



Benchmarking jako metoda oceny energetycznej systemu zaopatrzenia w wodę

Jędrzej Bylka

Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska
Instytutu Inżynierii Środowiska
Zakład Zaopatrzenia w Wodę i Ochrony Środowiska

Warszawa, 2019

Energia w systemach zaopatrzenia w wodę

- System zaopatrzenia w wodę – system termodynamiczny, w którym następują przemiany każdego rodzaju energii:
 - Fizycznej
 - Termicznej
 - Chemicznej
 - Elektrycznej
- Jedną z podstawowych metod oceny systemu zaopatrzenia w wodę jest benchmarking

Benchmarking IGWP

- **145 przedsiębiorstw:**
 - 7,7% przedsiębiorstw w Posłce,
 - 17% długości sieci wodociągowej
 - 30% długości sieci kanalizacyjnej
 - dostarczają wodę do 60% gospodarstw domowych
 - odbierają ścieki z 57% gospodarstw domowych
- **35 wskaźników:**
 - Eksploatacyjne – 7 wskaźników
 - Dotyczące inwestycji i remontów - 4 wskaźniki
 - Środowiskowe – 11 wskaźników
 - Finansowe – 13 wskaźników
- **Raporty roczne sporządzane na podstawie ankiet**

Benchmarking IGWP

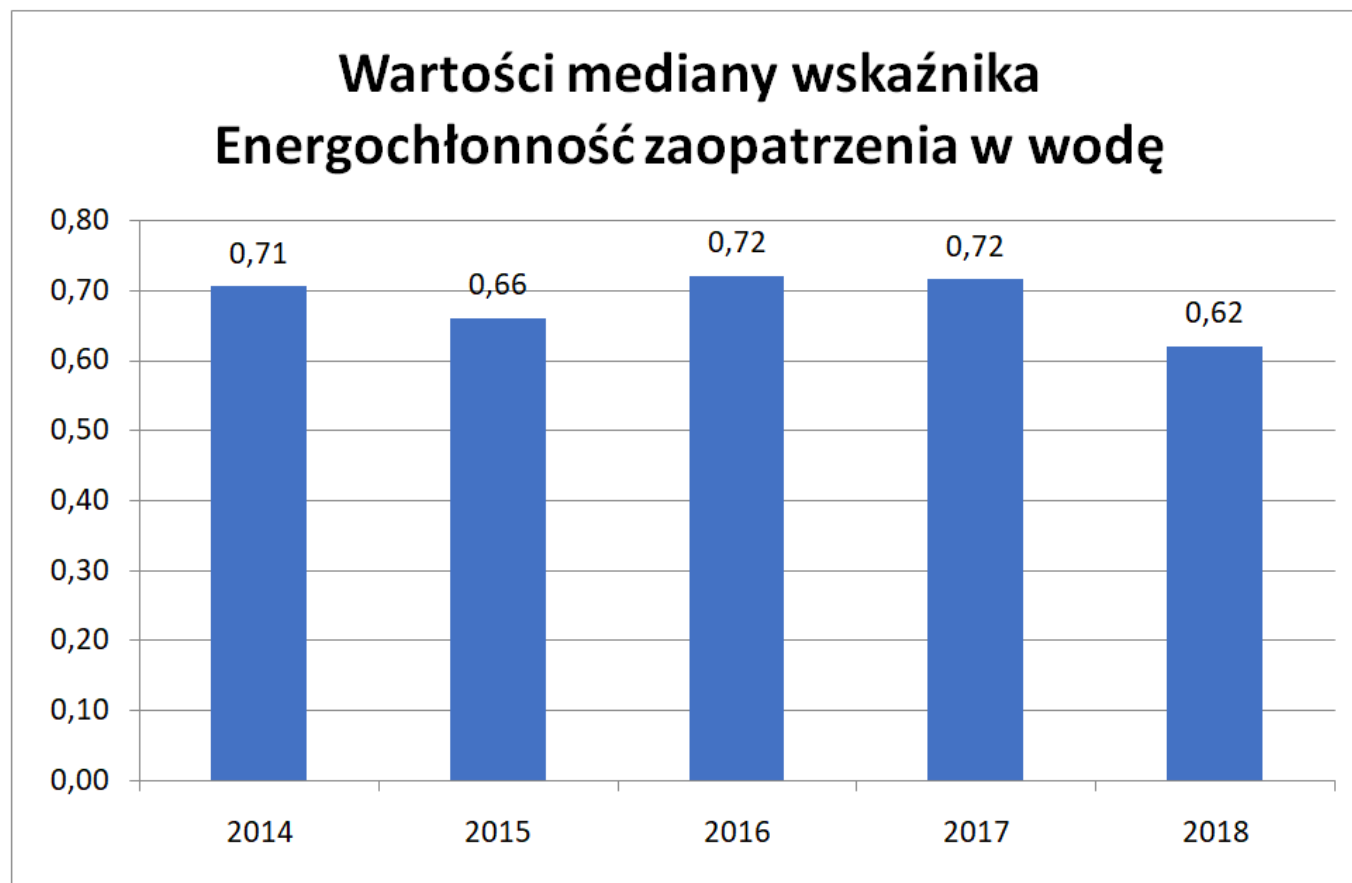
- Energochłonność procesu zaopatrzenia w wodę.
- Energochłonność procesu poboru i uzdatniania wody.
- Energochłonność procesu dostarczania wody.
- Energochłonność procesu odbioru i oczyszczania ścieków.
- Energochłonność procesu odbioru ścieków.
- Energochłonność procesu oczyszczania ścieków i zagospodarowania osadów ściekowych.
- Samowystarczalność energetyczna oczyszczalni ścieków.

Energochłonność procesu zaopatrzenia w wodę.

Część 1 Definicja wskaźnika

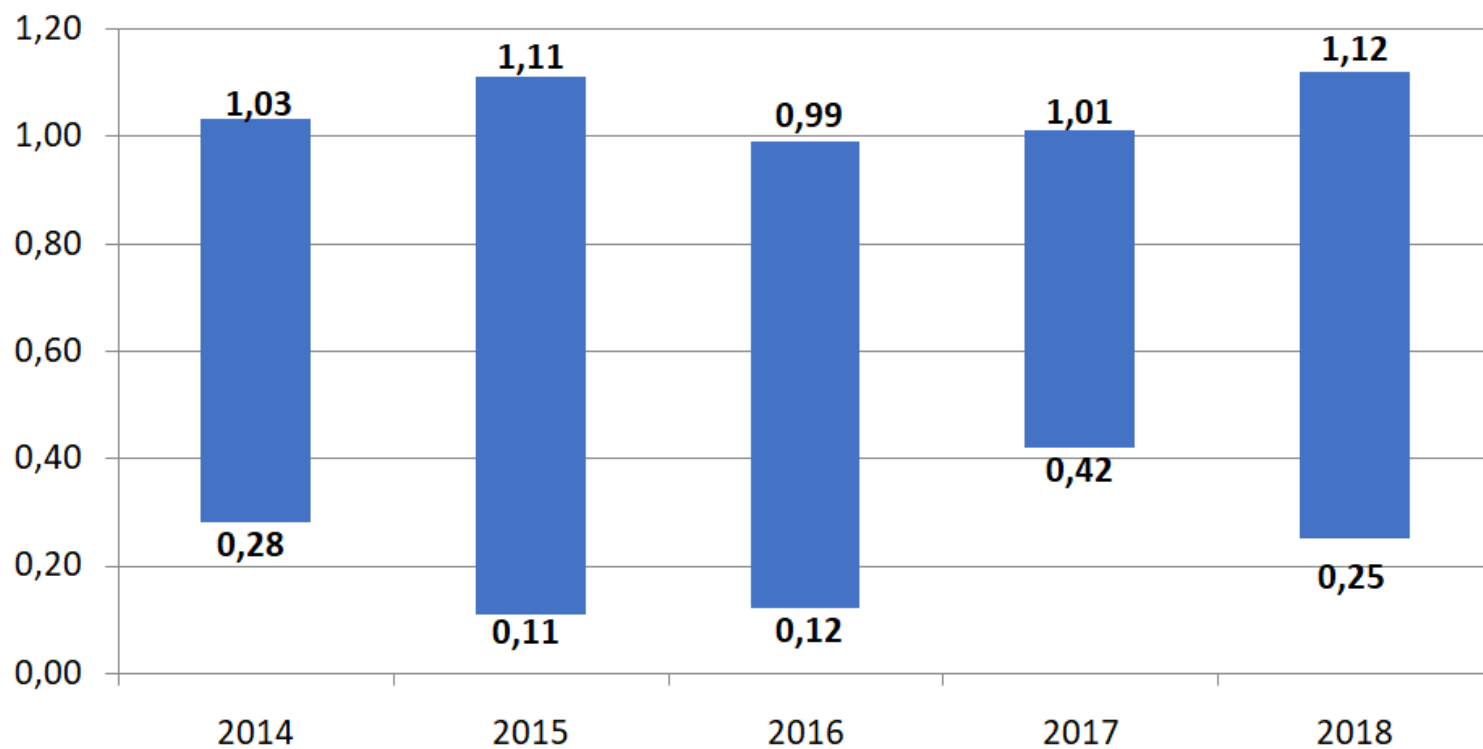
Sposób kalkulacji:	<u>ilość zużytej energii elektrycznej w procesie poboru, uzdatniania i dostarczania wody</u> ilość sprzedanej wody ogółem	Jednostka miary:	<u>kWh/ m³</u>
Źródła danych:	Licznik: ankieta IGWP „Część techniczna” pkt 2.7 Mianownik: ankieta IGWP „Część techniczna” pkt 2.4		
Cel:	Określenie energochłonności procesu zaopatrzenia w wodę		

Przedsiębiorstwa małe



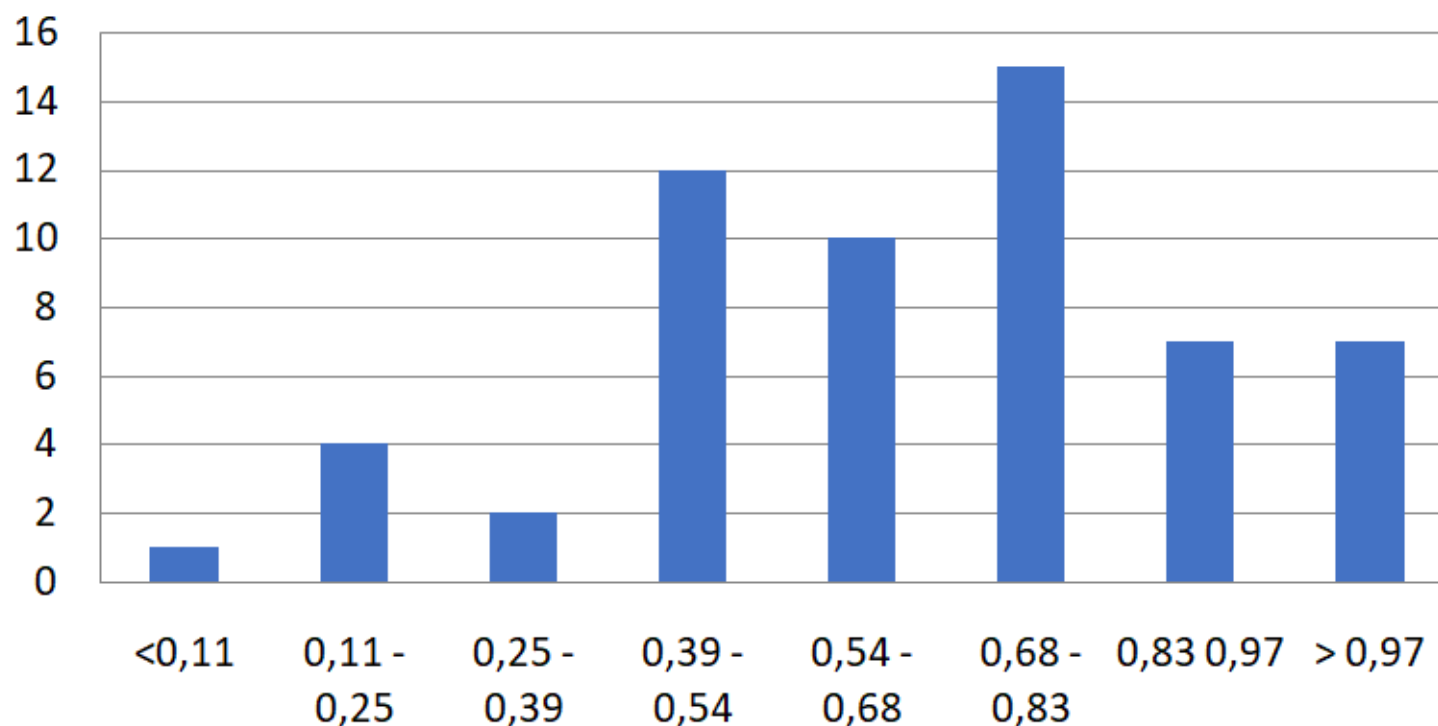
Przedsiębiorstwa małe

Wartości min i max wskaźnika Energochłonność zaopatrzenia w wodę



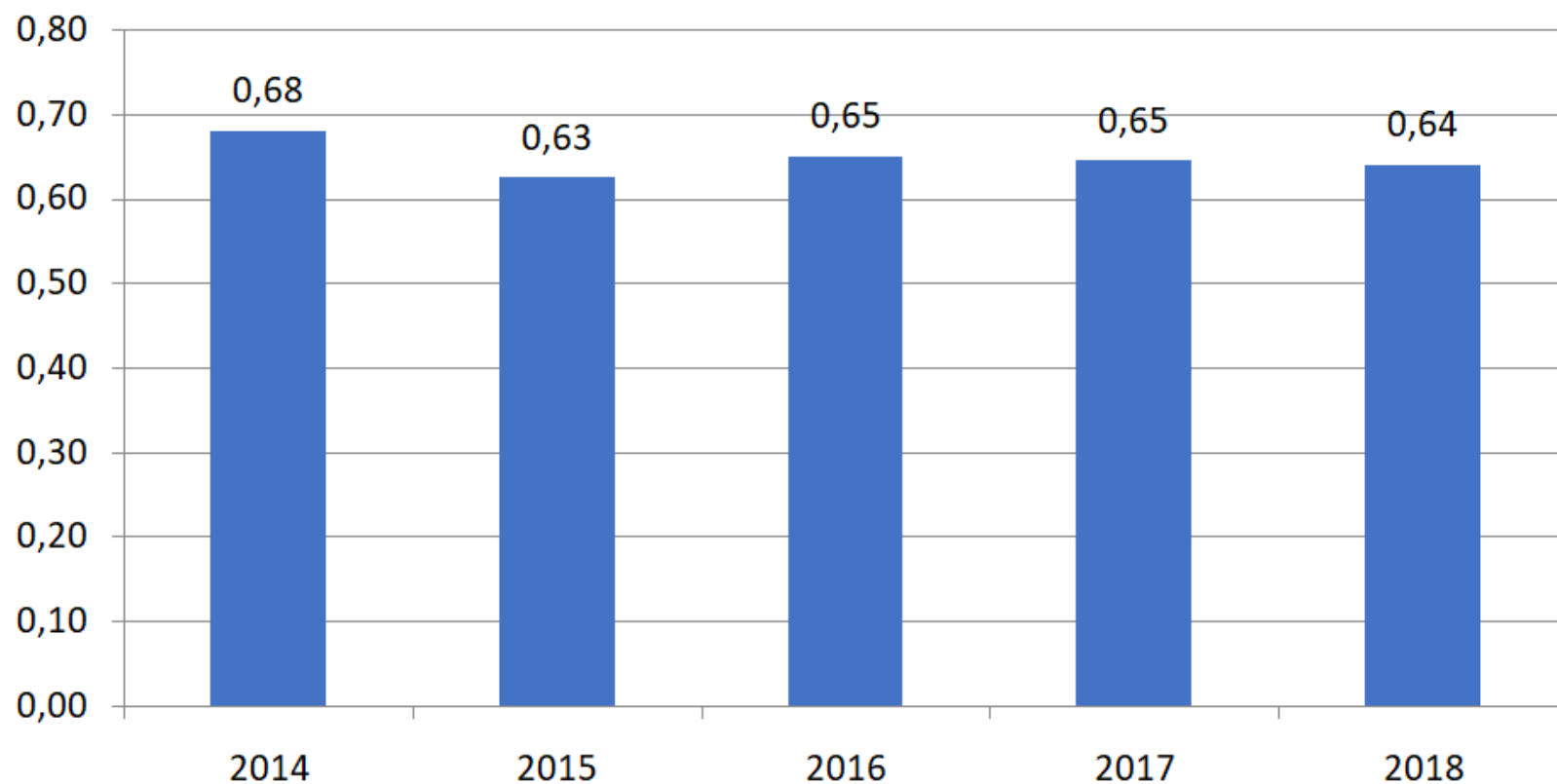
Przedsiębiorstwa małe

Częstość występowania wartości wskaźnika
energochłonność procesu zaopatrzenia w lata 2014 -
2018



Przedsiębiorstwa średnie

Wartości mediany wskaźnika Energochłonność zaopatrzenia w wodę



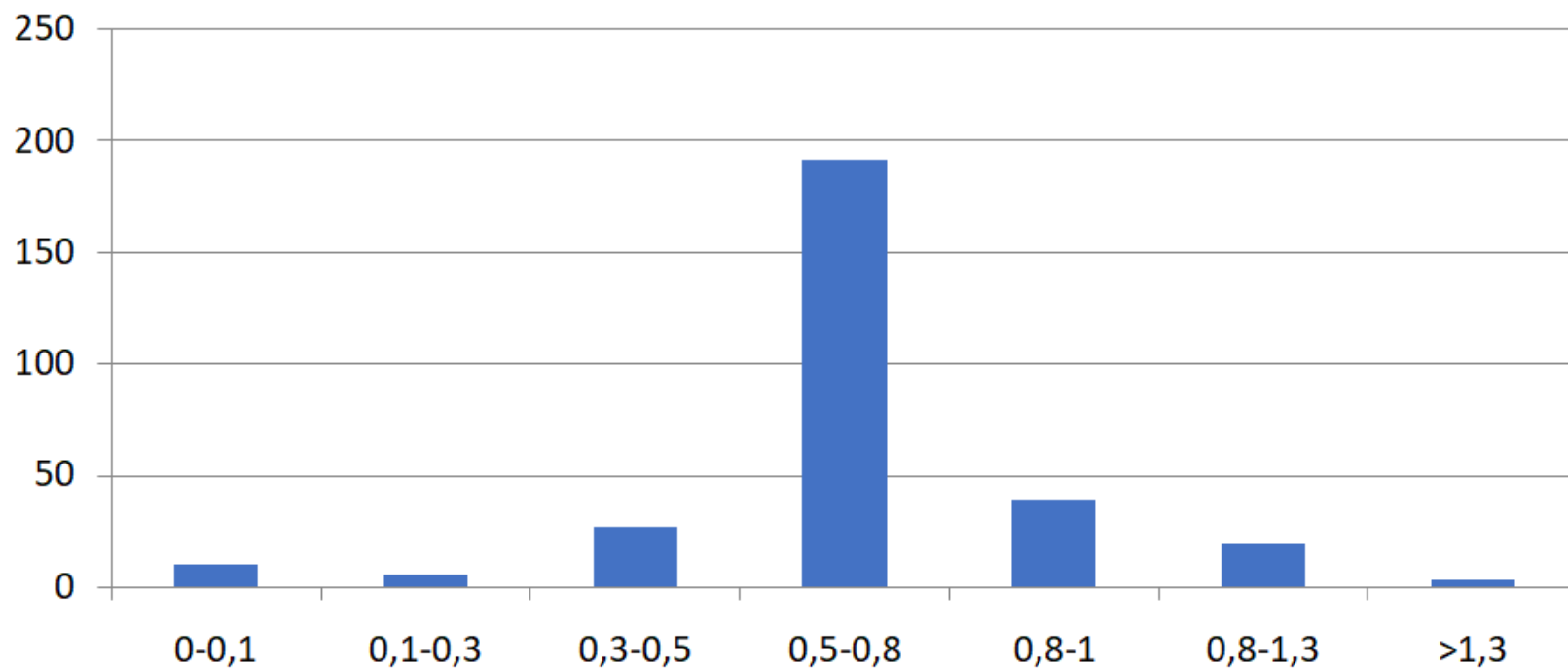
Przedsiębiorstwa średnie

Wartości min i max wskaźnika Energochłonność zaopatrzenia w wodę



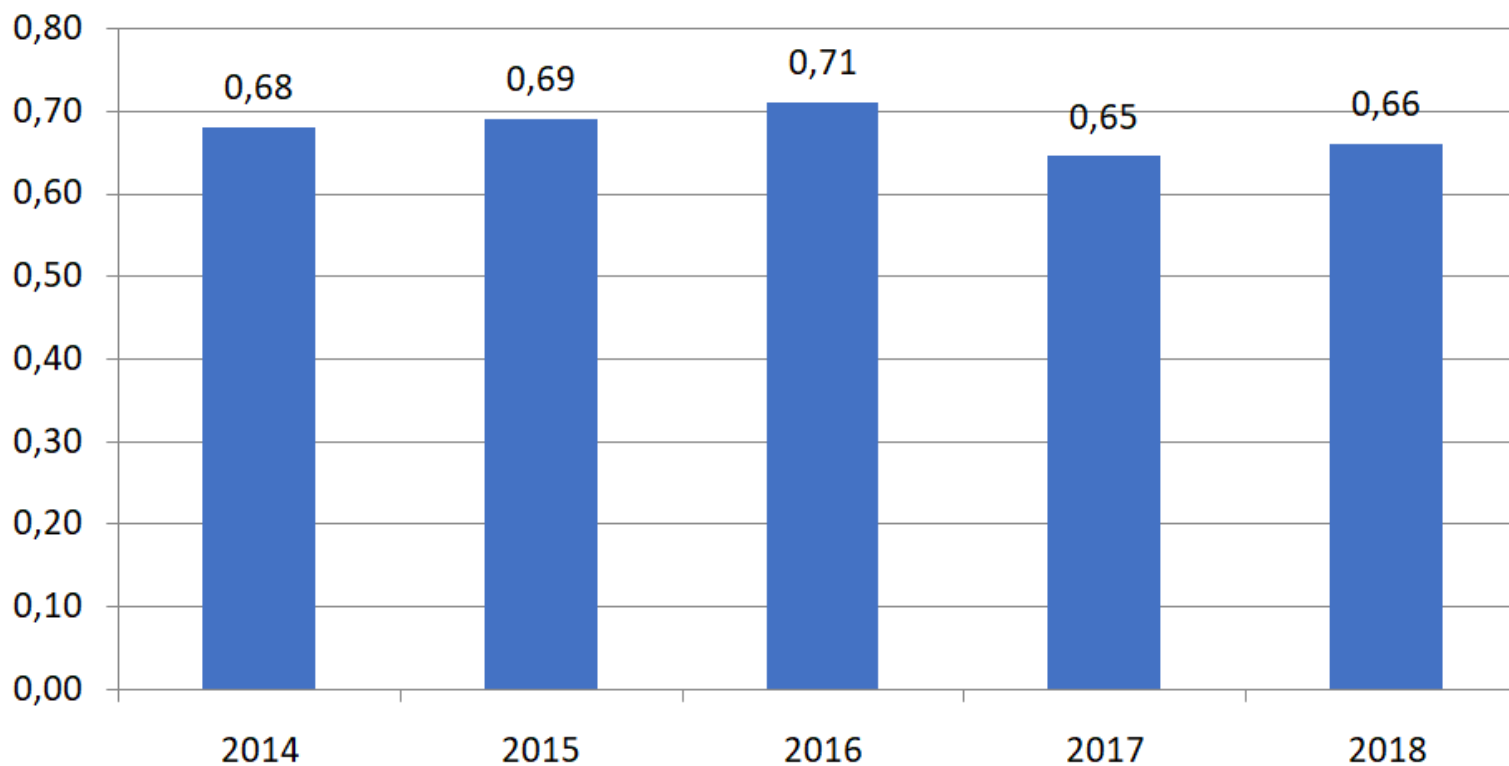
Przedsiębiorstwa średnie

Częstość występowania wartości wskaźnika
energochłonność procesu zaopatrzenia w
lata 2014 - 2018



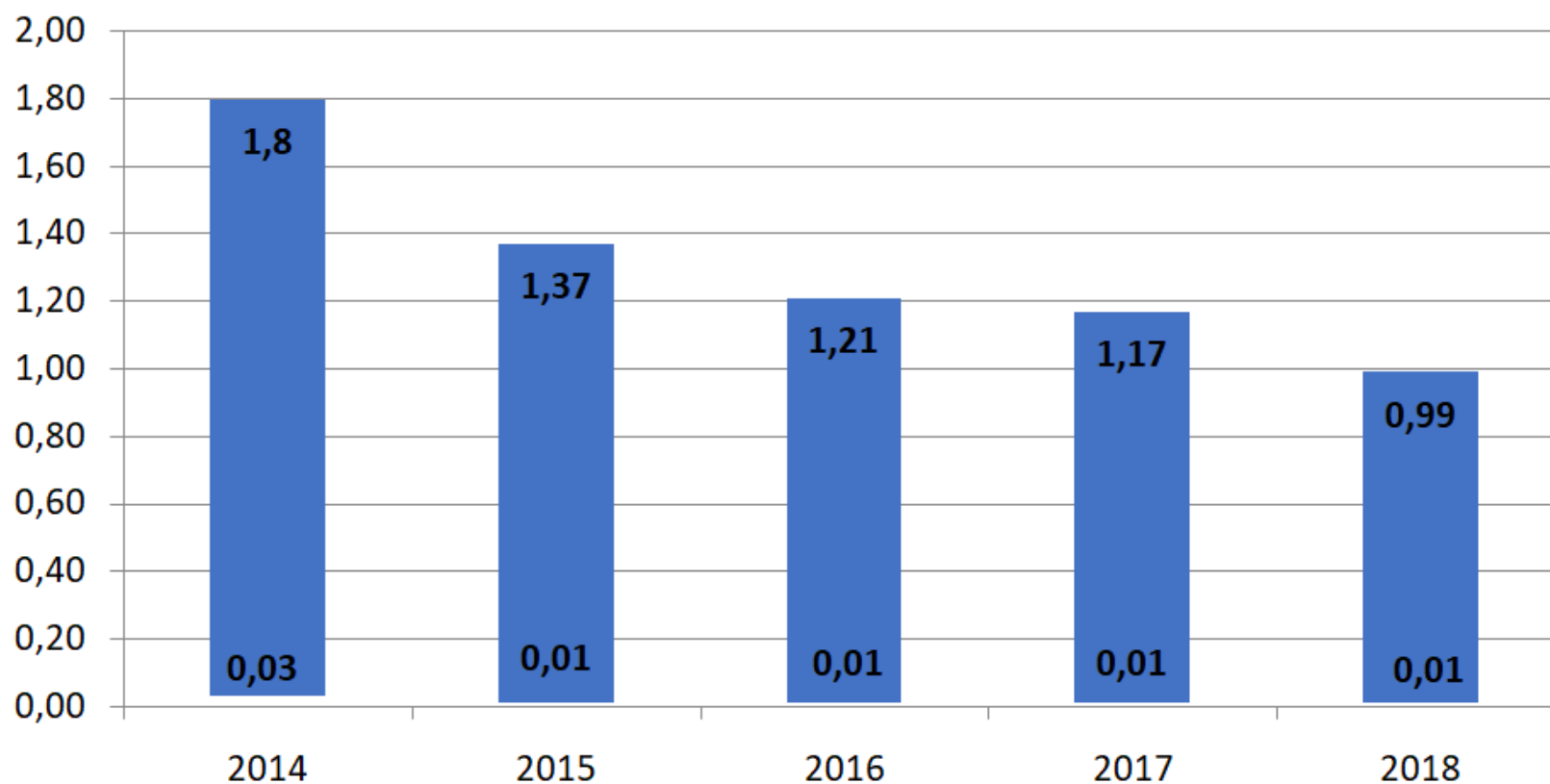
Przedsiębiorstwa duże

Wartości mediany wskaźnika Energochłonność zaopatrzenia w wodę



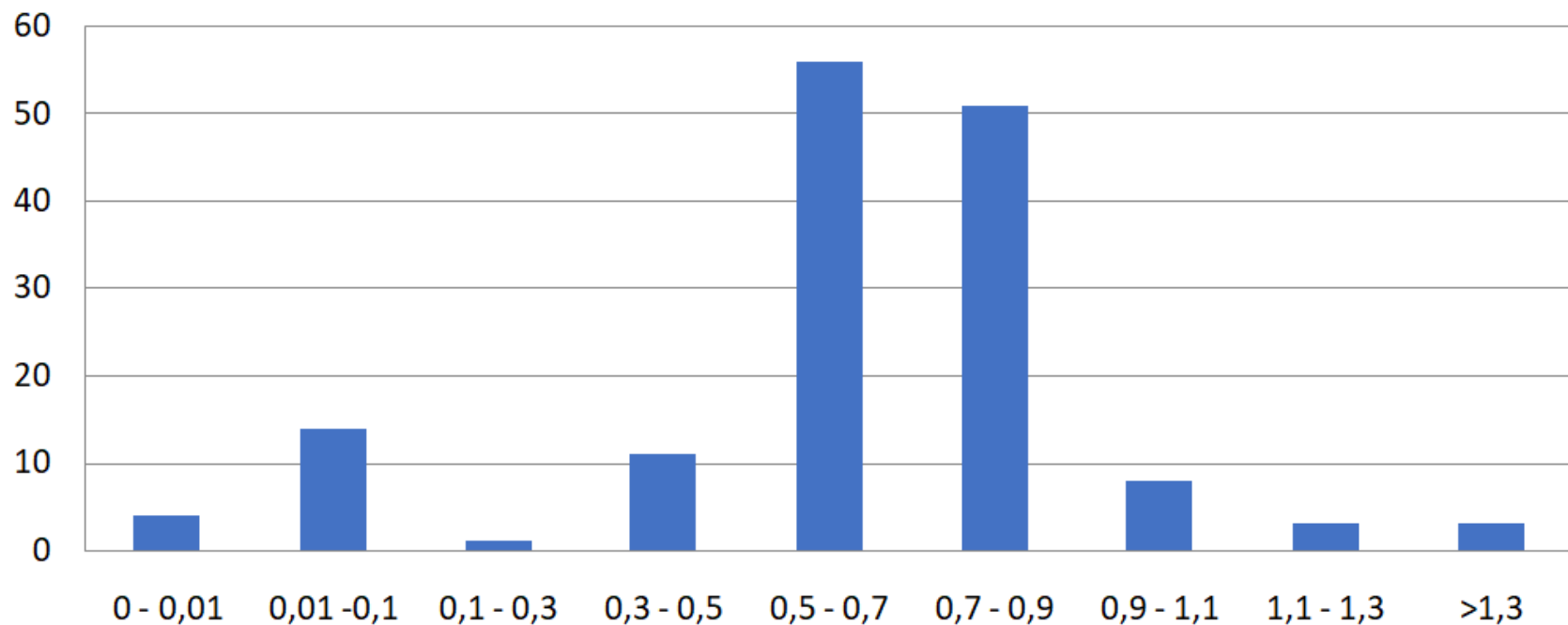
Przedsiębiorstwa duże

Wartości min i max wskaźnika Energochłonność zaopatrzenia w wodę

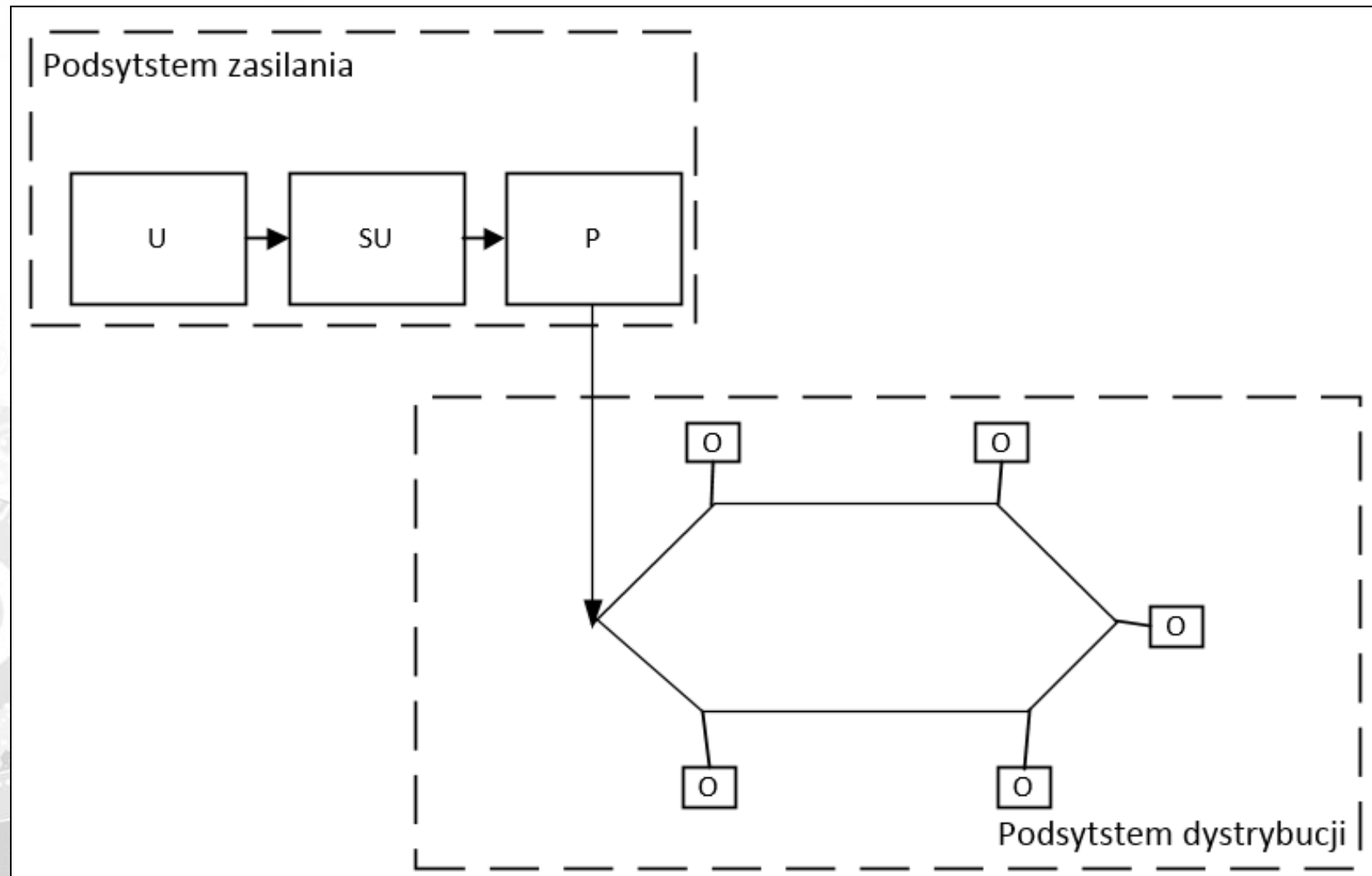


Przedsiębiorstwa duże

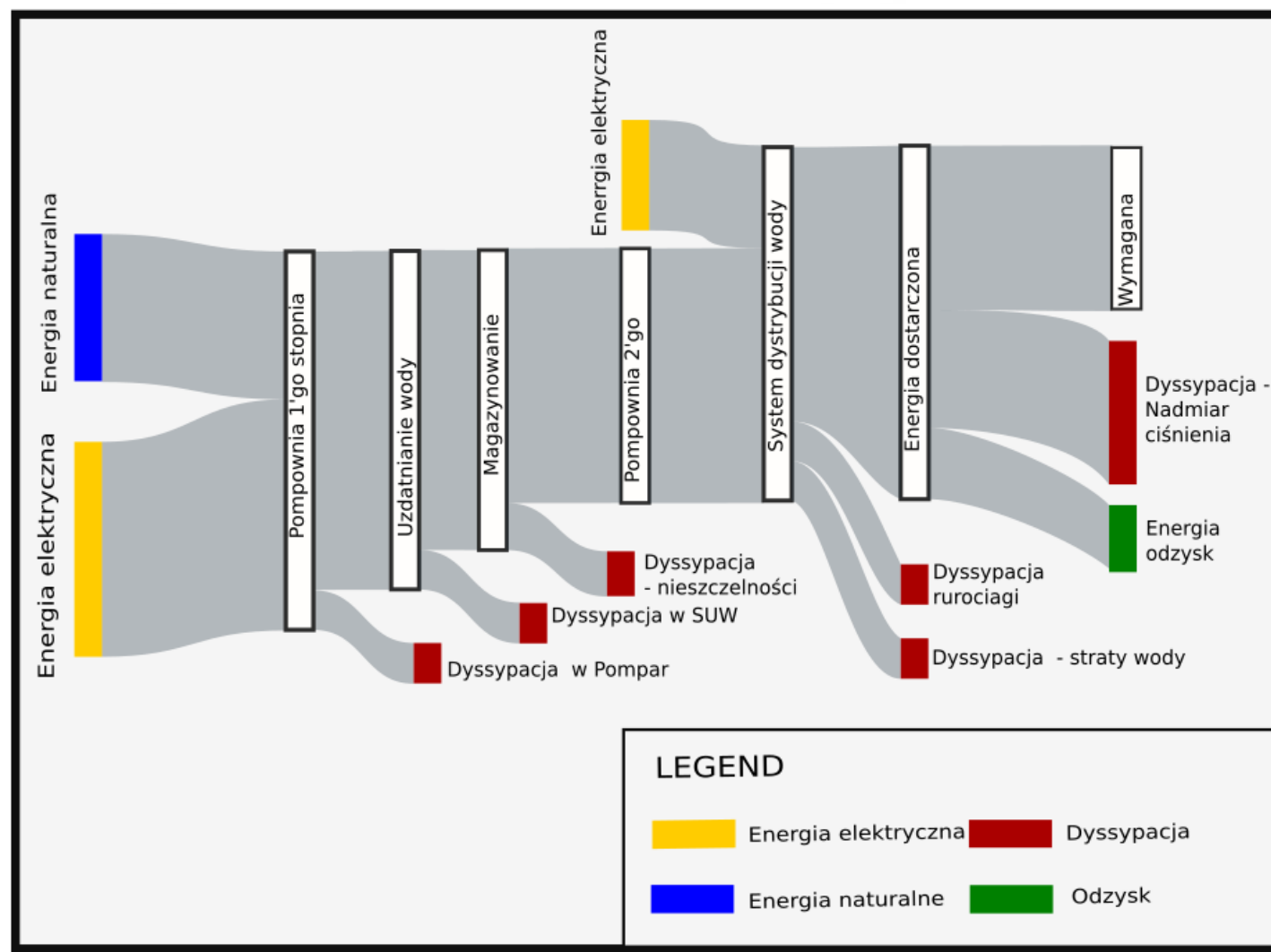
**Częstość występowania wartości wskaźnika
energochłonność procesu zaopatrzenia w lata
2014 - 2018**



Energochłonność procesu zaopatrzenia w wodę.



Energochłonność procesu zaopatrzenia w wodę.



Interpretacja wartości wskaźnika

- Wartość wskaźnika jest związana z:
 - Topografią terenu
 - Sprawnością pomp
 - Stratami wody
 - Średnicami i chropowatością rurociągów
 - Sterowanie systemem

Ocena energetyczna

Może być realizowana:

- W skali makro – podejście odgórne (np. benchmarking)
- W skali mikro – podejście oddolne (np. z wykorzystaniem modelowania matematycznego)

Porównanie wskaźników zużycia energii w wybranych krajach

- Brak jednolitej bazy danych o wykorzystaniu energii w systemach zaopatrzenia w wodę
- Dane są zbierane przez:
 - Przedsiębiorstwa – w ramach projektów benchmarkingu woluntarnego
 - Regulatorów – w ramach benchmarkingu regulacyjnego

IWA – benchmarking

- Wskaźniki benchmarkingu – 166 wskaźników (6 grup)
- Wskaźniki energetyczne:
 - Standardowe zużycie energii, określa ilość energii potrzebnej na wtłoczenie 1 m³ wody na wysokość podnoszenia 100 m słupa wody
 - Zużycie energii biernej
 - Stopień odzysku energii
 - Koszty zakupu energii elektrycznej w odniesienie do kosztów eksploatacji

IBNET

- Wskaźniki dotyczące ilości energii:
 - całkowite zużycie energii [kWh],
 - zużycie energii - część przypadająca na wodę [kWh]
 - zużycie energii - część przypadająca na ścieki [kWh]
 - zużycie energii - część przypadająca na inne usługi [kWh]
 - koszt zakupu energii elektrycznej [waluta/rok]
- Wskaźniki dotyczące kosztów zakupu energii
 - zużycie energii na 1m³ wody zafakturowanej [kWh/m³]
 - zużycie energii na 1m³ ścieków zafakturowanych [kWh/m³]
 - udział kosztów energii elektrycznej w kosztach operacyjnych [%]

AquaRating – dobre praktyki

- Efektywność wykorzystania energii:
 - Audyt energetyczny i realizacja jego rekomendacji
 - Plan optymalizacji energetycznej
 - Energochłonność jako kryterium w projektowaniu
 - Obniżenie energochłonności jako cel strategiczny
 - Plan poprawy efektywności energetycznej (cele i wskaźniki realizacji)

AquaRating – dobre praktyki

Koszty eksploatacji i utrzymania:

- Księgowanie kosztów energii dla obiektów

Działania i promocja ochrony środowiska

- Program poprawy efektywności energetycznej

Metody identyfikacji i analizy alternatywnych rozwiązań projektowych:

- Ocena środowiskowa projektów

ECAM

- ECAM (Energy Performance and Carbon Emissions Assessment and Monitoring Tool) – projekt GIZ (Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit) i IWA (International Water Association).
- W projekcie głównym wskaźnikiem oceny energetycznej jest wartość całkowitej emisja gazów cieplarnianych (IPCC).

ECAM

Emisja:

- Bezpośrednią – spalanie paliw, emisja z sieci kanalizacyjnej i oczyszczalni ścieków,
- Pośrednia - wykorzystanie energii elektrycznej, odprowadzeniem do środowiska nieoczyszczonych ścieków, transport osadu, spalanie biogazu itd.

Wskaźnik oceny – ekwiwalent CO₂



ECAM

ECAM

Energy performance and Carbon emissions Assessment and Monitoring Tool

v2.1 beta

General info

Configuration

Population

Tier A — Initial GHG assessment

Tier B — Detailed GHG assessment

Summaries

Opportunities

Configuration

Select the stages which form your system

Initial assessment	Detailed GHG assessment
☒ Water supply	☒ Abstraction
	☒ Treatment
	☒ Distribution
☒ Wastewater	☒ Collection
	☒ Treatment
	☒ Discharge/Reuse

Activate all

Select country

--select--

Info

Emission factor for grid electricity	0	kgCO ₂ /kWh
Annual protein consumption per capita	0	kg/person/year
BOD ₅ per person per day	0	g/person/day

Do you have fuel engines in any stage?

No ☒ Yes ☐

Select Global Warming Potential source

IPCC 5th AR (2014/2013) CCF

Info

GWP values relative to CO₂ for a 100 year time horizon

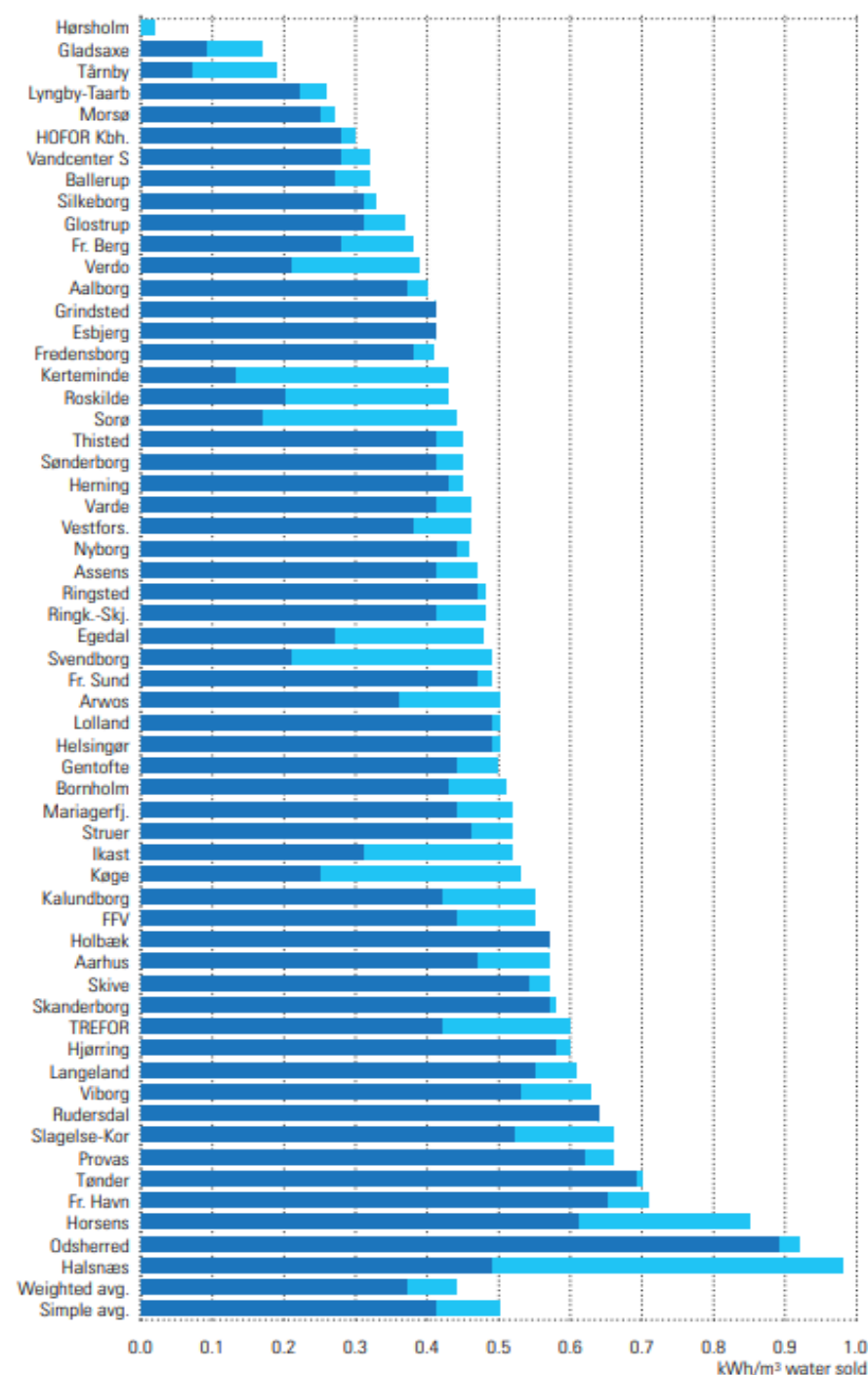
Carbon dioxide (CO ₂)	1	CO ₂ equivalents
Methane (CH ₄)	34	CO ₂ equivalents
Nitrous oxide (N ₂ O)	298	CO ₂ equivalents

← Previous

→ Next

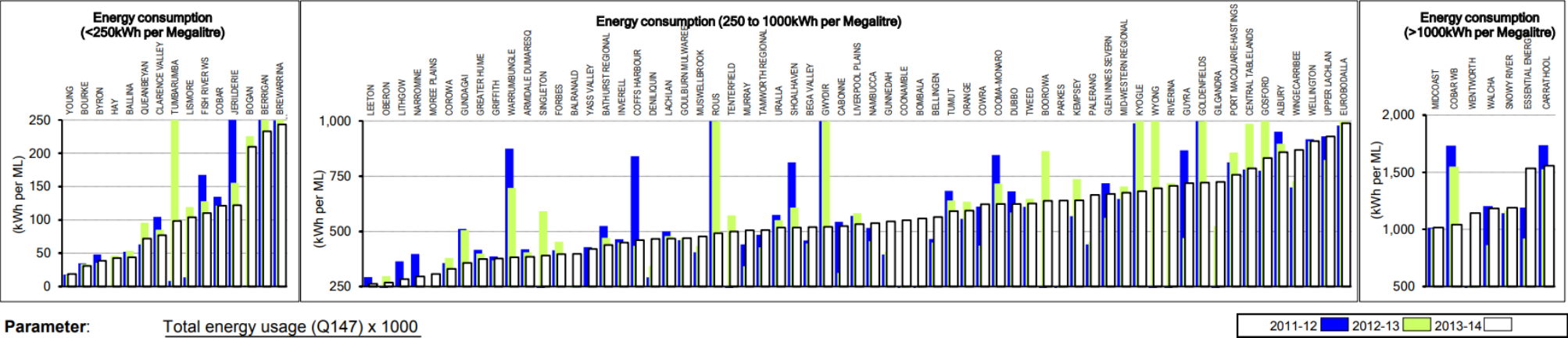
Dania – uzdatnianie i transport wody

Drinking water companies' electricity usage, 2014



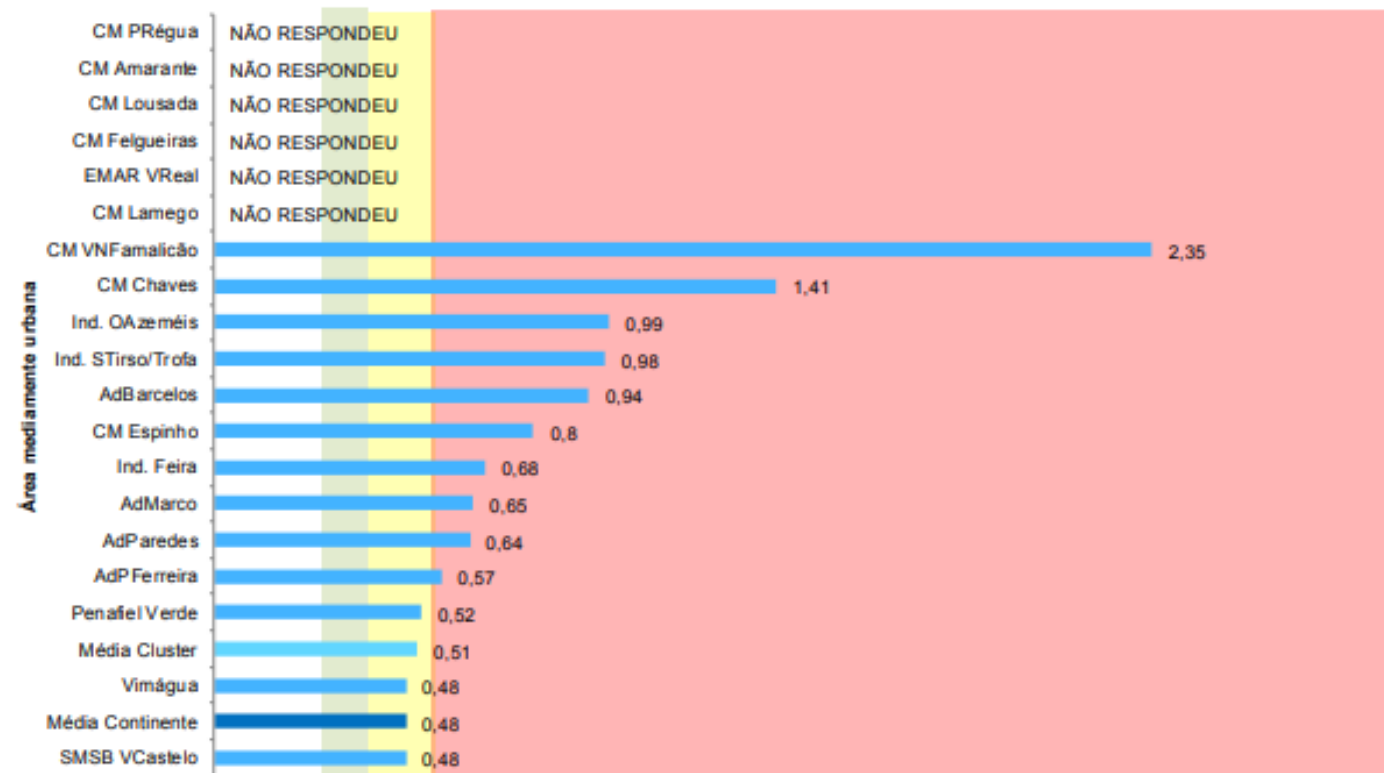
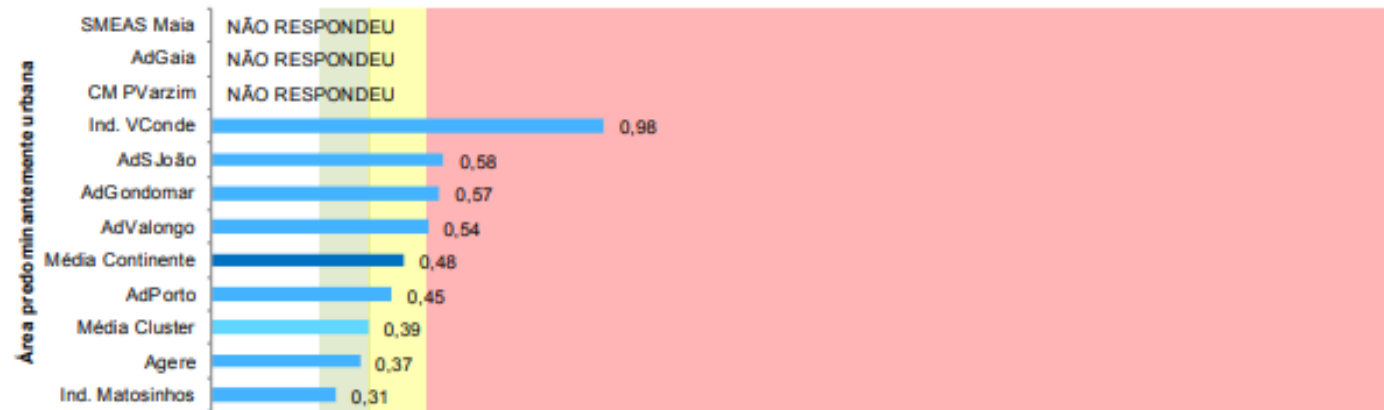
Australia – uzdatnianie i transport wody

Figure 30: Energy consumption per ML - water supply



Portugalia – dostarczanie wody [kWh/m³*100 m]

Norte



Audyt systemu zaopatrzenia w wodę – Energy Labeling ?

Składowe audytu energetycznego systemu zaopatrzenia w wodę

Energia wprowadzona do systemu $E_{input}(t_p)$	Energia wprowadzona - naturalna $E_N(t_p)$	Energia dostarczona do użytkownika $E_U(t_p)$	Energia opuszczająca system $E_{Output}(t_p)$
		Straty energii wraz z masę wody utraconej z powodu wycieków $E_L(t_p)$	
	Energia wprowadzona - w pompach $E_P(t_p)$	Straty energii w wyniku tarcia hydraulicznego $E_F(t_p)$	Energia dysypująca $E_{Dissipated}(t_p)$

Energy labelling

- Wartość referencyjne dla wskaźników:
 - Economic Level of Leakage (**ELL**) i Infrastructure Leakage Index (**ILI**) – dla strat wody
 - Economic Level of Friction (**ELF**) – dla strat w rurociągach
 - Minimum Efficiency Index (**MEI**) oraz Energy Efficiency Index – dla pomp

Benchmarking

- Brak jednolitej bazy danych dla całej Europy
- Porównywalność:
 - Problem wyboru próby
 - Definicje zmiennych decyzyjnych
 - Definicja wskaźników
- Ocena makroekonomiczna
- Interpretacja wskaźników
- Projekty benchmarkingu wolontaryjnego (IGWP)

Modelowanie matematyczne

- Modelowania procesów fizycznych:
 - Prawa fizyki
 - Model matematyczny
 - Model komputerowy
- Ocena modelu:
 - Poszukiwanie elementów o największej energochłonności
 - Porównywanie wartości rzeczywistych z modelami wyidealizowanymi

Wnioski

- Ocena energetyczna:
 - Benchmarking – podejście odgórne
 - Modelowanie – podejście oddolne
- Audyt energetyczny
- Regulacje branży wod-kan



Dziękuję za uwagę

Jędrzej Bylka
Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska
Instytutu Inżynierii Środowiska
Zakład Zaopatrzenia w Wodę i Ochrony Środowiska
Berdychowo 4, 60-101 Poznań
jedrzej.bylka@put.poznan.pl