

GUŻDA Arkadiusz¹
SZMOLKE Norbert²

Analiza efektywności eksploatacji magazynu, jako jednego z kosztów łańcucha logistycznego

WSTĘP

W szeroko rozumianym procesie zarządzania łańcuchem dostaw logistyki jednym z kluczowych elementów jest magazynowanie. W związku narastającą konkurencją firmy starają się maksymalnie ograniczać wydatki związane z łańcuchem dostaw, aby pozostać atrakcyjnym dla potencjalnych nabywców towarów czy usług. Do kosztów procesu logistycznego w przedsiębiorstwach usługowych zaliczane są między innymi koszty utrzymania zapasów, które z kolei można pogrupować jako

- koszty tworzenia zapasów,
- koszty utrzymania zapasów,
- koszty dostaw,
- koszty wyczerpania zapasów.[1]

W niniejszej pracy skupiono się na grupie kosztów utrzymania zapasów, które stanowią fundamentalną część wydatków przedsiębiorstwa. W skład kosztów utrzymania zapasów wchodzi m.in. koszty magazynowania, czyli np. wydatki związane ze zużyciem energii czy paliw wynikającym z konieczności utrzymania odpowiednich warunków temperaturowych przy przechowywaniu towarów.

1. OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA MAGAZYNÓW

Magazyny to element systemu logistycznego, gdzie zachodzi okresowe przetrzymywanie produktów, półproduktów, zapasów itp. i kierowanie ich do kolejnej jednostki w sieci dostaw. Dzielimy je według różnych kryteriów tj. wg

- stanu skupienia i podatności magazynowej ładunków,
- rozwiązań techniczno-budowlanych i stopnia zabezpieczenia podatności magazynowej zapasów,
- stopnia wprowadzonej mechanizacji procesów magazynowych,
- funkcji i przeznaczenia gospodarczego. [1]

Ze względu na rozwiązania techniczno-budowlane i stopnia zabezpieczenia magazynowego, budowle magazynowe klasyfikujemy na

- magazyny otwarte, np. place składowe,
- magazyny półotwarte, np. wiaty,
- magazyny zamknięte:
- naziemne – parterowe lub wielokondygnacyjne, niskiego i wysokiego składowania,
- podziemne np. piwnice, kopce,
- magazyny specjalne, np. chłodnie.[1]

W tej pracy szczególną uwagę poświęcono magazynom zamkniętym, gdyż jest to najliczniejsza grupa spośród obiektów magazynowych. To w nich można składować różnorakie towary np.: cement, nawozy sztuczne, artykuły spożywcze oraz wiele innych..

W magazynach zamkniętych przechowuje się zazwyczaj towary, które wymagają ochrony przed warunkami zewnętrznymi: opadami atmosferycznymi, promieniowaniem słonecznym itp. oraz wymagających odpowiednich warunków temperaturowych czy wilgotnościowych.

¹ Politechnika Opolska w Opolu, Wydział Mechaniczny, 45-271 Opole, ul. Mikołajczyka 5 tel. 77 449-83-88

² Politechnika Opolska w Opolu, Wydział Mechaniczny, 45-271 Opole; ul. Mikołajczyka 5, tel. 77 449-83-91, n.szmolke@po.opole.pl

Magazyny zamknięte są w pełni osłonięte przegrodami budowlanymi tj. ścianami zewnętrznymi, dachem, posadzką i stolarką otworową (drzwiami i oknami).

Jak wcześniej wspomniano, w skład kosztów utrzymania zapasów wchodzi koszt eksploatacji magazynów, czyli wydatek pieniężny związany z ilością zużytej energii na cele ogrzewania czy chłodzenia oraz wentylacji. Obecnie istnieje kilka wariantów ogrzewania obiektów magazynowych; są to między innymi

- ogrzewanie konwekcyjne,
- ogrzewanie powietrzne,
- ogrzewania podłogowe,
- ogrzewanie sufitowe,
- ogrzewanie promiennikowe.

Do zadań projektanta należy wybór optymalnego systemu ogrzewania magazynu ponieważ decyzja o wyborze odpowiedniego rozwiązania ściśle powiązana jest z kosztami inwestycyjnymi, eksploatacyjnymi oraz rodzajem przechowywanego towaru.

Nieodzownym elementem instalacji centralnego ogrzewania jest wybór źródła ciepła. Poniżej podane są przykłady źródeł ciepła które sklasyfikowano w zależności od rodzaju wykorzystywanej energii. Można wyróżnić

- kotły gazowe,
- kotły na paliwo stałe,
- kotły na olej opałowy,
- ciepło systemowe,
- pompy ciepła.

W dalszej części artykułu zaprezentowano wyniki obliczeń symulacyjnych dla magazynu, w których uwzględniono wybrane warianty centralnego ogrzewania (kocioł gazowy kondensacyjny, kocioł kondensacyjny na lekki olej opałowy oraz pompę ciepła typu powietrze-woda. Określono projektowane obciążenie cieplne budynku oraz dla każdego z rozwiązań, koszty inwestycyjne i eksploatacyjne.

2. ZAŁOŻENIA DO OBLICZEŃ

Obiekt, dla którego wykonano obliczenia to budynek magazynowy. Podstawowe założenia, przyjęte do obliczeń, zawarto w tabeli 1.

Tab. 1. Podstawowe założenia modelu obliczeniowego.

L.p.	Strefa klimatyczna	III
1.	Projektowa temperatura zewnętrzna	- 20 °C
2.	Średnia roczna temperatura zewnętrzna	7,6 °C
3.	Lokalizacja - stacja meteorologiczna	Opole
4.	Całkowita powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych	510,13 m ²
5.	Kubatura budynku	2040,5 m ³
6.	Powierzchnia okien	23,65 m ²
7.	Liczba pomieszczeń	7
8.	Norma na wyznaczanie współczynnika przenikania ciepła U dla przegród budowlanych	PN-EN ISO 6946
9.	Norma na obliczenie projektowego obciążenia cieplnego F	PN-EN 12831:2006
10.	Norma na obliczanie zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania QE	PN-EN ISO 13790

Budynek znajdować się będzie w trzeciej strefie klimatycznej Polski. Przegrody budowlane spełniają normy określone wg[2]. Ściany zewnętrzne wykonane są z bloczków betonowych, styropianu i tynku. Ściany wewnętrzne z bloczków betonowych. Dach wykonany jest z płyt warstwowych. Budynek jest w całości ogrzewany.

Obiekt składa się z jednej kondygnacji naziemnej, bez podpiwniczenia. Bryła budynku ma kształt prostopadłościanu; wydzielono w niej siedem pomieszczeń, z czego dwa pomieszczenia spełniają funkcję techniczną, natomiast reszta spełnia rolę magazynów. W tabeli 2 przedstawiono zestawienie pomieszczeń wraz z ich powierzchnią oraz projektowaną temperaturą panującą wewnątrz. Obliczenia zostały wykonane zgodnie z obowiązującymi normami, przy użyciu branżowego oprogramowania do wyliczania projektowanego obciążenia cieplnego – Audytora OZC 6.5 Pro.

Tab. 2. Zestawienie pomieszczeń.

L.p.	Nazwa pomieszczenia	Powierzchnia	Temperatura pomieszczenia
1.	Kotłownia	33,24 m ²	20°C
2.	Pomieszczenie techniczne	43,46 m ²	16°C
3.	Pomieszczenie magazynowe nr 1	54,20 m ²	16°C
4.	Pomieszczenie magazynowe nr 2	116,95 m ²	16°C
5.	Pomieszczenie magazynowe nr 3	67,18 m ²	16°C
6.	Pomieszczenie magazynowe nr 4	101,66 m ²	16°C
7.	Pomieszczenie magazynowe nr 5	93,44 m ²	16°C

Dla tak przyjętych założeń obliczono w pierwszej kolejności projektowe obciążenie cieplne. Wyniki obliczeń zostały przedstawione w tabeli 3. Określono moc cieplną urządzeń wymaganą do zaspokojenia potrzeb ogrzewania i wentylacji magazynu. Ponadto wyznaczono sezonowe zapotrzebowanie na energię potrzebną na ogrzanie analizowanego budynku oraz wyznaczono jednostkowy wskaźnik sezonowego zapotrzebowania ciepła. Wartości te są bezpośrednio zależne od rodzaju przechowywanego towaru oraz liczby pracowników, zatrudnionych w obiekcie.

Tab. 3. Charakterystyka energetyczna projektowanego budynku.

L.p.	Rodzaj danych	Wartość
1.	Projektowe obciążenie cieplne budynku F_{HL}	61,68 kW
2.	Sezonowe zapotrzebowanie na energię na ogrzewanie $Q_{H,nd}$	350,2 GJ/rok
3.	Jednostkowy wskaźnik sezonowego zapotrzebowania ciepła EA_H	190,7 kWh/(m ² ·rok)

Jak wynika z wartości, przedstawionych w tabeli 3, aby zaspokoić potrzeby cieplne projektowanego magazynu, źródło ciepła musi posiadać moc grzewczą powyżej 60 kW. W dalszej części pracy zostaną przedstawione trzy warianty rozwiązań źródeł ciepła. Aby uzyskane wyniki były zbliżone do warunków rzeczywistych należy uwzględnić zapotrzebowanie na ciepło w poszczególnych miesiącach; wartości te wraz z rozbiciem na straty spowodowane przez przenikanie przez przegrody i wentylację zostały przedstawione w tabeli 4.

Tab. 4. Bilans energii cieplnej dla magazynu..

L.p.	Miesiąc	$L_{d,m}$ dni	$T_{em,m}$ °C	Q_D GJ/rok	Q_{ve} GJ/rok	$Q_{H,nd}$ GJ/rok	$L_{H,m}$ h
1.	Styczeń	31	-0,6	20,05	59,26	72,85	744
2.	Luty	28	-0,2	17,68	57,84	68,51	672
3.	Marzec	31	4,3	14,25	41,92	43,88	744
4.	Kwiecień	30	8,9	8,53	25,65	19,68	720
5.	Maj	31	12,9	4,14	11,53	2,79	388
6.	Czerwiec	30	17,7	1,05	2,27	0,02	0
7.	Lipiec	31	16,9	1,32	2,70	0,04	0
8.	Sierpień	31	18,4	0,89	1,89	0,02	0
9.	Wrzesień	30	13,9	3,12	8,50	2,45	389
10.	Październik	31	9,4	8,22	23,88	23,10	744
11.	Listopad	30	4,7	13,34	40,51	47,39	720
12.	Grudzień	31	0,3	18,98	56,07	69,42	744
13.	W sezonie	365	8,9	111,58	332,04	350,17	5865

gdzie:

- $L_{d,m}$ – liczba dni w miesiącu,
- $T_{em,m}$ – średnia temperatura zewnętrzna w miesiącu sezonu grzewczego,
- Q_D – straty energii cieplnej przez przegrody budowlane,
- Q_{ve} – straty energii wywołane przez powietrze wentylacyjne,
- $Q_{H,nd}$ – sumaryczne zapotrzebowanie na ciepło,
- $L_{H,m}$ – liczba godzin ogrzewania obiektu w miesiącu.

Analizując wartości przedstawione w tabeli 4 zauważa się, że największą ilość energii należy dostarczyć do magazynu w miesiącach od października do kwietnia, co wynika z tego, że w tych miesiącach panują najniższe temperatury powietrza zewnętrznego. Ich średnie wartości zawarte są w granicach od $-0,6^{\circ}\text{C}$ do $9,4^{\circ}\text{C}$.

3. CHARAKTERYSTYKA ANALIZOWANYCH WARIANTÓW GRZEWCZYCH

Dla magazynu, który stanowi przedmiot tej analizy, zaproponowano trzy systemy grzewcze:

- a) ogrzewanie za pomocą gazowego kotła kondensacyjnego z zamkniętą komorą spalania,
- b) ogrzewanie za pomocą kotła niskotemperaturowego na lekki olej opałowy,
- c) ogrzewanie za pomocą pompy ciepła typu powietrze-woda.

Dystrybucja ciepła we wszystkich trzech przypadkach odbywać się będzie za pomocą wodnego ogrzewania podłogowego z rur wykonanych z tworzywa PE-X. Długość pojedynczej pętli ogrzewania podłogowego nie może przekraczać 150 metrów [3]. W obliczeniach nie uwzględniono kosztów, związanych instalacją zbiornika buforowego oraz osprzętem pomocniczym instalacji wodnego ogrzewania podłogowego.

Na koszty eksploatacyjne i inwestycyjne w zależności od omawianego wariantu składać się będą:

- koszty zakupu urządzenia grzewczego,
- opłaty jednostkowe związane z wybranym paliwem,
- koszty związane z magazynowaniem paliwa,
- opłaty za energię elektryczną,
- koszty inwestycyjne wodnego ogrzewania podłogowego; wynoszą one, wg [8] 196 PLN/m² brutto[8], co przy przemnożeniu przez wielkość powierzchni magazynu daje wartość 99 962 PLN brutto.

W dalszej części przeprowadzono analizę kosztów inwestycyjnych i eksploatacyjnych poszczególnych wariantów ogrzewania co pozwoli na wskazanie rozwiązania najbardziej opłacalnego.

3.1. Wariant I – gazowy kocioł kondensacyjny z zamkniętą komorą spalania

Na potrzeby pokrycia obciążenia cieplnego magazynu, projektuje się jednofunkcyjny kocioł kondensacyjny o mocy nominalnej 65 kW [4]. Ponieważ zasilac będzie instalację ogrzewania podłogowego jego parametry pracy ustalono następująco: temperatura zasilania instalacji osiąga wartość 40°C a temperatura powrotu czynnika grzewczego z instalacji wynosić będzie 30°C . Dzięki odzyskiwaniu ciepła kondensacji kotły te charakteryzują się bardzo wysoką sprawnością osiągającą wartość do 109%. [4]

- a) Obliczenie rocznego zużycia gazu

Aby móc obliczyć roczne zużycie gazu, należy znać średnioroczną sprawność systemu grzewczego, którą wyraża poniższy wzór

$$\eta_{H,tot} = \eta_{H,g} \cdot \eta_{H,e} \cdot \eta_{H,d} \cdot \eta_{H,s} \quad (1)$$

w którym

$\eta_{H,tot}$ – średnia sezonowa sprawność całkowita systemu grzewczego,

$\eta_{H,g}$ – średnia sezonowa sprawność wytwarzania ciepła z nośnika energii lub energii dostarczanych do źródła ciepła,

$\eta_{H,e}$ – średnia sezonowa sprawność regulacji i wykorzystania ciepła w przestrzeni ogrzewanej,

$\eta_{H,d}$ – średnia sezonowa sprawność przesyłu ciepła ze źródła ciepła do przestrzeni ogrzewanej,
 $\eta_{H,s}$ – średnia sezonowa sprawność akumulacji ciepła w elementach pojemnościowych systemu
 ogrzewczego.[5]

Wykorzystując informacje, zawarte w rozporządzeniu [5], ustalono średnie cząstkowe wartości sezonowych sprawności, które wynoszą:

- $\eta_{H,g} = 0,95$,
- $\eta_{H,e} = 0,89$,
- $\eta_{H,d} = 0,96$,
- $\eta_{H,s} = 0,95$.

Podstawiając te wartości do równania (1) uzyskuje się średnią sezonową sprawność całkowitą systemu ogrzewczego, w którym zastosowano gazowy kocioł kondensacyjny, wynosząca

$$\eta_{H,tot} = 0,77. \quad (2)$$

Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku określa się wzorem [5]

$$Q_{obl} = \frac{Q_{H,nd}}{\eta_{H,tot}}. \quad (3)$$

Po podstawieniu i przeliczeniu wartości podanych w tabeli 3 oraz będących wynikiem (2), roczne zapotrzebowanie na energię do ogrzewania $Q_{H,nd}$ wynosi

$$Q_{H,nd} = 454,8 \frac{GJ}{rok}. \quad (4)$$

Przyjmując, że wartość opałowa gazu GZ-50 wynosi 34,41 MJ/m³[14] roczne zużycie gazu do ogrzewania magazynu wyniesie

$$n = 13217,1 \frac{m^3}{rok}. \quad (5)$$

b) Koszty eksploatacyjne, które praktycznie sprowadzają się do kosztów paliwa tj. gazu ziemnego. Roczne zużycie gazu jednoznacznie wskazuje na konieczność zastosowania taryfy gazowej, oznaczonej jako W.4. Wg taryfy, obowiązującej w Górnośląskiej Spółce Gazowniczej, której zasięg obejmuje również Opolszczyznę koszty kształtują się następująco:

- cena gazu – 1,1479 PLN/m³ netto
- abonament – 17,60 PLN/m-c netto
- opłata stała – 164,58 PLN/m-c netto
- opłata zmienna – 0,3284 PLN/m³ netto

Uwzględniając powyższe wartości oraz konieczność zapłaty 23% podatku VAT otrzymuje się 26 690 PLN/rok brutto jako koszt paliwa gazowego.

c) Koszty inwestycyjne

Na koszty inwestycyjne w tym wariantcie składać się będą koszty urządzenia grzewczego oraz koszt wykonania grzewczego ogrzewania podłogowego (jak podano w rozdziale 3 wynosi on 99 962 PLN brutto). Zgodnie z [7] koszt urządzenia grzewczego wraz z wymaganym wyposażeniem wynosi 21943,20 PLN brutto.

Całkowite koszty inwestycyjne wraz z wykonaniem ogrzewania podłogowego wynoszą 121905 PLN brutto.

3.2. Wariant II – olejowy kocioł niskotemperaturowy

W tym rozwiązaniu głównym źródłem ciepła będzie niskotemperaturowy, olejowy kocioł grzewczy o mocy nominalnej 63kW[9] wraz z czynnikiem grzewczym o temperaturze na zasilaniu 40°C i powrocie 30°C. Sprawność kotła waha się w granicach 96%[9].

a) Obliczenie rocznego zużycia oleju

Analogicznie jak w pierwszym wariantcie, aby poznać roczne zużycie paliwa, należy obliczyć średnią sezonową sprawność systemu grzewczego zgodnie z wzorem (1) przy założeniu, że poszczególne składowe wynoszą:

- $\eta_{H,g} - 0,91$
- $\eta_{H,e} - 0,89$
- $\eta_{H,d} - 0,96$
- $\eta_{H,s} - 0,95$

Średnia sezonowa sprawność systemu grzewczego równa się:

$$\eta_{H,tot} = 0,74 \quad (6)$$

Zgodnie ze wzorem (2) obliczeniowa ilość energii, po uwzględnieniu sprawności wyniesie:

$$Q_{obl} = 473,20 \frac{GJ}{rok} \quad (7)$$

Kocioł opalany jest lekkim olejem opałowym, którego wartość opałowa waha się w przybliżeniu 42,8 MJ/kg[10], stąd ilość oleju potrzebna do zaspokojenia potrzeb na ogrzewanie wynosi:

$$n = 11056 \frac{kg}{rok} \quad (8)$$

b) Koszty związane z zakupem oleju opałowego

Cena detaliczna oleju opałowego w Opolu wynosi 4 PLN/dm³ brutto [11]; przyjmując, że gęstość lekkiego oleju opałowego w temperaturze 15°C wynosi 0,85 g/cm³[10], otrzyma się wartość zakupu oleju opałowego wynoszącą 52030 PLN/rok brutto.

c) Koszty inwestycyjne

W skład kosztów inwestycyjnych w rozpatrywanym przykładzie będą wchodzić koszty zakupu urządzenia grzewczego, koszt zbiornika na olej opałowy oraz koszt wykonania grzewczego ogrzewania podłogowego (wg. założeń wynosi on 99962 PLN brutto). Zgodnie z obowiązującym cennikiem producenta koszt urządzenia grzewczego wraz z wymaganym wyposażeniem wynosi 31831 PLN brutto, natomiast koszt inwestycyjny zbiornika na olej opałowy waha się w granicy 3340 PLN brutto [12].

Całkowite koszty inwestycyjne, z uwzględnieniem wykonania ogrzewania podłogowego wynoszą: 135133 PLN brutto.

3.3. Wariant III – pompa ciepła typu powietrze-woda

Ostatnim z rozpatrywanych wariantów systemu grzewczego, jest pompa ciepła typu powietrze-woda. W omawianym przypadku system będzie składał się z dwóch urządzeń połączonych w kaskadę osiągającą moc grzewczą do 70kW[13]. Parametry pracy wynoszą:

- temperatura wody na zasilaniu – 35°C
- temperatura wody na powrocie – 28°C

a) Obliczenie rocznego zużycia energii elektrycznej

Podobnie jak powyżej, aby poznać roczne zużycie energii elektrycznej pobieranej przez urządzenie, należy obliczyć średnią sezonową sprawność dla systemu grzewczego, podczas gdy poszczególne składowe wynoszą:

- $\eta_{H,g} - 3,00$
- $\eta_{H,e} - 0,89$
- $\eta_{H,d} - 0,96$
- $\eta_{H,s} - 0,95$

Zgodnie z wzorem (1):

$$\eta_{H,tot} = 2,44. \quad (9)$$

Zgodnie ze wzorem(2) obliczeniowa ilość energii po uwzględnieniu sprawności wynosi:

$$Q_{obl} = 143,51 \frac{GJ}{rok}. \quad (10)$$

Po przeliczeniu wartości na megawatogodziny, roczne zużycie energii kształtuje się na poziomie:

$$Q_{obl} = 39,9 \frac{MWh}{rok}. \quad (11)$$

b) Koszty związane z zakupem energii elektrycznej

Przy założeniu cen rynkowych dla taryfy całodobowej C11 w Opolu[15], której opłaty wyglądają następująco, dla mocy zamówionej równej 30kW:

- Cena energii elektrycznej – 0,4235 PLN/kWh brutto,
- Opłata handlowa – 17 PLN/m-c brutto,
- Składnik zmienny stawki sieciowej + stawka jakościowa – 7110 PLN brutto,
- Składnik stały stawki sieciowej – 99,63 PLN/m-c brutto,
- Stawka opłaty przejściowej – 24,30 PLN/m-c brutto,
- Abonament okres 1 mies. – 5,90 PLN/m-c brutto.

Otrzymujemy koszty związane z zużyciem energii elektrycznej w skali roku na poziomie 25770 PLN brutto.

c) Koszty inwestycyjne

Do wydatków inwestycyjnych w ostatnim wariantcie wliczone są nakłady związane z zakupem dwóch pomp ciepła typu powietrze-woda oraz koszt wykonania grzewczego ogrzewania podłogowego (według założeń, oscyluje na poziomie 99962 PLN brutto). Zgodnie z cennikiem producenta koszt urządzenia grzewczego wraz z wymaganym wyposażeniem wynosi 169 494 PLN brutto.

Całkowite koszty inwestycyjne wynoszą: 269456 PLN brutto.

3.4. Analiza opłacalności proponowanych rozwiązań

W tabeli 5 przedstawione zostało zestawienie poszczególnych wydatków wybranych wariantów systemów grzewczych.

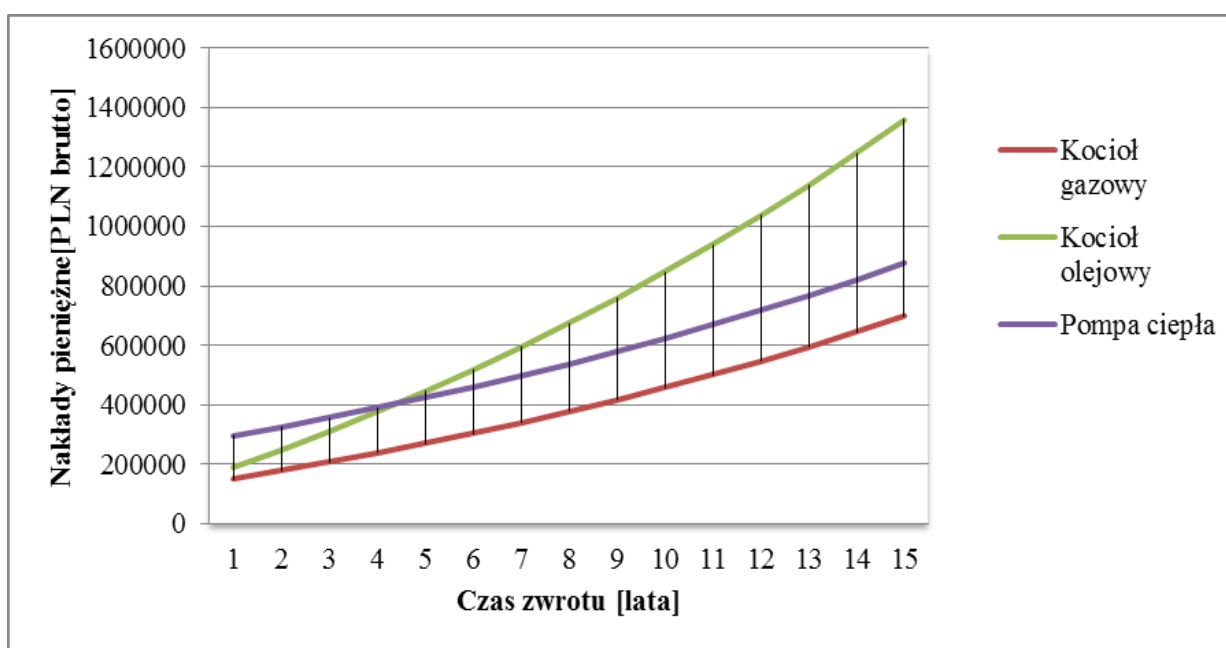
Jak można zauważyć, najdroższym pod względem inwestycyjnym jest wariant III, czyli system grzewczy z zastosowaniem pompy ciepła, typu powietrze – woda; najtańszym pod tym względem okazało się rozwiązanie z kondensacyjnym kotłem gazowym. Biorąc pod uwagę koszty związane z eksploatacją, można wywnioskować, że jak w przypadku wariantu I i III, wartości te są na zbliżonym poziomie, najdroższym rozwiązaniem w tej grupie jest kocioł olejowy.

Tab. 5. Zestawienie zbiorcze poszczególnych kosztów. Źródło: Opracowanie własne.

Rodzaj kosztów	Jednostka	Wariant grzewczy		
		I	II	III
eksploatacyjne	PLN brutto	26690	52030	25770
inwestycyjne		121905	135133	269456
całkowity		148595	187163	295226

Rysunek nr 1 obrazuje jak wygląda nakład wydatków dla poszczególnych wariantów.

Biorąc pod uwagę, że koszt inwestycyjny wariantu III jest dwukrotnie większy od wariantów I i II, natomiast koszty eksploatacyjne zbliżony jest do wariantu I oraz czterokrotnie mniejszym od wariantu II, możemy wnioskować, że rozwiązanie z gazowym kotłem kondensacyjnym w analizowanym przypadku jest najbardziej uzasadnione pod względem ekonomicznym. Założono iż koszty eksploatacyjne będą wzrastać o 5% w skali roku.



Rys. 1. Wykres zależności nakładów pieniężnych od czasu.

Biorąc pod uwagę, że koszt inwestycyjny wariantu III jest dwukrotnie większy od wariantów I i II, natomiast koszty eksploatacyjne zbliżony jest do wariantu I oraz czterokrotnie mniejszym od wariantu II, możemy wnioskować, że rozwiązanie z gazowym kotłem kondensacyjnym w analizowanym przypadku jest najbardziej uzasadnione pod względem ekonomicznym. Założono iż koszty eksploatacyjne będą wzrastać o 5% w skali roku.

WNIOSKI

Wybór odpowiedniego systemu ogrzewania może mieć duży wpływ na roczne koszty związane z eksploatacją obiektu magazynowego, co potwierdza przeprowadzona analiza. Najkorzystniejszym rozwiązaniem pod względem inwestycyjnym okazało się zastosowanie kondensacyjnego kotła gazowego. Pod względem eksploatacyjnym najlepszym rozwiązaniem jest pompa ciepła jednakże wadą tego rozwiązania są bardzo wysokie koszty związane z zakupem jednostki grzewczej natomiast, jeżeli porównać całkowite koszty związane z powyższymi wariantami, które obrazuje rysunek 1, zauważyć można, że najbardziej opłacalnym zastosowaniem jest wybór kondensacyjnego kotła gazowego. Najmniej ekonomicznym opłacalnym rozwiązaniem okazują się zastosowanie kotła na olej opałowy.

Podczas wyboru odpowiedniego ogrzewania dla budynków magazynowych, należy wziąć pod uwagę również położenie geograficzne projektowanego obiektu, rodzaj przechowywanych materiałów

oraz jakie warunki należy spełnić celem odpowiedniego przechowywania np. wilgotność powietrza, wymagana temperatura wewnątrz pomieszczenia. Dzięki tak ściśle określonym kryterium, można wybrać rodzaj i system ogrzewania (chłodzenia) budynku, który będzie najbardziej opłacalnym pod względem ekonomicznym.

Streszczenie

W artykule przedstawione zostało ujęcie kosztów obsługi magazynów, jako integralnej części procesu logistyki. Określono koszty wpływające na cały proces logistyczny, ze szczególnym uwzględnieniem kosztów inwestycyjnych i eksploatacyjnych związanych z utrzymaniem odpowiednich warunków temperaturowych w halach magazynowych. Wskazano kilka stosowanych rozwiązań ogrzewania w budynkach magazynowych. Zaproponowano trzy warianty ogrzewcze dla budynku magazynowego, wraz z określeniem założeń przyjętych podczas obliczeń ciepłno-ekonomicznych dla każdego z wariantów: kotła gazowego kondensacyjnego, kotła niskotemperaturowego na olej opałowy oraz powietrznej pompy ciepła typu powietrze-woda. Dokonano analizy nakładów pieniężnych związanych z kosztami inwestycyjnymi oraz eksploatacyjnymi. Porównano wszystkie trzy warianty pod względem finansowym podczas okresu 15 lat oraz ustalono wariant uzasadniony ekonomicznie dla zakładanego budynku magazynowego.

Słowa kluczowe: systemy grzewcze, magazynowanie, koszty eksploatacyjne

Analysis of the effectiveness of the warehouse operation, as one of the costs of the logistics chain

Abstract

The paper presents the approach of the storage process, as a integral part of the logistic. The paper defines costs which affect the entire logistic process, with particular emphasis on investment and operational costs associated with maintaining proper temperature condition in the warehouses. It also identifies several heating solutions used in the storage buildings. Moreover the paper proposes three options for the warehouse heating system, jointly with the indication of assumptions used in the calculation of thermo-economic data for each of the variants: condensing gas boiler, the boiler low-temperature fuel oil and air heat pump air-water. The expenditure associated with the investment and operating costs was analyzed. All three variants were compared in terms of finance within a period of 15 years, as well as a fixed economically variant for the storage building was defined.

Keywords: heat system, storage, operating costs

BIBLIOGRAFIA

1. Gołemska E., Kompendium wiedzy o logistyce, PWN, Poznań 1999.
2. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie. (Dz. U. 2002 nr 75 poz. 690 z późniejszymi zmianami).
3. Albers J., Dommel R., Montaldo-Ventsam H., Nedo H., Ubelacker E., Wagner J, Systemy centralnego ogrzewania i wentylacji. Poradnik dla projektantów i instalatorów, WNT, Warszawa 2007.
4. Materiały reklamowe firmy Vaillant nt. kotła gazowego VU ecoTEC plus.
5. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 3 czerwca 2014 r. w sprawie metodologii obliczania charakterystyki energetycznej budynku i lokalu mieszkalnego lub części budynku stanowiącej samodzielną całość techniczno-użytkową oraz sposobu sporządzania i wzorów świadectw charakterystyki energetycznej(Dz.U. 2014 poz. 888).
6. Taryfa PGNiG Obrót Detaliczny sp. z o.o. w zakresie obrotu paliwami gazowymi, Warszawa, grudzień 2014.
7. http://www.vaillant.pl/klienci_indywidualni/dokumentacja-2/Cennik/, dostęp w dniu 16.02.2015r.
8. http://ladnydom.pl/budowa/1,106579,15541434,Wodne_ogrzewanie_podlogowe___metody_wykonania_i_koszty.html, dostęp w dniu 16.02.2015r.
9. <http://www.viessmann.pl/pl/dom-jednorodzinny/Ogrzewanie/kotly-olejowe/Vitola-200-stojacy.html>, dostęp w dniu 16.02.2015r.
10. http://www.olej-opalowy.pl/index.php?symbol=olej_opalowy.htm, dostęp w dniu 16.02.2015r.

11. <http://www.petrol.pl/olej-opalowy>, dostęp w dniu 16.02.2015r.
12. <http://www.roth-polska.com/51.htm>, dostęp w dniu 16.02.2015r.
13. <http://www.biawar.com.pl/pompy-ciepla/powietrzne-zewnetrzne/nibe-ap-aw30>, dostęp w dniu 16.02.2015r.
14. <http://www.igg.pl/1/node/91>, dostęp w dniu 04.03.2015r.
15. <http://www.tauron-pe.pl/Firma/Ceny-energii-i-taryfy/taryfy/Firma-wygodna/Strony/firma-wygodna-c11.aspx>, dostęp w dniu 08.03.2015r.

Artykuł został sfinansowany ze środków pracy statutowej nr 18/15 pt. Modelowanie i diagnostyka procesów w urządzeniach ochrony środowiska, realizowanej w Politechnice Opolskiej