavnost dela, so bile vse meritve, na vseh štirih delovnih mestih opravljene pri istem delavcu. Tako smo prvi dan spremljali delavca pri montaži žičnega žerjava, drugi dan kot pomočnika pripenjalcu, tretji dan kot pripenjalca in četrti dan kot upravljavca na stroju.

Zaradi napake pri meritvi težavnosti dela smo ponovili meritve na delovnem mestu strojnika, vendar na istem delavcu in pri istem delovnem sredstvu.

4.1.2 Opis delovišča

Raziskavo smo opravili v GGO Tolmin, GGE Idrija I in ODD 37c, kjer je spravilo potekalo navzdol. Linija je bila dolga 340 m z naklonom terena okoli 60 %, vendar je bila linija spravila načrtovana in postavljena poševno na teren, zato je bil naklon linije nekoliko manjši. Skalovitost terena na trasi linije je bila 25 %. V zgornjem delu linije je bil tudi 7 metrski skalni rob (prepad), čez katerega je bila speljana linija. Na trasi linije je bilo vse označeno drevje že predhodno posekano, poleg neodkazanih dreves so ostala le drevesa, ki so imela funkcijo zaščite ostalega drevja in so bili posekana naknadno. Les, ki je bil predhodno posekan, je oteževal delo predvsem pri montaži žičnega žerjava.

Dodatno delovišče je bilo v GGO Tolmin, GGE Idrija II in ODD 47d, kjer je bil spravilo lesa prav tako navzdol, vendar je bila trasa linije daljša, dolga 700 metrov. Nosilna vrv je bila montirana na dve vmesni podpori (čevlja), kar je seveda podaljšalo celoten pravilni cikel, saj je moral voziček prevoziti daljšo pot in dve podpori. Sama tehnika dela se pri strojniku ni spremenila in ni vplivala na našo raziskavo, za razliko od prve linije so se podaljšali intervali med vsako polno vožnjo.

4.1.3 Opis delavca in delovnih sredstev

Delavec, na katerem smo izvajali meritve na vseh delovnih mestih, je zaposlen pri podjetju Soško gozdno gospodarstvo Tolmin d.d. Po izobrazbi je mesar, dodatna usposabljanja za žičničarja in sekača je opravil na tečajih v srednji gozdarski in lesarski šoli v Postojni. Pri podjetju pa je zaposlen 7 let in vse od začetka dela kot žičničar. Živi na podeželju skupaj s svojo družino in nima slabih razvad. Je nekadilec, v prostem času opravlja različna opravila doma.

Žičnica Syncrofalke je visoko tehnološko dovršen stroj prilagojen spravilu lesa v vse smeri. Osnova žičnice je tovorno vozilo, ki hkrati služi tudi pogonu žičnice. Tovornjak je znamke MAN TGA 33.440 6x4, z največjo dovoljeno maso 33000 kg, motor je tipa EURO 4 moči 440KM/324KW, z 400 l rezervoarjem za gorivo, vzmetena kabina. V kabini so nameščeni različni prikazovalniki za nadzor delovanja stroja.



Slika 1: Žični žerjav z dvigalom in procesorjem na stojšču pred montažo

Na osnovni stroj je dodatno vgrajen celoten sistem Syncrofalke avstrijskega proizvajalca Mayr Melnhof. Celoten sistem je zgrajen iz osnovnega nosilnega stolpa, ki je pritrjen na šasijo tovornjaka. Stolp je vrtljiv okoli svoje osi za 120° in ima možnost nagiba v vse štiri strani za 12° . Nosilnost le tega je 3 t in je visok 10,5 metra.

Za potrebe transporta se stolp tudi lomi na sredini in v zgornji tretjini. K celotnemu sistemu spadajo tudi pripadajoče vrvi z bobni. Sem spadajo 4 sidrne vrvi, nosilna, vlačilna, povratna in montažna vrv. Boben z nosilno vrvjo ima maksimalno osno silo 89 kN in hitrost navijanja od 1 do 3 m/s. Boben z vlačilno vrvjo ima maksimalno silo vlačjenja 30 kN in hitrosti navijanja pri prazni vožnji 7,4-9,7 m/s in pri polni 4,1-5,4 m/s. Montažna vrv je iz umetne mase, da jo delavci čim lažje razvijajo in vlačijo po terenu. Za pogon bobnov z vrvmi služi hidravlična zobniška črpalka, ki je preko kardanskih prenosov gnana z motorjem kamiona. Omeniti moramo še odlagalno rampo, ki se lahko montira na katerokoli stran kamiona in služi za odlaganje privlečenega bremena, da ga delavec lažje odveže.

Voziček SHERPA U3 je prav tako produkt razvoja proizvajalca Mayr Melnhof. Voziček je univerzalen, torej se lahko spravlja les navzgor, navzdol in po ravnem. Težek je 380 kg in ima maksimalno nosilnosti 30 kN. Voziček je radijsko voden prek daljinca iz sečišča in neposredno iz kabine dvigala na stroju. Ima tudi vgrajen sistem, ki omogoča, da voziček pred oviro (npr. podporo) upočasni hitrost in po premagani oviri spet pospeši na nastavljeno delovno hitrost.

Na zadnjem delu tovornjaka je montirano zmogljivo gozdarsko dvigalo LIV-L 24.94, slovenskega proizvajalca LIV z maksimalnim dosegom 9,4 metra in z maksimalno silo pri iztegnjeni roki enako 24,3 kN. Na dvigalo je bila v našem primeru montirana procesorska glava Woody 60, proizvajalca Konrad Forsttechnik. Ob glavni roki dvigala je nameščena kabina, v kateri so nameščeni vsi instrumenti za upravljanje in nadzor dvigala, procesorja, bobnov in vozička.

4.1.4 Opis delovnih pogojev

Raziskavo smo opravili v drugi polovici junija leta 2012. Temperatura zraka je znašala vse dni okoli 22 °C, zračna vlaga pa okoli 17 %. V dopoldanskem času, do okoli 10.30 ure, direktnega sončnega sevanja ni bilo, ker je to preprečeval relief terena, šele po 11. uri pa je na delovišče posijalo sonce. Podlaga na delovišču je bila suha.

Na dodatnem delovišču smo meritve delali konec aprila leta 2013, vreme je bilo aprilsko, bilo je oblačno in občasno je rosilo, temperatura zraka je bila 2 °C. Tekom dopoldneva se je čutil tudi rahel veter, ki je pihal z 1 m/s.

5 OPIS METODE SNEMANJA

5.1 OPIS INŠTRUMENTOV IN NJIHOVO NAMEŠČANJE

Za ugotavljanje težavnosti dela in obremenjenosti delavca z ropotom smo delavcu merili utrip srca (pulz) in jakost ropota, hkrati pa smo merili tudi temperaturo in vlažnost zraka.

Za merjenje pulza smo uporabljali merilni instrument Sunnto belt, ki smo ga namestili delavcu na prsni koš. Pulzometer je na vsakih 10 sekund shranil povprečno vrednost 10-sekundnega intervala v spominsko enoto inštrumenta. Instrument je popolnoma samostojen brez dodatnih žic za napajanje in delavca pri delu minimalno ovira. Po končanem delovnem dnevu smo instrument povezali z računalnikom, s čimer smo pridobili vse podatke, ki jih je instrument zabeležil tekom delovnika.

Za merjenje ropota smo uporabljali dozimeter proizvajalca Bruel&Kjaer 4445. Dozimeter smo namestili delavcu za pas, od tam pa smo po hrbtni strani preko naramnic delovnih hlač speljali mikrofona in ga namestili na naramnico tik ob vratu. Merilni instrument je vsako sekundo zabeležil ekvivalentno jakost ropota (LA_{ekv}) in konično raven zvočnega tlaka (LC_{peak}). Ker je bilo merilno območje merilnika nastavljeno med 70 in 140 dB, smo pred obdelavami podatkov vsem vrednostim enakim 0 pripisali minimalne vrednosti merilnega območja (70 dB(A)).

Za merjenje temperature in vlage smo uporabljali merilno napravo Metrel Poly, ki smo jo vse dni postavili na isto mesto v senco krošnje dreves.

5.2 IZRAČUN OBREMENITEV IN DOPUSTNE MERE

Rezultate oziroma podatke, ki smo jih pridobili pri snemanju delavca na terenu, smo v celoti obdelali v programu MS Excel. Za ocenjevanje težavnosti dela smo uporabili dva kazalnika, delovni pulz (HR_W , enačba 1) in relativni delovni pulz (HR_R , enačba 2).

$$HR_W = HR_{WORK} - HR_{REST} \quad \dots (1)$$

$$HR_R = \frac{HR_W}{(HR_{MAX} - HR_{REST})} \times 100\% \quad \dots (2)$$

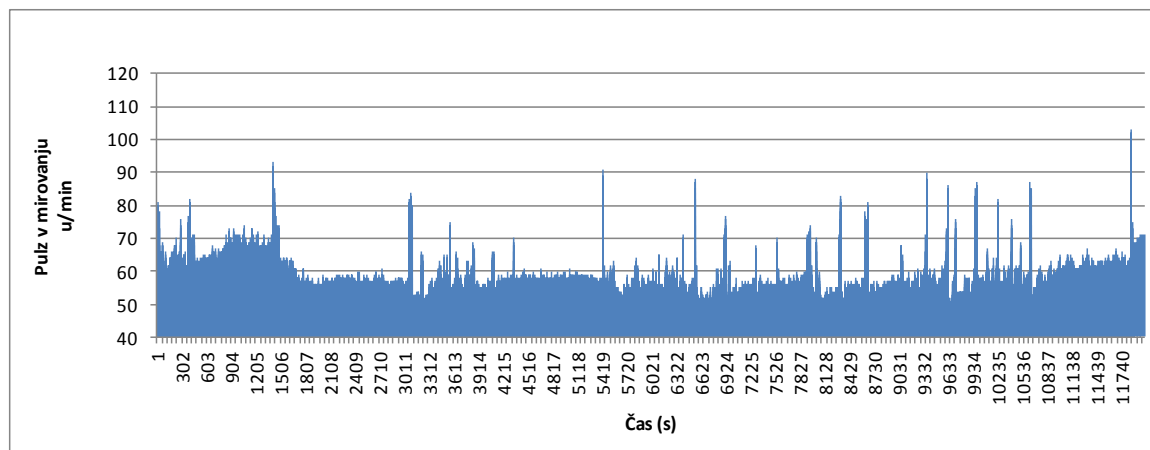
HR_R – relativni delovni pulz

HR_W – delovni pulz

HR_{MAX} – maksimalni pulz (220 - starost delavca v letih)

HR_{REST} – pulz v mirovanju

HR_{WORK} – pulz med delom



Slika 2: Potek pulza v mirovanju

Pulz v mirovanju smo ugotavljali v času nočnega počitka. V času, ko se je delavec prebudil, vendar še ležal v postelji, je znašal povprečni pulz 62 u/min. Pri obdelavi podatkov izmerjenih na delovišču pa smo ugotovili, da so bile sekundne vrednosti tudi nižje od ugotovljenega pulza v mirovanju. Zato smo namesto vrednosti izmerjene preko noči, upoštevali najnižjo vrednost izmerjeno na delovišču, 50 u/min.

Dopustne obremenitve delavca pri delu ločimo za oba kazalnika. Za delovni pulz velja, da je zgornja meja 35 utripov na minuto, za relativni delovni pulz pa, da ne sme presegati 40 % razlike med maksimalnim in pulzom v mirovanju. Oba kazalnika veljata za 8 urni delovnik.

Pri oceni obremenitve delavca z ropotom smo uporabili uveljavljeni enačbi (enačba 3 in enačba 4).

$$LA_{ekv} = 10 \times \log \left(\frac{1}{T} \sum (10^{0,1 \times Li} \times Ti) \right) \quad \dots (3)$$

LA_{ekv} – ekvivalentna jakost ropota v dB(A)

T – celoten čas trajanja ropota

Li – ekvivalentna jakost ropota v i-tem intervalu v dB(A)

Ti – trajanje ropota v i-tem intervalu

$$LC_{peak} = \max_T (LC_{peak_i}) \quad \dots (4)$$

LC_{peak_i} – konična raven zvočnega tlaka v posamezni delovni operaciji ali delovnem dnevu (dB(C))

LC_{peak_i} – konična raven zvočnega tlaka v i-tem intervalu

Dopustne mejne vrednosti obremenjenosti delavca z ropotom so predpisane v pravilniku o varovanju zdravja delavcev zaradi izpostavljenosti hrupu (Ur.l.EU, 42/2003). Ta pravilnik v skladu Direktivo Evropskega parlamenta in Sveta 2003/10/ES določa zahteve za varovanje delavcev pred tveganji za varnost in zdravje, ki so ali bi lahko bila posledica izpostavljenosti hrupu, in zlasti pred tveganji za poškodbe sluha.

Pravilnik v tretjem členu natančno opredeli mejni vrednosti izpostavljenosti in opozorilne vrednosti izpostavljenosti v osemurnem delavniku ter konične ravni zvočnih tlakov:

a) mejni vrednosti izpostavljenosti:

ločeno za $L(EX,8h) = 87$ dB(A) in $p(\text{peak}) = 200$ Pa (140 dB(C) glede na referenčni tlak $20 \mu\text{Pa}$);

b) zgornji opozorilni vrednosti izpostavljenosti:

ločeno za $L(EX,8h) = 85$ dB(A) in $p(\text{peak}) = 140$ Pa (137 dB(C) glede na referenčni tlak $20 \mu\text{Pa}$);

c) spodnji opozorilni vrednosti izpostavljenosti:

ločeno za $L(EX,8h) = 80$ dB(A) in $p(\text{peak}) = 112$ Pa (135 dB(C) glede na referenčni tlak $20 \mu\text{Pa}$).

Pri primerjavi izpostavljenosti z mejnimi vrednostmi velja, da je potrebno upoštevati uporabo osebne varovalne opreme, medtem ko to ne velja pri primerjavi s spodnjo in zgornjo opozorilno vrednostjo.

5.3 OPIS ČASOVNE ŠTUDIJE IN DELOVNIH OPRAVIL

Poleg merjenja pulza med delom ter ropota smo vse dni sproti beležili časovno študijo. V našem primeru smo uporabili kontinuirano kronometrično metodo, kjer čas od začetka dela do konca delovnika teče neprestano, pri prehodu med posameznimi operacijami pa zabeležimo vmesne čase. Na ta način smo shranjene podatke iz merilnikov lahko porazdelili po delovnih operacijah.

Ker smo istega delavca štiri dni merili na različnih delovnih mestih, so se delovne operacije vsak dan spreminjale tudi pri časovni študiji. V nadaljevanju je za vsako delovno mesto v grobem predstavljen potek delovnika, kateremu sledijo podrobnejši opisi delovnih operacij.

Pri menjavi delovišč je potrebno žični žerjav z vso opremo pospraviti, se prestaviti na novo delovišče in ga znova postaviti. Ker montaža predstavlja prvo podfazo pri žičnem spravilu lesa, je bil prvi dan meritev namenjen meritvam pri montaži žičnega žerjava. Tu so delovne operacije povsem različne od tistih, ki jih poznamo npr. pri traktorskem spravilu. Glavno opravilo pri montaži žičnega žerjava je razvlačevanje različnih vrst vrvi. Torej razvlačevanje in vezanje sidrnih vrvi, razvlačevanje montažne vrvi, montaže škripcev za vlačilno vrv, vezanje nosilne vrvi na sidrišče, ter montaža vozička na nosilno vrv, s pripadajočo vlačilno in povratno vrvjo.

Delovne operacije na delovnem mestu pri montaži žičnega žerjava:

- Prehod med sidri: ko delavec naredi premik med enim in drugim sidrom, tukaj je vključeno tudi razvlačevanje sidrne vrvi.
- Priprava sidra: pri pripravi sidra je vključeno delo z motorno žago, ko je delavec zarezoval utor v sidrni panj, da je preprečil zdrs sidrne vrvi, ki jo je kasneje privezal na ta panj.
- Vezanje sidrne vrvi: je privezovanje sidrne vrvi na sidrno drevo ali panj.
- Napenjanje sidrne vrvi: tu je delavec dal znak strojniku, kateri je začel z napenjanjem sidrnih vrvi.



Slika 3: Pripravljalna dela pred razvlačevanjem montažne vrvi

- Priprava sidrne linije: je obžagovanje linije sidrne vrvi, torej odžagati nekatere veje in manjša drevesa, ki ovirajo sidrno vrv pri napenjanju.
- Pripravljalno-zaključni čas: je čas, ko si delavec pripravlja vrvi za razvlačevanje. V ta čas smo dodali tudi pripravo škripcev za vlačilno vrv in zlaganje v nahrbtnik.
- Razvlačevanje montažne vrvi-gor: to je delo, ko je delavec pričel z razvlačevanjem montažne vrvi navzgor od stroja do sidra nosilne vrvi.
- Montaža škripcev vlačilne vrvi: ker je vlačilna vrv speljana po drugi liniji kot nosilna, je potrebno nameščati škipce, ki jo usmerjajo. V našem primeru so bili montirani štirje škipci.
- Razvlačevanje montažne vrvi-dol: to je razvlačevanje montažne vrvi od sidra proti stroju navzdol. V to operacijo je vključeno tudi nabiranje montažne vrvi in metanje čez podrto drevje, saj je bil prehod čez podrto drevje nemogoč, vrv pa mora v vsakem primeru ostati na vrhu, tako da ima med napenjanjem prosto pot navzgor ne da bi se zataknila pod kakšno vejo podrtega drevja.
- Montaža povratne vrvi: na že prej razvlečeno montažno vrv se priveže povratno vrv. Z navijanjem montažne vrvi razvijamo povratno vrv, pri tem delu pa je moral delavec med navijanjem montažne vrvi le-to s posebno ročico usmerjati na boben, da se je vrv enakomerno navijala na boben.
- Montaža vlačilne vrvi: v to operacijo spada razvlačevanje vlačilne vrvi s povratno. Torej vlačilno vrv privežemo na povratno vrv in enostavno navijamo povratno vrv, medtem ko se vlačilna vrv razvija.
- Montaža nosilne vrvi: to je čas, ko se začne priprava na razvijanje nosilne vrvi s pomočjo vlačilne vrvi. Torej se skupaj priveže vlačilna, povratna in nosilna vrv. Z navijanjem vlačilne vrvi razvijamo nosilno in povratno vrv. Ko pride nosilna vrv do vrha, jo je potrebno privezati za sidro, s pomočjo povratne vrvi pa nazaj privlečemo vlačilno vrv.
- Pomoč z dvigalom: pri tem delu gre predvsem za pomoč pri montaži vozička z dvigalom, premik vozička in držanje vozička za lažje montažo vrvi v voziček.
- Montaža vozička: pri montaži vozička gre predvsem za montažo vozička in vpenjanje povratne in vlačilne vrvi v voziček in nameščanje vozička na nosilno vrv.



Slika 4: Montaža žičnega žerjava

Drugi dan smo opravili meritve na sečišču, kjer smo spremljali delavca na delovnem mestu sekača oziroma pomočnika privezovalcu. Pri tem delu so bile delovne operacije podobne kot pri traktorskem spravilu lesa. Tu je bilo treba volumensko večja drevesa prežagovati in po potrebi oklestiti ter prilagajati tovor nosilnosti žičnemu žerjavu. Pri pripenjanju tovara sta se s pripenjalcem izmenjevala.

Delovne operacije na delovnem mestu sekača – pripenjalca:

- Pripravljalni čas: je čas, ko delavec naredi premik od stojišča stroja v sečišče.
- Razvlačevanje in vezanje vrvi: delovna operacija, ko delavec gre po vlačilno vrv, ki je razvita iz vozička, jo razvleče do bremena in pripne breme.
- Prežagovanje: delo, ko delavec zaradi oblikovanja bremena ali drugih organizacijskih razlogov prežaguje breme.
- Privlačevanje, polna in prazna vožnja: tukaj smo združili kar tri operacije skupaj.
- Prehod med bremenima: ko gre delavec po sečišču, da pripravi naslednji tovor ali se le umakne na varnejše mesto.
- Odvezovanje: v sečišču se načeloma tovara ne odvezuje, vendar se je v našem primeru prišlo do zapletov, zato je bilo potrebno tovor odvezati, saj je bilo breme pretežno.

- Kleščenje: tukaj gre za navadno kleščenje z motorno žago, torej delavec v sečišču oklesti debelejšje veje, ki jih z procesorjem ne more oklestiti in tako pripravi breme za naslednji cikel.
- Glavni odmor: za glavni odmor se upošteva čas malice. Poleg malice pa je v glavni odmor vključen tudi prehod iz sečišču do stroja, kjer je bila malica kakor tudi prehod nazaj v delovišče.
- Gozdni red: operacija, ko delavec pospravlja sečne ostanke, s tem sprošča mladje in si očisti pot po kateri bo hodil privezovat bremena.
- Zastoj zaradi organizacije: Neproduktivni čas med katerim delavec ne ustvarja učinkov. Sem smo dodali tudi čas med privlačenjem, polno in prazno vožnjo. Privlačenje se začne z umikom delavca od privezanega bremena na varno mesto in se nadaljuje s polno vožnjo po nosilni vrvi. Ker je voziček radijsko voden in se sam avtomatsko ustavi nekaj metrov pred stolpom žičnega žerjava, mu delavec v sečišču, ko je konec privlačenja, da ukaz za vožnjo po nosilki brez ustavljanja z delovno hitrostjo za polno vožnjo do stojišča stroja, kjer se samodejno ustavi. S tem je polna vožnja zaključena in delavca v sečišču ali pripravljata naslednji tovor ali čakata na voziček, da se prazen vrne nazaj. Zato je v zastoj zaradi organizacije vključena tudi prazna vožnja.

Tretji dan sta si delavca v sečišču zamenjala vlogi in je bil delavec, ki smo ga spremljali privezovalec in upravljavec vozička preko daljinskega upravljalca. Prav tako sta si izmenjevala delo in se usklajevala pri vezanju tovara. Tu gre predvsem za dve glavni operaciji, razvlačenje prazne vrvi in vezanje, ter privlačenje in polna vožnja. Kadar ni bilo težav, sta se ti dve operaciji med seboj izmenjevali. Vse delovne operacije, ki so se pojavljale na tem delovnem mestu, so identične tistim iz drugega dneva, le da tukaj ni uporabljal motorne žage.

Četrty dan smo delavca spremljali na delovnem mestu strojnika žičnega žerjava. Delo je v splošnem obsegalo upravljanje vozička, odvezovanje tovara, dodatno prežagovanje in kleščenje ter delo z dvigalom s procesorsko glavo. Običajen cikel dela na tem delovnem mestu se je začel z upravljanjem vozička, ki je čakal na nastavljeni razdalji od stojišča žičnega žerjava. Ko se je voziček približal stroju, je sledilo spuščanje tovara in njegovo odvezovanje. Po potrebi se je tovor dodatno oklestil in prežagal z motorno žago. Po vrnitvi v kabino, je delavec voziček poslal nazaj v sečišče in pričel z obdelavo lesa s procesorsko glavo. Drevo je oklestil, ga skrojil na določeno dolžino ter ga zložil na rampno mesto. Sproti je pospravljal tudi sečne ostanke.

Delovne operacije na delovnem mestu strojnika:

- Polna vožnja in spuščanje bremena: je čas, med katerim strojnik oziroma delavec iz zaščitne kabine dvigala upravlja voziček, torej privlačuje tovor na zeleno razdaljo ter ga počasi spušča na tla.
- Odvezovanje: ko delavec zapusti kabino dvigala in gre odpeti breme na rampo ali na tla in se vrne v kabino. Od tam pa najprej pošlje voziček nazaj v sečišče.
- Kleščenje in krojenje s procesorjem: čas, ko delavec začne z upravljanjem dvigala in procesorske glave iz kabine dvigala, breme torej oklesti, ga skroji na določene dolžine in zloži na rampno mesto, od kjer potem lahko z tovornjaki odvažajo les stran.
- Kleščenje z motorno žago: nekatere veje so predebele, da bi jih lahko oklestil z procesorsko glavo, zato je potrebno dodatno kleščenje z motorno žago.
- Pripravljalni čas: v naši raziskavi je bilo zjutraj potrebno naliti gorivo v pogonski stroj žičnega žerjava.
- Zaključni čas: čas za pospravljanje opreme ob koncu dela, čiščenje in zapiranje kabine.

6 REZULTATI

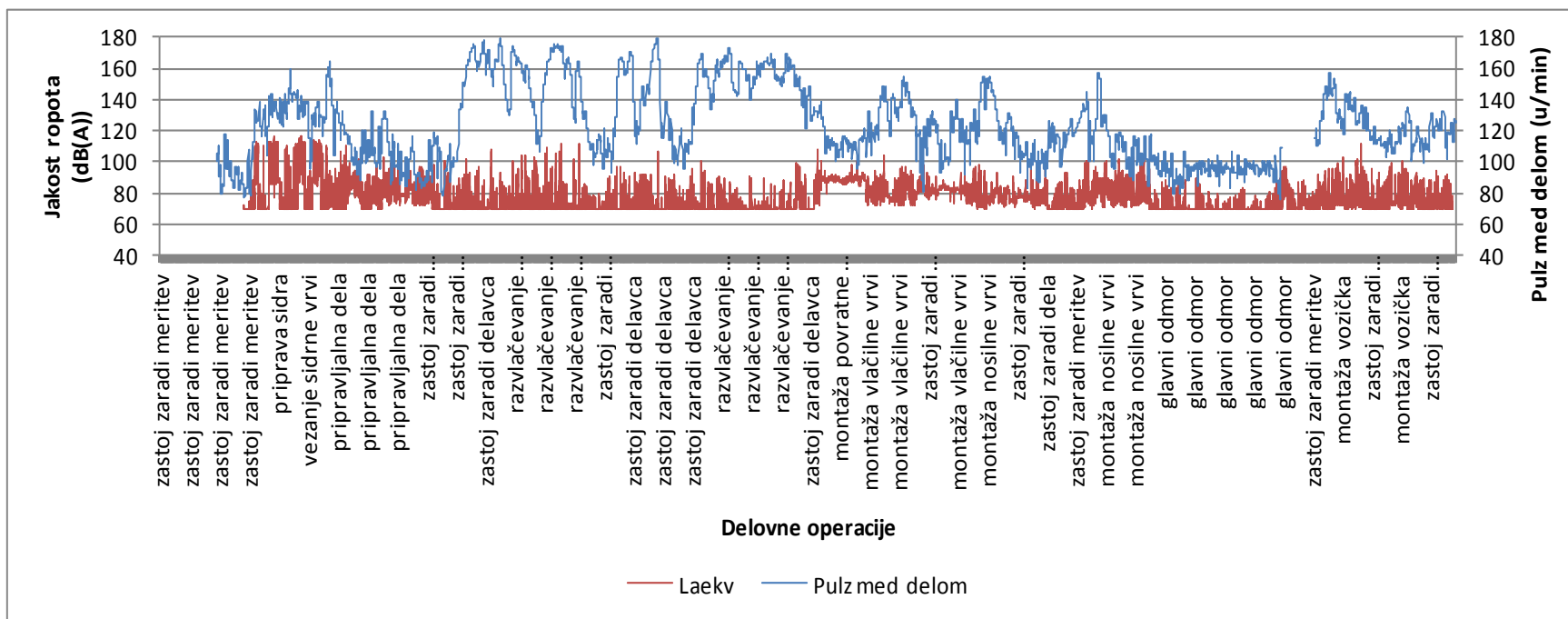
6.1 TEŽAVNOST DELA IN OBREMENJENOSTI DELAVCA Z ROPOTOM NA DELOVNEM MESTU PRI MONTAŽI ŽIČNEGA ŽERJAVA

Iz grafikona (Sl. 6), ki prikazuje potek delovnega pulza in jakost ropota med montažo žičnega žerjava, je razvidno, da je najtežja operacija razvlačevanje vrvi navzgor, kjer je pulz med delom dosegel vrednost 179 u/min. Najvišjim vrednostim pulza sledijo nižje vrednosti, ki so posledica oddihov potrebnih zaradi prevelikih obremenitev. Najnižji pulz med delom je bil zabeležen med glavnim odmorom in zastoji.

Jakost ropota je močno narasla v času dela z motorno žago, z najvišjo vrednostjo 108,8 dB(A), ter v času, ko je delavec bil v bližini žičnega žerjava, kjer je ropot povzročal motor tovarnjaka. Iz grafikona (Sl. 6) je razvidno, da je delo glede na težavnost dela in obremenitev zelo raznoliko in neciklično. Prav tako lahko ugotovimo, da težavnost dela ni nujno največja v času največje obremenitve z ropotom, kot je pogosto primer pri sečnji z motorno žago.



Slika 5: Oddih med razvlačevanjem montažne vrvi



Slika 6: Težavnost dela in obremenitev delavca z ropotom med montažo žičnega žerjava.

Preglednica 1: Težavnost dela in obremenitve delavca z ropotom po delovnih operacijah pri montaži žičnega žerjava.

Deli produktivnega in neproduktivnega časa	Operacije	Trajanje (min)	Pulz med delom (u/min)	Delovni pulz (u/min)	Relativni delovni pulz (%)	LC peak (dB(C))	LAekv (dB(A))
Dodatni čas	zastoj zaradi delavca	14,2	139,9	89,9	63,8	145,6	84,9
	zastoj zaradi delovnih sredstev	5,4	121,6	71,6	50,8	111,7	80,2
	zastoj zaradi organizacije	60,0	110,8	60,8	43,1	122,7	84,6
Glavni odmor	glavni odmor	31,1	95,4	44,7	31,7	112,6	72,3
Pripravljalno zaključni čas	pripravljalni čas	14,4	109,4	59,4	42,1	145,6	88,5
Skupaj neproduktivni čas		125,1	110,6	60,4	42,8	145,6	83,9
Produktivni čas	delo s procesorjem	2,8	127,1	77,1	54,6	112,1	81,4
	montaža nosilne vrvi	17,2	120,4	70,4	49,9	129,7	86,3
	montaža povratne vrvi	11,6	113,4	63,4	44,9	121,9	89,0
	montaža škripcev za vlačilno vrv	7,6	133,4	83,4	59,1	145,5	86,0
	montaža vlačilne vrvi	20,7	123,5	73,5	52,1	128,2	83,9
	montaža vozička	12,8	132,7	82,7	58,7	139,1	89,2
	napenjanje sidrne vrvi	3,3	125,5	75,5	53,6	123,5	91,4
	prehod med sidri*	2,2	139,7	89,7	63,6	128,5	97,1
	priprava sidra*	7,0	132,9	82,9	58,8	131,4	108,8
	priprava sidrne linije*	0,7	144,0	94,0	66,7	126,4	101,2
	razvlačevanje montažne vrvi-dol	24,7	156,7	106,7	75,6	122,8	76,2
	razvlačevanje montažne vrvi-gor	26,3	160,4	110,4	78,3	145,5	87,0
	vezanje sidrne vrvi	4,0	129,9	79,9	56,7	122,9	90,5
Skupaj produktivni čas		140,8	137,5	87,5	62,0	145,5	96,4
Delovni čas		265,9	124,9	74,7	53,0	145,6	93,8

* Operacije pri katerih delavec uporablja motorno žago

Težavnost dela pri montaži žičnega žerjava se je spreminjala od operacije do operacije (Pregl 1). Najtežje opravilo pri montaži je vsekakor razvlačevanje montažne vrvi navzgor, kjer je znašal povprečni pulz med delom kar 160 u/min, prav tako je bil visok tudi pri razvlačevanju montažne vrvi navzdol, kjer pa je povprečni utrip znašal 156 u/min. Tukaj je treba omeniti, da je delavec pri razvlačevanju vrvi navzgor imel na sebi še nahrbtnik s škripci in pasovi za montažo škripcev. To breme tehta v povprečju od 15-20 kilogramov, odvisno od lastnosti linije in koliko škripcev potrebujejo za posamezno linijo. Veliko težavnost dela je predstavljala tudi montaža vlačilne vrvi, pa čeprav si pri tem delu pomagajo z montažno vrvjo. Vendar pa je moral delavec med navijanjem montažne vrvi na boben in posledično med razvijanjem vlačilne vrvi, usmerjati montažno vrv na boben s posebno ročico, da se je le-ta (vrv) enakomerno navijala na boben. Velika težavnost dela se je pokazala tudi pri pripravi linije sidrne vrvi in pripravi sidra. Pri tem delu se uporablja motorna žaga, kjer je treba počistiti linijo za sidrno vrv in obdelavo sidra. Če je panj svež in še dovolj nosilen, je treba vanj narediti utor, da ne bi pri polni obremenitvi vrv zdrsnila s panja. Pri obdelavi panja za sidro je znašal pulz delavca 133 u/min, kar pomeni, da je delo z motorno žago pretežno.

Najvišje obremenitve z ropotom so bile pri delu z motorno žago. Tako je bila najvišje izmerjena vrednost pri pripravi sidra (108 dB(A)), sledili sta vrednosti pri pripravi sidrne linije (101dB(A)) in prehod med sidri (97dB(A)). Ostale vrednosti, ki so presegale (85 dB(A)) so bile vedno izmerjene pri delovnih operacijah, kjer je delavec opravljal dela v bližini tovarnjaka. Sem spadajo montaža in napenjanje različnih vrvi in montaža vozička. V pripravljalno zaključni čas spada tudi priprava orodja, pasov in škripcev, torej vse kar potrebujejo pri montaži, kar se pa seveda dogaja okoli stojišča stroja.

Konična jakost zvočnega tlaka (LC peak), katere presegajo zgornjo opozorilno vrednost (135dB(C)), se pojavljajo pri pripravljalnih delih (145,6 dB(C)) in pri montaži škripcev za vlačilno vrv (145,5 dB(C)). Prav tako je bila prekoračena konična jakost pri montaži vozička na nosilno vrv (139,1 dB(C)). Vse našteje vrednosti, ki so se pojavljale pri določenih operacijah so verjetno posledica udarcev železo ob železo, torej ali udarci s kladivom ali udarci škripcev med montažo.

V primerjavi z dopustnimi mejami težavnost dela pri večini delovnih operacij presega dopustne obremenitve. Če kot kazalnik upoštevamo delovni pulz, potem je dopustni pulz 35 u/min presežen pri vseh delovnih operacijah. Dopustna meja glede na relativni delovni pulz, 40 %, pa ni presežena le med glavnim odmorom. Zaradi visokih obremenitev med posameznimi delovnimi operacijami, so dopustne meje presežene tako v neproduktivnem, produktivnem kot tudi delovnem času

Obremenitev z ropotom glede na kazalnik LA_{eq}, le med glavnim odmorom in razvlačevanjem vrvi navzdol ne presega spodnje opozorilne meje. Zgornja opozorilna meja

je bila presežena med montažo nosilne vrvi in montaži škripcev za vlačilno vrv. Mejna vrednost pa med montažo povratne vrvi in vozička. Pri sidranju (priprava sider in sidrnih vrvi) kjer je sicer jakost ropota preseгла mejne vrednosti, pa je delavec uporabljal glušnike.

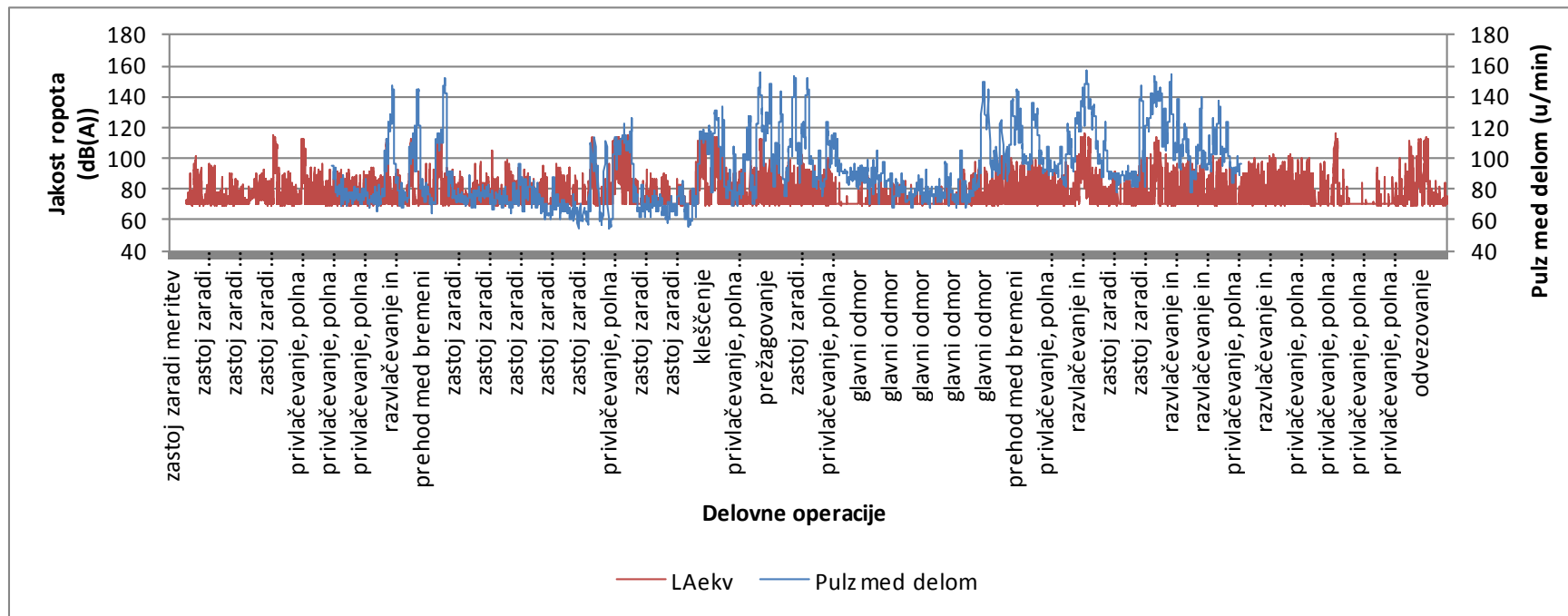
Zgornja opozorilna vrednost konične jakosti ropota je bila prekoračena pri montaži vozička, medtem ko je mejna vrednost bila prekoračena pri montaži škripcev in med pripravljalnimi deli.

Obremenitev delavca z ropotom v delovniku presega obe opozorilni kakor tudi mejno vrednost izpostavljenosti, če ne upoštevamo vpliva glušnikov. Izračunali smo tudi modelno vrednost, kjer bi delavec moral uporabljati glušnike med delom z motorno žago. Skupna dnevna obremenitev z ropotom se je z 93,8 dB(A)) znižala na vrednost 85,3 dB(A), pri čemer proizvajalec glušnikov navaja, da se z uporabo glušnikov ropot zmanjša za 28 dB(A). Iz tega smo ugotovili, da smo kljub uporabi glušnikov pri delu z motorno žago še vedno nad zgornjo opozorilno vrednostjo.

Glede na rezultate lahko zaključimo, da je delavec med montažo žičnega žerjava glede na dopustne meje izpostavljen previsokim fizičnim obremenitvam kakor tudi obremenitvam z ropotom.

6.2 TEŽAVNOST DELA IN OBREMENJENOSTI DELAVCA Z ROPOTOM NA DELOVNEM MESTU SEKAČA-PRIPENJALCA

Grafikon (Sl. 7) prikazuje nihanje pulza delavca ter ropota pri delu v sečišču ko le-ta pomaga pri vezanju bremen, klesti močnejše veje ter kroji in prežaguje sortimente, da so primerno težki glede na nosilnost žičnice in vozička. Zaradi napake pri merjenju na začetku in na koncu ni bilo mogoče prikazati pulza v celoti. Iz grafikona lahko razberemo, da so intervali med dvema ciklusoma zelo kratki. Razvidno je, da je tako pulz med delom kakor tudi ropot narasel, ko je delavec šel po vrv, pripel breme in se umaknil v varno cono. Da je ropot tako poskočil med vezanjem, ko ni uporabljal motorne žage, gre pripisati ropotu vozička, ki se pelje po nosilni vrvi. Vmes je prišlo do enakomernega pulza v daljšem časovnem obdobju pri zastoju zaradi organizacije. V tem času je pripenjanje opravljal sodelavec, saj se pri tem delu izmenjujeta glede na sproten dogovor med njima. Najvišji pulz med delom (121,1 u/min) je bil dosežen med prežagovanjem. Kot lahko opazimo vrednosti ropota skozi večino delovnika nihajo okoli vrednosti 80 dB(A) , izrazito se poveča le pri delu z motorno žago, kjer je bil pri kleščenju izmerjen tudi najvišji ropot (107,6 dB(A)).



Slika 7: Težavnost dela in obremenitev delavca z ropotom na delovnem mestu sekača- pripenjalca

Preglednica 2: Težavnost dela in obremenitve delavca z ropotom na delovnem mestu sekača- pripenjalca.

Deli produktivnega in neproduktivnega časa	Operacije	Trajanje (min)	Pulz med delom (u/min)	Delovni pulz (u/min)	Relativni delovni pulz (%)	LC peak (dB(C))	LAekv (dB(A))
Dodatni čas	zastoj zaradi delovnih sredstev	27,0				129,5	81,0
	zastoj zaradi organizacije	239,2	87,2	37,2	26,4	124,7	82,5
	zastoj zaradi tehnike dela	2,1	116,1	66,1	46,9	117	83,7
Glavni odmor	glavni odmor	56,1	86,2	36,2	25,7	121,4	76,1
Pripravljalno zaključni čas	pripravljalni čas	1,7				114	73,8
Skupaj neproduktivni čas		326,1	87,2	37,2	26,4	129,5	81,8
Produktivni čas	kleščenje*	9,8	112,4	62,4	44,3	129,9	107,6
	odvezovanje	0,4				119,2	91,0
	prežagovanje*	25,4	121,1	71,1	50,5	133,5	105,7
	razvlačevanje in vezanje vrvi	39,1	114,6	64,6	45,8	137,1	91,7
	gozdni red*	2,5	111,8	61,8	43,8	128,2	105,9
	prehod med bremen	34,0	104,2	54,2	38,5	121,9	82,6
Skupaj produktivni čas		111,3	112,7	62,7	44,4	137,1	101,8
Delovni čas		437,4	92,4	42,4	30,1	137,1	95,9

* Operacije pri katerih delavec uporablja motorno žago

Najvišja težavnost dela (Pregl. 2) je bila zabeležena pri prežagovanju, kjer je povprečni pulz med delom znašal 121 u/min oziroma 115 u/min pri razvlačevanju in vezanju vrvi. Prav tako je bil pulz visok pri prehodu med bremeni (104 u/min) v produktivnem času, kjer je delavec moral hitro narediti prehode, ki so se zgodili med vezanjem tovora ali pa se je umikal na varno mesto za polno vožnjo, kar pa je seveda zaradi konfiguracije terena seveda lahko zelo težavno. Najmanjši delovni pulz v neproduktivnem času je bil med glavnim odmorom (86,2 u/min) najvišji pulz med delom pa pri zastoju zaradi tehnike dela (116 u/min). V produktivnem času je bil najnižje izmerjen pulz med delom pri prehodu med bremeni, kjer je znašal (104,2 u/min), pri prežagovanju v produktivnem času pa je bil najvišji pulz med delom in je znašal (121,1 u/min).

Spodnja opozorilna vrednost pri ropotu je bila prekoračena v neproduktivnem času pri zastoju zaradi delovnih sredstev (81,0 dB(A)), zastoju zaradi organizacije (82,5 dB(A)) in pri zastoju zaradi tehnike dela (83,7 dB(A)). V produktivnem času je spodnja opozorilna vrednost prekoračena pri prehodu med bremeni (82,6 dB(A)). Pri vseh ostalih operacijah v produktivnem času je jakost ropota presegla zgornjo opozorilno vrednost in mejno vrednost pri razvlačevanju in vezanju (91,7 dB(A)) ter pri odvezovanju (91 dB(A)), kjer delavec ni uporabljal zaščite sluha. Pri delovnih operacijah z motorno žago kjer so bile izmerjene največje obremenitve, pri kleščenju (107,6 dB(A)), prežagovanju (105,7 dB(A)) in gozdnemu redu (105,9 dB(A)) je delavec uporabljal zaščito sluha in tako ni presegel mejne vrednosti, sta pa preseženi obe opozorilni vrednosti.

Pri konični jakosti ropota je bila presežena zgornja opozorilna vrednost pri delovni operaciji razvlačevanje in vezanje (137,1 dB(C)). Vzrok za preseženo opozorilno vrednost gre verjetno pripisati udarjanju jeklenih vrvi s čoki za vezanje bremen med seboj. Torej udarci železa z železom.

Povprečna vrednost delovnega pulza v delovnem dnevu je znašala 42,4 u/min, kar pomeni da je nad dopustno obremenitvijo 35 utripov na minuto, kar pomeni, da je delo pretežno. Če pa upoštevamo relativni delovni pulz za celoten delovni dan, ki znaša 30 % nad izhodiščnim in ne presega 40 % lahko zaključimo, da delo ni pretežno.

Drugače pa je pri ropotu, saj je skupna povprečna obremenjenost z ropotom v celem delovnem dnevu znašala 96 dB(A), kar je nad zgornjo opozorilno vrednostjo 85dB(A), saj moramo upoštevati da delavec v sečišču ni vedno uporabljal zaščitne opreme za hrup. Glušnike je uporabljal le pri delu z motorno žago, moral pa bi jih obvezno nositi tudi med razvlačevanjem in vezanjem vrvi in odvezovanju, saj je prekoračena zgornja opozorilna vrednost. Izračunali smo modelno vrednost dnevne obremenjenosti delavca z ropotom, kjer delavec v času dela z motorno žago uporablja glušnike. Dnevna obremenitev se je tako z 96 dB(A) zmanjšala na 85,3 dB(A). Iz tega lahko razberemo, da dnevna obremenitev z

ropotom presega zgornjo opozorilno vrednost in bi moral delavec obvezno uporabljati zaščito sluha tudi pri ostalih delovnih operacijah, kjer ne uporablja motorne žage.

Iz zgornjih rezultatov lahko ugotovimo, da je težavnost dela na delovnem mestu sekača-pripenjalca pod dopustno mejo in ni pretežko. Nasprotno pa ugotavljamo da je med delom delavec preobremenjen z ropotom v delovnem dnevu, saj dnevna obremenitev presega zgornjo opozorilno vrednost in znaša 85,3 dB(A).

6.3 TEŽAVNOST IN OBREMENITVE DELAVCA Z ROPOTOM NA DELOVNEM MESTU PRIPENJALCA- UPRAVLJAVCA

Iz grafikona (Sl. 8) je razviden ciklični način dela pripenjalca in upravljavca vozička. Med privlačenjem, polno in prazno vožnjo se pulz med delom nekoliko zmanjša, medtem ko se med razvlačenjem vrvi in vezanjem pulz poveča. Smiselno je tudi, da je pri zastoju zaradi delovnih sredstev pulz nekoliko padel, ker je delavec v sečišču čakal na prazno vožnjo, torej prazen voziček, da bo nadaljeval z delom. Najvišje izmerjen pulz med delom je bil v pripravljeno zaključnem času 123,8 u/min. V ta čas je vključen tudi prehod v sečišče, torej pot od stojišča stroja v sečišče.

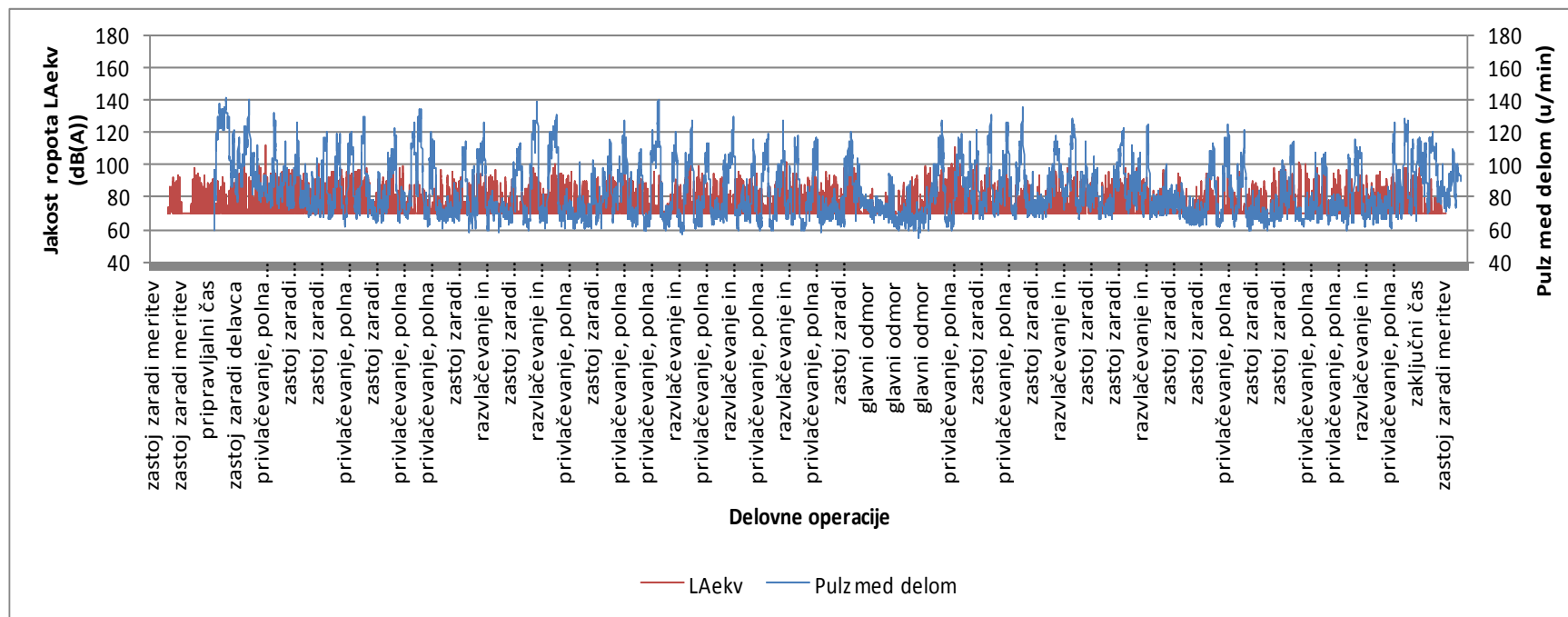
Obremenitve z ropotom nihajo okoli vrednosti 80 dB(A). Povišanje jakosti ropota je vidno med delovno operacijo razvlačevanje in vezanje. Vzrok za povišano obremenjenost z ropotom je ropot motorne žage, ki jo je uporabljal sodelavec, in ropot vozička. Najvišje zabeležena jakost ropota je bila izmerjena med privlačenjem, polno in prazno vožnjo (83,1 dB(A)), najnižja vrednost ropota pa je bila pri zastoju zaradi delovnih sredstev (78,7 dB(A)).

Pri delu pripenjalca in upravljavca vozička (Pregl. 3) je bilo največ časa porabljenega zaradi zastoja zaradi organizacije, kjer je povprečni pulz med delom znašal (79,9 u/min). V ta zastoj zaradi organizacije smo vključili tudi čas med polno in prazno vožnjo, ko delavec čaka v sečišču na prazen voziček. Zelo velika težavnost dela je opazna v pripravljeno-zaključnem času, čemur vzrok je v fizično zahtevnem prehodu v sečišče in nekoliko nižja zahtevnost prehoda iz delovišča. Nižjo težavnost dela v produktivnem času (95,6 u/min) gre deloma tudi pripisati konfiguraciji terena in delovnim razmeram. Ta dan so namreč les spravljali z nekoliko večje police, kjer je bil naklon terena nekoliko manjši in je bil zato prehod med bremenem lažji (90 u/min). Ker je bilo posekano drevje koncentrirano neposredno pod linijo nosilne vrvi je bilo zaradi krajše razdalje zbiranja olajšano razvlačevanje vrvi, kjer je pulz med delom znašal 96 u/min.

Pri ropotu so vrednosti v neproduktivnem času presegle spodnjo opozorilno vrednost pri zastoju zaradi organizacije (83,1 dB(A)) in zastoju zaradi delavca (81,4 dB(A)). Spodnja opozorilna vrednost v produktivnem času je bila presežena pri vseh delovnih operacijah. Glavne vire ropota predstavljata motorna žaga in voziček.

Spodnja opozorilna vrednost je bila presežena tudi pri konični jakosti ropota in sicer pri razvlačevanju in vezanju (135,9 dB(C)), kar je verjetno posledica udarcev jeklenih zank za vezanje bremen med seboj.

Meritve in izračuni so pokazali, da je povprečen delovni pulz za celoten dan znašal 34 u/min, relativni delovni pulz pa 24,1 %, kar pomeni da delo pripenjalca upravljavca ni pretežavno. Ker je povprečna obremenjenost skozi cel delovni dan znašala 82 dB(A), obremenjenost z ropotom presega spodnjo opozorilno mejo dnevne izpostavljenosti.



Slika 8: Težavnost dela in obremenitev delavca na delovnem mestu pripenjalca in upravljavca vozička

Preglednica 3: Težavnost dela in obremenitve delavca z ropotom po delovnih operacijah in skupaj za delo privezovalca-upravljalca

Deli produktivnega in neproduktivnega časa	Operacije	Trajanje (min)	Pulz med delom (u/min)	Delovni pulz (u/min)	Relativni delovni pulz (%)	LC peak (dB(C))	LAekv (dB(A))
Dodatni čas	zastoj zaradi delavca	3,9	93,2	43,2	30,7	112,1	81,4
	zastoj zaradi delovnih sredstev	28,6	78,9	28,9	20,5	124,4	78,7
	zastoj zaradi organizacije	248,7	79,9	29,9	21,2	129,0	83,1
Glavni odmor	glavni odmor	27,4	73,2	23,2	16,4	117	78,0
Pripravljalno zaključni čas	zaključni čas	14,7	97,2	47,2	33,5	116	80,4
	pripravljalni čas	10,1	123,8	73,8	52,3	111,1	79,5
Skupaj neproduktivni čas		333,4	81,5	31,5	22,3	129,0	82,4
Produktivni čas	prehod med bremen	7,3	90,0	40,0	28,4	116,2	82,6
	razvlačevanje in vezanje vrvi	80,8	96,1	46,1	32,7	135,9	82,7
Skupaj produktivni čas		88,1	95,6	45,6	32,3	135,9	82,7
Delovni čas		421,5	84,0	34,0	24,1	135,9	82,4

6.4 TEŽAVNOST DELA IN OBREMENITVE DELAVCA Z ROPOTOM NA DELOVNEM MESTU STROJNIKA

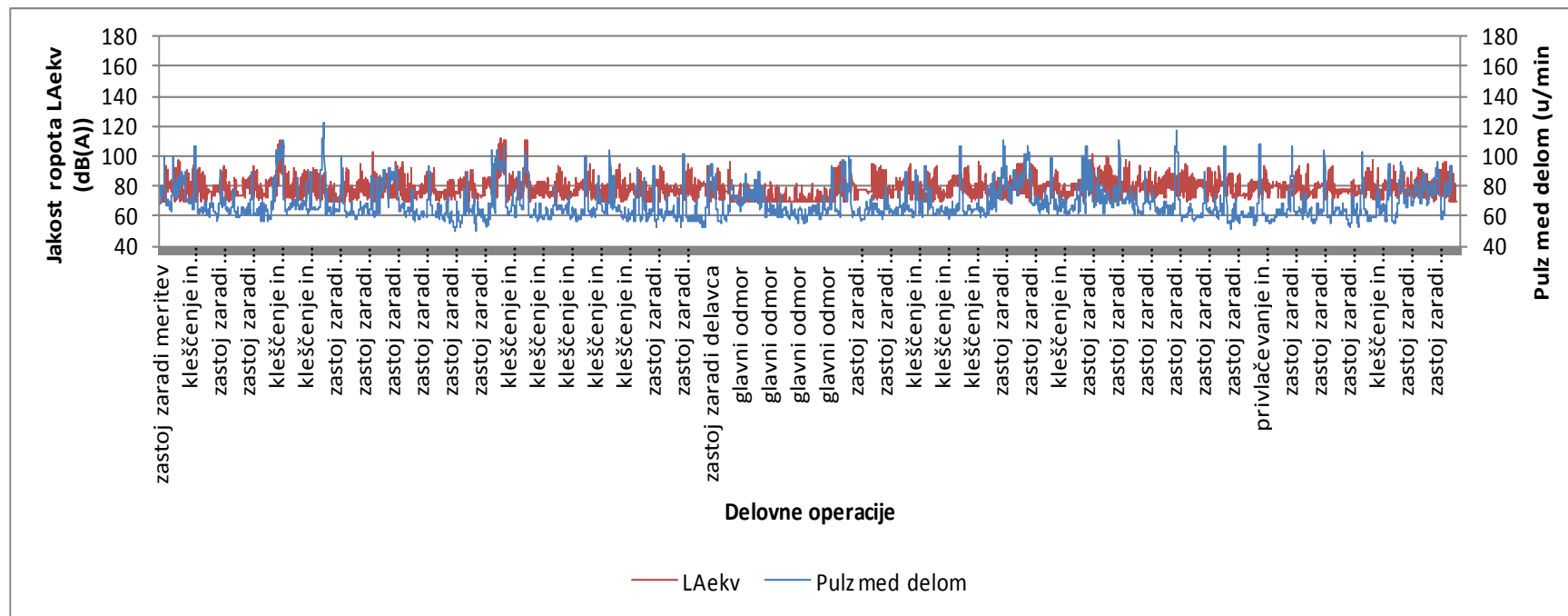
Zadnji dan naših merenj smo spremljali delavca pri upravljanju stroja na rampnem prostoru. Glavne delovne operacije pri delu strojnika žičnega žerjava so bile odvezovanje bremen ter kleščenje in krojenje s procesorsko glavo, ki je nameščena na dvigalu.

Tukaj je potrebno omeniti, da smo za to delovno mesto, torej delo strojnika morali ponoviti meritve, ki pa niso bile izvedene na isti liniji oziroma istem delovišču. Pri tem je pomemben predvsem podatek, da je bila linija žičnega žerjava, kjer smo izvajali ponovitev meritev skoraj enkrat daljša od prvotne. Zaradi tega se cikel pri spravilu lesa občutno podaljša, in je med ciklusom veliko več zastojev zaradi organizacije, kjer strojnik čaka na polno vožnjo. V našem primeru so bili ciklusi dolgi tudi do 10 minut, torej je strojnik imel med samim pravilnim ciklusom relativno veliko zastojev, kar se delno odraža tudi pri težavnosti dela, ki ni tako visoka kot na drugih delovnih mestih. Zaporedje delovnih operacij pri spravilu lesa se izraža v cikličnem nihanju pulza med delom. Tako se je pulz povečal, ko je delavec odšel iz kabine odvezovat breme, ki ga je po liniji pripeljal voziček iz sečišča, in se vrnil nazaj v kabino. Najvišja vrednost pulza je bila pri kleščenju z motorno žago (96,9 u/min.)

Za razliko od prejšnjih dni, je delavec cel delovnik obremenjen z ropotom motorja tovarnjaka, ki služi kot pogonsko sredstvo za upravljanje dvigala in žičnice (Sl. 9). Višje vrednosti ropota lahko pripišemo obdelovanju lesa s procesorsko glavo pri odprti kabini, delu izven kabine in kleščenju z motorno žago. Največja obremenjenost z ropotom je bila izmerjena pri kleščenju z motorno žago (104 dB(A)), naslednja največja jakost ropota pa je bila izmerjena pri kleščenju in krojenju s procesorsko glavo (87,9 dB(A)).

Vrednosti izračunane za težavnost dela strojnika so pričakovano nižje (Pregl 4). Tako znaša povprečen pulz med delom za celoten dan 68 u/min. Najvišji pulz je dosegel pri kleščenju z motorno žago, in je znašal skoraj 97 u/min. Prav tako je bil zelo visok pulz izmerjen pri zastoju zaradi delovnih sredstev, kar je verjetno posledica okvare vozička, ki pa je bila hitro in učinkovito odpravljena. Pri upravljanju stroja, oziroma kleščenju in krojenju s procesorjem je znašal povprečen pulz med delom 66 u/min, kar je razumljivo, saj delavec nima pri delu težkih fizičnih obremenitev, saj pri tej operaciji sedi v kabini dvigala in upravlja dvigalo in procesor preko upravljavskih ročic.

Na delovnem mestu strojnika so tudi obremenitve delavca z ropotom najnižje, če jih primerjamo z drugimi delovnimi mesti pri žičnem spravilu. Kljub temu pa obremenitve z ropotom pri kleščenju in krojenju lesa s procesorsko glavo dosega skoraj 88 dB(A) pri kleščenju z motorno žago pa 104 dB(A). Preglednica 4 prikazuje, da je bil delavec med-



Slika 9: Težavnost dela in obremenitve delavca z ropotom pri upravljanju stroja in dvigala na rampnem prostoru

Preglednica 4: Težavnost dela in obremenitve delavca z ropotom po delovnih operacijah in skupaj na delovnem mestu strojnika

Deli produktivnega in neproduktivnega časa	Operacije	Trajanje (min)	Pulz med delom (u/min)	Delovni pulz (u/min)	Relativni delovni pulz (%)	LC peak (dB(C))	LAekv (dB(A))
Dodatni čas	zastoj zaradi delavca	2,0	84,5	34,5	24,5	109,8	77,9
	zastoj zaradi delovnih sredstev	35,9	80,7	30,7	21,8	120,4	81,1
	zastoj zaradi organizacije	172,8	64,8	14,8	10,5	119,3	80,6
Glavni odmor	glavni odmor	34,0	66,9	16,9	12,0	113,9	72,5
Pripravljalno zaključni čas	zaključni čas	1,9	80,1	30,1	21,3	111	81,0
Skupaj neproduktivni čas		246,6	67,7	17,7	12,5	120,4	80,1
Produktivni čas	kleščenje in krojenje z procesorjem	106,0	66,5	16,5	11,7	129,1	87,9
	kleščenje z motorno žago*	5,5	96,9	46,9	33,3	125,2	104,1
	privlačevanje in odvezovanje	31,4	75,6	25,6	18,2	122,6	82,4
Skupaj produktivni čas		142,9	69,7	19,7	14,0	129,1	91,7
Delovni čas		389,5	68,4	18,4	13,1	129,1	87,9

* operacije pri katerih delavec uporablja motorno žago

produktivnim časom obremenjen z ropotom povprečno 91 dB(A), med neproduktivnim časom pa povprečno 80 dB(A). Če upoštevamo da je bil motor tovornjaka vedno v pogonu, je vzrok za tako veliko razliko v ropotu v različnih obratih motorja in delovanju procesorske glave.

Konična jakost ropota je bila v tem dnevu najvišje izmerjena pri kleščanju in krojenju s procesorsko glavo in je znašala 129,1 dB(C), vendar ni bila prekoračena spodnja opozorilna vrednost 130 dB(C).

Na podlagi meritev smo ugotovili, da je težavnost dela strojnika pod dopustno mejo, saj znaša povprečen delovni pulz za celoten dan 18,4 u/min, relativni delovni pulz pa 13,1% . To seveda ni nič presenetljivega, saj pri delu, ki ga opravlja, ni velikih dolgotrajnih fizičnih obremenitev, kar pa ne pomeni za obremenitev z ropotom. Tako je strojnik izpostavljen ropotu, ki ga povzroča tovorno vozilo kot pogonsko sredstvo za žični žerjav, prav tako veliko hrupa proizvedejo hidravlični elementi na žičnici, ki služijo pogonu bobnov z vrvmi. Povprečen ropot med delom za cel delovni dan je znašal skoraj 88 dB(A), kar je nad zgornjo opozorilno vrednostjo, kot tudi nad mejno vrednostjo, iz katerega lahko ugotovimo da bi moral delavec obvezno uporabljati zaščitno opremo za varovanje proti hrupu.

Izračunali smo tudi modelno vrednost obremenitve delavca z ropotom pri kateri delavec uporablja glušnike pri delu z motorno žago. Tako se je dnevna izpostavljenost z ropotom z 88dB(A) znižala na 83,9 dB(A). Iz tega lahko ugotovimo da je uporaba glušnikov med delom z motorno žago smiselna, saj se dnevna izpostavljenost ropotu zniža in je prekoračena le spodnja opozorilna meja.

6.5 MENJAVA DELOVNIH MEST PRI SPRAVILU LESA Z ŽIČNIM ŽERJAVOM

V raziskavi smo pridobili podatke za vsak dan posebej oziroma za vsako delovno mesto posebej, zato smo naknadno ugotavljali še obremenitve delavca, če bi na isti liniji delavci menjavali delovna mesta.

Celotno delo na žični liniji je trajalo 17 delovnih dni, od tega je bil prvi dan namenjen postavljanju in montaži, zadnji dan pa demontaži žičnega žerjava. Ostalih 15 delovnih dni pa je bilo namenjenih spravilu lesa. Tako smo predpostavljali, da bi delavec na pet delovnih dni zamenjal delovno mesto.

Preglednica 5: Vpliv rotacije na obremenitev delavca pri spravilu lesa z žičnim žerjavom

Delovna mesta	Modelna struktura delovnikov (dni)	Pulz med delom (u/min)	Delovni pulz (u/min)	Relativni delovni pulz (%)	Laekv (dB(A))
montaža	1	124,9	74,9	53,1	93,8
pomočnik pripenjalca	5	89,2	39,2	27,8	96,2
pripenjalec	5	84,0	34,0	24,1	82,4
strojnik	5	68,4	18,4	13,1	87,9
demontaža	1	100,0	50,0	35,5	78,0
Vpliv rotacije delovnih mest	17	84,3	34,3	24,3	92,0

V modelno strukturo smo vključili podatke, ki smo jih pridobili s pomočjo meritev in izračunov, razen pri demontaži, kjer smo podatke pridobili s pomočjo izvedenih meritev. Tako smo za jakost ropota določili 78 dB(A), kjer smo predpostavili, da je jakost ropota višja kot med odmorom, saj se delavec nekaj časa zadržuje v bližini stroja. Prav tako pri demontaži ne uporabljajo motorne žage, ki bi delavca obremenjevala z ropotom. Pri pulzu med delom pa smo predpostavili, da je pulz med delom pri demontaži 100 utripov na minuto, torej višji kot med pri prehodu med bremenem, kjer niha med 87 in 90 utripi na minuto. Pri montaži žičnega žerjava pa je hoja navzgor in navzdol veliko bolj obremenjujoča, kar seveda ne velja za demontažo.

Rezultati obremenitev primerjave delovnih mest (Pregl 5) so pokazali, da bi se težavnost dela v primeru rotacije oz. menjave delovnih mest v povprečju znižala na najnižjo možno mero. Tako bi bil pulz delavca v povprečju za vse delovne dni na linji 84.3 u/min, oziroma bi bila težavnost dela na nivoju privezovalca. Nižjo vrednost pulza pri delu ima le strojnik, kjer je fizičnega dela občutno manj, saj je večina časa namenjena obdelavi dreves oz. lesa s procesorsko glavo. Povprečni delovni pulz in relativni delovni pulz v primeru rotacij za dnevno obremenitev znaša 34 u/min oz. 24 % torej ne presega mejnih obremenitev 35 u/min oz. 40 %. Iz rezultatov lahko zaključimo, da delo v primeru rotacije delavcev ni pretežno.

Pri obremenjenosti delavca z ropotom je vrednost kljub rotaciji delavca na delovnih mestih nad vsemi dopustnimi dnevnimi izpostavljenostmi in znaša 92 dB(A). Ker je obremenjenost delavca z ropotom presegla mejno vrednost 85 dB(A), bi moral delavec med delom obvezno uporabljati zaščito sluha.

Iz rezultatov lahko z zagotovostjo trdimo, da je rotacija delavcev smiselna, saj se težavnost dela zniža na najnižjo možno mero. V primeru brez rotacije bi delavci, ki delajo na mestih z višjo težavnostjo dela, bili izpostavljeni tveganju za pojav mišično-kostnih bolezni.

V zgoraj navedeni razpravi smo obravnavali delavca pri spravilu lesa z žičnim žerjavom. Naša raziskava se je začela z montažo žičnega žerjava, vendar je bila v našem primeru tehnologija dela taka, da delavci pred montažo žičnega žerjava posekajo ves odkazan les na trasi linije, šele nato začnejo z montažo žičnega žerjava. Tako z našo raziskavo nismo zajeli tudi težavnost dela pri sečnji dreves. Vemo pa, da je bilo potrebno vsega eden delovni dan, da so trije delavci podrli vsa drevesa na trasi linije. Ocenjeno je bilo, da so v tem dnevu skupaj posekali 380 m³ neto lesne mase.

Iz raziskav, ki so bile izvedene do sedaj, lahko razberemo, da je delo sekača preutrujajoče oziroma prenaporno. Odar (2011) je v svoji raziskovalni nalogi ugotavljala težavnost dela sekača. Ugotovila je, da je delo sekača najtežje pri podiranju, torej izdelavi zaseka in podžagovanju, kjer je pulz med delom presegal 150 u/min, pri podžagovanju je bil izmerjen kar 153 u/min. Ker smo v naši raziskavi uporabljali drevesno metodo spravila lesa, so delavci pri sečnji drevesa samo podirali. Tako smo na podlagi dosedanjih raziskav in naših meritev predpostavili, da je bil delovni pulz sekača pri sečnji enak 145 utripov na minuto. Prav tako smo iz diplomskega dela Obranovič (2010), ki je raziskoval vpliv tehnike dela na obremenitve sekača z ropotom povzeli obremenjenost delavca z ropotom. Pri izdelavi zaseka in podžagovanju so se vrednosti gibale malo nad 100 dB(A), tako da smo za naš primer izbrali, da je delavec obremenjen z vrednostjo 102 dB(A).

Preglednica 6 nam prikazuje za koliko sta se povečala težavnost dela in obremenitev z ropotom, ko smo k spravilu lesa z žičnim žerjavom dodali še enodnevno sečnjo dreves. Tako se je pulz med delom delavca povečal z 84,3 na 87,6 utripov na minuto, obremenjenost z ropotom pa z 92,0 na 93,8 dB(A).

Preglednica 6: Vpliv rotacije delovnih mest na delavca pri spravilu lesa z žičnim žerjavom in sečnjo na trasi linije

Delovna mesta	Modelna struktura delovnikov (dni)	Pulz med delom (u/min)	Delovni pulz (u/min)	Relativni delovni pulz (%)	Laekv (dB(A))
montaža	1	124,9	74,9	53,1	93,8
pomočnik pripenjalca	5	89,2	39,2	27,8	96,2
pripenjalec	5	84,0	34,0	24,1	82,4
strojnik	5	68,4	18,4	13,1	87,9
demontaža	1	100,0	50,0	35,5	78,0
sečnja	1	145,0	95,0	67,4	102,0
Vpliv rotacije delovnih mest	18	87,6	37,6	26,7	93,8

Če primerjamo rezultate, ki v celoten delovni proces vključuje še sečnjo dreves na celotni liniji, ugotovimo da težavnost dela glede na delovni pulz nekoliko preseže dopustno mejo,

ne preseže pa jo glede na relativni delovni pulz. Obremenitev z ropotom presega spodnjo in zgornjo opozorilno mejo, zato je obvezna uporaba opreme za zaščito sluha.

7 RAZPRAVA

V dosedanjih raziskavah na področju ergonomije dela pri spravilu lesa z žičnim žerjavom je bilo bolj malo napisanega, predvsem pa je malo napisanega in raziskanega za žični žerjav Sycrofalke, ki je v Sloveniji precej zastopan.

Z meritvami fizioloških parametrov je mogoče dokaj zanesljivo ugotoviti skupno obremenitev med delom; posamezne vrste obremenitev zaradi vrste dela, fizikalnega ali socialnega delovnega okolja, pa je težje ugotoviti. Zdi se, da je frekvenca srčnega utripa ali pulz najboljše merilo za oceno skupne delovne obremenitve in zahtevnosti (težavnosti) dela (Lipoglavšek, 1991).

Naše ugotovitve so pokazale, da so največji fizični napor prav pri postavitvi žičnega žerjava, torej pri montaži. Tukaj so delavci izpostavljeni skrajnim fizičnim naporom, kar govori tudi podatek, da je bil tukaj zabeležen tudi najvišje izmerjen pulz 179 u/min. Prav tako je bil visok pulz pri sidranju žerjava. Tu so bile velike obremenitve pri delu z motorno žago kakor tudi pri razvlačevanju sidrnih vrvi. Da je delo z motorno žago fizično prenaporno je ugotovil tudi Žmuc (2010), ki je ugotovil, da je povprečen pulz med delom z motorno žago pri pravilni tehniki dela z motorno žago 139 u/min. Enako se pri vseh delovnih mestih, ki smo jih proučevali, pojavlja povečanje pulza pri delu z motorno žago, torej lahko sklepamo, da je delo z motorno žago še vedno visoko obremenjujoče za delavca. Visoko povišanje pulza je opaženo pri prehodu med bremeni in pri razvlačevanju vrvi ter vezanju bremena. Tukaj je seveda naraščanje pulza odvisno od konfiguracije terena, kjer se z večanjem naklona večja tudi težavnost dela in posledično tudi pulz delavca. Da je razvlačevanje vrvi za vezanje bremena težavno, je ugotovil tudi Žunič (2010) v diplomskem delu, kjer je ugotavljal težavnost dela traktoristov. V neproduktivnem času za delo pripenjalca je bil zelo visok izmerjen pulz v pripravljajno-zaključnem času. Razlog za tako visok pulz, ki je znašal 104 u/min je v tem, da se je delavec moral peš odpraviti v delovišče, torej 300 metrov po trasi linije navzgor in na koncu delovnega dne nazaj iz delovišča do stojišča stroja.

Ukrepov za zmanjšanje težavnosti dela pri spravilu lesa z žičnim žerjavom je več. Pri montaži žičnega žerjava bi bilo smiselno imeti več krajših oddihov, v primerih, kjer vsi delavci v skupini delajo z visokim tempom, pa tudi prilagoditi hitrost dela. Pri delu z motorno žago je potrebno stremeti k temu, da čim večji del izdelave lesa prenesemo na strojno obdelavo. Smiselni oziroma možni ukrep je tudi menjava delavcev na delovnih

mestih, saj smo ugotovili, da je povprečna težavnost dela manjša od težavnosti dela pri montaži in pri dodelavi sortimentov v sečišču, podobna obremenitvi pripenjalca in večja kot pri strojniku. S tem ukrepom bi zmanjšali tveganje za preobremenitev delavcev v njihovi delovni dobi. Enako je v doktorski disertaciji ugotavljal Poje (2011), kjer je ugotavljal vpliv menjave delovnih mest pri sečnji v skupini, klasični sečnji in spravilu lesa z prilagojenim kmetijskim traktorjem. Ugotovil je, da se v primeru rotacij delovnih mest težavnost dela pri sečnji v skupini zmanjša za povprečno 25 %, in za 7 % pri klasični sečnji. Hkrati se težavnost traktorista v primeru rotacije poveča, vendar za manjši odstotek kot se zniža težavnost pri sekaču.

Pri montaži žičnega žerjava je veliko pripravljalnih del, predvsem v okolici delovnega stroja, ki pa je vedno v stanju delovanja, saj delavci potrebujejo pogone za bobne z različnimi vrvi, kateri obremenjujejo delavce z ropotom. Največje obremenitve sluha so pri delu z motorno žago. Tako so na primer najvišje povprečne izmerjene obremenitve z ropotom na tistih delovnih mestih, kjer je delavec uporabljal motorno žago.

Visoke obremenitve z ropotom so bile tudi pri delu strojnika s procesorsko glavo. Rezultat je posledica ropota pogonskih sklopov hidravlične črpalke za pogon bobnov z jeklenimi vrvmi in ropot procesorske glave med procesiranjem.

Preobremenitve delavcev z ropotom pri spravilu lesa z žičnim žerjavom so v skladu z dosedanjimi raziskavami, in to kljub velikemu tehnološkemu razvoju. V raziskavah, ki so bile narejene za spravilo lesa z žičnicami je Lipoglavšek v svoji raziskavi ugotovil, da so bili delavci prav tako preobremenjeni z ropotom predvsem pri spuščanju lesa, natančneje, je ropot presegal dnevne obremenitve nad 100 dB(A).

Iz dejstva, da je imel delavec med delom vrata kabine ves čas odprta lahko pri sedANJI tehnologiji dela zmanjšamo obremenitev le na dva načina. Prvi ukrep je uporaba glušnikov pri delu z motorno žago kot tudi na delovnem mestu strojnika in kot drugi ukrep zapiranje kabine med delom s procesorsko glavo.

8 SKLEPI

1. Hipotezo, da je delo težavnejše v delovišču kot na stroju, lahko potrdimo. Delavec ima v delovišču težje pogoje dela, pogosto zelo strma pobočja, prav tako mora peš prehoditi pot do delovišča zjutraj in ob koncu delovnika nazaj. Kot najtežavnejše delo se je izkazala montaža žičnega žerjava, še posebej razvlačevanje različnih vrvi, ter delo z motorno žago. Nasprotno je delo v stroju veliko manj fizično zahtevno.
2. Drugo hipotezo, da z dano tehnologijo težavnost dela in obremenjenost z ropotom ne presega mejnih vrednosti lahko le delno potrdimo. Ugotovili smo namreč, da je povprečni delovni pulz pri menjavi delovnih mest skoraj 38 u/min, kar je nad dopustno mejo, medtem ko je relativni delovni pulz pod dopustno mejo (27 %). Težavnost dela na delovnem mestu pripenjalca in strojnika je pod dopustno mejo, pri delu sekača-pripenjalca in montaži žičnega žerjava pa je težavnost dela nad dopustno mejo glede na oba kazalca težavnosti dela. Obremenjenost delavca z ropotom med delom tako pri menjavi delovnih mest kot na posameznih delovnih mestih presega spodnjo opozorilno mejo, večkrat pa tudi zgornjo opozorilno mejo.

9 VIRI

Direktiva Evropskega parlamenta in sveta 2003/10/ES z dne 6. februarja 2003 o minimalnih zahtevah za varnost in zdravje v zvezi z izpostavljenostjo delavcev fizikalnim dejavnikom (hrup). Ur.l.EU, 42/2003.

Klun J., Ogris N., Medved M. 2004. Analiza delovnega časa pri spravilu lesa z žičnimi žerjavi v Slovenskih razmerah. V: Mednarodno posvetovanje: Spravilo lesa z žičnicami za trajnostno gospodarjenje z gozdovi. Internatinal syposium: Cable yarding suitable for sustainable forest management. Idrija, 23. September 2004. Medved M., Košir B. (ur.). Ljubljana, Gozdarski inštitut Slovenije: 130-150

Lipoglavšek M., Kumer P., 1998. Humanizacija dela v gozdarstvu. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire : 214 str

Noč T. Montaža in demontaža večbobenskih žičnih žerjavov: diplomsko delo. (Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo obnovljive vire energije). Ljubljana, samozaložba: 34 str

Obranovič A. Vpliv tehnike dela na obremenitve sekača z ropotom: diplomsko delo. (Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo obnovljive vire energije). Ljubljana, samozaložba: 31 str

Odar L., 2011. Težavnost dela pri sečnji in spravilu lesa; diplomsko delo. (Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive vire energije), samozaložba: 35 str

Opeka M. 2008. Struktura časov in učinki pri spravilu lesa z večbobenskim žičnim žerjavom syncrofalke 3t s procesorsko glavo woody 60: diplomsko delo. (Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive vire energije), samozaložba: 58 str

Poje A. 2011. Vplivi delovnega okolja na obremenitev in težavnost dela sekača pri različnih organizacijskih oblikah dela: doktorska disertacija. (Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo obnovljive vire energije). Ljubljana, samozaložba 232 str

Potočnik I. 2009. Ergonomija: študijsko gradivo. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive vire energije: 173 str

Stampfer K. 1997. Stress and strain effects of forest work in steep terrain V: Forest operations in Himalayan forests with special consideration of ergonomic and socio-economic problems. Heinemann H. R. in sod. (ur.). Thimphu, Buthan, 113-119

Stampfer K., Leitner T., Visser R. 2010. Efficiency and ergonomic benefits of using radio controlled chokers in cable yarding Croatian Journal of Forest Engineering, 32, 1: 1-9

Zakon o varnosti in zdravju pri delu. Ur. l. RS, št 43/2011.

Žunič G. 2010. Obremenitve traktorista pri spravilu lesa: diplomsko delo. (Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo obnovljive vire energije). Ljubljana, samozaložba: 62 str

10 ZAHVALA

Za pomoč pri izdelavi diplomskega dela bi se rad zahvalil podjetju Soško gozdno gospodarstvo, ki mi je omogočilo in dovolilo narediti meritve za raziskavo. Zahvaljujem se delavcu zaposlenemu na Soškem gozdnem gospodarstvu g. Luku Kolencu, ki je bil pripravljen sodelovati in izvesti meritve. Prav tako se zahvaljujem prof. dr. Igorju Potočniku in somentorju dr. Antonu Pojetu za koristne nasvete, navodila in usmeritve pri izdelavi diplomskega dela. Zahvaljujem se tudi doc.dr. Juriju Marenče za recenzijo diplomske naloge.

Zahvaljujem se vsem ožjim družinskim članom, ki so mi v času študija kakorkoli pomagali in me spodbujali pri delu.