

# Dodatna oprema za povećanje proizvodnosti forvardera

Zdravko Pandur, Dinko Vusić, Ivica Papa

## Nacrtak – Abstract

U ovom je radu dan pregled razvoja forvardera od njegove preteče pa sve do modernoga stroja kakav se danas koristi u izvoženju drva s naglaskom na neke nove značajke pomoću kojih se olakšava rad i povećava proizvodnost forvardera. Ovdje je prikazana dodatna oprema koju proizvođač Valmet ugrađuje na svoje forvardere. Neke su od navedenih značajki i te kako poželjne u hrvatskom šumarstvu, a neke od njih i nisu ponajprije zbog sastava vrsta drveća naših šuma te zbog načina gospodarenja našim šumama.

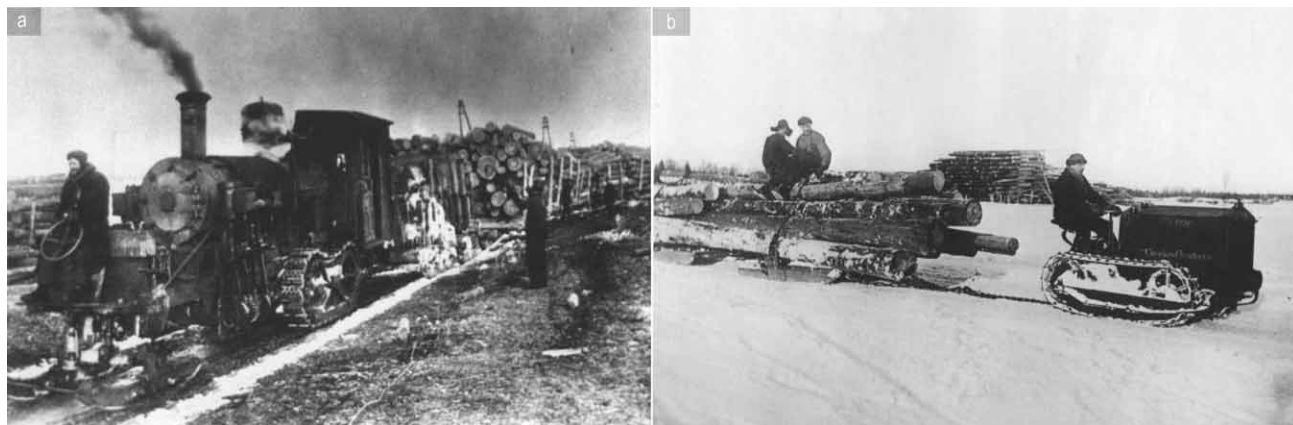
Ključne riječi: forvarder, povijesni razvoj, dodatna oprema

## 1. Uvod – Introduction

Tisuće godina ljudi su se koristili vlastitom snagom mišića za izvlačenje drva iz šume i potom ga iskorištavali kao gorivo, građu, papir i sl. Da bi izbjegli takav naporan i težak rad, smišljali su različita rješenja kojima bi se ujedno povećala i učinkovitost transporta drva. Tako je i danas kada se u šumarstvu primjenjuju vrhunske tehnologije kao što su forvarderi i harvesteri.

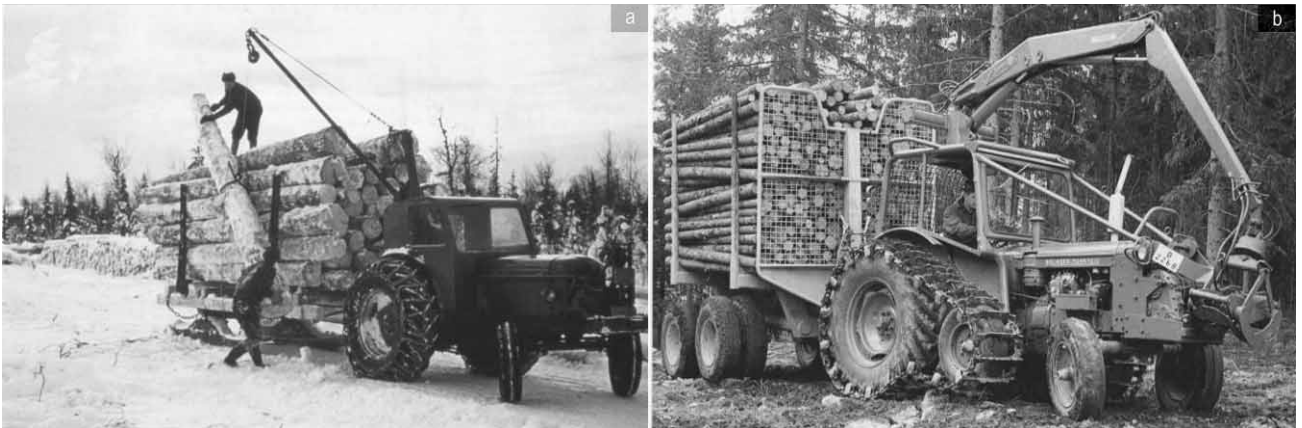
Početkom 20-oga stoljeća drvo se iz šuma uglavnom privlačilo uz pomoć životinja (volova i konja), a slijedile su konstrukcije prvih vozila u obliku lokomotiva čiji je pogonski motor bio parni stroj (slika

1a). Razvoj je strojeva i dalje napredovao pa su se 30-ih godina prošloga stoljeća pojavili gusjenični traktori s motorom s unutrašnjim izgaranjem (dizelski). Nakon Drugoga svjetskoga rata u šumarstvu se upotrebljavaju poljoprivredni traktori koji su u to vrijeme već imali gumene pneumatike. Takvi se traktori za rad u šumi (privlačenje) najčešće dodatno opremaju polugusjenicama, koje su bile postavljene na stražnje (pogonske) kotače, mehaničkom dizalicom s vitlom i čeličnim užetom te poluprikolicom. Sličan se sustav u nas i danas upotrebljava u nizinskim šumama hrasta lužnjaka (ekipaža Pionir). Razvojem hidraulike konstruirana je hidraulična dizalica ugradnjom kojom se postupno iz upotrebe izbacuje



**Slika 1.** Privlačenje drva strojevima na početku 20. stoljeća

**Fig. 1** Mechanized timber extraction at the beginning of 20<sup>th</sup> century



**Slika 2.** Poljoprivredni traktori prilagođeni za privlačenje drva 50-ih godina prošloga stoljeća

**Fig. 2** Agricultural tractors adapted for timber extraction in the 1950s

mehanička dizalica. Upotrebom hidraulične dizalice uvelike je olakšan utovar i istovar trupaca, te je rad s takvom dizalicom mnogo brži i sigurniji. Takav traktorski skup s hidrauličnom dizalicom i poluprikolicom preteča je forvardera. Kada je u 50-im godinama prošloga stoljeća izumljeno zglobno upravljanje, ono je našlo primjenu i u šumarstvu. Što se tiče preteče forvardera, traktora s hidrauličnom dizalicom i poluprikolicom, na mjestu gdje se poluprikolica rudom veže uz traktor ugrađuje se upravljački zglob, a ujedno se izbacuje prednji upravljački most traktora. Povezivanjem traktora i poluprikolice dobiveno je vozilo koje se u jednoj cjelini sastoji od dva dijela (okvira) međusobno povezanih samo zglibom. Prvi su forvarderi imali četiri kotača, po dva na svakom dijelu (okviru) gdje su svi kotači bili pogonski (slika 3a). Poslije se prvo stražnji most zamjenjuje s bogi ovjesom, a nakon njega i prednji. Krajem 70-ih pa sve do polovice 80-ih godina forvarderi (slika 3b) bivaju sve više usavršavani jer se u njih umjesto dotadašnje

hidrodinamičko-mehaničke ugrađuje računalom upravljana hidrostatsko-mehanička transmisija. Kabinе na strojevima s vremenom su bile sve više ergonomski povoljne. Razvojem računala i računalne tehnologije 90-ih godina mehanički su se sustavi preko hidrauličnih sastavnica prilagođavali upravljanju uz pomoć ručica na sjedištima vozača čime su se još više poboljšale ergonomske značajke forvardera.

Današnji se forvarderi konceptijski ne razlikuju od onih od prije pola stoljeća, ali što se tiče okolišne pogodnosti, humanizacije rada i automatike, uvelike su uznapredovali i s punim se pravom mogu nazvati vrhunskom tehnologijom u šumarstvu.

U današnje vrijeme za forvardere se može reći da su dosegli maksimum u svom razvoju, međutim još uvijek postoje neke stvari koje se mogu doraditi, promijeniti i na kraju krajeva poboljšati. U ovom radu dan je prikaz nekih najnovijih poboljšanja na forvarderima koje proizvodi tvrtka Valmet.



**Slika 3.** Prvi forvarderi 60-ih godina prošloga stoljeća

**Fig. 3** First forwarders in the 1960s

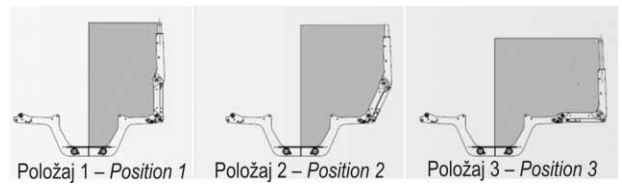


Slika 4. Moderni forvarder

Fig. 4 Modern forwarder

## 2. Dodatna oprema Valmet LoadFlex– Valmet LoadFlex additional equipment

Valmet LoadFlex je sustav promjenjiva tovarnog prostora pogodan za sve forvardere Valmet. Konstrukcija je jednostavna i u potpunosti mehanička i



Slika 6. Tri različita položaja nosača tovarnog prostora

Fig. 6 Three different positions of load space carrier

na taj način vrlo čvrsta i pouzdana. U načelu LoadFlex koristi usporedno upravljanje nosačima tovarnog prostora s dodatnim zglobovima koji se namještaju tako da se dobiva tovarni prostor širi nego obično. Uz pomoć zglobova nosače je moguće postaviti na tri različita položaja tovarnog prostora (slika 6).

Nova značajka sustava Valmet LoadFlex jest dodatak bočnih potpornih ručica čija se visina može prilagođavati pomoću hidraulike. Potporne su ručice upravljane s MaxiForwarderovim sustavom. Upravljačke tipke na vozačevu sjedalu omogućuju podizanje i spuštanje potpornih ručica prilikom utovara i istovara na svakoj strani posebno i forvarderu da je uvijek nazivno opterećen. Rešetkasta zaštita na prednjem dijelu tovarnog prostora također se može



Slika 5. Moderni forvarder opremljen dodatnom opremom

Fig. 5 Modern forwarder with additional equipment



**Slika 7.** Tovarni prostor LoadFlex s fleksibilnim i pomoćnim potpornim ručicama

**Fig. 7** LoadFlex load space with flexible and accessory sorting stakes

proširiti pokrivajući cijelu širinu proširenoga tovarnoga prostora. LoadFlex povećava širinu tovarnoga prostora forvardera za 1,4 m, a samim time, uz istu količinu drva, snizuje točku težišta. To značajno povećava stabilnost opterećenoga forvardera i omogućuje veće transportne brzine s većim tovarima. Hidraulične potporne ručice mogu se spustiti niže nego što je to slučaj kod klasičnih potpornih ručica čija se visina mehanički namješta pomoću vijaka. Takav sustav pridonosi bržemu utovaru i istovaru trupaca zbog nižega i širega tovarnoga prostora, a samim time dizalica radi u kraćim radnim ciklusima te je stoga manje opterećena. Uz pomoć sustava LoadFlex tovarni se prostor s pomoćnim potpornim ručicama koje se nalaze unutar tovarnoga prostora može podijeliti na 2 i/ili 3 dijela (slika 7) tako da se različiti sortimenti prilikom utovara mogu odmah sortirati. Sve navedene karakteristike sustava LoadFlex pridonose u konačnici povećanju proizvodnosti forvardera.

Budući da se ovdje radi o promjenjivom tovarnom prostoru, sastavni dio sustava LoadFlex jest program MaxiScale za vaganje koji olakšava optimiziranje mase tovara ne prelazeći najveću dopuštenu nosivost forvardera. S tim je programom moguće uz dobro određenu gustoću drva dobiti točan obujam svakoga sortimenta u tovaru.



**Slika 8.** Opcija tovarnoga prostora LoadFlex Bio

**Fig. 8** LoadFlex Bio option of load space

### 3. Izvedba tovarnoga prostora LoadFlex Bio za šumski ostatak – LoadFlex Bio construction of load space for forest residues

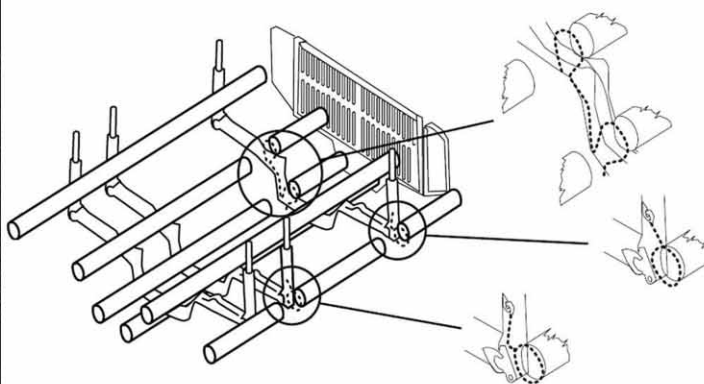
LoadFlex Bio je posebno konstruiran tovarni prostor forvardera koji se može primijeniti na sve forvardere koji imaju ugrađen sustav LoadFlex. Ta opcija omogućuje znatno učinkovitije i lakše skupljanje i transport šumskoga ostatka.

Rješenje je u potpunosti mehaničko tako da se trupci tanke oblovine vežu lancima za potporne ručice na dno i sa svake strane tovarnoga prostora. Tako se dobiva tovarni prostor u obliku rešetke koji onemogućuje ispadanje šumskoga ostatka. Takvo je rješenje jednostavno i pouzdano uz istodobno zadržavanje fleksibilnosti tovarnoga prostora. Najveća je prednost toga sustava da on stvara tovarni prostor na koji se može natovariti šumski ostatak čija masa dostiže nazivnu nosivost forvardera, što je inače teško postići zbog male volumne gustoće šumskoga ostatka. Zbog snižene visine točke težišta šumski je ostatak moguće visoko natovariti zadržavajući potrebnu bočnu stabilnost.

Najjednostavnija je jedinica mjere količine šumskoga ostatka njegova masa. Budući da uz sustav LoadFlex ide program MaxiScale, ovdje stoga nije problem utvrditi kolika je količina šumskoga ostatka prevezena.

Mjerenja koja su provedena na Šumarskom fakultetu (tablica 1) pokazala su da pri najvećoj iskoristivosti tovarnoga prostora nije dosegnuta nazivna nosivost forvardera. Isto tako prilikom izvoženja šumskoga ostatka izmjerena masa po osovinama je manja nego što je to pri izvoženju oblovine.

Iz tablice se također može vidjeti da se rasteretila prednja osovina zbog duljine šumskoga ostatka koji



**Tablica 1.** Odvage opterećenoga forvardera po osovinama pri izvoženju tehničke oblovine i šumskoga ostatka

**Table 1** Axle load measurements of loaded forwarer during extraction of technical roundwood and forest residues

	Prednja osovina <i>Front axle</i>	Prednji kotači bogi osovine <i>Front wheels on bogie axle</i>	Stražnji kotači bogi osovine <i>Rear wheels on bogie axle</i>	Ukupno <i>Total</i>
	kg			
Oblovina - <i>Roundwood</i>	9567	9993	8673	28 233
Šumski ostatak - <i>Forest residue</i>	8508	8601	8145	25 253



**Slika 9.** Izvoženje šumskoga ostatka forvarderom

**Fig. 9** Forest residue extraction by forwarer

u velikoj mjeri visi iza tovarnoga prostora, kao što to prikazuje slika 9.

#### 4. Sustav ProTec – ProTec system

Pri skupljanju šumskoga ostatka, koji je najčešće vrlo nezgrapan, često dolazi do oštećenja hidrauličnih cijevi. Da bi se izbjegli takvi kvarovi, konstrui-

ran je sustav ProTec koji predstavlja jedinstveno rješenje tako što omogućuje zaštićeno vođenje hidrauličnih cijevi od završetka dizalice, gdje se hidraulične cijevi vode kroz zglob kojim se rotator povezuje s dizalicom, dalje kroz posebno konstruiran rotator i na kraju do samoga hvatala (slika 10b). Budući da su sve hidraulične cijevi koje vode do rotatora i hvatala u potpunosti zaštićene, rezultat je upotrebe sustava ProTec u smanjenju troškova servisa, rezervnih dijelova, ulja i čišćenja kontaminiranoga šumskoga tla, što takav sustav čini ujedno i okolišno prihvatljivim jer znatno smanjuje curenje ulja, a samim tim i umanjuje štetan utjecaj ulja na okoliš.

Sustav ProTec obuhvaća i nov način kočenja koje učinkovito prigušuje njihanje hvatala te posebno projektiran rotator (slika 10c) rezultat kojega je olakšano upravljanje tovarom. Nova uglađena tehnika kočenja razumijeva učinkovito i brzo prigušenje njihanja hvatala. Sustav ProTec može biti korišten na svim profesionalnim šumarskim strojevima i na drugim nešumarskim strojevima koji su opremljeni dizalicom i hvatalom.

#### 5. Rasprava – Discussion

Dodatna oprema koja je u ovom radu spomenuta u svakom je slučaju zanimljivo rješenje za olakšan rad forvarderom i povećanje njegove proizvodnosti.



**Slika 10.** Nova tehnološka rješenja sustava ProTec u vođenju cijevi i prigušenju njihanja hvatala

**Fig. 10** New technological solutions of ProTec system dealing with hose encase and grapple swing damper

Što se tiče sustava LoadFlex, u nas bi najviše primjenu našla mogućnost hidrauličnoga prilagođavanja visine bočnih potpornih ručica, čime se smanjuje radni ciklus rada s dizalicom. Sustav kod kojega se potporne ručice tovarnoga prostora mogu namještati na tri različita položaja u hrvatskom šumarstvu primjenu bi našao pri izvoženju sortimenata crnogorice ili brzorastućih listača gdje su sortimenti ili manjih dimenzija (promjera) ili im je jedinična masa po komadu manja. Kod sortimenata hrasta lužnjaka koji su u većini slučajeva i velikih dimenzija, a ujedno i velike jedinične mase, postoje razmišljanja da bi vrlo brzo došlo do kvarova u zglobovima spomenutih potpornih ručica. U hrvatskom se šumarstvu forvarderi često koriste pri izvoženju sortimenata u prorednim sastojinama, zatim pri izvoženju sortimenata u sanitarnim sječama, a naravno i u početnim sjekovima oplodnih sječa (pripremi i naplodni sijek) gdje je gustoća preostalih stabala u sastojini najčešće velika, pa bi forvarder opremljen sustavom LoadFlex s položajem potpornih ručica u najširem modu imao velikih problema prilikom kretanja po takvoj sastojini.

Sustav LoadFlex Bio vrlo je jednostavan i u nas bi najveću ulogu imao pri izvoženju šumskoga ostatka koji osim granjevine listopadnih vrsta drveća uključuje i ogrjevno drvo, takozvane gule, čije su duljine najčešće male da bi se one mogle uglaviti samo izme-

đu potpornih ručica tovarnoga prostora. Takvo se rješenje može ugraditi na forvardere koji imaju standardni tovarni prostor s običnim potpornim ručicama i tada se uvelike olakšava izvoženje šumskoga ostatka koji je prethodno naveden i ostatka kao što su to grane crnogoričnih vrsta drveća koje su često malih dimenzija.

Sustav ProTec zaštićenoga vođenja hidrauličnih cijevi korisno je rješenje i smatra se da bi takvu opciju trebalo ugrađivati odmah prilikom kupnje forvardera. Takav sustav koji ujedno i prigušuje njihanje hvatala znatno olakšava rad s dizalicom pa se samim tim i ubrzava utovar i istovar drvnih sortimenata.

Vaganje sustavom MaxiScale vjerojatno u potpunosti ne zadovoljava (slika 9) jer se šumski ostatak ne oslanja samo na konstrukciju tovarnoga prostora, već i na tlo iza forvardera, pa bi stoga prijenosni sustav vaga bio povoljnije rješenje.

## 6. Literatura – References

Anon., 2009: LoadFlex Bio for biomass fuel. JustForest – International magazine, 2: 10.

Drushka, K., H. Konttinen, 1997: Tracks in the forest. Timberjack Group Oy.

Horvat, D., 2000: Neke značajke šumarskih strojeva nove generacije. Zbornik »Vrhunske tehnologije u uporabi šuma«, Zagreb, str. 65–84.

---

## Abstract

---

### Additional Equipment for Increasing Forwarder Productivity

*This paper gives a survey of the development of the forwarder from its origin to the modern machine as used nowadays in timber extraction with the focus on some new characteristics that may facilitate the work and increase its productivity. Accessories installed in its forwarders by the manufacturer Valmet are also presented in this paper. Some of the above characteristics are highly desirable in Croatian forestry, and some of them are not primarily due to types of tree species of our forests and due to the type of our forest management.*

*The feature of LoadFlex system that provides the possibility of hydraulic height adjustment of side supports, thus lowering the path of the crane, would be best applied in our forestry. The system in which the bunk supports can be set in three positions could be applied in Croatian forestry for forwarding coniferous assortments or assortments of fast-growing broadleaved species, where wood assortments are smaller (diameter) or have a lower unit mass per piece. With the assortments of Pedunculate oak, which are usually large and also have a high unit mass, it is considered that the joints of the above supports would easily break down. In Croatian forestry forwarders are often used for forwarding assortments in thinning stands, then for forwarding assortments in salvage cuts, and of course also in the initial cuts of regeneration felling (preparatory and seeding felling) where the density of the remaining trees in the stand is usually high so that a forwarder equipped with LoadFlex system with support arms set to the widest position would have serious problems in moving around.*

*LoadFlex Bio option is very simple and in our forestry it would have the most important role in forwarding forest residues consisting of branches of non-coniferous species as well as of fuel wood of a size usually too small to be fastened between bunk supports. Such solution may be mounted on forwarders equipped with a standard bunk with simple support arms thus greatly facilitating forwarding of the above mentioned forest residues as well as residues made of branches of coniferous species that are usually of small size.*

*ProTec system of controlled installation of hydraulic hoses is a useful solution and it is considered that this option should be installed immediately upon buying the forwarder. This system reduces swinging of grapple arms and at the same time considerably facilitates operating the crane and consequently also accelerates loading and unloading of wood assortments.*

*Scaling by MaxiScale system is probably not fully satisfactory (Fig. 9) because the forest residue does not only rely on the construction of the load area but also on the soil behind the forwarder, and therefore a portable scale system would be a more favorable solution.*

*Key words: forwarder, historical development, accessories.*

---

Adresa autorâ – *Authors' addresses:*

Zdravko Pandur, dipl. inž. šum.  
e-pošta: pandur@sumfak.hr  
Dinko Vusić, dipl. inž. šum.  
e-pošta: vusic@sumfak.hr  
Ivica Papa, dipl. inž. šum.  
e-pošta: papa@sumfak.hr  
Zavod za šumarske tehnike i tehnologije  
Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu  
Svetošimunska 25  
HR – 10 000 Zagreb

Primljeno (*Received*): 9. 9. 2009.  
Prihvaćeno (*Accepted*): 7. 12. 2009.