


<div>BIURO PROJEKTÓW GOSPODARKI WODNO – ŚCIEKOWEJ „HYDROSAN” Sp. z o.o. 44-100 GLIWICE, UL. H. SIENKIEWICZA 10, TEL. 32 231 00 81</div>		<div></div>
Nr umowy: 900/2024 (PWIK/223/50/2024)		Nr rejestr.: 8288/24
Inwestycja (zagadnienie):	Projekt procesowy (bilans obciążenia oraz obliczenia technologiczne) wraz z modelowaniem hydraulicznym zbiornika retencyjnego na oczyszczalni ścieków w Rybniku-Orzepowicach	
Obiekt:	OCZYSZCZALNIA ŚCIEKÓW W RYBNIKU – ORZEPOWICACH ul. Rudzka 132, 44-200 Rybnik	
Stadium:	TOM II - BILANS OBCIĄŻENIA OCZYSZCZALNI – STĘŻENIA I ŁADUNKI ZANIECZYSZCZEŃ	
Branża:	Opracowanie wielobranżowe	
Inwestor:	Przedsiębiorstwo Wodociągów i Kanalizacji Spółka z o.o. ul. Pod Lasem 62, 44-210 Rybnik	
Zespół autorski:	<div><div>mgr inż. Dawid Kościański</div><div>UPRAWNIENIA BUDOWLANE do projektowania i kierowania robotami budowlanymi bez ograniczeń w specjalności: instalacyjnej w zakresie sieci, instalacji i urządzeń: wodociągowych i kanalizacyjnych, ciepłych, wentylacyjnych i gazowych upr. nr 409/02; upr. nr SLK/1185/OWOS/06; nr ewid. SLK/IS/7908/02</div><div>dr inż. Lesław Płonka</div><div>dr inż. Marcin Janik</div></div>	<div>.....</div> <div>.....</div> <div>.....</div>
Kierownik Zespołu Projektantów:		mgr inż. Dawid Kościański
Data:		wrzesień 2024 r.
<div>Niniejszym oświadczam się, że przedmiotowe opracowanie zostało sprawdzone i uznane za sporządzone prawidłowo zgodnie z przepisami oraz umową i jest kompletne z punktu widzenia celu, któremu ma służyć.  Gliwice, wrzesień 2024 r.</div>		

**BILANS OBCIĄŻENIA OCZYSZCZALNI – STĘŻENIA I ŁADUNKI ZANIECZYSZCZEŃ**

**METRYKA OPRACOWANIA**

<u>Inwestycja:</u>	Projekt procesowy (bilans obciążenia oraz obliczenia technologiczne) wraz z modelowaniem hydraulicznym zbiornika retencyjnego na oczyszczalni ścieków w Rybniku-Orzepowicach
<u>Inwestor:</u>	Przedsiębiorstwo Wodociągów i Kanalizacji Spółka z o.o. ul. Pod Lasem 62, 44-210 Rybnik
<u>Obiekt:</u>	OCZYSZCZALNIA ŚCIEKÓW W RYBNIKU – ORZEPOWICACH ul. Rudzka 132, 44-200 Rybnik
<u>Opracowanie:</u>	TOM II - BILANS OBCIĄŻENIA OCZYSZCZALNI - STĘŻENIA I ŁADUNKI ZANIECZYSZCZEŃ
<u>Podstawa opracowania:</u>	Umowa nr <b>PWIK/223/50/2024</b> z dnia 10.07.2024 r.
<u>Data wersji dokumentu:</u>	23.09.2024

**Spis treści**

METRYKA OPRACOWANIA .....	2
1    Informacje ogólne o danych oraz podstawowe statystyki .....	4
2    Wyniki pomiarów oraz wybrane dane statystyczne .....	4
3    Graficzne przedstawienie wyników pomiarów wskaźników i stężeń zanieczyszczeń w ściekach doptywających .....	7
4    Stężenia: korelacje, regresje, istotność cech .....	8
4.1    Korelacje .....	8
4.2    Regresje wielokrotne .....	9
4.3    Istotność cech (feature importance) .....	11
4.3.1    Obliczenia istotności cech dla ścieków doptywających .....	12
4.3.2    Obliczenia istotności cech dla ścieków oczyszczonych .....	13
5    Ładunki zanieczyszczeń w doptywie do oczyszczalni .....	15
6    Graficzne przedstawienie ładunków zanieczyszczeń .....	17
7    Częstości występowania ładunków .....	17
8    Ładunki: korelacje .....	20
9    Podsumowanie .....	21
10    Załączniki .....	21
10.1    Zastosowane skróty .....	21
10.2    Wyjaśnienie niektórych pojęć i terminów .....	21
10.3    Tabela pomiarów wskaźników i stężeń zanieczyszczeń w ściekach doptywających i oczyszczonych .....	22
10.4    Tabela obliczonych wartości ładunków zanieczyszczeń w ściekach doptywających. ....	24
10.5    Wyniki regresji wielokrotnych .....	26

**BILANS OBCIĄŻENIA OCZYSZCZALNI – STĘŻENIA I ŁADUNKI ZANIECZYSZCZEŃ**

10.5.1	Raport z obliczeń regresji wielokrotnych dla parametrów ścieków doptywających. ....	26
10.5.2	Raport z obliczeń regresji wielokrotnych dla parametrów ścieków oczyszczonych .....	29

## Spis tabel

Tabela 1. Wybrane dane statystyczne dla wskaźników i stężeń zanieczyszczeń w ściekach doptywających. ....	4
Tabela 2. Proporcje między BZT <sub>5</sub> , ChZT, N i P w ściekach doptywających do oczyszczalni .....	4
Tabela 3. Korelacje Pearsona – macierz korelacji. „X” oznacza wartość statystycznie nieistotną (p>0,05). ....	9
Tabela 4. Korelacje rang Spearmana – macierz korelacji. „X” oznacza wartość statystycznie nieistotną (p>0,05). ....	9
Tabela 5. Wyciąg z wyników regresji wielokrotnej dla parametrów ścieków doptywających.....	10
Tabela 6. Wybrane dane statystyczne dla ładunków zanieczyszczeń w ściekach doptywających do oczyszczalni. Obliczenie 85 percentyla ładunków i RLM.....	15
Tabela 7. Korelacje Pearsona – macierz korelacji dla ładunków zanieczyszczeń i ilości ścieków .....	20
Tabela 8. Korelacje rang Spearmana– macierz korelacji dla ładunków zanieczyszczeń i ilości ścieków .....	20
Tabela 9. Wyniki pomiarów wskaźników i stężeń zanieczyszczeń w ściekach doptywających i oczyszczonych. ....	22
Tabela 10. Wartości ładunków zanieczyszczeń w ściekach doptywających.....	24

## Spis rysunków

Rysunek 1. Wyniki pomiarów BZT <sub>5</sub> , ChZT i zawiesiny ogólnej w ściekach surowych. ....	7
Rysunek 2. Wyniki pomiarów stężeń azotu ogólnego i fosforu ogólnego w ściekach surowych. ....	7
Rysunek 3. Proporcja ChZT/BZT <sub>5</sub> w doptywie .....	7
Rysunek 4. Proporcja BZT <sub>5</sub> /N <sub>og</sub> w doptywie .....	8
Rysunek 5. Proporcja BZT <sub>5</sub> /P <sub>og</sub> w doptywie .....	8
Rysunek 6. Istotność wpływu parametrów ścieków doptywających na wartość BZT <sub>5</sub> .....	12
Rysunek 7. Istotność wpływu parametrów ścieków doptywających na wartość ChZT .....	12
Rysunek 8. Istotność wpływu parametrów ścieków doptywających na wartość Zog .....	12
Rysunek 9. Istotność wpływu parametrów ścieków doptywających na wartość Nog .....	12
Rysunek 10. Istotność wpływu parametrów ścieków doptywających na wartość Pog .....	13
Rysunek 11. Istotność wpływu parametrów ścieków doptywających i oczyszczonych na wartość BZT <sub>5</sub> ścieków oczyszczonych.....	13
Rysunek 12. Istotność wpływu parametrów ścieków doptywających i oczyszczonych na wartość ChZT ścieków oczyszczonych.....	14
Rysunek 13. Istotność wpływu parametrów ścieków doptywających i oczyszczonych na stężenie Zog w ściekach oczyszczonych.....	14
Rysunek 14. Istotność wpływu parametrów ścieków doptywających i oczyszczonych na stężenie Nog w ściekach oczyszczonych.....	15
Rysunek 15. Istotność wpływu parametrów ścieków doptywających i oczyszczonych na stężenie Pog w ściekach oczyszczonych.....	15
Rysunek 16. Ładunki BZT <sub>5</sub> , ChZT i zawiesiny ogólnej w ściekach doptywających do oczyszczalni. ....	17
Rysunek 17. Ładunki azotu ogólnego i fosforu ogólnego w ściekach doptywających do oczyszczalni. ....	17
Rysunek 18. Częstość występowania ładunków BZT <sub>5</sub> .....	18
Rysunek 19. Częstość występowania ładunków ChZT .....	18
Rysunek 20. Częstość występowania ładunków zawiesiny ogólnej .....	19
Rysunek 21. Częstość występowania ładunków azotu ogólnego.....	19
Rysunek 22. Częstość występowania ładunków fosforu ogólnego .....	20

## BILANS OBCIĄŻENIA OCZYSZCZALNI – STĘŻENIA I ŁADUNKI ZANIECZYSZCZEŃ

# 1 Informacje ogólne o danych oraz podstawowe statystyki

Dane do analizy – wyniki pomiarów stężeń i wskaźników zanieczyszczeń w ściekach dopływających do oczyszczalni oraz w ściekach oczyszczonych otrzymano od Zamawiającego. Dane te obejmują okres od stycznia 2020r. do czerwca 2024r. (konkretnie od 07-01-2020 do 18-06-2024r.). Dane zawierają wyniki 108 pomiarów próbek średniodobowych. Jest to materiał wystarczający do określenia ładunków miarodajnych do wymiarowania urządzeń oczyszczalni zgodnie z ATV-A131.

Pomiary ścieków surowych zawierają odcieki własne.

Opis najczęściej używanych skrótów zamieszczono w załączniku w punkcie 10.1 strona 21.

# 2 Wyniki pomiarów oraz wybrane dane statystyczne

W tabeli 1 poniżej zamieszczono wybrane dane statystyczne dla wskaźników i stężeń zanieczyszczeń w ściekach dopływających do oczyszczalni, natomiast w tabeli 2 zamieszczono obliczenia proporcji między wybranymi wskaźnikami. Statystyki obliczono dla całości okresu pomiarowego.

Szczegółowe dane pomiarowe zawarto w tabeli 9 w załączniku – punkt 10.3, strona 22.

Tabela 1. Wybrane dane statystyczne dla wskaźników i stężeń zanieczyszczeń w ściekach dopływających.

Parametr	BZT <sub>5</sub> (Dop)	ChZT (Dop)	Zog (Dop)	Nog (Dop)	Pog (Dop)	Jednostka
Średnia	315,42	806,14	394,19	88,30	14,06	gO <sub>2</sub> /dm <sup>3</sup> , g/dm <sup>3</sup>
Mediana	309,00	767,00	372,00	86,00	12,75	gO <sub>2</sub> /dm <sup>3</sup> , g/dm <sup>3</sup>
Odchylenie standardowe	105,97	223,41	169,82	20,98	5,11	gO <sub>2</sub> /dm <sup>3</sup> , g/dm <sup>3</sup>
Współczynnik zmienności	33,60	27,71	43,08	23,76	36,35	%
Kurtoza	2,37	0,60	4,66	4,12	3,51	-
Skośność	1,04	0,39	1,53	1,16	1,37	-
Zakres	630,00	1 209,00	1 078,00	147,50	33,00	gO <sub>2</sub> /dm <sup>3</sup> , g/dm <sup>3</sup>
Minimum	120,00	281,00	120,00	42,50	4,60	gO <sub>2</sub> /dm <sup>3</sup> , g/dm <sup>3</sup>
Maksimum	750,00	1 490,00	1 198,00	190,00	37,60	gO <sub>2</sub> /dm <sup>3</sup> , g/dm <sup>3</sup>
85 percentyl	410,00	1 029,00	539,50	104,95	19,00	gO <sub>2</sub> /dm <sup>3</sup> , g/dm <sup>3</sup>
90 percentyl	440,30	1 084,50	603,00	117,43	20,20	gO <sub>2</sub> /dm <sup>3</sup> , g/dm <sup>3</sup>
95 percentyl	489,50	1 180,65	660,10	123,00	23,07	gO <sub>2</sub> /dm <sup>3</sup> , g/dm <sup>3</sup>
Liczba pomiarów	108,00	108,00	108,00	108,00	108,00	-
Trend roczny	18,54	-5,92	-36,19	0,57	-1,20	gO <sub>2</sub> /dm <sup>3</sup> rocznie, g/dm <sup>3</sup> rocznie

Tabela 2. Proporcje między BZT<sub>5</sub>, ChZT, N i P w ściekach dopływających do oczyszczalni

Parametr	ChZT (DOP) / BZT <sub>5</sub> (DOP)	BZT <sub>5</sub> (DOP) / Nog (DOP)	BZT <sub>5</sub> (DOP) / Pog (DOP)
Średnia	2,67	3,70	24,17
Mediana	2,48	3,51	24,28
Odchylenie standardowe	0,73	1,38	8,54
Współczynnik zmienności	27,16%	37,38%	35,31%
Kurtoza	5,22	5,01	0,41
Skośność	1,66	1,58	0,38
Zakres	4,78	9,37	48,89
Minimum	1,53	1,01	5,11
Maksimum	6,31	10,38	54,00
Trend roczny	-0,18	0,12	2,86

## BILANS OBCIĄŻENIA OCZYSZCZALNI – STĘŻENIA I ŁADUNKI ZANIECZYSZCZEŃ

### Komentarze do danych z tabeli 1.

**BZT<sub>5</sub>:** Jak wynika z danych w tabelach powyżej, BZT<sub>5</sub> w doptywie waha się w granicach od 120 do 750 g O<sub>2</sub>/m<sup>3</sup> z wartością średnią 315 g O<sub>2</sub>/m<sup>3</sup>. Mediana jest nieco niższa od średniej co oznacza, że średnia jest zawyżana przez niewielką liczbę wysokich wartości. Współczynnik zmienności 33,6% należy uznać za dość wysoki. Kurtoza o wartości 2,37 oznacza, że rozkład jest nieco bardziej "spiczasty" w porównaniu do rozkładu normalnego, co może wskazywać na występowanie większej liczby wartości zbliżonych do średniej lub na pewne wartości odstające. Skośność na poziomie 1,04 sugeruje, że rozkład danych jest nieco asymetryczny z przewagą większych wartości (ogony rozkładu są po prawej stronie).

Porównanie kluczowych wartości:

- Średnia: 315,42 g O<sub>2</sub>/m<sup>3</sup>, mediana: 309 g O<sub>2</sub>/m<sup>3</sup>.
- Maksimum: 750,00 g O<sub>2</sub>/m<sup>3</sup>
- 85 percentyl: 410,00 g O<sub>2</sub>/m<sup>3</sup> (30% powyżej średniej, 54,67% wartości maksymalnej)
- 90 percentyl: 440,30 g O<sub>2</sub>/m<sup>3</sup> (39,60% powyżej średniej, 58,71% wartości maksymalnej)
- 95 percentyl: 489,50 g O<sub>2</sub>/m<sup>3</sup> (55,17% powyżej średniej, 65,27% wartości maksymalnej)

Dodatni trend roczny oznacza wzrost mierzonych wartości na przestrzeni lat okresu pomiarowego.

**ChZT:** Średnia wartość ChZT w badanym doptywie wynosi 806,14 g O<sub>2</sub>/m<sup>3</sup>, natomiast mediana wynosi 767 g O<sub>2</sub>/m<sup>3</sup>, co oznacza, że rozkład wartości jest prawoskośny, a wyższe wartości podnoszą średnią. Mediana jest o około 4,86% niższa od średniej, co sugeruje obecność wartości większych, które wpływają na wzrost średniej. Kurtoza o wartości 0,60 oznacza, że rozkład wyników jest bardziej płaski niż rozkład normalny, co sugeruje mniejszą liczbę wartości skrajnych. Skośność na poziomie 0,60 wskazuje na niewielką asymetrię rozkładu z nieco dłuższym ogonem po prawej stronie (więcej wyższych wartości). Zakres wyników wynosi 1 209 g O<sub>2</sub>/m<sup>3</sup>, co odzwierciedla różnorodność wyników, od minimalnej wartości 281 g O<sub>2</sub>/m<sup>3</sup> do maksymalnej 1 490 g O<sub>2</sub>/m<sup>3</sup>. Wskaźniki percentylowe pokazują, że 85% wyników mieści się poniżej 1 008 g O<sub>2</sub>/m<sup>3</sup>, 90% poniżej 1 084,5 g O<sub>2</sub>/m<sup>3</sup>, a 95% poniżej 1 180,65 g O<sub>2</sub>/m<sup>3</sup>.

Porównanie kluczowych wartości:

- Średnia: 806,14 g O<sub>2</sub>/m<sup>3</sup>, mediana: 767 g O<sub>2</sub>/m<sup>3</sup>
- Maksimum: 1 490,00 g O<sub>2</sub>/m<sup>3</sup>
- 85 percentyl: 1 029,00 g O<sub>2</sub>/m<sup>3</sup> (27,64% powyżej średniej, 69,06% wartości maksymalnej)
- 90 percentyl: 1 084,50 g O<sub>2</sub>/m<sup>3</sup> (34,55% powyżej średniej, 72,77% wartości maksymalnej)
- 95 percentyl: 1 180,65 g O<sub>2</sub>/m<sup>3</sup> (46,43% powyżej średniej, 79,23% wartości maksymalnej)

Ujemny trend roczny oznacza spadek mierzonych wartości na przestrzeni lat okresu pomiarowego.

**Z<sub>og</sub>:** Średnia wartość zawiesiny ogólnej (Z<sub>og</sub>) w badanym doptywie wynosi 394,19 g/m<sup>3</sup>. Mediana wynosi 372,00 g/m<sup>3</sup>, co oznacza, że rozkład wartości jest prawoskośny, a wyższe wartości podnoszą średnią. Mediana jest o około 5,63% niższa od średniej, co wskazuje na obecność wartości wyższych, które wpływają na podniesienie średniej. Odchylenie standardowe wynosi 169,82 g/m<sup>3</sup>, co świadczy o większym rozproszeniu danych. Współczynnik zmienności wynoszący 43,08% wskazuje na stosunkowo dużą zmienność wartości w odniesieniu do średniej. Kurtoza na poziomie 4,66 sugeruje, że rozkład jest wyraźnie bardziej spiczasty niż normalny, co może oznaczać większą liczbę wartości odstających. Skośność wynosi 1,53, co potwierdza asymetrię rozkładu, z przewagą wyższych wartości. Zakres wartości wynosi 1 078 g/m<sup>3</sup>, przy minimalnej wartości 120 g/m<sup>3</sup> i maksymalnej 1 198 g/m<sup>3</sup>. Dla wybranych percentyli: 85% wyników jest poniżej 539,50 g/m<sup>3</sup>, 90% poniżej 603,00 g/m<sup>3</sup>, a 95% poniżej 660,10 g/m<sup>3</sup>.

Porównanie kluczowych wartości:

- Średnia: 394,19 g/m<sup>3</sup>, mediana: 372
- Maksimum: 1 198,00 g/m<sup>3</sup>
- 85 percentyl: 539,50 g/m<sup>3</sup> (36,84% powyżej średniej, 45,05% wartości maksymalnej)
- 90 percentyl: 603,00 g/m<sup>3</sup> (52,99% powyżej średniej, 50,34% wartości maksymalnej)
- 95 percentyl: 660,10 g/m<sup>3</sup> (67,51% powyżej średniej, 55,12% wartości maksymalnej)

## BILANS OBCIĄŻENIA OCZYSZCZALNI – STĘŻENIA I ŁADUNKI ZANIECZYSZCZEŃ

Ujemny trend roczny oznacza spadek mierzonych wartości na przestrzeni lat okresu pomiarowego.

**N<sub>og</sub>:** Średnia wartość azotu ogólnego (N<sub>og</sub>) w badanym doptywie wynosi 88,30 g/m<sup>3</sup>. Mediana wynosi 86,00 g/m<sup>3</sup>, co oznacza, że rozkład wartości jest zbliżony do symetrycznego, ponieważ różnica między średnią a medianą jest niewielka (około 2,61%). Odchylenie standardowe wynosi 20,98 g/m<sup>3</sup>, co wskazuje na umiarkowane rozproszenie wyników. Współczynnik zmienności wynosi 23,76%, co oznacza umiarkowaną zmienność wyników w odniesieniu do średniej. Kurtóza na poziomie 4,12 wskazuje, że rozkład jest bardziej spiczasty niż normalny, co sugeruje obecność większej liczby wartości odstających. Skośność wynosi 1,33, co świadczy o asymetrycznym rozkładzie z przewagą wyższych wartości. Zakres wyników wynosi 147,50 g/m<sup>3</sup>, przy minimalnej wartości 42,50 g/m<sup>3</sup> i maksymalnej 190,00 g/m<sup>3</sup>. Dla wybranych percentyli: 85% wyników mieści się poniżej 104,95 g/m<sup>3</sup>, 90% poniżej 110,43 g/m<sup>3</sup>, a 95% poniżej 123,00 g/m<sup>3</sup>.

Porównanie kluczowych wartości:

- Średnia: 88,30 g/m<sup>3</sup>, mediana: 86 g/m<sup>3</sup>
- Maksimum: 190,00 g/m<sup>3</sup>
- 85 percentyl: 104,95 g/m<sup>3</sup> (18,85% powyżej średniej, 55,24% wartości maksymalnej)
- 90 percentyl: 110,43 g/m<sup>3</sup> (25,04% powyżej średniej, 58,12% wartości maksymalnej)
- 95 percentyl: 123,00 g/m<sup>3</sup> (39,30% powyżej średniej, 64,74% wartości maksymalnej)

Dodatni trend roczny oznacza wzrost mierzonych wartości na przestrzeni lat okresu pomiarowego.

**P<sub>og</sub>:** Średnia wartość fosforu ogólnego (P<sub>og</sub>) w badanym doptywie wynosi 14,06 g/m<sup>3</sup>. Mediana wynosi 12,75 g/m<sup>3</sup>, co oznacza, że rozkład wartości jest prawoskośny, a wyższe wartości podnoszą średnią. Mediana jest o około 9,31% niższa od średniej, co wskazuje na obecność wartości wyższych, które wpływają na podniesienie średniej. Odchylenie standardowe wynosi 5,11 g/m<sup>3</sup>, a współczynnik zmienności wynoszący 36,35% oznaczają umiarkowaną zmienność w stosunku do średniej. Kurtóza na poziomie 3,51 sugeruje, że rozkład jest zbliżony do normalnego, ale z nieco większą liczbą wartości odstających. Skośność wynosi 1,37, co potwierdza asymetryczny rozkład z przewagą wyższych wartości. Zakres wyników wynosi 33,00 g/m<sup>3</sup>, z minimalną wartością 4,60 g/m<sup>3</sup> i maksymalną 37,60 g/m<sup>3</sup>. Dla wybranych percentyli: 85% wyników mieści się poniżej 19,00 g/m<sup>3</sup>, 90% poniżej 20,20 g/m<sup>3</sup>, a 95% poniżej 23,07 g/m<sup>3</sup>.

Porównanie kluczowych wartości:

- Średnia: 14,06 g/m<sup>3</sup>, mediana: 12,75 g/m<sup>3</sup>
- Maksimum: 37,60 g/m<sup>3</sup>
- 85 percentyl: 19,00 g/m<sup>3</sup> (35,09% powyżej średniej, 50,53% wartości maksymalnej)
- 90 percentyl: 20,20 g/m<sup>3</sup> (43,66% powyżej średniej, 53,72% wartości maksymalnej)
- 95 percentyl: 23,07 gP/m<sup>3</sup> (64,09% powyżej średniej, 61,37% wartości maksymalnej)

Ujemny trend roczny oznacza spadek mierzonych wartości na przestrzeni lat okresu pomiarowego.

### Komentarze do danych z tabeli 2.

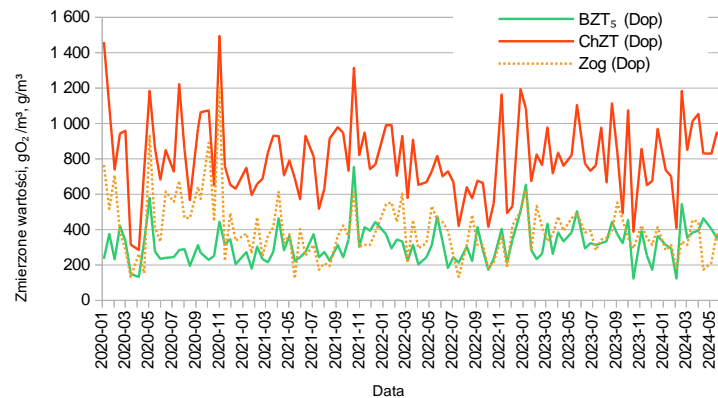
Proporcja ChZT do BZT<sub>5</sub> wynosząca średnio 2,67 z medianą 2,48 jest dość wysoka (wartość „typowa” wg ATV wynosi 2) ale wciąż wyraźnie poniżej 3, co oznacza umiarkowany wpływ trudno rozkładalnych substancji organicznych zawartych w próbie. Zwykle oznacza to wpływ ścieków przemysłowych lub długi czas transportu ścieków. Zmienność proporcji nie jest szczególnie wysoka, współczynnik zmienności to 27%, jednak wartość maksymalna wyniosła aż 6,31. Obliczony współczynnik kierunkowy prostej regresji jest ujemny i ma wartość -4,88E-04 co oznacza delikatną poprawę w dłuższym terminie.

Proporcja BZT<sub>5</sub> do azotu z wartością średnią 3,7 jest niska i oznacza potencjalne kłopoty z uzyskaniem stabilnej denitryfikacji bez dozowania zewnętrznego źródła węgla organicznego. Obliczony współczynnik kierunkowy prostej regresji jest dodatni i ma wartość 3,19E-04 co oznacza niewielką poprawę w dłuższym terminie.

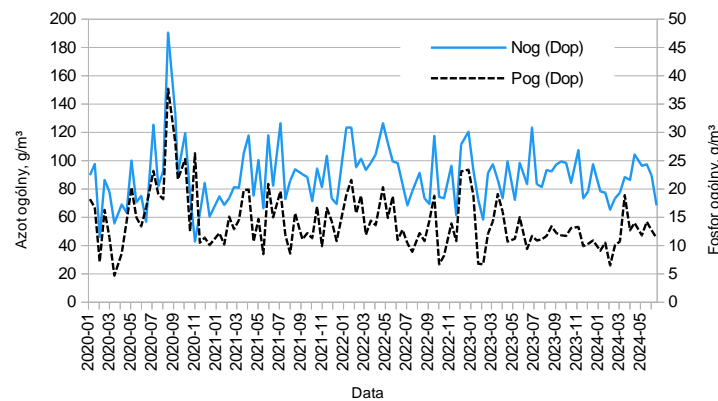
Proporcja BZT<sub>5</sub> do P<sub>og</sub> wyniosła średnio 24,17 co jest wartością zbliżoną do zalecanej 25 i powyżej. Oznacza potencjalną możliwość uzyskania skutecznej biologicznej defosfatacji. Obliczony współczynnik kierunkowy prostej regresji jest dodatni i ma wartość 7,84E-03 co oznacza niewielką poprawę w dłuższym terminie.

## BILANS OBCIĄŻENIA OCZYSZCZALNI – STĘŻENIA I ŁADUNKI ZANIECZYSZCZEŃ

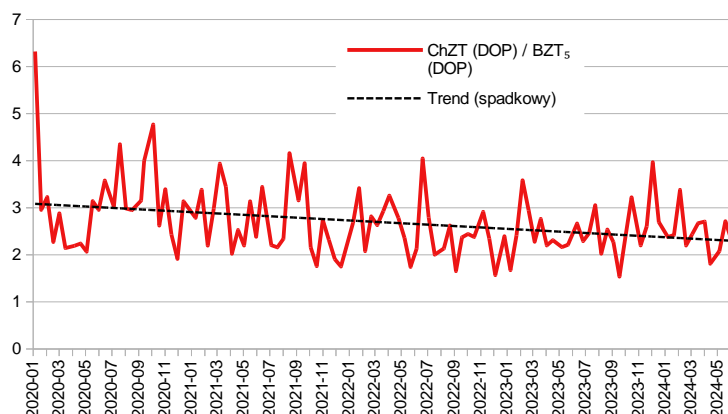
### 3 Graficzne przedstawienie wyników pomiarów wskaźników i stężeń zanieczyszczeń w ściekach doptywających



Rysunek 1. Wyniki pomiarów BZT<sub>5</sub>, ChZT i zawiesiny ogólnej w ściekach surowych.



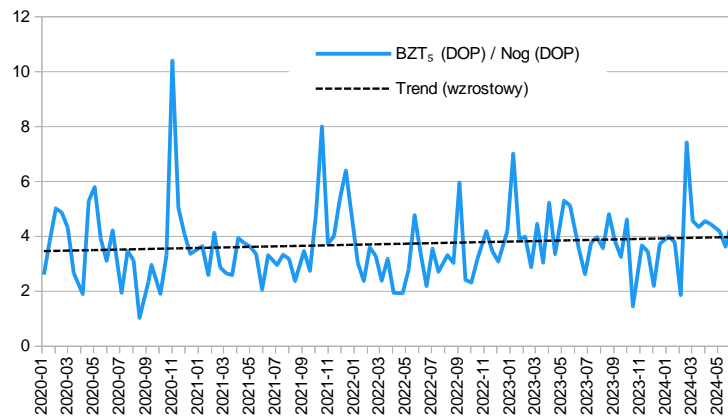
Rysunek 2. Wyniki pomiarów stężeń azotu ogólnego i fosforu ogólnego w ściekach surowych.



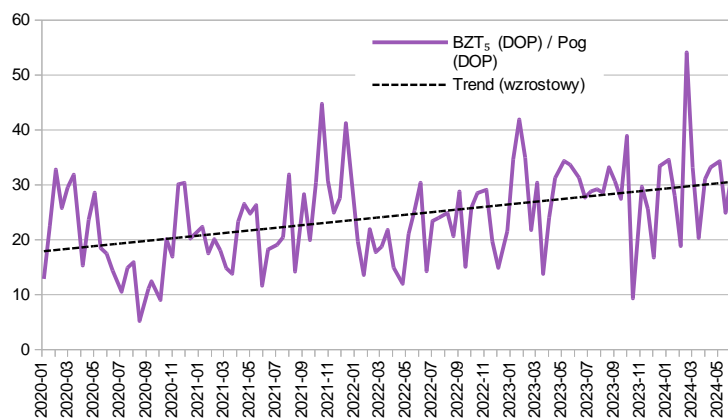
Rysunek 3. Proporcja ChZT/BZT<sub>5</sub> w doptywie



## BILANS OBCIĄŻENIA OCZYSZCZALNI – STĘŻENIA I ŁADUNKI ZANIECZYSZCZEŃ



Rysunek 4. Proporcja  $BZT_5/N_{og}$  w doptywie



Rysunek 5. Proporcja  $BZT_5/P_{og}$  w doptywie

## 4 Stężenia: korelacje, regresje, istotność cech

### 4.1 Korelacje

Poniżej w tabelach zamieszczono wyniki obliczeń korelacji Pearsona i Spearmana.

Korelacja Spearmana jest nieparametryczną miarą związku między zmiennymi, opartą na rangach danych, a nie na ich rzeczywistych wartościach. Oznacza to, że nie mierzy jedynie zależności liniowych, ale każdą monotoniczną zależność. Współczynnik Spearmana również przyjmuje wartości od -1 do 1, podobnie jak w przypadku korelacji Pearsona. Korelacja Spearmana jest bardziej odpowiednia niż Pearsona, gdy dane nie spełniają założenia normalności, zawierają outliery (wartości odstające zniekształcające wynik obliczeń korelacji Pearsona) lub spodziewamy się ogólnej zależności monotonicznej, niekoniecznie liniowej.



## BILANS OBCIĄŻENIA OCZYSZCZALNI – STĘŻENIA I ŁADUNKI ZANIECZYSZCZEŃ

Tabela 3. Korelacje Pearsona – macierz korelacji. „X” oznacza wartość statystycznie istotną ( $p > 0,05$ ).

	Qd	BZT <sub>5</sub> (Dop)	ChZT (Dop)	Zog (Dop)	Nog (Dop)	Pog (Dop)
Qd		-0,009 X	-0,071 X	0,108 X	-0,092 X	-0,054 X
BZT <sub>5</sub> (Dop)	-0,009 X		0,643	0,329	0,172 X	0,226
ChZT (Dop)	-0,071 X	0,643		0,610	0,148 X	0,404
Zog (Dop)	0,108 X	0,329	0,610		0,187 X	0,570
Nog (Dop)	-0,092 X	0,172 X	0,148 X	0,187 X		0,686
Pog (Dop)	-0,054 X	0,226	0,404	0,570	0,686	

Tabela 4. Korelacje rang Spearmana – macierz korelacji. „X” oznacza wartość statystycznie istotną ( $p > 0,05$ ).

	Qd	BZT <sub>5</sub> (Dop)	ChZT (Dop)	Zog (Dop)	Nog (Dop)	Pog (Dop)
Qd		-0,019 X	-0,032 X	0,067 X	-0,045 X	-0,088 X
BZT <sub>5</sub> (Dop)	-0,019 X		0,626	0,298	0,300	0,303
ChZT (Dop)	-0,032 X	0,626		0,499	0,279	0,446
Zog (Dop)	0,067 X	0,298	0,499		0,358	0,564
Nog (Dop)	-0,045 X	0,300	0,279	0,358		0,621
Pog (Dop)	-0,088 X	0,303	0,446	0,564	0,621	

Z przedstawionych powyżej obliczeń korelacji wynika przede wszystkim brak istotnego związku między ilością ścieków a stężeniami. Ujemne współczynniki korelacji wykazują na słaby efekt rozcieńczenia ścieków dla wszystkich pomiarów oprócz zawiesiny, lecz, jak wspomniano wyżej, to nie są wyniki statystycznie istotne.

Korelacja BZT<sub>5</sub> i ChZT jest oczywista i nie wymaga komentarza. Silnie skorelowane są wartości stężenia azotu i fosforu. Może to powodować pewne pogorszenie warunków biologicznej defosfatacji w sytuacji podwyższonego stężenia azotanów w komorze defosfatacji – oczywiście jeżeli takie podwyższenie ma miejsce. Korelacja między BZT<sub>5</sub> i azotem jest słaba ale istotna statystycznie i oznacza, że ścieki zawierające wyższe stężenie azotu mają również generalnie trochę wyższe BZT<sub>5</sub>, jest to oczywiście pożądany efekt. Wyniki korelacji sugerują także, że spory ładunek fosforu i ChZT jest zawarty w zawieszynie.

Generalnie: korelacja rangowa Spearmana wykazuje istotne statystycznie wzajemne relacje między wszystkimi stężeniami i wskaźnikami zanieczyszczeń w ściekach dopływający lecz brak jest związku z ilością ścieków.

## 4.2 Regresje wielokrotne

Regresja wielokrotna polega na modelowaniu zależności między jedną zmienną zależną a wieloma zmiennymi niezależnymi. Choć macierz korelacji może dać wgląd w związek pomiędzy parami zmiennych, to jej rola jest ograniczona do analizy związków pomiędzy dwoma zmiennymi. Natomiast regresja wielokrotna pozwala na bardziej zaawansowaną analizę wpływu wielu zmiennych jednocześnie na zmienną zależną. Regresja wielokrotna umożliwia budowanie modeli, które mogą służyć do prognozowania zmiennej zależnej na podstawie nowych danych. Macierz korelacji nie pozwala na stworzenie takiego modelu, ponieważ nie bierze pod uwagę skumulowanego wpływu kilku zmiennych jednocześnie.

Celem analizy było uzyskanie wiedzy na temat współzależności między mierzonymi parametrami, czyli stężeniami zanieczyszczeń w ściekach i ilością ścieków. Kluczowym zadaniem było zidentyfikowanie istotnych zmiennych niezależnych, które mogą wyjaśniać zmienność zmiennych zależnych, oraz ocena siły tych zależności.

W kontekście analizy danych, takich jak tabela pomiarów stężeń i wskaźników zanieczyszczeń oraz dobowej ilości ścieków, pojęcie „zmienna” odnosi się do każdej cechy, która jest mierzona lub obserwowana i której wartości mogą się zmieniać.

Zmienna zależna to zmienna, którą staramy się przewidzieć lub wyjaśnić na podstawie innych zmiennych. W niniejszej analizie może nią być np. BZT<sub>5</sub> (Dop), które starano się modelować przy pomocy innych zmiennych.

Zmienne niezależne to te dane z tabeli, które potencjalnie wpływają na zmienną zależną. W przypadku niniejszej analizy, zmienne takie jak ChZT (Dop), Zog (Dop), Nog (Dop), czy dobową ilość ścieków (Qd) mogą być traktowane jako zmienne niezależne. Są to dane, które próbowano wykorzystać do wyjaśnienia zmienności zmiennej zależnej.

### BILANS OBCIĄŻENIA OCZYSZCZALNI – STĘŻENIA I ŁADUNKI ZANIECZYSZCZEŃ

Pierwotne próby przeprowadzenia regresji wielokrotnej napotykały problemy związane z multikolinearnością. Multikolinearność występuje, gdy zmienne niezależne są silnie skorelowane, co prowadzi do niestabilności wyników regresji. Wskutek tego współczynniki regresji były niestabilne, a modele miały ograniczoną interpretowalność.

Podjęto próby rozwiązania tego problemu poprzez zastosowanie LASSO i Elastic Net – metod regularyzacyjnych, które z powodzeniem radzą sobie z problemami multikolinearności w wielu przypadkach. Niestety, w tej konkretnej analizie wyniki były niezadowalające, ponieważ uzyskane wartości  $R^2$  dla wielu modeli były bardzo niskie (co wskazuje na wyjątkowo słabe dopasowanie modeli do danych). W związku z tym konieczne było opracowanie bardziej skutecznej metody selekcji zmiennych i oceny jakości modeli.

W odpowiedzi na powyższe problemy opracowano metodę selekcji zmiennych do modeli regresji, której głównym celem było znalezienie modeli o wysokiej wartości predykcyjnej przy jednoczesnym ograniczeniu problemów związanych z multikolinearnością.

Kroki doboru zmiennych wyglądały następująco:

1. Obliczenie korelacji Pearsona: Dla każdej zmiennej zależnej obliczono współczynniki korelacji Pearsona pomiędzy zmienną zależną a wszystkimi potencjalnymi zmiennymi niezależnymi. Korelacje te stanowiły podstawę do wyboru zmiennych do modelu – najpierw do modelu włączano te zmienne, które były najsilniej skorelowane ze zmienną zależną.
2. Budowanie modelu bazowego: Na podstawie wyników korelacji Pearsona stworzono model bazowy, w którym uwzględniono tylko jedną zmienną – tę, która miała najwyższą korelację z zmienną zależną.
3. Iteracyjne dodawanie zmiennych: Do modelu bazowego dodawano kolejne zmienne, w kolejności od najwyższej do najniższej wartości korelacji. Po dodaniu każdej zmiennej oceniano jakość modelu za pomocą dwóch kryteriów:
  - AIC (Akaike Information Criterion): Ocena modelu na podstawie jego dopasowania do danych i liczby parametrów. Niższe wartości AIC wskazują na lepszy model.
  - $R^2$ : Miarą tłumaczącą, jak dobrze model wyjaśnia zmienność danych.
4. Condition number: W każdym kroku monitorowano condition number, który jest miarą wrażliwości modelu na multikolinearność. Jeśli condition number przekraczał wartość 1000, model był uznawany za niestabilny i odrzucany.
5. Porównanie modeli: Ostatecznie dla każdej zmiennej zależnej wybierano cztery najlepsze modele:
  - Dwa modele według AIC, które najlepiej balansowały między dopasowaniem a prostotą.
  - Dwa modele według  $R^2$ , które najlepiej tłumaczyły zmienność danych.

W tabeli poniżej zamieszczono skrócone wyniki regresji wielokrotnej dla parametrów ścieków dopływających.

Tabela 5. Wyciąg z wyników regresji wielokrotnej dla parametrów ścieków dopływających.

Badany parametr (zmienna zależna)	Uzyskane współczynniki	Uzyskany współczynnik determinacji $R^2$
BZT <sub>5</sub> (Dop)	ChZT (Dop) 0.342099	0,4391
	Zog (Dop) -0.040831	
	Pog (Dop) -3.199220	
	Nog (Dop) 0.954709	
	Qd 0.001315	
ChZT (Dop)	BZT <sub>5</sub> (Dop) 1.050895	0,6123
	Zog (Dop) 0.531273	
	Pog (Dop) 5.899170	
	Nog (Dop) -1.240573	
	Qd -0.005394	

### BILANS OBCIĄŻENIA OCZYSZCZALNI – STĘŻENIA I ŁADUNKI ZANIECZYSZCZEŃ

Badany parametr (zmienna zależna)	Uzyskane współczynniki	Uzyskany współczynnik determinacji $R^2$
Zog (Dop)	ChZT (Dop) 0.347582 Pog (Dop) 19.283671 BZT <sub>5</sub> (Dop) -0.082062 Nog (Dop) -2.074905 Qd 0.005318	0,5610
Nog (Dop)	Pog (Dop) 3.513843 Zog (Dop) -0.032767 BZT <sub>5</sub> (Dop) 0.030301 ChZT (Dop) -0.012817 Qd -0.000114	0,5458
Pog (Dop)	Nog (Dop) 0.146646 Zog (Dop) 0.012709 ChZT (Dop) 0.002544 BZT <sub>5</sub> (Dop) -0.004238 Qd -0.000040	0,6805

W załącznikach w punkcie 10.5.1 od str. 26 znajdują się wyniki obliczeń regresji wielokrotnej zarówno dla ścieków dopływających jak i ścieków oczyszczonych. Zamieszczono po dwa najlepsze modele pod względem uzyskanego współczynnika AIC i dwa wg  $R^2$ . Pełny raport wszystkich wykonanych regresji znajduje się w wersji elektronicznej.

Wysoki współczynnik w modelu regresji niekoniecznie oznacza największy wpływ danego parametru na parametr badany. Na przykład fosfor w modelu regresji dla ChZT ma współczynnik 5.899170, co oznacza, że wzrost stężenia fosforu o 1 jednostkę jest związany ze wzrostem ChZT o 5.899170 jednostki. Jest to silna zależność, jednak z powodu tego, że stężenia fosforu są generalnie niskie, wpływ fosforu na ChZT, pomimo wysokiego współczynnika w modelu, może nie być istotny. Aby określić faktyczny wpływ poszczególnych parametrów, przeprowadzono osobne obliczenia istotności wpływu, które zostały zawarte w rozdziale 4.3 „Istotność cech (feature importance)”.

### 4.3 Istotność cech (feature importance)

Obliczanie istotności wpływu (feature importance) pozwala określić, które zmienne niezależne (cechy) mają największy wpływ na zmienną zależną, którą modelujemy. W kontekście oczyszczalni ścieków może to być np. ocena wpływu różnych parametrów ścieków (stężeń zanieczyszczeń, przepływu) na wynikową wartość stężenia azotu (lub innych zanieczyszczeń) w ściekach oczyszczonych. Można także sprawdzać istniejące powiązania między parametrami samych ścieków dopływających.

Obliczenie istotności wpływu pozwala ustalić, które parametry (np. ChZT, BZT<sub>5</sub>, ilość ścieków) mają największy wpływ na wynik modelu. Istotność wpływu może być również zaprezentowana w formie graficznej, co umożliwia szybkie i intuicyjne zrozumienie, które czynniki są kluczowe.

Metoda Feature Importance (ważność zmiennych, istotność cech) jest techniką używaną do oceny wpływu poszczególnych zmiennych niezależnych na wynik modelu, szczególnie w kontekście modeli opartych na drzewach decyzyjnych, takich jak Random Forest (las losowy), Gradient Boosting czy inne algorytmy uczące się na podstawie podziałów danych.

W klasycznych modelach, takich jak regresja liniowa, wpływ zmiennych jest określany za pomocą współczynników regresji. Jednak w modelach opartych na drzewach decyzyjnych, współczynniki nie mają takiej formy – drzewo decyzyjne działa, dzieląc dane na mniejsze podzbiory na podstawie wartości zmiennych niezależnych, co ostatecznie poprawia zdolność modelu do przewidywania zmiennej zależnej. W takich modelach można ocenić, które zmienne niezależne najbardziej poprawiają jakość predykcji modelu (np. poprzez minimalizowanie błędów lub zwiększanie zdolności wyjaśniania zmiennej zależnej). Ważność zmiennej jest mierzona przez to, jak bardzo jej użycie w podziałach drzewa decyzyjnego poprawia dokładność modelu.

Random Forest jest zespołem (ensemble) drzew decyzyjnych, który działa na zasadzie tworzenia wielu drzew, z których każde uczy się na losowo wybranym podzbiórze danych oraz losowej próbkce zmiennych niezależnych. Dla każdego drzewa można obliczyć ważność zmiennych, a wynik dla całego lasu losowego jest średnią ważności z wszystkich drzew.

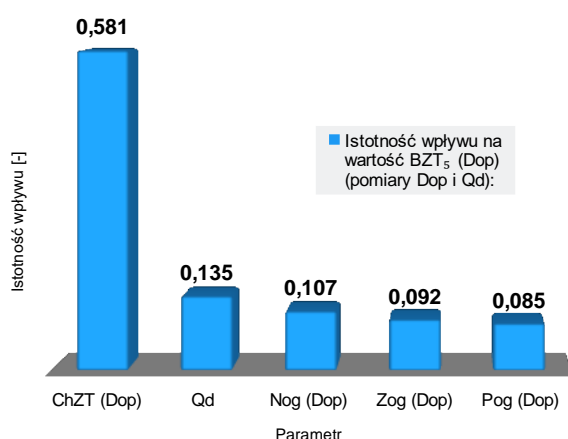
Etapy obliczania istotności cech metodą Random Forest:

## BILANS OBCIĄŻENIA OCZYSZCZALNI – STĘŻENIA I ŁADUNKI ZANIECZYSZCZEŃ

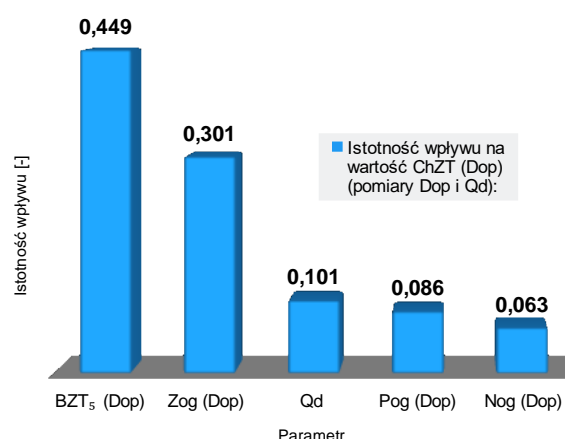
1. **Budowanie lasu losowego:** Model Random Forest buduje setki lub tysiące drzew decyzyjnych. Każde drzewo jest zbudowane na losowym podzbiorze danych i zmiennych.
2. **Podziały na podstawie zmiennych:** Drzewa wybierają zmienne, które maksymalnie redukują miarę „nieczystości modelu” (impurity). Im częściej dana zmienna jest używana w podziałach, tym bardziej istotna jest dla modelu.
3. **Obliczanie ważności:** Po zakończeniu treningu lasu losowego, dla każdej zmiennej mierzy się, jak często i w jakim stopniu przyczyniła się do poprawy modelu. Wynikowa miara to **ważność zmiennej** (Feature Importance) czyli istotność wpływu danej cechy na cechę badaną, wyrażona często jako procentowy udział w wyjaśnieniu zmienności danych przez model.

### 4.3.1 Obliczenia istotności cech dla ścieków dopływających

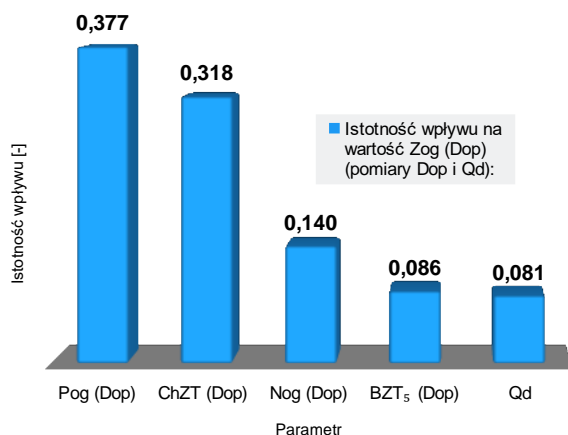
Wyniki obliczeń feature importance zamieszczono w postaci graficznej na wykresach poniżej.



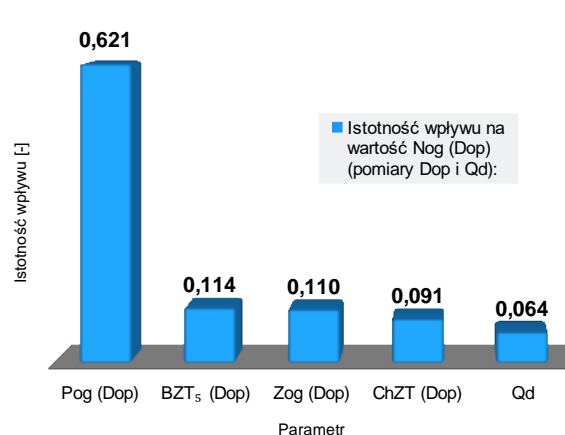
Rysunek 6. Istotność wpływu parametrów ścieków dopływających na wartość BZT<sub>5</sub>



Rysunek 7. Istotność wpływu parametrów ścieków dopływających na wartość ChZT

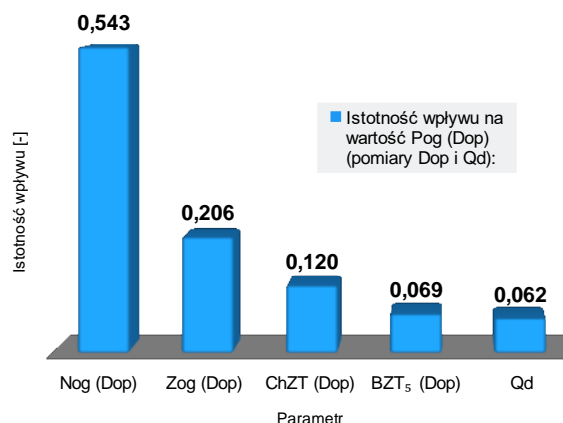


Rysunek 8. Istotność wpływu parametrów ścieków dopływających na wartość Zog



Rysunek 9. Istotność wpływu parametrów ścieków dopływających na wartość Nog

## BILANS OBCIĄŻENIA OCZYSZCZALNI – STĘŻENIA I ŁADUNKI ZANIECZYSZCZEŃ



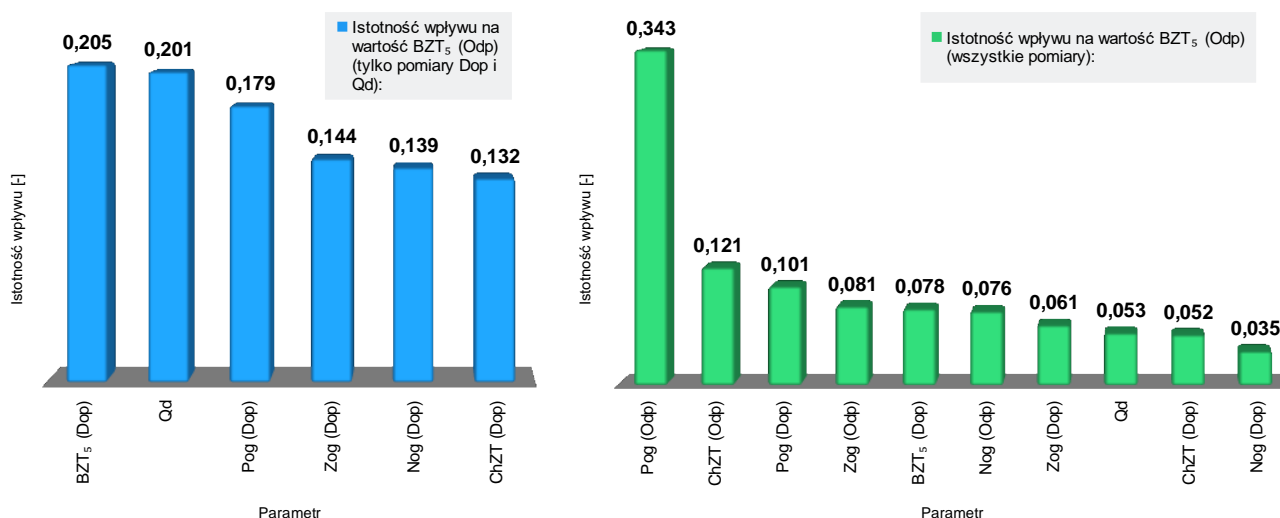
Rysunek 10. Istotność wpływu parametrów ścieków dopływających na wartość Pog

### 4.3.2 Obliczenia istotności cech dla ścieków oczyszczonych

Obliczenia istotności cech wykonano dla dwóch zestawów danych – parametrów niezależnych:

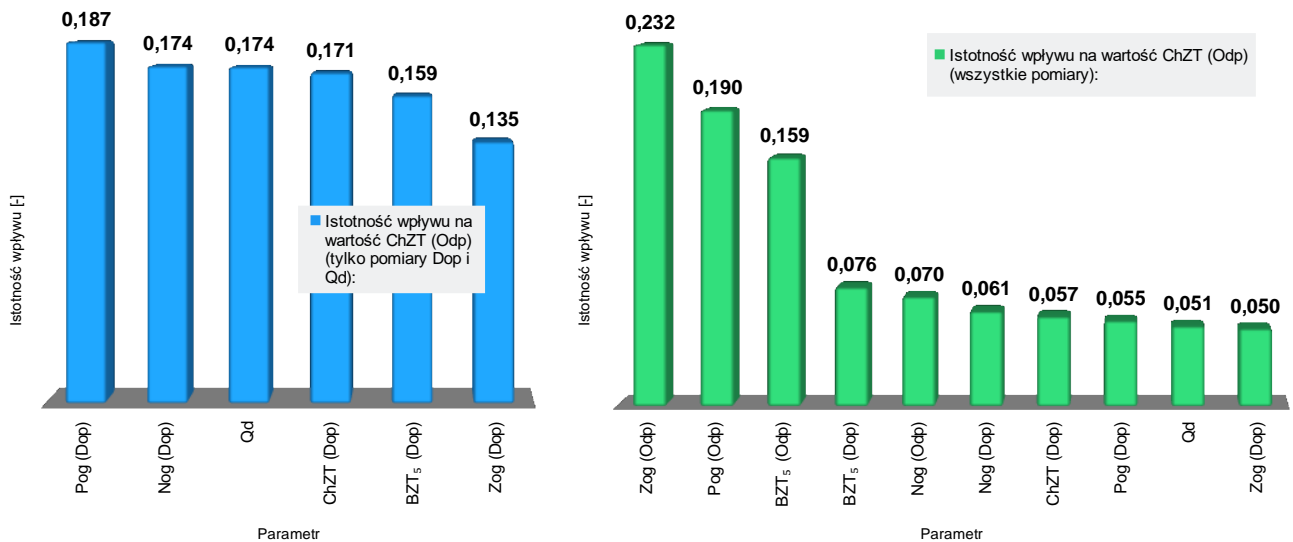
1. Tylko parametry ścieków dopływających. Obliczono w ten sposób siłę powiązania parametru ścieków oczyszczonych z parametrami ścieków dopływających.
2. Parametry ścieków dopływających do oczyszczalni oraz ścieków oczyszczonych. Obliczono w ten sposób siłę powiązania parametru ścieków oczyszczonych z parametrami ścieków dopływających oraz efektami oczyszczania.

Wyniki obliczeń feature importance zamieszczono w postaci graficznej na wykresach poniżej.

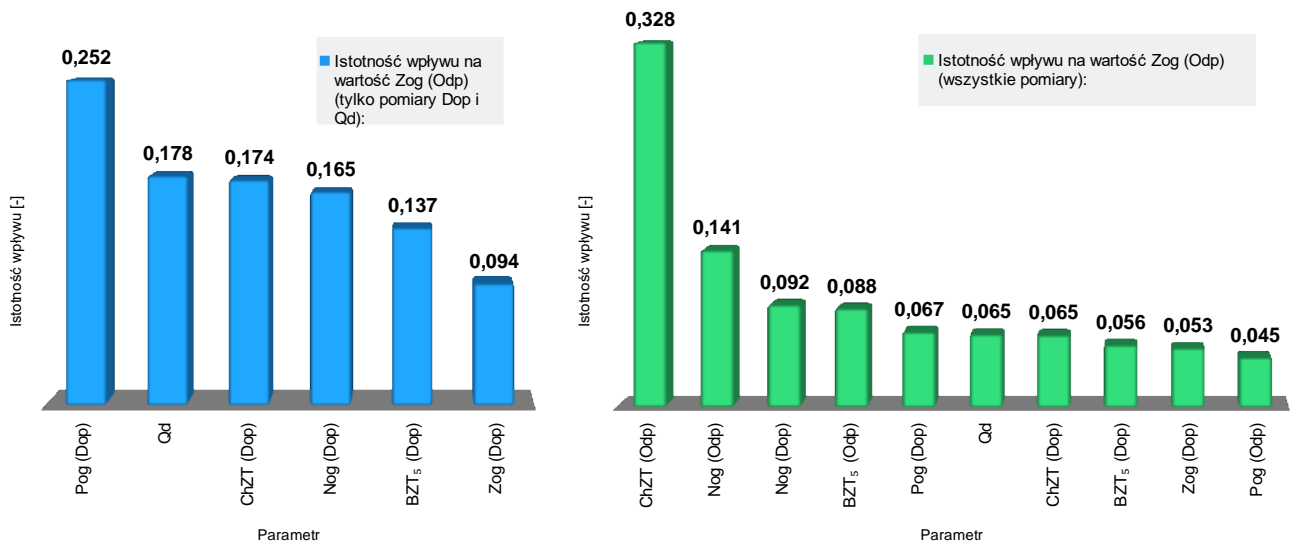


Rysunek 11. Istotność wpływu parametrów ścieków dopływających i oczyszczonych na wartość BZT<sub>5</sub> ścieków oczyszczonych

### BILANS OBCIĄŻENIA OCZYSZCZALNI – STĘŻENIA I ŁADUNKI ZANIECZYSZCZEŃ

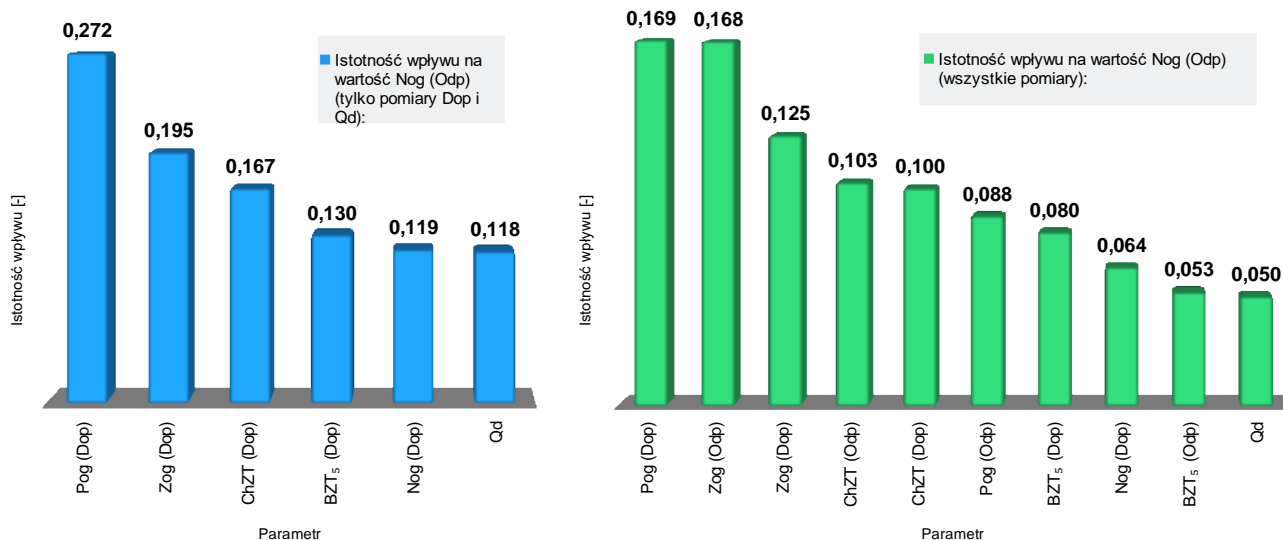


Rysunek 12. Istotność wpływu parametrów ścieków doływających i oczyszczonych na wartość ChZT ścieków oczyszczonych

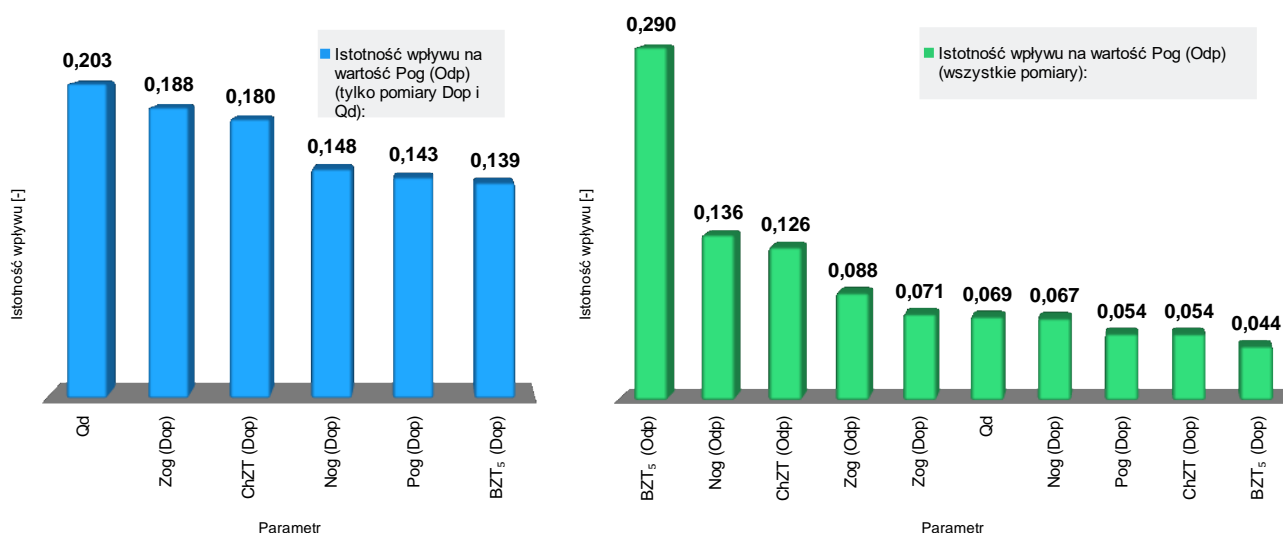


Rysunek 13. Istotność wpływu parametrów ścieków doływających i oczyszczonych na stężenie Zog w ściekach oczyszczonych

### BILANS OBCIĄŻENIA OCZYSZCZALNI – STĘŻENIA I ŁADUNKI ZANIECZYSZCZEŃ



Rysunek 14. Istotność wpływu parametrów ścieków doptywających i oczyszczonych na stężenie Nog w ściekach oczyszczonych



Rysunek 15. Istotność wpływu parametrów ścieków doptywających i oczyszczonych na stężenie Pog w ściekach oczyszczonych

## 5 Ładunki zanieczyszczeń w doptywie do oczyszczalni

Poniżej, w tabeli przedstawiono wybrane dane statystyczne dla ładunków zanieczyszczeń w ściekach doptywających do oczyszczalni oraz obliczenie **ładunków miarodajnych do wymiarowania urządzeń oczyszczalni** - 85 percentyl ładunków.

Pełna tabela obliczeń ładunków znajduje się w załącznikach, punkt 10.4, strona 24.

Tabela 6. Wybrane dane statystyczne dla ładunków zanieczyszczeń w ściekach doptywających do oczyszczalni. Obliczenie 85 percentyla ładunków i RLM

Parametr	Ł BZT <sub>5</sub> (Dop)	Ł ChZT (Dop)	Ł Zog (Dop)	Ł Nog (Dop)	Ł Pog (Dop)	Jednostka
Średnia	6 369,59	16 216,14	8 051,68	1 775,28	282,79	kg O <sub>2</sub> /d, kg/d
Mediana	5 958,95	15 843,71	6 864,00	1 674,74	253,14	kg O <sub>2</sub> /d, kg/d
Odchylenie standardowe	2 670,84	5 472,75	4 424,73	553,23	121,82	kg O <sub>2</sub> /d, kg/d



**BILANS OBCIĄŻENIA OCZYSZCZALNI – STĘŻENIA I ŁADUNKI ZANIECZYSZCZEŃ**

Parametr	Ł BZT <sub>5</sub> (Dop)	Ł ChZT (Dop)	Ł Zog (Dop)	Ł Nog (Dop)	Ł Pog (Dop)	Jednostka
Współczynnik zmienności	41,93%	33,75%	54,95%	31,16%	43,08%	%
Kurtoza	7,83	1,33	6,75	2,88	3,91	-
Skośność	2,02	0,85	2,24	1,39	1,74	-
Zakres	18 804,00	29 359,40	26 719,90	3 291,98	738,92	kg O <sub>2</sub> /d, kg/d
Minimum	1 944,00	5 114,20	2 003,30	853,83	81,51	kg O <sub>2</sub> /d, kg/d
Maksimum	20 748,00	34 473,60	28 723,20	4 145,80	820,43	kg O <sub>2</sub> /d, kg/d
85 percentyl	8 074,27	20 709,86	10 623,04	2 206,19	380,97	kg O <sub>2</sub> /d, kg/d
90 percentyl	9 365,04	22 015,97	12 070,97	2 484,02	453,40	kg O <sub>2</sub> /d, kg/d
95 percentyl	9 864,82	28 248,63	16 605,62	2 949,32	527,31	kg O <sub>2</sub> /d, kg/d
Trend roczny	420,92	-11,94	-752,32	25,20	-21,09	kg O <sub>2</sub> /d rocznie, kg/d rocznie
Liczba pomiarów	108,00	108,00	108,00	108,00	108,00	-
Proporcja do ChZT	0,3928	1,0000	0,4965	0,1095	0,0174	-
Ładunki miarodajne, 85 percentyl	8 134,70	20 709,86	10 282,92	2 267,23	361,15	kg O <sub>2</sub> /d, kg/d
Ładunki jednostkowe	60	120	70	11	1,8	g/mk*d
RLM dla wartości średniej	106 159,90	135 134,47	115 024,06	161 388,90	157 103,18	RLM
RLM dla ładunków miarodajnych (85 percentyl)	135 578,29	172 582,13	146 898,84	206 112,02	200 638,68	RLM

We wszystkich przypadkach (od BZT<sub>5</sub> po fosfor) mediana jest niższa od wartości średniej co wskazuje na pewną liczbę wyników obliczeń ładunków wysokich, podnoszących wartość średnią. Mediana nie bierze pod uwagę takich wartości dzieląc zbiór obliczonych wartości na pół pod względem liczby wierszy a nie wartości w tych wierszach.

Współczynnik zmienności ładunków (odchylenie standardowe / wartość średnia) jest wysoki, wyższy niż dla pomiarów stężeń, ponieważ kumulują się efekty zmienności stężeń i przepływów.

Kurtoza, wszędzie dodatnia, oznacza efekt wyższego środka rozkładu niż w typowym rozkładzie normalnym przy jednoczesnej większej ilości przypadków skrajnych, w tym wypadku zwłaszcza wysokich ładunków, mniej niskich.

Skośność dodatnia oznacza ogon rozkładu jest dłuższy po prawej stronie, czyli potwierdzenie faktu istnienia pewnej ilości przypadków wysokich ładunków.

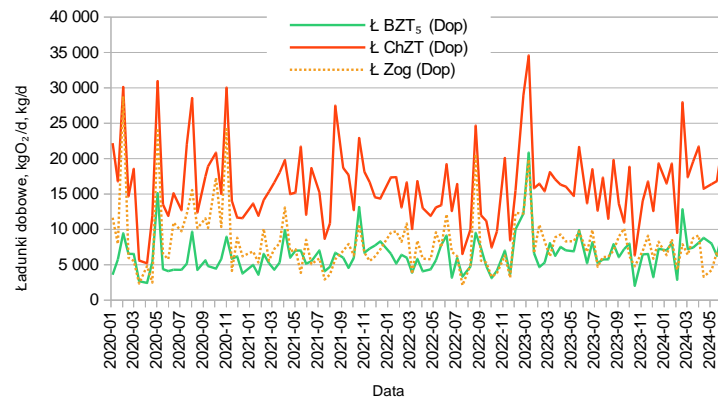
Więcej szczegółów odnośnie częstości występowania ładunków w poszczególnych zakresach zamieszczono w rozdziale 7 od strony 17.

Wartość RLM została obliczona dla każdego parametru osobno. Wielkość oczyszczalni wyznacza się na podstawie RLM wyznaczonej wg BZT<sub>5</sub>, pozostałe wartości pomagają w ocenie na ile skład ścieków przypomina skład „typowy” wg ATV. Na podstawie obliczeń RLM łatwo można wyciągnąć wniosek, że ścieki charakteryzują się niskim BZT<sub>5</sub>, podwyższonym ładunkiem ChZT oraz szczególnie wysokim ładunkiem azotu i fosforu. Ilość zawiesiny można określić jako „w normie” w stosunku do BZT<sub>5</sub>. Jednak skoro wszystkie parametry są względem BZT<sub>5</sub> podwyższone oznacza to raczej, że to BZT<sub>5</sub> jest nietypowo niskie. Zostało to już opisane przy okazji analizy stężeń zanieczyszczeń.

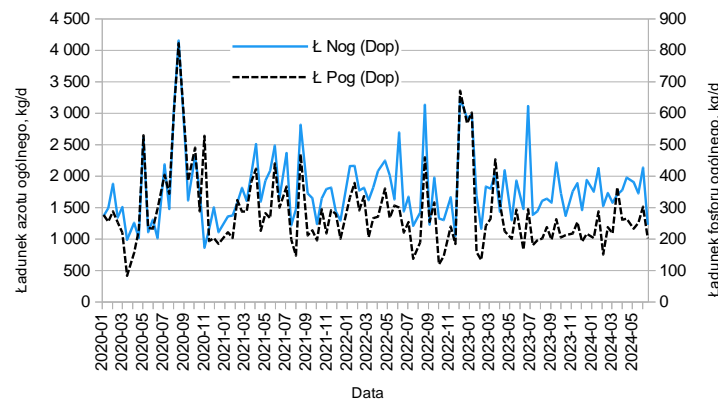
Analizując wartości z tabeli ładunków należy pamiętać, że ładunki te zawierają odcieki własne.

## BILANS OBCIĄŻENIA OCZYSZCZALNI – STĘŻENIA I ŁADUNKI ZANIECZYSZCZEŃ

### 6 Graficzne przedstawienie ładunków zanieczyszczeń



Rysunek 16. Ładunki BZT<sub>5</sub>, ChZT i zawiesiny ogólnej w ściekach doływających do oczyszczalni.

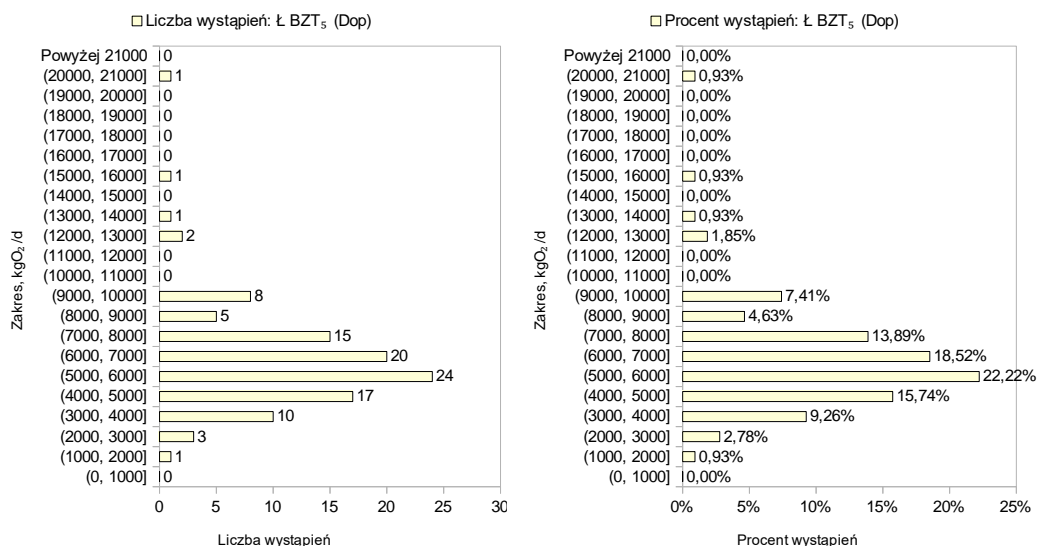


Rysunek 17. Ładunki azotu ogólnego i fosforu ogólnego w ściekach doływających do oczyszczalni.

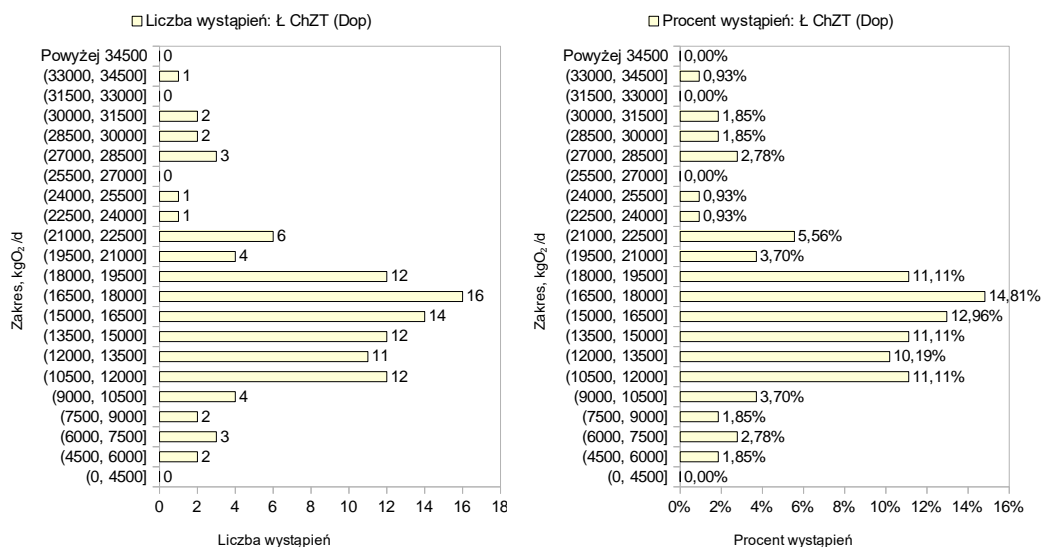
### 7 Częstości występowania ładunków

Na poniższych wykresach przedstawiono częstości występowania ładunków poszczególnych zanieczyszczeń w ściekach doływających do oczyszczalni.

## BILANS OBCIĄŻENIA OCZYSZCZALNI – STĘŻENIA I ŁADUNKI ZANIECZYSZCZEŃ

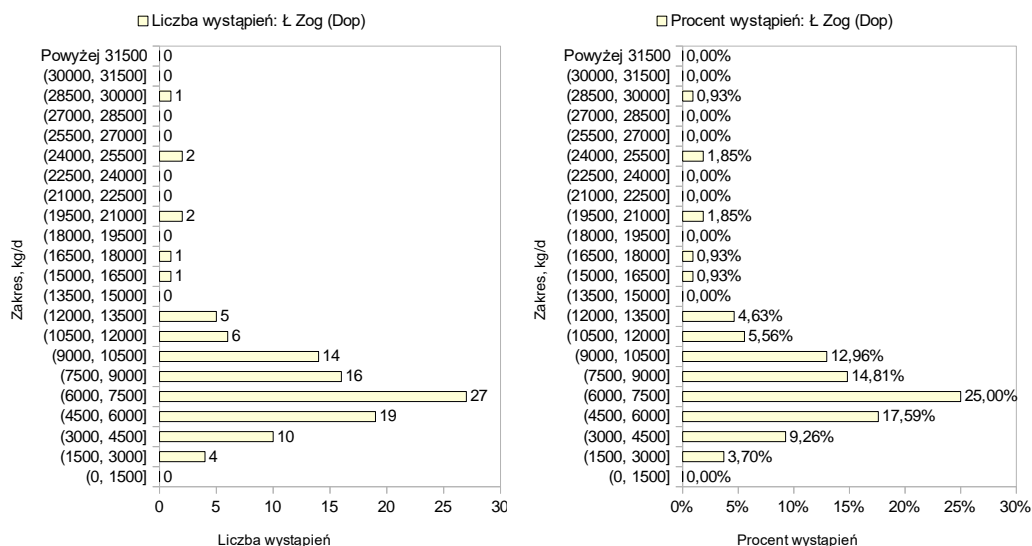


Rysunek 18. Częstość występowania ładunków BZT<sub>5</sub>

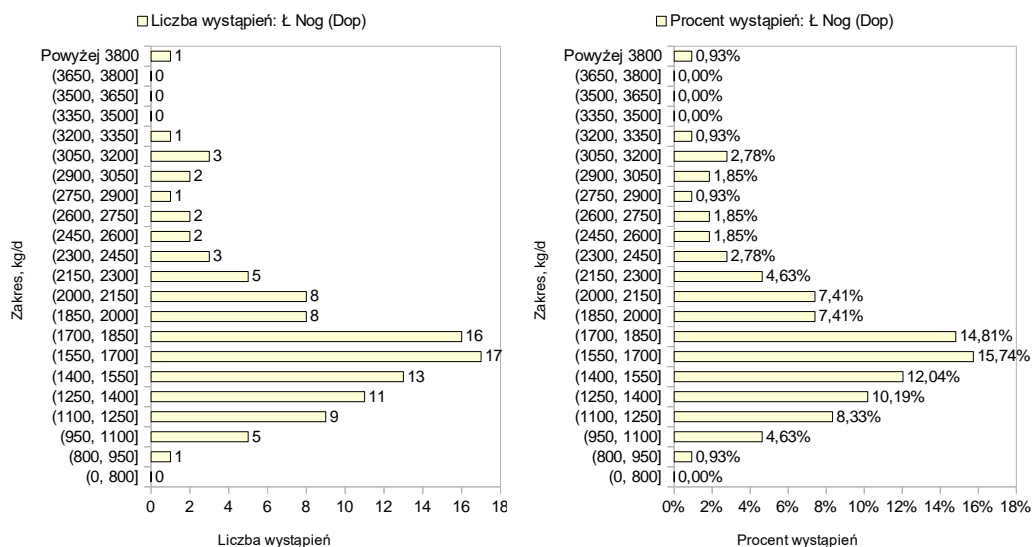


Rysunek 19. Częstość występowania ładunków ChZT

## BILANS OBCIĄŻENIA OCZYSZCZALNI – STĘŻENIA I ŁADUNKI ZANIECZYSZCZEŃ

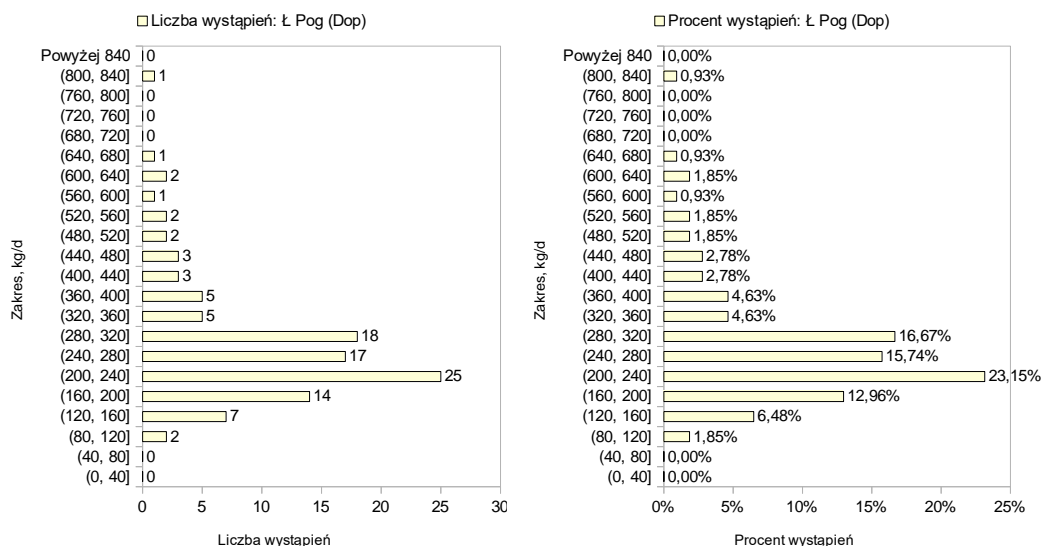


Rysunek 20. Częstość występowania ładunków zawiesiny ogólnej



Rysunek 21. Częstość występowania ładunków azotu ogólnego

## BILANS OBCIĄŻENIA OCZYSZCZALNI – STĘŻENIA I ŁADUNKI ZANIECZYSZCZEŃ



Rysunek 22. Częstość występowania ładunków fosforu ogólnego

## 8 Ładunki: korelacje

W tabelach poniżej zamieszczono wyniki obliczeń korelacji dla ładunków zanieczyszczeń i ilości ścieków.

Tabela 7. Korelacje Pearsona – macierz korelacji dla ładunków zanieczyszczeń i ilości ścieków

	Qd	Ł BZT <sub>5</sub> (Dop)	Ł ChZT (Dop)	Ł Zog (Dop)	Ł Nog (Dop)	Ł Pog (Dop)
Qd		0,507	0,588	0,579	0,595	0,441
BZT <sub>5</sub> (Dop)	0,507		0,768	0,543	0,450	0,446
ChZT (Dop)	0,588	0,768		0,706	0,435	0,535
Zog (Dop)	0,579	0,543	0,706		0,419	0,606
Nog (Dop)	0,595	0,450	0,435	0,419		0,779
Pog (Dop)	0,441	0,446	0,535	0,606	0,779	

Tabela 8. Korelacje rang Spearmana – macierz korelacji dla ładunków zanieczyszczeń i ilości ścieków

	Qd	Ł BZT <sub>5</sub> (Dop)	Ł ChZT (Dop)	Ł Zog (Dop)	Ł Nog (Dop)	Ł Pog (Dop)
Qd		0,476	0,490	0,385	0,567	0,400
BZT <sub>5</sub> (Dop)	0,476		0,671	0,409	0,454	0,405
ChZT (Dop)	0,490	0,671		0,569	0,467	0,540
Zog (Dop)	0,385	0,409	0,569		0,455	0,630
Nog (Dop)	0,567	0,454	0,467	0,455		0,691
Pog (Dop)	0,400	0,405	0,540	0,630	0,691	

Na siłę korelacji wpływa fakt, że ładunki są obliczane jako iloczyn stężenia i przepływu, gdzie przepływ jest jednakowy dla wszystkich stężeń z danego dnia. Stąd wynika różnica pomiędzy wartościami korelacji obliczonymi dla samych stężeń a korelacjami między ładunkami. Największa różnica między korelacjami obliczonymi dla stężeń i dla ładunków przejawia się we wzajemnym wpływie ilości ścieków i pozostałymi parametrami. Korelacja między ilością ścieków (Qd) a ładunkami jest rzeczą oczywistą i w idealnym przypadku powinna wynosić 1. Niższe wartości korelacji oznaczają w tym miejscu fakt, że wartości ładunków nie zależą wyłącznie od ilości ścieków, czyli istnieje zmienność stężenia niezależna od przepływu.

Z technologicznego punktu widzenia istotne są silne związki między ładunkami azotu i fosforu oraz pozytywny fakt istnienia dodatniej korelacji między ilością azotu a BZT<sub>5</sub>.

## BILANS OBCIĄŻENIA OCZYSZCZALNI – STĘŻENIA I ŁADUNKI ZANIECZYSZCZEŃ

### 9 Podsumowanie

- 1) Wartości wskaźników i stężeń zanieczyszczeń nie wykazują wyraźnych trendów wzrostowych – wzrasta jedynie BZT<sub>5</sub> co w kontekście relacji BZT<sub>5</sub> do pozostałych wskaźników jest zjawiskiem pozytywnym.
- 2) Oczyszczalnia pracuje w warunkach obciążenia wyraźnie powyżej 100 000 RLM średnio. Średni ładunek BZT<sub>5</sub> wynosi nieco ponad 106 tys. RLM ale bardziej miarodajne dla określenia warunków pracy oczyszczalni są ładunki pozostałych składników zanieczyszczeń: ChZT ponad 135 tys. RLM, azot i fosfor w okolicy 160 tys. RLM. Ładunki tutaj wymienione dotyczą pomiarów zawierających już odcieki własne co oznacza, że zarówno ilość zanieczyszczeń poszczególnych składników w ściekach doptywających do oczyszczalni są tak naprawdę niższe a wzajemne relacje między np. BZT<sub>5</sub> i azotem nie aż tak złe – choć z pewnością niekorzystne.
- 3) Ładunki miarodajne do wymiarowania urządzeń oczyszczalni określa się jako 85 percentyl ładunków, czyli są to ładunki wyższe niż wartości średnie. Wartości tych ładunków wyszczególniono w tabeli 1 na stronie 4. Równoważna Liczba Mieszkańców (RLM) obliczona wg BZT<sub>5</sub> wyniosła ponad 135 tys. RLM, ChZT ponad 172 tys. a azot i fosfor ponad 200 tys. – z zastrzeżeniem, że ładunki te zawierają odcieki.
- 4) Wykryta dodatnia korelacja między stężeniem azotu i BZT<sub>5</sub> jest zjawiskiem pożądanym.
- 5) Silny związek między stężeniami zawiesiny i fosforu ogólnego, wykazany np. jako istotność wpływu (feature importance) sugeruje, że intensywna sedimentacja w osadniku wstępnym usunie sporo fosforu, jednocześnie słaby związek stężenia azotu z zawiesiną sugeruje, że azot nie bardzo się w osadniku wstępnym usunie. Dodatkowo: z analizy istotności wpływu wynika, że razem z zawiesiną w osadniku wstępnym usuwane jest wyraźnie więcej ChZT niż BZT<sub>5</sub>.
- 6) Proporcja ChZT / BZT<sub>5</sub> wynosząca „literaturowo” 2, w przypadku oczyszczalni w Rybniku wyniosła 2,67 co jest niekorzystne lecz z biegiem czasu proporcja ta raczej ulega poprawie niż pogorszeniu. Ma to związek z niewielkim podwyższeniem ładunku BZT<sub>5</sub> doptywającego do oczyszczalni w ostatnim okresie.
- 7) Na oczyszczalni nie wykonuje się pomiarów we wszystkie dni tygodnia (wyłączenie we wtorki) co jest częstą praktyką, ale wnosi to dodatkową niepewność co do reprezentatywności wyników pomiarów.

### 10 Załączniki

#### 10.1 Zastosowane skróty

W niniejszym opracowaniu zastosowano następujące skróty, często powtarzające się w tabelach i na wykresach:

Skrót	Znaczenie	Jednostka
BZT <sub>5</sub> (Dop), BZT <sub>5</sub> (Odp)	Biochemiczne zapotrzebowanie tlenu w ściekach doptywających (Dop) i oczyszczonych (Odp)	g O <sub>2</sub> /m <sup>3</sup>
ChZT (Dop), ChZT (Odp)	Chemiczne zapotrzebowanie tlenu w ściekach doptywających (Dop) i oczyszczonych (Odp)	g O <sub>2</sub> /m <sup>3</sup>
Z <sub>og</sub> (Dop), Z <sub>og</sub> (Odp)	Zawiesina ogólna w ściekach doptywających (Dop) i oczyszczonych (Odp)	g/m <sup>3</sup>
N <sub>og</sub> (Dop), N <sub>og</sub> (Odp)	Azot ogólny w ściekach doptywających (Dop) i oczyszczonych (Odp)	g/m <sup>3</sup>
P <sub>og</sub> (Dop), P <sub>og</sub> (Odp)	Fosfor ogólny w ściekach doptywających (Dop) i oczyszczonych (Odp)	g/m <sup>3</sup>
Ł BZT <sub>5</sub> (Dop)	Ładunek zanieczyszczeń organicznych wyrażony jako biochemiczne zapotrzebowanie tlenu w ściekach doptywających	kg O <sub>2</sub> /d
Ł ChZT (Dop)	Ładunek zanieczyszczeń organicznych wyrażony jako chemiczne zapotrzebowanie tlenu w ściekach doptywających	kg O <sub>2</sub> /d
Ł Z <sub>og</sub> (Dop)	Ładunek zawiesiny ogólnej w ściekach doptywających	kg/d
Ł N <sub>og</sub> (Dop)	Ładunek azotu ogólnego w ściekach doptywających	kg/d
Ł P <sub>og</sub> (Dop)	Ładunek fosforu ogólnego w ściekach doptywających	kg/d

#### 10.2 Wyjaśnienie niektórych pojęć i terminów

- **Mediana:** Jest to wartość, która dzieli zbiór danych na dwie równe części: połowa obserwacji jest mniejsza lub równa medianie, a druga połowa jest większa lub równa medianie. Mediana bywa bardziej reprezentatywna od średniej, gdy mamy do czynienia z asymetrycznym rozkładem danych lub wartościami odstającymi.

### BILANS OBCIĄŻENIA OCZYSZCZALNI – STĘŻENIA I ŁADUNKI ZANIECZYSZCZEŃ

- **Odchylenie standardowe:** Jest to miara rozproszenia danych wokół średniej arytmetycznej. Informuje, jak bardzo wartości w zbiorze różnią się od średniej: im mniejsze odchylenie standardowe, tym dane są bliżej średniej; im większe, tym bardziej rozproszone. W rozkładzie normalnym około 68% wartości znajduje się w granicach jednego odchylenia standardowego od średniej, a około 95% w granicach dwóch odchyleni.
- **Współczynnik zmienności:** Jest to miara względnej zmienności, wyrażająca stosunek odchylenia standardowego do średniej arytmetycznej, często wyrażana w procentach. Pozwala porównać zmienność między różnymi zestawami danych, niezależnie od ich jednostek. Wyższy współczynnik oznacza większą zmienność względem średniej.
- **Kurtoza:** Jest to miara "spiczastości" rozkładu danych oraz tego, jak wiele wartości znajduje się w ogonach. W rozkładzie o wysokiej kurtozie (dodatniej) widzimy pozornie sprzeczną cechę: rozkład ma bardziej stromy i wyższy szczyt w centrum, a jednocześnie większą liczbę wartości skrajnych w odległych częściach rozkładu (grubsze ogony). Oznacza to, że większość danych jest bardzo blisko średniej, ale istnieje większa szansa na wystąpienie wartości ekstremalnych. Niska kurtoza (ujemna) wskazuje na bardziej płaski rozkład, w którym wartości są mniej skupione wokół średniej, a skrajne obserwacje są mniej prawdopodobne (cieńsze ogony). Kurtoza rozkładu normalnego wynosi 0.
- **Skośność:** Jest to miara asymetrii rozkładu danych. Jeśli skośność jest dodatnia, ogon rozkładu jest dłuższy po prawej stronie (więcej wartości mniejszych od średniej); jeśli ujemna, ogon jest dłuższy po lewej stronie (więcej wartości większych od średniej). Skośność równa zero oznacza symetryczny rozkład, jak w przypadku rozkładu normalnego.
- **85. percentyl:** Jest to wartość w zbiorze danych, poniżej której znajduje się 85% wszystkich obserwacji. Innymi słowy, 85% danych jest mniejszych lub równych tej wartości, a 15% jest większych.

## 10.3 Tabela pomiarów wskaźników i stężeń zanieczyszczeń w ściekach dopływających i oczyszczonych

Tabela 9. Wyniki pomiarów wskaźników i stężeń zanieczyszczeń w ściekach dopływających i oczyszczonych.

Data	BZT <sub>5</sub> (Dop)	ChZT (Dop)	Zog (Dop)	Nog (Dop)	Pog (Dop)	BZT <sub>5</sub> (Odp)	ChZT (Odp)	Zog (Odp)	Nog (Odp)	Pog (Odp)
	g O <sub>2</sub> /m <sup>3</sup>		g/m <sup>3</sup>			g O <sub>2</sub> /m <sup>3</sup>		g/m <sup>3</sup>		
07/08.01.2020	231,00	1 457,00	762,00	89,40	18,10	10,60	37,50	23,20	5,77	0,70
21/22.01.2020	372,00	1 095,00	514,00	97,20	16,60	3,50	23,80	7,60	7,19	0,20
04/05.02.2020	229,00	736,00	704,00	45,80	7,01	5,50	49,70	11,40	8,39	0,37
18/19.02.2020	416,00	940,00	380,00	85,90	16,20	4,20	40,00	10,80	8,87	0,47
03/04.03.2020	333,00	955,00	282,00	77,60	11,30	4,20	32,00	14,20	8,31	0,39
17/18.03.2020	146,00	311,00	128,00	55,30	4,60	7,70	47,00	9,20	8,86	0,46
07/08.04.2020	129,00	281,00	260,00	68,60	8,48	6,40	43,00	21,00	7,33	0,48
21/22.04.2020	332,00	739,00	150,00	63,00	14,10	6,10	48,00	5,20	8,77	0,50
05/06.05.2020	575,00	1 181,00	926,00	99,60	20,20	6,50	54,00	15,50	6,38	0,47
19/20.05.2020	274,00	857,00	410,00	70,20	14,90	7,20	52,00	12,60	7,94	0,44
02/03.06.2020	231,00	680,00	328,00	74,70	13,30	5,70	45,00	10,40	7,37	0,94
16/17.06.2020	237,00	845,00	612,00	56,50	16,60	5,80	50,00	11,20	8,26	0,57
07/08.07.2020	241,00	725,00	554,00	125,00	23,10	5,40	44,00	8,40	7,61	0,94
21/22.07.2020	281,00	1 218,00	672,00	81,50	19,00	5,10	64,00	14,80	7,94	0,61
04/05.08.2020	286,00	850,00	462,00	92,20	18,10	5,90	50,00	17,60	6,07	0,28
18/19.08.2020	192,00	564,00	462,00	190,00	37,60	5,70	46,00	11,00	6,50	0,52
08/09.09.2020	308,00	967,00	638,00	132,00	28,00	4,50	46,00	11,20	5,12	0,75
15/16.09.2020	266,00	1 060,00	570,00	90,50	21,60	4,40	44,00	12,00	5,06	0,97
06/07.10.2020	225,00	1 070,00	888,00	119,00	25,20	5,80	32,00	9,60	3,80	0,69
20/21.10.2020	248,00	647,00	444,00	75,70	12,40	5,20	26,60	6,80	5,77	0,98
03/04.11.2020	441,00	1 490,00	1 198,00	42,50	26,20	5,40	41,00	7,20	5,87	1,04
17/18.11.2020	312,00	755,00	220,00	62,20	10,40	4,80	46,00	13,80	7,56	0,50
01/02.12.2020	342,00	650,00	490,00	83,90	11,30	6,50	25,00	7,80	7,99	0,28
15/16.12.2020	201,00	628,00	334,00	60,10	9,99	7,40	37,00	11,60	8,96	0,38



**BILANS OBCIĄŻENIA OCZYSZCZALNI – STĘŻENIA I ŁADUNKI ZANIECZYSZCZEŃ**

Data	BZT <sub>5</sub> (Dop)	ChZT (Dop)	Zog (Dop)	Nog (Dop)	Pog (Dop)	BZT <sub>5</sub> (Odp)	ChZT (Odp)	Zog (Odp)	Nog (Odp)	Pog (Odp)
	g O <sub>2</sub> /m <sup>3</sup>		g/m <sup>3</sup>			g O <sub>2</sub> /m <sup>3</sup>		g/m <sup>3</sup>		
12/13.01.2021	269,00	746,00	374,00	74,30	12,10	6,60	18,40	7,80	8,91	0,37
26/27.01.2021	176,00	593,00	262,00	68,30	10,10	5,60	48,00	10,60	10,40	0,38
09/10.02.2021	300,00	655,00	466,00	73,10	15,00	8,90	44,00	11,60	13,10	0,49
23/24.02.2021	230,00	684,00	246,00	80,90	12,80	7,40	53,00	6,40	8,46	0,41
09/10.03.2021	212,00	832,00	360,00	80,50	14,40	0,70	43,50	15,00	7,62	0,40
23/24.03.2021	270,00	927,00	410,00	105,00	19,70	5,00	44,60	22,00	10,60	0,80
06/07.04.2021	460,00	925,00	610,00	117,40	19,80	6,00	35,10	10,00	9,40	0,48
20/21.04.2021	280,00	704,00	320,00	75,00	10,60	7,00	39,60	16,00	9,10	0,58
04/05.05.2021	360,00	787,00	370,00	100,00	14,60	7,00	38,80	13,00	9,70	0,41
18/19.05.2021	220,00	687,00	120,00	66,00	8,40	8,00	32,40	17,00	9,80	0,40
01/02.06.2021	240,00	569,00	400,00	117,50	20,80	7,00	31,40	7,70	9,10	0,29
15/16.06.2021	270,00	926,00	250,00	82,00	14,90	9,00	42,60	20,00	7,80	0,53
06/07.07.2021	370,00	811,00	310,00	126,00	19,50	14,00	49,50	26,00	9,50	0,62
20/21.07.2021	240,00	515,00	170,00	72,50	11,80	9,00	38,30	16,00	7,40	0,44
03/04.08.2021	270,00	628,00	206,00	85,50	8,50	7,00	35,60	9,00	8,90	0,39
17/18.08.2021	220,00	912,00	190,00	93,50	15,60	9,00	21,50	10,00	9,20	0,33
07/08.09.2021	310,00	975,00	360,00	90,00	11,00	5,00	28,50	8,00	9,30	0,42
21/22.09.2021	240,00	944,00	420,00	88,00	12,10	5,00	25,10	10,00	10,00	0,50
05/06.10.2021	340,00	730,00	360,00	71,00	11,20	7,00	34,60	12,00	9,30	0,46
19/20.10.2021	750,00	1 310,00	610,00	94,00	16,80	8,00	28,20	9,00	9,70	0,73
02/03.11.2021	300,00	818,00	300,00	81,00	9,80	6,00	25,80	8,00	6,10	0,34
16/17.11.2021	410,00	945,00	310,00	103,00	16,50	8,00	34,20	17,00	6,40	0,58
30.11/01.12.2021	390,00	738,00	310,00	73,00	14,20	8,00	37,30	10,00	8,10	0,53
14/15.12.2021	440,00	765,00	380,00	69,00	10,70	7,00	32,70	13,00	8,30	0,38
11/12.01.2022	370,00	987,00	540,00	123,00	18,90	6,00	30,60	16,00	8,60	0,49
25/26.01.2022	290,00	987,00	550,00	123,00	21,50	10,00	38,60	30,00	14,70	0,52
08/09.01.2022	340,00	702,00	440,00	95,00	15,60	8,00	43,10	24,00	13,00	0,72
22/23.02.2022	330,00	925,00	600,00	101,00	18,70	9,00	47,50	29,00	8,80	0,80
08/09.03.2022	220,00	576,00	210,00	93,00	11,80	7,00	42,10	16,00	9,80	0,87
225/23.03.2022	310,00	904,00	450,00	98,00	14,30	11,00	61,00	17,00	10,00	0,81
05/06.04.2022	200,00	649,00	290,00	104,00	13,50	9,00	51,30	16,00	8,90	0,79
26/27.04.2022	240,00	665,00	320,00	126,00	20,20	7,00	52,20	12,00	6,60	0,63
10/11.05.2022	310,00	727,00	530,00	112,00	14,80	10,00	44,70	17,00	7,70	0,89
24/25.05.2022	470,00	813,00	450,00	99,00	18,60	14,00	73,30	34,00	8,00	0,93
07/08.06.2022	330,00	698,00	440,00	98,00	10,90	10,00	38,50	13,00	8,60	0,86
21/22.06.2022	180,00	726,00	390,00	83,00	12,70	12,00	55,00	14,00	9,40	0,93
05/06.07.2022	240,00	667,00	250,00	68,00	10,30	12,00	60,00	12,00	7,50	0,95
19/20.07.2022	210,00	418,00	130,00	78,00	8,80	9,00	47,40	11,00	7,20	0,59
09/10.08.2022	300,00	636,00	310,00	91,00	12,10	7,00	32,60	5,50	8,80	0,93
23/24.08.2022	220,00	574,00	480,00	73,00	10,70	7,00	34,80	9,20	9,60	0,88
06/07.09.2022	410,00	673,00	310,00	69,00	14,30	10,00	41,10	10,00	7,40	0,80
20/21.09.2022	280,00	660,00	310,00	117,00	18,70	7,00	42,30	5,40	7,90	0,97
04/05.10.2022	170,00	413,00	180,00	74,00	6,60	10,00	32,30	6,30	8,60	0,92
18/19.10.2022	230,00	544,00	210,00	73,00	8,10	9,00	56,00	8,20	7,40	0,88
08/09.11.2022	400,00	1 160,00	360,00	96,00	13,80	11,00	49,30	10,00	5,90	0,91
22/23.11.2022	210,00	490,00	180,00	61,00	10,70	12,00	42,30	7,40	6,80	0,89
06/07.12.2022	340,00	529,00	420,00	111,00	23,00	10,00	41,70	10,00	6,10	0,73
27/28.12.2022	500,00	1 190,00	500,00	120,00	23,30	9,00	37,40	10,00	8,60	0,95
10/11.01.2023	650,00	1 080,00	620,00	93,00	18,80	15,00	62,50	13,00	6,00	0,81
24/25.01.2023	280,00	672,00	280,00	72,00	6,70	12,00	49,80	10,00	9,20	0,89
07/08.02.2023	230,00	821,00	530,00	58,00	6,60	8,00	49,60	12,00	6,40	0,92

**BILANS OBCIĄŻENIA OCZYSZCZALNI – STĘŻENIA I ŁADUNKI ZANIECZYSZCZEŃ**

Data	BZT <sub>5</sub> (Dop)	ChZT (Dop)	Zog (Dop)	Nog (Dop)	Pog (Dop)	BZT <sub>5</sub> (Odp)	ChZT (Odp)	Zog (Odp)	Nog (Odp)	Pog (Odp)
	g O <sub>2</sub> /m <sup>3</sup>		g/m <sup>3</sup>			g O <sub>2</sub> /m <sup>3</sup>		g/m <sup>3</sup>		
21/22.02.2023	260,00	763,00	410,00	91,00	12,00	8,00	50,50	16,00	6,70	0,91
07/08.03.2023	430,00	974,00	330,00	97,00	14,20	12,00	68,10	29,00	7,00	0,77
21/22.03.2023	260,00	715,00	370,00	86,00	19,00	9,00	51,30	15,00	9,10	0,66
04/05.04.2023	380,00	831,00	470,00	73,00	15,90	13,00	58,80	19,00	7,30	0,87
18/19.04.2023	330,00	758,00	390,00	99,00	10,60	10,00	55,30	14,00	5,80	0,84
09/10.05.2023	380,00	817,00	460,00	72,00	11,10	7,00	37,30	6,00	5,60	0,88
23/04/05.2023	500,00	1 100,00	490,00	98,00	14,90	10,00	43,60	11,00	6,10	0,63
13/04.06.2023	290,00	769,00	380,00	83,00	9,30	10,00	51,00	17,00	8,50	0,81
27/28.06.2023	320,00	729,00	390,00	123,00	11,60	9,00	41,80	12,00	7,10	0,57
11/12.07.2023	310,00	759,00	280,00	83,00	10,80	10,00	52,30	21,00	8,30	0,68
25/26.07.2023	320,00	973,00	340,00	81,00	11,00	11,00	63,30	9,30	5,40	0,56
08/09.08.2023	330,00	664,00	350,00	93,00	11,60	13,00	48,60	11,00	9,40	0,95
22/23.08.2023	440,00	1 110,00	390,00	92,00	13,30	12,00	59,70	19,00	7,30	0,93
05/06.09.2023	370,00	835,00	550,00	97,00	12,10	11,00	45,30	12,00	7,20	0,61
19/20.09.2023	320,00	488,00	450,00	99,00	11,70	10,00	41,50	17,00	7,20	0,89
03/04.10.2023	450,00	1 070,00	350,00	98,00	11,60	9,00	43,90	6,80	9,60	0,86
17/18.10.2023	120,00	385,00	290,00	84,00	13,00	11,00	54,80	16,00	8,70	0,95
07/08.11.2023	390,00	853,00	420,00	107,00	13,20	11,00	36,80	9,10	9,60	0,93
21/22.11.2023	250,00	648,00	350,00	73,00	9,80	12,00	40,80	14,00	7,90	0,95
05/06.12.2023	170,00	672,00	310,00	78,00	10,20	14,00	38,40	16,00	8,20	0,93
19/20.12.2023	360,00	966,00	410,00	97,00	10,80	10,00	41,80	8,60	8,70	0,62
09/10.01.2024	310,00	733,00	280,00	78,00	9,00	11,00	40,30	9,20	6,80	0,48
23/24.01.2024	290,00	698,00	310,00	77,00	10,40	12,00	39,10	8,70	7,70	0,94
06/07.02.2024	120,00	404,00	180,00	65,00	6,40	9,00	35,60	10,00	13,00	0,92
20/21.02.2024	540,00	1 180,00	330,00	73,00	10,00	8,00	44,40	8,00	9,80	0,79
05/06.03.2024	350,00	848,00	310,00	77,00	10,60	10,00	49,00	8,60	7,60	0,63
19/20.03.2024	380,00	1 010,00	450,00	88,00	18,80	7,00	50,00	14,00	9,60	0,73
03/04.04.2024	390,00	1 050,00	440,00	86,00	12,60	12,00	51,60	20,00	9,80	0,96
16/17.04.2024	460,00	827,00	170,00	104,00	13,90	6,00	33,20	6,30	12,00	0,31
07/08.05.2024	400,00	826,00	210,00	96,00	11,70	9,00	41,00	11,00	9,50	0,86
21/22.05.2024	350,00	945,00	380,00	97,00	14,10	10,00	41,10	9,40	9,60	0,83
04/05.06.2024	400,00	920,00	210,00	89,00	12,60	8,00	35,00	8,50	8,90	0,46
18/19.06.2024	420,00	1 030,00	340,00	68,00	11,20	11,00	29,10	10,00	7,70	0,98

## 10.4 Tabela obliczonych wartości ładunków zanieczyszczeń w ściekach dopływających.

Tabela 10. Wartości ładunków zanieczyszczeń w ściekach dopływających

Data	Qd	Ł BZT <sub>5</sub> (Dop)	Ł ChZT (Dop)	Ł Zog (Dop)	Ł Nog (Dop)	Ł Pog (Dop)
	m <sup>3</sup> /d	kg O <sub>2</sub> /d	kg O <sub>2</sub> /d	kg/d	kg/d	kg/d
2020-01-07	15170	3 504,27	22 102,69	11 559,54	1 356,20	274,58
2020-01-21	15260	5 676,72	16 709,70	7 843,64	1 483,27	253,32
2020-02-04	40800	9 343,20	30 028,80	28 723,20	1 868,64	286,01
2020-02-18	15520	6 456,32	14 588,80	5 897,60	1 333,17	251,42
2020-03-03	19330	6 436,89	18 460,15	5 451,06	1 500,01	218,43
2020-03-17	17720	2 587,12	5 510,92	2 268,16	979,92	81,51
2020-04-07	18200	2 347,80	5 114,20	4 732,00	1 248,52	154,34
2020-04-21	16000	5 312,00	11 824,00	2 400,00	1 008,00	225,60
2020-05-05	26130	15 024,75	30 859,53	24 196,38	2 602,55	527,83
2020-05-19	15680	4 296,32	13 437,76	6 428,80	1 100,74	233,63

**BILANS OBCIĄŻENIA OCZYSZCZALNI – STĘŻENIA I ŁADUNKI ZANIECZYSZCZEŃ**

Data	Qd	Ł BZT <sub>5</sub> (Dop)	Ł ChZT (Dop)	Ł Zog (Dop)	Ł Nog (Dop)	Ł Pog (Dop)
	m <sup>3</sup> /d	kg O <sub>2</sub> /d	kg O <sub>2</sub> /d	kg/d	kg/d	kg/d
2020-06-02	17380	4 014,78	11 818,40	5 700,64	1 298,29	231,15
2020-06-16	17760	4 209,12	15 007,20	10 869,12	1 003,44	294,82
2020-07-07	17420	4 198,22	12 629,50	9 650,68	2 177,50	402,40
2020-07-21	18030	5 066,43	21 960,54	12 116,16	1 469,45	342,57
2020-08-04	33480	9 575,28	28 458,00	15 467,76	3 086,86	605,99
2020-08-18	21820	4 189,44	12 306,48	10 080,84	4 145,80	820,43
2020-09-08	17960	5 531,68	17 367,32	11 458,48	2 370,72	502,88
2020-09-15	17750	4 721,50	18 815,00	10 117,50	1 606,38	383,40
2020-10-06	19390	4 362,75	20 747,30	17 218,32	2 307,41	488,63
2020-10-20	23100	5 728,80	14 945,70	10 256,40	1 748,67	286,44
2020-11-03	20090	8 859,69	29 934,10	24 067,82	853,83	526,36
2020-11-17	18440	5 753,28	13 922,20	4 056,80	1 146,97	191,78
2020-12-01	17800	6 087,60	11 570,00	8 722,00	1 493,42	201,14
2020-12-15	18300	3 678,30	11 492,40	6 112,20	1 099,83	182,82
2021-01-12	18180	4 890,42	13 562,28	6 799,32	1 350,77	219,98
2021-01-26	19970	3 514,72	11 842,21	5 232,14	1 363,95	201,70
2021-02-09	21460	6 438,00	14 056,30	10 000,36	1 568,73	321,90
2021-02-23	22310	5 131,30	15 260,04	5 488,26	1 804,88	285,57
2021-03-09	19870	4 212,44	16 531,84	7 153,20	1 599,54	286,13
2021-03-23	19350	5 224,50	17 937,45	7 933,50	2 031,75	381,20
2021-04-06	21300	9 798,00	19 702,50	12 993,00	2 500,62	421,74
2021-04-20	21170	5 927,60	14 903,68	6 774,40	1 587,75	224,40
2021-05-04	19210	6 915,60	15 118,27	7 107,70	1 921,00	280,47
2021-05-18	31440	6 916,80	21 599,28	3 772,80	2 075,04	264,10
2021-06-01	21080	5 059,20	11 994,52	8 432,00	2 476,90	438,46
2021-06-15	20050	5 413,50	18 566,30	5 012,50	1 644,10	298,75
2021-07-06	18720	6 926,40	15 181,92	5 803,20	2 358,72	365,04
2021-07-20	16670	4 000,80	8 585,05	2 833,90	1 208,58	196,71
2021-08-03	17150	4 630,50	10 770,20	3 532,90	1 466,33	145,78
2021-08-17	30030	6 606,60	27 387,36	5 705,70	2 807,81	468,47
2021-09-07	19070	5 911,70	18 593,25	6 865,20	1 716,30	209,77
2021-09-21	18660	4 478,40	17 615,04	7 837,20	1 642,08	225,79
2021-10-05	17320	5 888,80	12 643,60	6 235,20	1 229,72	193,98
2021-10-19	17420	13 065,00	22 820,20	10 626,20	1 637,48	292,66
2021-11-02	22060	6 618,00	18 045,08	6 618,00	1 786,86	216,19
2021-11-16	17560	7 199,60	16 594,20	5 443,60	1 808,68	289,74
2021-11-30	19580	7 636,20	14 450,04	6 069,80	1 429,34	278,04
2021-12-14	18650	8 206,00	14 267,25	7 087,00	1 286,85	199,56
2022-01-11	17490	6 471,30	17 262,63	9 444,60	2 151,27	330,56
2022-01-25	17520	5 080,80	17 292,24	9 636,00	2 154,96	376,68
2022-02-08	18560	6 310,40	13 029,12	8 166,40	1 763,20	289,54
2022-02-22	17890	5 903,70	16 548,25	10 734,00	1 806,89	334,54
2022-03-08	17310	3 808,20	9 970,56	3 635,10	1 609,83	204,26
2022-03-22	18500	5 735,00	16 724,00	8 325,00	1 813,00	264,55
2022-04-05	19930	3 986,00	12 934,57	5 779,70	2 072,72	269,06
2022-04-26	17760	4 262,40	11 810,40	5 683,20	2 237,76	358,75
2022-05-10	17910	5 552,10	13 020,57	9 492,30	2 005,92	265,07
2022-05-24	16390	7 703,30	13 325,07	7 375,50	1 622,61	304,85
2022-06-07	27390	9 038,70	19 118,22	12 051,60	2 684,22	298,55
2022-06-21	17240	3 103,20	12 516,24	6 723,60	1 430,92	218,95
2022-07-05	24470	5 872,80	16 321,49	6 117,50	1 663,96	252,04
2022-07-19	15410	3 236,10	6 441,38	2 003,30	1 201,98	135,61

**BILANS OBCIĄŻENIA OCZYSZCZALNI – STĘŻENIA I ŁADUNKI ZANIECZYSZCZEŃ**

Data	Qd	Ł BZT <sub>5</sub> (Dop)	Ł ChZT (Dop)	Ł Zog (Dop)	Ł Nog (Dop)	Ł Pog (Dop)
	m <sup>3</sup> /d	kg O <sub>2</sub> /d	kg O <sub>2</sub> /d	kg/d	kg/d	kg/d
2022-08-09	15530	4 659,00	9 877,08	4 814,30	1 413,23	187,91
2022-08-23	42800	9 416,00	24 567,20	20 544,00	3 124,40	457,96
2022-09-06	17690	7 252,90	11 905,37	5 483,90	1 220,61	252,97
2022-09-20	16820	4 709,60	11 101,20	5 214,20	1 967,94	314,53
2022-10-04	17820	3 029,40	7 359,66	3 207,60	1 318,68	117,61
2022-10-18	17700	4 071,00	9 628,80	3 717,00	1 292,10	143,37
2022-11-08	17240	6 896,00	19 998,40	6 206,40	1 655,04	237,91
2022-11-22	17070	3 584,70	8 364,30	3 072,60	1 041,27	182,65
2022-12-06	29120	9 900,80	15 404,48	12 230,40	3 232,32	669,76
2022-12-27	24280	12 140,00	28 893,20	12 140,00	2 913,60	565,72
2023-01-10	31920	20 748,00	34 473,60	19 790,40	2 968,56	600,10
2023-01-24	23410	6 554,80	15 731,52	6 554,80	1 685,52	156,85
2023-02-07	19930	4 583,90	16 362,53	10 562,90	1 155,94	131,54
2023-02-21	20060	5 215,60	15 305,78	8 224,60	1 825,46	240,72
2023-03-07	18480	7 946,40	17 999,52	6 098,40	1 792,56	262,42
2023-03-21	23760	6 177,60	16 988,40	8 791,20	2 043,36	451,44
2023-04-04	19540	7 425,20	16 237,74	9 183,80	1 426,42	310,69
2023-04-18	21050	6 946,50	15 955,90	8 209,50	2 083,95	223,13
2023-05-09	17920	6 809,60	14 640,64	8 243,20	1 290,24	198,91
2023-05-23	19590	9 795,00	21 549,00	9 599,10	1 919,82	291,89
2023-06-13	17700	5 133,00	13 611,30	6 726,00	1 469,10	164,61
2023-06-27	25240	8 076,80	18 399,96	9 843,60	3 104,52	292,78
2023-07-11	16570	5 136,70	12 576,63	4 639,60	1 375,31	178,96
2023-07-25	17700	5 664,00	17 222,10	6 018,00	1 433,70	194,70
2023-08-08	17200	5 676,00	11 420,80	6 020,00	1 599,60	199,52
2023-08-22	17750	7 810,00	19 702,50	6 922,50	1 633,00	236,08
2023-09-05	16190	5 990,30	13 518,65	8 904,50	1 570,43	195,90
2023-09-19	22300	7 136,00	10 882,40	10 035,00	2 207,70	260,91
2023-10-03	17520	7 884,00	18 746,40	6 132,00	1 716,96	203,23
2023-10-17	16200	1 944,00	6 237,00	4 698,00	1 360,80	210,60
2023-11-07	16340	6 372,60	13 938,02	6 862,80	1 748,38	215,69
2023-11-21	25730	6 432,50	16 673,04	9 005,50	1 878,29	252,15
2023-12-05	18620	3 165,40	12 512,64	5 772,20	1 452,36	189,92
2023-12-19	19900	7 164,00	19 223,40	8 159,00	1 930,30	214,92
2024-01-09	22380	6 937,80	16 404,54	6 266,40	1 745,64	201,42
2024-01-23	27510	7 977,90	19 201,98	8 528,10	2 118,27	286,10
2024-02-06	23320	2 798,40	9 421,28	4 197,60	1 515,80	149,25
2024-02-20	23610	12 749,40	27 859,80	7 791,30	1 723,53	236,10
2024-03-05	20390	7 136,50	17 290,72	6 320,90	1 570,03	216,13
2024-03-19	19290	7 330,20	19 482,90	8 680,50	1 697,52	362,65
2024-04-03	20580	8 026,20	21 609,00	9 055,20	1 769,88	259,31
2024-04-16	18930	8 707,80	15 655,11	3 218,10	1 968,72	263,13
2024-05-07	19750	7 900,00	16 313,50	4 147,50	1 896,00	231,08
2024-05-21	17710	6 198,50	16 735,95	6 729,80	1 717,87	249,71
2024-06-04	23890	9 556,00	21 978,80	5 016,90	2 126,21	301,01
2024-06-18	17890	7 513,80	18 426,70	6 082,60	1 216,52	200,37

## 10.5 Wyniki regresji wielokrotnych

### 10.5.1 Raport z obliczeń regresji wielokrotnych dla parametrów ścieków doptywających.

**BILANS OBCIĄŻENIA OCZYSZCZALNI – STĘŻENIA I ŁADUNKI ZANIECZYSZCZEŃ**

Zmienna zależna: BZT<sub>5</sub> (Dop)  
== Najlepsze modele według AIC ==

Najlepszy model nr 1 (AIC):  
Zmienna zależna: BZT<sub>5</sub> (Dop)  
Współczynniki dla modelu z zmiennymi: const, ChZT (Dop)  
const 69.677770  
ChZT (Dop) 0.304834  
dtype: float64  
AIC: 252.95398756394204  
BIC: 258.3182500181905  
Condition number: 1.0  
R<sup>2</sup>: 0.4130100333728002

Najlepszy model nr 2 (AIC):  
Zmienna zależna: BZT<sub>5</sub> (Dop)  
Współczynniki dla modelu z zmiennymi: const, ChZT (Dop), Zog (Dop)  
const 70.955704  
ChZT (Dop) 0.334266  
Zog (Dop) -0.063432  
dtype: float64  
AIC: 253.75461110602632  
BIC: 261.801004787399  
Condition number: 2.0331374249815424  
R<sup>2</sup>: 0.4194926924211859

== Najlepsze modele według R<sup>2</sup> ==

Najlepszy model nr 1 (R<sup>2</sup>):  
Zmienna zależna: BZT<sub>5</sub> (Dop)  
Współczynniki dla modelu z zmiennymi: const, ChZT (Dop), Zog (Dop), Pog (Dop), Nog (Dop), Qd  
const -10.173955  
ChZT (Dop) 0.342099  
Zog (Dop) -0.040831  
Pog (Dop) -3.199220  
Nog (Dop) 0.954709  
Qd 0.001315  
dtype: float64  
AIC: 256.0453050392539  
BIC: 272.1380924019992  
Condition number: 3.4981984506418486  
R<sup>2</sup>: 0.43909196425235997

Najlepszy model nr 2 (R<sup>2</sup>):  
Zmienna zależna: BZT<sub>5</sub> (Dop)  
Współczynniki dla modelu z zmiennymi: const, ChZT (Dop), Zog (Dop), Pog (Dop), Nog (Dop)  
const 19.568132  
ChZT (Dop) 0.336372  
Zog (Dop) -0.029460  
Pog (Dop) -3.350074  
Nog (Dop) 0.944464  
dtype: float64  
AIC: 254.66665867494027  
BIC: 268.07731481056135  
Condition number: 3.4738026682972563  
R<sup>2</sup>: 0.43585560550403346

Zmienna zależna: ChZT (Dop)  
== Najlepsze modele według AIC ==

Najlepszy model nr 1 (AIC):  
Zmienna zależna: ChZT (Dop)  
Współczynniki dla modelu z zmiennymi: const, BZT<sub>5</sub> (Dop), Zog (Dop)  
const 244.453298  
BZT<sub>5</sub> (Dop) 1.044871  
Zog (Dop) 0.588850  
dtype: float64  
AIC: 215.7409828518223  
BIC: 223.78737653319496  
Condition number: 1.4065787806746475  
R<sup>2</sup>: 0.5917317841975158

Najlepszy model nr 2 (AIC):  
Zmienna zależna: ChZT (Dop)  
Współczynniki dla modelu z zmiennymi: const, BZT<sub>5</sub> (Dop), Zog (Dop), Pog (Dop), Nog (Dop), Qd  
const 400.857662  
BZT<sub>5</sub> (Dop) 1.050895  
Zog (Dop) 0.531273  
Pog (Dop) 5.899170  
Nog (Dop) -1.240573  
Qd -0.005394  
dtype: float64  
AIC: 216.15074805900642  
BIC: 232.24353542175174  
Condition number: 3.3682366422778975  
R<sup>2</sup>: 0.6123267224080386

== Najlepsze modele według R<sup>2</sup> ==

Najlepszy model nr 1 (R<sup>2</sup>):  
Zmienna zależna: ChZT (Dop)  
Współczynniki dla modelu z zmiennymi: const, BZT<sub>5</sub> (Dop), Zog (Dop), Pog (Dop), Nog (Dop), Qd  
const 400.857662  
BZT<sub>5</sub> (Dop) 1.050895  
Zog (Dop) 0.531273  
Pog (Dop) 5.899170  
Nog (Dop) -1.240573  
Qd -0.005394  
dtype: float64  
AIC: 216.15074805900642  
BIC: 232.24353542175174  
Condition number: 3.3682366422778975  
R<sup>2</sup>: 0.6123267224080386

Najlepszy model nr 2 (R<sup>2</sup>):  
Zmienna zależna: ChZT (Dop)  
Współczynniki dla modelu z zmiennymi: const, BZT<sub>5</sub> (Dop), Zog (Dop), Pog (Dop), Nog (Dop)  
const 288.418482  
BZT<sub>5</sub> (Dop) 1.060676  
Zog (Dop) 0.499641  
Pog (Dop) 6.647662  
Nog (Dop) -1.214482  
dtype: float64  
AIC: 217.59625752014492  
BIC: 231.00691365576603  
Condition number: 3.352724130083929  
R<sup>2</sup>: 0.5997594336504681

**BILANS OBCIĄŻENIA OCZYSZCZALNI – STĘŻENIA I ŁADUNKI ZANIECZYSZCZEŃ**

Zmienna zależna: Zog (Dop) == Najlepsze modele według AIC ==  Najlepszy model nr 1 (AIC): Zmienna zależna: Zog (Dop) Współczynniki dla modelu z zmiennymi: const, ChZT (Dop), Pog (Dop), BZT <sub>5</sub> (Dop), Nog (Dop), Qd const -55.470173 ChZT (Dop) 0.347582 Pog (Dop) 19.283671 BZT <sub>5</sub> (Dop) -0.082062 Nog (Dop) -2.074905 Qd 0.005318 dtype: float64 AIC: 229.57329529643522 BIC: 245.66608265918055 Condition number: 3.18187563724169 R^2: 0.5610235523597016  Najlepszy model nr 2 (AIC): Zmienna zależna: Zog (Dop) Współczynniki dla modelu z zmiennymi: const, ChZT (Dop), Pog (Dop), BZT <sub>5</sub> (Dop), Nog (Dop) const 67.469453 ChZT (Dop) 0.332119 Pog (Dop) 19.669181 BZT <sub>5</sub> (Dop) -0.061750 Nog (Dop) -2.242875 dtype: float64 AIC: 232.73356594760997 BIC: 246.14422208323109 Condition number: 3.152641733339643 R^2: 0.5395399743962095  == Najlepsze modele według R^2 ==  Najlepszy model nr 1 (R^2): Zmienna zależna: Zog (Dop) Współczynniki dla modelu z zmiennymi: const, ChZT (Dop), Pog (Dop), BZT <sub>5</sub> (Dop), Nog (Dop), Qd const -55.470173 ChZT (Dop) 0.347582 Pog (Dop) 19.283671 BZT <sub>5</sub> (Dop) -0.082062 Nog (Dop) -2.074905 Qd 0.005318 dtype: float64 AIC: 229.57329529643522 BIC: 245.66608265918055 Condition number: 3.18187563724169 R^2: 0.5610235523597016  Najlepszy model nr 2 (R^2): Zmienna zależna: Zog (Dop) Współczynniki dla modelu z zmiennymi: const, ChZT (Dop), Pog (Dop), BZT <sub>5</sub> (Dop), Nog (Dop) const 67.469453 ChZT (Dop) 0.332119 Pog (Dop) 19.669181 BZT <sub>5</sub> (Dop) -0.061750 Nog (Dop) -2.242875	dtype: float64 AIC: 232.73356594760997 BIC: 246.14422208323109 Condition number: 3.152641733339643 R^2: 0.5395399743962095  Zmienna zależna: Nog (Dop) == Najlepsze modele według AIC ==  Najlepszy model nr 1 (AIC): Zmienna zależna: Nog (Dop) Współczynniki dla modelu z zmiennymi: const, Pog (Dop), Zog (Dop) const 53.504024 Pog (Dop) 3.521550 Zog (Dop) -0.037322 dtype: float64 AIC: 230.56302580344044 BIC: 238.6094194848131 Condition number: 1.9099805386828481 R^2: 0.5316736000885682  Najlepszy model nr 2 (AIC): Zmienna zależna: Nog (Dop) Współczynniki dla modelu z zmiennymi: const, Pog (Dop), Zog (Dop), BZT <sub>5</sub> (Dop) const 49.622120 Pog (Dop) 3.500882 Zog (Dop) -0.040492 BZT <sub>5</sub> (Dop) 0.017189 dtype: float64 AIC: 231.00499768653958 BIC: 241.73352259503645 Condition number: 2.0565264825473273 R^2: 0.538381264628707  == Najlepsze modele według R^2 ==  Najlepszy model nr 1 (R^2): Zmienna zależna: Nog (Dop) Współczynniki dla modelu z zmiennymi: const, Pog (Dop), Zog (Dop), BZT <sub>5</sub> (Dop), ChZT (Dop), Qd const 54.895232 Pog (Dop) 3.513843 Zog (Dop) -0.032767 BZT <sub>5</sub> (Dop) 0.030301 ChZT (Dop) -0.012817 Qd -0.000114 dtype: float64 AIC: 233.2501012601209 BIC: 249.34288862286624 Condition number: 3.1583734256563036 R^2: 0.5458215142149326  Najlepszy model nr 2 (R^2): Zmienna zależna: Nog (Dop) Współczynniki dla modelu z zmiennymi: const, Pog (Dop), Zog (Dop), BZT <sub>5</sub> (Dop), ChZT (Dop) const 52.398799 Pog (Dop) 3.530041 Zog (Dop) -0.033812 BZT <sub>5</sub> (Dop) 0.029844
--	---



## BILANS OBCIĄŻENIA OCZYSZCZALNI – STĘŻENIA I ŁADUNKI ZANIECZYSZCZEŃ

ChZT (Dop) -0.012170  
dtype: float64  
AIC: 231.39678614528341  
BIC: 244.80744228090452  
Condition number: 3.0579491179562592  
R<sup>2</sup>: 0.5452042329028808

Zmienna zależna: Pog (Dop)  
== Najlepsze modele według AIC ==

Najlepszy model nr 1 (AIC):  
Zmienna zależna: Pog (Dop)  
Współczynniki dla modelu z zmiennymi: const, Nog (Dop), Zog (Dop)  
const -4.279384  
Nog (Dop) 0.146183  
Zog (Dop) 0.013774  
dtype: float64  
AIC: 192.00847863612944  
BIC: 200.0548723175021  
Condition number: 1.2077423990731777  
R<sup>2</sup>: 0.6722736567831598

Najlepszy model nr 2 (AIC):  
Zmienna zależna: Pog (Dop)  
Współczynniki dla modelu z zmiennymi: const, Nog (Dop), Zog (Dop), ChZT (Dop)  
const -4.885338  
Nog (Dop) 0.145692  
Zog (Dop) 0.012727  
ChZT (Dop) 0.001317  
dtype: float64  
AIC: 193.3220170177661  
BIC: 204.05054192626295  
Condition number: 2.0871302071981015

R<sup>2</sup>: 0.6743501206218014

== Najlepsze modele według R<sup>2</sup> ==

Najlepszy model nr 1 (R<sup>2</sup>):  
Zmienna zależna: Pog (Dop)  
Współczynniki dla modelu z zmiennymi: const, Nog (Dop), Zog (Dop), ChZT (Dop), BZT<sub>5</sub> (Dop), Qd  
const -3.806717  
Nog (Dop) 0.146646  
Zog (Dop) 0.012709  
ChZT (Dop) 0.002544  
BZT<sub>5</sub> (Dop) -0.004238  
Qd -0.000040  
dtype: float64  
AIC: 195.27438828167016  
BIC: 211.36717564441548  
Condition number: 2.957550379940017  
R<sup>2</sup>: 0.6804661262722347

Najlepszy model nr 2 (R<sup>2</sup>):  
Zmienna zależna: Pog (Dop)  
Współczynniki dla modelu z zmiennymi: const, Nog (Dop), Zog (Dop), ChZT (Dop), BZT<sub>5</sub> (Dop)  
const -4.726163  
Nog (Dop) 0.147714  
Zog (Dop) 0.012408  
ChZT (Dop) 0.002788  
BZT<sub>5</sub> (Dop) -0.004430  
dtype: float64  
AIC: 193.70733664033742  
BIC: 207.11799277595853  
Condition number: 2.8737381859085436  
R<sup>2</sup>: 0.6791826139777761

### 10.5.2 Raport z obliczeń regresji wielokrotnych dla parametrów ścieków oczyszczonych

Wykonano obliczenia regresji wielokrotnej dla zestawu parametrów, który obejmował zarówno parametry ścieków dopływających, jak i parametry ścieków odpływających. Obliczenia wykazują związek wartości badanej z parametrami dopływu oraz efektami oczyszczania.

Zmienna zależna: BZT<sub>5</sub> (Odp)  
== Najlepsze modele według AIC ==

Najlepszy model nr 1 (AIC):  
Zmienna zależna: BZT<sub>5</sub> (Odp)  
Współczynniki dla modelu z zmiennymi: const, Pog (Odp), ChZT (Odp), Zog (Odp), Pog (Dop), Zog (Dop), BZT<sub>5</sub> (Dop) (odstandaryzowane)  
const 2.249812  
Pog (Odp) 5.067680  
ChZT (Odp) 0.047064  
Zog (Odp) 0.120704  
Pog (Dop) -0.100324  
Zog (Dop) -0.003605  
BZT<sub>5</sub> (Dop) 0.006220  
dtype: float64  
AIC: 250.812668239243  
BIC: 269.5875868291125  
Condition number: 2.181245220396881

R<sup>2</sup>: 0.47542516118291733

Najlepszy model nr 2 (AIC):  
Zmienna zależna: BZT<sub>5</sub> (Odp)  
Współczynniki dla modelu z zmiennymi: const, Pog (Odp), ChZT (Odp), Zog (Odp), Pog (Dop), Zog (Dop), BZT<sub>5</sub> (Dop), ChZT (Dop) (odstandaryzowane)  
const 2.651330  
Pog (Odp) 5.014863  
ChZT (Odp) 0.045592  
Zog (Odp) 0.124590  
Pog (Dop) -0.097342  
Zog (Dop) -0.002755  
BZT<sub>5</sub> (Dop) 0.007822  
ChZT (Dop) -0.001531  
dtype: float64  
AIC: 251.4384181077177  
BIC: 272.89546792471145  
Condition number: 3.1424848246176302



**BILANS OBCIĄŻENIA OCZYSZCZALNI – STĘŻENIA I ŁADUNKI ZANIECZYSZCZEŃ**

R<sup>2</sup>: 0.4820578453717467

Condition number: 1.885843516752602

R<sup>2</sup>: 0.3347314351007684

== Najlepsze modele według R<sup>2</sup> ==

Najlepszy model nr 1 (R<sup>2</sup>):

Zmienna zależna: BZT<sub>5</sub> (Odp)

Współczynniki dla modelu z zmiennymi: const, Pog (Odp), ChZT (Odp), Zog (Odp), Pog (Dop), Zog (Dop), BZT<sub>5</sub> (Dop), ChZT (Dop), Qd, Nog (Odp), Nog (Dop) (odstandaryzowane)

const 0.649237

Pog (Odp) 4.982645

ChZT (Odp) 0.048785

Zog (Odp) 0.121478

Pog (Dop) -0.168643

Zog (Dop) -0.002628

BZT<sub>5</sub> (Dop) 0.006974

ChZT (Dop) -0.000951

Qd 0.000054

Nog (Odp) -0.046200

Nog (Dop) 0.022194

dtype: float64

AIC: 252.71893816487722

BIC: 282.22238166324365

Condition number: 3.962804147905439

R<sup>2</sup>: 0.5042039378950463

Najlepszy model nr 2 (R<sup>2</sup>):

Zmienna zależna: BZT<sub>5</sub> (Odp)

Współczynniki dla modelu z zmiennymi: const, Pog (Odp), ChZT (Odp), Zog (Odp), Pog (Dop), Zog (Dop), BZT<sub>5</sub> (Dop), ChZT (Dop), Qd, Nog (Odp) (odstandaryzowane)

const 1.887933

Pog (Odp) 5.129414

ChZT (Odp) 0.042806

Zog (Odp) 0.132412

Pog (Dop) -0.090981

Zog (Dop) -0.003389

BZT<sub>5</sub> (Dop) 0.007700

ChZT (Dop) -0.001260

Qd 0.000053

Nog (Odp) -0.046956

dtype: float64

AIC: 253.58369786825656

BIC: 280.40501013949876

Condition number: 3.305369792760638

R<sup>2</sup>: 0.4908766984876094

Zmienna zależna: ChZT (Odp)

== Najlepsze modele według AIC ==

Najlepszy model nr 1 (AIC):

Zmienna zależna: ChZT (Odp)

Współczynniki dla modelu z zmiennymi: const, Zog (Odp), BZT<sub>5</sub> (Odp), Pog (Odp), Nog (Odp) (odstandaryzowane)

const 31.634321

Zog (Odp) 0.684905

BZT<sub>5</sub> (Odp) 0.822028

Pog (Odp) 7.744662

Nog (Odp) -1.151356

dtype: float64

AIC: 272.47376118297916

BIC: 285.88441731860024

Najlepszy model nr 2 (AIC):

Zmienna zależna: ChZT (Odp)

Współczynniki dla modelu z zmiennymi: const, Zog (Odp), BZT<sub>5</sub> (Odp), Pog (Odp), Nog (Odp), Pog (Dop) (odstandaryzowane)

const 30.918389

Zog (Odp) 0.674912

BZT<sub>5</sub> (Odp) 0.847791

Pog (Odp) 7.631411

Nog (Odp) -1.129142

Pog (Dop) 0.037152

dtype: float64

AIC: 274.4264563977928

BIC: 290.5192437605381

Condition number: 2.0711013103141527

R<sup>2</sup>: 0.33502276376216555

== Najlepsze modele według R<sup>2</sup> ==

Najlepszy model nr 1 (R<sup>2</sup>):

Zmienna zależna: ChZT (Odp)

Współczynniki dla modelu z zmiennymi: const, Zog (Odp), BZT<sub>5</sub> (Odp), Pog (Odp), Nog (Odp), Pog (Dop), Zog (Dop), BZT<sub>5</sub> (Dop), Qd, ChZT (Dop), Nog (Dop) (odstandaryzowane)

const 37.407191

Zog (Odp) 0.702383

BZT<sub>5</sub> (Odp) 0.918112

Pog (Odp) 7.674961

Nog (Odp) -1.136996

Pog (Dop) 0.494515

Zog (Dop) -0.004355

BZT<sub>5</sub> (Dop) 0.004035

Qd -0.000003

ChZT (Dop) -0.004118

Nog (Dop) -0.113287

dtype: float64

AIC: 279.932147763707

BIC: 309.43559126207344

Condition number: 3.8843770881412794

R<sup>2</sup>: 0.3621272321564858

Najlepszy model nr 2 (R<sup>2</sup>):

Zmienna zależna: ChZT (Odp)

Współczynniki dla modelu z zmiennymi: const, Zog (Odp), BZT<sub>5</sub> (Odp), Pog (Odp), Nog (Odp), Pog (Dop), Zog (Dop), BZT<sub>5</sub> (Dop), Qd, ChZT (Dop) (odstandaryzowane)

const 32.515050

Zog (Odp) 0.689240

BZT<sub>5</sub> (Odp) 0.813996

Pog (Odp) 7.897377

Nog (Odp) -1.182254

Pog (Dop) 0.089173

Zog (Dop) -0.000959

BZT<sub>5</sub> (Dop) 0.001410

Qd 0.000011

ChZT (Dop) -0.002812

dtype: float64

AIC: 281.91881634613037

BIC: 308.7401286173726

Condition number: 3.3054008676580025

**BILANS OBCIĄŻENIA OCZYSZCZALNI – STĘŻENIA I ŁADUNKI ZANIECZYSZCZEŃ**

R<sup>2</sup>: 0.33814106904164387

Zmienna zależna: Zog (Odp)  
== Najlepsze modele według AIC ==

Najlepszy model nr 1 (AIC):

Zmienna zależna: Zog (Odp)

Współczynniki dla modelu z zmiennymi: const, ChZT (Odp),  
BZT<sub>5</sub> (Odp), Nog (Dop), Pog (Dop), Nog (Odp), Zog (Dop), ChZT  
(Dop), Qd, Pog (Odp), BZT<sub>5</sub> (Dop) (odstandaryzowane)

const -8.758857  
ChZT (Odp) 0.211593  
BZT<sub>5</sub> (Odp) 0.688699  
Nog (Dop) 0.035899  
Pog (Dop) 0.046182  
Nog (Odp) 0.803120  
Zog (Dop) 0.005766  
ChZT (Dop) 0.004048  
Qd -0.000101

Pog (Odp) -5.030917  
BZT<sub>5</sub> (Dop) -0.012000

dtype: float64

AIC: 280.5170445526295

BIC: 310.02048805099594

Condition number: 3.96568579070577

R<sup>2</sup>: 0.3586633262954124

Najlepszy model nr 2 (AIC):

Zmienna zależna: Zog (Odp)

Współczynniki dla modelu z zmiennymi: const, ChZT (Odp),  
BZT<sub>5</sub> (Odp), Nog (Dop), Pog (Dop), Nog (Odp)  
(odstandaryzowane)

const -9.705804  
ChZT (Odp) 0.205683  
BZT<sub>5</sub> (Odp) 0.387896  
Nog (Dop) 0.017657  
Pog (Dop) 0.190068  
Nog (Odp) 0.755899

dtype: float64

AIC: 281.2659435836152

BIC: 297.3587309463605

Condition number: 2.6843295917139485

R<sup>2</sup>: 0.29154864764394095

== Najlepsze modele według R<sup>2</sup> ==

Najlepszy model nr 1 (R<sup>2</sup>):

Zmienna zależna: Zog (Odp)

Współczynniki dla modelu z zmiennymi: const, ChZT (Odp),  
BZT<sub>5</sub> (Odp), Nog (Dop), Pog (Dop), Nog (Odp), Zog (Dop), ChZT  
(Dop), Qd, Pog (Odp), BZT<sub>5</sub> (Dop) (odstandaryzowane)

const -8.758857  
ChZT (Odp) 0.211593  
BZT<sub>5</sub> (Odp) 0.688699  
Nog (Dop) 0.035899  
Pog (Dop) 0.046182  
Nog (Odp) 0.803120  
Zog (Dop) 0.005766  
ChZT (Dop) 0.004048  
Qd -0.000101

Pog (Odp) -5.030917

BZT<sub>5</sub> (Dop) -0.012000

dtype: float64

AIC: 280.5170445526295

BIC: 310.02048805099594

Condition number: 3.96568579070577

R<sup>2</sup>: 0.3586633262954124

Najlepszy model nr 2 (R<sup>2</sup>):

Zmienna zależna: Zog (Odp)

Współczynniki dla modelu z zmiennymi: const, ChZT (Odp),  
BZT<sub>5</sub> (Odp), Nog (Dop), Pog (Dop), Nog (Odp), Zog (Dop), ChZT  
(Dop), Qd, Pog (Odp) (odstandaryzowane)

const -8.111982  
ChZT (Odp) 0.216310  
BZT<sub>5</sub> (Odp) 0.577260  
Nog (Dop) 0.028456  
Pog (Dop) 0.061406  
Nog (Odp) 0.778410  
Zog (Dop) 0.005978  
ChZT (Dop) 0.000100  
Qd -0.000112

Pog (Odp) -4.644853

dtype: float64

AIC: 283.0393292225571

BIC: 309.86064149379933

Condition number: 3.771354938884862

R<sup>2</sup>: 0.3312384579335268

Zmienna zależna: Nog (Odp)

== Najlepsze modele według AIC ==

Najlepszy model nr 1 (AIC):

Zmienna zależna: Nog (Odp)

Współczynniki dla modelu z zmiennymi: const, Zog (Dop), Pog  
(Dop), ChZT (Dop), ChZT (Odp), Zog (Odp) (odstandaryzowane)

const 10.406413  
Zog (Dop) -0.002603  
Pog (Dop) -0.024800  
ChZT (Dop) -0.000054  
ChZT (Odp) -0.046132  
Zog (Odp) 0.095119

dtype: float64

AIC: 298.04661916016016

BIC: 314.13940652290546

Condition number: 2.5099036624653754

R<sup>2</sup>: 0.17245952403214249

Najlepszy model nr 2 (AIC):

Zmienna zależna: Nog (Odp)

Współczynniki dla modelu z zmiennymi: const, Zog (Dop), Pog  
(Dop), ChZT (Dop), ChZT (Odp), Zog (Odp), Pog (Odp)  
(odstandaryzowane)

const 10.521177  
Zog (Dop) -0.002526  
Pog (Dop) -0.026069  
ChZT (Dop) -0.000068  
ChZT (Odp) -0.043744  
Zog (Odp) 0.094190  
Pog (Odp) -0.305027

dtype: float64

AIC: 299.8758853934081

BIC: 318.6508039832777

Condition number: 2.555136931724969

**BILANS OBCIĄŻENIA OCZYSZCZALNI – STĘŻENIA I ŁADUNKI ZANIECZYSZCZEŃ**

R<sup>2</sup>: 0.17376672293680384

== Najlepsze modele według R<sup>2</sup> ==

Najlepszy model nr 1 (R<sup>2</sup>):

Zmienna zależna: Nog (Odp)

Współczynniki dla modelu z zmiennymi: const, Zog (Dop), Pog (Dop), ChZT (Dop), ChZT (Odp), Zog (Odp), Pog (Odp), BZT<sub>5</sub> (Dop), Nog (Dop), BZT<sub>5</sub> (Odp), Qd (odstandaryzowane)

const 10.228446

Zog (Dop) -0.002588

Pog (Dop) -0.029069

ChZT (Dop) -0.000689

ChZT (Odp) -0.043295

Zog (Odp) 0.101515

Pog (Odp) -0.136403

BZT<sub>5</sub> (Dop) 0.002095

Nog (Dop) 0.000287

BZT<sub>5</sub> (Odp) -0.033107

Qd 0.000011

dtype: float64

AIC: 306.6499177719645

BIC: 336.15336127033095

Condition number: 3.954038201029794

R<sup>2</sup>: 0.18309272056969184

Najlepszy model nr 2 (R<sup>2</sup>):

Zmienna zależna: Nog (Odp)

Współczynniki dla modelu z zmiennymi: const, Zog (Dop), Pog (Dop), ChZT (Dop), ChZT (Odp), Zog (Odp), Pog (Odp), BZT<sub>5</sub> (Dop), Nog (Dop), BZT<sub>5</sub> (Odp) (odstandaryzowane)

const 10.488691

Zog (Dop) -0.002475

Pog (Dop) -0.029807

ChZT (Dop) -0.000749

ChZT (Odp) -0.043348

Zog (Odp) 0.100476

Pog (Odp) -0.179739

BZT<sub>5</sub> (Dop) 0.002117

Nog (Dop) 0.000141

BZT<sub>5</sub> (Odp) -0.029676

dtype: float64

AIC: 304.75617171872

BIC: 331.5774839899622

Condition number: 3.9454647325517636

R<sup>2</sup>: 0.1822886248776696

Zmienna zależna: Pog (Odp)

== Najlepsze modele według AIC ==

Najlepszy model nr 1 (AIC):

Zmienna zależna: Pog (Odp)

Współczynniki dla modelu z zmiennymi: const, BZT<sub>5</sub> (Odp), ChZT (Odp), Nog (Odp), Zog (Dop), Zog (Odp), Qd, BZT<sub>5</sub> (Dop) (odstandaryzowane)

const 0.318283

BZT<sub>5</sub> (Odp) 0.046256

ChZT (Odp) 0.003773

Nog (Odp) -0.001717

Zog (Dop) 0.000372

Zog (Odp) -0.008207

Qd -0.000006

BZT<sub>5</sub> (Dop) -0.000296

dtype: float64

AIC: 276.26360687465797

BIC: 297.7206566916517

Condition number: 2.178741748637661

R<sup>2</sup>: 0.34820739269210943

Najlepszy model nr 2 (AIC):

Zmienna zależna: Pog (Odp)

Współczynniki dla modelu z zmiennymi: const, BZT<sub>5</sub> (Odp), ChZT (Odp), Nog (Odp), Zog (Dop), Zog (Odp), Qd (odstandaryzowane)

const 0.270226

BZT<sub>5</sub> (Odp) 0.042925

ChZT (Odp) 0.003915

Nog (Odp) -0.003084

Zog (Dop) 0.000294

Zog (Odp) -0.007529

Qd -0.000006

dtype: float64

AIC: 276.91926183748205

BIC: 295.6941804273516

Condition number: 2.020974158303636

R<sup>2</sup>: 0.33198153045150813

== Najlepsze modele według R<sup>2</sup> ==

Najlepszy model nr 1 (R<sup>2</sup>):

Zmienna zależna: Pog (Odp)

Współczynniki dla modelu z zmiennymi: const, BZT<sub>5</sub> (Odp), ChZT (Odp), Nog (Odp), Zog (Dop), Zog (Odp), Qd, BZT<sub>5</sub> (Dop), ChZT (Dop), Nog (Dop), Pog (Dop) (odstandaryzowane)

const 0.318361

BZT<sub>5</sub> (Odp) 0.046137

ChZT (Odp) 0.003776

Nog (Odp) -0.001762

Zog (Dop) 0.000381

Zog (Odp) -0.008217

Qd -0.000006

BZT<sub>5</sub> (Dop) -0.000276

ChZT (Dop) -0.000021

Nog (Dop) 0.000098

Pog (Dop) 0.000063

dtype: float64

AIC: 282.2163555988181

BIC: 311.71979909718453

Condition number: 3.9913335468621822

R<sup>2</sup>: 0.3484924972847876

Najlepszy model nr 2 (R<sup>2</sup>):

Zmienna zależna: Pog (Odp)

Współczynniki dla modelu z zmiennymi: const, BZT<sub>5</sub> (Odp), ChZT (Odp), Nog (Odp), Zog (Dop), Zog (Odp), Qd, BZT<sub>5</sub> (Dop), ChZT (Dop), Nog (Dop) (odstandaryzowane)

const 0.318182

BZT<sub>5</sub> (Odp) 0.046113

ChZT (Odp) 0.003780

Nog (Odp) -0.001768

Zog (Dop) 0.000382

Zog (Odp) -0.008216

Qd -0.000006

BZT<sub>5</sub> (Dop) -0.000276

**BILANS OBCIĄŻENIA OCZYSZCZALNI – STĘŻENIA I ŁADUNKI ZANIECZYSZCZEŃ**

---

ChZT (Dop) -0.000021  
Nog (Dop) 0.000107  
dtype: float64  
AIC: 280.2164571297249

BIC: 307.03776940096714  
Condition number: 3.0937674276935625  
R^2: 0.34849188480165194