

ZASADY I METODY DOBORU ŚRODKA TRANSPORTOWEGO PODCZAS PLANOWANIA OPERACJI TRANSPORTOWEJ PRZY POMOCY ANALIZY WAŻONEJ (WAGOWEJ) CZĘŚĆ 3

Streszczenie

W referacie przedstawiono analityczną metodę doboru optymalnego typu środka transportowego do wykonania planowanego zadania przewozowego przez zastosowanie metody porównawczej (ważonej).

Aby prawidłowo zaplanować taką operację transportową, należy każdą czynność związaną z przemieszczaniem ładunków zaplanować pod kątem logistycznym i technicznym. Pod tym kątem należy dokonać metodą ważoną porównania charakterystyki trakcyjnej i zewnętrznej wybranych środków transportowych

Głównym celem trzeciej części artykułu jest przedstawienie ostatecznego sposobu wyboru odpowiedniego środka transportowego do przewozu ładunku cylindrycznego – blachy stalowej metodą analityczną – (porównawczą).

WPROWADZENIE

Przy potrzebie przemieszczania się społeczeństwa właśnie transport drogowy jest najczęściej wybieraną gałęzią gospodarki narodowej. Mimo niekorzystnych cech, na przykład związanych z brakiem możliwości stosowania transportu masowego, ta gałąź znajduje się na pierwszym miejscu podczas wyboru decyzyjnego, jeśli chodzi o usługi transportowe. Nie ulega wątpliwości, że obsługa popytu na ładunki ciężkie jest bardzo trudnym elementem procesu transportowego. Ale opanowanie tego procesu do perfekcji, pod względem organizacyjnym i merytorycznym, przyciąga wielu klientów i można stwierdzić, że przyniesie znaczne zyski finansowe.

Stąd głównym celem trzeciej części artykułu jest przedstawienie możliwości wyboru środka transportu poprzez wykonanie analitycznej metody ważonej i dokonanie porównania charakterystyki trakcyjnej i zewnętrznej wybranych środków transportowych i nacze-
p cieżarowych.[2]

1. METODYKA BADAŃ NAUKOWYCH

Po analizie danych technicznych, zostanie dobrany środek transportu. Charakterystykę trakcyjną wykonano przy wykorzystaniu programu informatycznego na bazie arkusza kalkulacyjnego do obliczeń w Microsoft Office Excel. Do obliczeń związanych z charakterystyką trakcyjną środków transportowych zostały użyte poniższe wzory i parametry:[1]

- obliczanie ogólnej sprawności mechanicznej całego układu napędowego:

$$\eta_{m(b)} = \eta_s \cdot \eta_b \cdot \eta_w \cdot \eta_g$$

η_s – sprawność silnika,
 η_b – sprawność skrzyni biegów,
 η_w – sprawność wału głównego,
 η_g – sprawność przekładni głównej,

- obliczanie mocy na kołach na biegu bezpośrednim:

$$N_k = N_s \cdot \eta_{m(b)}$$

N_s – moc silnika,

- obliczanie mocy na kołach na biegach pośrednich:

$$N_k = N_s \cdot \eta_{m(p)}$$

- obliczanie momentu obrotowego na kołach napędzanych:

$$M_k = M_s \cdot \eta_m \cdot i_b \cdot i_g$$

M_s – moment obrotowy silnika,
 η_m – sprawność mechaniczna,
 i_b – przełożenia skrzyni biegów,
 i_g – przełożenie przekładni głównej,

- obliczanie siły napędowej na kołach:

$$F_n = \frac{M_k}{r_d}$$

M_k - moment obrotowy przenoszony na koła w [Nm]
 r_d - promień dynamiczny koła w [m],

- obliczanie siły oporu toczenia pojazdu:

$$F_t = f_t m_c g$$

$$f_t = f_t^0 (1 + CV^2)$$

$$F_t = f_t^0 (1 + CV^2) m_c g$$

f_t - współczynnik oporów toczenia,
 m_c - masa całkowita pojazdu,
 g - przyspieszenie ziemskie,
 C - współczynnik doświadczalny $C = 0,000045$,
 V - prędkość pojazdu w [km/h],

- obliczanie siły oporu wzniesienia:

$$F_w = m_c g w$$

- obliczanie łącznej siły oporu toczenia i siły oporu wzniesienia (oporu drogi):

$$F_\varphi = F_t + F_w$$

- obliczanie siły oporu powietrza:

$$F_p = 0,047 c_x A V^2 [N]$$

c_x - współczynnik oporów powietrza,
 A - powierzchnia czołowa pojazdu,

- obliczanie sumy siły oporu toczenia i siły oporu powietrza:

$$F_t + F_p$$

- obliczanie sumy siły oporu toczenia, siły oporu powietrza i siły oporu wzniesienia:

$$F_t + F_p + F_W$$

Dane cech technicznych i eksploatacyjnych dla poszczególnych ciągników siodłowych samochodowych został ze sobą porównane na podstawie tabel i obliczone przy zastosowaniu arkusza kalkulacyjnego w Microsoft Office Excel. Dla każdego środka transportu wykonano identyczne zestawienia.

Przykładowe zestawienie dla ciągnika siodłowego samochodowego marki Iveco AS 440 S56 zostało przedstawione w tabeli 1.[3].

Wyniki przeprowadzonych badań dotyczące ciągnika siodłowego samochodowego marki Iveco AS440 S56 zostały przedstawione w tabeli 2.

Tab. 1. Dane założeniowe i parametry ciągnika siodłowego samochodowego marki Iveco AS 440 S56.[3]

Typ i marka pojazdu samochodowego:		Iveco AS 440 S 56						
DANE TECHNICZNE SILNIKA I OGÓLNE POJAZDU								
Pojemność skokowa silnika V_{ss} [cm ³]		12880						
Moc maksymalna N_{max} [kW]		412						
Prędkość obrotowa silnika przy mocy maksymalnej n_N [obr/min]		1575						
Maksymalny moment obrotowy M_{max} [Nm]		2500						
Prędkość obrotowa silnika przy maksymalnym momencie n_M [obr/min]		1800						
Dopuszczalna masa całkowita pojazdu m [kg]		8050						
Wymiary ogumienia		315	/	70	R			
Promień dynamiczny opony r_d [m]		0,458						
Obrys nadwozia:		a		b		h		
długość (a) / szerokość (b) / wysokość (h) [m]		6,256	2,49	3,65				
Współczynnik oporu powietrza C_x		0,9						
Współczynnik powierzchni czołowej k		1,713973						
Prędkość maksymalna pojazdu podawana przez producenta V_{max} [km/h]		140						
Rodzaj napędu		tylni						
PRZEŁOŻENIA UKŁADU NAPĘDOWEGO:		pierwszego biegu i_1		12,33				
		drugiego biegu i_2		9,59				
		trzeciego biegu i_3		7,44				
		czwartego biegu i_4		5,78				
		piątego biegu i_5		4,57				
		szóstego biegu i_6		3,55				
		siódmego biegu i_7		2,7				
		ósmego biegu i_8		2,1				
		dziewiątego biegu i_9		1,63				
		dziesiątego biegu i_{10}		1,27				
		jedenastego biegu i_{11}		1				
		dwunastego biegu i_{12}		0,78				
		przekładni głównej 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12 biegu - ig1-4		3,36				
WSPÓŁCZYNNIK ZREDUKOWANYCH MAS WIRUJĄCYCH:		3,30						
SPRAWNOŚCI MECHANICZNE UKŁADU NAPĘDOWEGO:		pierwszego biegu η_1		0,94				
		drugiego biegu η_2		0,94				
		trzeciego biegu η_3		0,94				
		czwartego biegu η_4		0,94				
		piątego biegu η_5		0,94				
		szóstego biegu η_6		0,94				
		siódmego biegu η_7		0,94				
		ósmego biegu η_8		0,94				
		dziewiątego biegu η_9		0,94				
		dziesiątego biegu η_{10}		0,94				
		jedenastego biegu η_{11}		0,94				
		dwunastego biegu η_{12}		0,94				
		przekładni głównej η_g		0,95				
		wał napędowego η_n		1				
OGÓLNA SPRAWNOŚĆ PRZENIESIENIA NAPĘDU:		na biegach pośrednich η'_m		0,89				
		na biegu bezpośrednim η''_m		0,89				
WARUNKI DROGOWE I ATMOSFERYCZNE:								
Współczynnik oporu toczenia f		0,012						
Gęstość powietrza ρ [kg/m ³]		1,226						
ODCZYTANE Z WYKRESU CHARAKTERYSTYKI SILNIKA PRĘDKOŚCI OBROTOWE I IM ODPOWIADAJĄCE WARTOŚCI MOMENTU OBROTOWEGO I MOCY SILNIKA:								
n_s	n_1	n_2	n_3	n_4	n_5	n_6	n_7	n_8
[obr/min]	1000	1100	1200	1400	1600	1700	1800	2000
M_s [Nm]	2500	2500	2500	2250	2400	2250	2100	1250
N_s [kW]	257	279	308	368	412	412	412	380

Dla każdego ciągnika siodłowego ciężarowego wykonano zestawienia tabelaryczne.

Tab. 2. Wyniki przeprowadzonych badań dotyczące ciągnika siodłowego samochodowego marki Iveco AS440 S56

Maksymalna prędkość	V_{max} [km/h]	140					
Maksymalne przyspieszenia na poszczególnych biegach	Przełożenie	1	2	3	4	5	6
	a_{max} [m/s ²]	7,57	8,09	8,12	7,65	6,88	5,87
	Przełożenie	7	8	9	10	11	12
	a_{max} [m/s ²]	4,74	3,78	2,94	2,23	1,64	1,08
Zdolność pokonywania wzniesień na poszczególnych biegach	Przełożenie	1	2	3	4	5	6
	w_{max} [%]	254,6	197,8	153,2	118,7	93,5	72,3
	Przełożenie	7	8	9	10	11	12
	w_{max} [%]	54,52	41,88	31,8	23,78	17,34	11,35
Czas rozpędzania (0-100 [km/h])	t [s]	14,0					

Wyniki przeprowadzonych badań dotyczące ciągnika siodłowego samochodowego marki Daf XF 105.460 zostały przedstawione w tabeli 3.[4]

Tab. 3. Wyniki przeprowadzonych badań dotyczące ciągnika siodłowego samochodowego marki Daf XF 105.460.[4]

Maksymalne przyspieszenia na poszczególnych biegach	Przełożenie	1	2	3	4	5	6
	a_{max} [m/s ²]	5,03	5,39	5,99	6,10	5,66	4,54
	Przełożenie	7	8	9	10	11	12
	a_{max} [m/s ²]	3,86	3,21	2,54	2,02	1,52	1,08
Zdolność pokonywania wzniesień na poszczególnych biegach	Przełożenie	1	2	3	4	5	6
	w_{max} [%]	245,6	215,1	157,3	120,4	86,3	56,9
	Przełożenie	7	8	9	10	11	12
	w_{max} [%]	45,47	36,28	27,88	21,7	16,19	11,44
Czas rozpędzania (0-100 [km/h])	t [s]	16,8					

Wyniki przeprowadzonych badań dotyczące ciągnika siodłowego samochodowego marki Scania R560 zostały przedstawione w tabeli 4.[5]

Tab. 4. Wyniki przeprowadzonych badań dotyczące ciągnika siodłowego samochodowego marki Scania R560 [5]

Maksymalne przyspieszenia na poszczególnych biegach	Przełożenie	1	2	3	4	5	6
	a_{max} [m/s ²]	8,87	9,26	9,21	8,74	7,90	6,95
	Przełożenie	7	8	9	10	11	12
	a_{max} [m/s ²]	5,92	4,95	3,97	3,2	2,5	1,91
Zdolność pokonywania wzniesień na poszczególnych biegach	Przełożenie	1	2	3	4	5	6
	w_{max} [%]	266,1	215,1	168,5	136,2	108,0	87,2
	Przełożenie	7	8	9	10	11	12
	w_{max} [%]	69,86	56,03	43,51	34,44	26,58	20,10
Czas rozpędzania (0-100 [km/h])	t [s]	12,6					

Podsumowanie charakterystyki trakcyjnej dotyczącej wszystkich badanych ciągników siodłowych samochodowych zostało przedstawione w tabeli 5.

Tab. 5. Podsumowanie charakterystyki trakcyjnej dotyczącej wszystkich ciągników siodłowych samochodowych.

L.P.	Wyszczególnienie	Wartości liczbowe lub założone wymagania		
		Iveco AS440 S56	Daf XF105.460	Scania R560
1	Maksymalna prędkość [km/h]	121	114	105
2	Maksymalne przyspieszenie [m/s ²]	7,57	5,03	8,87
3	Czas rozpędzania [s] (0-100 [km/h])	14	16,8	12,66
4	Jednostkowe zużycie paliwa(l/100 [km])	39,1	37	39,6
5	Pojemność zbiornika paliwa. [dm ³]	1500	1340	1600
6	Maksymalne wzniesienie [%]	254,6	245,6	266,1
7	Oporo toczenia	947,7	985,1	898,5
8	Oporo powietrza	11206,8	9440,2	11116,8
9	Moc oporów toczenia [kW]	34,61	33,12	25,62
10	Moc oporów powietrza [kW]	420,02	322,89	197,72
11	Maksymalna Moc na kołach [kW]	367,9	303,6	367,9

Podsumowanie charakterystyki trakcyjnej i warunków charakterystyki zewnętrznej dotyczącej wszystkich analizowanych ciągników siodłowych samochodowych zostało przedstawione w tabeli 6 .

2. WYNIKI BADAŃ

Badania sumaryczne parametrów technicznych i podstawowych wymagania badanych środków transportowych przedstawia tabela 6.

Tab. 6. Parametry techniczne i podstawowe wymagania dla analizowanych środków transportowych

L.P	Żądane parametry i podstawowe wymagania	Parametry techniczne i podstawowe wymagania środków transportowych										
		Ciągnik siodłowy samochodowy Iveco AS 440 S 56, układ napędowy 4x2 (EURO 5)			Ciągnik siodłowy samochodowy marki DAF XF 105.460, układ napędowy 4x2 (EURO 5)			Ciągnik siodłowy samochodowy marki Scania R 560, układ napędowy 4x2 (EURO 5)				
		Wartość liczbową lub założone wymagania	Stopień ważności	Wartość liczbową lub posiadane cechy	Umowny wskaźnik odchylenia	Liczba punktów ważności	Wartość liczbową lub posiadane cechy	Umowny wskaźnik odchylenia	Liczba punktów ważności	Wartość liczbową lub posiadane cechy	Umowny wskaźnik odchylenia	Liczba punktów ważności
	Moc silnika [kW]	160	8	130	0,5	4	114	0,3	2,4	155	0,7	5,6
2	Masa własna [t]	5	5	5	1	5	4,9	0,7	3,5	5,3	0,5	2,5
3	Dopuszczalna masa całkowita pojazdu [t]	12	8	12	1	8	12	1	8	11,99	0,7	5,6
4	Wymiary zewnętrzne środka transportu : - długość, - szerokość, - wysokość. [mm]	7000 2500 3100	8	7000 2570 3150	0,7	5,6		0,5	4	7030 2550 3100	0,7	5,6
5	Minimalna średnica zawracania. [mm]	6400	3	6410	0,7	2,1	6880	0,5	1,5	6450	0,7	2,1
6	Prędkość maksymalna. [km/h]	130	4	114,8	0,5	2	98,8	0,3	1,2	121,6	0,7	2,8
7	Rozstaw kół : - przód - tył. [mm]	2000 1900	4	1930 1745	0,5	2	1980 1875	0,7	2,8	1935	0,5	2
8	Rozstaw osi. [mm]	3700	3	3690	0,7	2,1	3900	0,5	1,5	4025	0,3	0,9
9	Dopuszczalne obciążenie osi : - przód, - tył. [t]	4500 8500	6	4400 8400	0,7	4,2	4200 8000	0,5	3	4200 8000	0,5	3
10	Wymiary przestrzeni ładunkowej : - długość, - szerokość, - wysokość. [mm]	5000 2400 2000	10	5350 2470 2090	0,7	7	5370 2440 2310	0,5	5	5400 2450 2050	0,7	7
11	Wznios powierzchni ładunkowej. [mm]	1200	10	1200	1	10	1200	1	10	1200	1	10
12	Ładowność pojazdu. [t]	6.5	8	7	0,5	4	7,1	0,5	4	6,69	0,7	5,6
13	Objętość skrzyni ładunkowej. [m ³]	16	6	27,7	0,5	3	30,3	0,3	1,8	27,2	0,5	3
14	Jednostkowe zużycie paliwa g _e [g/kWh] (przy 2400 obr / min)	200	10	202	0,7	7	217	0,3	3	210	0,5	5
15	Pojemność zbiornika paliwa. [dm ³]	180	5	117	0,3	1,5	170	0,7	3,5	150	0,5	2,5
16	Sposób układania w przestrzeni ładunkowej pojazdu : - naładunek - wyładunek. [-]	Z tyłu Pojazdu	3	Przystosowany	1	3	Przystosowany	1	3	Przystosowany	1	3
17	Rodzaj urządzeń na pojeździe służących do manipulacji jednostką ładunkową. [-]	Brak Wymagań	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18	Wskaźnik przestrzenności pojazdu. W ₀ [t/ m ³]	0,406	7	0,235	0,5	3,5	0,234	0,5	3,5	0,245	0,3	2,1
19	Wskaźnik wykorzystania ładowności C [-]	1	10	0,622	0,5	5	0,558	0,4	4	0,586	0,5	5
20	Wyposażenie pojazdu do zabezpieczenia ładunku w czasie przewozu [-]	Brak wymagań	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21	Możliwość przystosowania pojazdu do zmiany zadania transportowego [-]	Brak wymagań	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22	Konieczne wyposażenie pojazdu – zgodne z wymogami przepisów ruchu drogowego [-]	Wymagane wyposażenie	6	Wyposażony	1	6	Wyposażony	1	6	Wyposażony	1	6
23	Wymagane wyposażenie dodatkowe pojazdu (w przypadku przewozów regulowanych odrębnymi przepisami) [-]	Brak wymagań	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
24	Rodzaj ładunku / jednostki ładunkowej [-]	Paleta ładunkowa	6	Przystosowany	1	6	Przystosowany	-	6	Przystosowany	1	6
25	Wymiary ładunku / jednostki ładunkowej - długość, - szerokość, - wysokość [mm]	4800 2400 1344	5	Przystosowany	1	5	Przystosowany	1	5	Przystosowany	1	5

26	Naturalna podatność przewozowa ładunku [-]	Duża	4	Przystosowany	1	4	Przystosowany	1	4	Przystosowany	1	4
27	Techniczna podatność przewozowa ładunku [-]	Przystosowany	4	Przystosowany	1	4	Przystosowany	1	4	Przystosowany	1	4
28	Ekonomiczna podatność przewozowa. [-]	Duża	4	Przystosowany	1	4	Przystosowany	1	4	Przystosowany	1	4
29	Ilość masy do przemieszczenia. [t]	6,5	6	Przystosowany	1	6	Przystosowany	1	6	Przystosowany	1	6
30	Masa jednostkowa do przemieszczenia - maksymalna - minimalna. [t]	0,560 0,335	4	Przystosowany	1	4	Przystosowany	1	4	Przystosowany	1	4
31	Możliwość piętrzenia ładunku. [-]	Brak wymagań	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
32	Zabezpieczenie ładunku na czas przewozu. [-]	Brak wymagań	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
33	Rodzaj maszyn ładunkowych. [-]	Wózek Unoszący	4	Przystosowany	1	4	Przystosowany	1	4	Przystosowany	1	4
34	Rampa ładunkowa : - szerokość, - wysokość. [mm]	0 1200	6	Przystosowany	1	6	Przystosowany	1	6	Przystosowany	1	6
35	Zakres zagospodarowania powierzchni lub przestrzeni poprzez środek transportowy : - długość, - szerokość, - wysokość. [mm]	8000 3500 3500	6	Przystosowany	1	6	Przystosowany	1	6	Przystosowany	1	6
36	Otworki przejazdowe (drzwi, bramy) : - szerokość, - wysokość [mm]	Brak wymagań	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
37	Rodzaj prac towarzyszących z wdrożeniem środka transportowego. [-]	Brak wymagań	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
38	Długość trasy przemieszczania ładunku. [km]	1132	2	Przystosowany	1	2	Przystosowany	1	2	Przystosowany	1	2
39	Istnienie zagrożeń mogących wpłynąć na stan ładunku [-]	Brak wymagań	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
40	Utrudnienia związane z warunkami drogowymi [-]	Przystosowanie	5	Przystosowany	1	5	Przystosowany	1	5	Przystosowany	1	5
41	Czas przewozu T_p [h]	3	10	8,55	0,7	7	10,24	0,4	4	8,91	0,7	7
42	Cena pojazdu. (netto). [zł]	130000	10	155600	0,5	5	136220	0,7	7	159850	0,5	5
43	Koszt tonokilometra K_{km} [zł/ tkm]	58	10	58,32	0,7	7	68,87	0,4	4	67,31	0,4	4
44	Koszt godziny pracy. [zł/ h]	Brak wymagań	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
45	Okres gwarancji pojazdu [m.-c]	36	9	12	0,3	2,7	18	0,5	4,5	24	0,7	6,3
SUMA				162,7			147,2			157,6		

Po zsumowaniu wszystkich punktów przyznanych pojazdom w poszczególnych grupach kryteriów uzyskano następujące wyniki badawcze:

- Ciągnik siodłowy samochodowy Iveco AS 440 S 56, układ napędowy 4x2 (EURO 5) – **162,7 pkt.**,
- Ciągnik siodłowy samochodowy Iveco AS 440 S 56, układ napędowy 4x2 (EURO 5) - 157,6 pkt,
- Ciągnik siodłowy samochodowy Iveco AS 440 S 56, układ napędowy 4x2 (EURO 5) - 147,2 pkt.

Jednostka transportowa z uzyskaną największą liczbą punktów jest środkiem transportu optymalnym. Biorąc pod uwagę charakterystykę techniczną i wyniki uzyskane według skali ważonej najlepszym środkiem transportu jest **ciągnik siodłowy samochodowy (N3) Iveco AS 440 S 56, układ napędowy 4x2 (EURO 5).**

Parametry techniczne jednostek transportowych i sposób wyboru naczepy ciężarowej za pomocą metody wagowej przedstawia tabela 7.

Tab. 7. Parametry techniczne jednostek transportowych

Pojazdy Parametry	Naczepa MULDA	Naczepa SKRZYNIOWA	Naczepa KURTYNOWA
Instalacja elektryczna	24 V system oświetleniowy 2 x 7 - pionowe gniazdo DIN ISO 1185/3731 ; przednie i tylne światła obrysowe ; Tylne światła z dwóch wielofunkcyjnych według .EC. Tył światła przeciwmgielne i cofania; 2 konturowe światła z ramienia gumy w diody LED ; boczne światła obrysowe w LED	Wspornik lamp z udernego tworzywa sztucznego, umieszczony ponad osłoną podjazdową. Z oświetleniem tablicy rejestracyjnej, światłami bocznymi LED, światłami gabarytowymi i światłami odblaskowymi z przodu. 2 światła obrysowe z ramieniem, zabudowane na tylnej lampie, 15stykowe złącze wtykowe	2 światła obrysowe z ramieniem, zabudowane na tylnej lampie, 24 V system oświetleniowy 2 x 7 – pionowe gniazdo DIN ISO 1185/3731

Zawieszenie		pneumatyczne	pneumatyczne	pneumatyczne
Kola i ogumienie	Rozmiar kół	22,5"	22,5"	22,5"
	Rozmiar opony	6 x 385/65 R22,5.	6 x 385/65 R22,5.	6 x 385/65 R22,5.
Układ hamulcowy	Typ	Układ hamulcowy stabilizujący EC, automatyczny bezobsługowy, sprężynowy hamulec ręczny; 2S/2M EBS, 2 czujniki z RSS na każda oś, diagnostyka przez gniazdo ISO 7638(EBS)	Układ EBS 2S/2M z systemem stabilizacji jazdy RSS (zawiera system antyblokad hamowania ABS/ALB), z przodu dwie głowice sprzęgu zabezpieczone przed omyłkowym podłączeniem gniazdo EBS, sprężynowy hamulec postojowy, zewnętrzne gniazdo diagnostyczne układu EBS ¹	Automatyczna regulacja hamulców, EBS

Wybór jednostki transportowej dotyczący naczepy MULDY przy pomocy metody wagowej został przedstawiony w tabeli 8.[6]

Dla pozostałych naczep ciężarowych wykonano analogiczne porównania.

Po zsumowaniu wszystkich punktów przyznanych badanym naczepom w poszczególnych grupach kryteriów uzyskano następujące wyniki:

- Naczepa MULDA (ładunek cylindryczny) - 105,9 pkt.,
- Naczepa SKRZYNIOWA - 95,2 pkt.,
- Naczepa KURTYNOWA - 80,6 pkt.

Biorąc pod uwagę charakterystykę techniczną i wyniki uzyskane według metody wagowej najlepszą do przewozu ładunku będzie naczepa ciężarowa MULDA firmy Krone.

Po przeanalizowaniu charakterystyki trakcyjnej pojazdów zostały wysunięte wyniki sumaryczne dotyczące kluczowych cech technicznych dla ciągników siodłowych samochodowych:

Ciągnik siodłowy samochodowy marki Iveco A440 S56:

1. Wykres wskaźników dynamicznych pokazuje że prędkość na pierwszych przełożeniach rośnie gwałtowniej w porównaniu do prędkości na przełożeniach ostatnich.
2. Prędkość jaką osiąga pojazd bez oporów to 131 [km/h].

Tab. 8. Wybór jednostki transportowej przy pomocy metody wagowej – Naczepa MULDA[6]

L.P.	Żądane parametry i podstawowe wymagania			Parametry techniczne i podstawowe wymagania środków transportowych		
	Naczepa MULDA			Naczepa MULDA		
	Wyszczególnienie	Wartość liczbową lub założone wymagania	Stopień ważności	Wartość liczbową lub posiadane cechy	Umowny wskaźnik odchylenia	Liczba punktów ważności
1	Otwierany dach	TAK	10	TAK	1	10
2	Kanał centralny	TAK	10	TAK	1	10
3	Dopuszczalna masa całkowita [t]	44	8	39	0,8	6,4
4	Wymiary zewnętrzne środka transportu [mm] :					
	– długość,	13600		13620		
	– szerokość,	2550		2550		
	– wysokość	2500	6	2480	0,9	5,4
5	Minimalny promień skrętu. [mm]	2100	3	2040	0,9	2,7
6	Masa własna [kg]	7000	6	7130	0,8	4,8
7	Rozstaw kół [mm] :	2040	4	2040	1	4
8	Rozstaw osi. [mm] :	1310	3	1310	1	3
9	Dopuszczalne obciążenie osi :	8000	6	8000	1	6
Żądane parametry i podstawowe wymagania				Parametry techniczne i podstawowe wymagania środków transportowych		
				Naczepa MULDA		
10	Wymiary przestrzeni ładunkowej :					
	– długość,	13700	6	13610		
	– szerokość,	2480		2480	0,6	3,6
	– wysokość. [mm]	2750		2480		
11	Obciążenie siodła [kg]	11000	7	11000	1	7
12	Ładowność pojazdu. [t]	29000	8	28050	0,8	6,4
13	Objętość skrzyni ładunkowej. [m3]	95	6	83,71	0,6	3,6
14	Sposób układania w przestrzeni ładunkowej pojazdu :		Z góry pojazdu	Przystosowany	1	8
	– naładunek					
15	Wyposażenie pojazdu do zabezpieczenia ładunku w czasie przewozu	Pasy, łańcuchy	6	Przystosowany	1	6
16	Rodzaj ładunku / jednostki ładunkowej	Kanał centralny, podkład	6	Przystosowany	1	6
17	Wymiary ładunku / jednostki ładunkowej					
	– długość,	1500	5	Przystosowany	1	5
	– szerokość,	1250				
	– wysokość	1250				
Żądane parametry i podstawowe wymagania				Parametry techniczne i podstawowe wymagania środków transportowych		
				Naczepa MULDA		
18	Naturalna podatność przewozowa ładunku	Duża	4	Przystosowany	1	4
19	Techniczna podatność przewozowa ładunku	Przystosowany	4	Przystosowany	1	4
RAZEM						105,9

¹Informacje handlowe udostępnione przez producenta marki Kogel.

- Prędkość wraz z oporami wynosi 121 [km/h] w czasie 33 [s].
- Maksymalne przyspieszenie samochodu wynosi 7,57 [m/s²].
- Wykres przyspieszeń na poszczególnych biegach pokazuje że przyspieszenie na pierwszych przełożeniach jest największe i gwałtownie wzrasta.
- Maksymalne wzniesienie jakie pokona pojazd to 254,6 % a najmniejsze 11,34%.
- Ciągnik siodłowy samochodowy marki Iveco pokona na pełnych zbiornikach 3836 [km].
- Opory toczenia przy maksymalnej prędkości wynoszą 946,7 [N], a opory powietrza 11206,8 [N].

Ciągnik siodłowy samochodowy marki DAF XF 105.460:

- Wykres wskaźników dynamicznych pokazuje że prędkość na pierwszych przełożeniach rośnie gwałtowniej w porównaniu do prędkości na przełożeniach ostatnich,
- Prędkość jaką osiąga pojazd bez oporów to 121 [km/h].
- Prędkość wraz z oporami wynosi 114 [km/h] w czasie 30 [s].
- Maksymalne przyspieszenie samochodu wynosi 5,03 [m/s²].
- Wykres przyspieszeń na poszczególnych biegach pokazuje, że przyspieszenie na pierwszych przełożeniach jest największe i gwałtownie wzrasta.
- Maksymalne wzniesienie jakie pokona pojazd to 245,6 % a najmniejsze 11,43%.
- Ciągnik siodłowy samochodowy marki DAF pokona na pełnych zbiornikach 3621 [km].
- Opory toczenia przy maksymalnej prędkości wynoszą 985,1 [N], a opory powietrza 9440,2 [N].

Ciągnik siodłowy samochodowy marki Scania R560:

- Wykres wskaźników dynamicznych pokazuje że prędkość na pierwszych przełożeniach rośnie gwałtowniej w porównaniu do prędkości na przełożeniach ostatnich,
- prędkość jaką osiąga pojazd bez oporów to 138 [km/h].
- Prędkość wraz z oporami wynosi 105 [km/h] w czasie 13 [s].
- Maksymalne przyspieszenie samochodu wynosi 8,87 [m/s²].
- Wykres przyspieszeń na poszczególnych biegach pokazuje że przyspieszenie na pierwszych przełożeniach jest największe i gwałtownie wzrasta.
- Maksymalne wzniesienie jakie pokona pojazd to 266,1 % a najmniejsze 20,101 %.
- Ciągnik siodłowy samochodowy marki Scania pokona na pełnych zbiornikach 4040 [km].
- Opory toczenia przy maksymalnej prędkości wynoszą 898,5 [N], a opory powietrza 11116,8 [N].

Po analizie wszystkich cech technicznych i eksploatacyjnych jako zestaw członowy wybrano następującą jednostkę transportową:

- Ciągnika siodłowego samochodowego marki ciągnik siodłowy samochodowy marki Iveco A440 S56,
- Naczepa typu mulda CoilLiner Ultra typu SDP 27 eLCUQ-CS firmy Krone wraz z wyposażeniem producenta przeznaczonym do bezpiecznego zabezpieczenia przewożonego ładunku cylindrycznego.

Ostatecznym wyborem ciągnika siodłowego samochodowego i naczepy ciężarowej, która zostanie wykorzystana do wykonania usługi, jest **Ciągnik siodłowy samochodowy marki Iveco A440 S56 i MULDA firmy KRONE**.

Wnioski dotyczące zestawu drogowego wraz z ładunkiem:

- Wykres wskaźników dynamicznych pokazuje że prędkość na pierwszych przełożeniach rośnie mniej gwałtowniej w porównaniu do prędkości, jaką osiągał pojazd bez ładunku.
- Prędkość, jaką osiąga pojazd bez oporów to 121km/h.
- Prędkość wraz z oporami wynosi 97 km/h w czasie 110 s.
- Jak widać zwiększa się czas osiągnięcia przez pojazd prędkości maksymalnej.
- Maksymalne przyspieszenie samochodu wynosi 1,11 m/s².
- Wykres przyspieszeń na poszczególnych biegach pokazuje że przyspieszenie na pierwszych przełożeniach jest największe i minimalnie wzrasta by później opadać.
- Maksymalne wzniesienie jakie pokona pojazd z ładunkiem to 45,8 %.
- Opory toczenia przy maksymalnej prędkości wynoszą 5174,4N, a opory powietrza 6557,2 N., czyli opory znacznie wzrastają

WNIOSKI

Rezultaty przeprowadzonych badań można podsumować następującymi wnioskami:

- Po przeanalizowaniu wszystkich charakterystyk trakcyjnych, można stwierdzić, że pojazdy wybrane do analizy spełniają wymogi odnośnie transportu międzynarodowego.
- Najlepszą charakterystyką prędkościową i najlepszą charakterystyką przyspieszeń na poszczególnych przełożeniach wykazuje się ciągnik siodłowy samochodowy marki Iveco, który posiada także najlepsze osiągi pokonywania wzniesień, pojazd ten ma także największy zasięg i to skłania do wybrania właśnie tego pojazdu.
- Trasa operacji transportowej wymaga pokonywania wzniesień o dużych wartościach (większa część trasy w górzystych terenach), więc ten czynnik został brany pod uwagę przy wybieraniu pojazdu na tym etapie.
- Po przeanalizowaniu zgromadzonych danych technicznych (charakterystyka zewnętrzna) trzech naczep ciężarowych, można stwierdzić, że system MULDA przewyższa inne jednostki transportowe w stosunku do przewozu analizowanego ładunku w kilku aspektach, np. posiadanie kanału centralnego, możliwość załadunku i wyładunku przez dach. Biorąc pod uwagę regularne przewozy na tym odcinku trasy **posiadanie kanału centralnego**, pozwala na bezpieczny transport.
- Wybór środka transportowego jest elementem bardzo ważnym w zarządzaniu przedsiębiorstwem transportowym ze względu na bardzo duże koszty zakupu środka transportu i nieodpowiednie jego wykorzystywanie. Ponośi to za sobą ponoszenie przez przewoźnika drogowego niekorzystnych kosztów operacji transportowej co prowadzi do jego strat ekonomicznych.
- Zastosowanie prezentowanej metody wyboru środka transportu może w znacznym stopniu wspomóc przewoźników drogowych do optymalnego wyboru odpowiedniego środka transportowego w zależności od przewożonego ładunku oraz trasy przewożowej.
- Przewoźnik drogowy lub zarządzający transportem w obecnej chwili i w wysokiej konkurencji w tej dziedzinie gospodarki narodowej wymaga od niego posiadania obszernej wiedzy technicznej i ekonomicznej z tematu cech technicznych i eksploatacyjnych dla nowoczesnych środków transportowych.
- Wiedza na temat przewozu drogowego powinna być ciągle uzupełniana przez przewoźników drogowych, gdyż przy obecnych nowych rozwiązaniach technicznych oraz ciągle pojawiających się nowelizacji przepisów prawnych dotyczących zasad przewozu ładunków transportem drogowym może skutkować to

wysokimi karami finansowymi i spadkiem konkurencji w stosunku do innych przewoźników.

9. Odpowiednio wybrany środek transportowy jest podstawą do wprowadzania w system transportowy odpowiedniej optymalizacji kosztów własnych przewoźnika drogowego.

BIBLIOGRAFIA

1. Starkowski D., Bieńczak K., Zwierzycki W., Samochodowy transport krajowy i międzynarodowy. Kompendium wiedzy praktycznej. Tom 1, Systherm 2010.
2. Starkowski D., Bieńczak K., Zwierzycki W., Samochodowy transport krajowy i międzynarodowy. Transport kołowo – drogowy. Tom 5, Systherm 2012
3. Informacje handlowe udostępnione przez producenta marki Iveco.
4. Informacje handlowe udostępnione przez producenta marki Daf.
5. Informacje handlowe udostępnione przez producenta marki Scania.
6. Informacje handlowe udostępnione przez producenta naczepek marki Kogel.

THE PRINCIPLE AND THE METHOD OF THE SELECTION OF THE TRANSPORT CENTRE WHILE PLANNING THE TRANSPORT OPERATION WITH THE HELP OF ANALYSIS WEIGHED (OF A SCALE) PART THIRD

Abstract

In the paper an analytical method of the selection of the optimum type of the middle of transport planned transit setting to do by the application the base on base method was presented (weighed).

In order correctly to plan so operations transport, belongs every connected activity with transferring charges, to plan under the logistic and technical angle. Under this angle one should make with weighed method of comparing of traction and outside characteristics chosen transport centres

Presenting the ultimate manner of choice of transport adequate means for the transport is a main purpose of the third part of the article of cylindrical cargo - of steel sheet with weighed method (comparative).

Autor:

dr inż. Dariusz Starkowski, starszy wykładowca - Państwowa Wyższa Szkoła Zawodowa w Pile, Instytut Inżynierii Mechanicznej i Transportu, 64-920 Piła, ul. Podchorążych 10.