



Legnickie Przedsiębiorstwo Gospodarki Komunalnej  
sp. z o.o.

ul. Nowodworska 60  
tel. 76 856 63 50-52  
[e-mail: biuro@lpgk.pl](mailto:biuro@lpgk.pl)

*Inwestor:*

---

**proGEO**



**proGEO** sp. z o.o.

al. Armii Krajowej 45  
50-541 Wrocław,  
tel. +48 71 360 45 15  
[e-mail: progeo@progeo.wroc.pl](mailto:progeo@progeo.wroc.pl)

*Wykonawca:*

---

---

## **ROZBUDOWA REGIONALNEJ INSTALACJI PRZETWARZANIA ODPADÓW KOMUNALNYCH W LEGNICY**

### ***Projekt Technologiczny hali sortowni odpadów komunalnych zmieszanych***

*Nazwa opracowania:*

---

*Opracowali:*

---

mgr Andrzej Krzyśków		
mgr inż. Krzysztof Lazarowicz		

---

Wrocław, wrzesień 2016r.

## Spis treści:

1.	PRZEDMIOT OPRACOWANIA .....	2
2.	PRZEPISY PRAWNE I WYTTCZNE .....	2
3.	BILANS ODPADÓW.....	6
4.	SZCZEGÓŁOWE ROZWIĄZANIA TECHNICZNE I TECHNOLOGICZNE.....	9
4.1	INFORMACJE OGÓLNE .....	9
4.2	ZAŁOŻENIA TECHNOLOGICZNO-TECHNICZNE .....	9
4.3	SCHEMATY BLOKOWE ZAMASZYNOWIENIA SORTOWNI WRAZ Z WYNIKAMI.....	12
4.4	EFEKTYWNOŚĆ SORTOWANIA .....	21
4.5	OPIS PRZYJĘTEJ TECHNOLOGII .....	23
4.6	OPIS TECHNICZNY URZĄDZEŃ WCHODZĄCYCH W SKŁAD INSTALACJI DO MECHANICZNEGO PRZETWARZANIA ODPADÓW	25
4.7	OPIS TECHNICZNY HALI SORTOWNI ODPADÓW.....	31
4.8	PLANOWANE ZATRUDNIENIE DLA PROJEKTOWANEJ SORTOWNI .....	33
4.9	WYTTCZNE BUDOWLANE DLA HALI SORTOWNI ODPADÓW .....	35
4.9.1	<i>Przyjmowanie i odbieranie odpadów z hali sortowni odpadów – wytyczne w zakresie bram, otworów, kanałów technologicznych, ewentualnych przegród, przepierzeń i komunikacji wewnątrz hali sortowni odpadów.....</i>	35
4.9.2	<i>Powierzchnia niezbędna hali - rozmiary hali .....</i>	35
4.9.3	<i>Wytyczne wykonania oświetlenia hali .....</i>	36
4.9.4	<i>Wytyczne wykonania układu wentylacji mechanicznej i ogrzewania kabin sortowniczych .....</i>	36
4.9.5	<i>Wytyczne wykonania układu odpylania w hali sortowni .....</i>	36
4.9.6	<i>Wytyczne wykonania posadowienia pod maszyny i urządzenia oraz posadzek w hali sortowni .....</i>	36
4.9.7	<i>Wytyczne w zakresie pomieszczenia sterowni wewnątrz hali sortowni .....</i>	36
5.	BILANS MOCY DLA INSTALACJI MECHANICZNEGO PRZETWARZANIA ODPADÓW W LEGNICY	37
6.	NAKŁADY INWESTYCYJNE NA CZĘŚĆ TECHNOLOGICZNĄ INSTALACJI MECHANICZNEGO PRZETWARZANIA ODPADÓW W LEGNICY.....	39
7.	SPIS TABEL .....	42
8.	SPIS RYSUNKÓW.....	42
9.	SPIS ZAŁĄCZNIKÓW .....	43

## 1. Przedmiot opracowania

Przedmiotem opracowania jest projekt technologiczny rozbudowy Regionalnej Instalacji Przetwarzania Odpadów Komunalnych (RIPOK) w zakresie hali sortowni odpadów komunalnych zmieszanych, zlokalizowanej w m. Legnica na terenie składowiska odpadów innych niż obojętne i niebezpieczne przy ul. Rzeszotarskiej, gm. Legnica, powiat Legnica – miasto, województwo dolnośląskie. Opracowanie wykonano na zlecenie LPGK Sp. z o.o. w Legnicy.

Celem opracowania jest określenie wariantowej możliwości rozbudowy istniejącej sortowni w kontekście spełnienia wymaganych poziomów recyklingu 4 frakcji odpadów opakowaniowych (tworzyw sztucznych, papieru i tektury, metali i szkła) dla docelowego roku 2020, przy zachowaniu konkurencyjności instalacji z ekonomicznego punktu widzenia.

Istniejące zagospodarowanie obejmuje: instalację na placu obejmującą nadawę, kabinę segregacji, sito bębnowe 90mm, separator metali żelaznych wraz z niezbędnymi taśmociągami i konstrukcjami wsporczymi. Obiekt posiada reaktory stabilizacji biologicznej (tlenowej) z niezbędną infrastrukturą oraz halę sortowni odpadów z selektywnej zbiórki (nadawa, kabina segregacji, separator metali żelaznych, prasa kanałowa).

### UWAGA!

***Niniejszy projekt technologiczny ma charakter koncepcyjnych wytycznych technologicznych dla wykonania zamaszynowania hali sortowni odpadów komunalnych zmieszanych. Dokładne i szczegółowe rozwiązania techniczno-technologiczne opracowane będą na etapie wykonywania projektu technologicznego przez Wykonawcę zamaszynowania hali sortowni odpadów. Należy pamiętać, aby wytyczne objęły wystarczające dane (akceptowalne) dla projektanta hali sortowni odpadów.***

## 2. Przepisy prawne i wytyczne

Zgodnie z **ustawą o utrzymaniu czystości i porządku w gminach** gminy są obowiązane

- ograniczyć masę odpadów komunalnych ulegających biodegradacji przekazywanych do składowania:
  - 1) do dnia 16 lipca 2013r. – do nie więcej niż 50% wagowo,
  - 2) do dnia 16 lipca 2020r. – do nie więcej niż 35% wagowo

całkowitej masy odpadów komunalnych ulegających biodegradacji przekazywanych do składowania – w stosunku do masy tych odpadów wytworzonych w 1995r. (art. 3c). Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 25 maja 2012r. w sprawie poziomów ograniczenia masy odpadów komunalnych ulegających biodegradacji przekazywanych do składowania oraz sposobu obliczania poziomu ograniczania masy tych odpadów (Dz.U. 2012 , poz. 676) określa poziomy w poszczególnych latach. W niniejszej koncepcji uwzględniono wydzielenie na sortowni (istniejącym sicie bębnowym) frakcji o podwyższonej zawartości frakcji biodegradowalnej (frakcja 0-90mm z odpadów zmieszanych) i skierowanie jej do procesu stabilizacji tlenowej w istniejących bioreaktorach.

- osiągnąć do dnia 31 grudnia 2020r. (art 3b):

- 1) poziom recyklingu i przygotowania do ponownego użycia następujących frakcji odpadów komunalnych: papieru, metali, tworzyw sztucznych i szkła w wysokości co najmniej 50% wagowo;
- 2) poziom recyklingu, przygotowania do ponownego użycia i odzysku innymi metodami innych niż niebezpieczne odpadów budowlanych i rozbiórkowych w wysokości co najmniej 70% wagowo.

Rozporządzenie z dnia 29 maja 2012r. w sprawie poziomów recyklingu, przygotowania do ponownego użycia i odzysku innymi metodami niektórych frakcji odpadów komunalnych (Dz.U. 2012, poz. 645) określa poziomy do osiągnięcia w kolejnych latach: 2016r. – 18%, 2017r. – 20%, 2018r. – 30%, 2019 r. 40% i 2020r. – 50%. Wzrost wymaganego poziomu od 2017 roku jest znaczący (10% w skali roku) i należy uwzględnić te wymagania przy określeniu zakresu rozbudowy sortowni.

Z uwagi na przedmiot opracowania nie odniesiono się do przetwarzania odpadów budowlanych i rozbiórkowych.

Celem gospodarki o obiegu zamkniętym, określonej w Komunikacie Komisji pt. **Zamknięcie obiegu – plan działania UE dotyczący gospodarki o obiegu zamkniętym** (Bruksela, 2.12.2015r., COM(2015) 614 *final*), jest stworzenie zrównoważonej, niskoemisyjnej, zasobooszczędnej i konkurencyjnej gospodarki. Plan działań obejmuje długoterminowe cele w zakresie ograniczenia składowania odpadów oraz intensyfikację przygotowań do ponownego użycia i recyklingu priorytetowych strumieni odpadów, takich jak odpady komunalne i odpady opakowaniowe. Konsekwencją Komunikatu było ukazanie się Wniosków Rady UE z dnia 4.12.2015r. dotyczących Dyrektyw Parlamentu Europejskiego i Rady, zmieniających niektóre dyrektywy, w tym m.in.: w sprawie odpadów 2008/98/WE [2015/0275(COD)], w sprawie składowania odpadów 1999/31/WE [2015/0274(COD)], w sprawie opakowań i odpadów opakowaniowych 94/62/WE [2015/0276(COD)], w sprawie pojazdów wycofanych z eksploatacji 2000/53/WE, w sprawie baterii i akumulatorów oraz zużytych baterii i akumulatorów 2006/66/WE, w sprawie zużytego sprzętu elektrycznego i elektronicznego 2012/19/UE [2015/0272(COD)]. Główne cele wniosków w sprawie zmiany przepisów UE są następujące:

- zwiększenie do 65% celu w zakresie przygotowania odpadów komunalnych do ponownego użycia i recyklingu do 2030r. (a do 2025r. 60%);
- zwiększenie celów w zakresie przygotowania do ponownego użycia i recyklingu odpadów opakowaniowych do 31.12.2030r. co najmniej 75 % wagowo wszystkich odpadów opakowaniowych zostanie przygotowane do ponownego użycia i poddane recyklingowi;
- stopniowe ograniczenie odsetka składowanych odpadów komunalnych do 2030r. do 10 % całkowitej ilości wytwarzanych odpadów komunalnych;
- zakaz składowania segregowanych odpadów oraz wspieranie instrumentów ekonomicznych zniechęcających do składowania odpadów.

Z powyższych celów wynikają kierunki działań, do których należy zaliczyć wzrost selektywnego zbierania odpadów oraz automatyzację procesów sortowania, poprawiające efektywność procesów segregacji, co jest przedmiotem niniejszego opracowania. Należy pamiętać, że 60-65% recykling z odpadów komunalnych bezwzględnie włącza odpady biodegradowalne w formie recyklingu organicznego i wymusza oddzielne zbieranie i przetwarzanie bioodpadów. W niniejszej koncepcji nie uwzględniono sposobów przetwarzania odpadów biodegradowalnych.

11 sierpnia 2016r. ogłoszono **Krajowy Plan Gospodarki Odpadami 2022** (Uchwała nr 88 Rady Ministrów z dnia 1 lipca 2016r. w sprawie *Krajowego planu gospodarki odpadami 2022*). W KPGO założono cele w gospodarce odpadami komunalnymi, m. in. :

- doprowadzenie do funkcjonowania systemów zagospodarowania odpadów zgodnie z hierarchią sposobów postępowania z odpadami, w tym wskazano, że:
  - ✓ osiągnięcie poziomu recyklingu i przygotowania do ponownego użycia frakcji: papieru, metali, tworzyw sztucznych i szkła z odpadów komunalnych powinno wynieść minimum 50% ich masy do 2020r.,
  - ✓ do 2025r. recyklingowi powinno być poddawane 60% odpadów komunalnych,
  - ✓ do 2030r. recyklingowi powinno być poddawane 65% odpadów komunalnych,
  - ✓ redukcja składowania odpadów komunalnych powinna wynieść maksymalnie 10% do 2030r.,
  - ✓ do 2020r. udział masy termicznie przekształcanych odpadów komunalnych oraz odpadów pochodzących z przetworzenia odpadów komunalnych w województwie lub kraju w stosunku do wytworzonych odpadów komunalnych nie może przekraczać w skali województwa lub kraju 30% masy wytworzonych odpadów;
- zmniejszenie udziału zmieszanych odpadów komunalnych w całym strumieniu zbieranych odpadów (zwiększenie udziału odpadów zbieranych selektywnie) poprzez m.in.:
  - ✓ wprowadzenie jednolitych standardów selektywnego zbierania odpadów komunalnych na terenie całego kraju do końca 2021r. (uwaga – wskazano jako niedopuszczalny podział na odpady „suche”- „mokre”),
  - ✓ wprowadzenie we wszystkich gminach w kraju systemów selektywnego odbierania odpadów zielonych i innych bioodpadów u źródła – do końca 2021r.;

- zmniejszenie ilości odpadów komunalnych ulegających biodegradacji kierowanych na składowiska odpadów, aby nie było składowanych w 2020r. więcej niż 35% masy tych odpadów w stosunku do masy odpadów wytworzonych w 1995r.;
- monitorowanie i kontrola postępowania z frakcją odpadów komunalnych wysortowywaną ze strumienia zmieszanych odpadów komunalnych i nieprzeznaczoną do składowania (frakcja 19 12 12);

W związku z założonymi celami w KPGO przyjęto m.in. następujące kierunki działań:

- modernizacja technologii w MBP - po modernizacji część mechaniczna w tych instalacjach ma służyć do efektywnego wysortowania odpadów surowcowych i doczyszczania odpadów wysegregowanych u źródła, natomiast część biologiczna ma być wykorzystywana do kompostowania lub fermentacji bioodpadów i odpadów zielonych;
- dążenie do maksymalnego zwiększenia masy odpadów komunalnych poddawanych recyklingowi, w tym promowanie i realizacja działań na rzecz przygotowania do ponownego użycia oraz recyklingu nadających się do tego produktów lub materiałów wydzielonych ze strumienia odpadów komunalnych;
- realizacja badań w zakresie gospodarki odpadami komunalnymi, między innymi badania dotyczące analizy składu morfologicznego odpadów oraz właściwości fizycznych i chemicznych odpadów;
- organizowanie i prowadzenie działań edukacyjno-informacyjnych zarówno na szczeblu ogólnokrajowym, jak i gminnym;
- wdrożenie odpowiedniego systemu selektywnego zbierania i odbierania odpadów u źródła co najmniej następujących frakcji odpadów komunalnych:
  - papier i tektura,
  - metale, tworzywa sztuczne, opakowania wielomateriałowe,
  - szkło,
  - popiół,
  - bioodpady, w tym odpady zielone;

Ponadto wskazanym kierunkiem działania jest:

- a) oddzielne zbieranie papieru i tektury oraz oddzielnie szkła opakowaniowego, aby zapobiec ich zanieczyszczeniu (dzięki temu surowce te będzie cechować należyta jakość i tym samym możliwość poddania ich recyklingowi),
  - b) gromadzenie i transport odpadów zebranych selektywnie w sposób zapobiegający ich zmieszaniu;
- zapewnienie możliwości selektywnego zbierania za pośrednictwem PSZOK oraz w miarę możliwości w inny dogodny dla mieszkańców sposób (co najmniej następujących frakcji odpadów: zużyte baterie i zużyte akumulatory, zużyty sprzęt elektryczny i elektroniczny, przeterminowane leki i chemikalia, meble i inne odpady wielkogabarytowe, zużyte opony, odpady zielone, popiół, odpady budowlane i remontowe, stanowiące odpady komunalne);
  - ograniczenie składowania odpadów ulegających biodegradacji – zachęty w zakresie zagospodarowania takich odpadów w przydomowych kompostownikach;
  - wdrożenie zrównoważonego systemu zastosowania termicznych metod przekształcania odpadów komunalnych z odzyskiem energii, m.in. przez:
    - ✓ koordynację działań na poziomie poszczególnych województw w zakresie planów rozwoju infrastruktury służącej przetwarzaniu odpadów komunalnych, w szczególności dla ITPOK oraz ich późniejsza realizacja,
    - ✓ uniemożliwienie finansowania ze środków publicznych ITPOK, jeżeli udział w województwie masy termicznie przekształconych odpadów komunalnych oraz odpadów pochodzących z przetworzenia odpadów komunalnych w stosunku do wytworzonych odpadów komunalnych przekroczy 30%;
  - zweryfikowanie na etapie opracowywania aktualizacji WPGO potrzeb inwestycyjnych w regionach gospodarki odpadami, w tym zasadności tworzenia nowych instalacji (MBP, ITPOK), a także dopasowanie ich mocy przerobowych do aktualnych i prognozowanych potrzeb w tym zakresie.

Z powyższych zapisów wynika konieczność automatyzacji procesów sortowania przy zachowaniu elastyczności linii technologicznej uwzględniającej zmieniające się strumienie odpadów kierowanych do zakładu (zwiększenie ilości odpadów z selektywnej zbiórki przy zmniejszającym się strumieniu odpadów zmieszanych). Należy uwzględnić prawdopodobną konieczność wydzielenia odpadów papieru i tektury z odpadów suchych opakowaniowych i ich oddzielne przetwarzanie. Wnioski i zalecenia z WPGO województwa dolnośląskiego nie są obecnie znane (brak dokumentu na dzień 31.08.2016r.). Ważnym elementem kompleksowego podejścia powinny być (zalecane) badania frakcyjne i morfologiczne poszczególnych zbieranych i kierowanych do zakładu strumieni odpadów oraz edukacja ekologiczna. Należy określić sposoby maksymalizacji selektywnego zbierania odpadów oraz sposobów zapobiegania ich powstawaniu. Na przykład w najbliższym czasie (IV kwartał 2016r.) planowane są nabory wniosków o dofinansowanie takich działań przez NFOŚiGW. Zwłaszcza interesujące są dotacje:

- rozwój infrastruktury technicznej procesów logistycznych związanych z pozyskaniem, magazynowaniem i dystrybucją niesprzedanych lub niespożytych artykułów żywnościowych skutkujących zapobieganiem powstawaniu odpadów żywności (do 100% dotacji, max. 400.000 zł),
- budowa pilotażowych systemów selektywnego zbierania komunalnych bioodpadów od właścicieli nieruchomości, na których zamieszkują mieszkańcy (dotacja do 30%, max. 1.000.000 zł),
- budowa pilotażowych systemów selektywnego zbierania odpadów komunalnych dla zabudowy wielomieszkaniowej (dotacja do 30%, max. 1.000.000 zł),

oraz pożyczki na:

- budowa stacjonarnych PSZOK,
- budowa systemów selektywnego zbierania odpadów,
- wyposażenie systemów selektywnego zbierania odpadów.

Trudne do określenia są możliwości dofinansowania projektów z POliŚ oraz RPO z uwagi na aktualne propozycje zmiany linii demarkacyjnej między programami (wymagana zmiana Umowy Partnerstwa) oraz termin uchwalenia Planu Inwestycyjnego dla województwa dolnośląskiego.

Reasumując instalacja RIPOK MBP powinna spełniać wymagania przepisów i wytycznych krajowych i unijnych, m.in.:

- ustawy o odpadach (definicja, wydajność),
- wymagań BREF BAT / konkluzji BAT (wymagania emisyjne),
- plany gospodarki odpadami: KPGO i WPGO (poziomy, limity, ograniczenia),
- Komunikatu Komisji pt. Zamknięcie obiegu – plan działania UE dotyczący gospodarki o obiegu zamkniętym (poziomy, limity, ograniczenia),
- obowiązującego od 1.01.2016r. rozporządzenia w sprawie dopuszczenia odpadów do składowania na składowiskach (ograniczenie deponowania odpadów kalorycznych, podwyższonego zawartości węgla i starty prażenia),
- wytycznych Ekspertyz GDOŚ, zwłaszcza II i III etapu (ogólne wymagania),
- standardy określone w pozwoleniu zintegrowanym (parametry ilościowe, jakościowe i emisyjne dla przedmiotowej instalacji).

Od 23.01.2016r. nie obowiązuje rozporządzenie w sprawie mechaniczno-biologicznego przetwarzania zmieszanych odpadów komunalnych, które określało wymagania dla instalacji MBP, zarówno w zakresie technicznym jak i procesów przetwarzania.

W związku z powyższym działania instalacji RIPOK MBP powinny skupiać się na:

- pozyskaniu odpowiedniego, stałego strumienia odpadów,
- stosowaniu technologii i działań pozwalających na skuteczność prowadzenia procesu (maksymalizacja recyklingu i odzysku surowców oraz minimalizacja deponowania balastu),
- minimalizacji oddziaływania na środowisko (emisji),
- elastyczności (zmienne strumienie, ilości odpadów, przepisy),
- zwiększenia efektywności – konkurencyjność,



- przeanalizowanie możliwości zastosowania rozwiązań innowacyjnych (stabilizacji beztlenowej, wykorzystanie ciepła procesowego ze stabilizacji tlenowej, powiązanie eksploatacji z odnawialnymi źródłami energii) określonych np. w konkluzjach BAT.

Problemem jest brak jednoznacznych kryteriów oraz przepisów, w tym wymagań dla MBP, konkluzji BAT (które należy stosować bez konieczności transponowania do przepisów krajowych), a zwłaszcza zapisów Wojewódzkiego Planu Gospodarki Odpadami, który określi zasięg regionu, gminy wchodzące w jego skład oraz szczegółowe wymagania i inwestycje wg Planu Inwestycyjnego (uzgodnione z Ministerstwem Środowiska).

### 3. Bilans odpadów

Do obliczeń bilansu masowego odpadów dla projektowanej sortowni przyjęto następujące założenia:

- ilość dni roboczych w roku – 260,
- ilość zmian – 2,
- efektywny czas pracy na 1 zmianę – 6,5h,
- 1456 godzin na rok pracy sortowacza (uwzględniając święta i 26 dniowy urlop)
- morfologia odpadów przyjęta wg. KPGO dla wsi i dużych miast do 50 tys. mieszkańców w proporcji 25%/75% uwzględniający rejon obsługi LPGK (brak jest informacji od Zamawiającego o badaniach morfologicznych dla Legnicy lub regionu oraz brak podziału gmin wg aktualizacji WPGO),
- ilość odpadów komunalnych zmieszanych kierowanych na linię sortowniczą uzgodniono z Zamawiającym i przyjęto na poziomie 50.000 Mg w skali roku (ok. 60.000 Mg/a wytwarzanych odpadów, tj. z selektywną zbiórką).
- godzinowa efektywność wybierania poszczególnych rodzajów odpadów przez sortowacza: papier, karton – 100kg/h, szkło – 150kg/h, tworzywa sztuczne 2D (płaskie) – 30kg/h, tworzywa sztuczne 3D (przestrzenne) – 60kg/h, odpady wielomateriałowe – 50kg/h, komponenty paliwa alternatywnego (pRDF) – 40kg/h, odpady niebezpieczne – 50kg/h, odpady wielkogabarytowe – 100kg/h, balast - 100kg/h (w tym wskaźnik zmniejszający rozdział 0,65 przy sortowaniu bez rozdziału automatycznego),
- gęstość odpadów: papier, karton – 100kg/m<sup>3</sup>, szkło – 650kg/m<sup>3</sup>, tworzywa sztuczne 2D (płaskie) – 50kg/m<sup>3</sup>, tworzywa sztuczne 3D (przestrzenne) – 75kg/m<sup>3</sup>, odpady wielomateriałowe – 150kg/m<sup>3</sup>, komponenty paliwa alternatywnego (pRDF) – 70kg/m<sup>3</sup>, odpady wielkogabarytowe – 100kg/m<sup>3</sup>, balast - 250kg/m<sup>3</sup>,
- skuteczność separatorów optopneumatycznych, żelaznych i wiropędowych - 90%,

W tabeli nr 1 przedstawiono szacowane ilości odpadów kierowane do RIPOK MBP w Legnicy. W przeliczeniu uwzględniono zarówno odpady komunalne zmieszane jak i z selektywnej zbiórki. Ilość wytwarzanych 4 frakcji (papier i tektura, tworzywa sztuczne, szkło i metale) oszacowano na 27.181 Mg/a (uwaga ze względu na uproszczenie w ilości mieszkańców ilość rzeczywista może się różnić nieznacznie od przedstawionej w analizie). Zgodnie z rozporządzeniem w sprawie poziomów recyklingu, przygotowania do ponownego użycia i odzysku innymi metodami niektórych frakcji odpadów komunalnych (Dz.U. z 2012r., poz. 645) poziomy odzysku dla tych frakcji wzrasta z 18% w 2016r. do 50% w 2020r., co powoduje konieczność modernizacji systemów gospodarki odpadami, w tym rozbudowy i automatyzacji linii sortowniczych. Wymagane poziomy recyklingu w poszczególnych latach przedstawiono w tabeli nr 2.

**Tabela 1. Przeliczenie ilości odpadów kierowanych do LPGK w aspekcie morfologicznym**

FRAKCJE	miasta pow. 50 tys.Mk		małe miasta		tereny wiejskie		oblicz	Mg/a
papier i tektura	19,1	20,7	9,7	10,5	5,0	5,2	16,85	10 111
szkło	10,0	10,9	10,2	11,1	10,0	10,4	10,74	6 444
metale	2,6	2,8	1,5	1,6	2,4	2,5	2,74	1 644
tworzywa sztuczne	15,1	16,4	11,0	11,9	10,3	10,7	14,97	8 982
odpady wielomateriałowe	2,5	2,7	4,0	4,3	4,1	4,3	3,10	1 860
odpady kuchenne i ogrodowe	28,9	31,4	36,7	39,8	33,1	34,4	32,13	19 276
odpady mineralne	3,2	3,5	2,8	3,0	6,0	6,2	4,16	2 498
frakcja <10mm	4,2	4,6	6,8	7,4	16,9	17,5	7,81	4 685
tekstylia	2,3	2,5	4,0	4,3	2,1	2,2	2,42	1 451
drewno	0,2	0,2	0,3	0,3	0,7	0,7	0,34	207
odpady niebezpieczne	0,8	0,9	0,6	0,7	0,8	0,8	0,86	515
inne kategorie	3,2	3,5	4,5	4,9	4,9	5,1	3,88	2 327
<b>łącznie</b>	<b>92,1</b>	<b>100,0</b>	<b>92,1</b>	<b>100,0</b>	<b>96,3</b>	<b>100,0</b>	<b>100,00</b>	<b>60 000</b>
odpady wielkogabarytowe	2,6		2,6		1,3			
odpady z terenów zielonych	5,3		5,3		2,4			
<b>razem</b>	<b>100,0</b>		<b>100,0</b>		<b>100,0</b>			

Źródło: obliczenia własne na podstawie KPGO2022

**Tabela 2. Wymagane poziomy odzysku dla przyjętej ilości wytwarzanych odpadów**

Frakcje	Ilość Mg/a	Ilość (limity do osiągnięcia w poszczególnych latach) Mg/a				
	wytwarzane	2016	2017	2018	2019	2020
papier i tektura	10 111	1 820	2 022	3 033	4 044	5 056
tworzywa sztuczne	8 982	1 617	1 796	2 695	3 593	4 491
szkło	6 444	1 160	1 289	1 933	2 577	3 222
metale	1 644	296	329	493	658	822
<b>łącznie 4 frakcje</b>	<b>27 181</b>	<b>4 893</b>	<b>5 436</b>	<b>8 154</b>	<b>10 872</b>	<b>13 591</b>

Źródło: obliczenia własne na podstawie rozporządzenia z dn. 29.05.2012 (Dz.U. 2012 poz. 645) i założeń analizy

Przyjmując założenia określone na początku niniejszego rozdziału, w celu ręcznego wysegregowania 50% odpadów wytwarzanych (po uwzględnieniu wskaźnika 0,65 skuteczności ze względu na brak automatyzacji oraz braku selektywnej zbiórki) należałoby zatrudnić dla poszczególnych frakcji: papier i tektura – 53 osoby, tworzywa sztuczne – 93 osoby, szkło 22 osoby (przyjmuje się, że metale zostaną wydzielone automatycznie na separatorach metali). Sumaryczna minimalna ilość sortowaczy w 2020 r. powinna wynieść ok. 168, co przy założeniu miesięcznego wynagrodzenia (dla pracodawcy) 3.100 zł daje kwotę roczną na poziomie 6,25 mln zł. (460zł/Mg wysegregowanego odpadu wyłącznie koszty osobowe sortowaczy). Powyższe wskazuje na brak możliwości technicznych zatrudnienia, przepustowości linii na wymaganym poziomie i nieopłacalność ekonomiczną takiego założenia i powoduje konieczność określenia automatyzacji linii (modernizacji) w celu osiągnięcia wymaganych poziomów przy zachowaniu konkurencyjności cenowej.

Dla obliczenia poziomów uwzględniono selektywną zbiórkę odpadów, zakładając jej efekty. Analizując systemy zbiórki i ich efektywność założono zbiórkę selektywną na następujących poziomach:

- papier i tektura - 20%
- szkło - 70%
- metale - 50%
- tworzywa sztuczne - 15%
- odpady wielomateriałowe - 35%
- odpady niebezpieczne - 90%

Łączna ilość odpadów odbieranych selektywnie wynosi ok. 9.817 Mg/a, więc do sortowni odpadów zmieszanych trafi z regionu ok. 50.183 Mg odpadów ciągu roku (i taką wartość przyjęto do dalszych obliczeń). Przyjęto również



(na podstawie doświadczeń własnych i analogii), że do recyklingu skierowane zostanie z selektywnej zbiórki (po odjęciu zanieczyszczeń, możliwości udokumentowania przekazania, możliwości zbytu itp.):

- 90% szkła (tj. 4.060 Mg/a)
- 80% papieru i tektury (tj. 1.618 Mg/a)
- 70% tworzyw sztucznych (tj. 943 Mg/a)
- 50% metali (tj. 411 Mg/a)
- czyli łącznie 7.032 Mg/a dla 4 frakcji wypełniając 25,9% poziomowi odzysku.

Przyjmując te założenia należy stwierdzić, że selektywna zbiórka pozwoli na osiąganie wymaganych poziomów recyklingu do 2017r. Od 2018r. wymagane jest funkcjonowanie zautomatyzowanej sortowni komunalnych odpadów zmieszanych.

W poniższej tabeli przedstawiono ilość odpadów zbieranych selektywnie, kierowanych do sortowni odpadów zmieszanych oraz szacunkowy podział granulometryczny dla poszczególnych frakcji

Tabela 3. Ilość odpadów kierowanych do sortowni odpadów zmieszanych wraz z szacunkowym podziałem granulometrycznym

	ILOŚĆ	w selektywnej		w OKZ		<90mm		90-340mm		>340mm	
FRAKCJE	Mg/a	%	Mg/a	%	Mg/a	%	Mg/a	%	Mg/a	%	Mg/a
papier i tektura	10 111	20	2 022	80	8 089	20	1 618	60	4 853	20	1 618
szkło	6 444	70	4 511	30	1 933	100	1 933	0	-	0	-
metale	1 644	50	822	50	822	45	370	55	452	0	-
tworzywa sztuczne	8 982	15	1 347	85	7 635	20	1 527	70	5 344	10	763
odpady wielomateriałowe	1 860	35	651	65	1 209	20	242	80	967	0	-
odpady kuchenne i ogrodnicze	19 276	0	-	100	19 276	85	16 385	15	2 891	0	-
odpady mineralne	2 498	0	-	100	2 498	85	2 123	15	375	0	-
frakcja <10mm	4 685	0	-	100	4 685	100	4 685	0	-	0	-
tekstylia	1 451	0	-	100	1 451	10	145	80	1 161	10	145
drewno	207	0	-	100	207	40	83	60	124	0	-
odpady niebezpieczne	515	90	464	10	52	0	-	100	52	0	-
inne kategorie	2 327	0	-	100	2 327	20	465	75	1 745	5	116
<b>łącznie</b>	<b>60 000</b>		<b>9 817</b>		<b>50 183</b>		<b>29 575</b>		<b>17 965</b>		<b>2 643</b>

Źródło: obliczenia własne na podstawie przyjętych założeń

Z obliczeń wynika, że ilość odpadów kierowanych do sortowni wyniesie ok. 50.000 Mg rocznie. W kolejnych rozdziałach przedstawiono szczegółowo obliczenia dla 2 wariantów (3A i 3C) dla minimalnej i pełnej obsady sortowaczy, w celu wskazania możliwości osiągania poszczególnych poziomów recyklingu i konieczność automatyzacji linii w poszczególnych latach.

**UWAGA! Przedstawione obliczenia mają charakter szacunkowy. Proporcje między odzyskiem materiałowym a komponentami do produkcji RDF mogą ulegać wahaniom, w związku z tym należy uwzględnić zmiany sezonowe (np. zimą pojawi się więcej frakcji <10mm, ze względu na różny masowo strumień dopływających odpadów do zakładu możliwe są +/- 20% wahania przepustowości urządzeń). Zastosowanie nowych urządzeń (lub rezygnacja z niektórych) może być wynikiem zmiany wartości rynkowej sprzedaży poszczególnych surowców. Bazą obliczeń są założenia dotyczące zbiórki selektywnej, które należy zweryfikować w kolejnych latach (i wprowadzać jeżeli potrzeba korekty do niniejszych obliczeń). Obliczenia sporządzono na podstawie doświadczeń własnych i mogą różnić się od faktycznych osiąganych na przedmiotowej instalacji.**

## **4. Szczegółowe rozwiązania techniczne i technologiczne**

### **4.1 Informacje ogólne**

Podczas spotkań z Inwestorem rozpatrywano szereg różnych wariantów budowy hali sortowni odpadów na terenie składowiska odpadów w Legnicy. Ze względu na uwarunkowania przestrzenne i technologiczne rozpatrywano szczegółowo następujące warianty rozbudowy instalacji do mechanicznego sortowania odpadów:

- WARIANT 1 – zadaszenie istniejącej instalacji przesiewacza bębnowego, wraz z wyposażeniem jej w rozrywarkę worków – załącznik 1,
- WARIANT 2 – budowa nowej hali sortowni odpadów, powiązanej funkcjonalnie z zadaszoną istniejącą instalacją przesiewacza bębnowego – załącznik 2,
- WARIANT 3 – budowa nowej hali sortowni odpadów, obejmującej istniejącą instalację przesiewacza bębnowego wraz z nową linią do mechanicznego sortowania odpadów komunalnych zmieszanych, w następujących opcjach wyposażenia technologicznego:

- opcja A – pełne wyposażenie technologiczne – załącznik 3A,
- opcja B – linia technologiczna bez separatora optopneumatycznego NIR 2 (wydzielenie papieru) i kabiny doczyszczania metali żelaznych i nieżelaznych – załącznik 3B,
- opcja C – linia technologiczna bez separatorów optopneumatycznych NIR 1 i NIR 2 i kabiny doczyszczania metali żelaznych i nieżelaznych – załącznik 3C.

Po analizie wyżej wymienionych wariantów, na spotkaniu z Inwestorem w dn. 01.08.2016r. przyjęto do rozpatrzenia w niniejszym opracowaniu wariant 3, opcja A (załącznik 3A), jako najbardziej korzystny ze względów technologicznych oraz eksploatacyjnych. Wariantowaniu podlegał także kształt hali i jej usytuowanie. Z uwagi na mnogość rozpatrywanych wariantów, w niniejszym dokumencie szczegółowo omówiono Wariant 3 z opcjami rozbudowy (automatyzacji linii).

Rozbudowa sortowni zmieszanych odpadów komunalnych dla instalacji RIPOK na ul. Rzeszotarskiej przyczyni się do poprawy jakości świadczonych usług gospodarowania odpadami w rejonie Legnicy. Obiekt obsługiwać będzie Region Północy, jako 1 z 4 instalacji RIPOK MBP, zamieszkały przez około 441.250 mieszkańców. Zaprojektowana instalacja pozwoli dostosować gospodarkę odpadami regionu do wymagań nałożonych na Polskę przez Unię Europejską. Z pierwotnego materiału wsadowego, który stanowią zmieszane odpady komunalne, w części mechanicznego przetwarzania odpadów zostaną wyodrębnione wyselekcjonowane surowce wtórne, składniki paliwa alternatywnego RDF oraz frakcja do biologicznej stabilizacji (0-90mm). Po poddaniu dwustopniowej stabilizacji tlenowej (poza zakresem opracowania) frakcja odpadów 0-90mm będzie materiałem obojętnym dla środowiska (stabilizatem). Zastosowane rozwiązanie jako efektywne ekonomicznie spełnia również europejskie standardy i wymagania określone w normach europejskich. Projektowana instalacja swoją działalnością, wytworzy również jeszcze jeden pozytywny aspekt, stanowić będzie dodatkowe miejsca pracy, w związku z czym zwiększy się liczba osób zatrudnionych w obszarze miasta Legnica i okolicy, przy jednoczesnym zachowaniu efektywności ekonomicznej.

### **4.2 Założenia technologiczno-techniczne**

Analizując automatyzację linii należy wziąć pod uwagę dwa aspekty: ilość poszczególnych rodzajów odpadów oraz wartość rynkową sprzedaży poszczególnych surowców. Wartość rynkowa jest zmienna (przez co zwiększa się ryzyko przeszacowania zysku). Najwyższe ceny sprzedaży (wg cen na sierpień 2016 uzyskane od kilku RIPOK-ów) osiągają: puszki aluminiowe (4.000zł/Mg), PET bezbarwny i niebieski (1.500 zł/Mg), PET mix, PEHD, PP, PS (1.000 zł/Mg), folia transparentna (450 zł/Mg), karton (400 zł/Mg), papier (200-400 zł/Mg), metale żelazne (230-400 zł/Mg), tetra (150 zł/Mg), folia mix (50 zł/Mg), szkło (35-100 zł/Mg). Natomiast za komponenty paliwa alternatywnego trzeba zapłacić 150-200 zł/Mg, a za balast (spełniający wymagania) ok. 120 zł/Mg (uwzględniając koszty wykorzystania kubatury i eksploatacji składowiska oraz opłatę marszałkowską). Pod względem morfologicznym stosunkowo dużo w tworzywach sztucznych notuje się folii, PET, PEHD, PP, PS, PE. Ważnym aspektem automatyzacji jest maksymalizacja odzysku surowcowego, minimalizacja i obniżenia wartości

kalorycznej balastu, osiągnięcie wymagań dla paliwa alternatywnego (chlor, siarka, itp.). Ważny jest odpowiedni rozkład poszczególnych frakcji w poszczególnych kabinach (rozłożenie ilościowe i jakościowe surowca). Z uwagi, że żadna z frakcji surowcowej nie stanowi znaczącej ilości w strumieniu odpadów zmieszanych nie zaleca się automatycznego wybierania pojedynczego surowca, natomiast należy zastosować separację automatyczną poszczególnych rodzajów odpadów z możliwością ich manualnego podczyszczania. Po uzgodnieniach z Zamawiającym, odrzucono wariant umożliwiający wybranie automatycznie kilkunastu frakcji z uwagi na znaczące nakłady inwestycyjne i koszty eksploatacyjne (np. dublowanie separatorów optopneumatycznych dla wielu frakcji materiałowych).

W wyniku analizy założono konieczność zastosowania rozrywarki worków, wydzielania metali żelaznych dla obu wydzielonych frakcji na istniejącym sicie frakcji (w sicie proponuje się wymianę części sita na oczka 340mm w celu oddzielenia frakcji powyżej 340mm), metali nieżelaznych dla frakcji nadsitowej oraz skierowanie tej frakcji 90-340mm na separator balistyczny, który rozdziela frakcje płaską (lekką, tzw. 2D) od ciężkiej (toczącej się, tzw. 3D) na oddzielne kabiny, co powoduje lepszą efektywność sortowania i umożliwia zwiększenie ilości wybieranych frakcji (wariant 3C). Frakcja 2D jest połączona z frakcją powyżej 340mm. Odpady surowcowe, przenośnikiem kanałowym, kierowane będą do prasy kanałowej, z opcją kierowania wybranych frakcji do kontenera. W wariantcie 3B dodano separator optopneumatyczny dla łącznego wydzielenia pożądaných frakcji tworzyw (bez PCV) oraz papieru. Problemem może być skuteczność rozdziału frakcji płaskiej przy zbyt dużej ilości papieru i tektury. W najbardziej rozbudowanym wariantcie (3A) linię uzupełniono o kolejny separator optopneumatyczny umożliwiając wydzielenie oddzielnie pożądaných frakcji tworzywowych (bez PCV) na separator balistyczny i oddzielnie papieru i tektury ze skierowaniem tej frakcji do kabiny (i automatycznej odstawie papier mix). Oprócz automatyzacji poprawiona zostanie efektywność wybierania na frakcji 2D/>340mm poprzez zmniejszenie kierowanego na tę część sortowni strumienia odpadów. Dodano również separator metali nieżelaznych na frakcji podsitowej (udział puszek aluminiowych może być znaczny) oraz skierowanie wszystkich wydzielonych na separatorach metali (żelaznych i nieżelaznych) do kabiny podczyszczającej (manualnie), w celu poprawy jakości wydzielonych surowców (ich rozdziału i uzyskania korzystniejszej ceny sprzedaży). Frakcję podsitową automatycznie skierowano w rejon instalacji stabilizacji tlenowej ograniczając koszty przewozu odpadów. Dodano również kabinę czterostanowiskową do podczyszczania balastu, zmniejszenia jego ilości (zgodnie z wytycznymi unijnymi i krajowymi) oraz polepszenia poziomu odzysku surowców. Należy zauważyć, że zakres rozbudowy może różnić się od zaproponowanych opcji (np. 1 separator optopneumatyczny z kabiną sortowniczą balastu w celu wydzielenia papieru i tektury, zastosowania kabiny do podczyszczania metalu na wszystkich opcjach itp.). Należy pamiętać, że zaproponowany układ instalacji, pomimo swojej elastyczności, może wymagać dalszej rozbudowy w wyniku nałożenia kolejnych wymagań prawnych lub znaczącej zmiany jakościowej lub ilościowej strumienia odpadów. W przyszłości może zająć konieczność rozbudowy instalacji o np. dodatkowe separatory powietrzne lub optopneumatyczne (w celu osiągnięcia wymaganych wartości kaloryczności w balaście), rozdrabniania do parametrów paliwa alternatywnego (po uzyskaniu wymaganych parametrów od cementowni lub innego pośrednika).

Zgodnie z powyższą analizą przyjęto konieczność (docelowego) rozdziału następujących frakcji w następujących elementach sortowni:

- szkło i odpady tarasujące (gabaryty) oraz karton i folia transparentna w kabinie wstępnego sortowania (przed rozdziałem frakcyjnym) w celu optymalizacji dalszego procesu, zabezpieczenia pozostałych urządzeń (kabina istniejąca, dostosowana do nowej funkcji),
- frakcja powyżej 340mm (300/320mm) w celu wybrania kartonu, folii transparentnej (z uwagi na rodzaj odpadów istnieje możliwość połączenia z frakcją 2D tworzyw sztucznych) i skierowania pozostałości, po manualnej segregacji, automatycznie do komponentów paliwa alternatywnego,
- frakcja 2D tworzyw sztucznych (lub w uproszczonym wariantcie łącznie z papierem i kartonem), w celu manualnego wybrania folii transparentnej i skierowania pozostałości automatycznie do komponentów paliwa alternatywnego,

- frakcja 3D tworzyw sztucznych (z odpadami wielomateriałowymi) w celu manualnego wybrania takich surowców jak: PET w rozdziale na kolory, PEHD, PP, PS, TETRA itp., i skierowania pozostałości jako balastu (z opcją komponentów paliwa alternatywnego),
- frakcja papieru i tektury (oddzielnie, wariant docelowy) w celu manualnego oddzielenia surowców wartościowych np. kartonu, papieru gazetowego, ze skierowaniem automatycznym pozostałości jako papier mix,
- metali oddzielnie żelaznych i nieżelaznych (optymalnie z całego strumienia odpadów) z ich manualnym doczyszczaniem (wariant docelowy).

Powyższe rozwiązanie można wprowadzić jednorazowo lub rozbudowując technologię sortowania rozbijając inwestycje na kolejne lata. Należy zaznaczyć, że istnieją jeszcze bardziej rozwinięte możliwości automatyzacji procesu (w kraju funkcjonują sortownie w oparciu o kilkanaście separatorów optopneumatycznych). Nie wyklucza się, w miarę rozwoju wymagań prawnych potrzeby dalszej modernizacji planowanej linii.

Przyjęto następujące założenia technologiczne:

- w niniejszym opracowaniu rozpatrzono różne warianty i opcje rozbudowy RIPOK w Legnicy, jako najbardziej korzystny wariant przyjęto wariant 3, opcja A (załącznik 3A).
- przyjęty układ technologiczny może być modyfikowany w zależności od środków finansowych Inwestora (opcje A, B i C, przedstawione na załączniku 3A, 3B i 3C).
- gęstość luźnych zmieszanych odpadów komunalnych – ok. 200kg/m<sup>3</sup>,
- wydajność ok. 50.000 Mg/rok, tj. ok. 15Mg/h
- ilość dni roboczych w roku – 260,
- ilość zmian – 2,
- efektywny czas pracy na 1 zmianę – 6,5h,
- czas technologicznego magazynowania odpadów w zasobniach hali segregacji odpadów – ok. 1 doby
- urządzenia stacjonarne pracujące z wykorzystaniem energii elektrycznej, urządzenia mobilne zasilane olejem napędowym.

W hali sortowni odpadów znajdować się będą następujące urządzenia technologiczne (docelowo wg niniejszego opracowania):

ISTNIEJĄCE:

- istniejąca stacja nadawcza odpadów komunalnych – lej zasypowy,
- istniejąca kabina wstępnej segregacji odpadów (3 zsypy),
- istniejące sito bębnowe – przebudowa i wyposażenie w oczka 340mm (po przebudowie na sicie wydzielona zostanie frakcja 0-90mm, 90-340mm i >340mm),
- istniejący separator metali żelaznych na linii frakcji 0-90mm,
- istniejący separator metali żelaznych na linii frakcji >90mm – przeniesienie na linię frakcji 90-340mm,

NOWOPROJEKTOWANE:

- rozrywarka worków,
- separator metali nieżelaznych na frakcji 0-90mm,
- separator metali nieżelaznych na frakcji 90-340mm
- kabina doczyszczania metali żelaznych i nieżelaznych (2 zsypy),
- separator optopneumatyczny NIR 1 - wydzielenie tworzyw sztucznych ze strumienia odpadów zmieszanych,
- separator optopneumatyczny NIR 2 – wydzielenie papieru i tektury ze strumienia odpadów zmieszanych
- separator balistyczny
- kabina doczyszczania balastu po separatorze optopneumatycznym NIR 2 (4 zsypy),
- zblokowana kabina sortownicza - wydzielenie surowców wtórnych (35 zsyków),
- prasa do surowców wtórnych z perforatorem do butelek PET,
- układ przenośników taśmowych wraz z konstrukcjami wsporczymi i pomostami,
- boks na frakcję 0-90mm,
- boks na balast po linii sortowniczej.

#### **4.3 Schematy blokowe zamaszynowania sortowni wraz z wynikami**

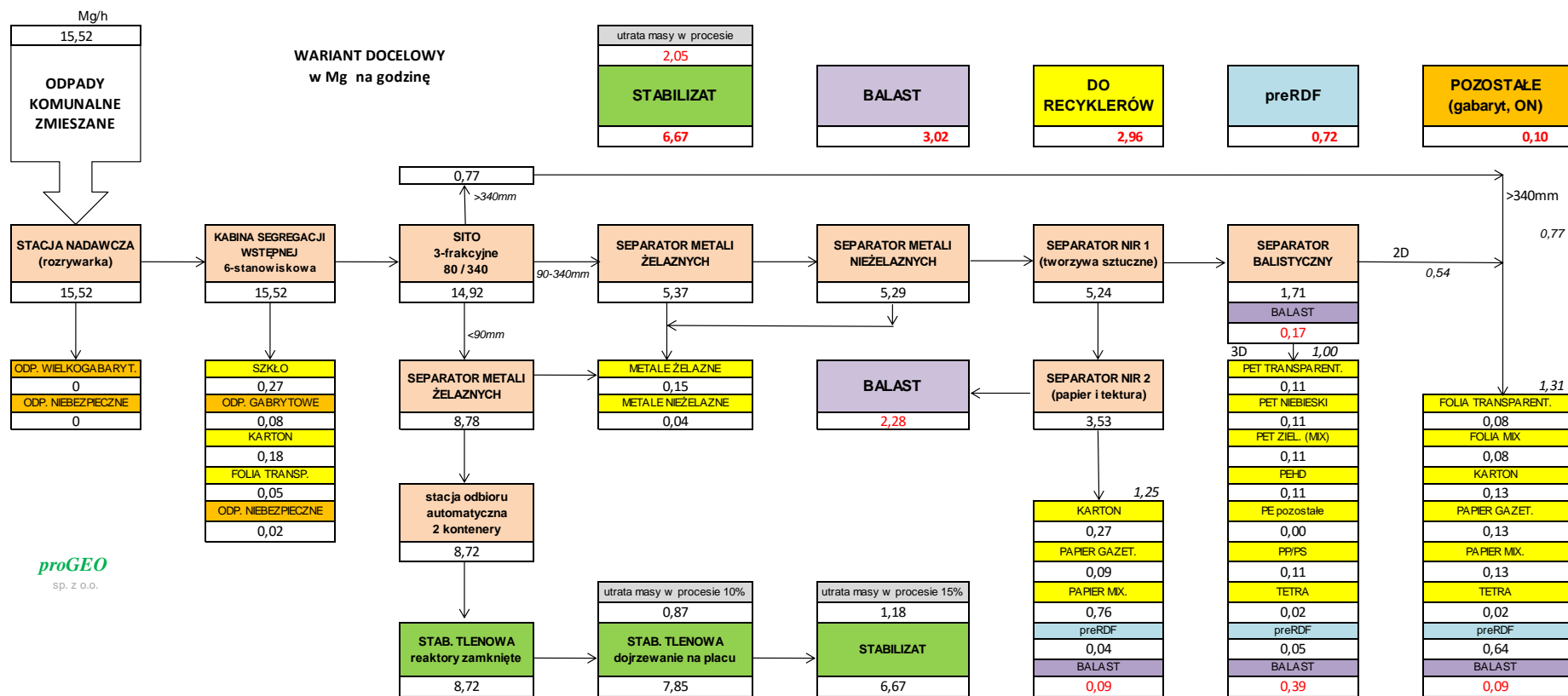
Na kolejnych schematach przedstawiono zamaszynowania w wariancie 3C (tab. 4-7) i 3A (tab. z przepływami masowymi (rocznymi i godzinowymi (dla ustalenia wydajności poszczególnych urządzeń) oraz podsumowaniem efektywności (w zróżnicowaniu w ilości sortowaczy – optymalne i minimalne).

**Rys. 1. Bilans przepływu odpadów (roczny) – wariant 3A (docelowy, obsada optymalna).**

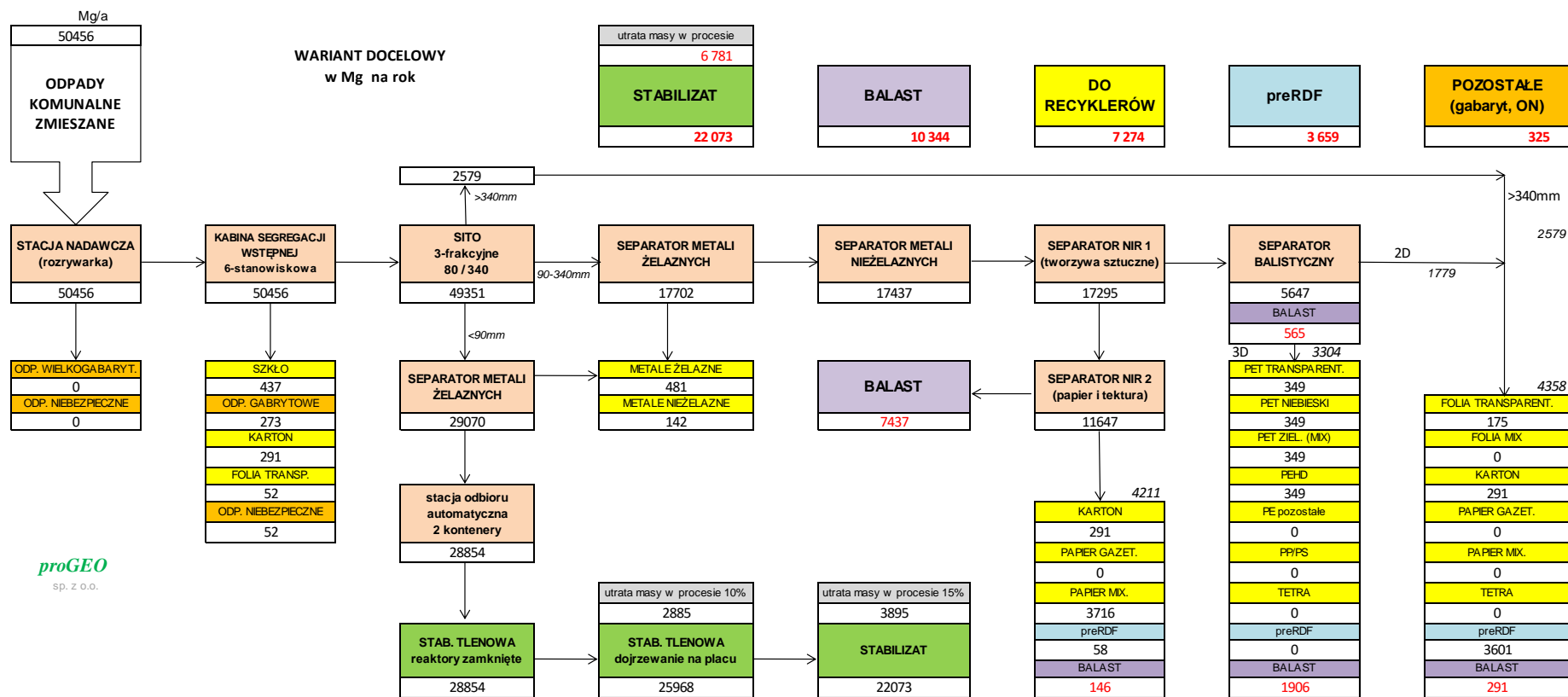




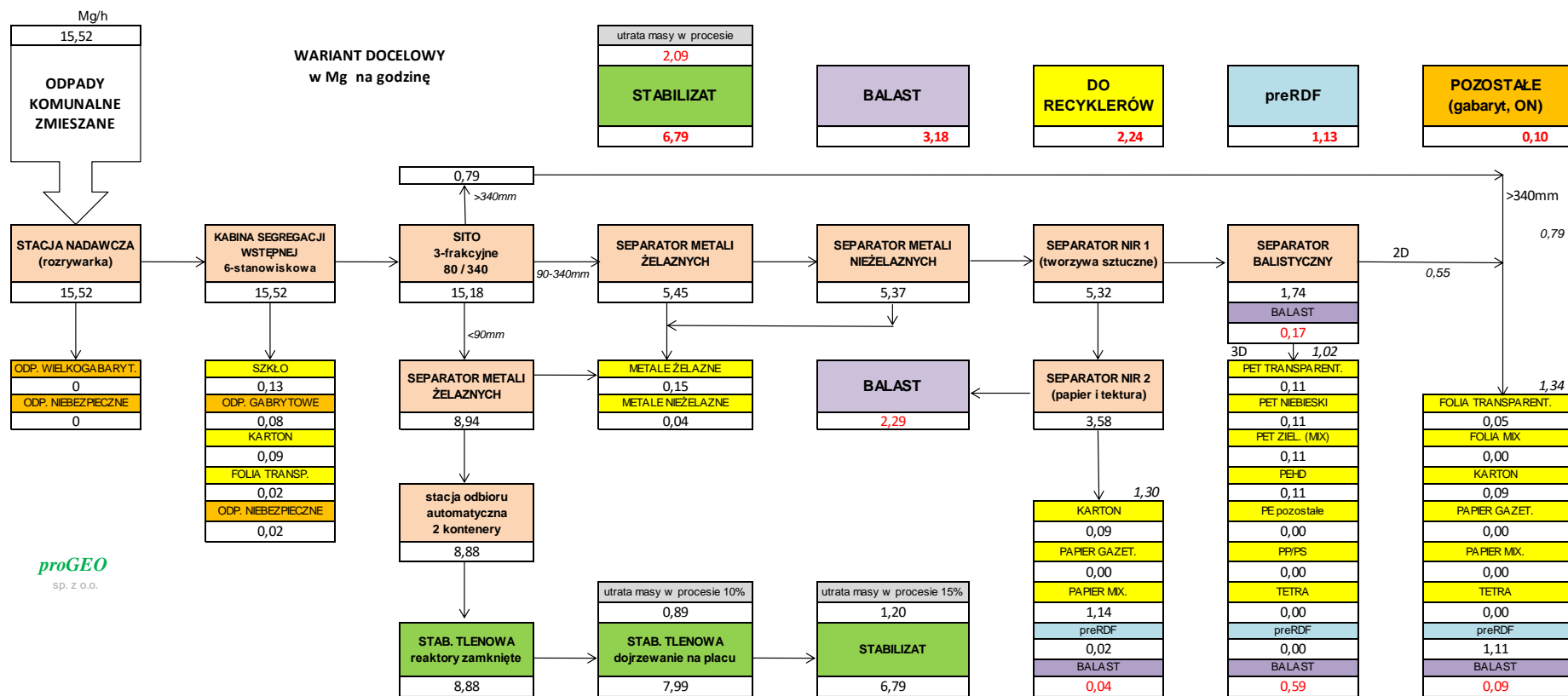
Rys. 2. Bilans przepływu odpadów (godzinowy) – wariant 3A (docelowy, obsada optymalna).



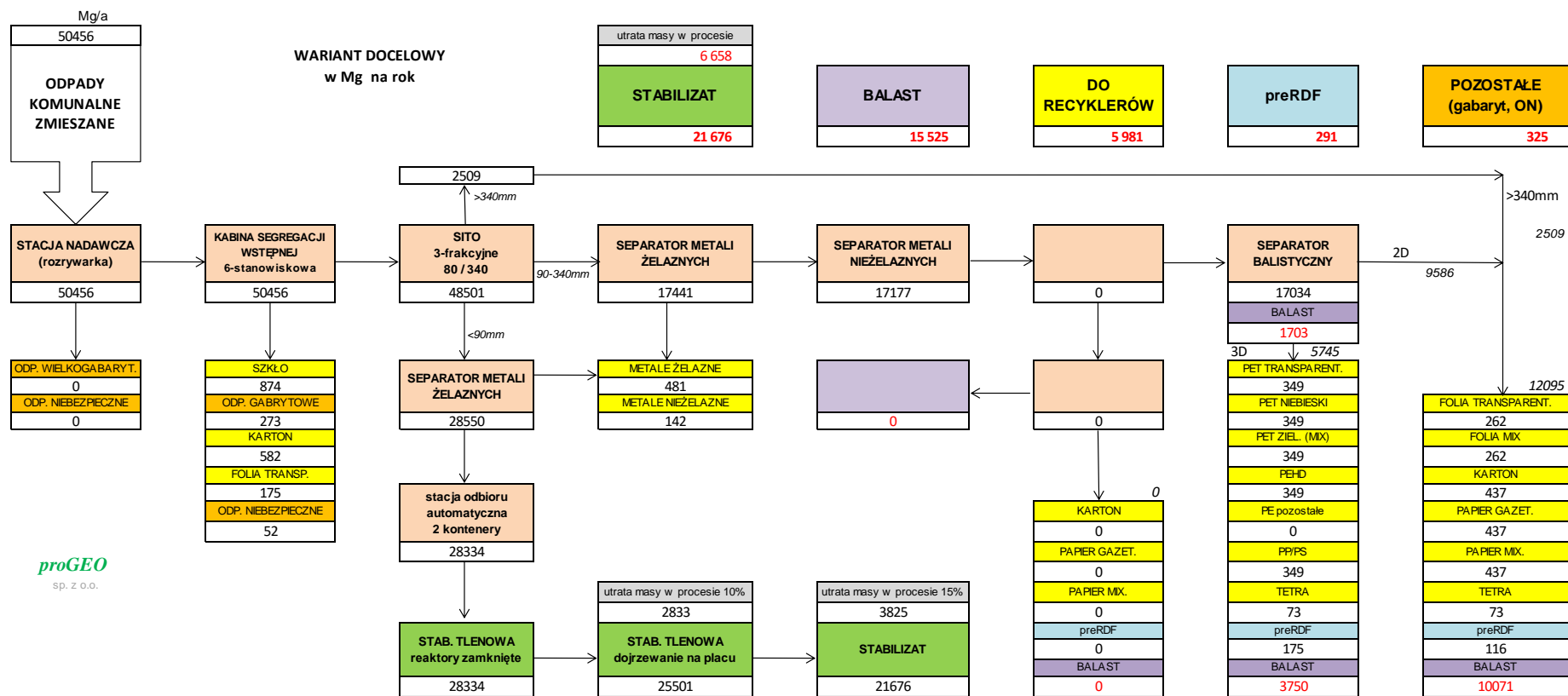
Rys. 3. Bilans przepływu odpadów (roczny) – wariant 3A (docelowy, obsada minimalna).



Rys. 4. Bilans przepływu odpadów (godzinowy) – wariant 3A (docelowy, obsada minimalna).



Rys. 5. Bilans przepływu odpadów (roczny) – wariant 3C (bez NIRów, obsada optymalna).



**Rys. 6. Bilans przepływu odpadów (godzinowy) – wariant 3C (bez NIRów, obsada optymalna).**



**Rys. 7. Bilans przepływu odpadów (roczny) – wariant 3C (bez NIRów, obsada minimalna).**





**Rys. 8. Bilans przepływu odpadów (godzinowy) – wariant 3C (bez NIRów, obsada minimalna).**



## 4.4 Efektywność sortowania

Efektywność sortowania obliczono wykorzystując opisane w poprzednich rozdziałach założenia przy zróżnicowanej ilości sortowaczy. Przykładowe obliczenia (wariant 3C, obsada maksymalna) przedstawiono na poniższej tabeli.

**Tabela 4. Przykładowe obliczenia ilości wysortowanych surowców w zależności od ilości sortowaczy**

kabinę	przeliczenia na 1 zmianę		kabinę wstępną			kabinę metale			kabinę papier			kabinę 2D			kabinę 3D			RAZEM OUTPUT
			osób	wybranie	spr. obj.	osób	wybranie	spr. obj.	osób	wybranie	spr. obj.	osób	wybranie	spr. obj.	osób	wybranie	spr. obj.	
wspólna	szkło	815	2	437	3,5													437
	karton		2	291	11,6													291
	folia transparentna		2	87	7,0													87
metale	metale żelazne	312				0,7	240	1,0										240
	metale nieżelazne (ALU)					0,3	71	1,4										71
papier	karton	2 027							3	437	17,5							437
	papier gazetowy								1	146	5,8							146
	papier mix (pozostałe)								auto	1 241	49,6							1 241
2D	folia transparentna	1 113										3	131	10,5				131
	folia mix											3	131	10,5				131
	tworzywa pozostałe 2D (pRDF)											auto		0,0				-
	karton z 340	751										1,5	218	8,7				218
	papier gazetowy z 340											1,5	218	8,7				218
	papier mix (pozostałe) z 340											1,5	218	8,7				218
	TETRA	137										0,5	36	1,0				36
	balast z 340mm	131										0	0	0,0				-
	PET bezbarwny	1 375													2	175	9,3	175
	PET niebieski														2	175	9,3	175
	PET zielony (mix)														2	175	9,3	175
	PEHD														2	175	9,3	175
	PE pozostałe														0	0	0,0	-
	PP/PS														2	175	9,3	175
	tworzywa pozostałe 3D														0	0	0,0	-
	TETRA														0,5	36	1,0	36
3D	pRDF	255							1	58	3,3	auto	1032	59,0	1,5	87	5,0	1 178
	balast	3 984							1	146	2,3	1	146	2,3	balast	632	10,1	923
			6	815		1	312		6	2027		12	2132		12	1629		6 915

Źródło: obliczenia własne

W celu określenia efektu ekonomicznego (po skorygowaniu maksymalnego wysortowania surowców) określono ilość surowca poddaną wybraniu wraz z szacunkową ceną sprzedaży surowca (uśrednione wyniki z kilku instalacji) lub kosztów przekazania odpadów (preRDF -120zł/Mg, stabilizat -70zł/Mg, balast -120zł/Mg). Uzyskany wynik przyrównano jedynie do kosztów osobowych sortowaczy (3.100 zł/m-c os.) w celu optymalizacji zatrudnienia. Nie uwzględniono innych kosztów (energia elektryczna, obsługa poza sortowaczami, paliwo itp.). Przykładowe obliczenia dla wariantu docelowego (z optymalną obsadą) przedstawiono w poniższej tabeli.

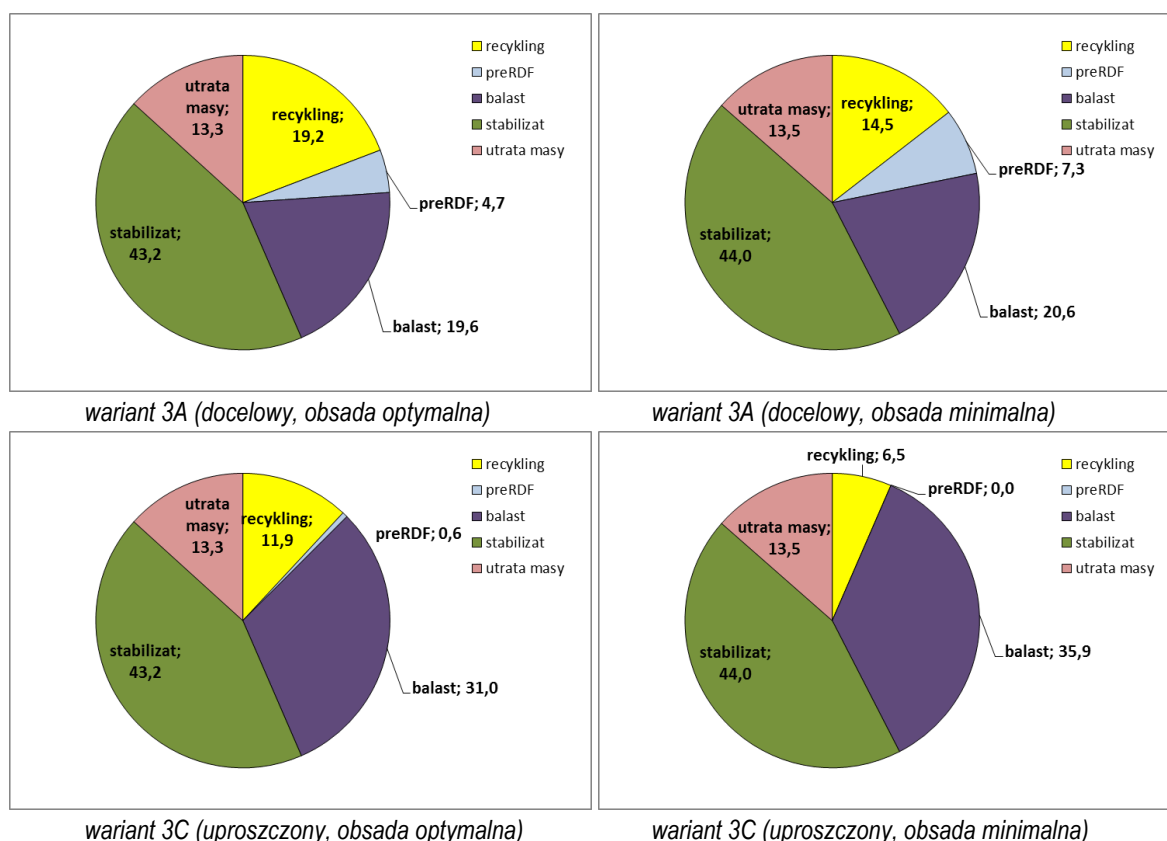
**Tabela 5. Przykładowe obliczenia efektywności sortowania w zależności od ilości sortowaczy**

	Mg/a	Mg/a zweryfik.	%	%	%	do sort.	wybrano	cena sprzedaży	suma	koszty osobowe sortowaczy	różnica
szkło	874	874	1,7	1,7	11,0	1933	45%	100	87 360 zł	78	
metale Fe	481	481	1,0	1,2		534	90%	400	192 370 zł		
metale ALU	142	142	0,3			288	50%	4000	569 712 zł		
karton	1893	1893	3,8			2427	78%	400	757 120 zł		
papier gazetowy	728	728	1,5			1213	60%	360	262 080 zł		
papier mix (pozostałe)	2918	2918	5,8	5,2	19,2	4449	66%	250	729 451 zł		
folia transparentna	437	437	0,9			534	82%	450	196 560 zł		
folia mix	262	262	0,5			802	33%	150	39 312 zł		
PET bezbarwny	349	349	0,7			744	47%	1500	524 160 zł		
PET niebieski	349	349	0,7			496	70%	1400	489 216 zł		
PET zielony (mix)	349	349	0,7			496	70%	1000	349 440 zł		
PEHD	349	349	0,7			744	47%	1000	349 440 zł		
PP/PS	349	349	0,7			496	70%	1000	349 440 zł		
TETRA	146	146	0,3			1209	12%	150	21 840 zł		
preRDF	2356	2356	4,7	4,7	4,7	3321	71%	-150	- 353 409 zł		
balast	9814	9814	19,6	19,6	19,6			-120	- 1 177 675 zł		
SUMA	21797	21797	43,5	43,5	43,5				3 386 417 zł	- 2 901 600	484 817 zł
stabilizat	21676	21676	43,2	43,2	43,2			-70	- 1 517 288 zł		
utrata masy	6658	6658	13,3					0	- zł		
bez ON i gabarytów	50131	50131	100,0	100,0	100,0				1 869 130 zł	- 2 901 600	- 1 032 470 zł

Źródło: obliczenia własne

Wyniki efektywności sortowania przedstawiono na rysunku nr 1.

**Rys. 9. Efektywność wysortowania odpadów dla poszczególnych wariantów i opcji zatrudnienia**



Źródło: obliczenia własne

Przy zmniejszaniu ilości sortowaczy lub upraszczaniu automatyzacji procesu sortowania spada ilość surowców przekazywanych do recyklingu (od 19,2% do 6,5%), a wzrasta ilość balastu (od 19,6% do 35,9%). W wariantcie docelowym przy zmniejszeniu ilości sortowaczy obserwuje się wzrost ilości komponentów paliwa alternatywnego (wydzielonego automatycznie). W tabeli 6 przedstawiono obliczenia uzyskanego wskaźnika recyklingu. Wskaźnik ten wynosi na sortowni:

- wariant 3A (docelowy, optymalna obsada – tj. 78 os. na 2 zmiany) – 34,9% wytwarzanych 4 frakcji
- wariant 3A (docelowy, minimalna obsada – tj. 38 os. na 2 zmiany) – 26,5% wytwarzanych 4 frakcji
- wariant 3C (uproszczony, optymalna obsada – tj. 64 os. na 2 zmiany) – 21,4% wytwarzanych 4 frakcji
- wariant 3C (uproszczony, minimalna obsada – tj. 30 os. na 2 zmiany) – 12,0% wytwarzanych 4 frakcji

Koszty jednostkowe uwzględniające sprzedaż surowców, koszty unieszkodliwienia balastu, preRDF i stabilizatu oraz koszty osobowe są ujemne i wynoszą odpowiednio: 3A opt. – 21 zł, 3A min. 17 zł, 3C (obie opcje) – 43 zł. Po uwzględnieniu odpadów zebranych selektywnie i przekazanych do recyklingu (zgodnie z opisem w rozdz. 3) uzyskany poziom łączny wynosi od 37,9% do 60,8% (dla wariantu 3A opt.).

**Tabela 6. Przykładowe obliczenia efektywności sortowania w zależności od ilości sortowaczy**

Warianty (przy zatrudnieniu opt. i min.)	3A opt.	3A min.	3C opt.	3C min
<b>IŁOŚĆ 4 FRAKCJI (wytworzona) [Mg/a]</b>	27 181	27 181	27 181	27 181
ilość do osiągnięcia w 2020 r. (50%) [Mg/a]	13 591	13 591	13 591	13 591
z selektywnej zbiórki (wg opisu rozdz. 3) [Mg/a]	7 032	7 032	7 032	7 032
wysegregowane z sortowni [Mg/a]	9 482	7 274	5 836	3 267
łączny wynik przekazania do recyklingu [Mg/a]	16 514	14 306	12 868	10 299
<b>uzyskany poziom [%]</b>	<b>60,8%</b>	<b>52,6%</b>	<b>47,3%</b>	<b>37,9%</b>

Źródło: obliczenia własne

Z przedstawionej analizy wynika, że przy zamaszynowaniu uproszczonym (wariant 3C) i minimalnej obsadzie sortowaczy (łącznie 30 os. na 2 zmiany), przy uwzględnieniu udziału odpadów z selektywnej zbiórki uzyska się poziom ok. 38% dla 4 frakcji, co odpowiada wymaganiom dla roku 2018. W celu spełnienia wymagań dla roku 2019 (40% poziom recyklingu) należy zwiększyć zatrudnienie. Nawet przy maksymalizacji zatrudnienia w tym wariantcie nie uzyska się wymaganego poziomu dla roku 2020 (50%). Nawet przy stosunkowo niskim zatrudnieniu (38 sortowaczy łącznie na 2 zmiany) w rekomendowanym wariantcie 3A prawdopodobnie będzie można uzyskać wymagany poziom 50% (ok. 26% w sortowni i ok. 26% dla selektywnej zbiórki). Zwiększając zatrudnienie poziom można zwiększyć do ponad 60% (w tym blisko 35% na sortowni).

Rekomenduje się realizację instalacji w wariantcie 3A przy stosunkowo niskim zatrudnieniu (na co wskazują najniższe koszty, przy obecnych cenach sprzedaży surowców), a spełniając wymagania uzyskiwanym poziomów ponownego użycia lub recyklingu dla 4 frakcji odpadów opakowaniowych (liczone łącznie z selektywną zbiórką). W przypadku chęci zwiększenia efektywności należy stopniowo zatrudniać sortowaczy z ilości 38 do maksymalnie 78 osób łącznie na dwie zmiany).

#### 4.5 Opis przyjętej technologii

1. Instalację do sortowania odpadów umieszczono w hali w kształcie litery „L”, wymiary hali przedstawiono w załączniku 5. Wysokość dostępna hali, ze względu na urządzenia technologiczne wynosi min. 10,0m (w okapie hali). Rozładunek odpadów oraz załadunek na odpadów na rozrywkę worków i stację nadawczą linii sortowniczej odbywać się będzie w zasobni znajdującej się w hali sortowni. Szacunkowa powierzchnia zasobni na zmieszane odpady komunalne wynosi ok. 725m<sup>2</sup>.
2. Instalacja technologiczna przede wszystkim służyła będzie do odzysku odpadów ulegających biodegradacji (frakcja 0-90mm), surowców wtórnych oraz frakcji kalorycznej odpadów (RDF).
3. Wszystkie urządzenia linii sortowniczej będą zasilane energią elektryczną. Sterowanie pracą linii sortowniczej będzie się odbywało z pomieszczenia sterowni wewnątrz hali.
4. Przewiduje się transmisję danych ze sterowni w hali sortowni do pokoju kierownika zakładu w istniejącym zapleczu biurowo-administracyjnym.
5. Przewiduje się wizualizację procesu sortowania.
6. Wszystkie urządzenia zostały dostosowane do pracy ze zmieszanyimi odpadami komunalnymi o zmieniającym się składzie i gęstości 80-300kg/m<sup>3</sup>.
7. Pojazdy dostarczające odpady wjeżdżać będą do zasobni przyjęcia odpadów tyłem. Przyjęto jednoczesny rozładunek jednego samochodu o dopuszczalnej ładowności ok. 26Mg (śmieciarki).
8. Pojazdy odbierające i przywożące odpady wjeżdżać będą do hali sortowni tyłem. Do tego celu przewidziano 8 bram wjazdowych.
9. Obiór kontenerów spod kabiny wstępnej segregacji odbywać się będzie za pomocą hakowca, do tego celu przewidziano jedną bramę.
10. Stanowiska sortownicze w kabinach będą spełniać zasady ergonomii pracy oraz umożliwić będą skuteczne sortowanie odpadów oraz pracę po jednej/dwóch stronach taśmy.
11. Pod kabinami zaprojektowano odpowiednią przestrzeń odbiorczą umożliwiającą bezpośredni zsył lub odbiór do boksów lub do kontenerów.
12. W przypadku boksów przestrzeń odbiorczą zapewnia możliwość przesunięcia odpadów z wykorzystaniem wózka widłowego. Boksy pod kabinami zostały oddzielone, w sposób eliminujący mieszanie się wydzielonych surowców wtórnych. Dopuszcza się obiór surowców wtórnych za pomocą kontenerów typu koleba.
13. Przywożone odpady zmieszane wyładowywane będą na płytę wyładowniczą znajdującą się wewnątrz hali sortowni, w zasobni na zmieszane odpady komunalne, na poziomie posadzki. Następnie za pomocą ładowarki/chwytała będą załadowywane do rozrywarki worków, lub bezpośrednio na nadawę (w przypadku awarii rozrywarki worków).

14. Z przenośnika taśmowego – nadawy (po rozrywaniu worków) odpady zmieszane transportowane będą do kabiny wstępnej segregacji (istniejącej), gdzie wydzielane będą m.in. odpady gabarytowe i problemowe (niebezpieczne oraz takie które mogą zakłócić proces segregacji) oraz szkło. Kabina została wyposażona w 6 zsypów i 8 stanowisk pracy. Zsypy posiadają możliwość ustawienia kontenerów hakowych o pojemności min. 30m<sup>3</sup>.
15. Rozdział odpadów na frakcje granulometryczne odbywać się będzie na istniejącym obrotowym sicie bębnowym o oczkach 90mm i 340mm (przewiduje się przebudowę sita bębnowego, celem wydzielenia frakcji 90-340mm i frakcji >340mm).
16. Frakcja drobna 0-90mm, kierowana będzie pod działanie separatora magnetycznego i separatora metali żelaznych. Po wydzieleniu metali układem przenośników taśmowych frakcja 0-90mm odprowadzona zostanie do boksu poza halą sortowni, wykonanego z bloków betonowych typu „LEGIOLBLOCK”, skąd zostanie przetransportowana do modułu intensywnej stabilizacji tlenowej (kompostowanie w zamkniętych tunelach – reaktorach, i dojrzewanie na placu kompostowym).
17. Frakcja nadsitowa o wymiarze >340mm, wydzielona na sicie bębnowym zostanie połączona z przenośnikami taśmowymi frakcji 2D po separatorze balistycznym. Wydzielenie z niej surowców wtórnych odbędzie się w kabinie sortowniczej frakcji 2D.
18. Frakcja 90-340mm wydzielona na sicie bębnowym skierowana zostanie pod działanie separatora metali żelaznych, i dalej na separator metali nieżelaznych – wydzielenie aluminium z strumienia zmieszanych odpadów komunalnych. Przewiduje się, że metale żelazne i nieżelazne wydzielone na separatorach skierowane zostaną układem przenośników taśmowych do kabiny doczyszczania metali (2 zsypy, jeden pracownik), gdzie z strumienia metali oddzielone zostanie balast, zanieczyszczenia i odpady niebezpieczne (np. baterie). Wydzielone metale magazynowane będą w kontenerze o pojemności 1 – 3m<sup>3</sup>.
19. Po separatorze metali nieżelaznych strumień odpadów skierowany zostanie na separator optopneumatyczny – NIR 1, gdzie nastąpi pozytywne wydzielenie frakcji kalorycznej (preRDF). Pozostałość (balast) zostanie skierowana na drugi separator optopneumatyczny – NIR 2, na którym zostanie wydzielony papier/karton.
20. Frakcja kaloryczna (preRDF) wydzielona na separatorze optopneumatycznym NIR 1 skierowana zostanie na separator balistyczny, na którym wydzielona zostanie frakcja ciężka – tocząca się (3D) i frakcja lekka - płaska (2D). Dodatkowo na separatorze balistycznym zostanie wydzielona frakcja balastowa 0-40mm, która zostanie odebrana kontenerem o pojemności 1 – 3m<sup>3</sup>. Za pomocą przenośników taśmowych frakcja 2D/340mm i 3D zostanie skierowana do zblokowanej kabiny sortowniczej. Przewiduje się następujące stanowiska sortownicze:
  - linia na frakcji 2D/340mm
    - 2 zsypy – wydzielenie foli LDPE transparentnej,
    - 2 zsypy – wydzielenie foli LDPE mix,
    - 2 zsypy – wydzielenie papieru mix,
    - 2 zsypy – wydzielenie kartonu/tektury,
    - 2 zsypy – wydzielenie papieru gazetowego,
    - 2 zsypy – wydzielenie balastu,
    - automatyczny zsyp na RDF.
  - linia na frakcji 3D:
    - 2 zsypy – wydzielenie PET transparentnego,
    - 2 zsypy – wydzielenie PET niebieskiego,
    - 2 zsypy – wydzielenie PET mix/zielonego,
    - 2 zsypy – wydzielenie PEHD/chemii gospodarczej,
    - 2 zsypy – wydzielenie opakowań wielomateriałowych (TETRA, PS/PP),

- 2 zsypy - wydzielenie balastu,
  - automatyczny zsymp na RDF.
  - linia na frakcji papier/karton po NIR 2:
    - 2 zsypy – wydzielenie kartonu,
    - 2 zsypy – wydzielenie papieru gazetowego,
    - 2 zsypy - wydzielenie RDF/balastu,
    - automatyczny zsymp na papier mix.
21. Balast po pierwszym separatorze optopneumatycznym (NIR 1) trafi na drugi separator optopneumatyczny (NIR 2), gdzie zostanie wydzielony pozytywnie papier oraz karton. Balast po drugim separatorze optopneumatycznym (NIR 2) skierowany zostanie do kabiny doczyszczania. Przewiduje się w tym układzie następujące stanowiska sortownicze:
- 2 zsypy – tekstylia/ frakcja organiczna,
  - 2 zsypy – drewno/inne.
- Balast po linii sortowniczej gromadzony będzie w boksie wykonanym z bloczków betonowych typu: „LEGIOBLOCK”. Skąd zostanie przetransportowany na kwaterę składowiska.
22. Wysegregowane odpady, o charakterze surowców wtórnych, w kabinach sortowniczych podawane będą przenośnikiem kanałowym do prasy belującej:
- a) lokalizacja i długość przenośnika kanałowego zapewni możliwość podawania na niego wydzielonych surowców wtórnych,
  - b) podawanie surowców następować będzie poprzez wózek widłowy.
23. Jako sprzęt uzupełniający przewiduje się:
- a) przenośniki, w ilości niezbędnej, o dostosowanej szerokości i konstrukcji do utrzymania ciągłości pracy i wydajności linii sortowniczej,
  - b) pojemniki otwarte samowysypowe – typu koleba pod separator balistyczny, kabinę doczyszczania metali i balastu po NIR 2 w ilości min. 14 szt. o pojemności 1 - 3m<sup>3</sup> dostosowane do transportu za pomocą wózka widłowego,
  - c) kontenery hakowe na odpady wykonane wg normy DIN 30722 o pojemności min. 30m<sup>3</sup>, szerokości normatywnej 2,3 m w ilości min. 2 szt.
  - d) inne pojemniki i kontenery niezbędne dla utrzymania w ciągłości linii do segregacji odpadów.

Zamaszynowanie hali sortowni odpadów przedstawiono w Załączniku 3A, natomiast przekroje przez halę sortowni odpadów w Załączniku 4.

#### **4.6 Opis techniczny urządzeń wchodzących w skład instalacji do mechanicznego przetwarzania odpadów**

W tabeli poniżej przedstawiono wstępny dobór urządzeń technologicznych dla projektowanej instalacji mechanicznego sortownia odpadów:



Tabela 7. Proponowany dobór urządzeń dedykowanych do opisywanej instalacji

URZĄDZENIE	ŹRÓDŁO ZASILANIA	MOC [kW]	ZAKŁADANA WYDAJNOŚĆ URZĄDZENIA [Mg/h]	WYBRANY TYP URZĄDZENIA/UWAGI
<b>LINIA MECHANICZNEGO SORTOWANIA ODPADÓW</b>				
Rozrywarka worków	EN	20,0	ok. 15 Mg/h przy gęstości nasypowej odpadów 200kg/m <sup>3</sup>	KIVERCO/MATTIHSSEN lub równoważny
Kabina wstępnej segregacji – 3 zsypy	EN	30,0		ISTNIEJĄCA producent: KIVERCO
Sito bębnowe 90mm/340mm	EN	25,0	ok. 15 Mg/h	ISTNIEJĄCE producent: KIVERCO w drugim etapie planowana jest przebudowa sita bębnowego, i wyposażenie go w segment o średnicy oczek 340mm
Separator metali żelaznych (frakcja 0-90mm)	EN	3,0		ISTNIEJĄCE producent: KIVERCO
Separator metali żelaznych (frakcja 90–340 mm)	EN	3,0		ISTNIEJĄCE producent: KIVERCO
Separator metali nieżelaznych (frakcja 0-90 mm)	EN	8,0		STEINERT lub równoważny
Separator metali nieżelaznych (frakcja 90-340 mm)	EN	8,0		STEINERT lub równoważny
Separator optopneumatyczny NIR1	EN	16,0		PELLENC ST MISTRAL/TITECH AUTOSORT lub równoważny
Separator optopneumatyczny NIR 2	EN	16,0		PELLENC ST MISTRAL/TITECH AUTOSORT lub równoważny
Separator balistyczny	EN	5,0		STADLER lub równoważny
Stacja sprężarek	EN	100,0		
Kabina doczyszczania metali nFe/Fe – 2 zsypy	EN	5,0		KIVERCO/HORSTMANN lub równoważny
Kabina doczyszczania balastu 4 zsypy	EN	20,0		KIVERCO/HORSTMANN lub równoważny
Zblokowana kabina sortownicza – 34 zsypy	EN	110,0		KIVERCO/HORSTMANN lub równoważny
Prasa do surowców wtórnych	EN	51,0		PAAL GROUP lub równoważny
Przełożnik taśmowe	EN	175,0		KIVERCO/HORSTMANN lub równoważny
<b>URZĄDZENIA MOBILNE</b>				
Ładowarka/ chwytak	ON			1szt. Urządzenie posiadane przez Inwestora
Hakowiec- samochód ciężarowy	ON			2szt. Urządzenie posiadane przez Inwestora
Kontenery KP-32				2 szt.
Kontener o pojemności 1-3m <sup>3</sup>				14 szt.

Źródło: obliczenia własne

**Dopuszcza się zastosowanie innych urządzeń technologicznych (nie wymienionych w niniejszym opracowaniu) spełniających minimalne parametry określone w niniejszym opracowaniu pod warunkiem uzgodnienia ich lokalizacji i posadowienia z Projektantem Obiektu.**

- Rozrywarka worków.** Urządzenie do otwierania worków z odpadami będzie wyposażone w wolnoobrotowy bęben rozrywający. Urządzenie będzie mieć możliwość automatycznego dopasowania swoich parametrów pracy do wielkości worków, stopnia ich zapelnienia oraz wielkości nadawy. Rozrywarka worków będzie umieszczona na stabilnej konstrukcji nośnej zakotwionej do podłogi hali. Wydajność minimalna ok. 15Mg/h przy gęstości odpadów ok. 200kg/m<sup>3</sup>. Nad rozrywarką worków należy zainstalować wyciąg służący do odpylania urządzenia.
- Kabina wstępna.** Urządzenie istniejące, nie przewiduje się zmiany lokalizacji kabiny wstępnej.
- Sito bębnowe.** Niniejsze opracowanie zakłada przebudowę istniejącego sita bębnowego. Sito bębnowe zostanie wyposażone w oczka o średnicy 340mm. Dzięki temu możliwe będzie wydzielenie

następujących frakcji odpadów 0-90mm, 90-340mm i >340mm. Nie przewiduje się zmiany lokalizacji sita bębnowego.

4. **Separator metali żelaznych – frakcja 0-90mm i frakcja 90-340mm.** Zakłada się wykorzystanie dwóch istniejących separatorów metali żelaznych.
5. **Separator metali nieżelaznych – frakcja 0-90mm i frakcja 90-340mm.** Urządzenie winno składać się z przenośnika taśmowego z wbudowanym rotorem magnetycznym, służącym do oddzielania metali nieżelaznych przez indukowanie w nich prądów wirowych. Przenośnik taśmowy separatora zamocowany winien być na amortyzowanych konstrukcjach, wykonanych z profili zamkniętych, przystosowanych do szybkiej wymiany taśmy. Rotor wykonany powinien być jako mimośrodowy wirnik z wysokoenergetycznych magnesów neodymowych. W pokrywie rotora zainstalowana winna zostać przegroda, z regulacją w dwóch płaszczyznach, służąca do rozdzielania strumieni oczyszczonego surowca i odseparowanych metali nieżelaznych. Na urządzeniu przewiduje się separację co najmniej 85% metali nieżelaznych zawartych w strumieniu przechodzących odpadów. Obudowa separatora winna być przystosowana do zabudowy w liniach sortowniczych. Separacja metali nieżelaznych winna odbywać się ze strumienia odpadów, z których odseparowano już metale żelazne. Wykonawca winien dokonać doboru parametrów separatora magnetycznego w zależności od: zaproponowanego rozwiązania linii technologicznej, rodzaju materiału, ciężaru, wielkości, wysokości wciągania i przepustowości. Należy zapewnić regulację prędkości przenośnika doprowadzającego. Drgania towarzyszące pracy separatora nie powinny być przenoszone na konstrukcję nośną. Separator winien mieć możliwość wyłączenia niezależnego od pracy ciągu instalacji technologicznej sortowania w przypadku segregacji odpadów nie zawierających frakcji metali nieżelaznych. Wykonawca dla zapewnienia obustronnego dostępu dla obsługi, napraw i czyszczenia winien zbudować podesty obsługowe oraz drabiny lub schody.
6. **Separator optopneumatyczny – NIR 1 (wydzielenie tworzyw sztucznych - RDF), NIR 2 (wydzielenie papieru/kartonu).** Przewiduje się zastosowanie na linii mechanicznego sortowania odpadów dwóch separatorów optopneumatycznych:
  - NIR 1 – separator optopneumatyczny służący do wydzielenia tworzyw sztucznych – RDF z strumienia zmieszanych odpadów komunalnych frakcji 90-340mm.
  - NIR 2 – separator optopneumatyczny służący do wydzielenia papieru/kartonu z strumienia zmieszanych odpadów komunalnych frakcji 90-340mm.Automatyczny separator optopneumatyczny składa się z:
  - czujnika (skanera) z systemem lamp i komputerem,
  - listwy z dyszami z regulatorem sprężonego powietrza,
  - armatury sprężonego powietrza, połączeniami pomiędzy poszczególnymi elementami separatora.Dodatkowo w skład kompletnego systemu wchodzi:
  - komora zasypu (przesyp zapewniający równomierne, jednowarstwowe rozłożenie odpadów na taśmie),
  - przenośnik przyspieszający z konstrukcją wsporczą czujnika,
  - przenośnik pod czujnikiem z konstrukcją wsporczą czujnika,
  - komora separacyjna,
  - kompresor dla separatora wraz z doprowadzeniem i przyłączem sprężonego powietrza do armatury.Separatory optopneumatyczne (NIR 1 i NIR 2) projektuje się jako separatory dwufrakcyjne.

7. **Separator balistyczny.** Separator wykorzystujący właściwości materiałów (ciężar właściwy i kształt) do ich rozdziału. Separator balistyczny winien umożliwić podział wydzielonych tworzyw sztucznych z frakcji 90-340mm na frakcję ciężką-twardą-toczącą się (np. butelki PET, PE, opakowania wielomateriałowe) i lekką-miękką-łuską (np. folia) oraz trzecią frakcję drobną, podsitową. Poszczególne frakcje winny następnie trafić na dalszy ciąg sortowania automatycznego poszczególnych frakcji materiałowych. Urządzenie powinno zapewnić swobodny dostęp serwisu do wszystkich elementów wymagających czyszczenia lub okresowej konserwacji. Powinno być wyposażone w wymienne pokłady przesiewające zapewniające możliwość wyboru rozmiaru frakcji drobnej, podsitowej. Urządzenie powinno mieć możliwość mechanicznej regulacji kąta nachylenia pokładów przesiewających w celu dokładniejszego określania poszczególnych frakcji. Wszystkie elementy urządzenia powinny być wykonane z materiału nadającego się do pracy przy odpadach.
  
8. **Kabina sortownicza.** Konstrukcja stalowa wykonana z profili hutniczych, na której nadbudowana jest kabina sortownicza. Konstrukcja trybuny wydziela boksy na surowce wtórne pod kabinami sortowniczymi o szerokości ok. 2,2-2,5m, umożliwiającymi odbiór kontenerów typu koleba oraz wjazd wózka widłowego, celem spychania surowców wtórnych do przenośnika kanałowego. Układ słupów nośnych, belek i stężeń zapewnia sztywność i możliwość bezpiecznego posadowienia na trybunie kabiny sortowniczej. W kabinach przewidziano miejsce na lokalizację przy każdym stanowisku pracy 1szt. worka big-bag o pojemności 1m<sup>3</sup>. Ściany i dach wykonane jako warstwowe elementy z blachy stalowej powlekanej w kolorze białym z wypełnieniem termoizolującym o grubości min. 80mm. Stolarka okienna i drzwiowa wykonana z profili PCV, szyby zespolone co najmniej podwójne. Podłoga termoizolująca z wykładziną przeciwpoślizgową. Opór cieplny podłogi nie niższy od oporu cieplnego ścian. Wejście do i wyjście z kabin zapewniają drzwi oraz prowadzące do nich schody oraz podesty z każdej strony wejścia i wyjścia. Schody i podesty wejściowe oraz drabinki ewakuacyjne wykonane z blach stalowych, materiałów hutniczych i krat zgrzewanych- cynkowanych. Kabina sortownicza wyposażona w instalację oświetleniową. Warunki dla zastosowanego oświetlenia, to min. 300 lux w wykonaniu przemysłowym. Instalacja klimatyzacyjna kabiny sortowniczej spełnia następujące wymagania:
  - czerpnia powietrza doprowadzanego winna być usytuowana w sposób zapewniający doprowadzenie powietrza świeżego,
  - zastosowany ma być system wentylacji nawiewno-wywiewnej,
  - wewnątrz kabiny sortowniczej winno panować lekkie nadciśnienie w stosunku do ciśnienia panującego w otaczającej ją hali,
  - ilość powietrza doprowadzonego winna być większa od ilości powietrza odsysanego,
  - wentylacja nawiewno-wywiewna powinna zapewnić skuteczną min. 20 krotną wymianę powietrza na godzinę,
  - ogrzewanie nawiewne zsynchronizowane z wentylacją,
  - na okres letni wymagane jest chłodzenie powietrza,
  - instalacja grzewcza zapewnić ma temperaturę minimalną 16<sup>o</sup> C wewnątrz kabiny sortowniczej,
  - instalacja chłodnicza powinna zapewnić temperaturę maksymalną 25<sup>o</sup> C wewnątrz kabiny sortowniczej,
  - każde stanowisko pracy sortowaczy winno być wentylowane oddzielnie z możliwością indywidualnego wyłączenia wentylacji dla danego stanowiska,
  - należy zapewnić odpowiednią i optymalną dla indywidualnego stanowiska pracy prędkość przepływu powietrza,
  - nad przenośnikami sortowniczymi winny zostać wykonane odciągi,
  - czyste powietrze powinno być podawane ponad głowami personelu zatrudnionego przy segregacji odpadów.

Kabiny sortownicze wyposażone w zamykane leje zsypane skierowane do boksów pod kabiną. Boksy pod kabiną oddzielone ścianami wykonanymi z blach lub belek drewnianych o grubości zapewniającej trwałość, sztywność i odporność na uszkodzenia mechaniczne. Przewiduje się wyposażenie linii sortowania odpadów w następujące kabiny:

- kabina doczyszczania metali – doczyszczanie metali żelaznych i nieżelaznych z frakcji 0-90 mm i 90 – 340 mm po separatorach metali żelaznych i nieżelaznych. Odbiór wysegregowanych metali z kabiny doczyszczania metali za pomocą kontenerów typu koleba, odbiór balastu za pomocą worka „big – bag”, przewiduje się wyposażenie kabiny doczyszczania metali w dwa zsypy i stanowisko sortownicze dla jednego pracownika.
- zblokowana kabina sortownicza - wydzielenie surowców wtórnych, komponentów RDF i balastu z frakcji 90-340 mm i frakcji >340 mm. Odbiór surowców wtórnych do boksów pod kabiną, skąd zostaną za pomocą wózka widłowego zasypane do przenośnika kanałowego. Zblokowana kabina sortownicza wyposażona będzie 35 zsypów i ok. 30 pracowników – sortowaczy. Przewiduje się następujące stanowiska sortownicze:
  - linia na frakcji 2D/340 mm – 13 zsypów: 10 zsypów na surowce wtórne, 2 zsypy na balast, 1 zsyp na RDF:
    - 2 zsypy – wydzielenie foli LDPE transparentnej,
    - 2 zsypy – wydzielenie foli LDPE mix,
    - 2 zsypy – wydzielenie papieru mix,
    - 2 zsypy – wydzielenie kartonu/tektury,
    - 2 zsypy – wydzielenie papieru gazetowego,
    - 2 zsypy – wydzielenie balastu,
    - automatyczny zsyp na RDF.
  - linia na frakcji 3D - 13 zsypów: 10 zsypów na surowce wtórne, 2 zsypy na balast, 1 zsyp na RDF:
    - 2 zsypy – wydzielenie PET transparentnego,
    - 2 zsypy – wydzielenie PET niebieskiego,
    - 2 zsypy – wydzielenie PET mix/zielonego,
    - 2 zsypy – wydzielenie PEHD/chemii gospodarczej,
    - 2 zsypy – wydzielenie opakowań wielomateriałowych (TETRA, PS/PP),
    - 2 zsypy - wydzielenie balastu,
    - automatyczny zsyp na RDF.
  - linia na frakcji papier/karton po separatorze optopneumatycznym NIR 2: 4 zsypy na surowce wtórne, jeden zsyp na papier mix, 2 zsypy na balast, 1 zsyp na RDF:
    - 2 zsypy – wydzielenie kartonu,
    - 2 zsypy – wydzielenie papieru gazetowego,
    - 2 zsypy - wydzielenie RDF,
    - automatyczny zsyp na papier mix.
- kabina sortownicza na frakcji balastu po separatorze optopneumatycznym NIR 2 – kabinę sortowniczą doczyszczania balastu po NIR 2 zastosowano w celu wysegregowania frakcji kalorycznej, surowców wtórnych, itp. z strumienia balastu po separatorze optopneumatycznym NIR 2. Przewiduje się odbiór wysegregowanych surowców wtórnych za pomocą kontenerów typu koleba. Kabina wyposażona w 4 zsypy, obsada to ok. 4 pracowników. Przewiduje się wysortowanie w kabinie następujących frakcji:
  - 2 zsypy – tekstylia/ frakcja organiczna,
  - 2 zsypy – drewno/inne.

9. **Prasa belowania surowców wtórnych.** Prasa pracować będzie w układzie sterowania automatycznego i ręcznego. Materiałem wsadowym do prasy będą wszystkie frakcje wydzielone manualnie i automatycznie na linii sortowniczej. Prowadnica dla beli. Bele z prasy będą odbierane wózkiem widłowym. Prasę należy wyposażać w perforator do butelek.

10. **Przenośniki taśmowe.** Przenośniki specjalistyczne, dostosowane do transportu odpadów komunalnych niesegregowanych. Konstrukcja przenośnika składa się z giętej i skręcającej konstrukcji z blach stalowych i profili stalowych, o budowie w układzie modułowym. Grubość blach konstrukcji podstawowej minimum 4mm, a burt bocznych minimum 3mm. Taśma przenośników odporna na działanie tłuszczów i olejów. Wysoka wytrzymałość taśmy na rozrywanie (taśma wielowarstwowa EP/400/3).

- EP – taśma poliestrowo-poliamidowa
- 400 – wytrzymałość na rozrywanie w N/mm<sup>2</sup>
- 3 – ilość przekładek.

Napęd przenośników realizowany poprzez motoreduktor. Płynna regulacja obrotów z zastosowaniem zmiennika częstotliwości – falownika. W zależności od funkcji część przenośników posiada napęd w układzie rewersyjnym. Napędy przenośników, umożliwiające ich uruchomienie pod pełnym obciążeniem. Bębny: napędzający i napinający posiadające kształt zapewniający prostoliniowość biegu taśmy. Bębny: napędzający i napinający wyposażone w łożyska toczne. Oprawy łożyskowe wyposażone w gniazda smarowe z końcówką stożkową i zapewniające możliwość smarowania w trakcie pracy przenośnika przy jednoczesnym zachowaniu odpowiednich norm polskich i europejskich. Co najmniej bęben napędzający pokryty okładziną z gumy dla zapewnienia odpowiedniego tarcia pomiędzy bębniem a taśmą. Napinacz dla łożyska przy bębnie usytuowany w sposób umożliwiający napinanie bębna w trakcie pracy przenośnika bez konieczności demontażu osłon i urządzeń zabezpieczających przy jednoczesnym zachowaniu odpowiednich polskich i europejskich norm bezpieczeństwa. Przesypy wykonane z blachy o grubości minimum 3mm i wyłożone wykładziną trudnościerną. Część przenośników wyposażona w osłony górne oraz osłony pomiędzy burtami bocznymi, a konstrukcją podstawową. Osłony umożliwiające dokonywanie kontroli i usuwanie ewentualnie występujących zanieczyszczeń. Każdy przenośnik wyposażony w wyłącznik bezpieczeństwa. Doprowadzenie do prasy belującej dodatkowo zabezpieczone wyłącznikami linkowymi. Podpory przenośników wykonane ze stabilnych profili stalowych, wyposażone w stopy umożliwiające regulację wysokości (dla kompensacji nierówności podłoża). Stopy kotwione do podłoża lub przykręcane do konstrukcji stalowych. Wszystkie elementy konstrukcyjne z blach i profili stalowych co najmniej: piaskowane do stopnia czystości 2 (wg PN-ISO 8501-1:2007), malowane warstwą farby podkładowej 1x40µm oraz warstwą farby nawierzchniowej 40µm, malowanie farbami chemoutwardzalnymi dwukomponentowymi.

11. **Sterownia – pomieszczenia nadzoru i kontroli.** Sterownia powinna być wyposażona co najmniej w:

- a. centralny komputerowy system sterowania z wizualizacją procesów technologicznych (praca przenośników, praca urządzeń technologicznych, etc.),
- b. system wizualizacji pracy linii za pomocą kamer przemysłowych z możliwością nagrywania obrazu (min. 12 obiektów: zasobnia na odpady komunalne zmieszane wraz z strefą rozładunku, nadawa/rozrywarka worków, kabina sortownicza wstępna, kabina doczyszczania metali, zblokowana kabina sortownicza, kabina sortownicza na frakcji balastowej, separatory NIR, segment belowania surowców wtórnych, boks na frakcję 0-90mm, boks na frakcję balastową), z możliwością dalszej rozbudowy,
- c. pomieszczenie nadzoru i kontroli (sterownia) powinna być zaprojektowana zgodnie z przepisami BHP i ppoż.,
- d. pomieszczenie sterowni należy wyposażać we wszelkie niezbędne do jej prawidłowego funkcjonowania instalacje sanitarne (ogrzewanie, wentylacja, etc.), elektryczne i teletechniczne.



12. **Automatyka i sterowanie.** Zamawiający wymaga, pełnej automatyki i sterowania dla całego procesu sortowania. Zamawiający wymaga transmisji danych do dyspozytorni wraz z wizualizacją procesu. Podstawowe parametry systemu sterowania:
- a) cała instalacja powinna być połączona systemem wyłączników awaryjnych,
  - b) każde stanowisko winno posiadać wyłącznik chwilowego zatrzymania,
  - c) w celu uniknięcia przepełnienia maszyn i przenośników w czasie postoju instalacji należy zastosować system szybkiego zatrzymania wszystkich pozostałych urządzeń zasypujących,
  - d) w momencie wyłączenia któregoś z urządzeń, wszystkie urządzenia przed nim powinny zostać wyłączone,
  - e) sterowanie pracą instalacji powinno być zoptymalizowane tak, aby w przypadku wystąpienia przestojów w pracy możliwy był szybki powrót do prawidłowego stanu pracy instalacji,
  - f) przed rozruchem instalacji w cyklu automatycznym w hali musi być wyraźnie słyszalny sygnał ostrzegawczy. Działanie instalacji powinno być sygnalizowane kręcącą się lampą sygnalizacyjną (światłem pomarańczowym),
  - g) sterowanie musi gwarantować działanie instalacji w cyklu automatycznym w przypadku wyłączenia określonego urządzenia np. separatora magnetycznego,
  - h) jeżeli w cyklu automatycznym urządzenie zostanie zatrzymane z któregoś miejsca obsługowego przy pomocy wyłącznika awaryjnego nastąpi zatrzymanie całej instalacji,
  - i) instalacja do segregacji powinna zostać zaplanowana dla ciągłego ruchu w cyklu automatycznym bez bezpośredniego nadzoru. System automatyzacji powinien być w związku z tym zaprojektowany na maksymalną dyspozycyjność i zminimalizowanie przerw w ruchu instalacji,
  - j) sterowanie automatyczne instalacją powinno odbywać się ze sterowni za pomocą komputera z wizualizacją procesu technologicznego. Komputer należy dobrać tak, aby umożliwiał bezproblemowe działanie oprogramowania sterującego,
  - k) obsługa instalacji musi być możliwa do przeprowadzenia bezpośrednio na przedstawionym na ekranie schemacie technologicznym. Dla przejrzystości schematu oprogramowanie musi zapewniać możliwość podziału głównego schematu technologicznego na podgrupy. Podgrupy te powinny być przyporządkowane poszczególnym częściom instalacji. Wszystkie ważne dane muszą być zbierane i przechowywane w pamięci dyskowej. Do ważnych danych należy zaliczyć m. in.: zgłoszenia awarii, wejścia do systemu sterowania, czy też ingerencje w przebieg pracy instalacji. Te dane muszą być widoczne dla użytkownika instalacji oraz musi być możliwość ich eksportu do formatu obsługiwanego przez powszechnie używane arkusze kalkulacyjne lub edytory tekstu, a także możliwość wydruku,
  - l) liczniki czasu pracy w programie należy przewidzieć dla układu załadowczego oraz prasy belującej. W przypadku zaistnienia sytuacji awaryjnej program zapewni powiadomienie użytkownika o alarmie na ekranie wraz z sygnałem dźwiękowym, umożliwi wydruk protokołu z datą i czasem,
  - m) wszystkie kroki obsługowe muszą być zapisane w raporcie. Raport powinien zawierać przynajmniej następujące zdarzenia:
    - o czasy włączenia i wyłączenia instalacji,
    - o zgłoszenia i protokoły wyłączenia alarmów,
    - o zalogowanie z nazwiskiem użytkownika, datą i godziną,
    - o wylogowanie z nazwiskiem użytkownika, datą i godziną.

#### 4.7 Opis techniczny hali sortowni odpadów

Przewiduje się instalacje technologiczne zabudowane w hali w kształcie litery „L”. Wymiary hali przedstawiono na załączniku 5. Wysokość dostępna hali ze względu na urządzenia technologiczne: min.10,0m (wysokość hali w okapie). Zaproponowano 8 bram wjazdowych do hali. Układ bram i pojazdy poruszające się przez te bramy przedstawiono na załączniku 5. Przyjęto halę nieogrzewaną. W hali sortowni pracować będą urządzenia o następującym zakresie temperatur pracy:

- rozrywarka worków: -25°C do +35°C,
- przenośniki taśmowe: -30°C do +40°C,
- sito bębnowe: -30°C do +40°C,
- separatory metali żelaznych i metali nieżelaznych: -20°C do +40°C,
- separatory optopneumatyczne: -10°C do +45°C,
- urządzenia automatyki i sterownia (szafy sterujące) - w zależności od wymogów Dostawcy należy lokalnie zabezpieczyć przed przemarzaniem (zastosowanie nagrzewnic punktowych, izolowanych pomieszczeń, etc.).

W przypadku pozostałych urządzeń mechanicznych, do obowiązków Dostawcy kompletnej linii technologicznej, należy zabezpieczenie ich przed negatywnym oddziaływaniem niskich temperatur poprzez odpowiednie dobranie oleju w przekładniach (dla zakresu temperatur pracy -30°C do +40°C), zastosowanie tzw. „programu pracy zimowej”. Dostawca kompletnej linii technologicznej powinien przewidzieć wyposażenie linii w tzw. „program pracy zimowej”, który w przerwie pracy Zakładu np. w godzinach nocnych przy temperaturach ujemnych załącza urządzenia automatycznie na kilka minut co ma eliminować ma ryzyko przymarzania taśm do konstrukcji przenośników.

Dostawca kompletnej linii technologicznej powinien zabezpieczyć szafy elektryczne i sterownicze poprzez wyposażenie ich w dodatkowe podgrzewanie, a przy wyższych temperaturach należy stosować dodatkowe wymuszone wentylowanie. Pozwoli to zwiększyć (w przypadku stwierdzenia takiej potrzeby) zakres działania tych urządzeń w przedziale temp od -25°C do +30°C.

**W oparciu o powyższe informacje do Projektanta Obiektu należy zapewnienie odpowiedniej temperatury wewnątrz hali.**

W hali umieszczona sterownia oraz sanitariaty dla pracowników. Podłączenie energetyczne poprzez doprowadzenie przyłącza elektrycznego ze stacji transformatorowej.

Do hali sortowni trafiać będą odpady komunalne zmieszane. Obiekt został podzielony na kilka części o następujących funkcjach:

- sortownię zmieszanych odpadów komunalnych,
- komunikacyjną,
- magazynową (zasobnia na odpady).

Sortownia zmieszanych odpadów komunalnych – wyposażona w linię do segregacji wraz z zespołem niezbędnych urządzeń typu przenośniki i kontenery. W skład linii wchodzić będą następujące maszyny i urządzenia: rozrywarka worków, nadawa (istniejąca), kabina wstępna (istniejąca) wyposażona w 6 zsypów i 8 stanowisk sortowniczych, w której wydzielane będą szkło, odpady tarasujące i niebezpieczne. Na sicie bębnowym (po przebudowie i wyposażeniu go w oczka o średnicy 340mm) nastąpi rozdział na trzy frakcje: 0-90mm, 90-340mm i >340mm. Frakcja 0-90mm kierowana będzie pod pole działania separatora magnetycznego i separatora metali nieżelaznych. Wydzielone metale żelazne i nieżelazne skierowane zostaną do kabiny doczyszczania, w której zostaną wydzielone czyste metale i balast. Natomiast frakcja 0-90mm skierowana zostanie układem przenośników taśmowych do boksu na zewnątrz hali. Boks na frakcję 0-90mm wykonany zostanie z bloczków betonowych typu „LEGIOLBLOCK”.

Odpady frakcji >340mm, kierowane będą wraz z frakcją 2D z separatora balistycznego do kabiny sortowniczej, w której wydzielonej zostaną surowce wtórne, balast i RDF.

Odpady frakcji 90–340mm z sita bębnowego, kierowane będą układem przenośników taśmowych najpierw pod pole działania separatora metali żelaznych, potem na separator metali nieżelaznych, i na układ separatorów optopneumatycznych i separator balistyczny. Wydzielone na układzie separatorów optopneumatycznych poszczególne frakcje surowców wtórnych trafią kabiny sortowniczej, gdzie zostaną wysortowane surowce wtóre,

RDF oraz balast. Metale nieżelazne i żelazne wydzielone na separatorach trafią do kabiny doczyszczania (jedno stanowisko sortownicze).

Surowce wtórne, oraz RDF zgromadzone zostaną w boksach pod kabiną sortowniczą, skąd zostaną podane przenośnikiem kanałowym na prasę do surowców wtórnych (przewiduje się zastosowanie prasy wyposażonej w perforator). Układ podania odpadów na prasę przewidziano tak, aby ominąć za pomocą przenośnika rewersyjnego prasę, podczas odbierania RDF-u. RDF odbierany będzie do kontenera. Wydzielony balast układem przenośników skierowany zostanie do kabiny sortowniczej, gdzie zostaną wysortowane jeszcze pozostałe surowce wtórne i frakcja kaloryczna. Reszta balastu trafi do boksu wykonanego z bloczków betonowych typu „LEGIOBLOCK”, skąd odebrana zostanie na składowisko.

Zamaszynowanie hali sortowni odpadów przedstawiono na załączniku 3A, natomiast przekroje przez halę sortowni przedstawiono na załączniku 4.

Część komunikacyjna – obejmuje dojazdy (bramy) do kontenerów ustawionych pod kabiną wstępnej segregacji odpadów. Przewiduje się, że samochody ciężarowe podjeżdżać będą tyłem do miejsca ustawienia kontenerów. Surowce wtórne wysortowane w kabinie sortowniczej odbierane będą do boksów, skąd trafią do przenośnika kanałowego i do prasy do surowców wtórnych. Metale żelazne i nieżelazne odbierane będą z kabiny doczyszczania za pomocą wózka widłowego w kontenerach typu koleba. Surowce wtórne wydzielone w kabinie doczyszczania balastu odbierane będą za pomocą wózka widłowego w kontenerach typu koleba. W obszarze boksów na surowce wtórne pod kabiną sortowniczą przewiduje się miejsce do pracy wózka widłowego. Ponadto w hali sortowni przewidziano powierzchnię komunikacyjną ładowarki (chwybaka), pracującej w zasobni odpadów. Dodatkowo zabezpieczono powierzchnię komunikacyjną dla wózka widłowego pracującego przy prasie surowców wtórnych. Wejścia w postaci schodków należy zaprojektować do sterowni i kabin sortowniczych. Urządzenia technologiczne powinny być w miarę możliwości połączone ze sobą podestami, umożliwiającymi komunikację wewnątrz hali. Urządzenia technologiczne, a więc: separatory metali żelaznych, nieżelaznych, separatory optopneumatyczne, separator balistyczny, kabiny sortownicze i prasę surowców wtórnych, należy wyposażyć w drabiny i pomosty komunikacyjne, technologiczne i konserwacyjne (ułatwiające ewentualne naprawy i konserwacje) połączone w jeden ciąg z istniejącym układem podestów, zgodnie z obowiązującymi przepisami w zakresie BHP. W hali pracować będą następujące urządzenia mobilne:

- a. Ładowarka (chwybak),
- b. Samochody ciężarowe (hakowiec, śmieciarka),
- c. Wózki widłowe.

W zakresie Wykonawcy leży także wykonanie niezbędnych prac i opracowań związanych z.:

- przeprowadzeniem rozruchu technologicznego wybudowanej instalacji,
- szkoleniem załogi,
- opracowaniem instrukcji eksploatacji linii sortowniczej,
- opracowaniem instrukcji BHP.

#### **4.8 Planowane zatrudnienie dla projektowanej sortowni**

W poniższej tabeli przedstawiono szacunkową ilość pracowników sortowni dla jednej zmiany roboczej, w przyjętym układzie technologicznym hali sortowni odpadów. W związku z tym, że na istniejącej instalacji zatrudnieni są już pracownicy, poniższą tabelę należy traktować jako wytyczną do projektowania zaplecza socjalnego, po uzgodnieniu rzeczywistej liczby pracowników z Inwestorem.



**Tabela 8. Szacunkowa struktura zatrudnienia**

Lp.	Funkcja	Podstawowe zadanie	Ilość osób	Kwalifikacje
1.	Dyspozytor – mistrz zmiany	Kierowanie personelem zatrudnionym na linii technologicznej sortowania odpadów, sterowanie prawidłową pracą linii sortowniczej i kompostowni, nadzór nad pracą urządzeń.	1	Mechanik/elektryk Wykształcenie min. średnie techniczne, uprawnienia do obsługi urządzeń elektrycznych do 1kV. Znajomość obsługi komputera, znajomość oprogramowania Microsoft Office.
2.	Operator ładowarki /chwybaka	Załadunek odpadów na stację nadawczą, wydzielanie identyfikowalnych odpadów gabarytowych, bieżąca obsługa i konserwacja ładowarki, załadunek surowców wtórnych na nadawę. Odbiór frakcji 0-90mm z boksu.	2	Mechanik, uprawnienia do obsługi ładowarki kołowej z osprzętem teleskopowym.
3.	Operator wózka widłowego	Odbiór kontenerów – koleb z kabiny doczyszczania metali, kabiny doczyszczania balastu i spod separatora balistycznego.	1	Mechanik, stosowne uprawnienia do obsługi wózków widłowych.
4.	Operator wózka widłowego (z lemieszem oraz szczękami)	Odbiór sprasowanych bali, przepychanie surowców na przenośnik kanałowy do prasy, bieżąca obsługa i konserwacja wózka widłowego z osprzętem.	1	Mechanik, stosowne uprawnienia do obsługi wózków widłowych.
5.	Operator prasy	Obsługa prasy belującej i przenośników nadawczych do prasy, bieżąca konserwacja w/w urządzeń	1	Elektryk/mechanik Wykształcenie zawodowe zasadnicze
6.	Kierowca samochodu ciężarowego „hakowca”	Odbiór i transport kontenerów do miejsca przeznaczenia w zależności od rodzaju znajdującego się w nich materiału, bieżąca obsługa i konserwacja samochodu - hakowca	1	Mechanik, prawo jazdy kat. C.
7.	Personel utrzymania ruchu	Utrzymanie ruchu, prace serwisowe, bieżąca obsługa urządzeń i instalacji, wykonywanie drobnych napraw i przeglądów urządzeń.	1	Elektryk/mechanik, uprawnienia do obsługi urządzeń elektrycznych do 1kV
8.	Personel sortujący	Segregacja surowców wtórnych w kabinach sortowniczych, prace porządkowe w hali sortowni.  Nadawa odpadów (wydzielanie odpadów problemowych, wielkogabarytowych)  Kabina wstępnej segregacji (wydzielanie gabarytów, szkła, kartonu, odpadów niebezpiecznych, itp.)  Kabina doczyszczania metali żelaznych i nieżelaznych  Zblokowana kabina sortownicza: frakcja 2D, frakcja 3D, papier/ karton po NIR 2, frakcja >340mm  Kabina doczyszczania frakcji balastowej	1  4-6  1  13-27  2-4	Brak szczególnych wymagań
		<b>Suma:</b>	<b>27 - 47</b>	

Źródło: obliczenia własne

Zatrudnienie pracowników na jednej zmianie roboczej dla opisywanej w niniejszym projekcie instalacji sortowania odpadów wynosić będzie ok. 27-47 osób. Przewiduje się zatrudnienie ok. 19- 39 sortowaczy na zmianę w zależności od przyjętego wariantu obsady kabin sortowniczych (w wariantcie minimalnym jest to ok.19 sortowaczy na zmianę, w wariantcie maksymalnym obsady kabin sortowniczych jest to ok. 39 osób).

#### **4.9 Wytyczne budowlane dla hali sortowni odpadów**

##### **4.9.1 Przyjmowanie i odbieranie odpadów z hali sortowni odpadów – wytyczne w zakresie bram, otworów, kanałów technologicznych, ewentualnych przegród, przepierzeń i komunikacji wewnątrz hali sortowni odpadów**

Pojazdy dowożące i wywożące odpady oraz surowce wtórne do hali sortowni wjeżdżają do hali przez szereg bram zlokalizowanych w ścianach hali:

- do zasobni na zmieszane odpady komunalne pojazdy wjeżdżają tyłem przez dwie bramy – o szerokości 4,5m i wysokości 6,0m w świetle,
- po surowce wtórne zbelowane, oraz kontener na RDF pojazdy wjeżdżają przez dwie bramy szerokości 4,5m i wysokości 6,0m w świetle,
- po kontenery umieszczone pod kabiną wstępną pojazdy wjeżdżają przez bramę o szerokości 12,0m i wysokości 6,0m,
- dodatkowo należy wykonać bramy aby umożliwić wjazd wózków widłowych obsługujących kabiny sortownicze, przewiduje się do tego celu dwie bramy o szerokości 4,5m i wysokości 4,0m w świetle.

Strefy przyjmowania odpadów pozwalają na czasowe przyjęcie i magazynowanie zmieszanych odpadów komunalnych. Projektuje się następującą strefę przyjmowania odpadów:

- zasobnia na zmieszane odpady komunalne – powierzchnia ok. 725m<sup>2</sup>, dopuszcza się podział zasobni na różne powierzchnie magazynowe za pomocą tymczasowych ścian działowych (tzw. system ścian działowych – bloczków betonowych prefabrykowanych typu „LEGIOLOCK”),

Zakłada się wysokość magazynowania odpadów w obszarze rozładunku w zasobni nie przekraczającą 5,0m (średnio założono ok. 3,5-3,7m). Zakłada się wykonanie ścian oporowych o wysokości 5,0m, ściany oporowe powinny być zintegrowane z konstrukcją hali sortowni. Ściany oporowe powinny być zdolne wytrzymać uderzenie masy min. 15Mg poruszającej się z prędkością 5km/h.

Bramy należy wykonać jako segmentowe, unoszone pionowo do góry, z napędem elektrycznym i możliwością ręcznego otwierania w przypadku braku zasilania. Bramy należy wyposażyć w świetliki. Bramy powinny być zabezpieczone przed możliwością samoczynnego zamknięcia się.

Lokalizację bram w hali sortowni odpadów, powierzchnie składowe oraz mury oporowe przedstawiono w załączniku 5.

Otwory technologiczne dla przenośników taśmowych należy wykonać zgodnie z wytycznymi budowlanymi (załącznik 5). Kanały technologiczne w hali sortowni odpadów należy wykonać zgodnie z wytycznymi budowlanymi (załącznik 5).

**Określenie ilości drzwi i ich rozkładu należy do zakresu obowiązków Projektanta Obiektu i powinno zostać wykonane zgodnie z obowiązującymi przepisami BHP oraz ppoż.**

##### **4.9.2 Powierzchnia niezbędna hali - rozmiary hali**

Przewiduje się zaprojektowanie linii do sortowni odpadów zmieszanych w hali o kształcie litery „L”. Zakłada się wysokość dostępną hali ze względu na urządzenia technologiczne min. 10,0m (w okapie hali). Obrys hali i wytyczne budowlane przedstawiono w załączniku 5.

#### **4.9.3 Wytyczne wykonania oświetlenia hali**

Należy zaprojektować oświetlenie sztuczne i naturalne dla hali sortowni odpadów. Należy zapewnić natężenie oświetlenia zgodnie z obowiązującymi przepisami i normami. Zaprojektowanie i wykonanie oświetlenia hali sortowni (w tym instalacji oświetlenia ewakuacyjnego) należy do Projektanta Obiektu. Podczas projektowania oświetlenia obiektów hali sortowni należy uwzględnić wysokość dostępną hali (załącznik 5). Wykonanie oświetlenia kabin sortowniczych, wykonanie oświetlenia boksów pod kabinami sortowniczymi, oświetlenie kanałów technologicznych (instalacja 24V) leży w zakresie Dostawcy i Wykonawcy linii sortowniczej.

#### **4.9.4 Wytyczne wykonania układu wentylacji mechanicznej i ogrzewania kabin sortowniczych**

Wentylację w hali sortowni należy zaprojektować zgodnie z obowiązującymi przepisami i normami. Wykonanie wentylacji i ogrzewania kabin sortowniczych należy do zakresu Dostawcy kabin sortowniczych. Przewiduje się trzy centrale wentylacyjne z rekuperacją oraz z chłodzeniem. Kabina wstępna wyposażona w istniejącą instalację wentylacji i ogrzewania, którą należy połączyć z projektowanym układem wentylacji i ogrzewania kabin sortowniczych. Lokalizację central wentylacyjnych przedstawiono w załączniku 5.

**Projektant obiektu proponuje przebieg kanałów wentylacyjnych o średnicach i wymiarach uwzględniających zakładane przepływy i przepustowości. Dostawca kompletnej linii technologicznej musi zweryfikować podane przebiegi kanałów, średnice i w przypadku konieczności, w konsultacji z projektantem obiektu wprowadzić niezbędne zmiany i modyfikacje.**

#### **4.9.5 Wytyczne wykonania układu odpylania w hali sortowni**

Zalecane miejsca i urządzenia które należy uwzględnić przy projektowaniu instalacji odpylającej przedstawiono w załączniku 5. Wydajności i zakresy poszczególnych odciągów instalacji odpylającej mogą ulec zmianie w zależności od planowanej przepustowości instalacji do przetwarzania odpadów oraz od zastosowanych rozwiązań technologicznych.

**Projektant obiektu proponuje przebieg kanałów odpylających o średnicach i wymiarach uwzględniających zakładane przepływy i przepustowości. Dostawca kompletnej linii technologicznej musi zweryfikować podane przebiegi kanałów, średnice i w przypadku konieczności, w konsultacji z projektantem obiektu wprowadzić niezbędne zmiany i modyfikacje.**

#### **4.9.6 Wytyczne wykonania posadowienia pod maszyny i urządzenia oraz posadzek w hali sortowni**

W hali sortowni odpadów należy zaprojektować posadzkę przemysłową o nośności min. 60 kN/m<sup>2</sup>. Posadowienie należy wykonać pod prasę belującą.

***Dla istniejącego siła bębnowego zakłada się wykorzystanie istniejących fundamentów. Jeżeli ze względów technicznych nie będzie możliwe wykorzystanie istniejącego fundamentu dla siła bębnowego do obowiązku Projektanta hali należy wykonanie nowego projektu fundamentu siła, w oparciu o wytyczne Dostawcy siła bębnowego.***

Pozostałe urządzenia należy posadzić na konstrukcjach wsporczych. Wytyczne dotyczące posadowienie urządzeń technologicznych przedstawiono w załączniku 5.

#### **UWAGA!**

Załącznik 5 zawiera wytyczne posadowienia konkretnych typów urządzeń technologicznych, wymagane jest aby dostawca kompletnej linii technologicznej w przypadku zastosowania urządzeń innych niż wskazane w niniejszym opracowaniu uzgodnił je z Projektantem Obiektu.

#### **4.9.7 Wytyczne w zakresie pomieszczenia sterowni wewnątrz hali sortowni**

Sterowanie linią technologiczną odbywać się będzie z pomieszczenia sterowni zlokalizowanej wewnątrz hali sortowni odpadów. Obszar pod lokalizację sterowni przedstawiono w załączniku 5. Pomieszczenie sterowni

powinno posiadać 2-3 stanowiska biurowe dla personelu nadzoru. Pomieszczenie sterowni należy zaplanować w taki sposób, aby możliwa była obserwacja jak największego fragmentu linii sortowni. W celu podwyższenia komfortu pracy należy przewidzieć w pomieszczeniu sterowni wykonanie okien o podwyższonej izolacji dźwiękowej. Pomieszczenie sterowni należy wyposażać w wentylację i klimatyzację zgodną z obowiązującymi normami i przepisami. W pomieszczeniu sterowni należy zlokalizować centralny komputer sterujący linią sortowniczą. W sterowni znajdować się będą również szafy sterownicze obsługujące system kontroli i monitoringu linii sortowni odpadów.

W obrębie pomieszczenia sterowni sugeruje się wykonanie toalety dla obsługi sterowni. Dla zapewnienia komunikacji pomiędzy sterownią a budynkiem administracyjnym należy przewidzieć kabel światłowodowy. Pomieszczenie sterowni powinno być zaprojektowane zgodnie z przepisami BHP i ppoż.

Należy przewidzieć także toalety dla personelu obsługującego linię sortowniczą, w ilości i lokalizacji wynikającej z przepisów BHP. Pełne zaplecze sanitarne i socjalne z szatniami, natryskami, jadalnią należy przewidzieć w innej części Zakładu. Ostateczna lokalizację, wielkość i wyposażenie tego obiektu określi Projektant Obiektu.

Wytyczne budowlane dla hali sortowni odpadów przedstawiono w załączniku 5.

## 5. Bilans mocy dla instalacji mechanicznego przetwarzania odpadów w Legnicy

Zasilanie elektryczne linii technologicznej segregacji odpadów odbywać się będzie z Rozdzielniczy Głównej NN (RG). Poniżej przedstawiono szacunkowe bilanse mocy dla wybranych wariantów zamaszynowania wymienionych w p. 2.1 niniejszego opracowania:

- WARIANT 1,
- WARIANT 2,
- WARIANT 3A (opisany w niniejszym opracowaniu),
- WARIANT 3C.

Wytyczne dotyczące przyłączy elektrycznych poszczególnych urządzeń technologicznych przedstawiono w załączniku 5 (Wytyczne budowlane).

***Dokładny bilans mocy dla projektowanej instalacji będzie można określić w oparciu od dane od wybranego Dostawcy technologii, po ustaleniu ostatecznego zamaszynowania hali sortowni. Poniższe bilanse mocy sporządzono w oparciu o informacje od Dostawców urządzeń. Zawierają one tylko zużycie energii na potrzeby maszyn wchodzących w skład linii technologicznej do sortowania odpadów.***

Tabela 9. Szacunkowy bilans dla Wariantu 1 zamaszynowania (załącznik 1).

Lp.	Nazwa urządzenia	Zużycie energii [kW]
1	Rozrywarka worków	20,0
2	Kabina wstępnej segregacji (6 zsypów)	30,0
3	Sito bębnowe (śr. oczek 90mm)	25,0
4	Separator metali żelaznych na linii frakcji 0-90mm	3,0
5	Separator metali żelaznych na linii frakcji >90mm	3,0
6	Przenośniki taśmowe (L=ok. 95 mb)	35,0
7	RAZEM	116,0
8	Rezerwa (10%)	12,0
9	SUMA (p.7 + p.8)	128,0

*Źródło: obliczenia własne*

**Tabela 10. Szacunkowy bilans dla Wariantu 2 zamaszynowania (załącznik 2).**

Lp.	Nazwa urządzenia	Zużycie energii [kW]
1	Rozrywarka worków	20,0
2	Kabina wstępnej segregacji (6 zsypów)	30,0
3	Sito bębnowe (śr. oczek 90/340mm)	25,0
4	Separator metali żelaznych na linii frakcji 0-90mm	3,0
5	Separator metali żelaznych na linii frakcji 90-340mm	3,0
6	Separator metali nieżelaznych na linii frakcji 90-340mm	8,0
7	Separator optopneumatyczny	16,0
8	Separator balistyczny	5,0
9	Kabina sortownicza (frakcja 2D, 6 zsypów)	30,0
10	Kabina sortownicza (frakcja 3D, 6 zsypów)	30,0
11	Prasa do surowców wtórnych	51,0
12	Rozdrabniacz wstępny	300,0
13	Separator metali żelaznych – na linii RDF	3,0
14	Prasokontenery 2 szt.	15,0
15	Stacja sprężarek	50,0
16	Przenośniki taśmowe (L= ok. 335mb)	118,0
17	RAZEM	707,0
18	Rezerwa (10%)	71,0
19	SUMA (p.17 + p.18)	<b>778,0</b>

*Źródło: obliczenia własne*

**Tabela 11. Szacunkowy bilans dla Wariantu 3A zamaszynowania (załącznik 3A).**

Lp.	Nazwa urządzenia	Zużycie energii [kW]
1	Rozrywarka worków	20,0
2	Kabina wstępnej segregacji (6 zsypów)	30,0
3	Sito bębnowe (śr. oczek 90/340mm)	25,0
4	Separator metali żelaznych na linii frakcji 0-90mm	3,0
5	Separator metali żelaznych na linii frakcji 90-340mm	3,0
6	Separator metali nieżelaznych na linii frakcji 0-90mm	8,0
7	Separator metali nieżelaznych na linii frakcji 90-340mm	8,0
8	Kabina doczyszczania metali	5,0
9	Separator balistyczny	5,0
10	Separator optopneumatyczny NIR 1	16,0
11	Separator optopneumatyczny NIR 2	16,0
12	Zblokowana kabina sortownicza (frakcja 3D, frakcja 2D/340mm, papier/karton po NIR 2, 35 zsypów)	110,0
12	Prasa do surowców wtórnych	51,0
13	Kabina doczyszczania balastu (4 zsypy)	20,0
14	Stacja sprężarek	100,0
15	Przenośniki taśmowe (L= ok. 495mb)	175,0
16	RAZEM	595,0
17	Rezerwa (10%)	60,0
18	SUMA (p.16 + p.17)	<b>655,0</b>

*Źródło: obliczenia własne*

Tabela 12. Szacunkowy bilans dla Wariantu 3C zamaszynowania (załącznik 3C).

Lp.	Nazwa urządzenia	Zużycie energii [kW]
1	Rozrywarka worków	20,0
2	Kabina wstępnej segregacji (6 zsypów)	30,0
3	Sito bębnowe (śr. oczek 90/340mm)	25,0
4	Separator metali żelaznych na linii frakcji 0-90mm	3,0
5	Separator metali żelaznych na linii frakcji 90-340mm	3,0
6	Separator metali nieżelaznych na linii frakcji 90-340mm	8,0
7	Separator balistyczny	5,0
8	Zblokowana kabina sortownicza (frakcja 3D, frakcja 2D/340mm, 26 zsypów)	110,0
9	Prasa do surowców wtórnych	51,0
10	Przenośniki taśmowe (L= ok. 288mb)	101,0
11	RAZEM	356,0
12	Rezerwa (10%)	36,0
13	SUMA (p.11 + p.12)	<b>392,0</b>

Źródło: obliczenia własne

Zużycie energii elektrycznej dla projektowanej instalacji obliczono opierając się o dane producentów poszczególnych maszyn. W zależności od wyposażenia hali sortowni zużycie energii elektrycznej wynosi od ok. 128 kW (wariant 1) do ok. 778 kW (wariant 2 wyposażony energochłonny rozdrabniacz wstępny). Linia sortowni rekomendowana w wariantach 3A zużywa ok. 655 kW, dla wariantu 3C jest to odpowiednio ok. 392 kW. Przedstawione zużycie energii ma charakter szacunkowy, dokładny bilans energii sporządzony zostanie na etapie projektu budowlanego, po doborze konkretnych urządzeń i maszyn.

## 6. Nakłady inwestycyjne na część technologiczną instalacji mechanicznego przetwarzania odpadów w Legnicy

Szacowane nakłady inwestycyjne na część technologiczną instalacji mechanicznego przetwarzania odpadów w Legnicy (urządzenia technologiczne, układ przenośników wraz z kabinami sortowniczymi) przedstawiono w tabelach poniżej. Rozpatrywano następujące warianty wymienione w p. 2.1 niniejszego opracowania:

- WARIANT 1,
- WARIANT 2,
- WARIANT 3A (opisany w niniejszym opracowaniu),
- WARIANT 3C.

**Przedstawione poniżej nakłady inwestycyjne na część technologiczną instalacji mechanicznego przetwarzania odpadów w Legnicy mają charakter szacunkowy. Niniejsze zestawienia sporządzono na podstawie ofert cenowych dostawców urządzeń aktualnych na czas sporządzenia niniejszego opracowania oraz doświadczeń w wycenie podobnych instalacji. Z uwagi na zmieniające się kursy walut i ceny rynkowe maszyn i urządzeń wyceny te mogą ulec zmianie. Określenie dokładnych kosztów zakupu maszyn i urządzeń możliwe będzie na podstawie przedstawionej przez Wykonawcę oferty, po wybraniu Wykonawcy instalacji mechanicznego przetwarzania odpadów.**

**Tabela 13. Szacowane nakłady inwestycyjne dla Wariantu 1 zamaszynowania (załącznik 1).**

Lp.	Nazwa urządzenia	Przyjęta cena netto [PLN]
1	Rozrywarka worków	650 000
2	Kabina wstępnej segregacji (6 zsypów) - istniejąca	-
3	Sito bębnowe (śr. oczek 90mm) - istniejące	-
4	Separator metali żelaznych na linii frakcji 0-90mm - istniejący	-
5	Separator metali żelaznych na linii frakcji >90mm - istniejący	-
6	Przenośniki taśmowe (L=ok. 28 mb) – nowe	182 000
7	RAZEM	832 000
8	Rezerwa (10%)	83 200
9	SUMA (p.7 + p.8)	<b>915 200</b>

*Źródło: obliczenia własne*

**Tabela 14. Szacowane nakłady inwestycyjne dla Wariantu 2 zamaszynowania (załącznik 2).**

Lp.	Nazwa urządzenia	Przyjęta cena netto [PLN]
1	Rozrywarka worków	650 000
2	Kabina wstępnej segregacji (6 zsypów) - istniejąca	-
3	Sito bębnowe (śr. oczek 90/340mm) - przebudowa	150 000
4	Separator metali żelaznych na linii frakcji 0-90mm – istniejący	-
5	Separator metali żelaznych na linii frakcji 90-340mm – istniejący	-
6	Separator metali nieżelaznych na linii frakcji 90-340mm	260 000
7	Separator optopneumatyczny	1 000 000
8	Separator balistyczny	300 000
9	Kabina sortownicza (frakcja 2D, 6 zsypów)	700 000
10	Kabina sortownicza (frakcja 3D, 6 zsypów)	700 000
11	Prasa do surowców wtórnych	720 000
12	Rozdrabniacz wstępny	1 250 000
13	Separator metali żelaznych – na linii RDF	90 000
14	Prasokontenery 2 szt.	100 000
15	Stacja sprężarek	150 000
16	Przenośniki taśmowe (L= ok. 268mb) – nowe (pominięto długość istniejącego układu przenośników)	1 742 000
17	RAZEM	7 812 000
18	Rezerwa (10%)	781 000
19	SUMA (p.17 + p.18)	<b>8 593 000</b>

*Źródło: obliczenia własne*



**Tabela 15. Szacowane nakłady inwestycyjne dla Wariantu 3A zamaszynowania (załącznik 3A).**

Lp.	Nazwa urządzenia	Przyjęta cena netto [PLN]
1	Rozrywarka worków	650 000
2	Kabina wstępnej segregacji (6 zsypów) - istniejąca	-
3	Sito bębnowe (śr. oczek 90/340mm) - przebudowa	150 000
4	Separator metali żelaznych na linii frakcji 0-90mm	-
5	Separator metali żelaznych na linii frakcji 90-340mm	-
6	Separator metali nieżelaznych na linii frakcji 0-90mm – istniejący	260 000
7	Separator metali nieżelaznych na linii frakcji 90-340mm – istniejący	260 000
8	Kabina doczyszczania metali	200 000
9	Separator balistyczny	300 000
10	Separator optopneumatyczny NIR 1	1 000 000
11	Separator optopneumatyczny NIR 2	1 000 000
12	Zblokowana kabina sortownicza (frakcja 3D, frakcja 2D/340mm, papier/karton po NIR 2, 35 zsypów)	1 500 000
12	Prasa do surowców wtórnych	720 000
13	Kabina doczyszczania balastu (4 zsypy)	400 000
14	Stacja sprężarek	300 000
15	Przenośniki taśmowe (L= ok. 428mb) – nowe (pominięto długość istniejącego układu przenośników)	2 782 000
16	RAZEM	9 522 000
17	Rezerwa (10%)	952 000
18	SUMA (p.16 + p.17)	<b>10 474 000</b>

*Źródło: obliczenia własne*

**Tabela 16. Szacowane nakłady inwestycyjne dla Wariantu 3C zamaszynowania (załącznik 3C).**

Lp.	Nazwa urządzenia	Przyjęta cena netto [PLN]
1	Rozrywarka worków	650 000
2	Kabina wstępnej segregacji (6 zsypów) – istniejąca	-
3	Sito bębnowe (śr. oczek 90/340mm) - przebudowa	150 000
4	Separator metali żelaznych na linii frakcji 0-90mm – istniejący	-
5	Separator metali żelaznych na linii frakcji 90-340mm – istniejący	-
6	Separator metali nieżelaznych na linii frakcji 90-340mm	260 000
7	Separator balistyczny	300 000
8	Zblokowana kabina sortownicza (frakcja 3D, frakcja 2D/340mm, 26 zsypów)	1 115 000
9	Prasa do surowców wtórnych	720 000
10	Przenośniki taśmowe (L= ok. 221mb) - nowe (pominięto długość istniejącego układu przenośników)	1 436 000
11	RAZEM	4 631 000
12	Rezerwa (10%)	463 000
13	SUMA (p.11 + p.12)	<b>5 094 000</b>

*Źródło: obliczenia własne*



Szacowane nakłady inwestycyjne na projektowaną instalację obliczono opierając się o dane producentów poszczególnych maszyn i urządzeń. W zależności od wyposażenia hali sortowni, i od skomplikowania linii technologicznej wynoszą one w wariantie 1 ok. 0,9 mln zł netto, w wariantie drugi, ok. 8,6 mln zł netto, w wariantie 3A ok. 10,5 mln zł netto i w wariantie ok. 5,1 mln zł netto. Natomiast w koncepcji zagospodarowania przestrzennego przedstawiono szacunkowe koszty związane z wykonaniem robót budowlanych.

## 7. Spis tabel

Tabela 1. Przeliczenie ilości odpadów kierowanych do LPGK w aspekcie morfologicznym .....	7
Tabela 2. Wymagane poziomy odzysku dla przyjętej ilości wytwarzanych odpadów .....	7
Tabela 3. Ilość odpadów kierowanych do sortowni odpadów zmieszanych wraz z szacunkowym podziałem granulometrycznym .....	8
Tabela 4. Przykładowe obliczenia ilości wysortowanych surowców w zależności od ilości sortowaczy .....	21
Tabela 5. Przykładowe obliczenia efektywności sortowania w zależności od ilości sortowaczy .....	21
Tabela 6. Przykładowe obliczenia efektywności sortowania w zależności od ilości sortowaczy .....	22
Tabela 7. Proponowany dobór urządzeń dedykowanych do opisywanej instalacji.....	26
Tabela 8. Szacunkowa struktura zatrudnienia .....	34
Tabela 9. Szacunkowy bilans dla Wariantu 1 zamaszynowienia (załącznik 1).....	37
Tabela 10. Szacunkowy bilans dla Wariantu 2 zamaszynowienia (załącznik 2).....	38
Tabela 11. Szacunkowy bilans dla Wariantu 3A zamaszynowienia (załącznik 3A).....	38
Tabela 12. Szacunkowy bilans dla Wariantu 3C zamaszynowienia (załącznik 3C).....	38
Tabela 13. Szacowane nakłady inwestycyjne dla Wariantu 1 zamaszynowienia (załącznik 1).....	40
Tabela 14. Szacowane nakłady inwestycyjne dla Wariantu 2 zamaszynowienia (załącznik 2).....	40
Tabela 15. Szacowane nakłady inwestycyjne dla Wariantu 3A zamaszynowienia (załącznik 3A).....	41
Tabela 16. Szacowane nakłady inwestycyjne dla Wariantu 3C zamaszynowienia (załącznik 3C).....	41

## 8. Spis rysunków

Rys. 1. Bilans przepływu odpadów (roczny) – wariant 3A (docelowy, obsada optymalna) .....	13
Rys. 2. Bilans przepływu odpadów (godzinowy) – wariant 3A (docelowy, obsada optymalna) .....	14
Rys. 3. Bilans przepływu odpadów (roczny) – wariant 3A (docelowy, obsada minimalna).....	15
Rys. 4. Bilans przepływu odpadów (godzinowy) – wariant 3A (docelowy, obsada minimalna).....	16
Rys. 5. Bilans przepływu odpadów (roczny) – wariant 3C (bez NIRów, obsada optymalna).....	17
Rys. 6. Bilans przepływu odpadów (godzinowy) – wariant 3C (bez NIRów, obsada optymalna).....	18
Rys. 7. Bilans przepływu odpadów (roczny) – wariant 3C (bez NIRów, obsada minimalna).....	19
Rys. 8. Bilans przepływu odpadów (godzinowy) – wariant 3C (bez NIRów, obsada minimalna).....	20
Rys. 9. Efektywność wysortowania odpadów dla poszczególnych wariantów i opcji zatrudnienia .....	22

## **9. Spis załączników**

Załącznik 1. Zamaszynowanie hali sortowni – wariant 1.

Załącznik 2. Zamaszynowanie hali sortowni – wariant 2.

Załącznik 3A. Zamaszynowanie hali sortowni – wariant 3A.

Załącznik 3B. Zamaszynowanie hali sortowni – wariant 3B.

Załącznik 3C. Zamaszynowanie hali sortowni – wariant 3C.

Załącznik 4. Przekroje przez zamaszynowanie hali sortowni – dla wariantu 3A.

Załącznik 5. Wytyczne budowlane dla hali sortowni.







[illegible]

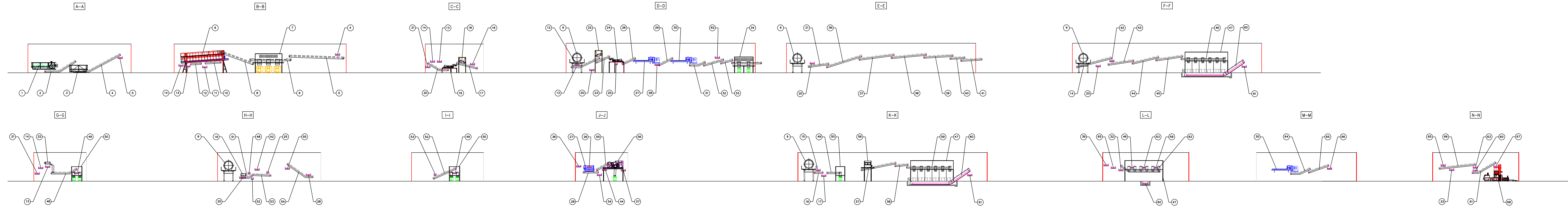








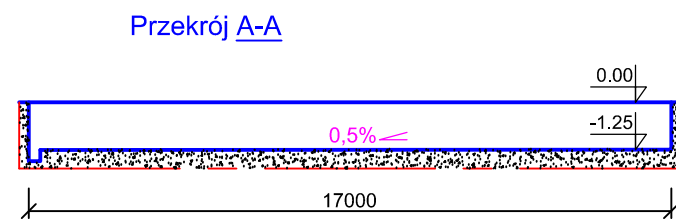





UWAGA!  
Zestawienie urządzeń dla wariantu nr 3A przedstawiono w tabelce  
na w załączniku 3A.

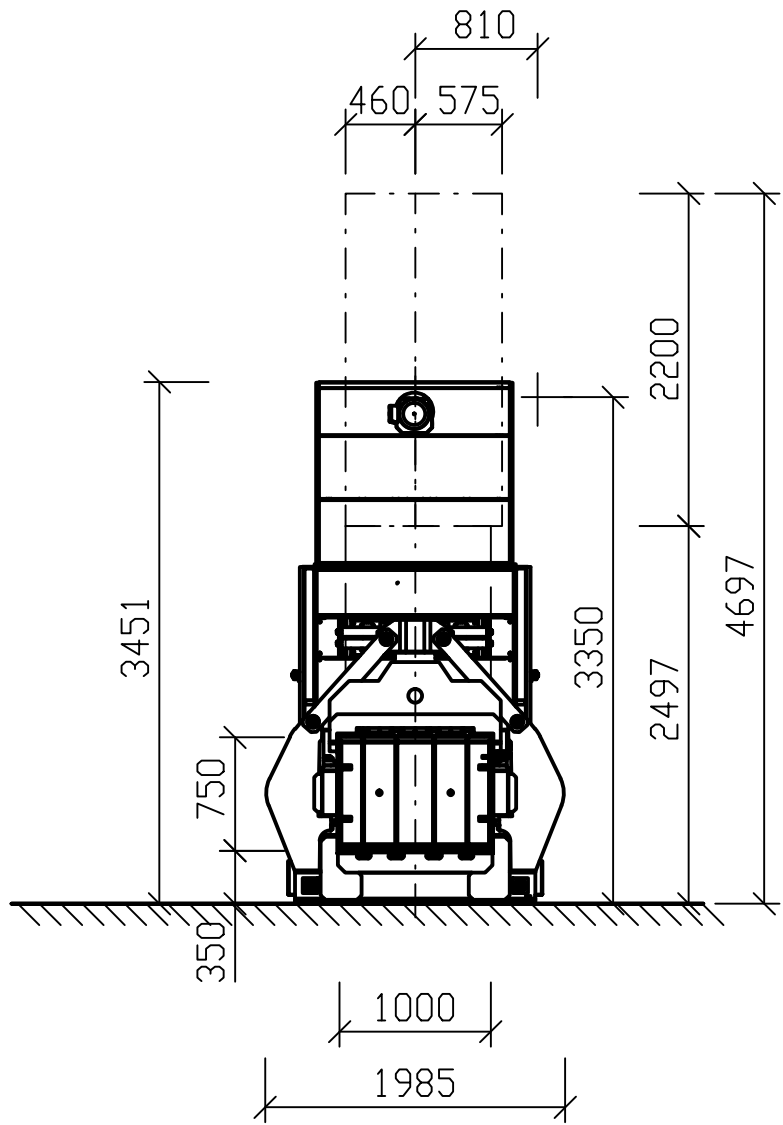
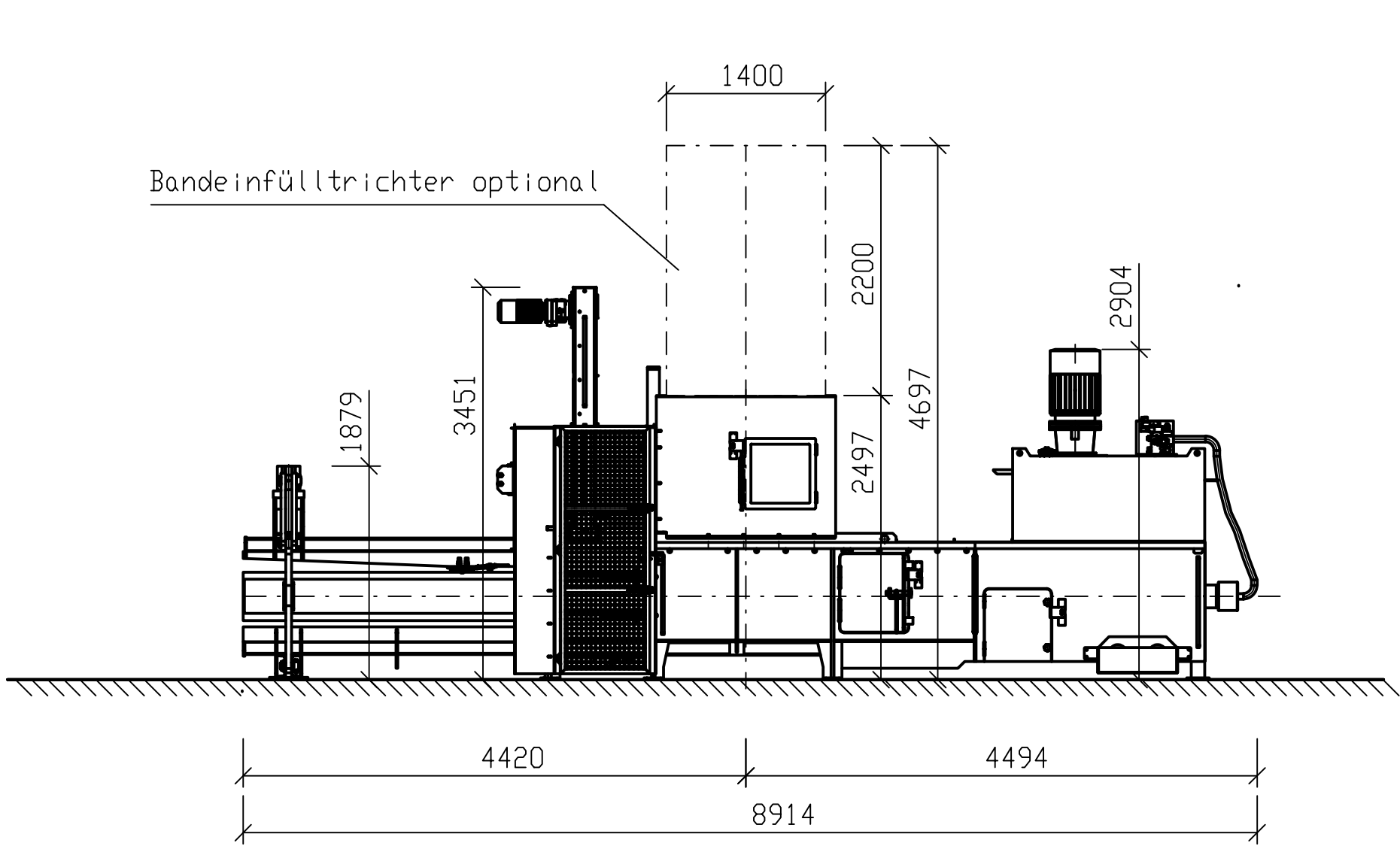
<div><div><div></div><div>LPGK</div></div><div><div>Legnickie Przedsiębiorstwo Gospodarki Komunalnej Sp. z o.o.</div><div>50-201 Legnica</div><div>ul. Nowodworska 60</div></div></div>			
Zleceniodawca:			
Wykonawca:	<div><div>proGEO sp. z o.o.</div><div>50-541 Wrocław, ul. Armii Krajowej 45</div><div>tel. 0 71 360 45 15, fax 0 71 360 45 31</div></div>		
Opis:	Projekt technologiczny hali sortowni odpadów komunalnych zmieszanych		
Tytuł:	Rozbudowa Regionalnej Instalacji Przetwarzania Opadów Komunalnych w Legnicy		
Pracownik:	Przekroje przez zamaszynowanie hali sortowni - dla wariantu 3A		
Strona:			09.2015
Skala:		1:500	4
Strona:			60



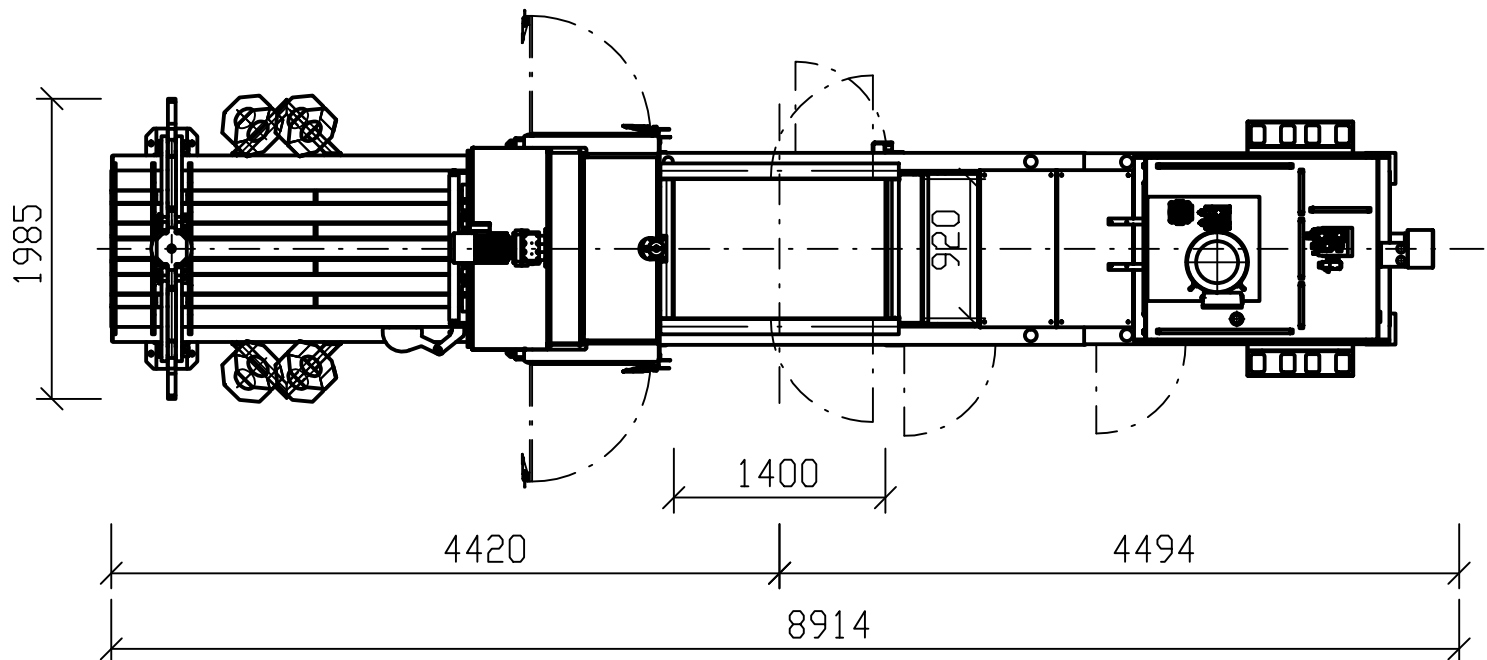
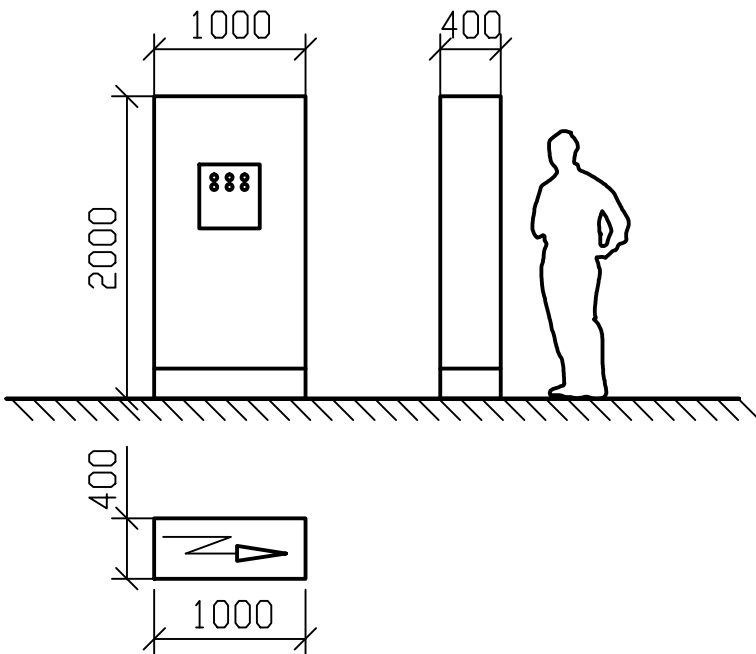




Vertriebsfälligung, Weitergabe an Dritte oder anderweitige mißbräuchliche Nutzung untersagt. Alle Rechte, insbesondere nach DIN 34 vorbehalten. Zweckbindung verpflichtet den Verleiher zu Schadensersatz.				Allgemeintoleranzen nach DIN ISO 2768 mittel		Oberfläche DIN 3161 Rz - Reihe 2 		Maßstab 1 : 20		Position Ident -Nr.	
								Ballistischeseparator		16968.65 kg	
				Datum		Name		<div>           Versandzeichnung            STT2000_101            BS05494 H         </div>			
				Gezeichnet/ 09.03.2012		Dreher					
				Kontrolliert/		Dreher					
				Norm							
				<b>STADLER®</b> Technik von Ihrer besten Seite				1 A1			
Status		Änderungen		Datum		Name					

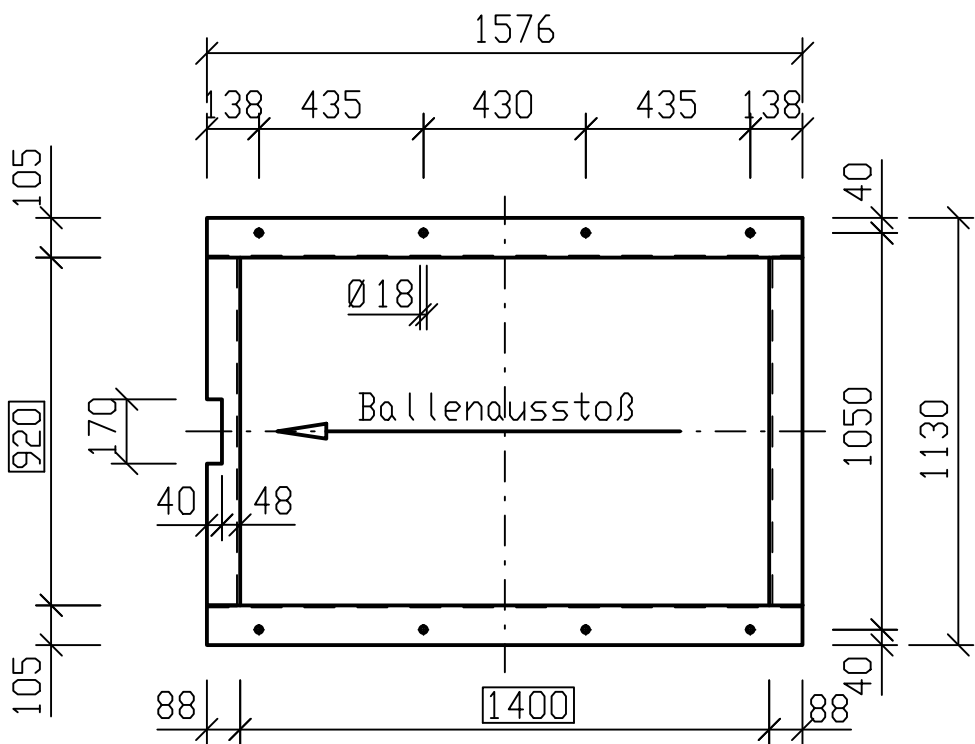


Schaltschrank mit Bedienungselementen



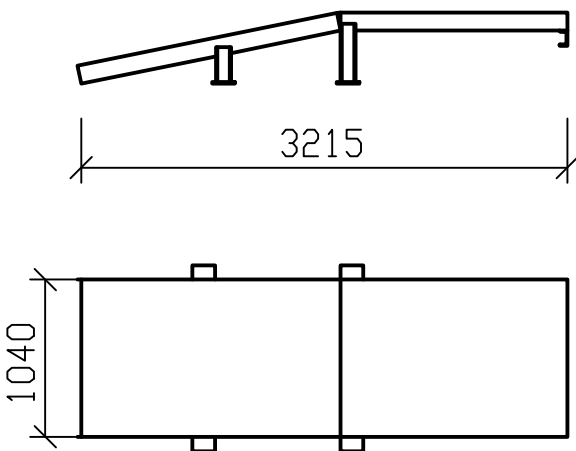
Flanschbild Pressentrichter

Maßstab 1: 20

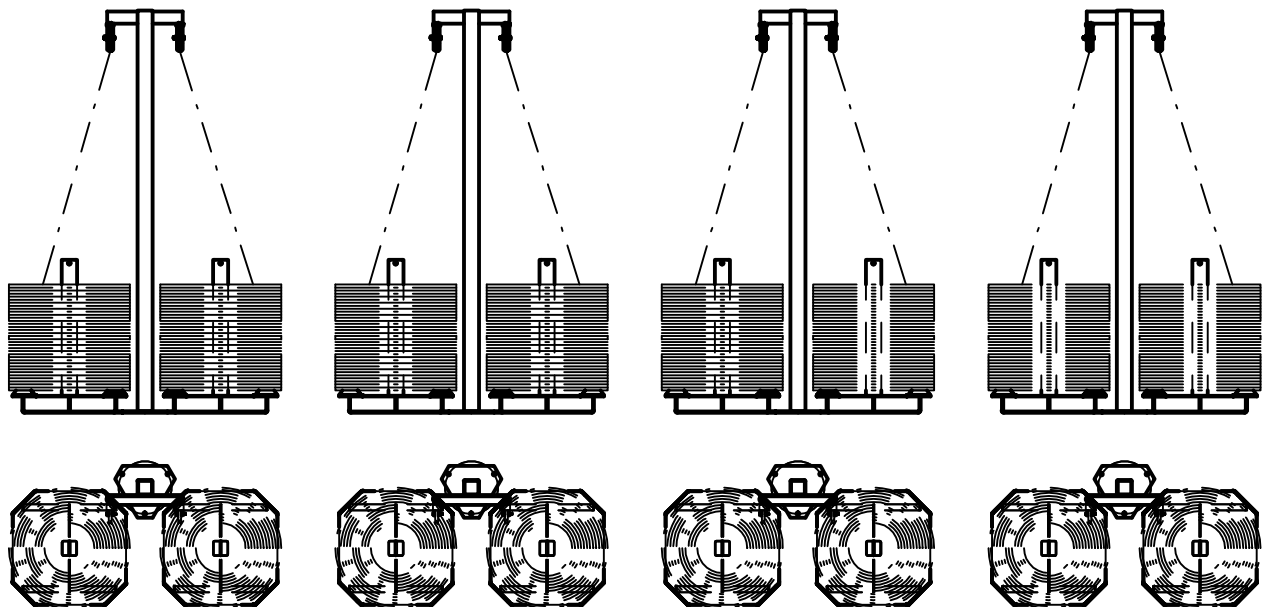


Optionale Zusatzausstattungen

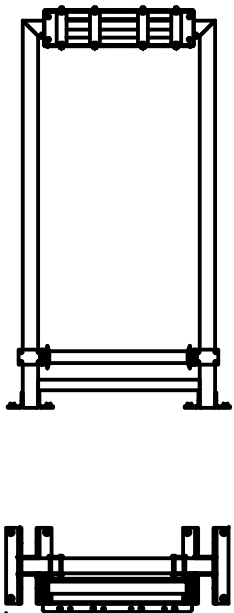
Ballenrutsche



Drahtabspulvorrichtungen (f. 8x600kg Spulen)



Drahtumlenkstände f. 4x600kg



Bodenbelastung der Presse siehe PAAL: B-52569

Oberflächenangaben DIN ISO 1302 -Reihe 3-			Allg. Toleranz DIN ISO 2768-1 -mittel-		Maßstab 1: 50	Das Urheberrecht an diesen Unterlagen verbleibt uns. Weitergabe an dritte Personen oder Vervielfältigung ist ohne unsere Genehmigung nicht gestattet! -- Konstruktionsbedingte Maßänderungen vorbehalten!! --	
alt	neu	entspricht		Datum	Name		
~	✓	✓		14.07.2009	Kensbock	Maßblatt	
▽	✓	✓ <sub>Rz 63</sub>		freig.		PACOMAT V-65 C	
▽▽	✓	✓ <sub>Rz 16</sub>		gespe.		Eö: 1400x920	
▽▽▽	✓	✓ <sub>Rz 4</sub>				Type : F0: 750x1000; 45KW	
▽▽▽▽	✓	✓ <sub>Rz 1</sub>				Zeichnungs-Nr.	
						B-52561	
Ers. f. :						Ers. d. :	

**PAAL**  
**PAALGROUP**  
D-49124 Georgsmarienhütte

Blatt  
01