

Adam Wojciechowski  
Instytut Logistyki i Magazynowania

## Infrastruktura w przechowywaniu towarów (cz. 1)

Infrastruktura, od zawsze towarzysząca realizowanym procesom magazynowym, ma strukturę składającą się z szeregu elementów wzajemnie powiązanych i ściśle ze sobą współpracujących. Wzajemne powiązanie funkcjonalne elementów infrastruktury oraz odpowiednie ich zastosowanie ma wpływ na warunki przechowywania towarów.

### Zagadnienia ogólne

Na zagwarantowanie prawidłowych warunków przechowywania towarów w logistycznych łańcuchach dostaw zasadniczy mają wpływ:

- technologia magazynowania – zestawienie kolejno następujących po sobie czynności, które należy wykonać w celu zrealizowania określonych zadań procesu magazynowania
- technika magazynowania – system środków technicznych oraz umiejętności posługiwania się nimi w celu wykonania określonych prac w procesie magazynowym; z nimi ściśle związana jest odpowiednia infrastruktura, czyli zespół podstawowych budowli i urządzeń niezbędnych do należytego funkcjonowania procesu magazynowania.

Technika i technologia magazynowania uzależniona jest w dużym stopniu od postaci fizycznej przechowywanych asortymentów, od cech charakteryzujących je, takich jak:

- stan skupienia

- kształt i wymiary asortymentów nieopakowanych
- kształt i wymiary opakowań jednostkowych
- kształt i wymiary opakowań grupowych
- kształt i wymiary opakowań transportowych
- kształt i wymiary jednostek ładunkowych oraz ich masa.

W rzeczywistości cechy charakteryzujące dany produkt mogą ulegać zmianie z uwagi na to, że na przykład z opakowań jednostkowych tworzone są opakowania grupowe i transportowe, a z nich często formowane są paletowe jednostki ładunkowe (p.j.ł.), czy też pakietowe jednostki ładunkowe. Wszystkie jednak asortymenty, luzem, w opakowaniu jednostkowym czy też grupowym, narażone są na oddziaływanie otaczających je czynników klimatycznych, takich jak: wilgotność względna powietrza, temperatura otoczenia, zanieczyszczenie atmosfery, promieniowanie elektromagnetyczne itp. Z tego też względu przechowywane asortymenty podzielić można na następujące grupy:

- odporne na narażenia klimatyczne
- częściowo odporne na narażenia klimatyczne
- nieodporne na narażenia klimatyczne.

Zagwarantowanie prawidłowych warunków dla przechowywanych towarów wymaga wyboru odpowiedniej technologii, z którą wprost związana jest infrastruktura procesów magazy-

nowania. Zalicza się do niej:

- budowle magazynowe
- urządzenia magazynowe
- niektóre urządzenia pomocnicze
- opakowania
- urządzenia transportu technologicznego.

Aby dokonać wyboru najbardziej odpowiedzającej nam technologii, konieczna jest właśnie dobra znajomość infrastruktury procesów magazynowania.

### Infrastruktura procesów magazynowania

#### Budowle magazynowe

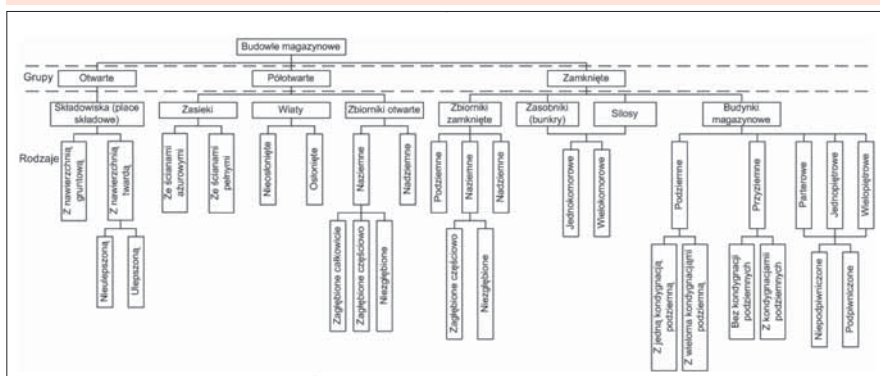
Największy wpływ na warunki przechowywania towarów mają budowle magazynowe, stanowiące wyodrębniony z przestrzeni otwartej przedmiot działalności budowlanej tworzący skończoną całość, połączoną w sposób trwały z gruntem. Budowle magazynowe przeznaczone są do:

- gromadzenia i przechowywania zapasów w różnych ogniach łańcuchów dostaw
- zabezpieczenia zgromadzonych zapasów przed:
  - ubytkami naturalnymi i przypadkowymi stratami ilościowymi,
  - zmianami jakościowymi i/lub użytkowymi.

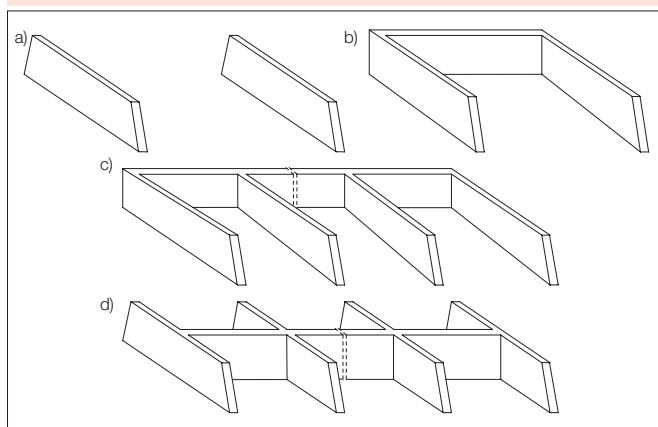
Przeznaczenie budowli magazynowych ma wpływ na ich podział na:

- grupy – budowle uzależnione od stopnia wygradzenia z przestrzeni otwartej
- rodzaje – budowle uzależnione od głównych cech konstrukcyjno – użytkowych, który określony został w normie PN-81/B-01012 *Budowle magazynowe. Podział, nazwy i określenia*. Schemat ogólnego podziału budowli magazynowych na grupy i rodzaje przedstawiono na rys. 1. Budowle magazynowe dzielą się na następujące grupy budowli:
- **otwarte** (składowiska, place składowe), którymi są wydzielone na otwartej przestrzeni place o nawierzchni gruntowej lub twardej

Rys. 1. Ogólny podział budowli magazynowych. Źródło: opracowanie własne na podstawie PN-81/B-01012.



Rys. 2. Budowla magazynowa otwarta – różne formy budowy zasieków: a) jednokomorowa jednorzędowa dwustronna, b) jednokomorowa jednorzędowa jednostronna, c) wielokomorowa jednorzędowa jednostronna, d) wielokomorowa dwurzędowa. Źródło: Opracowanie własne.



- **półotwarte**, którymi są wydzielone z otwartej przestrzeni za pomocą wybudowanych przegród (pionowych i/lub poziomych) obiekty posiadające minimum jeden nie osłonięty bok
- **zamknięte**, którymi są obiekty budowlane całkowicie wydzielone z otwartej przestrzeni za pomocą wybudowanych pionowych i poziomych przegród.

Wśród otwartych budowli magazynowych rozróżnia się ich następujące rodzaje:

- place składowe o nawierzchni gruntowej
- place składowe o nawierzchni twardej.

**Place składowe o nawierzchni gruntowej** charakteryzują się nawierzchnią wykonaną z gruntu rodzimego (nieulepszonego) lub nawiezioneo gruntu ulepszonego mechanicznie, bądź chemicznie. Place składowe tego rodzaju przeznaczone są głównie do składowania materiałów masowych luzem, które odporne są na narażenia klimatyczne. Materiały masowe (sypkie, kawałkowe, bryłowe) składowane są na placach luzem w pryzmach. Nachylenie powierzchni bocznych tych pryzm uzależnione jest od kąta usypowego, charakterystycznego dla każdego materiału sypkiego. Właściwość tą należy o to uwzględnić podczas planowania ich rozmieszczenia w celu zachowania odpowiednich dróg dojazdowych.

Place składowe o nawierzchni twardej charakteryzują się nawierzchnią o grubości wynoszącej ponad 12 cm i wytrzymałości na ściskanie co najmniej 100 MPa, przy najbardziej niekorzystnych warunkach zawilgocenia podłoża. Nawierzchnia twarda placów składowych może być



Rys. 3. Budowla magazynowa półotwarta – wiata nieosłonięta. Źródło: Materiały prospektowe.

ulepszona nawierzchnią pyłącą wykonaną z tłucznia lub bruku, bądź ulepszoną, niepyłącą, w postaci nawierzchni bitumicznej lub betonowej. Place składowe tego rodzaju są przeznaczone do składowania zarówno materiałów masowych luzem jak i wszystkich innych, nie uformowanych lub uformowanych w jednostki ładunkowe, które również odporne są na narażenia klimatyczne. Towary uformowane w jednostki ładunkowe mogą być składowane blokowo lub rzędowo oraz na urządzeniach do składowania.

Kolejną grupę budowli magazynowych stanowią półotwarte, którymi są wydzielone z otwartej przestrzeni za pomocą wybudowanych przegród obiekty, posiadające minimum jeden nieosłonięty bok (tzn. nie posiadają jednej ściany). W tej grupie rozróżnia się następujące rodzaje budowli:

- zasieki
- wiaty
- zbiorniki otwarte.

Zasieki to przegrody wybudowane w postaci pionowych, pełnych lub ażurowych ścian oporowych dla składowanych materiałów masowych luzem (sypkich, kawałkowych, czy bryłowych), które odporne są na narażenia klimatyczne. W praktyce zasieki mogą posiadać postać pokazaną na rys. 2. Zastosowanie zasieków pozwala na zwiększenie wykorzystania przestrzeni składowania w wyniku likwidacji wolnej przestrzeni, która wynika z kąta usypowego danego materiału sypkiego.

Wiaty są to obiekty z dachem i maksymalnie trzema ścianami, których zadaniem jest ochrona różnych składowanych zapasów, głównie przed opadami atmosferycznymi, częściowo nasłonecznieniem i ewentualnie wiatrem. W tej grupie budowli rozróżnia się następujące ich rodzaje:

- wiaty osłonięte – obiekty posiadające dach na słupach oraz co najmniej jedną ścianę zewnętrzną lub jednym bokiem przylegające do innego budynku (przykład przedstawiono na rys. 3)
- wiaty nieosłonięte – obiekty posiadające dach na słupach, bez ścian zewnętrznych, nie przybudowane.

Zbiorniki otwarte są to obiekty posiadające ściany i dno, ale pozbawione przykrycia. W grupie tych budowli rozróżnia się następujące ich rodzaje:

- zbiorniki naziemne
- zbiorniki nadziemne.

Zbiorniki otwarte naziemne są to obiekty posiadające górną ścianę powyżej lub na poziomie przyległego terenu, zaś dno na poziomie tego terenu lub poniżej niego. Stąd też zbiorniki te mogą być:

- zagłębione całkowicie – górna krawędź ich ścian znajduje się na poziomie otaczającego terenu
- zagłębione częściowo – górna krawędź ich ścian znajduje się na poziomie otaczającego terenu, a dno poniżej
- niezagłębione – ich dno znajduje się na poziomie otaczającego terenu.

Zbiorniki otwarte nadziemne są to obiekty, których dno położone jest (na przykład na słupach) powyżej przyległego terenu.

Wszystkie zbiorniki otwarte przeznaczone są do składowania substancji ciekłych, które odporne są na narażenia klimatyczne.

Jedną z ważniejszych grup budowli magazynowych



Rys. 4. Budowla magazynowa zamknięta – zbiornik zamknięty naziemny. Źródło: Fot. własna.

stanowią budowle zamknięte. Ta grupa budowli magazynowych przeznaczona jest do składowania zapasów nieodpornych na narażenia klimatyczne. Wśród budowli zamkniętych rozróżnia się ich następujące rodzaje:

- zbiorniki zamknięte
- zasobniki (bunkry)
- silosy
- budynki magazynowe.

Zbiorniki zamknięte są to obiekty jedno- lub wielokomorowe, całkowicie zabudowane, przeznaczone do przechowywania substancji ciekłych lub gazowych. Zbiorniki te mogą być:

- podziemne, czyli takie:
  - których wierzchnie przykrycie znajduje się poniżej przyległego terenu lub równo z nim,
  - które położone są częściowo powyżej otaczającego terenu, ale obsypane warstwą gruntu,
- naziemne, czyli obiekty:
  - częściowo zagłębione, których dno znajduje się poniżej, a przykrycie powyżej otaczającego terenu,
  - niezagłębione, których dno znajduje się na poziomie otaczającego terenu (przykład przedstawiono na rys. 4).
- nadziemne, czyli takie których dno znajduje się powyżej otaczającego terenu.

Zasobniki (bunkry) są to jedno- lub wielokomorowe obiekty, charakteryzujące się dnem w kształcie leja ułatwiającego opróżnianie i niewielkim stosunkiem wysokości  $h$  komory do jej wymiaru rzutu poziomego  $s$  ( $h/s \leq 1,5$ ), przeznaczone do składowania materiałów sypkich: bryłowych, kawałkowych lub ziarnistych.

Silosy są to jedno- lub wielokomorowe obiekty, charakteryzujące się również dnem w kształcie leja ułatwiającego opróżnianie oraz wysokim stosunkiem wysokości  $h$  komory do jej wymiaru rzutu poziomego  $s$  ( $h/s \geq 1,5$ ), przeznaczone także do składowania materiałów sypkich: bryłowych, kawałkowych lub ziarnistych (przykład przedstawiono na rys. 5).

Budynki magazynowe są to zamknięte obiekty budowlane, posiadające wydzielone pomieszczenia, przeznaczone do składowania różnorodnych zapasów w odpowiednio do tego celu przystosowanych warunkach. Nowoczesne budynki magazynowe charakteryzują się kształtem i parametrami

dostosowanymi do wielkości posiadanej działki oraz przyjętej technologii procesu magazynowania.

W zależności od położenia w stosunku do otaczającego terenu rozróżnia się budynki magazynowe:

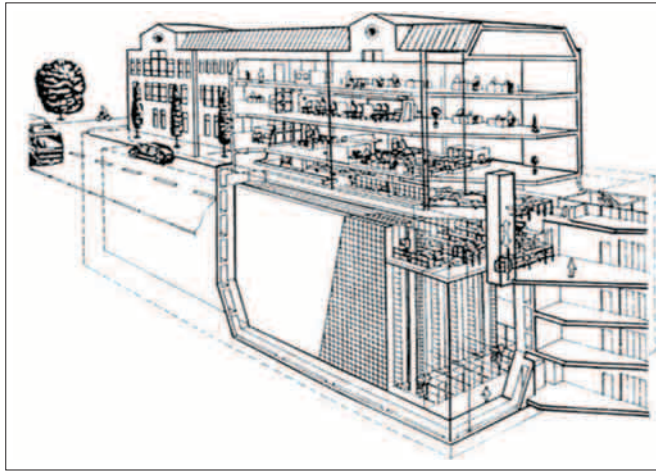
- podziemne – budynki magazynowe posiadające jedną lub więcej kondygnacji, których powierzchnia stropu najwyższej kondygnacji położona jest poniżej lub równo ze średnim poziomem przyległego terenu (przykład przedstawiono na rys. 6)
- przyziemne – budynki magazynowe posiadające kondygnację przyziemną, w której dolna powierzchnia stropu znajduje się powyżej, a górna powierzchnia podłogi leży poniżej średniego poziomu przyległego terenu oraz posiadające lub nie kondygnacje podziemne
- parterowe – budynki magazynowe posiadające tylko jedną kondygnację nadziemną (parter), w której górna powierzchnia posadzki znajduje się na poziomie lub powyżej średniego poziomu przyległego terenu, podpiwniczone lub niepodpiwniczone (przykład pokazano na rys. 7),
- piętrowe – budynki magazynowe posiadające dwie kondygnacje nadziemne (parter i piętro), podpiwniczone lub niepodpiwniczone
- wielopiętrowe – budynki magazynowe posiadające więcej niż dwie kondygnacje nadziemne, niepodpiwniczone lub podpiwniczone (przykład przedstawiono na rys. 8).

W zależności od przeznaczenia zaprezentowane rodzaje budynków magazynowych oraz przyjętego rozwiązania technologicznego – organizacyjnego, ich kondygnacje mogą posiadać różną powierzchnię i wysokość, nawet ponad 45 m. Dla tej grupy budowli istotne znaczenie mają parametry cieplne ich przegród. Parametry te posiadają wpływ na stopień oddziaływania zewnętrznych warunków atmosferycznych, na mikroklimat panujący wewnątrz obiektu magazynowego, a w konsekwencji na zastosowane rozwiązania konstrukcyjne oraz rodzaj użytych materiałów budowlanych.

Specyficznym rodzajem budynków magazynowych są chłodnie, obiekty budowlane stanowiące jeden z elementów łańcucha chłodniczego, którego cechą charakterystyczną jest zachowanie ciągłości. Wymagania ustalone dla zachowania odpowiednich warunków w całym łańcuchu są równie ważne dla wszystkich jego ogniw. Nawet niewielkie zaniedbanie techniczne w składowaniu, czy transporcie, może doprowadzić prawidłowo zamrożony



Rys. 5. Budowla magazynowa zamknięta – silosy. Źródło: Materiały prospektowe.



Rys. 6. Budowla magazynowa zamknięta – budynek magazynowy podziemny. Źródło: [2]

produkt do utraty właściwości. W celu zachowania odpowiednich warunków składowania rozróżnia się:

- chłodnie zakładowe (produkcyjne), zlokalizowane bezpośrednio przy zakładach produkcyjnych (na ogół przy halach produkcyjnych), których celem jest przejście wyprodukowanych wyrobów spożywczych i przechowanie ich w komorach chłodniczych, w odpowiednich warunkach
- chłodnie składowe – budynki magazynowe stanowiące jedno z ogniw pośrednich pomiędzy produkcją a dystrybucją, służące przechowaniu przyjętych produktów w komorach o odpowiednich warunkach
- chłodnie dystrybucyjne – obiekty spełniające tę samą funkcję co ww., które – o ile to możliwe – należy eliminować z łańcucha chłodniczego, zastępując je komorami dystrybucyjnymi w chłodniach składowych lub specjalnymi komorami, składanymi na zapleczech centrum sprzedaży. Pod względem stosowanych rozwiązań konstrukcyjnych oraz zasad eksploatacji chłodnie nie różnią się. Różnica pomiędzy chłodnią produkcyjną a składową wynika z ich zdolności mrożenia. W praktyce spotkać można chłodnie:
  - piętrowe (budowane w Polsce do końca lat 50. XX w.) – obiekty posiadające kondygnacje o wysokości  $3 \div 3,6$  m, w których przeładunek realizowano ręcznie
  - parterowe (zalecane później) budowle posiadające komory o wysokości sięgającej 30 m w przypadku ich wyposażenia w systemy regałów, w których składowanie produktów realizowane jest za pomocą układnic.Chłodnie podzielone są na komory chłodnicze otoczone przegrodami o dużej izolacyjności cieplnej i paroszczelności, posiadające bezpośrednie wyjścia na rampy. W komorach tych następuje przejście ciepła ze składowanych produktów przez odparowujący czynnik chłodniczy w pa-



Rys. 7. Budowla magazynowa zamknięta – budynek magazynowy parterowy. Źródło: Fot. własna.

rownikach, będących częścią chłodziń zamontowanych wewnątrz każdej z komór. Ze względu na warunki temperaturowe panujące wewnątrz komory (według [1]) dzielą się na:

- komory chłodzińcze – zakres temperatur  $0 \div +10^{\circ}\text{C}$ , w tym komory chłodzińcze tzw. okołozerowe (temperatura  $\pm 1^{\circ}\text{C}$ )
- komory mroźnicze – zakres temperatur  $-5 \div -10^{\circ}\text{C}$ , w tym komory mroźnicze tzw. standardowe (temperatura  $-18 \div -20^{\circ}\text{C}$ )
- komory mroźnicze głębokiego mrożenia – temperatura  $\approx -30^{\circ}\text{C}$ .
- komory z atmosferą kontrolowaną.

Bardzo ważnymi elementami nowoczesnych komór w chłodzińcach są drzwi chłodzińcze oraz śluzy, albowiem różnica temperatur w okresie letnim może wynosić:

- $60^{\circ}\text{C}$  pomiędzy komorą a rampą otwartą
- $40^{\circ}\text{C}$  pomiędzy komorą a rampą zamkniętą.

Taka różnica temperatur i związana z nią różnica gęstości powietrza powoduje powstanie różnicy ciśnień na zewnątrz i wewnątrz komory, a to powoduje intensywną wymianę powietrza w czasie, gdy drzwi pozostają otwarte. Ma to szczególnie istotne znaczenie przy dużej rotacji produktów. Zastosowanie drzwi o odpowiednio dobranej konstrukcji zmniejsza intensywność wymiany powietrza i obniża poziom zużycia energii niezbędnej do zachowania odpowiednich warunków wewnątrz komory, a tym sa-



Rys. 8. Budowla magazynowa zamknięta – budynek magazynowy wielopiętrowy. Źródło: Hi-LEVEL, Voestalpine Krems Finaltechnik.

mym wpływa na zapewnienie prawidłowych warunków dla przechowywanych produktów.

W nowoczesnych chłodzińcach drzwi prowadzące na rampę wyposażane są w specjalne śluzy izolowane termicznie, stanowiące szczelny łącznik pomiędzy komorą a skrzynią ładunkową samochodu, które wpływają na dalsze ograniczenie intensywności wymiany ciepła przez otwory drzwiowe. Zastosowanie takiego rozwiązania w praktyce wpływa na poprawę zachowania właściwych warunków przechowywania zamrożonych produktów.

Składowanie produktów w komorach chłodziń może odbywać się zarówno w technologii statycznej, jak też dynamicznej. Ze względów funkcjonalnych, w jednym i drugim przypadku składowanie prowadzone jest z wykorzystaniem piętrzenia na wysokość magazynu. Jest to możliwe tylko przy wykorzystaniu różnych urządzeń do składowania oraz pomocniczych, które zaprezentowane zostaną w dalszej części artykułu. Wpływ na dobór właściwej technologii składowania ma wiele czynników (wielkość partii, okres składowania itp.), jednak powinien wynikać z analizy ekonomicznej.

Budynki magazynowe muszą spełniać ponadto szereg różnych wymagań, wynikających z dokumentów (przepisów) prawnych oraz warunków przechowywania asortymentów, które mają być w nich magazynowane. Podstawowymi dokumentami prawnymi, określającymi istotne wymagania dla budynków (również magazynowych), są:

- Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (tekst jednolity Dz. U. Nr 207 z 2003, poz. 2016)
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. Nr 75 z 2002, poz. 690, z późniejszymi zmianami)
- Ustawa z dnia 24 sierpnia 1991 r. o ochronie przeciwpożarowej (j.t. Dz. U. Nr 147 z 2002, poz. 1229, z późniejszymi zmianami)
- Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 21 kwietnia 2006 r. w sprawie ochrony przeciwpożarowej budynków, innych obiektów budowlanych i terenów (Dz. U. 2006 nr 80 poz. 563).

Bardziej lub mniej szczegółowe wymagania dotyczące budowli magazynowych, wynikające z warunków przechowywania różnych asortymentów, zawarte są jeszcze w wielu branżowych dokumentach prawnych i normatywnych.

Kolejna część artykułu poświęcona będzie następnemu elementowi infrastruktury, którym są urządzenia magazynowe, również odgrywające ważną rolę w przechowywaniu towarów.

#### LITERATURA:

- [1] Praca zbiorowa pod red. Bolesława Gazińskiego, Technika chłodzińcza dla praktyków. Przechowalnictwo i transport, SYSTHERM SERWIS, Poznań 2003
- [2] Korzeń Zb., Logistyczne systemy transportu bliskiego i magazynowania. Tom 1 – Infrastruktura, technika, informacja, ILiM, Poznań 1998
- [3] Güterumschlag – Lagern und Verteilen. Hochraumlager. Flächenlager. Umschlaggebäude, Verlag Geogr. D. W. Callwey, München 1970
- [4] PN-81/B-01012 Budowle magazynowe. Podział, nazwy i określenia