

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

Matej ŠILC

**VPLIV TEHNIKE DELA NA OBREMENITEV
SEKAČA S TRESENJEM**

Diplomsko delo
Visokošolski strokovni študij – 1. stopnja

Ljubljana, 2011

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

Matej ŠILC

**VPLIV TEHNIKE DELA NA OBREMENITEV SEKAČA S
TRESENJEM**

Diplomsko delo
Visokošolski strokovni študij – 1. stopnja

**IMPACT OF WORK TECHNIQUES ON LUMBERMAN VIBRATION
LOAD**

B. Sc. Thesis
(Professional Study Programmes)

Ljubljana, 2011

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

Študijska komisija Oddelka za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire je za mentorja diplomskega dela imenovala prof dr. Igorja Potočnika, za somentorja mag. Antona Pojeta.

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik:

Član:

Član:

Datum zagovora:

Diplomsko delo je rezultat lastnega raziskovalnega dela. Podpisani se strinjam z objavo svoje naloge v polnem tekstu na spletni strani Digitalne knjižnice Biotehniške fakultete. Izjavljam, da je naloga, ki sem jo oddal v elektronski obliki, identična tiskani verziji.

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD	Dv1
DK	GDK 363.0+302(043.2)=163.6
KG	tresenje/obremenitev s tresenjem/orodje za sekanje/stroji za sekanje/ergonomija/časovna študija
KK	
AV	ŠILC, Matej
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 gozdne vire
LI	2011
IN	VPLIV TEHNIKE DELA NA OBREMENITEV SEKAČA S TRESENJEM
TD	Diplomsko delo (Visokošolski strokovni študij – 1. stopnja)
OP	VI, 28 str., 5 pregl., 8 sl., 0. pril., 12 vir.
IJ	SI
JJ	sl/en
AI	Cilj raziskave za diplomsko nalogo je bil ugotoviti, ali nepravilna tehnika dela povečuje obremenjenost sekača s tresenjem. Raziskave so potekale na gozdnogospodarskem območju Postojna v sestoji smreke s primesjo bukve in jelke. Meritve so bile opravljene v sodelovanju s sekačem in učiteljem praktičnega pouka na Srednji gozdarski in lesarski šoli Postojna. Priprave na meritve so potekale en dan, meritve pa tri dni. Prvi merilni dan je sekač uporabljal pravilno, drugi dan pa nepravilno tehniko dela. Obremenjenost sekača s tresenjem se je ugotavljala, tako da je imel sekaču med kazalcem in prstancem nameščen T nosilec z akcelorometrom. Vzporedno je potekala tudi časovna študija dela. Tretji merilni dan, ki je potekal na skladišču žage se je preizkušalo razliko med trdnim in ohlapnim oprijemom vodilnega ročaja motorne žage. Rezultati raziskave so pokazali, da so bile izmerjene jakosti tresenja rok in dlani ne glede na tehniko dela med sečnjo in izdelavo veliko višje od dosedanjih raziskav, čemur vzrok lahko pripišemo metodi meritev. Ugotovljeno je bilo, da se s trdnostjo oprijema razlika med jakostjo tresenja, izmerjeno na roki s pomočjo T nosilca, in med jakostjo, izmerjeno neposredno na vodilnem ročaju motorne žage, zmanjšuje. Navkljub rezultatom je uporaba pravilne tehnike priporočena zaradi manjše splošne obremenitve sekača med delom ter zaradi preprečevanja nezgod pri delu.

KEY WORDS DOCUMENTATION

DN Dv1
DC $FDC\ 363.0+302(043.2)=163.6$
CX vibrations /vibration load/chopping gadget/chopping machines/ergonomy/time study
CC
AU ŠILC, Matej
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 2011
TI IMPACT OF WORK TECHNIQUES ON LUMBERMAN VIBRATION LOAD
DT B. Sc. Thesis (Professional Study Programmes)
NO VI, 28 p., 5 tab., 8 fig., 0. ann., 12 ref.
LA SI
AL sl/en
AB The aim of the research for the diploma paper was to ascertain whether improper work technique is increasing a chopper's overload with shaking. The research was carried out in Postojna forest management district, consisting of spruce with admixture of beech and fir trees. The surveying was administered in cooperation with chopper and practical tuition teacher from Secondary Forestry and Woodwork School Postojna. The preparation for the surveying took one day, while the surveying alone was carried out in three days. The chopper was applying proper work technique on the first day of the surveying, while on the next day the technique applied was improper. The overload of the chopper with shaking was determined by placing a T-carrier with accelerometer between his index and ring finger. In parallel with the surveying, a time study of work was carried out. On the third day of the surveying we were testing the difference between firm and loose adhesion of the sawmill leading handle in the sawmill storage. The results of the research show that the measured intensity of the shaking of the hands and palms regardless of the technique of work applied for logging was much higher than what the findings of previous research demonstrated. The reason for this can be seen in the method of surveying. It was namely noted that the firmer the grip, the smaller the difference between intensity of shaking measured on the hand with the help of the T-carrier and the intensity measured directly on the leading handle of the sawmill.

KAZALO VSEBINE

KEY WORDS DOCUMENTATION	III
KAZALO VSEBINE.....	IV
KAZALO PREGLEDNIC	V
KAZALO SLIK.....	V
1 UVOD	1
2 PREGLED OBJAV.....	2
3 NAMEN IN HIPOTEZE	4
4 METODE DELA IN ZBIRANJA PODATKOV	5
4.1 ZNAČILNOSTI PRAVILNE IN NEPRAVILNE TEHNIKE DELA	5
4.2 OPIS OPRAVIL	7
4.3 OPIS DELOVIŠČA	13
4.4 SEKAČ IN NJEGOVA DELOVNA OPREMA.....	14
4.5 MERILNE NAPRAVE.....	15
4.6 PRIMERJAVE Z DOPUSTNIMI MEJAMI	16
4.7 POTEK MERITEV IN ČASOVNA ŠTUDIJA	17
4.8 OBDELAVA PODATKOV	21
5 REZULTATI	23
6 RAZPRAVA	26
7 SKLEPI	27
8 VIRI	28
9 ZAHVALA	29

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1:	Primerjava med pravilno in nepravilno tehniko dela in vzroki predvidenih vplivov na obremenitev rok in dlani delavca s tresenjem	11
Preglednica 2:	Lastnosti motorne žage Husqvarna 346XP	15
Preglednica 3:	Lastnosti motorne žage Stihl MS361	20
Preglednica 4:	Primerjava rezultatov pravilne in nepravilne tehnike dela.....	24
Preglednica 5:	Primerjava med trdnim in ohlapnim oprijemom ročaja	25

KAZALO SLIK

Slika 1:	Polno opremljen sekač pri pravilni tehniki podžagovanja drevesa	6
Slika 2:	Sestoj v delovišču	13
Slika 3:	Motorna žaga Husqvarna 346XP.....	14
Slika 4:	Sekač opremljen z nahrbtnikom v katerem so merilne naprave.....	16
Slika 5:	Merilnik tresenja nameščen med kazalcem in prstancem	18
Slika 6:	Navpično postavljen odrezek hloda, kjer smo simulirali podžagovanje	19
Slika 7:	Ležeči odrezek hloda, kjer smo simulirali podžagovanje	20
Slika 8:	Merilnik tresenja nameščen na vodilnem ročaju motorne žage	21

1 UVOD

Znano je, da se v slovenskih gozdovih zaradi nepravilne tehnike dela zgodi veliko nesreč, ne samo pri lastnikih gozdov, pač pa tudi pri delavcih, ki se profesionalno ukvarjajo s sečnjo in izdelavo ter spraviom gozdnih lesnih sortimentov (Jereb, 2009).

Z raziskavo, ki jo bomo predstavili v diplomski nalogi, smo hoteli izvedeti, če pravilna tehnika dela vpliva na zmanjšanje obremenitve sekača s tresenjem v primerjavi z nepravilno tehniko. Sicer motorne žage, ki so sodobnejše, povzročajo veliko manjše obremenitve s tresenjem rok in dlani kot motorne žage starejšega tipa, pa vseeno lahko zaradi daljše izpostavljenosti še vedno pride do posledic, ki povzročajo zdravstvene okvare. Znano je tudi, da so doslej najhujše posledice tresenja pri delu v gozdarstvu povzročile motorne žage, zato imamo veliko invalidov zaradi vibracijske bolezni ali sindroma belih prstov. Tako se po 4 letih delovne dobe pri manj kot 5 % pojavijo napadi bledenja prstov, pri več kot 10 let delovne dobe pa približno 20 % gozdnih delavcev navaja občasne napade mravljinčenja ali bledenja členkov prstov, malo manj kot 15 % pa tudi zmanjšano senzorno percipacijo oziroma bledenje več členkov prstov. Z daljšanjem delovne dobe so izraženi težji simptomi (Črv, 2007).

Tresenje v telo sekača vstopa skozi vodilni in nosilni ročaj motorne žage. Obremenitve pa so večje na vodilnem ročaju (Lipoglavšek, 1994), zato smo opremili sekača z merilno napravo na dlani njegove desne roke, s katero drži vodilni ročaj. Obremenitev sekača s tresenjem je odvisna od jakosti tresenja, frekvence tresenja, trajanja tresenja, vstopa vibracij v telo ter smeri tresenja.

2 PREGLED OBJAV

Pod besedo tresenje si lahko predstavljamo nihanja mehanskih sistemov ali posameznih delov strukture. Posledica tega je vibracijski ali strukturalni hrup. Tresenje lahko delimo glede na časovne ponovitve. Če si sledijo v enakomernih časovnih intervalih, govorimo o periodičnih vibracijah, če pa se ponovitve ponavljajo v neenakomernih časovnih intervalih ali celo naključno, imenujemo takšne vibracije neperiodične. Mehanski sistem lahko niha vodoravno ali navpično, zato tudi tresenje merimo v omenjenih smereh. Zaradi vpliva zemeljske gravitacije na maso sistema se praviloma največje amplitude nihanj pojavljajo v navpični smeri. Zelo pomembna je tudi frekvenca nihanja vibracij, saj so te v nekaterih primerih lahko zelo nevarne za zdravje človeka. Človeški organizem je najbolj občutljiv za vibracije nizkih frekvenc, to je do približno 80 Hz. Prag zaznavanja vibracij je odvisen od frekvence, med vrednostjo pospeška od 10^{-2} do $9 \cdot 10^{-3} \text{ ms}^{-2}$. Pri določeni frekvenci pridejo nekateri deli telesa v resonanco. Resonančna frekvenca glave je tako približno 20 Hz, prsnega koša 5 Hz in oči 80 Hz (Žandar, 2004). Roke in dlani so najbolj občutljive na frekvence od 40 do 320 Hz, prsti pa so najbolj občutljivi pri frekvencah od 80 do 200 Hz.

Na tem področju je bil v Sloveniji najbolj dejaven predvsem Lipoglavšek (1994, 1995). Ugotavljal je, kaj lahko vpliva na višino obremenitev sekačev s tresenjem. Sekač je uporabljal starejšo in novejšo motorno žago v različnih delovnih razmerah ter v sečišču iglavcev in listavcev. Lipoglavšek je ugotovil, da so bila zelo velika nihanja jakosti tresenja med delom. Ugotovil je tudi, da je bila jakost tresenja večja na vodilnem ročaju, kakor na nosilnem ročaju. Povprečne obremenitve s tresenjem med produktivnim časom so bile od 6,2 pa do 12,3 m/s^2 . Pri delu z motorno žago, ki traja do 4 ure z vmesnimi prekinitvami, ni ogroženo zdravje sekačev. Maksimalne obremenitve pa so bile do 25 m/s^2 . Ugotovljeno je bilo tudi, da so obremenitve sekačev s tresenjem večje, kadar sekajo bukovino, kadar delajo s starejšo, rabljeno motorno žago in kadar je med delom manj ročnega dela. Po mnenju Lipoglavška lahko največ prispeva k varnemu delu z manj tresenja, pravilna tehnika dela s pogostim naslanjanjem motorne žage ob telo ali na sortiment.

Đukić (2010) je preučeval ali antivibracijske rokavice zmanjšujejo obremenjenost sekača s tresenjem rok in dlani. Prišel je do rezultatov, da se večji del vibracij absorbira v prste in dlani in to večinoma vibracije višjih frekvenc. Meritve so pokazale da antivibracijske rokavice sicer nekoliko znižajo obremenjenost sekača, vseeno pa ne zadostujejo, da bi bil sekač osem urno izpostavljen tresenju, brez škodljivih posledic.

3 NAMEN IN HIPOTEZE

Namen diplomske naloge je ugotoviti, ali pravilna tehnika dela pri sečnji in izdelavi zmanjšuje obremenitve rok in dlani s tresenjem, saj so glede na pregled dosedanjih raziskav ti podatki nedosegljivi. Prejšnja raziskovanja na področju obremenitve sekača z ropotom (glej Obranovič, 2010) nakazujejo, da med pravilno in nepravilno tehniko dela ni bistvenih razlik. Večje razlike jakosti ropota med pravilno in nepravilno tehniko pa se pokažejo znotraj posameznih opravil. Zato je bilo smiselno preučiti tudi obremenitve sekača s tresenjem. Domnevali smo, da nepravilna tehnika dela pri sečnji in izdelavi glede na pravilno tehniko dela povečuje obremenitve rok in dlani s tresenjem.

4 METODE DELA IN ZBIRANJA PODATKOV

4.1 ZNAČILNOSTI PRAVILNE IN NEPRAVILNE TEHNIKE DELA

Pravilna tehnika dela je zelo pomembna, saj zelo zmanjšuje verjetnost, da bi prišlo do poškodb sekača. Zato se pravilne tehnike dela sekači naučijo že na tečaju za upravljanje z motorno žago. Poudariti je potrebno, da se pri delu mora vedno uporabljati vsa varovalna oprema sekača ter da uporabljamo motorno žago, ki ima vse varnostne elemente, je pravilno vzdrževana in ima dobro ter pravilno nabrušeno verigo. Za pojasnitev značilnosti pravilne in nepravilne tehnike dela je bil v pomoč učbenik Sebastijana Bajca Tehnika dela z motorno žago. Značilnosti pravilne tehnike dela z motorno žago so (prirejeno po Bajc, 2005):

- Stojišče naj bo vedno stabilno, pri delu na strmih terenih si naredimo stopničke v tla.
- Hrbtenica naj bo pri delu zravnana, višini debla se prilagajamo s koleno oz. poklekom (slika 1).
- Žago držimo čim bližje telesu, pri delu si pomagamo z ostrogo, motorno žago naslanjamo na deblo ali telo.
- Motorno žago pri vrteči verigi držimo z obema rokama za vodilni in nosilni ročaj, verigo blokiramo z zavoro verige.
- Žage ne držimo krčevito; tako zmanjšamo vpliv vibracij, ki jih povzroča motorna žaga na telo.
- Žage nikoli ne dvigujemo nad višino ramen, saj se tako zmanjša obvladovanje motorne žage.
- Nosilni ročaj naj bo vedno objet s palcem in ostalimi prsti; tako preprečimo zdrs ročaja iz oprijema pri povratnem udarcu.
- Zapestji na vodilnem in nosilnem ročaju sta vedno v ravnem položaju. Pri podžagovanju drevesa ter kleščanju vej na vrhu debla plin motorni žagi dodajamo s palcem in ne s kazalcem. S preprijemanjem ročajev se prilagajamo položaju motorne žage.



Slika 1: Polno opremljen sekač pri pravilni tehniki podžagovanja drevesa

- Z roko nikoli ne segamo v območje verige in letve, veje na deblu pri kleščenju raje prežagamo, tako da padejo na tla.
- Preden začnemo z rezanjem, dodamo plin motorni žagi tako, da doseže maksimalne obrate. Tako bomo deblo prerezali hitreje in zmanjšali škodljive vplive motorne žage na telo.
- Pri hoji po delovišču verigo motorne žage zaščitimo, motorno žago držimo ob telesu, saj bodo tako obremenitve delavca manjše.

4.2 OPIS OPRAVIL

Pomembno je, da točno opredelimo, kaj so posamezna opravila, ker pri diplomski nalogi med drugim poskušamo ugotoviti tudi, pri kateri delovni operaciji je bil sekač najbolj obremenjen s tresenjem. Sekač je pri svojem delu izvedel naslednja opravila (prirejeno po Bajc, 2005):

- Prehod: poznamo 3 osnovne prehode. Prvi je začetni prehod, ki se začne pri prevoznem sredstvu in konča pri drevesu, ki je predvideno za posek. Drugi prehod je prehod med posameznimi drevesi in tretji prehod je od podrtega drevesa nazaj do panja.
- Pripravljalna dela: bistvo pripravljalnih del je, da sekač očisti okolico drevesa, katerega namerava podreti. To je pomembno zato, da ima sekač manevrski prostor okoli drevesa ter da nima ovire pri umiku, ko drevo pada.
- Določitev smeri podiranja in umika ter preverjanje smeri podiranja: sekač se razgleda po okolici in na podlagi razmer v dani situaciji in izkušenj določi smer padca drevesa. Pomembno je, da padec drevesa ne ogroža sekača in da v gozdnem prostoru naredi čim manj škode ter je po možnosti še olajšano spravilo lesa. Smer umika poteka nazaj in pod kotom 45° od smeri podiranja. Smer podiranja se preverja že med izvajanjem dna zaseka. Smer zaseka se še enkrat preveri, ko je končana izdelava zaseka. Sekač si lahko pri preverjanju zaseka pomaga z rokami, sekiro, motorno žago ali drugimi pripomočki.
- Izdelava zaseka in popravljanje smeri podiranja: namen zaseka je določiti smer padca drevesa. Če pravilno in natančno oblikujemo vse štiri elemente (dno, kot, streho in vrh zaseka), bo drevo padlo v želeni smeri. Če se pri preverjanju smeri zaseka ugotovi, da smer ni ustrezna, z motorno žago popravimo dno in streho zaseka.
- Podžagovanje: je vodoravni rez, ki ga se izvede nekoliko višje, kot je dno zaseka. Poznamo 3 vrste rezov za podžagovanje, in sicer vzporedni rez, pahljačasti rez in vbodni rez. Kakšen rez bomo izbrali, je odvisno od širine drevesa. S pravilnim

podžagovanjem oblikujemo želeno ščetino, katera usmerja padec drevesa v smeri, ki smo jo določili.

- Klinjenje in naganjanje drevesa: klinjenje uporabljamo pri podiranju drevesa, da zmanjšamo nevarnost pri delu ter olajšamo podiranje drevesa. Klini so lahko plastični ali leseni. Klinjenje izvajamo z udarci s sekiro.
- Obdelava korenovca: ko drevo pade v načrtano smer, sekač lahko začne z obdelavo korenovca. Najprej odrežemo ostanke ščetine, nato pa še les, ki je širši od debla; to storimo, da olajšamo spravilo in zlaganje hlodov.
- Kleščenje vej: je najdaljša delovna operacija in se opravi z motorno žago. Poznamo dve tehniki, in sicer skandinavsko ter slemensko. Izbira tehnike je odvisna predvsem od debeline vej ter drevesne vrste.
- Krojenje: za krojenje se uporablja sekaški meter, ki se ga pred pričetkom kleščenja s posebno konico pritrdi na deblo. Krojenje poteka vzporedno s kleščenjem. Ko sekač pride do mesta, kjer se bo deblo prežagalo, ga z motorno žago označi ter ponovno pritrdi sekaški meter, ter nadaljuje z kleščenjem in krojenjem.
- Prežagovanje: je postopek, kjer delavec po predhodnjem kleščenju in krojenju prežaga deblo na primerne sortimente. Pomembna je napetost v deblu, saj moramo vedno najprej prežagati stisnjena, nato pa še napeta lesna vlakna. Deblo se zareže pravokotno. Poznamo več možnih tehnik prežagovanja.
- Gozdni red: sekač ga opravi v skladu s Pravilnikom o izvajanju sečnje, ravnanju s sečnimi ostanki, spravilu in zlaganju gozdnih lesnih sortimentov (1994). Lahko ga opravi še pred prežagovanjem. Po navadi sekač najprej razreže večje veje na manjše kose, nato pa veje skupaj z vrhači zloži v kupe..
- Beljenje panja: je potrebno le pri treh drevesnih vrstah, pri smreki, boru in brestu. Sekač s sekiro ali motorno žago odstrani skorjo na panju.
- Odmor: sekač si med delom lahko vzame odmor zaradi lastnih potreb, da si odpočije od dela.
- Zastoj: do zastojev lahko pride bodisi zaradi vzdrževanja ali popravil delovnih sredstev ali organizacije dela. Zastoje zaradi meritev smo izločili iz obdelav.

Uporaba pravilne in nepravilne tehnike lahko vpliva na obremenjenost rok in dlani sekača s tresenjem. Tako domnevamo, da uporaba pravilne tehnike zaradi uporabe sekire povečuje obremenjenost, medtem ko jo ohlapen prijem in naslanjanje motorne žage na deblo obremenitve zmanjšujejo (preglednica 1). Predvidevamo, da se nepotrebno povečevanje obratovalnega časa motorne žage pri nepravilni tehniki obremenitve s tresenjem rok in dlani povečuje.

Preglednica 1: Primerjava med pravilno in nepravilno tehniko dela in vzroki predvidenih vplivov na obremenitev rok in dlani delavca s tresenjem

Opravilo	Pravilna tehnika dela	Nepravilna tehnika dela	Vzroki predvidenih vplivov na obremenitev rok in dlani delavca s tresenjem
Prehod	Med prehodom je motorna žaga ugasnjena.	Med prehodom je motorna žaga prižgana.	Delovanje motorja motorne žage povzroča večje obremenitve delavca.
Določitev smeri podiranja in umika ter preverjanje smeri podiranja	Med določitvijo smeri podiranja in smeri umika je motorna žaga ugasnjena.	Sekač je med določitvijo smeri podiranja in smeri umika v predklonu, motorna žaga pa je v prostem teku.	Delovanje motorja motorne žage povzroča večje obremenitve delavca.
Izdelava zaseka in popravljanje smeri podiranja	Pravilni položaj sekača pri izdelavi zaseka je kleče na enem kolenu in z zravnano hrbtenico. Pri tem opravi je znano, da so obremenitve z vibracijami zelo visoke, zato je pomembno da je stojišče delavca čim bolj stabilno, ter da delavec upošteva ergonomsko držo telesa, ter motorno žago z ostrogo naslanja na drevo. Pri dodajanju plina se uporablja palec.	Sekač izdeluje zasek v predklonu in s tem zelo obremenjuje hrbtenico, statična obremenitev je povečana. Sekač, če je možno uporablja vbodni rez, kjer je obremenitev z vibracijami višja, kot pri drugih rezih. Pri dodajanju plina se uporablja kazalec.	Ohlapen oprijem zmanjšuje prenos tresenja od ročaja motorne žage na dlan roke.
Podžagovanje	Sekač podžaguje kleče na enem kolenu s čim bolj zravnano hrbtenico, da je le ta minimalno obremenjena. Pri dodajanju plina uporablja palec.	Sekač podžaguje stoje v predklonu, to pomeni, da je sekač v prisiljenem položaju, zato je statična obremenitev hrbtenice velika. Pri dodajanju plina uporablja kazalec.	Ohlapen oprijem zmanjšuje prenos tresenja od ročaja motorne žage na dlan roke.
Obdelava korenovca	Sekač stoje ali čepe za deblo z motorno žago ustrezno obdelava korenovec, pomaga si z ostrogo, ki jo naslanja na deblo. Pazi, da je motorna žaga čim bližje telesu, saj so tako roke in hrbtenica manj obremenjene.	Sekač obdeluje korenovec v pripognjenem položaju ali stoje, obremenitev hrbtenice je zmerna. MŽ ne naslanja na deblo.	Obremenitev je povečana ko sekač motorne žage ne naslanja na deblo in si pri prežagovanju minimalno pomaga z ostrogo.

se nadaljuje

nadaljevanje

Opravo	Pravilna tehnika dela	Nepravilna tehnika dela	Vzroki predvidenih vplivov na obremenitev rok in dlani delavca s tresenjem
Klešččenje vej	Pri klešččenju vej sekač motorno žago premika vzdolž debla in jo kolikor jo kolikor je največ možno naslanja nanj. Hrbtenica je ob tem čim bolj zravnana, koleno pa ob deblu.	Pri klešččenju vej sekač motorno žago ne naslanja na deblo ali pa jo naslanja minimalno, vedno jo prenaša v rokah.	Obremenitev je povečana ko sekač motorne žage ne naslanja na deblo in jo vedno prenaša v rokah.
Prežagovanje debla	Poznamo različne tehnike prežagovanja debla, vsem pa je značilno da sekač prežaguje stoje ali čepe, čim bolj zravnano, pri tem pa ima motorno žago naslonjeno na deblu in jo drži čim bližje telesu.	Sekač motorne žage ne naslanja na deblo, niti si ne pomaga z ostrogo. Prežaguje stoje ali v predklonu, pri tem pa je obremenjena hrbtenica.	Obremenitev je povečana ko sekač motorne žage ne naslanja na deblo in si pri prežagovanju minimalno pomaga z ostrogo.
Beljenje panja	Sekač obeli panj čepe na enem ali obeh kolenih s sekaško sekiro.	V nasprotju s pravilno tehniko dela, tukaj sekač beljenje panja opravi z motorno žago.	Pri tem opravi pa domnevamo, da bodo obremenitve delavca nižje kot pri pravilni tehniki, kjer beljenje panja opravlja s sekiro.

4.3 OPIS DELOVIŠČA

Terenske meritve so potekale v oddelku 01A36 v gozdnogospodarski enoti Planina na območju Postojne. Meritve smo opravili 6. 4. 2010 in 9. 4. 2010. V oddelku, ki je bil pripravljen na redčenje, prevladujejo smrekovi drogovnjaki s primesjo bukve in jelke. (slika 2). Poskrbeti smo morali, da so bile terenske in vremenske razmere oba snemalna dneva identične, upoštevali pa smo tudi 2 dni premora da se ne bi težavnost prvega snemalnega dne prenesla v drugi snemalni dan. Za vsak snemalni dan smo izbrali po deset dreves smreke (*Picea abies*) v 5., 6. ali 7. debelinski stopnji. Prvi snemalni dan je sekač delal s pravilno tehniko dela, drugi snemalni dan pa z nepravilno tehniko dela. Z delom smo pričeli po 8. uri zjutraj. Oba snemalna dneva je bilo vreme brez padavin, delno oblačno s povprečno temperaturo 8 °C, relativno zračno vlago 65 %, WBGT (temperatura naravnega vlažnega in globus-termometra) 7 °C in hitrostjo vetra 0,4 m/s.



Slika 2: Sestoj v delovišču

4.4 SEKAČ IN NJEGOVA DELOVNA OPREMA

Gospod B.S., učitelj praktičnega pouka na Srednji gozdarski in lesarski šoli Postojna, je sodeloval pri meritvah. Po izobrazbi je gozdarski tehnik. Najprej je šestnajst let služboval kot poklicni sekač in traktorist, nato pa je svojo kariero nadaljeval kot učitelj praktičnega pouka na Srednji gozdarski in lesarski šoli Postojna. To počne že zadnjih 14 let. Visok je 185 centimetrov, ter teži 87 kilogramov in je redni kadilec. Imel je vso potrebno sekaško opremo, tako kot jo imajo profesionalni poklicni sekači, se pravi opremljen je bil z varovalnimi hlačami s protivrežno mrežico, gozdarskimi čevlji z jekleno kapico, jopičem, rokavicami in pa čelado s slušniki in zaščitno mrežico.



Slika 3: Motorna žaga Husqvarna 346XP

Sekač je oba snemalna dneva uporabljal enako motorno žago, in sicer znamke Husqvarna z oznako 346XP (slika 3, preglednica 2). Motorna žaga je imela oba dneva nameščeno isto verigo ter isto 35-centimetrsko letev znamke Oregon. Motorna žaga je imela ogrevan ročaj in je bila stara tri leta. Bila je last Srednje gozdarske in lesarske šole Postojna. Pomemben podatek je tudi, da je bila motorna žaga lepo vzdrževana, redno servisirana in da je bila veriga dobro nabrušena, saj je tudi poleg starosti motorne žage, jakosti tresenja rok in dlani odvisna tudi od teh dejavnikov. Poleg motorne žage je imel sekač pri sebi še posodo, v

kateri sta bila shranjena olje in gorivo, ter nahrbtnik, v katerem je bilo spravljeno različno orodje za morebitno popravilo in vzdrževanje motorne žage. Imel je tudi naslednje ročno orodje, ki pomaga pri sečnji: sekaško sekuro, plastične kline, sekaški meter in obračalni vzvod.

Preglednica 2: Lastnosti motorne žage Husqvarna 346XP

Moč	2,7 kW
Prostornina valja	50,1 cm ³
Prostornina rezervoarja goriva	0,5 l
Prostornina rezervoarja olja	0,28 l
Pogonski korak	.325"
Hitrost verige pri maksimalni moči	18,5 m/s
Primerljiv nivo tresljajev (ahv, eq): sprednji / zadnji ročaj	2,4/3,6 m/s ²
Pritisk hrupa na uporabnikova ušesa	106 dB(A)
Zajamčena moč zvoka, LWA	114 dB(A)
Teža (brez rezalne garniture)	5 kg

4.5 MERILNE NAPRAVE

Za potrebe diplomske naloge smo sekača opremili z različnimi merilnimi instrumenti, ki so merili vplive tresenja in ropota na sekača težavnost dela. Merilniki so bili nameščeni v posebnem nahrbtniku (slika 4), ki ga je sekač nosil skozi vse meritve. Nahrbtnik je oblikovan posebej za potrebe meritev iz področja ergonomije v gozdarstvu in je lahek ter majhen. Za merjenje tresenja rok in dlani smo sekača opremili z merilnikom Bruel & Kjaer 4447. Merilnik smo namestili pod sekačevo rokavico na desni roki, s katero je držal vodilni ročaj pri motorni žagi. To je bilo tudi mesto, kjer je v sekačevo telo vstopilo največ tresenja. Merilnik na sekačevi roki je bil povezan z napravo v nahrbtniku. Nahrbtnik ima prozorno okno, da lahko tekom merjenja spremljamo delovanje merilne naprave. Naprava je vsako sekundo zabeležila štiri parametre pospeška. Posneli smo tudi vremenske razmere, za kar smo uporabili mobilno vremensko postajo Metrel. Oba snemalna dneva smo jo postavili na isto mesto ob delovišču.



Slika 4: Sekač, opremljen z nahrbtnikom, v katerem so merilne naprave

4.6 PRIMERJAVE Z DOPUSTNIMI MEJAMI

V Pravilniku o varovanju delavcev pred tveganji zaradi izpostavljenosti vibracijam pri delu (2005), ki je del Zakona o varnosti in zdravju pri delu (1999), so opredeljene mejne in opozorilne vrednosti izpostavljenosti vibracijam, podan je tudi način ocenjevanja tveganja ter ukrepi za zagotovitev varnosti in zdravja delavcev. V Pravilniku je tudi opisano informiranje in usposabljanje delavcev ter zdravstveni nadzor.

Pod izrazom tresenje dlan – roka razumemo mehansko tresenje, ki ob prenašanju na človekovo dlan in roko predstavljajo tveganje za varnost in zdravje delavcev, zlasti vaskularne ter nevrološke ali mišične motnje in prizadetost kosti ali sklepov.

Mejne in opozorilne vrednosti izpostavljenosti za tresenje dlan – roka so naslednje:

- mejna vrednost dnevne izpostavljenosti, normalizirana na referenčno obdobje osmih ur, je 5m/s^2 ;
- opozorilna vrednost dnevne izpostavljenosti, normalizirane na referenčno obdobje osmih ur, je $2,5\text{m/s}^2$.

Ocena ravni izpostavljenosti tresenje dlan – roka temelji na izračunu vrednosti dnevne izpostavljenosti, prilagojene na osemurno priporočljivo dobo, izraženo kot efektivna vrednost pospeška v odvisnosti od frekvence, določenih na ortogonalnih oseh $a(hwx)$, $a(hwy)$, $a(hwz)$. Ocena ravni izpostavljenosti se sme opraviti na podlagi ocene, ki temelji na informacijah, ki jih glede ravni emisije uporabljene delovne opreme predložijo proizvajalci, in na podlagi opazovanj specifičnih delovnih postopkov ali meritev.

4.7 POTEK MERITEV IN ČASOVNA ŠTUDIJA

Meritve so potekale štiri dni. Prvi dan smo porabili, da smo v oddelku 01A36, ki so nam ga določili na Gozdnem gospodarstvu Postojna, pregledali in popisali vse primerno drevje v 5., 6. in 7. debelinski stopnji. Po popisu dreves smo izbrali deset dreves za prvi snemalni dan in deset dreves za drugi snemalni dan. Pazili smo, da so bili delovni pogoji identični pri vseh drevesih, da ne bi zaradi tega prišlo do nepotrebnih razlik v meritvah. Za prvi snemalni dan smo drevesa označili s številkami, za drugi snemalni dan pa tudi s številkami, le-da so bile še podčrtane.

Kot že omenjeno, smo se prvi snemalni dan s sekačem dogovorili, da bo pri sečnji uporabljal pravilno tehniko dela, ki je opisana v poglavju Značilnosti pravilne in nepravilne tehnike dela. Sekača smo opremili z merilnikom za merjenje jakosti tresenja rok in dlani, ki ga je imel na roki nameščenega med kazalec in prstanec (slika 5). Pod merilnikom sta bili na roki še dve tanki rokavici, po vrhu pa je bila še dodatna sekaška rokavica, posebej namenjena merilniku. Od merilnika je bila speljana pod sekačevo majico žica, ki se je povezala z merilno napravo, katera je obremenjenost sekača s tresenjem merila vsako sekundo. Merilna naprava je bila nameščena v posebej za to oblikovanem

lahkem in ergonomskem nahrbtniku, ki ga je sekač ves čas meritev nosil s seboj na hrbtu. Skupaj z meritvami tresenja so potekale tudi meritve sekačevega pulza in obremenjenosti sekača z ropotom. Tudi te merilne neprave so bile v sekačevem nahrbtniku. Pred pričetkom sečnje smo obenem zagnali vse merilne naprave ter štoparico, saj je poleg meritev obremenjenosti sekača paralelno potekala tudi študija časa dela, da smo potem lahko izmerjene podatke primerjali po posameznih delovnih operacijah. Po vključitvi merilnih naprav si je sekač vzel nekaj minut odmora, da se je umiril, nato pa je pričel s sečnjo. Sekač je drevesa obdeloval po sortimentni metodi. Pri vsakem sortimentu smo izmerili njegovo dolžino in premer. Te podatke smo rabili za izračun učinkov dela. Izmerili smo tudi razdaljo med posameznimi drevesi ter naklon terena. Po vsakem obdelanem drevesu je sledila enominutna pavza, v kateri se je sekač umiril, da je njegov pulz prišel v izhodiščno stanje. Vmes si je sekač vzel odmor bodisi zaradi lastnih potreb (kajenje) bodisi zaradi delovne opreme (brušenje verige, dotočitev goriva in maziva). Ko je sekač zaključil s sečnjo vseh desetih dreves, smo merilne naprave in štoparico istočasno izključili in končali z meritvami ter časovno študijo dela. Ves potek snemalnega dne pa je tehnični sodelavec zabeležil na videokamero z namenom, če bi prišlo pri časovni študiji do napak, da bi jih s pregledom posnetka ustrezno odpravili.



Slika 5: Merilnik tresenja nameščen med kazalcem in prstancem

Drugi snemalni dan je potekal identično kot prvi, le da je tokrat sekač pri podiranju dreves uporabljal nepravilno tehniko dela. Med obema snemalnima dnevoma smo si vzeli dva dni premora, da ne bi morebitna utrujenost sekača iz prvega snemalnega dne vplivala na rezultate meritev drugega snemalnega dne.

Tretji snemalni dan pa je imel drugačen namen. Hoteli smo namreč dokazati razliko med rahlim in čvrstim prijemom vodilnega ročaja. Osredotočili smo se na dve opravili, in sicer podžagovanje in prežagovanje, poleg tega pa smo še opravili meritve, ko je bila motorna žaga v prostem teku. Podžagovanje smo simulirali s horizontalnim prežagovanjem navpično postavljenega odrezka hloda (slika 6), prežagovanje pa z vertikalnim prežagovanjem ležečega odrezka hloda (slika 7). Pospeškometer smo tako kot med meritvami obremenitev med sečnjo s pomočjo T nosilca namestili na roko, dodaten pospeškometer pa tudi na vodilni ročaj motorne žage (slika 8), da bi videli, kolikšna so odstopanja. Prav tako se je tukaj tekom meritev izvajala časovna študija. Za tretji snemalni dan smo uporabili motorno žago Stihl MS 361 (preglednica 3).



Slika 6: Navpično postavljen odrezek hloda, kjer smo simulirali podžagovanje

Pri vsakem snemalnem dnevu smo istočasno z merjenjem obremenitve sekača z vibracijami izvajali tudi časovno študijo dela. Časovno študijo smo izvajali, da smo lahko ugotovili, koliko časa so trajal posamezna opravila, in da bi ugotovili, pri katerem opravilu je bil sekač najbolj obremenjen s tresenjem. Uporabljali smo kontinuirano metodo študije časa. Načelo te metode je, da merimo čase nepretrgoma od začetka do konca delovnega procesa in beležimo le časovne meje med posameznimi elementi časa. Kasneje lahko iz razlik med posameznimi časovnimi znamkami izračunamo trajanje posameznih elementov časa (Košir, 1996).

Preglednica 3: Lastnosti motorne žage Stihl MS361

Moč	3,4 kW
Prostornina valja	59,0 cm ³
Teža (brez rezalne garniture)	5,6 kg
Razmerje med težo in močjo	1,7 kg/kW
Nivo zvokovnega tlaka	101 db[A]
Nivo zvokovne moči	113 db[A]
Nivo vibracij levo/desno	2,9/3,6 m/s ²



Slika 7: Ležeči odrezek hloda, kjer smo simulirali podžagovanje



Slika 8: Merilnik tresenja nameščen na vodilnem ročaju motorne žage

4.8 OBDELAVA PODATKOV

Najprej smo pridobljene podatke iz merilne naprave Bruel & Kjaer 4447 prenesli na računalnik v zato namenjen program. Nato smo iz tega programa potrebne podatke prenesli v Microsoft Excel. Preko orodja Excel smo opravili vse potrebne izračune. Še pred izračuni pa smo naredili časovno študijo dela, ki smo jo izvajali vzporedno z meritvami na terenu. Podatke smo morali tudi transformirati, saj je na napravi za merjenje obremenitev s tresenjem ena sekunda trajala malo dlje od realne sekunde. Tako smo morali na vsakih 82 meritev dodati 1 meritev. Jakost tresenja smo merili v vseh smereh, in sicer v X (RMS X), Y (RMS Y), Z (RMS Z) in njihovo vektorsko velikostjo (RMS VTV).

Obremenitev delavca v delovnem času je povprečje pospeškov posameznih opravil, tehtanih s časom. Podatke smo izračunali po spodnji enačbi (enačba 1):

$$RMS = \sqrt{\frac{\sum (RMS_i^2 \times t_i)}{\sum t_i}} \quad \dots(1)$$

RMS povprečna jakost tresenja v smeri X, Y, Z ali skupno (VTV) v m/s^2

RMS_i i-ta jakost tresenja v smeri X, Y, Z ali skupno (VTV) v m/s^2

t_i trajanje i-tega intervala snemanja

5 REZULTATI

Na podlagi meritev smo izdelali dve preglednici. V preglednici številka štiri smo prikazali obremenjenost sekača s tresenjem rok in dlani po posameznih opravilih in razliko med pravilno in nepravilno tehniko dela.

Potrebno je omeniti, da vse vrednosti visoko presegajo dopustne meje. Ugotovili smo, da so bile najvišje izmerjene obremenitve sekača s tresenjem pri opravi beljenje panja s sekiro, in sicer pri nepravilni tehniki dela. Izmerjena vrednost je bila $79,23 \text{ m/s}^2$. Rezultat je pričakovan, saj ko udarjamo s sekaško sekiro, so obremenitve s tresenjem zelo visoke. Beljenju panja s sekiro sledi klinjanje, prav tako pri nepravilni tehniki dela. Najmanjše izmerjene vrednosti pa so bile pri opravi naganjanje z vzvodom prav tako pri nepravilni tehniki dela, saj pri tem opravi sekač ne uporablja ne motorne žage ne sekaške sekire. Opravo, ki je sekaču vzelo največ časa, je kleščenje. Pri kleščenju je bil sekač bolj obremenjen pri nepravilni tehniki, saj sekač motorne žage ni naslanjal na deblo in jo je vseskozi prenašal v rokah. Največja odstopanja med pravilno in nepravilno tehniko so bila pri opravi naganjanje z vzvodom, kjer je razlika $66,91 \text{ m/s}^2$ v prid nepravilne tehnike dela. Pri prehodu smo namerili večje obremenitve pri pravilni tehniki dela, čeprav je bila takrat motorna žaga ugasnjena. Pri opravi določitev smeri podiranja in umika ter preverjanje smeri podiranja so bili rezultati v prid nepravilni tehniki dela. Pri izdelavi zaseka je bil sekač manj obremenjen s tresenjem pri pravilni tehniki dela, saj je vodilni ročaj držal ohlapno. Nasprotno je bil delavec pri podžagovanju kljub ohlapnemu prijemu bolj obremenjen s tresenjem pri pravilni tehniki dela. Pri prežagovanju debela je bil sekač manj obremenjen pri pravilni tehniki dela, saj si je pri delu pomagal z ostrogo ter naslanjanjem motorne žage. Pri opravi, kot je gozdni red ročno, kjer ni bila uporabljena ne motorna žaga niti sekaška sekira, je sekač obremenjen s tresenjem zaradi premikanja rok ali puljenja vej izpod debela.

Preglednica 4: Primerjava rezultatov pravilne in nepravilne tehnike dela

Opravila	Pravilna tehnika dela					Nepravilna tehnika dela					Razlika RMS VTV med pravilno in nepravilno tehniko dela
	Čas opravila (min)	RMS X (m/s ²)	RMS Y (m/s ²)	RMS Z (m/s ²)	RMS VTV (m/s ²)	Čas opravila (min)	RMS X (m/s ²)	RMS Y (m/s ²)	RMS Z (m/s ²)	RMS VTV (m/s ²)	
Prehod	8,92	27,64	27,66	19,59	43,73	11,10	24,55	24,15	16,43	38,16	5,57
Pripravljalna dela	1,52	15,76	17,58	8,22	25,00	3,67	25,17	19,38	22,29	38,80	-13,81
Izbira in preverjanje smeri podiranja	7,57	29,16	29,86	18,13	45,50	6,10	24,59	24,88	12,68	37,21	8,30
Izdelava zaseka	7,90	23,74	23,26	15,36	36,62	6,23	27,50	24,48	17,65	40,83	-4,22
Podžagovanje	8,30	39,87	44,24	20,82	63,09	10,18	31,51	34,58	22,91	52,09	11,00
Klinjanje	11,97	34,95	36,67	23,33	55,78	10,63	45,15	53,70	23,54	74,00	-18,23
Izdelava klina	1,17	28,70	17,28	28,31	43,86	0,92	23,25	20,28	13,60	33,71	10,15
Naganjanje z vzvodom	1,20	44,63	53,62	16,09	71,60	0,42	3,13	2,49	2,46	4,69	66,91
Obračanje z vzvodom	0,82	23,18	24,18	12,79	35,85	1,27	29,64	27,45	24,25	47,12	-11,27
Obdelava korenovca	4,22	28,82	30,00	22,54	47,31	2,55	23,91	26,45	10,99	37,31	10,00
Kleščenje	56,65	21,62	20,82	16,67	34,33	50,17	32,10	31,77	21,76	50,14	-15,81
Krojenje	9,20	24,84	21,36	22,66	39,83	6,60	34,28	33,79	19,93	52,10	-12,26
Prežagovanje	5,27	30,32	30,38	18,41	46,70	5,30	35,43	37,28	23,32	56,47	-9,77
Gozdni red z motorno žago	4,10	35,76	40,32	16,04	56,22	4,05	25,29	18,55	21,11	37,80	18,42
Gozdni red brez motorne žage	33,85	38,52	40,25	22,30	60,01	27,30	32,05	32,77	21,94	50,82	9,18
Prehod do panja	2,27	21,01	16,78	19,32	33,11	3,93	24,97	21,61	18,31	37,76	-4,65
Beljenje panja	8,93	24,93	17,42	24,05	38,77	5,48	30,33	33,49	21,15	49,89	-11,12
Umirjanje	11,10	19,93	20,46	14,69	32,12	10,38	12,24	14,52	8,95	21,00	11,12
Zastoj	34,83	19,57	20,08	12,69	30,78	40,12	13,63	13,56	10,05	21,70	9,08
Skupaj	219,77	27,81	28,29	18,56	43,79	206,40	28,32	29,13	18,82	44,77	-0,98
Opravila opravljena z mž in sekiro *	152,38	29,40	30,15	19,17	46,27	131,65	31,67	32,83	20,99	50,21	-3,94

*Vključena so bila naslednja opravila: pripravljalna dela, izdelava zaseka, podžagovanje, klinjanje, izdelava klina, obdelava korenovca, kleščenje, prežagovanje, gozdni red z motorno žago ter beljenje panja

Če primerjamo rezultate po vseh opravljenih skupno, vidimo, da je sekač, ki uporablja pravilno tehniko dela, manj obremenjen s tresenjem kot pri uporabi nepravilne tehnike dela. Razlika sicer ni velika, je pa razlika malo večja v prid pravilne tehnike dela, če primerjamo skupno samo tista opravila, kjer je bila uporabljena bodisi motorna žaga bodisi sekaška sekira.

Glede na rezultate meritev smo hipotezo, da nepravilna tehnika dela povečuje obremenitve sekača, potrdili pri pripravljalnih delih, izdelavi zaseka, klinjanju, obračanju z vzvodom, kleščenju, krojenju, prežagovanju, prehodu do panja in beljenju panja. Hipotezo smo potrdili tudi pri vseh opravljenih skupno ter pri opravljenih, kjer sta bili uporabljeni bodisi motorna žaga bodisi sekaška sekira.

V preglednici številka pet pa smo prikazali razlike v obremenitvah s tresenjem med trdnim in rahlim oprijemom vodilnega ročaja pri motorni žagi.

Preglednica 5: Primerjava med trdnim in ohlapnim oprijemom ročaja

Operacija	Oprijem	RMS VTV ročaj (m/s ²)	RMS VTV roka (m/s ²)	Razlika roka – ročaj (m/s ²)
Prosti tek	Ohlapen	3,85	13,98	10,14
	Trden	4,20	4,81	0,62
Prosti tek skupno		4,05	9,85	5,80
Podžagovanje	Ohlapen	2,33	80,18	77,86
	Trden	2,32	14,28	11,96
Podžagovanje skupno		2,32	57,41	55,09
Prežagovanje	Ohlapen	2,77	4,88	2,11
	Trden	2,38	2,38	0,00
Prežagovanje skupno		2,59	3,88	1,29

Pri meritvah smo se osredotočili na dve opravili (podžagovanje in prežagovanje) in motorno žago v prostem teku. Ugotovili smo, da je, če ročaj motorne žage trdno držimo, obremenitev manjša, kot če ročaj držimo ohlapno. Najmanj opazno je bilo to pri prežagovanju, najbolj pa pri podžagovanju, kjer smo pri trdnem oprijemu namerili 14,28 m/s², pri ohlapnem oprijemu pa kar 80,18 m/s².

6 RAZPRAVA

Škodljivi vpliv tresenja na sekača se kaže v prenekaterih zdravstvenih težavah delavcev sekačev, ki so dalj časa izpostavljeni tresenju. Včasih so poškodbe tako hude, da lahko vodijo v invalidnost. Zato je zelo pomembno, da poskušamo čim bolj zmanjšati škodljivi vpliv tresenja. Priporočamo, da se pri delu uporablja novejša motorna žaga, da se motorna žaga redno in pravilno vzdržuje, da je veriga vedno in pravilno nabrušena, smiselna je tudi uporaba antivibracijskih rokavic, ki vsaj malo zadošijo prenos tresenja iz ročaja na prste in dlani. Ugotovili smo tudi, da se obremenjenost s tresenjem rok in dlani vidno zmanjša, če sekač trdno drži vodilni ročaj motorne žage. Tudi iz organizacijskega vidika se lahko zmanjša škodljivi vpliv tresenja tako, da si delavci delijo delo.

Hipotezo, da nepravilna tehnika dela povečuje obremenitev sekača s tresenjem, lahko le delno potrdimo, saj smo od skupno 19 uporabljenih opravil le pri 9 opravilih ugotovili, da so večje obremenitve pri nepravilni tehniki, pri 10 opravilih pa so bile večje obremenitve pri pravilni tehniki dela. Hipotezo pa smo potrdili v primeru, če vsa opravila pogledamo skupno, ter pri opravilih, kjer sta bili prisotni motorna žaga ali sekaška sekira. Vse izmerjene vrednosti pa so presegle tako opozorilne kot mejne vrednosti, ki so opredeljene v Pravilniku o varovanju delavcev pred tveganji zaradi izpostavljenosti vibracijam pri delu (2005).

Neodvisno od rezultatov raziskave pa je potrebno poudariti, da je še vedno priporočljivo izvajati pravilno tehniko dela pri vseh operacijah, saj glede na nepravilno tehniko, zmanjšuje verjetnost poškodb kostno-mišičnega sistema, predvsem v predelu hrbtenice. Pomembna pa je tudi za samo varnost dela.

V raziskavi o vplivu pravilne tehnike dela na obremenjenost sekača z ropotom (Obranovič, 2010) je bilo ugotovljeno, da ni bistvenih razlik med pravilno in nepravilno tehniko dela. Do večjih razlik jakosti ropota pa prihaja znotraj posameznih opravil. Tako kot pri raziskavi o ropotu, bi morali tudi pri tej raziskavi za širše uporabne rezultate meritve opraviti na večjem številu sekačev v različnih sestojnih razmerah.

7 SKLEPI

Na podlagi pridobljenih rezultatov meritev lahko pridemo do naslednjih sklepov:

- Hipotezo, da nepravilna tehnika dela povečuje obremenitev sekača s tresenjem, lahko potrdimo le deloma, saj je sekač pri devetih opravilih bolj obremenjen pri nepravilni tehniki, pri desetih opravilih pa je bolj obremenjen pri pravilni tehniki dela. Potrdimo pa jo lahko, če rezultate pogledamo skupno po vseh opravilih in skupno po opravilih, ki so vključevala le opravila, pri katerih je bila uporabljena motorna žaga ali sekaška sekira.
- Raziskava je pokazala, da je sekač manj obremenjen s tresenjem, če med delom vodilni ročaj trdno drži.

8 VIRI

Bajc S. 2005. Tehnika dela z motorno žago. Ljubljana DZS: 53 str.

Črv T. 2007. Analiza akralne fotopletizmografije pri delavcih, ki delajo z vibrirajočim orodjem. (Univerza v Ljubljani, MF. Katedra za medicino dela, javno zdravje in higieno. Ljubljana), samozaložba: 68 str.

Đukić I. 2010. Utjecaj antivibracijskih rukavica na smanjenje vibracije koje se prenose na ruke operatera motornih pila lančanica. Zagreb, Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet: 125 str.

Jereb P. 2009. Nezgode pri delu gozdarskih podjetij pred in po letu 1993: diplomatska naloga. (Univerza v Ljubljani, BF. Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire). Ljubljana, samozaložba: 89 str.

Košir B. 1996. Organizacija gozdarskih del. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 223 str.

Lipoglavšek M. 1995. Vpliv na obremenitev sekača s tresenjem. Gozdarski vestnik 53: 286 – 306

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

Obranovič A. 2010. Vpliv tehnike dela na obremenitev sekača z ropotom: diplomatska naloga. (Univerza v Ljubljani, BF. Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire). Ljubljana, samozaložba: 40 str.

Pravilnik o varovanju delavcev pred tveganji zaradi izpostavljenosti vibracijam pri delu 2005. Ur. l. RS, št. 94/05

Tehnične lastnosti motorne žage Husquvarna 346XP:

<http://www.husqvarna.com/si/forest/products/xp-saws/346-xp-/#specifications> (23.5.2011)

Tehnične lastnosti motorne žage Stihl MS361

http://www.unicommerce.si/sl/produkti_stihl/motorne_zage/profesionalne_zage/57/ms_361.html (23.5.2011)

Žandar S. 2004. Merjenje, vrednotenje in zmanjševanje vibracij. Maribor, Univerza v Mariboru, FNM. Oddelek za fiziko: 11 str.

9 ZAHVALA

Zahvaljujem se mentorju prof. dr. Igorju Potočniku za vse ideje in končni pregled diplomske naloge.

Za pomoč pri obdelavi podatkov, za vse koristne napotke in sodelovanje pri meritvah se iskreno zahvaljujem somentorju mag. Antonu Pojetu.

Zahvala gre tudi učitelju praktičnega pouka na Srednji gozdarski in lesarski šoli Postojna gospodu B. S. za sodelovanje pri meritvah.

Še posebej pa se zahvaljujem svojim staršem, ki so me podpirali vsa leta študija in pri pripravi diplomske naloge.

Vsem se še enkrat najlepše zahvaljujem!