

## ANALIZA WYDAJNOŚCI PROCESU WYWOZU DREWNA STOSOWEGO

*W niniejszym artykule przeprowadzono analizę wydajności procesu wywozu drewna stosowego środkami transportu drogowego. Na podstawie badań przeprowadzonych w prywatnej firmie zostały określone wskaźniki techniczno-eksploatacyjne jednostki transportowej. Dzięki otrzymanym wskaźnikom możliwe było określenie kondycji firmy oraz sprawności organizacji prac wywozowych.*

### WSTĘP

Wywóz drewna jest etapem, w którym drewno jest transportowane z miejsca składowania do miejsca przerobu (odbiorcy) lub do większej składnicy. Transport leśny jest specyficzny i zgodnie z [1,2] odróżnia go od transportu w innych działach gospodarki m.in.:

- sezonowość, wynikająca z warunków atmosferycznych oraz biologicznej rytmiki wzrostu drzew,
- jednostronny przewóz ładunków,
- ładunki o zmiennej podatności przewozowej,
- duże rozproszenie ładunków w skali regionalnej jak również w obrębie jednego cyklu transportowego.

Wywozem drewna w Polsce zajmują się najczęściej prywatne firmy transportowe lub przedsiębiorstwa przemysłu drzewnego posiadające własny tabor, [3]. Proces ten, stanowi znaczny procent kosztów, jakie przedsiębiorca ponosi, aby zapewnić swojej firmie surowiec do utrzymania ciągłości produkcji. Na wydajność wywozu ma wpływ wiele czynników, zarówno po stronie przedsiębiorcy jak również po stronie Lasów Państwowych, [4]. Aby możliwe było terminowe realizowanie zamówień na surowiec drzewny przy jednoczesnej właściwej gospodarce środkami, konieczna jest więc właściwa organizacja wywozu oraz sprawne procedury obrotu drewnem. Należy również podkreślić, że transport drewna jest bardzo kosztowny, a w związku z tym nie opłaca się go przewozić na znaczne odległości, [5,6].

Oczekuje się, że wnioski płynące z przeprowadzonych w ramach niniejszej pracy badań, pozwolą na oszacowanie efektywności wywozu drewna w badanej firmie oraz dokonanie zmian organizacyjnych, bezpośrednio przekładających się na obniżenie kosztów.

### 1. METODYKA BADAŃ

Badania przeprowadzono we współpracy z prywatną firmą przemysłu drzewnego, wyposażoną we własne środki transportu drogowego. Baza firmy zlokalizowana jest w południowo-wschodniej części województwa lubelskiego. Jest to region o znacznej lesistości, która znacznie przewyższa lesistość całego województwa. Zakład zajmuje się głównie przerobem drewna średniowymiarowego - S2b. Znajduje ono zastosowanie w wielu gałęziach branży drzewnej takich jak przemysł celulozowo-papierniczy, produkcja palet czy drewna kominkowego. Drewno stosowe zalicza się do drewna krótkiego. Sortyment ten wyrabiany jest najczęściej w wałkach o długości około 1,2 m, co znacząco wpływa na parametry wywozu tego surowca. Firma kupuje drewno na podstawie umów portalowych od Lasów Państwowych. Surowiec pozyskiwany jest

głównie w czterech Regionalnych Dyrekcjach Lasów Państwowych: Lublin, Krosno, Radom oraz Kraków.

Firma posiada trzy zestawy do przewozu drewna. Dwa zestawy do wywozu drewna stosowego (samochód + przyczepa kłonicowa), wyposażone w żuraw hydrauliczny, zamontowany za tylną osią samochodu (MAN i SCANIA). Trzecim zestawem jest samochód marki SCANIA, wyposażony w żuraw zamontowany za kabiną i naczepą bezrozworową typu goniec, przeznaczony do wywozu drewna dłużycowego. Firma dostosowała ilość samochodów oraz dostaw drewna do możliwości przerobu. Badaniu podlegały cykle transportowe wykonane przez samochód marki MAN (rys. 1). Dopuszczalna masa całkowita zestawu wynosi 40 000 kg, z czego 19 000 kg stanowi masę własną.



Rys. 1. Zestaw wywozowy podczas załadunku drewna

Za jeden pełny cykl transportowy uznaje się czas od momentu wyjazdu z bazy po drewno do momentu rozładunku drewna w bazie firmy. Analizie poddano trzydzieści wybranych cykli transportowych, które zrealizowano w lipcu i sierpniu 2013 roku. Analizowany okres wynosił 62 dni, w trakcie których pojazd był sprawny przez 60 dni. W związku z ograniczeniami w ruchu ciężarówek w okresie wakacyjnym, zestaw pracował jedynie przez 44 dni. W trakcie badań określono: czas trwania cyklu, odległość jazdy ładownej, miąższość przewożonego drewna, ciężar przewożonego drewna oraz pracę przewozową. Na podstawie uzyskanych wyników określono zgodnie z [1,4] następujące wskaźniki techniczno-eksploatacyjne:

- średni dobowy czas pracy ( $\bar{T}_d$ ) będący sumą dobowego czasu pracy poszczególnych wozodni eksploatacji w stosunku do ilości wozodni eksploatacji:

$$\bar{T}_d = \frac{\sum T_d}{D_e} \quad (1)$$

gdzie:

- $T_d$  – dobowy czas pracy,
- $D_e$  – wozodni eksploatacji,

- współczynnik gotowości technicznej taboru ( $A_t$ ) obliczany jako stosunek sumy wozodni gotowości technicznej do wozodni inwentarzowych:

$$A_t = \frac{\sum D_{gt}}{D_i} \quad (2)$$

gdzie:

- $D_{gt}$  - wozodni gotowości technicznej taboru,
- $D_i$  - wozodni posiadania pojazdu, inwentarzowe,

- współczynnik wykorzystania taboru (gotowości eksploatacyjnej) ( $A$ ), wyrażony jako stosunek wozodni wykorzystania w eksploatacji do wozodni inwentarzowych:

$$A = \frac{D_e}{D_i} \quad (3)$$

gdzie:

- $D_e$  - wozodni eksploatacji,
- $D_i$  - wozodni posiadania pojazdu, inwentarzowe,

- średnia odległość wywozu ( $L_{sr}$ ) przedstawiająca przebieg ładowny, dzielony przez liczbę jazd ładownych:

$$L_{sr} = \frac{P}{q_r} \quad (4)$$

gdzie:

- $P$  - praca przewozowa,
- $q_r$  - masa przewożonego ładunku,

- statyczny współczynnik wykorzystania ładowności  $C$ , określane jako stosunek masy przewożonego ładunku do masy ładunku możliwego do przewiezienia przy pełnym wykorzystaniu ładowności:

$$C = \frac{Q}{(q \cdot z)} \quad (5)$$

gdzie:

- $Q$  - masa przewożonego ładunku,
- $q$  - ładowność pojazdu określona fabrycznie,
- $z$  - liczba jazd ładownych.

Ponadto dla siedmiu cykli zostały przeprowadzone dodatkowe pomiary czasu dla poszczególnych czynności:

- dojazd do leśniczówki,
- jazda z leśniczówki do punktu załadunkowego, podjazd między ładunkami (wraz z zawracaniem),
- załadunek drewna,
- dojazd do bazy firmy,
- rozładunek drewna w firmie.

Na podstawie pomiarów czasu, zostały obliczone prędkości oraz prędkości dla poszczególnych czynności w badanych cyklach. Dodatkowo obliczono średnie wartości badanych cech. Został również określony procentowy udział poszczególnych czynności w czasie danego cyklu.

## 2. WYNIKI BADAŃ

W tab. 1 zestawiono dane uzyskane w trakcie trzydziestu cykli transportowych. Jedenaście cykli transportowych wykazuje większą od średniej wielkość jazdy ładownej, co stanowi 36,7% wszystkich

jazd ładownych. W przypadku szesnastu cykli, czas pracy jest większy od średniej i stanowi 53,3% ogólnej liczby cykli transportowych.

**Tab. 1. Podstawowe parametry cykli transportowych**

L.p.	Czas pracy [h]	Odległość wywozowa [km]	Miąższość drewna [m3]	Ciężar ładunku [kg]	Praca przewozowa [tkm]
1	06:25:00	87	26,73	19245,6	1674367,2
2	05:43:00	58	27,05	19476,0	1129608,0
3	05:37:00	57	26,52	19094,4	1088380,8
4	09:21:00	189	26,09	18784,8	3550327,2
5	09:48:00	153	27,30	19656,0	3007368,0
6	07:41:00	51	24,70	17784,0	906984,0
7	06:45:00	82	27,50	19800,0	1623600,0
8	08:20:00	95	25,63	18453,6	1753092,0
9	09:05:00	123	27,45	19764,0	2430972,0
10	07:53:00	106	26,88	19353,6	2051481,6
11	08:15:00	84	27,21	19591,2	1645660,8
12	09:38:00	96	28,03	20181,6	1937433,6
13	10:03:00	125	26,98	19425,6	2428200,0
14	08:45:00	96	25,45	18324,0	1759104,0
15	09:12:00	87	27,21	19591,2	1704434,4
16	07:54:00	65	26,55	19116,0	1242540,0
17	06:54:00	48	24,69	17776,8	853286,4
18	09:12:00	139	28,02	20174,4	2804241,6
19	06:58:00	52	27,41	19735,2	1026230,4
20	09:04:00	162	28,51	20527,2	3325406,4
21	09:15:00	115	26,75	19260,0	2214900,0
22	08:22:00	112	25,64	18460,8	2067609,6
23	09:00:00	194	26,86	19339,2	3751804,8
24	07:55:00	74	28,12	20246,4	1498233,6
25	10:00:00	215	25,95	18684,0	4017060,0
26	08:23:00	63	26,88	19353,6	1219276,8
27	08:16:00	76	28,21	20311,2	1543651,2
28	07:45:00	52	27,96	20131,2	1046822,4
29	06:55:00	44	26,58	19137,6	842054,4
30	07:21:00	76	27,32	19670,4	1494950,4
$\Sigma$ :	245:45:00	2976	806,18	580449,6	57639081,6
$\bar{x}$	08:11:30	192,00	26,87	37448,36	1921302,7
Min.	05:37:00	44,00	24,69	17776,80	842054,4
Max.	10:03:00	215,00	28,51	20527,20	4017060,0
$\sigma$	0,049712	45,30	0,96	694,57	875093,4
V	0,61	23,59	3,59	1,85	45,55

Na podstawie pomiarów zaprezentowanych w tab. 1 oraz wozów (1-5) obliczono wskaźniki techniczno-eksploatacyjne, które zaprezentowano w tab. 2. Dla badanych cech obliczono również podstawowe funkcje statystyczne. Dużą zmiennością charakteryzuje się odległość jazdy ładownej, natomiast największą zmienność wykazuje praca przewozowa.

**Tab. 2. Wskaźniki techniczno-eksploatacyjne**

Średni dobowy czas pracy [h]	8,18 (≈8h 11min)	Średnia odległość wywozu [km]	99,3
Współczynnik gotowości technicznej	0,97	Średnia masa przewożonego drewna [m3]	26,9
Współczynnik wykorzystania taboru	0,71	Stacyjny współczynnik wykorzystania ładowności	0,92

W tab. 3 przedstawiono szczegółowe pomiary struktury czasu pracy, w podziale na poszczególne czynności dla siedmiu przykładowych cykli transportowych.

**Tab. 3. Pomiary struktury czasu pracy dla wybranych cykli**

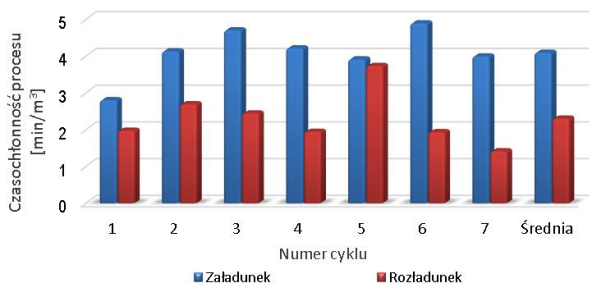
L.p.	Dojazd		Załadunek	Podjazdy między ładunkami		Powrót do bazy		Rozładunek	Miaższość m <sup>3</sup>
	km	min	min	km	min	km	min		
1	85	86	75	6	16	87	95	53	26,73
2	44	46	112	5	19	58	68	73	27,05
3	44	43	125	10	46	57	68	65	26,52
4	194	181	110	3,2	13	189	210	51	26,09
5	172	148	107	4,1	16	153	155	102	27,30
6	56	65	121	12	35	51	72	48	24,70
7	74	103	110	23	49	82	105	39	27,50
$\bar{x}$	95,6	96	108	9,0	27,7	96	110	61,57	26,56

Tab. 4 prezentuje wydajności, jakie osiągały poszczególne czynności oraz średnie wydajności dla każdej czynności.

**Tab. 4. Średnie prędkości przejazdów oraz czasochłonność procesów załadunku i rozładunku**

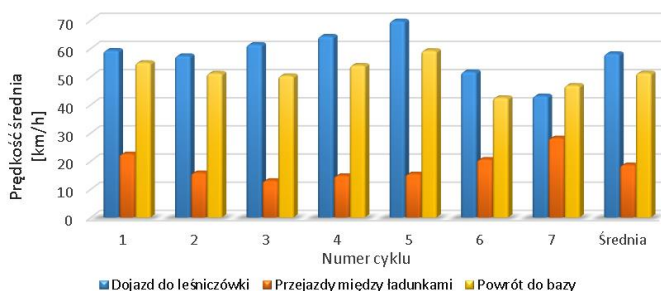
L.p.	Dojazd [km/h]	Załadunek [min/m <sup>3</sup> ]	Podjazdy między ładunkami [km/h]	Powrót do bazy [km/h]	Rozładunek [min/m <sup>3</sup> ]
1	59,30	2,81	22,50	54,95	1,98
2	57,39	4,14	15,79	51,18	2,70
3	61,40	4,71	13,04	50,29	2,45
4	64,31	4,22	14,77	54,00	1,95
5	69,73	3,92	15,38	59,23	3,74
6	51,69	4,90	20,57	42,50	1,94
7	43,11	4,00	28,16	46,86	1,42
$\bar{x}$	58,13	4,10	18,60	51,29	2,31

Rys. 2 wskazuje na znaczną różnicę w czasochłonności pomiędzy procesami załadunku i rozładunku drewna. Średnia wydajność rozładunku drewna jest prawie dwukrotnie większa niż wydajność załadunku.



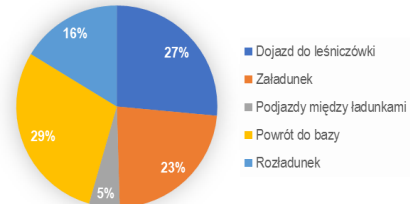
**Rys. 2. Porównanie czasochłonności procesów załadunku i rozładunku drewna**

Na rys. 3 widać, że największą średnią prędkością pojazdu charakteryzuje się etap dojazdu do leśniczówki. Nieco niższą wartością średnią charakteryzuje się etap powrotu do bazy, natomiast najniższą średnią prędkość osiągnięto w trakcie przejazdów między ładunkami.



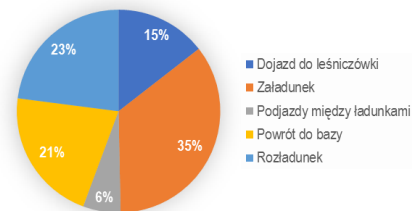
**Rys. 3. Średnie prędkości jazdy zespołu transportowego**

Procentowy udział poszczególnych czynności w szczegółowo badanych cyklach przedstawiono na rys. od 4 do 11. Na rys. 4. zaprezentowano procentowy udział poszczególnych czynności w trakcie cyklu nr 1. Na diagramie wyraźnie widać, że w tym cyklu najbardziej czasochłonnym etapem był powrót do bazy, który stanowił blisko 1/3 czasu całego cyklu. Odległość jazdy ładownej w tym cyklu była zbliżona do średniej długości jazdy ładownej. Wyraźnie odznacza się natomiast wydajność etapu załadunku drewna, na który przekłada się czas trwania załadunku, stanowiący blisko 1/4 czasu cyklu.



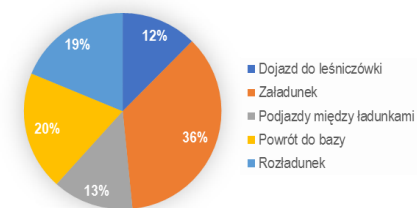
**Rys. 4. Procentowy udział czynności w cyklu pierwszym**

W cyklu nr 2 najbardziej czasochłonny etap stanowił załadunek drewna, który wyniósł ponad 1/3 czasu cyklu. Znaczny udział czasu załadunku w tym przypadku wynikał z krótkiego czasu trwania cyklu. Czas poświęcony na podjazd między ładunkami w tym cyklu był zbliżony do wartości średniej.



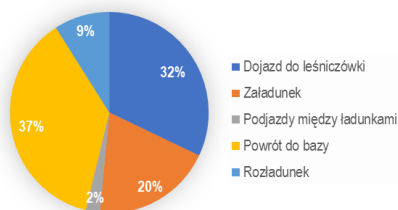
**Rys. 5. Procentowy udział czynności w cyklu drugim**

Cykl nr 3 był najkrótszym z badanych cykli. W tym cyklu można zaobserwować jedną z najniższych wydajności etapu załadunku. Należy również zwrócić uwagę na znaczący udział podjazdów między ładunkami, który w cyklu nr 3 jest najwyższy i prawie dwukrotnie przekracza wartość średnią.



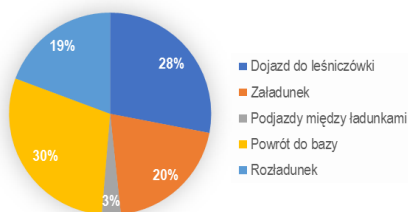
**Rys. 6. Procentowy udział czynności w cyklu trzecim**

W czwartym cyklu najbardziej czasochłonny etap stanowił powrót do bazy, co było bezpośrednio związane z dużą odległością jazdy ładownej. Wysoka wydajność oraz długi czas trwania cyklu wpływa na niski udział etapu rozładunku, stanowiący poniżej 1/10 trwania cyklu. Etap załadunku wykazuje wydajność zbliżoną do średniej, ale długość cyklu sprawia, że czynność ta zajmuje znacznie mniejszy udział w czasie cyklu niż wartość średnia.



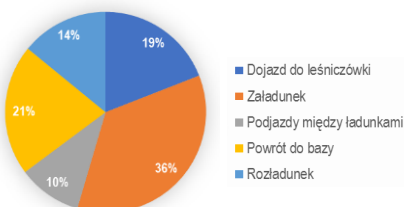
Rys. 7. Procentowy udział czynności w cyklu czwartym

Cykl nr 5 był jednym z najdłuższych cykli. Związane było to, ze znaczną odległością jazdy ładownej, która stanowi najbardziej czasochłonny etap w tym cyklu. Czas rozładunku zbliżony był do czasu załadunku. Etap rozładunku charakteryzował się najniższą wydajnością w porównaniu do innych cykli.



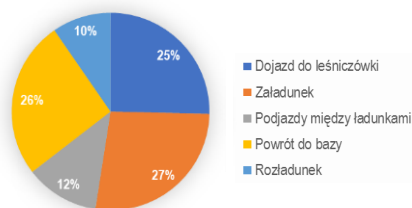
Rys. 8. Procentowy udział czynności w cyklu piątym

W cyklu nr 6 najbardziej czasochłonnym etapem był załadunek drewna. Wydajność tej czynności była jedną z najniższych spośród wszystkich badanych cykli. Znaczną część cyklu zajęły również podjazdy między ładunkami, których udział był wyższy niż wartość średnia. Wydajność rozładunku w tym cyklu była dość wysoka, co przekłada się na niewielki udział tej czynności w czasie pracy.



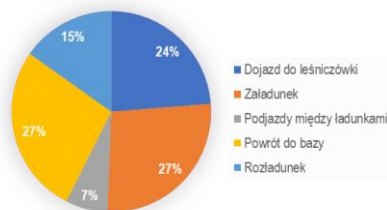
Rys. 9. Procentowy udział czynności w cyklu szóstym

W cyklu nr 7 załadunek również stanowił najbardziej czasochłonny etap. Uwagę należy zwrócić również na czas, jaki został poświęcony na podjazdy między ładunkami. Etap ten zajął znacznie więcej czasu niż wartość średnia. Czas, jaki zajął etap jazdy po ładunek i z ładunkiem był porównywalny. Istotny jest natomiast czas rozładunku, który charakteryzował się znacznie niższą czasochłonnością niż wartość średnia. Wiąże się to z najwyższą wydajnością tej czynności spośród badanych cykli.



Rys. 10. Procentowy udział czynności w cyklu siódmym

Średnie udziały czasu załadunku oraz powrotu do bazy były identyczne i stanowiły najwyższy udział w czasie całego cyklu. Etapem, który również charakteryzował się znacznym udziałem był dojazd do leśniczówki. Średnio, najmniej czasochłonnym etapem jest podjazd między ładunkami.



Rys. 11. Średni procentowy udział czynności w cyklach.

## PODSUMOWANIE

Przebieg prac nad badaniem procesu wywozu drewna, zebrane dane, wykonane obliczenia, a także przeprowadzona analiza uzyskanych wyników pozwalają przyjąć następujące wnioski:

- Średni dobowy czas pracy wynosił 8h 11min, co stanowi dobre wykorzystanie czasu. Zgodnie z aktualnymi wymaganiami, maksymalny czas pracy może wynosić 10 godzin, po czym przerwa na odpoczynek musi wynosić co najmniej 9 godzin. Więcej niż połowa badanych cykli charakteryzowała się czasem zbliżonym do maksimum. Świadczy to o dobrej organizacji wywozu przez jednostkę transportową.
- Współczynnik gotowości technicznej wyniósł 0,97. W analizowanym okresie (62 dni) pojazd przez 2 dni podlegał naprawom, które realizowane były w soboty. Trudne warunki terenowe oraz specyfika transportu drewna wpływa na szybkie zużywanie się podzespołów, a w związku z tym pojazd narażony jest na częste awarie.
- Współczynnik wykorzystania taboru wyniósł 0,71. W analizowanym okresie pojazd był w użytkowaniu jedynie przez 44 dni. Niska wartość współczynnika związana jest przede wszystkim z weekendowym zakazem ruchu ciężarówek, w związku z tym, pojazd mógł być eksploatowany wyłącznie od poniedziałku do piątku.
- Średnia odległość wywozu wyniosła około 99 km. Siedziba firmy znajduje się w regionie o znacznej lesistości mimo to, aby zapewnić dostateczną ilość drewna do utrzymania produkcji, drewno musi być transportowane ze znacznych odległości. Ponadto, sąsiedztwo wielu małych tartaków zajmujących się przerobem drewna średniowymiarowego powoduje deficyt tego surowca na rynku lokalnym.
- Średnia masa przewożonego ładunku wynosiła 26,9 m<sup>3</sup>. Wartość ta wynika głównie z ładowności zestawu określonej fabrycznie. Statystyczny współczynnik wykorzystania ładowności taboru osiągnął wartość 0,92. Ładowność pojazdu nie była maksymalnie wykorzystywana, jednak lepiej jest zachować bezpieczną granicę niż narażać się na niebezpieczeństwo oraz wysokie kary za przeładowanie pojazdu.
- Czasochłonność załadunku drewna dostarcza informacji o ilości minut, niezbędnych do wykonania załadunku 1 m<sup>3</sup> drewna na pojazd wywozowy. W przedstawionych cyklach wydajność ta wahała się w granicy od 2,81 do 4,90 min/m<sup>3</sup>, podczas gdy wartość średnia wyniosła 4,10 min/m<sup>3</sup>. Czasochłonność rozładunku dostarcza natomiast informacji o ilości minut, niezbędnych do rozładowania 1 m<sup>3</sup> drewna. Wydajność rozładunku przyjmuje wartości między 1,42 a 3,74 min/m<sup>3</sup>, podczas gdy średnia wydajność rozładunku drewna wyniosła 2,31min/m<sup>3</sup>. Średnia cza-

- sochłonność załadunku drewna była więc prawie dwukrotnie wyższa od średniej czasochłonności rozładunku. Tak duża rozbieżność wynika z wymogu większej staranności w trakcie załadunku drewna, tak aby w trakcie transportu ładunek nie przemieszczał się na pojeździe i nie zagrażał bezpieczeństwu ruchu.
7. Spośród jazd, największą średnią prędkością charakteryzował się etap jazdy po drewno. Zestaw bez ładunku porusza się z większą średnią prędkością niż zestaw z ładunkiem. Dodatkowo jazda po ładunek odbywa się najczęściej wczesnym rankiem lub nocą, kiedy natężenie ruchu na drogach jest niskie. Jazda z ładunkiem charakteryzuje się niższą prędkością ze względu na znaczne obciążenie pojazdu. Ponadto etap ten, zazwyczaj odbywa się w ciągu dnia, podczas gdy panuje znaczny ruch na drogach. Jazda przez las (między ładunkami) charakteryzuje się najniższą średnią prędkością, wynikającą ze złego stanu dróg leśnych oraz z faktu, że podczas podjazdów między kolejnymi punktami ładowniczymi, ładunek na pojeździe nie jest zabezpieczony.
  8. Właściwe organizowanie wywozu powinno maksymalnie ograniczać czynności, które są najbardziej czasochłonne. Z uzyskanych wyników wynika, że aby poprawić wydajność wywozu należy ograniczać przejazdy między ładunkami. Aspekt ten leży po stronie Lasów Państwowych, dlatego drewno stosowe powinno być składane możliwie w jednym miejscu, blisko drogi publicznej.
  9. Czynnością, która również ma duży wpływ na wydajność procesu wywozu jest załadunek drewna. Duży wpływ na czas trwania tej czynności ma jakość surowca (przy złym okrzesianiu lub obecności krzywizn załadunek trwa dłużej). Poprawę wydajności załadunku drewna krótkiego można osiągnąć przez wyrobienie papierówki w wałkach o długości 2,5m.
  10. Wydajność wywozu drewna stosowego zależy od właściwej organizacji, dużą rolę odgrywa organizacja po stronie Lasów Państwowych. Stan dróg leśnych, jakość surowca, miejsca składowania oraz jego rozproszenie są głównymi czynnikami mającymi wpływ na tą wydajność. Po stronie przemysłu drzewnego leży natomiast właściwe wyposażenie w sprzęt, jego dobry stan techniczny oraz doświadczenie operatorów.
- Dzięki przeprowadzonym badaniom możliwa była dokładna analiza wydajności wywozu drewna stosowego. Uzyskane wyniki umożli-

liły wyciągnięcie wniosków oraz umożliwiły ocenę przygotowania i organizacji prac wywozowych. Z pewnością można stwierdzić, że wyposażenie oraz stan sprzętu będącego w posiadaniu firmy jest bardzo dobry. Do wywozu drewna stosowany jest specjalistyczny sprzęt znanych i powszechnie docenianych marek. Zakład posiada własne zaplecze techniczne, gdzie samochody są poddawane na bieżąco naprawom i konserwacji.

## BIBLIOGRAFIA

1. Kubiak M., *Transport leśny*, Wydawnictwo AR, Poznań 1990.
2. Mieczkowski A., *Transport drewna dla techników leśnych*, Oficyna Edytorska - Wydawnictwo Świat, Warszawa 1993.
3. Główny Urząd Statystyczny - Departament Rolnictwa, *Leśnictwo 2013*, Warszawa 2013.
4. Lewaszewicz Ł., Grieger A., Żukowska K., Chojnacki J., *Organizacyjne i techniczne uwarunkowania transportu drewna na poziomie nadleśnictwa*, *Autobusy : technika, eksploatacja, systemy transportowe* 2012, R. 13, nr 5 : 260-265.
5. Jednoralski G., *Rynek drzewny uwarunkowania i kierunki rozwoju*, Materiały III konferencji leśnej, Sękocin 2000.
6. Sielwanowski M., *Organizacja wywozu drewna w Polsce*, *Gazeta przemysłu drzewnego* nr 5, 2008.

### The effectiveness analysis of stacked wood transportation

*The paper presents the analysis of effectiveness of stacked wood transportation by road transport. On the basis of research conducted in private company, the technical and exploitation indicators of transport unit were determined. Thanks to those indicators, it was possible to conclude company's condition and its level of transportation organization.*

Autorzy:

mgr inż. **Mateusz Dobek** – Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, Wydział Leśny

mgr inż. **Mateusz Paszko** – Politechnika Lubelska, Wydział Mechaniczny, Katedra Termodynamiki, Mechaniki Płynów i Napędów Lotniczych