



INSTALACJE ODZYSKU ENERGII Z ODPADÓW. DZISIAJ I JUTRO

KONFERENCJA:

**„Wykorzystanie potencjału energetycznego odpadów komponentem gospodarki o obiegu zamkniętym –
przygotowanie projektów inwestycyjnych”**

NARODOWY FUNDUSZ OCHRONY ŚRODOWISKA I GOSPODARKI WODNEJ. Warszawa, 22.12.2021

Tadeusz Pająk

Prof. AGH dr hab. inż. Eur Ing



AGENDA PREZENTACJI

- ❑ Podstawowe tezy referatu.
- ❑ Syntetyczna retrospekcja – CV obecnego krajowego rynku instalacji odzysku energii z odpadów komunalnych, doświadczenia z lat 2007 – 2021 jako cenny kapitał wiedzy i praktyki, konkluzje.
- ❑ **DOKĄD ZMIERZAMY**– podstawowe uwarunkowania i założenia dla rozwoju instalacji odzysku energii z odpadów w Polsce,
 - obecny i perspektywicznie niezbędny potencjał instalacji odzysku energii wobec wymagań GOZ,
 - bariery i ograniczenia; prawne, technologiczne, finansowe, akceptacja społeczna,
 - konkluzje,
- ❑ **DOKĄD ZMIERZAJĄ INNE KRAJE UE** – mapa i znaki drogowe, podstawowe trendy, wyzwania, nieodległy image instalacji Waste-to-Energy na wybranych przykładach,
- ❑ Konkluzje.



WPROWADZENIE, PODSTAWOWE TEZY



- ❑ **odzysk energii z odpadów komunalnych, oparty na sprawdzonej, środowiskowo bezpiecznej i technologicznie oraz eksploatacyjnie bardzo dobrze opanowanej bazie instalacji w Polsce, stanowi jedyną metodę, która w świetle wymagań GOZ i zakładanych do uzyskania poziomów recyklingu może uzupełnić i zamknąć system krajowej gospodarki odpadami w perspektywie roku 2035. Teza ta stanowi stwierdzenie aprioryczne zawarte w temacie dzisiejszej konferencji NFOŚiGW,**
- ❑ **realizacja powyższej tezy nie będzie możliwa bez podjęcia planów realizacji kolejnego etapu budowy krajowych instalacji odzysku energii z odpadów, które w perspektywie 2035 nie tylko uzupełnią lokalne systemy gospodarki odpadami, ale jednocześnie wpiszą się w strategię ochrony klimatu, a szczególnie lokalnej transformacji energetycznej poprzez udział zdekarbonizowanych źródeł energii elektrycznej i ciepła systemowego,**
- ❑ **aktualny stan rozwoju krajowych instalacji odzysku energii z odpadów, osiągnięty w ramach inwestycji w latach 2007-2015, to cenny kapitał wiedzy i doświadczeń eksploatacyjnych, to znacząca baza dla podejmowania nowych inwestycji, baza jakiej dotąd w Polsce nie było.**

CV obecnych krajowych instalacji odzysku energii z odpadów



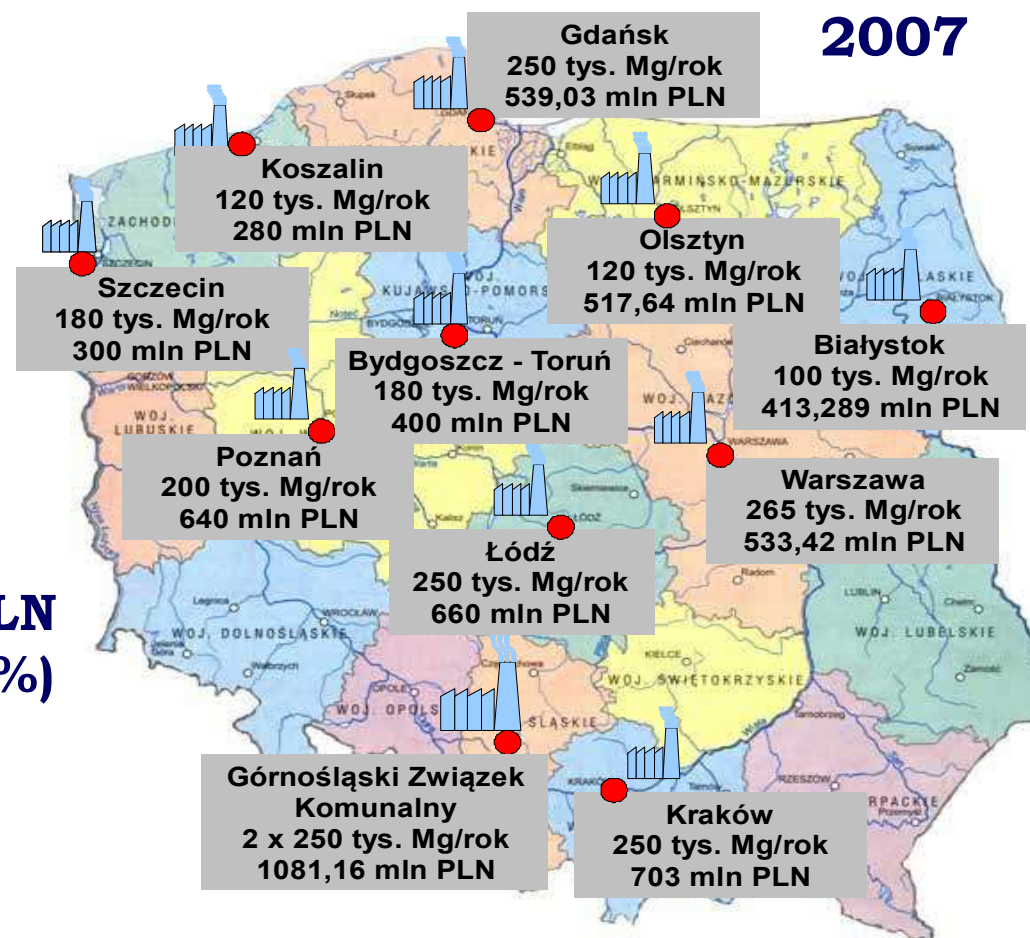
CV KRAJOWYCH INSTALACJI ODZYSKU ENERGII Z ODPADÓW (1)

- ❑ efekty POIŚ 2007 – 2013, jako podstawa obecnej bazy wiedzy, w zakresie doświadczeń budowlanych, technologicznych, eksploatacyjnych, środowiskowych i społecznych,
- ❑ ówczesne listy indykatywne projektów budowy ZTPOK – jednostka wdrażająca (NFOŚiGW), jednostki realizujące projekt – **obecnie listy indykatywne nie są możliwe, POIŚ 2014-2020 nie przewiduje finans.,**
- ❑ efektywne działania rządu po stronie KE UE w odniesieniu do współfinansowania ZTPOK – **obecnie również (MKiŚ - powołanie Zespołu ds. wsparcia budowy elektroc. opalanych odpad., rola NFOŚiGW),**
- ❑ trudna, aczkolwiek w wielu przypadkach pomyślnie zakończona, kampania akceptacji społecznej – determinacja władz samorządowych wielu miast (np. Prezydenta M. Krakowa) – **niezbędna nadal,**
- ❑ klarowna procedura rozwoju projektu – od studium wykonalności poprzez decyzję środowiskową, pozwolenie na budowę, procedurę przetargową, wyłonienie wykonawcy, proces inwestycji i przekazania do eksploatacji – z istotną rolą Jednostki Wdrażającej – monitorującej proces inwestycyjny każdego etapu podjętych projektów budowy ZTPOK – **obecnie podobna,**
- ❑ rola pojedynczych Osób w pełni zaangażowanych i oddanych celowi projektu – **aktualnie pożądana,**
- ❑ efektywna eksploatacja jako dowód wdrożenia sensownie przemyślanej technologii – **nadal aktualna,**
- ❑ **TO WSZYSTKO STANOWI OBECNIE ZNACZĄCY KAPITAŁ DOŚWIADCZEŃ! NIE MOŻNA GO NIE WYKORZYSTAĆ W ASPEKCIE DALSZEGO ROZWOJU INSTALACJI ODZYSKU ENERGII Z ODPADÓW!**

CV KRAJOWYCH INSTALACJI ODZYSKU ENERGII Z ODPADÓW (2)

Lista indykatywna 2007

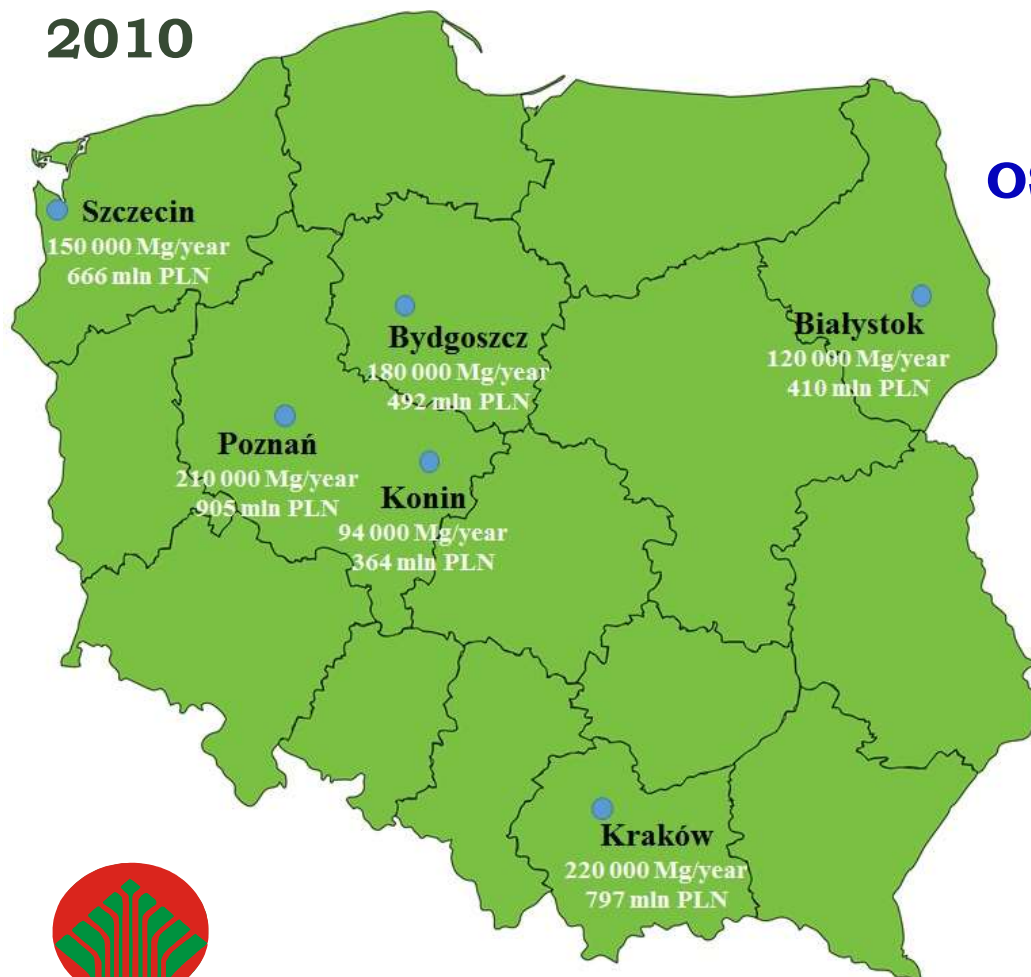
PIERWOTNIE PLANOWANE:
 Σ ZTPOK = 12
 Σ wydajności = 2,415 Mg/rok
 Σ kosztów inwestyc. = 6,067 mld PLN
 Σ dofinans. z UE = 3,7 mld PLN (61%)



CV KRAJOWYCH INSTALACJI ODZYSKU ENERGII Z ODPADÓW (3)

Lista indykatywna w finalnej postaci 2010

2010



OSTATECZNIE ZREALIZOWANE PROJEKTY:

Σ ZTPOK = 6

Σ wydajności = 974 000 Mg/rok

Σ kosztów inwestyc. = 3,598 mld PLN

Σ dofinans. z UE = 1,556 mld PLN

Procentowe efekty wykonania:

- 40% – w ujęciu planowanej wydajności
- 42% – w ujęciu wykorzystania funduszy UE
- 50% – w ujęciu ilościowym planowanych inst.



CV KRAJOWYCH INSTALACJI ODZYSKU ENERGII Z ODPADÓW (4)

STAN 2021

OBECNIE W EKSPLOATACJI

• ZTUOK Konin	94.000 Mg/a
• ZTPOK Bydgoszcz	180.000 Mg/a
• ITPOK Poznań	210.000 Mg/a
• ZTPO Kraków	220.000 Mg/a
• ZUOK Białystok	120.000 Mg/a
• ZTUO Szczecin	150.000 Mg/a
• PGE ITPOE Rzeszów	100.000 Mg/a
• ZUSOK Warszawa	40.000 Mg/a
Sumarycznie:	1.114.000 Mg/a

BLOK WIELOPALIOWY

• FORTUM Zabrze	250.000 Mg/a (RDF)
-----------------	--------------------



REALIZOWANE OBECNIE

• Gdańsk	160. 000 Mg/a (RDF)
• Olsztyn	100. 000 Mg/a (RDF)
• Warszawa	265. 000 Mg/a



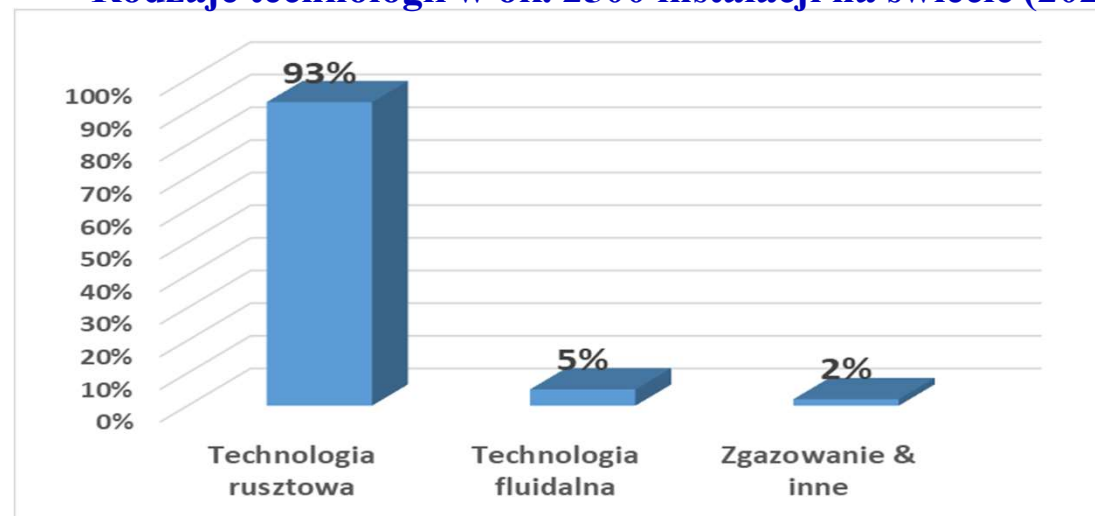
CV KRAJOWYCH INSTALACJI ODZYSKU ENERGII Z ODPADÓW (5)

ZASTOSOWANA TECHNOLOGIA

ZASTOSOWANA TECHNOLOGIA

• ZTUOK Konin	94.000 Mg/a - rusztowa
• ZTPOK Bydgoszcz	180.000 Mg/a - rusztowa
• ITPOK Poznań	210.000 Mg/a - rusztowa
• ZTPO Kraków	220.000 Mg/a - rusztowa
• ZUOK Białystok	120.000 Mg/a - rusztowa
• ZTUO Szczecin	150.000 Mg/a - rusztowa
• PGE ITPOE Rzeszów	100.000 Mg/a - rusztowa
• ZUSOK Warszawa	40.000 Mg/a - rusztowa
Sumarycznie:	1.114.000 Mg/a

Rodzaje technologii w ok. 2500 instalacji na świecie (2020)



BLOK WIELOPALIOWY

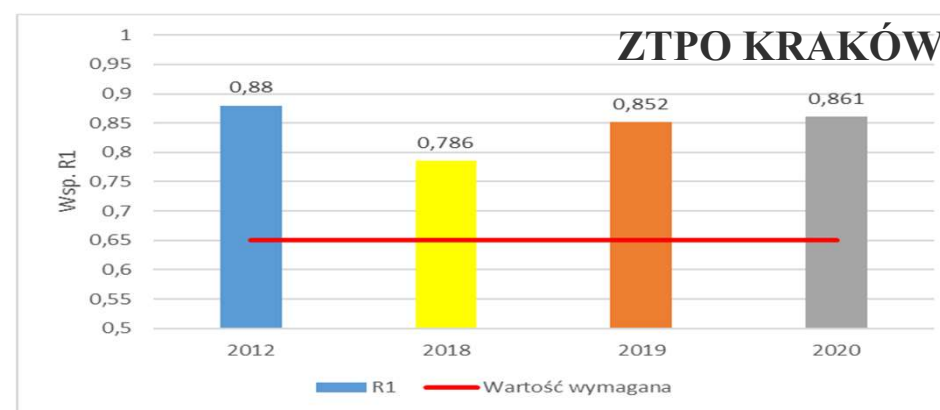
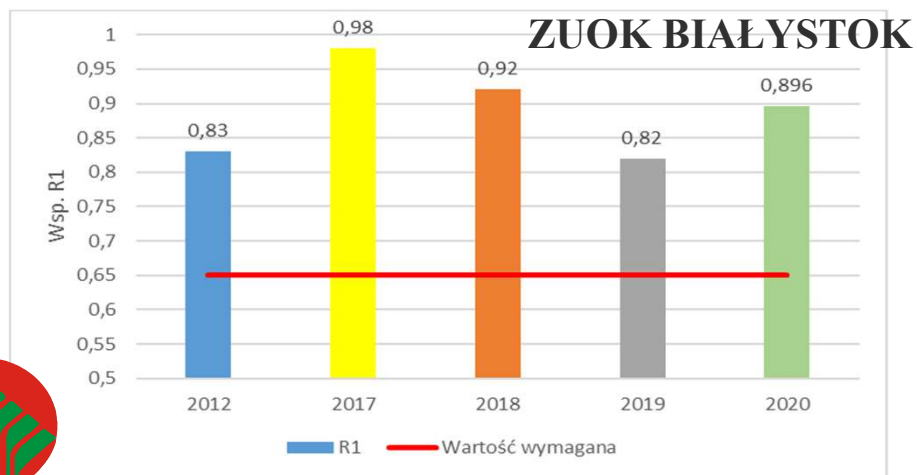
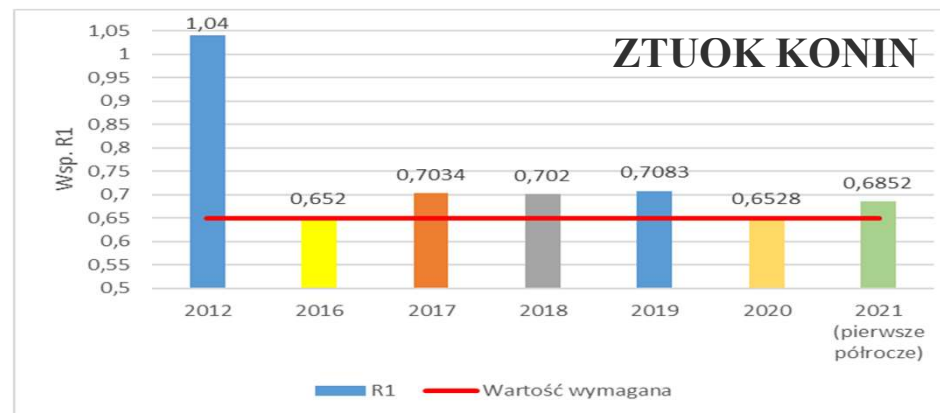
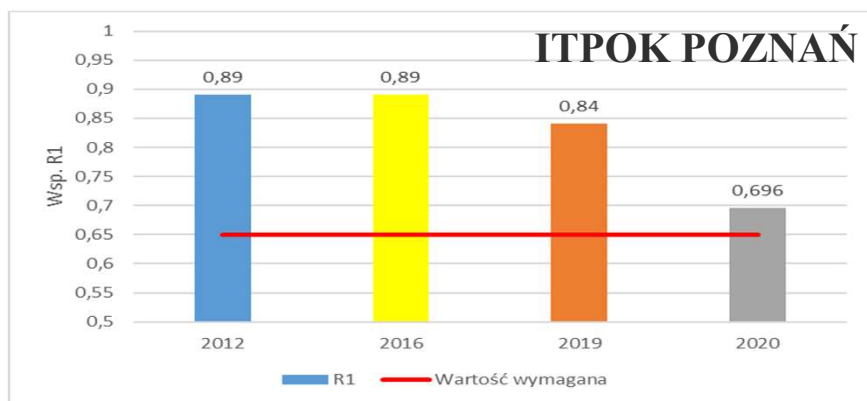
- FORTUM Zabrze 250.000 Mg/a (RDF) -fluidalna

REALIZOWANE OBECNIE

- Gdańsk 160. 000 Mg/a (RDF) - rusztowa
- Olsztyn 100. 000 Mg/a (RDF) - rusztowa
- Warszawa 265. 000 Mg/a - rusztowa



CV KRAJOWYCH INSTALACJI ODZYSKU ENERGII Z ODPADÓW (6) EFEKTYWNOŚĆ ODZYSKU ENERGII ISTOTNYM ATUTEM i PRZYKŁADEM



CV KRAJOWYCH INSTALACJI ODZYSKU ENERGII Z ODPADÓW (5)

KONKLUZJE

- ❑ pierwszy etap budowy instalacji odzysku energii z odpadów (2007 – 2015) nie był oparty na żadnych doświadczeniach z poprzednich okresów budowy tego rodzaju instalacji w Polsce. Zespoły firm konsultingowych transferowały wiedzę z doświadczeń zagranicznych, krajowe biura konstruktorskie posiadały znikomą wiedzę, prace budowlane i montaż technologiczny był realizowany przy udziale firm zagranicznych – polscy inżynierowie zdobywali dopiero doświadczenie. Kompletowanie załogi dla eksploatacji było bardzo dużym wyzwaniem,
- ❑ zastosowana technologia zintegrowanych palenisk rusztowych była bardzo dobrze dobrana i potrafiła się wówczas obronić przed mocno forsowanymi „wynalazkami” technologii pirolitycznych czy plazmowych,
- ❑ aktualnie, w kolejnym etapie rozwoju instalacji odzysku energii z odpadów paleniska rusztowe nie w każdym przypadku znajdą zastosowanie,
- ❑ zaproponowane technologie muszą mieć jednak wszelkie cechy technologii konstrukcyjnie dojrzałych i potwierdzonych wiarygodnymi referencjami,
- ❑ dobór technologii nie może być przypadkowy ani niezweryfikowany,
- ❑ efektywność odzysku energii dla planowanych w kolejnym etapie instalacji będzie jeszcze bardziej istotna, ale dla małych instalacji łatwiejsza do uzyskania.



**KOLEJNY ETAP
BUDOWY INSTALACJI
ODZYSKU ENERGII Z
ODPADÓW –
PODSTAWOWE
UWARUNKOWANIA**



KOLEJNY ETAP – PODSTAWOWE UWARUNKOWANIA (1)

Kilka istotnych pytań

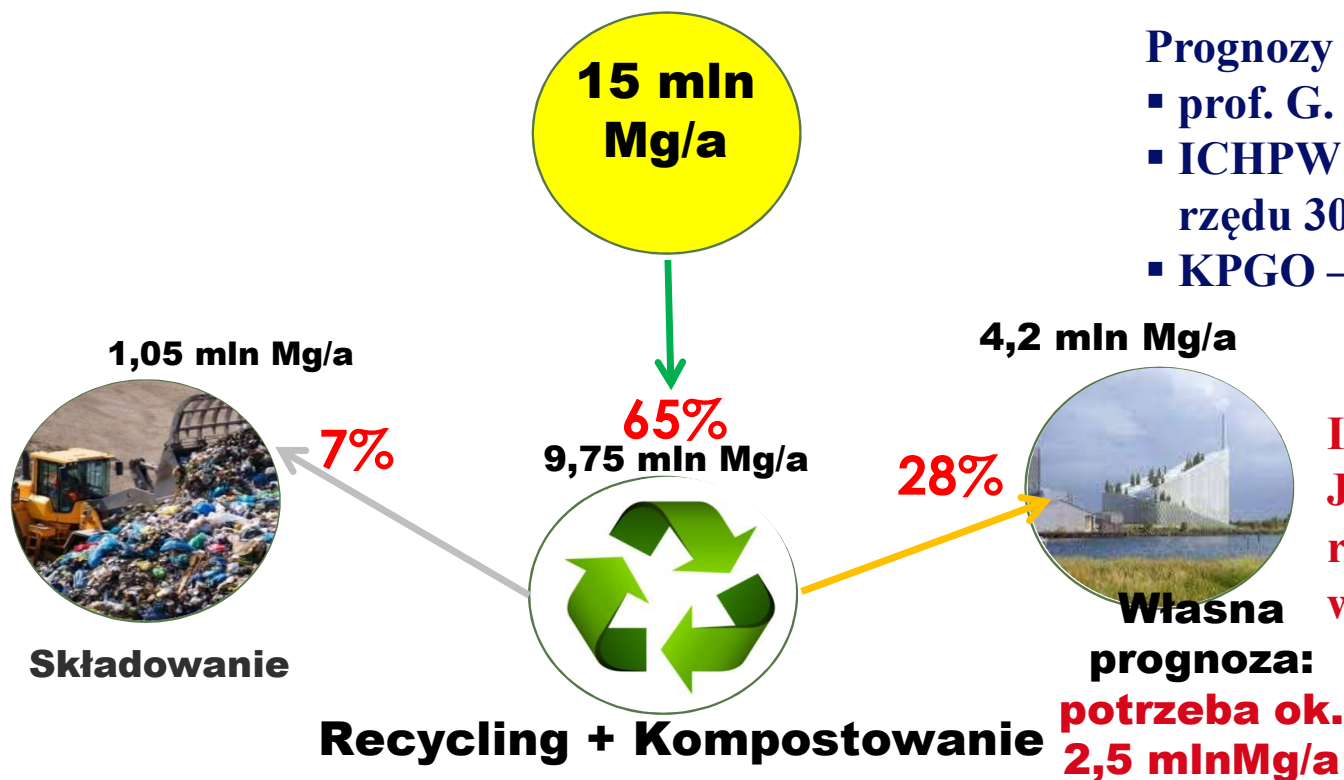
- aktualna luka inwestycyjna, skala potrzeb, skala wydajności, rola nowych instalacji,**
- akt delegowany do rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady 2020/852 z 18 czerwca 2020, tzw. rozporządzenia w sprawie taksonomii – jak istotna bariera?**
- czy jest znana klarowna mapa drogowa rozwoju instalacji odzysku energii z odpadów w perspektywie 2040, czy tylko niektóre znaki drogowe,**
- aglomeracyjne oraz lokalne inwestycje budowy instalacji odzysku energii z odpadów, jako źródeł ciepła sieciowego – wzajemny udział w skali potrzeb**
- jakie technologie dla dużych aglomeracji i jakie dla lokalnych inwestycji, trendy rozwoju współczesnych technologii,**
- źródła finansowania,**
- akceptacja społeczna,**
- presja czasu wobec terminu wdrożenia wymagań GOZ.**



KOLEJNY ETAP – PODSTAWOWE UWARUNKOWANIA (2)

Prognozy skali rozwoju potencjału instalacji OE wobec wyzwań GOZ 2035

Można mówić tylko o pewnym przybliżeniu. Wiarygodna prognoza niezbędnego potencjału ZTPOK zależy od wiarygodnego przyjęcia strumienia masy odpadów komunalnych prognozowanych na rok 2035.



Prognozy wg innych źródeł:

- prof. G. Wielgoński – 3 ÷ 3,5 mln Mg/a
- ICHPW – ok. 50 inst. RDF o wydajności rzędu 30 ÷ 50 tys. Mg/a, czyli ok. 2,5 mln Mg/a,
- KPGO – ok. 3,5 mln Mg /a, koszt ~ 18 mld PLN

Istotne i otwarte pytanie:
Jaka będzie wartość opalowa odpadów resztkowych i RDF wobec wdrożenia wymagań GOZ???



KOLEJNY ETAP– PODSTAWOWE UWARUNKOWANIA (3)

Akt delegowany do Rozporządzenia w sprawie taksonomii – kwestia finansowania

Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2020/852 z dnia 18 czerwca 2020 r. w sprawie ustanowienia ram ułatwiających zrównoważone inwestycje, zmieniające rozporządzenie (UE) 2019/2088.

Interpretacja rozporządzenia;

w ustach krajowych przeciwników projektów ZTPOK:

- *cytat: rozporządzenie ws. taksonomii klasyfikuje spalarnie jako inwestycje istotnie szkodliwe dla realizacji celów środowiskowych,*
- *w związku z powyższym, cytat: nie mogą być finansowane ze środków publicznych.*



w opinii europejskich podmiotów związanych z Waste-to-Energy:

- opinię wydały stowarzyszenia na poziomie UE; CEWEP, ESWET, Cogen Europe, Energy-Cities, Energy Technologies Europe, Euroheat & Power, European Aluminium, FEAD i Municipal Waste Europe,
- *cytat: przekształcanie odpadów w energię (R1) jest nieodłącznym elementem GOZ i idei Europejskiego Zielonego Ładu, z obszernym uzasadnieniem tej i podobnych konkluzji.*

➤ Czy oczekiwany drugi akt delegowany zmieni obecny stan?

KOLEJNY ETAP – PODSTAWOWE UWARUNKOWANIA (4)

Aglomeracyjne czy lokalne Instalacje Odzysku Energii???

Wzajemne proporcje trzeba szczegółowo rozważyć.

Niewątpliwe takie miasta jak:

- Warszawa, aglomeracje Śląska, Wrocław, Łódź i inne duże miasta trzeba brać pod uwagę.**

Dla lokalnych instalacji pozostaje reszta limitu wynikającego z wymagań GOZ,

- w obu przypadkach należy brać pod uwagę adekwatnie dobrany do skali spalarni rodzaj technologii paleniska,**



KOLEJNY ETAP – PODSTAWOWE UWARUNKOWANIA (5)

Źródła finansowania???

DZISIEJSZA KONFERENCJA WSKAŻE ŹRÓDŁA I PROCEDURY

Wstępne szacunki dla lokalnych instalacji, przykładowo:
instalacja o wydajności ok. 40 tys. Mg RDF/rok:

- koszt inwestycyjny rzędu 100 mln PLN,
- w układzie wysokosprawnej kogeneracji ok. 120 mln PLN

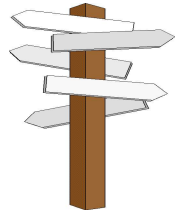


**ZAMIERZENIA INNYCH
KRAJÓW UE
W PERSPEKTYWIE 2050**



ZAMIERZENIA INNYCH KRAJÓW UE 2050 ⁽¹⁾

Mapa drogowa rozwoju instalacji Waste-to-Energy w Niemczech 2040



Źródło:

Prof. Dr. Martin Faulstich: Perspectives of Waste – to – Energy. Roadmap 2040 ITAD. Berlin August 2020.

Dr inż. A. Salamon: Perspektywy rozwoju branży WtE w Niemczech 2040. Konferencja Abrys, Uniejów 2021.

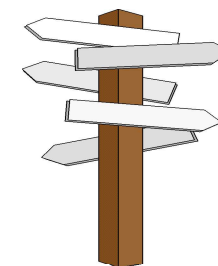
Mapa drogowa 2040 dotyczy perspektyw rozwoju instalacji termicznego przekształcania odpadów i prezentuje:

- zestawienie najważniejszych danych dotyczących gospodarki odpadami,**
- bilansuje prognozowane ilości odpadów i mocy przerobowej instalacji odzysku energii z odpadów komunalnych i RDF,**
- definiuje najważniejsze problemy na styku gospodarki odpadami i gospodarki energetycznej,**
- określa orientacyjne ramy dla podjęcia decyzji o inwestycji w zakresie kolejnych instalacji termicznego przekształcania odpadów w najbliższych 20 latach.**



ZAMIERZENIA INNYCH KRAJÓW UE 2050 ⁽²⁾

Mapa drogowa rozwoju instalacji Waste-to-Energy w Niemczech 2040



Planowany rozwój mocy przerobowej instalacji termicznego przekształcania odpadów komunalnych do 2040, praktycznie bez zmian:

Aktualna nominalna moc przerobowa instalacji WtE (stan 2019) – 26,98 mln t/a

W perspektywie 2040 niemal stan obecny, z uwzględnieniem:

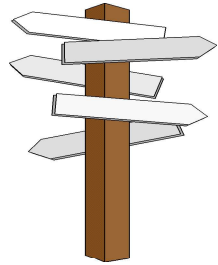
- dodatkowa moc przerobowa poprzez planowane modernizacje – + 0,03 mln t/a
- dodatkowa moc przerobowa poprzez rozbudowę instalacji – + 0,13 mln t/a
- dodatkowa moc przerobowa poprzez wymianę instalacji – + 0,10 mln t/a
- dodatkowa moc przerobowa poprzez budowę nowych instalacji – + 0,70 mln t/a

Prognozowana nominalna moc przerobowa instalacji w roku 2040 wyniesie 27,94 mln t/a



ZAMIERZENIA INNYCH KRAJÓW UE 2050 (3)

Mapa drogowa rozwoju instalacji Waste-to-Energy w Niemczech 2040



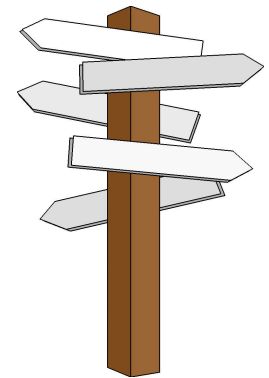
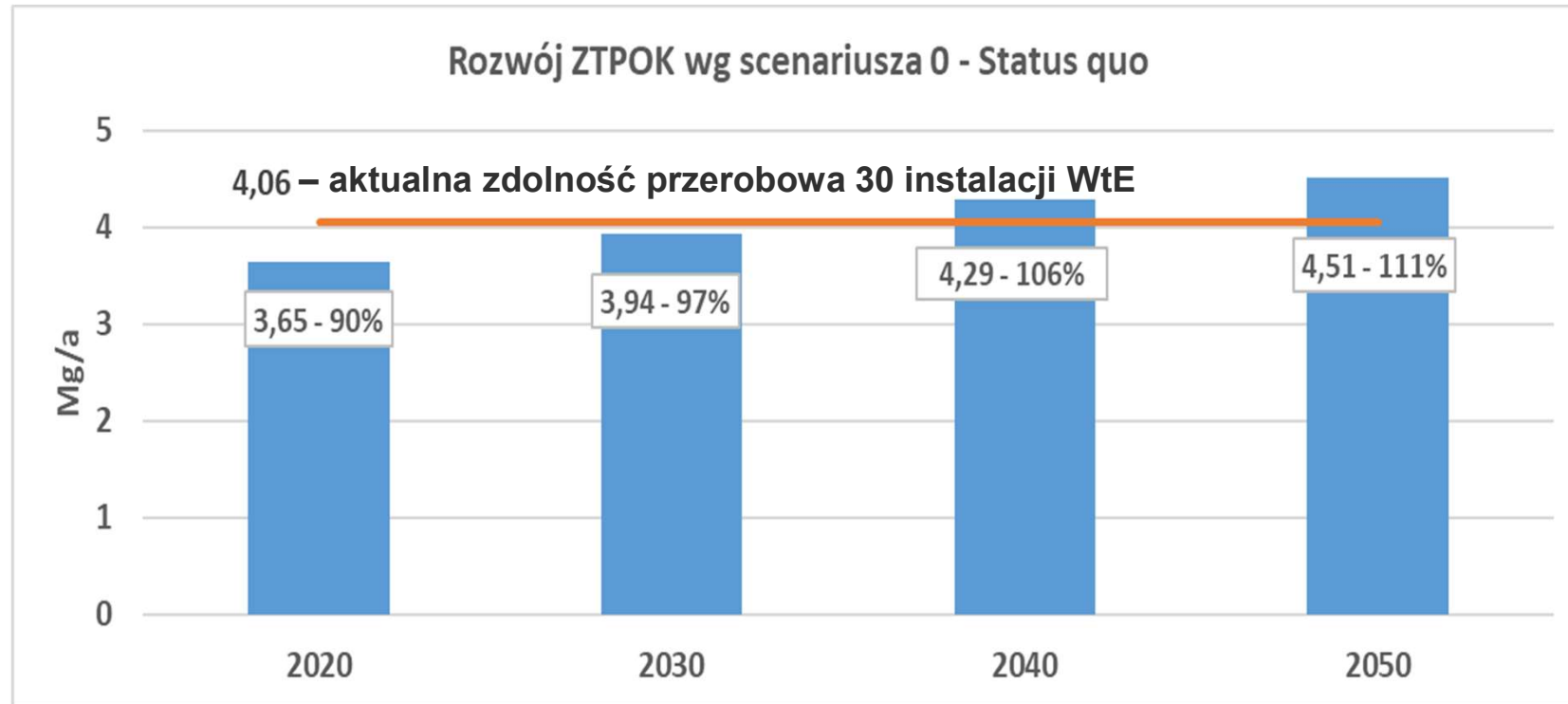
Najistotniejsze tezy zapisane w mapie drogowej Niemiec 2040 brzmią:

- instalacje WtE gwarantują bezpieczeństwo właściwego zagospodarowania odpadów nie nadających się do recyklingu, także w przypadku epidemii czy katastrof ekologicznych,
- instalacje WtE wpływają na poprawę bezpieczeństwa lokalnego zaopatrzenia w energię,
- instalacje WtE wspierają recykling odpadów komunalnych i stanowią istotny element GOZ,
- instalacje WtE mają wkład w ochronę klimatu – w roku 2019 wytworzono ze spalania 24,1 mln Mg odpadów komunalnych energię elektryczną równą 10 mln MWh i wyemitowano 9,5 mln ton CO₂ eq. Wyprodukowanie tej energii z węgla spowodowałoby emisję rzędu 13,5 mln ton CO₂ eq.
- instalacje WtE są ważnym elementem European Green Deal i gospodarki w obiegu zamkniętym UE
- instalacje WtE wspomagają wysiłki zmierzające do neutralności klimatycznej Niemiec, poprzez zainteresowanie zastosowaniem na szeroką skalę instalacji CCS oraz produkcji zielonego wodoru – przykład Wuppertal, Herten i inne miasta.



ZAMIERZENIA INNYCH KRAJÓW EUROPY 2050 (4)

Mapa drogowa rozwoju instalacji Waste-to-Energy w Szwajcarii 2050



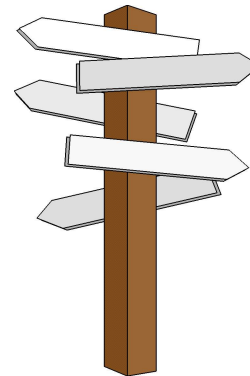
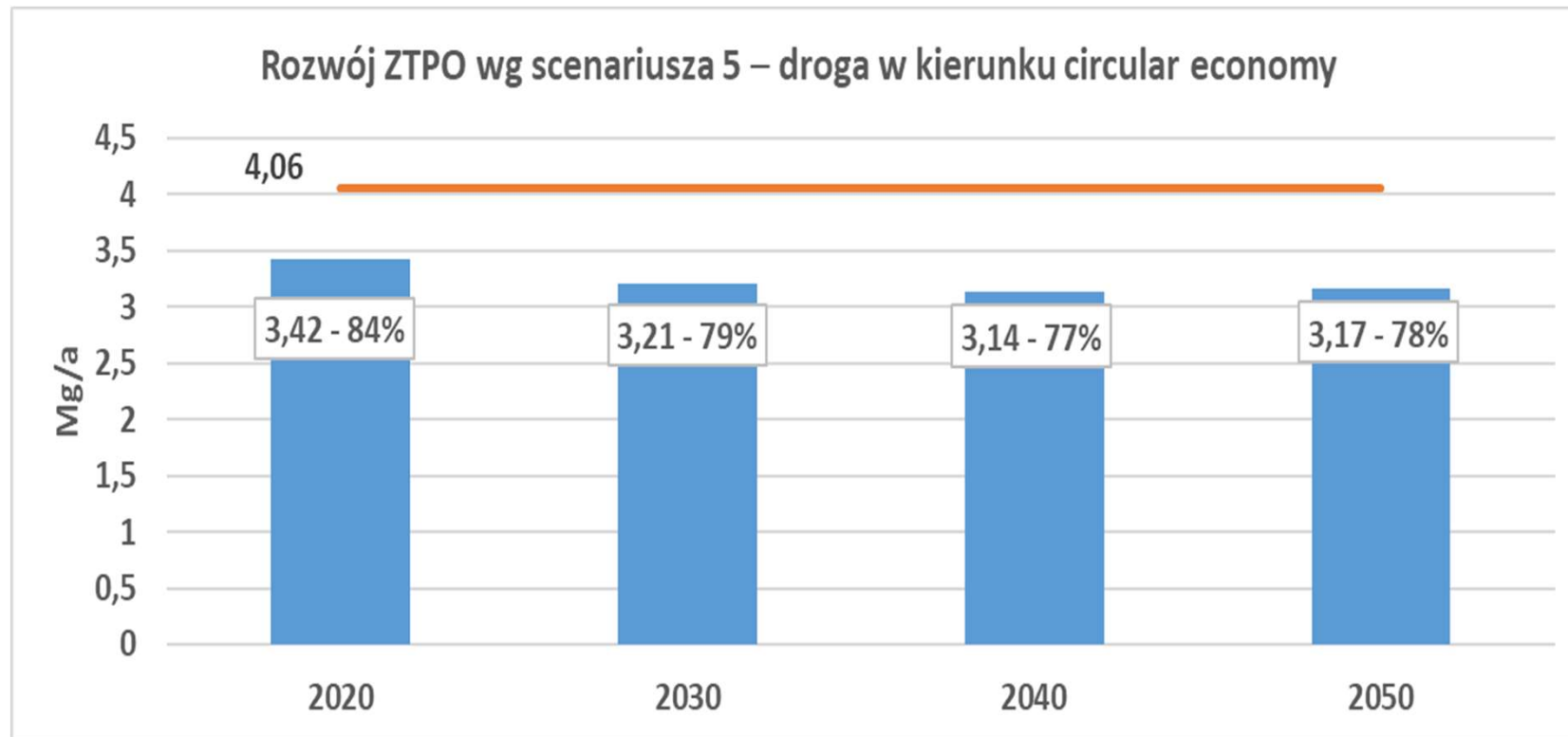
Źródło:

Siedlungsabfallaufkommen Schweiz 2050. Auswirkungen auf Kehrichtaufkommen für die thermische Verwertung in den KVA und die Gesamtauslastung der KVA. Abschlussbericht. Auftraggeber: Verband der Betreiber Schweizerischer Abfallverwertungsanlagen (VBSA). Prognos AG, Bern 2018.



ZAMIERZENIA INNYCH KRAJÓW EUROPY 2050 (5)

Mapa drogowa rozwoju instalacji Waste-to-Energy w Szwajcarii 2050



Źródło:

Siedlungsabfallaufkommen Schweiz 2050. Auswirkungen auf Kehrichtaufkommen für die thermische Verwertung in den KVA und die Gesamtauslastung der KVA. Abschlussbericht. Auftraggeber: Verband der Betreiber Schweizerischer Abfallverwertungsanlagen (VBSA). Prognos AG, Bern 2018.



**NIEODLEGŁY IMAGE
EUROPEJSKICH
INSTALACJI
WASTE -to-ENERGY**



WASTE – TO – WHEELS

Przykład AWG Wuppertal – wybrane ilustracje

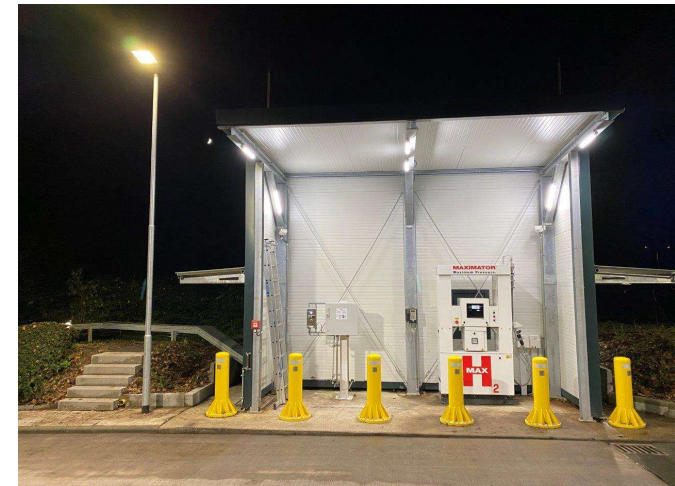


Zakres instalacji wytwarzania wodoru:

Wytwarzanie wodoru H_2 poprzez elektrolizę, magazynowanie wodoru, stacja tankowania autobusów.

Wybrane parametry:

dzienna produkcja wodoru: 400 kg/d (docelowo $3 \times 400 = 1.200$ kg),
możliwość tankowanie 10 busów (docelowo $3 \times 10 = 30$ busów),
moc przyłączeniowa układu elektrolizy: $1,0 \text{ MW}_{el}$ (przy 400 kg H_2 /d)
dla wyprodukowania 400 kg H_2 potrzeba 11 h (ok. $11,0 \text{ MWh}_{el}$),
po przeliczeniu: $27,5 \text{ kWh}_{el}/\text{kgH}_2$



WYCHWYTYWANIE CO₂ Z INSTALACJI WTE



Informacje wstępne:

- aktualnie w energetyce zawodowej pracuje w skali przemysłowej 21 instalacji CCUS o wydajności 40 mln ton CO₂ /rok (głównie USA i Kanada). W bliskiej perspektywie jest uruchomienie kolejnych 30, co pozwoli osiągnąć wychwyty 130 mln ton CO₂ /rok,
- zasadniczą jak dotąd barierą rozwoju w energetyce zawodowej jest wielkość skali instalacji. Bariery tej nie posiadają mniejsze instalacje, jakimi są instalacje WTE, jednak szersze zastosowanie dla nich instalacji CCUS jest w fazie początkowej,
- **wg szacunków ETH Zurich europejskie spalarnie wskazują na potencjał redukcji wynoszący ok. 36 mln CO₂ ton rocznie,**
- nie jest wykluczony powrót technologiczny idei spalania odpadów w atmosferze wzbogaconej w tlen – np. spalarnia Arnoldstein w Austrii, gdzie zastosowano technologię oxy-combustion, zdecydowanie ułatwiającą wychwyty CO₂ ,
- przykładem zastosowania wychwyty CO₂ może być projekt pełnowymiarowej instalacji CCS w Fortum Oslo Varme,
- kolejne przykłady to projekt CCS dla instalacji WTE w Teesside, grupa SUEZ.

WYCHWYTYWANIE CO₂ Z INSTALACJI WTE

Przykład projektu instalacji CCS w Fortum Oslo Varme



Zaprojektowana w pełnej skali technologicznej instalacja CCS zredukuje rocznie około 400 000 ton CO₂.

Ponieważ w składzie spalanych odpadów jest znaczny udział neutralnej pod względem emisji CO₂ frakcji bio **spalarnia ta wykaże ujemny bilans emisji dwutlenku węgla**, zdejmując go w ten sposób dodatkowo z atmosfery.

Wychwycone CO₂ jest transportowane do terminali i składowane głęboko pod ziemią w zbiornikach na norweskim szelfie kontynentalnym.

Docelowo w drugiej połowie 2024 instalacja CCS osiągnie wydajność 1,5 mln ton CO₂ rocznie.

WYCHWYTYWANIE CO₂ Z INSTALACJI WTE

KONKLUZJA



W dobie tak istotnego dążenia do osiągnięcia neutralności klimatycznej zastosowanie w instalacjach WTE instalacji CCUS do wychwytu CO₂ może stać się wymogiem obligatoryjnym wpisanym w kolejne konkluzje BAT, oczywiście z pewnym założonym okresem przejściowym dla realizacji tego celu.

PODSUMOWANIE

Odzysk energii z odpadów komunalnych, to jedyna metoda zagospodarowania odpadów, która jest w stanie domknąć system gospodarki odpadami spełniający wymagania GOZ.

Obecny potencjał krajowych instalacji odzysku energii jest efektywny i dobrze funkcjonujący, stanowi znaczącą bazę doświadczeń projektowych, środowiskowych i eksploatacyjnych. Jest jednak istotnie zbyt mały, aby w perspektywie 2035 sprostać wymaganiom GOZ. Niezbędne jest podjęcie kolejnej fazy budowy tego rodzaju instalacji w Polsce

Już obecnie trzeba podjąć szereg kroków, w tym te przedstawione w niniejszej prezentacji, aby niezbędny rozwój instalacji odzysku energii w stał się realny na miarę potrzeb i wyzwań GOZ 2035.

Czasu pozostaje coraz mniej.

..nawet najdłuższą drogę można przejść, ale trzeba zacząć iść!



**DZIĘKUJĘ PAŃSTWU ZA
UWAGĘ**

pajak@agh.edu.pl