

Poziomowanie silosów

Wypoziomowanie silosu jest istotną częścią jego prawidłowej instalacji. Pozwala na jego równomierne obciążenie oraz zapobiega przeciążeniu czujników umieszczonych pod nim, co pozwala na dokładne ważenie.

W silosie umieszczonym na trzech czujnikach wagowych obciążenie jest zwykle rozłożone równomiernie. W silosach opartych na czterech lub większej liczbie czujników dobre wypoziomowanie silosu ma ogromne znaczenie.

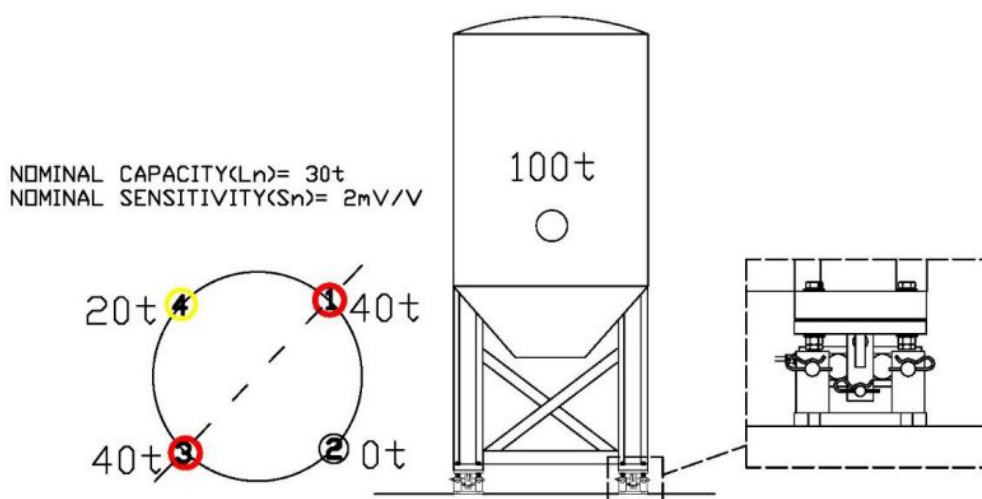
Głównym problemem przy niewłaściwie wypoziomowanym silosie jest tendencja do koncentracji obciążenia wzdłuż głównej przekątnej a wtedy może dojść do przeciążenia zakresu nominalnego czujników na głównej przekątnej. Ważny jest więc taki dobór czujników pod silos, aby ich zakres nominalny był odpowiednio większy od masy obciążonego silosu.

Właściwy dobór czujników to dość powszechny problem. Silosy to wielkie struktury mechaniczne, zwykle o nieregularnym podłożu. Trudno w takim przypadku uzyskać milimetrową precyzję odległości pomiędzy rozmieszczonymi pod nim czujnikami. Czujniki wagowe wykazują nieznaczne ugięcie, około 0,5 mm. Odchylenie 0,1 mm może oznaczać 20% masy. Na szczęście struktury silosów są zwykle elastyczne i dopasują się swoim kształtem. Bywają jednak i bardzo sztywne, jak silos z obręczą, pierścieniem lub kołnierzem u podstawy.

Poniżej opisano przykład niewypoziomowanego silosu oraz wynikającymi z tego powodu potencjalnymi problemami i odpowiednimi ich rozwiązaniami.

Praktyczny przykład niewypoziomowanego silosu

Silos 100 ton oparty na czterech nogach. Na rysunku 1 wskazano, że przeciążenie czujników zawsze występuje po przekątnej. Dodatkowo w tym przypadku dobrano czujniki o zakresie nominalnym 30t każdy. Zakres wagi wynosi więc 120 ton z założeniem, że dodatkowe 20 ton będzie wystarczającym zabezpieczeniem przed ich przeciążeniem. Nie będzie ono takim jednak, ponieważ czujniki są obciążone do 40 ton.



W przypadku tego silosu po zmierzeniu sygnału wyjściowego w mV/V z każdego czujnika oddzielnie łatwo wykryjemy różnice obciążenia czujników wynikające z braku wypoziomowania silosu.

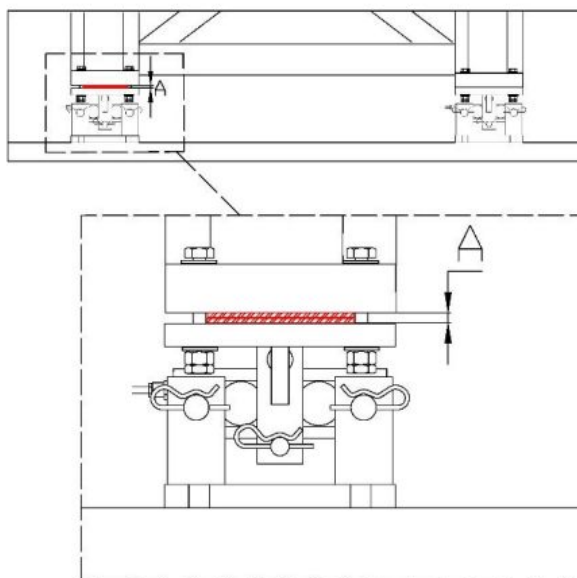
nr czujnika	obciążenie	sygnał	% obciążenia
czujnik 1	40 t	2,66 mV/V	jest przy 133 % swojego zakresu nominalnego
czujnik 2	0 t	0 mV/V	jest przy 0 % swojego zakresu nominalnego
czujnik 3	40 t	2,66 mV/V	jest przy 133 % swojego zakresu nominalnego
czujnik 4	20 t	1,33 mV/V	jest przy 66 % swojego zakresu nominalnego

Widać wyraźnie, że czujniki nr **1 i 3** przekroczyły swoje zakresy nominalne, ale jednocześnie czujnik nr 2 w ogóle nie jest obciążony.

Przy silosie 100 ton na czterech nogach należy tak dobrać zakresy czujników, aby zachować współczynnik bezpieczeństwa K co najmniej 1,5, w tym przypadku czujniki o zakresie przynajmniej 40 ton ($1,5 \times 100t / 4 \text{ nogi} = 37,5t$) aby nie przekroczyć zakresu nominalnego czujników w tej aplikacji.

Do poziomowania silosu należy użyć metalowych podkładek o grubościach 0,5mm, 1 mm i 2 mm wstawianych pomiędzy strukturę silosu a adapter czujnika tak, jak pokazano na rys. 2, do momentu, kiedy zostanie osiągnięty taki sam analogowy sygnał wyjściowy w mV/V dla każdego obciążonego czujnika. W praktyce maksymalna różnica analogowego sygnału wyjściowego w mV/V pomiędzy każdym czujnikiem powinna być mniejsza niż 30%.

W tym przypadku poziomowanie należy zacząć od czujnika nr 2 i ponownie dokonać pomiarów analogowego sygnału wyjściowego z każdego czujnika dla ustalenia różnic. Następnie należy wypoziomować silos w miejscu najmniej obciążonym i ponawiać pomiary sygnałów aż do uzyskania równych obciążeń pod każdą nogą.

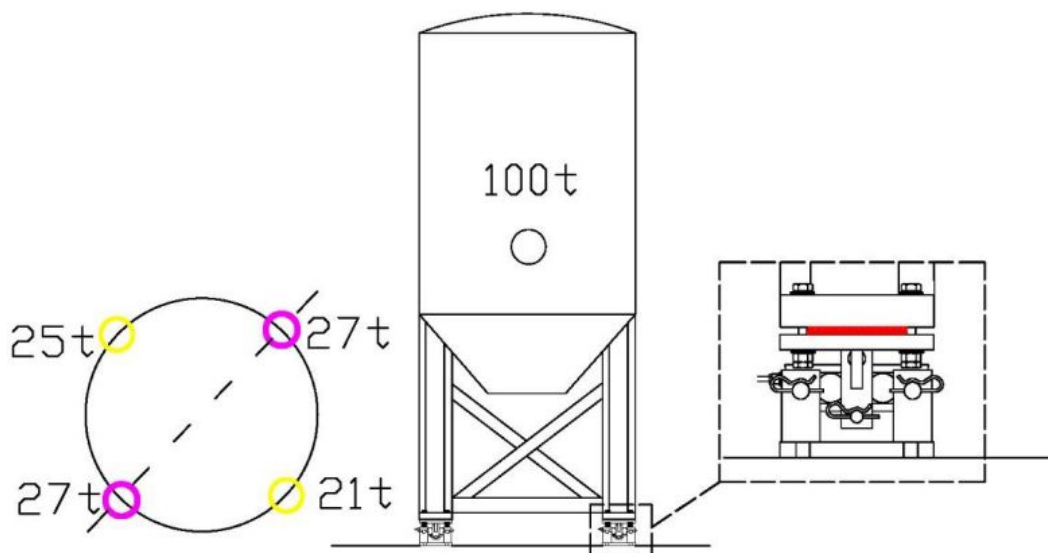


Rys. 2. Silos wypoziomowanym za pomocą podkładek

A - Podkładki poziomujące (0,5 do 2 mm jako odpowiednie)

Jak sprawdzić czy maksymalna różnica sygnałów wyjściowych pomiędzy czujnikami jest mniejsza niż 30 %?
Dzieląc najwyższy sygnał przez najniższy sygnał z czujników należy osiągnąć wynik (iloraz) poniżej 1,3.
Maksymalna różnica sygnałów pomiędzy czujnikami = sygnał najwyższy / sygnał najniższy.
Wynik powinien być poniżej 1.3

Po wypoziomowaniu silosu akceptowalne jest rozłożenie obciążenia jak na rys. 3.



Rys. 3 Obciążenie pod nogami dobrze wypoziomowanego silosu

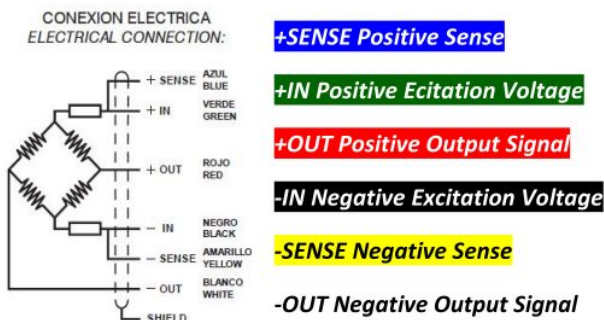
Przy wcześniej niewłaściwie wypoziomowanym silosie stosunek największego do najmniejszego sygnału wyjściowego z czujników był większy niż 1,3, więc przekraczał 30%. Istotne jest także takie dobranie zakresu nominalnego czujników, aby przy niewłaściwym wypoziomowaniu zmniejszyć ryzyko ich przeciążenia. Przy właściwym wypoziomowaniu silosu zakres 30 ton byłby wystarczający, ale przy niewłaściwym bezpieczniejsze będą zakresy 40 ton lub 50 ton.

Procedura poziomowania silosu w trzech krokach

- 1- Zasil wszystkie czujniki wagowe
- 2- Zmierz sygnał wyjściowy z każdego czujnika
- 3- Wypoziomuj silos za pomocą metalowych podkładek

Zasil wszystkie czujniki wagowe

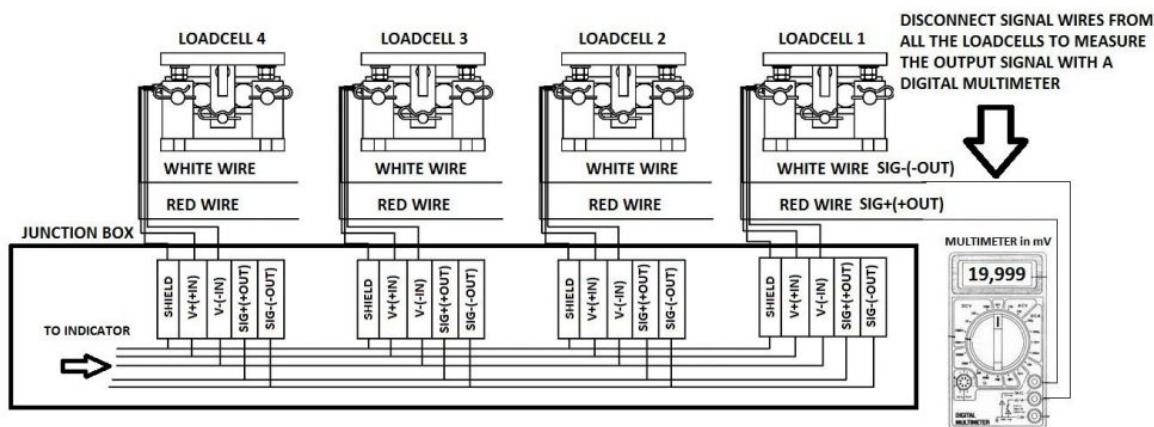
Zasil wszystkie czujniki wagowe napięciem zasilającym, aby uzyskać sygnał wyjściowy w mV. Można do tego użyć zasilania z miernika wagowego. Wówczas należy podłączyć przewody zasilające czujników do sumatora (zielony +IN do +V oraz czarny -IN do -V). Jeśli czujniki mają przewody 6-cio żyłowe (dodatkowe dwa do kompensacji), to przewody kompensacyjne będą podłączone równolegle do przewodów zasilających (niebieski +SENSE do +V oraz żółty – SENSE do -V).



Rys. 4. Schemat połączeń przewodu 6-cio żyłowego czujnika wagowego Utilcell

Zmierz sygnał wyjściowy z każdego czujnika

Nie dołączaj przewodów sygnałowych (czerwony +OUT oraz biały -OUT) ani do miernika wagowego ani do sumatora. Dla każdego czujnika można zmierzyć napięcie między niepodłączonymi nigdzie przewodami (czerwony +OUT oraz biały -OUT) - jest to sygnał wyjściowy z czujnika.



Rys. 5. Czujniki do podłączenia w sumatorze i odczyt sygnału wyjściowego w mV z multimetru cyfrowego

Należy zmierzyć sygnały wyjściowe w mV z każdego czujnika, pamiętając że silos musi być napętniony, najlepiej w całej swojej objętości, ale w praktyce wystarczy trochę ponad 30 % jego objętości.

Nr czujnika	pierwszy odczyt sygnału w mV	drugi odczyt sygnału w mV	trzeci odczyt sygnału w mV	czwarty odczyt sygnału w mV
1				
2				
3				
4				
największy / najmniejszy $\leq 1,3$?				

Odczytaj sygnały wyjściowe z każdego obciążonego czujnika i wpisz do tabeli.

Wylicz stosunek pomiędzy największymi sygnałami. Powinien być $\leq 1,3$.

Wypoziomuj silos za pomocą metalowych płytek.

Silos należy poziomować, jeśli stosunek pomiędzy najwyższym i najniższym sygnałem jest większy niż 1,3.

Poziomowanie należy rozpocząć od podłożenia metalowych płytek jak na rys. 2. Nie istnieje niestety żadna kalkulacja umożliwiająca wybór płytek. Należy zacząć od najcieńszej i obserwować efekt w postaci sygnału wyjściowego w mV. Im grubszą płytkę się zastosuje, tym wyższy sygnał zostanie osiągnięty.

Po podłożeniu metalowych płytek należy ponownie zmierzyć sygnał wyjściowy i obliczyć stosunek sygnałów (najwyższego i najmniejszego). Jest to wielokrotny proces pomiarów, sprawdzenia wypoziomowania i jego korekt za pomocą płytek metalowych do uzyskania poniżej 30% stosunku (najwyższy/najniższy poniżej 1,3) sygnału wyjściowego.

Przed zakończeniem poziomowania silosu należy sprawdzić, czy czujnik wagowy, który jest najbardziej obciążony pod silosem nie został przeciążony ponad swój zakres nominalny przy pełnym silosie. To sprawdzenie jest bardzo ważne i zapewnia długą żywotność czujnika.

Na podstawie materiałów firmy Utilcell,
ZEPWN sp. z o.o. s.k., Marki, 2025.02.24