

Przechowalnictwo i przetwórstwo

PORADNIK PRZECHOWALNIKA CZĘŚĆ II

dr hab. Zbigniew Czerko, prof. nadzw.
IHAR-PIB, Zakład Przechowalnictwa i Przetwórstwa Ziemniaka w Jadwisinie
05-140 Serock, e-mail: z.czerko@ihar.edu.pl

Streszczenie

Zestawienie najbardziej użytecznych parametrów, określających właściwości ziemniaków, środowiska przechowywania, typowych rozwiązań przechowalni i zasad eksploatacji. Zbiór najbardziej przydatnych dla przechowalnika danych, zestawionych w tabelach i w postaci wykresów. Składa się z 4 części, które będą się ukazywały w 2015 r. w kolejnych numerach kwartalnika: 1. Właściwości fizyczne,

fizjologiczne i mechaniczne przechowywanego materiału. Właściwości środowiska przechowywania. Definicje podstawowych pojęć w przechowalnictwie i ich jednostki, 2. Sposoby przechowywania. Elementy techniczne budowy przechowalni. Maszyny stosowane w przechowalnictwie, 3. Zasady utrzymania optymalnych warunków przechowywania, 4. Sposoby ograniczania strat przechowalniczych

Słowa kluczowe: definicje pojęć w przechowalnictwie, eksploatacja przechowalni, przechowywanie, właściwości ziemniaków, ziemniak

Przechowalnie powinny spełniać podstawowy cel, jakim jest zabezpieczenie plonu przed warunkami zewnętrznymi, uchronienie bulw przed nadmiernymi stratami, zachowanie odpowiednich cech jakości ziemniaków na wszystkie kierunki użytkowania oraz umożliwienie przygotowania i konfekcjonowania ziemniaków na rynek. Mniej więcej 60% plonu jest przechowywane w różnego rodzaju obiektach. W ostatnich latach stanowi to ok. 4,5 mln ton. Ziemniaki przechowuje się w nowoczesnych przechowalniach i budynkach zaadaptowanych, w piwnicach oraz kopcach ziemnych.

Konkurencja na rynku wymusza dbałość o wysoką jakość ziemniaków. I dotyczy to wszystkich kierunków użytkowania. Głównym czynnikiem zwiększającym konkurencyjność jest budowa nowoczesnych przechowalni: dobrze izolowanych, wyposażonych w efektywny system wentylacji oraz w maszyny do załadunku i obróbki ziemniaków.

W numerze 1. Ziemniaka Polskiego zostały omówione właściwości fizyczne, fizjologiczne i mechaniczne przechowywanego materiału i właściwości środowiska przechowywania. Podano definicje podstawowych pojęć w przechowalnictwie i ich jednostki¹. Druga część poradnika przechowalnika stanowi zbiór najpotrzebniejszych danych, w formie tabel i rysunków, do budowy i wyposażenia przechowalni. W numerze 3. zostaną omówione zasady utrzymania optymalnych warunków przechowywania, a w 4. – sposoby ograniczenia strat przechowalniczych.

Część II

Sposoby przechowywania. Elementy techniczne budowy przechowalni. Maszyny stosowane w przechowalnictwie

Informacje niezbędne do rozpoczęcia budowy przechowalni

Przy lokalizacji przechowalni powinno się uwzględnić następujące elementy:

- dogodny dojazd i wjazd do przechowalni;
- budynek nie powinien być usytuowany w zagłębieniu terenu, a podłoże powinno być suche i przepuszczalne. W przechowalniach zagłębionych poziom wody musi być 1 m poniżej poziomu posadzki;
- pomieszczenia składowe powinny być lokalizowane od strony północnej, a sortownie od południowej;
- czerpnie powietrza najlepiej spełniają funkcję, gdy są usytuowane od strony północnej i zachodniej.

Wniosek o wydanie pozwolenia na budowę powinien zawierać następujące załączniki:

- Projekt budowlany wraz z uzgodnieniami
- Dowód stwierdzający prawo własności lub dysponowania nieruchomością na cele budowlane
- Decyzję o warunkach zabudowy i zagospodarowania terenu

Projekt budowlany powinien zawierać:

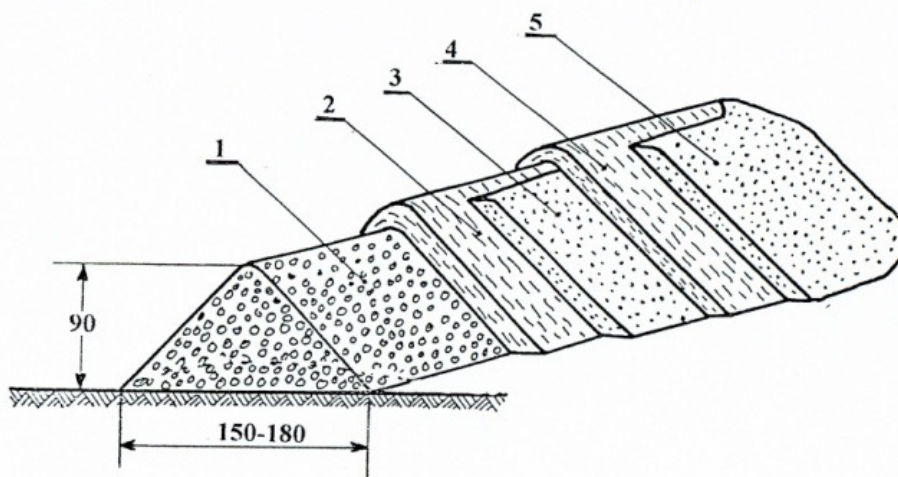
- projekt zagospodarowania działki lub terenu, sporządzony na aktualnej mapie obejmującej granice działki, usytuowanie, obrys i układ istniejących i projektowanych obiektów budowlanych, sieci uzbrojenia terenu, sposobu odprowadzania i oczyszczania ścieków, układ komunikacyjny z podaniem rzędnych i wzajemnych odległości obiektów w nawiązaniu do istniejącej i projektowanej zabudowy terenów sąsiednich;
- projekt architektoniczno-budowlany określający funkcję, formę i konstrukcję przechowalni, charakterystykę energetyczną i

¹ Ziemniak Polski 2015 nr 1, s. 32-42

ekologiczną oraz proponowane niezbędne rozwiązania techniczne i materiałowe. Przechowalnie, w których na stałe przebywają ludzie, wymagają uzgodnienia w zakresie BHP ppoż. przez upoważnionego rzeczoznawcę;

• wyniki badań geologiczno-inżynierskich gruntu oraz geotechniczne warunki posadowienia przechowalni.

Po uzyskaniu pozwolenia na budowę można przystąpić do opracowania dokumentacji konstrukcyjnej wykonawczej, niezbędnej do wybudowania przechowalni.



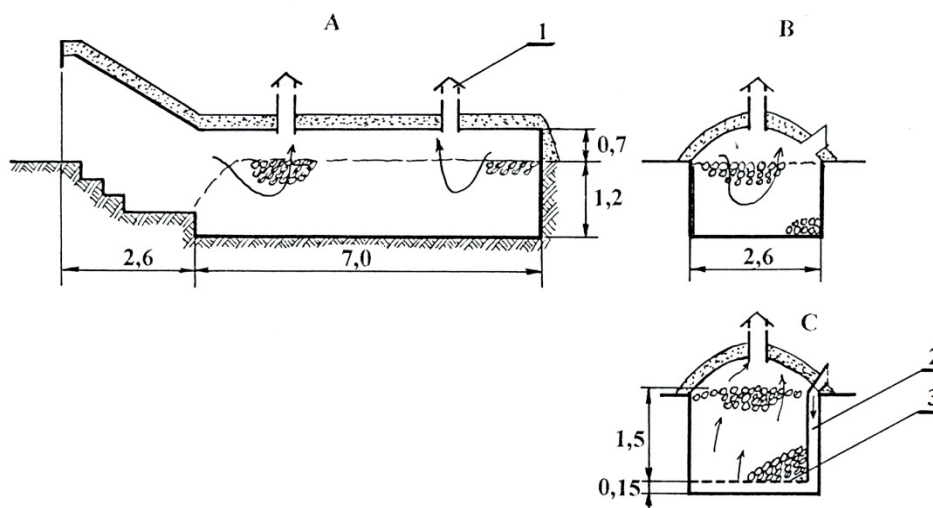
Rys. 1. Budowa kopca tradycyjnego ziemnego (2, 12, 13)

1. ziemniaki, 2. słoma – pierwsza warstwa jesienna, 3. ziemia – pierwsza warstwa jesienna, 4. słoma – druga warstwa zimowa, 5. ziemia – druga warstwa zimowa

Uwaga. Liczby w nawiasie przy tytułach tabel i rysunków wskazują pozycję w wykazie literatury

Warstwa jesienna umożliwia „wypocenie” ziemniaków i ich schłodzenie. Zabezpiecza kopiec do czasu nastania całodobowych mrozów i spadku temperatury ziemniaków do 3°C. Warstwa zimowa (ziemia) zależnie

od przebiegu zimy może nie przykrywać kalenicy. Wiosną, aby ochronić ziemniaki przed nagrzewaniem się, należy zdejmować ziemię, zaczynając od kalenicy, i jak najdłużej zostawiać okrywą na bokach kopca.

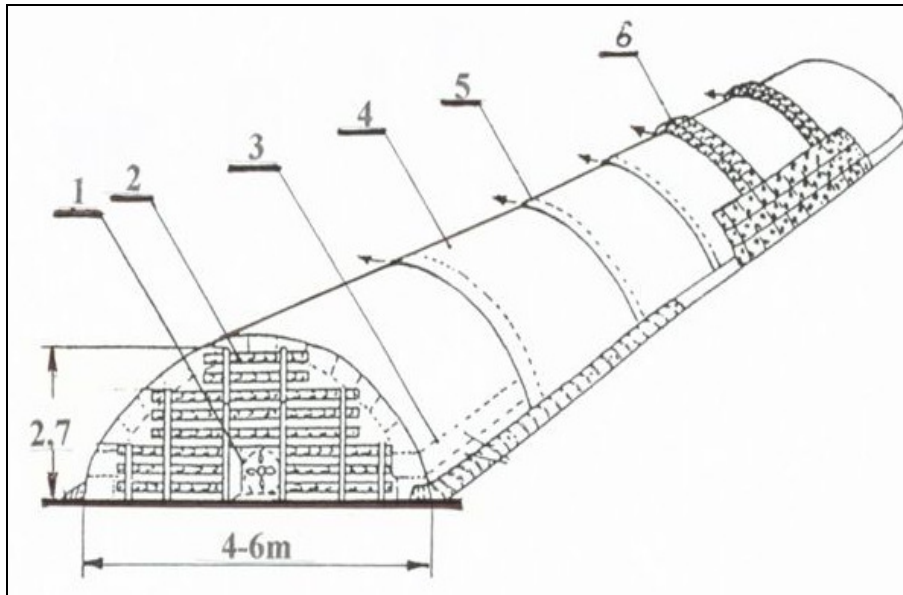


Rys. 2. Budowa piwnicy wolnostojącej (2, 12)

1. wentylzniki, 2. kanał napływowy, 3. podłoga ażurowa

W większości piwnic wietrzenie odbywa się metodą naturalną. Chłodne powietrze dostaje się do przyzmy od góry i wnika na głębokość ok. 1,0-1,2 m (A i B). Dla przyzm o

wysokości 1,5 m zalecane jest wykonanie podłogi ażurowej połączone z bocznym kanałem (C).

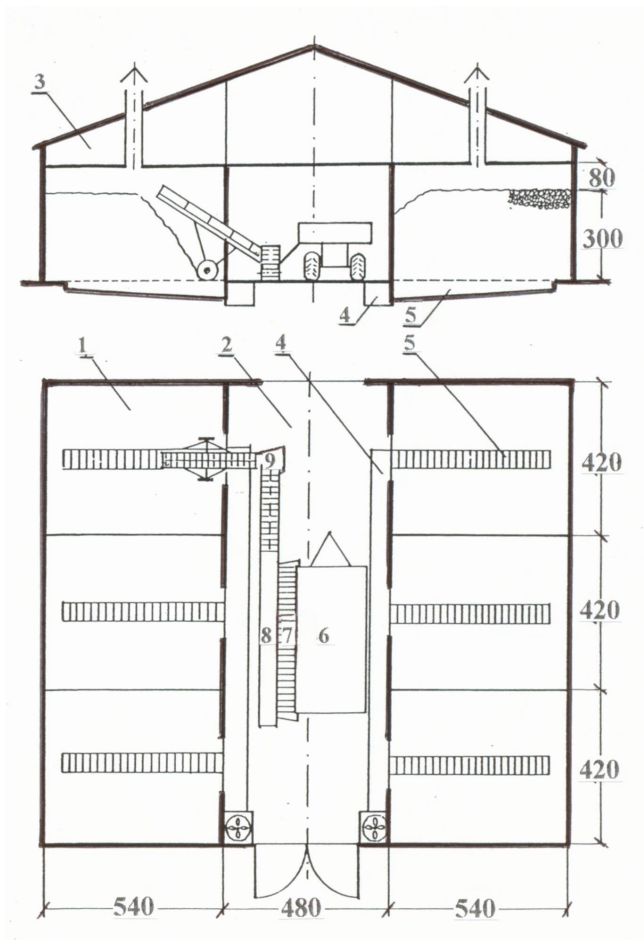


Rys. 3. Budowa kopca technicznego (2,10, 12, 13, 15)

1. wentylator, wyd. 100 m^3 (t·h), 2. ścianka czołowa ze słomy, gr. 80 cm,
3. słoma w balotach gr. 40 cm, 4. zakładka folii do wentylacji, szer. 80-100 cm,
6. ocieplenie zimowe, zależnie od przebiegu pogody

Przy wykorzystaniu jednego kanału wentylacyjnego pojemność kopca może wynosić 50-200 ton. Eksploatacja tego kopca wyma-

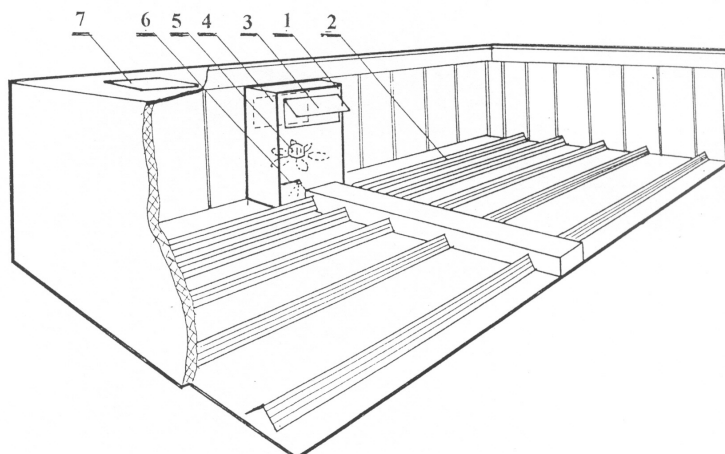
ga solidnego nadzoru, szczególnie w zakresie wentylacji.



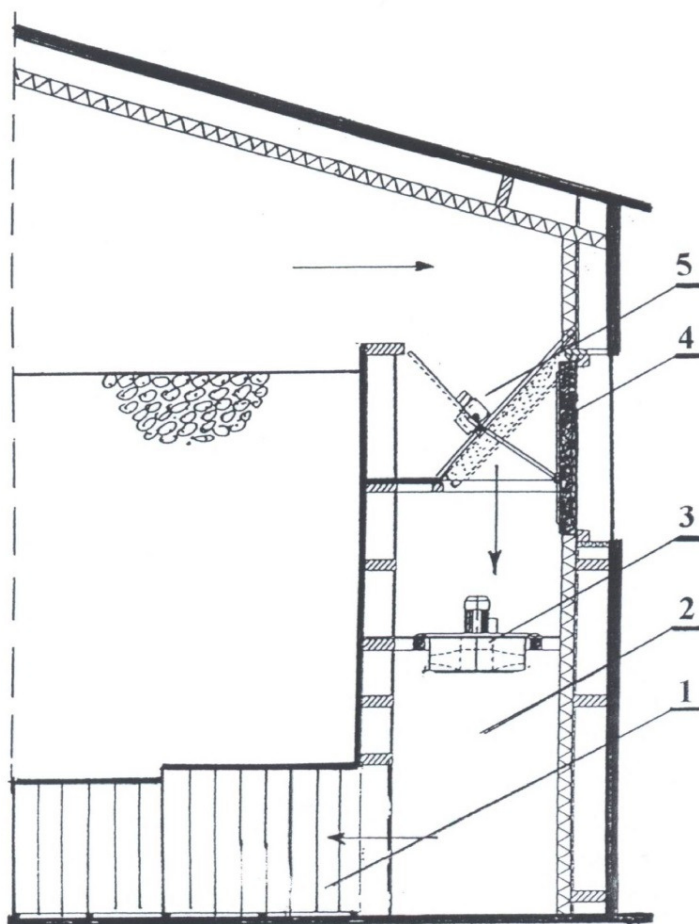
Rys. 4. Schemat przechowalni gospodarczej o składowaniu luzem – poj. 200 ton (2, 11)

1. boks, 2. korytarz sortowniczy,
3. poddasze, 4. główny kanał wentylacyjny,
5. kanał rozprowadzający, 6. przyczepa,
7. ruszt, 8. przenośnik, 9. przenośnik skośny

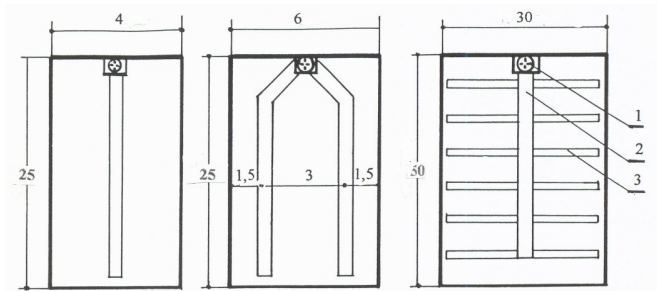
Bardziej praktyczne są przechowalnie gospodarcze składające się z sortowni usytuowanej od strony południowej i komór składowych od strony północnej.



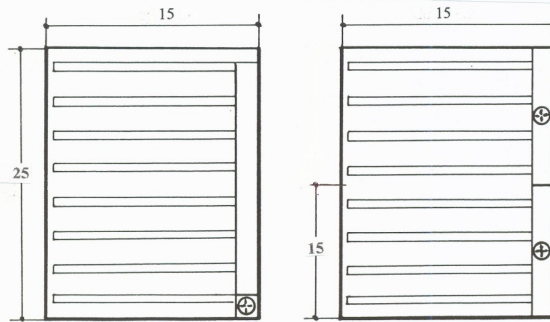
Rys. 5. Budowa systemu wentylacyjnego w przechowalni do składowania luzem (6)
 1. czerpnia wewnętrzna (recykulacyjna), 2. czerpnia zewnętrzna, 3. boks wentylacyjny, 4. wentylator, 5. główny kanał wentylacyjny, 6. boczne kanały wentylacyjne, 7. wyrzutnia



Rys. 6. Elementy systemu wentylacyjnego w przechowalni do składowania luzem (6)
 1. kanał wentylacyjny rozprowadzający, 2. główny kanał wentylacyjny, 3. wentylator, 4. czerpnia, 5. kłapa recykulacyjna

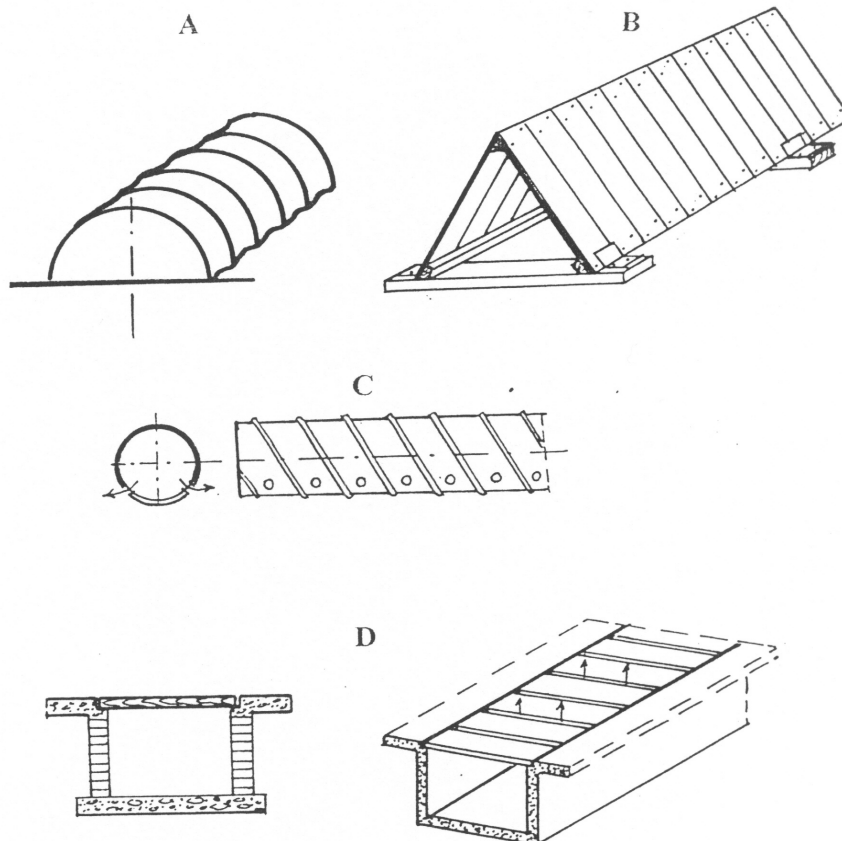


a) Główne kanały wentylacyjne usytuowane w środku przechodni



b) Główne kanały wentylacyjne usytuowane przy ścianie przechodni

Rys. 7. Rozmieszczenie kanałów wentylacyjnych w przechoźni do składowania luzem (6)
 1. wentylator, 2. główny kanał wentylacyjny, 3. kanał rozprowadzający



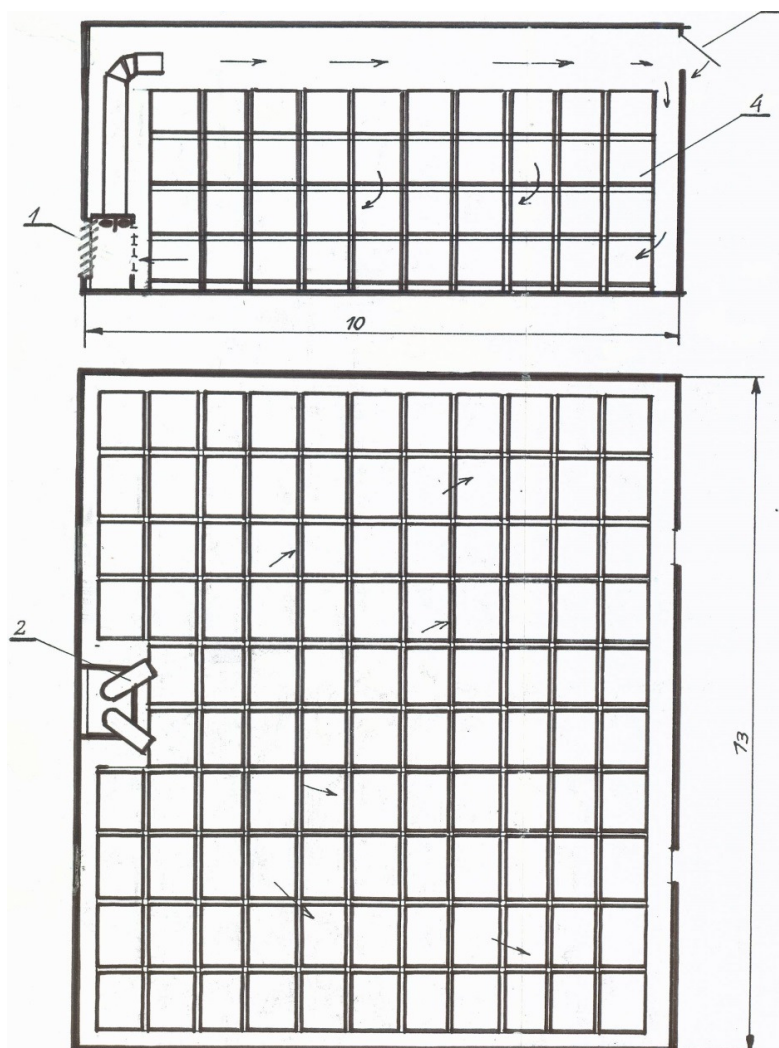
Rys. 8. Kanały wentylacyjne rozprowadzające powietrze (6)

A – napodłogowy o przekroju półokrągłym, B – napodłogowy o przekroju trójkątnym

C – napodłogowy o przekroju okrągłym, D – podpodłogowy

Zalety kanałów napodłogowych: łatwe do czyszczenia, niższe koszty inwestycyjne

Zalety kanałów podpodłogowych: łatwiejszy załadunek i rozładunek przechoźni, bardziej równomierna dystrybucja powietrza w pryzmie



Rys. 9. System wentylacji opływowej do składowania w paletach skrzyniowych (6)
 1. budka wentylacyjna z wentylatorem i klapami, 2. rura do napływu powietrza nad palety,
 3. wyrzutnia, 4. palety skrzyniowe

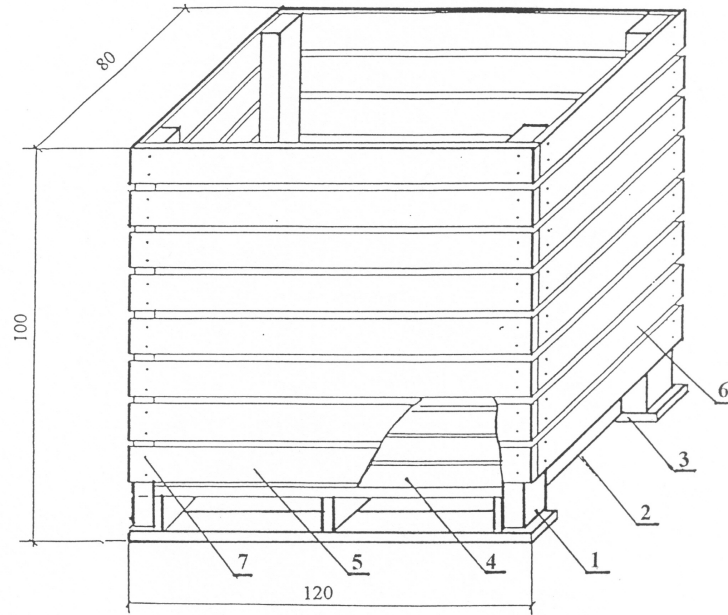
Przy małej szerokości przechowalni (<15 m) wyrzutnie powietrza lepiej spełniają funkcję, jeśli są umieszczone na tej samej ścianie co wentylator. Na jeden zespół wen-

tylacyjny może przypadać do 300 ton ziemniaków, wtedy wydajność wentylatora powinna wynosić 36 000 m³/h.

Tabela 1

Główne parametry systemu wentylacji w przechowalni o składowaniu luzem i w paletach skrzyniowych (4)

Parametr	Składowanie luzem	Składowanie w paletach skrzyniowych
Wysokość składowania	2,5-5,0 m	4-6 palet
Wydajność wentylacji (dawka)	90 m ³ /(t · h)	120 m ³ /(t · h)
Spręż wentylatora	300-400 Pa	120-150 Pa
Rozstaw kanałów rozprowadzających	60% wysokości przyzmy	10 cm między paletami
Prędkość powietrza w kanale rozprowadzającym/nawiewnym	5 m/s	10 m/s
Prędkość powietrza w czepni, wyrzutni	5-6 m/s	5 m/s

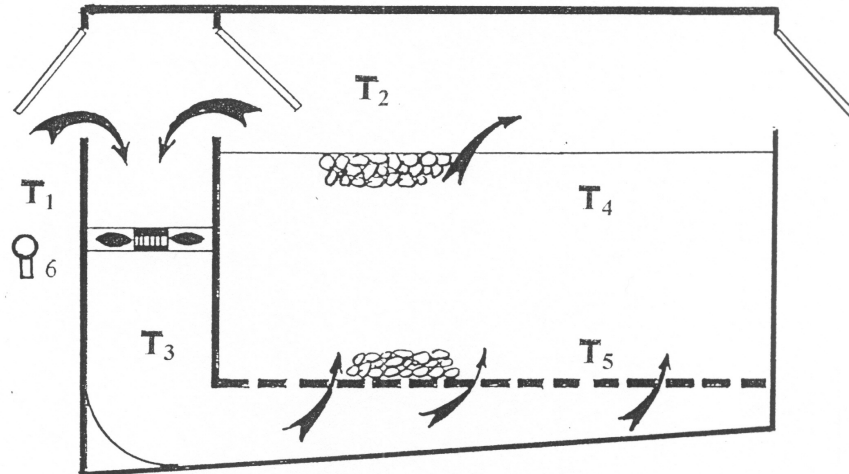


Rys. 10. Budowa palety skrzyniowej – poj. 500 kg (6)

1. słupek, 2. legar, 3. podstawa, 4. podłoga, 5. ścianka długa, 6. ścianka krótka, 7. gwoździe paletowe

Wielkość palety skrzyniowej jest uzależniona od wymiarów przechowalni. W dużych obiektach ze względu na lepszą możliwość

manewrowania wózkiem widłowym bardziej ekonomiczne są palety o pojemności 1000 kilogramów.

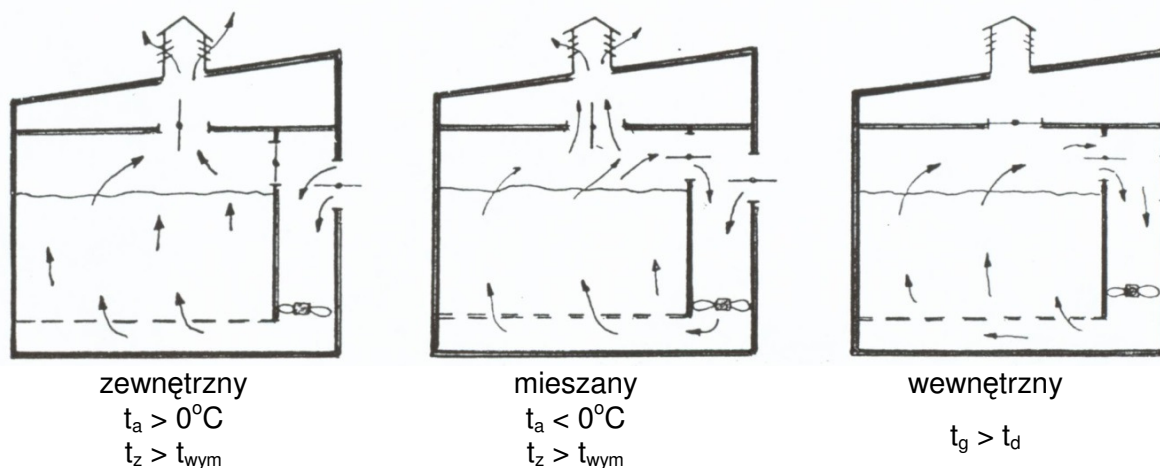


Rys. 11. Rozmieszczenie czujników w komorze przechowalni (6, 9)

1. czujnik temperatury zewnętrznej, 2 czujnik temperatury nad ziemniakami, 3. czujnik temperatury powietrza tłoczonego pod pryzmę, 4. czujnik temperatury górnej warstwy ziemniaków, 5. czujnik temperatury dolnej warstwy ziemniaków, 6. miernik wilgotności powietrza zewnętrznego

W najnowocześniejszych przechowalniach stosowane są dodatkowo czujniki kondensacji wody i stężenia CO₂. Dane z czuj-

ników umożliwiają ręczne lub automatyczne sterowanie wentylacją.



Rys. 12. Obiegi powietrza w przechowalni (12)

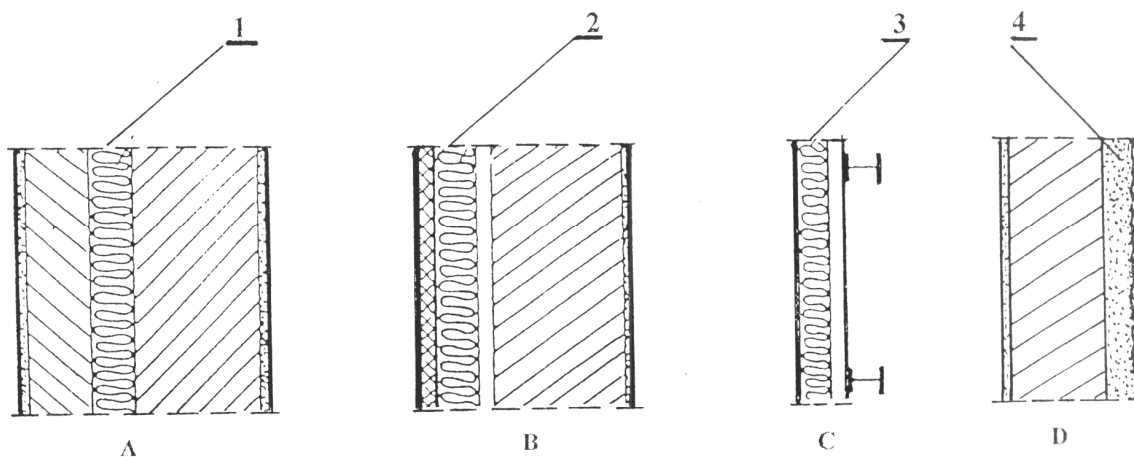
t_a – temperatura atmosferyczna, t_z – temperatura aktualna ziemniaków, t_{wym} – temperatura wymagana dla ziemniaków, t_g – temperatura góry przyzmy, t_d – temperatura na dole przyzmy

Powietrzem zewnętrznym wietrzy się w celu schłodzenia ziemniaków. Powinno ono mieć temperaturę niższą niż przyzma, jednak nie niższą niż 1°C .

Powietrzem mieszanym wietrzy się, kiedy na dworze jest niska temperatura i bezpośredni napływ powietrza na ziemniaki mógł-

by je przechłodzić. Temperatura zmieszanego powietrza za wentylatorem powinna być o $2-3^\circ\text{C}$ niższa od temperatury przyzmy.

Powietrzem wewnętrznym wietrzy się w celu wyrównania temperatury w przyzmie oraz likwidacji skroplin wody na ścianach i suficie.



Rys. 13. Rodzaje ścian stosowanych w przechowalniach (2, 13)

A. trójwarstwowa, B. dwuwarstwowa, C. z płyt izolacyjnych, D. izolacja natryskowa PU
 1 i 2. styropian, 3. styropian lub poliuretan, 4. poliuretan

Nowoczesne duże przechowalnie buduje się najczęściej z wykorzystaniem ścian z płyt warstwowych (C). W przechowalniach gospodarczych używa się ścian dwuwarstwowych (B). Do adaptacji komór przechowalni-

nych można stosować natrysk poliuretanem. W celu obniżenia kosztów zasadnicza grubość izolacji może być wykonana ze styropianu i wykończona natryskiem PU (D).

Tabela 2

Zalecane współczynniki przewodności cieplnej U [W/(m²·K)] dla przegród budowlanych przechowalni (5)

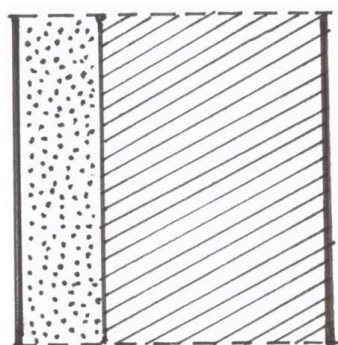
cokoły	0,30-0,35
ściany zewnętrzne	0,22-0,35
ściany wewnętrzne	0,35-0,40
stropy	0,20-0,25

Wzór do obliczania wartości współczynnika przenikania ciepła U dla przegród budowlanych

Zasady obliczania tej wartości określa norma PN-EN ISO 6946:1999 "Komponenty budowlane i elementy budynku – Opór cieplny i współczynnik przenikania ciepła – Metoda obliczania"

Przykład

Ściana z gazobetonu (R₁) grubości 0,36 m, izolowana styropianem (R₂) grubości 0,10 m
R_i = 0,12 (wartość przeciętna),



Styropian
10 cm

Gazobeton
36 cm

Re = 0,043 (wartość przeciętna)

$$\text{Warstwa styropianu} - R_1 = \frac{d}{\lambda} = \frac{0,36}{0,24} = 1,5$$

$$\text{Warstwa gazobetonu} - R_2 = \frac{d}{\lambda} = \frac{0,10}{0,040} = 2,5$$

$$U = \frac{1}{0,12 + 1,5 + 2,5 + 0,043} = 0,24$$

Współczynnik przenikania ciepła mieści się w granicach wartości zalecanej U = (0,22 – 0,35) $\left[\frac{W}{m^2 \cdot K} \right]$

$$U = \frac{1}{R_i + R + R_e}$$

R_i – jednostkowy opór cieplny przyjmowania ciepła od strony wewnętrznej, []

R_e – jednostkowy opór cieplny przyjmowania ciepła od strony zewnętrznej, []

R – jednostkowy opór przewodzenia ciepła przez przegrody, []

może być kilka warstw przegrody R₁, R₂ ...

$$R = \frac{d}{\lambda}$$

d – grubość przegrody (m)

λ = współczynnik przewodzenia ciepła materiału przegrody [W/(m·K)] (patrz tabela 3)

Tabela 3

Współczynniki przewodzenia ciepła (λ) materiałów najczęściej wykorzystywanych w budowie przechowalni

Materiał	Wartość współczynnika przewodzenia ciepła λ [W/(m·K)]
Beton zwykły	1,70
Cegła ceramiczna pełna	0,77
Cegła dziurawka	0,62
Cegła kratówka	0,56
Cegła klinkierowa	1,05
Gazobeton	0,24
Tynk cementowo-wapniowy	0,82
Płyty wiórowo-cementowe	0,14
Maty z włókna szklanego	0,045
Wełna mineralna luzem	0,043
Styropian	0,040
Pianka poliuretanowa	0,035
Pianka poliuretanowa w płytach PW 8	0,025
Sosna, świerk	0,160

Najlepszym materiałem izolacyjnym stosowanym w budowie przechowalni jest poliuretan obudowany w płycie stalowej. Stawiając przechowalnię, należy zwrócić uwagę na połączenie płyt warstwowych. Często w miejscu niedokładnego połączenia skrapla się woda.

Te dane były weryfikowane na tensometrycznych urządzeniach pomiarowych, które mierzyły faktyczny nacisk bulw na ścianę. Należy wziąć pod uwagę, że siła nacisku zależy od masy właściwej ziemniaków i kąta usypu, który z kolei jest związany z frakcją bulw.

Tabela 4

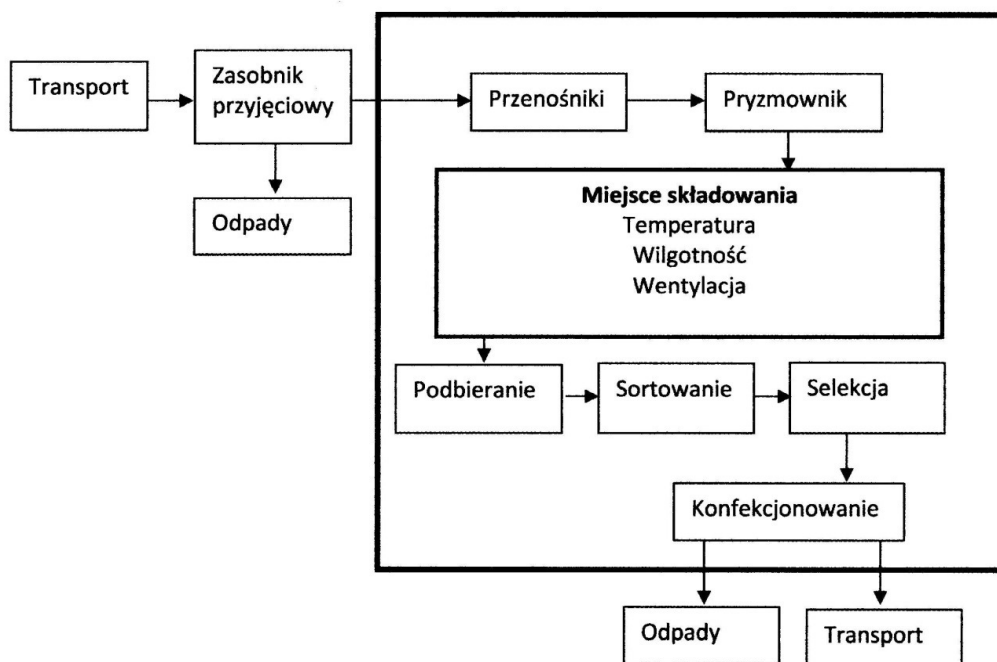
Średnia siła nacisku ziemniaków na ścianę przy składowaniu luzem (14)

Wysokość pryzmy ziemniaków (m)	Siła nacisku (kN/m ²)
2,0	2,50
2,5	3,40
3,0	4,10
3,5	4,90
4,0	5,60

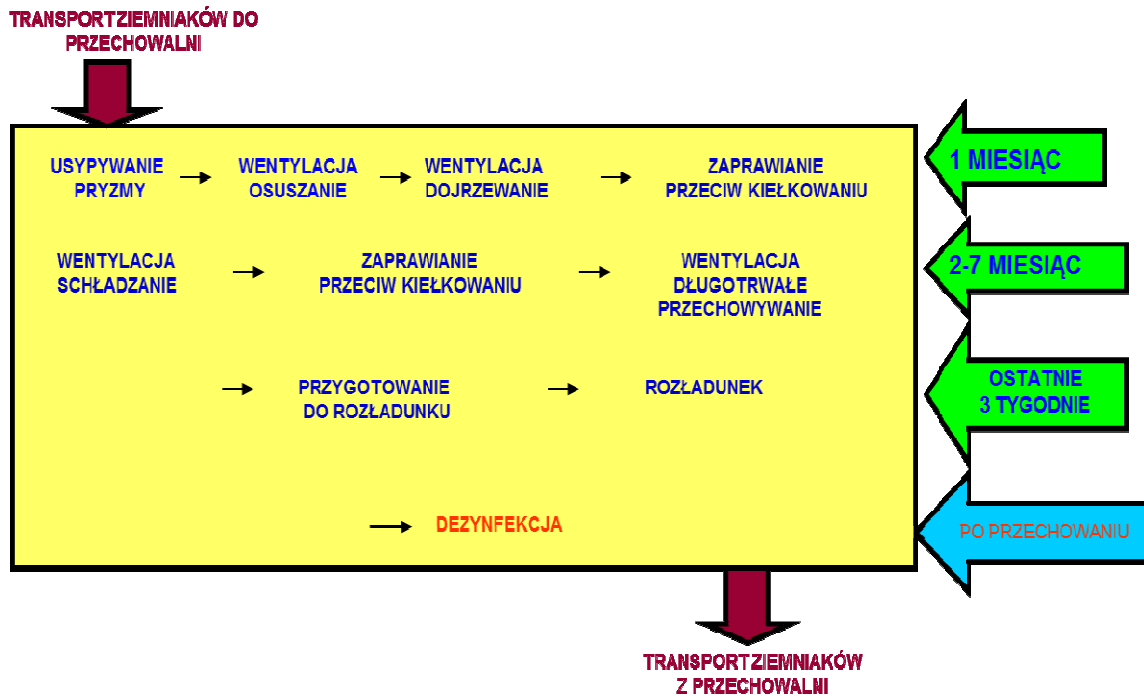
Tabela 5

Wyposażenie nowoczesnych przechowalni w urządzenia utrzymujące mikroklimat

Wyposażenie systemu wentylacji	Typ przechowalni	Racjonalny okres przechowywania (miesiące)
System wentylacji mechaniczny	wszystkie	<ul style="list-style-type: none"> • sadzeniaki X-III • jadalne X-IV • przetwórstwo (X-V)
System mieszany mechaniczno-grawitacyjny	składowanie w paletach skrzyniowych	• jw., a dla grawitacyjnego XI-III
System wentylacji + nawilżanie	głównie składowanie w paletach, wyjątkowo składowanie luzem	<ul style="list-style-type: none"> • jadalne X-V • przetwórstwo X-V
System mechaniczny + chłodnie	głównie składowanie w paletach, wyjątkowo składowanie luzem	<ul style="list-style-type: none"> • sadzeniaki IX-III • jadalne X-VI • przetwórstwo X-VII



Rys. 14. Wyposażenie w maszyny i operacje wykonywane w przechowalni w całym sezonie przechowalniczym (7)

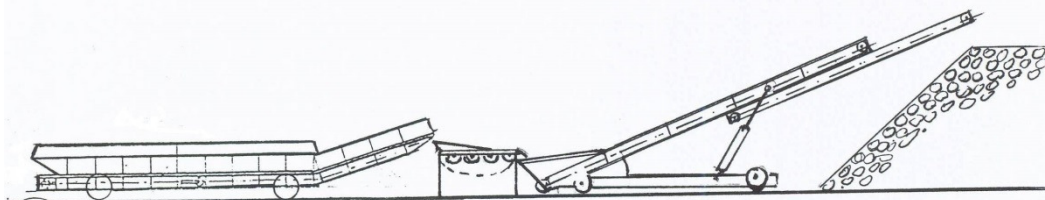


Rys. 15. Główne prace wykonywane w przechowalni w poszczególnych miesiącach

Tabela 6

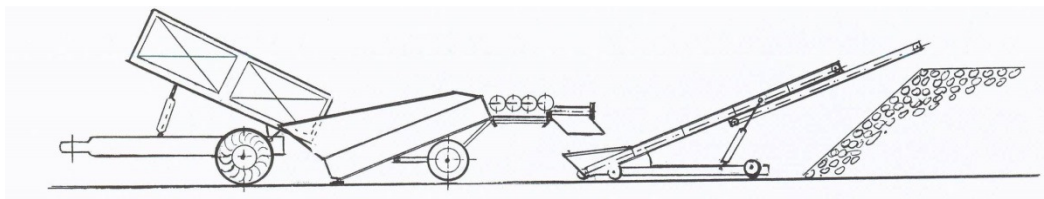
**Podstawowe maszyny do przeładunku ziemniaków
w przechowalniach o składowaniu luzem i w paletach skrzyniowych**

Składowanie	Dostawa ziemniaków	Rodzaj maszyny	
		do załadunku	do rozładunku
W paletach skrzyniowych	luzem	<ul style="list-style-type: none"> • zasobnik dozujący • odsiewacz zanieczyszcz. • zasypnica palet • wózek widłowy 	<ul style="list-style-type: none"> • wywrotnica palet
	w paletach skrzyniowych	<ul style="list-style-type: none"> • wózek widłowy 	<ul style="list-style-type: none"> • wywrotnica palet • zasobnik dozujący • odsiewacz zanieczyszcz.
Luzem	przygotowane w odpowiednim standardzie	<ul style="list-style-type: none"> • zasobnik dozujący • pryzmownik 	<ul style="list-style-type: none"> • podbieracz podłogowy lub • ładowacz z szufladą czołową
	prosto z pola	<ul style="list-style-type: none"> • zasobnik dozujący • odsiewacz zanieczyszcz. • pryzmownik 	<ul style="list-style-type: none"> • podbieracz podłogowy



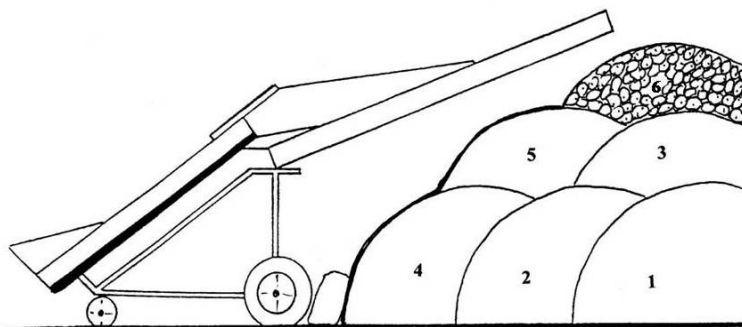
Rys. 16. Linia przyjęciowa z bocznym rozładunkiem przyczep do zasypywania ziemniaków luzem (7)

Boczne przyjęcie jest stosowane w przechowalniach gospodarczych wyposażonych w stare przyczepy z bocznym wychyłem.



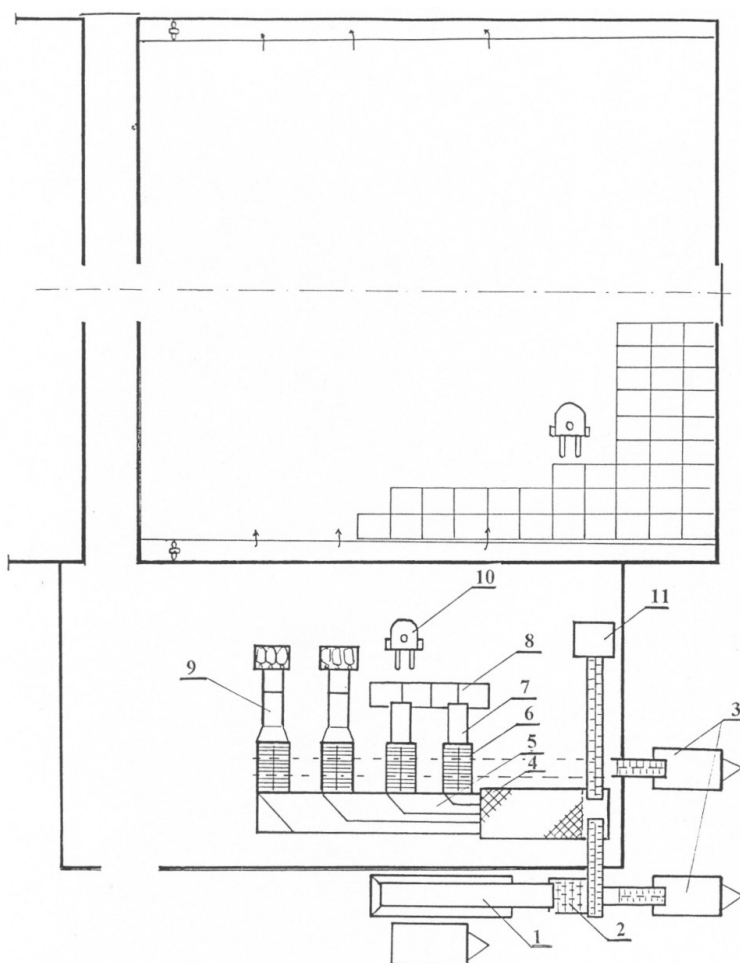
Rys. 17. Linia przyjęciowa z tylnym rozładunkiem przyczep do zasypywania ziemniaków luzem (7)

W ostatnich latach ze względu na popularność przyczep z tylnym wychylem są stosowane odpowiednio dopasowane do nich zasobniki przyjęciowe.



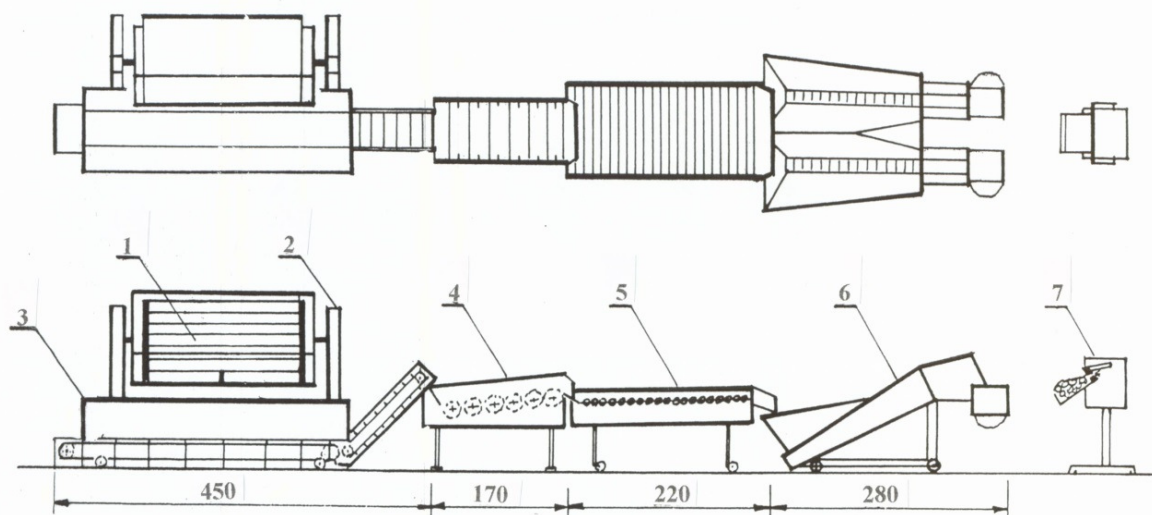
Rys. 18. Kolejność usypywania warstw przy składowaniu luzem (7)

Należy dążyć do nieuszkodzenia bulw, a więc dbać o to, aby jak najmniej się staczały.



Rys. 19. Typowe zestawienie maszyn do przyjęcia, sortowania, pakowania i odbioru zanieczyszczeń w przechowalni o składowaniu w paletach skrzyniowych (2, 13)

1. zasobnik dozujący, 2. odsiewacz zanieczyszczeń, 3. przyczepa na odpady, 4. sortownik, 5. stół rozdzielczy, 6. stół selekcyjny, 7. zasypnica palet, 8. paleta skrzyniowa, 9. workownica, 10. podnośnik widłowy, 11. zasobnik dozujący wewnętrzny



Rys. 20. Zestaw maszyn do pakowania ziemniaków w przechowalni gospodarczej składającej ziemniaki w paletach skrzyniowych (2)

1. paleta skrzyniowa, 2. wywrotnica palet, 3. zasobnik dozujący, 4. szczotkarka, 5. stół selekcyjny, 6. paczkowarka, 7. zgrzewarka

Tabela 7

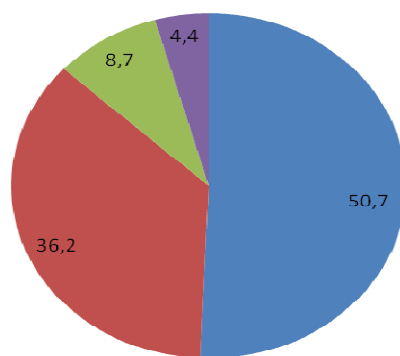
Podstawowe dane wybranych sortowników sitowych o wydajności do 8 t/h (8)

Firma	Remprodex	Pomech	Pomech	Sfamasz	Krukiwiak	STS Pa-cov	BIJL-SMA	InnoKAT
Typ	M616	M612	ZS-140	SW-1	Gawron	TBS-80	6.000/4	ES-8-3
Długość (m)	5,11 (ze stołem)	6,5 (ze stołem)	3,2	2,80	4,76 (ze stołem)	3,25	3,45	-
Szerokość (m)	1,26	1,5	1,6	1,97	1,08	1,60	1,71	-
Wysokość (m)	1,83	1,9	2,1	2,48	1,35	2,40	-	-
Moc (kW)	0,55	0,55	0,75	1,5	1,1	1,1	1,5	0,75
Wydajność (t/h)	3-5	5	7	-	2	8	8	8
Liczba frakcji (szt.)	3	4	4	4	3	5	5	4
Wymiary sit (cm)	100 x 60	112 x 60	140 x 70	-	100 x 53	-	130 x 80	120 x 75
Wymiary oczek (od-do)	25-80	25-90	-	40-75	35-50	28-55	-	28-55

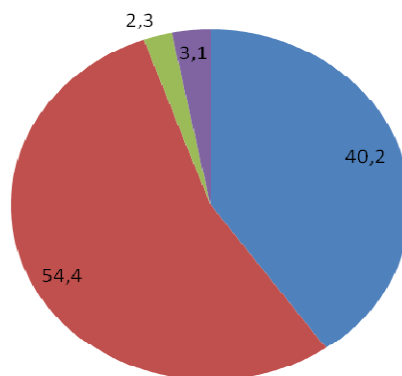
Tabela 8

Podstawowe dane wybranych sortowników sitowych o wydajności 20-30 t/h (8)

Firma	Bijlsma	STS Pacov	Jabelmann	Jabelmann
Typ	15.000/4	DSS 30-4	330/4	400/5
Długość (m)	4,20	-	4,70	4,70
Szerokość (m)	1,88	-	2,00	2,30
Wysokość (m)	-	-	2,10	2,10
Moc (kW)	3	3,12	2,5	2,5
Wydajność (t/h)	30	30	20	30
Liczba frakcji (szt.)	4 (5)	4	4	5
Wymiary sit (cm)	210 x 130	110 x 90	110 x 75	110 x 90

przechowalnia - luzem

■ środki inwestycyjne ■ bezpośrednie nośniki energii
■ surowce i materiały ■ nakład pracy żywej

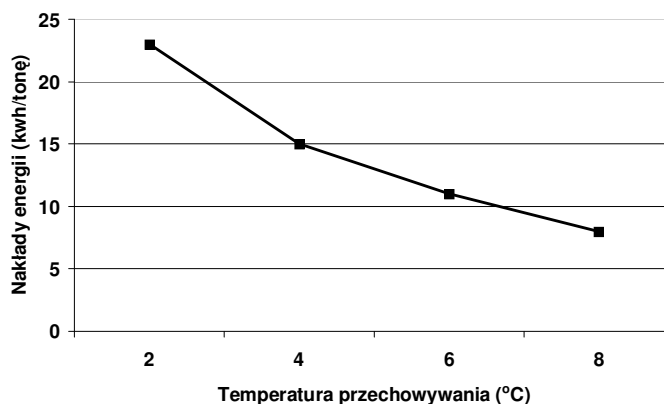
przechowalnia - palety

■ środki inwestycyjne ■ bezpośrednie nośniki energii
■ surowce i materiały ■ nakład pracy żywej

Rys. 21. Udział (%) poszczególnych rodzajów nakładów (w formie energii skumulowanej) podczas przechowywania luzem i w paletach skrzyniowych (3)

Największe różnice między dwoma typami przechowalni uwidaczniają się w nakładach energii. W przechowalni o składowaniu w paletach skrzyniowych dużo energii zużywa

się na dłużej trwającej wentylacji i transport palet wózkiem widłowym podczas załadunku i sortowania.



Rys. 22. Nakłady energii na utrzymanie odpowiedniej temperatury w przechowalni (1)
Utrzymanie niskiej temperatury w przechowalni w całym sezonie przechowalnictwem wiąże się z dłuższym dobowym czasem pracy wentylacji.

Budowa przechowalni w gospodarstwie rolnym jest dużym przedsięwzięciem i wymaga wszechstronnego przeanalizowania budowli. Bardzo ważne jest usytuowanie przechowalni, rozmieszczenie komór składowych i sortowni. Wielkość obiektu musi być dopasowana do potrzeb, ale także do planowanego rozwoju produkcji ziemniaków. Należy dokładnie przeanalizować sposób składowania, który w istniejącym budynku, przystosowanym do np. składowania w paletach, trudno będzie zmienić na składowanie luzem. Mechanizacja prac w przechowalni może być najskromniejsza, ale wystarczająca do sprawnego załadunku i rozładunku przechowalni. Materiał w poradniku powinien pomóc inwestorowi w optymalnym wyborze sposobu rozwiązania przechowalni.

Literatura

1. Czerko Z. 1993. Zmiany energochłonności utrzymania mikroklimatu w przechowalni w zależności od wymagań technologicznych odmian. – Biul. Inst. Ziemn. 43: 137-146; **2. Czerko Z. 2001.** Przechowalnie ziemniaków. (Zasady budowy i adaptacji. Wyposażenie w maszyny i urządzenia. Rozwiązania konstrukcyjne). IHAR Oddz. Jadwisin: 63 s.; **3. Czerko Z. 2003.** Efektywność energetyczna różnych metod przechowywania ziemniaka. – Roczn. Nauk Rol. Ser G, 89, 2: 126-135; **4. Czerko Z. 2004.** Czynniki wpływające na dobór dawki wentylacyjnej w przechowalniach ziem-

niaków. – Biul. IHAR 232: 219-225; **5. Czerko Z. 2009.** Automatyzacja maszyn i urządzeń stosowanych w przechowalniach ziemniaków. – Wieś Jutra 2: 24-26; **6. Czerko Z. 2010.** Zasady budowy i eksploatacji przechowalni ziemniaków. IHAR-PIB Oddz. Jadwisin: 68 s.; **7. Czerko Z. 2012.** Przygotowanie bulw ziemniaka do przechowywania, sprzedaży i transportu. [W] Produkcja i rynek ziemniaka. Red. J. Chotkowski. Wyd. Wieś Jutra Warszawa: 313-323; **8. Czerko Z. 2013.** Rodzaje sortowników i badania nad zwiększeniem dokładności sortowania. – Ziemn. Pol. 4: 35-41; **9. Czerko Z., Nowacki W. 1979.** Instalacja wentylacyjna i klimatyzacyjna w przechowalniach ziemniaków. Techniczne i technologiczne problemy w przechowalniach ziemniaków. Inst. Ziemn. Bonin; **10. Czerko Z., Nowacki W. 1994.** Przechowywanie ziemniaków w kopcach technicznych. Instr. wdroż. 2/94. Inst. Ziemn. Bonin; **11. Czerko Z., Nowacki W. 1998.** Budowa przechowalni gospodarczych o pojemności 80, 200, 450 ton. Instr. upowsz. 1/98. IHAR Oddz. Jadwisin; **12. Jabłoński K., Czerko Z. 1995.** Zbiór i przechowywanie ziemniaków. Fundacja „Rozwój SGGW” Warszawa: 116 s.; **13. Kubicki K. 1998.** Biologiczne i techniczne uwarunkowania przechowywania ziemniaków. PWN Warszawa: 206 s.; **14. Rastovski A. 1981.** Purpose of storage and storage requirements. [In:] Storage of potatoes. Rostovski A., van Es. Centre for Agricultural Publishing and Documentation. Wageningen: 217-254; **15. Schild J. H. W. van der. 1990.** Kartoffellagerung. Vom Einlager bis zum Abliefern. Bernd Putz. Hamburg: 274 s.