

## Prestavljanje velikih večbobskih žičnih žerjavov glede na trajanje spravila lesa ter značilnosti linij

### *Moving Large Multidrum Cable Cranes with regard to Yarding Duration and Line Characteristics*

Boštjan KOŠIR<sup>1</sup>, Jaka KLUN<sup>2</sup>

#### **Izvleček:**

Košir, B., Klun, J.: Prestavljanje velikih večbobskih žičnih žerjavov glede na trajanje spravila lesa ter značilnosti linij. *Gozdarski vestnik*, 72/2014, št. 1. V slovenščini z izvlečkom in povzetkom v angleščini, cit. lit. 25. Prevod Breda Misja, jezikovni pregled slovenskega besedila Marjetka Šivic.

Ukvarjamo se z razmerjem med trajanjem prestavljanja večbobskih žičnih žerjavov s stolpi in trajanjem spravila lesa z velikimi večbobskimi žičnimi žerjavi s stolpi. K prestavljanju žičnice smo šteli čase montaže, demontaže in premikov ter čase izvedbe manjših popravil, ki lahko nastanejo pri premikih. Raziskava je zajela 205 linij žičniškega spravila lesa z več žičnicami proizvajalca MM-Forsttechnik (A), znamke Syncrofalke – Sherpa U III, 3 t, na različnih tovarnjakih, od katerih so bile nekatere opremljene s procesorji Konrad Woody 60. Temeljni podatki so bili zbrani ob rutinskih evidencah delovnega časa žičničarjev gozdarskih družb. Gozdarske družbe vodijo evidence strojnega in delovnega časa z različno natančnostjo, zato smo več postopkov združili v čase montaže in demontaže ter čase spravila lesa. Analizirali smo vplivne dejavnike – koncentracija poseka, dolžina linije, smer spravila – na trajanje montaže in demontaže ter spravila. Vpliv dejavnikov je opisan analitično in skupno za kombinacije kategorij dolžine spravila lesa na liniji in trajanja prestavljanja za linijo. Koeficient med trajanjem montaže in demontaže ter spravilom lesa je analiziran v odvisnosti od dolžine linij ter koncentracije lesa na liniji žičnice. Prikazana je odvisnost skupnih stroškov spravila lesa od koeficienta prestavljanja.

**Ključne besede:** gozdne žičnice, spravilo lesa, montaža in demontaža, učinki spravila lesa, stroški spravila lesa

#### **Abstract:**

Košir, B., Klun, J.: Moving Large Multidrum Cable Cranes with regard to Yarding Duration and Line Characteristics. *Gozdarski vestnik (Professional Journal of Forestry)*, 72/2014, vol. 1. In Slovenian, abstract and summary in English, lit. quot. 25. Translated by Breda Misja, proofreading of the Slovenian text Marjetka Šivic.

We deal with the ratio of the duration of moving large multidrum cable cranes with towers to the duration of wood harvest by the use of large multidrum cable cranes with towers. Into the move we included duration of assembling, dismantling and move as well as duration of smaller repairs occurring during the move. The research encompassed 205 lines of cable yarding with several cable cranes type Syncrofalke with carriage – Sherpa U III 3 t produced by MM-Forsttechnik (A) on diverse trucks; some of them were equipped with Konrad Woody 60 processors. Basic data was gathered along with routine evidences of working hours of cable crane operators from forestry companies. Forestry companies keep records of machine and working hours with diverse accuracy, therefore we combined several procedures in assembly and dismantling duration and wood harvest duration. Factors – felling concentration, line length, yarding direction – affecting assembly and dismantling as well as harvest duration were analyzed. The impact of the factors is described analytically and jointly for combinations of categories of yarding line length and move duration for the line. Coefficient of assembly and dismantling duration and wood yarding is analyzed in dependence of line length and concentration of wood along the cable line. Shown are total costs of wood harvest depending on the coefficient of move.

**Key words:** forest cableways, wood harvest, assembly and dismantling, impacts of wood harvest, costs of wood harvest

## 1 UVOD IN OPREDELITEV PROBLEMA

### 1 INTRODUCTION AND DEFINITION OF THE PROBLEM

Normativi imajo številne naloge, med katerimi so nekatere vezane na minule dogodke, nekatere pa na dogodke v prihodnosti. Najbolj so izposta-

vljene vloge pri načrtovanju, izdelavi kalkulacij predvidenih stroškov in plačevanju opravljenega dela. Če naj bodo normativi uporabni za napovedovanje učinkov in stroškov, morajo vohodi v

<sup>1</sup> Izr. prof. dr. B. K., Turjak 34, 1311 Turjak

<sup>2</sup> J. K., univ. dipl. inž. gozd., Gozdarski inštitut Slovenije, Večna pot 2, 1000 Ljubljana

izračun temeljiti na dejavnikih, ki jih je mogoče dovolj zanesljivo napovedati za neko delo vnaprej. Če normativ služi pretežno za plačevanje delavcev ali manjših izvajalcev del, je potreba po upoštevanju posebnosti delovišča večja, če pa gre za izračun stroškov dela z nekim strojem in tehnologijo na širšem območju, se poveča potreba po univerzalnosti normativa. Normativi na ravni države naj bi bili bolj splošni, odražali naj bi stanje določene tehnologije in tipičnih delovnih razmer v določenem času. Izogibati bi se morali krajevnim in drugim posebnostim (Košir s sod., 1992), kar je pri žičniškem spravilu lesa zelo težavno. Več študij je pokazalo veliko prepletenost dejavnikov, ki vplivajo na spravilo z žičnicami (Košir s sod., 1988, Košir, 1990).

Normativi spravila lesa z gozdnimi žičnicami so bili izdelani na podlagi obsežnih terenskih meritev (Košir, 1990, Klun s sod., 2005) in so do leta 2009, ko je bila sprejeta sprememba normativov (Odredba o določitvi normativov za dela v gozdovih (Uradni list RS, št. 11/1999, 44/2009), določali čase spravila za gravitacijske sisteme pri klasičnih in večbobenskih žičnih žerjavih s stolpi ter čase prestavljanja, t. j. postavljanja in razstavljanja oz. montaže in demontaže. Tudi pri večbobenskih žičnih žerjavih s stolpi so do sredine devetdesetih let les spravljali pretežno le navzgor, čeprav so že v osemdesetih delali posamezni univerzalni večbobenski žični žerjavi (Košir, 1991a, 1991b). Temu so bili prilagojeni tudi osnovni temeljni normativi spravila lesa, ki so imeli pri večbobenskih žičnih žerjavih s stolpi za podlago obsežna snemanja (Košir, 1990, 1992a, 1992b). V devetdesetih letih so pri spravilu lesa klasični žerjavi skoraj izginiti iz uporabe, medtem ko so v tistem času večbobenski naredili velik napredek. Po letu 1995 so bili vsi nabavljeni večbobenski žerjavi s stolpi univerzalni, nekateri opremljeni tudi s procesorji, ki so v zadnjem obdobju skoraj že pravilo pri žičniškem spravilu (Košir, 2003b, 2004).

V času, ko so se na težkih terenih uveljavljali žični žerjavi, so večino ekonomskih težav zaradi dolgih montaž reševali z večjo koncentracijo sečnje (Košir, 1985b), kar je bilo izrazito praktično, vendar ekstenzivno razmišljanje. Proizvajalci žičnic in opreme so dosegli bistveni napredek pri skrajševanju časov montaže in demontaže

(Stampfer s sod., 2006). Med pomembne podrobnosti štejemo npr. več bobnov (tudi za montažne vrvi), sodoben stolp, pogosto vgradnjo žičnic na tovornjaku, univerzalnost (spravilo navzdol in navzgor), sodobno komunikacijsko tehnologijo, napredno upravljanje in daljinsko vodenje vozčkov ter vitlov, uporabo sintetičnih materialov pri vrveh ali trakovih za montažo ter boljše in lažje materiale, razvoj pomožne opreme, kot so škripci, spojke, zagozde, prižeme, verige itn. (Košir, 2004, Stampfer, 2004).

Časi montaže in demontaže pri večbobenskih žerjavih so že dolgo cilj raziskav in modeliranja (Samset, 1981, Košir, 1985b, Abegg s sod., 1986, Bischofberger s sod., 1989, Košir, 2003a). Koledarski čas žičnice za namene kalkuliranja stroškov in organizacije dela delimo na čas spravila lesa, čas montaže, demontaže, premikov ter splošnih časov. K slednjim štejemo občasna popravila in vzdrževanje ter trajanje vseh tistih občasnih dogodkov, ki so povezani z uporabo naprave in nastajajo v času premikov med linijami. Razmerje med časom montaže in demontaže ter časom spravila je bilo za Slovenijo v osemdesetih letih 1,43 (Papič, 1983), za Avstrijo in Švico za večbobenske žične žerjave od 1,43 do 1,66 ter za klasične žične žerjave od 1,67 do 2,0 (Schmidt, 1991). Za tri velike žične žerjave s stolpi (Syncrofalke) so na temelju strojnih evidenc naredili analizo (Medved s sod., 2005), s katero so ugotovili faktor montaže in demontaže 1,49. Struktura časa v tem faktorju je bila: spravilo 67 %, montaža 12 %, demontaža 6 %, zastoji 2 % in vzdrževanje in popravila 13 %. Pri posodabljanju normativov in tudi v študijah primerov drugod se je pokazalo, da normiranje montaže in demontaže zaradi težavne napovedljivosti posameznih dejavnikov ter številnih linij, ki jih opravi žičnica v enem letu, nima uporabnega pomena in je bolje razmišljati o koeficientu glede na čas spravila, s katerim bi normativ spravila korigirali tako, da bi vseboval tudi montažo in demontažo in nekatere druge čase. Tako je nastala potreba po zbiranju dejanskih podatkov o značilnostih linij in časih spravila ter prestavljanja. Opravljena je bila obsežna analiza kot podlaga določbi, da se na letni ravni koeficient montaže in demontaže določa glede na dolžino linije ter koncentracijo odkazanega lesa na liniji od 1,2 do 1,5 m<sup>3</sup>/m linije.

Pri tem je mogoče kot povprečni koeficient na letni ravni uporabiti 1,37, če pa določamo koeficient samo za eno delovišče, kjer ni daljših premikov, pa uporabimo koeficient 1,27. Ti koeficienti veljajo v drevesni in sortimentni metodi sečnje, torej tudi za žične žerjave, opremljene s procesorjem.

Koeficient prestavljanja neposredno določa ekonomiko dela in je povezan s številnimi dejavniki, ki jih v praksi zajamemo z evidencami koledarskega časa. Njihov vpliv je mogoče dokazati na primerih konkretnih linij, zelo težko pa je vse vplivne dejavnike napovedati. Namen te študije je ugotoviti dejavnike, ki vplivajo na razmerje med časi montaže in demontaže (vključno s splošnimi časi in premiki), ki jih imenujemo tudi čase prestavljanja ter čase spravlila lesa. Lahko pričakujemo, da so časi prestavljanja in spravlila lesa na eni liniji povezani, čeprav ni prav nobenega tehničnega razloga za kaj takega, temveč na te čase vplivajo organizacijski razlogi ter terenske in sestojne okoliščine. Od vsega pa na te povezave najbolj vplivajo strokovni in intuitivni razlogi trasiranja linij v nekem gozdnem predelu, ki že upoštevajo razloge za ekonomsko upravičeno ravnanje.

## 2 METODE

## 2 METHODS

Analizirali smo skupino velikih večbobskih žerjavov s stolpi Syncrofalke, 3t (proizvajalec: MM-Forsttechnik GmbH, Frohnleiten, Avstrija). Vse žičnice so imele univerzalne vozičke Sherpa U III (3 t) in so bile montirane na različnih tovarnjakih ustreznih nosilnosti (IVECO, MAN). Vse so uporabljale dvigala (LIV Hidravlika in kolesa, d. o. o., Slovenija) raznih zmogljivosti. Na nekaterih izmed žičnic je bil na dvigalu montiran procesor Woody 60 (Konrad GmbH, Avstrija). Pri žičnicah s procesorjem so praviloma uporabljali drevesno metodo z omejitvami, ki jih prinašajo večje debeline ter vrsta drevja. Dolžine nosilne vrvi so bile pri napravah različne - povečini med 200 in 400 m, največ 830 m. Vse razlike so primerne za takšno skupino naprav in kažejo dober vpogled v značilnosti sodobnih žičnic teh vrst.

Koledarski čas smo upoštevali v delovnih urah, kot je to po navadi pri analizah evidenc strojnega dela (Medved s sod., 2005), pri čemer

nas je zanimal le tisti del, ko stroj in ekipa delata s povezanimi zastoji:

- čas prestavljanja,
- čas spravlila lesa.

Čas prestavljanja žičnice je vključeval montažo in demontažo oz. naslednje postopke: premik stroja po delovišču in med delovišči; montažo stolpa, montažo nosilne, povratne, delovne in montažnih vrvi, montažo vozička, montažo vmesnih in končne podpore. V to analizo smo všteli tudi čase premikov, čase priprave linije in redkeje čase, ki sodijo k trasiranju linije, če je to opravila ekipa. Časov trasiranja linij, ki sodijo k pripravi dela v tej študiji, ne vključujemo posebej (Klun, Robek, 2008).. Zastoji, ki so nastali iz različnih vzrokov, so bili upoštevani v celotnem trajanju faze, v katerem so nastali. Faza spravlila lesa je npr. vključevala poleg časa spravlila tudi vse zastoje iz raznih vzrokov, ki so nastali med spravlilom ene linije.

Natančnost časovnih evidenc je bila na ravni, ki jo terja operativno vodenje del, torej na uro natančno, pri čemer so evidence v primeru ene družbe vodili delavci sami, v drugih družbah pa so evidence vodili tehnični delavci, odgovorni za organizacijo del in oddajo lesa ob cesti. Natančnost zajemanja časa je bila na ravni operativnega nadzora oz. ocenjeno: na dnevni ravni 15 %, na mesečni ravni 5 % spremljanega časa.

Postavili smo naslednji model:

$$T_{splin} \cdot S_{spmd} = T_{splin} \cdot S_{sp} + T_{mdlin} \cdot S_{sp} \quad 1),$$

$$S_{spmd} = S_{sp} \cdot \frac{T_{splin} + T_{mdlin}}{T_{splin}} \quad 2),$$

$$S_{spmd} = S_{sp} \cdot \left(1 + \frac{T_{mdlin}}{T_{splin}}\right) = S_{sp} \cdot \mu \quad 3),$$

$$T_{mdlin} = T_{mlin} + T_{dlin} \quad 4)$$

Kjer je:

$S_{sp}$  čisti strošek žičnice pri spravlilu lesa ali prestavljanju (€/h),

$S_{spmd}$  strošek žičnice, ki vključuje spravlilo in prestavljanje (€/h),

$T_{dlin}$  čas demontaže linije z zastoji (ur),

$T_{mdlin}$  čas prestavljanja linije (ur),

$T_{mlin}$  čas montaže linije z zastoji (ur),

$T_{splin}$  čas spravlila lesa na liniji z zastoji (ur),

$m$  koeficient prestavljanja.

Predpostavljali smo, da je strošek stroja pri prestavljanju enak strošku stroja na uro pri spravilu, le da dela druge reči: namešča tovor-njak, dviguje stolp, razvlačuje in nopenja vrvi, z dvigalom preklada razni material itn. Koeficient med prestavljanjem linije in spravilom lahko izračunamo na več načinov, zato so tudi rezultati nekoliko različni.

$$\mu_k = 1 + \frac{T_{mdlink}}{T_{splink}} \quad 5)$$

$$\mu_o = 1 + \frac{T_{mdlino}}{T_{splino}} \quad 6)$$

$$T_{mdlino} = T_{mlink} \cdot N_{delm} + T_{dlink} \cdot N_{deld} \quad 7)$$

$$T_{splino} = T_{splink} \cdot N_{delsp} \quad 8)$$

Kjer je:

$T_{dlink}$  koledarske ure demontaže.

$T_{mdlink}$  koledarske ure montaže in demontaže (ur),  
 $T_{mdlino}$  vse obračunane ure montaže in demontaže (ur),

$T_{mlink}$  koledarske ure montaže,

$T_{splink}$  koledarske ure spravila (ur),

$T_{splino}$  vse obračunane ure spravila lesa (ur),

$N_{delm}$  število delavcev pri montaži,

$N_{deld}$  število delavcev pri demontaži,

$N_{delsp}$  število delavcev pri spravilu.

$\mu_k$  koeficient prestavljanja, izračunan glede na kole-darske ure za prestavljanje linije in spravila lesa na liniji. Koeficient ne upošteva različnega števila delavcev pri montaži, demontaži oz. spravilu lesa. Pri naši analizi smo uporabili ta koeficient, ker

smo tako zmanjšali vpliv različne organizacije dela (število delavcev ter vprašanje, kdo izvaja sečnjo) ter načine evidentiranja ur.

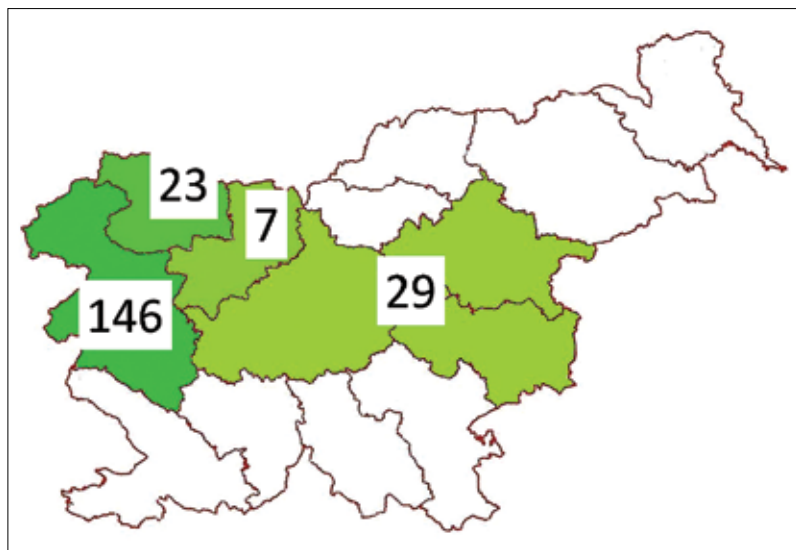
$\mu_o$  koeficient prestavljanja, izračunan na podlagi vseh obračunanih oz. porabljenih ur delavcev pri prestavljanju in spravilu lesa. Koeficient upošteva različno število delavcev pri montaži, demontaži oz. spravilu lesa.

Z vprašalnikom smo zbrali podatke o 205 opravljenih linijah v letih od 2006 do 2008 za več žičnic in gozdarskih družb, pri čemer smo podatke razvrstili v naslednje skupine:

1. splošni podatki o družbi, gozdnem predelu in žični napravi, podatki o organizaciji dela pri žičnici;
2. podatki o liniji, kot so smer spravila, dolžina linije, naklon terena, koncentracija lesa;
- 3) podatki o porabljenem času za montažo in demontažo ter spravilo lesa.

Med postopkom zbiranja podatkov se je poka-zalo, da za nekatere naprave na letni ravni ne moremo zbrati vseh podatkov za vsako linijo. Razlogi so bili različni, zato je bila osnovna infor-macijska enota linija. Popis je pokazal naslednje število odgovorov o linijah:

Pregled pokaže, da družbe niso imele ves čas enako popolnih podatkov. Za družbo 3 to ne velja, ker je njihova žičnica komaj začela z delom. Pri drugih družbah so na odgovore vplivali drugi dejavniki, morda tudi sam način vodenja in hranjenja tovrstnih evidenc. Zanesljivo so na



Slika 1: Širša območja, na katerih so delale žič-nice, ter število podatkov - linij, ki smo jih vključili v študijo.

Figure 1: Broader areas where cableways operated and number of data - lines included in the study

**Preglednica 1:** Pregled števila linij po družbah in smeri spravila lesa

*Table 1: Overview of number of lines according to companies and yarding directions*

Leto montaže	Smer	Družba1	Družba2	Družba3	Družba4	Skupaj
2006	navzdol	18				18
	navzgor	12				12
2007	navzdol	10				10
	navzgor	37				37
2008	navzdol	24	9		5	38
	navzgor	45	12	7	24	88
2009	navzdol		2			2
Skupaj		146	23	7	29	205

rezultate vplivali tudi izredni dogodki, kot je npr. delo v vetrolomih in drugih nenormalnih okoliščinah.

## 4 REZULTATI

### 4 RESULTS

#### 4.1 Značilnosti linij in organizacije dela

##### 4.1 Characteristics of lines and work organization

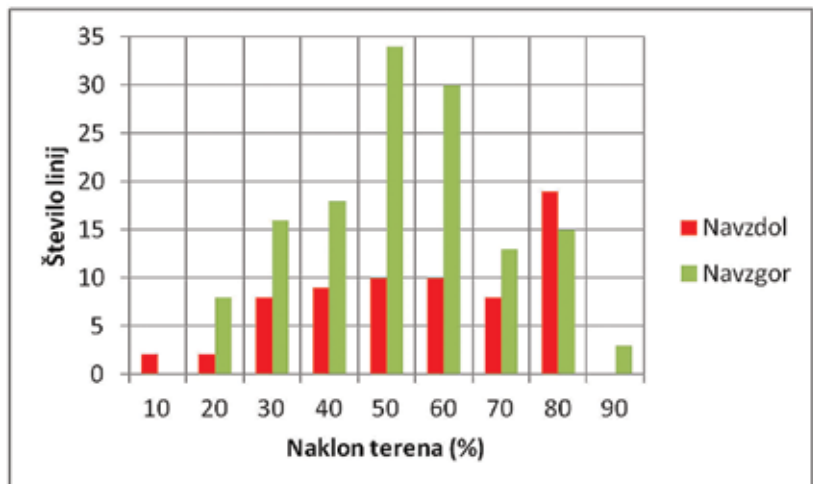
Manj kot tretjina od 205 linij je bila postavljena na tipično traktorskih terenih z naklonom do 40 %. Pri tem so linije s spravilom navzdol nekoliko bolj pomaknjene na območje majhnih naklonov terena, razen več zelo strmih linij, in nimajo značilne zgostitve, kot je to pri številu linij navzgor (slika 2). Takšna razporeditev linij je značilna za dolgoletno prakso polaganja gozdnih cest, ki je zagovarjalo načelo delitve terenov na žičniški del

s pretežnim spravilom navzgor ter traktorski del s pretežnim spravilom navzdol.

Dolžine linij ležijo v širokem razponu med malo manj kot 100 m in celo več kot 800 m, kjer so pri najdaljših linijah morali podaljševati vrvi (preglednica 2). Razlika dolžin linij med smerema spravila v povprečju ni prav velika, a kaže, da so linije spravila navzdol povprečno nekoliko daljše. Nasprotno pa je največja zgostitev števila linij pri spravilu navzdol pri linijah v razredu 200 m, pri spravilu navzgor pa v razredih 200 m in 250 m.

Vmesne podpore so bile pri spravilu navzdol postavljene na 51 %, pri spravilu navzgor pa na 45 % vseh linij. Končne podpore so bile postavljene pri spravilu navzdol na 79 %, pri spravilu navzgor pa na 76 % vseh linij. Le na eni liniji so postavili tri vmesne podpore (štiri polja), kar je bilo največ

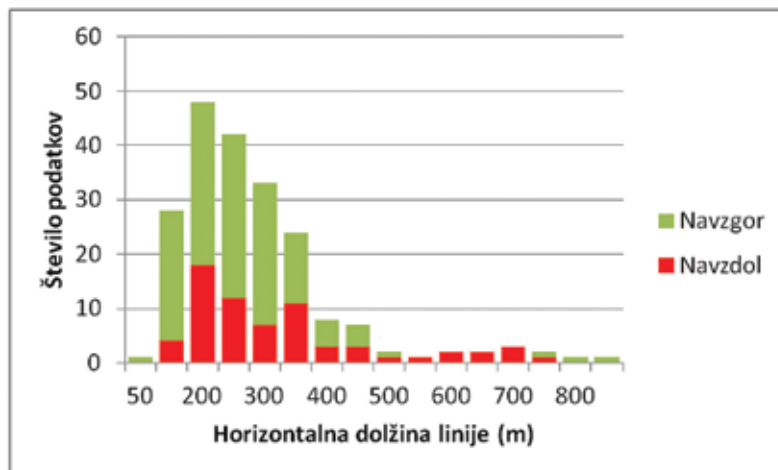
**Slika 2:** Porazdelitev števila linij glede na smer spravila in naklon terena  
*Figure 2: Distribution of number of lines with regard to yarding direction and slope*



Preglednica 2: Horizontalne dolžine linij glede na smer spravila

Table 2: Horizontal lengths of lines with regard to yarding direction

Smer spravila	Horizontalna dolžina, minimum (m)	Horizontalna dolžina, sredina (m)	Horizontalna dolžina, maksimum (m)
Navzdol	150	321	725
Navzgor	73	263	830
Povprečno	73	282	830



Slika 3: Število podatkov horizontalne dolžine linij po 50 m razredih  
Figure 3: Number of data for horizontal length of lines according to 50 m classes

Preglednica 3: Delež linij (%) vmesnih in končnih podpor glede na smer spravila ter povprečne dolžine polja med podporami

Table 3: Share of lines (%), number of intermediate and end supports with regard to yarding direction and mean field lengths between supports

Vmesne podpore	Končne podpore					
	Navzdol			Navzgor		
	Brez končne podpore	S končno podporo	Skupaj oz. povprečno	Brez končne podpore	S končno podporo	Skupaj oz. povprečno
Deleži (%)						
Brez vmesne podpore	7	41	<b>49</b>	19	36	<b>55</b>
Ena podpora	12	31	<b>42</b>	5	30	<b>35</b>
Dve podpori	1	7	<b>9</b>		9	<b>9</b>
Tri podpore					1	<b>1</b>
Skupaj	21	79	<b>100</b>	24	76	<b>100</b>
Povprečne horizontalne dolžine polja (m)						
Brez vmesne podpore	366	283	<b>296</b>	244	222	<b>230</b>
Ena podpora	137	164	<b>157</b>	130	142	<b>141</b>
Dve podpori	242	150	166		129	<b>129</b>
Tri podpore					80	<b>80</b>
Povprečno	198	201	<b>200</b>	204	160	<b>169</b>

**Preglednica 4:** Povprečne koncentracije neto lesne mase ( $m^3/m$ ) glede na smer in vrsto postavitve linij*Table 4: Mean concentrations of net wood mass ( $m^3/m$ ) with regard to yarding direction and type of line set-up*

Postavitev	Smer spravila		Skupno povprečje
	Navzdol	Navzgor	
Pahljača iglavci	0,33	0,23	0,26
Pahljača listavci	0,51	0,65	0,60
<b>Pahljača skupaj</b>	0,834	0,88	0,86
Vzporedne, iglavci	0,46	0,36	0,40
Vzporedne, listavci	0,34	0,52	0,44
<b>Vzporedne, skupaj</b>	0,80	0,88	0,854
Skupaj iglavci	0,40	0,29	0,33
Skupaj listavci	0,42	0,59	0,52
<b>Povprečno</b>	0,812	0,88	0,865

vmesnih podpor (preglednica 3). Povprečna dolžina polja je odvisna od smeri spravila ter od števila podpor. Največja dolžina polja brez podpore je pri spravilu navzdol (366 m), najmanjša pa pri spravilu navzgor, kjer smo zabeležili celo tri podpore in eno končno podporo (80 m).

Koncentracija lesne mase vpliva na trajanje spravila lesa in s tem na razmerje med časom montaže in demontaže ter časom spravila ter sečnje, če je ista ekipa delavcev hkrati s pravilom opravljala tudi sečnjo, kar se je dogajalo v 55 % vseh linij. Povprečno je bilo na eni liniji posekano 248  $m^3$  iglavcev in listavcev. Pri pahljačastih postavitvah je bilo nekaj manj poseka (228  $m^3$ ) kot pri vzporednih linijah (270  $m^3$ ). Koncentracije na dolžino linije so prikazane v preglednici 4. Največja koncentracija je bila 2,48  $m^3/m$ , najmanjša pa 0,15  $m^3/m$  linije. Pri spravilu navzdol je bila koncentracija manjša, vendar je bilo

zato v stukturi poseka več iglavcev kot pri spravilu navzgor, razlika povprečij pa je zelo majhna.

Število delavcev in njihovi učinki določajo porabo časa za posamezno fazo in s tem neposredno tudi časovna razmerja med fazami. Iz več razlogov so zato marsikje uporabljali pri načrtovanju montaže in demontaže norme in ne koledarskih ur oz. ur celotne ekipe (Odredba o določitvi normativov za dela v gozdovih, Uradni list RS, št. 11/1999, 44/2009). Pri prestavljanju in spravilu lesa smo spoznali več organizacijskih oblik. Ponekod je bila linija posekana vnaprej, drugod pa je sečnja potekala hkrati z montažo in med samim pravilom lesa. Pogosto so pri montaži dodajali v pomoč dodatnega delavca, saj je to najbolj naporna faza. Demontaža in spravilo lesa sta bila po številu delavcev enaki fazi. V preglednici 5 je prikazano število delavcev po fazah,

**Preglednica 5:** Povprečno število delavcev na liniji po družbah glede na fazo in smer spravila*Table 5: Mean number of workers on a line according to companies with regard to yarding phase and direction*

Družba	Smer	Montaža	Demontaža	Spravilo
Družba1	navzdol	4,0	3,5	3,5
	navzgor	3,4	3,4	3,4
Družba2	navzdol	3,5	3,0	2,9
	navzgor	3,0	2,5	2,6
Družba3	navzgor	4,0	3,0	3,0
Družba4	navzdol	2,8	2,0	2,0
	navzgor	2,4	2,0	2,0
Povprečje		3,4	3,1	3,1

smeri spravila ter družbah. Pregled po družbah je namenjen prikazu razlik v organizacijskih rešitvah, ki jih glede na razmere ubirajo družbe. V tem in naslednjih prikazih so v fazo »montaža« vključeni vsi časi premikov in drugi splošni časi, ki so nujni pri prestavljanju žičnice.

## 4.2 Poraba časa

### 4.2 Time consumption

Število delavcev vpliva na skupno porabo časa ne glede na to, ali jo merimo v koledarskih ali v normaurah. Kjer so bili v ekipi štirje delavci, je bil eden na žičnici (in na dvigalu oz. procesorju), trije pa so pripravljali breme – vezali les in opravljali sečnjo. Model ni natanko določen, ker na število delavcev vplivajo tudi delovne razmere – naklon, prehodnost in zahtevnost terena, dolžina linije in število podpor. Pri montaži je zato več delavcev, pri demontaži pa manj. Glede na število delavcev sta demontaža in spravilo skoraj enaka (preglednica 6). Pri spravilu navzdol je v povprečju več delavcev kot pri spravilu navzgor. Teže to trdimo za vpliv dolžine linij, kjer pa je očitno, da je za kratke linije do 200 m potrebno manj delavcev v vseh fazah kot za daljše linije.

Iz obračunanih ur ter števila delavcev smo izračunali porabo časa na meter linije. V preglednici 7

navajamo odvisnost porabe časa od dolžine linije. Drugi pomemben dejavnik, ki vpliva na porabo časa, je koncentracija lesa, njen vpliv je viden v preglednici 8. Razmerje med obračunanimi urami za montažo in demontažo je pri spravilu navzdol 3 : 1, pri spravilu navzgor pa so obračunani časi montaže krajši, zato je razmerje 2,2 : 1.

Iz preglednic 7 in 8 lahko po enačbi 6 izračunamo koeficient med porabo časa pri montaži in demontaži ter spravilom. Ta koeficient upošteva specifične situacije, v katerih dodajajo ali odvzemajo delavce, in organizacijo del. Tako izračunani koeficienti zajemajo vse posebnosti linij glede na smer spravila, dolžino ter druge dejavnike, ki so značilni za gozdne predele, v katerih smo iskali podatke. Koeficient po enačbi 6 ni uporaben za predkalkulacije spravila z montažo, saj obračunana poraba vseh normaur vsebuje samo del strojnih ur, večina pa so ure delavcev. Ta koeficient je dobra mera za potrebno delo ekipe v določenih okoliščinah. Analiza pokaže (preglednica 9), da koeficient pada z dolžino linije od 1,58 do 1,26 pri spravilu navzdol ter od 1,42 do 1,33 pri spravilu navzgor. V povprečju je koeficient prestavljanja pri spravilu navzdol večji (1,46) od koeficienta pri spravilu navzgor (1,41), kar je posledica zahtevnejšega dela ter več delavcev pri montaži linij

**Preglednica 6:** Število delavcev glede na fazo, smer spravila ter dolžino linije

*Table 6: Number of workers with regard to yarding phase and direction and line length*

Hor. Dolžina linije (m)	Navzdol			Navzgor		
	Montaža	Demontaža	Spravilo	Montaža	Demontaža	Spravilo
Kratka (do 200 m)	3,75	3,00	3,00	2,68	2,44	2,50
Srednja (do 400 m)	3,84	3,39	3,39	3,35	3,20	3,20
Dolga (nad 400 m)	3,75	3,30	3,25	3,16	3,05	3,05
Povprečje	3,81	3,34	3,32	3,20	3,04	3,06

**Preglednica 7:** Obračunana poraba časa na meter linije po fazah, smeri spravila in dolžini linij

*Table 7: Accounted time consumption per line meter according to yarding phase and direction and line length*

Hor. Dolžina linije (m)	Navzdol			Navzgor		
	Montaža ur/m	Demontaža ur/m	Spravilo ur/m	Montaža ur/m	Demontaža ur/m	Spravilo ur/m
Kratka (do 200 m)	0,35	0,10	0,69	0,12	0,06	0,42
Srednja (do 400 m)	0,20	0,07	0,56	0,14	0,06	0,49
Dolga (nad 400 m)	0,10	0,04	0,46	0,10	0,04	0,40
Povprečje	0,18	0,06	0,54	0,13	0,06	0,46



**Preglednica 8:** Obračunana poraba časa po fazah, smeri spravila in koncentraciji lesa

*Table 8: Accounted time consumption per line meter according to yarding phase and direction and wood concentration*

Hor. Dolžina linije (m)	Navzdol			Navzgor		
	Montaža ur/m	Demontaža ur/m	Spravilo ur/m	Montaža ur/m	Demontaža ur/m	Spravilo ur/m
Majhna (do 0,5 m <sup>3</sup> /m)	0,15	0,06	0,45	0,12	0,06	0,30
Srednja (do 1,5 m <sup>3</sup> /m)	0,17	0,06	0,53	0,13	0,06	0,47
Velika (nad 1,5 m <sup>3</sup> /m)	0,33	0,09	0,78	0,13	0,06	0,65
Povprečje	0,18	0,06	0,54	0,13	0,06	0,46

**Preglednica 9:** Koeficienti prestavljanja (enačba 6) glede na dolžino linije in koncentracijo lesa

*Table 9: Coefficients of move (equation 6) with regard to line length and wood concentration*

Dolžina linije in koncentracija lesa	Navzdol	Navzgor	Povprečje
Kratka (do 200 m)	1,58	1,42	1,47
Srednja (do 400 m)	1,43	1,40	1,42
Dolga (nad 400 m)	1,26	1,33	1,29
Povprečje	1,46	1,41	1,43
Majhna (do 0,5 m <sup>3</sup> /m)	1,46	1,62	1,52
Srednja (do 1,5 m <sup>3</sup> /m)	1,43	1,40	1,41
Velika (nad 1,5 m <sup>3</sup> /m)	1,54	1,30	1,40
Povprečje	1,46	1,41	1,43

**Preglednica 10:** Učinkovitost sečnje in spravila z montažo in demontažo za skupine žičnih naprav, smer spravila ter postavitev linij (m<sup>3</sup>/dan/delavec)

*Table 10: Efficiency of felling and yarding together with assembly and dismantling for groups of cable devices, yarding directions and line set-ups (m<sup>3</sup>/day/worker)*

Vrsta stroja	Smer	Postavitev		
		Pahljača	Vzporedne	Povprečje
Žičnica z dvigalom	navzdol	6,84	4,81	5,75
	navzgor	4,71	5,86	5,13
Povprečje		5,48	5,30	5,40
Žičnica s procesorjem	navzdol	7,16	9,18	8,31
	navzgor	10,11	10,59	10,34
Povprečje		9,42	10,16	9,79

za spravilo navzdol. Koeficienti prestavljanja na podlagi obračunanih ur se gibljejo v mejah od 1,62 pri spravilu navzgor in majhni koncentraciji do 1,30 pri isti smeri spravila in veliki koncentraciji.

Podatki omogočajo izračun povprečnih učinkov v daljšem obdobju in z upoštevanjem števila delavcev tudi učinek v m<sup>3</sup>/dan/delavec. Pri žičnicah, ki so opremljene le z dvigalom in grabežem, večino del opravijo v gozdu (kleščenje, osnovno krojenje) in je le manjši del postopkov prenesen na skladišče ob žičnici (končno krojenje in prežaganje, sortiranje). Drugače je pri drevesni

metodi, ko je na hidravlično dvigalo priključen procesor. V tem primeru v gozdu opravljajo samo podiranje in del krojenja oz. kleščanja zelo debelih vej (listavci, debelejši iglavci), vse drugo (kleščenje, krojenje, prežaganje) poteka pri žičnici s procesorjem. Pri tem smo čas postopkov, ki spadajo k sečnji, izračunali glede na drevesno vrsto ter debelino lesa. Iz preglednice 10 spoznamo, da je učinkovitost pri sečnji in spravilu precej večja pri žičnici s procesorjem, torej pri drevesni ali poldrevesni metodi. Učinkovitost smo izrazili v m<sup>3</sup>/dan/delavec, pri čemer smo upoštevali ves

**Preglednica 11:** Vpliv smeri spravila, organizacije pri delu ter dolžine linij na učinkovitost procesa ( $m^3/\text{dan}/\text{delavec}$ )  
**Table 11:** Impact of yarding direction, work organization and line length on efficiency of the process ( $m^3/\text{day}/\text{worker}$ )

Koncentracija lesa	Navzdol			Navzgor			Povprečje
	Sečnja ob spravilu	Sečnja pred spraviplom	Povprečje navzdol	Sečnja ob spravilu	Sečnja pred spraviplom	Povprečje navzgor	
Kratka (do 200 m)	6,44	5,73	6,09	9,38	13,04	10,84	10,19
Srednja (do 400 m)	8,76	6,90	7,70	9,70	7,24	8,56	8,29
Dolga (nad 400 m)	7,38	4,81	6,61	7,76	9,67	8,47	7,51
Povprečje	8,08	6,45	7,29	9,34	8,49	8,97	8,41

**Preglednica 12:** Vpliv smeri spravila, organizacije pri delu ter koncentracije lesa na učinkovitost procesa ( $m^3/\text{dan}/\text{delavec}$ )

**Table 12:** Impact of yarding direction, work organization and wood concentration on efficiency of the process ( $m^3/\text{day}/\text{worker}$ )

Koncentracija lesa	Navzdol			Navzgor			Povprečje
	Sečnja ob spravilu	Sečnja pred spraviplom	Povprečje navzdol	Sečnja ob spravilu	Sečnja pred spraviplom	Povprečje navzgor	
Majhna (pod 0,5 $m^3/m$ )	6,69	3,23	4,96	6,26	3,78	5,48	5,21
Srednja (pod 1,5 $m^3/m$ )	7,66	7,42	7,55	9,40	8,82	9,12	8,69
Velika (nad 1,5 $m^3/m$ )	13,72	9,89	11,80	13,91	11,47	13,10	12,58
Povprečje	8,08	6,45	7,29	9,34	8,49	8,97	8,41

porabljeni čas pri sečnji, montaži in demontaži ter spravilu lesa na eni liniji in ga delili s količino lesa na liniji.

Na učinkovitost sečnje in spravila je najbolj vplivala organizacija dela (sečnja pred spraviplom ali hkrati s spraviplom) ter dejavniki, ki hkrati vplivajo na: montažo in demontažo (dolžina in druge značilnosti linije), trajanje spravila (smer spravila, razdalja vlačjenja, koncentracija lesa) ter čas sečnje (drevesne vrste, debelina, koncentracija, metoda sečnje). V preglednicah 11 in 12 prikazujemo učinkovitost v  $m^3/\text{dan}/\text{delavec}$  za sečnjo, montažo in demontažo ter spravilo skupaj na primeru različnih dolžin linij in koncentracij lesa na liniji.

### 4.3 Koeficienti prestavljanja

#### 4.3 Coefficients of move

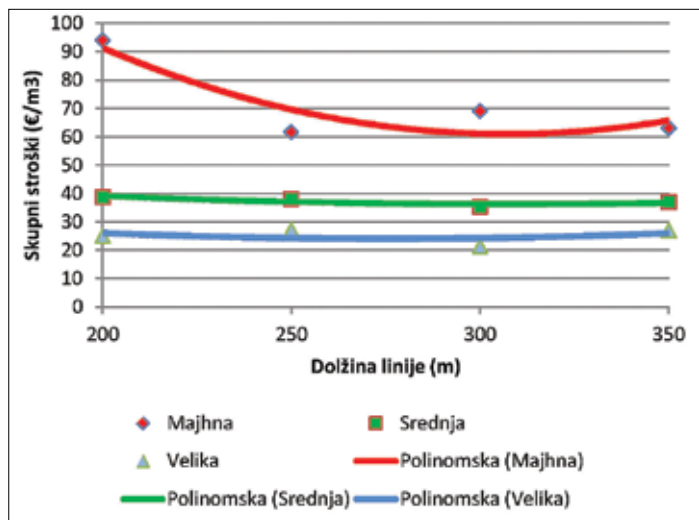
Za vsako linijo so bili izračunani koeficienti po enačbah 5 in 6. Povprečni koeficient smo izračunali tako, da smo delili vsoto ur montaže in demontaže z vsoto ur spravila lesa glede na dejavnik, ki nas je zanimal, torej nismo izračunavali povprečja iz koeficientov po linijah, ki bi lahko imele značilnosti nekega dejavnika. Razlike med

koeficienti, odsevajo vsebino vhodnih podatkov. V enačbi 5 upoštevamo koledarske ure, kar pomeni, da imamo podatek, koliko strojnih ur smo za delo porabili, pri čemer je lahko v delovni uri upoštevana različno številčna ekipa. V enačbi 6 pa upoštevamo obračunane ure, od katerih so le ure osnovne ekipe enake strojnim uram, preostale ure pa so odvisne od števila dodanih delavcev zaradi delovnih razmer in organizacije dela. Glede na težavnost oz. zahtevnost dela bi moral biti koeficient, ki smo ga izračunali po enačbi 6, verodostojnejši, če pa upoštevamo merila kalkulacije stroškov in načrtovanja proizvodnje, pa je primernejši koeficient po enačbi 5. Izkazalo se je, da je koeficient po enačbi 6 vedno večji, čeprav ne veliko, od koeficienta po enačbi 5.

Iz analize porabe časa na liniji se je pokazalo, da organizacija dela ni najpomembnejši dejavnik, čeprav ima velik vpliv na vse linije v podobnih razmerah. Pri vključevanju vplivnih dejavnikov v enačbe napovedovanja, smo nujno morali razmišljati o njihovi napovedljivosti – o tem, s kakšno natančnostjo je mogoče vrednost nekega dejavnika oceniti vnaprej. Med podatki o liniji – pri tem upoštevamo okrog 40 linij na eno žičnico

Slika 4: Prikaz vpliva dolžine linije na skupne stroške montaže, demontaže in spravila lesa ter glede na koncentracijo lesa na liniji

Figure 4: Demonstration of line length impact on total costs of assembly, dismantling and yarding with regard to wood concentration on the line



letno – so to smer spravila lesa, dolžina linije in približna koncentracija lesa in sestava poseka glede na iglavce in listavce ter debelino lesa. Kot napovedljiv podatek o liniji je težko šteti način postavitve (pahljača ali vzporedne linije) vsaj za določen del delovišč. Ponekod, kjer žičničarji delajo v znanih gozdnih predelih, bi podatke o postavitvi linij lahko pridobili z zadovoljivo natančnostjo. Druge podatke, ki prav tako vplivajo na porabo časa – značilnosti terena, število podpor itn. – pa včasih spoznamo šele pri trasiranju posamezne linije. Torej: če ne trasiramo vsaj za eno sezono vnaprej, nimamo primernih podatkov za izdelavo kalkulacij in načrtovanje. Ne glede na to, kateri dejavniki vplivajo na trajanje prestavljanja, smo morali upoštevati uporabnost posameznega dejavnika za napovedovanje procesa. Glede na to, da sta sečnja in spravilo tesno povezana, še posebno pri žičnicah s procesorjem, na celoten proces vplivata dve skupini dejavnikov, in sicer: dejavniki, ki vplivajo na potek in učinke sečnje (tudi pri žičnici brez procesorja je del postopkov

prenesen na skladišče ob žičnici) in dejavniki, ki vplivajo na spravilo z montažo in demontažo.

Pri celovitem vrednotenju večjo zanesljivost preprečuje malo podatkov po posameznem dejavniku oz. kombinaciji nekaj dejavnikov. Za primerjavo naj vzamemo odvisnost stroškov montaže, demontaže in spravila glede na smer spravila in dolžino linije. Pri tem smo upoštevali tiste linije, za katere smo imeli podatke za obe smeri spravila lesa (linije od 125 do 475 m).

Slika 4 pokaže pričakovane trende, vendar so le-ti včasih zamegljeni z drugimi vplivi, ki jih lahko zmanjšamo samo z več opazovanji. Prikaz na sliki kaže podoben vpliv dolžine linije na skupne stroške, kot so že bili izračunani za podobne naprave (Košir, 2003a).

Zanimal nas je vpliv treh kategorij koncentracije lesa na liniji ter treh kategorij dolžine linije. Koeficienti prestavljanja, izračunani na podlagi koledarskih ur po posamezni kombinaciji, so navedeni v preglednici 13. Vrednosti koeficientov kažejo, da so največji koeficienti pri kratkih linijah

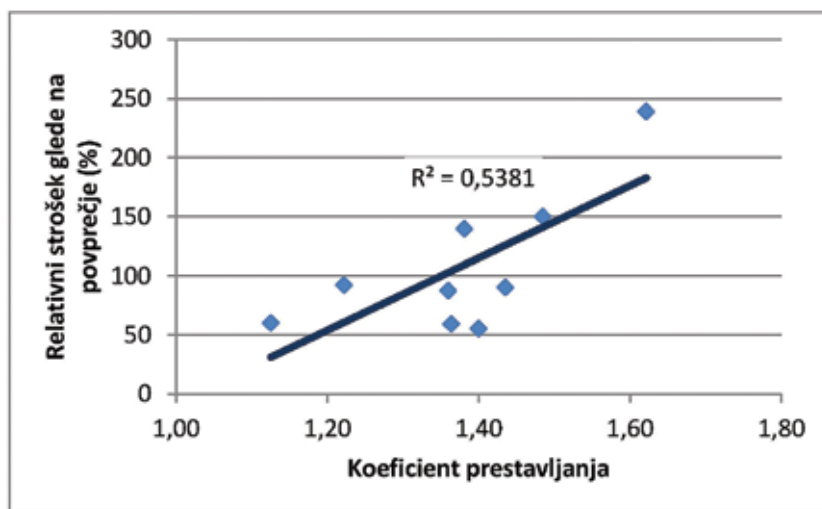
Preglednica 13: Koeficienti prestavljanja, izračunani na podlagi koledarskih ur za različne dolžine linij in koncentracije lesa  
Table 13: Coefficients of moving time, calculated on the basis of calendar hours for diverse lengths of lines and wood concentrations

Koncentracija lesa	Dolžina linije			Povprečje
	Kratka (do 200 m)	Srednja (do 400 m)	Dolga (nad 400 m)	
Majhna (pod 0,5 m <sup>3</sup> /m)	1,62	1,48	1,38	1,46
Srednja (pod 1,5 m <sup>3</sup> /m)	1,44	1,36	1,22	1,36
Velika (nad 1,5 m <sup>3</sup> /m)	1,36	1,40	1,13	1,34
Povprečje	1,44	1,38	1,27	1,37

**Preglednica 14:** Relativni stroški montaže, demontaže in spravila glede na povprečni strošek za različne dolžine linij in koncentracije lesa

*Table 14: Relative costs of assembly, dismantling and yarding with regard to the mean cost for diverse line lengths and wood concentrations*

Koncentracija lesa	Dolžina linije			Povprečje
	Kratka (do 200 m)	Srednja (do 400 m)	Dolga (nad 400 m)	
Majhna (pod 0,5 m <sup>3</sup> /m)	239	150	140	163
Srednja (pod 1,5 m <sup>3</sup> /m)	90	88	92	89
Velika (nad 1,5 m <sup>3</sup> /m)	59	55	60	58
Povprečje	100	97	116	100



**Slika 5:** Odvisnost relativnega stroška spravila in montaže z demontažo (preglednica 14) od koeficientov prestavljanja (preglednica 13)

*Figure 5: Dependence of relative harvest, assembly and dismantling cost (Table 14) on coefficients of move*

ter majhni koncentraciji lesa, najnižji pa pri dolgih linijah in veliki koncentraciji lesa.

Skladno z enačbo 1) bi ti koeficienti morali biti v povezavi s skupnimi stroški spravila in montaže. Izkaže se, da so relativni stroški glede na povprečje vseh kombinacij dolžine linije in koncentracije lesa v tesni odvisnosti od vrednosti dejavnikov. Tako lahko domnevamo, da podatki popisa linij dajejo dobro podlago za napovedovanje stroškov žičnega spravila, če poznamo koeficient prestavljanja. Stroške delovne ure smo izračunali s pomočjo kalkulacij, ki jih je opravil Gozdarski inštitut Slovenije (<http://www.gozdis.si/publikacije/>), in jih preverili s podobnimi kalkulacijami v tujini (Klun et al., 2007). V teh primerjavah so razlike pri stroških obratovalne ure majhne. Pri upoštevanju stroškov dela smo vzeli domače podatke.

#### 4.4 Razmerje med prestavljanjem žičnice ter spravilom lesa

##### 4.4 Ratio of cablecrane move to wood yarding

Številčnost in povezan vpliv večkrat soodvisnih dejavnikov, ki vplivajo na porabo časa in na stroške žičniškega spravila, so terjale združevanje dejavnikov. Za namene širšega pregleda razmerij med časi prestavljanja in spravila smo izdelali preglednico, ki združuje skupni vpliv vseh dejavnikov na trajanje montaže in demontaže ter spravila lesa. Vse čase postopkov smo uvrstili med »kratke« in »dolge«. Kot »dolgo montažo in demontažo« smo šteli čas več kot 15 ur, za »dolgo spravilo« pa čas več kot 40 ur. Odločitev za te meje je temeljila na variabilnosti podatkov po posameznem razredu in na podlagi izkušenj.

**Preglednica 15:** Nekateri temeljni kazalci linij glede na trajanje montaže in demontaže ter spravila lesa

**Table 15:** Some basic line indexes with regard to assembly, dismantling and wood yarding duration

Trajanje	Število podatkov	Skupaj neto (m <sup>3</sup> /linija)	Povprečno neto drevo (m <sup>3</sup> / drevo)	Dolžina linije (m)	Naklon terena (%)	Povpr. število vmesnih podpor	Skupni stroški %
Dolgo spravilo							
Kratka montaža in demontaža	40	279	1,06	286,20	54,40	0,40	118
Dolga montaža in demontaža	51	355	1,05	368,27	56,04	0,75	143
Kratko spravilo							
Kratka montaža in demontaža	68	162	0,76	227,74	47,03	0,50	100
Dolga montaža in demontaža	46	201	0,82	265,11	57,65	0,65	115

**Preglednica 16:** Koeficienti prestavljanja po združenih skupinah linij

**Table 16:** Coefficients of moving time according to consolidated line groups

Koeficient prestavljanja	Kratko spravilo (do 40 ur)	Dolgo spravilo (več kot 40 ur)	Povprečno
Kratka montaža in demontaža (do 15 ur)	1,48	1,21	1,32
Dolga montaža in demontaža (več kot 15 ur)	1,75	1,30	1,42
Povprečno	1,60	1,27	1,37

**Preglednica 17:** Koeficient prestavljanja za velike večbobske žične žerjave s stolpom (vir: priloga 2, Odredba o določitvi normativov za dela v gozdovih v Uradni list RS, št. 44/2009).

**Table 17:** Coefficient of moving time for large multidrum cable cranes with towers (source: Appendix 2, Order for the designation of norms for work in forests, Uradni list RS (Official Journal of the Republic of Slovenia), vol. 44/2009).

Značilnosti linije	Kratke linije do 300 m	Dolge linije več kot 300 m
Koncentracija neto odkazila pod 1 m <sup>3</sup> /m linije	1,5	1,4
Koncentracija neto odkazila nad 1 m <sup>3</sup> /m linije	1,4	1,2

Kot primer: kratko prestavljanje (do 15 ur) lahko pomeni: 8 ur montaže, 4 ure demontaže in 3 ure prevoza; meja 40 ur spravila je en teden na eno linijo, kar pomeni, če štejemo koledarski letni čas, od 40 do 50 linij na leto na eno žičnico.

Opisi spremenljivk po kombinacijah dejavnikov so navedeni v preglednici 15. Število linij v posameznem razredu se je gibalo od 46 do 68, kar smo ocenili za zadovoljivo. Pri dolgi montaži in demontaži so nekoliko daljše linije, nekoliko večji nakloni terena, več je vmesnih podpor, vendar je tudi debelejša drevja in večja količina drevja na liniji. Pri dolgih montažah in demontažah je zato skupni strošek večji ne glede, ali je kratko ali dolgo spravilo.

Koeficienti prestavljanja po posameznem predalu so v preglednici 16. Kot smo že ugotovili, so ti koeficienti v povezavi z relativnimi stroški spravila in montaže, kar je prikazano v preglednici 14. Če bi primerjali preglednici 13 in 14 s 15 in

16, bi ugotovili, da sta prvi dve nekoliko podrobnejši, saj poskušamo koeficient prestavljanja napovedati s poznavanjem linij in koncentracije lesa. Preglednici 15 in 16 pa temeljita na poznavanju porabljenega časa pri montaži, demontaži in spravilu lesa ter sta sintetični rezultat vseh dejavnikov, ki vplivajo na porabo časa po posamezni fazi. Temeljna odvisnost med koeficientom prestavljanja in stroški ostaja podobna in kaže, da višji koeficient pomeni tudi posledično nadpovprečne stroške.

Prikazani izračuni so bili v procesu sprejemanja vneseni tudi v veljavno določbo o načinu izračuna normativov žičniškega spravila (glej priloga 2, Odredba o določitvi normativov za dela v gozdovih v Uradni list RS, št. 44/2009) in so prikazani v preglednici 17.

Pri tem je glede na podatke dogovorjeno, da v primerih, ko ocenjujemo posamezno delovišče

lahko – če ni drugih razlogov za odločitve – uporabljamo koeficient 1,27, na večjih površinah in v daljšem času, kjer se lahko odločimo za več delovišč (prestavljanja, premiki znotraj delovišča, popravila) pa povprečni koeficient 1,37. Naročnik del na majhnem delovišču bi tako moral računati s koeficientom iz preglednice 17 (in ne s povprečnim koeficientom, če njegova linija spada v eno samo kombinacijo vplivnih dejavnikov).

#### 4.5 Možnosti napovedovanja trajanja prestavljanja

##### 4.5 Possibilities of announcing move duration

Od opisanih dejavnikov imata na delež prestavljanja največjo napovedovalno moč dolžina linije in koncentracija lesa. Oba dejavnika sta tudi zanesljivo znana pri načrtovanju linij. Njun skupni vpliv (enačba 5) je očiten: dolžina linije vpliva na čase prestavljanja, koncentracija lesa pa predvsem na čase spravila. Za vsako linijo poznamo tudi smer spravila, vendar se je ta dejavnik pokazal kot premalo vpliven in neprepričljiv, saj je povezan s številom dodanih delavcev glede na delovne razmere in še več drugimi dejavniki. Vpliv dolžine linije na čase prestavljanja kaže, da je do dolžine linij okrog 200 m značilno strmo večanje porabljenih ur, kar je pričakovano glede na to, da je pri montaži vrsta časov, ki so konstantni (postavljanje žičnice, sidranje stolpa, sidranje končnega sidra, montaža vozička). Prikazali smo že odvisnost med številom podpor in dolžino linije, zato je

očitna povezava z umirjenim trendom porabe ur dolžin linij od 200 do 600 m. V tem intervalu so časi prestavljanja konstantni. Pri linijah več kot 600 m spet nastane hiter trend povečanja ur. Razlogi so znani: več podpor, težja prehodnost, skratka več težav pri dolgih linijah. Na sliki 6 sta dva »preloma« krivulje, in sicer okoli 200 m ter okoli 600 m dolžine linije.

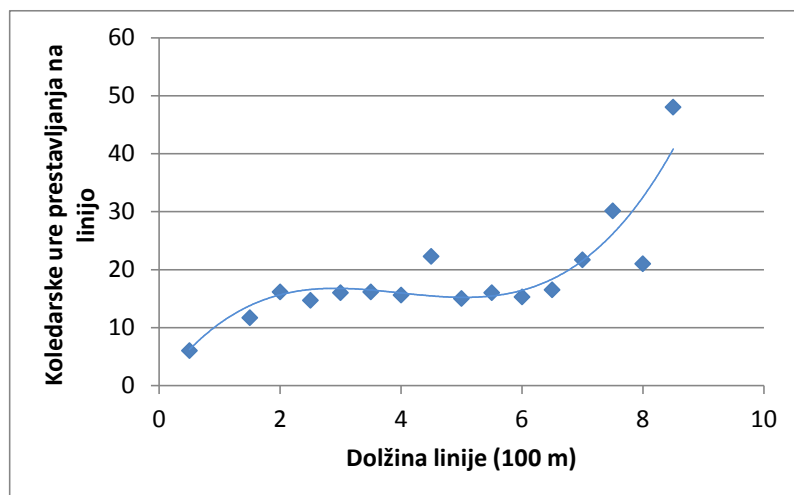
Za napovedovanje časov prestavljanja glede na dolžino linije zato predlagamo naslednje enačbe za izračun koledarskega časa prestavljanja (h):

- linije do 200 m:  $6,6 \cdot LL + 2,5$  (h)
- linije od 200 do 600 m: 16,4 (h)
- linije več kot 600 m:  $12,5 \cdot LL - 66,0$  (h)

Pri tem je LL dolžina linije v 100 m.

Bolj od tega nas je zanimala poraba časa na en meter linije. Pri prestavljanju smo našli zelo jasen trend odvisnosti časov prestavljanja od dolžine linije pri spravilu navzdol (slika 7) in malo manj prepričljive odvisnosti pri spravilu navzgor (slika 8).

Odgovor na vprašanje, katere linije naj uvrstimo v razrede po preglednici 16 in 17, je delno prikazan v preglednici 15, vendar nezadostno. Vpliv vseh dejavnikov je zajet v izračunu porabe časa na 1 m linije. V preglednici 18 prikazujemo povzetek porabe časa po fazah. V spodnjem delu preglednice so relativni stroški. Z vidika stroškov je najugodnejša kombinacija kratko spravilo – kratko prestavljanje (meja kratke montaže in demontaže je 15 h/linijo, kratkega spravila pa 40 h/linijo), najmanj ugodna kombinacija pa je dolgo spravilo – dolga montaža

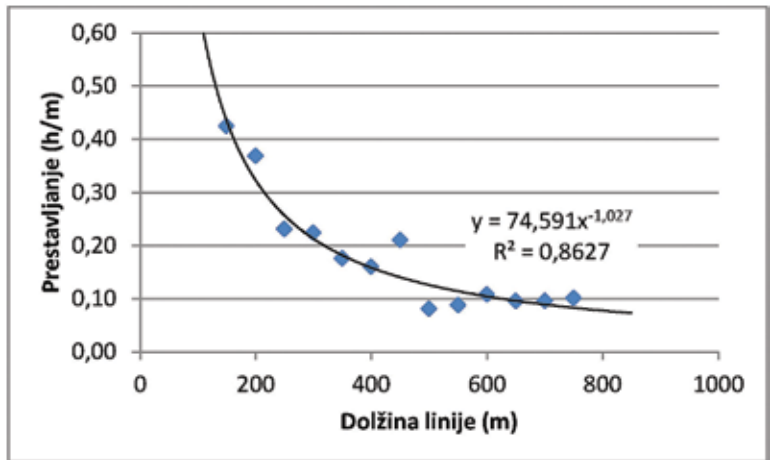


Slika 6: Odvisnost časa prestavljanja od dolžine linije.

Figure 6: Dependence of move duration on line length.

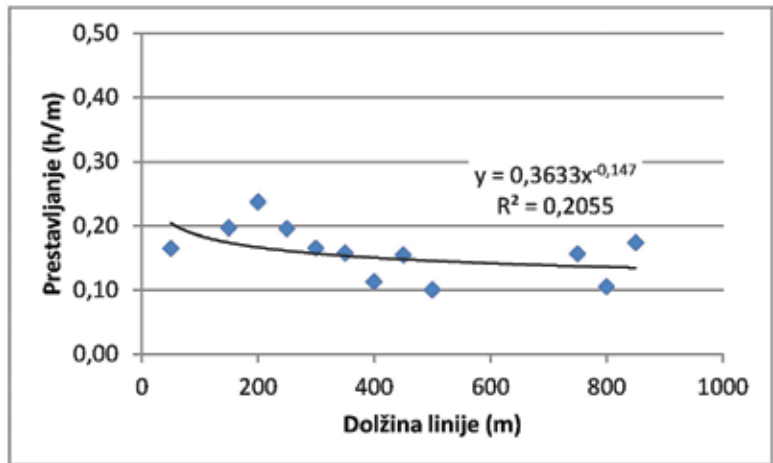
Slika 7: Odvisnost časov prestavljanja žičnice od dolžine linije pri spravilu navzdol

Figure 7: Dependence of cableway moving time duration on line length in harvesting downhill



Slika 8: Odvisnost časov prestavljanja žičnice od dolžine linije pri spravilu navzgor

Figure 8: Dependence of cableway moving time duration on line length in harvesting uphill



Preglednica 17: Poraba časa pri prestavljanju in relativni skupni stroški prestavljanja in spravila glede na povprečni strošek

Table 17: Time consumption for moving time and relative total costs of move and harvest with regard to mean cost

Montaža (h/m) linije			
h/m linije	Kratko spravilo	Dolgo spravilo	Povprečno
Kratka montaža in demontaža	0,099	0,195	0,140
Dolga montaža in demontaža	0,103	0,193	0,158
Povprečno	0,101	0,194	0,149
Spravilo (h/m) linije			
h/m linije	Kratko spravilo	Dolgo spravilo	Povprečno
Kratka montaža in demontaža	0,129	0,219	0,167
Dolga montaža in demontaža	0,160	0,235	0,206
Povprečno	0,143	0,229	0,188
Relativni stroški na 1 m <sup>3</sup> (povprečje = 100 %)			
Trajanje prestavljanja	Kratko spravilo	Dolgo spravilo	Povprečno
Kratka montaža in demontaža	85	101	91
Dolga montaža in demontaža	98	121	110
Povprečno	90	112	100

in demontaža. Razlike so znatne, saj je najugodnejša kombinacija 15 % cenejša od povprečja, najdražja kombinacija pa je 21 % nad povprečnimi stroški.

Opisana razmerja dajejo možnosti za različne pristope pri napovedovanju oz. oceni pričakovane porabe časa in stroškov dela z žičnicami tipa Syncrofalke z vozičkom Sherpa U III, 3 t, na tovornjaku s procesorjem Konrad Woody 60 ali brez njega.

## 5 RAZPRAVA

## 5 DISCUSSION

Bistvo ugotavljanja koeficienta prestavljanja je, da se izognemo nenatančnemu načinu ugotavljanja časa prestavljanja linij in s tem stroškom vsega spravila z žičnicami. Uporabe za namen kalkuliranja stroškov so lahko različne, vendar je glavna ta, da kalkulacijo delovne ure stroja povečamo za toliko, da poplača tudi stroške prestavljanja, ki zajemajo poleg montaže in demontaže še prevoz stroja in druge čase, ki nastanejo ob prestavljanju (vzdrževanje, manjša popravila, podrobno trasiranje itn.). Podatki so bili zbrani za nekaj let nazaj, vendar niso ločeni glede na posamezno žičnico, zato iz njih ni mogoče ugotoviti, kolikšen bi bil povprečni letni koeficient prestavljanja za posamezno napravo in v kakšnih razmerah. Za temelj tega izračuna smo vzeli posamezno linijo, s čimer smo upoštevali veliko variabilnost vseh spremljanih podatkov, saj so žičnice delale v različnih okoliščinah in organizacijskih oblikah. Vzorec 205 linij ter več gozdarskih družb je dobra podlaga za ugotavljanje koeficienta prestavljanja. Analiza razmerja med časi prestavljanja in spravila je pokazala, da so koeficienti prestavljanja primerljivi s koeficienti, kot smo jih bili vajeni doslej, čeprav se je žičniško spravilo zelo spremenilo. To je postalo glede spravila lesa hitreje, vendar so se skrajšali tudi časi prestavljanja, in to ne le zaradi boljših materialov in naprav, temveč tudi zaradi izboljšanja gozdarske infrastrukture. Koeficient prestavljanja je sintetična spremenljivka, v kateri posamezne odvisne in neodvisne spremenljivke delujejo v različni smeri. To utemljuje praktično uporabo v prid posplošitve oz. izračuna koeficienta s čim manj vplivnimi dejavniki. Z ustrežno metodo lahko ovrednotimo vse posamezne vplivne dejavnike na posamezne komponente koeficienta, ki ga nato ugotovimo računsko. Ta možnost je – gledano

z očmi raziskovalca – pravilnejša in bi najbrž omogočila natančnejše rezultate v posameznem primeru. Pri tem bi se težko izognili nevarnosti, da bi bilo treba za določitev koeficienta prestavljanja vnaprej poznati nepraktično število podatkov.

Razmerje med časom montaže in demontaže ter spravila lesa vsebuje nekatera nasprotja, ki jih je mogoče pojasniti ob podrobnem pregledu značilnosti skupine linij. Pri enakem času montaže in demontaže ter hkrati zelo učinkovitem spravilu lesa bo zelo visok koeficient prestavljanja. To tudi pomeni, da bodo kljub visokim učinkom pri spravilu lesa stroški nadpovprečno visoki. Pri zelo hitri montaži in počasnem spravilu se bo dogajalo glede razmerja prav obratno, vendar bodo dejanski stroški spet zelo visoki.

Organizacija dela vpliva v smer povečanja ali zmanjšanja stroškov delovne ure stroja z ekipo ter na drugi strani na večje ali manjše učinke dela. Praktično se to kaže v posameznih okoliščinah kot dodajanje ali odvzemanje tretjega ali četrtega delavca pri montaži, odločitvi, ali žičničarji tudi podirajo drevje oz. poteka sečnja hkrati s spravilom ali pa je les posekan vnaprej. Organizacija dela je zato vključena v koeficient prestavljanja zaradi učinkov pri delu vseh faz. Vprašanja, katera organizacija je »normalna«, se nismo lotili, saj mora le-ta poleg nujnih zahtev upoštevat še vrsto nemerljivih, npr. psiholoških dejavnikov. Vpliv organizacije dela – števila delavcev ter njihove naloge pri sečnji – na temelju dostopnih podatkov po našem prepričanju ni mogoče zanesljivo opredeliti vnaprej, čeprav lahko po končanem delu dokažemo upravičenost odstopanj od povprečja. Lahko sklepamo le posredno, da je vpliv pomemben, vendar bi v ta namen potrebovali boljše analize. Če namreč preračunamo dobljene podatke in ocenimo stroške, med družbami ugotovimo velike razlike, ki jih ni mogoče pojasniti samo z različno organizacijo dela, temveč nanje vplivajo številni drugi dejavniki in značilnosti delovišč.

## 6 POVZETEK

## 6 SUMMARY

In the framework of tasks for ensuring professional bases for designation of norms for work in forests also a study of cableway wood harvest took place. The norms were designated for large multidrum



cable cranes with towers type Syncrofalke – Sherpa U III 3 t of the trademark MM-Forsttechnik (A) on diverse trucks; some of them were equipped with Konrad Woody 60 processors. We separately worked out analysis of move of cableways, since the former manner, standardizing assembly and dismantling with more influential actors, would not be rational considering a large number of combinations between influential factors. We decided to find out the ratio of yarding duration to duration of other necessary procedures while moving a cableway. Moving a cableway comprised duration of assembly, dismantling and moves as well as duration of smaller repairs occurring during the moves. Basic data was gathered along with routine evidences of working hours of cable operators from forestry companies. Forestry companies keep records of machine and working hours with diverse accuracy, therefore we combined several procedures in assembly and dismantling duration and wood yarding duration. In our analysis we considered influential factors – felling concentration, line length, yarding direction, but we also performed other comparisons we did not include in this report (e.g. impact of work organization). Coefficient of move was determined as ratio of duration of calendar work hours to yarding duration and, in another variant, as ratio of duration of accounted move hours and accounted yarding hours. Using a questionnaire, we gathered data on 205 set-up lines in 2006 to 2008; we classified the data in the following groups:

General data on company, forest area and cable device, data on work organization at cableway;

Data on line as yarding direction, line length, slope, wood concentration;

Data on time consumption for assembly and dismantling and yarding.

Less than a third of the 205 lines were set up on typical tractor terrains with inclination up to 40 %. The lines with the downhill yarding are thereby somewhat shifted in the area of small inclination terrain, with the exception of some very steep lines. Line lengths are in the wide range from a little less than 100 m and up to 800 m. In average, difference of lengths of lines between harvest directions is small. We also determined the dependence between relative costs and coefficient

of move, showing that a higher coefficient also means higher costs. Coefficients of move according to consolidated line groups are presented in the table which differs from the published norms only in the fact that it considers duration of work on a line, while the state norms specify limits at line length of 300 m and wood concentration of 1m<sup>3</sup>/m of line.

Coefficient of move	Short harvest (up to 40 hours)	Long harvest (over 40 hours)	Average
Short assembly and dismantling (up to 15 hours)	1,48	1,21	1,32
Long assembly and dismantling (over 15 hours)	1,75	1,30	1,42
Average	1,60	1,27	1,37

Coefficients of move in dependence of line length and wood concentration range from 1.62 at short lines and low wood concentrations to 1.13 at long lines and high wood concentration; average is 1.37. Estimation on the basis of data shows that sufficient value of this coefficient for an individual working ground or line would be 1.27 (this coefficient does not comprise smaller repairs and moves over longer distances).

## 7 REFERENCE

### 7 REFERENCES

- Odredba o določitvi normativov za dela v gozdovih (Uradni list RS, št. 11/1999, 44/2009).
- Abegg, B., Frutig, F., Wuthrich, W., 1986. Kalkulation-sunterlagen für den Seilkraneinsatz. Eidgenössische Anstalt für das forstliche Versuchswesen, Birmensdorf, Merkblatt für den Forstpraktiker No.11, 8 str.
- Bischofberger, M., Trumpi, D., Walther, H. R., 1989. Kalkulationsunterlagen für den Einsatz eines leichten Mobilseilkran. Eidgenössische Anstalt für das forstliche Versuchswesen, Birmensdorf, Merkblatt für den Forstpraktiker No.13, 5 str.
- Frutig, F., Trumpi, D., 1990. Holzbringung mit Mobilseilkran – Ergebnisse der Versuchseinsätze mit dem KOLLER K-600. Eidgenössische Anstalt für das forstliche Versuchswesen, Birmensdorf, Berichte No.316, 54 str.
- Klun, J., Piškur, M., Medved, M., 2005. Efficiency of cable yarding in slovenian state forest = Učinki žičnega spravila v slovenskih državnih gozdovih. V: KOŠIR, Boštjan (ur.). FORMEC 2005 : Innovationen in der

- Forsttechnik durch Wissenschaftliche Kooperation = scientific cooperation for forest technology improvement : Slovenia 26.-28th September, Austria 29th September. Ljubljana: Oddelek za gozdarstvo in obnovljive vire, Biotehniška fakulteta: = Department of Forestry and Renewable Forest Resources, Biotechnical Faculty, str. 185-199.
- Klun, J., Košir, B., Krč, J., Medved, M., 2007. Primerjava metod kalkulacij stroškov gozdarske mehanizacije na primeru žičnice. Zbornik gozdarstva in lesarstva 82 (2007), s. 41-51
- Košir, B., 1985b. Vpliv postavljanja in razstavljanja žičnih žerjavov s stolpi na stroške spravila lesa na primeru iz Trnovskega gozda. UL, IGLG; Strok.in znan. dela št. 78, Ljubljana, str. 91-117.
- Košir, B., 1990. Ekonomsko-organizacijski vidiki razmejivne delovnega območja žičnih naprav in traktorjev pri spravilu lesa : doktorska disertacija = Economic organizational aspects of working area delimitation of cable cranes and tractors in wood skidding : dissertation thesis. Ljubljana. 337 str.
- Košir, B., 1991a. Spravilo lesa iglavcev navzgor s prirejenim žičnim žerjavom Iglan teleskop z univerzalnim vozičkom Sherpa U. Zb. gozd. lesar., št. 37, str. 21-35.
- Košir, B., 1991b. Spravilo lesa iglavcev navzgor in navzdol z žičnim žerjavom Wandrefalke U-AM in univerzalnim vozičkom Sherpa U. Zb. gozd. lesar., št. 37, str. 37-52.
- Košir, B., 1992a. Wood extraction performances of mobile tower yarders in the republic of Slovenia. Zb. gozd. lesar., št. 39, str. 13-46.
- Košir, B., 1992b. The study of wood-hauling by mobile tower yarders in Slovenia. V: TEUTENBERG-RAUPACH, Andrea (ur.). International symposium Work study - mmeasurement and terminology : held in Göttingen, Germany 10-12 June 1992 : proceedings. Göttingen: Institute of forest engineering, str. 57-77.
- Košir, B., 2003a. Optimal line lengths when skidding wood with the Syncrofalke cable crane in Slovenian conditions. V: Arzberger, Ulrich (ur.), Grimoldi, Madeline (ur.). New trends in wood harvesting with cable systems for sustainable forest management in the mountains : workshop proceedings. Rome: Food and agriculture organization of the United Nations. etc., str. 81-90, graf. prikazi.
- Košir, B., 2003b. Some observations of Syncrofalke Cable Crane Skidding in Slovenian Conditions. V: PICCAROLO, Pietro. (ur.). Management and technology applications to empower agriculture and agro-food systems : 33 CIOSTA-CIGR V Congress proceedings : Turin, Italy, September 22 - 24, 2003. Turin: Department of Agricultural, Forest and Environment Economics and Engineering - Section of Mechanics, , str. 55-63.
- Košir, B., 2004. Perspektive uporabe gozdnih žičnic v Sloveniji = Prospects of forest cableways use in Slovenia. V: MEDVED, Mirko (ur.), KOŠIR, Boštjan (ur.). Mednarodno posvetovanje Spravilo lesa z žičnicami za trajnostno gospodarjenje z gozdovi. Ljubljana: Gozdarski inštitut Slovenije: = Slovenian Forestry Institute, 2004, str. 35-50,
- Košir, B., 2004. Perspektive uporabe gozdnih žičnic v Sloveniji = Prospects of forest cableways use in Slovenia. V: Medved, Mirko (ur.), Košir, Boštjan (ur.). Mednarodno posvetovanje Spravilo lesa z žičnicami za trajnostno gospodarjenje z gozdovi. Ljubljana: Gozdarski inštitut Slovenije: = Slovenian Forestry Institute, str. 35-50.
- Košir, B., Goričan, E., Koren, I., 1988. Analiza nekaterih vidikov žičničarskega spravila na osnovi podatkov iz sečnospravnih načrtov.-Gozdarski vestnik 4, s.174-179.
- Košir, B., Medved, M., Dobre, A., Bitenc, B., 1992. Uporaba časovnih normativov v gozdarstvu Republike Slovenije od leta 1985 do leta 1990 = The use of standard times in the forestry of the Republic of Slovenia in the period from 1985 to 1990, (Strokovna in znanstvena dela, 110). Ljubljana: Biotehniška fakulteta, Inštitut za gozdno in lesno gospodarstvo., 60 str.
- Košir, B., 1985a. Učinki spravila lesa z večbobenskimi žičnimi žerjavi s stolpi. UL, IGLG; Strok.in znan. dela št. 78, Ljubljana, str. 3-86.
- Medved, M., Ogris, N., Klun, J., Košir, B., Vončina, R., 2005. Koledarski čas in učinki dela z žičnimi napravami syncrofalke na Tolminskem = Calendar time and work performance of syncrofalke cable cranes in the Tolminsko region. Zb. gozd. lesar., št. 77, str. 113-142.
- Papič, F., 1983. Uporaba gozdarskih žičnic na območju soškega gozdnega gospodarstva Tolmin iz tehničnih, ekonomskih in varstvenih vidikov. Soški gozdar, leto XIX, št.1-2, Tolmin, str. 34-46.
- Samset, I., 1981. Winch- and cable systems in Norwegian forestry. Norsk Institute for skogforskning, Rep. of the Norwegian Forest Research Institute 37.1, As, 501 str.
- Schmidt, R., 1991. Planung der Bringung mit Seilkran, ETH Turich, Abteilung Forstwirtschaft, Professur Forstliches Ingenieurwesen, Holzernte, Teil D, 20 str.
- Stampfer, K., 2004. Perspectives on whole tree yarding systems for thinning operations in Austria. V: MEDVED, Mirko (ur.), KOŠIR, Boštjan (ur.). Mednarodno posvetovanje Spravilo lesa z žičnicami za trajnostno gospodarjenje z gozdovi. Ljubljana: Gozdarski inštitut Slovenije: = Slovenian Forestry Institute, str. 67-74.
- Stampfer, K., Visser, R., Kanzian, C. 2006. Cable Corridor Installation Times For European Yarders. Int.J.ofFor. Engineering, Vol.17 No.2., str.