Zamawiający:	ZUOK SPYTKOWO	**Zakład Unieszkodliwiania Odpadów Komunalnych Spytkowo Sp. z o.o.** Spytkowo 69, 11-500 Giżycko www.zuokspytkowo.pl
Wykonawca:	*proGEO* sp. z o.o.	*proGEO* sp. z o.o. Al. Armii Krajowej 45 50-541 Wrocław tel. 71 360 45 15, fax 71 360 45 31 e-mail: progeo@progeo.wroc.pl

Temat:	**KONCEPCJA TECHNOLOGICZNA** **MODERNIZACJI SORTOWNI ODPADÓW** NA TERENIE ZAKŁADU UNIESZKODLIWIANIA ODPADÓW KOMUNALNYCH **SPYTKOWO** SP. Z O.O.

Za zespół opracowujący	*Podpis:*
mgr Andrzej Krzyśków	

Skład zespołu opracowującego:

mgr Andrzej Krzyśków

dr Sławomir Chybiński

mgr inż. Oliwia Rybczak

Wrocław, maj 2022 r.

Spis treści

1. PRZEDMIOT OPRACOWANIA 3

2. ZGODNOŚĆ INWESTYCJI Z WYTYCZNYMI I PLANAMI 3

3. BILANS ODPADÓW, ZAŁOŻENIA TECHNOLOGICZNE 4

4. ANALIZA OPCJI PRZY OPRACOWANIU KONCEPCJI, TRUDNOŚCI I BRAKI DOTYCZĄCE ZAŁOŻEŃ 10

5. OPIS OBECNEGO PRZEBIEGU PROCESU SORTOWANIA – PROCESÓW TECHNOLOGICZNYCH 11

6. OPIS PROPONOWANYCH ROZWIĄZAŃ MODERNIZACJI I ROZBUDOWY SORTOWNI ODPADÓW 14

6.1 OPCJA 1 14
6.1.1 Rozbudowa instalacji – nowa hala (odpady zmieszane) 14
6.1.2 Modernizacja istniejącej instalacji (odpady selektywnie zebrane) 15
6.2 OPCJA 2 17
6.2.1 Rozbudowa instalacji – nowa hala (odpady selektywnie zebrane) 17
6.2.2 Modernizacja istniejącej instalacji (odpady zmieszane) 19
6.3 OPCJA 3 19
6.4 BILANS PRZEPŁYWU ODPADÓW 20
6.5 KONCEPCYJNY SCHEMAT ZAGOSPODAROWANIA TERENU 21
6.6 ANALIZA WIELOKRYTERIALNA OPCJI ROZBUDOWY I MODERNIZACJI 22
6.7 PODSTAWOWE DANE URZĄDZEŃ 23
6.7.1 Rozrywarka worków 23
6.7.2 Sito bębnowe 24
6.7.3 Separator balistyczny 25
6.7.4 Separator metali żelaznych 26
6.7.5 Separator metali nieżelaznych 26
6.7.6 Separatory opto-pneumatyczne NIR 27
6.7.7 Przenośniki taśmowe 32
6.7.8 Kabiny sortownicze 33
6.7.9 Konstrukcje wsporcze 34
6.8 ZAPOTRZEBOWANIE MOCY URZĄDZEŃ LINII TECHNOLOGICZNEJ 34
6.9 PRZYKŁADOWE ZAMASZYNOWIENIE 35
6.10 PLANOWANA OBSADA STANOWISK NA SORTOWNI 35

7. SZACUNKOWE NAKŁADY INWESTYCYJNE 37

8. UWAGI 39

Spis tabel

Tabela 1. Ilości odpadów przyjętych do ZUOK Spytkowo w latach 2020-2021 4
Tabela 2. Ilości odpadów wytworzonych w sortowni ZUOK Spytkowo w 2021 r. 5
Tabela 3. Stopień wysortowania odpadów w sortowni ZUOK Spytkowo w 2021 r. 6
Tabela 4. Niezbędne szacunkowe określenie czasu przetwarzania w sortowni ZUOK Spytkowo (wg 2021 r.) 6
Tabela 5. Kwartalne ceny sprzedaży surowców wtórnych w ZUOK Spytkowo w okresie styczeń 2019 – kwiecień 2022 7
Tabela 6. Kwartalne ceny sprzedaży surowców wtórnych w ZUOK Spytkowo w okresie styczeń 2019 – kwiecień 2022 9
Tabela 7. Bilans odpadów dla OPCJI 1 20
Tabela 8. Bilans odpadów dla OPCJI 2 21
Tabela 9. Ocena porównawcza efektywności dla poszczególnych opcji 22
Tabela 10. Zestawienie wielkości separatorów opto-pneumatycznych 31
Tabela 11. Szacunkowe zapotrzebowanie energetyczne urządzeń rozbudowy linii 34
Tabela 12. Szacunkowa minimalna ilość obsługi sortującej dla poszczególnych opcji 36
Tabela 13. Zestawienie niezbędnego personelu dla poszczególnych opcji 36
Tabela 14. Szacowane nakłady inwestycyjne wyposażenia technologicznego dla poszczególnych opcji 38
Tabela 15. Szacunkowe wskaźnikowe nakłady inwestycyjne dla poszczególnych opcji 38

Spis rysunków

Rysunek 1. Procentowy rozkład wytworzonych na sortowni odpadów w 2021 r. (ze szkłem) 5
Rysunek 2. Wykres kwartalnych cen sprzedaży papieru w ZUOK Spytkowo w okresie styczeń 2019 – kwiecień 2022 7
Rysunek 3. Wykres kwartalnych cen sprzedaży PET w ZUOK Spytkowo w okresie styczeń 2019 – kwiecień 2022 7
Rysunek 4. Wykres kwartalnych cen sprzedaży PEHD i PP w ZUOK Spytkowo w okresie styczeń 2019 – kwiecień 2022 8
Rysunek 5. Wykres kwartalnych cen sprzedaży szkła i folii PE w ZUOK Spytkowo w okresie styczeń 2019 – kwiecień 2022 8
Rysunek 6. Wykres kwartalnych cen sprzedaży stali i ALU w ZUOK Spytkowo w okresie styczeń 2019 – kwiecień 2022 8
Rysunek 7. Zagospodarowanie terenu ZUOK Spytkowo (za Geoportal) 11
Rysunek 8. Hala sortowni 11
Rysunek 9. Hala sortowni od strony odstawy kontenerów 12
Rysunek 10. Widok ogólny od strony kompostowni i placu dojrzewania 12
Rysunek 11. Istniejąca instalacja 12
Rysunek 12. Schemat działania separatora NIR dwudrożnego z potrójnym tracking'iem 16
Rysunek 13. Przykład rozwiązania w oparciu o separator NIR dwudrożny z potrójnym tracking'iem, foto proGEO 16
Rysunek 14. Schemat działania separatora NIR dwudrożnego z podwójnym tracking'iem 18
Rysunek 15. Przykład rozwiązania w oparciu o separator NIR dwudrożny z podwójnym tracking'iem, foto proGEO 18
Rysunek 16. Przykład efektu rozdziału frakcji 2D przez separator NIR (z lewej wybrana folia PE mix), foto proGEO 18

1. Przedmiot opracowania

Zgodnie z umową nr 0610/TE/2022 z dn. 28.02.2022 r. zawartą pomiędzy Zakładem Unieszkodliwiania Odpadów Komunalnych Spytkowo sp. z o.o. a proGEO sp. z o.o. z Wrocławia przedmiotem opracowania jest doradztwo i czynny udział w opracowaniu dwóch koncepcji:

a) modernizacji sortowni odpadów,
b) budowy instalacji fermentacji.

Niniejsze opracowanie stanowi wypełnienie umowy w zakresie modernizacji sortowni odpadów, natomiast budowa instalacji fermentacji stanowić będzie odrębne opracowanie. W ramach prac odbyły się wizje lokalne, spotkania z Zamawiającym, konsultacje telefoniczne i mailowe, a niniejsze opracowanie zostało wstępnie uzgodnione z Zamawiającym.

Głównymi elementami opracowania są:

- podsumowanie istniejącego układu oraz stanu instalacji, zwłaszcza pod kątem osiąganych rezultatów,
- analiza bilansu odpadów (dla lat 2020-2021),
- analiza problemów i potrzeb,
- analiza terenu pod kątem możliwości realizacji przedsięwzięcia,
- opracowanie założeń blokowych schematów zamaszynowienia sortowni dla różnych wariantów,
- propozycja schematu zagospodarowania terenu,
- określenie szacunkowych nakładów inwestycyjnych (wyceny wskaźnikowe – uproszczone).

Celem opracowania jest określenie założeń koncepcyjnych dla potrzeb sporządzenia raportu o oddzialywaniu przedsięwzięcia na środowisko oraz programu funkcjonalno-użytkowego (w tym opisu przedmiotu zamówienia) zadania inwestycyjnego planowanego do realizacji ze środków pomocowych.

2. Zgodność inwestycji z wytycznymi i planami

Zgodnie z listą instalacji komunalnych województwa warmińsko-mazurskiego ZUOK Spytkowo jest instalacją do mechaniczno-biologicznego przetwarzania niesegregowanych (zmieszanych) odpadów komunalnych i wydzielania z niesegregowanych (zmieszanych) odpadów komunalnych frakcji nadających się w całości lub w części do odzysku oraz instalacją do składowania odpadów powstających w procesie mechaniczno-biologicznego przetwarzania niesegregowanych (zmieszanych) odpadów komunalnych oraz pozostałości z sortowania odpadów komunalnych.

Budowa i modernizacja instalacji w Spytkowie 69 określona została w Planie Inwestycyjnym WPGO w następującym zakresie rozbudowy i modernizacji:

- PSZOK (tab. 11, lp. 9, str. 249)
- instalacji MBP (tab. 17, lp. 2, str. 261) – zwiększenie efektywności doczyszczania frakcji odpadów odbieranych selektywnie, w tym modernizacji linii sortowniczej.

Obecnie trwają prace nad aktualizacją wojewódzkiego planu gospodarki odpadami na lata 2022-2028, które zakończyć powinny się po ukazania Krajowego Planu Gospodarki Odpadami 2028.

Instalacje do sortowania zautomatyzowanego (doczyszczania) selektywnie zebranych odpadów papieru, tworzyw sztucznych, odpadów wielomateriałowych i metali stanowi rodzaj

inwestycji, który posiada znaczny deficyt wydajności. W „Luce inwestycyjnej" (aktualizacja KPGO) określono wymagane nakłady na budowę i modernizację instalacji w kwocie blisko 5 miliardów złotych do 2028 r. Inwestycja zwiększa moce przerobowe instalacji do przetwarzania selektywnie zebranych odpadów i jest zgodna z zapotrzebowaniem.

3. Bilans odpadów, założenia technologiczne

W ramach prac dokonano analizy bilansowej odpadów w latach 2021 i 2021. Ilości przyjętych odpadów do ZUOK Spytkowo w podziale na poszczególne rodzaje odpadów zestawiono w tabeli nr 1.

Tabela 1. Ilości odpadów przyjętych do ZUOK Spytkowo w latach 2020-2021

	2021				2020				2021/2020	
	Mg	Mg	%	%	Mg	Mg	%	%	%	%
SORTOWNIA										
łącznie	19533,3	19533,3	100%	100%	24738,5	24738,5	100%	100%	79,0%	79,0%
zmieszane										
200301	14354,6	15172,4	73,5%	77,7%	19683,3	20599,3	79,6%	83,3%	72,9%	73,7%
200199	817,9		4,2%		916,0		3,7%		89,3%	
niebieski pojemnik										
1501001	1496,5	1496,5	7,7%	7,7%	1231,8	1231,8	5,0%	5,0%	121,5%	121,5%
żółty pojemnik										
150102	76,8	2864,4	0,4%	14,7%	5,3	2907,4	0,0%	11,8%	1451,5%	98,5%
150104	5,4		0,0%		0,1		0,0%		6787,5%	
150106	2762,4		14,1%		2887,3		11,7%		95,7%	
200111	19,8		0,1%		14,7		0,1%		134,7%	
SZKŁO										
150107	2481,2	2481,2			1877,0	1877,0			132,2%	132,2%
GABARYT										
200307	1638,3	1638,3			1497,2	1497,2			109,4%	109,4%
KOMPOSTOWNIA										
łącznie	11591,4	11591,4			6606,7	6606,7				175,4%
BIO										
200108	3787,0	8057,2			966,9	1993,4			391,7%	404,2%
200201	4267,4				1000,0				426,7%	
020103					0,6				0,0%	
020501					0,6				0,0%	
040221					7,3				0,0%	
040222					11,6				0,0%	
160380	2,8				6,4				44,3%	
STABILIZACJA										
191212	3474,6	3534,1			4610,8	4613,2			75,4%	76,6%
190805	59,6				2,4				2441,0%	

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych ZUOK Spytkowo

Do sortowni przyjęto łącznie 24,7 tys. Mg odpadów w 2020 r. i 19,5 tys. Mg w 2021 r. Odnotowano spadek o 21%, największy w niesegregowanych (zmieszanych) odpadach komunalnych o 27%. Natomiast zanotowano wzrost dla odpadów papieru selektywnie zbieranego o 21%, a ilość tworzyw pozostała na podobnym poziomie co rok wcześniej. W 2021 r. odpady papieru stanowią blisko 8% odpadów przyjętych do sortowni, a odpady tworzyw prawie 15%. Obecne ilości to ok. 3.000 Mg na rok odpadów z żółtego pojemnika (tworzywa, wielomateriałowe, metale), 1.500 Mg na rok odpadów z niebieskiego pojemnika (papier) oraz ok. 16.000 Mg na rok innych zmieszanych odpadów.

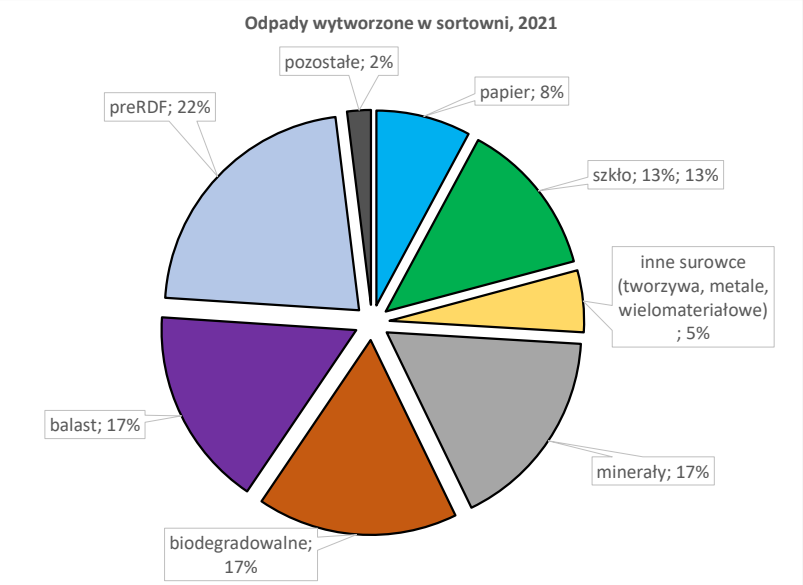
Na sortowni (z uwzględnieniem szkła) w 2021 r. przetworzono 22,4 tys. Mg odpadów. Wysortowano 26% surowców, z czego najwięcej szkła (13,0%), papieru (7,9%) oraz metali (2,4%), tworzyw (2,3%) oraz wielomateriałowych (0,4%). Odsiano 33,5% frakcji 0-80mm oraz wytworzono: 22% paliwa alternatywnego i blisko 17% balastu (w stosunku do przyjętych). Zestawienie danych przedstawia tabela nr 2 oraz rysunek nr 1.

Tabela 2. Ilości odpadów wytworzonych w sortowni ZUOK Spytkowo w 2021 r.

kod	rodzaj	Mg	%	%
x	Przyjęte do sortowni [Mg]	22358	100,0%	100,0%
15 01 01	Papier i tektura [Mg])	1759,2	7,9%	13,0%
15 01 02	PET transp. [Mg]	213,07	1,0%	
15 01 02	PET nieb./ziel. [Mg]	18	0,1%	
15 01 02	Folia LDPE [Mg]	98,61	0,4%	
15 01 02	Chemia gospodarcza - PEHD [Mg]	111	0,5%	
15 01 02	Plastik twardy - PP [Mg]	83,22	0,4%	
15 01 04	Opakowania z metali żelaznych [Mg]	444,4	2,0%	
15 01 04	Opakowania z metali nieżelaznych[Mg]	91,46	0,4%	
15 01 05	Wielomateriałowe typu Tetra pak [Mg]	81,52	0,4%	
15 01 07	Szkło [Mg]	2900,8	13,0%	13,0%
16 02 16	Zużyte tonery [Mg]	0,04	0,0%	0,8%
16 01 03	Zużyte opony [Mg]	4,82	0,0%	
19 12 07	Drewno inne niż wym. w 19 12 06 [Mg]	182,93	0,8%	
19 12 09	Minerały [Mg]	3772,7	16,9%	33,5%
19 12 12	Biodegradowalne - do stabilizacji [Mg]	3727,4	16,7%	
19 12 12	Paliwo alternatywne - preRDF [Mg]	4917,3	22,0%	38,5%
19 12 12	Balast [Mg]	3700,9	16,6%	
x	Ubytek masy [Mg]	250,8	1,1%	1,1%

Źródło: zestawienie własne na podstawie danych ZUOK Spytkowo za 2021 r.

Rysunek 1. Procentowy rozkład wytworzonych na sortowni odpadów w 2021 r. (ze szkłem)



W tabeli nr 3 oszacowano stopień wysortowania odpadów z poszczególnych przetwarzanych frakcji odpadów. Analizując powyższe z odpadów zmieszanych wysegregowano łącznie 6,7% odpadów, w tym 3,9% manualnie. Następnie w tabeli 4 przeliczono niezbędne ilości czasu do przetwarzania uwzględniając liczbę sortowaczy.

Tabela 3. Stopień wysortowania odpadów w sortowni ZUOK Spytkowo w 2021 r.

	przyjęto [Mg]	wysegrego-wano [Mg]	poziom recyklingu	wysortowano z selektu [Mg]	wysortowano z pozostałych odpadów [Mg]
papier	1496,5	1759,2	95%	1421,7	337,5
żółty pojemnik	2864,4	1141,3	31%	879,4	261,9
szkło	2481,2	2900,8	99%	2456,4	444,4
SUMA	6842,1	5801,3	69,5%	4757,4	1043,8

Źródło: Obliczenia własne na podstawie danych ZUOK Spytkowo za 2021 r.

Tabela 4. Niezbędne szacunkowe określenie czasu przetwarzania w sortowni ZUOK Spytkowo (wg 2021 r.)

	ilość odpadów (2021) Mg	wydajność sortowaczy kg/h	przyjęta ilość sortowaczy	surowce Mg/h	poziom wysegrego wania %	przepusto-wość Mg/h	czas pracy w h		ilość zmian
odpady zmieszane	15172	40	12	0,48	3,9%	12,31	1233	2698	1,66
żółty pojemnik	2864	50	12	0,60	30,7%	1,95	1466		
niebieski pojemnik (krótka linia)	1496	100	6	0,60	90,0%	0,67	2245	2245	1,38

Źródło - obliczenia własne, szacunkowe na podstawie danych ZUOK Spytkowo za 2021 r., uwaga do obliczeń przyjęto dla odpadów zmieszanych wskaźnik 3,9 (bez automatycznego wysortowania metali)

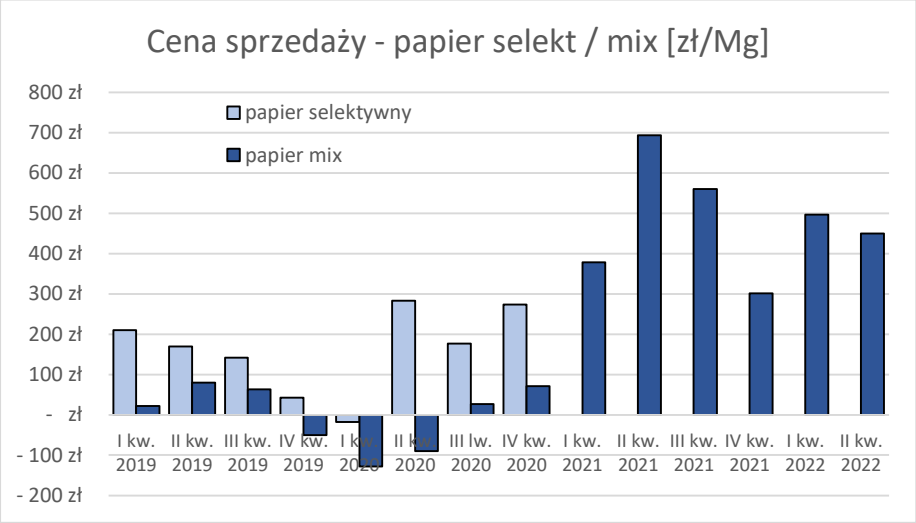
Istotnym elementem dla przedmiotowej instalacji jest zróżnicowanie sezonowe ilości odpadów, które znacząco wzrasta w okresie letnim. Przetwarzanie wymaga stosunkowo dużej liczby sortowaczy (tylko w kabinach 12 osób plus 6 dla przetwarzania papieru, a przy uwzględnieniu urlopów i średniego czasu choroby niezbędna ilość sortowaczy dla zapewnienia opisanej efektywności wynosi min. 21 sortowaczy w kabinach na zmianę).

W ostatnim okresie znacząco wzrosły ceny sprzedaży wysegregowanych surowców, przez co zwiększenie efektywności wysortowania surowców oprócz zwiększenia poziomów recyklingu dla obsługiwanych gmin, mają również pozytywny aspekt pod względem ekonomicznym. Należy jednak zauważyć, że duża zmienność cen surowców ma wpływ na ryzyka związane z kosztami eksploatacyjnymi. Dodatkowo rozważania na temat zmian ustawowych w zakresie rozszerzonej odpowiedzialności producentów, a zwłaszcza objęcie systemem kaucyjnym najbardziej „dochodowych" surowców (zwłaszcza PET i ALU) może spowodować radykalne zmniejszenie wpływów ze sprzedaży surowców wtórnych (i tym samym podniesienie kosztów przetwarzania odpadów). W poniższej tabeli i na wykresach przedstawiono ceny sprzedaży surowców przez ZUOK Spytkowo w okresie styczeń 2019 – kwiecień 2022.

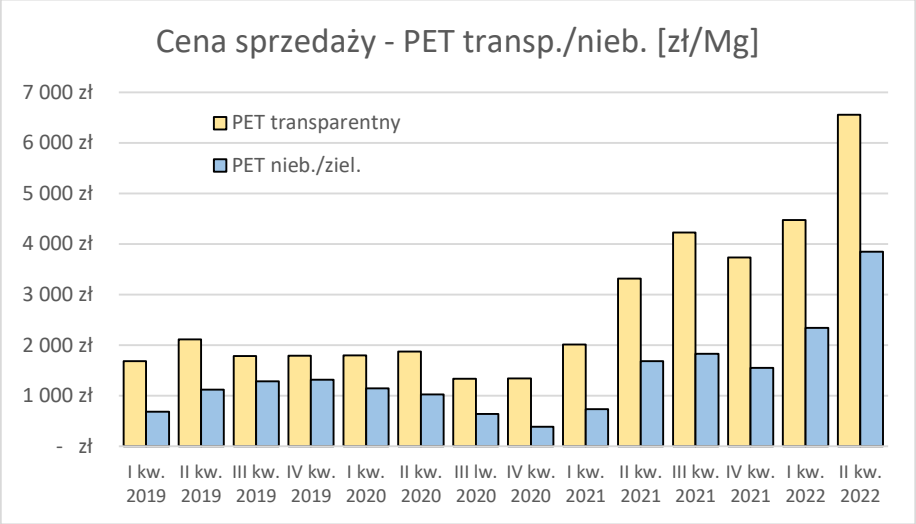
Tabela 5. Kwartalne ceny sprzedaży surowców wtórnych w ZUOK Spytkowo w okresie styczeń 2019 – kwiecień 2022

surowiec	cena sprzedaży zł/Mg	
	min	max
papier selektywny	- 80 zł	340 zł
papier mix	- 160 zł	800 zł
PET transparentny	1 250 zł	6 560 zł
PET nieb./ziel.	350 zł	3 850 zł
chemia miękka PEHD	550 zł	3 420 zł
chemia twarda PP	660 zł	3 360 zł
Folia LDPE	1 zł	300 zł
puszka stalowa	60 zł	1 200 zł
puszka aluminiowa	2 700 zł	8 150 zł
tetra pak	65 zł	110 zł
szkło	1 zł	52 zł

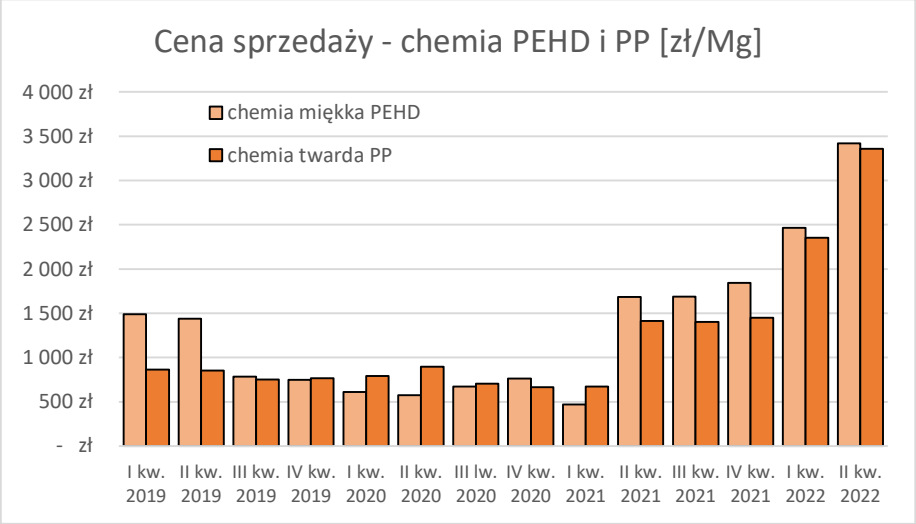
Rysunek 2. Wykres kwartalnych cen sprzedaży papieru w ZUOK Spytkowo w okresie styczeń 2019 – kwiecień 2022



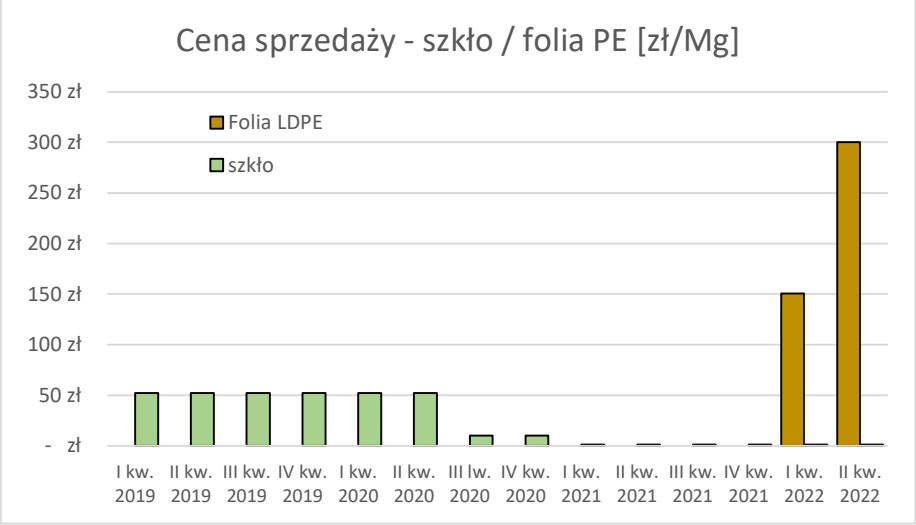
Rysunek 3. Wykres kwartalnych cen sprzedaży PET w ZUOK Spytkowo w okresie styczeń 2019 – kwiecień 2022



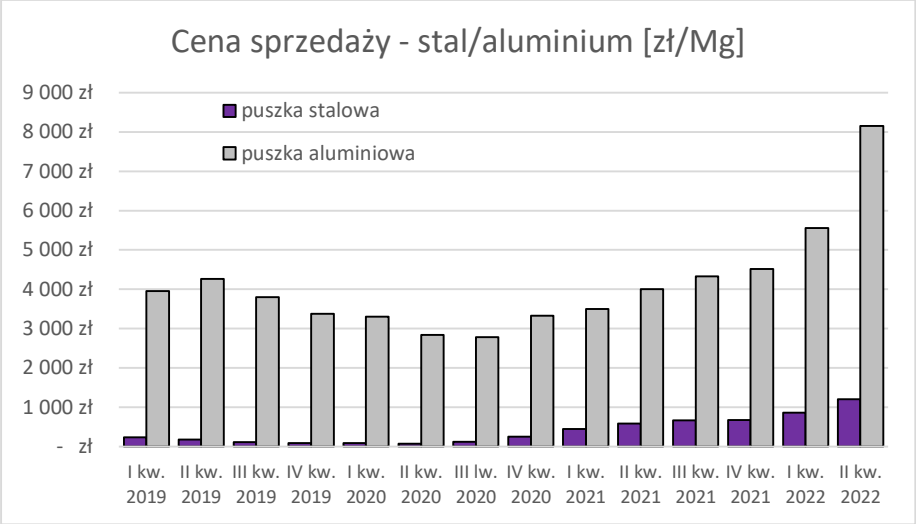
Rysunek 4. Wykres kwartalnych cen sprzedaży PEHD i PP w ZUOK Spytkowo w okresie styczeń 2019 – kwiecień 2022



Rysunek 5. Wykres kwartalnych cen sprzedaży szkła i folii PE w ZUOK Spytkowo w okresie styczeń 2019 – kwiecień 2022



Rysunek 6. Wykres kwartalnych cen sprzedaży stali i ALU w ZUOK Spytkowo w okresie styczeń 2019 – kwiecień 2022



Szacunkowo w 2021 r. uzyskano 2,5 mln zł ze sprzedaży surowców wtórnych (zakładając średnie ceny surowców za 2021 r.). Największe korzyści przyniosła sprzedaż papieru (33,8%) z selektywnej zbiórki z uwagi na dużą jej ilość oraz wysokie ceny sprzedaży. Należy pamiętać, że jeszcze w I połowie 2020 r. wartość sprzedaży papieru była ujemna. Bardzo duże korzyści przyniosła sprzedaż PET – łącznie 29,2%, na co wpływ miały wysokie ceny sprzedaży, podobnie jak w przypadku metali: aluminium 14,9% i stal 10,5%. Analizując potencjalny wpływ wprowadzenia kaucji straty z tytułu braku wpływów ze sprzedaży PET wyniosą 734 tys. zł, a aluminium 374 tys. zł, łącznie 1.108 tys. zł (w cenach sprzedaży na kwiecień 2022 – odpowiednio 1.467 tys. zł i 745 tys. zł, łącznie 2.212 tys. zł), czyli ok. 50 zł w przeliczeniu na 1 Mg przetwarzanych w sortowni odpadów (100 zł/Mg w stosunku do cen z kwietnia 2022 r.). Średnia cena sprzedaży surowców wyniosła w 2021 r. szacunkowo 433 zł/Mg

Tabela 6. Kwartalne ceny sprzedaży surowców wtórnych w ZUOK Spytkowo w okresie styczeń 2019 – kwiecień 2022

rodzaj	Mg	zł/Mg	zł w 2021 r.	%
Papier i tektura [Mg])	1759,17	483,33 zł	850265,50	33,8%
PET transp. [Mg]	213,07	3 324,17 zł	708280,19	28,2%
PET nieb./ziel. [Mg]	18	1 450,50 zł	26109,00	1,0%
Folia LDPE [Mg]	98,61	0,00 zł	0,00	0,0%
Chemia gospodarcza - PEHD [Mg]	111	1 479,38 zł	164210,63	6,5%
Plastik twardy - PP [Mg]	83,22	1 415,00 zł	117756,30	4,7%
Opakowania z metali żelaznych [Mg]	444,4	592,50 zł	263307,00	10,5%
Opakowania z metali nieżelaznych[Mg]	91,46	4 087,50 zł	373842,75	14,9%
Wielomateriałowe typu Tetra pak [Mg]	81,52	93,33 zł	7608,53	0,3%
Szkło [Mg]	2900,83	1,00 zł	2900,83	0,1%
razem / **średnia**	5801,28	**433,40 zł**	2 514 280,73 zł	100,0%

Źródło – obliczenia własne na podstawie średnich cen sprzedaży surowców i ilości odpadów wysortowanych (uwaga obliczenia szacunkowe, mogą różnić się od wartości rzeczywistych w związku z uśrednieniem obliczeń)

Dla modernizacji i rozbudowy sortowni odpadów w celu maksymalizacji ilości surowców kierowanych do recyklingu, zlokalizowanej na terenie ZUOK Spytkowo przyjęto następujące **założenia**:

- ilość dni roboczych w roku – 250,
- efektywny czas pracy na 1 zmianę – 6,5h,
- ilość zmian – max. 2,
- gęstość odpadów zmieszanych 250-350 kg/m^3,
- gęstość odpadów z selektywnej zbiórki 70-100 kg/m^3.

Założono następujące maksymalne ilości odpadów:

- niesegregowane (zmieszane) odpady komunalne – do 20.000 Mg na rok,
- odpady niebieskiego pojemnika (papier) do 2.000-4.000 Mg rocznie,
- odpady żółtego pojemnika (tworzywo, wielomateriałowe, metale) – 3.000-6.000 Mg/rok.

Łączna ilość odpadów z selektywnej zbiórki (żółty i niebieski pojemnik) wyniesie w pierwszym okresie ok. 5.000 Mg rocznie, docelowo ok. 10.000 Mg na rok. Szkło nie jest kierowane do sortowni odpadów, podobnie jak zebrane selektywnie odpady wielkogabarytowe. Selektywnie zebrane bioodpady kierowane są bezpośrednio do kompostowni (lub planowanej instalacji fermentacji).

4. Analiza opcji przy opracowaniu koncepcji, trudności i braki dotyczące założeń

W celu optymalizacji elektroenergetycznej zakładu po modernizacji dążyć będzie się do skrócenia czasu pracy, poprzez zwiększenie wydajności godzinowej instalacji. Przewidywana masa przetwarzanych odpadów zmieszanych w ciągu godziny wynosić powinna ok. 12,5 Mg, co daje 80 Mg na 1 zmianę, 20.000 Mg w skali roku. Dla odpadów z selektywnej zbiórki ok. 3,5 Mg/h – 23 Mg na zmianę ok. 5700 Mg na rok w systemie jednozmianowym i ok. 11.400 Mg rocznie w systemie dwuzmianowym.

Z uwagi na nowe przepisy przeciwpożarowe magazynowanie odpadów w hali nie powinno przekraczać 1-2 dniowego przetrzymania. Przyjęto maksymalną ilość magazynowanych czasowo przed podaniem odpadów zmieszanych na ok. 150 Mg odpadów zmieszanych - do 700m^3 (ok. 310m^2 przy średniej wysokości hałdowania 2,5m) oraz ok. 40Mg odpadów z selektywnej zbiórki max. 560m^3 (ok. 250m^2 przy średniej wysokości hałdowania 2,5m).

Gęstość obciążenia ogniowego hal zasobni powinna wynosić ok. 1000 MJ/m^2 dla zasobni odpadów zmieszanych (przy założeniu pełnego magazynu dla odpadów zmieszanych - 150Mg x 10MJ plus materiały w procesie) przy wielkości hali ok. 1500m^2 oraz do 1000 MJ/m^2 dla odpadów z selektywnej zbiórki (40Mg x 22MJ) dla hali 1800-2000m^2. Odległość od innych obiektów powinna wynosić 15m. Odległości między ścianami zewnętrznymi budynków położonych na jednej działce budowlanej nie ustala się z zastrzeżeniem dotyczącym maksymalnej łącznej powierzchni wewnętrznej tych budynków. Dla stref pożarowych 1000-2000 MJ/m^2 powierzchnia nie może przekraczać 4000m^2, a dla strefy 2000-4000 MJ/m^2 – 2000m^2.

W związku w wymaganiami pakietu ustaw i rozporządzeń w odniesieniu do gospodarki o obiegu zamkniętym podniesione zostały poziomy recyklingu odpadów komunalnych. Z uwagi na obecne ilości odpadów z selektywnej zbiórki i przewidywane tempo ich wzrostu (w stosunku do odpadów resztkowych) rozpatrywano następujące warianty rozbudowy i modernizacji sortowni:

- pozostawienie obecnej sortowni i poddanie jej modernizacji na odpady z selektywnej zbiórki oraz wybudowanie nowego obiektu i instalacji do przetwarzania odpadów zmieszanych,
- pozostawienie obecnej sortowni i poddanie jej modernizacji na odpady zmieszane oraz wybudowanie nowego obiektu i instalacji do przetwarzania odpadów z selektywnej zbiórki
- rozbudowa istniejącej sortowni i jej doposażenie.

Obecne zagospodarowanie sortowni (zamaszynowienie oraz obiekty zlokalizowane wewnątrz) nie pozwala na pełne doposażenie instalacji sortowni w celu maksymalizacji poziomów recyklingu, przy zachowaniu przepustowości dla zwiększających się ilości odpadów z selektywnej zbiórki, ale w pierwszym etapie mogą zostać wykonane doposażenie, które zwiększy efektywność sortowania.

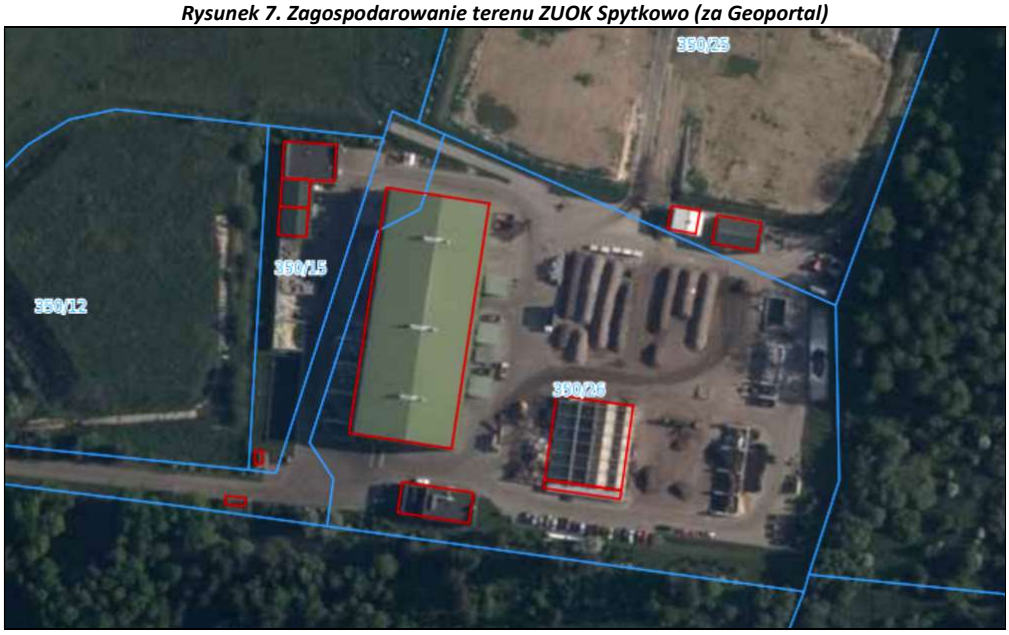
Obecnie dużym problemem jest brak wiedzy na temat zmieniających się przepisów krajowych. Dotyczy to zwłaszcza planowanego wprowadzenia i zmian w zakresie kaucji, depozytu czy rozszerzonej odpowiedzialności producenta w zakresie tworzyw sztucznych czy aluminium, co będzie miało znaczący wpływ na efekt ekonomiczny, ale również układ maszyn i urządzeń. Nie jest dookreślone – zapowiadane przez Ministerstwo Klimatu i Środowiska – czasowe zwolnienie z ograniczeń deponowania odpadów kalorycznych na składowiskach. Zmienia się również strumień odpadów i morfologia odpadów. Dalszy wpływ na jakość odpadów będzie miało wejście w życie zasad dotyczących odpadów tj. SUP

(opakowania z tworzyw jednokrotnego użytku), plastic-tax, wzrost zbierania selektywnego (nie tylko odpadów opakowaniowych, ale np. również bioodpadów). Z powyższych względów zaleca się wprowadzenie pewnej elastyczności w pracy linii (rewersy, nadawy, możliwość kierowania na wybrane urządzenia w zależności od rodzaju przetwarzanego odpadu, ale również zapewnienie możliwości dalszej rozbudowy instalacji w przyszłości).

5. Opis obecnego przebiegu procesu sortowania – procesów technologicznych

Obecna hala sortowni ma wymiary 36m x 87m (3.130m^2). Na mapie i zdjęciach przedstawiono obecne zagospodarowanie i wyposażenie zakładu.

Rysunek 7. Zagospodarowanie terenu ZUOK Spytkowo (za Geoportal)



Źródło: https://mapy.geoportal.gov.pl/imap/Imap_2.html

Rysunek 8. Hala sortowni

Rysunek 9. Hala sortowni od strony odstawy kontenerów

Rysunek 10. Widok ogólny od strony kompostowni i placu dojrzewania

Rysunek 11. Istniejąca instalacja

Obecne wyposażenie obejmuje linię technologiczną zamiennie stosowaną dla odpadów zmieszanych i odpadów z selektywnej zbiórki. Linia obejmuje rozrywarkę worków i nadawę, dwa stanowiska do okresowego wybrania odpadów ponadgabarytowych oraz szkła, sito kaskadowo-wibracyjne (z cięciem 80mm i 160mm). Frakcja 0-80mm kierowana jest do sita batutowego oraz separatora części twardych w celu odsiania frakcji mineralnej (0-20mm i ciężkiej) od frakcji 20-80mm kierowanej do procesu biologicznego (stabilizacji w 4 reaktorach długości 30m i szerokości 7m w technologii BIODEGMA). Odstawa obu strumieni odbywa się przy pomocy automatycznych stacji załadowczych (dwa kontenery 32m^3). Dla frakcji ciężkiej (mineralnej) dodatkowo strumień kierowany jest przed załadunkiem pod działanie separatora metali żelaznych. Frakcje 80-160mm i pow. 160mm kierowane są

odrębnymi przenośnikami sortowniczy w kabinie segregacji z możliwością wydzielenie (z obu frakcji tych samych) surowców (5 boksów) obejmujących 2 x 10 stanowisk. Pozostałości kierowane są do separatora metali żelaznych, separatora metali nieżelaznych (wiroprądowy), a następnie separatora opto-pneumatycznego NIR w celu rozdziału frakcji kalorycznej (preRDF) od frakcji balastowej kierowanej do składowania. Frakcja balastowa kierowana jest do automatycznej stacji załadowczej (dwa kontenery 32m^3). Frakcja kaloryczna kierowana jest do tymczasowego magazynu i następnie kierowana jest do prasy. Z obu kabin odpad spychany jest do kanału i kierowany do prasy.

Obecnie trwają prace przygotowawcze do pierwszego etapu modernizacji obejmujące wykonanie automatyzacji załadunku komponentów paliwa alternatywnego (preRDF) poprzez wykonanie zbiornika magazynującego, przenośnika do prasy oraz wymiany samej prasy. Przewiduje się montaż prasy o nacisku >80Mg i wydajności od ok. 7Mg dla odpadów o gęstości 35kg/m^3 i ok. 14Mg dla frakcji o gęstości 80kg/m^3. Prasa powinna zostać wyposażona w perforator oraz dostosowaniem do podawania surowców z istniejącego kanału (jak dotychczas) oraz z nowego przenośnika dla preRDF ze zbiornika magazynowego. Zbiornik magazynowy powinien posiadać system dozowania (ruchoma podłoga), pojemność min. 25m^3. Celem układu jest gromadzenie odpowiedniej ilości materiału przed zbelowaniem (wraz z automatycznym podawaniem), a podczas magazynowania umożliwienie podawania surowców wybranych w kabinach sortowniczych.

Dodatkowo istnieje możliwość skierowania odpadów z selektywnej zbiórki (np. odpadów papieru) na krótką linię sortowniczą obejmującą nadawę i kabinę sortowniczą 6 stanowiskową (3 boksy) i transportem pozostałości do magazynu odpadów kalorycznych.

Obecna przepustowość linii wynosi ok. 10Mg na godzinę dla odpadów zmieszanych i 1-2 Mg/h dla odpadów z selektywnej zbiórki.

Obecne przyłącze elektroenergetyczne zapewnia moc ok. 600 kW.

6. Opis proponowanych rozwiązań modernizacji i rozbudowy sortowni odpadów

Oszacowane główne niedobory obecnej linii:

- słabe odsianie frakcji podsitowej na sicie kaskadowym (33,5% w 2021 r.),
- ograniczony czas pracy z uwagi na brak możliwości równoczesnego podania odpadów zmieszanych i z selektywnej zbiórki,
- ograniczone możliwości wydajności godzinowej z uwagi na manualny system wybierania surowców (poza metalami),
- niska efektywność wybierania surowców z odpadów zmieszanych z uwagi na grubość odpadów na przenośniku sortowniczym.

Należy również do minimum ograniczyć przerwę technologiczną modernizacji linii. Modernizacja musi uwzględniać także znaczną sezonowość rodzajową odpadów, stąd należy przyjąć wyższe wydajności poszczególnych części linii.

Z uwagi na rosnącą ilość odpadów z selektywnej zbiórki należy dostosować się do zwiększonych ilości, przy zapewnieniu wysokiego poziomu wybierania surowców. W tym celu należy umożliwić wybranie większej ilości rodzajów surowców oraz zautomatyzować proces. Odpady zmieszane (resztkowe) zawierają coraz mniej surowców. Niezbędne jest zwiększenie efektywności sita oraz umożliwienie rozdziału frakcji kalorycznej od balastowej i zapewnienie wybierania metali. Frakcja kaloryczna w razie stwierdzenia znacznej ilości surowców może zostać skierowana do przetwarzania na linii odpadów dla selektywnej zbiórki celem zwiększenia poziomów wybrania surowców.

W ramach prac przeanalizowano 3 rozwiązania technologiczne:

- OPCJA 1 - pozostawienie obecnej sortowni i poddanie jej modernizacji na odpady z selektywnej zbiórki oraz wybudowanie nowego obiektu i instalacji do przetwarzania odpadów zmieszanych,
- OPCJA 2 - pozostawienie obecnej sortowni i poddanie jej modernizacji na odpady zmieszane oraz wybudowanie nowego obiektu i instalacji do przetwarzania odpadów z selektywnej zbiórki
- OPCJA 3 - rozbudowa istniejącej sortowni i jej doposażenie.
  We wszystkich opcjach uwzględniono wykonanie I etapu modernizacji obejmującego dostawę i montaż zbiornika magazynowego preRDF, przenośnika i nowej prasy.

6.1 OPCJA 1

6.1.1 Rozbudowa instalacji – nowa hala (odpady zmieszane)

Dla odpadów resztkowych (zmieszanych) przewidziano budowę **hali o wymiarach ok. 30x50m** (1.500m^2). Odpady kierowane będą do zasobni o powierzchni ok. 300m^2, co zapewni zmagazynowanie co najmniej 150Mg odpadów. Odpady będą kierowane do **rozrywarki worków** (lub **nadawy**, w przypadku dostarczania odpadów luzem lub awarii rozrywarki). Następnie odpady skierowane zostaną do kabiny wstępnego sortowania 6 stanowiskowej z dwoma głównymi boksami (elementy tarasujące oraz folie) oraz czterema bocznymi wrzutami: szkło, gruz, aluminium, problemowe). Następnie odpady zostaną skierowane do **sita bębnowego** o długości siewnej minimum 10m i średnicy 2,5-3,0m, w

celu wydzielenia frakcji 0-80mm oraz pow. 340mm. Frakcja 80-340mm skierowana zostanie pod działanie separatora **metali żelaznych**, separatora metali nieżelaznych oraz **separatora opto-pneumatycznego NIR**. Separator NIR rozdziela frakcję kaloryczną (bez PCV) od frakcji balastowej. Odbiór frakcji kalorycznej i balastowej za pomocą automatycznych stacji załadunku (2 x kontener 32m^3). Opcjonalnie do wykorzystania (przeniesienia) jest separator opto-pneumatyczny. Frakcja powyżej 340mm powinna zostać skierowana odrębnym przenośnikiem i połączona z frakcją kaloryczną wydzieloną na separatorze NIR. Frakcja kaloryczna w razie stwierdzenia znacznej ilości surowców może zostać skierowana do przetwarzania na linii odpadów dla selektywnej zbiórki celem zwiększenia poziomów wybrania surowców. Frakcja 0-80mm, tak jak do tej pory, rozdzielona zostanie na frakcję mineralną z wykorzystaniem (przeniesionym) **sitem batutowym i gęstościowym** oraz **separatorem metali żelaznych** z frakcji 0-80mm (wariant A, rekomendowany). Opcjonalnie (wariant B) można wydzielić frakcję 0-20mm na sicie bębnowym. Z innych opcji można zastosować dodatkowo drugi separator metali nieżelaznych na frakcji 0-80mm oraz małą kabinę sortowniczą dla frakcji >340mm.

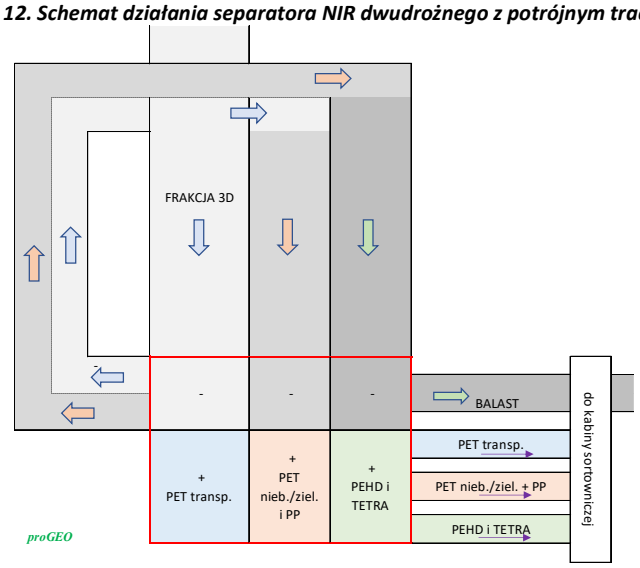
6.1.2 Modernizacja istniejącej instalacji (odpady selektywnie zebrane)

Na istniejącej linii przewidziano: demontaż i przeniesienie sita batutowego, gęstościowego, a także separatora opto-pneumatycznego NIR oraz przebudowę kabiny sortowniczej, a także wymianę pokładów sita kaskadowego. Zaplanowano dostawę sortera opto-pneumatycznego NIR szerokości 2800mm dwudrożnego oraz separator balistyczny (padlowy).

Układ zmodernizowanej linii sortowniczej do przetwarzania odpadów z selektywnej zbiórki obejmuje istniejące: **rozrywarkę worków**, **nadawę** i **stanowiska** do wybrania elementów tarasujących. Następnie odpady zostaną skierowane do istniejącego **sita kaskadowego** z wymienionymi pokładami w cięciu 40mm i 320mm. Frakcja drobna skierowana zostanie do kontenera/koleby, a frakcja powyżej 320mm do istniejącej małej **kabiny** (dotychczas wykorzystywanej dla odpadów z selektywnej zbiórki) nowym przenośnikiem taśmowym. Frakcja 40-320mm skierowana zostanie nowymi przenośnikami do **nowego separatora balistycznego** w celu rozdziału odpadów na trzy frakcje: toczącą się, przestrzenną tzw. 3D, płaską, lekką tzw. 2D oraz odsianie frakcji drobnej <40(50)mm (pomimo zastosowania sita wydzielone zostanie do ok. 5% tej frakcji i z uwagi na jej niewielką kubaturę skierowane do koleby lub zostanie połączone z frakcją drobną z sita kaskadowego). Frakcja 2D zostanie skierowana nowym przenośnikiem na przenośnik frakcji >320mm i dalej do małej kabiny sortowniczej (możliwość wybrania 3 rodzajów odpadów np. dla żółtego pojemnika: karton/papier, folia mix, folia transparentna). Frakcja 3D skierowana zostanie nowymi przenośnikami do **nowego sortera opto-pneumatycznego NIR** o szerokości 2800mm dwudrożnego z tzw. multi-track'iem (potrójnym). Sorter podzielony zostanie na 3 odcinki (1200mm/800mm/800mm lub 1200mm/1000mm/600mm) w celu automatycznego wybrania pozytywnie 3 rodzajów surowców (grup surowców). Przewiduje się pracę ok. 2-4 osób. Wstępnie proponuje się wydzielenie w pierwszym wydmuchu frakcji PET transparent, w drugim PET niebieski i zielony oraz PP do wybrania manualnego, w trzecim PEHD oraz kartoniki do płynnej żywności typu TETRA PAK do wybrania manualnego. Pozytywnie (automatycznie) wybrane surowce trafią za pomocą przenośników dwudzielnych do **przebudowanej kabiny** (usunięcie przenośnika sortowniczego dalszego od kanału do prasy), prostopadle do dłuższego boku kabiny dla umożliwienia wykorzystania 5 boksów (PET transparent, PET nieb./ziel., PP, PEHD, TETRA. Pozostałość 3D powinna zostać skierowana na drugi istniejący przenośnik sortowniczy, w celu umożliwienia

dodatkowego wybrania surowców „utraconych". Pozostałość z kabiny małej (>320mm i 2D) skierowana zostanie do zbiornika magazynowego preRDF. Pozostałość 3D z dużej kabiny skierowana zostanie pod działanie istniejących sorterów metali żelaznych i nieżelaznych i snowym przenośnikiem (w miejscu dotychczasowego sortera NIR) również zostanie skierowana do separatora bunkrowego preRDF. Poniżej przedstawiono schemat działania sortera opto-pneumatycznego oraz przykładowe zdjęcia z analogicznego rozwiązania.

Rysunek 12. Schemat działania separatora NIR dwudrożnego z potrójnym tracking'iem



Rysunek 13. Przykład rozwiązania w oparciu o separator NIR dwudrożny z potrójnym tracking'iem, foto proGEO

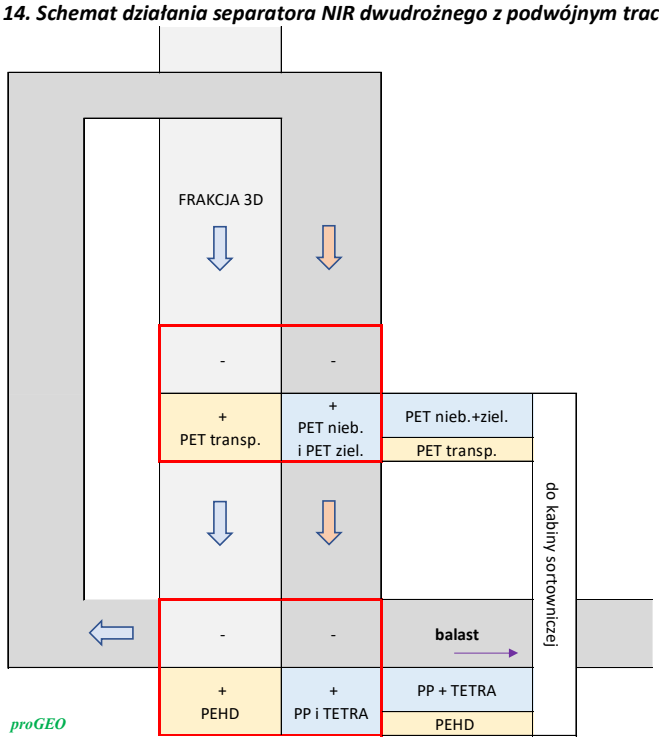
Podsumowując ingerencja w istniejącą instalacje jest stosunkowo umiarkowana, a wykorzystanie istniejących urządzeń pełne (wykorzystane dla zmodernizowanej linii lub przeniesione do nowobudowanej instalacji dla odpadów resztkowych). Zbędne będą jedynie automatyczne stacje załadunku, ale opcjonalnie można wykorzystać 1 dla frakcji drobnej spod sita kaskadowego i separatora balistycznego oraz dla dotychczasowej stacji balastu można poprzez przenośnik rewersyjny zachować opcję skierowania pozostałości 3D do kontenerów. W pierwszej kolejności należy wybudować nową halę i uruchomić instalację dla odpadów zmieszanych. Następnie należy przystąpić do modernizacji istniejącej linii.

6.2 OPCJA 2

6.2.1 Rozbudowa instalacji – nowa hala (odpady selektywnie zebrane)

Dla odpadów z selektywnej zbiórki przewidziano budowę nowej **hali o wymiarach ok. 30m x 65m** (1.950m^2). Odpady kierowane będą do zasobni o powierzchni ok. 250m^2, co zapewni zmagazynowanie co najmniej 40-50 Mg odpadów. W razie potrzeby należy wydzielić część dla różnych rodzajów zbieranych odpadów za pomocą bloczków betonowych. Odpady będą kierowane do **rozrywarki worków** (lub **nadawy**, w przypadku dostarczania odpadów luzem lub awarii rozrywarki). Następnie odpady skierowane zostaną do kabiny wstępnego sortowania 6 stanowiskowej z dwoma głównymi boksami (folie i karton lub elementy tarasujące) oraz co najmniej dwoma bocznymi wrzutami: szkło, gruz, ew. odpady problemowe). Następnie odpady zostaną skierowane do **sita kaskadowego** przeniesionego z istniejącej linii sortowniczej z wymienionymi pokładami w cięciu 40mm i 320mm. Frakcja drobna skierowana zostanie do kontenera/koleby, a frakcja powyżej 320mm do **zintegrowanej kabiny sortowniczej** w celu możliwości wydzielenia 4 frakcji (folia transparent, folia mix, karton, papier) oraz pozostałości – preRDF (boks podwójny). Frakcja 40-320mm skierowana zostanie do **separatora balistycznego** (padlowego) w celu rozdziału odpadów na trzy frakcje: toczącą się, przestrzenną tzw. 3D, płaską, lekką tzw. 2D oraz odsianie frakcji drobnej <40(50)mm (pomimo zastosowania sita wydzielone zostanie do ok. 5% tej frakcji i z uwagi na jej niewielką kubaturę skierowane do koleby lub zostanie połączone z frakcją drobną z sita kaskadowego). Frakcja 2D zostanie skierowana do kabiny zintegrowanej z możliwością rozdziału na cztery frakcje i preRDF w układzie analogicznym jak dla frakcji powyżej 320mm. Istnieje możliwość połączenia przenośnika sortowniczego frakcji >320mm i 2D (frakcja 2D powinna być „dosypana" do frakcji >320mm). Frakcja 3D skierowana zostanie poprzez **separator metali żelaznych** i **separator metali nieżelaznych** do układu dwóch **sorterów opto-pneumatycznych NIR** o szerokości 2000mm i 1400mm dwudrożnych z tzw. multi-track'iem (podwójnym). Sorter podzielony zostanie na 2 odcinki (NIR3D-1 1200/800mm, NIR3D-2 800/600mm) w celu automatycznego wybrania pozytywnie 4 rodzajów surowców (grup surowców). Wstępnie proponuje się wydzielenie w pierwszym wydmuchu na NIR3D-1 frakcji PET transparent, w drugim PET niebieski i zielony do wybrania manualnego, a dla NIR3D-2 frakcji PEHD, a w drugim PP i TETRA do wybrania manualnego. Poszczególne frakcje skierowane zostaną do kabiny zintegrowanej przenośnikami dwudzielnymi. Przewiduje się do 6 boksów na ww. surowce oraz bunkier preRDF na pozostałość 3D po wcześniejszej kontroli manualnej. Przewidziano również przenośnik poniżej kabiny skierowany na pozostałości 3D ze stanowisk kontroli jakości dla wybranych surowców 3D („złe wrzuty"). Dodatkowo przewidziano podczyszczanie wybranych metali żelaznych i nieżelaznych (przenośnik dwudzielny, odstawa do koleb) Łącznie przewidziano w kabinie zintegrowanej 10 boksów na surowce oraz dwa boksy (w tym jeden podwójny i 1 bunkier) na preRDF. Przewiduje ok. 22 stanowisk sortowniczych z opcją przemieszczanie się pracowników w zależności od potrzeb. W kabinie zintegrowanej przewidziano pomieszczenie sterówki. Opcjonalnie (wariant 2) instalację doposażono w sorter opto-pneumatyczny dla frakcji 2D w celu automatycznego wybrania frakcji folii transparentnej lub folii mix. Poniżej przedstawiono schemat działania sortera opto-pneumatycznego oraz przykładowe zdjęcia z analogicznego rozwiązania oraz rozdział frakcji 2D.

Rysunek 14. Schemat działania separatora NIR dwudrożnego z podwójnym tracking'iem



Rysunek 15. Przykład rozwiązania w oparciu o separator NIR dwudrożny z podwójnym tracking'iem, foto proGEO

Rysunek 16. Przykład efektu rozdziału frakcji 2D przez separator NIR (z lewej wybrana folia PE mix), foto proGEO

Dodatkowo przewidziano nadawę dla odpadów bez worków i bez konieczności zastosowania sita (np. selektywnie zebrany papier i karton) z możliwością skierowania na separator balistyczny lub z jego pominięciem na długi przenośnik sortowniczy w kabinie zintegrowanej (>320mm). Umożliwi to podczyszczenie wybranych surowców lub ich rozsortowanie bez konieczności uruchamiania całej linii.

6.2.2 Modernizacja istniejącej instalacji (odpady zmieszane)

Odpady resztkowe (zmieszane) przetwarzane będą w istniejącej sortowni po drobnych korektach związanych z wymianą sita (przeniesione do nowej hali sito kaskadowe zastąpione zostanie sitem bębnowym) oraz przeniesieniem istniejącego separatora opto-pneumatycznego NIR w nową lokalizację, której celem jest szybsze wybranie frakcji kalorycznej (surowcowej) w celu lepszej efektywności sortowania.

Zachowany zostanie układ dotychczasowy dla odpadów zmieszanych (resztkowych) – **rozrywarka worków, nadawa, stanowiska kontroli**. Następnie odpady skierowane zostaną do **nowego sita bębnowego** o długości co najmniej o długości siewnej minimum 10m i średnicy 2,5-3,0m, w celu wydzielenia frakcji 0-80mm oraz pow. 340mm. Frakcja poniżej 80mm skierowana zostanie na istniejący układ **sita batutowego i gęstościowego**. Frakcja 80-340mm skierowana zostanie nowymi przenośnikami do przeniesionego **sortera opto-pneumatycznego** NIR w celu rozdziału frakcji kalorycznej od balastowej. Frakcja kaloryczna skierowana zostanie na jeden przenośnik sortowniczy w **kabinie głównej**. Z uwagi na mniejszą ilość odpadów oraz ich lepszą jakość efektywność wybierania poprawi się. Frakcja balastowa skierowana zostanie na drugo przenośnik, gdzie 2 osoby skontrolują i wybiorą ewentualne surowce (tożsame boksami z poprzednim przenośnikiem). Odpady kaloryczne po wybraniu surowców kierowane są do zbiornika magazynowego. Odpady balastowe poprzez **separator metali żelaznych i nieżelaznych** skierowane zostaną do automatycznej stacji załadowczej. Frakcja powyżej 340mm skierowana zostanie nowymi przenośnikami do istniejącej małej **kabiny** (dotychczas wykorzystywanej dla odpadów z selektywnej zbiórki) nowym przenośnikiem taśmowym. Odpady ze zbiornika magazynowego preRDF oraz surowce spod kabiny przenośnikiem kanałowym kierowane będą do **prasy**.

Podsumowując ingerencja w istniejącą instalację jest stosunkowo niewielka, a wykorzystanie istniejących urządzeń pełne (wykorzystane dla zmodernizowanej linii lub przeniesione do nowobudowanej instalacji dla odpadów z selektywnej zbiórki). W pierwszej kolejności należy wykonać nową halę i ją wyposażyć. Po uruchomieniu nowej instalacji przystąpić do modernizacji istniejącej linii.

6.3 OPCJA 3

Opcja 3 zakłada rozbudowę i modernizację istniejącej hali. Planuje się rozbudowę istniejącej hali w kierunku zachodnim o ok. 20 m na całej długości. Wymaga to znacznej ilości prac rozbiórkowych. Układ główny byłby podobny jak dla OPCJI 1 dla odpadów z selektywnej zbiórki - wymiana pokładów sita kaskadowego, dostawienia separatora balistycznego, ale bez separatora opto-pneumatycznego z uwagi na brak wolnej powierzchni. W związku z powyższym pozostałaby jedynie możliwość sortownia manualnego (przy stosunkowo dużej obsadzie sortowaczy). Po separatorze balistycznym odpady 3D kierowane byłyby na pierwszy przenośnik sortowniczy w kabinie, a frakcja 2D na drugi. Należałoby wykonać bunkry samo-rozładowcze pod kabiną w ilości 10 sztuk oraz wykonać przenośnik taśmowy kierujący wybrane surowce do prasy.

W dobudowanej części hali zlokalizowana zostałaby zasobnia dla odpadów zmieszanych, rozrywarka worków i nadawa, kabina wstępna 6 stanowiskowa, sito bębnowe długości 10m i średnicy 2,5-3,0m trójfrakcyjne (80mm/340mm). Frakcja poniżej 80mm skierowana zostanie do istniejącego układu sita batutowego i gęstościowego oraz istniejących stacji załadowczych. Frakcja powyżej 340mm skierowana zostanie do istniejącej małej kabiny. Frakcja 80-340mm skierowana zostanie do przeniesionego separatora opto-pneumatycznego NIR. Balast skierowany zostanie istniejącym układem przez separator metali żelaznych i nieżelaznych do stacji załadowczej. Wydzielona frakcja kaloryczna skierowana zostanie do układu do zbiornika magazynowego preRDF.

Układ ten jest trudny do realizacji, gdyż wyłączenie funkcjonowania hali będzie stosunkowo długie. Problemowa jest rozbudowa hali (brak miejsca). Układ praktycznie nie będzie posiadał możliwości rozbudowy w przyszłości. Przykładowe zamaszynowienie przedstawiono na załączniku. Opcja wymaga przedyskutowania możliwości rozbudowy hali i likwidacji obiektów (w tym zbiornika p.poż.). W związku z powyższym nie przygotowano schematu zagospodarowania terenu dla tej opcji. Wariant ten nie jest rekomendowany na obecnym etapie.

6.4 Bilans przepływu odpadów

Schematy przepływu bilansowego dla wszystkich opcji stanowią załączniki.

Przewidywana wydajność godzinowa dla przetwarzania odpadów zmieszanych ok. 14 Mg/h, w tym ok. 50% frakcji 0-80mm. Przy założonej wydajności dla przetworzenia 34.000 Mg odpadów w skali roku niezbędne będzie 220 zmian roboczych (czyli jedna zmiana z niewielką rezerwą). Przewidywana wydajność godzinowa dla przetwarzania odpadów z selektywnej zbiórki (żółty i niebieski worek) wyniesie do 3,7 Mg/h (3,3-4,0Mg/h w zależności od materiału wsadowego do procesu), czyli ok. 6.000 Mg na rok na jedną zmianę roboczą.

Dla OPCJI 1 analiza wykazała dla przetwarzania odpadów zmieszanych możliwość wysortowania 3,5% surowca (przy 4 sortowaczach), zwiększenie frakcji biodegradowalnej do 25,9%, frakcji mineralnej do 21,2%, preRDF wyniesie ok. 22,8%, a balast 25,4%. Dla przetwarzania odpadów selektywnie zebranych możliwe będzie wysortowanie ok. 36% surowców (18 sortowaczy), preRDF stanowił będzie blisko 51%, a frakcja 0-40mm ok. 9%.

Tabela 7. Bilans odpadów dla OPCJI 1

OPCJA 1	zmieszane		selekt	
	Mg/h	%	Mg/h	%
INPUT	**14,00**	**-**	**3,70**	**-**
OUTPUT	**14,00**	**100,0%**	**3,70**	**100,0%**
surowce	0,48	3,5%	1,33	36,0%
frakcja mineralna	2,96	21,2%	0,00	0,0%
frakcja biodegradowalna	3,62	25,9%	0,00	0,0%
frakcja balastowa	3,55	25,4%	0,00	0,0%
preRDF	3,19	22,8%	1,88	50,9%
frakcja <40mm	0,00	0,0%	0,34	9,1%
inne (tarasujące, problemowe)	0,19	1,3%	0,15	4,1%

Obliczenia własne, na podstawie przyjętych założeń

Dla OPCJI 2 dla przetwarzania odpadów zmieszanych oszacowano możliwość wysortowania 4,6% surowca (przy 10 sortowaczach), zwiększenie frakcji biodegradowalnej

do 26,4%, frakcji mineralnej do 20,7%, preRDF wyniesie ok. 21,5%, a balast 24,5%. Dla przetwarzania odpadów selektywnie zebranych możliwe będzie wysortowanie ok. 51,3% surowców (21 sortowaczy), preRDF stanowił będzie blisko 36%, a frakcja 0-40mm ok. 9%. Natomiast przy zastosowaniu dodatkowego separatora NIR na frakcji 2D możliwe będzie wysortowanie ok. 60% surowców (19 sortowaczy), a preRDF stanowił będzie blisko 27,3%.

Tabela 8. Bilans odpadów dla OPCJI 2

OPCJA 2	zmieszane		selekt etap A		selekt etap B	
	Mg/h	%	Mg/h	%	Mg/h	%
INPUT	**14,00**	**-**	**3,70**	**-**	**3,70**	**-**
OUTPUT	**14,00**	**100,0%**	**3,70**	**100,0%**	**3,70**	**100,0%**
surowce	0,65	4,6%	1,90	51,3%	2,22	60,0%
frakcja mineralna	2,90	20,7%	0,00	0,0%	0,00	0,0%
frakcja biodegradowalna	3,70	26,4%	0,00	0,0%	0,00	0,0%
frakcja balastowa	3,44	24,5%	0,00	0,0%	0,00	0,0%
preRDF	3,02	21,5%	1,33	36,0%	1,01	27,3%
frakcja <40mm	0,00	0,0%	0,32	8,6%	0,32	8,6%
inne (tarasujące, problemowe)	0,30	2,1%	0,15	4,1%	0,15	4,1%

Obliczenia własne, na podstawie przyjętych założeń

Rekomendowanym rozwiązaniem jest opcja 2 w etapie docelowym. Efektem prac jest zwiększenie efektywności wybierania surowców, zwłaszcza przy przetwarzaniu odpadów selektywnie zebranych, przy jednoczesnym zmniejszeniu ilości preRDF. Dla odpadów zmieszanych (głównie za sprawą wymiany sita) nastąpi prawdopodobnie zwiększenie frakcji podsitowej przy zmniejszeniu masy frakcji balastowej i preRDF.

Analizując dane należy stwierdzić, że przy funkcjonowaniu obu linii czas pracy zakładu będzie ograniczony do jednej zmiany roboczej od poniedziałku do piątku, co przynosi korzyści związane z minimalizacją obsługi. Rezerwa mocy dla tego systemu wynosi ok. 30% w stosunku do obecnych ilości przetwarzanych odpadów. Zwiększenie przepustowości instalacji można uzyskać poprzez wydłużenie czasu pracy np. w soboty lub uruchomienie (co jakiś czas drugiej zmiany).

Schematy blokowe dla wszystkich opcji zamieszczono na końcu tekstu.

6.5 Koncepcyjny schemat zagospodarowania terenu

W opcji 1, zakładając budowę **nowej hali dla przetwarzania odpadów zmieszanych** o szerokości 30m i długości 50m. Zlokalizowano ją w południowo-wschodniej części terenu, obok istniejącej kompostowni. Pozytywnym aspektem tej lokalizacji będzie bliskość istniejącej kompostowni, skrócenie transportu odpadów biodegradowalnych do stabilizacji (ewentualnie komponentów paliwa alternatywnego do suszenia). Trudniejsza jest logistyka dostaw do sortowni. Optymalny byłby wjazd od południa, a odstawa wszystkich wytworzonych odpadów od północy, przez co nie byłoby krzyżowania się transportów. Jednakże możliwość wjazdu od strony południowej należy przemyśleć, gdyż obecnie zlokalizowane są tam parkingi. Drugim rozwiązaniem jest lokalizacja naprzeciwko istniejącej kompostowni i połączenie hali i kompostowni wiatą z magazynem (boksem) odpadów biodegradowalnych.

Po wybudowaniu instalacji przetwarzania bioodpadów z selektywnej zbiórki, pojawią się wolne moce przerobowe na kompostowni. Można je wykorzystać poprzez wydłużenie okresu fazy intensywnej (konieczne przerzucanie) przez co zapotrzebowanie na plac dojrzewania zmniejszy się. Alternatywnie wolne reaktory kompostowni można wykorzystać dla potrzeb podsuszania komponentów paliwa alternatywnego – uzyskując lepszą jakość produktu finalnego (spadek wilgotności).

Dla opcji 2 zakładając budowę **nowej hali dla przetwarzania odpadów z selektywnej zbiórki**, lokalizacja tej hali (30x65m) może być rozważana w dwóch wariantach. Pierwszy to lokalizacja na obecnym placu kompostowym (jednakże zmniejszy się powierzchnia placu). Pozytywnym aspektem tej lokalizacji jest bliskość instalacji kompostowej z opcją wykorzystania dla suszenia komponentów paliwa alternatywnego. Alternatywnym rozwiązaniem jest lokalizacja sortowni odpadów z selektywnej zbiórki na terenie rozbudowy instalacji fermentacji. Zaletami tej lokalizacji jest nowa infrastruktura, możliwość wykorzystania energii i ciepła z kogeneracji instalacji fermentacji i fotowoltaiki. Bliskość PSZOK też pozwala na podczyszczanie zebranych dodatkowo odpadów. Oddzielone zostałoby „**centrum recyklingu i zielonej energii**" (dla odpadów z selektywnej zbiórki) od instalacji MBP, na której w dalszej perspektywie czasowej można wykonać doposażenie w zakresie instalacji przygotowania paliw alternatywnych oraz magazynów dla tej frakcji. Wadą jest stosunkowo mała powierzchnia do wykorzystania oraz duża odległość od budynku socjalnego (i administracyjnego).

Takie rozwiązanie pozwala również na wykorzystanie istniejącego terenu pod magazyny na odpady paliwa alternatywnego lub niewielką instalację rozdrabniania. Obecne wstępne uzgodnienia z MPEC Olsztyn w zakresie odbioru odpadów kalorycznych w spalarni nie wymagają rozdrobnienia (co powoduje dużą oszczędność energii). Zawartość chloru zostanie ograniczona przez zastosowanie sortera NIR, a spadek wilgotności można uzyskać poprzez suszenie w istniejącej kompostowni (po zwolnieniu mocy z uwagi na nową instalację).

6.6 Analiza wielokryterialna opcji rozbudowy i modernizacji

W poniższej tabeli zestawiono kilka parametrów na logistykę, funkcjonalność i efektywność planowanego zakresu prac dla poszczególnych analizowanych opcji.

Tabela 9. Ocena porównawcza efektywności dla poszczególnych opcji

parametr	opcja 1	opcja 2A	opcja 2B	opcja 3
czas przestoju przy modernizacji	średni	krótki		długi
ilość wybieranych frakcji surowcowych automatycznie OKZ	2	2		2
ilość boksów i koleb (bez wrzutów bocznych) OKZ	4	10		3
ilość personelu sortującego OKZ	6	8	8	6
ilość wybieranych frakcji surowcowych automatycznie selekt	5	6	7	5
ilość boksów i koleb (bez wrzutów bocznych) selekt	10	14	14	10
ilość wybieranych frakcji surowcowych automatycznie łącznie	7	8	9	7
ilość boksów i koleb (bez wrzutów bocznych) łącznie	14	24		13
ilość personelu sortującego selekt	12	14	12	12
opcja automatycznego wybrania folii	nie	nie	tak	nie
ocena	+	++	+++	+/-

Optymalnym rozwiązaniem pod względem efektywności (zwłaszcza ilości wybieranych surowców w sposób automatyczny lub manualne) jest opcja 2. Generalnie dobudowanie

nowej hali i rozdzielenie procesów dla odpadów zmieszanych i z selektywnej zbiórki (opcje 1 i 2) jest efektywniejsze od rozbudowy istniejącego obiektu (opcja 3).

6.7 Podstawowe dane urządzeń

W niniejszym rozdziale opisano wytyczne dla wyposażenia linii technologicznej. Ze względu na wstępny charakter opracowania należy rozdział uzupełnić lub zmodyfikować, na dalszych etapach prac (OPZ, PFU), określając m.in. wartości oczekiwanych paramentów gwarantowanych.

6.7.1 Rozrywarka worków

Rozrywarka winna zapewniać co najmniej 95% skuteczność otwierania worków w strumieniu odpadów z selektywnej zbiórki przy zakładanej przepustowości. Wymagana wydajność rozrywarki worków: dla odpadów z selektywnej zbiórki przy gęstości materiału zasypowego 50 ÷ 150 kg/m³ - min. 5,0 Mg/h, a dla odpadów zmieszanych przy gęstości materiału zasypowego 250-350 kg/m³ - min. 20,0 Mg/h. Wydajność urządzenia powinna być regulowana poprzez zmianę prędkości przenośnika w zasobniku ruchomej podłogi lub przenośnika. Urządzenie powinno być wyposażone w funkcję automatycznego rewersu (samooczyszczanie) w przypadku napotkania na ciężki/duży element, niemożliwy do przemieszczenia pod lub nad bębnem roboczym. W przypadku, gdy taka sytuacja zaistnieje, urządzenie powinno min. trzykrotnie próbować rozerwać trudny element, po czym powinno się zatrzymać, by nie dopuścić do uszkodzenia. Sterowanie powinno także gwarantować dopasowanie prędkości podawania przesuwnej podłogi do wydajności bębna rozrywającego. Zalecane jest zastosowanie w urządzeniu rozwiązania polegającego na wyrzuceniu materiału problematycznego do przodu bębna rozrywającego.
Urządzenie powinno charakteryzować się:
− dużą skutecznością otwierania „worka w worku”- mechanizm do otwierania worków w celu wysypania odpadów,
− zapewnić równomierne rozłożenie zawartości worków z odpadami na przenośnikach taśmowych,
− zabezpieczeniem przed nawijaniem się przedmiotów w mechanizm maszyny (w tym na sznurki, druty, folie itp.),
− urządzenie powinno zapewniać bezpieczeństwo pracy w przypadku podania materiałów o większych rozmiarach,
− odporność elementów urządzenia na ścieranie, elementy tnące,
− posiadać niezawodny napęd silnikiem wolnoobrotowym,
− posiadać zasobnik o pojemności min. 10 m^3 umożliwiający podawanie odpadów do urządzenia ładowarką kołową,
− posiadać szerokość roboczą dostosowaną do podajnika kanałowego.
Rozrywarkę worków należy umieścić na stabilnej konstrukcji nośnej. Zasypywanie worków z odpadami do rozrywarki będzie odbywało się za pomocą ładowarki kołowej. W przypadku stwierdzenia takiej konieczności należy wykonać fundament bądź wzmocnienie posadzki w miejscu posadowienia urządzenia. Ściana tylna podwyższona w stosunku do przedniej 1 m z zamontowanym lustrem. Maksymalna wysokość zasypu 2 700 mm. Rozrywarka powinna być zainstalowana nad kanałem nadawczym równolegle do niego. Usytuowanie rozrywarki

worków powinno umożliwiać zasyp odpadów z pominięciem urządzenia bezpośrednio na taśmociąg kanałowy w celu zapewnienia ciągłości pracy w przypadku wystąpienia jej awarii. Obudowa urządzenia powinna być tak skonstruowana, aby umożliwić łatwy dostęp obsługi do wszystkich elementów wymagających czyszczenia i konserwacji. Urządzenie dostosowane do ciężkich warunków pracy, tj. wyposażone w szczelną szafę sterowniczą, centralne smarowanie oraz system podgrzewania/chłodzenia oleju zapewniający bezawaryjną pracę w przypadku wystąpienia zarówno ujemnych jak i dodatnich temperatur.
Przykładowe urządzenia – *BRT Hartner*, *Matthiessen*.

6.7.2 Sito bębnowe

Podawanie odpadów do sita bębnowego winno nastąpić poprzez przenośnik doprowadzający usytuowany wzdłużnie do osi sita bębnowego.
Długość czynna bębna sita (długość siewna): minimum 10,0 m, średnica czynna bębna min. 2,5-3,0 m. Sito czterofrakcyjne. Bęben podzielony na dwie sekcje o wielkości okrągłych otworów sitowych na każdej sekcji kolejno 80mm i 340mm. Poprzez długość siewną należy rozumieć odległość mierzoną wyłącznie na długości blach perforowanych sita. Sito musi posiadać pyłoszczelną obudowę oraz musi być przystosowane do zamontowania odciągu powietrza. Włazy rewizyjne muszą mieć takie wymiary, aby można było bez przeszkód wykonywać prace konserwacyjne i remontowe. Należy także zapewnić oświetlenie niezbędne do przeprowadzania tych prac.

W celu dostosowania sita do zmieniających się własności materiału należy je zaopatrzyć w wymienne, przykręcane śrubami blachy perforowane oraz układ regulacji prędkości obrotowej. Dostęp do wnętrza sita musi być zapewniony poprzez opuszczany względnie podnoszony mechanicznie składany pomost serwisowy. Punkty smarowania łożysk winny być umieszczone tak, aby smarowanie przebiegało sprawnie i nie wymagało demontażu urządzenia oraz umożliwiały pracę ciągłą urządzenia bez konieczności wyłączenia i przestoju linii technologicznej.
Wykonawca winien zapewnić:

- zabudowę elementów konstrukcyjnych minimalizującą zabrudzenie urządzenia i otoczenia,
- wykonanie rozwiązań, które zminimalizują zatykanie się oczek sit, owijanie się na sicie np. linek, kabli, wyrobów pończoszniczych i odzieżowych, taśm video i magnetofonowych, poprzez zabudowanie odpowiedniego kołnierza (tulei) otworów 340 mm o wysokości każdego min. 100 mm.
- zabudowę noży tnących umożliwiających dodatkowe rozcięcie materiału i poprawę efektywności sortowania.

Optymalna efektywność odsiewania winna być zapewniona poprzez odpowiednie elementy konstrukcyjne oraz regulację prędkości obrotów sita bębnowego. Dla umożliwienia prowadzenia prac serwisowych winny zostać zamontowane pomosty i schody serwisowe z każdej strony sita. Ponadto w obudowie – z jednej strony sita winny zostać wykonane klapy pozwalające na czyszczenie bębna sita od zewnątrz. Klapy te powinny być uchylne pneumatycznie lub przy pomocy sprężyn gazowych i nie służą wejściom obsługi do środka sita. Należy zapewnić zmaksymalizowane pole czyszczenia i dostępności do obszaru sita. Całkowita długość sita musi być dostępna poprzez klapy uchylne. Każda klapa winna zostać zabezpieczona poprzez czujniki otwarcia i być połączona z systemem sterowania i

awaryjnego wyłączenia linii. Dla zapewnienia dogodnych warunków obsługi z trzech stron, sita winny znajdować się na podestach, na których wejście winny zapewniać schody.

Regulacja prędkości obrotowej bębna – płynna bezstopniowa, sterowana elektronicznie z szafy sterującej przemiennikiem częstotliwości. Napęd winien stanowić silnik elektryczny zblokowany z przekładnią płaską.

Poniżej zestawiono główne parametry i założenia funkcjonalne sita bębnowego:

- sio bębnowe powinno być dostosowany do pracy z komunalnymi odpadami zmieszanymi po rozrywarce worków,
- wydajność urządzenia – min. 18,0 Mg/h liczona dla odpadów komunalnych zmieszanych,

Przykładowe urządzenia – *SUTCO, SIGMA, HORSTMANN, BEZNER, AR-VAL i in*.

6.7.3 Separator balistyczny

Separator wykorzystujący właściwości materiałów (ciężar właściwy i kształt) do ich rozdziału. Separator balistyczny winien umożliwić podział podawanego strumienia odpadów (na frakcję ciężką-twardą-toczącą się (np. butelki PET, PE, PP) i lekką-miękką-płaską (głównie folia). Poszczególne frakcje winny następnie trafić na dalszy ciąg sortowania automatycznego poszczególnych frakcji materiałowych. Separator ten winien umożliwić odsiewanie frakcji drobnej, tj. ok. 40(50)mm, stanowiącej zanieczyszczenia kierowane następnie do kontenera. Separator powinien zostać wyposażony w 8 przesuniętych względem siebie rotujących mimośrodowo perforowanych paneli stalowych – padli (opcjonalnie 6 w celu zmniejszenia nakładów), których prędkość obrotowa napędu będzie regulowana. Zastosowane urządzenie winno skutecznie separować frakcję ciężką-twardą-toczącą się od lekkiej-miękkiej-płaskiej bez zastosowania dodatkowych rozwiązań pneumatycznych (zasysanie lub tłoczenie powietrza). Otwory w panelach powinny mieć wielkość odpowiednią do konieczności wysegregowania frakcji poniżej 40(50)mm. Urządzenie należy wykonać z wytrzymałej konstrukcji blachownicowej skręcanej, która umożliwi w przyszłości wymianę części tej konstrukcji na nową w przypadku fragmentarycznego jej uszkodzenia bez konieczności wymiany całego korpusu bądź obszernego fragmentu urządzenia. Kąt nachylenia separatora balistycznego musi być regulowany. Optymalne ustawienie kąta pracy i prędkości obrotowej napędu separatora nastąpi podczas rozruchów. Regulacja kąta nachylania winna być realizowana poprzez mechanizm hydrauliczny lub mechaniczny z napędem ręcznym, lub automatycznym oraz wybranej pozycji ustawienia separatora. Separator winien posiadać obudowę uniemożliwiającą wydostawanie się segregowanych odpadów z przestrzeni pracy rotujących paneli o wysokości obudowy min. 800 mm od najwyższego położenia roboczego tych paneli. Dopuszcza także maszynę o wysokości obudowy min. 630 mm od najwyższego położenia roboczego paneli w przypadku, gdy maszyna wyposażona jest w szczelną pokrywę górną, uniemożliwiającą wydostawanie się segregowanych odpadów z przestrzeni pracy rotujących paneli. Zarówno wał czynny, jak i wał bierny powinny umożliwiać szybką obsługę i wymianę łożysk i przynależnych do nich fragmentów wału. Separator należy wyposażyć w klapy serwisowe z napędem ręcznym i zabezpieczeniem poprzez czujniki otwarcia, które należy zintegrować z systemem sterowania i awaryjnego wyłączenia linii w przypadku otwarcia klapy. Klapy serwisowe winny być wykonane z dwóch przeciwległych czołowych stron separatora w sposób umożliwiający dostęp serwisowy do wału czynnego i biernego. Dopuszcza się zastosowanie separatora balistycznego wyposażonego w klapy serwisowe wykonane na ścianach bocznych, pod warunkiem spełnienia pozostałych warunków

niniejszego punktu, w tym zapewnienia łatwego dostępu do wału czynnego i biernego. Powierzchnia robocza separowania (szerokość robocza dostępna x długość robocza dostępna paneli): min. 16,0 m^2. Minimalna wydajność 4,0 Mg/h dla gęstości 80-100 kg/m^3 i 10 Mg/h dla gęstości 200 kg/m^3, pow. 70m^3/h (opcjonalnie 6 paneli w celu zmniejszenia nakładów w przypadku wykorzystywanie jedynie dla przetwarzania odpadów z selektywnej zbiórki).
Przykładowe urządzenia – *BRT, Bezner, Ar-Val, Sutco, Komptech*.

6.7.4 Separator metali żelaznych

Taśmowy separator magnetyczny umieszczony wzdłużnie nad przesypem przenośnika doprowadzającego. Szerokość taśmy skorelowana z szerokością przenośnika doprowadzającego. Dla optymalizacji działania separatora, jego mocowanie powinno umożliwiać przestawianie w kierunku poziomym, pionowym oraz zmianę kąta nachylenia. Regulacja prędkości przenośnika doprowadzającego. Wysokość usytuowania separatora nad taśmą nie mniejsza niż 40 cm. Geometria rynny zrzutowej dopasowana do możliwości przemieszczania separatora i wykonana ze stali niemagnetycznej w obszarze działania pola magnetycznego. Separator powinien mieć możliwość do wyłączenia niezależnego od pracy ciągu instalacji technologicznej sortowania w przypadku segregacji odpadów nie zawierających frakcji ferromagnetyków. Dla zapewnienia obustronnego dostępu dla obsługi, napraw i czyszczenia podesty obsługowe oraz drabiny lub schody. Przenośniki taśmowe pod separatorem metali żelaznych należy wykonać ze stali niemagnetycznej.
Zamawiający wymaga, aby separator spełniał następujące wymogi:
− szerokość robocza płyty magnetycznej min. 1200 mm,
− równomierny rozkład pola magnetycznego nad całą szerokością taśmy na każdej wysokości zawieszenia,
− sposób zawieszenia nad taśmą – podłużny,
− zakres temperatur w jakich pracuje urządzenie -20ºC do +40ºC,
− rodzaj generatora pola magnetycznego – elektromagnes,
− taśma zbierakowa progowa z wzmacnianą nawierzchnią,
− minimalna grubość taśmy zbierakowej –10 mm,
− wysokość zbieraków 50 mm,
− klasa ochrony IP 55 na wszystkie elementy urządzenia,
− rozmiar wyciąganych elementów metalowych od 1 mm,
− czteropunktowe zawieszenie,
− okres przebywania metalu w polu magnetycznym > 1 s,
− możliwość skutecznej pracy separatora przy wysokości burt bocznych przenośnika podającego odpad – 200 mm,
− możliwość skutecznej pracy separatora przy odpadach podawanych na separator – frakcja 40-(50)-340 mm oraz frakcja 0-80mm;
- skuteczność wydzielania pow. 85%.
Przykładowe urządzenia – *Steinert, Magnetix*.

6.7.5 Separator metali nieżelaznych

Separacja odpadów nieżelaznych winna być realizowana poprzez zastosowanie dwóch separatorów taśmowych elektromagnetycznych umieszczonych każdorazowo wzdłużnie nad

przesypem w stosunku do przenośnika doprowadzającego do tego separatora metali nieżelaznych. Urządzenie ma składać się z przenośnika taśmowego z wbudowanym rotorem magnetycznym, służącym do oddzielania metali nieżelaznych przez indukowanie w nich prądów wirowych. Przenośniki taśmowe separatorów zamocowane mają być na amortyzowanych konstrukcjach, wykonanych z profili zamkniętych, przystosowanych do szybkiej wymiany taśm. Rotory mają być wykonane jako mimośrodowe wirniki z wysokoenergetycznych magnesów neodymowych. W pokrywie rotorów zainstalowana ma zostać przegroda z regulacją w dwóch płaszczyznach, służąca do rozdzielania strumieni oczyszczonego surowca i odseparowanych metali nieżelaznych. Separacja metali nieżelaznych ma odbywać się ze strumieni odpadów, z których odseparowano już metale żelazne.

Wykonawca winien dokonać doboru parametrów separatora w zależności od rodzaju materiału, ciężaru, wielkości, wysokości wciągania i przepustowości. Separator winien charakteryzować się wysoką niezawodnością. Szerokość taśmy winna być skorelowana z szerokością przenośnika doprowadzającego. Taśma winna posiadać wzmocnienia z niemagnetycznymi progami.

Dla optymalizacji działania separatora, jego mocowanie winno umożliwiać przestawianie w kierunku poziomym, pionowym oraz zmianę kąta nachylenia. Należy zapewnić regulację prędkości przenośnika doprowadzającego. Wysokość usytuowania separatora nad taśmą nie powinna być mniejsza niż 40 cm. Geometria rynien zrzutowych winna być dopasowana do możliwości przemieszczania separatora. Drgania towarzyszące pracy separatora nie powinny być przenoszone na konstrukcję nośną.

Separator musi być tak dobrany i zamontowany, aby można było wydzielać co najmniej 80% metali nieżelaznych zawartych w strumieniu odpadów podawanym do separatora.
Przykładowe urządzenia – *Steinert, Magnetix*.

6.7.6 Separatory opto-pneumatyczne NIR

Główne części składowe urządzenia:
Automatyczny separator sortujący NIR danej frakcji materiałowej 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,
− układu filtrującego powietrze.
Ponadto w skład systemu wchodzą:
− przenośnik przyspieszający z konstrukcją wsporczą czujnika,
− komora separacyjna,
− dwa kompresory w ramach stacji kompresorów dla wszystkich systemów wraz z doprowadzeniem i przyłączem sprężonego powietrza do armatury.
Podawanie odpadów:
Odpady winny być podawane do separatora poprzez przenośnik bądź zespół przenośników wraz z niezbędnymi przesypami lub podajnikami dyskowymi obracającymi się przeciwbieżnie, zapewniającymi równomierne, jednowarstwowe rozłożenie odpadów na taśmie do sortowania przenośnika przyspieszającego tak, aby możliwie wykluczyć nakładanie się na siebie poszczególnych obiektów (materiałów). Przed separatorami opto-pneumatycznymi w celu równomiernego rozłożenia odpadów należy zastosować przesypy

typu „skorupa żółwia". Wykonawca winien zapewnić pozostałe wyposażenie niezbędne dla prawidłowego funkcjonowania systemu sortującego.

Szerokość taśmy:

Szerokość taśmy przenośnika przyspieszającego, i wydajność separatora musi być dostosowana do ilości segregowanych odpadów. Podane przez Zamawiającego parametry należy traktować, jako minimalne. Szerokość czynna (szerokość taśmy po odliczeniu części taśmy zakrytej przez burty boczne czy uszczelnienie) taśmy winna odpowiadać szerokości czujnika. Przenośniki przyspieszające separatorów optopneumatycznych powinny być wyposażone w zgarniacze.

Długość czynna taśmy przenośnika pod czujnikiem:

Długość przenośnika przyspieszającego winna być taka, aby minimalna odległość pomiędzy miejscem kontaktu odpadów z taśmą przenośnika a miejscem detekcji wynosiła co najmniej 6000 mm. Prędkość przenośnika przyspieszającego do 4 m/s, regulowana.

Konstrukcje wsporcze, przesypy, podesty:

Czujnik powinien zostać zabudowany na konstrukcji wsporczej nad przenośnikiem przyspieszającym. Separator powinien posiadać podesty umożliwiające dostęp obsługi technicznej do wszystkich elementów separatora umożliwiające czyszczenie dysz (do dysz powinien być łatwy dostęp w celu usunięcia zanieczyszczeń lub ich wymiany) ustawienie czujnika, prace konserwacyjne przy czujniku, dostęp do komory separacyjnej oraz panelu sterowniczego. Tam, gdzie będzie to konieczne w celu równomiernego jednowarstwowego rozłożenia odpadów na taśmie do sortowania przenośnika przyspieszającego do separatora optycznego, należy wykonać przesyp, aby wykluczyć nakładanie się na siebie poszczególnych obiektów (materiałów). Przesyp należy wykonać odpowiednio do szerokości przenośnika przyspieszającego separatora optycznego.

Należy wykonać podest roboczy/serwisowy, który zapewnia dostęp do układu czujnika i lamp w celu wykonania czynności serwisowych (czyszczenie, wymiana żarówek). Preferowane jest rozwiązanie pozwalające, aby czynności serwisowe (czyszczenie, wymiana żarówek) mogły odbywać się bez konieczności zatrzymania linii. Dopuszcza się zabudowę separatorów jeden nad drugim, o ile spełnione zostaną wszystkie pozostałe wymagane parametry.

Komora separacyjna winna posiadać:

− przegrodę wyposażoną w obracającą się rolkę/rolki z możliwością regulacji – ustawiania odpowiedniego dla danego rodzaju materiału położenia - przesuwania i ustawiania w pionie i poziomie. Zakres przesuwania przegrody dostosowany do materiału i umożliwiający optymalizację sortowania.

− otwierane klapy rewizyjne umożliwiające czyszczenie,

− odpowiednią regulowaną (do ustawienia) konstrukcję eliminującą niekontrolowane odbijanie się wydzielanych materiałów i wpadanie nie do miejsca przeznaczenia (np. mieszanie surowca z balastem). Wszystkie klapy rewizyjne wyposażone w czujnik otwarcia na ruchu. Klapy rewizyjne po obu stronach skrzyni separującej. Skrzynia separująca powinna posiadać drzwi serwisowe i ruchome podesty serwisowe zamontowane wewnątrz skrzyni z dostępem do każdej zrzutni skrzyni separującej.

Równomierne rozłożenie odpadów na taśmie przyspieszającej:

Odpady do separatora winny być podawane na przenośnik przyspieszający separatora optycznego poprzez przenośnik bądź zespół przenośników wraz z niezbędnymi przesypami w kształcie tzw. „skorupy żółwia" lub ćwiartki sfery, zapewniającymi równomierne, jednowarstwowe rozłożenie odpadów na taśmie do sortowania przenośnika

przyspieszającego tak, aby możliwie wykluczyć nakładanie się na siebie poszczególnych materiałów. Materiał skierowany na przenośnik przyśpieszający powinien być równomiernie rozłożony na całej szerokości. Przenośnik przyśpieszający powinien mieć długość odpowiednią do wyeliminowania efektu rolowania materiału przed dotarciem do skanera lub przesyp (min. 6000 mm).

Pozostałe wyposażenie:

a. Separator winien zapewnić możliwość wydzielenia obiektów z warstwą PCV o wielkości min. 5 cm^2 i zawartości PCV od 10%. Takie obiekty (materiały) winny zostać uznane, jako PCV. Separator winien posiadać możliwość konfiguracji powyższych parametrów.

b. Separator należy wyposażyć w funkcje pozwalające na analizę składu strumienia wydzielonej przez separator frakcji zarówno na panelu separatora, jak i w systemie wizualizacji. Dane winny zostać pobierane w okresach maksimum co 5 minut.

c. Separator należy wyposażyć w funkcje pozwalające na analizę składu strumienia wydzielonej przez separator frakcji po upływie zadanego/wybranego czasu (np. po 6 miesiącach pracy).

d. Wymaga się pełnego dostępu do oprogramowania separatorów NIR w celu możliwości ustawiania nastaw pracy separatorów.

e. System wizualizacji winien obejmować również wizualizację, kontrolę i ustawienie parametrów separatora z komputera znajdującego się w sterowni. Należy zapewnić: − weryfikację statusu separatora,

− ustawienie, bądź zmianę parametrów,

− wgląd w skład wydzielonej frakcji.

f. Ponadto należy przewidzieć transfer danych, statystyk do arkusza Excel. Wymaga się co najmniej generowanie statystyk w zakresie: zeskanowanych materiałów umożliwiających szacowanie morfologii przetworzonego strumienia, wilgotności materiału, kaloryczności, zawartości chloru. Każdy z separatorów winien posiadać możliwość wskazania danych statystyczny: skład strumienia w czasie rzeczywistym, przepustowość w Mg/h, graficzne rozłożenie strumienia na taśmie, wgląd w status maszyny wskazujący czas pracy, centralny (do wszystkich NIR) moduł do zarządzania czynnościami serwisowymi, tj.: czas pracy maszyny, czas pracy w trakcie sortowania, ostatnie czynności serwisowy, wymiany, czas postoju, zbliżające się czynności serwisowa, czas pracy lamp, ostatni czas wymiany lamp, czyszczenia, ilość pracy poszczególnych lamp, eksport do xls, nadrzędny zbiorczy system kontroli separatorów, czas zatrzymań dla wszystkich urządzeń. Alerty: przepełnienie taśmy, przepalenie żarówki, awaria elektrozaworów, nierównomierność rozłożenia na taśmie.

g. Komputer, czujnik, jednostka detekcji:

− Każdy z separatorów musi mieć możliwość separowania wszystkich grup materiałowych, minimum : papier/karton, PET, PCV, HDPE/ PE / LDPE (folie), PS, TETRA, PP,

− Zdolność przetwarzania/wydajność czujnika NIR musi zostać tak dobrana, aby również przy dużych prędkościach przenośnika przyspieszającego - nawet 4m/s, zapewnione było skanowanie całkowitej powierzchni przenośnika bez występowania luk. Celem tego jest zapewnienie uchwycenia wszystkich obiektów znajdujących się na przenośniku. Dostawca w ramach oferty powinien podać ilość punktów pomiarowych na sekundę oraz wielkość tego punktu w cm^2,

− Celem zapewnienia rozpoznania również najmniejszych obiektów w ramach danej wielkości frakcji, wielkość powierzchni każdego punktu pomiarowego może wynieść max. 45% powierzchni najmniejszego zakładanego obiektu w danej frakcji jednakże nie większa niż 15x15 mm²,
− Jeżeli czujniki służą identyfikacji zarówno rodzaju materiału, jak i koloru, wówczas pomiar winien nastąpić w tym samym miejscu i na tej samej osi. W ten sposób winna zostać zapewniona maksymalna precyzja rozpoznania, jak również winno nastąpić wykluczenie występowania przesunięć relatywnych obiektów przy identyfikacji koloru i rodzaju materiału,
− Stabilność systemu jest bardzo ważna dla ciągłej i bezawaryjnej pracy. Czujniki winny zostać tak zaprojektowane i wykonane, aby konieczna kalibracja systemu w trakcie normalnej pracy była niezbędna najwcześniej po 500 godzinach pracy. Obowiązuje to również przy dużych zmianach w warunkach pracy, jak np. przy zmianach temperatury,
− Należy zapewnić możliwość ciągłego i automatycznego dostosowywania się parametrów pracy separatora do ewentualnych zmian prędkości przenośnika przyspieszającego,
− W zależności od przeznaczenia i funkcji należy zastosować odpowiedni zespół zaworów. Dotyczy to zarówno siły wydmuchu (min. ciężar powierzchniowy wydzielanych materiałów), jak i odstępu pomiędzy zaworami – dyszami,
− Przenośnik przyspieszający separatora optycznego należy wyposażyć w odpowiednią listwę z dyszami (zespół zaworów), odległość pomiędzy dyszami (oś-oś) powinna zapewniać możliwość wydzielania obiektów o ciężarze powierzchniowym min. 150 g/dm². Listwa z dyszami powinna zostać wyposażona w system automatycznie ustawianego położenia oraz system sygnalizacji jej położenia w celu łatwego dostępu do czyszczenia dysz bądź ich wymiany,
− Wszystkie separatory powinny być zaopatrzone w podesty robocze/serwisowe, które zapewnią dostęp do układu czujnika i lamp w celu wykonania czynności serwisowych (czyszczenie, wymiana żarówek). Preferowane jest rozwiązanie pozwalające aby czynności serwisowe (czyszczenie, wymiana żarówek) mogły odbywać się bez konieczności zatrzymania linii.
− Celem zapewnienia bezpieczeństwa pracy instalacji na wysokim poziomie, w związku tym, że instalacja do sortowania zostaje wyposażona w większą ilość separatorów do sortowania automatycznego, należy zagwarantować możliwość użytkowania poszczególnych systemów niezależnie od siebie. Awaria jednego systemu nie może doprowadzić do sytuacji, że inny system nie będzie mógł być gotowy do użytkowania.
− Koniecznie należy wykluczyć podczas eksploatacji instalacji, nazbyt intensywne przenoszenie ciepła na materiał wejściowy do separatora i związane z tym niebezpieczeństwo pożaru. Podczas zatrzymania instalacji – przenośnika przyspieszającego – winno zostać bezzwłocznie, jednakże nie później niż po 5 s od zatrzymania, wyłączone oświetlenie materiału.
− W przypadku włączonego systemu oświetlenia separatora, temperatura po 1 godzinie na powierzchni przenośnika/materiału nie może przekroczyć 80ºC niezależnie od statusu pracy przenośnika przyspieszającego (włączony/wyłączony).
Elastyczność, możliwość wykorzystania systemu dla innych zadań − Celem zapewnienia dużej funkcjonalności i możliwości wykorzystania poszczególnych separatorów sortujących dla innych zadań w przyszłości, należy odpowiednio zaprojektować efektywność i możliwości każdego z czujników tzn. tak, aby zapewnić możliwość realizacji różnych zadań w zakresie sortowania również w przyszłości. Prócz zdefiniowanych i wymaganych kryteriów sortownia na etapie bieżącej realizacji, tj. sortowania danej frakcji materiałowej np. papieru lub danego

rodzaju tworzywa sztucznego, system sortujący winien posiadać możliwość realizacji innych typowych zadań sortowania, jak np. specyficznych frakcji z papieru mieszanego, różnych polimerów jak PET, PP, HDPE, LDPE czy PS.
Wstępne szacunkowe zestawienie wielkości separatorów dla wszystkich opcji zestawiono w poniższej tabeli.

Tabela 10. Zestawienie wielkości separatorów opto-pneumatycznych

Lp.	Rodzaj/lokalizacja/funkcja	etap realizacji	Wydajność Mg/h dla selektu	Wydajność Mg/h dla zmieszanych	Szerokość minimalna w mm
NIR istn.	- Dwudrożny - Frakcja 80-340mm po sicie przed separatorem balistycznym - wybieranie odpadów kalorycznych (bez PCV)	istniejący	x	Ok. 8 Mg/h	1400mm
NIR 3D opcja 1 i 3	- Dwudrożny, trzy tracking'i - Frakcja 3D 40-320mm, po separatorze balistycznym - Wybieranie co najmniej: PET transparentny, PET nieb., PET zielony, PP, PEHD, TETRA	1	2,5	x	2800
Opcja 2 – dodatkowo (zamiast separatora NIR 3D)					
NIR 3D-1 opcja 2	- Dwudrożny, dwa tracking'i - Frakcja 3D 40-320mm, po separatorze balistycznym - Wybieranie co najmniej: PET transparentny, PET nieb., PET zielony, PP, PEHD, TETRA	1	2,5	x	2000
NIR 3D-2 opcja 2	- Dwudrożny, dwa tracking'i - Frakcja 3D 40-320mm, po separatorze balistycznym - Wybieranie co najmniej: PET transparentny, PET nieb., PET zielony, PP, PEHD, TETRA	1	2,0	x	1400
NIR 2D opcja 2	- Dwudrożny - Frakcja 2D 40-320mm, po separatorze balistycznym - Wybieranie co najmniej: folia PE: transparentna, mix	2	2,0	x	1400

Każdy separator w układzie winien zapewnić wydzielenie min. 85% zdefiniowanego rodzaju materiału przy czystości 85%. W ocenie należy pominąć obiekty czarne, nadmiernie ciężkie (np. butelki wypełnione cieczą) oraz elementy okrągłe.
Przykładowe urządzenia – *NRT, TOMRA, PELLENC, REDWAVE, STEINERT (RTT)*.

Stacja sprężonego powietrza
Należy przewidzieć stację kompresorów zlokalizowaną w zamkniętym kontenerze, przystosowaną do pracy w warunkach zimowych (ujemne temperatury). Stacja

kompresorowa winna przygotować powietrze o parametrach wymaganych dla zapewnienia prawidłowej pracy separatorów optycznych, również w przypadku występowania ujemnych temperatur. Należy dostosować do potrzeb i zapewnić odpowiednią ilość powietrza doprowadzonego do separatorów optycznych pod ciśnieniem min. 8,0 – 10,0 bar. Należy przewidzieć dwie niezależne sprężarki o łącznej wydajności i mocy dostosowane do zastosowanego układu. Sprężone powietrze doprowadzone do separatorów musi spełniać normy jakości co najmniej klasy 3.2.3. wg standardu ISO 8573 – 1. Stację należy wyposażyć w co najmniej dwa agregaty o takiej samej wydajności (tego samego producenta). W przypadku awarii jednego z agregatów należy zapewnić możliwość podawania powietrza wytwarzanego przez działający agregat do pracujących separatorów optycznych (z gwarancją pełnej wydajności i skuteczności).
Dla zapewnienia wymaganej jakości sprężonego powietrza stację należy wyposażyć w co najmniej: dwie sprężarki śrubowe min. 8,0-10,0 bar każda, cyklonowy automatyczny (elektroniczny) spust kondensatu, osuszacz adsorpcyjny regenerowany na zimno z układem filtracji wstępnej i dokładnej, układ wentylacji nawiewnej i wywiewnej kontenera z pełną automatyką, ogrzewanie kontenera zapewniające min. +5ºC (24 h/dobę), połączenia pneumatyczne wewnątrz kontenera, instalację elektryczną, zasilania urządzeń z szafką przyłączeniową, wewnętrzne oświetlenie pomieszczenia. Wymaga należy, aby ze stacji kompresorów rozprowadzić instalację sprężonego powietrza do maszyn i urządzeń (powietrze technologiczne). Wstępnie zakłada się lokalizację stacji sprężarek w hali sortowni.

6.7.7 Przenośniki taśmowe

Przenośniki specjalistyczne, dostosowane do transportu odpadów komunalnych niesegregowanych oraz odpadów zbieranych selektywnie. Konstrukcja przenośnika składa się z giętej i skręcanej konstrukcji z blach stalowych i profili stalowych, o budowie w układzie modułowym. Grubość blach konstrukcji podstawowej i 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^2
- 3 – ilość przekładek.

W miejscach, gdzie jest to konieczne należy wymagać zastosowania taśmy z progami ze względu na pochylenie przenośnika i rodzaj transportowanego materiału. Przenośniki te winny być wykonane o kącie ugięcia taśmy w części zewnętrznej, w zakresie do maksymalnie 30°.

W zależności od rodzaju transportowanego materiału oraz funkcji przenośnika należy dobrać burty boczne o odpowiedniej wysokości zabezpieczającej odpady przed wysypywaniem się. Burty boczne należy wykonać z blachy ocynkowanej oraz posiadać uszczelnienie wykonane z PVC lub gumowe, gwarantujące optymalne uszczelnienie taśmy przenośnika tam gdzie jest ono wymagane.

Przenośniki w zależności od rodzaju transportowanego materiału oraz funkcji winny być wyposażone w odpowiednie systemy zbieraków gwarantujące zachowanie czystości taśmy zarówno od strony zewnętrznej jak i wewnętrznej. Do czyszczenia górnej powierzchni taśmy bez progów przy bębnie napędzającym należy zamontować zbieraki. W przypadku taśm z progami nie należy stosować zbieraków po stronie zewnętrznej natomiast po stronie

wewnętrznej należy zastosować zbierak pługowy zainstalowany w obszarze bębna napinającego.

Dla zapewnienia bezpieczeństwa rolki dolne do wysokości minimum 3000 mm winny być wyposażone w osłony zabezpieczające (kosze), które winny być wyposażone w system mocowań umożliwiający szybki i łatwy ich demontaż dla celów ich czyszczenia. Każda ostatnia rolka przed bębnem napędzającym i napinającym winna być również wyposażona w analogiczne osłony, bez względu na wysokość, na której się znajduje, jednakże z wyjątkiem miejsc do których dostęp jest znacznie ograniczony.

Przesypy zaleca się wykonać z blachy ocynkowanej giętej. Wykonawca winien tam, gdzie będzie to konieczne, wyposażyć przenośniki w osłony górne oraz osłony pomiędzy burtami bocznymi, a konstrukcją podstawową. Osłony winny umożliwiać dokonywanie kontroli i usuwanie ewentualnie występujących zanieczyszczeń.

Doprowadzenie do sita oraz doprowadzenie do prasy belującej powinno zostać dodatkowo zabezpieczone wyłącznikami linkowymi.

Konstrukcja przenośnika winna umożliwiać zainstalowanie przez Wykonawcę w trakcie robót lub przez Zamawiającego w przyszłości, dodatkowego wyposażenia, np. czujnik czasu przestoju, czujnik prostoliniowego biegu taśmy, instalacji odpylania, osłony dolnej części przenośnika.

Podpory przenośników winny być wykonane ze stabilnych profili stalowych, wyposażone w stopy umożliwiające regulację wysokości (dla kompensacji nierówności podłoża). Stopy winny być kotwione do podłoża lub przykręcane do konstrukcji stalowych.

Dobór szerokości przenośników nieokreślonych w niniejszym opracowaniu oraz przyszłej dokumentacji przetargowej należy do Wykonawcy i powinien zapewnić korelację pomiędzy współpracującymi ze sobą przenośnikami i urządzeniami. Ostateczną ilość oraz pozostałe parametry przenośników powinien określać projekt technologiczny.

Wszystkie elementy konstrukcyjne z blach i profili stalowych zabezpieczone antykorozyjnie np. malowane warstwą farby podkładowo nawierzchniowej o odpowiedniej dla warunków pracy grubości.

Przenośniki sortownicze

Poza wymaganiami jak w punkcie powyżej, przenośniki sortownicze będą posiadać dodatkowo regulację prędkości przesuwu taśmy w zakresie minimum 0,25-0,45 m/s, realizowaną poprzez zmiennik częstotliwości – falownik. Umożliwi to ich dostosowanie do obsady kabiny sortowniczej w oparciu o rodzaj sortowanego materiału oraz jego ilość. Konstrukcja nośna przenośnika winna zapewniać optymalne warunki pracy personelu sortującego (zasięg ramion). Wszelkie prostokątne krawędzie będące w polu pracy personelu sortującego winny być stępione i zabezpieczone trwałą, termoizolacyjną, amortyzującą i łatwą do czyszczenia wykładziną.

Przykładowe urządzenia – *Antha-Pol, Bollegraaf, SUTCO, Ar-VAL, HORSTMANN, EGGERSMANN, SIGMA*.

6.7.8 Kabiny sortownicze

Przy stanowiskach sortowniczych, pomiędzy osobą sortującą a taśmociągiem sortowniczym, należy wykonać poduszki z dermy wypełnione gąbką lub inne analogiczne rozwiązanie, zapewniające komfort pracy dla personelu sortujące na danym stanowisku w kabinie.

Wprowadzenie strumieni odpadów taśmociągiem dzielonym na przykład na dwa

strumienie na jednej taśmie, przy taśmie podzielonej na dwie części zakłada się pracę na boku taśmociągu i/lub na czole. W przypadku podziału taśmociągu przegrodą wymaga się aby szerokość czynna po oddzieleniu wynosiła min. 500 mm dla każdej z frakcji.

Przestrzeń każdego z boksów powinna umożliwiać swobodny przejazd wózka widłowego z lemieszem lub ładowarki. Dopuszcza się wyposażenie boksów w przenośniki bunkrowe (tzw. „ruchome podłogi") opróżniające boks po przekroczeniu zadanego poziomu wypełnienia boksu surowcami wtórnymi.

Należy założyć w kabinie minimalnie 15 - krotną wymianę powietrza w ciągu godziny i wyposażyć ją w system klimatyzacji i ogrzewania.

6.7.9 Konstrukcje wsporcze

Wszystkie punkty pracy linii technologicznej do segregacji odpadów, które wymagają regularnej obsługi, konserwacji i dozoru muszą być dostępne dla obsługi poprzez system przejść i podestów. Przewidziano podesty pełne dla obsługi elementów wymaganych codziennej inspekcji. Tam, gdzie będzie to możliwe dostawca linii technologicznej powinien zastosować schody, w szczególnych warunkach dopuszcza się zastosowanie drabin montowanych na stałe, lecz nie w komunikacji podstawowego ciągu technologicznego maszyn i urządzeń, tj. kluczowego/głównego wyposażenia, pomiędzy którymi powinna być zapewniona komunikacja z zastosowaniem schodów. Podesty powinny spełniać wymagania przepisów BHP; w miejscach, gdzie to jest konieczne należy zainstalować zabezpieczenia dla pracowników (możliwość wpięcia auto-asekuracji pracownika). Podesty winny być wyłożone blachą ryflowaną. Stopnie schodów winny być wykonane z ocynkowanych krat pomostowych. Stopnie drabin i schodów winny być wykonane w wersji przeciwpoślizgowej. Konstrukcje stalowe winny być wykonane z profili stalowych skręcanych. Tam, gdzie będzie niemożliwe należy przewidzieć wykonanie konstrukcji skręcanej. Wszystkie elementy konstrukcyjne z blach i profili stalowych winny być co najmniej piaskowane do stopnia czystości 2,5 (wg PN-70/H-97050) i malowane warstwą podkładową 1x40 µm, warstwa nawierzchniowa powinna być wykonana lakierem dwukomponentowym i powinna mieć grubość 80 µm. Należy zapewnić przejścia górą pomiędzy podstawowym wyposażeniem takim jak: kabina wstępna, sito, separatory optopneumatyczne, separator balistyczny, separatory metali żelaznych, separator metali nieżelaznych, kabina sortownicza główna (warz ze sterówką) za pomocą schodów i podestów. Drabiny należy przewidzieć do zastosowania stosować wyłącznie jako drogę ewakuacyjną.

6.8 Zapotrzebowanie mocy urządzeń linii technologicznej

W związku z realizacją inwestycji przewiduje się zwiększenie mocy przyłączeniowej. Opcjonalnie nowa instalacja do przetwarzania odpadów zmieszanych ma zapotrzebowanie mocy ok. 520kW+/-15%, natomiast alternatywnie instalacja do przetwarzania odpadów selektywnie zbieranych ok. 700kW (plus sito bębnowe dla odpadów zmieszanych ok. 40kW, łącznie opcja 2 w pełnym zakresie ok. 740kW+/-15%). Podstawę obliceń zestawiono w poniższych tabelach.

Tabela 11. Szacunkowe zapotrzebowanie energetyczne urządzeń rozbudowy linii

Nowa instalacja dla odpadów zmieszanych [kW]		
1	Rozrywarka worków	35

2	Kabina wstępna	60
3	Sito bębnowe	40
4	Separator NIR przeniesienie	10
5	Sito batutowe i gęst. - przeniesienie	30
6	Separator metali żelaznych	20
7	Separator metali nieżelaznych	15
8	Kabina sortownicza	150
9	Prasa	60
10	Taśmociągi wraz z konstrukcją wsporczą i podestami *	100
	RAZEM	**520**
Nowa instalacja dla odpadów selektywnie zbieranych [kW]		
1	Rozrywarka worków	35
2	Kabina wstępna	60
3	Sito kaskadowe *	30
4	Separator NIR 3D-1 2000	10
5	Separator NIR 3D-2 1400	10
6	Separator NIR 2D - 1400	10
7	Sprężarkownia wraz z wyposażeniem	120
8	Separator balistyczny	30
9	Separator metali żelaznych	20
10	Separator metali nieżelaznych	15
11	Kabina sortownicza zintegrowana	200
12	Prasa	60
13	Taśmociągi wraz z konstrukcją wsporczą i podestami	100
	RAZEM	**700**

Powyższe obliczeni nie obejmują innych obiektów poza instalacją przetwarzania odpadów w sortowniach.

6.9 Przykładowe zamaszynowienie

Na załącznikach przedstawiono propozycję zamaszynowienia sortowni w podziale na opcje. Rysunek jest poglądowy, a ostateczny układ (zależny od zastosowanych konkretnych urządzeń) musi przygotować dostawca technologii wraz z wytycznymi budowlanymi (kanały, posadzki itp.). Nie zaleca się załączania tych rysunków w OPZ czy PFU. Celem przedstawienia rozwiązania przykładowego jest weryfikacja wielkości hal, weryfikacja możliwości realizacji przedstawionych w koncepcji założeń oraz oszacowania nakładów inwestycyjnych.

6.10 Planowana obsada stanowisk na sortowni

Wstępnie oszacowano niezbędną ilość pracowników dla funkcjonowania instalacji w celu osiągnięcia maksymalnej efektywności dla układu obecnego, etapu I modernizacji oraz układu docelowego. Należy pamiętać, że proponowana ilość miejsc sortowniczych (stanowisk) w kabinach nie odpowiada wytycznym w zakresie liczby sortowaczy. Sortowacze mogą zajmować stanowiska (przemieszczać się) w trakcie przetwarzania w zależności od

rodzaju i jakości sortowanego materiału. Oszacowana ilość personelu (sortowaczy, obsługi maszyn, personelu technicznego) podano jako minimalną.

Poniżej zestawiono minimalne zapotrzebowanie (1 zmiana) dla stanowisk sortowniczych. Ilość określono na 20 - 29 (31) osób bezpośrednio związanych z sortowaniem. Należy pamiętać o zapewnieniu ciągłości pracy w trakcie urlopów i niedyspozycji sortowaczy, zwiększając ich liczbę o 2-3 osoby.

Tabela 12. Szacunkowa minimalna ilość obsługi sortującej dla poszczególnych opcji

odpady zmieszane	opcja 1	opcja 2	opcja 3
stanowiska		2	
kabina wstępna	4		4
kabina mała			2
kabina duża / zintegrowana		8	
RAZEM	***4***	***10***	***6***
odpady selektywnie zebrane	opcja 1	opcja 2	opcja 3
stanowiska	2		2
kabina wstępna		4	
kabina mała	6		
kabina duża / zintegrowana	10	15 (17)	12
RAZEM	***18***	***19 (21)***	***14***
ŁĄCZNIE	**22**	**29 (31)**	**20**

Poniżej zestawiono pełną obsadę niezbędną dla prawidłowego funkcjonowanie linii sortowniczych po modernizacji dla poszczególnych etapów. Minimalna ilość obsługi (w systemie jednozmianowym) waha się w zależności od opcji od 23 do 40 (42) osób. Istnieje możliwość zwiększenia ilości personelu w kabinach sortowniczych w celu maksymalizacji odzysku materiałowego (w przypadku ekonomicznego uzasadnienia lub konieczności zwiększania poziomów recyklingu).

Tabela 13. Zestawienie niezbędnego personelu dla poszczególnych opcji

Funkcja	Podstawowe zadanie	Opcja 1	Opcja 2	Opcja 3
Dyspozytor – mistrz zmiany	Kierowanie personelem zatrudnionym na linii technologicznej sortowania odpadów, sterowanie prawidłową pracą linii sortowniczej, nadzór nad pracą urządzeń.	1	1	1
Personel utrzymania ruchu	Utrzymanie ruchu, prace serwisowe, bieżąca obsługa urządzeń i instalacji, wykonywanie drobnych napraw i przeglądów urządzeń.	2	2	1
Operator ładowarki	Załadunek odpadów na stację nadawczą, wydzielenie identyfikowalnych odpadów gabarytowych, bieżąca obsługa i konserwacja ładowarki, załadunek odpadów zmieszanych/surowców wtórnych na nadawę.	2	2	2
Operator wózka widłowego	Odbiór kontenerów i koleb. Odbiór sprasowanych bali, przepychanie surowców na przenośnik kanałowy do prasy, bieżąca obsługa i konserwacja wózka widłowego z osprzętem.	2	2	2
Operator prasy	Obsługa prasy belującej i przenośników nadawczych do prasy, bieżąca konserwacja w/w urządzeń	2	2	1

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	1	1
Kontrola zasobni	Kontrola zasobni, wybieranie manualnie elementów tarasujących	2	2	1
Personel sortujący	sortowanie odpadów pozytywne lub negatywne	22	29 (31)	14
		33	**40 (42)**	**23**

7. Szacunkowe nakłady inwestycyjne

Wstępnie oszacowano nakłady inwestycyjne na doposażenie sortowni wraz z AKPiA oraz montażami, rozruchami itp. Oszacowane wartości (netto) są wartościami średnimi. Niektóre elementy zależą od umowy, płatności, gwarancji itp. i mogą powodować wzrost nakładów. Szacowane nakłady zestawiono w poniższej tabeli.

Szacunkowe nakłady inwestycyjne na **technologię** wynoszą:

- opcja 1 – 15,7 mln zł netto
- opcja 2 – 19,2-20,8 mln zł netto (w zależności od wyposażenia)
- opcja 3 – 14,5 mln zł netto

Dodatkowo należy uwzględnić koszt prac budowlanych. Na tym etapie trudno oszacować pełne nakłady. Po wyborze opcji oraz przyjęciu zagospodarowania terenu, po opracowaniu programu funkcjonalno-użytkowego, należy uszczegółowić zakres prac i dokonać oszacowania. Na obecnym etapie przyjęto wycenę w oparciu o wielkość hali (przy cenie jednostkowej 3600 zł/m^2) oraz 15% rezerwy. Obliczenia podano w tabeli. Na tym etapie nie przyjęto wyceny dla urządzeń mobilnych.

Tabela 14. Szacowane nakłady inwestycyjne wyposażenia technologicznego dla poszczególnych opcji

Lp.	Urządzenie	jednostka	koszt jednostkowy	nakłady całkowite [netto]			
				opcja 1	opcja 2A	opcja 2B	opcja 3
przetwarzanie odpadów zmieszanych							
1	Rozrywarka worków	szt.	850 000 zł	850 000 zł			850 000 zł
2	Nadawa	szt.	60 000 zł	60 000 zł			60 000 zł
3	Kabina wstępna	szt.	350 000 zł	350 000 zł			350 000 zł
4	Sito bębnowe	szt.	950 000 zł	950 000 zł	950 000 zł	950 000 zł	950 000 zł
5	Separator NIR przeniesienie	szt.	100 000 zł	100 000 zł	100 000 zł	100 000 zł	100 000 zł
6	Sito batutowe i gęst. - przeniesienie	szt.	100 000 zł	100 000 zł			
7	Separator metali żelaznych	szt.	200 000 zł	400 000 zł			
8	Separator metali nieżelaznych	szt.	320 000 zł	320 000 zł			
9	Kabina sortownicza - przebudowa	szt.	700 000 zł				
10	Prasa	szt.	135 000 zł				
11	Taśmociągi wraz z konstrukcją wsporczą i podestami *	mb	10 000 zł	2 600 000 zł	1 500 000 zł	1 500 000 zł	2 400 000 zł
12	Montaż, rozruch (od wartości urządzeń)	kpl.	15%	859 500 zł	382 500 zł	382 500 zł	706 500 zł
13	AKPiA	kpl.	700 000 zł	700 000 zł	350 000 zł	350 000 zł	700 000 zł
14	Układ oczyszczania powietrza		500 000 zł	500 000 zł			500 000 zł
15	Instalacja p.poż.	szt.	750 000 zł	750 000 zł			750 000 zł
	RAZEM			**8 539 500 zł**	**3 282 500 zł**	**3 282 500 zł**	**7 366 500 zł**
przetwarzanie odpadów selektywnie zebranych							
1	Rozrywarka worków	szt.	850 000 zł		850 000 zł	850 000 zł	- zł
2	Nadawa	szt.	60 000 zł		120 000 zł	120 000 zł	- zł
3	Kabina wstępna	szt.	350 000 zł		350 000 zł	350 000 zł	- zł
4	Sito kaskadowe - wymiana pokładów	szt.	100 000 zł	100 000 zł	100 000 zł	100 000 zł	100 000 zł
5	Separator NIR 3D 2800	szt.	1 700 000 zł	1 700 000 zł			
6	Separator NIR 3D-1 2000	szt.	1 500 000 zł		1 500 000 zł	1 500 000 zł	- zł
7	Separator NIR 3D-2 1400	szt.	1 400 000 zł		1 400 000 zł	1 400 000 zł	- zł
8	Separator NIR 2D - 1400	szt.	1 400 000 zł			1 400 000 zł	- zł
9	Sprężarkownia wraz z wyposażeniem	szt.	270 000 zł	270 000 zł	270 000 zł	270 000 zł	
10	Separator balistyczny	szt.	850 000 zł	850 000 zł	850 000 zł	850 000 zł	850 000 zł
11	Separator metali żelaznych	szt.	200 000 zł		200 000 zł	200 000 zł	- zł
12	Separator metali nieżelaznych	szt.	320 000 zł		320 000 zł	320 000 zł	- zł
13	Kabina sortownicza zintegrowana	szt.	750 000 zł		750 000 zł	750 000 zł	- zł
14	Kabina sortownicza - przebudowa	szt.	400 000 zł	400 000 zł			400 000 zł
15	Prasa	szt.	1 350 000 zł	- zł	1 350 000 zł	1 350 000 zł	- zł
16	Taśmociągi wraz z konstrukcją wsporczą i podestami	mb	10 000 zł	2 000 000 zł	3 800 000 zł	3 800 000 zł	2 000 000 zł
17	Montaż, rozruch (od wartości urządzeń)	kpl.	15%	798 000 zł	1 779 000 zł	1 989 000 zł	798 000 zł
18	AKPiA	kpl.	1 000 000 zł	1 000 000 zł	1 000 000 zł	1 000 000 zł	1 000 000 zł
19	Układ oczyszczania powietrza	kpl.	500 000 zł		500 000 zł	500 000 zł	- zł
20	Instalacja p.poż.	szt.	750 000 zł		750 000 zł	750 000 zł	- zł
	RAZEM			**7 118 000 zł**	**15 889 000 zł**	**17 499 000 zł**	7 118 000 zł
	Ł Ą C Z N I E			**15 657 500 zł**	**19 171 500 zł**	**20 781 500 zł**	**14 484 500 zł**

Tabela 15. Szacunkowe wskaźnikowe nakłady inwestycyjne dla poszczególnych opcji

Lp.	rodzaj prac	nakłady całkowite [netto]			
		opcja 1	opcja 2A	opcja 2B	opcja 3
1	roboty budowlane - hala plus rezerwa (4000 zł/m2)	6 000 000 zł	7 800 000 zł	7 800 000 zł	6 800 000 zł
2	urządzenia mobilne	- zł	- zł	- zł	- zł
3	dostawa i montaż - technologia	15 657 500 zł	19 171 500 zł	20 781 500 zł	14 484 500 zł
	RAZEM	**21 657 500 zł**	**26 971 500 zł**	**28 581 500 zł**	**21 284 500 zł**
	RAZEM z podatkiem VAT 23%	**26 638 725 zł**	**33 174 945 zł**	**35 155 245 zł**	**26 179 935 zł**

Szacunkowe **nakłady inwestycyjne brutto** wynoszą dla poszczególnych opcji:

- opcja 1 – 26,6 mln zł brutto
- opcja 2 – 33,2-35,2 mln zł brutto (w zależności od wyposażenia)
- opcja 3 – 26,2 mln zł brutto

8. Uwagi

W celu optymalizacji rozwiązań, przed opracowaniem Programu funkcjonalno-użytkowego sugeruje się przeprowadzić **konsultacje rynkowe**. Konsultacje muszą odbywać się na podstawie art. 84-85 ustawy z dnia 11 września 2019 r. Prawo zamówień publicznych (tj. Dz.U. z 2021 r. poz. 1129, ze zm.) oraz stworzonym na ten cel regulaminem własnym. Określa się cel i przedmiot prowadzenia konsultacji, warunki udziału w konsultacjach i termin, załączając opis planowanej inwestycji i dokumentację techniczno-ruchową urządzeń będących w posiadaniu Użytkownika.

Na obecnym etapie planowania, przy obowiązujących przepisach prawnych, w kontekście wymagań zwiększenia poziomów recyklingu, a także wysokich cen sprzedaży surowców wtórnych, uwzględniając wzrost ilości odpadów z selektywnej zbiórki, sezonowość ilości odpadów, a także optymalizację logistyczną i funkcjonalną **rekomenduje się realizację rozbudowy i modernizacji linii sortowniczej w opcji 2**.

Spis załączników

SCHEMATY BLOKOWE

Załącznik 1.1. Schemat blokowy modernizacji instalacji – OPCJA 1 – nowa hala dla odpadów zmieszanych

Załącznik 1.2. Schemat blokowy modernizacji instalacji – OPCJA 1 – istniejąca hala dla odpadów z selektywnej zbiórki

Załącznik 1.3. Schemat blokowy modernizacji instalacji – OPCJA 2 – nowa hala dla odpadów z selektywnej zbiórki – etap A

Załącznik 1.4. Schemat blokowy modernizacji instalacji – OPCJA 2 – nowa hala dla odpadów z selektywnej zbiórki – etap B

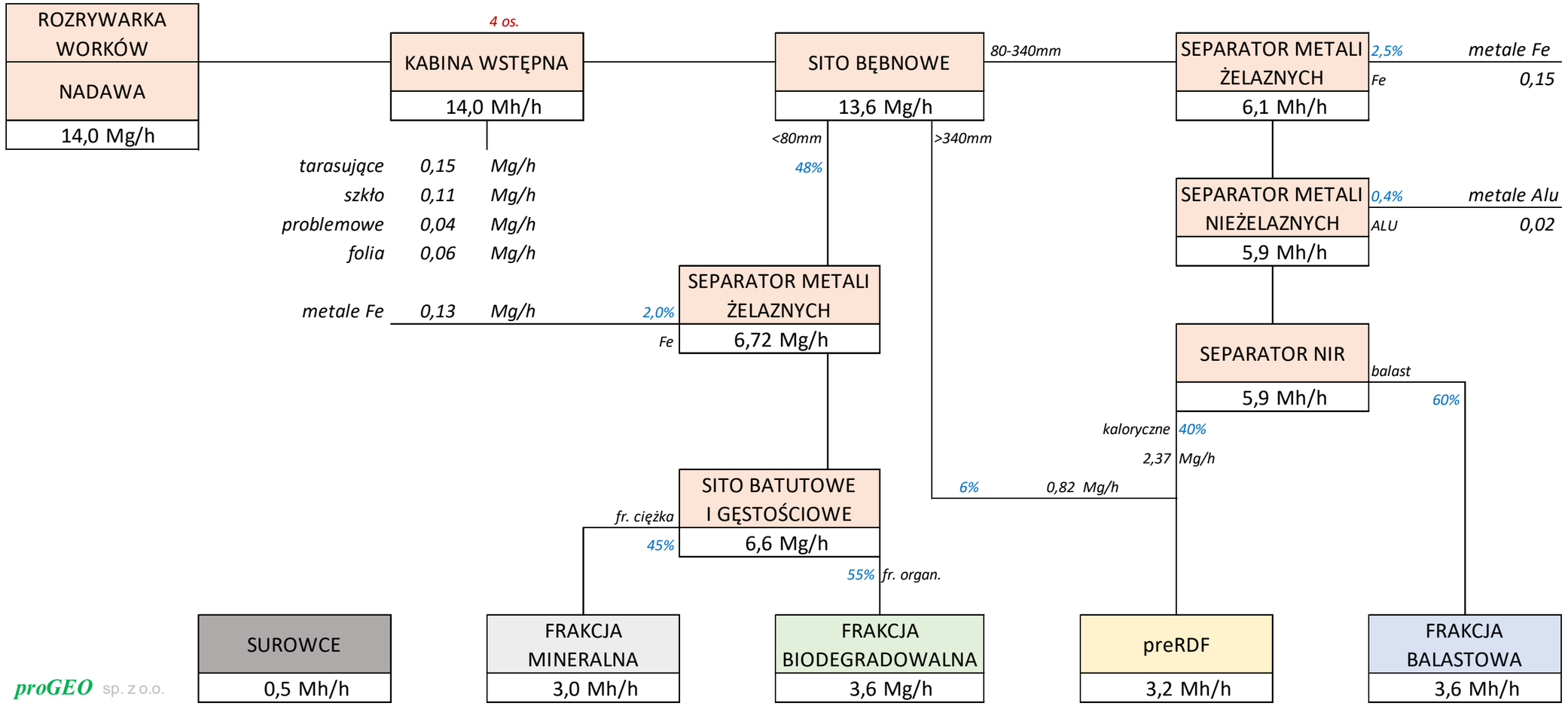
Załącznik 1.5. Schemat blokowy modernizacji instalacji – OPCJA 2 – istniejąca hala dla odpadów zmieszanych

ZAŁĄCZNIKI GRAFICZNE

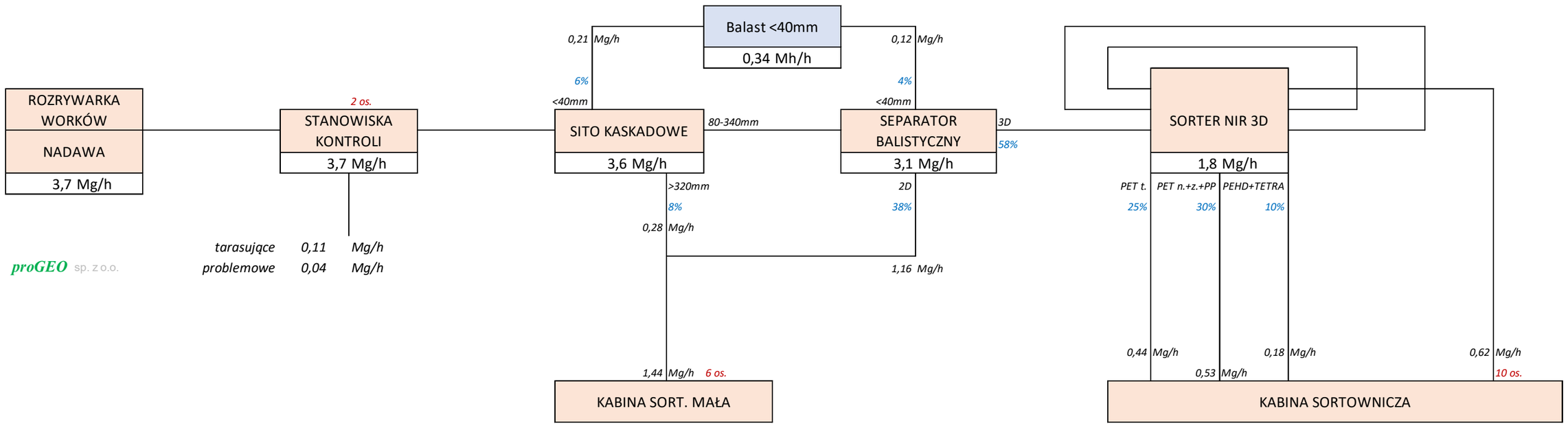
Załącznik 1. Przykładowe zamaszynowienia – odpady zmieszane OPCJA 1 i OPCJA 2, odpady z selektywnej zbiórki – OPCJA 1, OPCJA 2A i OPCJA 2B oraz połączona OPCJA 3.

Załącznik 2. Przykładowe schematy koncepcji zagospodarowania terenu – 4 warianty.

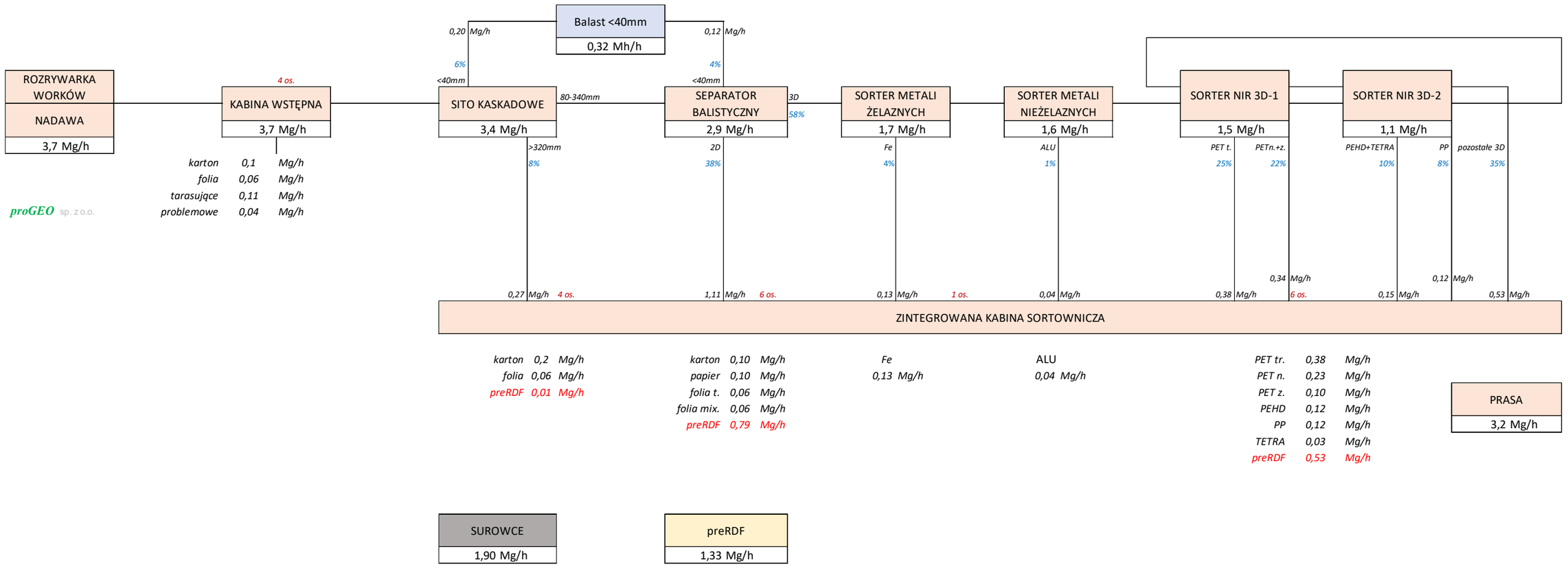
Załącznik 1.1. Schemat blokowy modernizacji instalacji – OPCJA 1 – nowa hala dla odpadów zmieszanych



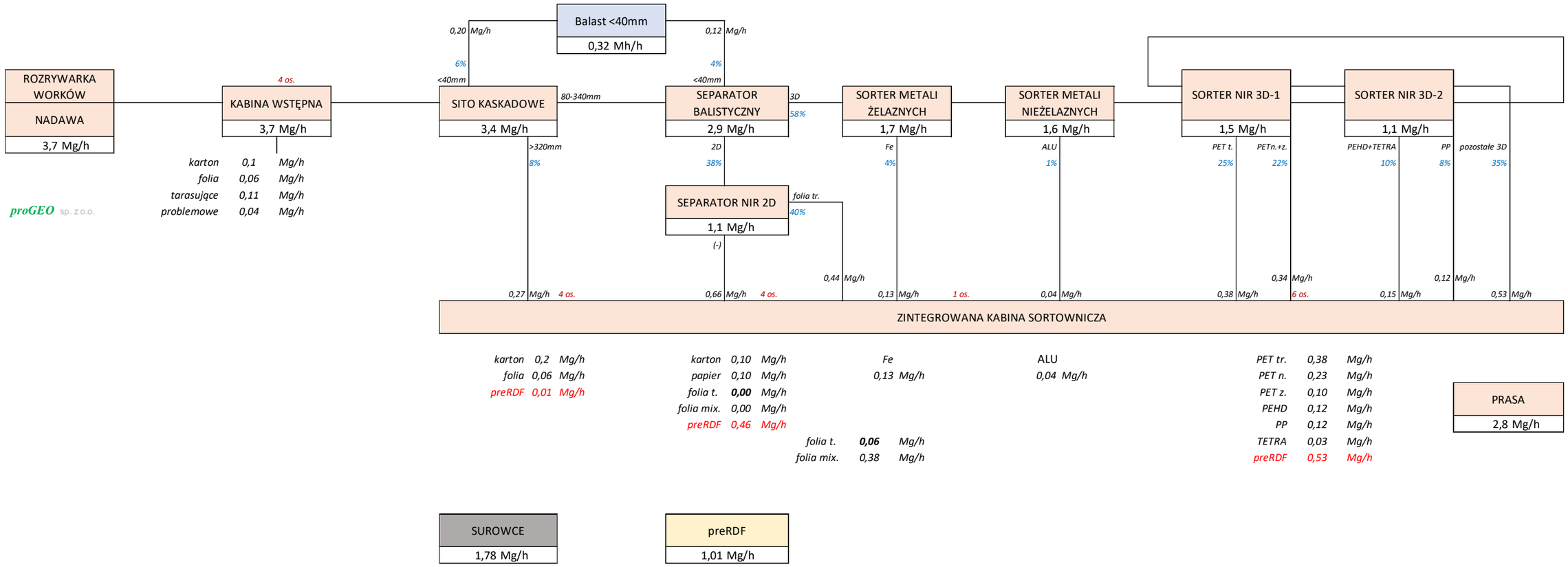
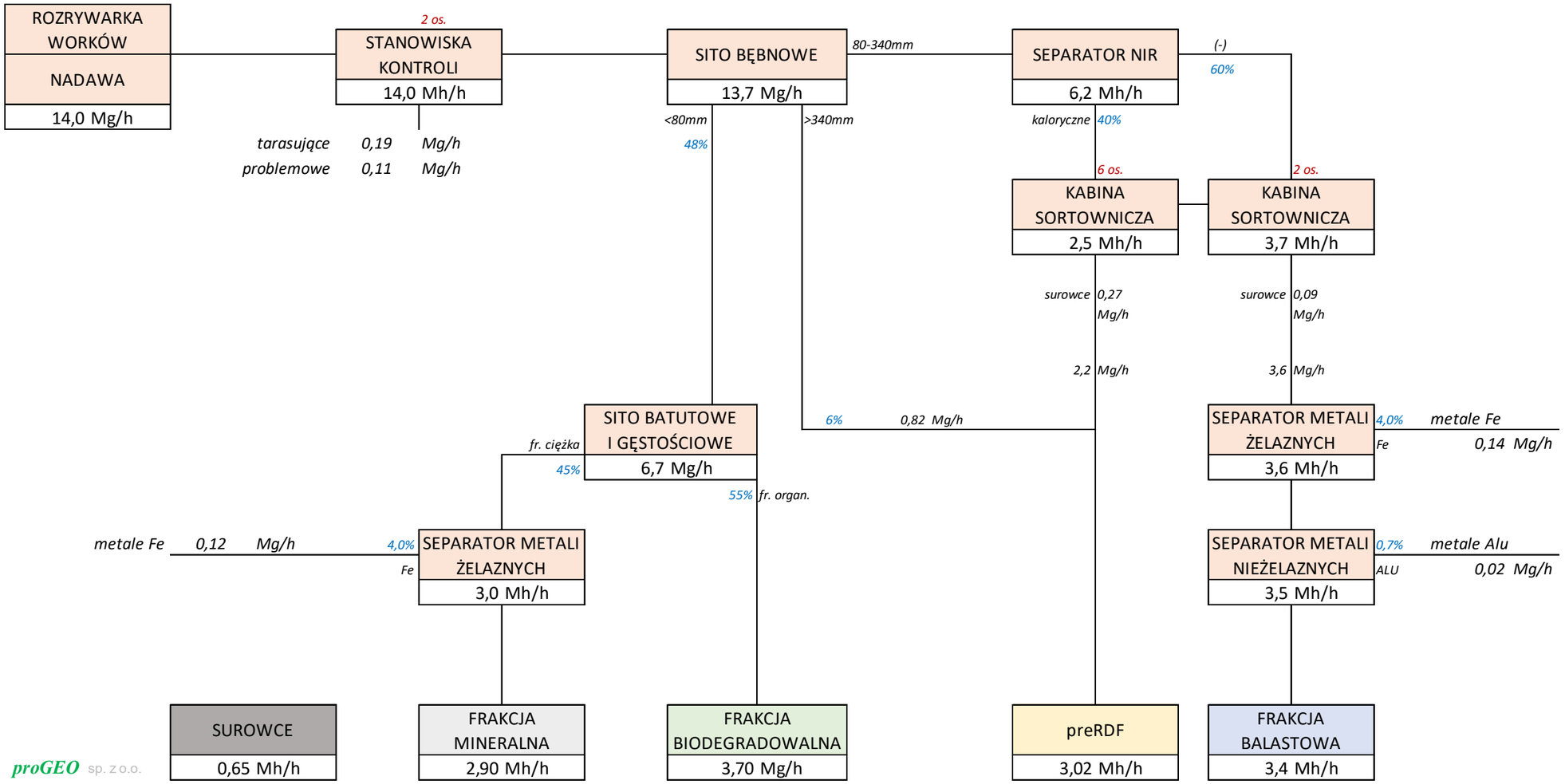
Załącznik 1.2. Schemat blokowy modernizacji instalacji – OPCJA 1 – istniejąca hala dla odpadów z selektywnej zbiórki



Załącznik 1.3. Schemat blokowy modernizacji instalacji – OPCJA 2 – nowa hala dla odpadów z selektywnej zbiórki – etap A



Załącznik 1.4. Schemat blokowy modernizacji instalacji – OPCJA 2 – nowa hala dla odpadów z selektywnej zbiórki – etap B



Załącznik 1.5. Schemat blokowy modernizacji instalacji – OPCJA 2 – istniejąca hala dla odpadów zmieszanych