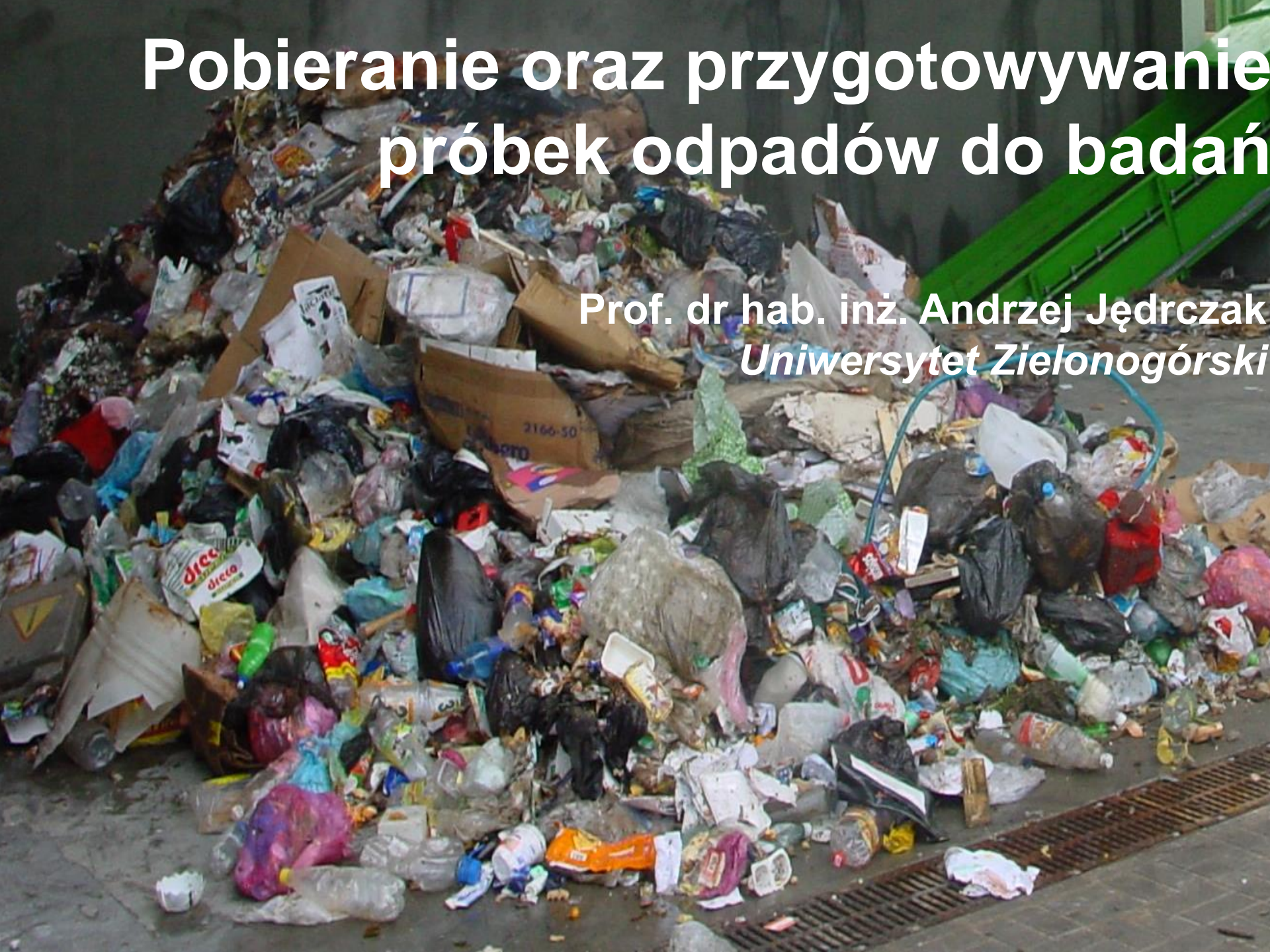


# Pobieranie oraz przygotowywanie próbek odpadów do badań

Prof. dr hab. inż. Andrzej Jędrzák  
*Uniwersytet Zielonogórski*



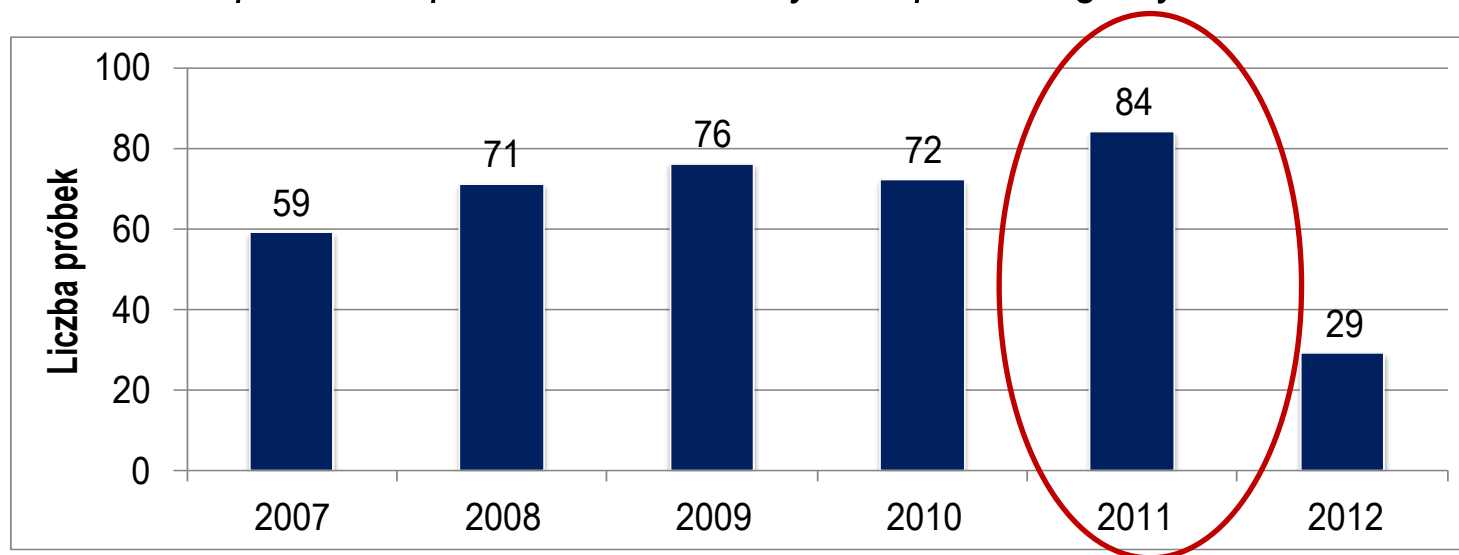


# Wprowadzenie

A. Jędrzak

- ❑ Luty 2013 r. - **Skład morfologiczny odpadów komunalnych w latach 2007-2012 w Polsce, według województw**

*Liczba próbek odpadów analizowanych w poszczególnych latach*



**300** z **391** badanych prób odpadów (ok. 75%) pobrano zgodnie z normą BN-87/910303: Unieszkodliwianie odpadów miejskich.

Pobieranie, przechowywanie i przesyłanie oraz wstępne przygotowanie próbek odpadów do badań – **masa próbek 5 kg**



A. Jędrzak

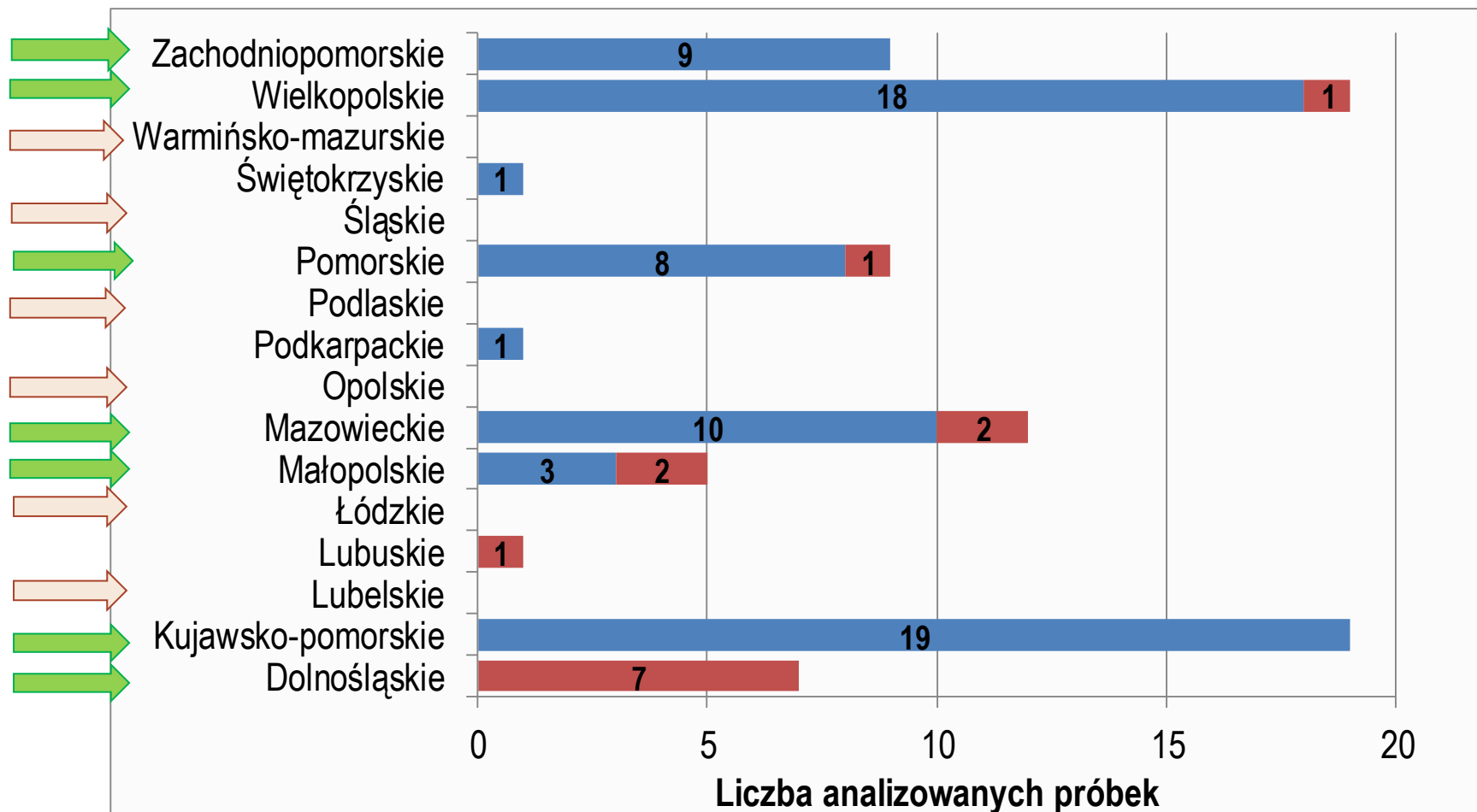
# Liczby analizowanych próbek w roku 2011 według województw

**Liczba próbek**

**Razem**  
**83**

**Próbki o masie 5 kg:**  
**69**

**Próbki o masie 30-100 kg:**  
**14**







# Średni skład morfologiczny odpadów komunalnych w Polsce w roku

Odchyl. stanad.  
wartość średnia

A. Jędrzak

Masa próbek	5 kg				30 - 100 kg			
	Liczba próbek				14			
Składniki	Zakres wart.	Wart. śred.	Odch. stand.	WZ	Zakres wart.	Wart. śred.	Odch. stand.	WZ
Fracja <10 mm	0,0-49,6	10,2	12,1	118	5,8-30,0	14,5	8,7	60
Organika	0,0-42,7	10,5	8,8	84	13,2-33,9	27,9	5,9	21
Drewno	0,0-10,0	0,6	1,9	333	0,0-2,2	0,7	0,7	96
Papier i tektura	0,0-54,9	11,6	8,6	74	5,7-22,5	13,6	4,9	36
Tworzywa szt.	8,3-65,6	32,8	13,9	42	7,4-25,8	14,4	4,4	30
Szkło	0,0-37,3	13,6	10,2	75	7,4-18,4	11,4	3,5	31
Tekstylia	0,0-48,8	5,6	8,3	147	0,2-10,3	3,9	2,3	59
Metale	0,0-80,4	7,6	10,2	135	0,5-5,9	2,9	1,5	53
Odpady niebezp.	0,0-3,5	0,1	0,4	802	0,0-1,0	0,2	0,3	167
Wielomateriałowe	0,0-8,3	0,3	1,2	418	0,0-11,0	3,1	3,3	107
Inertne	0,0-55,1	6,7	10,3	154	1,3-10,7	4,8	3,1	63
Inne kategorie	0,0-18,7	0,5	2,8	536	0,3-4,9	2,5	1,4	56
Razem	-	100,0	-	-	-	100,0	-	-

0 - 20% - małe zróżnicowanie;

40 - 60% - duże zróżnicowanie;

20 - 40% - średnie zróżnicowanie;

>60% - bardzo duże zróżnicowanie.

# Liczba próbek

Planując badania odpadów, należy zdefiniować wymagany poziom dokładności i następnie zbadać możliwość jego uzyskania pod względem dostępnych środków i zasobów.

## Masa próbek

- ❑ Badania przeprowadzone przez Klee i Carrutha (1970) i przez Brittona (1972) wykazały że wzrost masy próbek odpadów do ponad 100 kg powoduje wzrostu dokładności otrzymanych wyników. Dla odpadów komunalnych za optymalną uznali oni masę próbek **od 90 do 135 kg**. W opracowaniach statystycznych innych autorów oraz w metodyce SWA Tool również wskazano na masę próbki odpadów 100 kg, jako wystarczającą dla uzyskania żądanej dokładności wyników.
- ❑ Klee i in. Wykazali również że istnieje związek między wielkością cząstek odpadów wymaganą masą próbek – generalnie im większy rozmiar cząstek tym większe masy próbek są wymagane do osiągnięcia określonej dokładności

# Liczba próbek

Wymaganą liczbę próbek odpadów dla określenia zawartości poszczególnych składników materiałowych (morfologicznych) odpadów komunalnych (przy założonej czułości i poziomie ufności). obliczya się z równania:

$$n_i = \left( \frac{z \cdot v_i}{e} \right)^2$$

gdzie:

- $n_i$  - liczba próbek dla składnika „i”;
- $z$  - normalne odchylenie standardowe wyznaczone dla wymaganego poziomu ufności ( $\alpha$ ) z tablic statystycznych rozkładu normalnego;
- $v_i$  - współczynnik zmienności (iloraz odchylenia standardowego serii pomiarów i średniej wartości tego udziału, w %). Do tego celu można wykorzystać też dostępne dane z wcześniejszych pomiarów.
- $e$  – czułość, wyrażona w procentach i oznacza dopuszczalny błąd oszacowania udziału danego typu odpadów.

*Określenie niezbędnej liczby próbek do badań składu materiałowego odpadów (w oparciu o dane dla odpadów komunalnych z kraju w roku 2011)*

Składniki	Masa próbek – 5 kg; liczba próbek - 69							Masa próbek – 30-100 kg; liczba próbek - 14						
	Wart. śred.	Odch. stand.	WZ	Wymagana liczba prób, n				Wart. śred.	Odch. stand.	WZ	Wymagana liczba prób, n			
				α= 95%		α= 90%					α= 95%		α= 90%	
				e-10%	e-20%	e-10%	e-20%				e-10%	e-20%	e-10%	e-20%
Fracja <10 mm	10,2	12,1	118	535	134	377	94	14,5	8,7	60	17	4	12	3
Organika	10,5	8,8	84	271	68	191	48	27,9	5,9	21	17	4	12	3
Drewno	0,6	1,9	333	4260	1065	3001	750	0,7	0,7	96	354	89	249	62
Papier i tektura	11,6	8,6	74	210	53	148	37	13,6	4,9	36	50	12	35	9
Tworzywa szt.	32,8	13,9	42	68	17	48	12	14,4	4,4	30	35	9	24	6
Szkło	13,6	10,2	75	216	54	152	38	11,4	3,5	31	37	9	26	7
Tekstylia	5,6	8,3	147	830	208	585	146	3,9	2,3	59	134	33	94	24
Metale	7,6	10,2	135	700	175	493	123	2,9	1,5	53	108	27	76	19
Odpady niebezp.	0,1	0,4	802	24709	6177	17405	4351	0,2	0,3	167	1071	268	755	189
Wielomateriałowe	0,3	1,2	418	6712	1678	4728	1182	3,1	3,3	107	440	110	310	77
Inertne	6,7	10,3	154	911	228	642	160	4,8	3,1	63	152	38	107	27
Inne kategorie	0,5	2,8	536	11037	2759	7774	1944	2,5	1,4	56	120	30	85	21



# Podsumowanie

- ❑ Analizowane wyniki badań składu morfologicznego odpadów komunalnych zbieranych w miastach i wsiach na terenie Polski wykazywały bardzo duże zróżnicowanie. Decydowały o tym, przede wszystkim, różne sposoby i miejsca poboru próbek, różne metody prowadzenia badań (**zbyt mała masa**).
- ❑ Niezbędne jest :
  - Opracowanie metodyk pobierania próbek odpadów komunalnych i produktów ich przetwarzania oraz oznaczania właściwości odpadów gwarantujących uzyskanie informacji, zwłaszcza o składzie frakcyjnym i materiałowym odpadów, o oczekiwanym poziomie dokładności.
  - Przeprowadzenie badań odpadów w wybranych obszarach kraju w celu zweryfikowania aktualnego składu morfologicznego odpadów na terenach wiejskich, w małych i dużych miastach oraz uzyskania niezbędnych informacji o stopniu realizacji wymagań nałożonych przepisami na gminy.



**Pobieranie oraz wstępne  
przygotowywanie próbek odpadów do  
badań**



# Definicje

- ❑ **Partia odpadów** - całkowita ilość odpadów nagromadzona w określonym czasie i miejscu na terenach objętych badaniem odpadów. Powinna ona mieć objętość nieprzekraczającą 30 m<sup>3</sup> odpadów, w stanie luźnym;
- ❑ **Próbka pierwotna** – część partii materiału pobrana jednorazowo z jednego miejsca;
- ❑ **Próbka ogólna** - część partii materiału złożona ze wszystkich próbek pierwotnych pobranych z danej partii;
- ❑ **Próbka laboratoryjna** – próbka przygotowana z próbki ogólnej w wyniku jej podziału, reprezentująca właściwości materiału przeznaczona do prowadzenia analiz;
- ❑ **Próbka do badań** – próbka przygotowana z próbki laboratoryjnej, z której pobiera się próbkę analityczną;
- ❑ **Próbka analityczna** – część pobrana z próbki do badań, przeznaczona w całości do jednego oznaczenia;
- ❑ **Wielkość próbki** – masa odpadów składająca się na próbkę.



# Pobieranie i przygotowywanie próbek. Zasady ogólne

- ❑ **Przedmiot procedury:** przedmiotem procedury jest metoda pobierania próbek odpadów komunalnych wytwarzanych i pozostałych (odpady komunalne pozostałe po selektywnym zbieraniu) oraz strumieni odpadów wytwarzanych w instalacjach ich przetwarzania.
- ❑ **Zakres stosowania procedury:** procedurę należy stosować przy badaniu odpadów komunalnych, w celu określenia ich właściwości technologicznych dla potrzeb:
  - **ogólnego monitoringu ilości i jakości odpadów,** tworzenia ogólnej bazy danych o odpadach wytwarzanych oraz opracowywania planów gospodarki odpadami dla określonego obszaru; } **bezpośrednio z pojemników**
  - **projektowania instalacji przetwarzania odpadów,** np. instalacji termicznego przekształcania odpadów, zakładu mechaniczno-biologicznego przetwarzania odpadów; } **z samochodów dostarczających odpady na składowisko**
  - **monitoringu istniejących instalacji** np. zakładu mechaniczno-biologicznego przetwarzania odpadów. } **z linii działającej instalacji, np. taśmociągów.**



# Pobieranie próbek pierwotnych bezpośrednio z pojemników

Należy prowadzić oddzielnie badania strumieni odpadów zbieranych regularnie:

- na terenach miejskich z gospodarstw domowych;
- na terenach wiejskich;
- na terenach miejskich z obiektów infrastruktury.

dochody ludności;

- **informacje dotyczące gospodarki odpadami:** organizacja systemu odbierania odpadów, podmioty obsługujące obszar, rodzaje i masy zbieranych odpadów, w tym odpadów zbieranych selektywnie, liczba i rodzaje pojemników, całkowita objętość pojemników, opis tras odbierania odpadów, dane z wag samochodowych, metody odzysku i unieszkodliwiania odpadów;
- **informacje dotyczące obiektów infrastruktury** dla każdego rodzaju działalności i liczbie zatrudnionych w nich pracowników.

# *Odpady z gospodarstw domowych miejskich i wiejskich*

## **Wielkość próbek pierwotnych**

- ❑ W ramach tych 3 podstawowych środowisk można wyróżnić jeszcze **specyficzne obszary**, różniące od pozostałych szczególnymi cechami, co może uzasadniać ich wydzielenie jako odrębnych środowisk (np. sposób ogrzewania mieszkań, posiadanie i wielkość ogrodów).
- ❑ Wydzielenie to może być uzasadnione znacznym (np. 10%-owym) udziałem danej struktury (podpopulacji) w ogólnej populacji.
- ❑ **Nie zaleca się wydzielenia więcej niż 5 środowisk.**



# *Minimalna liczba próbek pierwotnych*

Jeżeli masa wytwarzanych odpadów na terenie struktury wynosi **>50 Mg/tydz.** (przyjmując jednostkowy wskaźnik wytwarzania odpadów 5 kg/(M·tydz.), odpowiada to liczbie mieszkańców struktury >10.000) z terenu struktury **należy pobrać 2 zestawy próbek pierwotnych.**

- Każda próbka pierwotna powinna być zważona
- Próbkę należy pobierać w dniu planowanego wywozu odpadów.
- Wybór miejsc poboru próbek pierwotnych powinien odbywać się w oparciu o opracowany plan losowego poboru próbek odpadów (pojemników).
- Adresy i liczby mieszkańców korzystających z wybranych do badań pojemników powinny zostać zarejestrowane w celu określenia masy odpadów wytwarzanej na jednego mieszkańca dla każdej struktury zabudowy.

# *Odpady z infrastruktury miejskiej*

## **Wielkość próbek pierwotnych**

- ❑ Na podstawie zebranych danych należy opracować listę obiektów infrastruktury funkcjonujących na terenie miasta i przydzielić je do jednej z 4 kategorii:
  - **handel detaliczny** - sklepy;
  - **handel hurtowy** - hurtownie, strefa przemysłowa, zakłady usługowe i rzemieślnicze;
  - **obiekty nie handlowe** - hotele i gastronomia, obiekty biurowe;
  - **edukacja** - szkoły i uczelnie.
- ❑ Próbką pierwotną jest objętość zewnętrznego pojemnika do zbierania odpadów (często kontenera), umieszczonego na terenie posesji obiektu infrastruktury.
- ❑ Minimalna liczba próbek pierwotnych - **5 pojemników 1100 dm<sup>3</sup>** lub równoważna liczba pojemników o innej pojemności, która gwarantuje objętość próbki ogólnej nie mniejszą niż **5 m<sup>3</sup>**.

# Pobieranie próbek z samochodów dostarczających odpady do zakładu

## Wielkość próbek pierwotnych

- ❑ **Próbkę ogólną** odpadów przygotowuje się przez pobranie 15 próbek pierwotnych o minimalnej masie 100 kg podczas wyładunku 15 losowo wybranych samochodów, dowożących odpady na składowisku (do stacji przeładunkowej), podczas typowego tygodnia pracy. Poniżej przedstawiono przykładowy plan losowego poboru próbek odpadów:

# Przykład

- ❑ Czas pracy instalacji **6 dni** w tygodniu
- ❑ Liczba pojazdów dostarczających odpady pozostałe z gospodarstw domowych i z obiektów infrastruktury w tygodniu pracy wynosi **60**,
- ❑ częstotliwość pobierania próbek wynosi  $60/15 = 4$ ; próbki powinny być pobierane podczas wyładunku **co 4 samochodu**,
- ❑ pierwszą próbkę pierwotną należy pobrać podczas rozładunku 4 samochodu po rozpoczęciu pracy w poniedziałek, drugą z odpadów dowiezionych w 8 samochodzie itd., aż do pobrania 15. próbki pierwotnej.

P	W	Ś	C	P	S
1	14	25	35	47	57
2	15	26	36	48	58
3	16	27	37	49	59
4	17	28	38	50	60
5	18	29	39	51	
6	19	30	40	52	
7	20	31	41	53	
8	21	32	42	54	
9	22	33	43	55	
10	23	34	44	56	
11	24		45		
12			46		
13					

# Pobieranie próbek z samochodów dostarczających odpady do zakładu

- ❑ Przywieziona przez samochód specjalny (śmieciarkę) partię odpadów należy wysypać na utwardzoną powierzchnię, Odpady należy uformować w pryzmę o wysokości nie większej ok. 0,5 m. Z **minimum 10 miejsc**, równomiernie rozłożonych w całej pryzmie, pobrać próbki odpadów **o masie ok. 10 kg**, i wrzucić do przygotowanego uprzednio pojemnika, np. typowego pojemnika do gromadzenia odpadów o pojemności 1100 dm<sup>3</sup>,
- ❑ Każda próbka pierwotna powinna być zważona
- ❑ Pojemniki z próbkami lub próbki pierwotne należy gromadzić na wydzielonym placu. Nie należy ingerować w próbki pierwotne w czasie ich magazynowania.





# Pobieranie próbek z linii działającej instalacji

## Wielkość próbek pierwotnych

- Próbkę ogólną odpadów przygotowuje się przez pobranie **15 próbek** pierwotnych o **minimalnej masie 100 kg** z linii instalacji, podczas typowego tygodnia pracy.
- czas pracy instalacji **6 dni** w tygodniu przez **8 godzin dziennie**,
- częstotliwość pobierania próbek wynosi  $48/15 = 3$  reszta 3; próbki, powinny być pobierane, co 3 godziny
- Każda próbka pierwotna powinna być zważona.
- Próbki pierwotne należy przetrzymywać w pojemnikach lub w formie pryzm na wydzielonym placu. Nie należy ingerować w próbki pierwotne w czasie ich magazynowania.

P	W	Ś	C	P	S
1	1	1	1	1	1
2	2	2	2	2	2
3	3	3	3	3	3
4	4	4	4	4	4
5	5	5	5	5	5
6	6	6	6	6	6
7	7	7	7	7	7
8	8	8	8	8	8



A. Jędrczak

# Przygotowywanie próbki ogólnej

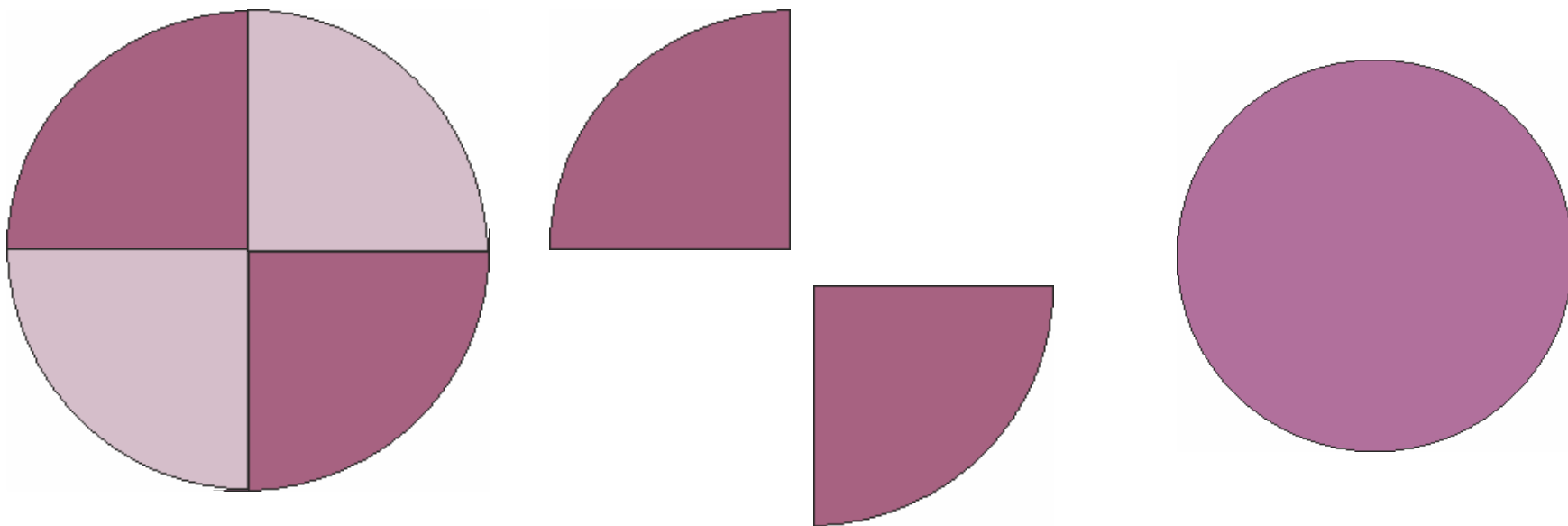
- Zebrane w pojemnikach wszystkie próbki pierwotne (lub zgromadzone na placu) wysypać na czystą, utwardzoną powierzchnię, a następnie dokładnie przemieszać.



# Przygotowywanie próbki laboratoryjnej

A. Jędrzak

- ❑ Próbkę laboratoryjną uzyskuje się z próbki ogólnej przez zmniejszenia jej masy do 100 kg. W tym celu należy usypać z materiału próbki ogólnej pryzmę w formie spłaszczonego stożka wysokości nieprzekraczającej 0,8 m, a następnie podzielić ją na 4 części za pomocą lin do siebie prostopadłych.



- ❑ Tak postępować aż do otrzymania próbki laboratoryjnej o masie około 100 kg (około  $0,5 \text{ m}^3$ ). Pozostałe dwie nadmiarowe przeciwległe części próbki ogólnej po wydzieleniu próbki laboratoryjnej, łączy się i wykorzystuje się do oznaczenia gęstości odpadów na miejscu lub wyrzuca się.

# **Oznaczanie składu morfologicznego odpadów**

# Pobieranie i przygotowywanie próbek

- ❑ **Przedmiot procedury** - metoda oznaczania składu morfologicznego odpadów komunalnych stałych, pobieranych i przygotowywanych wg procedury I.
- ❑ **Zakres stosowania metody** - Metodę należy stosować do oznaczania składu morfologicznego (materiałowego) odpadów komunalnych stałych w celu:
  - wyboru metody przetwarzania i wykonania obliczeń technologicznych przy projektowaniu zakładów przetwarzania odpadów
  - określenia zawartości odpadów ulegających biodegradacji w zmieszanych odpadach komunalnych kierowanych do instalacji MBP i produktach ich rozdziału na sicie, a także kierowanych do instalacji termicznego przekształcania odpadów.
- ❑ **Określenia:**
  - **skład morfologiczny odpadów** - wyodrębnione umownie składniki odpadów (kategorie odpadów), których suma powinna wynosić  $100 \pm 0,5\%$ , charakteryzujące się określonymi właściwościami, mającymi istotny wpływ na procesy technologiczne, jakim mogą być poddawane odpady komunalne stałe.





A. Jędrczak

# Personel sortujący

- ❑ Zespół sortujący powinien składać się z osoby nadzorującej badania i od 4 do 6 sortowaczy.
- ❑ Nadzorca powinien:
  - **mieć doświadczenie** w sortowaniu odpadów i zapisywaniu danych,
  - **przeprowadzić szkolenie sortowaczy** przed rozpoczęciem badań
  - **kontrolować jakość sortowanych odpadów**, poprzez sprawdzenie jakości materiału umieszczonego w każdym pojemniku.
- ❑ Personel sortujący przed badaniami musi zapoznać się z typowymi przykładami odpadów każdej kategorii i podkategorii w tabeli 1 i stosować się do nich sztywno przy sortowaniu odpadów.



# Przyrządy i materiały

## Przyrządy i materiały

- sita o wymiarach oczek 10, 20, 40, 80 i 100 mm;
- stół z blatem do sortowania (1,25 m x 1,25 m), pokryty blachą lub płytą z laminatu;
- pojemniki z tworzyw sztucznych pojemności 120 lub 240 dm<sup>3</sup> lub alternatywnie inne pojemniki wyraźnie oznaczone (nazwa zbieranego składnika odpadów) do gromadzenia i ważenia frakcji odpadów;
- waga do 150 kg, o dokładności minimum 0,1 kg, waga do 60 kg, o dokładności minimum 0,01 kg.

## Przygotowanie próbki do badań

- Próbkę laboratoryjną należy pobrać i przygotować wg Procedury I.



A. Jędrczak

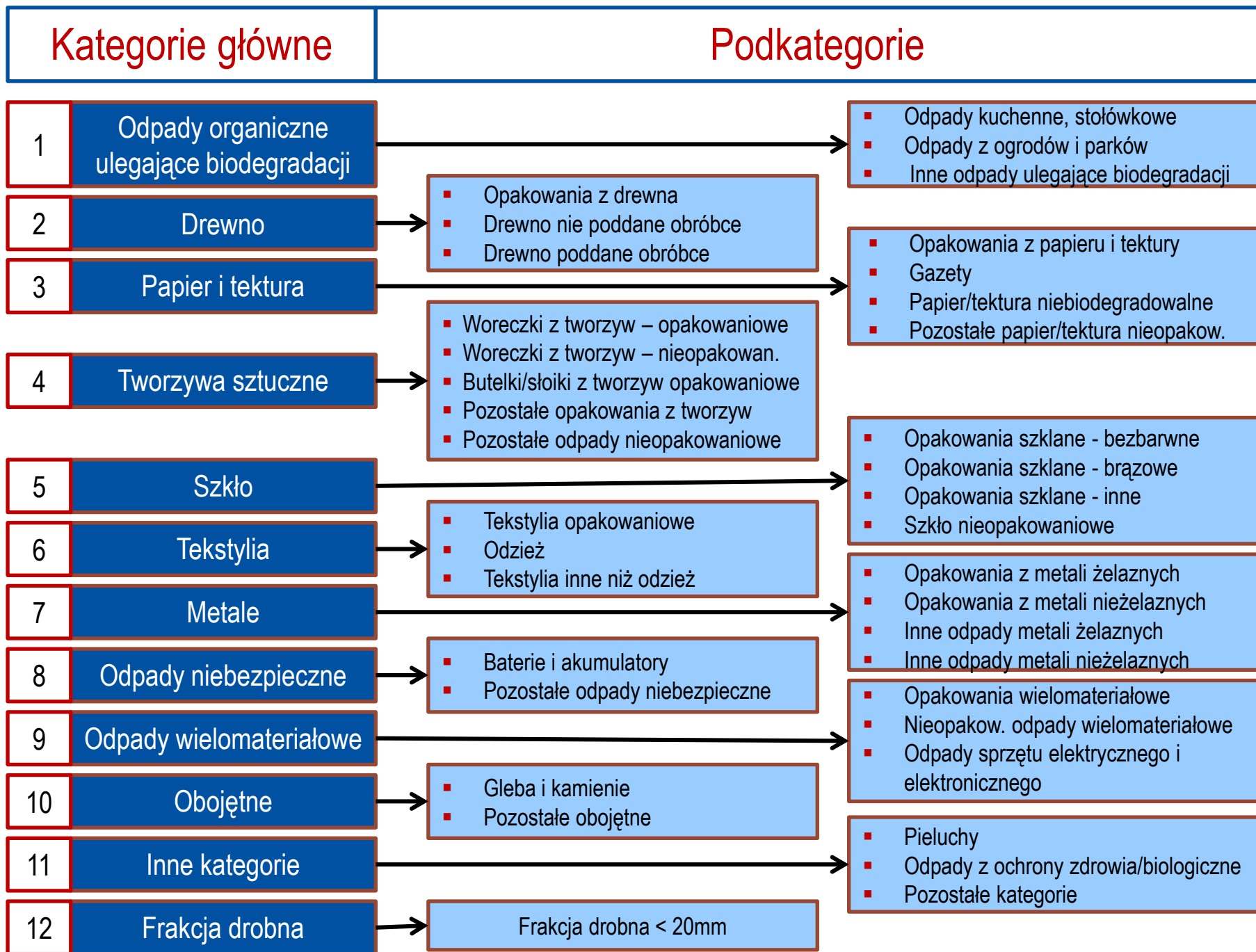
# Warunki bezpieczeństwa

- Wszystkie prace związane z badaniami składu morfologicznego odpadów muszą być prowadzone zgodnie **z przepisami BHP i z zachowaniem maksymalnej ostrożności.**
- Zagrożenia dla zdrowia i bezpieczeństwa osób uczestniczących w badaniach, np. ruch pojazdów, ręczne sortowanie, ekspozycja na odpady komunalne, niebezpieczeństwo związane z poślizgnięciem się i upadkiem.
- Wszystkie zagrożenia należy zidentyfikować przed rozpoczęciem badań w oparciu o szczegółową ocenę ryzyka i zastosować właściwe środki zapobiegające przed i podczas badania, np. zapewnienie odpowiedniego szkolenia personelu i sprzętu ochrony osobistej (rękawice, maski, okulary, chusteczki dezynfekujące, dobra widoczność, odzież ochronna itp.).

# Zasada metody

Metody polega na:

- ❑ rozdzieleniu za pomocą sit badanej próbki odpadów na frakcje <20 mm (wariant <10 mm, 10-20 mm), 20-40 mm, 40-80 mm, 80-100 mm oraz >100 mm;
- ❑ podziale frakcji >100 mm, 80-100 mm, 40-80 mm i 20-40 mm na 11 kategorii głównych (materiałowych) (tabela 1);
- ❑ wariant nie obowiązkowy: podziale 11 kategorii materiałowych wydzielonych z frakcji >100 mm, 80-100 mm i 40-80 mm na podkategorie (łącznie 34) (tabela 1),
- ❑ określeniu masy wszystkich wyodrębnionych składników oraz masy frakcji <20 mm (<10 i 10-20 mm) i obliczeniu składu morfologicznego frakcji sitowych oraz badanej próbki odpadów w procentach w stosunku do próbki o wilgotności, jaką posiadała w chwili pobrania do wykonania oznaczania.

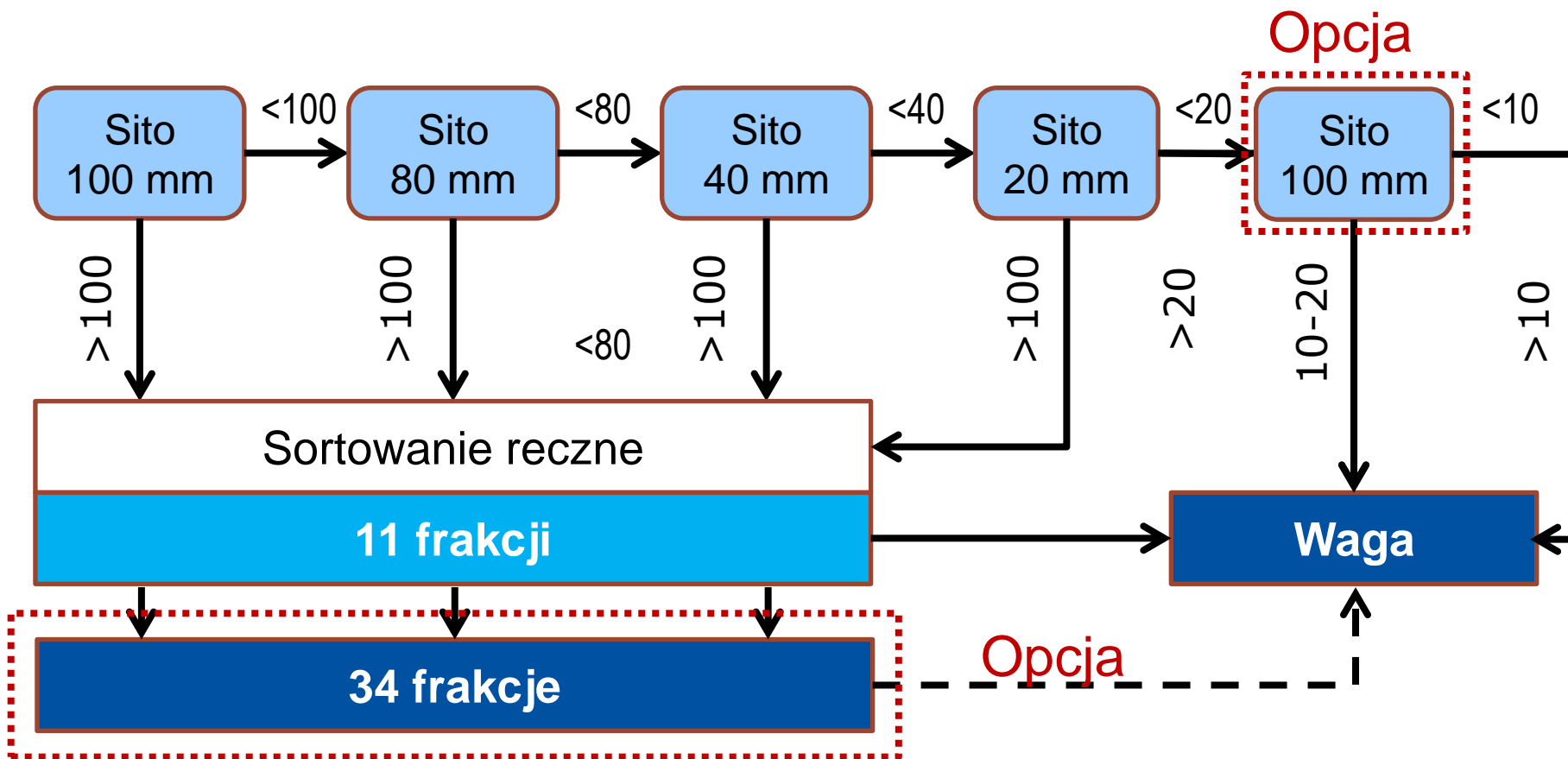






A. Jędrzak

# Wykonanie oznaczania





# Wykonanie oznaczania

- ❑ Próbkę laboratoryjną pobraną i przygotowaną wg procedury I należy zważyć z dokładnością do 0,1 kg. Następnie przesiać ją małymi porcjami przez sita o oczkach 100, 80, 40, 20 i wariantowo 10 mm.
- ❑ Sortowanie frakcji sitowych na 11 kategorii materiałowych należy rozpocząć od frakcji 20-40 mm, a następnie kolejno: 40-80 mm, 80-100 mm i >100 mm.
- ❑ Dla ułatwienia sortowania, analizowaną frakcję odpadów można umieszczać na blacie stołu sortowniczego partiami, w takiej ilości, aby po rozmieszczeniu odpadów na całej powierzchni stołu tworzyły one mono warstwę.
- ❑ Zaleca się wybierać najpierw większe przedmioty z papieru i tektury, tworzyw sztucznych oraz szkła, a następnie inne składniki. Pozostałe po sortowaniu drobne resztki leżące na stole zgarnąć do pojemnika z frakcją <20 mm. Każdy pojemnik z zawartością, należy zważyć na wadze z dokładnością do 10 g.

# Obliczanie wyników oznaczania

Udział poszczególnych składników w masie frakcji ( $X_n$ ) należy obliczyć w procentach wg wzoru:

$$X_n = \frac{m_n}{m_F} \cdot 100, \%$$

w którym:

- $m_n$  - masa poszczególnych składników odpadów wydzielonych z danej frakcji, kg,
- $m_F$  - masa frakcji, kg
- $m$  - masa próbki laboratoryjnej, kg,
- $n$  - 1,2, 3....9 symbole poszczególnych składników wg tabeli 1.

Udział poszczególnych składników w masie odpadów ( $Y_n$ ) należy obliczyć w procentach wg wzoru:

$$Y_n = \frac{m_n}{m} \cdot 100, \%$$

w którym:

- $m$  - masa próbki laboratoryjnej, kg.

**DZIĘKUJĘ ZA UWAGĘ**