



# **Recykling organiczny i odzysk energetyczny – działania komplementarne i niezbędne**

**prof. dr hab. inż. Grzegorz Wielgosiński**

**Politechnika Łódzka**

**Wydział Inżynierii Procesowej i Ochrony Środowiska**

**„Fermentacja bioodpadów – niezbędny komponent systemu”  
NFOŚiGW, Warszawa, 8 lutego 2023 roku**

# Odpady komunalne

Odpady komunalne są szczególnym rodzajem paliwa, które codziennie powstają w naszych gospodarstwach domowych, których ilość rośnie wraz ze wzrostem za-  
możności społeczeństwa (wzrostem PKB), w których zawarta jest energia (7-14 MJ/kg) która nie powinna być marnowana, których spalanie wymaga spełnienia rygorystycznych wymagań dotyczących samego pro-  
cesu spalania (np. temperatura), wielkości emisji oraz postępowania z pozostałością (żużle i popioły, produkty oczyszczania spalin)

## **Na początek ... kilka faktów**

- Ilość wytwarzanych odpadów komunalnych w Polsce od 2013 roku systematycznie rośnie w tempie ok. 0,5 mln Mg na rok; W roku 2021 było ich ok. 13,7 mln Mg;**
- Spodziewamy się, że w przeciągu najbliższych lat na skutek zmian demograficznych oraz wdrażania zasad GOZ nastąpi stabilizacja ilości wytwarzanych odpadów na poziomie ok. 15-16 mln Mg/rok;**
- Selektywnie zbieramy ok. 39,8% (2021) odpadów komunalnych (ok. 5,4 mln Mg) i przede wszystkim ten strumień kierowany jest do recyklingu;**

# **Gospodarka odpadami komunalnymi w Polsce**

- **Tylko odpady zebrane selektywnie nadają się do recyklingu i to nie w całości;**
- **Strumień tzw. zmieszanych odpadów resztkowych (po selektywnej zbiórce) trafia głównie do 182 instalacji MBP gdzie wyodrębniane są 3 frakcje:**
  - **frakcja nadsitowa (palna) - tzw. pre-RDF,**
  - **frakcje biodegradowalna - do kompostowania,**
  - **frakcja mineralna (balast) - do składowania;**
- **Rocznie powstaje ok. 4,5 mln Mg frakcji pre-RDF oraz ok. 4,9 mln Mg frakcji biodegradowalnej ;**

# **Gospodarka odpadami komunalnymi w Polsce**

- **Powstająca w instalacja MBP tzw. pre-RDF ma wartość opałową ok. 10-12 MJ/kg; Jest to paliwo, które powinno być wykorzystywane lokalnie, przede wszystkim w ciepłownictwie;**
- **Część pre-RDF spalana jest w istniejących spalarniach odpadów komunalnych (ok. 30% ich wydajności);**
- **Maksymalnie ok. 1,15 mln Mg RDF wykorzystywane jest do przygotowania tzw. paliwa alternatywnego (kod 19 12 10) dla cementowni (2/3 strumienia paliwa);**

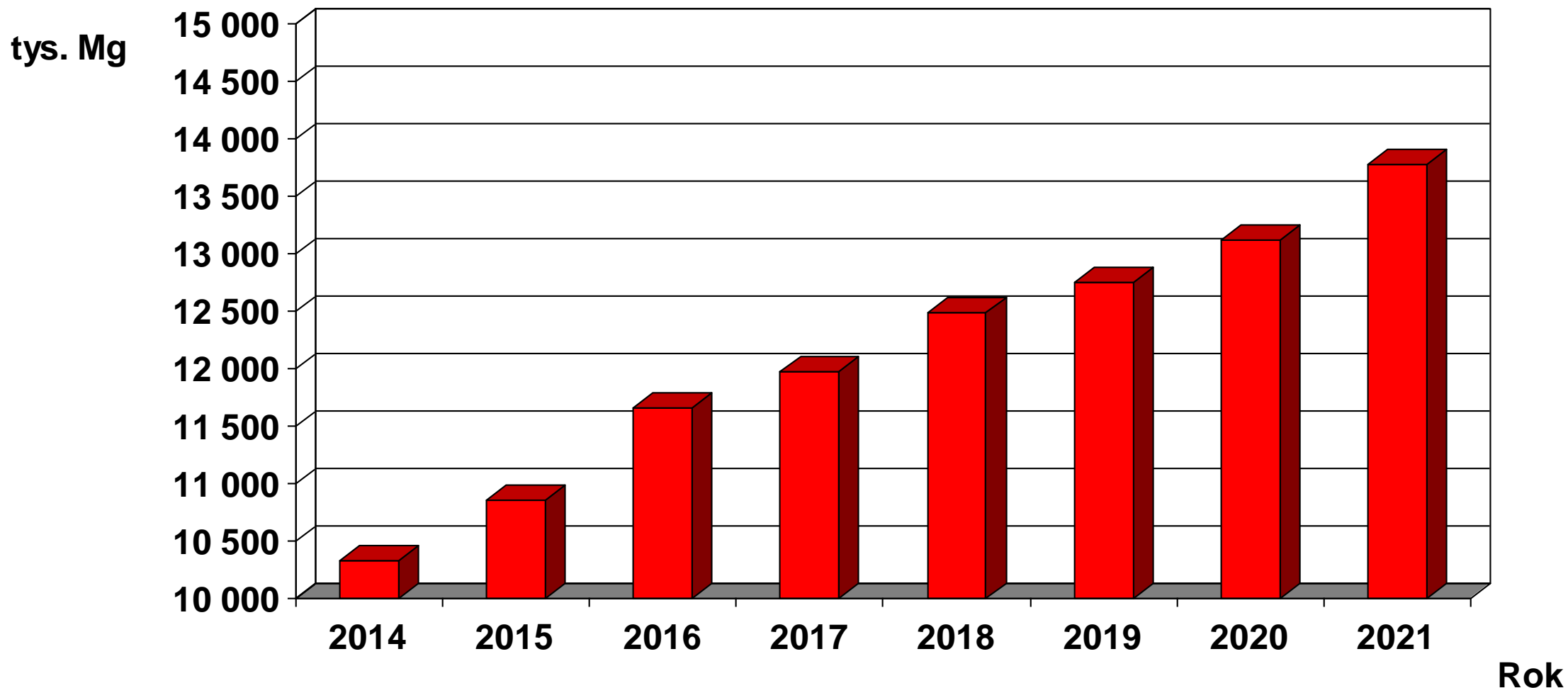
# **Gospodarka odpadami komunalnymi w Polsce**

- **Dziś brak jest mocy przerobowych dla spalania ok. 2,0-2,2 mln Mg pre-RDF rocznie;**
- **W różnych miejscach w Polsce zmagazynowanych jest od 2016 roku (od wprowadzenia zakazu składowania) przynajmniej 12 mln Mg pre-RDF;**
- **Zarówno pre-RDF (19 12 12) jak i jego wersja uszlachetniona RDF lub SRF (19 12 10), które nazywane są czasami paliwem alternatywnym w dalszym ciągu pozostają odpadami;**

# **Gospodarka odpadami komunalnymi w Polsce**

- Zgodnie z danymi GUS kompostowaniu poddawane jest ok. 1,8 mln Mg odpadów komunalnych (frakcji biodegradowalnej)**
- Większość frakcji biodegradowalnej jest w Polsce kompostowana w wyniku czego uzyskuje się niskojakościowy stabilizat;**
- W Polsce istnieje ok. 350 biogazowni, ale tylko 10 z nich przetwarza odpady komunalne (frakcje biodegradowalną);**
- Liczba kompostowni przyjmujących bioodpady wynosi 2028, zaś bioodpady kuchenne i ogrodowe przyjmują tylko 683 instalacje;**

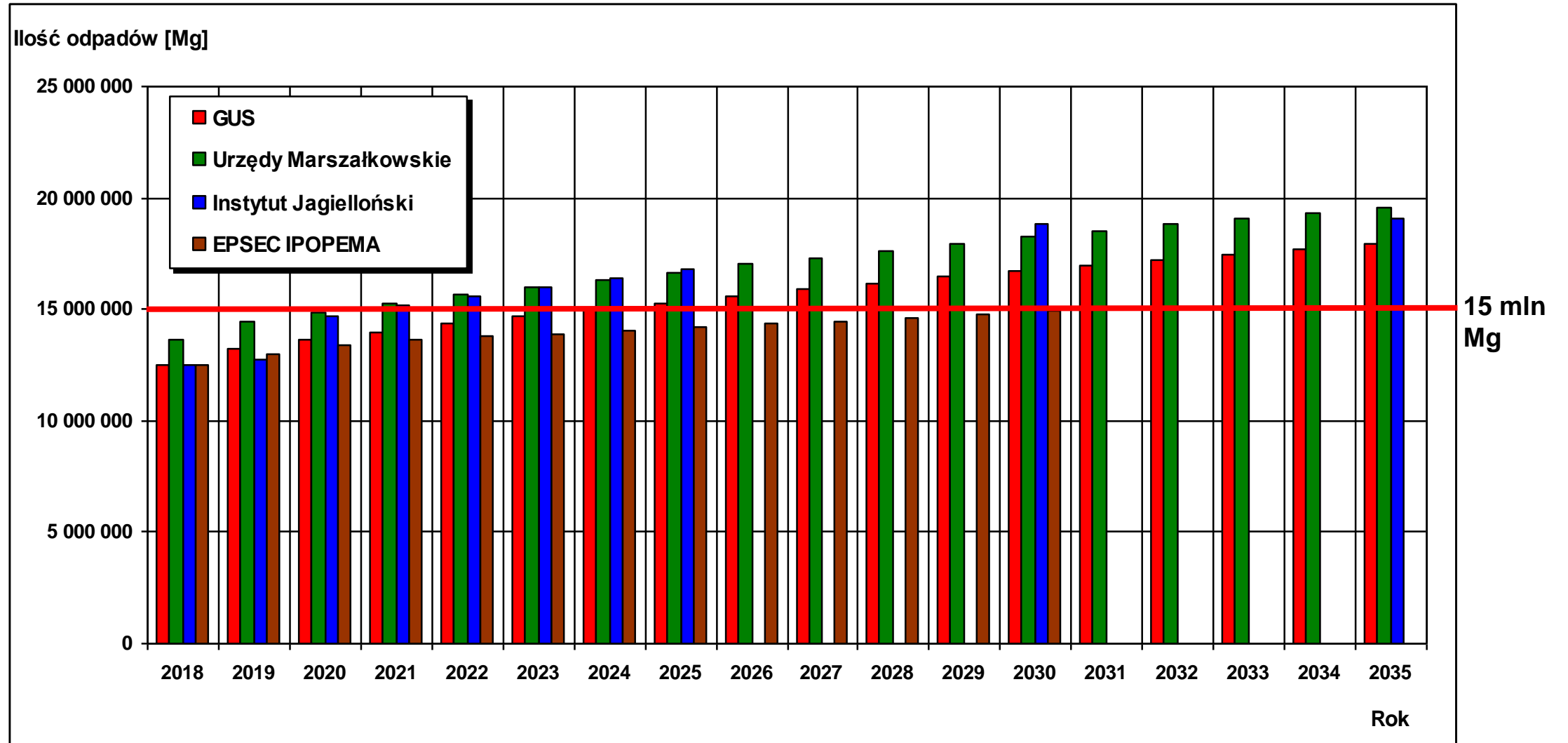
# Ilość odpadów komunalnych w Polsce



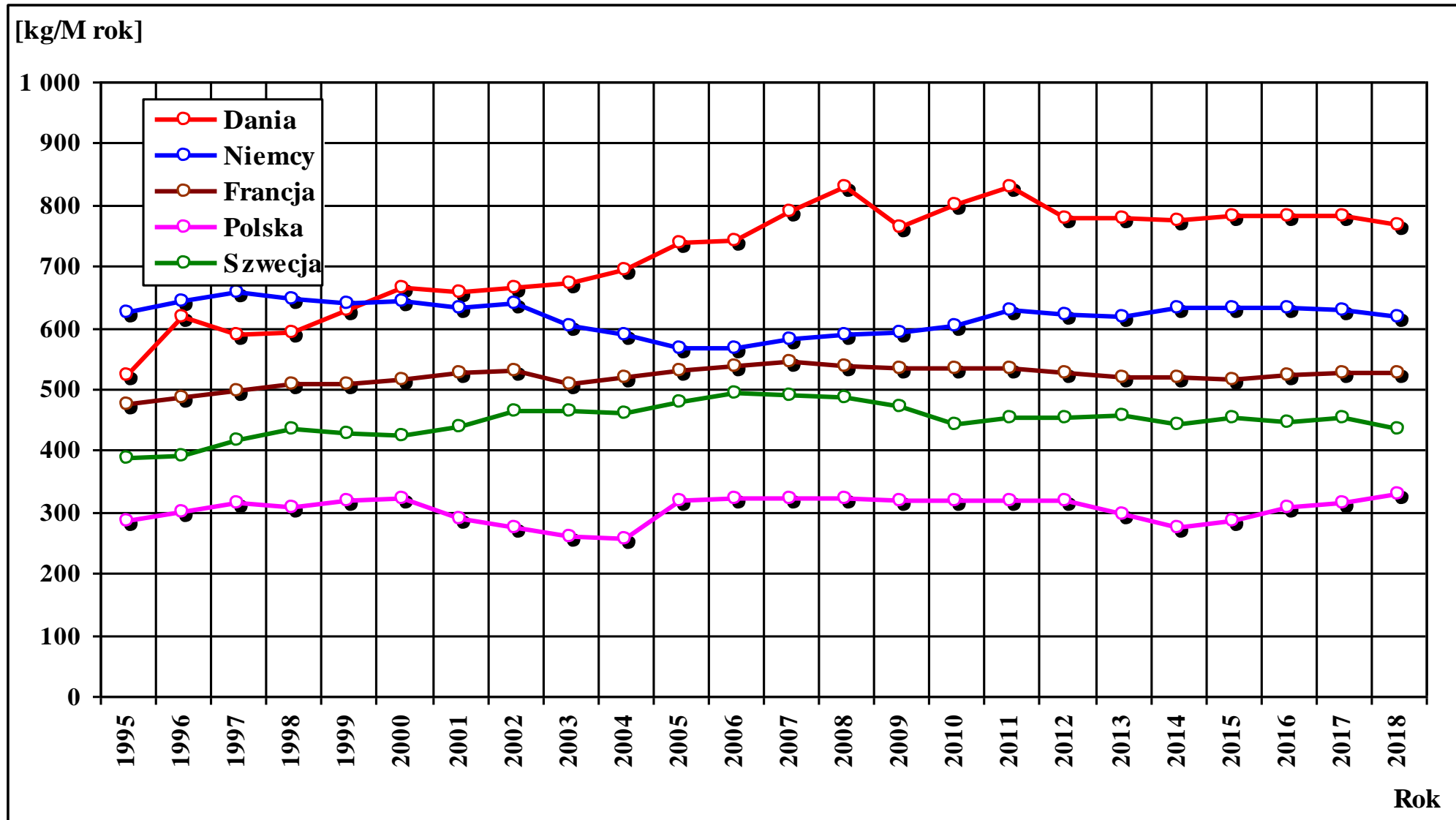
**Od 2013 roku odnotowujemy systematyczny wzrost, o ok. 0,5 mln Mg rocznie**



# Prognoza zmian ilości odpadów komunalnych



# Czy ilość wytwarzanych odpadów komunalnych kiedyś się ustabilizuje?



# Polski model gospodarki odpadami komunalnymi

**Rok 2021**

Odpady komunalne:  
ok. 13,8 mln Mg

Selektywna zbiórka  
- recykling:  
ok. 5,4 mln Mg



tworzywa sztuczne, guma itp.

# ITPOK – Polska 2022



**Warszawa**



**Kraków**



**Szczecin**



**Konin**



**Bydgoszcz**



**Rzeszów**



**Białystok**



**Poznań**



**Zabrze**

# Ile rzeczywiście spalamy odpadów w Polskich spalarniach?

| Lp.              | Lokalizacja | Wydajność roczna | Ilość spalonych odpadów |                |                |                  |                  | Udział pre-RDF |             |             |             |
|------------------|-------------|------------------|-------------------------|----------------|----------------|------------------|------------------|----------------|-------------|-------------|-------------|
|                  |             |                  | 2016                    | 2017           | 2018           | 2019             | 2020             | 2017           | 2018        | 2019        | 2020        |
|                  |             |                  | Mg/rok                  | Mg/rok         | Mg/rok         | Mg/rok           | Mg/rok           | %              | %           | %           | %           |
| 1                | Kraków      | 245 000          | 115 583                 | 219 994        | 218 351        | 219 569          | 224 082          | 48,2           | 44,0        | 50,4        | 63,8        |
| 2                | Poznań      | 250 000          | -                       | 210 000        | 209 972        | 209 861          | 206 097          | 0              | 0           | 0           | 0           |
| 3                | Bydgoszcz   | 180 000          | 135 873                 | 138 875        | 154 464        | 168 872          | 159 104          | 32             | 36,5        | 33,1        | 34,8        |
| 4                | Szczecin    | 176 000          | -                       | -              | 113 537        | 149 577          | 150 000          | -              | 88,8        | 80,6        | 72,5        |
| 5                | Białystok   | 120 000          | 105 999                 | 114 703        | 114 121        | 115 174          | 107 599          | 53,1           | 64,8        | 30,5        | 35,4        |
| 6                | Rzeszów     | 100 000          | -                       | -              | -              | 85 459           | 90020            | -              | -           | 17,1        | 6,3         |
| 7                | Konin       | 94 000           | 93 952                  | 93 454         | 89 081         | 86 113           | 81 314           | 40,1           | 31,0        | 26,4        | 15,6        |
| 8                | Warszawa    | 50 000           | 52 339                  | 37 147         | 46 021         | 50 932           | 41 186           | 17,8           | 19,6        | 16,5        | 14,7        |
| <b>R a z e m</b> |             | <b>1 124 000</b> | <b>503 746</b>          | <b>814 173</b> | <b>945 547</b> | <b>1 085 558</b> | <b>1 059 402</b> | <b>31,9</b>    | <b>40,7</b> | <b>31,8</b> | <b>30,4</b> |



# Ile ciepła i prądu produkują nasze spalarnie?

| Lp.              | Lokalizacja | Wydajność roczna | Moc cieplna     | Moc elektryczna | Sprzedane ciepło |                  |                  | Sprzedana energia elektryczna |                |                |
|------------------|-------------|------------------|-----------------|-----------------|------------------|------------------|------------------|-------------------------------|----------------|----------------|
|                  |             |                  |                 |                 | 2018             | 2019             | 2020             | 2018                          | 2019           | 2020           |
|                  |             | Mg/rok           | MW <sub>t</sub> | MW <sub>e</sub> | GJ               | GJ               | GJ               | MWh                           | MWh            | MWh            |
| 1                | Kraków      | 220 000          | 35,0            | 10,7            | 817 080          | 970 279          | 1 045 553        | 57 063                        | 64 971         | 66 702         |
| 2                | Poznań      | 210 000          | 34,0            | 15,0            | 300 370          | 322 811          | 333 299          | 96 925                        | 98 884         | 101 330        |
| 3                | Bydgoszcz   | 180 000          | 27,7            | 9,2             | 506 290          | 561 151          | 590 060          | 50 536                        | 54 405         | 45 590         |
| 4                | Szczecin    | 150 000          | 32,0            | 9,4             | 223 377          | 609 219          | 625 694          | 53 699                        | 64 424         | 60 900         |
| 5                | Białystok   | 120 000          | 17,5            | 6,1             | 350 334          | 352 647          | 350 232          | 47 937                        | 47 078         | 44 437         |
| 6                | Rzeszów     | 100 000          | 16,5            | 4,6             | -                | 135 991          | 130 088          | -                             | 38 189         | 49 263         |
| 7                | Konin       | 94 000           | 15,5            | 4,4             | 135 100          | 181 242          | 127 840          | 39 149                        | 37 953         | 37 951         |
| 8                | Warszawa    | 50 000           | 9,1             | 1,4             | 259 880          | 277 190          | 244 468          | 2 057                         | 2 532          | 2 136          |
| <b>R a z e m</b> |             | <b>1 124 000</b> | <b>187,3</b>    | <b>60,8</b>     | <b>2 592 431</b> | <b>3 410 530</b> | <b>3 447 234</b> | <b>347 366</b>                | <b>408 436</b> | <b>408 309</b> |

# Ile mamy pre-RDF?

| Rok  | Razem GUS | Zebrane selektywnie | Pozostało odpadów zmieszanych | Spalono w ITPOK jako 20 03 01 | Wytworzono pre-RDF 19 12 12 | Spalono w ITPOK jako 19 12 12 | Spalono w cementowniach jako paliwo alternatywne | Spalono w cementowniach 19 12 12 | Pozostało pre-RDF |
|------|-----------|---------------------|-------------------------------|-------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|--|----------------------------------|-------------------|
| 2015 | 10 864    | 2 537               | 8 327                         | 43,4                          | 3 698,6                     | 0                             | 1 131,7  | 754,5                            | 2 944,2           |
| 2016 | 11 654    | 2 943               | 8 711                         | 503,7                         | 3 664,5                     | 0                             | 1 261,8  | 841,2                            | 2 823,3           |
| 2017 | 11 970    | 3 239               | 8 731                         | 558,7                         | 3 648,8                     | 255,5                         | 1 345,3  | 896,9                            | 2 496,5           |
| 2018 | 12 485    | 3 608               | 8 877                         | 581,7                         | 3 704,0                     | 363,9                         | 1 443,5  | 962,3                            | 2 377,8           |
| 2019 | 12 753    | 3 977               | 8 776                         | 717,5                         | 3 598,1                     | 368,0                         | 1 579,6  | 1 053,0                          | 2 163,4           |
| 2020 | 13 117    | 4 957               | 8 160                         | 737,3                         | 3 345,6                     | 322,0                         | 1 587,8  | 1 058,6                          | 1 965,0           |

Razem od roku 2016 - ok. 12 mln Mg !

# **Potencjał energetyczny niezagospodarowanego pre-RDF**

| <b>Rok</b>  | <b>Pozostało<br/>pre-RDF</b> | <b>Potencjał<br/>energetyczny</b> | <b>Ciepło</b>     | <b>Energia<br/>elektryczna</b> |
|-------------|------------------------------|-----------------------------------|-------------------|--------------------------------|
|             | <b>tys. Mg</b>               | <b>GJ</b>                         | <b>GJ</b>         | <b>MWh</b>                     |
| <b>2015</b> | <b>2 944,10</b>              | <b>35 329 200</b>                 | <b>17 664 600</b> | <b>2 446 547</b>               |
| <b>2016</b> | <b>2 823,30</b>              | <b>33 879 600</b>                 | <b>16 939 800</b> | <b>2 346 162</b>               |
| <b>2017</b> | <b>2 496,40</b>              | <b>29 956 800</b>                 | <b>14 978 400</b> | <b>2 074 508</b>               |
| <b>2018</b> | <b>2 377,80</b>              | <b>28 533 600</b>                 | <b>14 266 800</b> | <b>1 975 952</b>               |
| <b>2019</b> | <b>2 177,03</b>              | <b>26 124 400</b>                 | <b>13 062 200</b> | <b>1 809 115</b>               |
| <b>2020</b> | <b>1 965,01</b>              | <b>23 580 109</b>                 | <b>11 790 054</b> | <b>1 632 923</b>               |



# Kompostownia czy biogazownia?



**Niskojakościowy kompost ... czy ... biometan?**

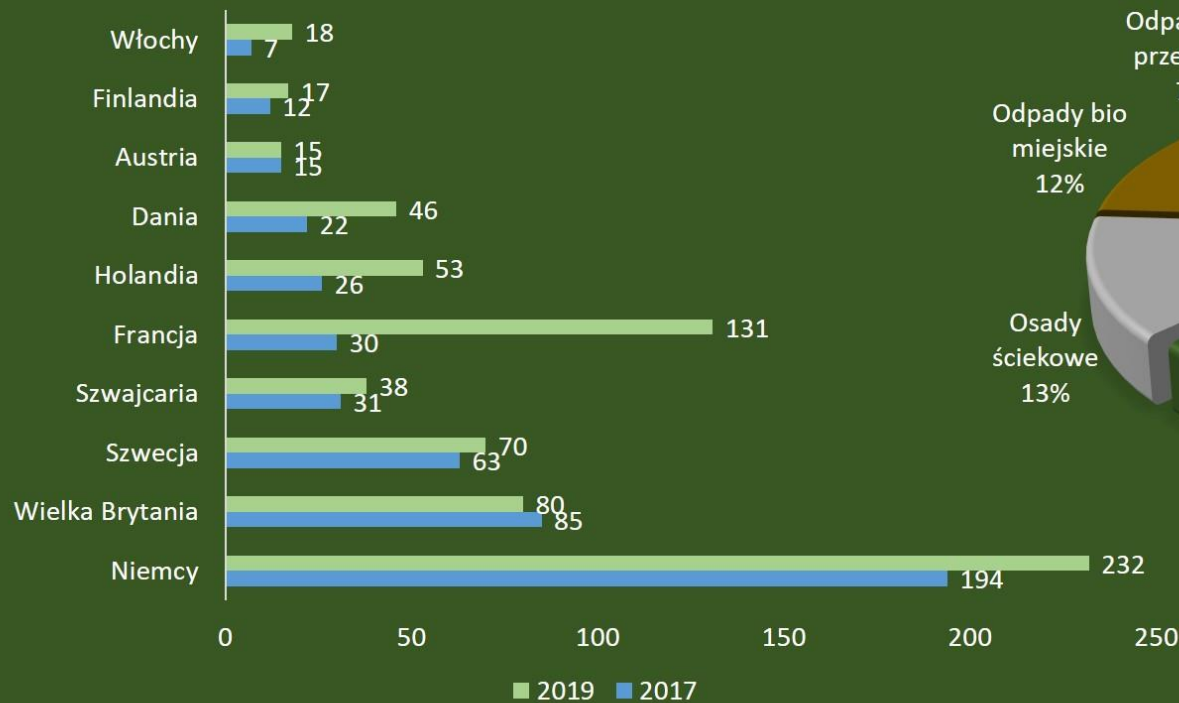
# Możliwa do pozyskania energia w wyniku fermentacji metanowej selektywnie zebranej frakcji bio odpadów komunalnych

| Rok  | Ilość odpadów komunalnych wg GUS | Ilość frakcji bio w całkowitym strumieniu odpadów komunalnych | Zebrana selektywnie frakcja bio wg GUS | Udział zebranej selektywnie frakcji bio w całkowitym strumieniu odpadów komunalnych | Udział zebranej selektywnie frakcji bio w stosunku do zawartej strumieniu odpadów komunalnych | Potencjał wytworzenia biogazu podczas fermentacji zebranej selektywnie frakcji bio | Potencjał energetyczny zebranej selektywnie frakcji bio |
|------|----------------------------------|---|--|---|---|--|---|
|      | tys. Mg                          | tys. Mg   | tys. Mg                                | %   | %   | tys. m <sup>3</sup>  | GJ  |
| 2015 | 10 864,0                         | 3 802   | 657                                    | 6,05  | 17,28   | 72 270   | 1 561 032   |
| 2016 | 11 654,0                         | 4 079   | 823                                    | 7,06  | 20,18   | 90 530   | 1 955 448   |
| 2017 | 11 969,7                         | 4 189   | 895                                    | 7,48  | 21,36   | 98 450   | 2 126 520   |
| 2018 | 12 485,4                         | 4 370   | 1 015                                  | 8,13  | 23,23   | 111 650  | 2 411 640   |
| 2019 | 12 753,0                         | 4 464   | 1 196                                  | 9,38  | 26,79   | 131 560  | 2 841 696   |
| 2020 | 13 117,0                         | 4 591   | 1 610                                  | 12,27   | 35,07   | 177 100  | 3 825 360   |

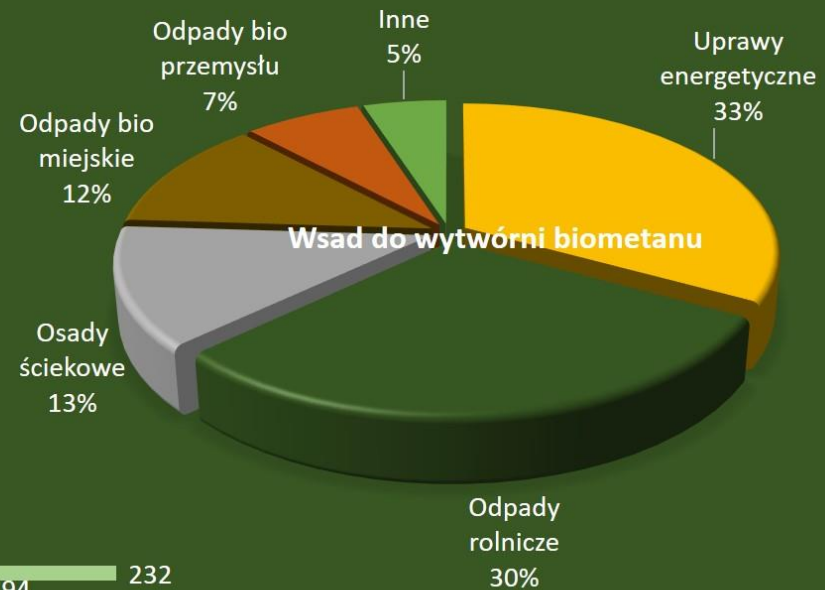
# Biogaz...

## W Europie przybywa wytwórni biometanu

Liczba biometanowni w wybranych krajach



Źródło: EBA  
Lipiec 2020



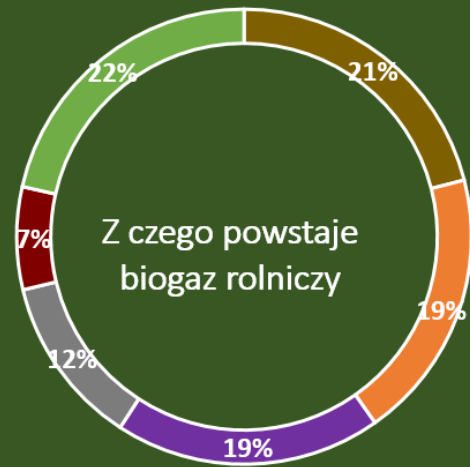
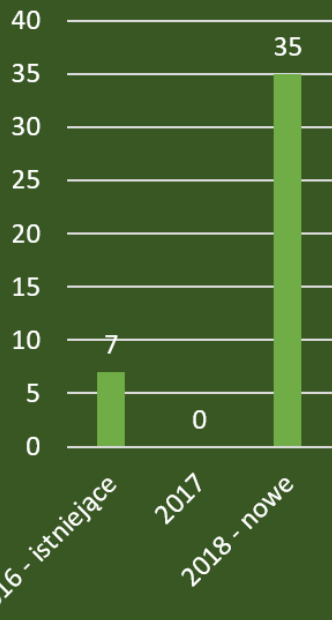
wysokie  napięcie.pl



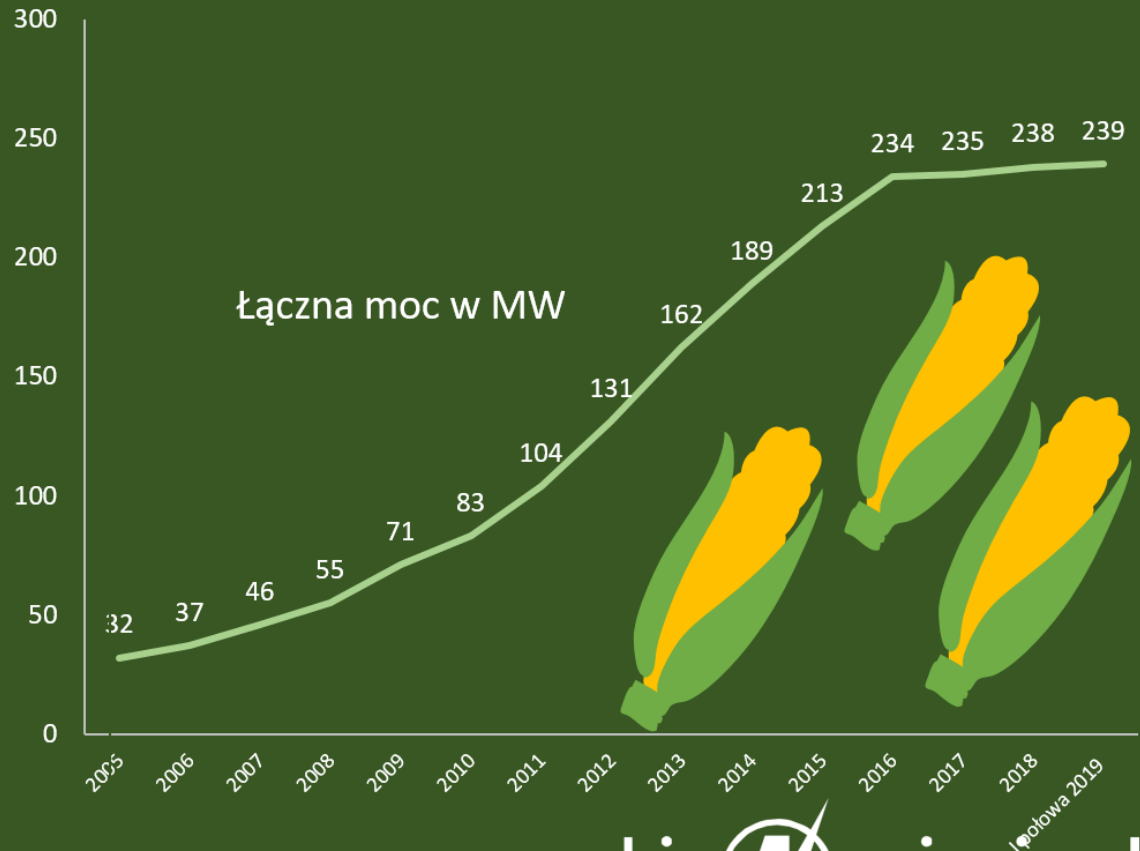
# Biogaz...

## Biogazownie w Polsce

Moc biogazowni rolniczych w aukcjach OZE



- Wywar pogorzelniany
- Pozostałości z warzyw i owoców
- Gnojowica
- Kiszonka
- Wystłoki buraczane
- Inne

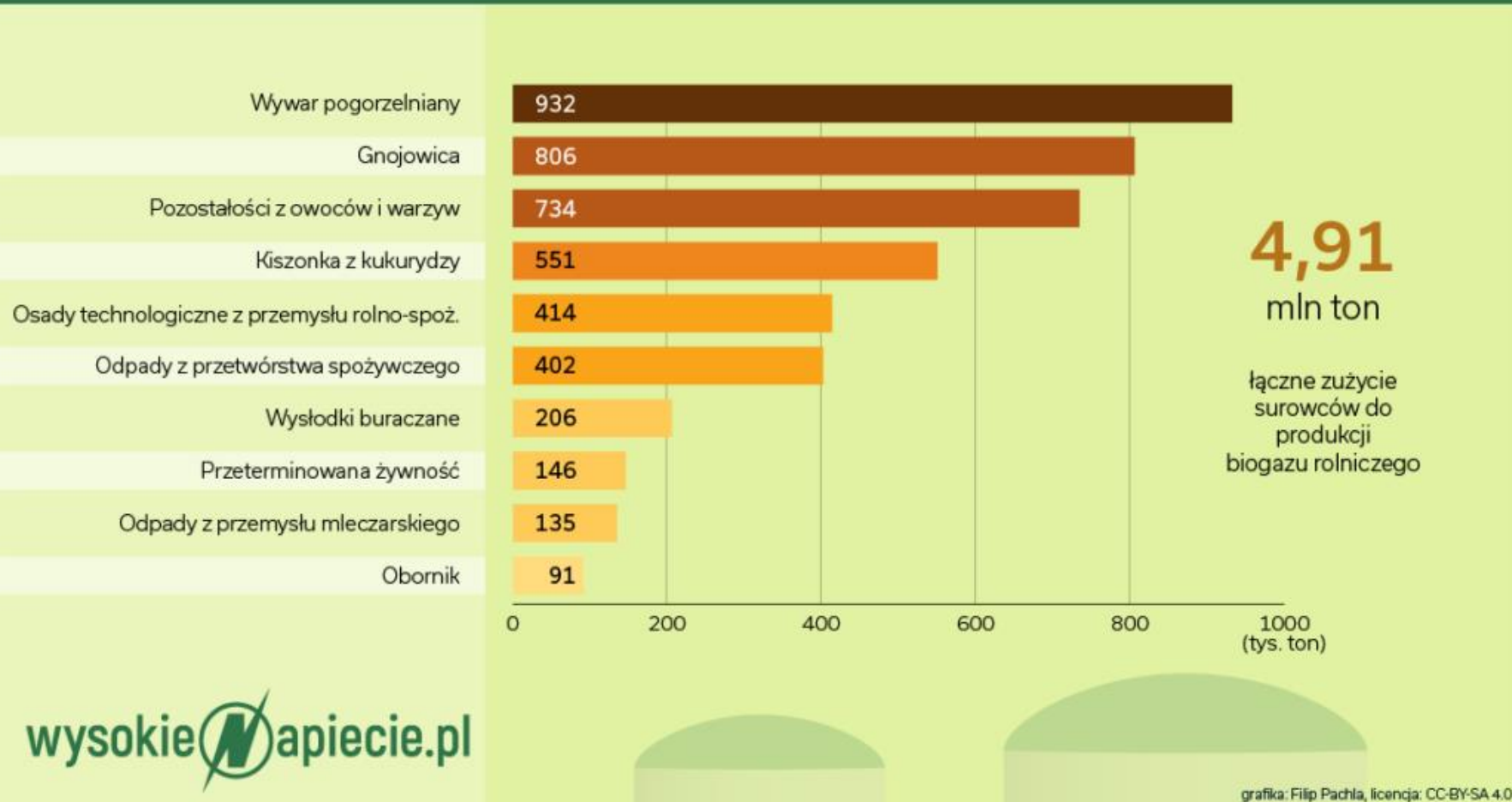


Źródło: URE, KOWR  
Październik 2019

# Biogaz...

## SUROWCE WYKORZYSTANE DO PRODUKCJI BIOGAZU ROLNICZEGO W 2021 R. (TYS. TON)

Źródło: Krajowy Ośrodek Wsparcia Rolnictwa | kwiecień 2022



**Tylko 10 (na 350) biogazowni w Polsce wytwarza biogaz z odpadów komunalnych!**

1. MZO Leszno – Trzebania (2010)
2. BWiK „Wod Kan”- Biała Podlaska (2013) + .....\*
3. WCR Jarocin (2015) + (2023)\*
4. ZGO Gać (2015) + .....\*
5. Master – Tychy (2015) + .....\*
6. MZK Stalowa Wola (2015)
7. PGO Kielce – Promnik (2016)
8. ZZO Poznań – Suchy Las\* (2016)\*
9. Lubartów – Wólka Rokicka (2017)
10. ZUOK „Orli Staw” – w budowie\* (2023)

# Biogazowania czy spalarnia?

- **Jedno nie przeszkadza drugiemu. Odpady biodegradowalne (brązowy pojemnik) nie trafią nigdy do spalarni, tak jak frakcja pre-RDF nie nadaje się do przeróbki biologicznej;**
- **Sukces programu NFOŚiGW dofinansowania budowy spalarni - mamy szansę domknąć system gospodarki odpadami;**
- **Niedostatek instalacji biologicznego przetwarzania frakcji biodegradowalnej odpadów komunalnych;**
- **Lepiej selektywnie zebraną frakcję biodegradowalną odpadów komunalnych poddać fermentacji pozyskując biogaz niż wytwarzać nikomu niepotrzebny, niskojakościowy stabilizat w kompostowniach;**
- **Poferment po obróbce tlenowej może być polepszaczem gleby lub nawozem;**

# **Dlaczego biogazownia odpadów komunalnych jest potrzebna?**

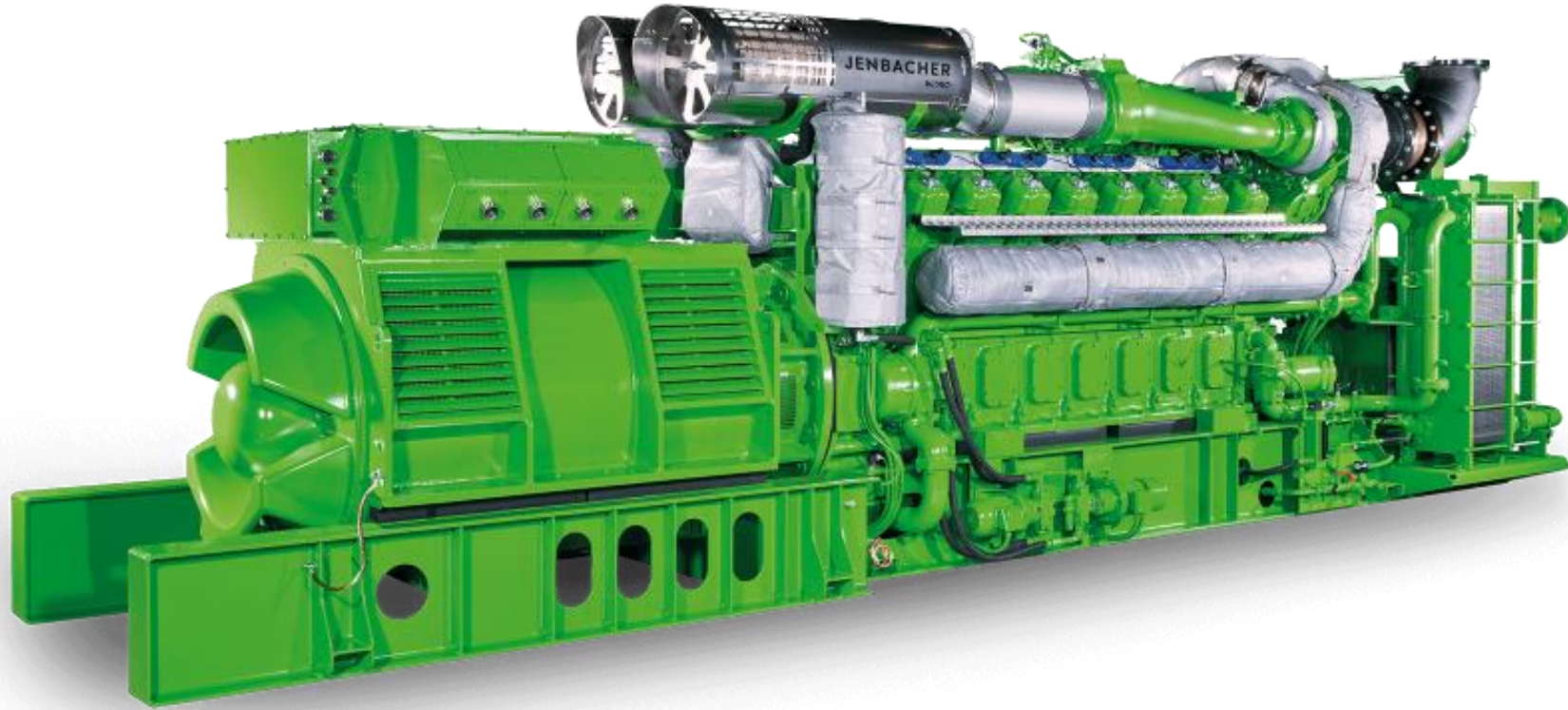
- **Rozwiązanie części problemu - co zrobić ze zbieraną selektywnie frakcją odpadów komunalnych (brązowy pojemnik);**
- **Szansa na spełnienie wymagań GOZ (bez obróbki frakcji biologicznej odpadów komunalnych będzie to niemożliwe);**
- **Wykorzystanie właściwości energetycznych bioodpadów;**
- **Konkurencyjne źródło paliwa gazowego (biopaliwo!);**
- **Ograniczenie kosztów zagospodarowania odpadów;**
- **Ograniczenie składowania odpadów.**

# Czystość biogazu ... czyli biogaz czy biometan?

| Parametr           | Biogaz   | Biometan                     | Gaz ziemny                  |
|--------------------|--|------------------------------|-----------------------------|
| Metan              | 45-75%   | 94-99%                       | 93-98%                      |
| Dwutlenek węgla    | 28-45%   | 0,1-4%                       | 1%                          |
| Azot               | <3%  | <3%                          | 1%                          |
| Tlen               | <2%  | <1%                          | -                           |
| Wodór              | ilości śladowe   | ilości śladowe               | -                           |
| Siarkowodór        | <10 ppm  | <10 ppm                      | -                           |
| Amoniak            | ilości śladowe   | ilości śladowe               | -                           |
| Etan               | -  | -                            | <3%                         |
| Propan             | -  | -                            | <2%                         |
| Wartość kaloryczna | Zazwyczaj 6 kWh/m <sup>3</sup> , ale zmienia się w zależności od zastosowanych substratów pomiędzy: 5,5-7,7 kWh/m <sup>3</sup> | 10,2-10,9 kWh/m <sup>3</sup> | ok. 9-11 kWh/m <sup>3</sup> |



# Wykorzystanie biogazu

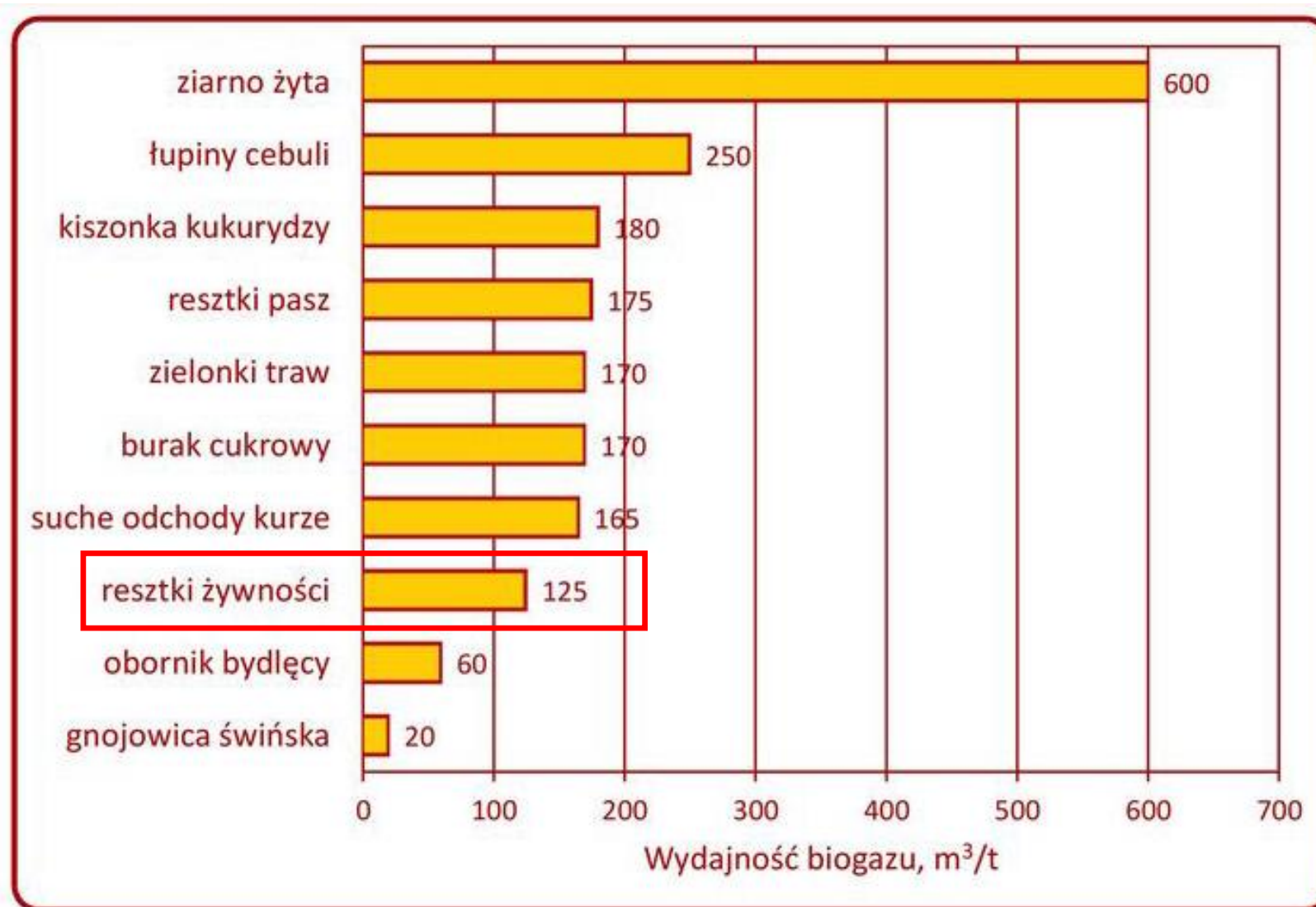


**Biogaz**



**energia elektryczna**

# Bioproduktywność biogazu



# No więc ... budujemy biogazownię?

