

MIECZYSLAW BOTWIN

## Analiza i ocena eksploatacji pojazdów przy wywozie drewna w Lasach Państwowych w latach 1960—1975

Анализ и оценка эксплуатации лесотранспортных машин при вывозке леса  
в государственных лесах Польши в 1960—1975 годах

Analysis and appraisal of the exploitation of vehicles in wood transportation  
in State Forests during years of 1960—1975

W piętnastolecie 1960—1975 znacznie zwiększył się potencjał wywozowy pojazdów mechanicznych skoncentrowany w Ośrodkach Transportu Leśnego w kraju. Jeżeli liczbę zatrudnionych przy wywozie drewna pojazdów w 1960 r. przyjąć za 100%, to w 1975 r. liczba ta zwiększyła się i osiągnęła 124%. Nadzwyczaj ważne jest również i to, że zmieniła się struktura pojazdów. W 1960 r. ciągniki stanowiły 62,5%, a samochody 37,5%. W 1975 r. ciągniki stanowią jedynie 5,6%, podczas gdy samochody osiągają już 94,4%. W leśnictwie rozpoczynają prace samochody Star — 244 i Jelcz 640 i stopniowo zaczynają być wycofywane samochody Praga V-3-S.

Analiza pracy pojazdów pracujących obecnie w 23 OTL-ach pozwoli na wyciągnięcie pewnych wniosków ułatwiających wykorzystywanie maszyn w czasach obecnych i w przyszłości na bardziej wysokim poziomie.

Celem analizy pracy może być z jednej strony określenie dynamiki zmian osiągnięć w jednostkach bezwzględnych, a z drugiej strony dynamiki zmian podstawowych wskaźników charakteryzujących proces eksploatacji użytkowej i technicznej.

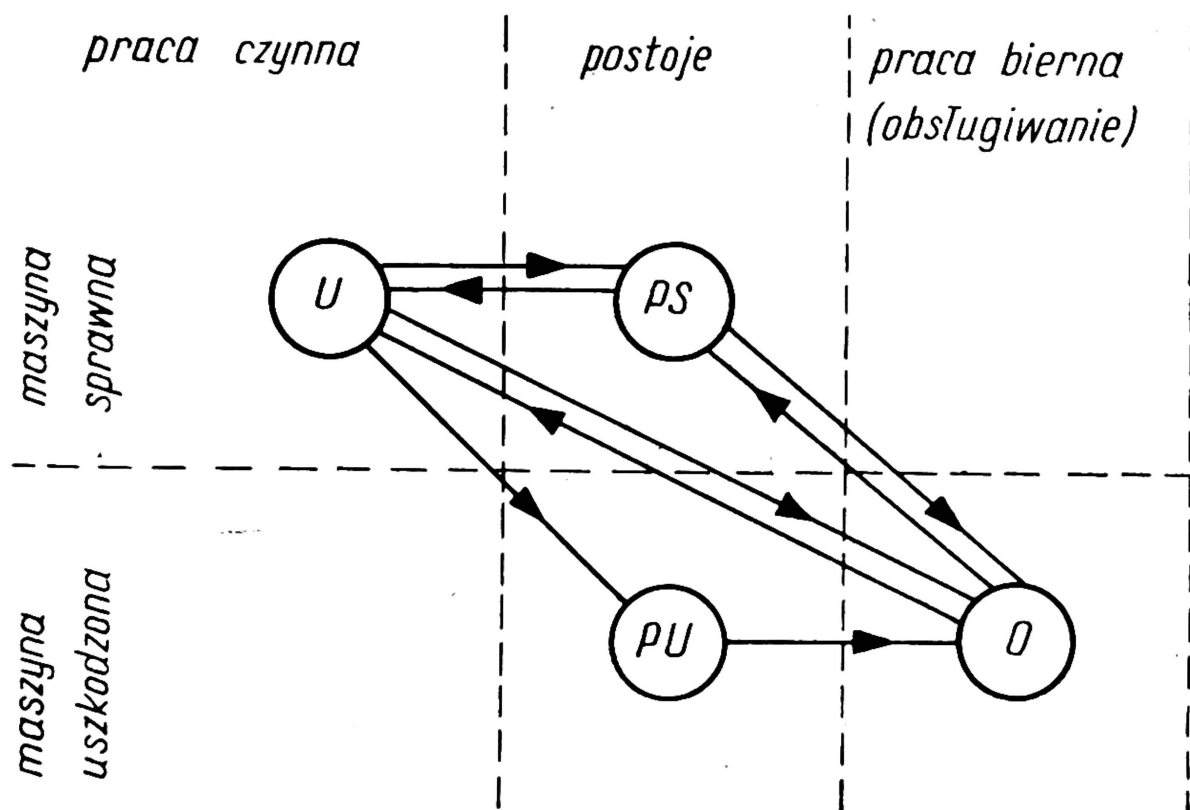
### 1. CHARAKTERYSTYKA PROCESU EKSPLOATACJI POJAZDÓW

Proces eksploatacji można scharakteryzować z dwóch punktów widzenia. Z punktu widzenia stanu technicznego pojazd może być nieuszkodzony i sprawny technicznie lub uszkodzony i nie nadający się do pracy. Z punktu widzenia działania pojazd może być użytkowany czyli pracować czynnie, może być w postoju oraz może być przedmiotem pracy w procesie odnowy lub obsługi technicznych. Podczas postoju pojazd może być uszkodzony lub sprawny i oczekujący na pracę. Na rycinie przedstawiono

możliwe do określenia cztery stany oznaczone symbolami U, PS, PU i O. Możliwe przejścia między stanami oznaczono strzałkami. W każdym stanie pojazd znajduje się określony okres czasu.

Na rycinie przedstawiono czterostanowy stan eksploatacji, który może być scharakteryzowany za pomocą czasu pracy, czasu postojów pojazdów sprawnych, czasu postojów pojazdów uszkodzonych i czasu trwania odnowy i obsługi technicznych. Dotychczas stosowana sprawozdawczość w leśnictwie (formularze LD-L-7) rozróżnia jedynie trzy stany, a mianowicie:

- stan sprawności czyli gotowości technicznej, obejmujący czas pracy i czas postojów pojazdów sprawnych,
- stan niesprawności, przeznaczony na odnowę, obsługi oraz postoje u obsługującego lub naprawiającego pojazdy.



Stany eksploatacji pojazdu: U — użytkowanie, O — odnowa, PS — postój maszyny sprawnej, PU — postój maszyny uszkodzonej

Trzystanowy proces eksploatacji pojazdów można ocenić za pomocą następujących wskaźników:

— wskaźnika oceny użytkowania  $\varphi_u$ , charakteryzującego stosunek czasu pracy maszyn ( $t_u$ ) do czasu ich posiadania ( $t$ ):

$$\varphi_u = \frac{t_u}{t};$$

— wskaźnika oceny odnowy  $\varphi_o$ , charakteryzującego stosunek czasu zużytego na odnowę ( $t_o$ ) do czasu posiadania:

$$\varphi_o = \frac{t_o}{t};$$

— wskaźnika oceny organizacji eksploatacji  $\varphi_e$ , który charakteryzuje stosunek sumy czasów użytkowania i odnowy do czasu posiadania:

$$\varphi_e = \frac{t_o + t_u}{t};$$

— wskaźnika oceny właściwości eksploatacyjnej określonej grupy pojazdów, nazywanego również wskaźnikiem niezawodności eksploatacyjnej i charakteryzującego stosunek czasu użytkowania do sumy czasów użytkowania i odnowy, a więc:

$$\varphi_n = \frac{t_u}{t_u + t_o};$$

— wskaźnika gotowości technicznej ( $\varphi_g$ ), który charakteryzuje stosunek sumy czasów użytkowania i postojów sprawnych maszyn ( $t_p$ ) do czasu posiadania:

$$\varphi_g = \frac{t_u + t_p}{t}$$

Każdy z wymienionych wskaźników charakteryzuje proces eksploatacji z innego punktu widzenia.

Wskaźniki oceny użytkowania i odnowy są oparte na materiale wyjściowym i mogą być określone jako wskaźniki pierwszego rodzaju. Pozostałe dwa wskaźniki mogą być wyprowadzone z tych dwóch. I tak, pomijając wyprowadzenie, można napisać, że:

$$\varphi_e = \varphi_o + \varphi_u$$

$$\varphi_n = \varphi \frac{u}{e}$$

$$\varphi_g = 1 - \varphi_o$$

W tabeli 1 przytoczone są wymienione wskaźniki obliczone przez autora na podstawie materiału statystycznego dla samochodów Praga V-3-S i ciągników przy wywozie drewna.

Tabela 1

**Podstawowe wskaźniki charakteryzujące proces eksploatacji pojazdów w OTL-ach**

L.p.	Wyszczególnienie	Lata				
		1960	1965	1970	1975	
1	Współczynnik gotowości technicznej	a	0,766	0,716	0,751	0,746
		b	0,729	0,593	0,549	0,548
2	Współczynnik sprawności organizacyjnej eksploatacji	a	0,823	0,852	0,832	0,828
		b	0,776	0,862	0,867	0,855
3	Współczynnik niezawodności eksploatacyjnej	a	0,716	0,666	0,700	0,693
		b	0,651	0,528	0,480	0,471
4	Współczynnik oceny użytkowania	a	0,589	0,568	0,583	0,574
		b	0,505	0,455	0,416	0,403
5	Współczynnik oceny odnowy	a	0,234	0,284	0,249	0,254
		b	0,271	0,407	0,451	0,452

a — dotyczy samochodu dźwigowego

b — dotyczy ciągników przy wywozie

## 2. ANALIZA PROCESU UŻYTKOWANIA POJAZDÓW

W piętnastoleciu 1960—1975 zmieniały się wskaźniki charakteryzujące poszczególne elementy procesu użytkowania pojazdów. Dotyczy tu przede wszystkim:

- ładowności pojazdu —  $q$ ,
- prędkości jazdy —  $v$ ,
- współczynnika wykorzystania przebiegu —  $k$ ,
- czasu załadunku i rozładunku  $1 \text{ m}^3$  drewna —  $t_1$ .

W 1973 r. przeprowadzono analizę wymienionych czterech wskaźników w ramach poszczególnych OTL-i. Wyniki przedstawiano w tab. 2. Jak widać, największą zmiennością charakteryzuje się: czas załadunku i rozładunku —  $t_1$ , szczególnie przy wywozie ciągnikami, oraz ładowność pojazdów przy wywozie samochodami skrzyniowymi i ciągnikami. Duża jest również zmienność prędkości jazdy ciągników przy wywozie drewna. Można stwierdzić, że największe rezerwy kryją się w tych wielkościach, które charakteryzują się największym współczynnikiem zmienności.

Tabela 2

**Charakterystyka średnich krajowych wartości  
podstawowych wskaźników pracy pojazdów  
(według danych za 1973 r.)**

Wyszczególnienie	$q$	$v$	$k$	$t_1$
<b>1. Samochód Praga V-3-S dłużykowy</b>				
$\bar{x}$	7,52	29,75	0,459	0,202
$x_{\max}$	8,30	33,80	0,49	0,28
$x_{\min}$	6,52	25,91	0,42	0,14
$\sigma$	0,24	2,32	0,019	0,041
V %	3,2	7,8	4,2	20,3
<b>2. Samochód Praga V-3-S skrzyniowy</b>				
$\bar{x}$	5,35	29,61	0,446	0,29
$x_{\max}$	8,76	34,28	0,48	0,46
$x_{\min}$	4,82	25,76	0,35	0,22
$\sigma$	1,1	2,44	0,04	0,06
V %	20,5	7,9	8,9	20,7
<b>3. Ciągniki przy wywozie drewna D-4</b>				
$\bar{x}$	8,55	15,38	0,398	0,259
$x_{\max}$	14,80	20,46	0,47	0,90
$x_{\min}$	6,98	8,13	0,33	0,07
$\sigma$	1,95	3,43	0,045	0,199
V %	22,8	22,3	11,3	76,9

Można wstępnie zauważyć, że ważnym elementem wzrostu wydajności pojazdów jest polepszenie wskaźników pracy, a więc:

- zwiększenie prędkości jazdy,
- skrócenie czasu załadunku i rozładunku,
- polepszenie wykorzystania ładowności,
- polepszenie współczynnika wykorzystania przebiegu.

W tabeli 3 przedstawiono zmianę wymienionych wskaźników pracy dla poszczególnych pojazdów w okresie od 1960 do 1975 r. Jak widać z tabeli, wymienione wskaźniki mają tendencję wzrostową, co świadczy o dobrej pracy pracowników OTL-i i całego pionu technicznego Lasów Państwowych.

Tabela 3

**Dynamika zmian podstawowych wskaźników pracy pojazdów**

Wyszczególnienie		Odległość wywozu L w km	Prędkość techniczna v w kmh <sup>-1</sup>	Współczynnik wykorzystania przebiegu k	Czas załadunku i rozładunku t <sub>1</sub> w h	Ładowność q w m <sup>3</sup>
Praga V-3-8	1960	19,0	23,0	0,410	0,204	8,50
	1965	19,1	24,6	0,428	0,156	9,04
	1970	23,1	27,6	0,452	0,159	9,36
	1975	24,1	29,4	0,469	0,132	10,18
Ciągniki	1965	13,3	12,8	0,380	0,194	10,5
	1970	13,6	15,1	0,392	0,144	10,5
	1975	13,0	16,5	0,409	0,132	11,1
Tatra 111	1960	18,4	23,3	0,410	0,158	13,6
	1965	23,5	26,7	0,439	0,151	14,77
Ził 150	1960	24,4	18,8	0,465	0,260	7,00
	1965	26,5	23,8	0,455	0,197	7,34
Praga V-3-S skrzyniowa	1973	23,2	31,0	0,450	0,196	7,45

Dotychczas pracę pojazdów określano za pomocą wykonanego przewozu lub wykonanej pracy przewozowej. Oba mierniki są jednak nieprzydatne przy porównywaniu prac przy różnych odległościach wywozu. Aby porównywać pracę w dwóch okresach czasu przy różnych odległościach trzeba przeliczać osiągnięte wydajności do jednej odległości wywozu. Autor w 1961 r. zaproponował wzór pozwalający na przeliczenia w następującej formie:

$$W = \frac{T\phi kvq}{L + t_1 qk} \quad (1)$$

gdzie:

- W — wydajność pracy pojazdu lub zespołu pojazdów w m<sup>3</sup>,
- T — czas pracy,
- φ — współczynnik wykorzystania czasu pracy,
- L — odległość wywozu w km,
- t<sub>1</sub> — czas załadunku i wyładunku 1 m<sup>3</sup> w hm<sup>-3</sup>,
- q — rzeczywista ładowność pojazdu w m<sup>3</sup>,
- k — współczynnik wykorzystania przebiegu,
- v — prędkość jazdy w km h<sup>-1</sup>

Nietrudno sprawdzić, że licznik wzoru (1) wyraża teoretycznie możliwą do osiągnięcia pracę przewozową, jeżeli by czas spedycji zmniejszyć do zera. Mianownik natomiast przedstawia odległość składającą się z odległości rzeczywistej  $L$  i odległości, o jaką zwiększyłby się przewóz, jeżeli czas załadunku i rozładunku byłby przekształcony w czas jazdy.

Wzór (1) pozwala na porównywanie pracy przy określonej odległości  $L$ . Wzór ten po przekształceniu na wydajność w ciągu 1 godziny efektywnej pracy przyjmie następującą postać:

$$W = \frac{kvq}{L + t_1 qkv} \quad (2)$$

w którym oznaczenia pozostały bez zmian.

W tabeli 4 przedstawiono godzinową wydajność pracy obliczoną według wzoru (2) przy odległości 20 km. Jak widać, wydajność ta systematycznie wzrasta. Jeżeli rok 1960 przyjąć za poziom odniesienia, to w 1975 r. pojazdy Praga V-3-S osiągnęły 166% i ciągniki przy wywozie drewna 147%.

Porównywania pracy pojazdów można również dokonywać za pomocą opracowanego przez autora wskaźnika umownej jednostkowej pracy przewozowej. Miernik ten charakteryzuje godzinową pracę przewozową do czasu załadunku i wyładunku pojazdu, a więc:

$$\psi = \frac{qkv}{t} = \frac{kv}{t_1} \quad (3)$$

We wzorze (3) zastosowano oznaczenia takie same, jak i we wzorze (1). Symbolem  $t$  oznaczono czas załadunku i rozładunku pojazdu i dlatego iloraz  $t$  przez  $q$  daje nam czas załadunku i rozładunku  $1 \text{ m}^3$ , tzn.  $t_1$ .

Tabela 4

**Godzinowa wydajność pojazdów przy wywozie drewna na odległość 20 km**

Rodzaj pojazdu		Lata			
		1960	1965	1970	1975
Praga V-3-S	(m <sup>3</sup> )	2,19	2,73	3,03	3,64
	%	100	125	151	166
Ciągniki wywożące	(m <sup>3</sup> )	—	1,71	2,17	2,51
	%	—	100	127	147
Tatra 111	(m <sup>3</sup> )	3,20	3,75	—	—
	%	100	117	—	—
Ził	(m <sup>3</sup> )	1,70	2,23	—	—
	%	100	131	—	—

W tabeli 4 przedstawiono dynamikę wskaźnika umownej jednostkowej pracy przewozowej pojazdów przy wywozie drewna w latach 1960—1975.

Jak widać, w badanym okresie w znacznym stopniu poprawiła się praca pojazdów. Należy podkreślić, że zaproponowany wskaźnik uwzględnia cztery podstawowe czynniki zależne prawie wyłącznie od użytkujących i obsługujących pojazdy. Wszystkie czynniki uwzględnione we wskaźniku działają w jednym kierunku. Za pomocą wskaźnika umownej jednostkowej pracy przewozowej można oceniać w sposób jednoznaczny osiągnięty poziom pracy określonego pojazdu lub grupy pojazdów.

### 3. WNIOSKI KOŃCOWE

Analiza i ocena pojazdów przy wywozie drewna byłaby bardziej dokładna i przejrzysta, jeżeli by proces eksploatacji traktować jako czterostanowy. Dałoby to możliwość podziału postojów u użytkownika i w trakcie odnowy na postój pojazdu sprawnego oczekującego pracy oraz postój pojazdu niesprawnego oczekującego na naprawę.

Wprowadzenie do analizy czterostanowego stanu eksploatacji pozwoliłoby na ocenę obecnego procesu odnowy oraz zaopatrzenia w części zamienne. Można przypuszczać, że analiza ta wykazałaby celowość wprowadzenia wymiany zespołów. Tego typu odnowa stopniowo zastępowałaby dotychczasowe naprawy główne.

Analiza obliczonych wskaźników oceny odnowy z uwzględnieniem postojów w trakcie przebywania w zakładach naprawczych, pozwala na stwierdzenie, że odnowa ciągników zajmuje około 45% i samochodów około 26% ogólnego czasu posiadania. Można mówić o stosunkowo nieznaczących zmianach powyższego wskaźnika. Oznacza to, że zaplecze naprawcze pozostaje na praktycznie niezmiennym poziomie.

Poziom użytkowania określany na podstawie wskaźnika oceny użytkowania wskazuje, że samochody Praga V-3-S w okresie 1960—1975 były znacznie lepiej wykorzystywane od ciągników. Czas pracy samochodów Praga V-3-S stanowił około 57—59%, a ciągników 40—50% ogólnego czasu posiadania. Można również podkreślić, że czas pracy ciągników ma tendencje do zmniejszania się i w badanym okresie zmniejszył się o 10%.

Współczynnik niezawodności eksploatacyjnej ciągników jest również niższy dla ciągników i wyższy dla samochodów Praga V-3-S. Dla ciągników ma on tendencję malejącą z 65% do 47,4%, co świadczy o zwiększającym się czasie odnowy. Dla samochodów Praga V-3-S współczynnik niezawodności eksploatacyjnej zmniejszył się z 71,6% do 69,3%. A więc bezwzględna wartość współczynnika jest większa, a tendencja do zmniejszania się mniejsza.

Współczynnik sprawności organizacyjnej ciągników w ostatnich latach jest nieco wyższy od analogicznego współczynnika obliczonego dla samochodów Praga V-3-S. Dla ciągników wynosił on w 1975 r. 85,7%, a dla samochodów 82,7%. Dla samochodów Praga V-3-S współczynnik sprawności organizacyjnej w okresie 1965—1970 ma jawniej wyrażoną tendencję malejącą. Świadczy to, że względny czas postojów sprawnych samochodów jest większy niż ciągników.

Wartości współczynników gotowości technicznej samochodów są prawie o 20% wyższe od analogicznych współczynników dla ciągników.

**Dynamika zmian wskaźnika umownej jednostkowej  
pracy przewozowej pojazdów  $\frac{q k v}{t}$  [ $m^3 kmh^{-2}$ ]**

Rodzaj pojazdu	Lata			
	1960	1965	1970	1975
Praga V-3-S	46,23	67,49	78,46	104,45
w %	100	146	170	226
Ciągnik		25,07	41,11	51,125
w %		100	164	204
Tatra 111	60,47	77,62	—	—
w %	100	128	—	—
Ził 150	33,62	54,97	—	—
w %	100	164	—	—

Współczynniki te w poszczególnych latach utrzymują się na mniej więcej stałym poziomie.

Analizując czas pracy pojazdów i poszczególne jego składowe można stwierdzić, że największą zmiennością charakteryzuje się czas załadunku i rozładunku  $1 m^3$  drewna i przede wszystkim przy wywozie drewna ciągnikami. Dużą zmiennością charakteryzuje się wielkość ładunku przy wywozie ciągnikami i sortymentów krótkich samochodami skrzyniowymi Praga V-3-S. Prędkość jazdy ciągników zatrudnionych przy wywozie charakteryzuje się również zmiennością ponad 22%. Rezerwy wzrostu wydajności pracy pojazdów kryją się przede wszystkim tam, gdzie zmienność jest największa, a więc przy załadunku i rozładunku, przy wykorzystaniu ładowności oraz przy jeździe ciągnikami.

Można stwierdzić, że efektywność czasu pracy pojazdów zależna bezpośrednio od pracowników OTL-i stale się powiększa. Najlepiej ocenić to za pomocą opracowanego przez autora wskaźnika umownej jednostkowej pracy przewozowej. Wskaźnik ten uwzględnia tylko te czynniki, które są zależne od pracy zespołów obsługujących pojazdy. Wszystkie czynniki działają jednokierunkowo. Na podstawie przytoczonych w tab. 5 wyników obliczeń, pracownicy OTL-i stale polepszali wyniki użytkowania pojazdów mechanicznych i osiągnęli coraz lepsze wyniki. Do analogicznych wniosków można dojść analizując godzinową pracę przy stałej odległości wywozu. Wyniki tych obliczeń przedstawiono w tab. 4.

Praca wpłynęła do Komitetu Redakcyjnego 8 marca 1978 r.

Краткое содержание

Используя статистический материал, сделано анализ процесса эксплуатации автомашин Прага V-3-S и тракторов производящих вывоз древесины с государственных лесов Польши. Процесс эксплуатации рассматривался, как трехфазный. При таком



разделе учитывалось: время работы транспортных машин, время простоев исправных машин и время ремонтов и техобслуживаний. Анализ и оценку произведено используя пять измерителей, из которых четыре впервые применяются к анализу эксплуатации лесотранспортных машин. Применялись следующие измерители:

- оценки использования,
- оценки организации эксплуатации,
- эксплуатационной надежности,
- оценки ремонтов,
- технической готовности.

Произведенные расчеты приведенных измерителей представлено в таблице № 1.

Анализируя работу лесотранспортных машин Автор использовал четыре основные измерители: грузоподъемность ( $q$ ), скорость движения ( $v$ ), коэффициент использования пробега ( $k$ ) и времени погрузки и разгрузки  $1 \text{ м}^3$  древесины. В таблице № 2 представлено изменчивость этих измерителей в пределах страны, а в таблице № 3 — динамику изменений этих измерителей от 1960 по 1975 год для основных лесотранспортных машин.

Чтобы произвести анализ работы отдельных машин определено часовую производительность при условии, что расстояние вывозки составляет 20 км. При расчетах была использована формула предложена Автором в 1961 году. Расчеты представлены в таблице № 4, в которой использовано данные приведенные в таблице № 3 и произведено расчеты по формуле 2.

Произведено дополнительный анализ, используя измеритель условной единичной грузовой работы, который рассчитывался по формуле 3.

Динамику этого показателя представлено в таблице № 5. Предлагаемый Автором измеритель дает возможность простым и наглядным способом оценить работу определенной группы лесотранспортных машин. Все элементы, входящие в состав этого измерителя действуют в одном направлении. Учитывая простоту и наглядность предлагаемого измерителя, может он быть применяемый при анализе и оценке работы лесотранспортных машин производящих вывозку древесины.

## S u m m a r y

On the basis of statistical data the analysis of the exploitation process was carried out for the Praga V-3-S truck and tractors employed in wood transportation by State Forests. Three states were distinguished in the exploitation process. This division included: time of the work of vehicles, time of parking of efficient vehicles, and time of renovation. Analysis and appraisal were based on five indices, out of which four are for the first time introduced to the analysis of vehicle's exploitation. These are following indices:

- appraisal of utilization,
- appraisal of exploitation organisation,
- operational reliability,
- appraisal of renovation,
- technical readiness.

Table 1 illustrates calculated values of the indices mentioned.

While analyzing the work of vehicles author based the analysis on changes in the four basic indices: load capacity ( $q$ ), travelling speed ( $v$ ), coefficient of the

utilization of mileage (k) and during loading and unloading of 1 m<sup>3</sup> of wood. Table 2 illustrates the variation of indices mentioned on national scale and table 3 — dynamics of these indices during years of 1960—1975 for individual vehicles.

In order to analyze the work of vehicles during individual years the worked hours of all vehicles in transportation at the distance of 20 km were calculated. In conversion the formula proposed by author in 1961 was applied. Calculations were presented in table 4, the values were taken from table 3 and calculated according to the formula 2.

Additional analysis was carried out with the aid of the index of conventional unitary transportation work according to the formula 3. Table 5 presents the dynamics of this index.

The index suggested by the author enables the evaluation of the work of definite group of vehicles in a simple and understandable way. All elements constituting the index have an unidirectional action. Owing to its simplicity and univocal character the measure suggested may be used in the analysis and appraisal of work by vehicles engaged in wood transportation.

#### Wyjaśnienie

Wzory w artykule „Wstępne badania niezawodności niektórych maszyn leśnych”, opublikowanym w n-rze 8/76 „Sylwana”. na str. 71 powinny mieć następującą formułę:

$$\omega = \frac{1}{t_p} \quad (1)$$

$$\lambda = \frac{1}{t_s} \quad (2)$$