

Neka obilježja transportnih sredstava na pilanskim stovarištima

SOME CHARACTERISTICS OF MEANS OF TRANSPORT IN SAWMILL STORAGES

Mr. sc. Ružica Beljo, dipl. inž.
Šumarski fakultet Zagreb

UDK 630*832.13

Prispjelo: 15. 02. 1994.
Prihvaćeno: 19. 05. 1994.

Izvorni znanstveni rad

Sažetak

U radu su analizirani problemi rukovanja materijalom na pilanskome stovarištu trupaca i skladištu piljenica. Znano je da prometanje i premetanje trupaca i piljenica znatno povećava troškove pilanske preradbe. Analizom transportnih rješenja na stovarištu trupaca i skladištu piljenica pilane Lučice utvrđene su neke tehnološke i tehničke osobitosti najčešće upotrebljivanih transportnih sredstava za prometanje trupaca i piljenica. Poznavanje zahtjeva za prometanjem sirovine i gotovih proizvoda na pilani te eksploatacijskih obilježja transportnih sredstava omogućuje pravilan odabir prikladnoga i gospodarski opravdanoga transportnog sredstva.

Ključne riječi: rukovanje materijalom, transportno sredstvo, stovarište trupaca, skladište piljenica.

Summary

The article analyzes the problems of handling material in sawmill log storage and lumber storage. The project of handling material in sawmill storages is of great importance for successful production as well as for the management of sawmill primary processing. It is well-known that log and lumber handling contributes considerably to the cost of sawmill processing. The right selection of the most agreeable transport solution, with regard to the technological and organisa-

tional demands of the given production process, as well as the technical- exploitational features of transport equipment, decreases expenses and enables continuity of production. In view of the given problem, it is important to determine the demand for the transport of materials, to establish the features of the transported load influencing transport means output and to examine the adequacy and exploitational capabilities of certain means of transport along with the working conditions.

When transport solution in the log storage and the lumber storage of the Lučice sawmill was analyzed, our aim was to establish some technological and technical features of the most frequently used transport equipment for log and lumber handling. Investigations have established that the transport equipment operates with a reduced capacity. The gantry crane in the log storage works approximately 44% of the shift time, the gantry crane in the lumber storage 53,6% and the loader, as an auxiliary means of transport, only 33,8% of the shift time. The analysis of the working time of certain transport means has shown that gantry cranes work effectively 85% of the working hours and the loader only 65%. The transport means output is considerably influenced by the medium distance of transport. Log features (diameter, length, shape) as well as the dimension of the packet of lumber also have an effect on the transport results. The effectiveness of transport is also influenced by the organisation of work as well as the way the equipment is handled.

Key words: handling material, means of transport, log storage, lumber storage.

1. UVOD

Od svojih početaka čovjek se sreće s problemima prometanja i premetanja tvari, tvoriva, priprema i tvorevina, napose onih koje premašuju njegove fizičke mogućnosti. Pojam rukovanja materijalom označava rad na transportu, pakiranju i skladištenju materijala bilo kojeg oblika (13, 22). Svako rukovanje materijalom, a time i transport, razumijeva i troškove koji povećavaju cijenu poslovanja i tvorevina, a da se pritom njihova kakvoća ili uporabna vrijednost ne povećava. Transport je svako prometanje materijala koje razumijeva promjenu mjesta i položaja tereta u prostoru, uzimajući

u obzir sve načine prenošenja, a da se pri tome ne mijenjaju svojstva, oblik ni vrijednost prometane tvari (6, 14, 22). Ovisno o tomu događa li se prometanje materijala unutar ili izvan pogona, razlikuje se unutrašnji i vanjski transport. Za provedbu tehnoloških procesa u drvnoj industriji bitniji je unutrašnji transport jer o njemu izravno ovisi proizvodnja i ostvarena proizvodnost, gospodarstvenost, djelotvornost i drugi bitni činitelji privređivanja.

Transportno sredstvo je oruđe odnosno stroj koji se pokreće pomoću ugrađenih prijenosa, a energija se iskorištava za promjenu mjesta materijala, a ne za

promjenu oblika prenošene tvari (22). Pri planiranju rukovanja materijalom stručnjaci se sreću s problemima odabira transportnih sredstava ili uređaja koji ispunjavaju određene tehnološko-tehničke zahtjeve proizvodnje, a pritom su gospodarstveno opravdani.

2. RUKOVANJE MATERIJALOM NA PILANSKIM STOVARIŠTIMA

Potreba za rukovanjem, a napose za transportom materijala na pilani postoji tijekom cijelog preradbenog postupka. Neke zadaće rukovanja materijalom na pilani prikazane su na slici 1. Ovisno o organizaciji rada i načinu preradbe, na stovarištu trupaca treba:

- istovariti trupce iz dopremnih sredstava
- složiti nesortirane trupce
- transportirati trupce do postrojenja za koranje odnosno sortiranje
- sortirati trupce
- transportirati trupce od sortirnih predjelaka do složaja sortirnih trupaca
- složiti sortirane trupce
- dopremiti trupce do pilanskoga trijema.

Na skladištu piljenica transportnim se sredstvom obavlja:

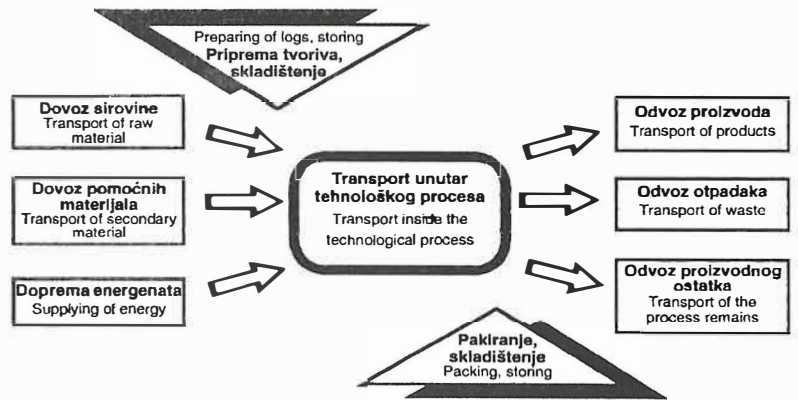
- transport od pilane do prostora za prvo, tzv. sirovo sortiranje piljenica
- doprema paketa piljenica do prostora za prirodno sušenje
- slaganje paketa u složaje
- punjenje i pražnjenje sušionice
- doprema do prostora za sortiranje osušenih piljenica (tzv. suho sortiranje)
- transport paketa osušenih piljenica do otpremne površine
- utovar piljenica u otpremna sredstva.

Promatrajući trupce i piljenice kao materijal za prometanje i premetanje, može se ustvrditi da nekih svojstva utječu na tražene značajke transportnog sredstva i rukovanje materijalom na stovarištu. Bitan utjecaj pri prometanju trupaca imaju vrsta drva, mokrina drva, dimenzije trupaca (srednji promjer, duljina), pad promjera, oblik poprečnoga presjeka i zakrivljenost trupaca te stanje trupaca (zaleđenost, čistoća, okoranost...). Na sredstvo i način transporta piljenica utječe gustoća drva, dimenzije piljenica i paketa piljenica te greške promjene pravilnoga prizmatičnoga oblika piljenica.

Obilježja transporta na stovarištima pilane jesu:

- znatan utjecaj na stalnost proizvodnje
- velike količine tereta za prometanje
- velik radni prostor
- posebni uvjeti rada na otvorenome
- velika obrtna sredstva
- veliki utrošak energije za prazan hod.

Da bi se udovoljilo potrebama postupka pilanske

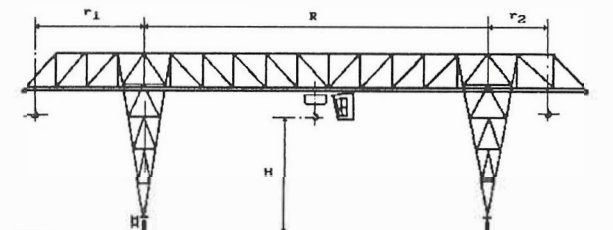


Slika 1. Neki zadaci transporta na pilani
Figure 1. Some transport tasks in a sawmill

preradbe glede prometanja određenih količina i vrsta materijala, potrebno je poznavati osnovna obilježja transportnih sredstava koja se nude na tržištu (prikladnost, nosivost, pogonska snaga, projektirani broj sati rada, prilagodljivost, potreban radni prostor, očuvanje kakvoće tereta, potreban broj zaposlenih).

S obzirom na promjenjivi tok materijala i zahtjeve vezane za poslove rukovanja trupcima i piljenicama, najčešće se primjenjuju portalne dizalice (granici) i viličari (čelni i bočni).

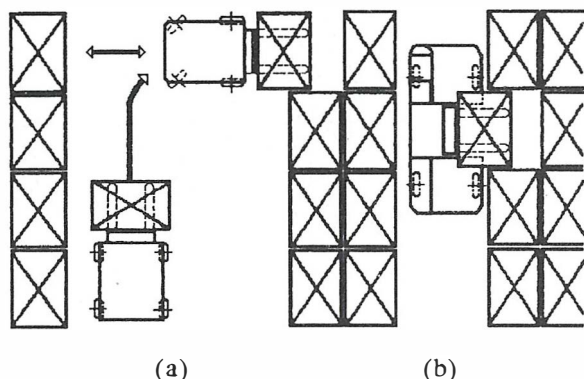
Granikom se naziva postrojenje koje diže/spušta teret i vodoravno ga prenosi unutar određenih granica (sl. 2). Visine dizanja su promjenjive i obično su manje od desetak metara. Velika im je prednost što zauzimaju malen ili, u nekim slučajevima, nikakav proizvodni prostor. Ovisno o teretu koji se premeće, granik je opremljen odgovarajućom zahvatnom napravom. Na pilanskim stovarištima najčešće se upotrebljavaju portalni granici nosivosti od 5 do 20 t s rasponom od 15 do 120 m, a mase su im od 40 do 300 t. Mogu slagati složaje visoke i do 14 m. Za upravljanje granikom dovoljan je jedan radnik (7, 11, 13, 20).



Slika 2. Portalna dizalica
Figure 2. Gantry crane

Viličar je svestrano transportno-pretovarno sredstvo koje sjedinjuje svojstva vozila i dizala (tzv. vožni granik). Uporabom različitih zahvatnih naprava viličar može obavljati raznovrsne poslove. Nosivost mu je najčešće od 0,5 do 5 t (13). Viličari koji se upotrebljavaju na otvorenim skladištima, nosivosti 1 do 10, imaju brzinu dizanja tereta 10 do 16 m/min. a brzinu vožnje 10 do 40 km/h (7). Proces rada čelnih i bočnih

viličara je različit zbog njihova načina prihvaćanja i odlaganja tereta, polumjera okretanja, moguće visine dizanja i stabilnosti tijekom rada (sl. 3). Za kretanje viličara nužna je odgovarajuća širina putova te određena kakvoća podloge po kojoj se kreće (npr. tvrdoća, valovitost...).



Slika 3. Proces rada čelnog (a) i bočnog viličara (b)
Figure 3. Working process of the frontfork (a) and the sidefork-lift truck (b)

Za prometanje materijala na stovarištu trupaca i skladištu piljenica sve se češće primjenjuju višenamjenski čelni utovarivači (sl. 4).



Slika 4. Utovarivač opremljen zahvatnom napravom za piljenu građu
Figure 4. Loader with handling attachments for lumber

Utovarivači su specijalni traktori opremljeni prednjim hidrauličnim podiznim uređajem na koji se mogu priključiti različita oruđa. To im daje velike mogućnosti rada pri prometanju oblovine, prostornoga drva, rastresitoga materijala (sječke, iverja, piljevine), piljenica, a mogu poslužiti i za čišćenje terena (npr. snijega). Imaju dobre radne učinke, a pogodni su i za rad po klizavom kolniku i na usponima. Zbog svojih tehničkih svojstava, posebno zbog pokretljivosti, utovarivači se kao univerzalno transportno sredstvo, osim na pilanskim, primjenjuju i na drugim stovarištima drvene industrije.

3. CILJ ISTRAŽIVANJA

Problemima transporta i odabira transportnoga sredstva bavilo se mnogo autora (1, 2, 5, 8, 13, 21, 23, 25, 26), ali ne u novije vrijeme. Razvoj preradbenih postupaka te svojstva sirovine i gotovih pilanskih proizvoda uvjetovali su osobite načine rukovanja trupcima i piljenicama na pilanama za preradbu četinjača. Cilj istraživanja bio je razvoj metode rada pri analiziranju transportnih problema koji omogućuju, među ostalim, i ocjenu primjerenosti transportnoga sredstva.

Za određivanje kriterija odabira transportnoga sredstva potrebno je:

- odrediti radne zahtjeve na stovarištu trupaca i skladištu piljenica
- utvrditi tehnološke i tehničke eksploatacijske mogućnosti transportnih sredstava
- utvrditi čimbenike koji utječu na učinak odabranoga transportnog sredstva
- usporediti učinkovitost i ocijeniti prikladnost transportnih sredstava na pilanskim stovarištima.

4. OBJEKT ISTRAŽIVANJA I METODE RADA

Istraživanja su provedena na stovarištu trupaca i skladištu piljenica pilane za preradbu drva četinjača Lučice. Kapacitet pilane je 75 000 m³/god. Međutim, godišnji se prerez iz godine u godinu smanjuje. Proteklih nekoliko godina prerez se kretao između 40 i 50 tisuća m³. Proizvodnja piljene jelove građe iznosi oko 30 tisuća m³. Transport trupaca i piljenica obavlja se portalnim dizalicama. Pri kvaru dizalica utovar piljenica u otpremna sredstva, utovar sječke te rad na stovarištu trupaca i skladištu piljenica obavlja se utovarivačem.

Na stovarištu oblovine rabi se portalna dizalica nazivne nosivosti 10 t (s hvatalom za oblovinu masa kojega je 3,5 t), raspona portala 60 m i visine dizanja 6,5 m.

| | | |
|---------------|----------------|-----------|
| Radne brzine: | brzo dizanje | 12 m/min |
| | sporo dizanje | 1 m/min |
| | vožnja vitla | 80 m/min |
| | vožnja granika | 80 m/min. |

Na stovarištu piljene građe upotrebljava se portalna dizalica nazivne novosti 5 t, raspona portala 60 m i visine dizanja 7,5 m. Zahvatna naprava je kuka s čeličnom užadi.

| | | |
|---------------|----------------|-----------|
| Radne brzine: | brzo dizanje | 12 m/min |
| | sporo dizanje | 1 m/min |
| | vožnja vitla | 60 m/min |
| | vožnja granika | 60 m/min. |

Na pilanskim stovarištima radi univerzalni utovarivač Volvo BM 841 s priključcima za zahvat trupaca, piljenica, drvene sječke i čišćenje terena. Udaljenost njegovoga dohvata iznosi 1,4 m, a visina dizanja 3,6 m iznad tla. Snaga motora utovarivača je 82,4 kW (SAE).

BRZINSKA PODRUČJA UTOVARIVAČA
VOLVO BM 841
SPEED RANGE OF THE VOLVO BM 841

Tablica 1.
Table 1.

| Smjer vožnje Driving movement | Radna vožnja Working movement | | Cestovna vožnja On the road | |
|----------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|
| | I. brzina I. speed range km/h | II. brzina II. speed range km/h | I. brzina I. speed range km/h | II. brzina II. speed range km/h |
| Naprijed Forward | 0 - 6,1 | 0 - 10,1 | 0 - 16,3 | 0 - 26,5 |
| Natrag Backward | 0 - 6,1 | 0 - 10,1 | 0 - 16,3 | 0 - 26,5 |

Radi određivanja prosječnih zahtjeva za prometanjem materijala, obrađeni su podaci o količini i dinamici dovoza trupaca na glavno mehanizirano stovarište, dnevno sortiranim trupcima, prerezu trupaca te proizvodnji i otpremi piljenica tijekom protekle četiri godine. Tako je dobiven obujam prosječno prometnutih trupaca odnosno piljenica u godini, prema mjesecima i tijekom radne smjene.

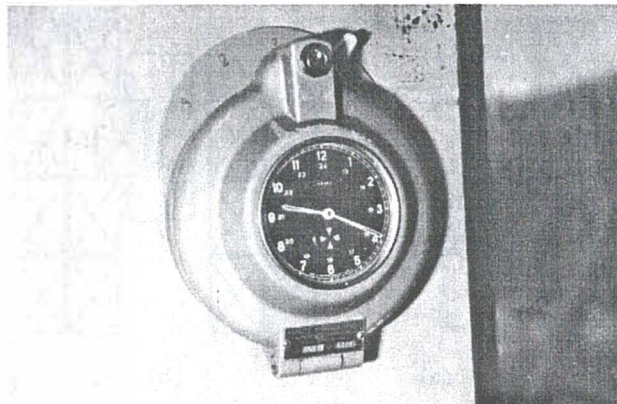
Utvrđene su sve sastavnice površine stovarišta trupaca i skladišta piljenica te transportne i druge udaljenosti potrebne za proračun i usporedbu pojedinih dijelova stovarišta.

Prosječna transportna brzina (radna brzina vožnje) određena je mjerenjem vremena vožnje dizalice s teretom i bez tereta za određenu udaljenost transporta. Kronometrom je mjereno vrijeme od trenutka pokretanja portalne dizalice u bilo kojem smjeru (dizanje hvatala, poprečna ili uzdužna vožnja) do njezina zaustavljanja na određenoj udaljenosti. Mjerenja su obavljena za različite udaljenosti transporta. Udaljenosti su utvrđene mjernom trakom. Na isti su način utvrđene prosječne brzine vožnje utovarivača s teretom i bez njega na stovarištu trupaca (makadam) i skladištu piljenica (asfaltirani put). U vrijeme transporta uključeno je vrijeme manevriranja vozila nakon utovara ili istovara tereta, vrijeme ubrzavanja i zaustavljanja vozila te vožnja punom brzinom.

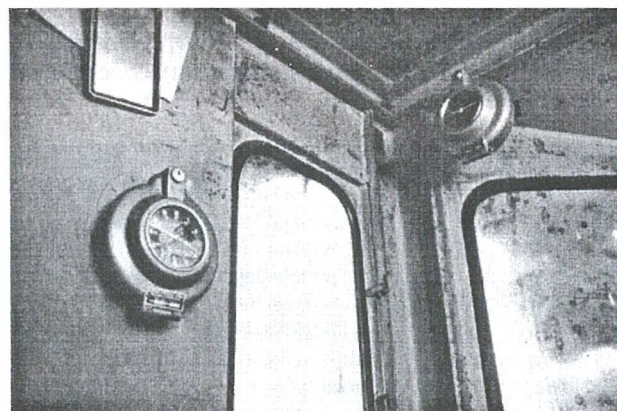
Za analizu radnoga vremena transportnog sredstva obavljena su mjerenja pojedinih vremena kronometrom, i to tijekom dvije radne smjene za portalnu dizalicu nosivosti 10 t i 5 t. Zbog osobitosti organizacije rada i stalnosti proizvodnje u pogonima u kojima su provedena istraživanja rad utovarivača nije se tijekom cijele smjene mogao pratiti odvojeno na stovarištu trupaca odnosno na skladištu piljenica, pa su istraživanja obavljena u kraćim vremenskim razdobljima. Mjerenjima su utvrđena vremena pojedinih radnih operacija te udjel efektivnog rada i stajanja transportnoga sredstva.

Kako bi se što točnije odredilo vrijeme rada transportnoga sredstva tijekom radne smjene odnosno izračunalo iskorištenje tehničkoga kapaciteta, na portalnim su dizalicama bila ugrađena dva tahografa tvrtke "Kienzle" (sl. 5). Tahografi su pričvršćeni na stranicu upravljačke kabine i pretežno su bilježili vibracije pri uzdužnome i poprečnom kretanju granika (sl. 6). Na portalnoj su dizalici na stovarištu trupaca obavljena mjerenja tijekom četiri tjedna i u dvije radne smjene. Za

portalnu dizalicu na skladištu piljenica mjereno je vrijeme rada tijekom pet tjedana u jednoj radnoj smjeni. Tahografski su zapisi analizirani na uređaju za digitalizaciju analognih zapisa tipa HP digitizer 2674 A. Za iščitavanje tahografskog zapisa i osnovnu statističku obradu podataka primijenjen je program napisan BASIC-om (10).



Slika 5. Tahograf tvrtke "Kienzle"
Figure 5. Tachograph "Kienzle"



Slika 6. Tahografi u upravljačkoj kabini
Figure 6. Tachographs in the driver's cab

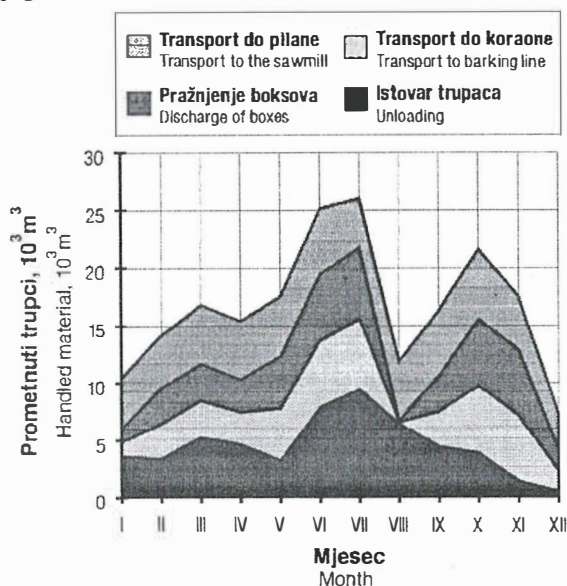
Vrijeme rada utovarivača promatrano je tijekom dva tjedna u dvije radne smjene. Bilježenjem je utvrđeno stanje utovarivačeva brojila pogonskih sati rada motora na početku i na kraju smjene.

Učink transportnoga sredstva izračunan je prema podacima o prometnutome materijalu i vremenu rada. Vrijeme rada portalnih dizalica izračunano je na temelju podataka dobivenih obradom tahografskih zapisa, a vrijeme rada utovarivača određeno je pomoću brojila pogonskih sati. Učink transportnoga sredstva izražen je u m^3/h , a za 7,5-satno vrijeme rada izračunan je učinak smjene iskazan u m^3/smj .

Podaci mjerenja računalski su obrađeni, a radi usporedne analize podataka procijenjene su varijance osnovnih skupova uspoređene F-testom (pri $\alpha F=0,05$ i $\alpha F=0,01$). Značaj razlika matematičkih očekivanja ispitivan je t-testom (pri $\alpha t=0,05; 0,01; 0,001$).

5. REZULTATI ISTRAŽIVANJA I DISKUSIJA

Prometnuti materijal. Prosječni obujam drva koji treba mjesečno prometnuti tijekom godine prikazan je dijagramom 1.

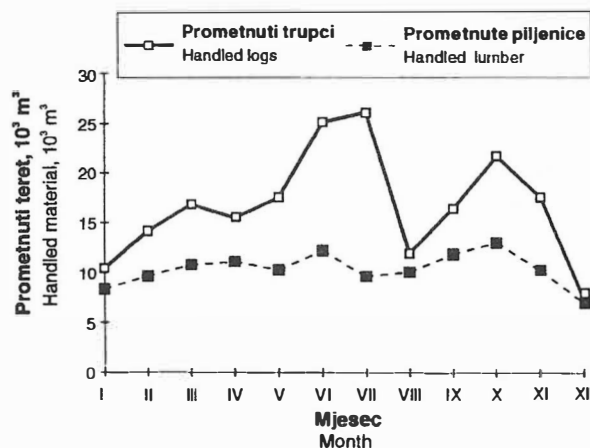


Dijagram 1. Prometnuti teret na stovarištu trupaca tijekom godine
Graph 1. Material handled in the log storage during the year

Transportno opterećenje sredstva najveće je u lipnju i srpnju, kada obujam prometnutoga drva doseže 25 000 m³. Uz 24 radna dana u mjesecu, u danu je potrebno prosječno prometnuti više od 1000 m³ trupaca. Najmanja je potreba za prometanjem trupaca u prosincu, kada se prometne oko 7 000 m³, odnosno oko 350 m³ u danu. Gustoća drva jelovih trupaca, prema istraživanjima zaposlenih u Šumariji Delnice, iznosi 844 do 856 kg/m³ za trupce iz zimske sječe, odnosno 882 do 907 kg/m³ za trupce iz ljetne sječe, što, uz veliku dopremu trupaca, dodatno opterećuje transportna sredstva tijekom ljeta.

Osnovni čimbenici količine prometnoga materijala na skladištu jesu ostvarena proizvodnja i postignuta otprema piljenica. Dijagram 2. prikazuje prometnuti teret na skladištu piljenica u odnosu prema stovarištu trupaca. Iz dijagrama se vidi da se potreba za prometanjem materijala na skladištu piljenica manje mijenja negoli na stovarištu trupaca, a prosječno se promeće dvostruko manji obujam drva.

Prikladnost i granične mogućnosti uporabe portalnih dizalica i utovarivača. Hvatalo portalne dizalice na stovarištu trupaca zahvaća najviše 6-8 m³. Broj zahvaćenih trupaca ovisi ponajprije o njihovoj promjeru i zakrivljenosti. Hvatalo za trupce konstruirano je tako da se pri punom zahvatu trupaca duljine 4 m ne preoptereće podizni motori. Stoga pri prometanju oblovine većih duljina treba zahvatiti manji broj trupaca (7-8), što otežava rad i povećava opasnost od rasipanja tereta. Uobičajena visina slaganja trupaca je 5,5 m, a najveća moguća visina složaja s obzirom na portalnu dizalicu



Dijagram 2. Obujam prometnih piljenica u odnosu na trupce
Graph 2. Handled lumber in relation to handled logs

iznosi 9 m. Duljina složaja ograničena je rasponom portala, a širina je određena duljinom trupaca i točnošću slaganja. Portalna je dizalica vrlo prikladna za istovar trupaca iz kamiona te prometanje trupaca na stovarištu. To ne vrijedi za rukovanje pojedinim trupcima (sortiranje i orijentiranje trupaca); granik za takve radnje nije praktičan niti gospodarstveno opravdan jer pri rukovanju pojedinačnim teretom treba pokretati njegovu veliku masu. Granik nije prikladan za rješavanje problema istovara pri kratkotrajnoj velikoj dopremi trupaca koji se često smještaju izvan dosega hvatala.

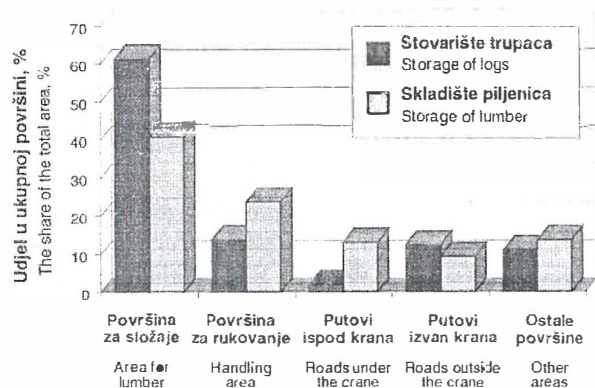
Portalna dizalica na skladištu piljenica može u jednom zahvatu prenijeti paket piljenica obujma najviše 4-5 m³. Visina složaja piljenica je oko 4 m (tri paketa piljenica), premda bi s obzirom na portalnu dizalicu visina složaja mogla biti i mnogo veća. Portalna je dizalica prikladna za rukovanje paketima piljenica svih dimenzija koje se pojavljuju na skladištu pilane Lučice. Manji se problemi javljaju pri transportu piljenica kraćih od 3 m i duljih tereta (grede). Vrlo je djelotvorna pri iznošenju paketa s piljenicama. Pogodna je i za utovar piljenica u kamione.

Problemi u radu portalnih dizalica javljaju se zimi, pri niskim temperaturama, te za olujna vremena (pri brzini vjetra većoj od 70 km/h prekida se rad dizalice).

Utovarivač s vilicama može zahvatiti najviše tri trupca promjera 37-40 cm. Visina složaja je do 3 m. Pri prometanju piljenica utovarivač zahvaća jedan paket te mu učinak ovisi o obujmu piljenica u paketu. Može slagati najviše dva paketa u složaj jer se pri većim visinama dizanja pojavljuje problem stabilnosti. Utovarivač bez namjenskoga hvatala za trupce neprikladan je za rukovanje trupcima na stovarištu. Osim toga, u usporedbi s portalnom dizalicom potreban mu je velik radni prostor. Utovarivač je prikladan za prometanje paketa piljenica svih dimenzija u granicama njegove nosivosti. Zbog velikog prostora za manevriranje pri rukovanju nije prikladan za rad na samom stovarištu, jer je otežan pristup pojedinim složajevima paketa piljenica.

Površina stovarišta/skladišta. Ukupna površina stovarišta trupaca od 35 073 m² odgovara godišnjem

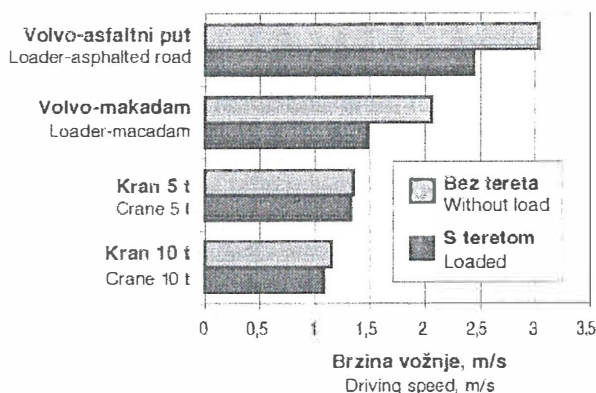
prerezu od približno $70\,000\text{ m}^3$ (16) koliki je i kapacitet pilane Lučice. Prema istim podacima, površina skladišta piljenica od $21\,356\text{ m}^2$ malo je veća od potrebne. Odnos ukupne površine stovarišta trupaca i skladišta piljenica iznosi 1,6, što odgovara podacima iz literature (16, 17, 26). Iskorištenje površine stovarišta za složaje trupaca (sortiranih i nesortiranih) iznosi 61,1%, što je mnogo više od iskorištenja površine skladišta za složaje piljenica (33,3%). Udjel pojedinih sastavnica stovarišta/skladišta u ukupnoj površini predočen je na dijagramu 3.



Dijagram 3. Udjel pojedinih površina u ukupnoj površini skladišta
Graph 3. The share of particular areas in the total area

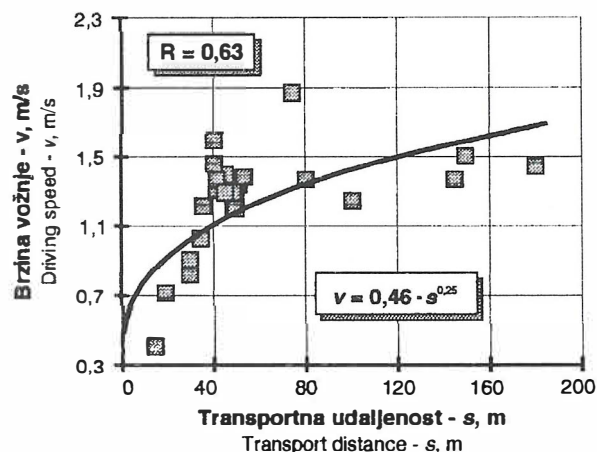
Većina prometanja na skladištu piljenica obavlja se portalnom dizalicom pa transportni putovi ne zauzimaju znatniju površinu stovarišta obuhvaćenu radom dizalice (15,7%). Zajedno s putovima na dijelu za otpremu piljenica, ono čini 22,3% ukupne površine skladišta. Na dijelu stovarišta trupaca ispod dizalice praktično i nema transportnih putova (1,9%). Međutim, dovozni put uvelike sudjeluje u ukupnoj površini stovarišta trupaca (12,3%).

Brzina vožnje transportnog sredstva. Odnos izmjerenih brzina vožnje portalnih dizalica i utovarivača prikazan je dijagramom 4.



Dijagram 4. Brzina vožnje transportnih sredstava
Graph 4. Driving speed of the transport means

Brzina vožnje vitla (poprečna vožnja) dizalice nosivosti 10 t signifikantno je manja od brzine vožnje portala (uzdužna vožnja) ($t=3,73$; $\alpha=0,05$). Pretpostavlja se da je tomu razlog kraći put transporta u poprečnome smjeru, zbog čega je veći udio ubrzanja i usporenja uz relativno kratku vožnju radnom brzinom. Usporedba brzina s teretom i bez tereta za obje dizalice pokazala je da nema bitnijih razlika. Regresijska analiza brzine vožnje portalnih dizalica i udaljenosti transporta nije pokazala međusobnu ovisnost tih veličina pri manjim udaljenostima, što znači da se brzina može smatrati stalnom. Izjednačavanjem rezultata dobivenih mjerenjem na većim udaljenostima (10-200 m) utvrđeno je povećanje brzine vožnje s udaljenošću transporta (dijagram 5), što je posljedica dulje vožnje radnom brzinom. Usporedbom brzine vožnje utovarivača s teretom i bez njega dobivena je velika razlika i na makadamskom putu stovarišta trupaca i na asfaltnome putu skladišta piljenica. Brzine vožnje glede terena znatno se razlikuju ($t=6$; $\alpha=0,001$), što bitno utječe na učinak transportnoga sredstva.

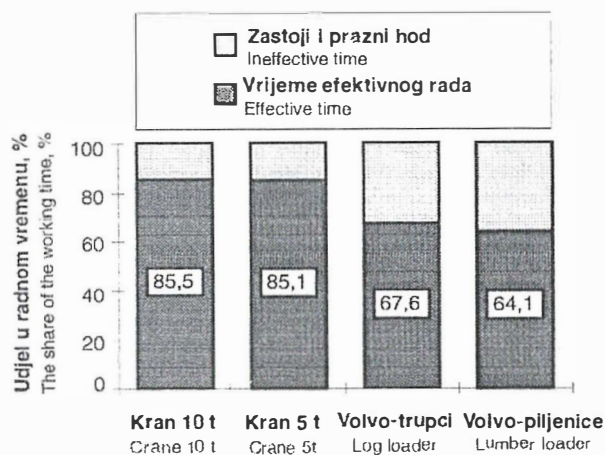


Dijagram 5. Ovisnost brzine vožnje o udaljenosti transporta
Graph 5. Driving speed depending on the transport distance

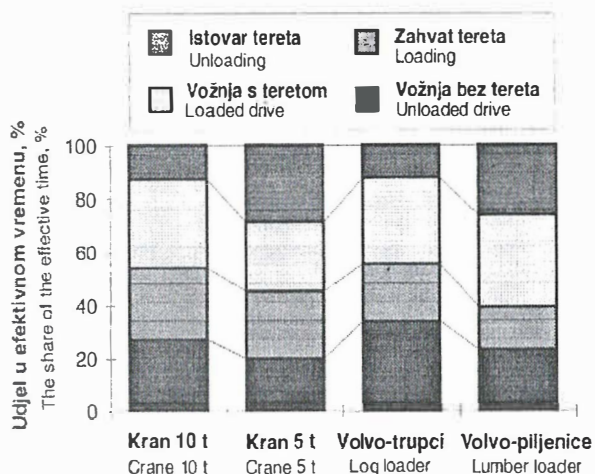
Analiza vremena rada. Prema rezultatima provedenih istraživanja (dijagram 6), faktor efektivnoga radnog vremena portalnih dizalica iznosi oko 0,85, što je u skladu s podatkom što ga navode Brežnjak (5) i Pesockij (17) kao faktor iskorištenja vremena smjene za djelatovni rad (0,8-0,85). Prema rezultatima dvodnevnoga snimanja, faktor efektivnoga radnog vremena utovarivača iznosi 0,65. Prema navodima iz literature (5, 17, 26), faktor efektivnoga vremena za tu vrstu transportnih sredstava kreće se od 0,7 do 0,85. Dobiveni se rezultati mogu objasniti uporabom utovarivača kao univerzalnoga sredstva za različite transportne radove unutar pogona, te su gubici vremena zbog loše organizacije rada i čestih zastoja posljedica i čestih promjena oruđa (hvatala) te prazne vožnje do mjesta obavljanja poslova.

Na dijagramu 7. prikazan je udjel pojedinih operacija pri radu portalnom dizalicom odnosno utovarivačem. U usporedbi s prometanjem trupaca i piljenica portalnom dizalicom, trajanje radnoga ciklusa utovarivača mnogo je kraće. Vrijeme radnoga ciklusa utovarivača kraće je

zbog većih brzina vožnje i jednostavnijeg prihvaćanja i oslobađanja tereta.



Dijagram 6. Analiza radnoga vremena istraživanih transportnih sredstava
Graph 6. Effective and ineffective working time of transport means

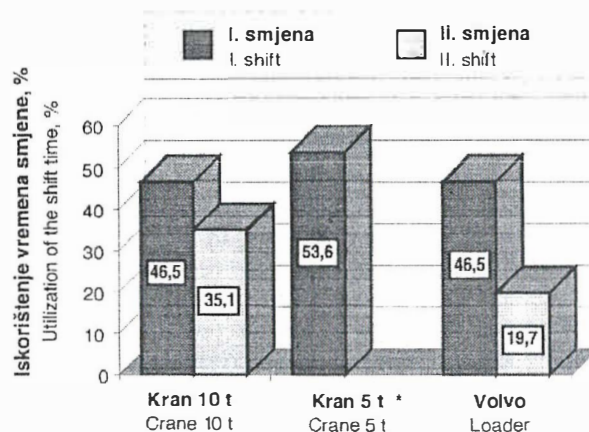


Dijagram 7. Udjel pojedinih faza rada u efektivnom vremenu
Graph 7. The share of particular working phases in the effective working time

Iskorištenje nazivnoga (tehničkog) kapaciteta transportnoga sredstva. Usporedbom podataka dobivenih tahografskim zapisom pri uzdužnome i poprečnome kretanju granika utvrđeno je da nema signifikantne razlike između varijanci ($F=1,002$) ni između srednjih vrijednosti ($t=0,397$) zabilježenih podataka te se, uz vjerojatnost pogreške 5%, prihvaća pretpostavka da podaci pripadaju istom osnovnom skupu. Razlog tomu je narušena stabilnost upravljačke kabine, zbog čega su pri kretanju granika u bilo kojem smjeru zabilježene vibracije na oba tahografa.

Usrednjavanjem podataka tahografskih zapisa dobiveni su podaci o iskorištenosti kapaciteta pojedinoga transportnoga sredstva (dijagram 8). Iskorištenje vremena smjene od 7,5 sati za rad portalne dizalice na stovarištu trupaca svega je 43,92%. Vrijeme rada portalne dizalice u prvoj smjeni

signifikantno je veće od vremena rada u drugoj smjeni ($t=2,183$; $\alpha=0,05$). Iskorištenje vremena smjene portalne dizalice na skladištu piljenica malo je veće od vremena dizalice na skladištu trupaca i za rad u jednoj smjeni iznosi 53,56%. Usporedbom srednjih vrijednosti vremena rada utovarivača u obje smjene dobivena je značajna razlika ($t=5,854$), uz razinu signifikantnosti pri $\alpha=0,01$.



* Radi samo u jednoj smjeni
Operated in one shift only

Dijagram 8. Iskorištenje kapaciteta transportnih sredstava u vremenu smjene
Graph 8. Utilization of the transport means capacity in the shift time

Učink transportnoga sredstva. Prosječni učinak portalne dizalice nosivosti 10 t iznosio je $77,66 \text{ m}^3/\text{h}$, uz standardnu devijaciju $20,61 \text{ m}^3/\text{h}$. Dnevne promjene učinka posljedica su različitih srednjih udaljenosti transporta. Proračunan učinak u smjeni ($582,43 \text{ m}^3/\text{smj.}$) pokazuje da portalna dizalica može radom u dvije smjene obaviti sve potrebno prometanje trupaca i oblovine na stovarištu čak i tijekom ljetnih mjeseci, kada dnevno treba uskladištiti i više od $1\,000 \text{ m}^3$ trupaca. S obzirom na srednji mjesečno prometnuti teret proteklih godina ($16\,500 \text{ m}^3$), može se zaključiti da dizalica veći dio vremena radi smanjenim kapacitetom.

Prosječno ostvareni učinak portalne dizalice na skladištu piljenica iznosi $71,46 \text{ m}^3/\text{h}$. Osim promjena srednjih udaljenosti transporta, na promjene učinka utječe i vrsta transportnih radova. Naime, pri utovaru piljenica u kamione troši se mnogo više vremena negoli pri prometanju piljenica na skladištu te je i učinak manji. Proračunska proizvodnost dizalice u smjeni od 7,5 sati iznosi $535,98 \text{ m}^3/\text{h}$, što zadovoljava potrebnu proizvodnost pri prometanju piljenica na skladištu tijekom cijele godine. Ako se piljenice ne utovaraju u otpremno sredstvo portalnom dizalicom, ona radi smanjenim kapacitetom.

Utvrđeni prosječno ostvareni učinak utovarivača od $48,2 \text{ m}^3/\text{h}$ relativno je malen za tu vrstu transportnoga sredstva. Smatra se da su uzrok tomu pogreške pri mjerenju vremena rada satom za utvrđivanje vremena rada motora. Naime, tijekom bilježenja vremena rada (očitanjem brojila pogonskih sati) vozač utovarivača

često je ostavljao vozilo s neugašenim motorom u praznome hodu, tzv. leru, te su u vrijeme rada bila uključena i vremena kada se nije prometao materijal.

6. ZAKLJUČCI

Na temelju provedenih istraživanja i dobivenih rezultata mogu se izvesti sljedeći zaključci.

- Za prometanje velike količine trupaca i ispunjavanje zahtjeva tehnološkog procesa preradbe drva četinjača idealnim se transportnim sredstvom na stovarištu trupaca pokazala portalna dizalica s hvatalom za trupce. Utovarivač je prikladan kao pomoćno transportno sredstvo u slučaju kvara dizalice te za povremeno prometanje trupaca izvan polja njezina djelovanja.

- Zbog specifičnih uvjeta i organizacije rada portalna je dizalica prikladna i za prometanje piljenica na skladištu. Prometanje bočnim ili čelnim viličarom na otvorenome onemogućeno je zbog niskih temperatura i dugih zadržavanja snježnoga pokrivača tijekom zimskih mjeseci. Utovarivač Volvo prikladan je kao nadomjesno transportno sredstvo jer se mogu iskoristiti njegove brojne mogućnosti i velika pokretljivost. Potpunu iskoristivost tog uređaja omogućila bi reorganizacija radova na skladištu i osiguranje dovoljno širokih putova.

- Omjer ukupne površine stovarišta trupaca i skladišta piljenica iznosi 1,64. Iskorištenje površine stovarišta trupaca za složaje gotovo je dvostruko veće od površine skladišta piljenica. Pri uporabi istoga transportnog sredstva (portalne dizalice) veći je udjel transportnih putova na skladištu piljenica negoli na stovarištu trupaca.

- Brzina vožnje portalnih dizalica ne ovisi o težini (masi) tereta, a brzine utovarivača bitno su različite. Brzina vožnje utovarivača uvelike ovisi o kakvoći podloge transportnog puta, što pokazuje da izgradnja solidnijih putova može utjecati na brzinu vožnje, a time i na učinak transportnih sredstava.

- Transportna sredstva rade sa smanjenim iskorištenjem tehničkih kapaciteta. Pri nabavi novih transportnih sredstava i preustroju postojećega sustava rukovanja materijalom na stovarištu i skladištu pilane Lučice treba uzeti u obzir smanjenje godišnjega proreza, a time i potrebne učinkovitosti transportnih sredstava.

- Učinak transportnoga sredstva bitno ovisi o prosječnoj udaljenosti transporta. Stoga treba težiti da organizacija rada i razmještaj složaja na stovarištu/skladištu budu takvi da se transportne udaljenosti što više smanje.

- Određivanje graničnih količina prometnoga materijala na stovarištu/skladištu pilane kao kriterija za uporabu

specijaliziranih ili univerzalnih sredstava zadaća je koja se ne može rješavati općenito nego za svaku pilanu ili skupinu pilana sa sličnim uvjetima rada posebno.

LITERATURA

- [1] Augusta, G., Flader, H.D., Kugler, M., Transportieren und Lagern, IV. izd., VEB Verlag Technik, Berlin, 1983.
- [2] Biljan, M., Dizalice, Šumarska enciklopedija, knj. II, JLZ "M. Krleža", Zagreb, 1980, str. 346-356.
- [3] Brežnjak, M., O prilaženju projektiranju pilana, "Drvna industrija" 21, br. 9/10, Zagreb, 1970, str. 176-179.
- [4] Brežnjak, M., Pilana, Šumarska enciklopedija, knj. II, JLZ "M. Krleža", Zagreb, 1983, str. 632-634.
- [5] Brežnjak, M., Herak, V., Proračun kapaciteta i elemenata kapaciteta pilanskih radnih strojeva, uređaja i transportnih sredstava, "Drvna industrija" 24, br. 9/10, Zagreb, 1973, str. 255-261.
- [6] Buchberger, Č., Unutrašnji transport, knj. II, "Privreda", Zagreb, 1962.
- [7] Filković, L., Dizalice i prenosnice, Zavod za udžbenike i nastavna sredstva, Beograd, 1976.
- [8] Fronius, K., Portalkran oder Gabelstapler auf dem Rundholzplatz, Holzwirtschaftliches Jahrbuch Nr. 17, DRW-Verlags-GmbH, Stuttgart, 1967, str. 37-43.
- [9] Fronius, K., Polter- und Sortiereinrichtungen für Rundholz, Holzwirtschaftliches Jahrbuch Nr. 17, DRW-Verlags-GmbH, Stuttgart, 1967, str. 45-74.
- [10] Golja, V., Optimalizacija vijeka trajanja strojarskog proizvoda, doktorska disertacija, Fakultet strojarstva i brodogradnje, Zagreb, 1984.
- [11] Hamm, Đ., Transportni uređaji, Šumarska enciklopedija, knj. III, JLZ "M. Krleža", Zagreb, 1987, str. 521-529.
- [12] Hartung, W., Pagels, G., Holzausformung in stationären Anlagen, VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag, Berlin, 1982.
- [13] Mađarević, B., Rukovanje materijalom, Tehnička knjiga, Zagreb, 1972.
- [14] Marinković, P., Unutrašnji transport, I. dio, Šumarski fakultet, Institut za preradu drva, Beograd, 1977.
- [15] Mugge, H. F., Schnittholztransport mit Flurförderzeugen, Holzwirtschaftliches Jahrbuch Nr. 17, DRW-Verlags-GmbH, Stuttgart, 1967, str. 137-159.
- [16] Nikolić, M., Prerada drveta napilanim, I. i II. knjiga, Šumarski fakultet, Institut za preradu drva, Beograd, 1983.
- [17] Pesockij, A. N., Jasinski, V.S., Projektovanje pilanskih i drvnoprerađivačkih pogona, Šipad IRC, Zavod za tehnologiju drveta, Sarajevo, 1976.
- [18] Petit-Jeannot, M., Mechanical handling in saw-mills, Forestry Equipment Notes, D.10.56, FAO Rome, 1956.
- [19] Rendberg, D., Holzumschlag mit Lagerkränen, Holzwirtschaftliches Jahrbuch Nr. 17, DRW-Verlags-GmbH, Stuttgart, 1967, str. 19-36.
- [20] Serdar, J., Prenosilai dizala, III. izd., Tehnička knjiga, Zagreb 1975.
- [21] Sever, I., Sever, S., Metod prilaženja izboru transportnih naprava i uređaja, "Agronomski glasnik", br. 6-7, Zagreb, 1966, str. 479-486.
- [22] Sever, S., Transport u drvnoj industriji, interna skripta, Šumarski fakultet, Zagreb, 1988.
- [23] Veršinski, A.V., Tehnologičnost i nesusučaja sposobnost kranovih metalokonstrukcij, "Mašinstroenie", Moskva, 1984.
- [24] Vong, Đ., Teorija nazemnih transportnih sredstava, "Mašinstroenie", Moskva, 1982.
- [25] White, V.S., Modern Sawmill Techniques, vol. I, Miller Freeman, Zagreb, 1973, str. 634-645.
- [26] Zubčević, R., Pilana, Šumarska enciklopedija, knj. II, JLZ "M. Krleža", Zagreb, 1983, str. 634-645.