

Obiekty do przechowywania owoców, warzyw lub ziemniaków

Andrzej Chądziński¹, Marek Piróg²

¹ *Zakład Konstrukcji i Budownictwa Ogólnego, Wydział Architektury, Politechnika Wrocławska,
e-mail: andrzej.jerzy.chadzynski@pwr.wroc.pl*

² *Zakład Konstrukcji i Budownictwa Ogólnego, Wydział Architektury, Politechnika Wrocławska,
e-mail: marek.pirog@pwr.wroc.pl*

Streszczenie: Prawidłowo zaprojektowane i zrealizowane specjalistyczne obiekty przechowalnicze gwarantują skuteczne przechowywanie omawianej grupy ziemiopłodów. Pozwalają one na pełne uniezależnienie całego procesu przechowywania, uszlachetniania i obrotu towarem od warunków klimatu zewnętrznego. Przechowalnie i chłodnie tworzą obecnie wysoce wyspecjalizowaną grupę obiektów zaplecza rolno-spożywczego. Program projektowanego obiektu stanowi podstawę kształtowania jego układu funkcjonalnego i bryły. W obiekcie przechowalniczym jest on podporządkowany technologii, a układ funkcjonalno-przestrzenny budynku wynika z układu ciągu technologicznego. Obiekt kubaturowy będący obudową technologicznego procesu przechowywania powinien stanowić możliwie zamkniętą i szczelną przestrzeń mikroklimatyczną a tworzący go system przegród budowlanych wraz z urządzeniami klimatyzacyjnymi powinien umożliwiać utrzymywanie żądanych parametrów mikroklimatu wnętrza na wymaganym stałym poziomie. Czynniki mikroklimatu decydującymi o warunkach przechowywania są: temperatura, wilgotność względna powietrza, skład gazowy otaczającej ziemiopłody atmosfery i ruch powietrza w pomieszczeniu składowym.

Słowa kluczowe: przechowywanie owoców, warzyw, ziemniaków, obiekt, funkcja, forma

1. Wprowadzenie

Programowym rozwinięciem metody realizacji celu, postrzeganym jako przeznaczenie obiektu jest jego funkcja. Stanowi ona podstawę kształtowania układu funkcjonalno-przestrzennego i bryły budynku. Program obiektu przechowalniczego jest podporządkowany technologii a jego układ funkcjonalny wynika z układu ciągu technologicznego. Podstawowe zadania przechowalni i chłodni sprowadzają się do:

- możliwie długiego przechowywania ziemiopłodów w jak najlepszym stanie, a więc do kontrolowanego spowalniania procesu dojrzewania oraz zachowania i kształtowania jakościowych walorów produktów,
- stworzenia właściwych warunków technicznych i organizacyjnych do realizacji procesów technologicznych związanych z przygotowaniem surowca do składowania i jego przetworzenia w atrakcyjny handlowo produkt [1].

Proces przechowywania owoców, warzyw i ziemniaków musi być realizowany w warunkach bardzo ostrych wymagań mikroklimatycznych. Charakteryzuje je niska temperatura przechowywania ($-2 \div 8$ °C) i bardzo wysoka wilgotność względna powietrza (80 do 98%). Na uzyskiwane efekty końcowe wyraźny wpływ wywiera stabilność czynników mikroklimatu (głównie temperatury). Wahaniami temperatury masy surowca nie powinny przekraczać $\pm 0,5$ °C a wilgotności względnej powietrza nie powinny być większe od $\pm 2\%$ [2], [3].

2. Typologia obiektów przechowalniczych

Prowadzone przez autorów niniejszego opracowania badania w tym zakresie doprowadziły do wyodrębnienia czterech podstawowych, najczęściej pojawiających się w projektach i praktyce typów układów funkcjonalno-przestrzennych.

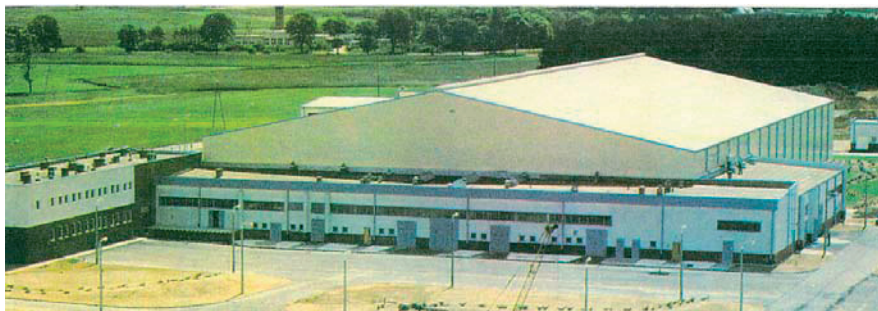
Typ pierwszy to budynek będący trójnawową halą. Do przechowywania ziemio-
plodów służą tu dwa rzędy pomieszczeń składowych, przylegających z obydwu stron do
centralnie usytuowanego korytarza manipulacyjnego, bardzo często zamykanego na
końcach przedsiódkami (rys.2a).

Typ drugi reprezentują obiekty o funkcji będącej rozbudową poprzedniego układu.
W tym przypadku dwa zespoły pomieszczeń składowych zostały rozmieszczone po
obydwu stronach środkowego korytarza komunikacyjnego, łączącego przestrzenie
składowe obiektu z usytuowanym w szczycie budynku pomieszczeniem manipulacyjnym –
sortownią (rys.2b). Wariantem obiektu typu drugiego jest układ funkcjonalny
z pomieszczeniami składowymi sytuowanymi tylko po jednej stronie korytarza komunika-
cyjno-manipulacyjnego i sortownią usytuowaną od czoła komór, na końcu obiektu (rys.
2c).

Typ trzeci powstaje, gdy powierzchnia manipulacyjna, będąca jednocześnie sortow-
nią jest sytuowana u czoła rzędu komór (rys. 2d).

Typ czwarty ma centralnie sytuowaną przestrzeń manipulacyjną, obudowaną po
obwodzie pomieszczeniami składowymi (rys. 2e).

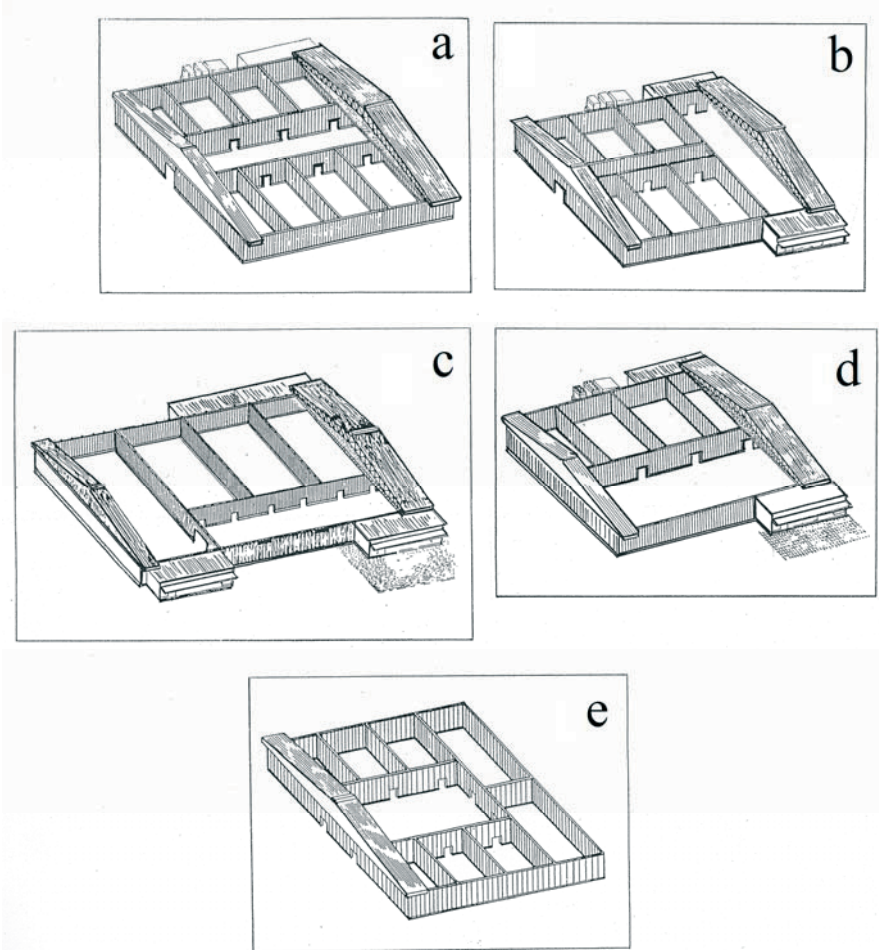
Grupę obiektów do przechowywania wymagającą dodatkowego omówienia tworzą
przechowalnie i chłodnie komorowe. W nowych chłodniach z normalną i kontrolowaną
atmosferą występuje obecnie tylko jeden rodzaj pomieszczenia składowego. Jest to
komora. Służy ona do składowania ziemio-
plodów luzem i w jednostkach ładunkowych
(skrzyniopalety, skrzynki umieszczane na palecie płaskiej). Jest w pełni oddzielona
systemem termoizolujących przegród budowlanych od innych pomieszczeń obiektu. Ma
płaską podłogę. Komora jako najbardziej uniwersalny typ pomieszczenia przechowalnicz-
ego pozwala na utrzymywanie odrębnych warunków mikroklimatycznych w każdym z
wydzielonych pomieszczeń. Obiekty takie pozwalają na przechowywanie dowolnego
rodzaju owoców, warzyw lub ziemniaków w sposób najwłaściwszy dla określonego
gatunku czy odmiany. Przechowalnie i chłodnie z komorami i wydzieloną odpowiednio
dużą przestrzenią manipulacyjną, zdaniem autorów opracowania, najlepiej odpowiadają
wymogom współczesnego przechowalnictwa. Pozwalają one na wielowariantowe
wykorzystywanie powierzchni i kubatury obiektu oraz właściwe rozmieszczenie w
przestrzeni produkcyjnej ciągów technologicznych i systemów regulujących mikroklimat
powierzchni składowych [4].



Rys. 1. Chłodnia w konstrukcji stalowej z lekką obudową [3]

Obiekty typu pierwszego są najczęściej małymi i średnimi przechowalniami pro-
ducenckimi starszego typu. Brak w nich wydzielonej sortowni, jej rolę pełni szeroki
korytarz przejazdowy. Rozwiązanie takie mogłoby być zadowalające przy założeniu, że
ziemio-
plody dostarczane do przechowalni już w czasie zbiorów zostały właściwie
przygotowane do składowania. W praktyce nie zawsze jest to możliwe. Ze względu na
niekorzystne warunki atmosferyczne w czasie zbioru, często z konieczności wstępna
obróbka zbiorów następuje w korytarzu przejazdowym. Powoduje to znaczne zanieczysz-
czenie wnętrza obiektu a pojawiające się kolizje ciągu obróbki surowca z ciągami
transportowymi utrudniają prowadzenie jednocześnie większej liczby zabiegów technolo-

gicznych. Wyraźnie niekorzystny wpływ na jakość składowanego materiału mogą tu wywierać niesprzyjające warunki atmosferyczne panujące w czasie załadowywania i opróżnienia komór składowych.



Rys. 2. Zestawienie typów funkcjonalnych naziemnych obiektów przechowalniczych: a) układ z centralnym korytarzem komunikacyjno- manipulacyjnym, b) układ z sortownią sytuowaną u czoła budynku, c) układ z korytarzem komunikacyjno-manipulacyjnym, u czoła rzędu komór i dodatkową powierzchnią manipulacyjną u czoła budynku, d) układ z powierzchnią manipulacyjną sytuowaną u czoła rzędu komór, e) układ z centralnie usytuowaną przestrzenią manipulacyjną [3]

Drugi i trzeci typ układu funkcjonalnego wykorzystywany może być przy projektowaniu większych obiektów. Rosnąca pojemność składowa oraz rozszerzony zakres obróbki wstępnej i końcowej skutkują większym nasyceniem maszynami i urządzeniami technologicznymi wnętrza budynku. Zastosowane układy funkcjonalno-przestrzenne muszą więc uwzględniać większe zapotrzebowanie na powierzchnię manipulacyjną. Wydzielenie sortowni, jako wyodrębnionego funkcjonalnie pomieszczenia, pozwala na sprawniejszą realizację procesów technologicznych poprzedzających i kończących proces długotrwałego przechowywania. Rozwiązania z układem funkcjonalno-przestrzennym typu drugiego i z dużą liczbą komór nadmiernie wydłużają ciągi komunikacyjne. Ponadto korytarz, to duża strata powierzchni składowej. Korzystniejsze wydaje się rozwiązanie grupujące komory bezpośrednio przy sortowni (typ funkcjonalny trzeci). Dla obiektów bardzo dużych

najodpowiedniejszy wydaje się być typ funkcjonalny czwarty, w którym duża liczba pomieszczeń składowych przylega bezpośrednio do sortowni. Wiele zrealizowanych wcześniej przechowalni charakteryzuje się błędami funkcjonalnymi. Były one przyczyną poważnych strat jakie ponoszono w procesie przechowywania.

3. Struktura obiektów przechowalniczych

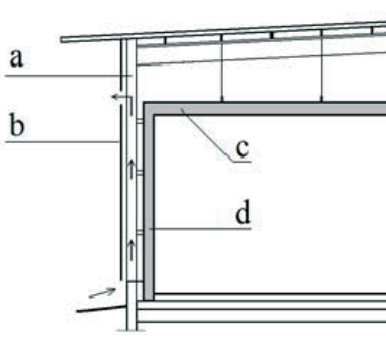
Większość obiektów do przechowywania owoców, warzyw i ziemniaków, bez względu na ich rodzaj, to budynki halowe jedno lub wielonawowe o konstrukcji szkieletowej. Różnice w zastosowanych rozwiązaniach konstrukcyjnych i materiałowych wynikają między innymi z przyjętego sposobu składowania. Obecnie za najbardziej uniwersalny typ obiektu uważa się budynek z komorami chłodniczymi lub przechowalniczymi. Przechowalnie i chłodnie komorowe składają się z określonej liczby oddzielonych od siebie i od innych pomieszczeń komór oraz powierzchni sortowniczej, komunikacyjnej, pomocniczej i administracyjnej. Komory są obudowane systemem szczelnych zimnochronnych przegród o odpowiednio dużej izolacyjności termicznej. Tak rozwiązany obiekt umożliwia równoczesne przechowywanie w jednym budynku gatunków i odmian o różnych wymaganiach klimatycznych. System termoizolacyjnych przegród budowlanych komór pozwala na efektywną pracę kształtujących mikroklimat wnętrza urządzeń tylko w tych pomieszczeniach składowych, które są wypełnione surowcem. Chłodnie komorowe wyposażone w system przegród budowlanych z izolacją gazoszczelną umożliwiają przechowywanie ziemiopłodów w kontrolowanej atmosferze. Projektowane i realizowane przechowalnie i chłodnie mogą mieć bardzo zróżnicowaną powierzchnie składową. W przechowalniach produkcyjnych pojemność składowa obiektu jest dostosowana do wielkości i struktury planowanych zbiorów [3].

Do wznoszenia przegród budowlanych tego typu obiektów należy stosować materiały mało nasiąkliwe o bardzo małym współczynniku przewodzenia ciepła λ i dużej odporności na korozję biologiczną, obustronnie osłonięte szczelnymi przeponami pełniącymi rolę obudowy usztywniającej element i dobrze chroniącej wnętrze przed dyfuzją pary wodnej [5]. Duże i średnie chłodnie są obecnie budowane z wykorzystaniem lekkich konstrukcji nośnych (głównie stalowych) i lekkich obudów z płyt warstwowych [6]. Do wykonywania obudowy zimnochronnej komór chłodniczych stosuje się płyty warstwowe z rdzeniem z twardej pianki poliuretanowej lub styropianu i obustronną obudową z blachy stalowej lub aluminiowej. Panele ścienne i stropowe należy mocować do konstrukcji w taki sposób i stosując takie łączniki, by uniezależnić obudowę zimnochronną komory od ruchów termicznych stalowego szkieletu nośnego i zewnętrznej obudowy całego obiektu. Taki efekt można uzyskać dzięki mocowaniu paneli do rygli i wiązarów za pomocą łączników, które gwarantują możliwość swobodnego przemieszczania się elementów względem siebie. Obudowa chłodnicza komór nie jest więc sztywno łączona z konstrukcją. Łączniki wykorzystywane do mocowania elementów ściennych i stropowych nie powinny w sposób ciągły przebijać warstw termoizolacji paneli, a więc tworzyć mostków termicznych. Te obniżają izolacyjność cieplną przegród, a tym samym pogarszają efektywność chłodzenia. Przyczyniają się także do nadmiernego zużycia energii. Skutkuje to wydłużeniem czasu pracy urządzeń chłodniczych. Stalowa konstrukcja nośna obiektu powinna być tak rozwiązywana, żeby w połączeniu z obudową zimnochronną komór nie tworzyła mostków termicznych. Nie dopuszcza się rozwiązań, w których słupy konstrukcji stalowej przebijają panele przegród.

Warstwowe przegrody przechowalni i chłodni narażone są na oddziaływanie pojawiających się w ich strukturze wewnętrznej naprężeń termicznych. Ściany i stropy komór chłodniczych rozdzielają środowiska, których temperatury mogą się od siebie znacznie różnić. W takich przypadkach odkształcenia termiczne okładzin są różne po obydwu stronach przegrody. Może to skutkować wygięciem elementów ze strzałką w kierunku ośrodka cieplejszego. Wygięcie może prowadzić także do rozwarstwienia rdzenia termoizolacyjnego lub odpajania się okładzin.

Przechowalnie i chłodnie z lekką konstrukcją halową, ze szkieletem nośnym stalowym są podatne na działanie wiatru. Wywołana wiatrem praca takiego ustroju nośnego jest o tyle niebezpieczna, że niewłaściwie (zbyt sztywno) połączone z nim elementy stanowiące obudowę zimnochronną komór chłodniczych mogą się nieznacznie przemieszczać wraz z

konstrukcją. To skutkować może rozszczelnieniem się złączeń. Taki stan jest nie do zaakceptowania o ile w komorach utrzymywana ma być atmosfera o zmodyfikowanym składzie gazowym. W chłodniach projektowanych i realizowanych w Polsce w latach 80-tych i 90-tych XX wieku na uwagę zasługuje nowe podejście do zagadnienia rozwiązywania stalowej konstrukcji nośnej i lekkiej obudowy komór chłodniczych. Podstawowa zasada jaką tam przyjęto sprowadzała się do eliminowania sztywnego wiązania ze sobą stalowej konstrukcji nośnej obiektu i lekkiej obudowy komór chłodniczych. Rozwiązanie takie gwarantowało dużą szczelność obudowy zimnochronnej. Wymagało jednak zabezpieczenia jej środkami technicznymi przed oddziaływaniem wiatru. W celu zabezpieczenia ścian zimnochronnych, stanowiących obudowę komór chłodniczych, przed bezpośrednim oddziaływaniem na nie wiatru, system przegród wewnętrznych osłonięto dodatkową, mocowaną na zewnątrz konstrukcji nośnej obiektu obudową z blach fałdowych. Wolna przestrzeń, która tworzy się między izolującą termicznie ścianą i blachą fałdową jest naturalnie wentylowana.



Rys. 3. Schemat lokalizacji komory chłodniczej w obiekcie: a) słup konstrukcji hali, b) ściana osłonowa, c) panel dachowy obudowy komory chłodniczej, d) panel ścienny obudowy komory chłodniczej

Zewnętrzna pozioma przegroda budowlana obiektu przechowalniczego powinna być rozwiązywana jako dwudzielny ustrój złożony z zimnochronnego stropu zakładanego nad zespołem komór przechowalniczych i wodochronnego pokrycia dachowego, oddzielnego od stropu z izolacją termiczną przestrzenią naturalnie wentylowanego poddasza. Przestrzeni tej nie należy wykorzystywać jako kanału wywiewnego dla instalacji wentylacyjnej. Wyprowadzane z pomieszczeń składowych powietrze ma bardzo wysoką wilgotność względną i niską temperaturę. Niewielkie obniżenie temperatury w pustce powietrznej będzie powodować wykraplanie się pary wodnej. Gromadząca się w pustce powietrznej wilgoć przyspiesza korozję konstrukcji nośnej stropodachu.

4. Przegroda budowlana a mikroklimat pomieszczeń składowych

W obiektach przechowalniczych projektowanie ciepłno-wilgotnościowe przegród budowlanych należy rozpatrywać dwójako. Po pierwsze, dla niskich temperatur otoczenia w ziemie izolacja termiczna przegród budowlanych powinna zapobiegać przemrożeniu zgromadzonych ziemioplodów i eliminować rosenie z powierzchni surowca i wewnętrznego lica ściany. Po drugie, przegrody budowlane powinny stanowić barierę dla napływającego do pomieszczenia składowego ciepła i pary wodnej w warunkach charakterystycznych dla klimatu otoczenia obiektu okresu późnej wiosny. Optymalizowanie parametrów termoizolacyjnych charakteryzujących przegrody budowlane obiektu przechowalniczego wymaga sporządzenia bilansu cieplnego pomieszczeń składowych dla całego okresu przechowywania. Zakłada się, że pomieszczenia składowe ogrzewane są ciepłem pochodzącym z oddychania ziemioplodów. Składowany surowiec schładzany jest zimnym powietrzem z otoczenia obiektu lub sztucznie wytwarzanym chłodem. W obiektach tego rodzaju izolacja termiczna jest umieszczana po wewnętrznej stronie konstrukcji.

5. Podsumowanie

Owoce, warzywa i ziemniaki dostarczane odbiorcy w stanie surowym muszą spełniać wymagania współczesnego rynku. Powinny one stać się atrakcyjnym handlowo towarem wysokiej jakości. W tym celu należy stworzyć zaplecze techniczne przechowalnictwa odpowiadające światowym standardom w tym zakresie. Powinno ono obejmować obiekty kubaturowe, pozwalające na skuteczne technologicznie i efektywne ekonomicznie przechowywanie owoców i warzyw od wczesnej jesieni do początku lata. Taki stan można osiągnąć rozwijając, stosownie do realnie istniejących potrzeb, nowoczesne technologie przechowywania mające zastosowanie w przechowalniach i chłodniach ze zwykłą lub kontrolowaną atmosferą. Poszczególne rodzaje przechowalni i chłodni mogą się różnić między sobą programami użytkowymi. Jednak w każdym obiekcie tego typu stale występuje zespół pomieszczeń składowych i powiązana z nimi powierzchnia manipulacyjna. Te dwa rodzaje przestrzeni produkcyjnych tworzą podstawowy szkielet każdego obiektu do przechowywania.

Literatura

- 1 Lange E., Ostrowski W. Przechowalnictwo owoców. PWRiL, Warszawa 1992.
- 2 Adamicki F. Optymalne warunki przechowywania warzyw. Owoce Warzywa Kwiaty 19 (1994), s.14
- 3 Chądryński A. Algorytm projektowania przechowalni i chłodni. Niepublikowana praca doktorska, Wydział Architektury PWr. 2000.
- 4 Adamicki F. Przechowalnie czy chłodnie. Owoce Warzywa Kwiaty 17-18 (1997), s.17-18
- 5 Chądryński A., Piróg M. Przegroda budowlana obiektów do przechowywania owoców, warzyw i ziemniaków, w: Materiały konferencyjne IV ogólnopolskiej konferencji naukowo-technicznej. Problemy projektowe w kontekście nowych technologii budowlanych, Kraków 2001, s.33-39.
- 6 Gruda Z., Postolski J. Zamrażanie żywności. WNT, Warszawa 1999.

Objects for storing fruits, vegetables or potatoes

Andrzej Chądryński¹, Marek Piróg²

¹ Faculty of Architecture, Wrocław University of Technology,
e-mail: andrzej.jerzy.chadzynski@pwr.wroc.pl

² Faculty of Architecture, Wrocław University of Technology,
e-mail: marek.pirog@pwr.wroc.pl

Abstract: Properly designed and implemented specialized storage objects guarantee specialist storing of the discussed group of agricultural products. They make independent the whole process of storage, improving and the trade of goods from conditions of the outside climate. Storage spaces and cold stores are currently a highly specialized group of objects of the food industry infrastructure. The program of the designed object constitutes the basis for the forming of its functional arrangement and the form of the object. In the storage building it is subordinate to the technology and the functional and spatial arrangement of the building follows the arrangement of the technological thrust. The object being a casing of the technological process of storing should form a possibly closed and tight microclimatic space and the building partition system along with an air-conditioning units should enable to keep adequate parameters of the interior microclimate on a particular level. The factors of the microclimate influencing the storage conditions are: temperature, relative humidity of air, gas composition of the atmosphere surrounding agricultural products and the air movement in the storage space.

Keywords: storing fruits, vegetables, potatoes, object, function, form