



Dimenzijske značajke utovarnoga prostora forvardera

Tomislav Poršinsky, Zoran Bumber, Zdravko Pandur, Maja Moro, Mihael Lovrinčević, Andreja Đuka

Nacrtak – Abstract

Rad obrađuje dimenzijske značajke utovarnoga prostora forvardera, a koje norma ISO 13860 (2016) određuje trima dimenzijama zasnovanim na neposrednom mjerenju (duljina utovarnoga prostora, širina između držača tereta, visina držača tereta) te dvjema posrednim (računske) dimenzijama (površina poprečnoga presjeka utovarnoga prostora forvardera i visina težišta tereta). Iako za te pokazatelje utovarnoga prostora forvardera norma ISO 13860 (2016) daje definicije, za dva računski pokazatelja nije objašnjen način njihova izračuna te na kojim se dimenzijama utovarnoga prostora zasnivaju.

Poticaji za pisanje ovoga rada jesu: 1) pojašnjenje važnosti poznavanja dimenzijskih pokazatelja utovarnoga prostora forvardera, 2) izrada prijedloga načina izračuna poprečnoga presjeka utovarnoga prostora forvardera i visine težišta tereta forvardera te 3) određivanje dodatnih potrebnih mjernih dimenzijskih značajki utovarnoga prostora.

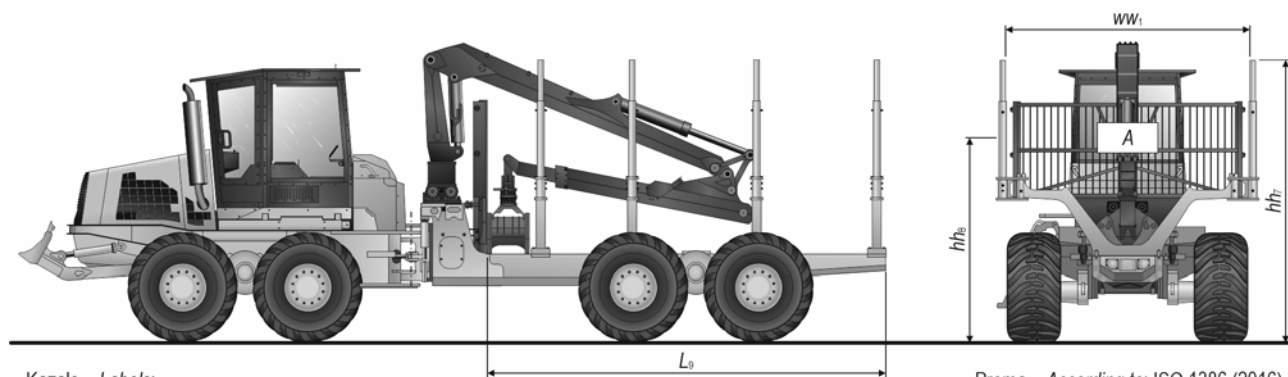
Na osnovi predloženih mjerenja prikazane su dimenzije, ali i računski značajke utovarnoga prostora osmokotačnoga forvardera Komatsu 875.

Ključne riječi: površina poprečnoga presjeka utovarnoga prostora forvardera, visina centra tereta

1. Uvod – Introduction

Izvoženje drva forvarderima obilježava kotrljanje drva na kotačima, prihvat i skupljanje sortimen-

tnom metodom izrađenoga drva hidrauličnom dizalicom iz čega izlazi i zahtjev za paralelnom mrežom sekundarnih šumskih prometnica međusobnoga



Kazalo – Labels:

A – Površina poprečnog presjeka utovarnoga prostora – Cross-sectional area of load space

L_s – Duljina utovarnoga prostora – Distance of load bunk headboard to rearmost bunk

hh_r – Visina držača tereta – Stake height

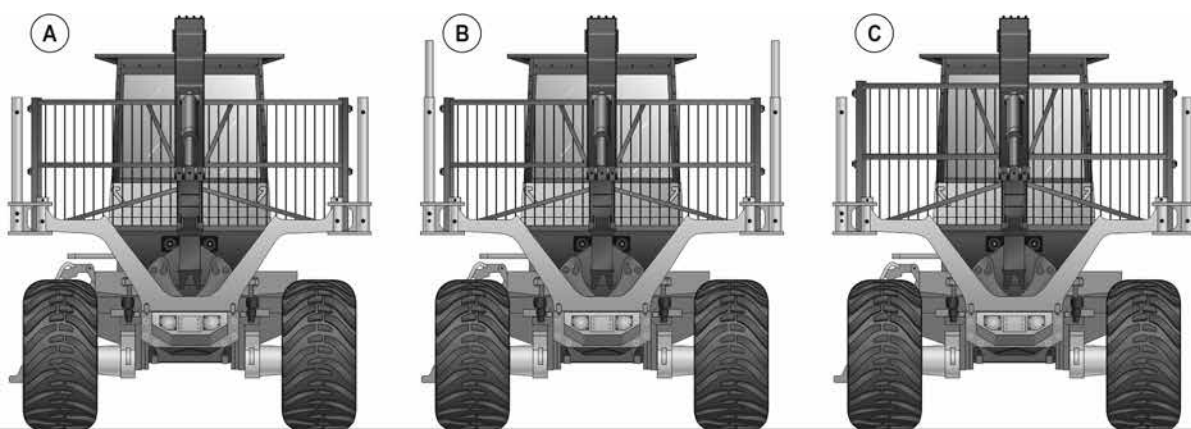
hh_s – Visina težišta tereta – Height of load centre

ww_1 – Širina između držača tereta – Width across stakes

Prema – According to: ISO 13860 (2016)

Slika 1. Dimenzije utovarnoga prostora forvardera prema normi ISO 13860 (2016)

Fig. 1 Forwarder loading space dimensions according to ISO 13860 (2016)



Slika 2. Odnos visine držača tereta i visine uzglavlja utovarnoga prostora forvardera

Fig. 2 Ratio of stakes height and headboard height of forwarder loading space

razmaka dvostrukoga dosegā dizalice (Poršinsky i dr. 2022).

Osim udaljenosti privlačenja drva najznačajniji utjecajni čimbenik proizvodnosti izvoženja drva forvarderom svakako je količina (masa, obujam) drva koja se transportira u jednom traktorskom turnusu (Poršinsky 2005, Poršinsky i dr. 2014) ovisno o nosivosti koju deklarira proizvođač vozila te o dimenzijskim značajkama utovarnoga prostora. Navedene značajke forvardera određene su tijekom njegove konstrukcije te su čvrsto korelirane s masom neopterećenoga vozila (Horvat i dr. 2004, Poršinsky 1997). Odnos deklarirane nosivosti i mase nenatovarenoga forvardera Nordfjel i dr. (2019) nazivaju indeks opterećenja te navode da on za današnje forvardere iznosi $\approx 0,8$.

Norma ISO 13860 (2016) dimenzije utovarnoga prostora forvardera (slika 1) poznaje i definira s pet pokazatelja:

- ⇒ Površina poprečnoga presjeka utovarnoga prostora (A) – efektivna površina utovarnoga prostora u uspravnoj ravnini okomitoj na uzdužnu os vozila s visinom tereta određenom visinom držača tereta ili uzglavlja utovarnoga prostora, ovisno o tome što je niže.
- ⇒ Duljina utovarnoga prostora (L_o) – vodoravna udaljenost od uzglavlja utovarnoga prostora do stražnje strane krajnjega podesivoga ležaja držača tereta.
- ⇒ Širina između držača tereta (ww_1) – vodoravni razmak između unutarnjih strana držača tereta.
- ⇒ Visina držača tereta (hh_1) – vertikalna udaljenost od tvrde, ravne, horizontalne podloge do vrha držača tereta.

⇒ Visina težišta tereta (hh_g) – vertikalna udaljenost od tvrde, ravne, horizontalne podloge do centra¹ efektivne površine poprečnoga presjeka utovarnoga prostora forvardera.

Iako norma ISO 13860 (2016) izriječno ne spominje obujam utovarnoga prostora forvardera, ona se izračunava kao umnožak površine poprečnoga presjeka (A) i duljine utovarnoga prostora (L_o).

Visina držača tereta je promjenjiva veličina jer su oni pomični (izvlačno – uvlačni) te se njihova visina odabire ovisno o vrsti (gustoći) utovarenoga drva, ali i o vrsti utovarenih sortimenata koji imaju različitu iskorištenost utovarnoga prostora (oblovina $\approx 0,7$ m³/prm, šumski ostatak $\approx 0,2$ m³/prm, svežanj šumskoga ostatka $\approx 0,35$ m³/prm). U odnosu na visinu uzglavlja utovarnoga prostora forvardera držači tereta mogu biti: iste visine (slika 2a), viši (slika 2b) i niži (slika 2c). U slučaju viših držača tereta (slika 2b) za izračun površine poprečnoga presjeka utovarnoga prostora referentna je visina uzglavlja, a u slučaju višega uzglavlja (slika 2c) referentna je visina držača tereta (Löfgren 1999).

Na poznavanju površine poprečnoga presjeka utovarnoga prostora forvardera, pri pretpostavci da je on u potpunosti ispunjen oblovinom, zasnovan je izračun/procjena mase utovarenoga drva (izraz 1) u Planu raspodjele tereta forvardera na horizontalnoj podlozi njemačkoga Kuratorija za šumski rad i šumsku tehniku (KWF). Cilj je da masa utovarenoga drva: 1) ne bude veća od nosivosti vozila koju deklarira proizvođač, 2) ne preoptereći prednju ili stražnju osovinu vozila (odnosno zbroj nosivosti pneumatika po osovini), ali i 3) rastereti prednju osovinu vozila (Weise 2002, Weise 2003A, Weise 2003b).

¹ Centroid je točka u kojoj se nalazi geometrijsko središte lika ili tijela.

$$G_{\text{load}} = A \cdot f \cdot \rho \cdot s \quad (1)$$

gdje su:

- G_{load} masa utovarenoga drva (kg)
 A površina poprečnoga presjeka utovarnoga prostora (m^2)
 f iskoristivost (popunjenost) poprečnoga presjeka utovarnoga prostora (%)
 ρ gustoća utovarenoga drva (kg/m^3)
 s duljina utovarene oblovine (m).

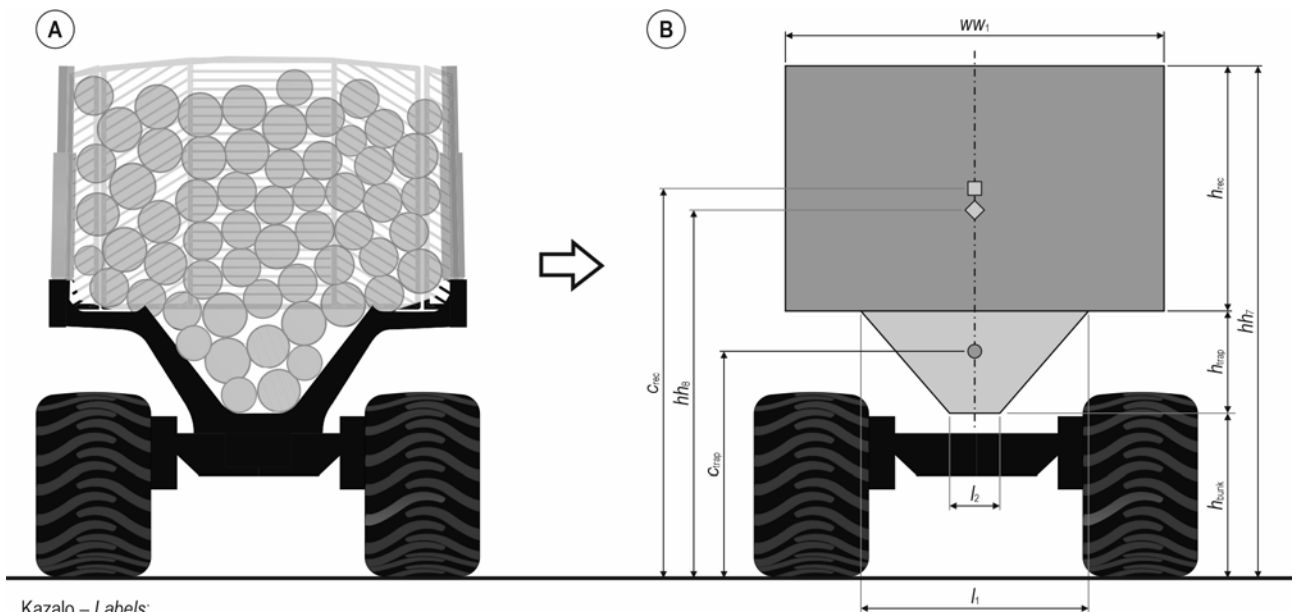
Visina težišta tereta (hh_g), odnosno visina centroida poprečnoga presjeka utovarnoga prostora, predstavlja pri izvoženju drva uz/niz uzdužni nagib terena (α) krak na kojem djeluje s podlogom usporedna sastavnica težine utovarenoga drva ($G_{\text{load}} \sin \alpha$), bez čijega poznavanja ne bi bilo moguće postaviti momentne jednadžbe potrebne na izračun opterećenja prednje i stražnje osovine nominalno natovarenoga forvardera, odnosno procjenu dodirnih tlakova pneumatika kotača i šumskoga tla, ali i kretnost forvardera pri radu na nagnutim terenima.

Međutim, norma ISO 13860 (2016) način izračuna površine poprečnoga presjeka utovarnoga prostora i visine težišta tereta forvardera ne objašnjava, kao i na kojim se dimenzijama utovarnoga prostora njihov izračun zasniva.

Cilj je ovoga rada izraditi prijedlog načina izračuna poprečnoga presjeka utovarnoga prostora i visine težišta tereta forvardera te definirati dodatne mjerne dimenzijske značajke utovarnoga prostora potrebne za izračun navedenih pokazatelja.

2. Prijedlog izmjere dimenzija i izračuna pokazatelja utovarnoga prostora forvardera – *Proposal for measuring dimensions and calculating indicators of forwarder loading space*

Zbog položaja kotača stražnje bogi osovine forvardera poprečni je presjek utovarnoga prostora forvardera (slika 3) nekonveksni poligon koji se sa-



Kazalo – Labels:

- Pravokutni dio površine poprečnog presjeka utovarnoga prostora – Rectangular part of cross-sectional area of load space (A_{rec})
- ▭ Trapezoidni dio površine poprečnog presjeka utovarnoga prostora – Trapezoidal part of cross-sectional area of load space (A_{trp})
- Visina centroida pravokutnog dijela površine poprečnog presjeka – Height of centroid of rectangular part of cross-sectional area (c_{rec})
- Visina centroida trapezoidnog dijela površine poprečnog presjeka – Height of trapezoidal part of cross-sectional area (c_{trp})
- ◇ Visina težišta tereta – Height of load centre (hh_g)

ww_1 – Širina pravokutnog dijela površine poprečnog presjeka – Width of rectangular part of cross-sectional area

h_{rec} – Visina pravokutnog dijela površine poprečnog presjeka – Height of rectangular part of cross-sectional area

l_1, l_2 – Dulja i kraća osnovica trapezoidnog dijela površine poprečnog presjeka – Longer and shorter bases of trapezoidal part of cross-sectional area

h_{trp} – Visina trapezoidnog dijela površine poprečnog presjeka – Height of trapezoidal part of cross-sectional area

h_{down} – Visina donjeg ruba utovarnoga prostora – Height of lower edge of load space

hh_7 – Visina držača tereta – Stake height

Slika 3. Prijedlog izmjere dimenzija utovarnoga prostora forvardera

Fig. 3 Proposal for measuring dimensions of forwarder loading space

stoji od jednakokračnoga trapeza² na čiju se dulju osnovicu nastavlja pravokutnik³. Osnovice jednakokračnoga trapeza (l_1 i l_2) i dulja stranica pravokutnika (ww_1) međusobno su simetrično postavljene te su simetrične s uzdužnom osi forvardera⁴ (slika 3b). Dakle, površina je poprečnoga presjeka utovarnoga prostora forvardera zbroj iznosa površine njezina trapezoidnoga i pravokutnoga dijela (izraz 2), za čiji je izračun potrebno pet lako mjerljivih dimenzijskih značajki (slika 3b). Posebno treba istaknuti da pri izmjeri visine pravokutnoga dijela utovarnoga prostora (h_{rec}) mjerenje treba provesti uzimajući u obzir što je niže – uzglavlje utovarnoga prostora ili držača tereta (ISO 13860 2016, Löfgren 1999).

$$A = A_{trap} + A_{rec} = \frac{l_1 + l_2}{2} \cdot h_{trap} + ww_1 \cdot h_{rec} \quad (2)$$

Visina težišta tereta forvardera, određena kao visina centroida poprečnoga presjeka utovarnoga prostora forvardera od ravne podloge (ISO 13860 2016), izračunava se primjenom izraza momenta površine (izraz 3), putem visine centroida od podloge (izraz 4) i površine dijela poprečnoga presjeka koja se odnosi na jednakokračni trapez, odnosno visine centroida od ravne podloge (izraz 5) i površine dijela poprečnoga presjeka koji se odnosi na pravokutnik (slika 3b).

$$hh_8 = \frac{c_{trap} \cdot A_{trap} + c_{rec} \cdot A_{rec}}{A_{trap} + A_{rec}} \quad (3)$$

Zbroj visine donjega ruba utovarnoga prostora forvardera od ravne podloge (h_{bunk}) i udaljenosti centroida trapeza od donje osnovice trapeza predstavlja visinu centroida trapezoidnoga dijela poprečnoga presjeka utovarnoga prostora forvardera (slika 3b, izraz 4).

$$c_{trap} = h_{bunk} + \frac{h_{trap}}{3} \cdot \frac{2 \cdot l_1 + l_2}{l_1 + l_2} \quad (4)$$

Visina centroida pravokutnoga dijela poprečnoga presjeka utovarnoga prostora (slika 3b, izraz 5) zbroj je visine donjega ruba utovarnoga prostora forvardera od ravne podloge (h_{bunk}), visine trapezo-

idnoga dijela poprečnoga presjeka utovarnoga prostora (h_{trap}) te polovice visine pravokutnoga dijela utovarnoga prostora ($h_{rec} / 2$).

$$c_{rec} = h_{bunk} + h_{trap} + \frac{h_{rec}}{2} \quad (5)$$

U predloženom načinu izmjere dimenzijskih značajki utovarnoga prostora (slika 3b) visina držača tereta (hh_7), izvorno određena normom ISO 13860 (2016), raščlanjena je na tri segmenta (izraz 6): visinu donjega ruba utovarnoga prostora forvardera od ravne podloge (h_{bunk}), visinu trapezoidnoga dijela poprečnoga presjeka utovarnoga prostora (h_{trap}) te visinu pravokutnoga dijela poprečnoga presjeka utovarnoga prostora (h_{rec}).

$$hh_7 = h_{bunk} + h_{trap} + h_{rec} \quad (6)$$

Osim navedenoga predloženi način izmjere dimenzijskih značajki utovarnoga prostora obuhvatio je i kraću (l_2) i dulju (l_1) osnovicu trapezoidnoga dijela poprečnoga presjeka utovarnoga prostora forvardera (slika 3b), dok je širina pravokutnoga dijela poprečnoga presjeka utovarnoga prostora (ww_1) izvorno definirana normom ISO 13860 (2016).

Predloženi način izmjere dimenzijskih značajki utovarnoga prostora u potpunosti osigurava sve pokazatelje potrebne za izračun površine poprečnoga presjeka utovarnoga prostora forvardera (izraz 2) te visine težišta tereta forvardera (izraz 3).

3. Dimenzijske značajke utovarnoga prostora forvardera Komatsu 875 *Dimensional characteristics of Komatsu 875 forwarder loading space*

Na primjeru osmokotačnoga forvardera Komatsu 875 prikazane su dimenzijske značajke utovarnoga prostora ovih šumskih vozila (slika 4).

Komatsu 875 je teški forvarder neto mase 21 385 kg te deklarirane nosivosti 16 000 kg. Vozilo pokreće šestocilindarski dizelski motor s prednabijanjem (AGCO Power 74-AWF), stapajnoga obujma 7400 cm³, najveće snage 190 kW pri 1900 min⁻¹ i zakretnoga momenta 1130 Nm pri 1500 min⁻¹. Forvarder je opremljen hidrauličnom dizalicom Komatsu 145F, mase 2400 kg i dosega 8,5 m te najvećega podiznoga momenta 145 kNm, odnosno najvećega zakretnoga momenta 38 kNm.

Duljina utovarnoga prostora forvardera iznosi 4,726 m, odnosno 82,5 % duljine stražnje šasije, 45,6 %

² Visina (udaljenost) centroida trapeza od kraće osnovice iznosi ($h_{trap}/3$) $[(2l_1 + l_2) / (l_1 + l_2)]$.

³ Sjecište dijagonala pravokutnika koincidira sa sjecištem simetrala stranica pravokutnika te predstavlja centroid pravokutnika.

⁴ Do istih spoznaja dolaze i Budnik i dr. (2020) analizirajući sedam različitih oblika poprečnoga presjeka utovarnih prostora forvardera.

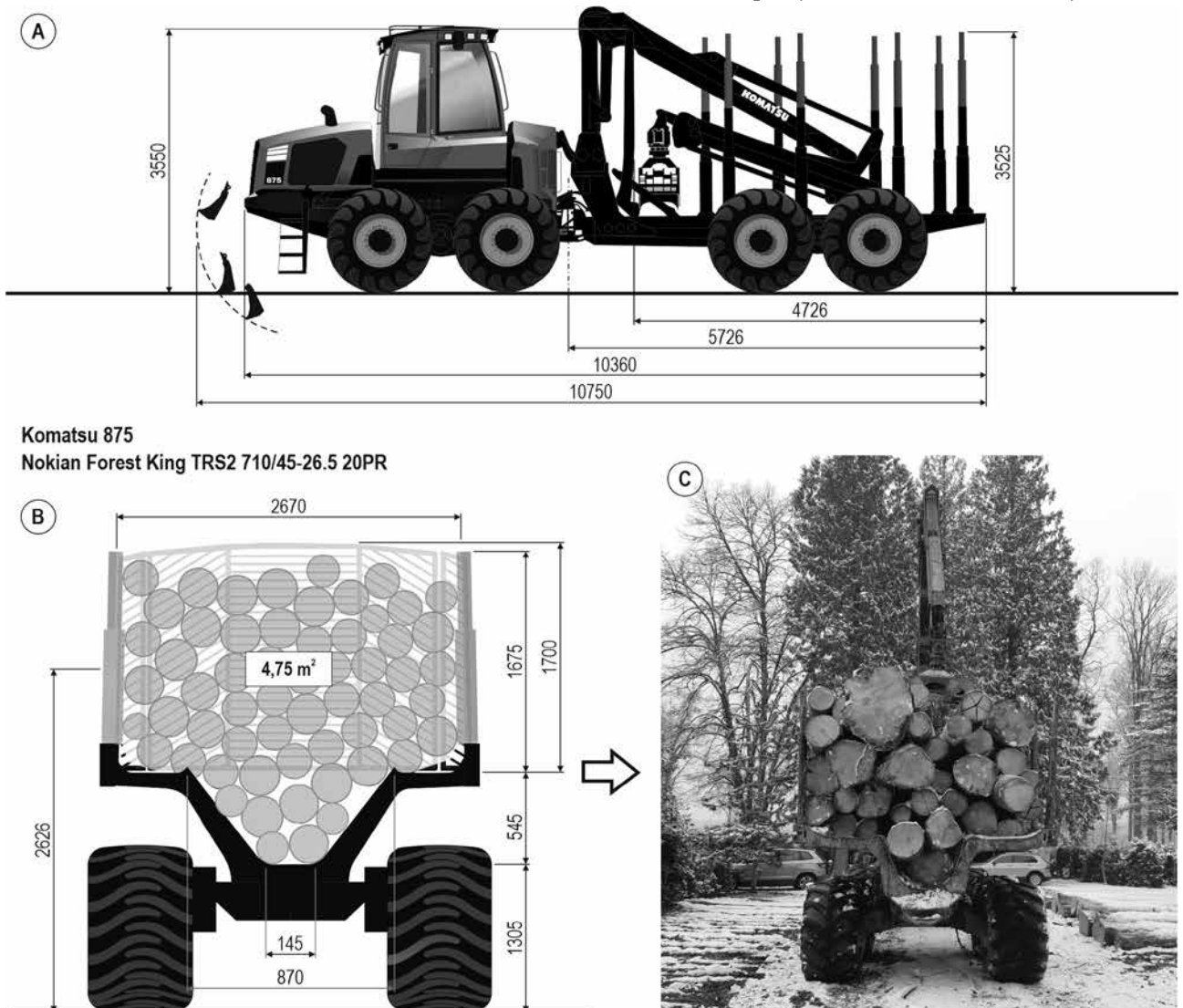
duljine vozila te 44 % ukupne duljine vozila. Najviša točka držača tereta od tla (3525 mm) niža je od visine uzglavlja (3550 mm) utovarnoga prostora (slika 4a), iz čega izlazi da su držači tereta referentni za izračun površine poprečnoga presjeka utovarnoga prostora.

Visina je trapezoidnoga (manjega, donjega) dijela površine poprečnoga presjeka 545 mm s kraćom osnovicom od 145 mm i duljom osnovicom od 870 mm te površinom od 0,28 m² (5,9 % ukupne površine presjeka). Pravokutni (veći, gornji) dio površine poprečnoga presjeka ima visinu 1675 mm i širinu (između držača tereta) 2670 mm te površinu od 4,47 m² (94,1 % ukupne površine presjeka). Ukupna površina poprečnoga presjeka utovarnoga prostora forvardera Komatsu 875 iznosi 4,75 m² (slika 4b).

Obujam utovarnoga prostora forvardera iznosi 22,45 prm, što odgovara 15,715 m³ obloga drva, 4,49 m³ šumskoga ostatka, odnosno 7,86 m³ šumskoga ostatka u svežnjevima koje je izradio bandler.

Visina centroida trapezoidnoga dijela poprečnoga presjeka utovarnoga prostora iznosi 1642 mm, a pravokutnoga dijela poprečnoga presjeka 2687 mm od ravne podloge. Uvrštavanjem tih vrijednosti u izraz 3 visina težišta tereta forvardera pri ispunjenom poprečnom presjeku utovarnoga prostora oblovinom iznosi 2626 mm (slika 3b).

Slika 4c prikazuje forvarder Komatsu 875 natovaren s 34 trupca poljskoga jasena, pri čemu je bio ispunjen poprečni presjek utovarnoga prostora. Duljina utovarenih trupaca kretala se od 3,68 m do 5,18 m, odnosno prosječno $4,25 \pm 0,26$ m. Promjer na sre-



Slika 4. Dimenzije utovarnoga prostora forvardera Komatsu 875

Fig. 4 Loading space dimensions of Komatsu 875 forwarder

dini duljine trupaca s korom kretao se od 26 cm do 51 cm, odnosno prosječno 33 ± 5 cm. Stvarni (bruto) obujam utovarenoga drva izračunat je na osnovi duljine jasenovih trupaca koji su mjereni na centimetar točnosti i izmjere promjera na debljem i tanjem kraju te na sredini duljine trupaca bez odbijanja dvostruke debljine kore, pri čemu je obujam trupaca izračunat po Reicke–Newtonovu izrazu iznosio 14,079 m³. Iskorištenost poprečnoga presjeka utovarnoga prostora prikazanoga tereta iznosila je 63,35 %, na što je utjecala zakrivljenost trupaca koja je prosječno iznosila $1,6 \pm 0,9$ cm/m' te se kretala u rasponu od 0 do 3,3 cm/m'. Istražujući proizvodnost izvoženja drva forvarderima s obzirom na propisnost mjerenja drva, na primjeru forvardera Valmet 840.2, Poršinsky i dr. (2014) utvrđuju iskorištenost poprečnoga presjeka utovarnoga prostora: 65 % pri utovaru trupaca i višemetarskoga ogrjevnoga drva, 72 % pri utovaru višemetarskoga ogrjevnoga drva, odnosno 75 % pri utovaru trupaca. Posebno treba naglasiti da se bruto obujam utovarenoga drva (≈ 14 m³) ne smije poistovjećivati s obujmom utovarenoga drva preuzetim u skladu s propisnošću mjerenja trupaca (Đuka i dr. 2020), a koji za teret forvardera prikazan na slici 4c iznosi 10,927 m³.

Na osnovi dimenzijskih i masenih značajki forvardera Komatsu 875 Poršinsky i dr. (2022) izrađuju Plan raspodjele tereta forvardera na horizontalnoj podlozi da bi pomogli pri planiranju izvoženja drva tvrdih listača. Na temelju dobivenih rezultata zaključuju da će se uz popunjenost poprečnoga presjeka utovarnoga prostora i gustoću drva od 1000 kg/m³ te uz duljinu utovarne oblovine od 4,82 m dosegnuti nosivost koju deklarira proizvođač vozila, pri čemu neće doći do preopterećenja prednje i stražnje osovine, preopterećenja pneumatika i do rasterećenja prednje osovine. Prema tomu teret utovarenoga drva prikazan na slici 4c, zbog prosječne duljine od 4,25 m, manji je od deklarirane nosivosti forvardera.

4. Umjesto zaključka – *Instead of conclusion*

Glavna namjera ovoga rada nije »otkrivanje« već postojećih i/ili poznatih pokazatelja dimenzijskih značajki utovarnoga prostora forvardera ili izvođenja izraza za njihovo izračunavanje na osnovi lako mjerljivih značajki, već pojašnjenje njihova značenja radi:

- ⇒ usporedbe među forvarderima prilikom odabira novih strojeva
- ⇒ smjernica proizvođačima forvardera i atestnim institucijama za iskazivanjem dodatnih dimen-

zijskih značajki, odnosno pokazatelja značajki utovarnoga prostora

- ⇒ planiranja izvoženja drva forvarderom
- ⇒ edukacije studenata šumarskih fakulteta tijekom njihova školovanja.

Predloženi način izračuna površine poprečnoga presjeka utovarnoga prostora forvardera i visine težišta tereta forvardera u potpunosti odgovara njihovim definicijama u normi ISO 13860 (2016).

Zahvala – *Acknowledgement*

Istraživanje je provedeno u sklopu projekta »Očuvanje sastojina poljskog jasena (*Fraxinus angustifolia* Vahl) u Republici Hrvatskoj s naglaskom na biotske štetne čimbenike« koji financira Ministarstvo poljoprivrede Republike Hrvatske iz sredstava naknade za korištenje općekorisnih funkcija šuma (OKFŠ) za financiranje znanstvenoga rada iz područja šumarstva.

5. Literatura – *References*

- Budnik, P., I. Shegelman, V. Baklagin, 2020: Variability of forwarder truckload parameters in the Pryazha forestry division of the Republic of Karelia (Russia): A computer experiment. *Cent. Eur. For. J.*, 66(1): 12–22. <https://doi.org/10.2478/forj-2019-0027>
- Đuka, A., M. Sertić, T. Pentek, I. Papa, D. Janeš, T. Poršinsky, 2020: Round Wood Waste and Losses – Is Rationalisation in Scaling Possible? *Croat. j. for. eng.*, 41(2): 287–298. <https://doi.org/10.5552/crojfe.2020.770>
- ISO 13860, 2016: Machinery for forestry – Forwarders – Terms, definitions and commercial specifications, 1–12.
- Löfgren, B., 1999: Forwarder trials '98. *SkogForsk Results*, 2: 1–6.
- Horvat, D., T. Poršinsky, A. Krpan, T. Pentek, M. Šušnjar, 2004: Ocjena pogodnosti forvardera morfološkom raččlambom (Suitability Evaluation of Forwarders Based on Morphological Analysis). *Strojarstvo*, 46(4–6): 149–160.
- Nordfjell, T., E. Öhman, O. Lindroos, B. Ager, 2019: The technical development of forwarders in Sweden between 1962 and 2012 and of sales between 1975 and 2017. *International Journal of Forest Engineering*, 30(1): 1–13. <https://doi.org/10.1080/14942119.2019.1591074>
- Poršinsky, T., 1997: Određivanje položaja Kockumsa 850 i Timberjacka 1210 u obitelji forvardera morfološkom raččlambom (The morphological analysis determination of the Kockums 850 and Timberjack 1210 positions in the forwarder family). *Meh. šumar.*, 22(3): 129–139.
- Poršinsky, T., 2005: Djelotvornost i ekološka pogodnost forvardera Timberjack 1710 pri izvoženju oblovine iz ni-

zinskih šuma Hrvatske. Disertacija, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 1–170.

Poršinsky, T., A. Đuka, O. Busić, 2014: Utjecaj propisnosti mjerenja oblovine na transport drva (Influence of Prescribed Method of Roundwood Scaling on Timber Transport). *Nova meh. šumar.*, 35: 1–9.

Poršinsky, T., Z. Pandur, Z. Bumber, M. Lovrinčević, B. Ursić, A. Đuka, 2022: Dimenzijske i masene značajke forvardera (Dimensional and Mass Characteristics

of Forwarders). *Šum. list*, 146 (9–10): 387–401. <https://doi.org/10.31298/sl.146.9-10.1>

Weise, G., 2002: Was kann der Rückezug wirklich? *KWF Forsttechnische Informationen*, 1+2: 4–6.

Weise, G., 2003a: Load Distribution Plans for Forwarders. *Agrartechnische Forschung*, 9(1): 7–10.

Weise, G., 2003b: Load Distribution Plans for Forwarders. *Landtechnik*, 58(1): 30–31.

Abstract

Dimensional Characteristics of Forwarder Loading Space

The paper deals with the dimensional characteristics of the forwarder loading space, which is determined by ISO 13860 (2016) through three dimensions based on direct measurement (distance of load bunk headboard to rearmost bunk, width across stakes, stake height) and two indirect (calculative) dimensions (cross-sectional area of load space and height of load centre). Although the ISO 13860 (2016) standard provides definitions for the listed indicators of the forwarder loading space, the method of their calculation, as well as the dimensions of the loading space, are not explained for the two calculative indicators.

The aim of this paper was to: 1) clarify the importance of knowing the dimensional indicators of forwarder loading space; 2) draft a proposal for calculating the cross-sectional area of forwarder load space and height of load centre; and 3) determine additional (required) dimensional characteristics of loading space.

Based on the proposed measurements, the dimensions and computational characteristics of the loading space of the eight-wheeled Komatsu 875 forwarder are presented.

Keywords: cross-sectional area of forwarder load space, height of load centre

Adresa autorâ – *Authors' addresses:*

Prof. dr. sc. Tomislav Poršinsky
e-pošta: tomlslav.porsinsky@unizg.sumfak.hr
Doc. dr. sc. Zdravko Pandur
e-pošta: zdravko.pandur@unizg.sumfak.hr
Doc. dr. sc. Andreja Đuka*
e-pošta: andreja.duka@unizg.sumfak.hr
Mihael Lovrinčević, mag.ing.silv.
e-pošta: mlovrin@unizg.sumfak.hr
Zavod za šumarske tehnike i tehnologije
Doc. dr. sc. Maja Moro
e-pošta: maja.moro@unizg.sumfak.hr
Zavod za procesne tehnike
Sveučilište u Zagrebu, Fakultet šumarstva i drvne
tehnologije
Svetošimunska 23
10 000 Zagreb
HRVATSKA

Mr. sc. Zoran Bumber
e-pošta: zoran.bumber@hrsume.hr
Hrvatske šume d.o.o. – UŠP Zagreb
Lazinska 41
Zagreb
HRVATSKA

Primljeno (*Received*): 1. 6. 2022.
Prihvaćeno (*Accepted*): 13. 7. 2022.

* Glavni autor – *Corresponding author*