



Technical possibilities for adaptation of waste chutes for solid waste separation

*Agnieszka MERKISZ-GURANOWSKA¹, Marian MEDWID², Agata STOIŃSKA³, Hanna STAWECKA⁴,
Łukasz STAWECKI⁵*

¹ Politechnika Poznańska, ul. Piotrowo 3; 60-965 Poznań, tel.: 616475958, fax: 616502736, e-mail: agnieszka.merkisz-guranowska@put.poznan.pl

² IPS Tabor, ul. Warszawska 181; 61-055 Poznań, tel.: 616641300, fax: 616534002, e-mail: m.medwid@tabor.com.pl

³ Politechnika Poznańska, ul. Piotrowo 3; 60-965 Poznań, tel.: 616475958, fax: 616502736, e-mail: agastoinaska@o2.pl

⁴ IPS Tabor, ul. Warszawska 181; 61-055 Poznań, tel.: 616641300, fax: 616534002, e-mail: sthanian@wp.pl

⁵ Politechnika Poznańska, ul. Piotrowo 3; 60-965 Poznań, tel.: 616475958, fax: 616502736, e-mail: lukasz@stawecki.pl

Abstract

The paper presents possibilities of adaptation of existing waste chutes in multi-floor buildings to the requirements of applicable Act on waste and Act on maintaining cleanliness and order in communes. It shows an innovative approach to waste segregation in existing multi-floor buildings. In the main part of the paper some examples of segregation equipment designed for currently existing waste chutes, that use pneumatic and hydraulic systems to drive operating mechanisms, are presented. In conclusion, a short comparison between described solutions is given.

Keywords: waste separation, multi-floor building, segregation equipment, waste chute

Streszczenie

Techniczne możliwości adaptacji zsyków śmieci do segregacji odpadów komunalnych

W artykule zaprezentowano możliwości adaptacji istniejących zsyków odpadów komunalnych w budynkach wysokościowych do wymagań obowiązujących ustaw o odpadach oraz utrzymywaniu czystości i porządku w gminach. Przedstawiono innowacyjne podejście do segregacji odpadów w istniejących budynkach wielokondygnacyjnych. zilustrowano przykłady konstrukcji urządzeń segregujących przystosowanych do obecnie funkcjonujących zsyków odpadów, w których do napędu mechanizmów roboczych zastosowano układy pneumatyczne i hydrauliczne. W podsumowaniu przedstawiono syntetyczne porównanie analizowanych rozwiązań.

Słowa kluczowe: segregacja odpadów, budynek wysokościowy, urządzenie segregujące, zsyk

1. Wstęp

Od lipca 2013 obowiązuje w Polsce nowy system gospodarki odpadami [1,2]. Jego główną cechą jest przekazanie gospodarowania odpadami komunalnymi samorządom. Jednocześnie weszły w życie nowe zasady segregowania odpadów oraz nowe obowiązki gmin i zarządców nieruchomości.

Wymogi te zostały zawarte w *Ustawie o utrzymaniu czystości i porządku w gminach* [1]. Jednym z celów zmian w systemie gospodarki odpadami było upowszechnienie prowadzenia selektywnego zbierania odpadów komunalnych „u źródła” oraz zmniejszenie ilości składowanych odpadów komunalnych. Zgodnie z ustawą jednym z zadań gmin jest ustanowienie selektywnej zbiórki odpadów komunalnych obejmującej co najmniej papier, metal, tworzywa sztuczne, szkło, opakowania wielomateriałowe oraz odpady komunalne ulegające biodegradacji. Oznacza to, że aby spełnić określony ustawą obowiązek selektywnej zbiórki odpadów

komunalnych w gospodarstwach domowych należy zapewnić mieszkańcom pojemniki na gromadzenie odpowiednich frakcji odpadów. Rady Gmin zostały zobowiązane do stosowania wyższych stawek za odbiór odpadów, jeżeli odpady komunalne nie są zbierane i odbierane w sposób selektywny. Tym samym zobowiązuje się mieszkańców do prowadzenia selektywnej zbiórki odpadów. W domach jednorodzinnych frakcje segregowane odbiera się najczęściej bezpośrednio z posesji w specjalnie do tego przeznaczonych workach. W przypadku zabudowy wielorodzinnej należy mieszkańcom udostępnić zbiorcze pojemniki na odpady. W wielu miejscach, a zwłaszcza w centrach dużych miast, pojawił się problem z lokalizacją pojemników, których liczba i pojemność rośnie wraz z liczbą mieszkańców. Brakuje miejsca na ich postawienie, a poza tym psują estetykę przestrzeni miejskiej. W tym kontekście warto się zastanowić nad adaptacją istniejących urządzeń zsygowych i przystosowaniem ich do nowych wymogów związanych z segregacją odpadów.

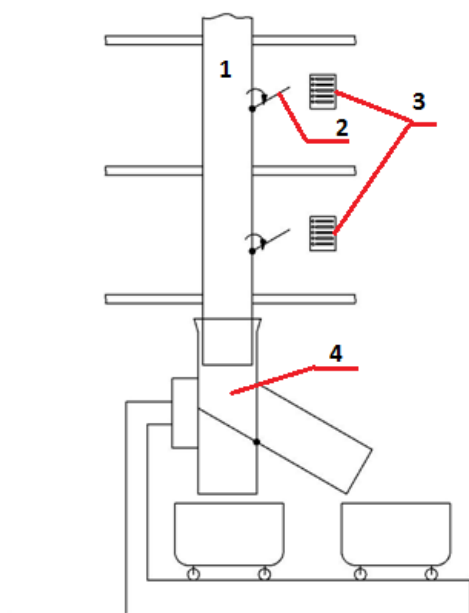
W publikacji [3] zaprezentowano wybrane przykłady istniejących urządzeń zsygowych przystosowanych do segregacji odpadów komunalnych wytwarzanych w budynkach wielokondygnacyjnych. Urządzenia te mają charakter stacjonarny i zostały zamontowane w budynkach na etapie ich budowy. Pionowe przemieszczanie odpadów może następować z wykorzystaniem grawitacji lub systemu wind [4]. Odpady trafiają do pojemników, którymi są najczęściej wózki lub kosze. Zaletą wózków jest łatwiejsze przemieszczanie, gdyż mogą je przesuwać bezpośrednio pracownicy firm zajmujących się wywozem odpadów. Kosze muszą być natomiast ręcznie przenoszone lub przesuwane z wykorzystaniem wózków paletowych lub widłowych, co wymaga zaangażowania dodatkowej obsługi oraz zakupu i utrzymania dodatkowych urządzeń.

Projektując bądź modernizując urządzenia zsygowe należy uwzględnić szereg czynników. Głównym ograniczeniem jest wielkość pomieszczenia (istotne są powierzchnia i wysokość stropu), w którym będą znajdowały się stanowiska odbiorcze segregowanych odpadów. Urządzenia i wyposażenie powinny zapewniać odpowiednią ilość miejsca do składowania odpadów, manipulacji pojemników, obsługi instalacji oraz czynności związanych z utrzymaniem czystości pomieszczenia. Ponadto do pomieszczenia powinien być zapewniony dostęp dla służb zajmujących się wywozem odpadów. Należy także zwrócić uwagę na łatwy dostęp do pojemników wrzutowych umieszczonych na piętrach oraz odpowiedni sposób otwierania i obsługi dla osób niepełnosprawnych oraz starszych. Te dwa ostatnie wymogi mogą być jednak trudne do spełnienia w trakcie modernizacji zsygów w istniejących budynkach. Standardy projektowania instalacji związanych ze zbieraniem i segregacją odpadów w budynkach mieszkalnych wskazują na konieczność uwzględnienia następujących aspektów [5]: dostęp dla mieszkańców korzystających z urządzeń zsygowych, dostęp dla służb wywożących odpady, wielkość pomieszczeń, zabezpieczenie przed dostępem dla zwierząt, generowany hałas (zwłaszcza w przypadku odpadów szklanych), konieczność obsługi technicznej urządzeń, utrzymania w czystości instalacji i pomieszczeń, zabezpieczenia przeciwpożarowe, oświetlenie, wentylacja, izolacja przed hałasem i nieprzyjemnymi zapachami oraz zakres segregacji odpadów.

W Polsce praktycznie nie stosuje się rozwiązań systemowych służących segregacji odpadów w nowych budynkach. Dominującym rozwiązaniem jest ustawianie pojemników na odpady na zewnątrz budynków. Natomiast istniejące urządzenia zsygowe w budynkach wysokościowych wykonane są w postaci jednej pionowej rury o odpowiednio dużym przekroju biegnącej od najwyższego piętra do parteru nie dając możliwości segregowania odpadów, gdyż kierują śmieci zmieszane do jednego pojemnika.

Nowy system gospodarki odpadami obliuguje administratorów osiedli mieszkaniowych do stworzenia mieszkańcom odpowiednich warunków technicznych do segregacji odpadów. Istniejące zsygy są zamykane a w otoczeniu budynków są ustawione pojemniki przygotowane do jednorodnych odpadów najczęściej szkła, papieru oraz tworzyw sztucznych. Takie działanie logistyczne administratorów osiedli stwarza duże utrudnienia zwłaszcza dla mieszkańców w wieku dojrzałym z ograniczoną sprawnością ruchową zmuszające ich do opuszczenia budynków, co jest szczególnie uciążliwe w warunkach zimowych i przy złej pogodzie.

W budynkach wysokościowych wyposażonych w zsygy na śmieci istnieją techniczne możliwości ich modernizacji, po której urządzenia zsygowe mogą spełniać funkcję segregacji odpadów. Modernizacja istniejących zsygów, bez konieczności ich przebudowy, ogranicza się do wyposażenia ich w odpowiedni adapter segregujący zamontowany pod rurą zsygową oraz do zabudowy panelu sterującego przy pojemniku wrzutu odpadów na każdym piętrze budynku. Schemat koncepcyjny zmodernizowanego zsygu przedstawiono na rys.1.1, gdzie pozycją **1** oznaczono istniejącą rurę zsygu, **2** odchylny pojemnik wrzutowy, **3** panel sterujący zamontowany przy pojemniku wrzutu odpadów wyposażony w przyciski odpowiednich frakcji odpadów. Pod wylotem rury zsygu, zamontowano urządzenie segregujące (adapter) **4** ustawione na postumencie **5** lub przymocowane do ściany pomieszczenia zsygowego.



Rys.1.1. Przykładowy schemat zsyphu przystosowanego do segregacji odpadów

Przykłady proponowanych rozwiązań konstrukcyjnych urządzeń segregujących zaprezentowano w dalszej części artykułu. Przedstawiono autorskie rozwiązania urządzeń adaptacyjnych do zsyphów dostosowanych do wielkości pomieszczeń oraz wykorzystujących napędy zarówno pneumatyczne jak i hydrauliczne [6,7,8,9,10].

2. Innowacyjne propozycje rozwiązań konstrukcyjnych

2.1. Urządzenia segregujące z napędem pneumatycznym

2.1.1 Zsyph czterostanowiskowy z trzema przegrodami otwieranymi pneumatycznie (Wariant I)

W pomieszczeniach zsyphowych, gdzie wylot rury zsyphowej jest umieszczony przy ścianie pomieszczenia oraz na odpowiedniej wysokości od poziomu podłogi, tj. minimum 4 m jest możliwe zainstalowanie rozwiązania zilustrowanego na rys.2.1. Do głównej rury zsyphowej montuje się rurę poprzeczną z przegrodami umożliwiającymi segregację odpadów do podstawionych pojemników.

Prezentowana konstrukcja urządzenia składa się z zespołu rur o przekroju kołowym lub prostokątnym, w którym rura pionowa **1** obejmuje w górnej strefie istniejącą rurę zsyphu **2** i jest przeznaczona do kierowania do pojemnika śmieci zmieszanych. W górnej części pionowej rury zsyphowej **1** jest umieszczona pod odpowiednim kątem rura skośna **3** do której w odpowiednich odległościach przymocowane są boczne rury pionowe **4** i **5**. Do rury skośnej oraz rur pionowych kierowane są odpady segregowane, które dalej trafiają do odpowiednich do pojemników.

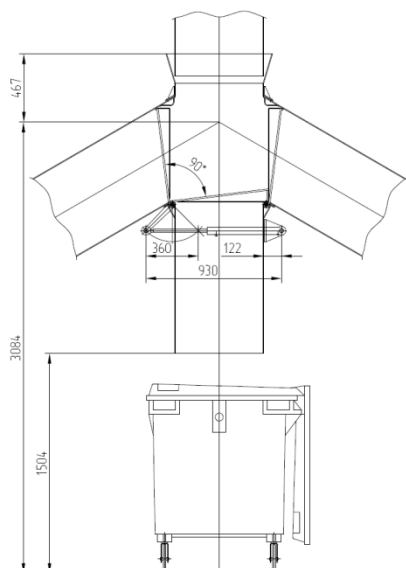
W miejscach łączenia rur **1** i **3**, rur **3** i **4**, oraz **3** i **5** wykonano otwory, które są zamykane lub otwierane przegrodami **7**, uruchamianymi siłownikami pneumatycznymi **6**.

Ruchoma przegroda **7** umieszczona w otworze pionowym rury **1** ustawiona w pionowym położeniu, otwiera przekrój wewnętrzny rury pionowej **1** i kieruje śmieci zmieszane do pojemnika. Po przestawieniu przegrody w położenie zamykające otwór głównej rury pionowej, zostaje otwarty otwór rury skośnej, do której są kierowane odpady przeznaczone do recyklingu. To do jakiego pojemnika skierowane zostaną odpady zależy od położenia przegrody pionowej rury umieszczonej nad odpowiednim pojemnikiem.

W zależności od masy własnej segregowanych odpadów oraz ze względu na opory ruchu (opory tarcia i powietrza) należy przyjąć zasadę, aby najlżejsze odpady kierować do najbliższej rury zrzutowej głównego pionu (np. papier), natomiast odpady o największej masie (np. szkło) do pojemnika najbardziej oddalonego od głównej rury pionowej.

2.1.3. Zsyp trzystanowiskowy z dwiema przegrodami otwieranymi pneumatycznie

Na rys.2.3. pokazano, mniejsze, trzy stanowiskowe urządzenie segregujące z dwiema przegrodami ruchomymi. Zasada działania urządzenia jest podobna do wcześniej prezentowanych.



Rys. 2.3. Zsyp trzystanowiskowy z dwiema ruchomymi przegrodami [8]

W przedstawionych koncepcjach urządzeń segregujących do napędu ruchomych przegród zastosowano siłowniki pneumatyczne. Sterowanie napędem (otwieranie i zamykanie odpowiedniej przegrody) jest inicjowane przyciskiem na panelu sterującym umieszczonym na każdym piętrze przy pojemniku wrzutu odpadów.

Sygnal elektryczny jest kierowany do sterownika elektronicznego, który oddziałuje na odpowiednią cewkę elektrozaworu uruchamiającego zasilane powietrzem siłownika pneumatycznego.

Zawory rozdzielające są wyposażone w cewki elektropneumatyczne pełniące funkcję zaworów wspomagających typu EVP oraz w sprężyny ruchu powrotnego, które zapewniają odcięcie zasilania pneumatycznego siłowników po ustaniu działania impulsu elektrycznego. Zasilanie którejkolwiek z cewek impulsem elektrycznym na danej kondygnacji automatycznie blokuje możliwość sterowania elektrycznego z pozostałych pięter budynku.

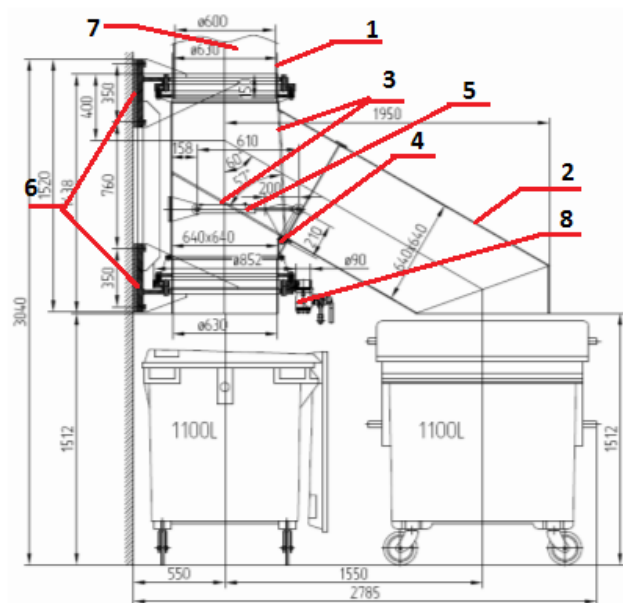
2.2 Urządzenia segregujące z napędem hydraulicznym

2.2.1. Obrotowe urządzenie zsypane

W przypadku gdy strop pomieszczenia zsykowego jest usytuowany na wysokości około 3 m można zainstalować urządzenie zsykowe przedstawione na rys.2.4. Jeśli istniejąca rura zsykowa jest umieszczona w pobliżu ściany pomieszczenia urządzenie zsykowe należy zamocować do ściany. W przypadku innej lokalizacji rury zsykowej urządzenie zsykowe trzeba wyposażyć w odpowiedni stojak.

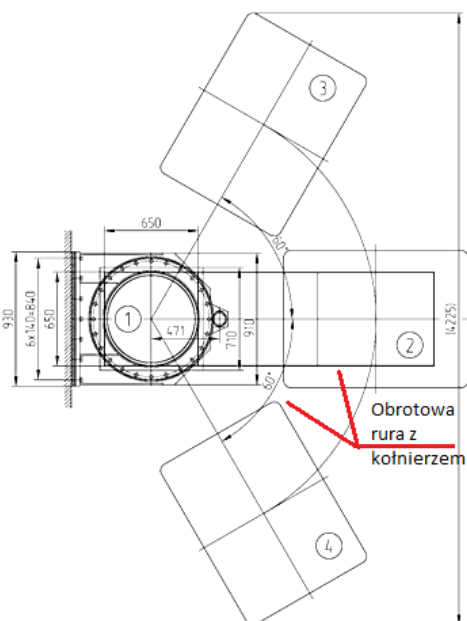
Przedstawione na rysunku 2.4. urządzenie zsykowe składa się z odcinka pionowej rury zsykowej **1** do której dospawano rurę skośną **2**. W miejscu połączenia rury pionowej ze skośną w rurze pionowej wykonano odpowiedni otwór o przekroju wewnętrznym skośnej rury. Otwór jest otwierany i zamykany ruchomą przegrodą **3** zamocowaną obrotowo na zawiasie **4** do skośnej rury **2**. Otwieranie i zamykanie ruchomej przegrody zrealizowano za pomocą siłownika hydraulicznego **5**.

Zespół rur zamocowano na wspornikach **6** do ściany bocznej pomieszczenia zsykowego, tak aby górna część pionowej rury **1** obejmowała wylot rury **7** istniejącego zsyku. Pionową rurę urządzenia zsykowego zamocowano w wspornikach **6** na odpowiednich łożyskach, a w dolnym wsporniku na rurze umieszczono duże koło zębate zazębione z małym kołem osadzonym na osi silnika hydraulicznego **8**.



Rys. 2.4. Zsyp obrotowy czterostanowiskowy z jedną ruchomą przegrodą [9]

Prezentowane rozwiązanie jest przystosowane do segregacji czterech frakcji odpadów. Pionową rurą zsypową są kierowane śmieci zmieszane, a odpady przeznaczone do recyklingu przemieszczają się skośną rurą do jednego z pojemników ustawionych promieniście wokół pojemnika na odpady zmieszane (rys.2.5.).



Rys. 2.5. Zsyp obrotowy czterostanowiskowy z jedną ruchomą przegrodą– widok z góry [9]

W urządzeniu zastosowano napęd hydrauliczny do uruchamiania przegrody oraz obrotu zespołu rur w celu nakierowania wylotu skośnej rury nad właściwy pojemnik. W rozwiązaniu napędu hydraulicznego zsypu obrotowego zastosowano zestaw napędowo-sterujący kompaktowy, w skład którego wchodzi następujące podzespoły:

- jednostka kompaktowa typu CO2 firmy HYDAC [11], czyli: 5,7 litrowy zbiornik oleju z zabudowaną wewnątrz pompą, filtrami i zaworem przeciążeniowym oraz na zewnątrz silnikiem elektrycznym o mocy 1,1 kW,
- do modułu łączącego dobudowano trzy bloki sterujące również firmy HYDAC: dwa z rozdzielaczami elektromagnetycznymi (E1, E2 i E3, E4) oraz jeden z zaworem dławiącym, upustowym o regulowanym wydatku oleju,
- silnik hydrauliczny gerotorowy firmy DANFOSS typu OMP80 napędzający przekładnię zębatą obrotu zsypu,
- cylinder hydrauliczny firmy HYDROSTER typu C2J 40/28x200c sterujący środkową ruchomą przegrodą.

Podobnie jak w rozwiązaniu pneumatycznym rozdzielacze hydrauliczne wyposażone są w cewki elektromagnetyczne oraz w sprężyny ruchu powrotnego, które zabezpieczają połączenie odcięte zasilania po zakończeniu działania impulsu elektrycznego. W środkowym module kompaktu znajduje się zawór dławiący regulowany, którym ustala się prędkość obrotową silnika hydraulicznego.

Należy przyjąć numerację stanowisk np. 1,2,3,4, gdyż jest ona związana jest z kolejnością działania cewek (E1, E2) rozdzielacza otwierania przegrody oraz cewek (E3, E4) rozdzielacza kierunku obrotu zsypu. Impulsowanie elektryczne określonych cewek, możliwe jest dopiero po wcześniejszym sczytaniu położenia kąтового zsypu (np. układem fotokomórek) i porównanie go z żądanym kierunkiem ruchu. Wymaga to odpowiedniego zaprogramowania pracy zsypu. Zasilanie którejkolwiek z cewek impulsem elektrycznym z danej kondygnacji automatycznie blokuje możliwość sterowania elektrycznego z pozostałych kondygnacji budynku podobnie jak w rozwiązaniu pneumatycznym.

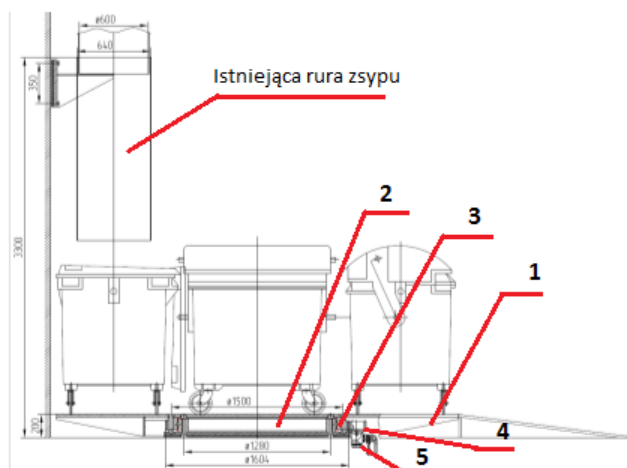
Rozwiązanie jest skomplikowane programowo, ale bardziej uniwersalne stanowiskowo. Pozwala na dużą dowolność co do liczby i położenia stanowisk odbiorczych segregowanych odpadów.

2.2.2. Rozwiązanie z obrotową platformą

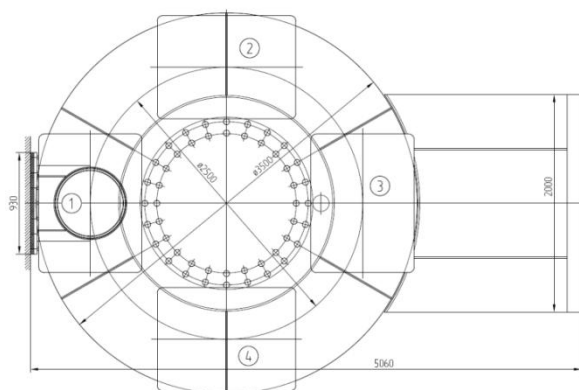
Na rys.2.6. zaprezentowano kolejne rozwiązanie konstrukcyjne możliwe do adaptacji w istniejących zsykach budynków wysokościowych. Rozwiązanie w ogólności znane jest z literatury technicznej, ale w tym przypadku do napędu urządzenia segregującego zastosowano napęd hydrauliczny.

Ze względu na niewielką wysokość przestrzeni zajmowanej przez urządzenie można go zabudować w każdym z istniejących zsyków w budynkach wielokondygnacyjnych.

Urządzenie segregujące w postaci obrotowej platformy **1** ustawiono na posadce pomieszczenia zsypu na ułożyskowanym postumencie **2**, na którym zamocowano odpowiednio duże koło zębate **3** współpracujące z małym kołem zębatym **4** napędowego silnika hydraulicznego **5**.



Rys. 2.6. Zsyp czterostanowiskowy z obrotową platformą [10]



Rys. 2.7. Zsyp czterostanowiskowy z obrotową platformą – widok z góry [10]

W rozwiązaniu napędu hydraulicznego platformy obrotowej zastosowano zestaw napędowo-sterujący kompaktowy, podobny jak w rozwiązaniu obrotowego urządzenia zsykowego opisanego wyżej, w skład którego wchodzi następujące podzespoły montażowe:

- jednostka kompaktowa typu CO2 firmy HYDAC [11], czyli: 5,7 litrowy zbiornik oleju z zabudowaną wewnątrz pompą, filtrami i zaworem przeciążeniowym oraz na zewnątrz silnikiem elektrycznym o mocy 1,1 kW,
- do modułu łączącego dobudowano dwa bloki sterujące również firmy HYDAC: jeden z rozdzielaczami elektromagnetycznymi (E1, E2) oraz jeden z zaworem dławiącym, upustowym o regulowanym wydatku oleju,
- silnik hydrauliczny gerotorowy firmy DANFOSS typu OMP80 napędzający przekładnię zębatą obrotu zsypu.

Zasilanie elektryczne cewki E1 powoduje obracanie kolejno stanowisk 1,2,3,4 pod miejsce zsypu, a zasilenie cewki E2 powoduje obracanie platformy ze stanowiskami 4,3,2,1 pod zsyp.

Rozwiązanie to wymaga zastosowania dodatkowego programu sterującego pozwalającego na automatyczny wybór najkrótszej drogi dojazdowej (obrotowej) danego stanowiska, niezależnie od tego, które stanowisko znajduje się w położeniu zsypu.

3. Podsumowanie

W artykule przedstawiono możliwości rozwiązania problemu segregacji odpadów w budynkach wysokościowych. W zależności od wielkości przestrzeni pomieszczenia zsykowego przedstawiono kilka innowacyjnych urządzeń segregujących odpady usytuowanych pod istniejącym wylotem rury zsykowej.

Przedstawione rozwiązania konstrukcyjne charakteryzują się różną wymaganą przestrzenią zabudowy. Są to urządzenia trzy i cztery stanowiskowe, zasilane i sterowane pneumatycznie lub hydraulicznie. Ostatnie z prezentowanych rozwiązań (z obrotową platformą) jest możliwe do zastosowania w pomieszczeniach zsykowych z najniższym położonym stropem. Rozwiązanie to pozwala na wielokrotnienie stanowisk odbioru odpadów.

Wykorzystanie układów hydraulicznych do napędu urządzeń w odniesieniu do układów pneumatycznych daje wymierne efekty:

- można uzyskać dużo większe siły na tłoczkach cylindrów otwierających i zamykających ruchome przegrody zsypu, wynikające z wyższych ciśnień w instalacjach ($P_p \text{ max} = 10 \text{ bar}$, $P_{h \text{ max}} = 140 \text{ bar}$),
- hydrauliczne agregaty napędowe pracują ciszej od pneumatycznych; głośność kompaktów hydraulicznych wynosi ok. 66 dB/A, natomiast kompresorów pneumatycznych około 74 dB/A,
- można uzyskać bardziej spokojny i płynny ruch prostoliniowy i obrotowy, wolny od drgań mechanizmów napędowych.

Do napędu obrotu urządzeń segregujących można również zastosować napęd elektryczny za pomocą silnika krokowego, jednak przy pojawieniu się dużych oporów ruchu, napęd może okazać się zawodny. Napęd hydrauliczny zwiększa niezawodność pracy urządzenia albowiem nadwyżka momentu obrotowego jest wystarczająca do pokonania nieprzewidzianych oporów ruchu obrotu, które mogą wystąpić w eksploatacji.

Tabela 3.1. Analiza porównawcza zaproponowanych rozwiązań

Rozwiązanie adaptacyjne	Wielkość pomieszczenia	Rodzaj napędu	Cechy charakterystyczne
Zsyp czterostanowiskowy z trzema przegrodami otwieranymi pneumatycznie (wariant I)	Wysokość min. 4m	Pneumatyczny	Wysoka rura skośna Część odpadów może nie docierać do ostatniego pojemnika
Zsyp czterostanowiskowy z trzema przegrodami otwieranymi pneumatycznie (wariant II)	Wysokość około 3m	Pneumatyczny	Mniejszy gabaryt urządzenia w stosunku do wariantu I
Zsyp trzystanowiskowy z dwiema przegrodami otwieranymi pneumatycznie (wariant II)	Wysokość około 3m	Pneumatyczny	Segregacja tylko dwóch odpadów selektywnych
Zsyp obrotowy czterostanowiskowy z jedną ruchomą przegrodą	Wysokość około 3m	Hydrauliczny	Rozwiązanie skomplikowane programowo, Bardziej uniwersalne stanowiskowo (co do liczby i lokalizacji pojemników)
Zsyp z obrotową platformą	Brak wymagań	Hydrauliczny	Niezbędne dodatkowe oprogramowanie, Do zastosowania w każdym pomieszczeniu

Literatura

1. Ustawa o utrzymaniu czystości i porządku w gminach z dnia 13 września 1996, Dz. U. z 1996 nr 132, poz. 622 z późniejszymi zmianami.
2. Ustawa o odpadach z dnia 14 grudnia 2012, Dz. U. z 2013 r. poz. 21.
3. Merkisz-Guranowska A., Stoińska A., Stawecka H., Zsypy z systemem segregacji odpadów, *Recykling*, 3(171), 2015, s.30-32.
4. Environmental Protection Agency, Solid waste handling and disposal in multistory buildings and hospitals, <http://nepis.epa.gov/>
5. British Standard 5906:2005, Waste management in buildings - code of practice, 2005.
6. Zgłoszenie patentowe P.408032/28-04-2014. Merkisz-Guranowska A., Stoińska A., Stawecka H., Stawecki Ł., Urządzenie do segregacji odpadów komunalnych, zwłaszcza w budynkach wielokondygnacyjnych.
7. Zgłoszenie patentowe P.408033/28-04-2014. Merkisz-Guranowska A., Stoińska A., Stawecka H., Stawecki Ł., Urządzenie do segregacji odpadów komunalnych, zwłaszcza w budynkach wielokondygnacyjnych.
8. Zgłoszenie patentowe P.413238/23-07-2015. Merkisz-Guranowska A., Stoińska A., Stawecka H., Stawecki Ł., Urządzenie do segregacji odpadów komunalnych, zwłaszcza w budynkach wielokondygnacyjnych.
9. Zgłoszenie patentowe P.413239/23-07-2015. Merkisz-Guranowska A., Stoińska A., Stawecka H., Stawecki Ł., Królikowski J., Urządzenie do segregacji odpadów komunalnych, zwłaszcza w budynkach wielokondygnacyjnych.

10. Zgłoszenie patentowe P.413240/23-07-2015. Merkisz-Guranowska A., Stoińska A., Stawecka H., Stawecki Ł., Orczyk M., Urządzenie do segregacji odpadów komunalnych, zwłaszcza w budynkach wielokondygnacyjnych.
 11. Hydac, Opis urządzenia Hydac International Compact Power UNIT CO2, <http://www.hydac.com/de-en/products/small-power-units/power-units.html>
-