

## Streszczenie

Zgodnie z zasadami gospodarki o obiegu zamkniętym konieczny jest wzrost wykorzystania odpadów surowcowych przez przemysł, co wymaga doskonalenia systemów selektywnego zbierania odpadów surowcowych oraz tworzenia lub przekształcenia instalacji MBP w centra recyklingu. Obecnie eksploatowane instalacje MBP umożliwiają wydzielanie odpadów surowcowych i tzw. pre-RDF do produkcji paliwa ze zmieszanych odpadów komunalnych oraz przygotowują odpady pozostałe do składowania. Przekształcenie instalacji MBP w Regionalne Centra Recyklingu wymaga dostosowania linii technologicznej sortowania do efektywnego recyklingu materiałowego. Celem przeprowadzonych badań była ocena efektywności sortowania selektywnie zebranych odpadów z metali i tworzyw sztucznych (SMT) oraz odpadów z papieru (SP) w zależności od obciążenia masą odpadów na jednostkę czasu (OLT) automatyczno-manualnej linii sortowniczej przeznaczonej do sortowania zmieszanych odpadów komunalnych. OLT wynosiło 2,8, 4,3 oraz 6,4 Mg SMT/h oraz 3,8, 7,7 oraz 11,0 Mg SP/h, różnica w stosowanych OLT wynikała z gęstości nasypowej SMT oraz SP. Sortowaniu poddano około 85 ton SMT oraz około 140 ton SP.

Analiza składu morfologicznego wykazała, że odpady surowcowe przeznaczone do recyklingu wydzielone z SMT stanowiły 42,64%, pozostałość to zanieczyszczenia. Udział opakowań z PET<sub>b</sub> był największy i stanowił 9,01% SMT. Odpady surowcowe przeznaczone do recyklingu w SP stanowiły 76,56%, przy czym największy udział stanowił papier miękki (47,20% SP) oraz karton (29,36% SP).

Oceny efektywności sortowania na automatyczno-manualnej linii sortowniczej dokonano na podstawie stopnia automatycznego wydzielania ( $S_A$ ), jednorodności wydzielonych automatycznie ( $J_A$ ) oraz wysortowanych ( $J_M$ ) odpadów surowcowych, pre-RDF oraz balastu.

Przy OLT 2,8 Mg SMT/h, wartości wskaźników  $S_A$  i  $J_A$  odpadów surowcowych wynosiły 76,25-98,43%, a efektywność manualnego sortowania była na poziomie 98,00-100%. Przy wzroście OLT do 4,3 Mg SMT/h odnotowano obniżenie efektywności automatycznego sortowania i wartości  $S_A$  oraz  $J_A$  odpadów surowcowych do 65,00-96,82%, a efektywność manualnego sortowania pozostała bez zmian. Przy najwyższym OLT, 6,4 Mg SMT/h, mimo, że  $S_A$  był wysoki (74,38-95,63%), to  $J_A$  odpadów surowcowych wynosiła tylko 41,31-78,14%. Po manualnym sortowaniu jednorodność obniżyła się do 51,00%. Oznacza to, że nie uzyskano wymaganej jednorodności wydzielanych odpadów surowcowych kierowanych do recyklingu. Przeciążenie linii technologicznej masą odpadów powodowało nieprawidłowy rozdział frakcji wielkościowych na sicie oraz przeciążenie separatorów.

W porównaniu z wynikami uzyskanymi przy OLT 2,8 Mg SMT/h, przy OLT 4,3 Mg SMT/h nastąpiło zwiększenie masy pre-RDF z 11,78 do 17,22% SMT, a udział odpadów surowcowych w pre-RDF wzrósł z 1,12 do 2,67% SMT. Przy OLT 6,8 Mg SMT/h udział pre-RDF zwiększył się do 27,05% SMT, a udział odpadów surowcowych w pre-RDF zwiększył się do 6,36% SMT. Zanotowano mniejszy, 13,74% SMT, udział balastu.

W przypadku odpadów z papieru, przy OLT 3,8 Mg SP/h efektywność automatycznego oraz manualnego sortowania była wysoka i wynosiła odpowiednio 91,25-100% i 98,50-100%. Wzrost OLT do 7,7 Mg SP/h spowodował spadek efektywności automatycznego sortowania do 80,22-100%, natomiast efektywność manualnego sortowania była nadal wysoka (89,00-100%). Przy OLT 11,0 Mg SP/h wartość  $J_A$  papieru miękkiego wynosiła 75,02%, przy  $S_A$  89,70%. Przy  $S_A$  kartonu na poziomie 40,73%,  $J_A$  wynosiła 80,22%. Przy OLT 7,7 oraz 11,0 Mg SP/h wzrosła masa pre-RDF do 4,64% i 5,31% oraz balastu do 3,85 i 13,79%. W balaście przy OLT 11,0 Mg SP/h udział odpadów surowcowych wynosił 7,66% SP.

Wyniki wskazują, że automatyczno-manualna linia sortownicza instalacji MBP zaprojektowana do przetwarzania zmieszanych odpadów komunalnych może być stosowana do sortowania SMT przy OLT 2,8 i 4,3 Mg/h. Zasadnym jest sortowanie przy OLT 4,3 Mg SMT/h, ponieważ przy tym obciążeniu linii technologicznej nadal są spełnione wymagania jakościowe odpadów surowcowych z SMT przeznaczonych do recyklingu, zgodnie z którymi jednorodność nie może być niższa niż 90%.

W przypadku sortowania odpadów SP uzasadnione jest stosowanie OLT 7,7 Mg/h, przy którym jednorodność odpadów surowcowych z SP była wyższa niż 90%. Spełnione są wówczas wymagania co do jakości odpadów surowcowych z SP kierowanych do recyklingu. Pomimo uzyskanej wysokiej jednorodności odpadów surowcowych z SP, podczas sortowania separatory optopneumatyczne były nierównomiernie obciążone, co wskazuje na nieefektywne ich wykorzystanie. Linia do sortowania odpadów SP powinna być zmodernizowana. Separator SO\_tworzywa należy doposażyć w czujniki identyfikacji odpadów z papieru. Pozostawienie separatora SO\_tworzywa w obecnej konfiguracji wymaga zmiany kierunku przepływu strumienia odpadów wydzielonych przez ten separator i skierowanie go na początek automatyczno-manualnej linii sortowniczej i sortowanie wydzielonego strumienia z odpadami SMT.