

*LESŁAW RZĄDZIŃSKI**

EKONOMICZNE ASPEKTY WYBORU ŹRÓDŁA ZASILANIA W ŚRODKACH TRANSPORTU BLISKIEGO

Globalność gospodarki i ciągły wzrost konkurencyjności stawia przed organizacjami kolejne duże wyzwania. Wymagają one od firm dostosowywania swojej struktury i działań do nowych standardów rynkowych. Musi się przy tym odbywać to szybko i sprawnie, by zapobiec utracie klientów i rynkowych udziałów. Sprawia to, że wymagania minimalizujące koszty działalności stają się jednym z podstawowych kryteriów wpływających na funkcjonowanie przedsiębiorstwa.

W artykule podjęto próbę analizy skutków wyboru źródeł zasilania w transporcie wewnątrzmagazynowym w aspekcie ponoszonych kosztów. Opracowanie zakłada wielowariantowość sytuacji, począwszy od firm mało korzystających z tych urządzeń, skończywszy na dużych przedsiębiorstwach pracujących w systemie wielozmianowym.

Słowa kluczowe: wózek widłowy, transport wewnątrzmagazynowy, urządzenia transportu bliskiego

Wprowadzenie

Proces globalizacja gospodarki i ciągły wzrost konkurencyjności stawiają przed organizacjami kolejne duże wyzwania. Wymagają one od firm dostosowywania swojej struktury i działań do nowych standardów rynkowych. Musi to jednocześnie następować szybko i sprawnie, by zapobiec utracie klientów i rynkowych udziałów. Sytuacja ta sprawia, iż działania obniżające koszty działalności stają się jednym z podstawowych czynników wpływających na efektywność funkcjonowania przedsiębiorstwa. Od wielu lat nowoczesne firmy skupiają się nad problem doskonalenia i usprawnienia funkcjonujących procesów.

* Lesław Rządziński, Katedra Zarządzania Przedsiębiorstwami, Wydział Ekonomiczny, Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie, e-mail: lrzadzinski@wp.pl.

Wdrożenie nowych rozwiązań powoduje czasami drastyczne zmiany w organizacji oraz jej otoczeniu i skutkuje redukcją zatrudnienia, zmianą kontrahenta czy też rozszerzeniem lub zawężeniem wprowadzanych na rynek produktów lub usług. Jednym z obszarów funkcjonowania firmy, w którym można obniżyć koszty, jest dobór odpowiednich urządzeń transportu bliskiego.

Celem artykułu jest porównanie kosztów eksploatacji wózków widłowych o zasilaniu elektrycznym i spalinowym w okresie trzech, czterech i pięciu lat.

Środki transportu bliskiego i ich podział

Wprowadzenie ponad pół wieku temu systemu przewożenia towarów na paletach spowodowało gwałtowny rozwój urządzeń do szybkiego i płynnego przenoszenia, podnoszenia lub obu tych czynności równocześnie. Dziś trudno sobie wyobrazić funkcjonowanie magazynów i zakładów produkcyjnych bez wózków widłowych. Współczesne urządzenia transportu bliskiego stanowią połączenie dwóch wynalazków: amerykańskich wózków transportowych oraz szwedzkich, ręcznych paleciaków. Pierwsze wózki pojawiły się w latach dwudziestych XX wieku, a do prekursorów tych rozwiązań należy zaliczyć Clark Material Handling Company i Yale & Towne Manufacturing (obie firmy funkcjonują do dzisiaj). Pierwszy ręczny wózek do przewozu palet stworzyła pod koniec lat czterdziestych ubiegłego wieku szwedzka firma BT Industries. W 1949 roku, w wyniku współpracy Kolei Szwedzkich i BT, została opracowana i wyprodukowana standardowa paleta do przenoszenia towarów (współczesna nazwa – europaleta). Rozwiązanie to pozwoliło stworzyć uniwersalną platformę transportową, którą mogły obsługiwać różnego rodzaju podnośniki.

W obowiązujących przepisach, a także w literaturze przedmiotu ciężko doszukać się jednolitej definicji wózka widłowego (zamiennie używa się określenia: wózek jezdniowy, wózek podnośnikowy, podnośnik). Najczęściej przyjmuje się, że wózek widłowy jest maszyną, która¹:

- jest wykorzystywana w transporcie wewnątrzzakładowym,
- jest używana w ruchu przerywanym o ograniczonym zasięgu,
- służy do przemieszczania ładunków w pionie i poziomie,
- ma napęd silnikowy.

¹ K. Żurawski, *Wózki jezdniowe. Podręcznik bezpiecznej eksploatacji*, Zacharek Dom Wydawniczy, Warszawa 2010, s. 8.

Zgodnie z PN-ISO 5053-1999 wózki klasyfikuje się według sposobu działania na:

- naładowne,
- platformowe,
- ciągnikowe i pchające,
- podnoszące (podnośnikowe i unoszące),
- kompletacyjne.

Z kolei światowa organizacja WITS², zrzeszająca czołowych producentów wózków widłowych, dokonała ich podziału na klasy (tabela 1).

Tabela 1

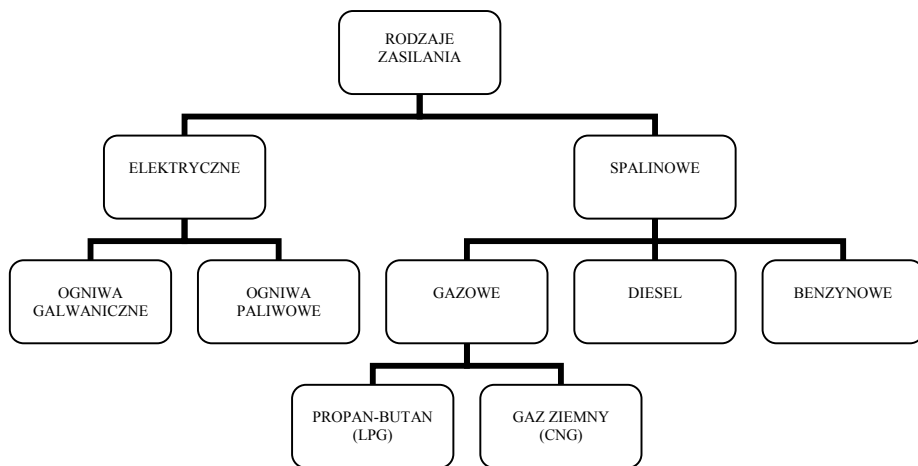
Podział wózków widłowych według WITS

Klasa	Opis
I	czołowe elektryczne wózki widłowe z przeciwwagą
II	wózki do kompletowania, wózki boczne (<i>reachtruck</i>)
III	wózki elektryczne niskiego i wysokiego składowania (<i>stackery</i>)
IV	czołowe spalinowe wózki widłowe na ogumieniu opaskowym
V	czołowe spalinowe wózki widłowe na ogumieniu pneumatycznym lub superelastycznym
IV	elektryczne i spalinowe ciągniki
VII	terenowe wózki widłowe

Źródło: opracowanie własne na podstawie WITS, www.fem-eur.com (dostęp: 8.11.2013).

Współczesne wózki widłowe służą do układania ładunków umiejscowionych na paletach. Podstawowym podziałem podnośników jest ich źródło zasilania (rysunek 1).

² Worldwide Industrial Truck Statistic – światowa organizacja monitorująca rynek wózków jezdniowych.



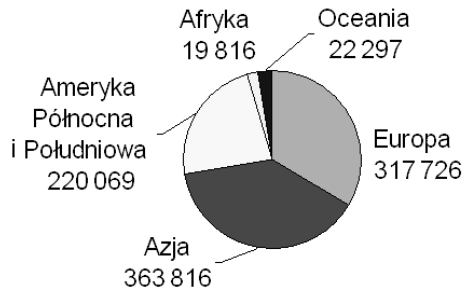
Rys. 1. Podział wózków widłowych ze względu na rodzaj zasilania

Źródło: opracowanie własne na podstawie literatury przedmiotu.

Wózki elektryczne to urządzenia wykorzystywane głównie do transportowania towarów w magazynie. Wraz z rozwojem technologii wzrasta ich udział w rynku wózków widłowych. Spowodowane jest zastosowaniem w tych podnośnikach prostych (niewymagających dodatkowych urządzeń) systemów szybkiej wymiany baterii, co pozwala wyeliminować straty związane z przesto- jem koniecznym na naładowanie akumulatorów. Do tego wszystkiego dochodzi aspekt ekonomiczny – wózki te są tańsze w eksploatacji. Nie bez znaczenia jest też cicha praca, która daje komfort i bezpieczeństwo obsługi urządzenia. Brak wydzielania szkodliwych spalin powoduje, iż wózki te mogą poruszać się po ma- łych i zamkniętych pomieszczeniach. Do wad należy zaliczyć niezbędne przestoje na ładowanie baterii (w przypadku, gdy wózek jest wyposażony tylko w jedną baterię) oraz konieczność wymiany akumulatorów kwasowych po mniej więcej 1500 cyklach ładowania i rozładowania (dla baterii żelowych – 800 cykli). Poza tym wózki te wymagają wydzielonego stanowiska do ładowania baterii (pomiesz- czenie wentylowane). Rozwiązaniem tego problemu są baterie litowo-jonowe (Li-Ion), które nie wymagają uzupełniania wody i nie zachodzi w nich proces gazowania. Jednocześnie można zastosować do nich prostowniki szybko ładują- ce, wbudowane, które pozwalają na podłączenie się w każdym miejscu zakładu. Dodatkową zaletą baterii Li-Ion jest możliwość ich szybkiego doładowywania, na przykład w trakcie przerw (na jednej baterii można przepracować 2–3 zmiany).

Wózki spalinowe to najbardziej popularne urządzenia do przeładunku palet. Ich niewątpliwą zaletą jest możliwość pracy przez całą dobę. Do udźwigu 8T stosuje się zasilanie gazowe, benzynowe i diesel. Powyżej 8T tylko olej napędowy. Z uwagi na emisję spalin nie zaleca się stosować tych urządzeń wewnątrz magazynu lub zakładu produkcyjnego. Wózki spalinowe zasilane olejem napędowym potrzebują stacji tankującej na terenie zakładu lub wymagają dowożenia paliwa z zewnątrz (proces dość kłopotliwy). Wózki zasilane gazem CNG to najmniej popularna grupa wózków spalinowych. Wymagają one stacji tankującej (zbiornika głównego zlokalizowanego w zakładzie) oraz dodatkowej, specjalnej butli umieszczonej na przeciwwadze wózka. Z kolei wózki zasilane LPG są najczęściej kupowane. Paliwo (propan-butan) można zakupić w butlach 11-kilogramowych, które umieszcza się w specjalnych uchwytach na przeciwwadze wózka. Butle przechowuje się w specjalnych klatkach (dostarczanych przez dostawców gazów).

Najwięcej wózków widłowych produkuje się w Azji i Europie. Strukturę produkcji przedstawiono na rysunku 2.



Rys. 2. Podział rynku producentów urządzeń transportu bliskiego według miejsca ich produkcji

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych z WITS, www.fem-eur.com (dostęp: 10.11.2013).

Taki podział rynku wynika również z tego, iż większość producentów z Europy, z uwagi na tańszą siłę roboczą, lokuje swoje fabryki w Azji. Listę producentów, którzy osiągnęli najwyższe dochody z tytułu sprzedaży urządzeń, przedstawiono w tabeli 2.

Tabela 2

Podział producentów urządzeń transportu bliskiego według ich dochodu w 2012 roku

Miejsce w rankingu	Nazwa firmy	Dochód w 2012 r. (mln USD)	Oferowane marki	Siedziba firmy
1.	Toyota Industries Corp.	6 677	Toyota, Raymond	Aichi, Japonia
2.	Kion Group	6 250	Linde, Still, OM	Wiesbaden, Niemcy
3.	Jungheinrich AG	2 864	Jungheinrich	Hamburg, Niemcy
4.	Nacco Materials Handling	2 469	Hyster, Yale	Cleveland, Stany Zjednoczone
5.	Crown Equipment Corp.	2 200	Crown, Hamech	New Bremen, Stany Zjednoczone
6.	UniCarriers Americas Corp.	1 900	Nissan, TCM, Barrett, Atlet, UniCarriers	Tokio, Japonia
7.	Komatsu Utility Co.	1 400	Komatsu, Tusk	Tokio, Japonia
8.	Mitsubishi Caterpillar Forklift	1 355	Mitsubishi, CAT	Sagamihara, Japonia
9.	Anhui Forklift Truck Group Corp.	976	Heli	Hefei, Chiny
10.	Nippon Yusoki Co.	962	Nichiyu	Kyoto, Japonia
11.	Hangcha Group Co.	831	HC, Hangcha	Hangzhou, Chiny
12.	Clark Material Handling	681	Clark	Seul, Korea Południowa
13.	Doosan Industrial Vehicle	650	Doosan	Seul, Korea Południowa
14.	Hyundai Heavy Industries	442	Hyundai	Ulsan, Korea Południowa
15.	Tailift	166	Tailift, World-Lift	Taichung, Tajwan
16.	Combilift	144	Combilift	Monaghan, Irlandia
17.	Hubtex	99	Hubtex	Fulda, Niemcy
18.	Hytsu	75	Hytsu	Shanghai, Chiny
19.	Godrej & Boyce Manufacturing	70	Godrej	Mumbai, Indie
20.	Palettrans Equipment	63	Palettrans	Cravinhos, Brazylia

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych z WITS, www.mmh.com (dostęp: 9.11.2013).

Z zaprezentowanej tabeli wynika, że na dwudziestu czołowych dostawców trzynastu pochodzi z Azji, czterech z Europy, dwóch z Ameryki Północnej i jeden z Ameryki Południowej.

Analiza kosztów eksploatacji czołowych wózków widłowych o zasilaniu elektrycznym i spalinowym

Stojąc przed wyborem rodzaju zasilania w wózkach widłowych, trzeba mieć świadomość, iż jego zakup to długoterminowa inwestycja. W związku z tym niezwykle istotna jest analiza całkowitego kosztu użytkowania, na który składają się:

- początkowy koszt zakupu,
- koszt przeglądów technicznych,
- koszt i zużycie paliwa,
- rodzaj i ilość pracy,
- wielkość floty wózków,
- ograniczenia infrastrukturalne,
- polityka ekologiczna firmy,
- wartość wózka po okresie eksploatacji.

Celem tego badania było sprawdzenie, które z wózków elektrycznych i spalinowych są bardziej ekonomiczne. Przyjęto następujący okres badań: trzy, cztery i pięć lat. Założono, że urządzenia będą pracowały w dwóch wariantach: na jedną i dwie zmiany, przy czym liczba przepracowanych motogodzin (mth) będzie wynosiła odpowiednio: 1000 i 2000 mth/rok.

W badaniu porównywano najbardziej popularne czołowe wózki widłowe o zasilaniu elektrycznym, gazowym i diesel, o udźwigu nominalnym 1600 kg ze standardowym wyposażeniem.

Podstawowym kosztem przyjętym w kalkulacji jest zakup wózka widłowego. Bazując na cenach markowych wózków, można przyjąć, że cena zakupu:

- wózka czołowego elektrycznego (cena zawiera wózek, jedną baterię, jeden prostownik klasy HF) wynosi 100 000,00 zł,
- wózka czołowego elektrycznego (cena zawiera wózek, dwie baterie, jeden prostownik klasy HF, jeden stół podwójny, stół do szybkiej wymiany baterii) wynosi 115 000,00 zł,
- wózka czołowego gazowego wynosi 73 000,00 zł,
- wózka czołowego diesel wynosi 76 000,00 zł.

Koszt energii potrzebnej do naładowania baterii w wózkach elektrycznych obliczono według następującego wzoru:

$$K = C \cdot ET \cdot LF \cdot Z \cdot EK \cdot \frac{P}{n} \cdot 1000,$$

gdzie:

K – koszt energii potrzebnej do naładowania baterii,

C – pojemność baterii,

ET – stopień rozładowania,

LF – współczynnik ładowania (prostowniki starego typu 1,3, prostowniki HF 1,17, prostowniki z napowietrzaniem 1,05),

Z – liczba ogni (napięcie/2),

EK – napięcie gazowania (przyjmuje się 2,37 V),

P – koszt 1 kWh (przyjęto dla pracy jednozmianowej taryfę Enea C21, dla pracy dwuzmianowej taryfę Enea C22a),

n – sprawność prostownika (prostowniki starego typu 70%, prostowniki HF nowej generacji 95%).

Koszt jednego ładowania dla pracy jednozmianowej w przeprowadzonym badaniu wynosił 11,60 zł (3016,84 zł na rok przy 260 dniach pracy jednozmianowej).

Koszt jednego ładowania dla pracy dwuzmianowej w przeprowadzonym badaniu wynosił 12,27 zł (6381,61 zł na rok przy 260 dniach pracy dwuzmianowej).

Koszt paliwa do wózków spalinowych oblicza się według następującego wzoru:

$$K = P \cdot Sp,$$

gdzie:

K – koszt pracy 1 mth,

P – cena paliwa (przyjęto: olej napędowy 4,39 zł/l, gaz 4,13 zł/kg),

Sp – spalanie (dla wózków gazowych 2,41 kg/h, dla wózków diesel 2,86 l/h)³.

Koszt paliwa dla badanego wózka gazowego wynosi 9,95 zł/h, czyli dla cyklu całorocznego przy 1000 godzin pracy (jedna zmiana) – 9953,00 zł.

³ W pracy przyjęto spalanie dla wózków marki Yale o udźwigu 1600 kg (dane z materiałów handlowych Emtor Sp. z o.o. – przedstawiciela marki Yale na Polskę).

Koszt paliwa dla badanego wózka zasilanego olejem napędowym wynosi 12,55 zł/h, czyli dla cyklu całorocznego przy 1000 godzin pracy (jedna zmiana) – 12 555,00 zł.

Koszty przeglądów opracowano na podstawie oferty handlowej Emtor Sp. z o.o. Podane ceny nie zawierają rabatu handlowego, jaki jest przyznawany firmom współpracującym z tym dostawcą.

W tabeli 3 nie ujęto kosztów związanych z wymianą opon, wideł oraz badań UDT⁴. W badanym przypadku dla wózków o tym samym udźwigu będą one takie same (bez wpływu na wyniki). Sumaryczne porównanie wszystkich kosztów przedstawiono w tabeli 3.

Tabela 3

Porównanie kosztów całkowitych według typu wózków widłowych

Wariant 1 – praca jednozmianowa 1000 godzin pracy na rok – okres: 3 lata				
typ wózka	koszt zakupu	koszt przeglądów	koszt energii/ paliwa	koszt całkowity
elektryczny	100 000	5 925	9 051	114 976
gazowy	73 000	10 233	29 859	113 092
diesel	76 000	11 081	37 665	124 746
Wariant 2 – praca jednozmianowa 1000 godzin pracy na rok – okres: 4 lata				
typ wózka	koszt zakupu	koszt przeglądów	koszt energii/ paliwa	koszt całkowity
elektryczny	100 000	8 016	12 068	120 084
gazowy	73 000	14 541	39 812	127 353
diesel	76 000	14 807	50 220	141 027
Wariant 3 – praca jednozmianowa 1000 godzin pracy na rok – okres: 5 lat				
typ wózka	koszt zakupu	koszt przeglądów	koszt energii/ paliwa	koszt całkowity
elektryczny	100 000	9 669	15 085	124 754
gazowy	73 000	16 209	49 765	138 974
diesel	76 000	16 680	62 775	155 455

⁴ Urząd Dozoru Technicznego – organ sprawujący pieczę nad przeprowadzaniem obowiązkowych badań stanu technicznego wózków jezdniowych podnośnikowych z mechanicznym napędem podnoszenia, działający na podstawie Rozporządzenia Ministra Gospodarki, Pracy i Polityki Społecznej z dnia 29 października 2003 r. w sprawie warunków technicznych dozoru technicznego w zakresie eksploatacji niektórych urządzeń transportu bliskiego (Dz.U. 2003, nr 193, poz. 1890).

Cd. tabeli 3

Wariant 4 – praca dwuzmianowa 2000 godzin pracy na rok – okres: 3 lata				
typ wózka	koszt zakupu	koszt przeglądów	koszt energii/ paliwa	koszt całkowity
elektryczny	115 000	5 925	19 146	140 071
gazowy	73 000	17 877	59 718	150 595
diesel	76 000	21 200	75 330	172 530
Wariant 5 – praca dwuzmianowa 2000 godzin pracy na rok – okres: 4 lata				
typ wózka	koszt zakupu	koszt przeglądów	koszt energii/ paliwa	koszt całkowity
elektryczny	115 000	8 014	25 528	148 542
gazowy	73 000	23 782	79 624	176 406
diesel	76 000	26 799	100 440	203 239
Wariant 6 – praca dwuzmianowa 2000 godzin pracy na rok – okres: 5 lat				
typ wózka	koszt zakupu	koszt przeglądów	koszt energii/ paliwa	koszt całkowity
elektryczny	115 000	9 667	25 528	150 195
gazowy	73 000	29 010	99 530	201 540
diesel	76 000	32 398	125 550	233 948

Źródło: opracowanie własne na podstawie oferty handlowej Emtor Sp. z o.o.

Prezentowane wyniki wskazują, iż w perspektywie trzech lat i pracy jednozmianowej bardziej ekonomicznym rozwiązaniem jest wybór wózka o zasilaniu gazowym. Z kolei w dłuższym okresie, mimo konieczności wydania większej kwoty na początku, lepszym wyborem jest zakup wózka elektrycznego. Jednakże rozwiązanie to ma też swoje wady. W przypadku większej liczby wózków (duże przedsiębiorstwo) zachodzi konieczność przygotowania specjalistycznego miejsca do ładowania baterii, tak zwanej akumulatorni. Powinno ono być bardzo dobrze wentylowane, mieć posadzki wyłożone materiałem kwasoodpornym oraz powinna do niego być doprowadzona woda. Kolejnym mankamentem wózków elektrycznych jest konieczność zakupu nowej baterii w przybliżeniu po 1500 cyklach ładowania i rozładowywania (dla wózka pracującego 260 dni przyjmuje się, że jest to konieczne po sześciu latach).

Kolejnym parametrem brany pod uwagę przy decyzji o wyborze typu wózka jest jego wartość rezydualna. Analizując rynek wózków używanych, można przyjąć, iż ceny wózków elektrycznych i spalinowych są na zbliżonym poziomie. Wynika to z tego, iż oferowane na rynku wtórnym wózki elektryczne

mają wyeksploatowaną baterię i nie gwarantują przyszłemu nabywcy przepracowania więcej niż 2–3 godziny na jednym ładowaniu.

Oddzielnym aspektem, którego nie można opisać kwotowo, jest oddziaływanie wózka na środowisko. Wózki spalinowe, mimo że spełniają coraz to bardziej rygorystyczne normy, dalej emitują szkodliwe związki do atmosfery. Z kolei wózki elektryczne wyposażone w baterie kwasowe wydzielają podczas ładowania wodór (wybuchowy w kontakcie z ogniem). Nie bez znaczenia jest także ergonomia pracy. Jak już wcześniej wspomniano, wózki elektryczne są ciche i bardziej precyzyjne przy manewrach.

Podsumowanie

Rozwój technologii sprawił, iż wózki elektryczne dzięki systemowi szybkiej wymiany lub zastosowaniu baterii litowo-jonowych mogą pracować w systemie dwu- i trzymianowym. Spowodowało to, iż do tej pory chętniej wybierane urządzenia przestały być tak atrakcyjne. Relatywnie tańszy od gazu i oleju napędowego prąd oraz prostsza i tańsza obsługa serwisowa sprawiają, że wózki elektryczne są coraz częściej wybieranym produktem. Wyniki przeprowadzonej analizy pokazują skalę oszczędności, jaką może osiągnąć nowoczesnie zarządzający menedżer przy wyborze odpowiedniego typu wózków widłowych dla swojego zakładu pracy.

Bibliografia

- Jarocka M., *Analiza kosztów transportu w przedsiębiorstwie produkcyjnym – wybór strategii transportowej*, „Economy and Management” 2010, no. 4.
www.emtor.pl (dostęp: 10.10.2013).
www.fem-eur.com (dostęp: 10.11.2013).
www.mmh.com (dostęp: 9.11.2013).
www.pbc.biaman.pl (dostęp: 20.11.2013).
www.udt.gov.pl (dostęp: 8.10.2013).
Żurawski K., *Wózki jezdniowe. Podręcznik bezpiecznej eksploatacji*, Zacharek Dom Wydawniczy, Warszawa 2010.

ECONOMIC ASPECTS OF SELECTION POWER FORKLIFTS**Summary**

The process of economic globalisation and the constant growth in competitiveness creates a big challenge for corporations worldwide. This new situation requires a quick and efficient adjustment of a company structure as well as undertaking adequate activities to prevent the outflow of clients and the loss of market shares. To meet these requirements, it becomes necessary to minimize the company operating costs. The article attempts to analyse the results of the choice of power sources within the instore transportation with regards to incurred costs. The study assumes all aspects of the matter, from small firms hardly using the power devices in question to big companies.

Keywords: forklift, transport inside the warehouse, handling equipment