

**XXXIV Konferencja
"Zagadnienia surowców energetycznych i
energii w gospodarce krajowej"**



IGSMiE
PAN

**Zużycie i produkcja energii w
oczyszczalniach ścieków - aktualne trendy
i perspektywy dla Polski**

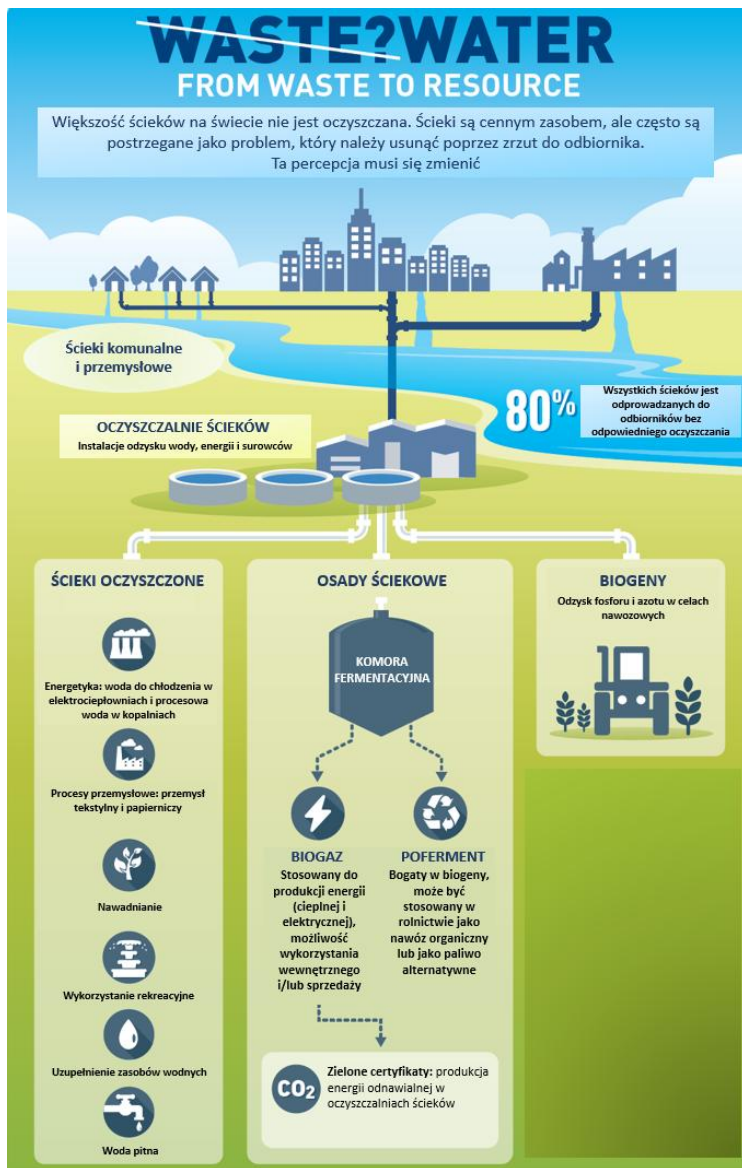
Dr inż. Michał Preisner

**Pracownia Surowców Biogenicznych
Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią
Polska Akademia Nauk**

Zakopane, 19 X 2021 r.



1. Wprowadzenie: ścieki jako zasoby
2. Od czego zależy efektywność energetyczna oczyszczalni ścieków
3. Samowystarczalne energetycznie oczyszczalnie ścieków
4. Energia z biogazu (wraz z analizą przypadku)
5. Odzysk energii cieplnej oraz kinetycznej
6. Podsumowanie i wnioski



Surowce

Fosfor
Azot
Pierwiastki ziem rzadkich
Materia organiczna



Energia

Ciepła
Elektryczna



Woda

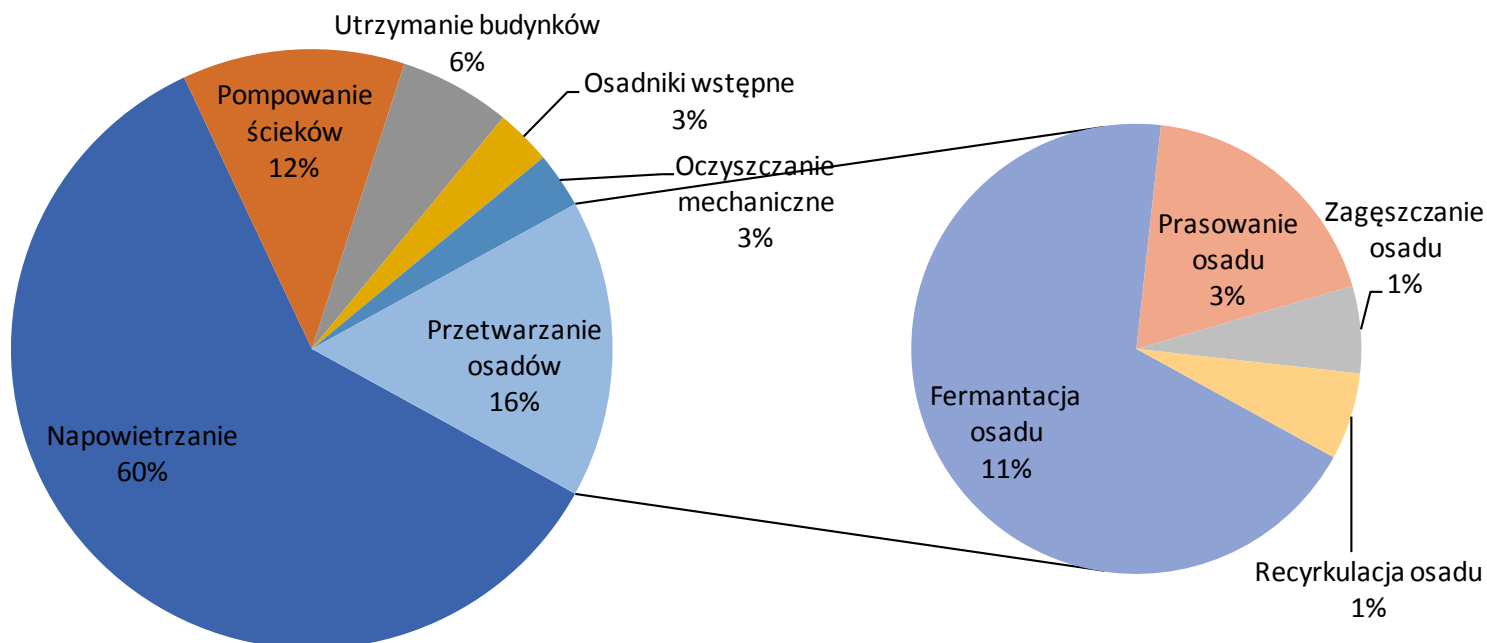
Procesowa
Do nawadniania
Pitna

Efektywność energetyczna oczyszczalni ścieków zależy od:

1. Wymogi stawiane ściekom oczyszczonym (w tym rodzaj odbiornika ścieków)
2. Stosowana technologia oczyszczania
3. Wielkość (przepustowość) oczyszczalni
4. Poziom odzysku energii
5. Ładunek zanieczyszczeń w ściekach surowych



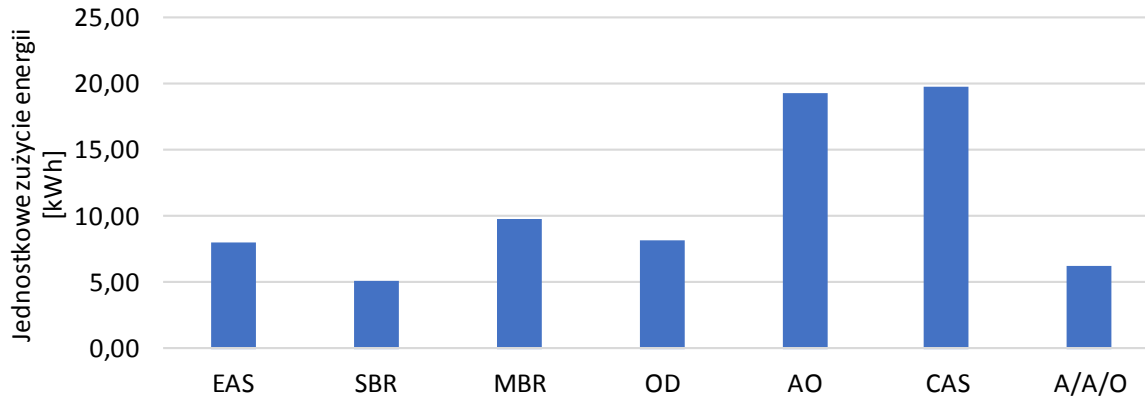
Ponad połowa zapotrzebowania na energię wynika z konieczności napowietrzania ścieków w reaktorach tlenowych usuwających azot.



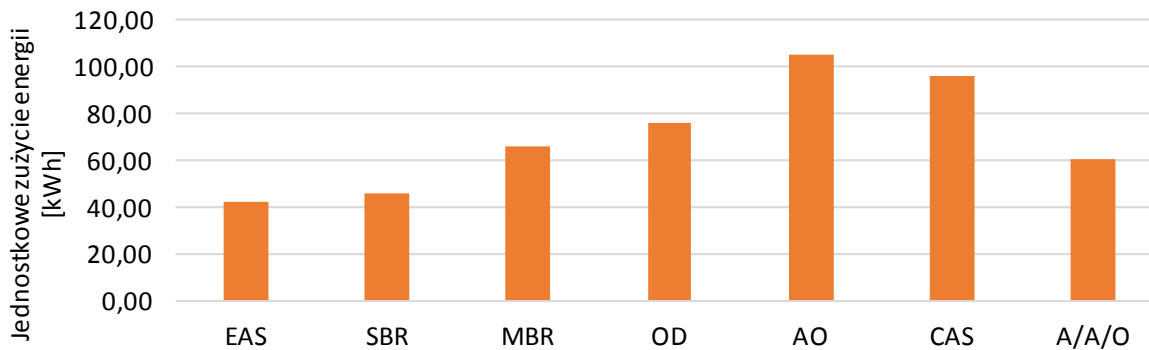


Zużycie energii a stosowana technologia usuwania biogenów

Zużycie energii potrzebne do usunięcia 1 kg azotu



Zużycie energii potrzebne do usunięcia 1 kg fosforu*



Gdzie:

EAS - Wzmoczone usuwanie biogenów

SBR – Sekwencyjne reaktory biologiczne

MBR – bioreaktory membranowe

OD – oxidation ditch (carrousel)

AO – system anoksydacyjno-tlenowy

CAS – konwencjonalny osad czynny

A/A/O – system beztlenowo-anoksydacyjno-tlenowy

* Przy zastosowaniu wyłącznie metod biologicznych (tj. bez koagulacji)

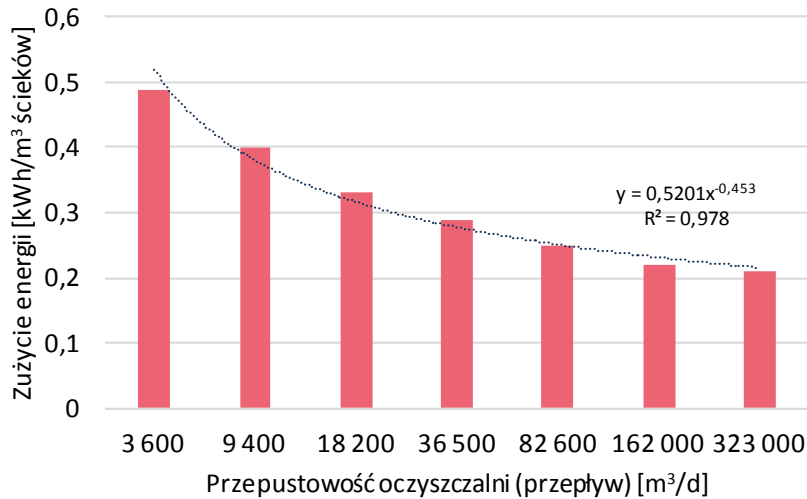


Efektywność energetyczna oczyszczalni

Państwo	Efektywność energetyczna* [kWh/m ³ ścieków]	Część zużycia energii w kontekście konsumpcji krajowej [%]
Korea Południowa	0,24	0,5
Japonia	0,30	-
Chiny	0,31	0,25
RPA	0,08-0,41	-
Niemcy	0,42	0,7
Szwajcaria	0,52	-
Szwecja	0,42	1,0
USA	0,52	0,6
Hiszpania	0,53	-
Izrael	-	>10,0

*bez uwzględnienia wymaganego stopnia oczyszczania ścieków

Zużycie energii a przepustowość oczyszczalni



Nazwa oczyszczalni ścieków	Kraj	Przeływ [m³/d * 10 ⁶]
Stickney Water Reclamation Plant in Chicago	USA	5,44
Deer Island Sewage Treatment Plant in Boston	USA	4,80
Detroit WWTP	USA	3,52
Bailonggang WWTP in Shanghai	China	2,00
Stonecutters Island Sewage Treatment Works Hong Kong	Hong Kong	1,72
Hyperion WWTP in Los Angeles	USA	1,70
Gabal el Asfar WWTP in Cairo	Egipt	1,70
Seine Aval WWTP in Paris	Francja	1,70
Morigasaka Water Reclamation Center in Tokyo	Japonia	1,53
Blue Palins Advanced WWTP in Washington D.C.	USA	1,40

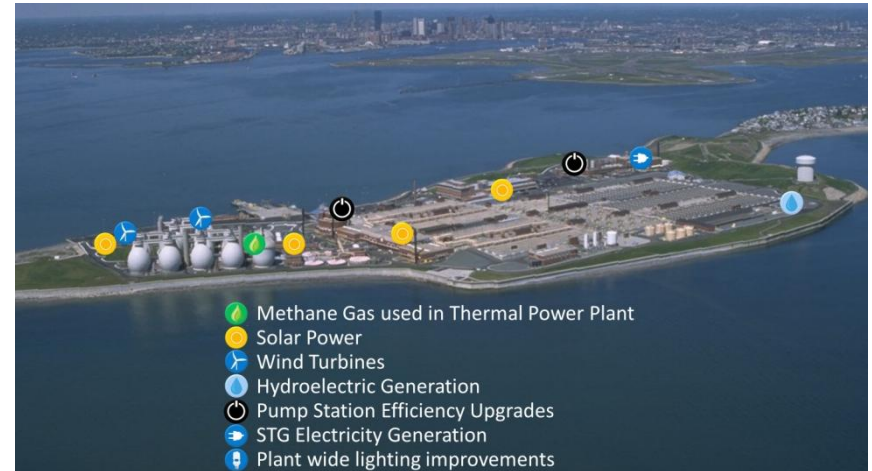
Lp.	Nazwa oczyszczalni	Lokalizacja	Przepustowość [m ³ /d]	Samowystarczalność energetyczna [%]*
1	East Bay Municipal Utility District	USA	265 300	100a
2	Strass im Zillertal	Austria	22 740	100a
3	Grevesmuhlen	Niemcy	15 160	100a
4	Wolfgangsee-Ischl	Austria	18 950	100b
5	Point Loma	USA	663 250	100
6	Zürich Werdhölzli	Szwajcaria	253 930	100
7	Gresham	USA	49 270	100
8	Sheboygan Regional	USA	41 690	100
9	Gloversville–Johnstown Joint	USA	41 690	100
10	Joint Water Pollution Control Plant	USA	1 137 000	97
11	Davyhulme	Wielka Brytania	758 000	96
12	Centralna Oczyszczalnia Ścieków w Pradze	Czechy	159 180	94

*a) Sprzedaż > 20% produkowanego biogazu na cele komercyjne

b) Sprzedaż 10-20% produkowanego biogazu na cele komercyjne

Przykład wielowariantowego odzysku energii poprzez:

- produkcje biogazu (fermentacja osadów ściekowych),
- turbiny wiatrowe (dogodne warunki wynikające z lokalizacji nad oceanem),
- odzysk energii kinetycznej ścieków wypływających z oczyszczalni,
- inteligentne systemy sterowania sprężarkami powietrza,
- fotowoltaika.



Powyższe rozwiązania pokrywają ok. 26% zapotrzebowania na energię oczyszczalni.

Planowane rozwiązania:

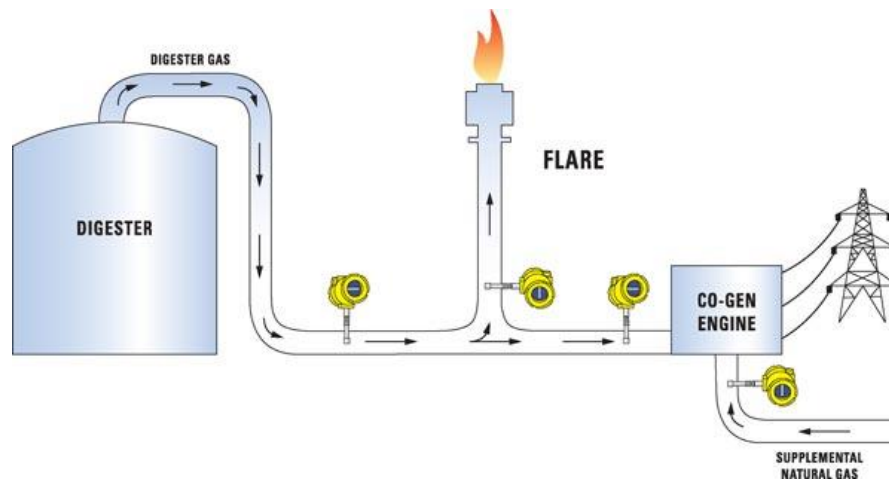
- wykorzystanie pływów morskich,
- temperatury ścieków,
- energii kinetycznej ścieków surowych,
- metanu wydzielającego się w kolektorach, itp.)

Fermentacja beztlenowa to proces biologicznego rozkładu materii organicznej bez dostępu tlenu z przekształceniem energii chemicznej zawartej w węglu organicznym w biogaz.

Najczęściej biogaz składa się z 60%-70% CH_4 , 30%-40% CO_2 i niewielkiego procentu gazów śladowych.

Wielkość produkcji biogazu zależy od:

- ilości i składu osadu
- temperatury
- pH
- zawartości toksycznych zanieczyszczeń



Wartość opałowa biogazu waha się w granicach 19-30 MJ/m³ (średnio 23,5 MJ/m³).
 Potencjalny odzysk energii można oszacować na podstawie wielkości usuniętego ładunku ChZT (chemiczne zapotrzebowanie na tlen)

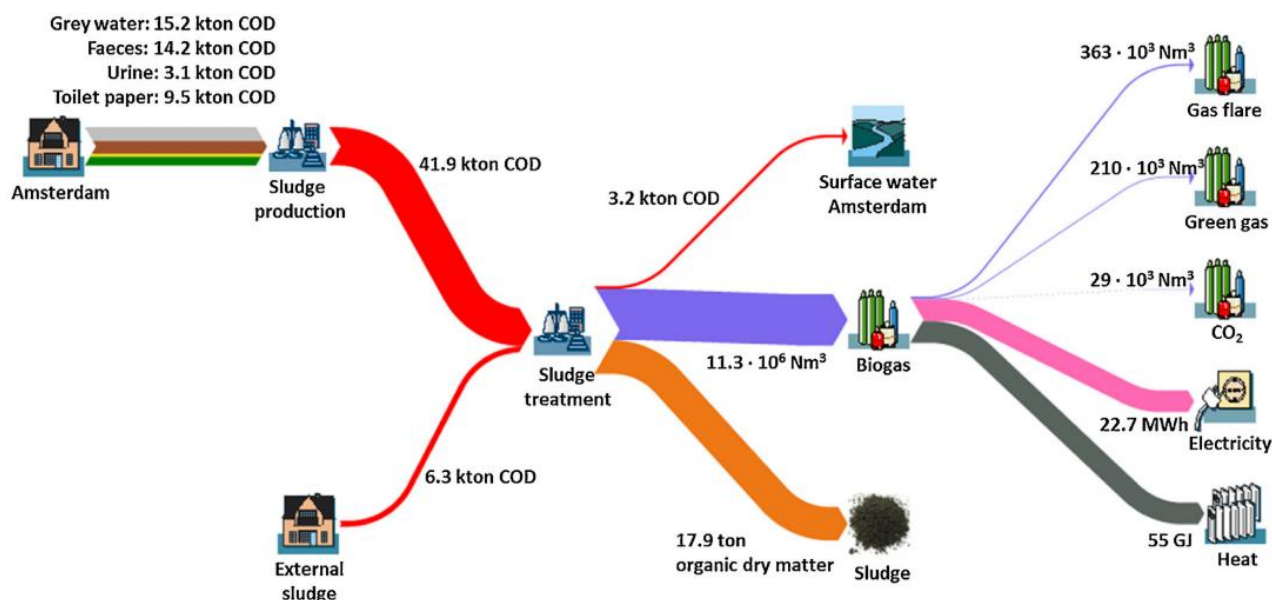
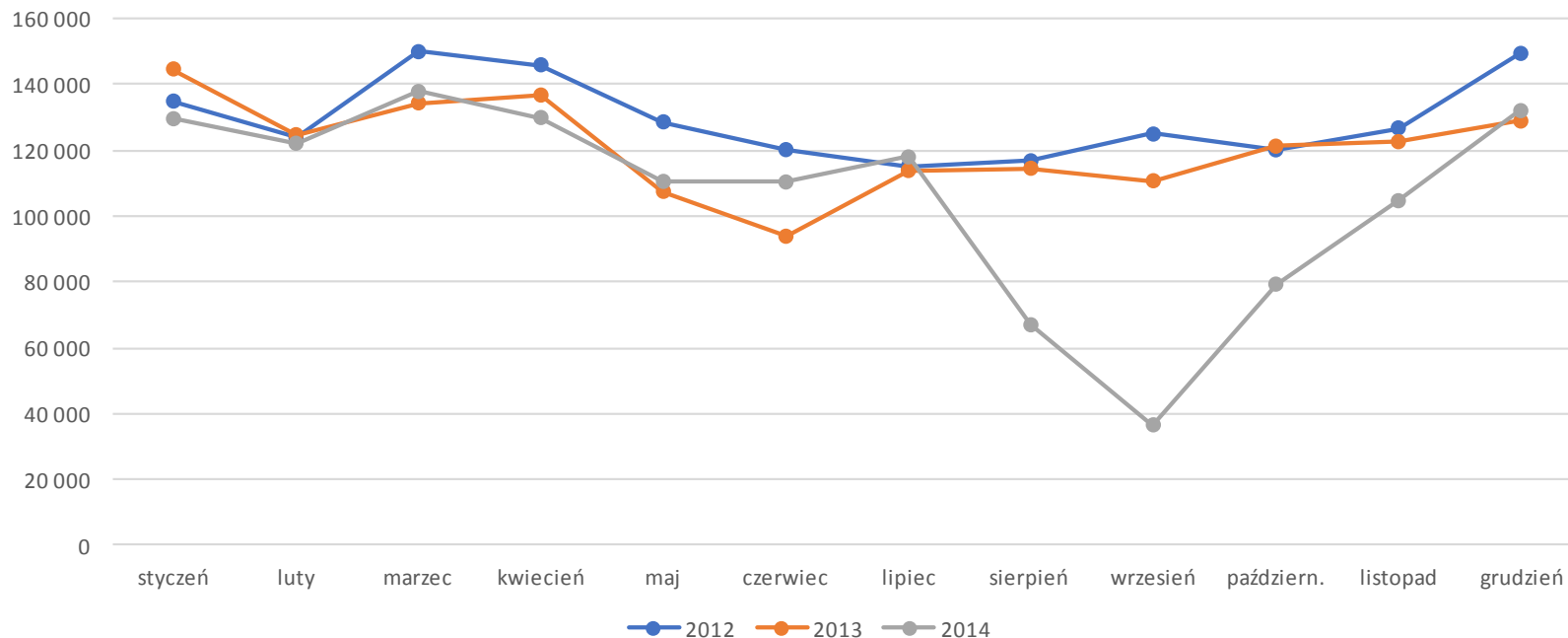


Fig. 5. Organic matter in Amsterdam's wastewater chain 2013 (in ton COD).

Przykładowo, w Amsterdamzie z 48 200 Mg usuniętego ChZT uzyskano 11 300 000 m³ biogazu a więc z 1 Mg usuniętego ChZT uzyskano 234,43 m³ biogazu

Ilość produkowanego biogazu [m³]



Średnia roczna ilość produkowanego biogazu w oczyszczalni o wielkości 180 000 RLM to od 1 250 000 do 1 550 000 m³

Zakładając, że wartość opała 1 m³ biogazu wynosi ok. 23,8 MJ to oczyszczalnia ta produkuje rocznie ok 30 875 GJ energii całkowitej

W analizowanej oczyszczalni z 1 Mg usuniętego ChZT uzyskano 231,37 m³ biogazu

W przeliczeniu na 1 RLM otrzymujemy 0,17 GJ a w skali Polski mamy ok 53 mln RLM (9 * 10⁶ GJ)

Biogaz* nadaje się jako paliwo dla pojazdów z instalacją CNG (compressed natural gas)
W Polsce w 2019 r. było 30 stacji CNG. Spora część z nich to jednak obiekty prywatne lub badawcze.

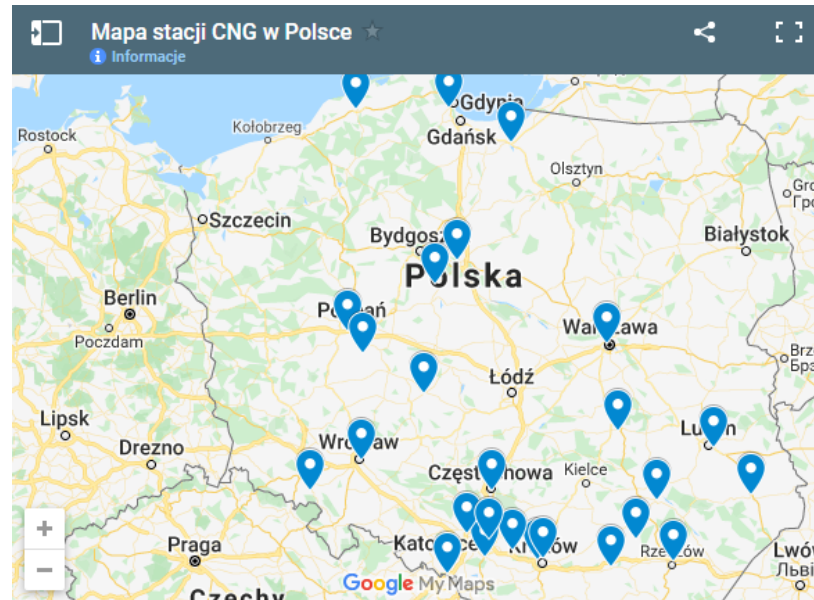


Dla porównania w Czechach stacji CNG jest 171, a w Niemczech - aż 868.
W Sztokholmie ok. 42% pojazdów komunikacji miejskiej napędzane jest biogazem. Dodatkowo duża część taksówek (m. in. modele Volvo V70 i S80 są napędzane tym paliwem)
W Polsce biogaz wykorzystywany był wyłącznie do napędzania pojazdów będących własnością spółek operujących oczyszczalniami ścieków.

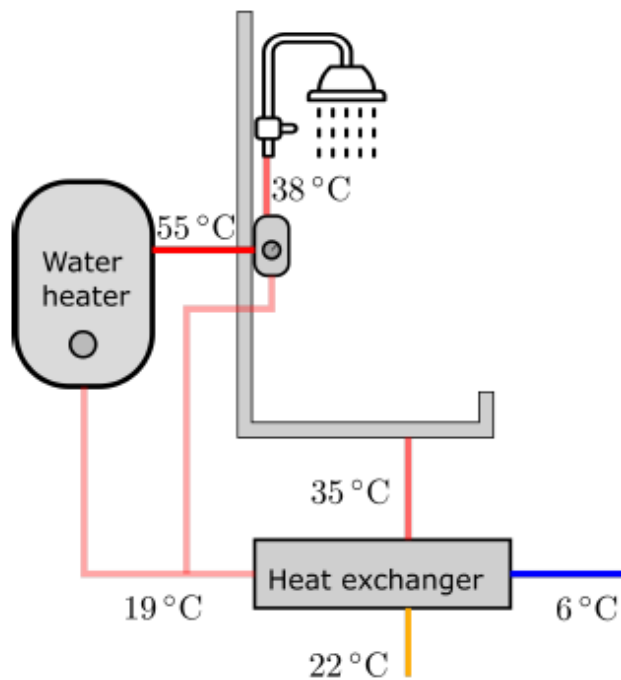
*Biogaz może być również produkowany z odpadów komunalnych (bio), odpadów rolniczych i osadów ściekowych lub ich kombinacji

2. Minimalna liczba punktów tankowania sprężonego gazu ziemnego (CNG) zlokalizowanych w gminach do dnia 31 marca 2021 r. wynosi co najmniej:

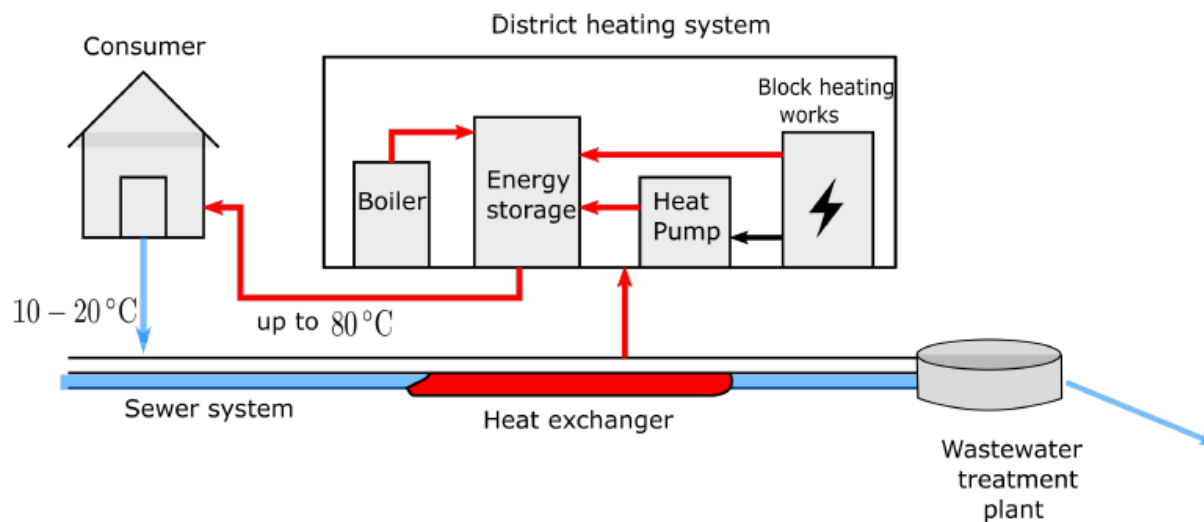
- 1) 6 – w gminach o liczbie mieszkańców wyższej niż 1 000 000, w których zostało zarejestrowanych co najmniej 60 000 pojazdów samochodowych i na 1000 mieszkańców przypada co najmniej 700 pojazdów samochodowych;
- 2) 2 – w gminach o liczbie mieszkańców wyższej niż 100 000, w których zostało zarejestrowanych co najmniej 60 000 pojazdów samochodowych i na 1000 mieszkańców przypada co najmniej 400 pojazdów samochodowych.



Indywidualny system odzysku energii cieplnej dla gospodarstw domowych



Scentralizowany system odzysku energii cieplnej – w kolektorze kanalizacyjnym



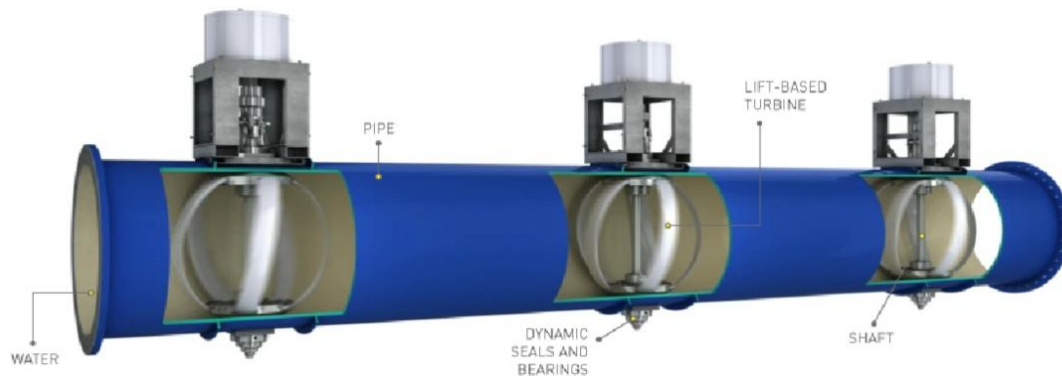
Możliwe jest wykorzystanie spadku terenu (rurociągów) do produkcji energii elektrycznej.

1 zainstalowana turbina wodna o mocy ok. 140 kW – produkcja ok. 1,0 – 1.2 GWh energii

Przykłady:

Portland, USA (od 2014 r.)

Szczecin, Polska (od 2016 r.)



1. Zużycie energii w oczyszczalniach ścieków jest zróżnicowane i zależy od wielu czynników: stosowanej technologii, wymagań prawnych, wielkości oczyszczalni, parametrów ścieków surowych i innych.
2. Produkowany biogaz wykorzystywany jest głównie na zaspokojenie potrzeb własnych oczyszczalni ścieków, rzadko jako paliwo dla komunikacji miejskiej lub pojazdów firm gospodarujących odpadami.
3. W Polsce brakuje infrastruktury umożliwiającej wykorzystanie biogazu do napędzania pojazdów prywatnych.
4. Zwiększenie ładunku substancji organicznej w ściekach przełożyłoby się na większy potencjał do produkcji energii z biogazu.



Odpady kuchenne



Młynek/rozdrabniacz zlewowy

Dziękuję za uwagę



IGSMiE
PAN

Dr inż. Michał Preisner
preisner@meeri.pl

Pracownia Surowców Biogenicznych
Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią
Polska Akademia Nauk