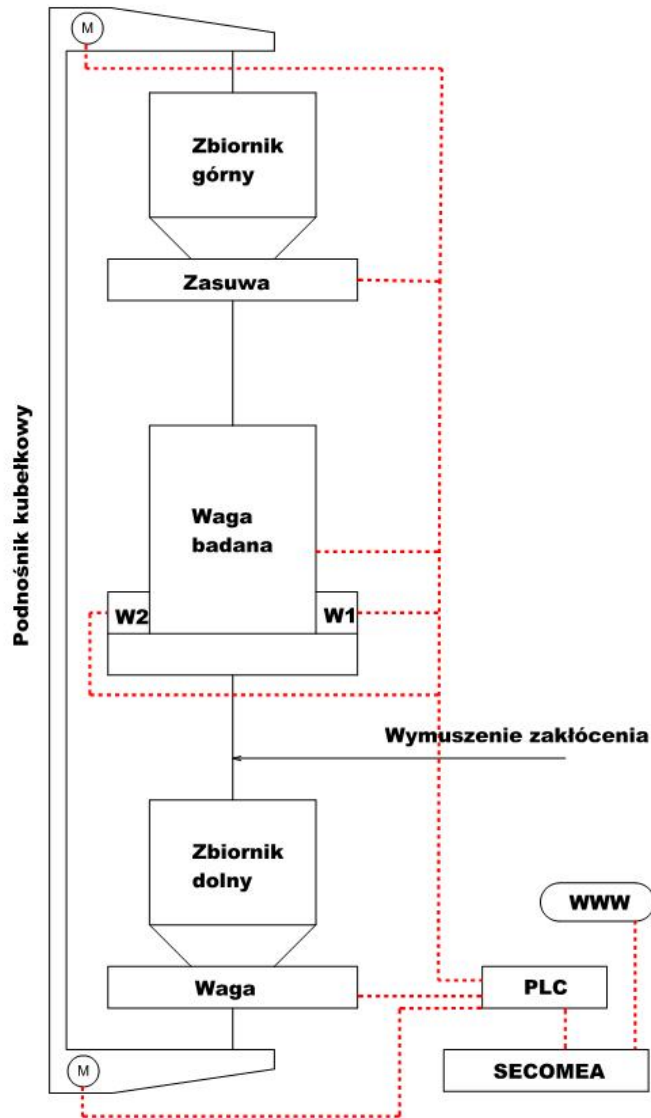


ETAP 8. BADANIA PORÓWNAWCZE WAG

1. Stanowisko badawcze i zasady badań



Rys.1 Stanowisko badań porównawczych wag

Stanowisko badawcze przedstawiono na Rys.1.

Składa się ono z toru zadawania określonego przepływu materiału przez badaną wagę poprzez regulację otwarcia zasuwę górnej, platformy wibracyjnej z 2 wibratorami o sterowanej częstotliwości i amplitudzie, układu sterowania PLC do sterowania zasuwą, zadawania parametrów wibratorów oraz impulsów ciśnienia, a także ciągłego pomiaru wagi zbiornika dolnego, co stanowi realizację pomiaru odniesienia strumienia wagowego (przepływu) przez wagę badaną.

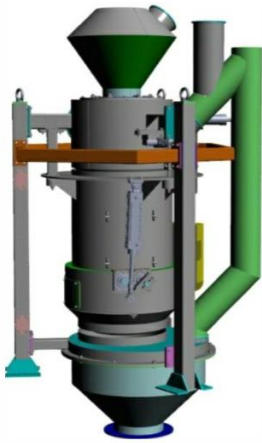
Pomiar odniesienia jest realizowany przez układ PLC SIEMENS z modułem wagowym SIMATIC, opisane w punkcie ETAP 2: Budowa stanowiska badawczego nowej wagi i inteligentnej sieci pomiarowej.

Wyniki pomiarów poszczególnych wag w trzech obszarach są porównywane z wynikami pomiaru odniesienia strumienia wagowego.

Badania porównawcze wag miały na celu porównanie maksymalnych błędów wag w zakresie pomiarowym, wpływu zakłóceń zewnętrznych, takich jak drgania mechaniczne otoczenia i zmiany ciśnienia w torze pomiarowym na działanie wag, a w szczególności na ich dokładność.

Wykonano badania porównawcze wag:

- odważająco – sumującej LIBRA 24
- przepływowej starego typu WP-1
- nowej wagi serii SR



Rys.2 Wagi: LIBRA 24, WP1, nowa waga serii SR

Badania przeprowadzono w trzech obszarach porównania dokładności/ wielkości błędów:

- bez zakłóceń w zakresie pomiarowym wag
- z zakłóceniami w postaci generowanych drgań
- z zakłóceniami w postaci impulsów ciśnienia w torze pomiarowym



Rys.3 Wagi na stanowisku badawczym

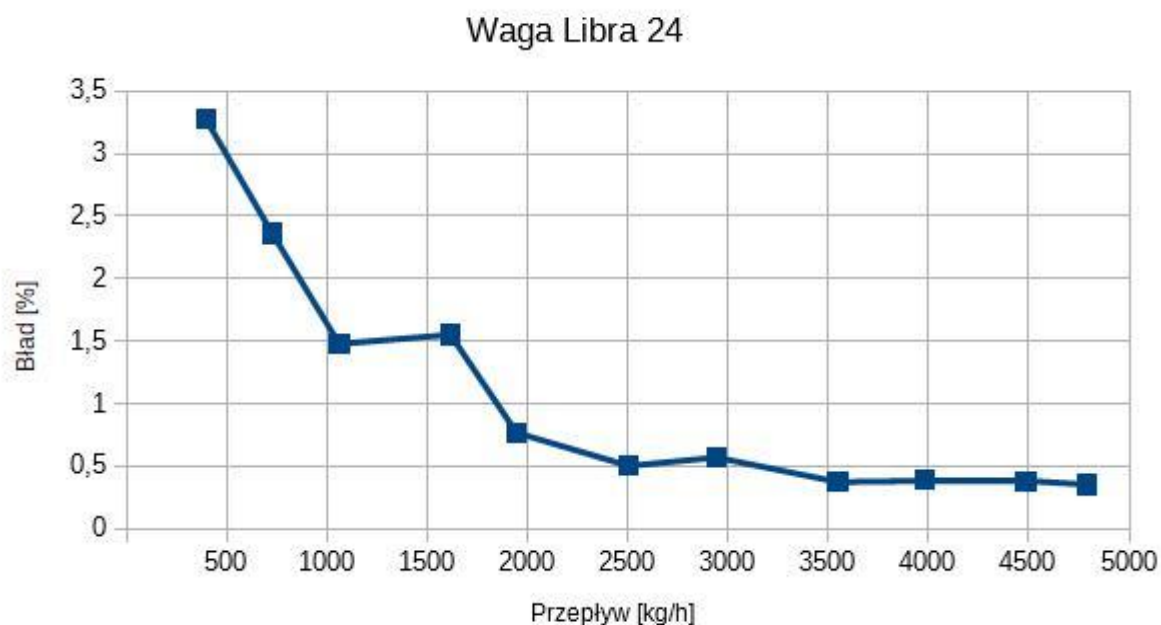


2. Badania porównawcze w zakresie pomiarowym wag bez zakłóceń.

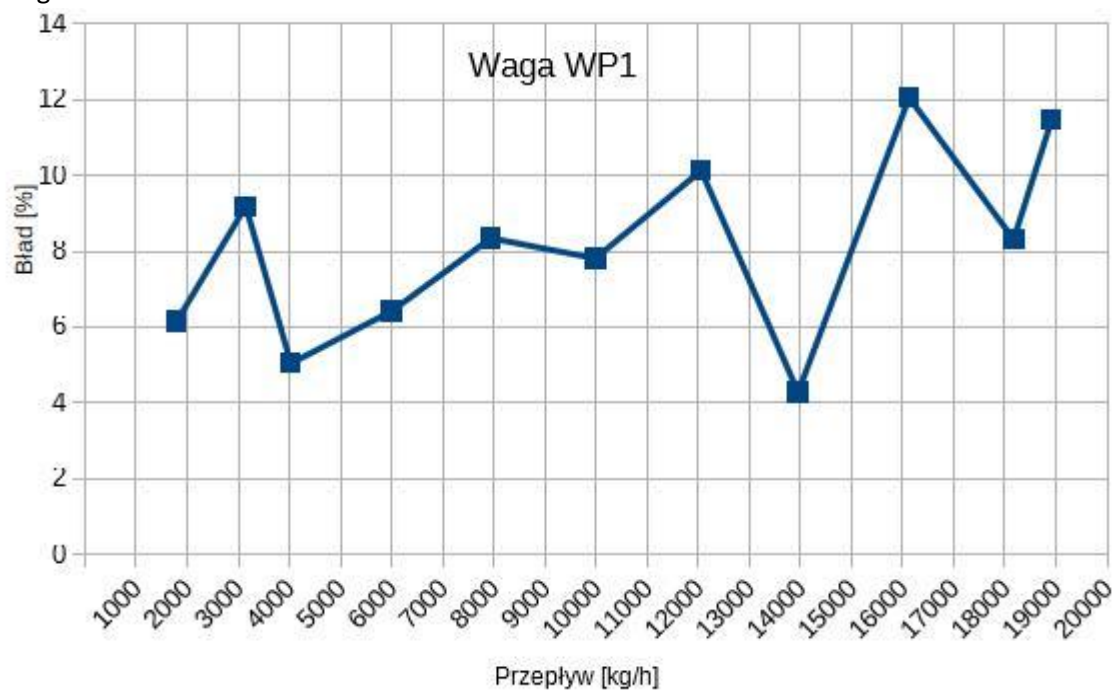
Badania przeprowadzono na stanowisku według Rys.1 bez zakłóceń drgań i ciśnienia powietrza (nie działały wibratory i układ zadawania impulsów powietrza).

Poniżej przedstawiono wyniki badań:

- dla wagi LIBRA 24



- dla wagi WP1





- dla nowej wagi SR



Wykresy przedstawione powyżej wykonano w oparciu o wyniki badań pokazane w pliku: „Badania porównawcze wag drgania.xlsx”

Konkluzja:


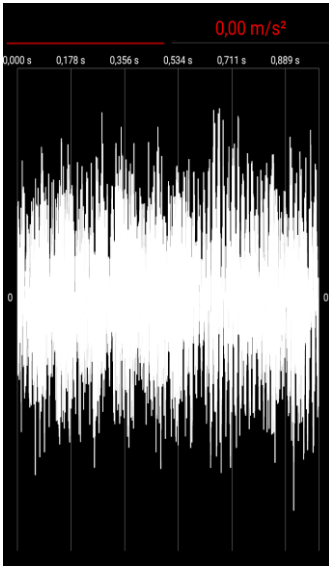
Nowa waga serii SR ma błędy pomiaru przepływu na poziomie 1%, również dla małych przepływów. Waga LIBRA24 ma błędy na poziomie 0,5%, ale dopiero powyżej 10% wartości przepływów maksymalnych.

Waga WP1 ma błędy przepływu na poziomie 3%, ale poniżej 20% wartości maksymalnej błędy są na poziomie 5%.

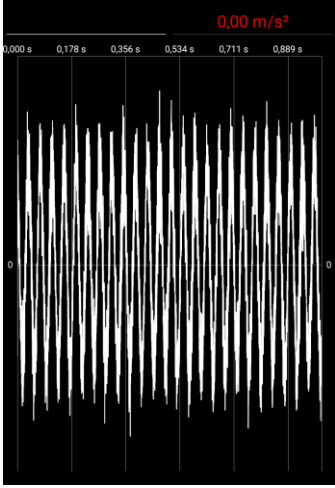
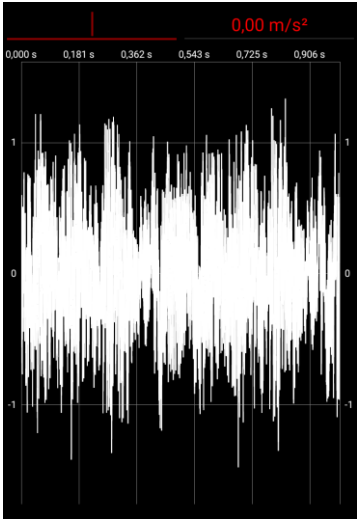
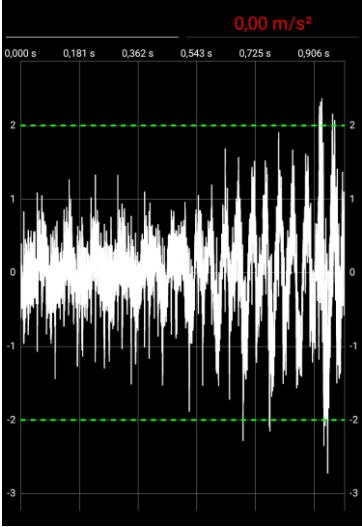
**3. Badania porównawcze z zakłóceniami w postaci generowanych drgań.**

Badania przeprowadzono na stanowisku według Rys.1 z generowaniem przez wibratory W1 i W2, umieszczone na platformie wibracyjnej, drgań o sterowanej amplitudzie i częstotliwości.

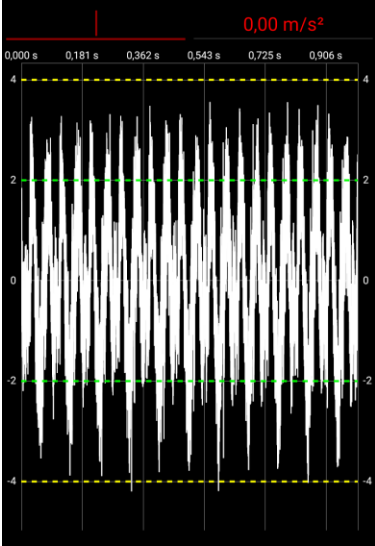
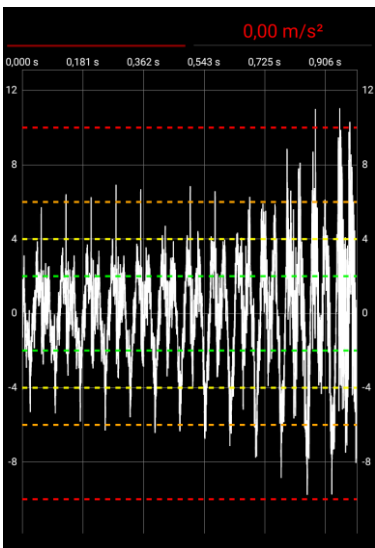
Poniżej przedstawiono zbiorcze wyniki badań dla wag LIBRA 24, WP1 oraz nowej wagi serii SR:

Nr	Nastawa falownika [Hz]	Maksymalne przyśpieszenie [m/s ²]	Analiza RMS	Waga Libra	WP1	Waga SR
1	2	0,5		Pomiar prawidłowy.	Pomiar prawidłowy	Pomiar prawidłowy.
2	5	0,7		Pomiar prawidłowy.	Pomiar prawidłowy	Pomiar prawidłowy.



3	8	0,8		Pomiar prawidłowy.	Pomiar prawidłowy	Pomiar prawidłowy.
4	13	1		Pomiar prawidłowy.	Pomiar prawidłowy	Pomiar prawidłowy.
5	17	2		Pomiar prawidłowy.	Pomiar prawidłowy	Pomiar prawidłowy.



6	20			Pomiar błędny.	Pomiar prawidłowy	Pomiar prawidłowy.
7	25			Pomiar błędny.	Pomiar błędny	Pomiar prawidłowy.

Wykresy przedstawione powyżej wykonano w oparciu o wyniki badań pokazane w pliku:
„Badania porównawcze wag drgania.xlsx”

Waga Libra wykazuje negatywny wpływ drgań na dokładność pomiarów dla drgań o przyspieszeniu powyżej 4 m/s². Związane jest to z jej konstrukcją. Stosunkowo duża masa zbiornika pomiarowego obciąża czujniki tensometryczne. Drgania przez obudowę przenoszone są na zbiornik, a dodatkowe drgania powstają w wyniku ich zamykania i otwierania.

Nowe wagi serii SR wykazują odporność na drgania zakłócające pomiar przepływu masy. W stanie nieobciążonym występuje minimalny wpływ na odczyt z czujników, jest on jednak redukowany do minimalnej wartości podczas przepływu materiału.

**Konkluzja:**

Nowa waga serii SR praktycznie nie wykazuje wpływu drgań na wyniki pomiarów
Waga LIBRA24 wykazuje wpływ drgań na wyniki pomiarów.

Dla zadanych zakłóceń poziom błędu wzrósł dwukrotnie – powyżej 1 %, ale stwierdzono znaczny wpływ drgań na ograniczenie wielkości przepływu (waga nawet blokowała zadany przepływ!)

Bierze się to stąd, że drgania powodują wydłużenie czasu stabilizacji wagi, co bezpośrednio wydłuża cykl odważania tak, że od pewnego poziomu drgań waga praktycznie przestaje ważyć.

Waga WP1 wykazuje wpływ drgań na błędy, które rosną proporcjonalnie do amplitudy drgań. w generowanym zakresie.

4.Badania porównawcze z zakłóceniami w postaci w postaci impulsów ciśnienia w torze pomiarowym.

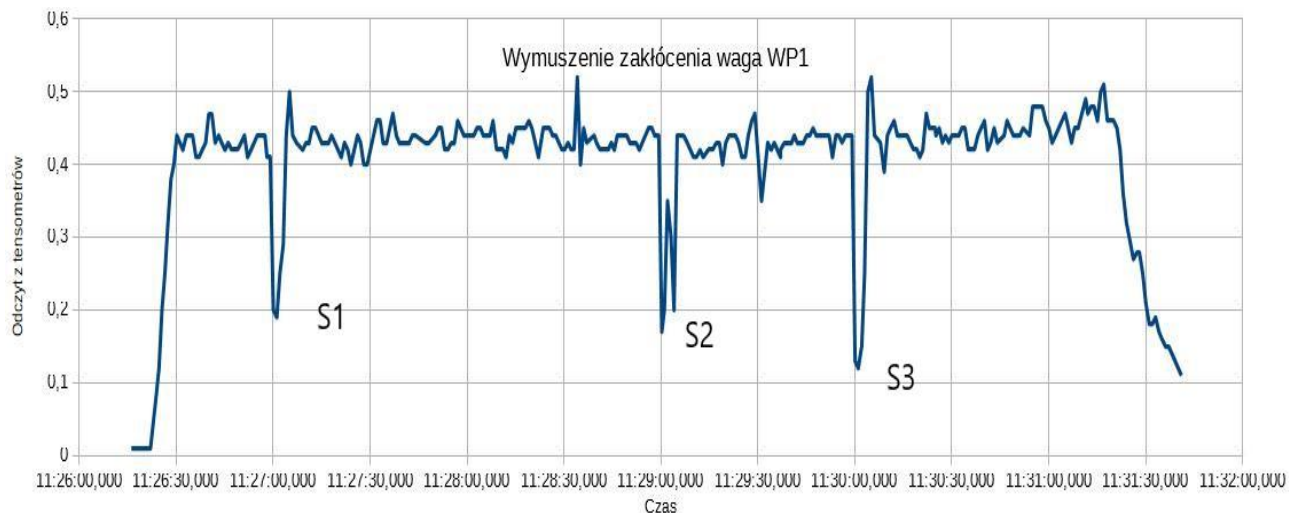
Badania przeprowadzono na stanowisku według Rys.1 z generowaniem przez układ zadawania umieszczony na platformie wibracyjnej, jednostkowych impulsów ciśnienia powietrza podczas pracy wagi.

Poniżej przedstawiono wyniki badań:

- dla wagi LIBRA 24



- dla wagi WP1





- dla nowej wagi serii SR



Wykresy przedstawione powyżej wykonano w oparciu o wyniki badań dla ręcznie zadawanych impulsów ciśnienia. Dokładniejsze badania nie są możliwe w tym zestawie badawczym, jednak powyższe wyniki są wystarczające do sformułowania konkluzji.

Konkluzja:

Nowa waga serii SR nie wykazuje wpływu impulsów ciśnienia powietrza na wyniki pomiarów.

Waga LIBRA24 wykazuje wpływ impulsów ciśnienia powietrza na wyniki pomiarów.

Dla zrealizowanych zakłóceń poziom błędów wzrósł do 3%. Stwierdzono proporcjonalną zależność wzrostu błędów od częstości i amplitudy impulsów zakłócających.

Wynika to stąd, że powoduje na poziomej powierzchni zbiornika pomiarowego powstawanie siły, która odejmuje się od siły obciążenia czujników tensometrycznych, pochodzącej od ciężaru zbiornika

wagowego. Następuje „podnoszenie” zbiornika wagowego.

Waga WP1 wykazuje wpływ drgań na błędy, które rosną proporcjonalnie do amplitudy i częstości impulsów zakłócających.

5. Wnioski końcowe

Kończącym wnioskiem tych badań jest stwierdzenie, że nowa waga serii SR zachowuje się najlepiej w symulowanym otoczeniu, zbliżonym do rzeczywistego – jest najmniej czuła na zmiany ciśnienia w strumieniu mierzonym oraz najbardziej odporna na drgania mechaniczne, a jednocześnie jako jedyna umożliwia zdalną obsługę (maintenance) i udostępnianie wyników.

To oznacza potwierdzenie założeń projektu w zakresie nowatorskiej konstrukcji mechanicznej oraz zaimplementowania technologii IoT.

W badaniach nie brano pod uwagę innych czynników, jak:

- dynamiczny przepływ mierzonych materiałów wynikający z ciśnienia w zbiorniku ponad wagą,

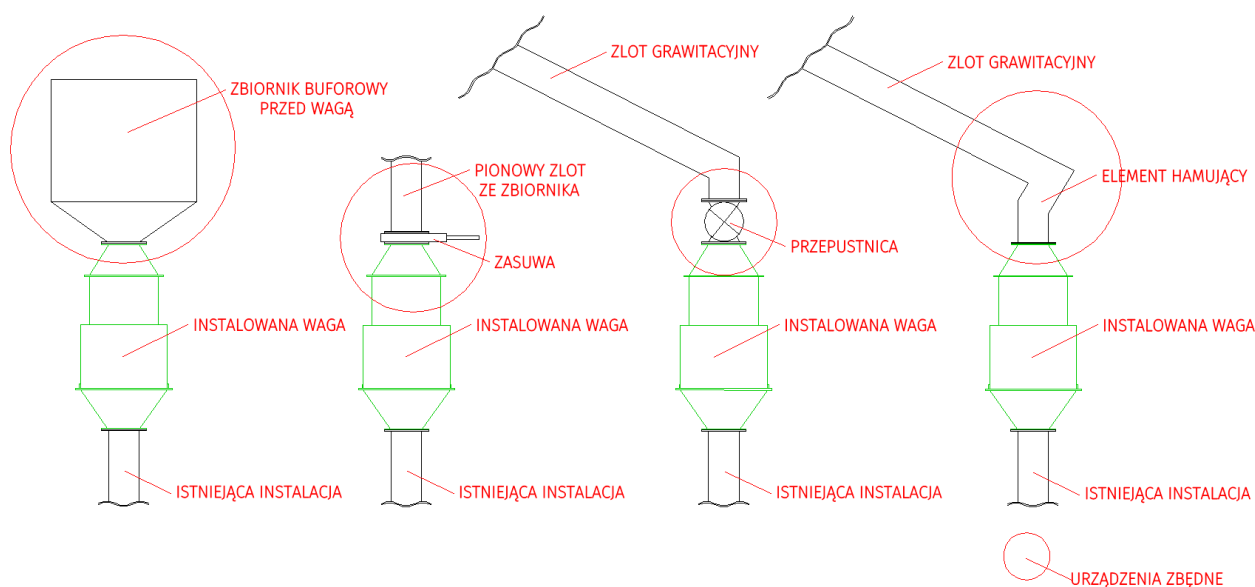
w szczególności przy długiej rurze pionowej między zbiornikiem, a wagą. W takiej sytuacji nowa waga serii

SR nie wymaga żadnego dodatkowego urządzenia – może być montowana wprost „w rurze”, a obie pozostałe wagi wymagają normalizacji strunienia (zewnętrzne zbiorniki, hamulce itd.)

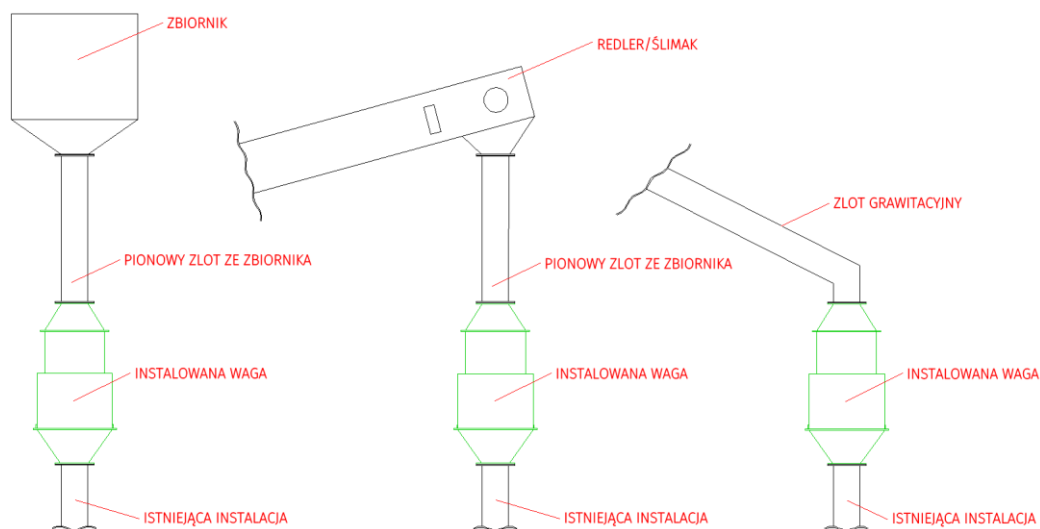
- możliwości udostępniania wyników i zdalnej obsługi. W przypadku nowej wagi, realizowanej w technologii IoT (Internet of Things) wyniki pomiarów oraz zdalna obsługa (z możliwością zdalnej kalibracji) są realizowane przez chmurę SECOME lub AWS IoT i pozwalają w sposób komfortowy nadzorować działanie dużej ilości wag rozlokowanych na całym świecie. Obie pozostałe wagi mają te funkcje ograniczone do sieci lokalnej. W porównaniu nie może zabraknąć tych wniosków.

Poniżej przedstawiono porównanie otoczenia wag na obiektach przemysłowych i sposobu ich montażu.

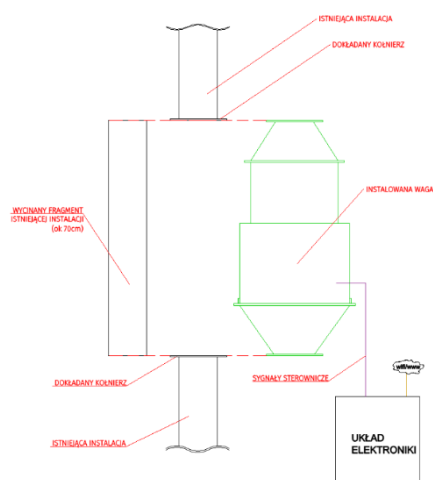
Należy zwrócić uwagę na prostotę montażu nowej wagi, jej minimalne wymagania co do przestrzeni oraz brak jakichkolwiek urządzeń pomocniczych.



Rys.4 Urządzenia pomocnicze wymagane do prawidłowej pracy wag LIBRA24 i WP1 (zakreślone kółkami)



Rys.5 Nowa waga serii SR nie wymaga urządzeń pomocniczych



Rys.6 Bezpośredni montaż „w rurze” nowej wagi serii SR.

Wystarcza przestrzeń o wysokości 0,7-1,2 m i średnicy 0,3-0,5m