

# Može li se na temelju »Pravilnika o zaštiti na radu pri ručnom prenošenju tereta« ocijeniti opterećenje radnika kopčaća?

Zdravko Pandur, Marijan Šušnjar, Hrvoje Gužvinac, Danko Horvat

## Nacrtak – Abstract

U ovom su radu prikazana istraživanja kojima je cilj bila ocjena opterećenja radnika kopčaća koji izvlači čelično uže šumskoga vitla, na temelju izmjerenih ručnih sila i definiranja zakonitosti njihova ostvaraja, prema mjerilima sadržanima u Pravilniku o zaštiti na radu pri ručnom prenošenju tereta (NN, 42/05).

Na osnovi provedenih istraživanja zakonitosti ostvaraja sile za ručno izvlačenje čeličnoga užeta šumskoga vitla Hittner 2 x 35, montiranoga na skider Ecotrac 55 V u šumskoj sastojini na 5 različitih nagiba ( $-19^\circ$ ,  $-10^\circ$ ,  $0^\circ$ ,  $10^\circ$ ,  $19^\circ$ ), mjerenja brzine kretanja radnika kopčaća, izračuna ostvarene snage za taj rad, te primjenom jednadžbe predložene Pravilnikom, kojom je obuhvaćeno 6 faktora kojima se definiraju čimbenici koje treba uzeti u obzir pri ocjeni rizika za sigurnost i zdravlje radnika pri ručnom prenošenju tereta, rad radnika kopčaća ocijenjen je kao rad s velikim opterećenjem. Na tu ocjenu nemaju bitan utjecaj činjenice da se ručna sila izvlačenja užeta povećava duljinom izvlačenja te da je pri kretanju uzbrdo ona mnogo veća nego pri spuštanju nizbrdo.

U istraživanju je zapaženo znatno veće ostvarenje snage (utrošak energije) tijekom izvlačenja užeta uzbrdo u odnosu na kretanje po ravnome, a pogotovo u odnosu na spuštanje nizbrdicom.

Na temelju iznesenoga može se zaključiti da su odrednice Pravilnika za ocjenjivanje opterećenja radnika kopčaća tijekom izvlačenja užeta pogodne, pogotovo ako se ono radi samo zato da bi se utvrdilo postoji li opasnost da se oštete leđa. Ako se želi uzeti u obzir i fizičko opterećenje temeljem energijske potrošnje, koja je velika pri izvlačenju užeta uzbrdo, tada treba dopuniti Pravilnik. Kako bi se to obuhvatilo, kao i kretanje po sječini ili šumskoj sastojini u kojoj postoje izrazite prepreke, neravnine uz veliku opasnost od zapinjanja i klizanja, najjednostavnija je dopuna tablice faktora stanja radnoga mjesta.

Ključne riječi: zaštita na radu, ručno prenošenje tereta, kopčać

## 1. Uvod – Introduction

Ergonomska istraživanja koja se provode na Šumarskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu osnovica su ostvarenja razvoja sredstava za rad i proizvodnih metoda u šumarstvu. Pri istraživanju fizičkoga opterećenja radnika procjenjuje se koliko je opterećenje na pojedinom poslu uz primjenu postojećih radnih

postupaka i sredstava za rad. Kako navodi Martinić (1994), spoznaja o ukupnom fizičkom opterećenju radnih aktivnosti koristi unapređenju postojećih i razvoju novih tehnologija, metoda i tehnika rada. Isti je autor u svom istraživanju procjenjivao fizičko opterećenje radnika kopčaća na osnovi prosječnoga pulsa tijekom dnevnoga rada i pripadajuće, posredno izračunate energijske potrošnje. Na osnovi izmje-

renoga prosječnoga pulsa tijekom dnevnoga rada opterećenje kopčasa svrstava u razred srednjega opterećenja (prema Ronayevoj razredbi iz 1975), dok na osnovi energijske potrošnje u normalnom 8-satnom radnom vremenu rad kopčasa svrstava u razred najtežega rada (prema razredbi Kaminskoga iz 1971). Prema navedenom istraživanju kopčasa je u odnosu na ostale radnike, koji sudjeluju na privlačenju drva (traktorist, rukovatelj vitlom), najviše opterećen. Kako se godišnje u poduzeću »Hrvatske šume« d.o.o. Zagreb (Beuk i dr. 2007) više od 70 % drva privuče šumskim vozilima opremljenih šumskim vitlima, istraživanje je opterećenja radnika kopčasa važan ergonomski zadatak.

Na zahtjev Službe zaštite na radu Direkcije poduzeća »Hrvatske šume« d.o.o. Zagreb i Uprave šuma Podružnice Koprivnica, a u okviru znanstvenoistraživačkih zadataka »Strojne metode uspostave šumskoga reda« (voditelj: prof. dr. sc. Dubravko Horvat) i »Okolišno prihvatljive šumarske tehnike« (voditelj: doc. dr. sc. Marijan Šušnjar) te prema planu istraživanja znanstvenoistraživačkoga projekta MZOŠ-a Republike Hrvatske »Ekološko, energijsko i ergonomsko vrednovanje šumskih strojeva i opreme« (voditelj: prof. dr. sc. Dubravko Horvat), obavljeno je mjerenje ručnih sila potrebnih za izvlačenje čelične užadi šumskih vitala. Istraživanje je provedeno na vitlima ugrađenim na svim vrstama vozila za privlačenje u UŠP Koprivnica – skiderima Ecotrac 55 V, Ecotrac 72 V i Ecotrac 120 V, LKT 81T te na brzo de/montažnim tzv. farmerskim vitlima na adaptiranim poljoprivrednim traktorima. U ovom će radu biti prikazani rezultati istraživanja samo za najbrojniji tip skidera u hrvatskom šumarstvu – proredni skider Ecotrac 55 V, s kojima je ostvaren prosječni obujam privučenoga drva u razdoblju 2002–2006. od 231 471 m<sup>3</sup> godišnje (Beuk i dr. 2007).

## 2. Problematika i cilj istraživanja *Problem and scope of research*

Cilj je ovih istraživanja bila ocjena opterećenja radnika kopčasa koji izvlači čelično uže šumskoga vitla na temelju izmjerenih ručnih sila i definiranja zakonitosti njihova ostvaraja, a prema mjerilima sadržanim u *Pravilniku o zaštiti na radu pri ručnom prenošenju tereta* (NN, 42/05). U tom se *Pravilniku* u članku 2. navodi da »ručno prenošenje tereta znači svaki fizički rad koji uključuje dizanje, prenošenje, spuštanje, guranje, vučenje ili nošenje tereta ljudskom snagom«. Time je obuhvaćen rad kopčasa pri izvlačenju čeličnoga užeta. *Pravilnikom* su (članak 9) predviđeni ovi čimbenici važni za ocjenjivanje rizika sigurnosti, ugrozu zdravlja te posebice za oštećenje leđa:

### 1. Značajke tereta:

- ⇒ njegova težina, oblik i dimenzije
- ⇒ položaj hvatišta
- ⇒ položaj težišta
- ⇒ mogućnost nehotičnoga i nepredviđenoga pomicanja.

### 2. Opterećenja radnika:

- ⇒ potrebno držanje ili pomicanje (gibanje) tijela, posebice zakretanje trupa u predjelu kralježnice te držanje tijela u pretklonu
- ⇒ udaljenost tereta od tijela radnika
- ⇒ vodoravna i/ili okomita udaljenost na koju je potrebno prenijeti teret
- ⇒ intenzitet, učestalost i trajanje potrebne tjelesne sile
- ⇒ uporaba odgovarajuće osobne zaštitne opreme
- ⇒ nametnuti ritam rada, na koji radnik ne može utjecati
- ⇒ raspoloživo vrijeme za odmor i mirovanje.

### 3. Značajke radnoga okoliša:

- ⇒ prostor koji je na raspolaganju radniku, posebice u vertikalnom smjeru
- ⇒ visinska razlika između pojedinih razina hoda, prihvaćanja i odlaganja tereta, te temperatura, vlažnost i brzina strujanja zraka u prostoru
- ⇒ osvjetljenost radnoga mjesta
- ⇒ vrsta površine po kojoj se prenosi teret
- ⇒ svojstva radne odjeće i obuće.

Na te čimbenike u biti nema puno zamjerki, ali ipak ostaje otvoreno pitanje kako su oni obuhvaćeni u postupku izračunavanja stupnja opterećenosti kako navodi članak 10. *Pravilnika*, a prema njegovu Prilogu II. U Prilogu I *Pravilnika* (tablica 1) navedena je najveća dopuštena masa koja se može prenositi (vući) s obzirom na spol i dob radnika, i to u »primjerenim« radnim uvjetima, kao što su ergonomske po-

**Tablica 1.** Najveća dopuštena nošena (vučena) masa (kg) glede spola i dobi

**Table 1** Maximum permissible carrying (pulling) mass (kg) according to age and sex

Dob, godine - Age, years	Muškarci - Males	Žene - Females
15-19	35	13
19-45	50	15
>45	45	13
Trudnice - Pregnant woman	-	5

voljan položaj tijela, zadovoljavajuće značajke prostora po kojem se radnik kreće (npr. ravno tlo koje nije sklisko), primjereno hvatište tereta. Zanimljivo je da je u tom prilogu navedeno da radnik dnevno smije prenijeti masu do 1000 kg, što je u nesuglasju s člankom 8. *Pravilnika*. To pak lijepo rješava članak 11, u kojem se navodi da se može prenositi i veći tereti od onih navedenih u Prilogu I, ako postoje specifični zahtjevi.

Prilog II *Pravilnika* opisuje metodu ocjenjivanja ukupnoga opterećenja (UO) zdravih radnika prema jednadžbi:

$$UO = T_1 (T_2 + T_3 + T_4 + T_5 + T_6) \quad (1)$$

gdje su:

- $T_1$  – faktor vremenskoga opterećenja radnika
- $T_2$  – faktor težine tereta za prijam s obje ruke
- $T_3$  – faktor položaja tijela i tereta tijekom prenošenja
- $T_4$  – faktor stanja radnoga mjesta
- $T_5$  – faktor radnoga iskustva
- $T_6$  – faktor temperature radnoga okoliša.

Vrijednosti tih faktora mogu se, za različite uvjete, očitati u pripadajućim tablicama. Za rad kopčaća vrijednosti se faktora mogu relativno dobro procijeniti osim za faktor  $T_2$ , tj. faktor težine tereta. Razlog leži u tome što se teret (težina čeličnoga užeta) povećava kako se radnik udaljava od vozila. Istraživanja potrebnih sila za izvlačenje užeta na ravnoj, tvrdoj podlozi (Horvat i Sever 1983, Horvat 1983, Horvat i dr. 1999, Golja i Horvat 2002, Horvat i dr. 2004) potvrdila su tu očekivanu činjenicu. Upravo su zakonitosti ostvaraja sila potrebnih za izvlačenje užeta, i to na šumskom tlu različitih nagiba, te temeljem njih iskaz faktora tereta cilj ovih istraživanja.

### 3. Objekt, mjesto i metode istraživanja – *Object, place and methods of research*

Kao što je u uvodu rečeno, za objekt je izabran najbrojniji tip skidera koji se rabi u hrvatskom šumarstvu – proredni skider Ecotrac 55 V (slika 1) opremljen šumskim vitlom Hittner 2 x 35. Njegove temeljne tehničke značajke koje ga čine okolišno pogodnim za prorede opisuju Horvat i Sever (1995) te Sever i Horvat (1997). Usporedba vučnih i morfoloških svojstava toga skidera u odnosu na adaptirane poljoprivredne traktore s vitlom pokazala je njegovu izrazitu prednost (Horvat 1996). Osim tehničkih značajki dugogodišnja je evolucija toga skidera rezultirala i njegovim povoljnim ergonomskim značajkama (Horvat i dr. 2002, Horvat i dr. 2004). Povoljno djelovanje na tlo i raspodjelu opterećenja kotača skidera Ecotrac 55 V opisao je Tomašić (2007). Svaka-



**Slika 1.** Skider Ecotrac 55 V

**Fig. 1** Skidder Ecotrac 55 V

ko da je proizvodnja prorednoga skidera u Hrvatskoj pridonijela velikomu broju znanstvenih i razvojnih istraživanja obavljenih na Šumarskom fakultetu u Zagrebu. Treba napomenuti da je za zaštitu na radu važan certifikat za kabinu (FOPS i ROPS) te usuglašavanje konstrukcijskih tehničkih značajki skidera sa sigurnosnim i tehničkim značajkama normi ISO (Horvat i Šušnjar 2003).

Vitlo Hittner 2 x 35 ugrađeno na skider Ecotrac 55 V dvobubanjско je, nazivne vučne sile od 35 kN. Pogon je vitla mehanički. Vitlo je opremljeno čeličnim vučnim užetom promjera 10 mm i duljine 40 m po bubnju. Spojka je vitla frikcijska s jednom konusnom lamelom, a kočnica je vitla pojasna. Spojkom i kočnicom upravlja se elektrohidraulički preko elektrohidrauličkih ventila, razvodnika i hidrauličkih cilindra. Bubanj vitla u zakočenom položaju drže opruge. Uže je sigurnosno učvršćeno na bubanj i vođeno preko jednoga vodoravnoga i dvaju uspravnih valjaka. Vitlo montirano na taj skider također je razvijano i stalno unapređivano tako da je danas i ono usuglašeno s tehničkim i sigurnosnim zahtjevima normi ISO (Goglia i Horvat 2002). Ono je opremljeno čeličnim užetom izvedbe 6 x 36 s čeličnom jezgrom (Warrington – Seale – Machart), vlačne čvrstoće 1770 N/mm<sup>2</sup>. Duljinska je masa užeta 0,418 kg/m, izračunata prekidna sila 80,4 kN, dok je minimalna prekidna sila 63 kN.

Sila izvlačenja užeta mjerena je na terenu na području UŠP Koprivnica, Šumarije Sokolovac, u sastojnim uvjetima na pet različitih nagiba terena: –10°, –19°, 0°, +10° i +19°, s duljinom izvlačenja užeta do 42,5 m.





**Slika 2.** Mjerenje sile izvlačenja užeta  
**Fig. 2** Measuring of cable pulling force

Sila potrebna za izvlačenje užeta važan je ergonomski i tehnološki parametar jer preko zamora i opterećenja radnika koji izvlači uže djeluje i na učinak. Ona je važna tehničko-eksploatacijska značajka koja ovisi o izvedbi užeta, koeficijentu trenja između užeta i podloge, duljini užeta, trenju u ležajevima bubnja vitla i nagibu po kojem se kreće kopčać.

Put je na terenu obilježen markerima postavljenim na međusobnu udaljenost od 5 m te se s dodatnim (ergo)dinamometrom bilježio prolazak radnika kopčaća pored svake oznake. Iznos je puta bitan za kasnije računanje brzine te na temelju brzine uložene snaga izvlačenja užeta.

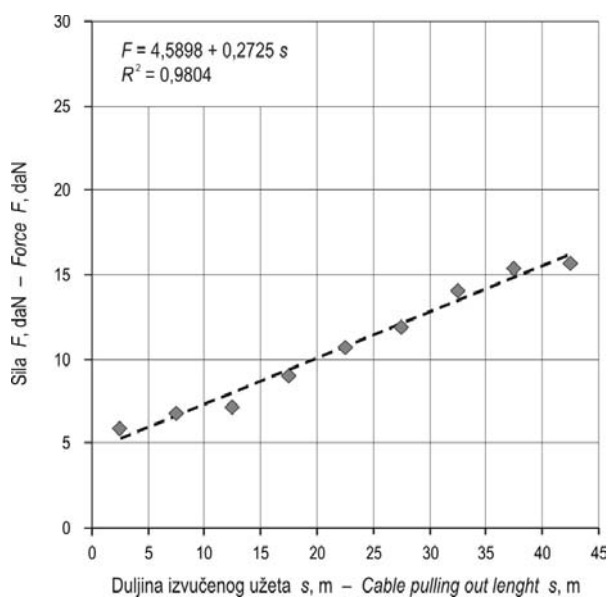
Sve sile u istraživanju (slika 2) mjerene su tenzometrijskom metodom s vlačno-tlačnim dinamometrom HBM 20 kN i pripadajućom opremom koja se sastoji od mjernoga pojačala HBM Spider 8 i terenskoga računala. Podaci su mjerenja bilježeni računalnim programom Catman 4.0 (Hottinger Baldwin Messtechnik GmbH). Daljnja matematičko-statistička obrada podataka provedena je pomoću računalnoga programa Microsoft Excel.

#### 4. Rezultati istraživanja – Research results

Prema postavljenim je ciljevima utvrđivana zakonitost povećanja sile izvlačenja užeta na šumskom tlu različitih nagiba ( $10^\circ$ ,  $-19^\circ$ ,  $0^\circ$ ,  $+10^\circ$  i  $+19^\circ$ ) te ocjena opterećenja radnika prema faktorima iz Priloga II *Pravilnika*, a prvo su iskazani rezultati samo za jedan nagib.

#### 4.1 Mjerenje sile izvlačenja užeta – Measuring of cable pulling force

Mjerenjem dobivene vrijednosti sile izvlačenja užeta, u ovisnosti o udaljenosti izvlačenja, za svaki su pojedini nagib i bubanj vitla unesene u posebne dijagrame te su izjednačene regresijskom analizom kako to pokazuje dijagram na slici 3. Osim dobre korelacijske veze zapaža se povećanje ručne sile od 5 daN na početku do 15 daN na kraju (40 m) izvlačenja užeta. To utrostručenje sile koja se ostvaruje jednom rukom(!) (vidi sliku 2) značilo bi da se faktor težine tereta kreće od  $T_2 = 2$  na početku do  $T_2 = 4$  na kraju izvlačenja. Nažalost, kako tablica vrijednosti za taj faktor nema vrijednost 3, znači da je u ovom slučaju, za udaljenost privitlavanja do 20 m, faktor težine tereta 2, a za dulje izvlačenje užeta 4. Treba istaknuti da bi žene mogle izvlačiti užu u tim uvjetima samo do 7,5 metara od skidera.



**Slika 3.** Rezultati mjerenja sile izvlačenja užeta na nagibu od  $10^\circ$  za desni bubanj vitla

**Fig. 3** Results of measuring pulling cable force for the right winch drum on a  $10^\circ$  slope

#### 4.2 Ocjena ukupnoga opterećenja radnika Estimation of total chocker-man load

Ocjena je ukupnoga opterećenja kopčaća napravljena na temelju tablica u Prilogu II *Pravilnika* i jednadžbe (1). Faktor vremenskoga opterećenja radnika definira tablica u 5 koraka za kratkotrajno i dugotrajno prenošenje, gdje je za procjenu kopčaća jednostavnije tražiti vrijednost faktora preko ukupnoga vremena vuče užeta u radnom danu (dugotrajno opterećenje) nego preko broja izvlačenja užeta (krat-

kotrajno opterećenje). Tim bi se putem za izvlačenje užeta od 1 do 3 sata dnevno dobio faktor  $T_1 = 4$ .

Tablica faktora položaja tijela ( $T_3$ ) nudi stupnjevanje težine u 4 koraka, od kojih rad kopčaća najbolje opisuje 3. stupanj (tijelo u dubokom pretklonu ili jako nagnuto prema naprijed; manji pretklon, istoodobno gornji dio tijela malo zakrenut, teret daleko od tijela ili u visini ramena, sjedeći ili stojeći položaj) s faktorom  $T_3 = 4$ .

Faktor stanja radnoga mjesta gradiran je u tri stupnja, a radu radnika kopčaća najviše odgovara srednji stupanj s faktorom  $T_4 = 1$  zbog neergonomskih uvjeta te neravnoga, nagnutoga ili skliskoga terena.

Faktor radnoga iskustva stupnjevan je samo u dva koraka i iznosi  $T_5 = 0$  za radno iskustvo veće od 12 mjeseci.

Faktor temperature u radnom okolišu pruža jako velik raspon od  $T_6 = 10$  za temperature ispod  $-10\text{ }^\circ\text{C}$  i iznad  $30\text{ }^\circ\text{C}$ , a za prosječne je uvjete  $T_6 = 0$ , za temperature od  $-1$  do  $21\text{ }^\circ\text{C}$ . U tom je ocjenjivanju primijenjen faktor prosječnih uvjeta.

Na osnovi tako odabranih faktora ukupno bi opterećenje radnika kopčaća iznosilo:

⇒ za izvlačenje užeta do 20 metara:

$$\text{UO} = T_1 (T_2 + T_3 + T_4 + T_5 + T_6) = 4 (2 + 4 + 1 + 0 + 0) = 28$$

⇒ za izvlačenje užeta preko 20 m:

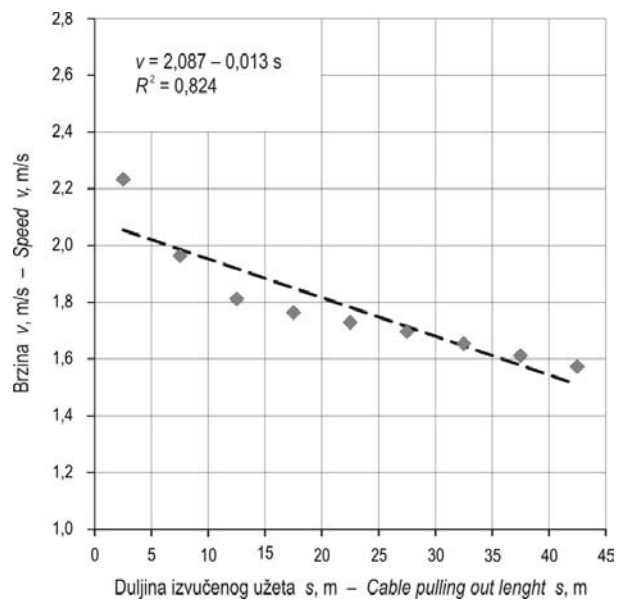
$$\text{UO} = T_1 (T_2 + T_3 + T_4 + T_5 + T_6) = 4 (4 + 4 + 1 + 0 + 0) = 36.$$

Tako dobivenu vrijednost ukupnoga opterećenja treba usporediti s preporukom *Pravilnika* da bi se donijela konačna ocjena. Za opterećenje između 26 i 50 *Pravilnik* navodi da je to »**veliko opterećenje** – mogućnost prekomjernog opterećenja kod zdravih radnika. Potrebno je istražiti mogućnosti za smanjivanje opterećenja zbog ručnog prenošenja tereta«.

Kako se ukupno opterećenje preko 50 smatra da je »**vrlo veliko opterećenje** – velika mogućnost nastanka zdravstvenih oštećenja zbog ručnog prenošenja tereta. Nužna je uporaba odgovarajuće opreme ili drugih metoda rada za smanjivanje«, treba naglasiti da prethodni izračun – veliko opterećenje radnika, uz činjenicu da se vrijednost faktora temperature izvan područja od  $-1$  do  $21\text{ }^\circ\text{C}$  jako povećava, vrijedi za rad od  $-14$  do  $26\text{ }^\circ\text{C}$  za izvlačenje užeta do 20 m te između  $-12$  do  $24\text{ }^\circ\text{C}$  za dulje izvlačenje.

### 4.3 Mjerenje brzine radnika – *Measuring of chocker-man speed*

Ogledni se prikaz mjerenja odvijao na nagibu od  $10^\circ$  pa je zanimljivo pogledati kako on djeluje na kretanje radnika, posebno na njegovu brzinu. Mjerenjem trenutaka prolaska pored, po 5 m udaljenih



**Slika 4.** Brzina kopčaća na nagibu od  $10^\circ$  za desni bubanj vitla  
**Fig. 4** Chocker-man speed on a  $10^\circ$  slope for the right winch drum

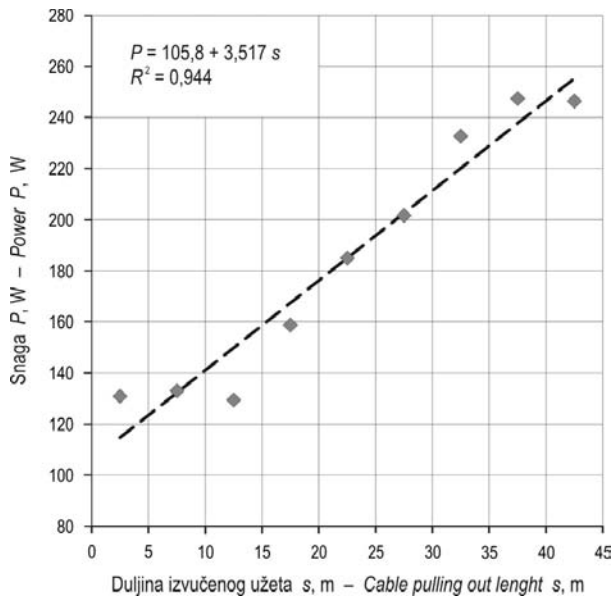
markacija koje su bilježene pokretanjem dopunskoga ergonomskega dijagrama, označen je prijedni put (duljina izvučenoga užeta), a uz računalno vrijeme izračunata je brzina kretanja kopčaća koju pokazuje slika 4. Uz zadovoljavajuću korelacijsku vezu zapaža se smanjivanje brzine kretanja (usporavanje) kopčaća s približno 2 m/s na početku do 1,6 m/s na kraju izvlačenja užeta.

### 4.4 Ostvarena snaga radnika – *Chocker-man output power*

Za procjenu zakonitosti ulaganja energije tijekom vuče užeta poslužit će izračun ostvarene energije (snage) čiju ovisnost o udaljenosti izvlačenja užeta pokazuje slika 5. Iz slike 5 se, uz dobru korelacijsku vezu, zapaža stalno povećanje izlazne snage (pa prema tome i uložene) koja se na kraju izvlačenja udvostručuje. Uz stalno povećanje sile, koja je na 40 m izvlačenja užeta tri puta veća od početne te uz 30 %-tni pad brzine kretanja, uložena se snaga ipak udvostručuje.

### 4.5 Utjecaj nagiba terena – *Influence of terrain slope*

U prethodnom je oglednom prikazu rezultata mjerenja namjerno izabrano izvlačenje užeta uz nagib od  $10^\circ$  tako da bi se mogao analizirati njegov utjecaj na opterećenje radnika. Nagib, istina, nema važnoga utjecaja na opterećenje leđa, što je temeljna odrednica *Pravilnika*, ali ima jako bitan utjecaj na otpore kretanju pa time i na energijsko opterećenje radnika. Pri



**Slika 5.** Ostvarena snaga radnika na nagibu od  $10^\circ$  za desni bubanj vitla  
**Fig. 5** Chocker-man output power on a  $10^\circ$  slope for the right winch drum

kretanju uzbrdo radnik mora, uz silu izvlačenja užeta, pomicati i svoju težinu uz nagib. Kako pokazuje slika 6, pri kretanju nizbrdo težina olakšava kretanje radnika.

Ako bi se ovim putem analiziralo opterećenja kopčaća mase 80 kg za kretanje uz nagib od  $10^\circ$ ,

ukupnu silu koju on svladava te ostvarenu snagu u ovisnosti o udaljenosti izvlačenja prikazuje slika 7. Ako se tijekom sila uspoređi s dijagramom na slici 3, započinje se znatno povećanje sile, tj. otpora kretanja kopčaća. Pri kretanju uzbrdo smanjuje se i povećanje otpora na kraju izvlačenja s trostrukoga (slika 3) na 50 %-tno (slika 7).

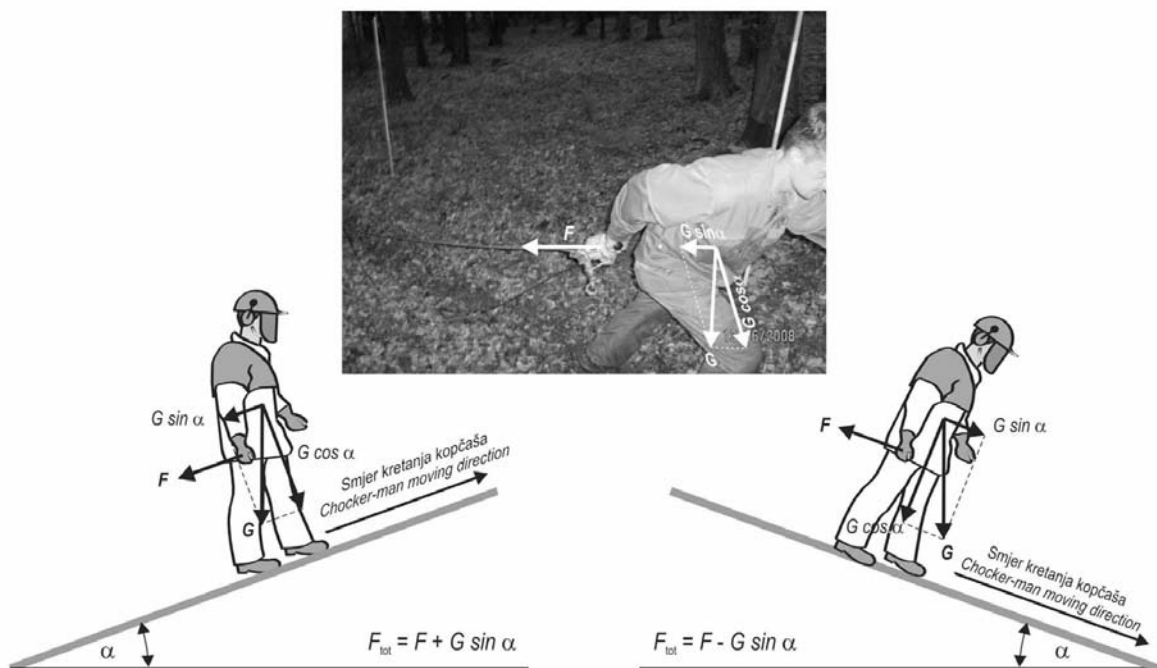
Pomoću vrijednosti ovoga ukupnoga otpora i brzine iz dijagrama njezine promjene sa slike 4 može se izračunati ostvarena snaga, dakle uloženi rad. Dijagram snage na slici 7 pokazuje neke bitne značajke:

- ⇒ ostvarena (uložena) ljudska snaga znatno je veća od snage potrebne za svladavanje samo otpora izvlačenja užeta
- ⇒ ostvarena se snaga tek neznatno povećava povećanjem duljine izvlačenja.

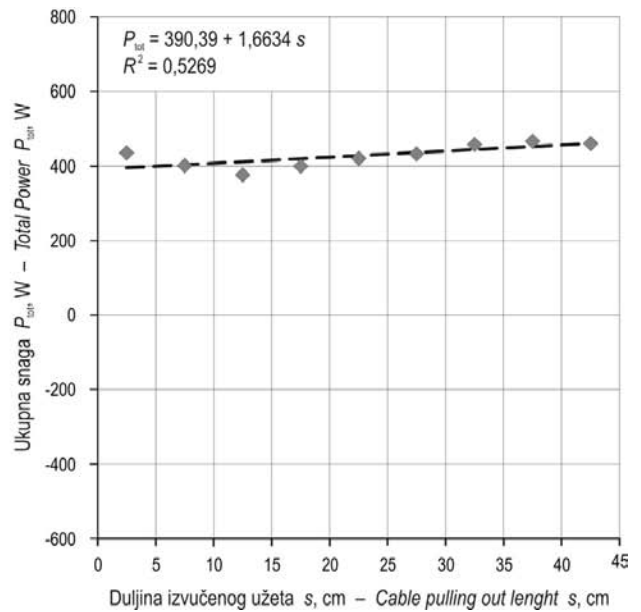
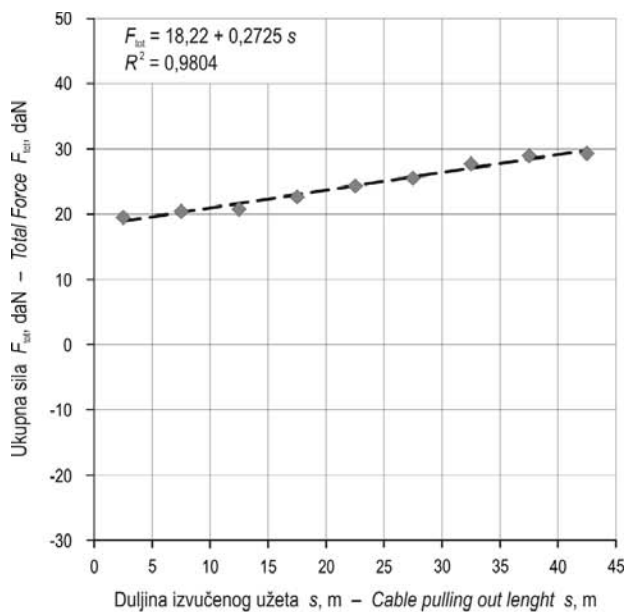
Takav tijek snage u ovisnosti o duljini izvlačenja užeta pokazuje da radnik nije povećavao uloženu snagu kako se činilo na temelju dijagrama 5, već da stalno ostvaruje snagu od približno 410 W tijekom cijeloga puta izvlačenja užeta.

## 5. Analiza ukupnih rezultata istraživanja – Analysis of total research results

Ukupnim su rezultatima istraživanja obuhvaćeni tijek sila izvlačenja užeta, brzina kretanja i ostvarenih snaga u ovisnosti o duljini izvlačenja za oba bub-



**Slika 6.** Sile koje djeluju na radnika u hodanju na nagibu  
**Fig. 6** Forces affecting chocker-man during walking on slope



**Slika 7.** Ukupna sila i ostvarena snaga u kretanju uzbrdo na nagibu od  $10^\circ$  za desni bubanj vitla

**Fig. 7** Total force and output power for walking uphill on a  $10^\circ$  slope for the right winch drum

nja vitla te u kretanju kopčaća na 5 nagiba. Rezultati su prikazani na slici 8.

Iz dijagrama na slici 8 zapaža se da:

⇒ za sile: 1) tijekom je sila podjednak za oba bubnja, 2) u kretanju uzbrdo ostvarene su veće sile nego pri kretanju nizbrdo, 3) povećanje sila na kraju u odnosu na početak izvlačenja užeta veće je pri kretanju uzbrdo, 4) ostvarene sile (osim u početku izvlačenja užeta nizbrdo za desni bubanj) odgovaraju najmanje vrijednosti faktora tereta  $T_2 = 2$ , kojim je i ocijenjeno opterećenje radnika u poglavlju 4.1.

⇒ za brzine: 1) tijekom je brzina podjednak za oba bubnja, 2) povećanjem udaljenosti izvlačenja užeta kretanje je kopčaća sporije, 3) u kretanju nizbrdo kopčać hoda brže nego uzbrdo, 4) kopčać se najbrže kreće nizbrdo na nagibu od  $-10^\circ$  (!), a najsporije na usponu od  $19^\circ$ .

⇒ za snage: 1) tijekom je snaga podjednak za oba bubnja, 2) za penjanje treba veća snaga nego za silaženje, 3) najviše je potrebno uložiti snage za izvlačenje užeta uzbrdo na nagibu od  $10^\circ$ , 4) najmanje se snage ulaže za izvlačenje užeta nizbrdo niz nagib od  $-19^\circ$ , 5) ostvarene su snage u rasponu od 100 W do 280 W.

Temeljem ovih rezultata može se reći da ocjena opterećenja radnika prema odrednicama *Pravilnika* kao **veliko opterećenje** (poglavlje 4.1) ostaje u svim uvjetima nagiba terena i za oba bubnja.

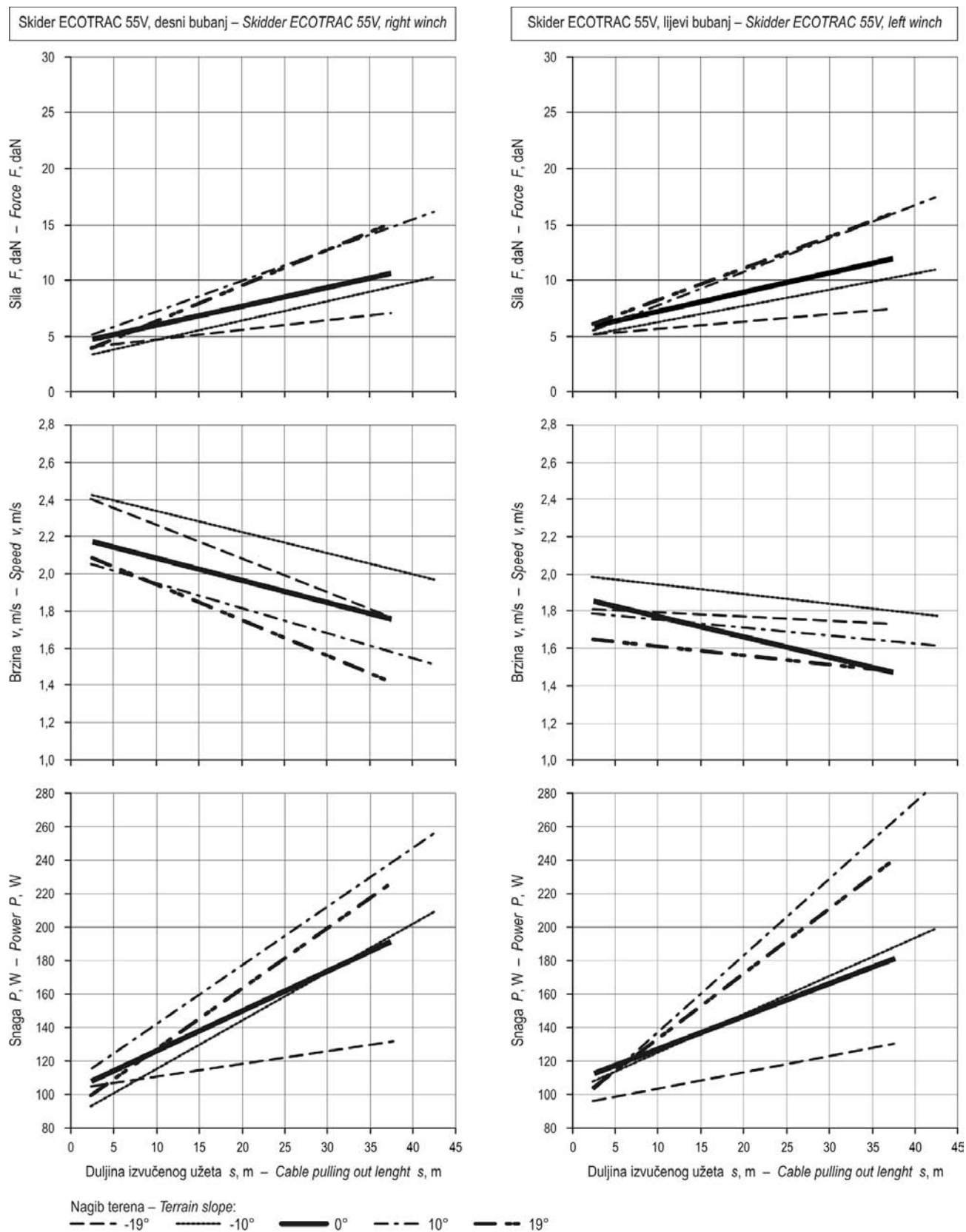
Ipak, ostaje zapažena bitna razlika u ostvarenim snagama (utrošenim energijama) za kretanje nizbr-

do i uzbrdo. Zbog toga je, kao u poglavlju 4.5, analiziran utjecaj nagiba terena, što je prikazano u dijagramima na slici 9.

Usporedba tih dijagrama s osnovnima na slici 8 pokazuje da su sile (otpori) kao i ostvarene snage pravilnije raspoređene u rasponu od kretanja nizbrdo na najvećem nagibu do kretanja uzbrdo na najstrmijem terenu. Negativne vrijednosti sila i snaga za spuštanje nizbrdo treba shvatiti uvjetno jer se pri tom kretanju treba ulagati sila (snaga) za kočenje. I to što se kopčać nizbrdo na manjoj strmini kretao brže nego na većoj, pokazuje da je morao ulagati znatan napor da ne krene prebrzo, što bi na skliskoj i neravnoj podlozi moglo biti opasno. Ako se usporede sile i snage između ravnoga i najstrmijega terena, zapaža se da za kretanje uzbrdo treba svladiti tri puta veće otpore i ulagati od 3 do 5 puta veću snagu.

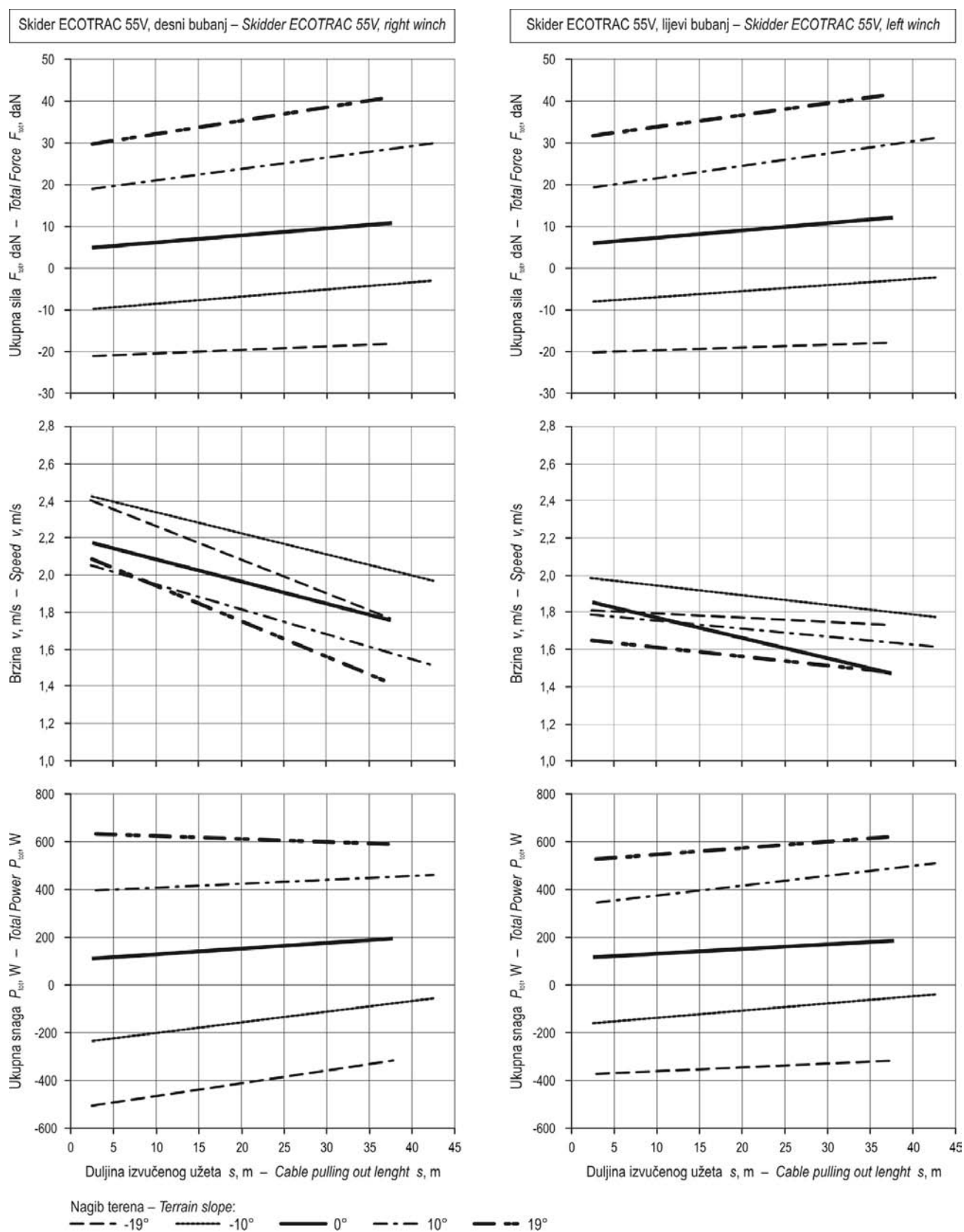
Metoda za ocjenjivanje opterećenja radnika predložena *Pravilnikom* ne uzima tu činjenicu u obzir (UO je jednako za oba ta slučaja) jer je i namjera *Pravilnika* da se preko ocjene ukupnoga opterećenja procijeni opasnost da se ozlijede leđa, koja su definirana kao »kralježnica sa svim mišićima, ligamentima, živcima i drugim djelovima tijela koji su opterećeni pri ručnome prenošenju tereta«. Postavlja se opravdano pitanje da li je, prema *Pravilniku*, dobra jednaka ocjena ukupnoga opterećenja za izvlačenje užeta po ravnome i uzbrdo, ako se ima na umu da je u penjanju radnik energijski višestruko opterećeniji. Već spomenuto Martinićevo (1994) istraživanje pokazalo je da se rad kopčaća prema energijskoj potrošnji svrstava u razred najtežega rada.





Slika 8. Ukupni rezultati istraživanja - regresijske krivulje  
 Fig. 8 Total research results - regression curves





Slika 9. Ukupni rezultati istraživanja s utjecajem kretanja na nagibu – regresijske krivulje  
 Fig. 9 Total research results with influence of walking on slope – regression curves

Najjednostavnije bi bilo dopuniti tablicu faktora stanja radnoga mjesta kako bi se obuhvatilo i kretanje uzbrdo te kretanje po sječini ili šumskoj sastojini u kojoj postoje izrazite prepreke, neravnine i velika opasnost od zapinjanja i klizanja.

## 6. Zaključci – Conclusions

Na temelju provedenih istraživanja zakonitosti ostvaraja sile za ručno izvlačenje čeličnoga užeta šumskoga vitla Hittner 2 x 35 montiranoga na skider Ecotrac 55 V u šumskoj sastojini na 5 različitih nagiba (-19°, -10°, 0°, 10°, 19°), mjerenja brzine kretanja radnika kopčša, izračuna ostvarene snage za taj rad, te prema odrednicama *Pravilnika o zaštiti na radu pri ručnom prenošenju tereta* ocijenjeno je ukupno opterećenje radnika kopčša. Ujedno je analizirana pogodnost metode ocjenjivanja predložene tim *Pravilnikom*.

Primjenom jednadžbe predložene *Pravilnikom*, kojom je obuhvaćeno 6 faktora kojima se definiraju čimbenici koje treba uzeti u obzir pri ocjeni rizika za sigurnost i zdravlje radnika pri ručnom prenošenju tereta, rad radnika kopčša ocijenjen je kao rad s velikim opterećenjem. Na tu ocjenu nemaju bitnoga utjecaja činjenice da se ručna sila izvlačenja užeta povećava duljinom izvlačenja te da je za kretanje uzbrdo mnogo veća od spuštanja nizbrdo.

U istraživanju je zapaženo mnogo veće ostvarenje snage (utrošak energije) tijekom izvlačenja užeta uzbrdo u odnosu na kretanje po ravnom i pogotovo u odnosu na spuštanje nizbrdicom.

Na temelju iznesenoga može se zaključiti da su odrednice *Pravilnika* za ocjenjivanje opterećenja radnika kopčša tijekom izvlačenja užeta pogodne, pogotovo ako se ono radi samo zato da bi se utvrdilo postoji li opasnost da se oštete leđa. Ako se želi uzeti u obzir i fizičko opterećenje temeljem energijske potrošnje, koja je velika pri izvlačenju užeta uzbrdo, tada treba dopuniti *Pravilnik*. Kako bi se to obuhvatilo, kao i kretanje po sječini ili šumskoj sastojini u kojoj postoje izrazite prepreke, neravnine uz veliku opasnost od zapinjanja i klizanja, najjednostavnije je dopuniti tablicu faktora stanja radnoga mjesta.

## 7. Literatura – References

Beuk, D., Ž. Tomašić, D. Horvat, 2007: Status and development of forest harvesting mechanisation in Croatian state forestry. *Croat. j. for. eng.*, 28(1): 63–82.

Goglia, V., D. Horvat, 2002: Izvješće o ispitivanju nekih tehničkih i ergonomskih značajki šumskog vitla MS 2 x 35 montiranog na proredni skider ECOTRAC MS 33V. Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 12 str.

Horvat, D., S. Sever, 1983: Prilog istraživanju metoda ispitivanja šumskih vitala na primjeru ispitivanja vitla RV–3 (RV 2 x 15), Rapid–Virovitica. Zbornik radova savjetovanja »Mehanizacija šumarstva u teoriji i praksi«, Opatija, str. 319–334.

Horvat, D., 1983: Jedan pristup problemu opremanja poljoprivrednog traktora šumskim vitlom. Zbornik radova savjetovanja »Mehanizacija šumarstva u teoriji i praksi«, Opatija, str. 149–165.

Horvat, D., S. Sever, 1995: Some Properties of the Skidders used in Mountain Forest Stand Thinning. Referat na XX. kongresu IUFRO-a, Tampere, Finska, str. 211–216.

Horvat, D., 1996: Tractive parameters of four skidders used for wood transportation in mountain forest thinning. ECE/FAO/ILO & IUFRO Seminar on environmentally sound forests roads and wood transportation, Sinaia, Romania, 377–381.

Horvat, D., 1999: Izvješće o istraživanju značajki traktora Steyr 8090a i Steyr 9078a opremljenih vitlima Tajfun EGV – 1 x 60 AHK, Tajfun EGV – 2 x 50 AHK i Tajfun EGV – 2 x 60 AHK. Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Požega – Zagreb, 29 str.

Horvat, D., V. Goglia, M. Šušnjar, 2002: Some technical and ergonomic characteristics of thinning skidder Ecotrac. International conference »Logistic of wood technical production in the carpathian mountains«, Zvolen, Slovakia, str. 80–93.

Horvat, D., M. Šušnjar, 2003: Temeljni sigurnosni i tehnički zahtjevi ISO normi za konstrukciju skidera, studija u okviru projekta »Razvoj, izrada i ispitivanje prototipa specijalnog šumskog vozila – skidera mase 7t«, programa TEST Ministarstva znanosti, obrazovanja i športa RH, 98 str.

Horvat, D., M. Šušnjar, V. Goglia, I. Đukić, 2004: Izvješće o ispitivanju nekih tehničkih i ergonomskih značajki prorednog skidera »Ecotrac 55V«. Sažetak, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 13 str.

Martinić, I., 1994: Ocjena fizičkog opterećenja radnika na privlačenju drva. *Meh. šumar.*, 19(3): 151–160.

Sever, S., D. Horvat, 1997: Choosing and Application of Forest Soft Machines. 7th European ISTVS Conference, 7–10. October, 1997, Ferrara, Italy, str. 549–556.

Tomašić, Ž., 2007: Raspodjela opterećenja kotača skidera pri privlačenju drva. *Nova meh. šumar.*, 28: 27–36.

\*Pravilnik o zaštiti na radu pri ručnom prenošenju tereta, NN, 42/05.

\*www.hittner.hr

---

Abstract

---

## Can a Choker-Man Load be Assessed Based on »Regulations on Protection at Work during Manual Load Transfer«?

*This paper presents the research whose aim was to assess the load of the so-called choker-man, who pulls out the steel cable of the forest winch, based on measuring manual forces and defining their output patterns, all in accordance with the criteria contained in the »Regulations on Protection at Work during Manual Load Transfer« (Official Gazette »NN« 42/05).*

*Based on investigations of force output pattern for manual pulling out of the steel cable of the forest winch Hittner 2 x 35 installed on the skidder Ecotrac 55 V in the forest stand with 5 different slopes (-19°, -10°, 0°, 10°, 19°), as well as on measurement of choker-man speed, calculation of output power used for this operation, and application of the equation proposed by the Regulations, which involves 6 factors for defining the criteria that have to be taken into account in assessing the workers' safety and health risks in manual load transfer, the choker-man work was estimated as work under heavy load. This estimate was not significantly affected by the fact that the manual force of pulling out the cable is increased with pulling length and that when moving uphill it is considerably higher than when moving downhill.*

*During the research, a considerably higher output power (energy consumption) was recorded when pulling the cable uphill than when moving on flat terrain, not to mention moving downhill.*

*Further to the above said, it may be concluded that the criteria of the Regulations are suitable for the assessment of choker-man load during pulling of the cable, especially if it is performed for the purpose of estimating the risk of damaging the worker's back. If physical load is to be taken into account based on energy consumption, which is high when the cable is pulled uphill, then the Regulations require some amendments. In order to cover this, as well as moving on the felling site or forest stand with serious obstacles, on uneven ground with high risk of getting stuck or slipping, the easiest way is to amend the Table showing Job Factors.*

*Keywords: protection at work, manual load transfer, choker-man*

---

Adresa autorâ – Authors' addresses:

Zdravko Pandur, dipl. ing. šum.  
e-pošta: pandur@sumfak.hr  
Doc. dr. sc. Marijan Šušnjar  
e-pošta: susnjar@sumfak.hr  
Zavod za šumarske tehnike i tehnologije  
Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu  
Svetošimunska 25  
HR-10 000 Zagreb

Hrvoje Gužvinec, dipl. ing. šum.  
e-pošta: hrvoje.guzvinec@hrsume.hr  
»Hrvatske šume« d.o.o. Zagreb  
Uprava šuma Podružnica Koprivnica  
Ivana Meštrovića 28  
HR-48000 Koprivnica

Danko Horvat, ing.  
e-pošta: danko.horvat@zg.t-com.hr  
»Hrvatske šume« d.o.o. Zagreb  
Uprava šuma Podružnica Zagreb  
Šumarija Velika Gorica  
Kneza Branimira 1  
HR-10 410 Velika Gorica