

Farmaceutyki w ściekach surowych i oczyszczonych oraz wodach stanowiących ich odbiornik

Łuczkiwicz Aneta*, Sylwia Fudala-Książek*, Małgorzata Szopińska*,
Katarzyna Jankowska*, Ola Svahn** i Erland Björklund**

*Wydział Inżynierii Lądowej i Środowiska, Politechnika Gdańska

**Kristianstad University, Sweden

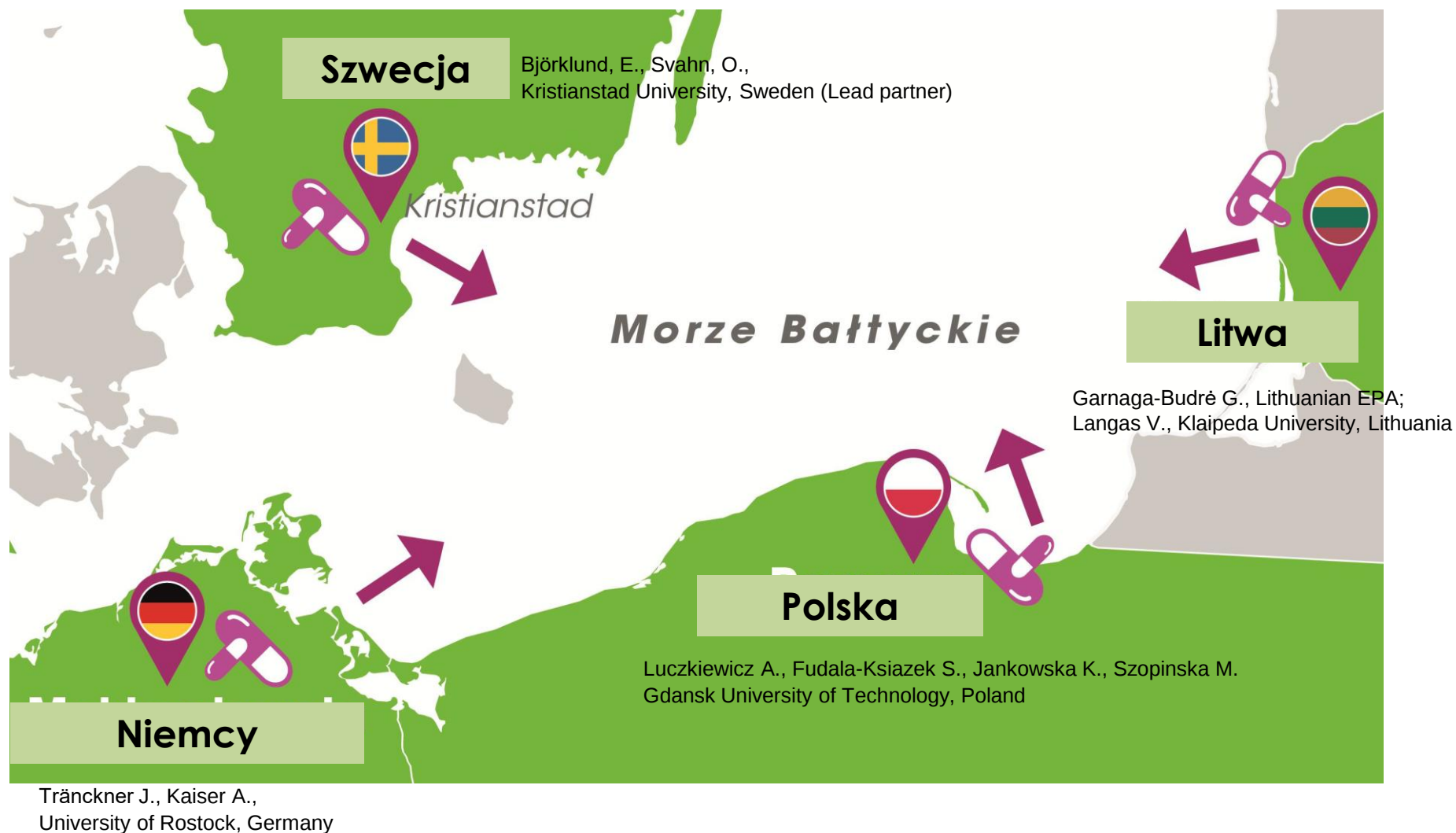
Projekt Morpheus

**Model Areas for Removal
of Pharmaceutical Substances
in the South Baltic**

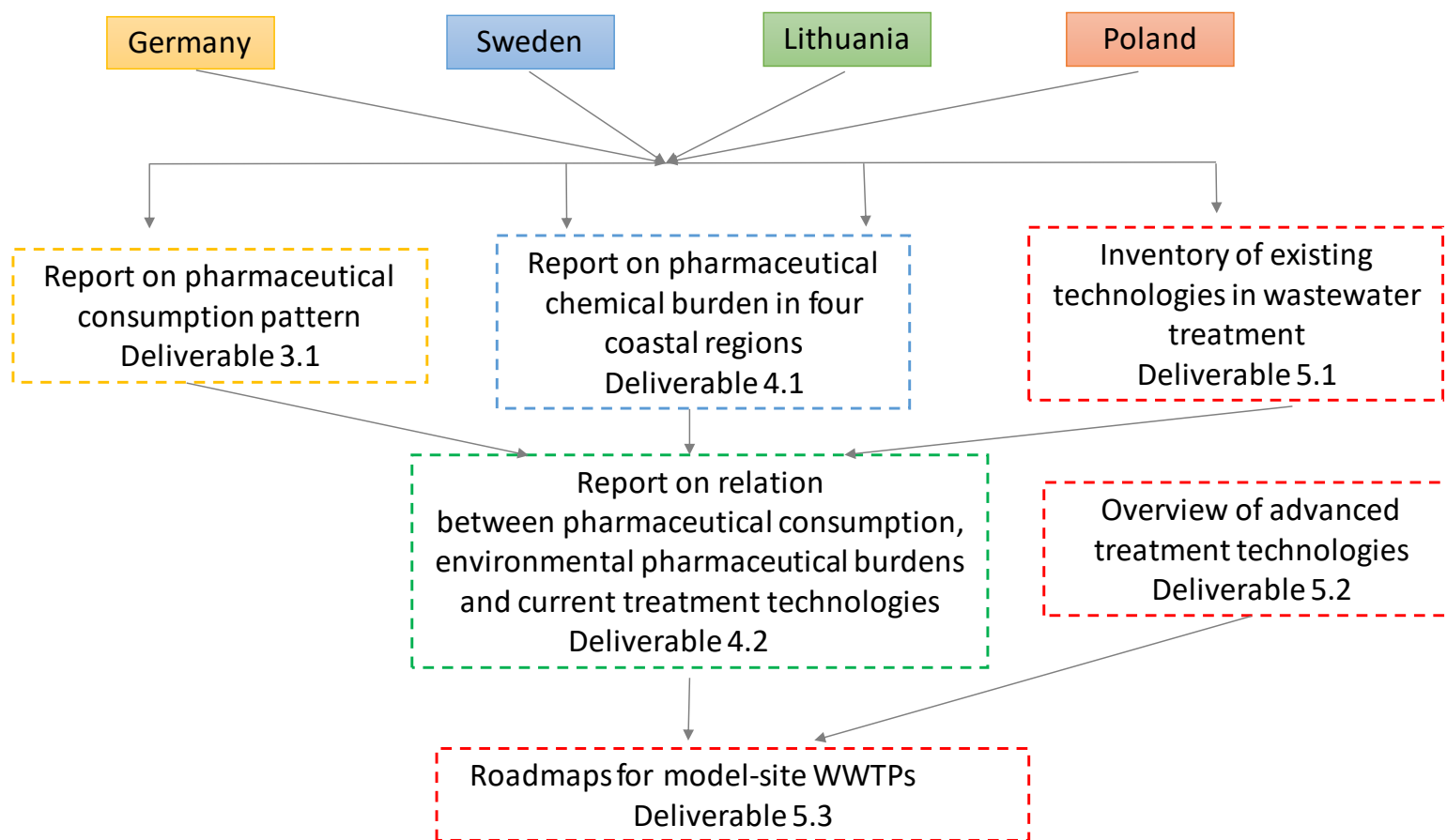
*Modelowe obszary usuwania farmaceutyków na południowym Bałtyku
2017 – 2020*

Program Interreg South Baltic STHB.02.02.00-SE-0038/16

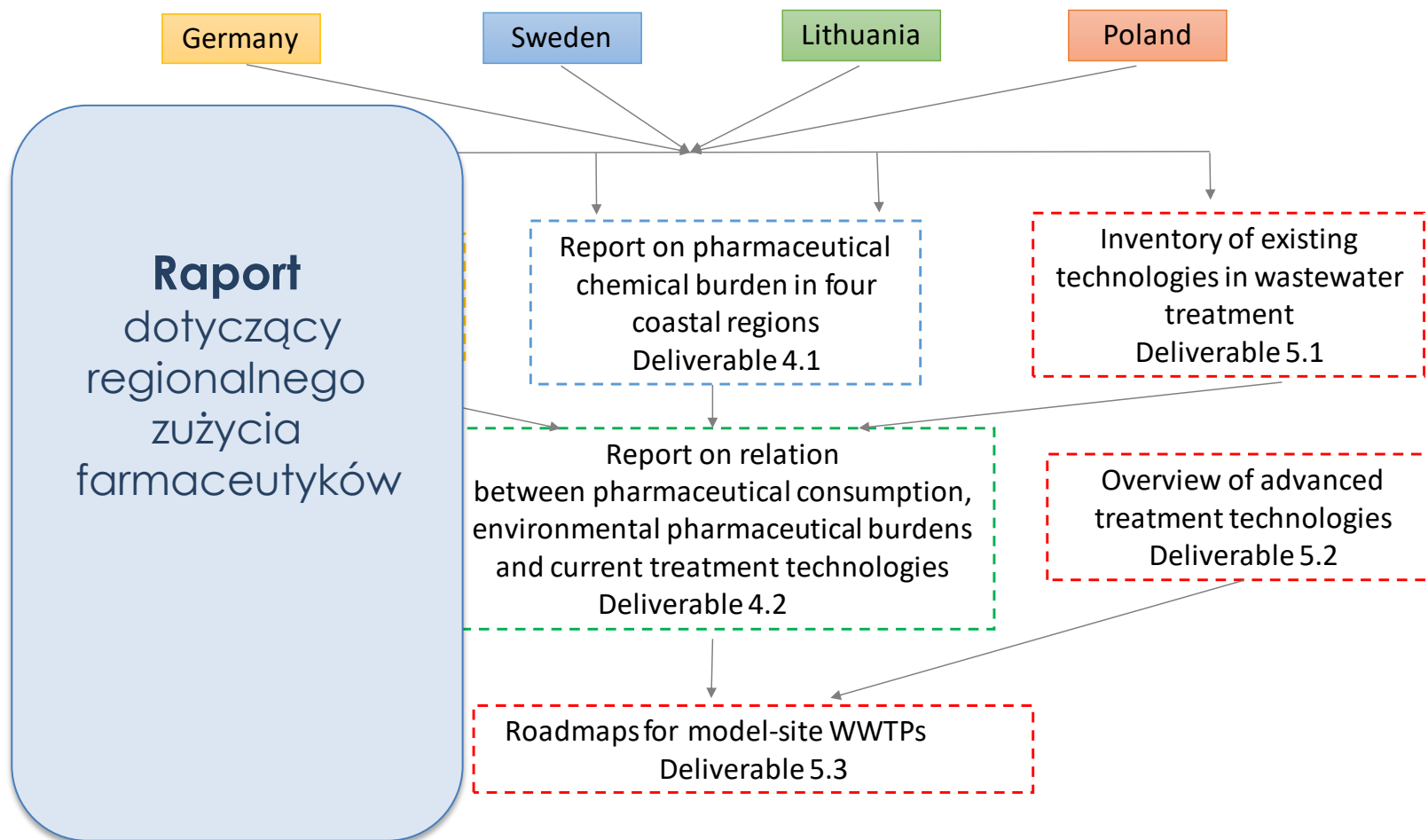
Projekt Morpheus



COSTAL REGIONS OF



COSTAL REGIONS OF



COSTAL REGIONS OF

Germany

Sweden

Lithuania

Poland

Raport
dotyczący
regionalnego
zużycia
farmaceutyków

Analiza
występowania
farmaceutyków
w ściekach i
wodach
stanowiących ich
odbiornik

Inventory of existing
technologies in wastewater
treatment
Deliverable 5.1

Overview of advanced
treatment technologies
Deliverable 5.2

COSTAL REGIONS OF

Germany

Sweden

Lithuania

Poland

Raport
dotyczący
regionalnego
zużycia
farmaceutyków

Analiza
występowania
farmaceutyków
w ściekach i
wodach
stanowiących ich
odbiornik

Rekomendacje
dla zaawansowanych
technologicznie
i ekonomicznie
uzasadnionych metod
oczyszczania ścieków
w zakresie usuwania
farmaceutyków

COSTAL REGIONS OF

Germany

Sweden

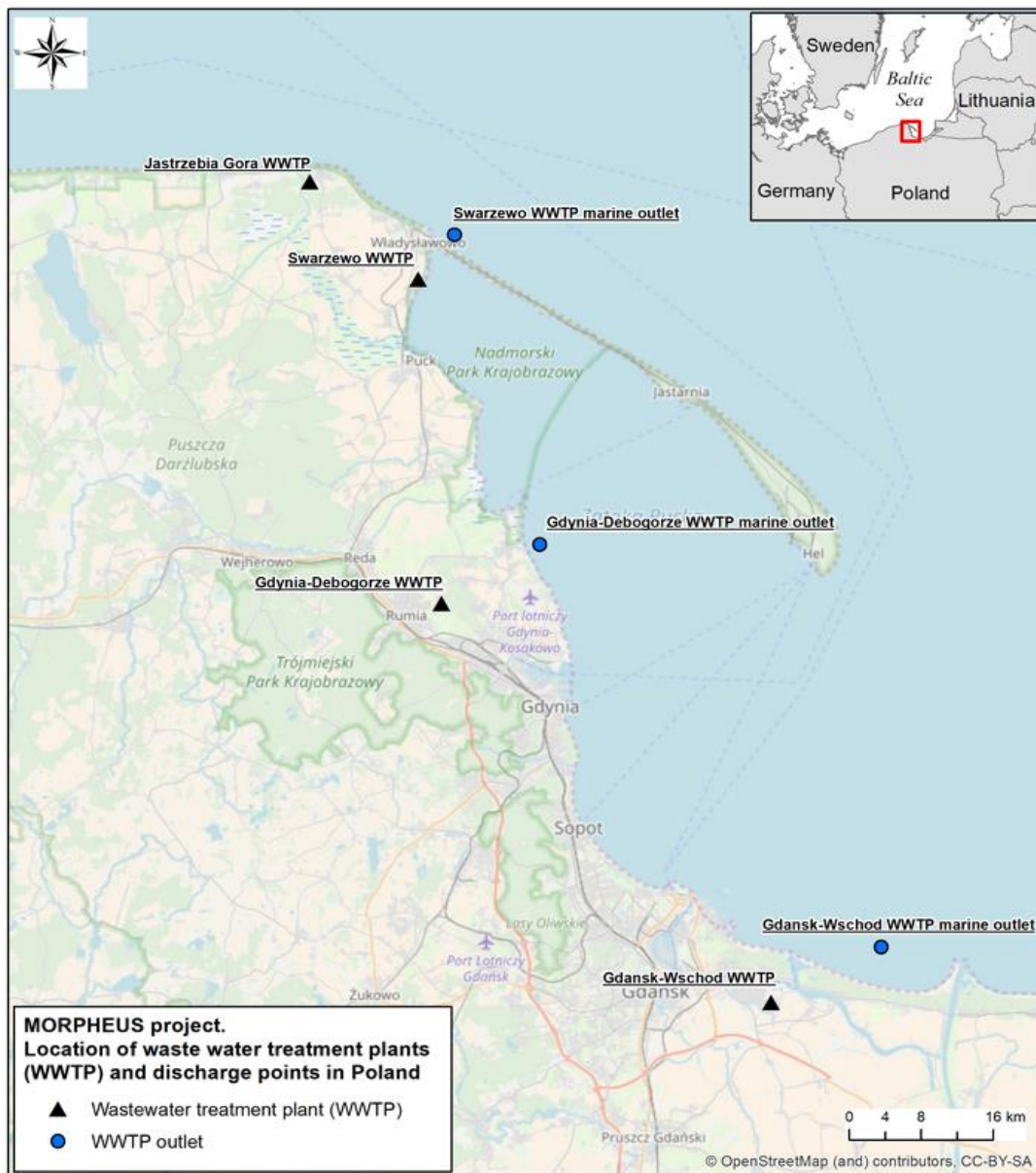
Lithuania

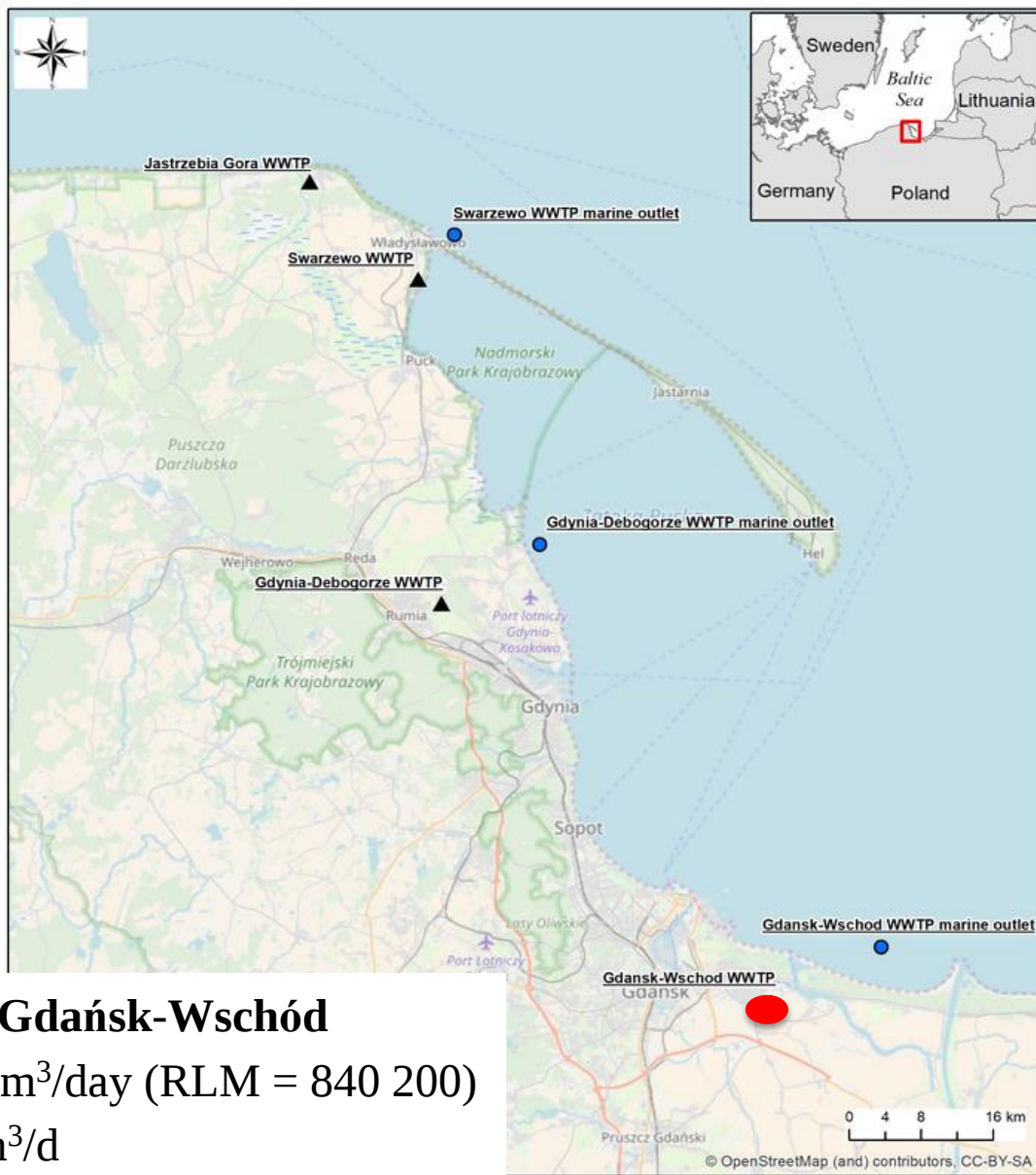
Poland

Raport
dotyczący
regionalnego
zużycia
farmaceutyków

Analiza
występowania
farmaceutyków
w ściekach i
wodach
stanowiących ich
odbiornik

Rekomendacje
dla zaawansowanych
technologicznie
i ekonomicznie
uzasadnionych metod
oczyszczania ścieków
w zakresie usuwania
farmaceutyków

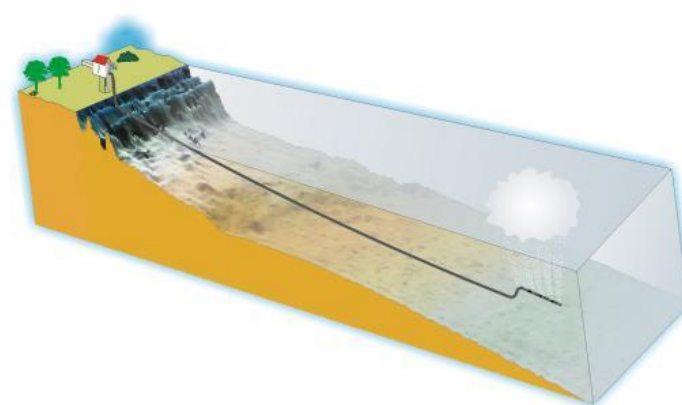
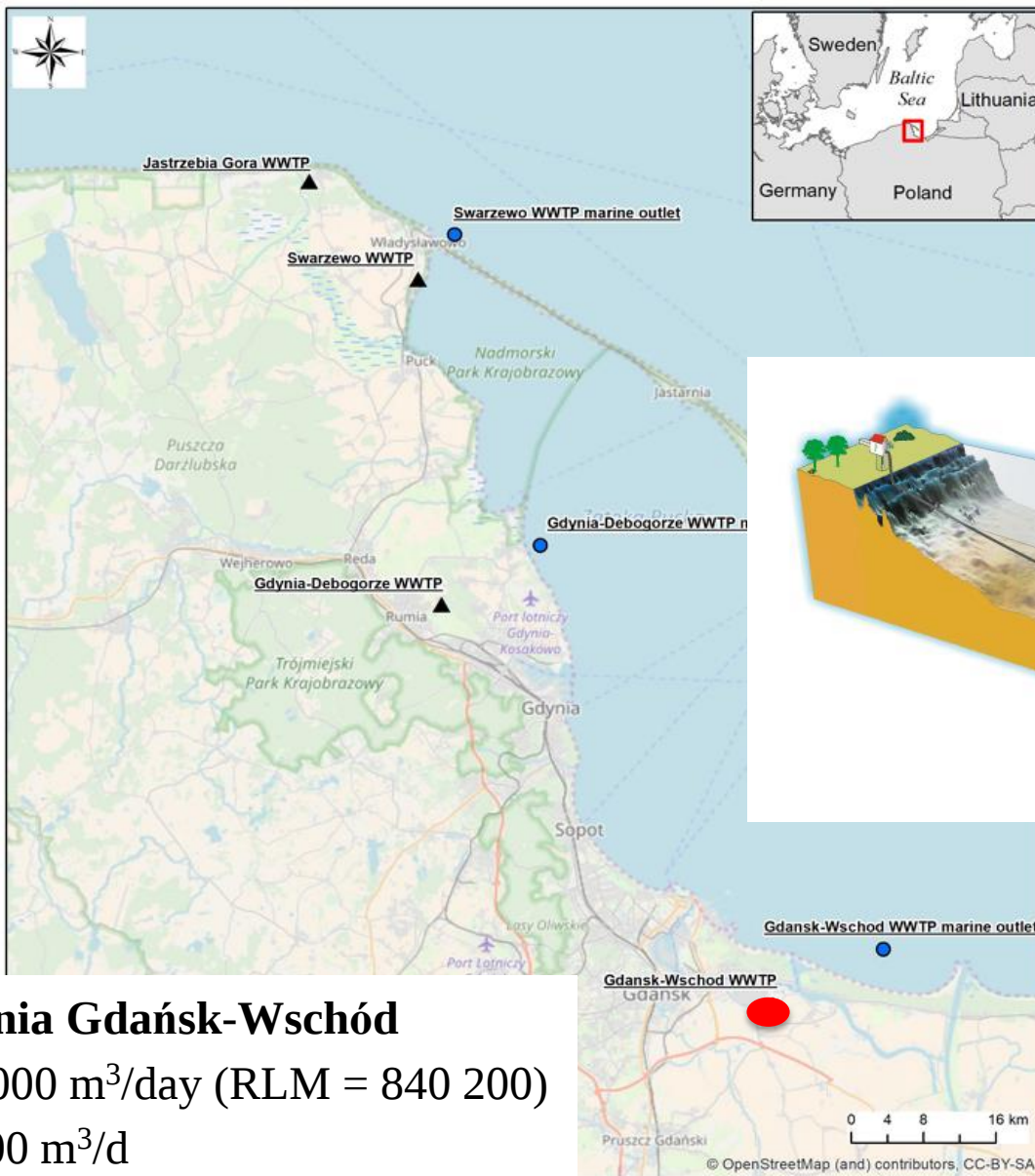




Oczyszczalnia Gdańsk-Wschód

Qpr. = 120 000 m³/day (RLM = 840 200)

Qśr. = 90 000 m³/d



Oczyszczalnia Gdańsk-Wschód

Qpr. = 120 000 m³/day (RLM = 840 200)

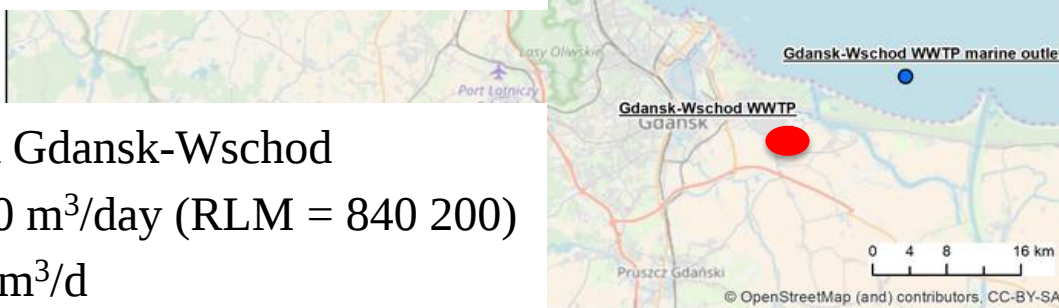
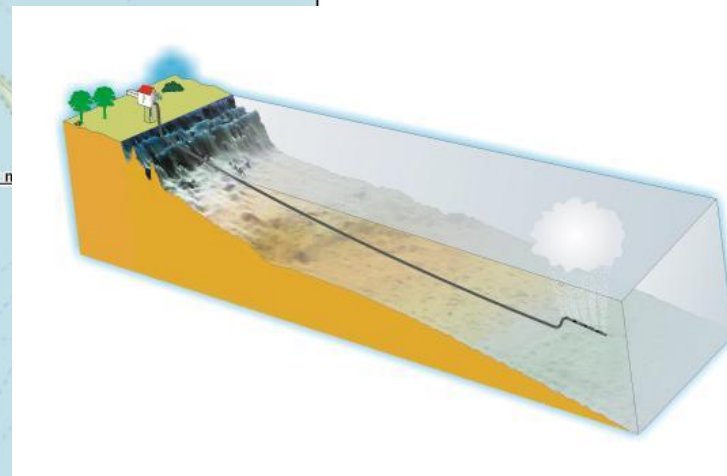
Qśr. = 90 000 m³/d



Oczyszczalnia Gdynia-Dębogórze

Q_{pr.} = 73 000 m³/day (RLM = 440 000)

Q_{śr.} = 55 000 m³/d



Oczyszczalnia Gdansk-Wschod

Q_{pr.} = 120 000 m³/day (RLM = 840 200)

Q_{śr.} = 90 000 m³/d



Oczyszczalnia w Swarzewie

Qpr. = 18 000 m³/day (RLM = 180 000)

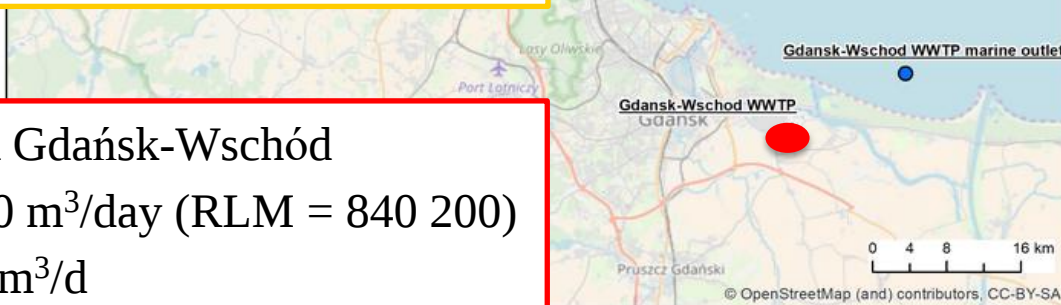
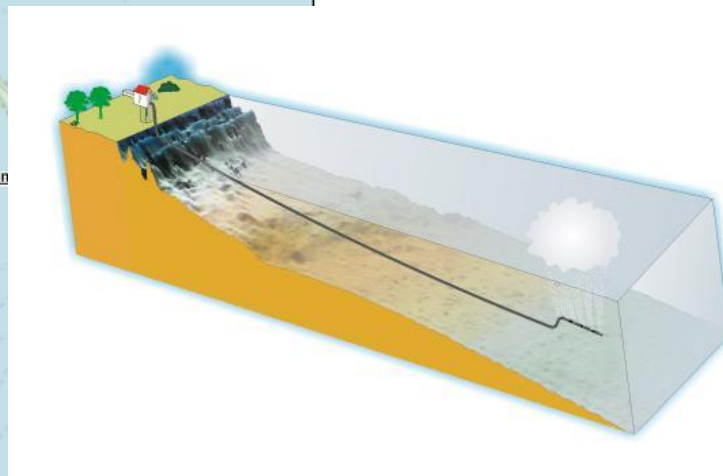
Qśr. = 6 000 m³/d (2 000 – 20 000 m³/d)



Oczyszczalnia Gdynia-Dębogórze

Qpr. = 73 000 m³/day (RLM = 440 000)

Qśr. = 55 000 m³/d



Oczyszczalnia Gdańsk-Wschód

Qpr. = 120 000 m³/day (RLM = 840 200)

Qśr. = 90 000 m³/d



Oczyszczalnia w Jastrzębiej Górze

Qpr. = 7 000 m³/day (RLM = 62 000)

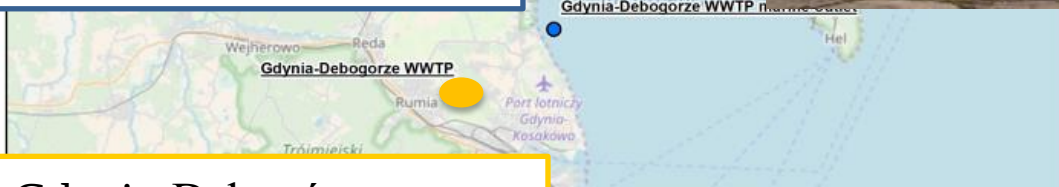
Qśr. = 1 600 m³/d (529 – 5 500 m³/d)



Oczyszczalnia w Swarzewie

Qpr. = 18 000 m³/day (RLM = 180 000)

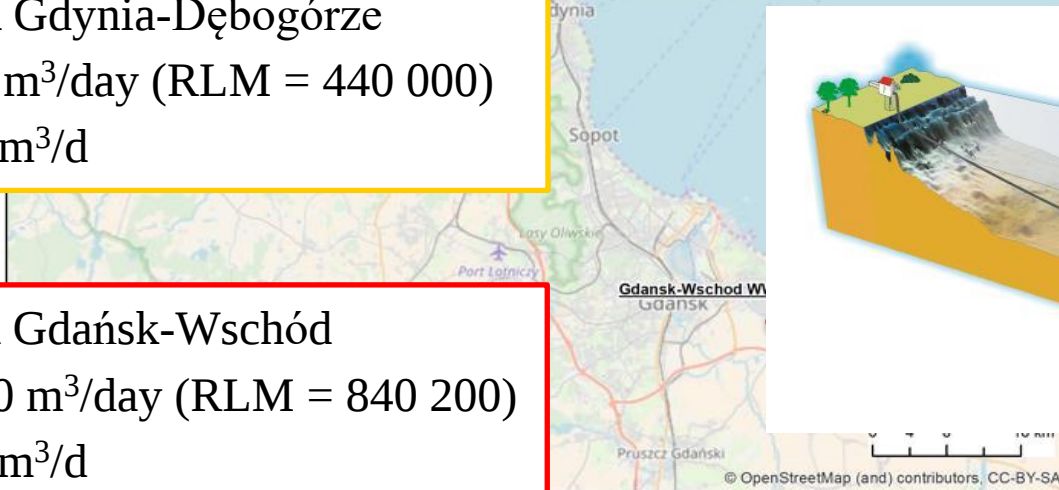
Qśr. = 6 000 m³/d (2 000 – 20 000 m³/d)



Oczyszczalnia Gdynia-Dębogórze

Qpr. = 73 000 m³/day (RLM = 440 000)

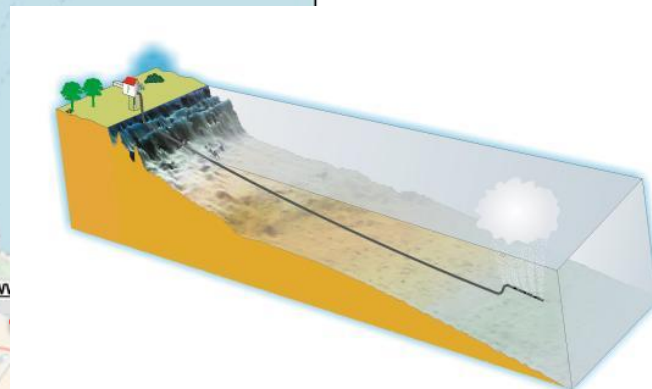
Qśr. = 55 000 m³/d

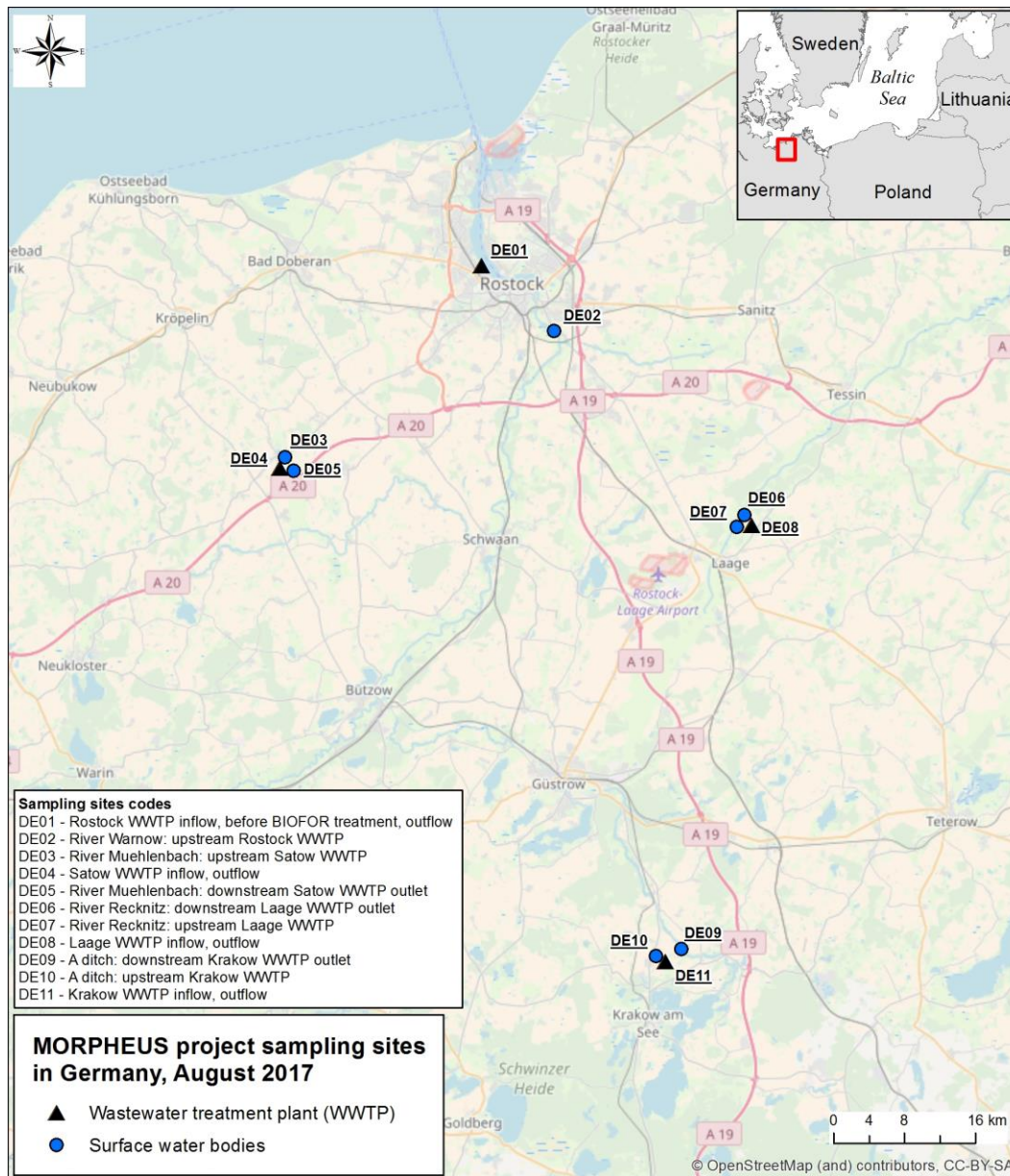


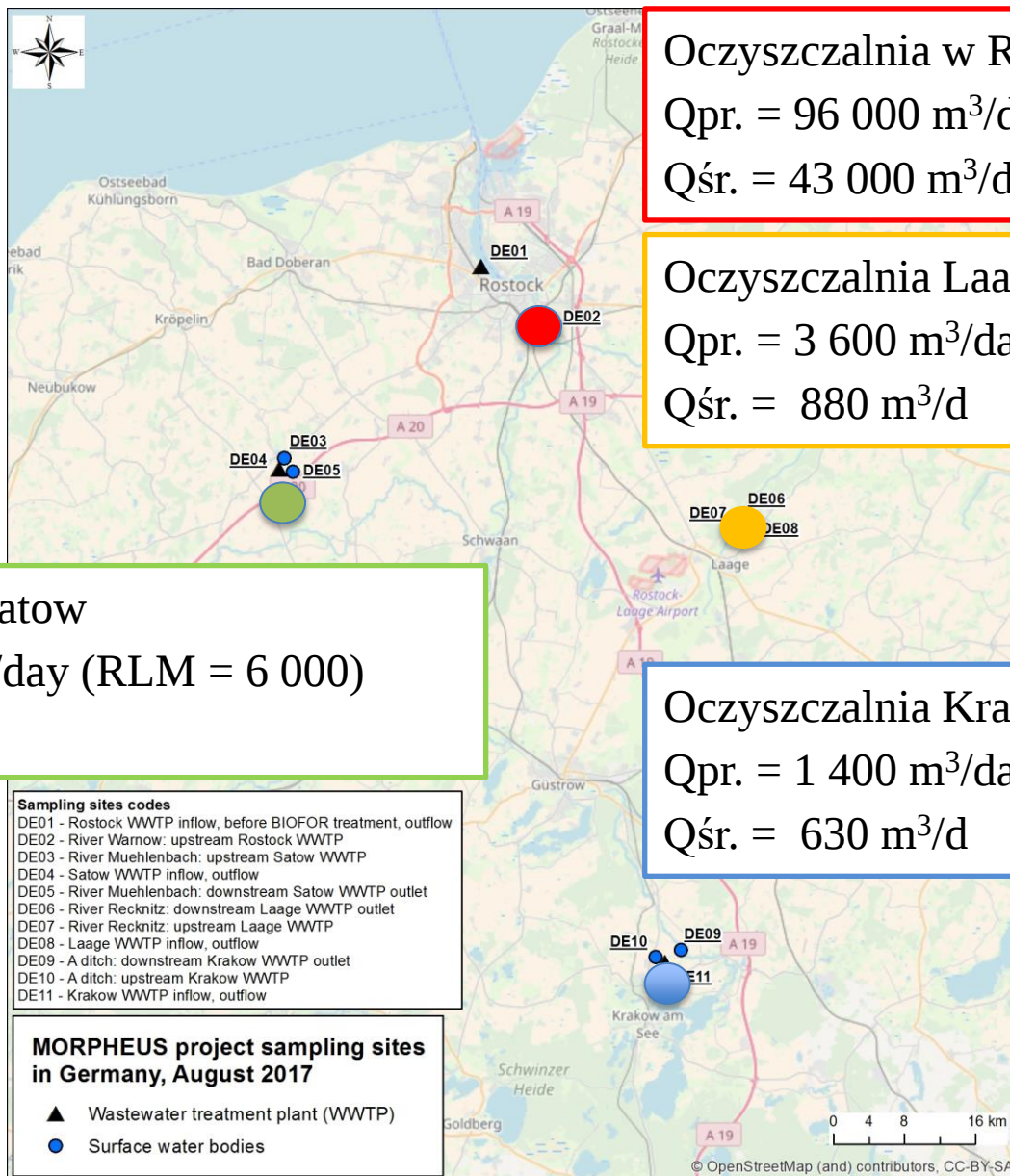
Oczyszczalnia Gdańsk-Wschód

Qpr. = 120 000 m³/day (RLM = 840 200)

Qśr. = 90 000 m³/d







Oczyszczalnia w Rostoku

Qpr. = 96 000 m³/day (RLM = 400 200)

Qśr. = 43 000 m³/d

Oczyszczalnia Laage

Qpr. = 3 600 m³/day (RLM = 20 000)

Qśr. = 880 m³/d

Oczyszczalnia Satow

Qpr. = 1 000 m³/day (RLM = 6 000)

Qśr. = 550 m³/d

Oczyszczalnia Krakow

Qpr. = 1 400 m³/day (RLM = 7 500)

Qśr. = 630 m³/d

Projekt Morpheus

No.	Substancja	ATC-Code	No.	Substancja	ATC-Code
1	Amoxicillin	J01	13	Fluoxetin	N06
2	Atenolol	C07	14	Ibuprofen	M01
3	Azithromycin	J01	15	Iopromid	V08
4	Bezafibrat	C10	16	Metformin	A10
5	Carbamazepin	N03	17	Metoprolol	C07
6	Ciprofloxacin	J01	18	Naproxen	M01
7	Clarithromycin	J01	19	Oxazepam	N05
8	Diclofenac	M01	20	Paracetamol	N02
9	Erythromycin	J01	21	Propranolol	C07
10	Estradiol	G03	22	Risperidon	N05
11	Estron	G03	23	Sulfamethoxazol	J01
12	Ethinylestradiol	G03			

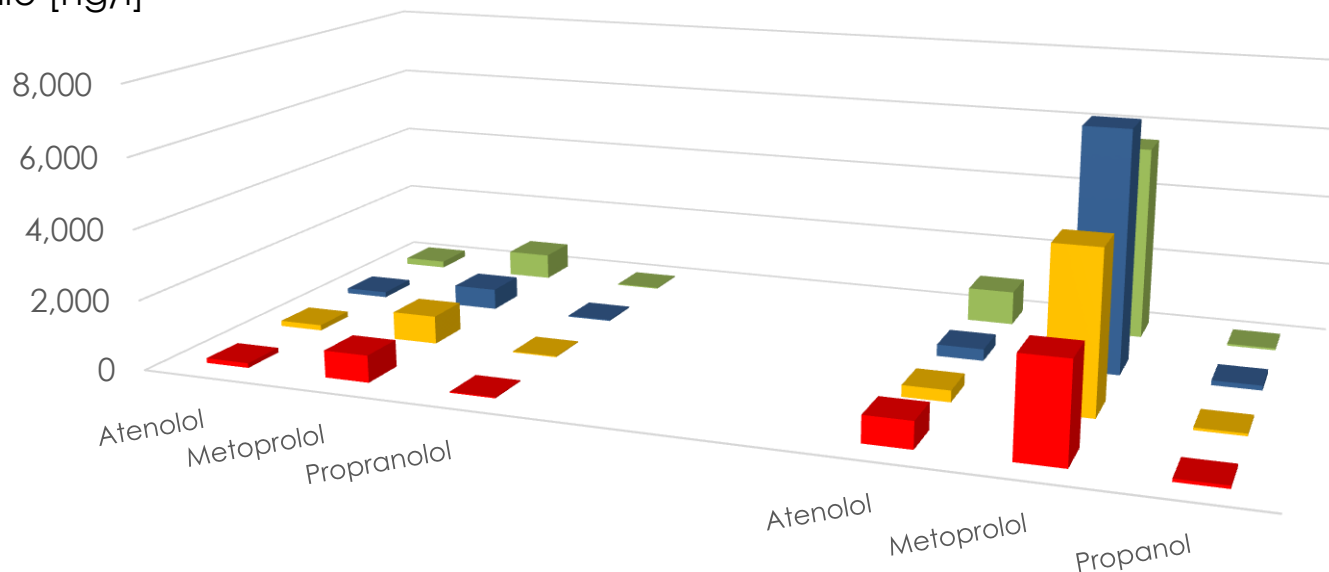
HPLC/MS/MS pharmaceuticals determination method developed by O. Svahn and E. Björklund in the chemical analysis laboratory **MoLab**, Kristianstad University, Sweden

*Analizowane związki,
granica ich oznaczalności (Method Quantification Limits, MQL)
oraz ich terapeutyczna kwalifikacja*

Związek	MQL (ng/L)	Kod ATC	Zastosowanie medyczne
Atenolol	2.0	C	Układ sercowo-naczyniowy
Metoprolol			
Propranolol			

Dopływ do oczyszczalni

stężenie [ng/l]

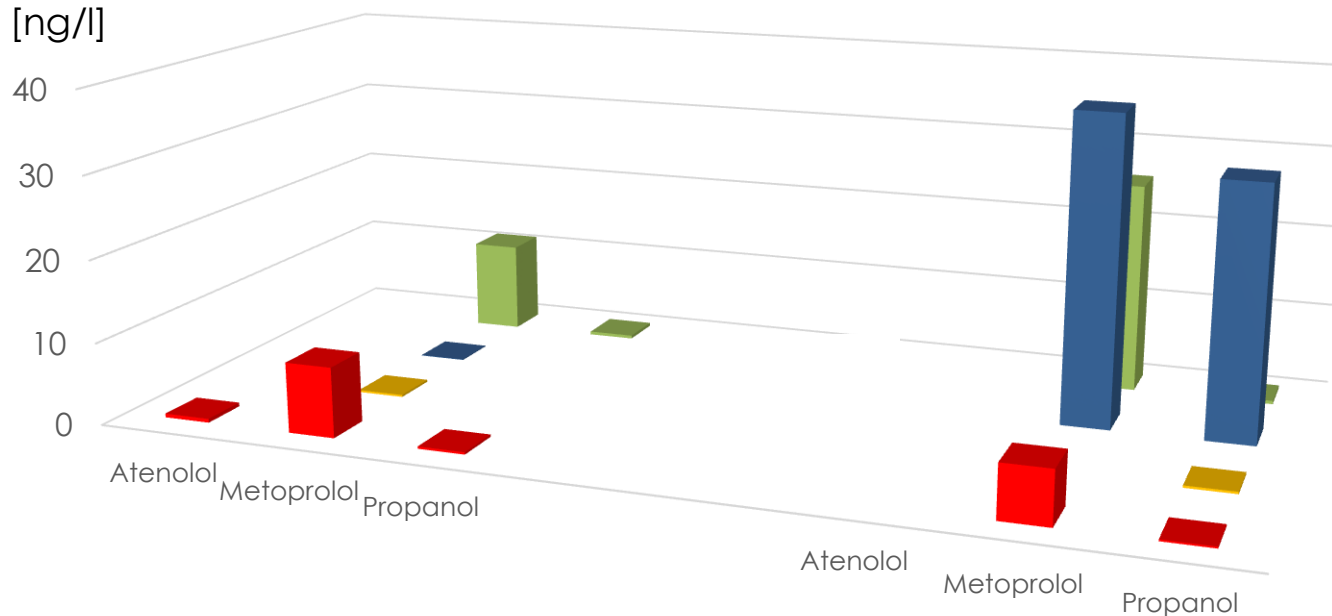


- WWTP Gdańsk-Wschód
- WWTP Gdynia-Dębogórze
- WWTP Swarzewo
- WWTP Jastrzębia Góra

- WWTP Rostock
- WWTP Laage
- WWTP Krakow
- WWTP Sałtow

Odbiornik ścieków oczyszczonych

stężenie [ng/l]



- WWTP Gdańsk-Wschód - Gdansk Bay
- WWTP Gdynia-Dębogórze - Puck Bay
- WWTP Swarzewo - Baltic Sea
- WWTP Jastrzębia Góra - river

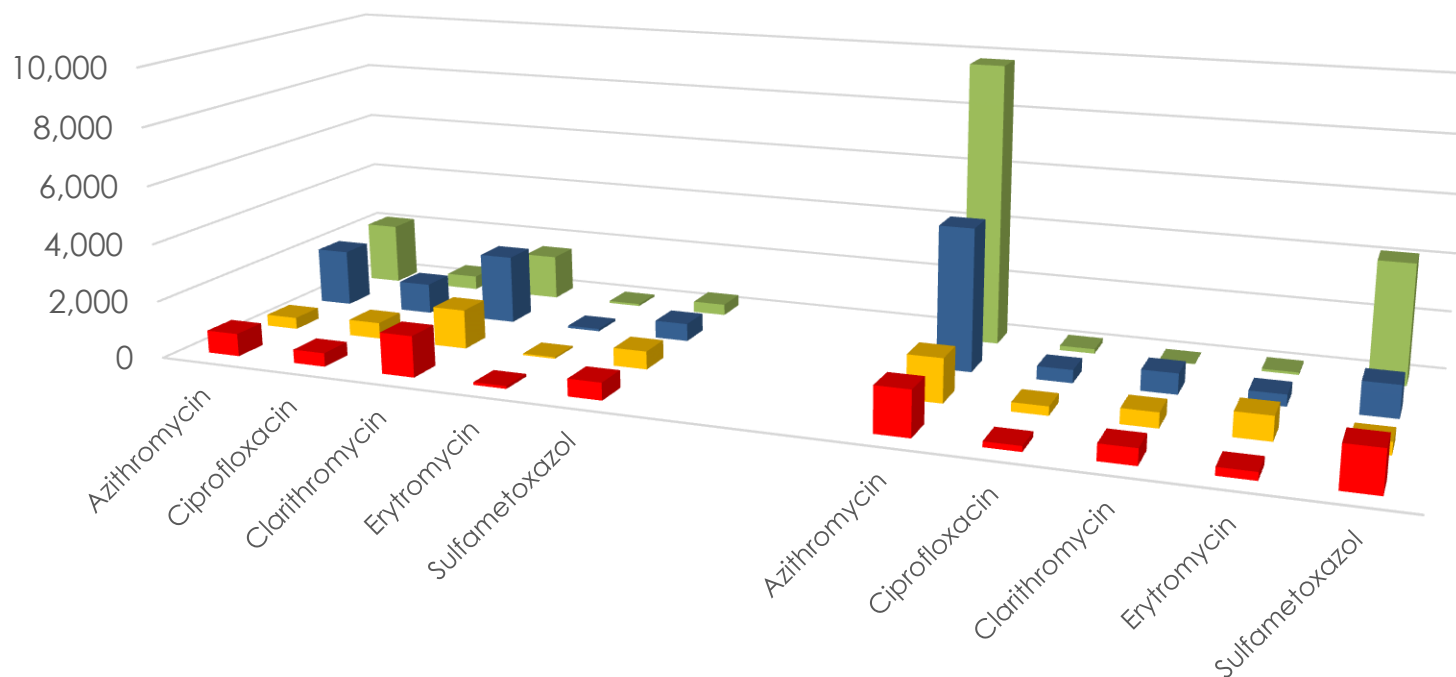
- WWTP Rostock - estuary
- WWTP Laage - river
- WWTP Krakow - ditch
- WWTP Satow - ditch

*Analizowane związki,
 granica ich oznaczalności (Method Quantification Limits, MQL)
 oraz ich terapeutyczna kwalifikacja*

Związek	MQL (ng/L)	Kod ATC	Zastosowanie medyczne
Erytromycyna	0.5	J	Leki przeciwwzakaźne do użytku ogólnoustrojowego
Azytromycyna	1.1		
Clarytromycyna	1.1		
Sulfametoksazol	1.3		
Ciprofloxacyna	32		

Dopływ do oczyszczalni

stężenie [ng/l]

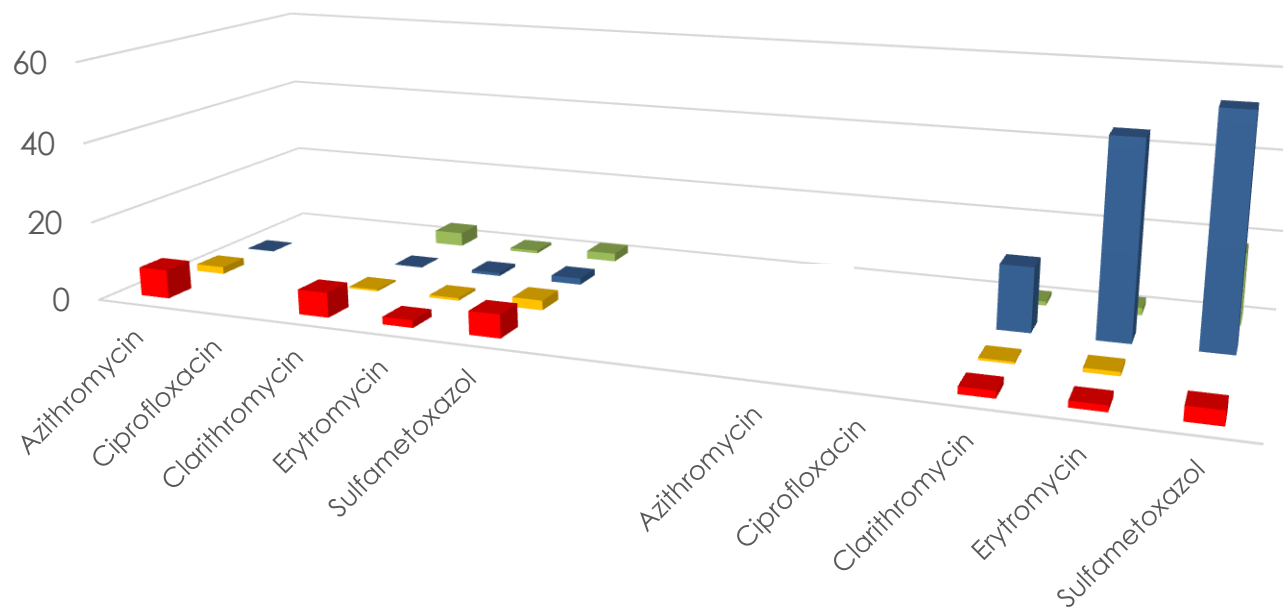


- WWTP Gdańsk-Wschód
- WWTP Gdynia-Dębogórze
- WWTP Swarzewo
- WWTP Jastrzębia Góra

- WWTP Rostock
- WWTP Laage
- WWTP Krakow
- WWTP Satow

Odbiornik ścieków oczyszczonych

stężenie [ng/l]



- WWTP Gdańsk-Wschód - Gdansk Bay
- WWTP Gdynia-Dębogórze - Puck Bay
- WWTP Swarzewo - Baltic Sea
- WWTP Jastrzębia Góra - river

- WWTP Rostock - estuary
- WWTP Laage - river
- WWTP Krakow - ditch
- WWTP Satow - ditch

*Analizowane związki,
 granica ich oznaczalności (Method Quantification Limits, MQL)
 oraz ich terapeutyczna kwalifikacja*

Związek	MQL (ng/L)	Kod ATC	Zastosowanie medyczne
Diclofenak	2.1	M	Układ mięśniowo-szkieletowy
Naproxen	9.0		
Ibuprofen	10		
Paracetamol	1.2	N	Ośrodkowy układ nerwowy

stężenie [ng/l]

1,500,000

1,000,000

500,000

0

Ibuprofen

Ibuprofen

- WWTP Gdańsk-Wschód
- WWTP Gdynia-Dębogórze
- WWTP Swarzewo
- WWTP Jastrzębia Góra

stężenie [ng/l]

60,000

40,000

20,000

0

Paracetamol

Naproxen

Diklofenak

Paracetamol

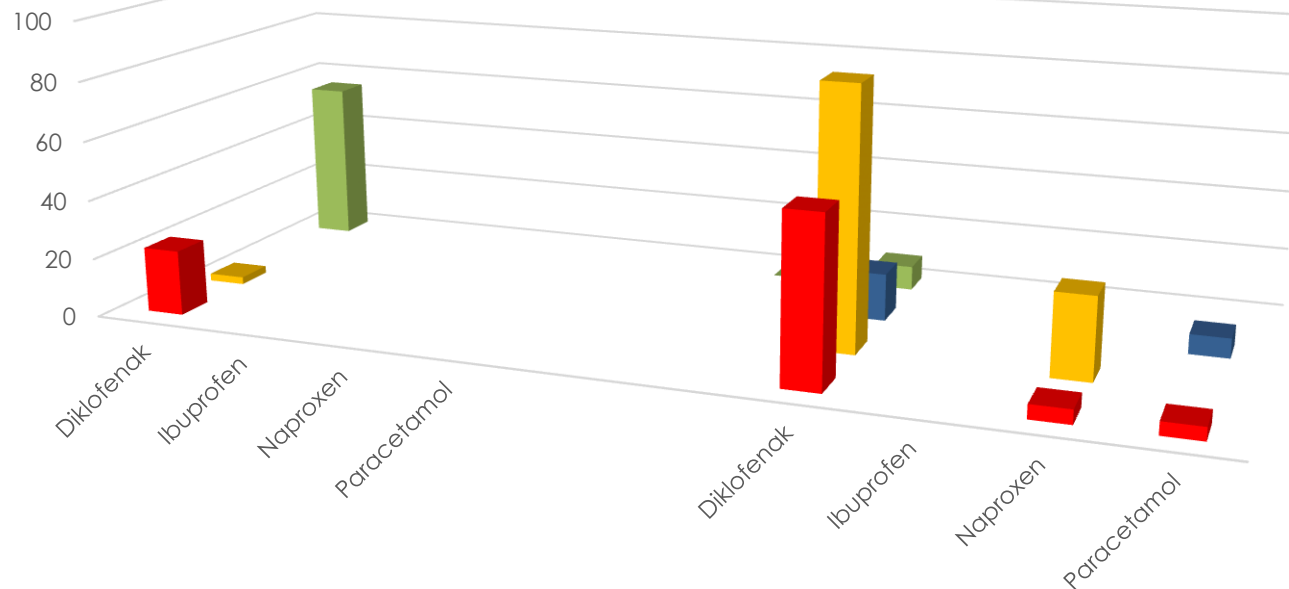
Naproxen

Diklofenak

- WWTP Rostock
- WWTP Laage
- WWTP Krakow
- WWTP Sałow

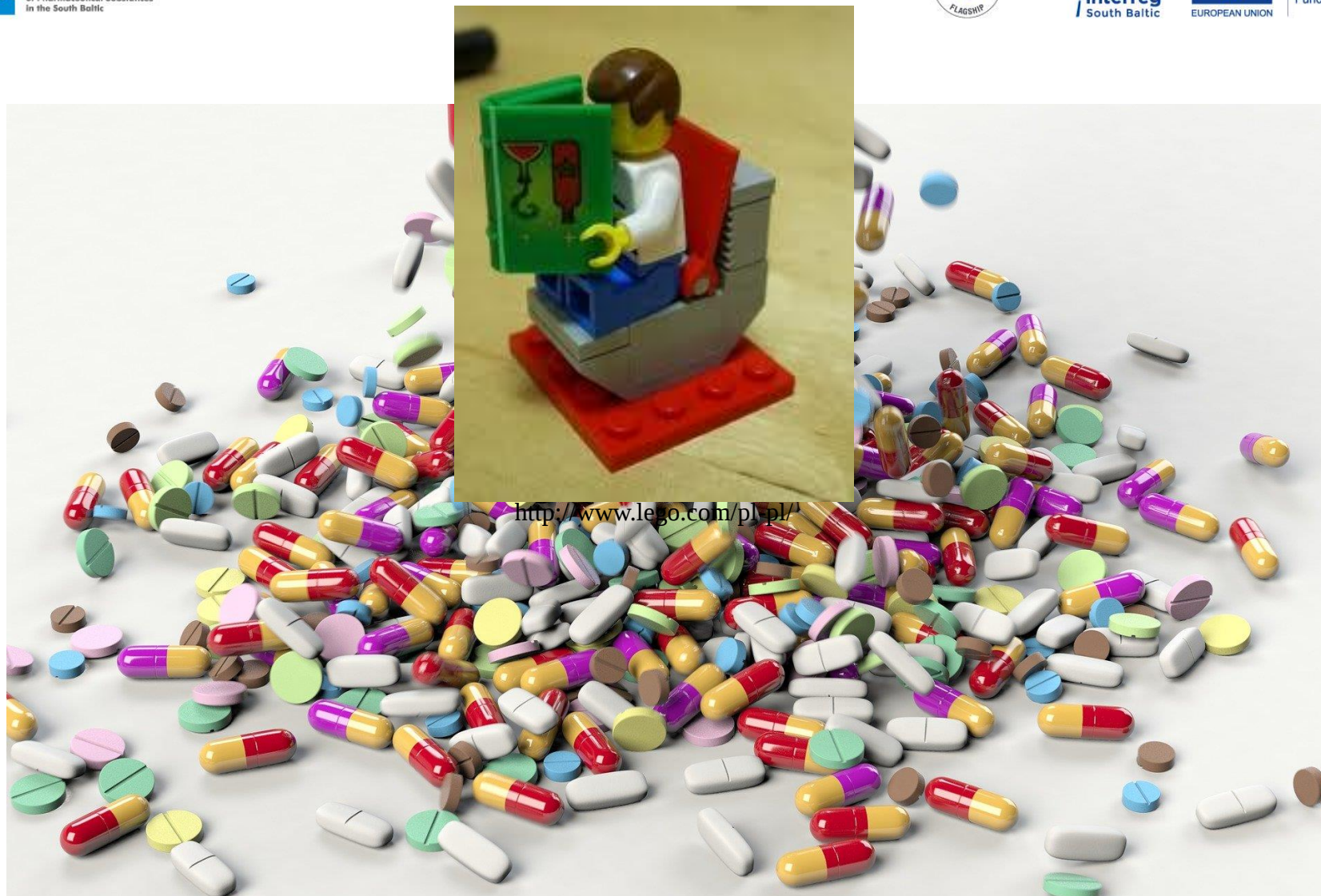
Odbiornik ścieków oczyszczonych

stężenie [ng/l]



- WWTP Gdańsk-Wschód - Gdansk Bay
- WWTP Gdynia-Dębogórze - Puck Bay
- WWTP Swarzewo - Baltic Sea
- WWTP Jastrzębia Góra - river

- WWTP Rostock - estuary
- WWTP Laage - river
- WWTP Krakow - ditch
- WWTP Satow - ditch



<http://www.lego.com/pl/pl/>

COSTAL REGIONS OF

Germany

Sweden

Lithuania

Poland

Raport
dotyczący
regionalnego
zużycia
farmaceutyków

Analiza
występowania
farmaceutyków
w ściekach i
wodach
stanowiących ich
odbiornik

Rekomendacje
dla zaawansowanych
technologicznie
i ekonomicznie
uzasadnionych metod
oczyszczania ścieków
w zakresie usuwania
farmaceutyków



Szpital

Gospodarstwa domowe

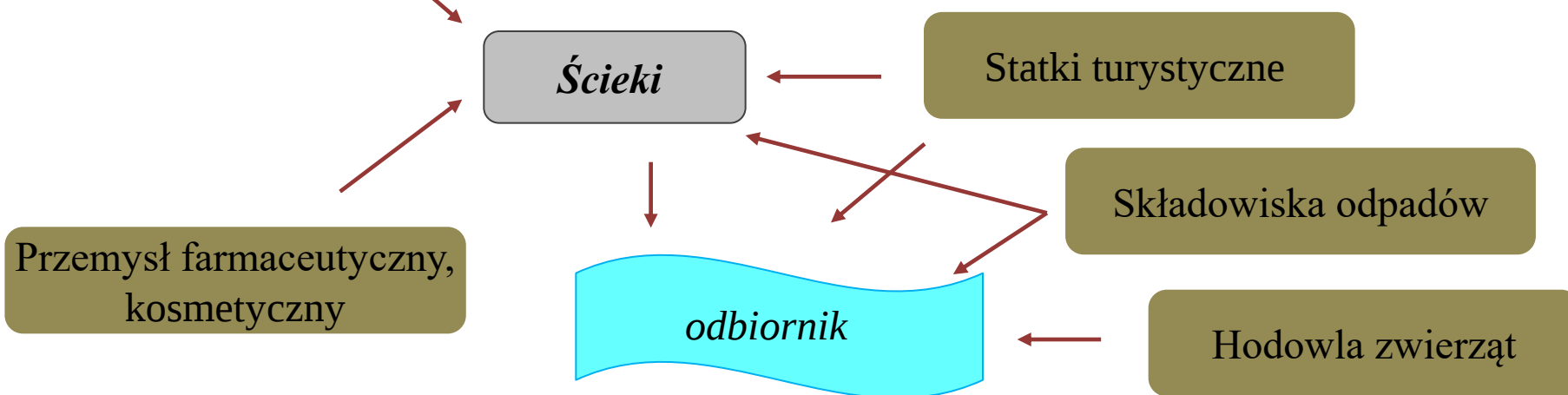
Zakłady opieki zdrowotnej

Ścieki

Gospodarstwa domowe

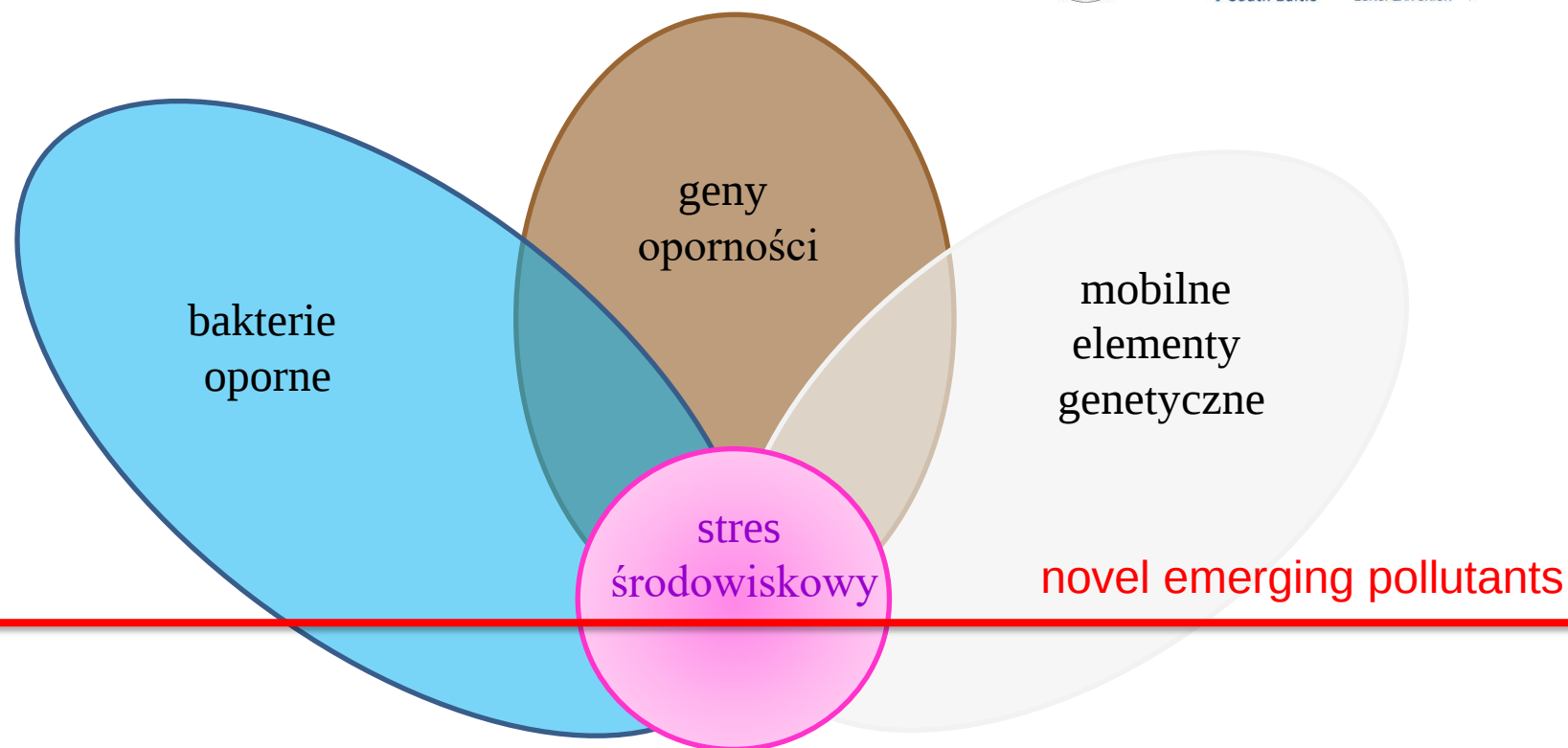
Szpitala

Zakłady opieki zdrowotnej



farmaceutyki

stres
środowiskowy



Farmaceutyki	Konsumpcja Farmaceutyków w zlewni oczyszczalni
	kg per year (2015)
Atenolol	44.58
Azithromycin	168.49
Carbamazepine	1 651.98
Ciprofloxacin	579.13
Clarithromycin	523.18
Diclofenac	484.96
Erythromycin	0.073
Estradiol	1.75
Estrone	-
Ethinylestradiol	0.06
Ibuprofen	<u>515.92*</u>
Metoprolol	189.59
Naproxen	1 800.96
Oxazepam	0.08
Paracetamol	<u>No data*</u>
Propranolol	63.60
Sulfamethoxazole	345.18

padaczka, niepokój i stany depresyjne
nadmierna drażliwości i agresywności
(szczególnie u dzieci i młodzieży)
choroby neurologiczne
(np. nerwoból nerwu trójdzielnego)

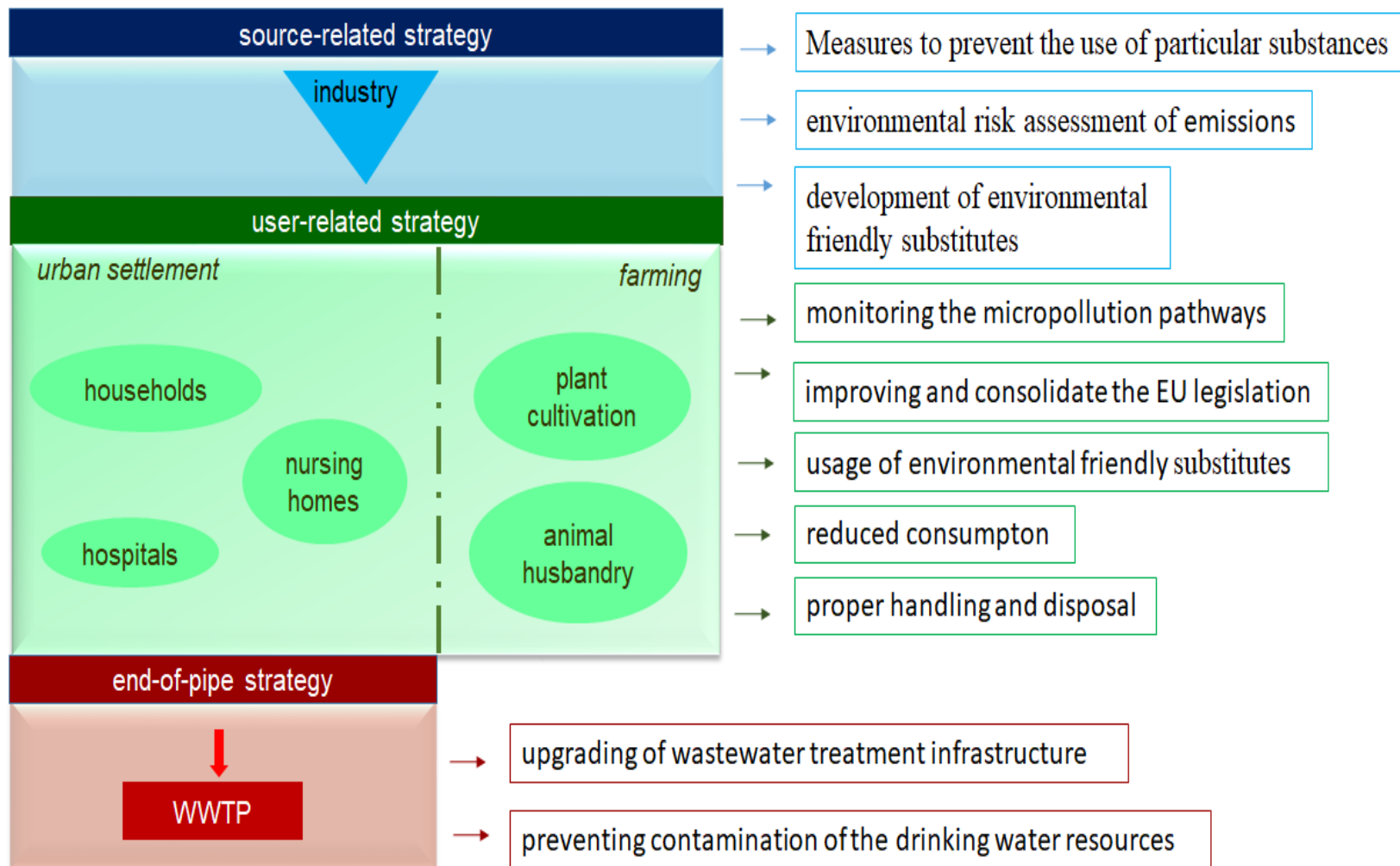


niesteroidowy lek przeciwzapalny
przeciwbólowy, przeciwgorączkowym



Raport
dotyczący
regionalnego
zużycia
farmaceutyków
dla województwa
pomorskiego
(na podstawie recept)

Strategia dla redukcji mikrozanieczyszczeń w EU



Projekt Morpheus

Raport
dotyczący
regionalnego
zużycia
farmaceutyków

Analiza
występowania
farmaceutyków
w ściekach i
wodach
stanowiących ich
odbiornik

Rekomendacje
dla zaawansowanych
technologicznie
i ekonomicznie
uzasadnionych metod
oczyszczania ścieków
w zakresie usuwania
farmaceutyków

Farmaceutyki	Konsumpcja Farmaceutyków w zlewni oczyszczalni	Stężenie w WWTP		Efektywność usuwania
		dopływ	odpływ	
	kg per year (2015)	ng/L	ng/L	%
Atenolol	44.58	157-193	19 – 34	82 - 88
Azithromycin	168.49	403 - 24 145	1 569 - 3 989	-289 - 83
Carbamazepine	1 651.98	1 824 - 1 885	ND - 2 333	(-11) - 100
Ciprofloxacin	579.13	563 - 4 302	31 - 172	94 - 96
Clarithromycin	523.18	1 368 - 5 009	300 - 2 866	43 – 78
Diclofenac	484.96	2 867 - 4 688	2 640 - 3 701	8 - 21
Erythromycin	0.073	13 - 56	35 – 78	(-164) - (-39)
Estradiol	1.75	ND - 24	ND	100
Estrone	-	68 - 95	6 – 7	80 - 92
Etinylestradiol	0.06	ND	ND	ND
Ibuprofen	515.92	197 601 - 1 482 866	ND	100
Metoprolol	189.59	805 - 1 373	672 - 1 211	12 - 16
Naproxen	1 800.96	3 012 - 4 749	37 - 52	98 - 99
Oxazepam	0.08	29 - 26	37 - 38	(-31) - (-46)
Paracetamol	No data	31 867 - 35 530	ND - 24	100
Propranolol	63.60	28 - 44	28 - 46	(-5) – 2
Sulfamethoxazole	345.18	629 - 827	177 - 243	71 - 72

Farmaceutyki	Konsumpcja Farmaceutyków w zlewni oczyszczalni	Stężenie w WWTP		Efektywność usuwania
		dopływ	odpływ	
	kg per year (2015)	ng/L	ng/L	
Atenolol	44.58	157-193	19 – 34	82 - 88
Azithromycin	168.49	403 - 24 145	1 569 - 3 989	-289 - 83
Carbamazepine	1 651.98	1 824 - 1 885	ND - 2 333	(-11) - 100
Ciprofloxacin	579.13	563 - 4 302	31 - 172	94 - 96
Clarithromycin	523.18	1 368 - 5 009	300 - 2 866	43 – 78
Diclofenac	484.96	2 867 - 4 688	2 640 - 3 701	8 - 21
Erythromycin	0.073	13 - 56	35 – 78	(-164) - (-39)
Estradiol	1.75	ND - 24	ND	100
Estrone	-	68 - 95	6 – 7	80 - 92
Etinylestradiol	0.06	ND	ND	ND
Ibuprofen	515.92	197 601 - 1 482 866	ND	100
Metoprolol	189.59	805 - 1 373	672 - 1 211	12 - 16
Naproxen	1 800.96	3 012 - 4 749	37 - 52	98 - 99
Oxazepam	0.08	29 - 26	37 - 38	(-31) - (-46)
Paracetamol	No data	31 867 - 35 530	ND - 24	100
Propranolol	63.60	28 - 44	28 - 46	(-5) – 2
Sulfamethoxazole	345.18	629 - 827	177 - 243	71 - 72

Farmaceutyki	Konsumpcja Farmaceutyków w zlewni oczyszczalni	Stężenie w WWTP		Efektywność usuwania
		dopływ	odpływ	
		ng/L	ng/L	
	kg per year (2015)			%
Atenolol	44.58	157-193	19 – 34	82 - 88
Azithromycin	168.49	403 - 24 145	1 569 - 3 989	-289 - 83
Carbamazepine	1 651.98	1 824 - 1 885	ND - 2 333	(-11) - 100
Ciprofloxacin	579.13	563 - 4 302	31 - 172	94 - 96
Clarithromycin	523.18	1 368 - 5 009	300 - 2 866	43 – 78
Diclofenac	484.96	2 867 - 4 688	2 640 - 3 701	8 - 21
Erythromycin	0.073	13 - 56	35 – 78	(-164) - (-39)
Estradiol	1.75	ND - 24	ND	100
Estrone	-	68 - 95	6 – 7	80 - 92
Etinylestradiol	0.06	ND	ND	ND
Ibuprofen	515.92	197 601 - 1 482 866	ND	100
Metoprolol	189.59	805 - 1 373	672 - 1 211	12 - 16
Naproxen	1 800.96	3 012 - 4 749	37 - 52	98 - 99
Oxazepam	0.08	29 - 26	37 - 38	(-31) - (-46)
Paracetamol	No data	31 867 - 35 530	ND - 24	100
Propranolol	63.60	28 - 44	28 - 46	(-5) – 2
Sulfamethoxazole	345.18	629 - 827	177 - 243	71 - 72

Farmaceutyki	Konsumpcja Farmaceutyków w zlewni oczyszczalni	Stężenie w WWTP		Efektywność usuwania
		dopływ	odpływ	
		ng/L	ng/L	
	kg per year (2015)			%
Atenolol	44.58	157-193	19 – 34	82 - 88
Azithromycin	168.49	403 - 24 145	1 569 - 3 989	-289 - 83
Carbamazepine	1 651.98	1 824 - 1 885	ND - 2 333	(-11) - 100
Ciprofloxacin	579.13	563 - 4 302	31 - 172	94 - 96
Clarithromycin	523.18	1 368 - 5 009	300 - 2 866	43 – 78
Diclofenac	484.96	2 867 - 4 688	2 640 - 3 701	8 - 21
Erythromycin	0.073	13 - 56	35 – 78	(-164) - (-39)
Estradiol	1.75	ND - 24	ND	100
Estrone	-	68 - 95	6 – 7	80 - 92
Etinylestradiol	0.06	ND	ND	ND
Ibuprofen	515.92	197 601 - 1 482 866	ND	100
Metoprolol	189.59	805 - 1 373	672 - 1 211	12 - 16
Naproxen	1 800.96	3 012 - 4 749	37 - 52	98 - 99
Oxazepam	0.08	29 - 26	37 - 38	(-31) - (-46)
Paracetamol	No data	31 867 - 35 530	ND - 24	100
Propranolol	63.60	28 - 44	28 - 46	(-5) – 2
Sulfamethoxazole	345.18	629 - 827	177 - 243	71 - 72



Project Poster

[Download PDF \(2MB\)](#)

Project Leaflet

[Download PDF \(2MB\)](#)

Deliverable 5.1

Inventory of existing treatment technologies in
wastewater treatment plants

[Download PDF \(8MB\)](#)

Deliverable 5.2

Overview of advanced technologies in
wastewater treatment for removal of
pharmaceuticals and other micropollutants

[Download PDF \(8MB\)](#)

Lead Partner



Project Partners



Universität
Rostock



Gdańska Fundacja Wody



Project Management



Morpheus team



aneta.luczkiewicz@pg.edu.pl