

Fizička opterećenja radnika pri radu motornom pilom

Kranjčec, Robert

Undergraduate thesis / Završni rad

2015

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

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:128:519113>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-02-04**



VELEUČILIŠTE U KARLOVCU
Karlovac University of Applied Sciences

Repository / Repozitorij:

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



zir.nsk.hr



DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

VELEUČILIŠTE U KARLOVCU
ODJEL SIGURNOSTI I ZAŠTITE NA RADU
STRUČNI STUDIJ SIGURNOSTI I ZAŠTITE

ROBERT KRANJČEC

FIZIČKA OPTEREĆENJA RADNIKA PRI
RADU MOTORNOM PILOM

ZAVRŠNI RAD

KARLOVAC, 2015.

VELEUČILIŠTE U KARLOVCU
ODJEL SIGURNOSTI I ZAŠTITE NA RADU
STRUČNI STUDIJ SIGURNOSTI I ZAŠTITE

ROBERT KRANJČEC

FIZIČKA OPTEREĆENJA RADNIKA PRI
RADU MOTORNOM PILOM

ZAVRŠNI RAD

Mentor:

Marko Ožura , v. pred.

KARLOVAC, 2015.

VELEUČILIŠTE U KARLOVCU
ODJEL SIGURNOSTI I ZAŠTITE NA RADU
STRUČNI STUDIJ SIGURNOSTI I ZAŠTITE

Studij: Stručni studij sigurnosti i zaštite

Usmjerenje: Zaštita na radu

ZAVRŠNI ZADATAK

Student: Robert Kranjčec

Matični broj:0415611009

Naslov: Fizička opterećenja radnika pri radu motornom pilom

Opis zadatka: Uvodno opisati problematiku u šumarstvu. Kroz zasebnu temu opisati sredstva rada i pravilan način obaranja stabla, buku i vibracije i profesionalne bolesti. U raspravi opisati i dati pregled iz literature vježbi za karakteristične dijelove tijela. Zaključno iznijeti svoje mišljenje. Prilikom pisanja koristiti stručnu i znanstvenu literaturu te pravilno citirati.

SAŽETAK :

Šumarstvo je gospodarska djelatnost, struka i znanost potrajnog gospodarenja šumama, kao i ostalim ekosustavima i resursima vezanim uz šumu. U sječi šuma koristi se razna mehanizacija, od strojeva do alata. U hrvatsko šumarstvo su motorne pile prvi puta uvedene nakon završetka Drugog svjetskog rata. Od kako su se počele primjenjivati motorne pile kao glavni stroj za sječu i izradu, primječen je njihov štetan utjecaj. Od pojave profesionalnih bolesti, buke i vibracije do različitih fizičkih opterećenja radnika, kao što su opterećenja kralježnice, oštećenja meniskusa koljena usred neprestanog opterećenja i nefiziološkog položaja. Da bi se opterećenja i ozljede smanjili radnik bi morao većinu radnog vremena provesti u uvjetno-uspravnom položaju jer je u tom položaju opterećenje najmanje, trup tijela je uspravan, a noge su ispružene ili u koljenima blago savijene. Isto tako da bi se smanjila mogućnost ozljeđivanja na radu bilo bi poželjno prije početka rada aktivno provoditi vježbe istezanja i zagrijavanja mišićnih skupina.

Ključne riječi: motorna pila, fizička opterećenja, zaštita na radu, iskorištavanje šuma, ozljede na radu, profesionalne bolesti.

ABSTRACT :

Forestry is an economic activity, profession and science of sustainable forest management, as well as other ecosystems and resources related to forest. The deforestation is used miscellaneous equipment, from machines to tool. The Croatian forestry are chainsaws first introduced after World War II. Since they started to apply chainsaws as the main machine for logging, noticed their harmful impact. Since the occurrence of occupational diseases noise and vibration to different physical loads of workers, such as loading of the spine, knee meniscus damage in the midst of constant load and maintaining a position. To load and reduce worker injuries would have most of his time in the conditional-upright position because in this position the load at least, is the trunk of the body erect and legs are extended or knees slightly bent. Also to reduce the risk of injury at work it would be advisable before you start working actively to implement stretching and warm-up muscle groups.

Keywords: chainsaw, physical load, working security, exploitation of forests, occupational injury, occupational diseases

SADRŽAJ:

1. UVOD	1
2. TEHNOLOGIJA RADA	4
2.1. Opis sredstava rada	5
2.2. Pravila za siguran rad na sječi i izradi drva motornom pilom	7
3. ERGONOMIJA PRI RADU	9
3.1 Ozljede na radu	12
3.2. Povrede i profesionalne bolesti radnika motornom pilom	13
3.3 Buke i vibracije motorne pile	19
3.4. Interakcija između radnika i stroja.....	21
4. TEMELJI ANATOMIJE ČOVJEKA	22
5. PRIMJENA KINEZITERAPIJE KOD ŠUMSKIH RADNIKA	23
5.1. Aktivne dinamičke vježbe za kralježnicu	24
5.2. Aktivne dinamičke vježbe za rame i lakat	25
5.3. Aktivne dinamičke vježbe za ručni zglob i šaku.....	26
5.4. Aktivne dinamičke vježbe za kuk i koljeno	27
6. ANALIZA I RASPRAVA	30
7. ZAKLJUČAK.....	32
8. LITERATURA.....	33

1. UVOD

U ne tako dalekoj prošlosti, sječu samo jednog stabla obavljao je veći broj radnika uz pomoć ručnih pila, sjekira, te ostalih ručnih alata. Bio je to naporan i dugotrajan posao koji je iziskivao znanje, izdržljivost i fizičku snagu. Razvoj civilizacije, povećanje brojnosti stanovništva, samim time i povećanje potreba za drvom kao sirovinom te potrebe za humanizacijom rada, doprinose razvoju alata i strojeva za sječu i izradu drva. Bilo je potrebno mnogo vremena, ideja, prihvaćenih i odbačenih izuma i inovacija da bi se napravio uređaj koji će povećati proizvodnost i sigurnost rada na sječi i izradi, smanjiti količinu ljudskog rada te potrebno vrijeme za obavljanje istog. Radi se o motornoj pili lančanicu, čija je primjena danas raširena u cijelome svijetu. Prve pile lančanice bile su teško prenosive, zbog velikih dimenzija i mase, ili su bile ovisne o vanjskom izvoru energije, primjerice generatoru, kompresoru ili vanjskom motoru s unutarnjim izgaranjem. Bile su namijenjene za dvojicu rukovatelja (Musić 2007).

Zahtjevi za povećanjem proizvodnosti vodili su proizvođače u smjeru sve manjih, laganijih i kompaktnijih pila, koje se mogu lako prenositi do mjesta rada i kojima bi mogao rukovati jedan čovjek. Osim u tehničkom smislu, razvoj se kretao i u smislu povećanja sigurnosti i udobnosti rukovatelja motornom pilom. Iako je već smanjenje mase i dimenzija, te proizvodnja pile za jednog rukovatelja značilo i povećanje sigurnosti, bilo je tu inovacija koje su tome još više pridonijele. Od kako su se počele primjenjivati motorne pile kao glavni stroj za sječu i izradu, primijećen je njihov štetan utjecaj. Pojava profesionalnih bolesti posebice od vibracija i buke ukazuje na potrebu daljnjeg usavršavanja motornih pila lančanica, kao i zaštitnih sredstava, što je zadaća proizvođača. U hrvatsko šumarstvo su motorne pile prvi puta uvedene nakon završetka Drugog svjetskog rata. Uvođenjem motornih pila lančanica, sječa i izrada drva se djelomično mehanizira što dovodi do povećanja proizvodnosti i smanjenja troškova proizvodnje (Kranjec 2011).

Šumarstvo je gospodarska djelatnost, struka i znanost potrajnog gospodarenja šumama, kao i ostalim ekosustavima i resursima vezanim uz šumu. Ono je i značajna gospodarska grana u smislu pridobivanja materijala i energije, kao i angažiranja radne snage. Šumarstvu je cilj poznavati šume i šumske ekosustave i potrajno njima gospodariti na opću korist pojedinca, društva i čovječanstva. Potrajno je pojam koji je uveden u šumarstvo prije više od sto godina, a prije par godina ekologisti su istu stvar

aktualizirali pa je sad poznatiji kao obnovljivo. To znači da se materijal iz šume može uzimati, a da ga u šumi ne bude manje, već više. Korist od šuma ima svatko – i onaj koji radi u šumi ili onaj koji samo diše zrak, pije vodu, šeta šumom. U sječi šuma koristi se razna mehanizacija, od strojeva do alata. Radnik koji radi motornom pilom naziva se sjekač. Pri radu motornom pilom dolazi do različitih fizičkih opterećenja radnika. Radno mjesto šumskog radnika – sjekača danas spada među najopasnija i najteža zanimanja kojima u Hrvatskoj možete zarađivati za kruh. Radi se o obavljanju složenih poslova s posebnim uvjetima rada koji zahtijevaju znanje, sposobnost i vještine. Za obavljanje ovih poslova potrebno je imati i određene psihofizičke predispozicije. Prije svega u šumarstvu Hrvatske čovjekov organizam je još uvijek izvor radne energije kod većine šumskih radova. To su teški i opasni radovi, koji se obavljaju na otvorenu prostoru pri teškim i stalno promjenjivim uvjetima, na koje se može malo utjecati u smislu njihova poboljšanja. Veliki broj radnika strada pri radu. Broj povrijeđenih radnika u šumarstvu dva puta je veći od prosjeka cijele privrede, a dva i pol do tri puta je veći od onog u industriji. Radni vijek šumarskih radnika znatno je kraći od zakonski propisanog radnog vijeka i onog koji se ostvaruje u većini grana privrede i drugih djelatnosti. S obzirom na trendove razvitka i tehnike šumskih radova u uvjetima Hrvatske, velika je vjerojatnost da će se metode i tehnika koje su danas u upotrebi kod nas, primjenjivati i u doglednoj budućnosti. Iako već postoje u svijetu roboti koji u cijelosti zamjenjuju šumarskog radnika, još dugo će mnoge teške i opasne radove obavljati čovjek. To znači, da će i nadalje čovjekov organizam biti izvor radne energije. O naprezanjima pri radu i drugim pitanjima iz područja zaštite radnika pri radu, postoje međunarodne konvencije i preporuke koje se temelje na rezultatima znanstvenih istraživanja. Te konvencije i preporuke prihvatila je Međunarodna Organizacija rada (international Labor Organization (ILO)). Zemlje članice ILO ratificirale su međunarodne konvencije i ugradile ih u svoje zakonske propise. Tako je postupila i naša zemlja. ILO prati poštivanje odnosnih konvencija i preporuke putem međunarodnih grupa eksperata. Navedene grupe obilaze pojedine zemlje, prate primjene konvencija i preporuka, publiciraju nalaze i o tome obavještavaju sve zemlje članice ILO, njihove vlade i nadležne organe. Cilj tih istraživanja je utvrditi kolika su naprezanja šumarskih radnika pri sječi i izradi drva u različitim uvjetima Hrvatske, te koliki je stupanj tih naprezanja u odnosu na međunarodne konvencije i preporuke. Osim toga potrebno je utvrditi na kojim radnim operacijama šumarski radnici doživljavaju maksimalna naprezanja i stresove, koliko ta naprezanja traju te što valja činiti da se umanje

naprezanja, izbjegnu ili potpuno eliminiraju opasne situacije. Neprilagođenost materijalnih uvjeta i zahtjeva rada prema osobinama, sposobnostima i potrebama šumarskog radnika-sjekača uzrok je niza bolesti, oštećenja i poremećaja u njegovom organizmu, a naročito:

- bolesti zglobova, kostiju i ligamenata,
- bolesti i oštećenja mišića,
- bolesti i poremećaji živčanog sustava,
- bolesti i oštećenja ušiju i ostalih čula,
- bolesti i oštećenja srca i krvotoka, probavnih organa, jetre, bubrega, kože,
- izražena invalidnost radnika.

2. TEHNOLOGIJA RADA

Radove koji uključuju sječú stabala i kresanje grana smije obavljati samo ona osoba koja je stručno osposobljena za rad na siguran način. Radovi na sječi smiju započeti tek kada se utvrdi :

- da se na području sječine nitko ne nalazi
- da se na mjestu sječe nalaze samo osobe koje obavljaju rad na sječi
- Je područje oko stabla očišćeno kako bi povlačenje kod sječe bilo bez prepreka. Povlačenje kod sječe stabala je u smjeru suprotnom od smjera pada stabla pod kutem od 45° u lijevu ili desnu stranu.

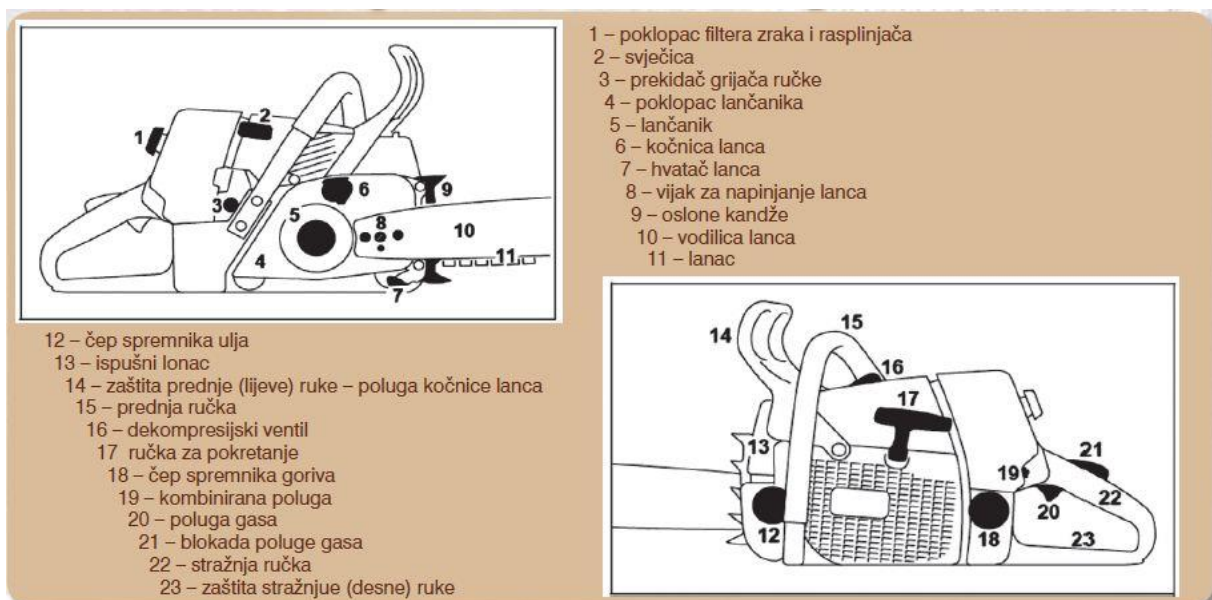
Kod sječe stabala mora se voditi računa o prirodnom nagibu stabla, asimetričnoj granatosti stabla te smjeru i brzini vjetra, s tim da se kod jakog vjetra moraju obustaviti radovi na sječi. Ako na radilištu radi više osoba na sječi stabala, međusobna udaljenost između njih mora biti najmanje dvije i pol visine stabala. Oko stabla koje je određeno za sječú prvo treba očistiti prostor od grana, grmlja i ostalih prepreka koje bi ometale rad sjekača prilikom sječe te očistiti prostor za povlačenje sjekača koji uvijek mora biti pod kutem od 45° u smjeru suprotnom od smjera pada stabla. Postupak sječe treba početi sa odabirom smjera obaranja stabla, zatim s obradom žilišta stabala kod kojih je ono izraženo. Cilj obrade žilišta je formiranje okruglog presjeka pridanka stabla kako bi se ono kod sječe što pravilnije srušilo na tlo. Žilište se obrađuje tako da se prvo napravi okomiti, a zatim horizontalni rez. Isječke žilišta treba skloniti iz zone kretanja sjekača. Nakon obrade žilišta, na stablu se u odabranom smjeru rušenja stabla izrađuje zasjek. Zasjek se izrađuje do dubine od 1/5 promjera stabla i to na način da se prvo obavi horizontalni rez te nakon toga kosi rez pod kutem od 30 do 45°. Zasjek treba izvesti što je moguće niže. Ispravno izveden zasjek je kad se rezovi unutar stabla spoje. Nakon izrade zasjeka potrebno je izvršiti provjeru smjera zasjeka, kako on ne bi odstupao od odabranog smjera rušenja stabla. Nakon izvršene provjere sa suprotne strane zasjeka vrši se potpiljivanje. Visina potpiljivanja je na 1/10 promjera stabla iznad razine dna zasjeka. Kod izrade potpiljka važno je imati na umu da se između potpiljka i zasjeka ostavi dio neprerezanih drvnih vlakana (širina od 1/10 promjera stabla) koji se naziva prelomnica. Uloga prelomnice je kontrola (usmjeravanje) pada stabla. Kada nema prelomnice postoji opasnost od nekontroliranog pada stabla te ozljeđivanja

sjekača. Istovremeno sa potpiljivanjem potrebno je koristiti klinove koji se zabijaju u potpiljak i koji pomažu u usmjeravanju pada stabla. Kod stabala čiji je promjer manji ili jednak duljini vodilice izvodi se jednostavni lepezasti rez na način da se motorna pila postavi oslonim kandžama neposredno iza prelomnice i zakreće oko te okretne točke. Kod stabala čiji je promjer veći od duljine vodilice radi se premještajući lepezasti rez. Prvi rez se radi tako da vrh vodilice uđe u drvo neposredno ispred prelomnice. Prilikom takvog reza koriste se oslone kandže kao okretna točka i pila se premješta za rez što je moguće manje. Pri premještanju vodilica mora neprekidno ostati u rezu radi izbjegavanja neravnog potpiljka. Zadnji rez se vodi sve do prelomnice pri čemu treba paziti da ostane neprerezana. Kod osobito debelih stabala prije izvođenja premještajućeg lepezastog reza izvodi se ubodni rez u zasjek kako bi se prerezala zona srca stabla. Ubodni rez se primjenjuje kada je promjer stabla veći od dvostruke duljine vodilice.

2.1. Opis sredstava rada

Motorna pila je prenosiva mehanička lančanica, koju pokreće dvotaktni motor, kompresiran zrak, hidraulična snaga i dvotaktni motor. Koristi se za sječu drveća, njihovo komadanje, čišćenje pojedinih dijelova sa stabla itd. Današnji izgled lanca motorne pile, nazvanog „chipper“ lanac, patentiran je 1946., patentirao ga je američki šumar Joe Coxu. Kako bi se omogućio rad motorne pile u svim položajima razvijen je membranski rasplinjač, razvio ga je 1948. McCulloch. Razvojem centrifugalne spojke, iz motornih pila izbačena je komplicirana transmisija, koja je znatno doprinosila masi motorne pile, što je otežavalo njenu upotrebu. Smanjenje mase same motorne pile postignuto je i korištenjem. Prije pokretanja potrebno je provjeriti da li je motorna pila ispravna kako bi rad sa njom bio siguran. Pri tome se misli na pravilno postavljenu vodilicu, propisno zategnut lanac, ispravnu kočnicu lanca, polugu gasa i osigurač poluge gasa te kombiniranu polugu za gašenje, rad i pokretanje (start, čok) motorne pile. Potrebno je paziti da su ručke uvijek čiste, bez masnoća i smole na njima kako bi rad s pilom bio siguran. Kod ulijevanja goriva u spremnik, motor pile mora biti isključen kako bi se spriječio nastanak požara. Isto tako pilu treba držati na dovoljnoj udaljenosti od otvorene vatre. Ako se prilikom ulijevanja gorivo prolje, pilu treba odmah očistiti. Sve motorne pile u današnje vrijeme su konstruirane na način da njima upravlja jedan

rukovatelj sa obje ruke. Pedesetih godina prošlog stoljeća razvijene su motorne pile koje imaju osobine suvremenih motornih pila. Dakle, bile su namijenjene za rad jednog radnika, mogle su raditi u svakom položaju. U zadnje vrijeme velika sredstva se ulažu i u razvoj novih pogonskih motora, s kojima bi se pospješilo sagorijevanje goriva u samom pogonskom motoru te na takav način smanjio negativan utjecaj motornih pila na radnike i sam okoliš. Zbog načina rada motorne pile tj. zbog načina podmazivanja i kretanja lanca, velike količine ulja za podmazivanje završavaju u prirodi i radnom okolišu. Kako bi se smanjile negativne posljedice koje uzrokuje upotreba mineralnih ulja, znatna sredstva su uložena u razvoj kako bioulja tako i u razvoj biogoriva, čijom se upotrebom znatno smanjuje štetan utjecaj motornih pila na prirodu i okoliš.



Slika1. Izgled i dijelovi motorne pile (izvor: <http://www.gospodarski.hr/>.)

2.2. Pravila za siguran rad na sječi i izradi drva motornom pilom

Sigurnost radnika ovisi o ispravnosti sredstava za rad. Stoga motornu pilu mora pregledavati ovlaštena osoba jedanput godišnje, a šumarski radnici su obvezni obavljati dnevni pregled motorne pile i njezinu pripremu za rad. Prije rada moraju se provjeriti:

- **Ručica pile.** Mora biti učvršćena vijcima i ne smije biti oštećena
- **Amortizeri.** Moraju biti ispravni i bez vidljivih oštećenja
- **Oslonski češalj.** Mora biti dobro učvršćen na okvir pile (ako se upotrebljava)
- **Štitnik ručnog pokretača.** Ne smije biti oštećen, a otvori ne smiju biti začepljeni.
- **Ručni pokretač.** Uže s ručicom ne smije imati tragove oštećenja. Krajevi užeta moraju biti dobro učvršćeni na ručicu i bubanj. Opruga pokretača mora biti tako podešena da osigura mirni položaj bubnja s namotanim užetom nakon puštanja pile u rad.
- **Spremnici za gorivo i mazivo.** Ne smiju propuštati gorivo odnosno mazivo. Zatvarači ne smiju biti oštećeni. Postavljanjem pile u bilo koji položaj spremnik ne smije propuštati gorivo i mazivo.
- **Štitnik ispušnog lonca s hvatačem.** Ne smije biti mehanički oštećen ni pregoren.
- **Kvačilo.** Opruge moraju biti tako podešene da u praznom hodu doboš lanca zadržava mirni položaj.
- **Uređaj za natezanje lanca.** Nateznim se vijkom može podešavati napetost lanca. On ne smije imati ovjes.
- **Podmazivanje lanca.** Automatska uljna pumpa mora biti tako podešena da osigurava količinu maziva za dulje vrijeme od potrebnog vremena za potrošnju goriva.
- **Rezni lanac.** Rezna širina lanca mora biti veća za 2 mm od širine lanca u zglobovima. Pravilno naoštren lanac izbacuje piljevinu u obliku krupnih rezanaca. U praznom hodu lanac mora mirovati.
- **Sigurnosna kočnica.** Mora biti ispravna, a to znači da mora zakočiti lanac u vremenu manjem od 1/ 10 s od trenutka aktiviranja kočnice.
- **Osigurač gasa.** Njegova je uloga da spriječi nekontrolirano ili slučajno dodavanje gasa. Mora biti ispravan.

Pri pregledu i pripremi motorne pile za rad radnik se mora pridržavati ovih uputa:

- Pri ispitivanju napetosti lanca motor mora biti ugašen.
- Svjećice ne treba provjeravati u blizini otvorenog spremnika za gorivo.
- Zabranjeno je motornu pilu ostavljati u blizini otvorene vatre.
- Opasno je mješavinu benzina i ulja pripremati u blizini otvorene vatre i pri tome je zabranjeno pušiti.

Na sječi i izradi drvnih sortimenata obvezna je upotreba osobnih sredstava. Zaštitna tehnička odjeća, zaštitna odjeća za šumare, radnike koji rade s motornom pilom, mora zadovoljavati norme zaštite od posjekotina ručnom lančanom pilom. Određene su: zaštita nogu, zaštitne rukavice, štitnici za cipele, zaštitna radna bluza. Ispitivanja rezanja simuliraju se za 4 brzine lančane pile. Uvijek kada rade s rotirajućim alatima moraju biti maksimalno koncentrirani na rad. Komplet za zaštitu od motorne pile uključuje radne hlače sa zaštitom, kacigu i zaštitne rukavice. Obavezno moraju koristiti vizir ili zaštitne naočale. Radna bluza i radne hlače za šumare izvedeni su od materijala otpornog na rezanje motornom pilom. Zaštitna odjeća za šumske radnike je trajna, lagana i odlično dizajnirana. Vanjski materijal je mješavina pamuka 60% i poliestera 40%. Podstava je mrežica od poliestera s kompleksom otpornim na rezanje. Udobna radna bluza sa zaštitom od rezanja motornom pilom, odbija vodu, ima otvore za provjetranje i kopčanje čičak trakom. Kroj rukava omogućava dobru pokretljivost.



Slika 2. Osobna zaštitna sredstva šumarskih radnika
(Izvor: <http://zastitaisigurnost.com.hr/>.)

3. ERGONOMIJA PRI RADU

Od početka 20. stoljeća ergonomija se postupno uvodi u šumarstvo. Započelo se nakon Prvog svjetskog rata s fiziološkim studijama i studijama proizvodnosti u odnosu na oblik i konstrukciju (ručne) pile, kao i hodanjem i izvlačenjem drva iz šume. No, tek se nakon Drugog svjetskoga rata ergonomsko istraživanje u šumarstvu razvilo u svim svojim različitim granama, uključujući organizaciju i psihologiju rada. Na pragu novoga tisućljeća postavlja se pitanje postoje li još uvijek nove zadaće ergonomije u šumarstvu i koje su to? Na to pitanje nije lako odgovoriti. Prije toga treba definirati ergonomiju. Ergonomija je naučna disciplina (znanost o radu) kojoj je zadatak da istražuje ljudski organizam i ponašanje, te pruža podatke o prilagođenosti predmeta s kojima čovjek dolazi u kontakt. Dakle, ergonomija proučava anatomske, fiziološke i druge parametre ljudskog tijela. To nije neovisna znanost nego se koristi podacima svih disciplina koje se bave čovjekom (medicinom, psihologijom, matematikom, optikom, akustikom itd.) Ergonomija omogućava da se kvalitetno radi, poveća proizvodnja, smanji broj profesionalnih bolesti i da se poveća efikasnost i sigurnost uporabe predmeta. Ergonomija mora biti najčvršće povezana s konstrukcijom i tehničkim projektiranjem proizvoda (s jedne strane) i dizajniranjem (s druge strane). Dizajn ne može mijenjati čovjeka, ali putem ergonomije saznaje o čimbenicima koji su čovjeku potrebni. Upravo ergonomija omogućava dizajneru da prilagođava ili promijeni predmet u najprikladnijoj kombinaciji za čovjeka. Idealna situacija kaže da bi dizajn nekog uređaja trebao početi od čovjeka, ali najčešće se događa suprotno. Zato je važno uočiti da je dizajn oblikovan za ljude na osnovu podataka o konačnom korisniku. Ergonomija kao znanost daje principe dimenzija za oblikovanje predmeta s kojim korisnik dolazi u doticaj. Poznavanje temeljnih ergonomskih načela pri oblikovanju radnih mjesta u industriji, uvjet je da bi se humanizacija rada mogla ostvariti u punoj mjeri. Glavna je primjena ergonomije u bilo kojoj vrsti proizvodnje gdje čovjek provodi veći dio dana. Termin ergonomija je grčkog podrijetla. Čine ga riječi ergon što znači rad i nomos što znači zakon. Ergonomsko istraživanje zahtijeva široko područje djelovanja, jer se radi o naučnom postupku sa mnoštvo materijalnih i drugih činilaca koji, pojedinačno, usporedno, zajednički i interakcijski djeluju na veoma složen biološki sistem čovjeka-radnika, kao i na mogućnosti njegova prilagođavanja na radnom mjestu i sredini gdje živi.

Sa ergonomsko-medicinskog aspekta, neophodno je definirati, prilagoditi i povezati u jedan i efikasan sistem:

- Stanja i zahtjeve radnog mjesta-prostor za rad, predmet rada, sredstvo za rad; poslove, zadatke, operacije, zahvate i mikropokrete, odnosno:
- Osobine, sposobnosti i potrebe radnika kojima se povezuju materijalni i drugi zahtjevi njegovog radnog mjesta, uz stanje da se tijekom angažiranja ovog radnika očuvaju funkcije njegovog organizma u optimalnim granicama.

Zahtjevi radnog mjesta u neposrednoj šumarskoj proizvodnji kod izvršioca posla više profesionalnih sposobnosti, od kojih su značajne: fizičke, psihomotorne, psihosenzorne, antropometrijske i psihičke sposobnosti. Neki od zahtjeva radnog mjesta u sječi šumskih sortimenata, koje treba utvrditi i prilagoditi kod rada šumskog radnika sjekača su:

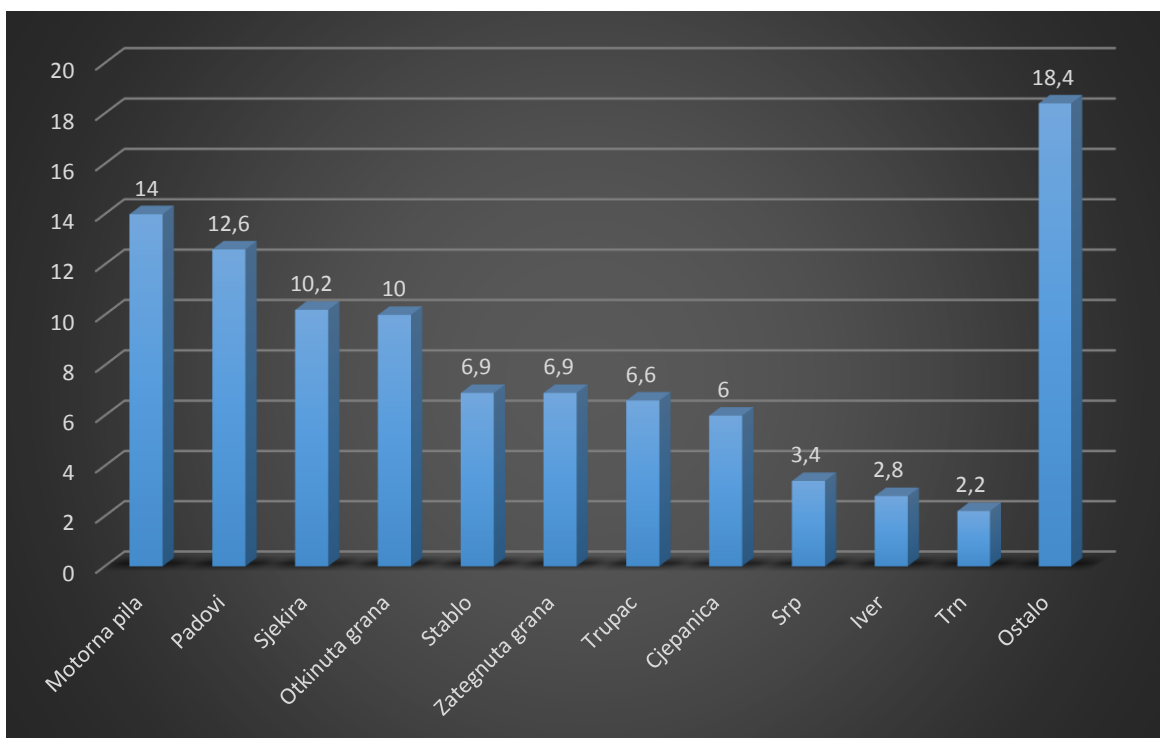
- vizualne informacije, gdje spada: oštrina vida- od 30 cm do preko 1 metar udaljenosti od oka radnika; sposobnost akomodacije (blizina- daljina), dubina vida, dubinski vid i vidno polje, pokretljivost očnih jabučica,
- slušne informacije, gdje spada lokalizacija zvuka,
- prepoznavanje dubinske strukture i distribucija pažnje,
- ravnoteža,
- budnost na rijetke signale, prepoznavanje predmeta i oblika, ocjena brzine kretanja pokretnih predmeta, ocjena trajanja događaja, prostorni položaj, brzo zaključivanje i stimulativno razumijevanje,
- emocionalna stabilnost i odlučnost,
- izometrično opterećenje položaja tijela, prisilan položaj vrata i glave, opterećenje prsta i podlaktice, nadlaktice i ramenog pojasa, potreba nagle promjene položaja tijela,
- mimika i geste,
- maksimalna energetska potrošnja,
- uporaba sile (snage) u izometrijskoj opterećenosti pri jednokratnom dinamičkom radu i pri teškom dinamičkom radu,
- usklađenost kretanja, i to: koordinacija, istovremenost, okulomotorna koordinacija, brzo i precizno reagiranje i druge osobine i sposobnosti šumarskog radnika.

Neprilagođenost materijalnih stanja i zahtjeva rada prema osobinama, sposobnostima i potrebama šumarskog radnika-sjekača uzrok je niza oboljenja, oštećenja i poremećaja u njegovom organizmu a naročito:

- bolesti zglobova, kostiju i ligamenata,
- bolesti i oštećenja mišića,
- bolesti i poremećaji živčanog sustava,
- bolesti i oštećenja vegetativnog živčanog sustava,
- bolesti i oštećenja ušiju i ostalih čula
- bolesti i oštećenja srca i krvotoka, probavnih organa, jetre, bubrega, kože,
- izražena invalidnost radnika.

3.1 Ozljede na radu

Među šumarskim radnicima najčešće se ozljeđuju mladi, neiskusni radnici. Od svih ozljeda u jednom razdoblju 47 % se dogode radnicima do 3 godine radnog staža. Znači posebno su rizične prve tri godine rada u šumarstvu. Najčešći izvori ozljeda na radu su: motorna pila, padovi, sjekira, otkinuta grana. Oni su uzrok 47 % svih ozljeda. Najugroženiji dijelovi tijela u šumarstvu su noge, a zatim ruke. Razlog je tomu što šumarski radnici u svom radu rukuju vrlo opasnim alatima u neposrednoj blizini nogu i ruku. Ozljede glave uzrokuju najčešće otkinute grane oslobođene napete grane.



Grafički prikaz 1. Izvori ozljeda izraženi u %

3.2. Povrede i profesionalne bolesti radnika motornom pilom

Kod utvrđivanja i provođenja preventivnih (ergonomskih) mjera za otklanjanje uzroka nastanku nepovoljnih posljedica po radnika na radu, potrebno je definirati i objasniti te uskladiti antropometrijske (somatske) osobine radnika, njegovu fizičku i ostalu sposobnost u odnosu na opterećenost i ostala nepovoljna stanja i zahtjeve prvenstveno, kod radnika na opasnim i teškim radnim mjestima. Povrede na radu, profesionalne i druge bolesti su masovna i veoma štetna pojava kod radnika u šumarskoj proizvodnji. Profesionalnom bolešću smatra se bolest za koju se dokaže da je posljedica djelovanja štetnosti u procesu rada i/ili radnom okolišu, intenzitet štetnosti i dužina trajanja izloženosti toj štetnosti je na razini za koju je poznato da uzrokuje oštećenja zdravlja. Ona se može javiti naglo, nakon kratkotrajnog djelovanja neke štetnosti ili kao posljedica uzastopnog i dugotrajnog djelovanja nefizioloških uvjeta rada, štetnih fizikalnih čimbenika (buka, vibracija, zračenje i slično) kao i nepovoljnih higijenskih uvjeta na radu. Iznenadni, neočekivani događaj uzrokovan vanjskim utjecajem, koji rezultira povredom radnika i profesionalnom bolesti radnika u području šumarstva su dio naučne teme predmeta iskorištavanje šuma, ali njihov utjecaj je prisutan u svim područjima šumarstva. Povrede kod rukovaoca motorne pile mogu biti mehaničke povrede: potkoljenica, koljeno, natkoljenica, stopalo i šaka. Kod 1.000 radnika šumskog poduzeća prosječno godišnje nastaje 114 povreda na radu. Najčešće se povređuje šumski radnik- sjekač ili njegov pomoćnik (225 povreda na radu/ 1000radnika). Povrede na radu kod radnika u šumarskoj proizvodnji češće su , u odnosu na ekonomiju za oko 1.5 puta, a u odnosu na cjelokupnu djelatnost (ekonomija+društvena djelatnost) za oko 1.7 puta. Mogući simptomi vibracijske bolesti kod radnika motornom pilom su: bijeli prsti bez osjećaja na dodir, atrofija kostiju zglobova ruke, gubitak oštine vida, povećan krvni tlak i puls. Kod obučanih educiranih radnika najčešće povrede su izljev krvi u zglob, modrice, nagnječenja i druge kontuzije sa nepovrijeđenom površinom kože, oderotine, ogrebotine, posjekotine , rane nastale uslijed nagnječenja, rane na glavi, prijelomi, iščašćenja, uganuća, nategnuća zglobova i okolnih mišića, promrzline, toplinski udar, udar groma, povrede gubitkom ili smanjenjem sluha, udisanje otrovnih plinova, prodor stranog tijela u oko, uho ili usta, kronične bolesti zglobova uslijed stalnog pritiska ili potresa, paraliza živaca uslijed prenaprezanja i dugotrajnih kompulzivnih nefizioloških položaja tijela, traume te oštećenja mensikusa koljena usred neprestanog opterećenja i nefiziološkog položaja

tijela. Posljedice pretjerane izloženosti vibracijama ne samo da nisu male, već su po svojoj učestalosti u sveukupnim profesionalnim oboljenjima zabrinjavajuće. Prema istom izvoru 14% problematičnih radnih uvjeta povezuje se s vibrirajućim alatima, što odgovara i oštećenjima izazvanim vibracijama koja su u Republici Hrvatskoj zastupljena s 13% u sveukupnim profesionalnim oboljenjima (Kacijan, 1999). Iz tih se izvora može razabrati da su profesionalne bolesti izazvane utjecajem vibracija u šumarstvu posebice izražene. Prilikom rada s motornom pilom najštetniji je utjecaj vibracija kada ona radi u praznom hodu (od 2500 do 3000 min⁻¹) kada se postiže rezonantna frekvencija šake (30 – 50 Hz). Dugotrajno izlaganje takvim vibracijama kod radnika dolazi do pojave profesionalne bolesti tzv. bolesti bijelih prstiju (prikazano na slici ispod) kod koje dolazi do pucanja kapilara u vršcima prstiju, zbog nedovoljne prokrvljenosti i odumiranja živaca. Ovaj poremećaj nastaje zbog posljedica nedovoljne cirkulacije krvi, naziva se još Raynaudov fenomen (prema francuskom fizičaru Maurice Raynoudu koji ga je 1862 prvi opisao). Bjelilo se može pojaviti na jednom ili više prstiju i širi se od vrha prsta prema dnu. Napadi bijelih prstiju, popraćeni bolovima, trncima te gubitkom stiska i osjeta, u početku se češće pojavljuju tijekom zimskih mjeseci i traju



Slika 3. Bolest bijelih prstiju (Izvor: https://sh.wikipedia.org/wiki/raynaudov_fenomen)

od nekoliko minuta pa do nekoliko sati. Prestaju obično kada se zagrije čitavo tijelo. Valja istaknuti činjenicu da se intenzitet pojave bolesti bijelih prstiju u šumarstvu statistički kontinuirano smanjuje od 1970-tih, nakon uvođenja antivibracijskih motornih pila lančanica te uvođenjem organizacijskih mjera kojima se smanjilo vrijeme izlaganja. Radiološkim istraživanjima ustanovljeno je da se kod radnika izloženim vibracijama pojavljuju nepovratne promjene u kostima ruku, kao i u zglobovima zapešća. Radnici s dugotrajnim izlaganjima vibracijama obično se žale na slabost mišića, bolove u šakama i rukama. Vibracije isto tako utječu na smanjenje stiska

šake. Smatra se da je to izravna posljedica mehaničkog oštećenja perifernih živaca. Neka su istraživanja pokazala da izlaganje vibracijama pospješuje proces oštećivanja sluha pri izloženosti većoj razini buke. Ustanovljeno je da gubitak sluha brže nastupa kod radnika koji su istovremeno izloženi i buci i vibracijama, nego li kod radnika koji su izloženi samo istoj razini buke. Među bolestima koje izaziva rad sa motornom pilom nalazi se i sindrom karpalnog kanala. Sindrom karpalnog kanala javlja se kod fizičkih i građevinskih radnika, masera, frizera, fizioterapeuta, daktilografa, krojača, šivača, pakirera, radnika u mesnoj industriji, montera, radnika na sastavljanju proizvoda i mnogih drugih radnika. Često se javlja i kod radnika koji rade s računalom, pa se zato još naziva „kompjutorska šaka“. Kompresivno oštećenje ulnarnog živca u Guyonovom kanalu (na dlanu šake blizu ručnog zgloba) je, također, kompresivni kanalikularni sindrom koji nastaje pri ponavljajućim pokretima u ručnom zglobu ili još češće pri ponavljanim i stalnim pritiscima na taj dio dlana. Tako se može javiti kod čvrstog držanja upravljača bicikla i upravljačkih ručica nekih strojeva ili zbog udaranja i pritiskivanja dlanom upravljačkih tipaka strojeva. Sindrom kubitalnog kanala je oštećenje živca koje nastaje zbog pritiska sa stražnje strane unutarnjeg epikondila nadlaktične kosti, gdje živac prolazi kroz žlijebu kosti, a očituje se u obliku trnaca i obamrlosti malog prsta i dijela prstenjaka te vanjskog dijela podlaktice. Oštećenje se javlja zbog dugotrajnih i ponavljanih savijanja ruke u laktu, pri čemu dolazi do pretjeranog istezanja živca u žlijebu, pa vremenom može doći do trajnog oštećenja. Sindrom može nastati npr. pri stalnim i brojnim pokretima potezanja poluga alata ili strojeva ili pri čestom dosezanju i dohvatanju predmeta. Najveća opterećenja radnika sjekača su kod obaranja, kresanja grana i prerezivanja stabala. Kod proučavanja pokreta dijelova tijela pri učinkovitom radu sjekača analizom je potvrđeno da vrste i broj pokreta dijelova tijela nije pokazao značajne razlike između radnika. Potvrđeno je da se dinamičnost rada iskazana brojem pokreta tijela u jedinici vremena smanjuje s povećanjem dimenzija stabala, odnosno s porastom prosječnog obujma komada izrađenih segmenata. Većinu (iznad 70 %) nastalih pokreta, prema broju i tipovima čine istodobni pokreti obje ruke, pokreti lijeve noge, pokreti desne noge, pokreti tijela u lijevu ili desnu stranu te pokreti desne ruke.

U osmosatnom radnom danu sjekač načini oko 12 000 različitih pokreta dijelova tijela radeći u zrelih bukovim sastojinama, ili oko 27 000 pokreta dijelova tijela pri radu u malim jednodobnim bukovim sastojanjima. Temeljni ili najčešći radni položaji tijela u

kojima se odvija učinkoviti rad su: tijelo u uvjetno uspravnom položaju, tijelo u pretklonu i tijelo u čučnju.

1. Uvjetno-uspravni položaj

U tom je položaju trup tijela uspravan ili sagnut u bilo kojem smjeru, ali ne do razine u kojoj bi šake dosezale koljena. U tom su položaju noge ispružene ili su u koljenima blago savijene.



Slika 4. Rad s tijelom u uvjetno-uspravnom položaju (Izvor:www.husqvarna.com.)

2. Tijelo u pretklonu

Pretklon je tijela dinamičko stanje kod kojeg su glava i trup tijela nagnuti prema naprijed. U tom su položaju noge savijene u koljenima ili su ispružene. Položaj traje od trenutka kada šake radnika dosegnu visinu koljena na putu spuštanja prema predmetu rada, a završava kada u povratnom gibanju (ispravljanju tijela) šake nadvise koljena.



Slika 5. Rad s tijelom u pretklonu (zvor: <http://www.emedjimurje.hr/>)

3. Tijelo u čučnju

Kretanje tijela u čučanj je gibanje kod kojeg dolazi do savijanja donjih udova u kukovima i koljenima. Natkoljenice i potkoljenice čine kut od 90° . Položaj tijela u čučnju traje do trenutka u kojem se kut između potkoljenica i natkoljenica povećava iznad 90° .



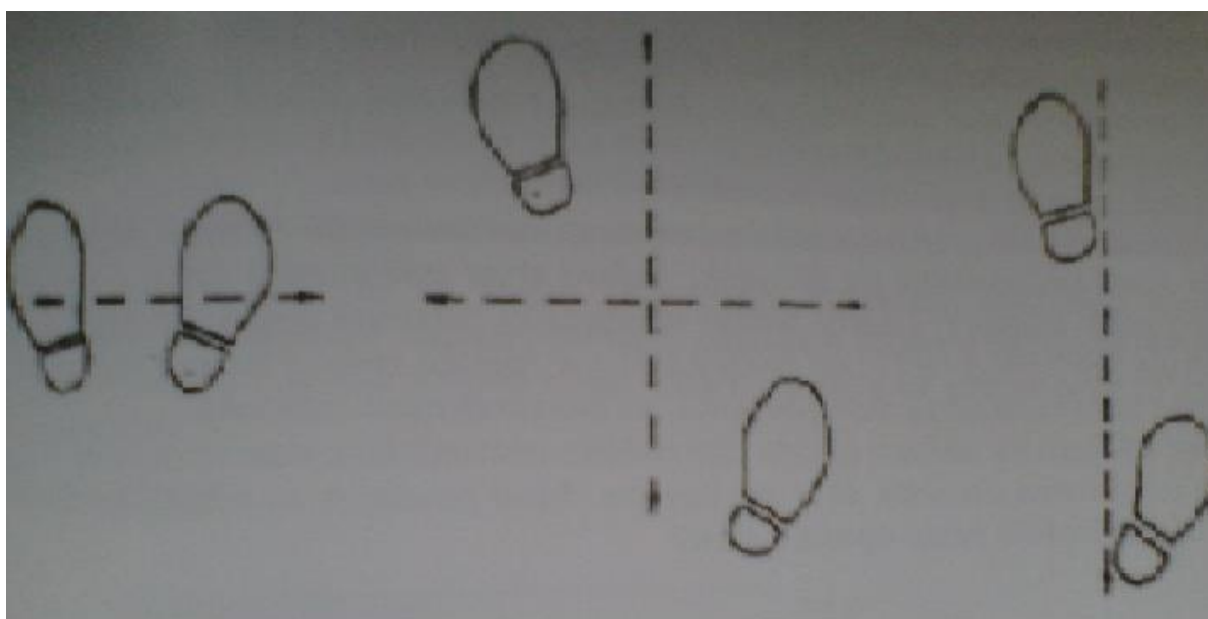
Slika 6 . Rad s tijelom u čučnju (Izvor: www.poslovni.hr)

Podaci o stabilima	Podaci određeni ili izvedeni s videozapisa													
	Pokreti dijelova tijela i promjene položaja u vremenu učinkovitog rada													
	Šifra	D1,3	Vrijeme učinkovitog rada	Pokreti dijelova tijela		Broj položaja tijela u pretklonu	Vrijeme rada u dva temeljna položaja				Interval rada u radnim položajima		Frekvencije	
				Broj, N	Nmin		Pretklon		Uspravni		PR	UP	Položaj tijela	PBPDTP
cm	0,01 min	Broj, N	Nmin	nPR	0,01 min	%	0,01 min	%	0,01 min	Pmin	N/RPT			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
A01	62	4 397	1 939	44	98	1 768	40,2	2 629	59,8	18	27	2,2	20	
B03	61	5 547	2 762	50	173	2 483	44,8	3 064	55,2	14	18	3,1	16	
C05	60	2 460	1 399	57	145	633	25,7	1 827	74,3	4	13	5,9	10	
D07	60	3 453	1 792	52	75	740	21,4	2 713	78,6	10	36	2,2	24	
A11	42	2 048	990	48	47	743	36,3	1 305	63,7	16	28	2,3	21	
B13	40	2 622	1 466	56	88	958	36,5	1 664	63,5	11	19	3,4	17	
C15	42	2 200	1 313	60	72	728	33,1	1 472	66,9	10	20	3,3	18	
D17	41	1 505	947	63	40	292	19,4	1 213	80,6	7	30	2,7	24	
A23	21	1 382	980	71	65	557	40,3	825	59,7	9	13	4,7	15	
B29	21	1 130	877	78	54	302	26,7	828	73,3	6	15	4,8	16	
C33	22	1 173	1 011	86	53	242	20,6	931	79,4	5	18	4,5	19	
D40	21	983	723	74	36	182	18,5	801	81,5	5	22	3,7	20	
Debel a	61	15 857	7 892	50	491	5 625	35,5	10 232	64,5	11	21	3,1	16	
Sred- nja	41	8 375	4 716	56	247	2 722	32,5	5 653	67,5	11	23	2,9	19	
Tanka	21	4 668	3 591	77	208	1 282	27,5	3 386	72,5	6	16	4,5	17	
Sva	41	28 900	16 199	56	946	9 628	33,3	19 272	66,7	10	20	3,3	17	

Legenda: PBPDT u P- prosječna frekvencija pokreta dijelova tijela u jednom radnom položaju

Tablica 1. Položaj tijela pri učinkovitom radu sjekača

Stabilnost radnika i sloboda kretanja tijela pri stojećem radu ovisi o položaju nogu. Prema tomu radni položaj utječe na sigurnost radnika. Ukoliko je veća površina za stajanje, utoliko je veći prostor za kretanje tijela i veća stabilnost. Kod uskog osnovnog položaja lako dolazi do narušavanja ravnoteže naprijed- nazad. Kod iskoraka narušava se ravnoteža lijevo-desno. Najstabilniji je položaj nogu pri kojemu je i najveća sloboda kretanja tijela u prostoru kombinirani položaj.



Slika 7. Raskoračni stavovi kod šumskog radnika(Izvor: Ranogajec, Gašpar,)

3.3 Buke i vibracije motorne pile

Buka je svaki zvuk ili šum koji ometa čovjekov rad ili odmor. Glavni izvori buke su strojevi, uređaji, aparati i drugi industrijski proizvodi. Do pojave buke na strojevima može doći iz više razloga, i to kako na novima tako i na onima koji su duže vremena u uporabi. U analizi intenzivnosti buke bitni kriteriji njezine štetnosti su direktni utjecaji na ljudske organe. Štetnosti se uočavaju pri većim intenzitetima buke. Buka na samom početku djeluje kao stimulans do određenog vremena kada nastaje naglo opadanje koncentracije. U radnom procesu dosta informacija koje radnik prima iz radne okoline, sa stroja, zvučni su signali koji imaju važnu ulogu u razmjeni informacija između

radnika i stroja. Subjektivni osjećaj nelagode i nezadovoljstva od buke utječu na smanjenje efekta rada. Posljedice buke na radnom mjestu su:

- ometanje komunikacije,
- izazivanje pojave zamora,
- smanjenje koncentracije (nervoza, nesanicita...),
- smanjenje sigurnosti pri radu (otežavanje prijema zvučnih alarmnih signala),
- izazivanje poremećaja u orijentaciji,
- posebno rad srca i krvnih žila,
- gubitak sluha,
- smanjenje produktivnosti rada i povećanje broja pogrešaka.

Iz provedenih analiza proizlazi činjenica da je prekomjerna buka uzrokom profesionalnog oštećenja sluha, zatim povećanje zamora te ozljeda i izgubljenih dana zbog bolovanja (MIJOVIĆ, 2006.). Vrijednosti 85-90 dB predstavljaju granicu za buku na radnom mjestu iznad koje postoji opasnost od oštećenja sluha. Prema istraživanjima Instituta zaštite na radu i Šumarskog fakulteta u Sarajevu (Čomić, 1991.) motorna pila proizvodi buku između 105 i 110 dB. Radnik ovo sredstvo za rad može koristiti u toku osmosatnog radnog dana najviše 60 minuta. To vrijeme se povećava korištenjem odgovarajućih zaštitnih sredstava. Kada govorimo o vibracijama one se na radnom mjestu praktički pojavljuju u svakoj industrijskoj djelatnosti, transportu, sportu, radu u šumi, poljoprivredi i građevinarstvu. S obzirom na njihovu štetnost, vibracije koje se prenose na rukovatelje mehaniziranim sredstvima rada s prihvatnih ručki ili s volana putem dlana i prstiju, poznate kao vibracije šaka-ruka, nastoje se ograničiti. U nizu kontinuiranih nastojanja da se to postigne, posebice valja istaći "Directive 2002/44/EC". U tom se dokumentu na jasan način opisuje postupak utvrđivanja razine izloženosti vibracijama bilo sustava šaka-ruka, bilo čitavoga tijela. Opisani su postupci prilagođeni zahtjevima jasno definiranim međunarodnim normama ISO 5349-1 i 2 te ISO2631-1, 2 i 3. Izloženosti vibracijama sustava šaka-ruka kod šumarskih radnika valja posvetiti posebnu pozornost, imajući na umu učestalost profesionalnih oboljenja koje one izazivaju. U nastojanju da se mjere zaštite na radu prilagode europskim standardima, donesen je i nacionalni "Pravilnik o zaštiti radnika od rizika zbog izloženosti vibracijama na radu" (NN 55/2008).

Pri izradi motornih pila u današnje vrijeme puno se pazi na udobnost samoga radnika, jedan od najvećih problema za radnika pri radu sa motornom pilom su svakako vibracije prednje i stražnje ručke motorne pile. Vibracije motornih pila u prošlosti su

uzrokovale brojna profesionalna oboljenja sjekača. Razvoj amortiziranih upravljačkih ručki te smanjenje mase motornih pila smanjili su razinu vibracija prve generacije pila na približno jednu desetinu.

3.4. Interakcija između radnika i stroja

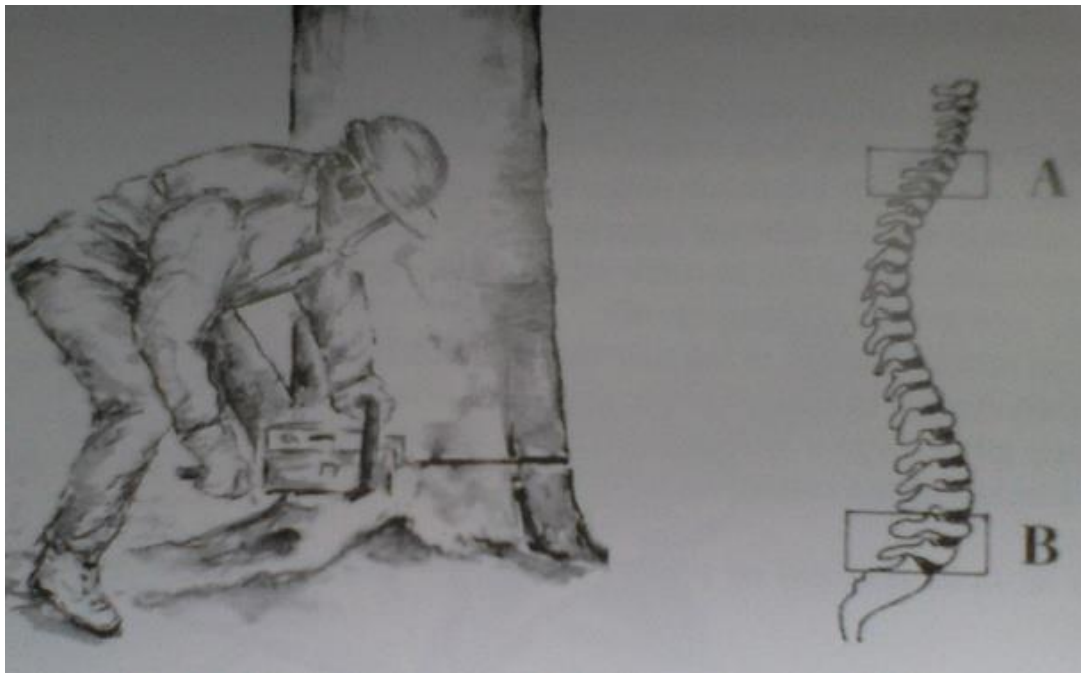
Pri konstruiranju strojeva potrebno je uskladiti uvjete koje zahtijeva tehnologija proizvodnje, a omogućeni su ekonomski, tehnički i ergonometrijski. Kod oblikovanja strojeva i radnog mjesta potrebno je uzeti sljedeća ergonometrijska načela: radno mjesto mora omogućavati da se posao izvodi stojeći ili sjedeći i radno mjesto mora imati dovoljno prostora za smještaj nogu izvršitelja rada. Nadalje kod oblikovanja rada na radnom mjestu uzimaju se ergonometrijska načela: za obavljanje rada primijeniti onaj položaj pri radu koji zahtijeva minimalni utrošak energije, a statički rad zamijeniti po mogućnosti dinamičkim, rad organizirati tako da se omogući lagan i prirodan ritam rada, te da se omogući efikasno disanje ritmičkom relaksacijom mišića prsnog koša i trbuha. Ergonometrijski funkcionalno, prostorno oblikovano radno mjesto i radna okolina olakšavaju rad i poboljšavaju radni učinak te sprečavaju oštećenje zdravlja radnika. Rukovanje treba obavljati sa što manje pokreta i sa što manje zamaranja za ruke, noge, vid i sluh. Kao mjera osiguranja, da ne dođe do lomova uređaja zbog prekoračenja dozvoljenih parametara (pritisak, brzina, itd.), moraju biti predviđeni sigurnosni uređaji (sigurnosni ventil, regulatori brzine, sigurnosne spojke, automatske kočnice, itd.)

4. TEMELJI ANATOMIJE ČOVJEKA

Anatomija je znanost koja proučava građu čovjekova tijela. Čovjekovo je tijelo nedjeljiv morfološko-funkcionalni sustav koji oblikuju stanice okupljene u pojedina tkiva i organe. Čovjek je potpuna, jedinstvena i ponajprije umna osobnost koja uvelike premašuje puki zbroj sastavnih dijelova što čine njegovo tijelo. Svako odjelito promatranje dijelova čovjeka samo je istraživačke naravi, a temeljno značenje ima sveobuhvatno shvaćanje čovjeka kao psihofizičkog i socijalnog bića. Čovjekovo tijelo čini mnoštvo organa od kojih svaki ima posebne oblike i djelovanja. No, organi su ipak međusobno funkcionalno ovisni, pa nekoliko njih tvori veću cjelinu nazvanu sustav organa. Stoga u prikazivanju oblika, položaja i građe mnogih organa i čitava čovječjeg tijela opisujemo nekoliko funkcionalno povezanih organskih sustav. To su: sustav organa za pokretanje (lokomotorni sustav), živčani sustav, sustav osjetila, sustav žlijezda s unutarnjim izlučivanjem, srce i krvožilni sustav, imunosni sustav, dišni sustav, probavni sustav, mokraćni sustav i sustav spolnih organa. Muskulturni sustav uz potporna tkiva uključuje sustav skeleta i zglobova te mišićni sustav. Strukture potpornog tkiva služe za pasivni prijenos sila, a mišići stvaraju silu kojom se pokreću dijelovi skeleta odnosno tijela. Skelet sudjeluje s približno 18 % , a mišići s 43 % u ukupnoj težini tijela. Muskuloskeletni sustav čovjeka može se u mehaničkom smislu promatrati kao sustav u kojem su kosti poluge, zglobovi osi vrtnje, a mišići stvaratelji sile. Taj je sustav vrlo složen jer prema Mejovšeku (1993) posjeduje 242 stupnja slobode gibanja koji se ostvaruju pokretnim spojevima između kostiju, s pomoću više od 600 mišića i preko 200 poluga.

5. PRIMJENA KINEZITERAPIJE KOD ŠUMSKIH RADNIKA

Kineziterapija je definirana kao korištenje pokreta i vježbi u svrhu prevencije i otklanjanja posljedica pojedinih bolesti, tjelesnih oštećenja i ozljeda, a cilj joj je povećanje snage mišića i opsega pokreta zglobova, sprečavanje nastanka konkraktura, održavanje duljine mišićnih vlakana i propioceptivnog osjeta. Neprilagođenost materijalnih stanja i zahtjeva rada prema osobinama, sposobnostima i potrebama šumarskog radnika-sjekača uzrok je niza bolesti, oštećenja i poremećaja u njegovom organizmu, a naročito bolesti zglobova, kostiju i ligamenata te bolesti i oštećenja mišića. Najaktivnije mišićne skupine kod radnika sjekača su kralježnica, rame i lakat, ručni zglob i šaka te kuk i koljeno. Pognuti položaj tijela brže oštećuje kralješke u području vrata i osobito u području križa. Kad je god moguće treba rasteretiti kralježnicu oslanjanjem na ruke i noge jer su zglobovi otporniji od kralježaka. U radu aktivnosti treba izbjegavati trajno angažiranje istih mišića.



Slika 8. Opterećenja kralježnice radnika motornom pilom(Izvor: Ranogajec, Gašpar)

5.1. Aktivne dinamičke vježbe za kralježnicu

LEŽEĆI POLOŽAJ NA TRBUHU

1. Zauzmite ležeći položaj , ruke postavite uz tijelo , dlanovima okrenutim prema dolje. Podižite vratni dio kralježnice i ramena dok ne osjetite napetost mišića .Ruke ne odvajati od podloge.
2. Zauzmite ležeći položaj, ruke postavite uz tijelo, dlanovima okrenutim prema dolje. Podižite vratni dio kralježnice, ramena i dlanove osjetite čete zatezanje između lopatica. Ruke postaviti što bliže tijelu i držati ravno laktove.
3. Zauzmite ležeći položaj, ruke postavite uz tijelo, dlanovima okrenutim prema dolje. Podižite vratni dio kralježnice i ramena. Dlanove prekržite i okrenite prema van. Glavu ispružite (pogled prema stropu).
4. Zauzmite ležeći položaj, dlanovima okrenutim prema dolje. Podižite vratni dio kralježnice i ramena te dlanove .
5. Zauzmite ležeći položaj, ruke prekržite iza glave, podižite laktove. Pazite da ne odižete glavu od podloge.
6. Zauzmite ležeći položaj, ruke postavite ispred glave , dlanovima okrenutim prema dolje. Podižite vratni dio kralježnice i ramena te dlanove koje okrećete prema gore.
7. Zauzmite ležeći položaj, ruke postavite uz tijelo, dlanovima okrenutim prema dolje. Ruke pomičemo horizontalno prema naprijed.
8. Zauzmite ležeći položaj, dlanovima okrenutim prema dolje. Podižite vratni dio kralježnice i ramena. Pogled prema gore.

5.2. Aktivne dinamičke vježbe za rame i lakat

STOJEĆI ILI SJEDUĆI POLOŽAJ S PRAVILNIM POLOŽAJEM KRALJEŽNICE

1. Ruke su ispružene uz tijelo. Saviti ruke u laktovima, vrhovima prstiju dodirnuti ramena, a zatim ispružiti ruke uz tijelo.
2. Ruke su ispružene uz tijelo. Saviti ruke u laktovima, ispružiti ruke iznad glave. Vratiti ruke u početni položaj uz tijelo.
3. Lijeva je ruke ispružena, podignuta gore, a desna je ispružena i spuštена uz tijelo. Povlačimo dvaput ispružene ruke prema natrag. Promijenimo položaj ruku- desna ruka je ispružena, podignuta gore, a lijeva je ispružena i spuštена uz tijelo.
4. Ruke su savijene u laktovima ispred tijela u visini ramena. Povlačiti savijene ruke dvaput prema natrag, a potom dvaput ispružene ruke povlačiti prema natrag.
5. Spojiti ruke iza glave tako da su prsti spleteni. Odmicati laktove prema nazad. Primiti laktove prema naprijed.
6. Podići ispružene ruke u širini ramena. S obje ruke vrhovima prstiju iste ruke dodirivati isto pazuhu. Spustiti ispružene ruke uz tijelo.
7. Splesti prste na prsnom košu. Ispružiti ruke sa spletenim prstima prema naprijed. Okrenuti dlanove prema van. Vratiti u položaj na prsima.
8. Splesti prste iznad glave. Podići ispružene ruke prema gore sa spletenim prstima. Okrenuti dlanove prema gore. Vratiti ruke sa spletenim prstima na glavu.
9. Ispružiti ruke u širini ramena. Okrenuti dlanove prema gore i prema dolje.
10. Ruke su ispružene uz tijelo. Spajati ruke na leđima tako da je lijeva gore, a desna dolje. Ispružiti ruke uz tijelo. Spajati ruke na leđima tako da je desna gore, a lijeva dolje.
11. Uхватiti se s objema rukama za suprotne nadlaktice. Podizati ruke iznad glave i spuštati ih dolje.
12. Dlan desne ruke postaviti na desno rame. Dlan lijeve ruke postaviti na lijevo rame. Kružiti ramenima prema naprijed.

13. Dlan desne ruke postaviti na desno rame. Dlan lijev ruke postaviti na lijevo rame. Kružiti ramenima prema natrag.

14. Kružiti rukama

5.3. Aktivne dinamičke vježbe za ručni zglob i šaku

1. Ispružiti ruke u visini ramena. Savijati oba ručna zgloba prema gore i prema dolje.
2. Spojiti dlanove u visini ramena ispred prsnog koša. Savijati spojene dlanove prema sebi i od sebe.
3. Spojiti dlanove u visini ramena ispred prsnog koša. Savijati spojene dlanove u lijevu stranu pa u desnu stranu.
4. Spojiti dlanove u visini ramena ispred prsnog koša. Splesti prste. Ispraviti prste.
5. Spojiti dlanove u visini ramena ispred prsnog koša. Splesti prste. Sa spletenim prstima savijati šaku prema sebi i od sebe.
6. Spojiti dlanove u visini ramena ispred prsnog koša. Splesti prste. Sa spletenim prstima savijati šaku u lijevu i u desnu stranu.
7. Spojiti dlanove u visini ramena ispred prsnog koša. Spojiti istodobno samo vrhove svih prstiju. Spojiti cijele dlanove.
8. Splesti prste na prsnom košu. Ispružiti ruke sa spletenim prstima prema naprijed. Okrenuti dlanove prema van. Vratiti u položaj na prsima.
9. Splesti prste iznad glave. Podići ispružene ruke prema gore sa spletenim prstima. Okrenuti dlanove prema gore. Vratiti ruke sa spletenim prstima na glavu.
10. Ispružene ruke u visini ramena. Prekrižiti podlakticu jedne preko druge. U tom položaju splesti prste. Savijati laktove zadržavajući položaj ruku i ispružati.
11. Ruke su ispružene u visini ramena. Kružiti ručnim zglobovima u jednu i u drugu stranu.

5.4. Aktivne dinamičke vježbe za kuk i koljeno

LEŽEĆI (RASTERETNI) POLOŽAJ

1. Sjesti na pod ispruženih nogu, te povlačiti stopala prema sebi pa prema dolje.
2. U sjedećem položaju s ispruženim nogama, naizmjenično povlačiti stopala prema sebi pa prema dolje.
3. U sjedećem položaju s ispruženim nogama kružiti stopalima.
4. U sjedećem položaju, s ispruženim nogama, stiskati koljena o pod, povući stopala prema sebi, napeti natkoljeni mišić. Zadržati taj položaj 6 sekunda. Opustiti natkoljeni mišić. Stanku zadržati 12 sekunda.
5. Leći na leđa. Naizmjenično savijati jedno, pa drugo koljeno.
6. Leći na leđa. Savijati oba koljena.
7. Leći na leđa. Podizati naizmjenično jednu pa drugu ispruženu nogu prema gore.
8. Leći na leđa. Saviti oba koljena, odmaknuti ih, skupiti pa ispružiti noge na pod.
9. Leći na leđa, laktovima se osloniti na pod, dlanovima poduprijeti zdjelicu i imitirati pokrete vožnje bicikla s obje noge. Vježbu raditi tijekom 1-2 minute.
10. Leći na bok. Ispruženu nogu podići prema gore i spustiti dolje.
11. Leći na bok. Ispruženu nogu saviti u koljenu, podići ispruženu prema gore i spustiti dolje.
12. Leći na bok. Ispruženu nogu podići gore, saviti u koljenu podignutu ju ispružiti i spustiti dolje.
13. Leći na bok. Podići ispruženu nogu gore, drugu podići do nje. Objе ispružene noge spustiti dolje.
14. Leći na bok. Ispružiti lijevu nogu prema naprijed, u srednji položaj i prema natrag.
15. Leći na trbuh. Nožnim se prstima osloniti na pod. Podupirući se nožnim prstima odizati koljena od poda. Spustiti koljena u početni položaj.
16. U položaju na trbuhu. Odmicati i primicati ispružene noge.

17. U položaju na truhu. Naizmjenično savijati jedno, pa drugo koljeno.
18. U položaju na truhu. Naizmjenično podizati ispruženu nogu prema gore.
19. U položaju na truhu saviti obje noge u koljenu, prekrižiti ih na jednu, pa na drugu stranu i spustiti dolje.
20. Prijeći u četveronožni položaj. Osloniti se dlanovima na strunjaču i povlačiti se prema petama i vraćati u početni položaj.
21. Iz četveronožnog položaja povlačiti nogu savijenu u koljenu dvaput prema naprijed, i jednom je, s opružnim koljenom, istegnuti prema natrag.
22. Prijeći u klečeći položaj. Napraviti iskorak nogom i osloniti se s oba dlana na koljeno noge. Naginjati se dvaput prema naprijed i vratiti se u početni položaj.

STOJEĆI POLOŽAJ

23. Podizati se na prste.
24. Stajati na petama, prste odvajati od podloge.
25. Podizati se naizmjenično na prste, pa na pete.
26. Saviti nogu u koljenu, ispružiti je ispred tijela i vratiti u početni položaj.
27. Nogu odmaknuti u stranu i skupiti.
28. Izvoditi čučnjeve ne odižući pete s podloge. (Liječenje pokretom, Ozana Pope-Gajić 2007.)

Kineziterapijski proces je vrlo zahvalan i koristan kod izlječenja raznih povreda i deformacija koje su posljedica rada u teškim i nezahvalnim uvjetima i položajima, te bi kao takav trebao naći svoje mjesto u radnom danu svakog radnika. Da bi se smanjila mogućnost ozljeđivanja na radu poželjno bi bilo prije početka rada aktivno provoditi vježbe istezanja i razgibavanja sa ciljem zagrijavanja mišićnih skupina potrebnih za rad. To posebno vrijedi za radnike koji obavljaju teške fizičke poslove, dakle i za radnike u šumarstvu. U posljednje vrijeme sve popularniji postaju razni plakati i brošure koje

sadrže niz kratkih vježbi. Njima se žele potaknuti radnici da shvate važnost tjelovježbe. U nastavku je prikazan jedan takav plakat namjenjen šumskim radnicima.

POVRATITE SNAGU TIJEKOM RADNOG VREMENA

PRIDRŽAVAMO SE SA OBIJE RUKU. STAVIMO S NOGAMA ZAJEDNO I ZAJEDNO POKREĆEMO. NAJLJEPŠI IZGLED JE JEDNOM NOGOM OSLOJONTE SE NA PETU I LAGANO SAVIJATE NOGE. DRŽITE LEĐA RAVNO I RUKU NEK MISEĆE ZATEGNUTE S NOGAMA PREMA NAPRIJED, A PETE NA POD. OSJETITE ZATEZANJE I LISTOVIMA.
ZADRŽATI 20 sec PA PROMIJENITI STRANU
ISTEZANJE LISTA NOGE

PODIGNITE DESNU RUKU I STAVITE DLAN TE RUKU NA VRIH GLAVE. NAGNITE GLAVU U DESNO DREŽEĆI RUKU CIJELO VRIJEME NA GLAVU. ISTEZANJE ZAVRŠITI POLAGANO.
ZADRŽATI 10-20 sec PA PROMIJENITI STRANU
ISTEZANJE VRATNIH MIŠIĆA

STOJEĆI USPRAVNO PRIDRŽAVAJTE SE JEDNOM RUKOM. ČVRSTO UHVATITE JEDNO STOPALO I PODIGNITE GA SAVIJAJUĆI KOLJENO DOK NE OSJETITE ZATEZANJE.
ZADRŽATI 10-20 sec PA PROMIJENITI STRANU
ISTEZANJE MIŠIĆA PREDNJE STRANE NATKOLJENICE

U RASKORAKOM STAVU DIGNITE RUKU DA LAKTOVI BUDU U VISINI RAMENA. ROTIRAJTE GORNJI DIO TIJELA U LIJEVU I DRUGU STRANU. A DONJI DIO TIJELA NEKA BUDE NEPOMIČAN.
ZADRŽATI 20 sec PA PROMIJENITI STRANU
ISTEZANJE BOČNIH MIŠIĆA LEĐA

U RASKORAKOM STAVU RADI MO OTKLONU U LIJEVU I DESNU STRANU. IZMJENJUJEMO POLOŽAJ RUKU OVISNO O STRANI NA KOJU RADIMO OTKLOM.
ZADRŽATI 10-20 sec PA PROMIJENITI STRANU
ISTEZANJE BOČNIH MIŠIĆA TRUPA

ISPRUŽENU NOGU STAVITI NA POVIŠENJE, DRUGU NOGU LAGANO SAVITI U KOLJENU. ZATIM GORNJI DIO DIJELA LAGANO SAVIJATI PREMA NAPRIJED.
ZADRŽATI 15 sec PA PROMIJENITI STRANU
ISTEZANJE MIŠIĆA STRAŽNJE STRANE NATKOLJENICE

RIKE SU NASLONJENE ILI NEKA VIŠE LABAVO UZ TIJELO. PODIŽEMO SE NA PRSTE, NAIZMJENIČNO LJEVA PA DESNA NOGA.
PONAVLJATI 20 sec
VENSKA PUMPA

U RASKORAKOM STAVU S RUKAMA IZNAD GLAVE IZVODE SE OTKLOM TRUPA U LIJEVU ILI DESNU STRANU.
ZADRŽATI 10-20 sec PA PROMIJENITI STRANU
ISTEZANJE BOČNIH MIŠIĆA TRUPA

STAVITE PRSTE NA RAMENA, PODIGNITE LAKTOVE U VISINU RAMENA. RADITE KRUGOVE PREMA UNATRAG, POČEVŠI OD MANJIH PREMA VEĆIM.
10 POKRETA/20
MOBILIZACIJA RAMENA

MALA PAUZA VELIKI UČINAK

Slika 9. Primjer plakata sa kratkim vježbama istezanja i zagrijavanja mišića (Izvor: www.svlfg.de)

6. ANALIZA I RASPRAVA

Prema rezultatima istraživanja i analizama (ČOMIĆ, 1997.) potvrđeno je da o dimenzijama stabla ovise vrsta i broj pokreta. Nije dokazan utjecaj ispitanika (radnika-sjekača) na broj i strukturu pokreta dijelova tijela pri učinkovitom radu. Dinamičnost rada iskazana brojem pokreta dijelova tijela u jedinici vremena smanjuje se s povećanjem dimenzija stabala, odnosno s porastom prosječnog obujma komada izrađenih sortimenata. Istodobni pokreti obje ruke, pokreti lijeve noge, pokreti desne noge, pokreti tijela u lijevu ili desnu stranu te pokreti desne ruke čine većinu svih pokreta (više od 70%). U osmosatnom radnom danu ili u približno 330 minuta učinkovitog rada sjekač načini najmanje oko 12 700 pokreta radeći u zrelih bukovim sastojanjima ili najviše oko 27 000 pokreta u sastojanjima starosti oko 40 godina. Rad u pretklonu traje od 28 do 36 % učinkovitog vremena. Položaj tijela pri radu mijenjao se, ovisno o dimenziji stabla od 3 do 4.5 puta u minuti rada. Prosječni interval rada u pretklonu imao je 4 do 18 stotinki minute, a za približno uspravni položaj taj raspon se kretao od 13 do 36 stotinki minute. Prema istraživanjima(Promišljanje šumskih radnika o vlastitoj profesiji, (VONDRA, 18) na pitanje osjećaju li radnici sjekača tijekom rada ili nakon rada, stalno ili povremeno tjelesne tegobe, 53 % potvrdno je odgovorilo. Prilikom obrade podataka ustanovljeno je da je tegobe navelo još 10 % ispitanika koji su na izlučno pitanje odgovorili negativno. Kod 1.000 radnika šumskog poduzeća prosječno godišnje nastaje 114 povreda na radu. Najčešće se povređuje šumski radnik- sjekač ili njegov pomoćnik (225 povreda na radu/ 1000 radnika). Povrede na radu kod radnika u šumarskoj proizvodnji češće su , u odnosu na ekonomiju za oko 1.5 puta, a u odnosu na cjelokupnu djelatnost (ekonomija+društvena djelatnost) za oko 1.7 puta. Mogući simptomi vibracijske bolesti kod radnika motornom pilom su: bijeli prsti bez osjećaja na dodir, atrofija kostiju zglobova ruke, gubitak oštine vida, povećan krvni tlak i puls. Kod obučanih educiranih radnika najčešće povrede su izljev krvi u zglob, modrice, nagnječenja i druge kontuzije sa nepovrijeđenom površinom kože, oderotine, ogrebotine, posjekotine , rane nastale uslijed nagnječenja, rane na glavi, prijelomi, iščašćenja, uganuća, nategnuća zglobova i okolnih mišića, promrzline, toplinski udar, udar groma, povrede gubitkom ili smanjenjem sluha, udisanje otrovnih plinova, prodor stranog tijela u oko, uho ili usta, kronične bolesti zglobova uslijed stalnog pritiska ili potresa, paraliza živaca uslijed prenaprezanja i dugotrajnih

kompulzivnih nefizioloških položaja tijela, traume te oštećenja mensikusa koljena usred neprestanog opterećenja i nefiziološkog položaja tijela. Radnici su mogli zaokružiti jednu ili više tjelesnih tegoba označenih slovima A do D ili dopisati svoje posebne tegobe. Ponuđene tegobe opisane su sljedećim simptomima:

A- nakon posla ili na poslu imam bol u križima

B-trnu mi podlaktice i šake

C-osjećam bol u zglobovima ruku i ramenima

D-osjećam se psihički i fizički ispijeno

Grupe ispitanika						Starosni razredi ispitanika, godina					
Sjekači		Traktoristi		Kopčaći		Do 25		25-40		Iznad 40	
Tegobe	%	Tegobe	%	Tegobe	%	Tegobe	%	Tegobe	%	Tegobe	%
NEMA	31,51	NEMA	36,75	NEMA	47,54	NEMA	81,82	NEMA	45,51	ABCD	31,54
ABCD	22,60	ABCD	17,95	ABCD	19,67	A	9,09	ABCD	13,48	NEMA	20,77
ABC	8,22	A	14,53	ABC	4,92	D	9,09	A	6,74	A	10,00
C	7,53	ACD	10,26	AC	4,92	AB	00,00	C	6,18	ABC	7,69
A	5,48	AC	4,27	ACD	4,92	ABC	00,00	AC	4,49	ACD	6,92
AC	5,48	ABD	3,42	D	4,92	ABCD	00,00	ACD	4,49	AC	6,15
OSTALO	19,18	OSTALO	12,82	OSTALO	13,11	OSTALO	00,00	OSTALO	19,10	OSTALO	16,92
ZAJEDNO	100,00	ZAJEDNO	100,00	ZAJEDNO	100,00	ZAJEDNO	100,00	ZAJEDNO	100,00	ZAJEDNO	100,00

Tablica 2. Pregled tjelesnih tegoba ispitanika

7. ZAKLJUČAK

U Hrvatskoj šumarstvo je još uvijek jedna od najopasnijih gospodarskih djelatnosti. Trendovi broja ozljeda na radu, učestalost pojave profesionalnih bolesti te preranog odlaska u mirovinu šumarskih radnika ne pokazuju značajnija poboljšanja. Unatoč tomu, postoje jasni dokazi da su siguran rad i skrb za zdravlje šumarskih radnika potrebni i mogući te da sigurnost na radu odavno nije isključivo etički imperativ, već ima i značajnu financijsku dimenziju. Važno je da s vlade, tvrtke, poslodavci, osiguravajuća društva i radničke organizacije spremni na djelovanje u tom smjeru. Sigurno je da bi objedinjeni naponi značajno pridonijeli uštedama na troškovima i naknadama za nesreće te stvorili dodatne koristi kroz poboljšanja u proizvodnosti i kvaliteti rada. Svrha i cilj zaštite na radu na poslovima sječe i izrade drveta motornom pilom jest sprečavanje ozljeda na radu, profesionalnih bolesti i drugih bolesti. Temeljem članka 3. Pravilnika o radnim mjestima s posebnim uvjetima rada (NN 5/84) poslove s posebnim uvjetima rada šumskog radnika sjekača mogu obavljati samo oni radnici koji, osim općih uvjeta ispunjavaju i posebne uvjete. Moraju biti stariji od 18 godina, stručno osposobljeni i osposobljeni za rad na siguran način sukladno Programu osposobljavanja Pravilnika o zaštiti na radu za Hrvatske šume d.o.o., zdravstveno i psihički sposobni. Osim toga, prilikom rada moraju koristiti propisana zaštitna sredstva. Povećana opasnost za život i zdravlje radnika sjekača vezana je uz rad s motornom pilom, klimatski nepovoljne uvjete i nefiziološke uvjete rada. Osim opasnosti uzrokovanih sredstvima za rad; motorne pile, šumske radnike ugrožava i predmet rada, stabla koja ruše i izrađuju.

8. LITERATURA

1. ČOMIĆ, R. (1997): Ergonomija u šumarstvu
2. ČOMIĆ, R. (1997): Povrede na radu i profesionalna oboljenja šumarskih radnika
3. <http://bib.irb.hr/prikazi-rad?lang=en&rad=25834> (4.11.2014.)
4. <http://casopis.hrsume.hr/pdf/189.pdf> (4.11.2014.)
5. <http://hr.wikipedia.org/wiki/%C5%A0umarstvo> (10.09.2014.)
6. <http://hr.wikipedia.org/wiki/Ergonomija>(17.10.2014.)
7. http://hr.wikipedia.org/wiki/Motorna_pila(10.09.2014.)
8. <http://hrast.sumfak.hr/~nms/v33/01spac.pdf> (17.10.2014)
9. <http://hsdbjelovar.hrsume.hr/index.php/hr/ume/opcenito/povijestsum?showall=1> (17.10.2014)
10. http://www.gospodarski.hr/Publication/2012/22/rad-s-motornom-pilom-i-odavanje/7728#.U6BHzJR_tqA (11.09.2014.)
11. KEROS-ANDREIS-GAMULIN (2000): Anatomija i Fiziologija, Školska knjiga d.d
12. LIPOGLAVŠEK M., F.J. STAUDT (2005): Najnovija dostignuća ergonomije u šumarstvu(147-150). Mehanizacija šumarstva. 2001-2004., posebno izdanje časopisa Nova meh. Šumar., godište 26, broj 1.
13. MARTINIĆ, I., V. VONDRA, M. SPORČIĆ (2006): Jesu li kvaliteta i sigurnost šumskog rada zaboravljene dimenzije šumarskog inženjerstva? Glas. šum. pokuse, pos. izd. 5, 691-701, Zagreb,.
14. MIJOVIĆ, B. (2006): Uvod u ergonomiju, Veleučilište u Karlovcu, Karlovac
15. POPE-GAJIĆ, O. (2007): Liječenje pokretom, Školska knjiga d. d.
16. PRERADOVIĆ, S. et. Al. : Pokreti dijelova tijela pri učinkovitom radu sjekača (3-18). Mehanizacija šumarstva 22 (1997) 1.
17. RANOGAJEC, B., M. GAŠPAR (1996): Pravila za sigurnost pri sječi i izradi drva, Hrvatske šume, d.o.o. Zagreb, Zagreb.
18. RUDOLPH, S. (2013): Fit im Forst, DRUCKtuell
19. TOMANIĆ, S., V. VONDRA, M. MAJAČIĆ, I. MARTINIĆ (1990): Naprezanje radnika pri šumskim radovima. Radovi, Vol. 25, Br. 1.: 9-30, Zagreb,.

20. VONDRA V. et. al. (1997): Položaj tijela pri učinkovitem radu sjekača
Mehanizacija Šumarstva 22 4(189-198 str.)..