

Zagrożenia podczas magazynowania ziarna zbóż

W magazynach zachodzi wiele procesów, które powodują zmiany składu chemicznego oraz właściwości fizycznych ziarna. Magazynowane surowce są żywymi organizmami, zachodzą w nich pewne procesy życiowe, tj. oddychanie, utrata wody, czyli transpiracja i dojrzewanie oraz niekorzystne zmiany wywołane przez drobnoustroje, np. gnicie, pleśnienie lub enzymy własne, np. kiełkowanie, samozagrzewanie się. Zmiany te mogą wywoływać obniżenie jakości, niejednokrotnie nieodwracalne, które mają zasadniczy wpływ na wykorzystanie przechowywanego ziarna.

Od 20 lipca 2000 r. zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Zdrowia w sprawie warunków sanitarnych oraz zasad przestrzegania higieny przy produkcji i obrocie środkami spożywczymi, używkami i substancjami dodatkowymi (DzU Nr 30/2000, poz. 37 wraz z późniejszymi zmianami) wszystkie polskie przedsiębiorstwa zajmujące się produkcją i obrotem żywnością mają obowiązek wdrożenia systemu dobrych praktyk produkcyjnej i higienicznej (GMP/GMH). Z dyrektywą Rady Europejskiej nr 95/69/EC koresponduje polska ustawa o środkach żywnościowych z 23 sierpnia 2001 roku. Natomiast Ustawa z 11 maja 2001 r. o warunkach zdrowotnych żywności i żywienia (DzU Nr 63/2002, poz. 634) wprowadziła prawny obowiązek stosowania od 1 stycznia 2004 r. systemu HACCP we wszystkich dużych przedsiębiorstwach zajmujących się produkcją i obrotem żywnością. Z obowiązku tego zwolniona została grupa przedsiębiorstw małych i średnich kwalifikowanych do tej grupy na podstawie przepisów ustawy z 19 listopada 1999 r. o prawie działalności gospodarczej. W celu uzyskania pełnej równowagi pomiędzy obszarami zapewnienia jakości stosuje się różne jego systemy. Do najpowszechniej stosowanych w produkcji żywności należą:

- Dobra Praktyka Produkcyjna – RMP (z ang. Good Manufacture Practice),
- Dobra Praktyka Higieniczna – GHP (z ang. Good Hygiene Practice),
- Dobra Praktyka Laboratoryjna – GLP (z ang. Good Laboratory Practice),
- Analiza Zagrożeń i Krytyczny Punkt Kontroli – HACCP (z ang. Hazard Analysis and Critical Control Point),
- System zarządzania jakością wg norm ISO serii 9000,
- Totalne Zarządzanie Jakością – TQM (z ang. Total Quality Management).

Przedsiębiorcy, którzy chcą bezpiecznie przechowywać swoje produkty żywnościowe, powinni zdecydować się na magazyn, który spełnia zasady HACCP. Musi on posiadać także odpowiednią dokumentację, która jest potwierdzeniem zgodności z przepisami. W takim wypadku należy zwrócić uwagę m. in. na takie wymogi dla magazynów jak:

- pomieszczenia muszą być czyste i spełniać wymogi standardów higienicznych,

- opakowania, środki czystości, preparaty dezynfekcyjne, produkty nieoczyszczone nie mogą być przechowywane wraz z produktami spożywczymi,

- produkty surowe i półfabrykaty nie mogą być przechowywane razem z wyrobami gotowymi,

- produkty spożywcze do obróbki termicznej nie mogą być przechowywane razem z tymi, które przeznaczone są do spożycia bezpośredniego,

- w magazynie musi panować odpowiednia temperatura i wilgotność powietrza zależnie od rodzaju przechowywanych produktów,

- magazyny muszą być zabezpieczone przed gryzoniami i insektami,

- okna magazynowe muszą być zabezpieczone siatkami ochronnymi.

HACCP obejmuje identyfikację i analizę zagrożeń i dotyczy wszystkich etapów technologii produkcji prowadzonych w magazynie przechowalniczym. Znaczenie zagrożeń tych operacji może być określone przez poziomy ryzyka. Krytyczne Punkty Kontroli CCP wyróżnione w systemie HACCP to miejsca w procesie technologicznym, w których do zagwarantowania bezpieczeństwa przechowywanego ziarna niezbędne jest uniknięcie lub eliminacja występujących tam zagrożeń (biologicznych, chemicznych lub fizycznych) albo zredukowanie ich do poziomu, który uznaje się za bezpieczny. System HACCP zapewnia zatem, że identyfikacja zagrożeń jest prawidłowa, środki kontroli są odpowiednie i właściwie zarządzane. Zastosowanie systemu HACCP i właściwe jego wdrożenie w magazynie przechowalniczym pozwoli na:

- ◆ zapewnienie bezpieczeństwa ziarna w oparciu o identyfikację problemów związanym z przechowywaniem ziarna,
- ◆ przyjęcie przez przemysł spożywczy i paszowy najbardziej skutecznego sposobu kontrolowania bezpieczeństwa ziarna,
- ◆ możliwości stosowania kontroli na wszystkich etapach przetwórstwa ziarna – „od zbioru do przerobu”,
- ◆ sprostanie wymaganiom rynku i potwierdzenie oczekiwań dotyczących jakości ziarna.

HACCP (Analiza Zagrożeń i Krytyczny Punkt Kontrolny) jest w rzeczywistości logicznym planem działań kontrolnych, mających na celu zapobieżenie ewentualnym problemom związanym z bezpieczeństwem żywności. Plan ten dostosowany jest ściśle do ryzyka, jakiego pragnie się uniknąć. Zakłada przeprowadzanie regularnych kontroli, od początku do końca łańcucha produkcji żywności. Ponadto, umożliwia zastosowanie działań korekcyjnych w razie wykrycia albo

zaistnienia ryzyka lub też nieprawidłowości w przeprowadzonej kontroli. Za każdym razem celem jest zapobieżenie wystąpieniu utraty jakości.

Aby cel ten należycie wypełnić, HACCP wymaga dokładnej wiedzy na temat właściwości kontrolowanych produktów oraz wszelkich procesów przetwórczych jakim są one poddawane.

HACCP ma za zadanie wyeliminować 3 rodzaje ryzyka:

Biologiczne	Chemiczne	Fizyczne
● obecność drobnoustrojów chorobotwórczych	● obecność pozostałości pestycydów w produkcie	● obecność w produkcie niepożądanych materiałów, jak np. kawałki szkła lub metalu

Główną przyczyną zmian jakościowych przechowywanego ziarna są grzyby, owady i roztocza. Grzyby i owady, które znajdują się w otoczeniu magazynu przechowalniczego, różnią się od tych, które powodują problemy w warunkach przechowywania. Najnowsze badania wykazały, że pewna grupa owadów i roztoczy przechowywanego ziarna jest w stanie wprowadzić zarodniki grzybów, w tym *Penicillium verrucosum*, które mogą wytwarzać ochratoksynę A (OTA). W Europie, badania prowadzone wśród ludności wykazały, że 50% pochłanianej przez człowieka OTA jest rezultatem konsumpcji zbóż.

Grzyby magazynowe aktywizują się przy wilgotności ziarna ponad 14,5% i mogą powodować zagrzewanie ziarna i utratę jego zdolności kiełkowania. W przypadku przechowywania ziarna o wilgotności 18% i powyżej, grzyb *Penicillium verrucosum* może wytworzyć mikotoksyny oraz ochratoksynę A (OTA). Przepisy UE ustanowiły dopuszczalną ilość OTA na poziomie 5 ppb w odniesieniu do zbóż przeznaczonych na cele przetwórcze. Ziarno o wilgotności ponad 18% przechowywane w wyższych temperaturach może przekroczyć dopuszczalne poziomy OTA już w ciągu dwóch tygodni.

Podstawową metodą minimalizacji tego zagrożenia jest suszenie i chłodzenie ziarna. Przechowywanie ziarna o wilgotności poniżej 14,5% ogranicza rozwój grzybów. Dodatkowo obniżenie temperatury ziarna zwalnia tempo ich wzrostu. Zabiegi chemiczne, ograniczające wzrost grzybów mogą być stosowane wyłącznie dla ziarna kierowanego do przerobu na paszę.

Roztocza magazynowe są bardzo małe (<0,5 mm długości), a ich rozwój przyspieszają sprzyjające warunki. Jednakże, ich rozwój jest hamowany przez utratę wody, a śmierć powoduje obniżenie wilgotności względnej powietrza (RH) w przechowalni. Większość gatunków nie rozmnaża się poniżej RH = 65%. Roztocza mogą powodować bezpośrednie szkody w ziarnie zbóż niszcząc zarodek, a także mogą powodować jego skażenie. Ponadto roztocza są silnie uczulające, chociaż reakcje alergiczne są na ogół widoczne tylko

wtedy, gdy wystąpi koncentracja bardzo dużych ich populacji. Sposobem na ograniczenie wzrostu roztoczy jest obniżenie wilgotności ziarna poprzez proces suszenia do 14,5% lub przeprowadzenie procesu schładzania ziarna do 5°C. W okresie zimowym przechowywane ziarno narażone jest na wzrost roztoczy, zwłaszcza w jego warstwie powierzchniowej.

Owady występujące w środowisku przechowywanego ziarna mogą rozmnażać się w stosunkowo niskich temperaturach i przy obniżonej zawartości wilgoci. To powoduje, że ich występowanie jest szczególnie uciążliwe i trudne do zwalczenia. Nawet pojedynczy owad w próbce 1 kg może stanowić potencjalnie zagrożenie chorobotwórcze. Szkodniki magazynowe mogą przetrwać na pozostałości zboża z poprzedniego zbioru, a następnie zakazić nowe zboże kierowane do magazynu. Owady powodują uszkodzenia ziarna oraz skażają je grzybami. Właściwe przygotowanie magazynu zbożowego jest zatem pierwszym ważnym krokiem w eliminowaniu obecności owadów i problemu występowania szkodników.

Przygotowanie magazynu jest kluczowym etapem w zapewnieniu bezpiecznego przechowywania ziarna. Łącząc różne metody: mechaniczne i chemiczne przygotowania magazynu można zapewnić wystarczające warunki do bezpiecznego przechowywania ziarna. Wstępne przygotowanie magazynu przechowalniczego nie zapewni właściwego bezpieczeństwa ziarna bez utrzymania i kontroli jego temperatury i wilgotności. Poniżej przedstawiono podstawowe główne zagrożenia, jakie mogą wystąpić w trakcie przechowywania ziarna.

Głównym procesem hamującym niekorzystne zmiany jakościowe ziarna jest suszenie obniżające jego wilgotność i zapewniające odporność na zmiany mikrobiologiczne. W celu prawidłowego wykonania suszenia należy:

- odpowiednio dobrać urządzenie suszarnicze, oczyszczone przed użyciem i zabezpieczone przed skażeniem ziarna zarodnikami grzybów, owadami lub roztoczymi,
- podjąć działania zaradcze: czyszczenie mechaniczne, chemiczne (fumigacja) – jeśli występują szkodniki przechowalnicze,
- stosować środki chemiczne – aktualnie zatwierdzone do obrotu,
- upewnić się o dawkach i sposobie zastosowania środków chemicznych.

Istnieją dwa podstawowe sposoby suszenia ziarna – wysoką temperaturą i powietrzem bliskim temperaturze otoczenia. Suszenie w wysokiej temperaturze z użyciem powietrza ogrzanego do temperatury 40°C i wyższej jest szybkie i niezależne od pogody, ale cechuje je wysoki koszt. W przypadku korzystnych warunków pogodowych i stosunkowo niskiej zawartości wody w ziarnie można zastosować suszenie powietrzem o temperaturze wyższej

Główne zagrożenia i środki zapobiegawcze, które należy podjąć

Zagrożenia	Poziom ryzyka	Środki profilaktyczne	Monitorowanie procedury	Czynności naprawcze
Obecność grzybów – skażenie mikotoksynami	średnie	Czyszczenie urządzeń magazynu przechowalniczego. Suszenie ziarna powyżej 18% do poziomu 14,5%.	Ocena wizualna. Sprawdzić, czy nie ma obecności spleśniałego ziarna, pomiar temperatury i wilgotności ziarna.	Doraźne doczyszczanie urządzeń. Dosuszanie natychmiastowe ziarna powyżej 18% wilgotności.
Obecność owadów i roztoczy	średnie	Czyszczenie urządzeń magazynu przechowalniczego.	Monitorowanie łapek	Zastosowanie pestycydów.
Obecność środków chemicznych	niskie	Używanie zatwierdzonych środków.	Sprawdzenie dopuszczalnych poziomów środka.	Recenzja, aplikacje i Praktyka.
Obecność gryzoni i odchodów gryzoni	niskie	Czyszczenie magazynu, potencjalnych miejsc żerowania, zabezpieczenie wiazów, kłap rewizyjnych.	Sprawdzenie wizualne obecności gryzoni	Łapki i środki gryzoniobójcze.
Obecność ptaków i kału ptaków	niskie	Czyszczenie magazynu, potencjalnych miejsc żerowania, zabezpieczenie wiazów.	Sprawdzenie obecności ptaków.	Doraźne doczyszczanie urządzeń.
Obecność zanieczyszczeń: metali, szkła	niskie	Czyszczenie urządzeń magazynu przechowalniczego.	Ocena wizualna.	Doraźne doczyszczanie urządzeń.

o 5°C od temperatury ziarna. Proces ten jest wolniejszy, obciążony wyższym ryzykiem zepsucia ziarna, ale równocześnie mniejszym ryzykiem przegrzania ziarna.

Należy w sposób świadomy wykorzystywać urządzenia suszarnicze tak, aby nie powodować skażenia ziarna substancjami powstałymi w wyniku spalania paliw, w tym węglowodorami aromatycznymi (WWA). W szczególności należy sprawdzić, czy paliwo odpowiada normom handlowym ISDN/ISO oraz że instalacja spalania zapewnia prawidłowy przebieg procesu (poprzez właściwy proces całkowitego spalania wg zaleceń producenta). Ważne jest również, aby zapewnić odpowiednią recyrkulację gazów spalinowych.

Suszenie niskotemperaturowe. W przypadku suszenia powietrzem o temperaturze do 5°C wyższej niż temperatura ziarna, zalecany jest przepływ powietrza w ilości 180 m³/h/tonę ziarna. W doborze urządzeń w szczególności należy uwzględnić opory przepływu powietrza, wysokość warstwy ziarna, które są krytycznymi czynnikami w doborze wentylatora.

Zastosowanie systemu kontroli jakości to jedyny dobry wybór dla magazynów przechowalniczych ziarna. Należy spodziewać się, że dotychczasowe procedury będą niewystarczające w porównaniu z systemem uniwersalnym, akceptowanym przez przetwórstwo spożywcze. Magazyn zbożowy to ważny element w technologii przetwórstwa zbóż na cele spożywcze. Mimo że konsument ocenia produkt finalny, jednak świadomość drogi, jaką przebył surowiec („od pola do talerza”) jest bardzo ważny i coraz częściej zauważalny przez firmy przetwórcze i potencjalnych odbiorców. Zatem utrzymanie jakości, kontrola, jawność wykonanych zabiegów przez magazyn przechowalniczy ziarna to ważny

element w procesie działalności takich firm na rynku producentów surowca.

Magazynowanie ziarna. Przechowywanie ziarna ze względu na długoterminowe magazynowanie i efektywność ekonomiczną wykorzystania zasobów pracy i kapitału wymaga od rolnika dogłębnej analizy posiadanych możliwości w celu wybrania do budowy odpowiedniego pod względem ładowności obiektu magazynowego. W tabeli zaprezentowano obecnie najczęściej stosowane rozwiązania techniczne magazynów zbożowych z określeniem ich charakterystycznych cech.

Niski koszt zakupu silosów metalowych, jak również ich duża funkcjonalność spowodowały, że corocznie powiększa się ich sprzedaż. Jest to dodatkowo wynikiem zmiany technologicznej w ich budowie, ale również sytuacji w rolnictwie. Oplacalne stało się bowiem długookresowe przechowywanie surowców, m.in. z uwagi na roczne wahania cen.

Powszechnie, jako magazyny ziarna, stosowane są pojedyncze silosy lub ich baterie składające się z kilku, a nawet kilkunastu silosów. Są to zbiorniki w kształcie walca lub wieloboku, o wysokości kilkakrotnie większej od średnicy lub innego wymiaru liniowego, charakteryzującego wielkość podstawy. Magazyny składające się z dwóch do czterech silosów mogą posługiwać się jednym kompletem urządzeń służących do załadunku i rozładunku ziarna oraz konserwacji, co powoduje lepsze ich wykorzystanie. Odpowiednio wyposażone silosy umożliwiają: pełną mechanizację prac załadunkowo-rozładunkowych, konserwację zgromadzonego w nich ziarna przez wymuszoną (mechaniczną) wentylację. Silosy posiadają dach i szczelny płaszcz chroniący zgromadzone w nich ziarno przed opadami, ptakami, gryzoniami i kotami oraz stanowią dostateczne zabezpieczenie przeciwpożarowe i mogą być instalowane na otwartej

Tabela. Rodzaje obiektów do przechowywania zbóż.

Rodzaj magazynu	Czynniki ekonomiczne i organizacyjne	Zalety	Wady
silosy betonowe	– rozwiązania trwałe – inwestycja dość złożona	– dobra izolacja termiczna – łatwość transportu ziarna – łatwość przewietrzania	– wysoki koszt utrzymania – droga infrastruktura
silosy metalowe	– stosunkowo niski koszt inwestycji – szybka realizacja inwestycji	– łatwość przewietrzania i dosuszania – łatwość załadunku i rozładunku – dobre zabezpieczenie przed szkodnikami – możliwość demontażu i zmiany lokalizacji silosu – łatwe i skuteczne gazowanie	– słaba izolacja ścian – wahania temperatur wewnątrz – skraplanie wilgoci przy niewłaściwym użytkowaniu – możliwość zastosowania tylko do jednego gatunku ziarna
nowoczesne magazyny płaskie	– możliwość adaptacji istniejącego magazynu lub innego pomieszczenia	– łatwa kontrola jakości zboża – łatwy transport mechaniczny – możliwość przewietrzania lub przesypania	– słabe zabezpieczenie przed szkodnikami i ptakami – trudność fumigacji – duża powierzchnia zajmowana przez obiekt – ograniczona wysokość składowania

Źródło: opracowanie własne na podstawie: Hopf L., *Technologia Młynarstwa, PWT, Warszawa 1952*, Milton J.L., *Preservation and storage of grains, seeds and their by-products, New York 1988*, Reed C.R., *Managing stored grain to preserve quality and value, AACC International, Kansas 2006*.

przestrzeni. Silosy te zwykle instalowane są w tzw. baterie silosów w układzie rzędownym lub gniazdowym.

Postęp technologiczny w projektowaniu i produkcji silosów zapewnia bardzo dobrą ich jakość, bezpieczeństwo konstrukcyjne oraz trwałość. Początkowe konstrukcje silosów metalowych cechowała ograniczona pojemność, która była niższa niż w przypadku silosów betonowych. Dzisiejsze konstrukcje, typoszeregi silosów zapewniają przechowywanie surowców w ilościach od 5 do nawet 15 000 ton. To powoduje, że producenci silosów są w stanie zaspokoić różnorodne co do pojemności potrzeby nabywców. Pod względem konstrukcyjnym silosy spełniają trudne wymagania względem wytrzymałości mechanicznej, jak również jakościowej poprzez stosowanie m. in. blach ocynkowanych czy powlekanych, odpornych na korozję. Krajowe silosy stosowane są do magazynowania przede wszystkim ziarna zbóż i nasion rzepaku.

Obecne konstrukcje silosów zapewniają aktywne przewietrzanie surowca w trakcie przechowywania. System wentylacji najczęściej składa się z wentylatora (dla dużych pojemności silosów – zespołu wentylatorów), kanałów powietrznych, systemu podłogi sitowej, kominków wentylacyjnych. Wtłaczane powietrze otoczenia (w przypadku użycia nagrzewnic – lekko podgrzanego) rozprowadzane jest kanałami i przez podłogę sitową wprowadzane jest do surowca zmagazynowanego w silosie. Po przejściu przez całą warstwę, powietrze opuszcza silos kominkami wentylacyjnymi w dachu konstrukcji lub innymi elementami konstrukcyjnymi typowymi dla różnych producentów. Zintegrowane z silosem układy przewietrzające muszą pod względem osiąganych parametrów, tj. wydajności powietrza oraz sprężu, uwzględnić gatunek przechowywanego surowca rolniczego. Dosuszenie ziarna poprzez wietrzenie przy wymuszonym przepływie powietrza i jego

czas trwania zależą nie tylko od wilgotności względnej powietrza i jego temperatury, ale również od natężenia przepływu powietrza oraz wysokości warstwy, jak i od wilgotności i temperatury ziarna.

Silosy z dnem płaskim. Obecnie najczęściej instalowane są silosy z dnem płaskim wyposażone w mechaniczne urządzenia do rozładunku. Silosy z dnem płaskim z zasady posiadają podłogę szczelinową lub sitową. Metalowe silosy budowane są z wykorzystaniem blachy gładkiej, jak też falistej. Ogólna zasada mówi, że blacha falista stosowana jest do konstrukcji silosów o dużych pojemnościach ponad 1000-1500 ton. Blacha gładka (tańsza w produkcji) zapewnia właściwą wytrzymałość konstrukcji dla mniejszych pojemności silosów. Oprócz płaszcza zbudowanego z arkuszy blach, silos wyposaża się w dodatkowe wymagane elementy konstrukcyjne. Zalicza się do nich: dach wraz z wywietrznikami, klapy rewizyjne, wyładownice, drabiny, pomosty, systemem podłogi sitowej (w przypadku silosów płaskodennych), system kominków przewietrzających i inne. Sposób zasypu w przypadku silosów odbywa się od góry, natomiast wyładunek w zależności od rozwiązań samej konstrukcji i pojemności silosów – za pośrednictwem: przenośników wybierakowych, obiegowych, podpodłogowych, ślimaków wygarniających czy zasuw wysypowych. O sposobie wyładunku decyduje konstrukcja dna silosu, tzn. czy jest ono płaskie czy lejowe. Zastosowanie dna płaskiego z jednej strony umożliwi projektowanie konstrukcji o większej pojemności, ale taka budowa dna stanowi utrudnienie w przypadku opróżniania silosu. Do całkowitego wyładunku surowca w takim wypadku należy stosować przenośniki ślimakowe, które pracują w układzie przenośnika obiegowego (poruszającego się po powierzchni sita) oraz przenośnika podpodłogowego, który transportuje dalej surowiec poza obrys silosu. Grawitacyjny wyładunek surowca, w przypad-

ku silosów o dnie lejowym, odbywa się po otwarciu zasuw; dodatkowo, aby zapewnić równomierny wysyp i przeciwdziałać ewentualnemu zawieszaniu się surowca w silosie, stosowane są wygarniacze centralne ślimakowe. Silosy posadowione są na betonowych płytach lub specjalnych fundamentach, które zapewniają stabilność całej konstrukcji, ale także mogą stanowić elementy systemu wyładunku i przewietrzania.

Silosy z dnem lejowym. Silosy lejowe w odróżnieniu od płaskodennych cechuje łatwość opróżniania i duża wydajność wyładownicza. Tego typu konstrukcje z powodów wytrzymałościowych oferowane są w mniejszych pojemnościach. Pierwsze konstrukcje tego typu silosów były pozbawione systemu przewietrzania. Obecnie producenci oferują już i do tych rozwiązań systemy przewietrzające (wentylatory – zintegrowane z silosem jak również mobilne). Dodatkowym ciekawym rozwiązaniem wprowadzonym w niektórych silosach lejowych jest zastosowanie podwójnego płaszcza, który stwarza dodatkową izolację termiczną, co wg producenta zapobiega skraplaniu się pary wodnej wewnątrz silosu. Wymogi wytrzymałościowe stawiane tym rozwiązaniom powodują, że w sposób szczególny należy zadbać o ich montaż. To sprawia, że producenci silosów podnoszą cenę za tę usługę w porównaniu do cen montażu konstrukcji płaskodennych o porównywalnej pojemności. Zaostrzone wymagania konstrukcyjne odnośnie wytrzymałości i użytych materiałów podnoszą cenę tych silosów, która średnio jest 2-krotnie wyższa w stosunku do analogicznych pojemności silosów płaskodennych.

Magazyn przechowalniczy może być budowany jako pojedynczy obiekt lub zespół – baterie silosów stawianych w układzie rzędownym lub gniazdowym. Wybór podyktowany jest m. in. wielkością produkcji, wielkością dostępczej powierzchni czy zakładanym planem rozwoju gospodarstwa. Układy rzędowe zapewniają możliwość ewentualnej rozbudowy magazynu o kolejne silosy, ale są kosztowne w budowie, gdyż wymagają stosowania np. platformy operacyjnej umożliwiającej załadunek silosów. W przypadku układu gniazdowego załadunek odbywa się rurami spadowymi z centralnej wieży za pośrednictwem rozdzielacza. Takie układy nie pozwalają na dalsze dostawianie silosów i zwiększanie w przyszłości ich pojemności magazynowej. Bardzo istotnym elementem racjonalnego i efektywnego wykorzystania silosów jest prawidłowe dobranie urządzeń transportowych i innych elementów tego układu. W szczególności należy zadbać o prawidłowe typy i wydajność tych urządzeń tak, aby nie powodować ich pracą nadmiernych uszkodzeń transportowanych surowców i ewentualnych przestoju w ich transporcie.

Dr inż. Lesław Janowicz
Dr hab. inż. Monika Janowicz
SGGW Warszawa, Ekspert PZPRZ