

# SPIS TREŚCI

## Część A – Silosy poziome

|                                                                                             |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. Wprowadzenie .....                                                                       | 10 |
| 1.1. Wiadomości wstępne o projektowaniu silosów poziomych .....                             | 10 |
| 2. Rodzaje silosów poziomych oraz ich charakterystyka .....                                 | 19 |
| 2.1. Rodzaje silosów poziomych .....                                                        | 19 |
| 2.1.1. Klasyfikacja silosów poziomych .....                                                 | 19 |
| 2.1.2. Konwencjonalne silosy poziome .....                                                  | 19 |
| 2.1.3. Silosy rowowe .....                                                                  | 24 |
| 2.1.4. Silosy stogowe (pryzmowe) .....                                                      | 25 |
| 2.1.5. Składowanie beli w workach .....                                                     | 28 |
| 2.1.6. Silosy workowe z folii .....                                                         | 28 |
| 2.1.7. Bele nawinięte napiętą folią (wrapped bales) .....                                   | 29 |
| 2.1.8. Składowanie w długich rzędach beli z naciągniętą folią („kielbasach”) .....          | 31 |
| 2.1.9. Składowanie w belach przykrywanych folią .....                                       | 32 |
| 2.1.10. Wymagania stawiane opakowywanym belom .....                                         | 34 |
| 2.2. Zalety i wady różnych rodzajów silosów poziomych .....                                 | 34 |
| 2.2.1. Silosy poziome .....                                                                 | 34 |
| 2.2.2. Stogi (pryzmy) .....                                                                 | 35 |
| 2.2.3. Bele w workach, nawijane lub w długich rzędach (tunelach) .....                      | 36 |
| 2.3. Wybór rodzaju silosu poziomego .....                                                   | 36 |
| 3. Powiększanie pojemności składowania kiszonki wraz z rozwojem gospodarstwa rolnego .....  | 42 |
| 3.1. Uwagi ogólne .....                                                                     | 42 |
| 3.2. Silosy wieżowe i poziome w rozbudowywanym gospodarstwie .....                          | 42 |
| 3.3. Pięcioetapowy plan rozwoju składowania i transportu paszy w gospodarstwie rolnym ..... | 43 |
| 4. Projektowanie i budowa betonowych silosów poziomych .....                                | 46 |
| 4.1. Klasyfikacja i przegląd stosowanych rozwiązań silosów poziomych .....                  | 46 |
| 4.2. Projektowanie i budowa monolitycznych silosów poziomych .....                          | 46 |
| 4.2.1. Posadowienie ścian silosów .....                                                     | 46 |

|                                                                                                                                               |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 4.2.2. Płyta denna oraz system kanalików i drenów do odprowadzenia wycieków z kiszonki i wód opadowych .....                                  | 48 |
| 4.2.2.1. Płyta denna .....                                                                                                                    | 48 |
| 4.2.2.2. System kanalików i drenów do odprowadzenia wycieków z kiszonki i wód opadowych .....                                                 | 49 |
| 4.2.3. Ściany silosów poziomych .....                                                                                                         | 60 |
| 4.3. Projektowanie i budowa prefabrykowanych silosów poziomych .....                                                                          | 63 |
| 4.3.1. Przegląd rozwiązań silosów z elementów prefabrykowanych stosowanych w kraju .....                                                      | 63 |
| 4.3.2. Przegląd rozwiązań silosów z elementów prefabrykowanych stosowanych za granicą .....                                                   | 68 |
| 5. Obliczanie i konstruowanie żelbetowych ścian silosów poziomych .....                                                                       | 76 |
| 5.1. Obciążenia .....                                                                                                                         | 76 |
| 5.2. Sprawdzenie stateczności ściany na przesunięcie (poślizg poziomy) .....                                                                  | 76 |
| 5.3. Sprawdzenie stateczności ściany na obrót .....                                                                                           | 77 |
| 5.4. Obliczanie ściany z uwagi na nośność podłoża i ściany .....                                                                              | 77 |
| 5.5. Przykład obliczenia ściany oporowej silosu poziomego na kiszonki .....                                                                   | 78 |
| 6. Zagadnienia trwałości silosów .....                                                                                                        | 90 |
| 7. Technologia produkcji teowych elementów prefabrykowanych .....                                                                             | 93 |
| 8. Błędy projektowania, wytwarzania, transportu, budowy oraz eksploatacji silosów .....                                                       | 95 |
| Załącznik A: Obciążenia ścian silosu poziomego z uwzględnieniem masy urządzenia zagęszczającego kiszonkę według ASAE Standards 2003 [2] ..... |    |
| 100                                                                                                                                           |    |

## **Część B – Silosy wieżowe**

|                                                                                     |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 1. Wprowadzenie .....                                                               | 104 |
| 1.1. Uwagi ogólne .....                                                             | 104 |
| 1.2. Czynniki wpływające na pojemność silosu wieżowego .....                        | 106 |
| 1.3. Charakterystyka kiszonek .....                                                 | 113 |
| 1.4. Wymagania eksploatacyjne i materiałowe .....                                   | 114 |
| 1.5. Zalety i wady oraz zalecenia odnośnie do zastosowania silosów wieżowych .....  | 115 |
| 2. Charakterystyka silosów wykonanych z różnych materiałów .....                    | 117 |
| 2.1. Silosy betonowe wykonywane w technologii monolitycznej i prefabrykowanej ..... | 117 |
| 2.2. Silosy stalowe .....                                                           | 119 |
| 2.3. Silosy drewniane .....                                                         | 119 |

|                                                                                                                               |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 3. Konstrukcja silosów wieżowych wykonanych z żelbetowych elementów prefabrykowanych sprężonych stalowymi pierścieniami ..... | 121 |
| 3.1. Charakterystyka elementów prefabrykowanych .....                                                                         | 121 |
| 3.2. Zalety i wady betonowych silosów prefabrykowanych .....                                                                  | 122 |
| 3.3. Projektowanie ścian silosów z elementów prefabrykowanych .....                                                           | 122 |
| 3.3.1. Uwagi ogólne o ścianach z elementów prefabrykowanych i ich połączeniach .....                                          | 122 |
| 3.3.2. Grubość ścian .....                                                                                                    | 124 |
| 3.3.3. Otwory na luki wyladowcze, rury załadownicze i szybiki rozładownicze .....                                             | 124 |
| 3.3.4. Równoleżnikowe pręty (obwód) .....                                                                                     | 127 |
| 3.4. Fundamenty silosów wieżowych .....                                                                                       | 128 |
| 4. Urządzenia załadownicze i wyladowcze w silosach wieżowych .....                                                            | 132 |
| 5. Zabezpieczenia i powłoki antykorozyjne .....                                                                               | 137 |
| 5.1. Powłoki na bazie cementu .....                                                                                           | 137 |
| 5.2. Powłoki malarskie .....                                                                                                  | 137 |
| 6. Awarie i naprawy silosów .....                                                                                             | 139 |
| 7. Obliczanie prefabrykowanych silosów wieżowych .....                                                                        | 143 |
| 7.1. Dane ogólne .....                                                                                                        | 143 |
| 7.2. Obciążenia według ISA [36] .....                                                                                         | 143 |
| 7.3. Obliczanie ścian silosów z elementów prefabrykowanych .....                                                              | 146 |
| 7.4. Obliczanie dna silosu .....                                                                                              | 156 |
| 7.5. Pionowa siła tarcia przekazywana na ścianę silosu .....                                                                  | 156 |
| Ważniejsze oznaczenia .....                                                                                                   | 159 |
| Notations .....                                                                                                               | 160 |
| Literatura .....                                                                                                              | 161 |
| Design and Construction of Concrete Silos on Silages – resume .....                                                           | 165 |
| Indeks .....                                                                                                                  | 167 |
| Index .....                                                                                                                   | 174 |