

Andrzej Ratkiewicz¹
Politechnika Warszawska

Analiza opłacalności wprowadzenia wózków wielofunkcyjnych do istniejących magazynów dystrybucyjnych

Wybór rodzaju wózków widłowych pracujących w strefie składowania magazynu jest bardzo ważnym elementem, zarówno w procesie projektowania nowego magazynu, jak i w trakcie audytu technologicznego magazynu istniejącego. Rodzaj zastosowanych wózków ma bowiem wpływ na parametry przestrzenne (wysokość regałów magazynowych, szerokość korytarzy roboczych A_{st} i poprzecznych A_{u}) oraz na parametry technologiczne i organizacyjne magazynu.

Wielofunkcyjny (systemowy) wózek widłowy (*ang. multifunction very narrow aisle truck – VNA truck*) to urządzenie służące do transportu jednostek ładunkowych w poziomie i w pionie, a także do komisjonowania (kompletacji zamówień) w strefie składowania.

Należy jednak zaznaczyć, że wielofunkcyjny charakter omawianego urządzenia może sprawić problemy przy określaniu parametrów jego pracy. Również losowy charakter zawartości zamówień oraz rozmieszczenia ładunków w strefie komisjonowania może wymagać stosowania specjalnych metod przy wymiarowaniu procesów technologicznych, realizowanych przez wielofunkcyjny wózek widłowy [2].

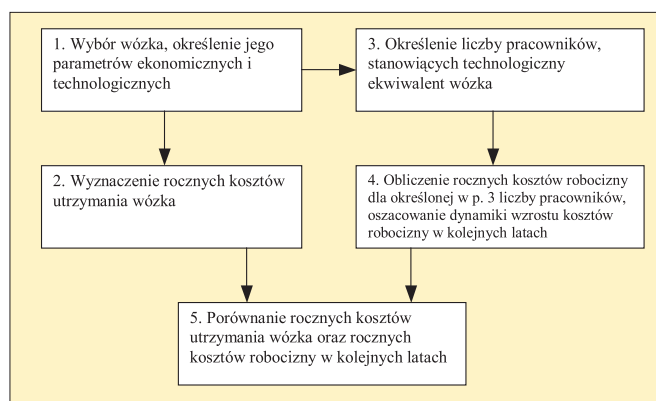
Najważniejszymi przesłankami stosowania wielofunkcyjnych wózków widłowych w magazynach dystrybucyjnych są:

- 1) wąski korytarz roboczy (szerokość korytarza roboczego A_{st} wynosi dla różnych modeli tego wózka 1,45 – 1,80 m), pozwalający na znaczne zwiększenie wykorzystania powierzchni i kubatury magazynu w porównaniu do zastosowania innych typów wózków,
- 2) możliwość użycia tego typu wózka zarówno do obsługi składowania w regałach, jak i do kompletacji,
- 3) możliwość zastąpienia wysokich kosztów robocizny niższymi kosztami przy użyciu wózka wielofunkcyjnego.

W przypadku istniejącego i funkcjonującego magazynu dystrybucyjnego zmiana ustawienia regałów i zmniejszenie szerokości korytarza roboczego dokonywana jest stosunkowo rzadko (z powodu trudności ekonomicznych i organizacyjnych). Należy zatem rozpatrzyć przypadek wprowadzenia wózka wielofunkcyjnego do istniejącego magazynu dystrybucyjnego jako dodatkowego środka transportu i komisjonowania bez zmiany istniejącego układu regałów.

Metoda określenia opłacalności stosowania wózka wielofunkcyjnego

Schemat uproszczonej metody określenia opłacalności zastosowania wielofunkcyjnego wózka widłowego można przedstawić następująco (rys. 1):



Rys. 1. Schemat określenia opłacalności stosowania wielofunkcyjnych wózków widłowych.

Wybór wózka wielofunkcyjnego

W tym kroku wybrano trzy modele wózków, różniących się pod względem parametrów pracy (tab. 1). Model 1 odpowiada wózkowi o najmniejszym udźwigu, najniższej wysokości podnoszenia oraz najniższej cenie. Model 3 odpowiada wózkowi o największym udźwigu, największej wysokości podnoszenia oraz największej cenie zakupu. Model 2 to urządzenie o wartościach parametrów zawierających się pomiędzy odpowiednimi wartościami dla Modelu 1 oraz Modelu 3.

Roczne koszty utrzymania wózka.

Koszty utrzymania wózka wielofunkcyjnego wyznaczono posługując się metodą opisaną w [1]. Przyjęte wartości parametrów pomocniczych niezbędnych do obliczeń kosztów utrzymania przedstawiono w tab. 2.

Wyniki obliczeń przedstawiono w tab. 3.

Ekwiwalent technologiczny wózka

Do porównania kosztów robocizny oraz całości wydatków związanych z zastosowaniem wózków (nakłady na zakup i koszty utrzymania) zastosowano pewne uproszczenie, polegające na wprowadzeniu pojęcia „liczba

Tab. 1. Wybrane parametry różnych typów wózków wielofunkcyjnych. Źródło: opracowanie własne

Wózek	Cena zakupu [EUR]	Wysokość podnoszenia [cm]	Udźwig [kg]
Model 1	64 000	770	1 000
Model 2	70 000	850	1 300
Model 3	75 000	1 320	1 800

¹ Dr Andrzej Ratkiewicz, Zakład Logistyki i Systemów Transportowych, Wydział Transportu Politechniki Warszawskiej, e-mail: aratkiewicz@wp.pl;

Tab. 2. Wartości parametrów do obliczeń kosztów utrzymania. Źródło: opracowanie własne

Wózek	Cena zakupu [EUR]	Kurs EUR/PLN	Wskaźnik odpisów amortyzacyjnych	Wskaźnik zamrożenia kapitału	Wskaźnik opłat ubezpieczeniowych	Wskaźnik kosztów eksploatacyjnych	Napięcie baterii [V]	Pojemność baterii [Ah]	Koszt 1kW/h [PLN]	Liczba ładowań w roku
Model 1	64 000	3,96	0,10	0,10	0,04	0,15	48	700	0,35	270
Model 2	70 000	3,96	0,10	0,10	0,04	0,15	48	840	0,35	270
Model 3	75 000	3,96	0,10	0,10	0,04	0,15	80	840	0,35	270

Tab. 3. Wartości rocznych kosztów związanych z utrzymaniem wózka. Źródło: opracowanie własne na podstawie [1]

Wózek	Roczne koszty zależne od czasu [PLN]	Roczne koszty zależne od wydajności [PLN]	Roczne koszty energii [PLN]	Całkowite roczne koszty utrzymania wózka [PLN]
Typ 1	60 825,60	38 016,00	3 810,24	102 651,84
Typ 2	66 528,00	41 580,00	4 572,29	112 680,29
Typ 3	71 280,00	44 550,00	7 620,48	123 450,48

pracowników stanowiących technologiczny ekwiwalent wózka wielofunkcyjnego”. Można ją przedstawić jako liczbę pracowników potrzebnych do realizacji tego samego procesu technologicznego, do wykonania którego trzeba zastosować jeden wózek wielofunkcyjny. Dla magazynu będącego przedmiotem analizy przyjęto, że ekwiwalent technologiczny wózka wielofunkcyjnego zawiera się w przedziale 7 – 11 osób.

Koszt robocizny, dynamika jego wzrostu

Występujące w magazynie kategorie pracy ludzkiej mogą być znacznie zróżnicowane pod względem płacy (np. kierownik magazynu oraz pomocnik magazyniera). Dlatego w niniejszym opracowaniu posłużono się uśrednionym kosztem robocizny.

Uśredniony koszt robocizny w magazynie obliczono przy założeniu, że średnia płaca brutto wynosi 1 640,02 [zł/osobę], natomiast wskaźnik kosztów zakładowych (parametr, odzwierciedlający relację między płacą brutto i całkowitymi kosztami ponoszonymi przez przedsiębiorstwo z tytułu zatrudnienia pracownika) wynosi 1,21. Wówczas uśredniony koszt robocizny wynosi:

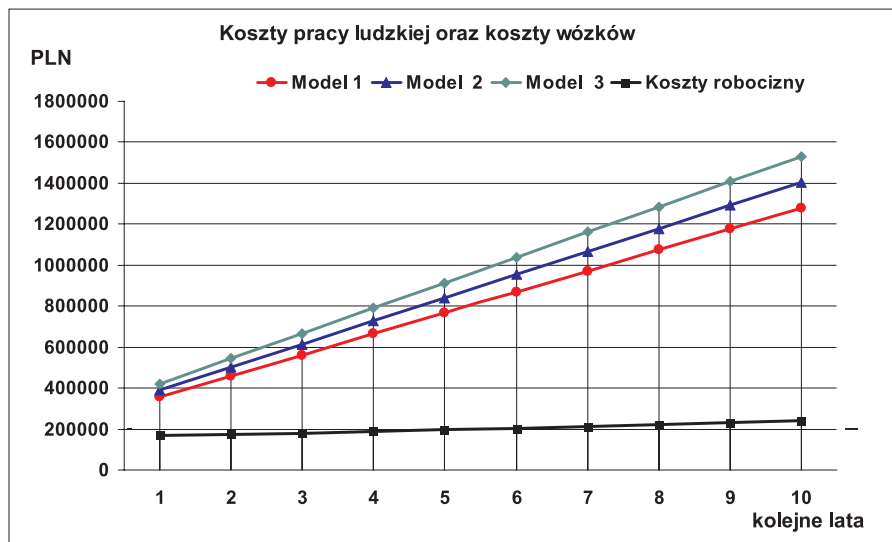
$$1\ 640,02 \text{ [zł/osobę]} \times 1,21 = 1\ 984,43 \text{ [zł/osobę]}$$

W niniejszym opracowaniu przyjęto, że roczna dynamika wzrostu płac będzie wynosiła od 4,1% do 7,9%.

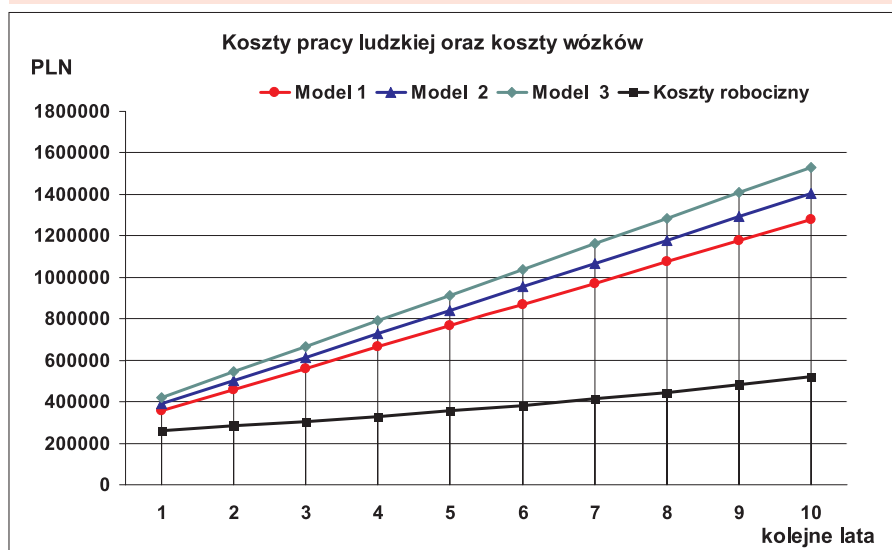
Porównanie kosztów utrzymania i kosztów robocizny.

Na rys. 2, 3, 4 przedstawiono symulacje wzrostu kosztów utrzymania wózków oraz kosztów robocizny przy następujących założeniach:

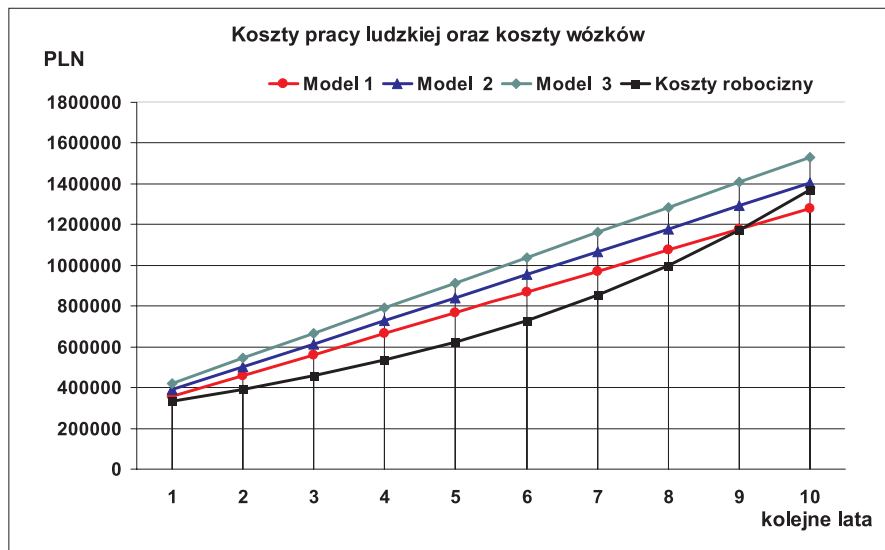
1. Roczny procentowy wzrost płac wynosi 4,1%, liczba pracowników stanowiących technologiczny ekwiwalent wózka wynosi 7 (rys. 2),
 2. Roczny procentowy wzrost płac wynosi 7,9%, liczba pracowników stanowiących technologiczny ekwiwalent wózka wynosi 11 (rys. 3),
- Można mówić o opłacalności stosowania wózka wielofunkcyjnego wówczas, kiedy koszty robocizny pracowników, stanowiących ekwiwalent technologiczny wózka, będą większe od całości wydatków związanych z zastosowaniem wózka.



Rys. 2. Symulacja wzrostu kosztów przy 4,1% rocznie wzroście płac oraz 7 pracowników stanowiących ekwiwalent wózka.



Rys. 3. Symulacja wzrostu kosztów przy 7,9% rocznie wzroście płac oraz 11 pracowników stanowiących ekwiwalent wózka.



Rys. 4. Symulacja wzrostu kosztów przy 17% rocznym wzroście płac oraz 14 pracownikach stanowiących ekwiwalent wózka.

Analiza i wnioski

Przedstawione na rys. 2 oraz 3 symulacje wskazują na zdecydowaną nieopłacalność wprowadzenia wózków wielofunkcyjnych do istniejących magazynów dystrybucyjnych wobec przyjętych założeń. Określenie warunków opłacalności stosowania tych wózków

może być dokonane empirycznie. Przy założeniu, że roczny procentowy wzrost płac wynosi 17%, a liczba pracowników stanowiących technologiczny ekwiwalent wózka wynosi 14 (rys. 4), zastosowanie wózka widłowego wielofunkcyjnego (Model 1) zwróci się po upływie 9 lat. Należy jednak traktować to założenie jako mało realne.

Można spodziewać się poprawienia warunków opłacalności stosowania wózków wielofunkcyjnych wraz z obniżką cen na te urządzenia i dalszym wzrostem płac. Należy też stwierdzić, że przesłankę przemawiającą za stosowaniem wózków wielofunkcyjnych jest tym więcej, im bardziej zaawansowane technologicznie są procesy przepływu materiałów i informacji. Dlatego obecnie w warunkach polskich można spodziewać się opłacalności stosowania wózków wielofunkcyjnych jedynie w magazynach projektowanych technologicznie od podstaw z uwzględnieniem wykorzystywania tych zaawansowanych urządzeń.

LITERATURA

- [1] Fijałkowski J., Technologia magazynowania. Wybrane zagadnienia. Oficyna wydawnicza Politechniki Warszawskiej 1995
- [2] Materiały producentów wózków
- [3] Ratkiewicz A., Pyza D., Zastosowanie metod ekonometrycznych do określenia wzoru na czas cyklu komisjonowania. Międzynarodowa konferencja „Transport XXI wieku”. Warszawa, wrzesień 2004.