

XXIV Forum Wymiany Doświadczeń
„Eksplloatatorzy dla eksplloatatorów”



Jak starzejące się społeczeństwo, migracje i nowe nawyki użytkowania wody oraz dobowe wahania przepływów wpływają na pracę krat.

Wyzwania dla doboru urządzeń i wymiarowania obiektów oczyszczania mechanicznego ścieków.

Kielce, 11-13.05.2026



EVERYBODY
LIES



H2O

RAZ, A DOBRZE

„Wszyscy kłamią” dr n med. Gregory House

Polska się starzeje

Polska 2025–2060: największe starzenie populacji w historii

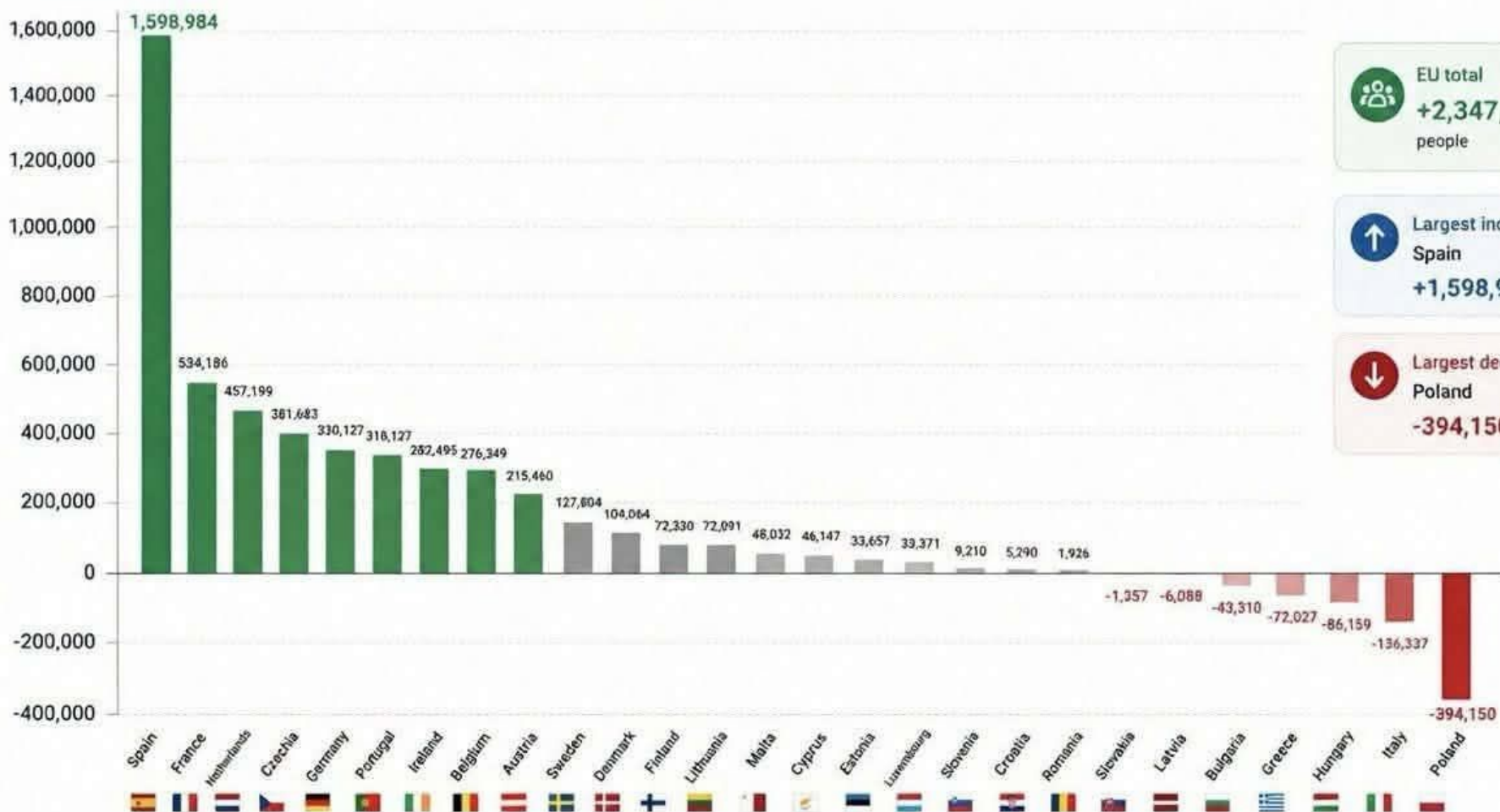
- Mediana wieku w Polsce wzrosła z 33 lat w 2000 r. do 42,6 lat w 2025 r.
- Udział osób 65+ wzrósł z 12% w 2000 r. do 20% w 2025 r.,
prognoza na 2050 r.: 32%
- Liczba ludności Polski spadnie z 37,5 mln (2024 r.) do 31 mln w 2060 r. – wg scenariusza bazowego GUS
- Liczba osób w wieku produkcyjnym spadnie o 1/3 do 2060 r.

Prognoza	2025	2030	2035	2040	2045	2050	2055	2060
Ludność w milionach								
GUS	37,4	36,6	35,9	35,3	34,7	34,2	33,6	32,9
Eurostat	38,2	37,2	36,4	35,7	35,1	34,5	33,9	33,2
ONZ	39,4	38,6	37,9	36,9	35,9	34,8	33,8	32,6

Total population change in EU countries

From 1 January 2022 to 1 January 2025

Change in population



EU total
+2,347,802
people

Largest increase
Spain
+1,598,984

Largest decrease
Poland
-394,150

Note: Sorted by population change (descending)

Source: Eurostat (Demo_gind)

Polska się starzeje

Tablica 6. Udział osób w wieku 65 lat i więcej w populacji (w %) według województw w poszczególnych latach

	2030	2040	2050	2060
Ogółem	22,2	24,2	28,1	30,0
Dolnośląskie	22,5	23,6	27,5	29,7
Kujawsko-pomorskie	23,3	25,8	30,0	31,8
Lubelskie	24,1	26,6	30,6	32,1
Lubuskie	23,1	25,4	30,1	31,9
Łódzkie	24,5	26,8	31,0	32,7
Małopolskie	20,1	21,8	25,2	27,6
Mazowieckie	19,6	21,1	25,1	27,5
Opolskie	24,8	27,5	30,8	32,0
Podkarpackie	22,3	24,8	28,5	30,3
Podlaskie	23,2	25,3	28,4	29,9
Pomorskie	20,2	21,8	25,3	27,6
Śląskie	24,1	26,4	30,6	32,1
Świętokrzyskie	25,9	28,5	33,0	34,6
Warmińsko-mazurskie	23,9	26,8	31,2	32,8
Wielkopolskie	20,6	22,8	26,9	29,1
Zachodniopomorskie	24,1	26,2	30,4	32,2

Migracje – nowy skład lokalnych społeczności

Migracje zewnętrzne i wewnętrzne zmieniają obciążenia hydrauliczne

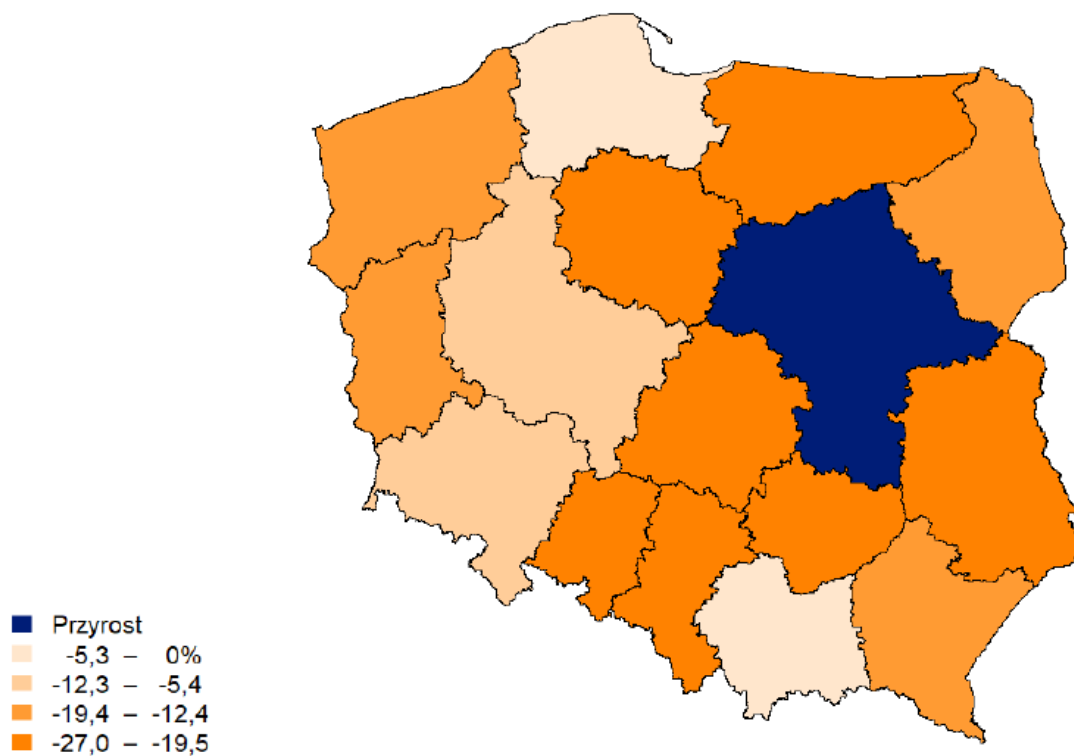
- Około 2 mln cudzoziemców z prawem pobytu w Polsce (2026, głównie z Ukrainy i Białorusi).
- Wzrost populacji sezonowej (rolnictwo, przemysł).
- Wyludnianie powiatów (spadki 25–50% do 2060 r.)

Skutki: nieregularność dopływu ścieków, zmienne obciążenia hydrauliczne i momencie eksploatacyjnym instalacji.

Prognoza	2025	2030	2035	2040	2045	2050	2055	2060
Saldo migracji w tysiącach								
GUS	-8,0	10,3	75,8	83,2	89,2	93,9	97,8	101,3
Eurostat	-71,0	-44,5	24,9	43,5	56,1	62,5	60,7	57,5
ONZ	-460,0	-10,0	-10,0	-10,0	-10,0	-10,0	-10,0	-10,0

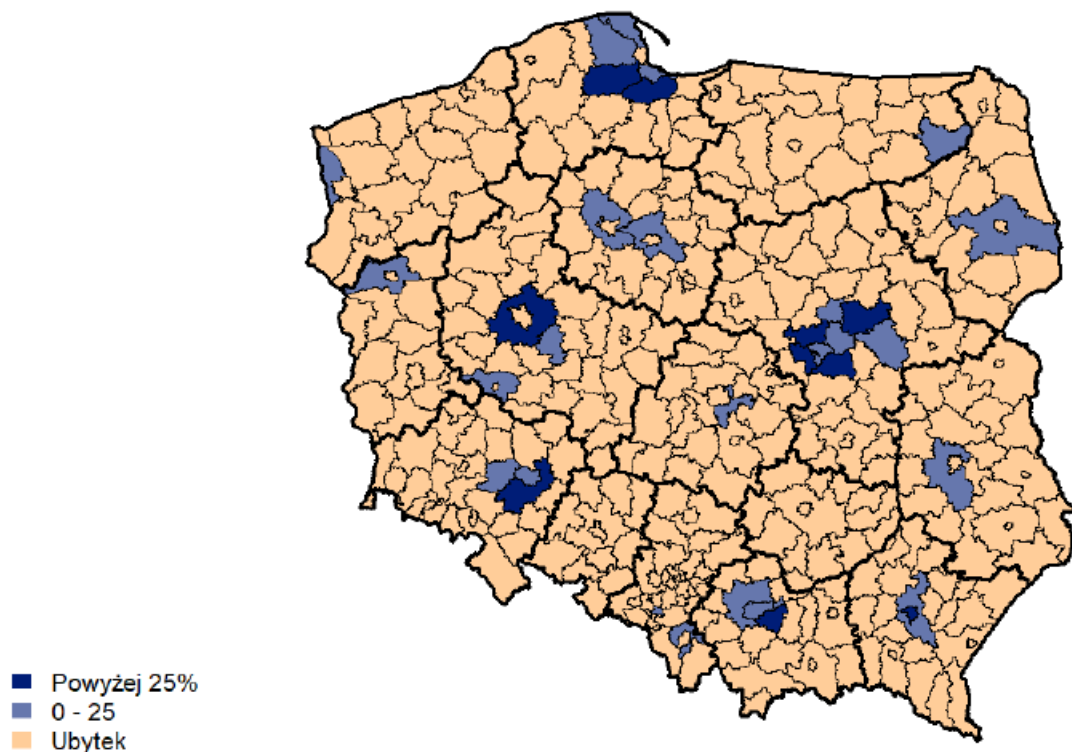
Polska się starzeje

Mapa 1. Prognozowana zmiana liczby ludności (w %) w województwach do 2060 r. w odniesieniu do 2022 r.



Polska się starzeje

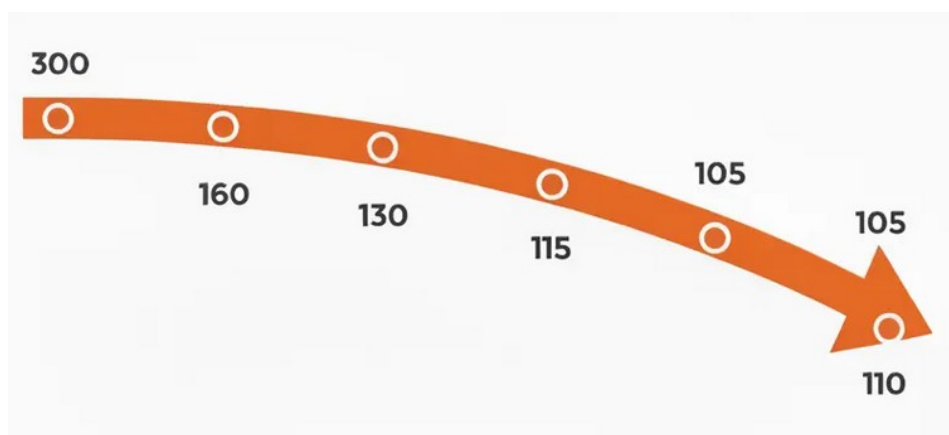
Mapa 2. Prognozowana zmiana liczby ludności do 2060 r. w porównaniu do 2022 r. według powiatów (w %)



Zmiany w zużyciu wody 1990–2025

Zużycie wody per capita spadło o ~50% w 35 lat

Rok	Zużycie wody/mieszkańca [dm ³ /os·d]	Główne czynniki
1990	200 - 300	Brak liczników, intensywne przemysłowe zużycie
2000	160	Powszechne wodomierze, wzrost cen, edukacja ekologiczna
2010	130	Standaryzacja urządzeń wodno-oszczędnych
2020	115	Styl życia, urbanizacja, mniejsze gospodarstwa domowe
2025	105 - 110	Techniki smart meteringu, wzrost efektywności domowej



Nowe nawyki użytkowania wody

Styl życia Polaków zmienia hydraulikę sieci



Zanik użycia wanien (dominują prysznice – krótsze cykle, niższe przepływy)



Nowoczesne urządzenia AGD o obniżonej konsumpcji wody

Zwiększona liczba jednoosobowych gospodarstw - obniża szczytowe przepływy



19–22 Wzrost zużycia w godzinach późno popołudniowych (zmiana rytmu życia)



Coraz większe znaczenie cyfrowych systemów zdalnego monitoringu zużycia

H2O

RAZ, A DOBRZE

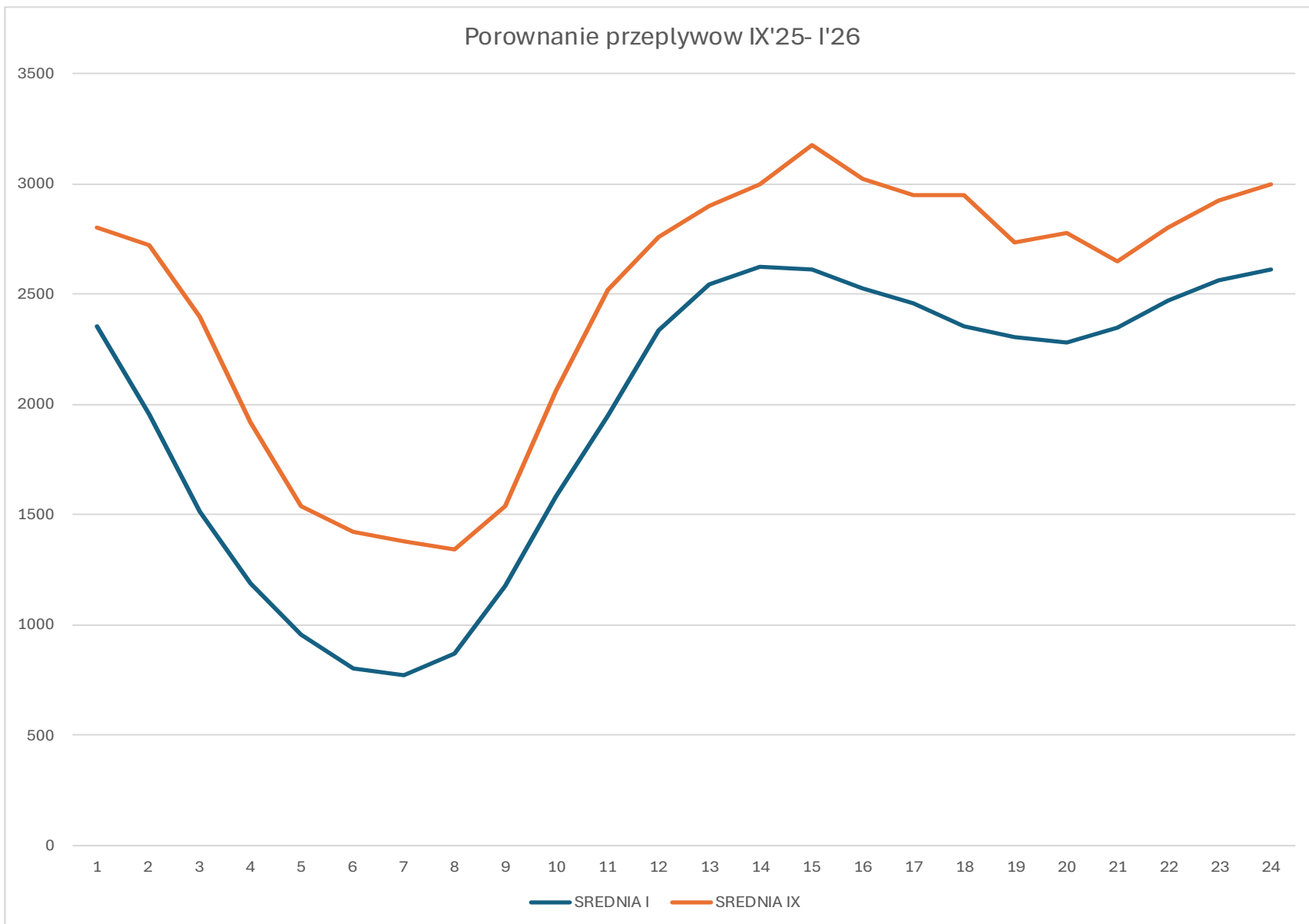
Dobowe wahania przepływów

Współczesna oczyszczalnia = konstrukcja na pikowe doływy

Trend: większa amplituda między godzinami minimalnego i maksymalnego doływy

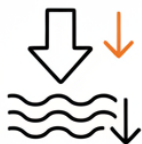
- W małych oczyszczalniach: amplituda Q_{\max} / Q_{\min} sięga 4–6, dawniej 2,5–3
- Krótsze, intensywne piki rano (6–9) i wieczorem (19–22)
- Skutki:
 - okresowe przeciążenia krat
 - zmniejszona efektywność separacji skratek
 - większe ryzyko zatykania

Dobowe wahania przepływów



Wpływ zmian na pracę krat

Nowe zjawiska obciążają mechaniczne oczyszczanie



Niższe przepływy średnie → mniejsze prędkości przepływu
→ osadzanie zanieczyszczeń przed kratą.



Silne szczyty dobowe → dynamiczne obciążenia napędu i zwiększone zużycie elementów ruchomych.



Przeciążenia w ciągu dnia przy jednoczesnych długich przestojach (brak pracy) w nocy.



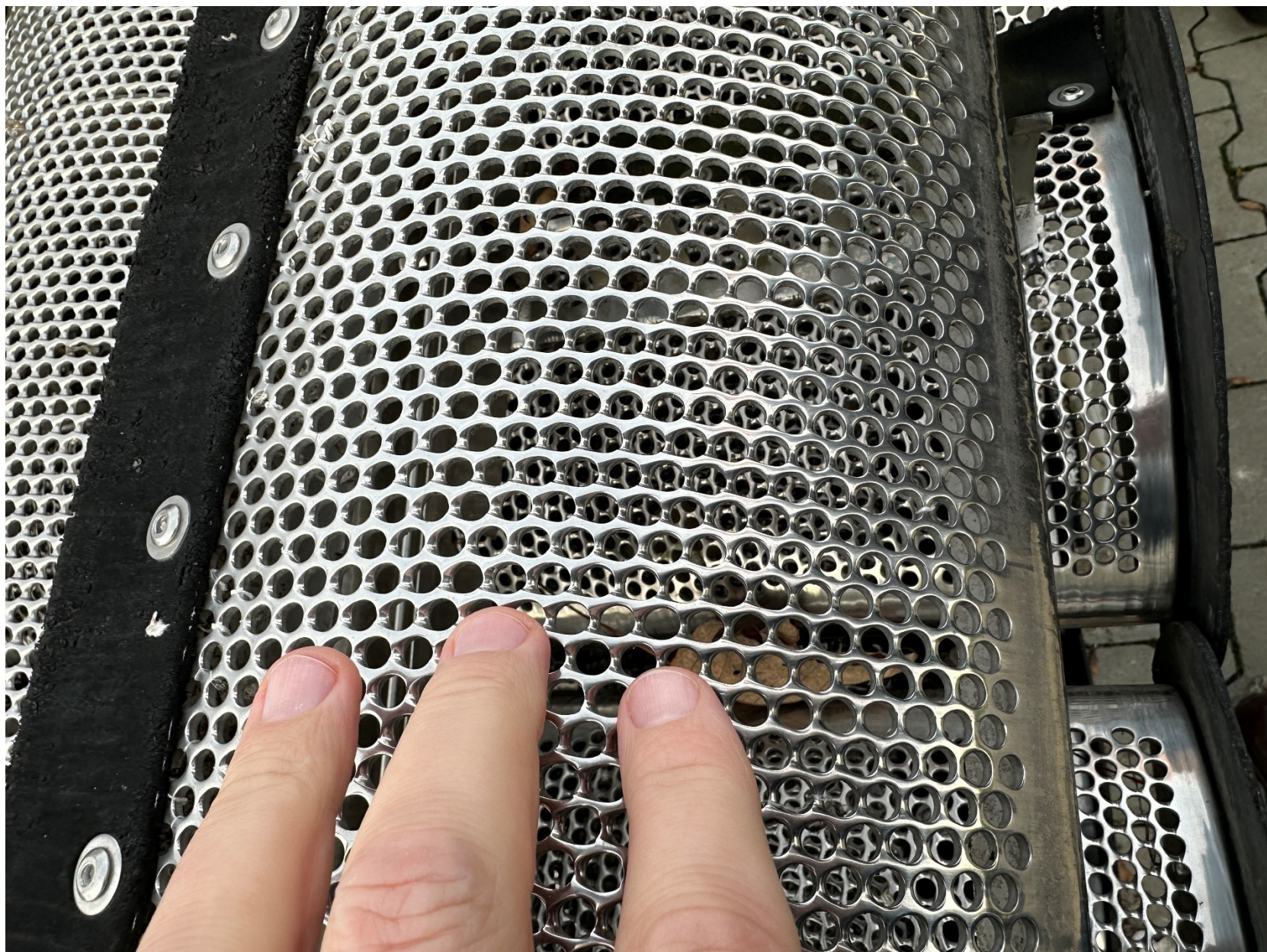
Zmienna struktura zanieczyszczeń – więcej włóknistych i higienicznych, mniej piasku i tłuszczu.

Wpływ zmian na pracę krat



H2O
RAZ, A DOBRZE





H2O
RAZ, A DOBRZE

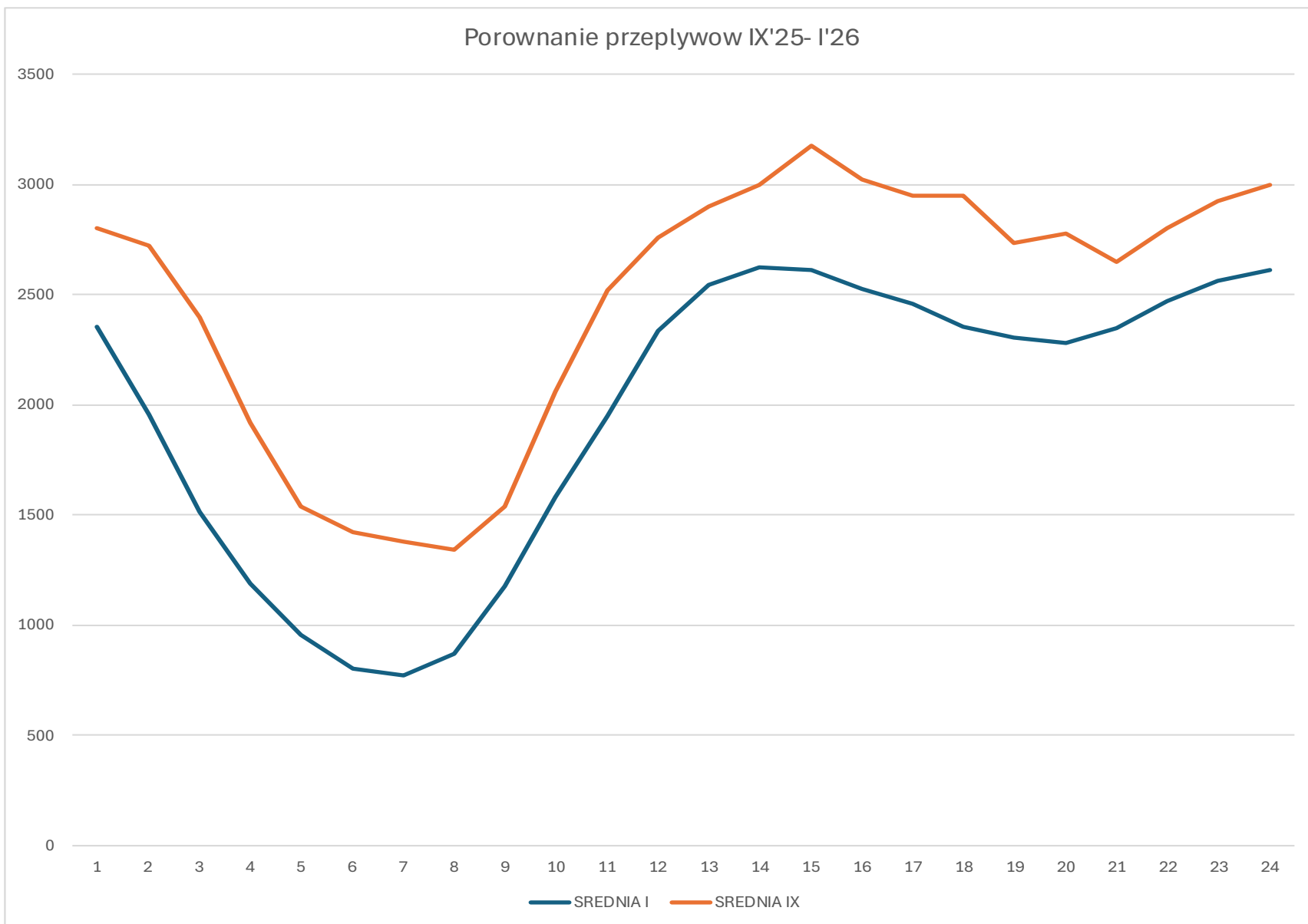


H2O
RAZ, A DOBRZE





Dobowe wahania przepływów



Dobowe wahania przepływów

Studium przypadku

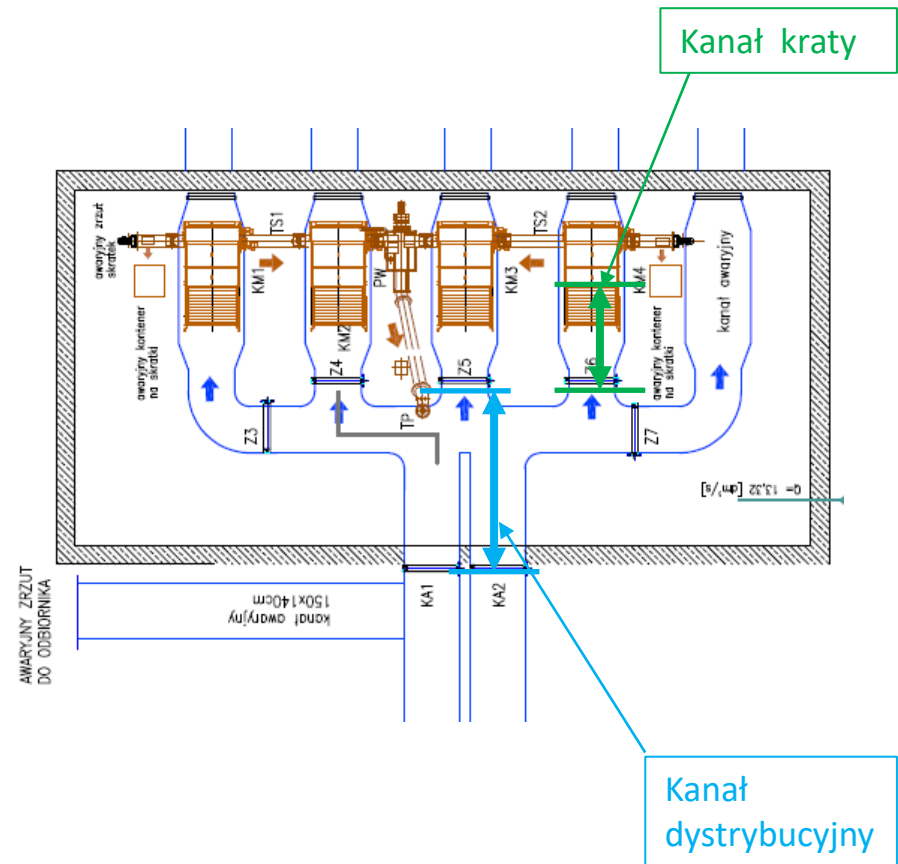
Szerokość kanału [mm]:	2120
Głębokość kanału [mm]:	2350
Przepustowość Q_{\max} [m ³ /h]:	5000-6000
Prześwit między lamelami [mm]:	2
Poziom ścieków przed kratą dla Q_{\max} H_1 [mm]:	1400
Poziom ścieków za kratą H_2 [mm]:	1100

Dobowe wahania przepływów

Studium przypadku

Stan faktyczny:

- Przepływy godzinowe w hali krat wahają się od 500 m³/h do 3200 m³/h
- Hala krat pracuje w układzie 2 kraty
- Hala jest zaopatrywana dwoma kanałami dystrybucyjnymi (KA1 i KA2)

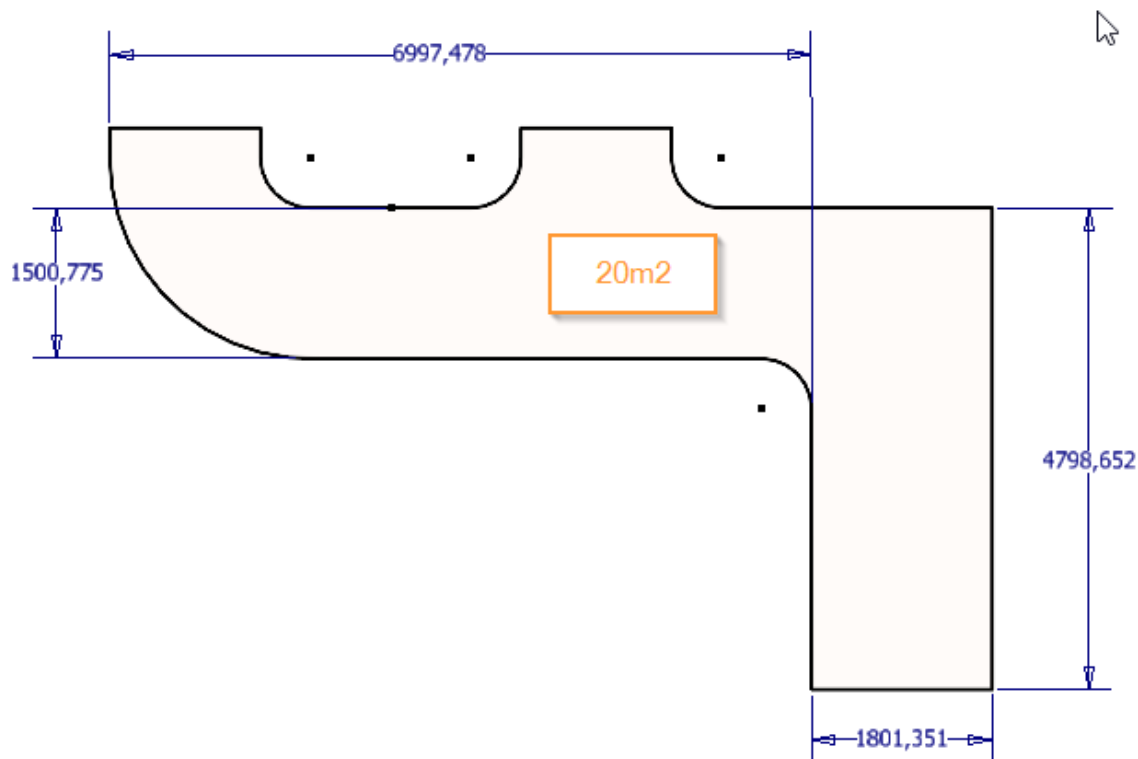


Dobowe wahania przepływów

Studium przypadku

Stan faktyczny:

- Objętość cieczy w kanale dystrybucyjnym przed kratami PSS to $20 \text{ m}^2 \times 1,3 = 26 \text{ m}^3$
- Czas drogi cząsteczki w kanale dystrybucyjnym wynosi ok 130s – kanał działa jak piaskownik



Dobowe wahania przepływów

Studium przypadku

Stan faktyczny:

Przy pracujących dwóch kanałach dystrybucyjnych i trzech kanałach krat

- Przy napływie Q_{maks} prędkość przepływu w kanale kraty wynosi 0,18m/s
- Przy napływie $Q_{śred}$ prędkość przepływu w kanale kraty wynosi 0,033m/s ($Q_{śred}$ przyjęte jako 900m³/h (250dm³/s))
- Przy napływie Q_{min} prędkość przepływu w kanale kraty wynosi 0,018m/s

Retention time and velocity inlet Screens						
			Distribution channel		Screen channel	
			Velocity (m/s)	Retention time (s)	Velocity (m/s)	Retention time (s)
Qmax	1388 l/s		0,275396825	36	0,183597884	11
Qmin	138 l/s		0,027	365	0,018	110
Qaverage	250 l/s		0,049603175	202	0,033068783	60
Dimensions distribution channel						
Width	1800	mm				
Depth	1400	mm				
Length	10000	mm				
Qty	2					
Dimensions screen channel						
Width	1800					
Depth	1400					
Length	2000					
Qty	3					

2x distribution channels in use and 3x screens

Zakłada się, że minimalna prędkość przepływu zapobiegająca sedymentacji to 0,3 m/s



Dobowe wahania przepływów

Studium przypadku

Modelowanie:

- Przy pracujących jednym ($2 > 1$) kanale dystrybucyjnym i dwóch ($3 > 2$) kanałach krat, oraz obniżeniu poziomu cieczy w kanale do 1000mm
- Przy napływie Q_{maks} prędkość przepływu w kanale kraty wynosi 0,38m/s 😊
- Przy napływie $Q_{śred}$ prędkość przepływu w kanale kraty wynosi 0,069m/s 😞
- Przy napływie Q_{min} prędkość przepływu w kanale kraty wynosi 0,038m/s 😞

Retention time and velocity inlet Screens						
		Distribution channel		Screen channel		
		Velocity (m/s)	Retention time (s)	Velocity (m/s)	Retention time (s)	
Qmax	1388 l/s	0,7711111111	13	0,3855555556	5	
Qmin	138 l/s	0,077	130	0,038	52	
Qaverage	250 l/s	0,1388888889	72	0,0694444444	29	
Dimensions distribution channel						
Width	1800 mm	1x distribution channel 2x screens				
Depth	1000 mm					
Length	10000 mm					
Qty	1					
Dimensions screen channel						
Width	1800					
Depth	1000					
Length	2000					
Qty	2					

Dobowe wahania przepływów

Studium przypadku

Modelowanie #1:

- Przy pracujących jednym (2>1) kanale dystrybucyjnym i jednym (3>1) kanale krat, oraz obniżeniu poziomu cieczy w kanale do 1000mm
- Przy napływie Q_{maks} prędkość przepływu w kanale kraty wynosi 0,77m/s 😊
- Przy napływie $Q_{śred}$ prędkość przepływu w kanale kraty wynosi 0,13m/s 😞
- Przy napływie Q_{min} prędkość przepływu w kanale kraty wynosi 0,077m/s 😞

Retention time and velocity inlet Screens						
			Distribution channel		Screen channel	
			Velocity (m/s)	Retention time (s)	Velocity (m/s)	Retention time (s)
Qmax	1388	l/s	0,771111111	13	0,771111111	3
Qmin	138	l/s	0,077	130	0,077	26
Qaverage	250	l/s	0,138888889	72	0,138888889	14
Dimensions distribution channel						
Width	1800	mm				
Depth	1000	mm				
Length	10000	mm				
Qty	1					
Dimensions screen channel						
Width	1800					
Depth	1000					
Length	2000					
Qty	1					

1x distribution channel 1x screen

Dobowe wahania przepływów

Studium przypadku

Modelowanie #3:

Przy pracujących jednym (2>1) kanale dystrybucyjnym i dwóch (3>2) kanałach krat, oraz obniżeniu poziomu cieczy w kanale do 1000mm i zawężeniu kanału dystrybucyjnego do 1000mm

- Przy napływie Q_{maks} prędkość przepływu w kanale kraty wynosi 1,38m/s 😄
- Przy napływie $Q_{śred}$ prędkość przepływu w kanale kraty wynosi 0,25m/s 😐
- Przy napływie Q_{min} prędkość przepływu w kanale kraty wynosi 0,138m/s 😞

Retention time and velocity inlet Screens						
			Distribution channel		Screen channel	
			Velocity (m/s)	Retention time (s)	Velocity (m/s)	Retention time (s)
Qmax	1388	l/s	1,388	7	0,385555556	5
Qmin	138	l/s	0,138	72	0,038	52
Qaverage	250	l/s	0,25	40	0,069444444	29
Dimensions distribution channel						
Width	1000	mm				
Depth	1000	mm				
Length	10000	mm				
Qty	1					
Dimensions screen channel						
Width	1800					
Depth	1000					
Length	2000					
Qty	2					

1x Modified distribution channel 2x Screens ok for max flow

Dobowe wahania przepływów

Studium przypadku

Wnioski:

- Przy obecnie notowanych napływach prędkości przepływu w kanałach dystrybucyjnych są zbyt niskie by zapobiec sedymentacji piasku i żwiru, który odkłada się na dnie kanału, zamiast w piaskowniku.
- W przypadku wystąpienia deszczów nawalnych odłożony piasek i żwir są w gwałtowny sposób transportowane w bardzo krótkim okresie czasu do krat, które są praktycznie zasypywane materiałem mineralnym.

Dobowe wahania przepływów

Studium przypadku

Wyeliminowanie sedimentacji piasku i żwiru w kanałach dystrybucyjnych i przenoszenia tego materiału na kraty w sposób nagły przez przepływach maksymalnych przez zwiększenie prędkości przepływu lub usuwanie

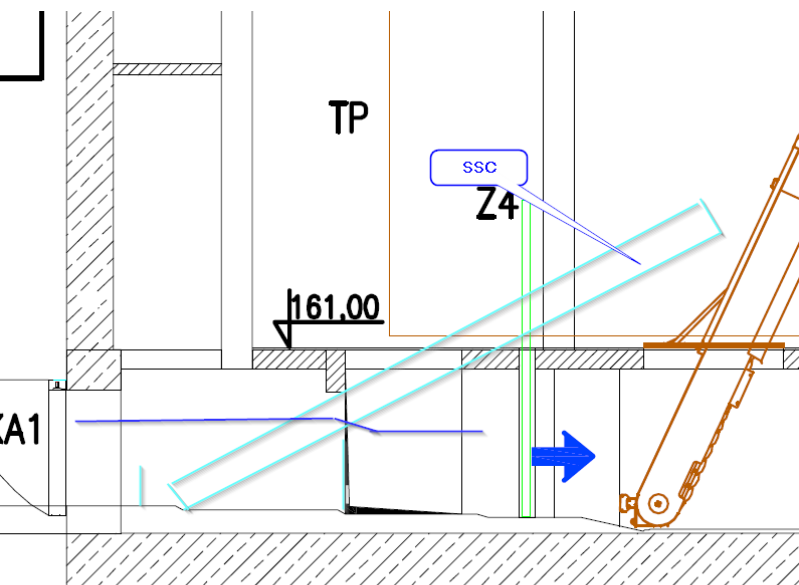
1. Zwiększenie retencji w systemie kanalizacyjnym przed oczyszczalnią ścieków (np. podniesienie poziomów złączenia w pompowniach ścieków i zwiększenie napływów po załączeniu pomp)
2. System piaskowników w kanałach dystrybucyjnych przed halą krat
3. Zwiększenie prędkości przepływu przed kratami (w kanałach dystrybucyjnych), w celu równomiernego dostarczania substancji mineralnych (piasku i żwiru) do krat – zmniejszenie pola przepływów kanałów - ściany działowe

Zwiększenie prędkości przepływu przez kratę (różnica poziomów przed kratą i za kratą)

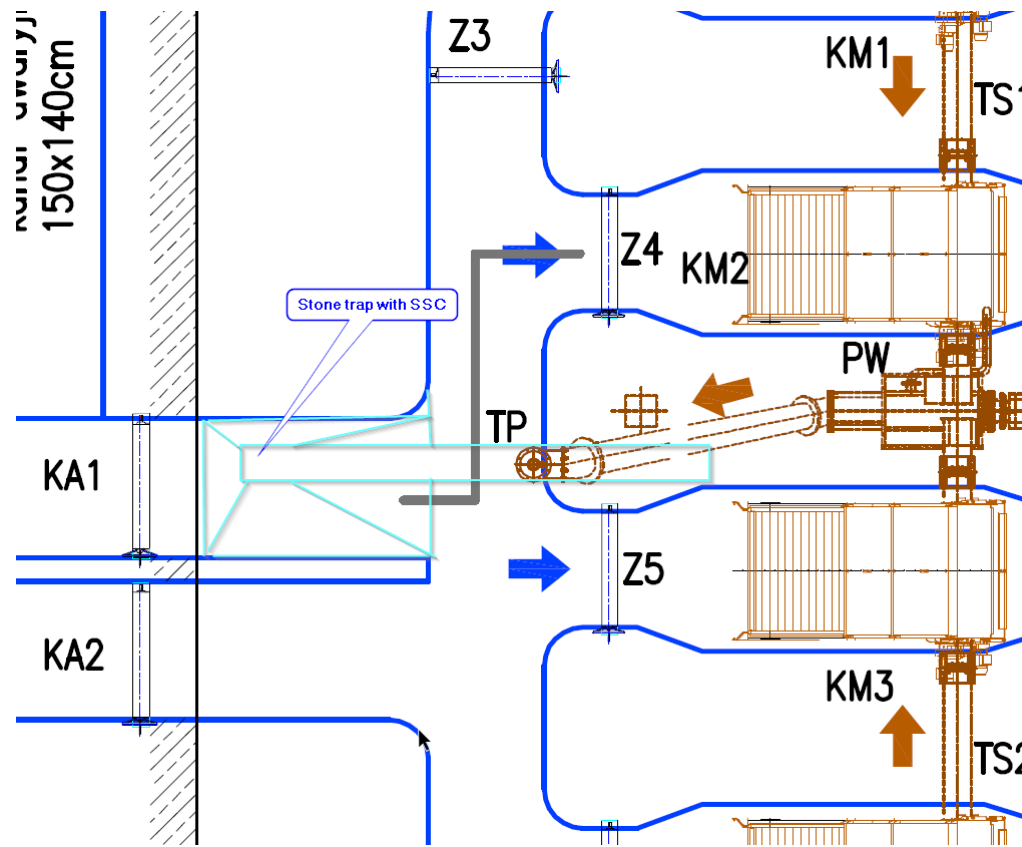
1. Sterowanie pracą krat od różnicy poziomów przed i za kratą
2. Kontrola poziomu H_2 (za kratą) przez czujnik poziomu i dynamiczny regulator przepływu

Wyeliminowanie sedimentacji piasku i żwiru w kanałach dystrybucyjnych

System piaskowników w kanałach dystrybucyjnych przed halą krat



OR 3

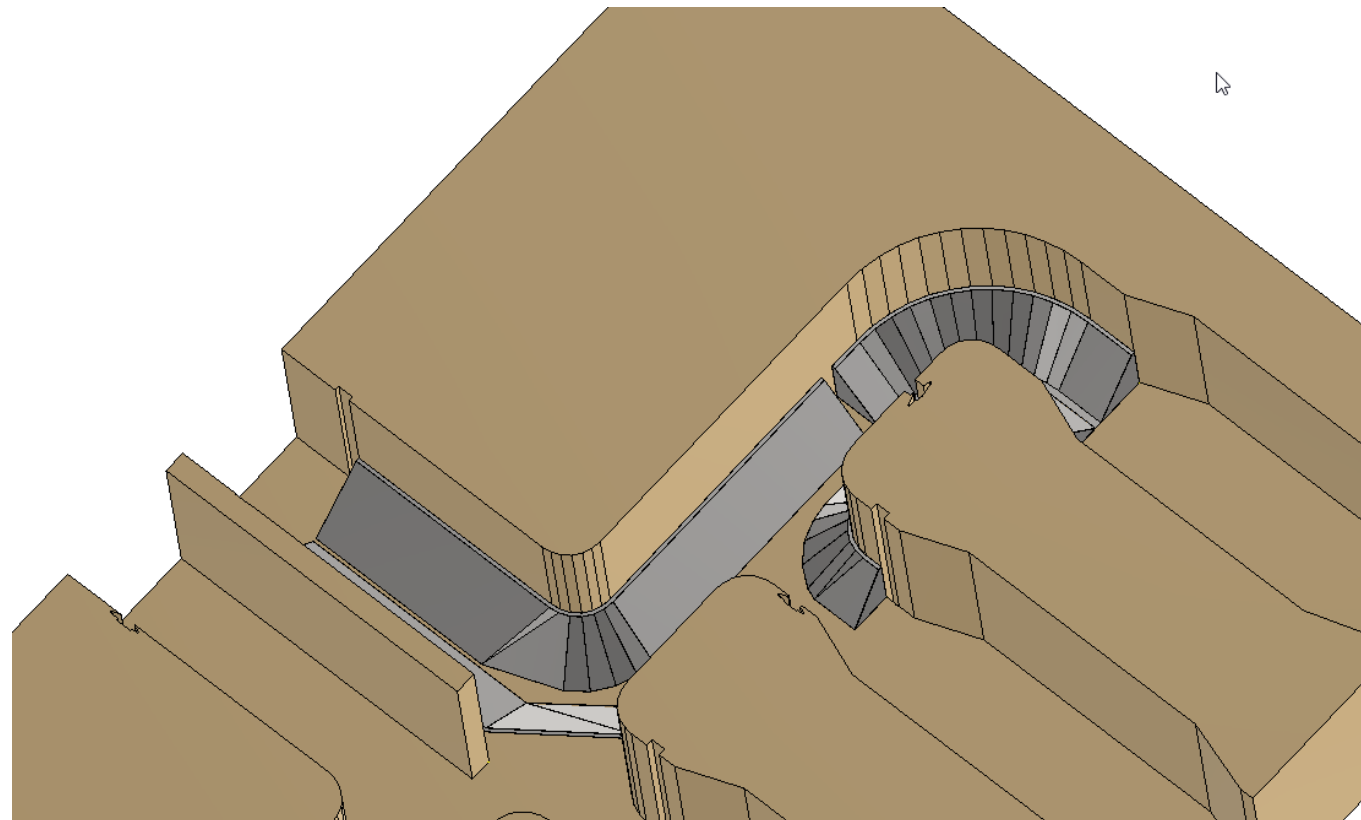


Przeграда o wysokości ok 300-400mm, z zainstalowanym przenośnikiem odbierająca odłożony w pułapce piach, żwir i kamienie.

Wyeliminowanie sedimentacji piasku i żwiru w kanałach dystrybucyjnych

Zwiększenie prędkości przepływu przed kratami

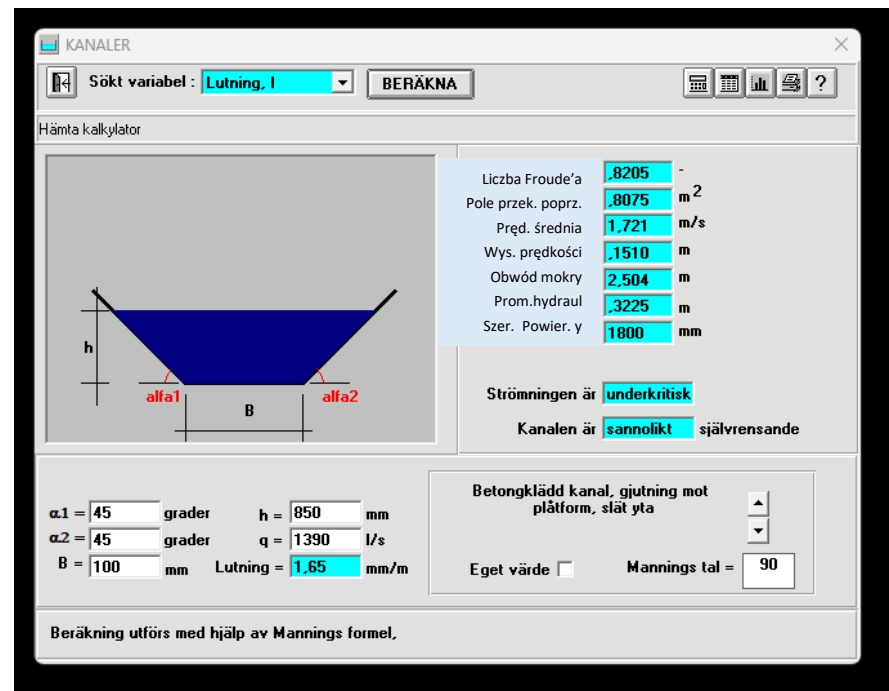
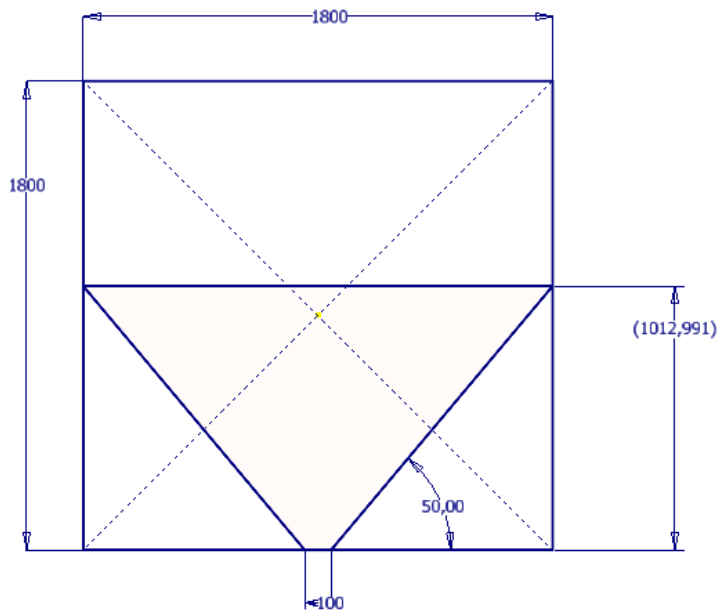
Wykonanie ścian działowych (betonowych, lub ze stali nierdzewnej) co zmniejszy pole przepływu kanałów, doprowadzi do zwiększenia prędkości przepływu, ograniczy zaleganie substancji mineralnych, co w rezultacie będzie oznaczać stałe i równomierne dostarczanie piasku i żwiru do krat



Wyeliminowanie sedimentacji piasku i żwiru w kanałach dystrybucyjnych

Zwiększenie prędkości przepływu przed kratami

Wykonanie ścian działowych (betonowych, lub ze stali nierdzewnej) co zmniejszy pole przepływu kanałów, doprowadzi do zwiększenia prędkości przepływu, ograniczy zaleganie substancji mineralnych, co w rezultacie będzie oznaczać stałe i równomierne dostarczanie piasku i żwiru do krat



Wyzwania projektowe

Tradycyjne podejście projektowe nie wystarcza

- Nowe jednostkowe przepływy ścieków – nie można opierać się wyłącznie na wskaźnikach historycznych.
- Uwzględnianie korekt demograficznych (GUS 2023–2060) przy projektach >20 lat eksploatacji.
- Modelowanie godzinowych profili przepływu – wymóg w nowoczesnych projektach hydraulicznych.
- Automatyzacja i adaptacyjność (regulacja prędkości, czujniki poziomu, SCADA).
- Redefinicja pojęcia „maksymalny dopływ godzinowy” – bardziej istotna jest dynamika zmian niż średnia wartość.

Dobre praktyki – z doświadczeń branży

Sprawdzone rozwiązania w warunkach dużej zmienności Q



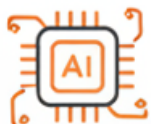
Dodanie ścieżki dla niskich przepływów dodatkowy kanał dystrybucyjny , kanał kraty, krata o mniejszej wydajności



Wprowadzenie komór buforowych (min. 10–15 minut retencji) w systemach z dużą zmiennością.



Kształtowanie proaktywnej eksploatacji: dane telemetryczne, obserwacja trendów, konserwacja bieżąca.



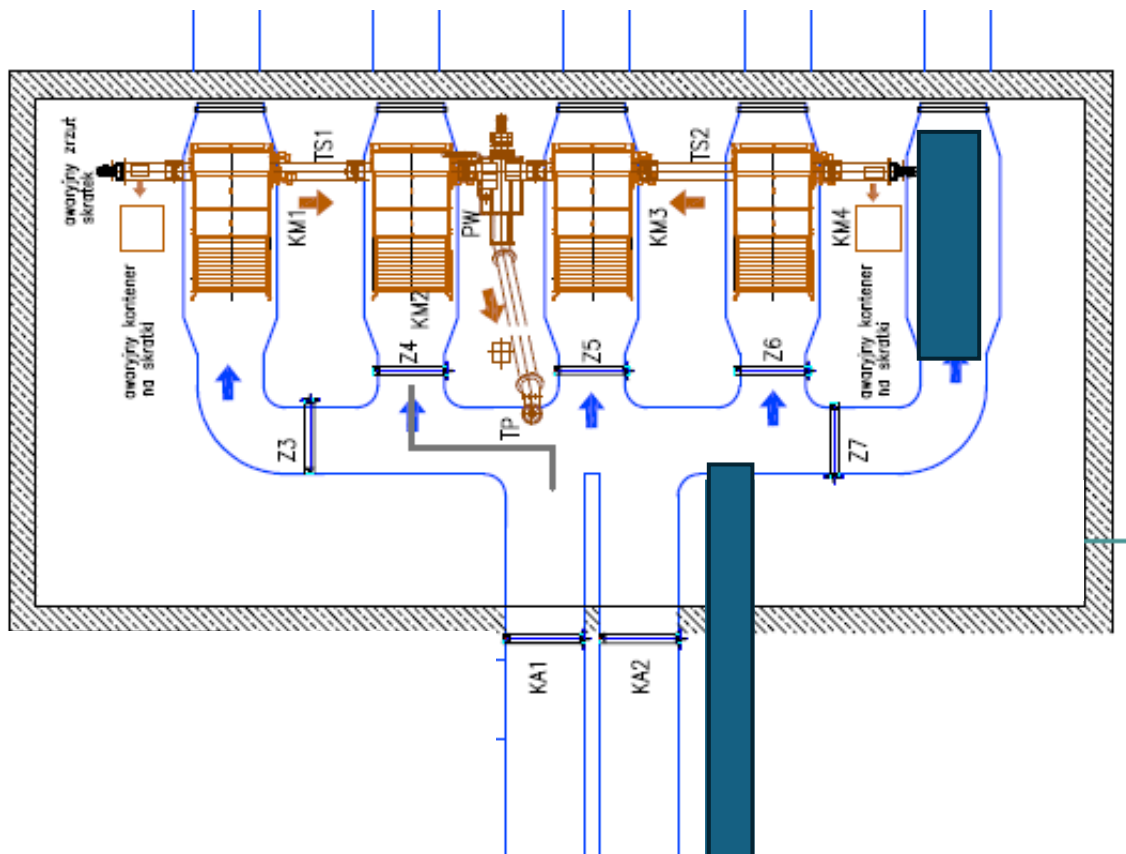
Integracja systemów predykcyjnych (AI/ML) do sterowania urządzeniami mechanicznego oczyszczania.



Rewizja układów spustu i płukania kanałów dopływowych – unikanie odkładania zawiesin i piasku.

Dobre praktyki – z doświadczeń branży

Sprawdzone rozwiązania w warunkach dużej zmienności Q



Przyszłość: adaptacja

- Predykcja dopływów na podstawie danych pogodowych i sezonowych.
- Zintegrowane systemy retencji w kanalizacji sanitarnej.
- Architektura modułowa – łatwa adaptacja do spadków lub wzrostów przepływów.
- Współpraca sektorów: wod-kan, senioralne mieszkalnictwo, urbanistyka i gospodarka wodna.

Rekomendacje końcowe

- Stosować aktualne dane GUS 2023–2060 przy szacowaniu obciążenia hydraulicznego.
- Uwzględniać proces starzenia się społeczeństwa jako czynnik systemowy w projektowaniu.
- Projektować urządzenia w sposób adaptacyjny: regulowane, monitorowane, predykcyjne.
- Skupiać się na eksploatacji w warunkach zmiennego dopływu – a nie tylko na maksymalnych wartościach projektowych.
- Wspierać edukację i wymianę danych między eksploatatorami.

Podsumowanie i przesłanie

Infrastruktura musi nadążyć za zmianami

Trzy siły kształtujące przyszłość komunalnych oczyszczalni ścieków:



Demografia



Nawyki
użytkowników



Technologie
adaptacyjne

Podsumowanie i przestanie

Infrastruktura musi nadążyć za zmianami

Źródła

- GUS Roczniki Statystyczne 1990–2024
- Prognoza Ludności 2023–2060
- Raporty SEOGWŚ 2023–2025
- Opracowania SGH i Politechniki Wrocławskiej
- Opracowania własne

Dziękuję za uwagę!

Maciej Lewandowski

**TELEFON**

222 52 52 52

512 666 434

E-MAIL

mgl@h2-o.pl

biuro@h2-o.pl

ADRES

Rydygiera 8, bud. A

01-793 Warszawa

STRONA INTERNETOWA

www.h2-o.pl

www.h2o-serwis.pl