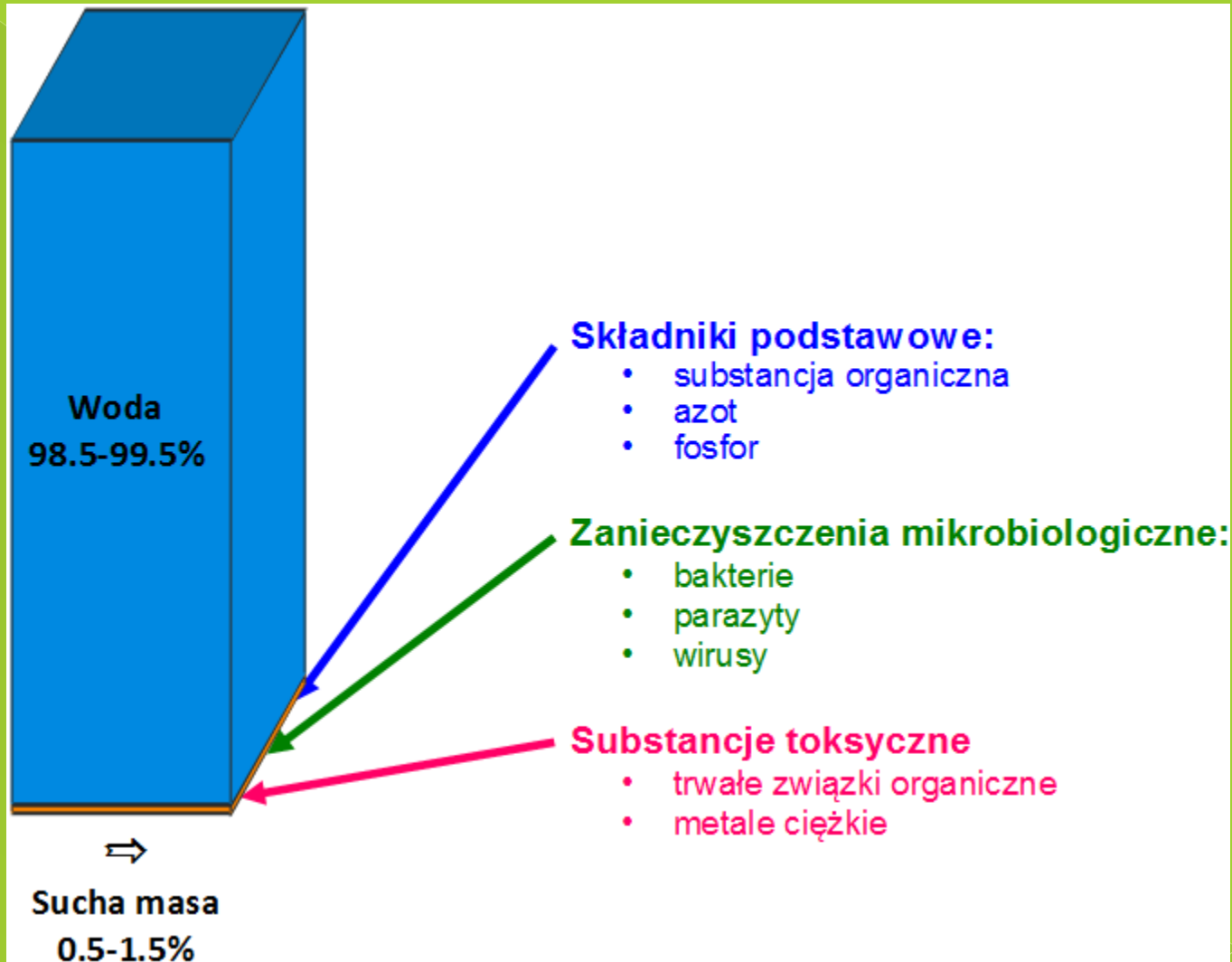


Polskie i europejskie  
doświadczenia z  
zastosowaniem metody  
trzcinowej do odwadniania i  
stabilizacji osadów  
ściekowych

Dr inż. Katarzyna Kotecka  
Politechnika Gdańska



Metody zagospodarowania osadów ściekowych:

- **recykling energetyczne**
- **recykling organiczny** połączony z odzyskiem pierwiastków nawozowych (azot i fosfor)

## Zalety metody trzcinowej do odwadniania i stabilizacji osadów:

- metoda naturalna
- metoda nisko energochłonna
- nie wymaga użycia dodatkowych środków chemicznych
- systemy mogą być budowane w dowolnych warunkach terenowych
- proste w budowie i obsłudze





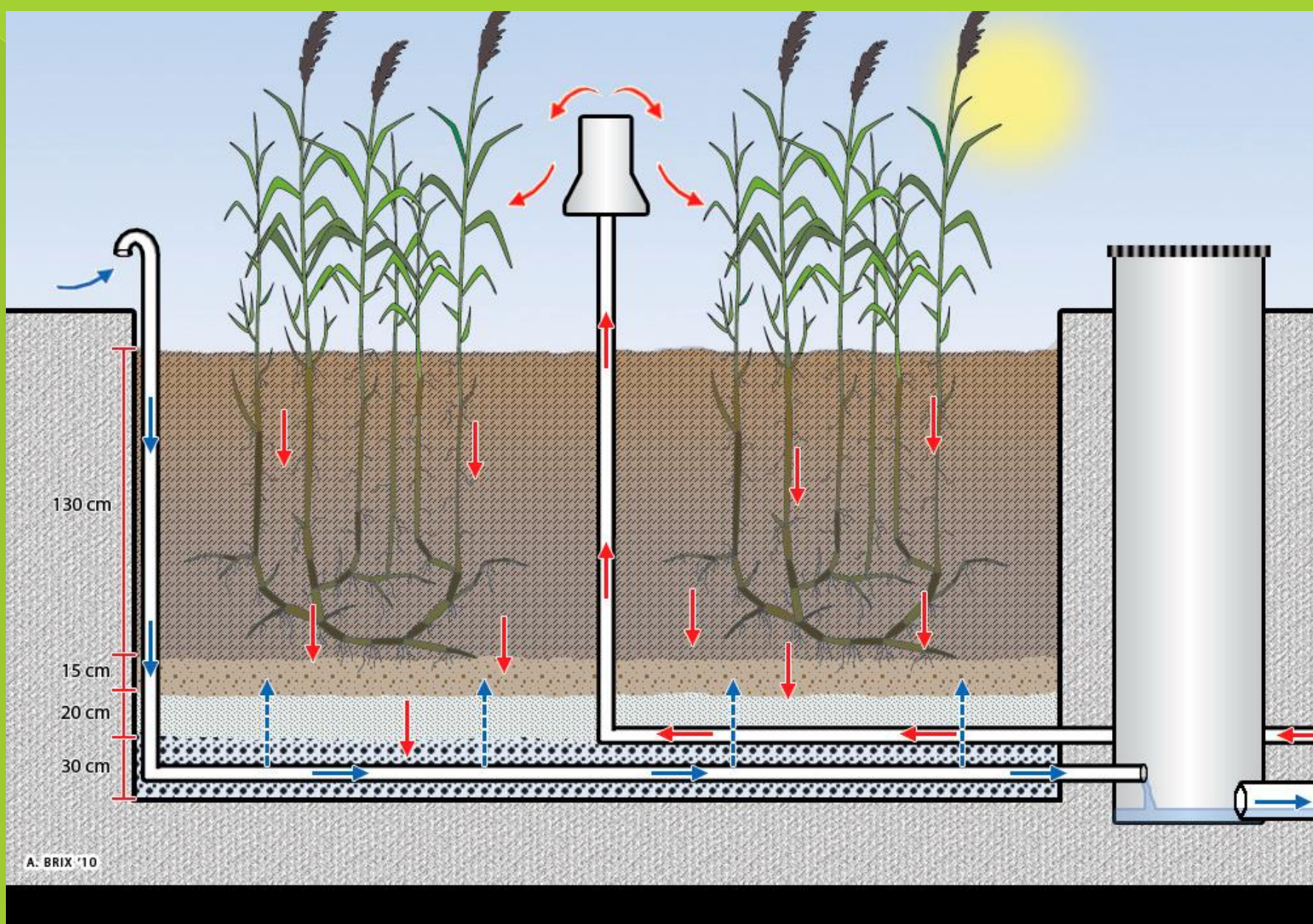
W systemach trzcinowych zachodzi zintegrowane odwadnianie i stabilizacja osadów w warunkach naturalnych pod wpływem następujących czynników:  
temperatury, grawitacji, promieniowania słonecznego, ewapotranspiracji.

# Etapy eksploatacji systemów trzcinowych

Rok	Etap	Eksploatacja
1	Wypracowanie obiektu	
2		
3		
4	Pierwszy rok pełnej eksploatacji	Podstawowe działanie
5		Długoterminowe działanie
6		
7		
8		
9	Opróżnianie	Spoczynek
10		
11	Ponowne odtworzenie obiektu	
12		
13	Drugi okres pełnej eksploatacji	Podstawowe działanie

Wytyczne duńskie zalecają dostarczanie osadów na jedno złożę przez **7-8 dni**, a następnie **55-56 dni** odpoczynku.

Natomiast zalecenia francuskie zalecają **2-3 dni** zasilania złóż osadem, a następnie **14-21 dni** odpoczynku.



Schemat systemu trzcinowego do unieszkodliwiania osadów ściekowych, Brix (2017)





Dostarczanie osadów do systemu trzcinowego (Helsingø)

## Zalecana liczba złóż trzciniowych w zależności od ładunku osadów ściekowych

ładunek osadów w tonach suchej masy na rok	500 i poniżej	500-1000	powyżej 1000
Zalecana liczba złóż	8	10	12-14

Zalecane maksymalne obciążenie złoża trzcinowego wynosi:

- w okresie rozruchu ok.  $30-40 \text{ kg}_{\text{sm}}/\text{m}^2 \cdot \text{rok}$
- dla osadów wtórnych  $60 \text{ kg}_{\text{sm}}/\text{m}^2 \cdot \text{rok}$
- dla osadów z dużą zawartością tłuszczów lub dla osadów przefermentowanych do  $50 \text{ kg}_{\text{sm}}/\text{m}^2 \cdot \text{rok}$ .

Koszty odwadniania osadów ściekowych w systemach trzcinowych są niskie i wynoszą około **5-10% całkowitych kosztów eksploatacyjnych metod konwencjonalnych.**

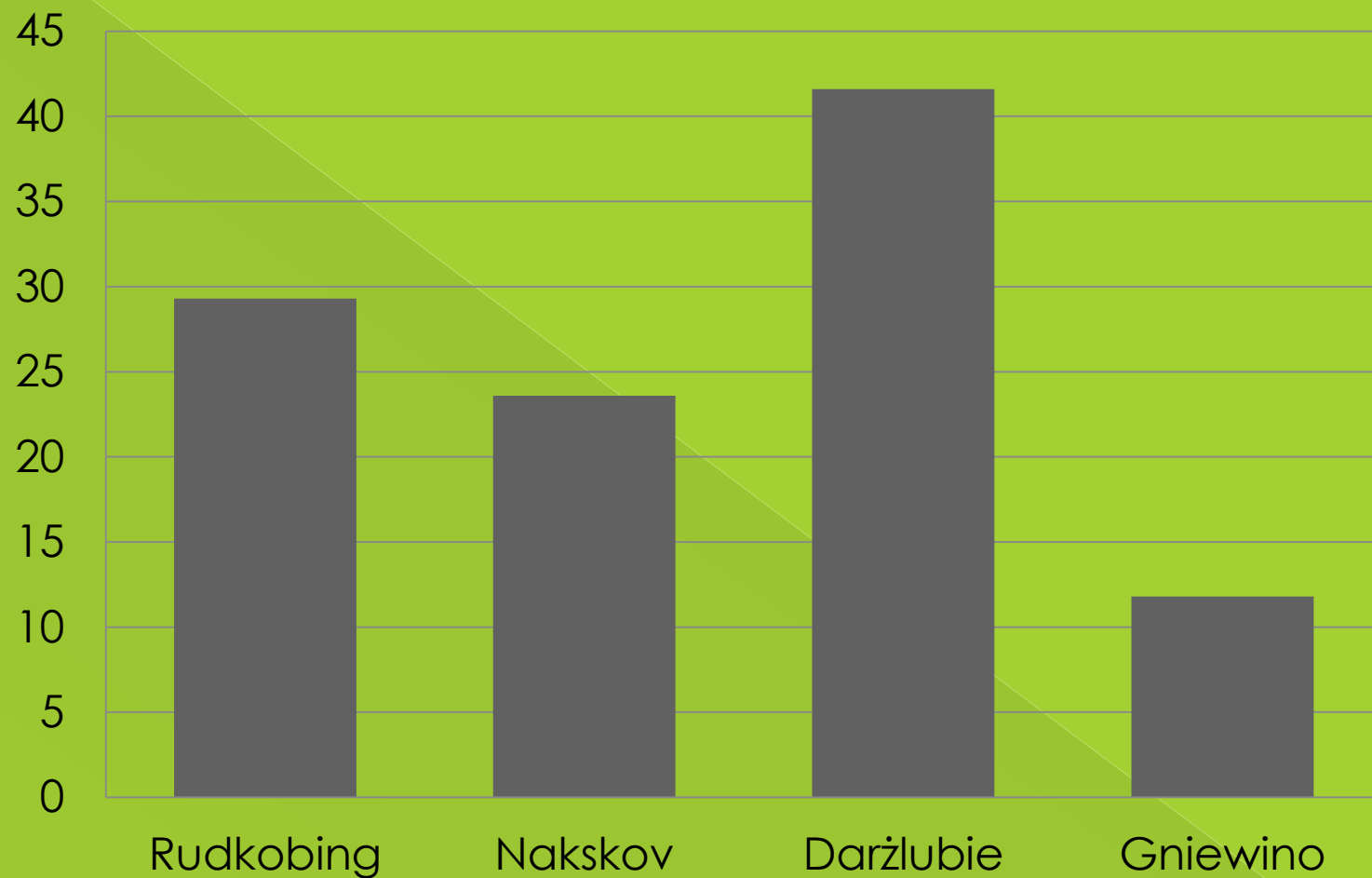
# Charakterystyka analizowanych systemów trzcinowych

Lokalizacja	Czas eksploatacji (w momencie poboru próbek), lata	Liczba złóż	Powierzchnia całkowita, m <sup>2</sup>	Ilość osadów, t s.m./m <sup>2</sup> . rok	Okres od ostatniego nawodnienia do poboru próbek
<b>Nakskov</b>	15	10	9 000	870	3 miesiące
<b>Rudkobing</b>	13	8	5 000	232	2 lata
<b>Darżlubie</b>	5	2	480	20	2 miesiące
<b>Gniewino</b>	3	6	2 400	150	21 dni

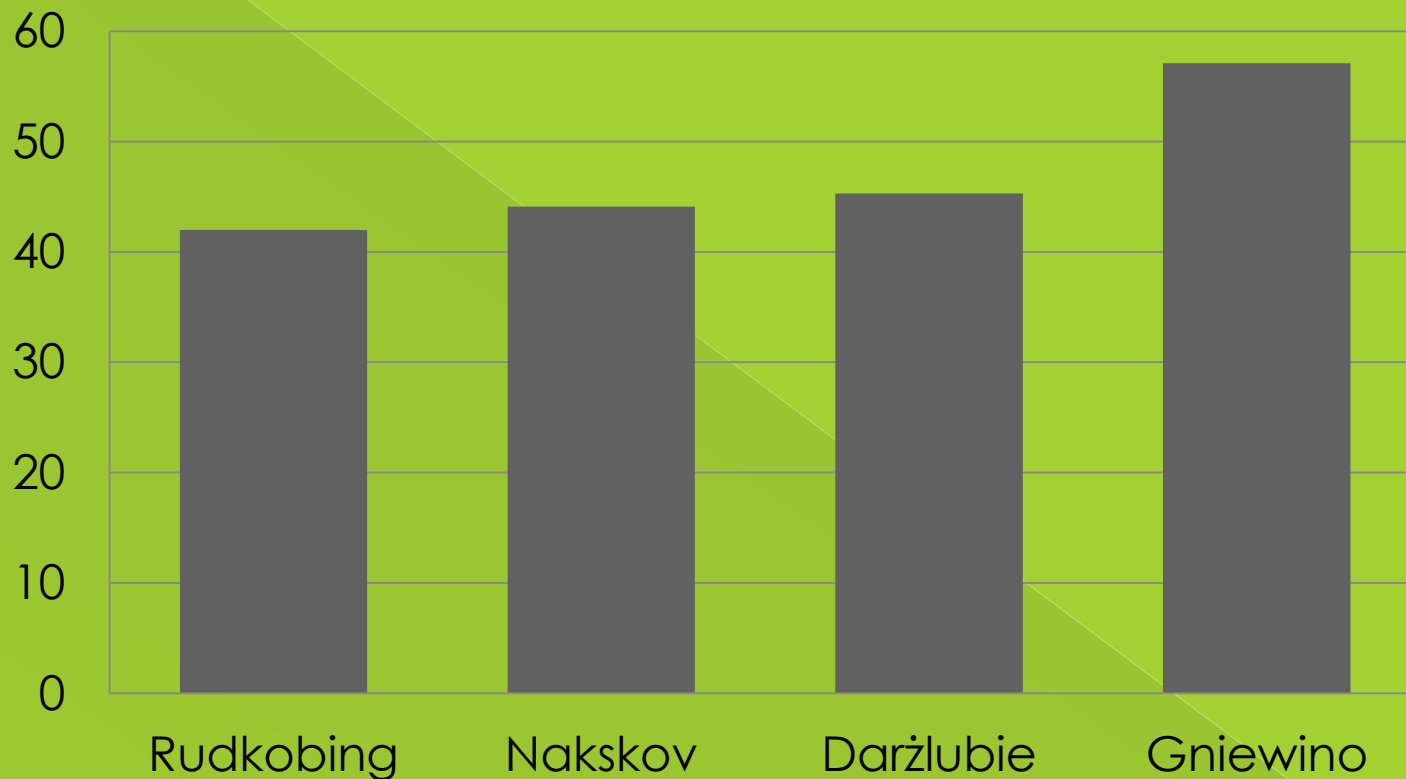


## Helsing Sludge Treatment Reed Bed System

## Zawartość suchej masy, %

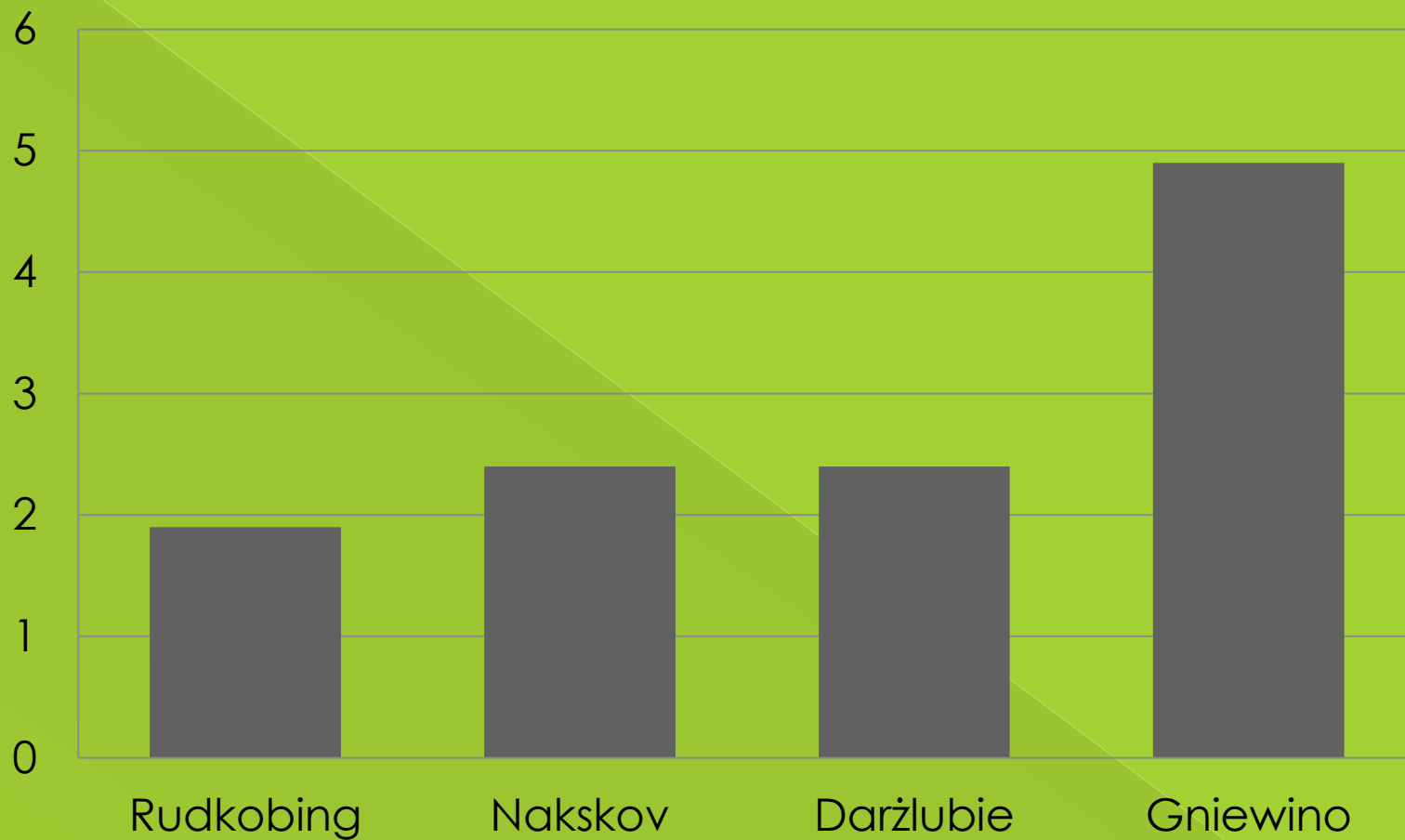


## Zawartość substancji organicznej, % suchej masy

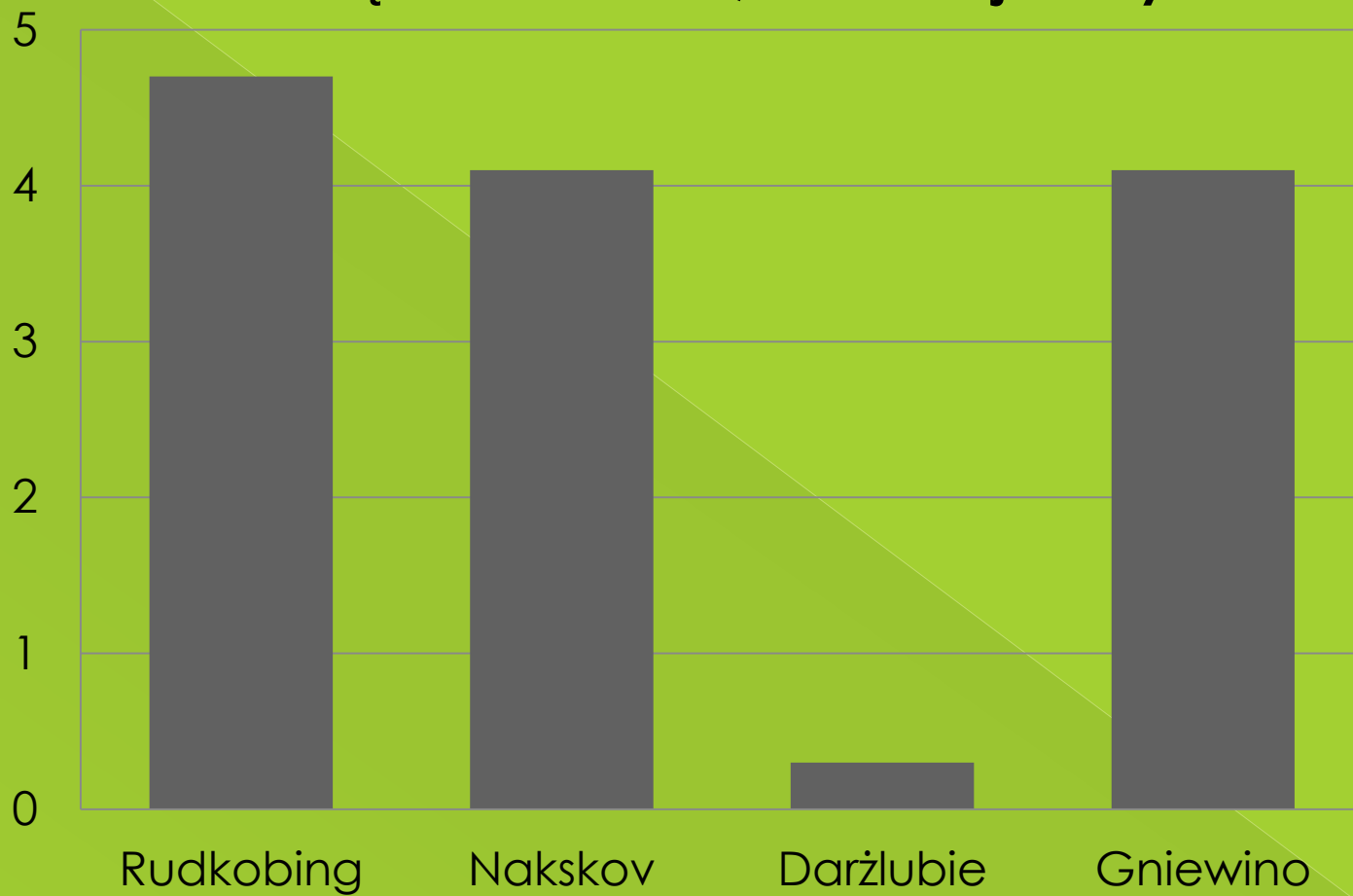




## Stężenia azotu, % suchej masy



## Stężenia fosforu, % suchej masy



Stężenia metali ciężkich w analizowanych osadach z systemów trzcinowych oraz wartości dopuszczalne, mg/kg s.m.

	Kadm	Nikiel	Ołów	Chrom	Miedź	Cynk
Rudkobing	0,84	20,3	14,6	32,1	219,0	542,0
Nakskov	0,74	22,4	15,6	17,5	81,0	437,0
Darżlubie	1,70	16,7	31,4	22,5	28,2	869,3
Gniewino	1,54	16,6	16,0	22,4	105,0	749,0
Wartości dopuszczalne	10	100	500	500	800	2500

## Charakterystyka mikrobiologiczna osadów, wg Nielsena (2011)

Patogeny	<i>Salmonella</i>	<i>Enterococci</i>	<i>E. coli</i>
Surowe osady ściekowe, liczba/cm <sup>3</sup>	10-100	10 000-1 000 000	10 000-1 000 000
Osady ściekowe po stabilizacji w systemach trzcinowych	< 2 / 100g	< 10 / g	< 100 / 100g

# Lokalne i globalne środowiskowe korzyści, wg Nielsena (2011)

2.000 ton suchej masy/rok Źródło: <b>System trzcinowy w Kolding (Dania)</b>	Uprawy rolne	Systemy trzcinowe	Centralne suszenie i spalanie
<b>Emisja:</b> CO <sub>2</sub> ton/rok NO <sub>x</sub> kg/rok SO <sub>2</sub> kg/rok	157 735 ~0	37 235 ~0	335 200 000 10 000
<b>Zapachy:</b> Dawkowanie na pola uprawne Transport kontenerowy Wylot z wentylacji/spaliny	Tak Tak Tak	Nie Nie Nie	--- Tak Tak
<b>Transport:</b> Liczba ciężarówek	910	300	1010
<b>Zewnętrzny hałas:</b> Wentylacja + samochody	Tak	Nie	Tak
<b>Inne uwarunkowania</b>	Dozowanie	Usuwanie	Tak
<b>Inne zagrożenia:</b> Ryzyko chemiczne Ciężki sprzęt Niebezpieczne maszyny Hałas	Tak Tak Średnio Średni	Nie Nie Mało Niski	Tak Tak Wiele Wysoki
<b>Zanieczyszczenia:</b> Patogeny Metale ciężkie Toksyczne związki organiczne	Tak Nie zmienia ~Nie zmienia	Nie Nie zmienia Redukcja	Nie Spaliny / popiół? Pozostały popiół?

# Wnioski

- Systemy trzcinowe są w pełni naturalną metodą przeróbki osadów ściekowych, przyjazną dla środowiska, są również nisko energochłonne.
- Istotne jest, aby systemy te były prawidłowo zaprojektowane oraz eksploatowane.
- Systemy trzcinowe charakteryzują się skutecznym odwadnianiem oraz wysokim stopniem mineralizacji unieszkodliwianych osadów ściekowych;
- Produkt ostateczny ma wysoki potencjał nawozowy, ze względu na stosunkowo wysokie stężenia azotu i fosforu oraz niskie stężenia metali ciężkich.

**Dziękuję za uwagę**

