

Ukryty potencjał osadników wtórnych.

Zwiększenie obciążenia dzięki zastosowaniu modelowania

CFD i kolumny napływu o regulowanej wysokości.

Diana Usarek

Proffico

12.05.2026

Osadniki wtórne

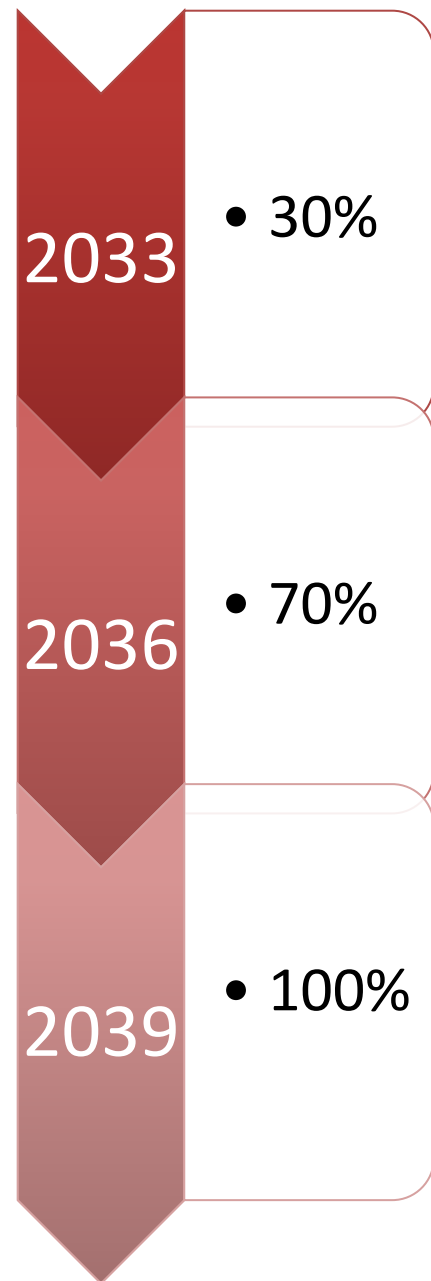


Osadniki wtórne – problemy eksploatacyjne



Nowa dyrektywa ściekowa

≥ 150 000 RLM



III stopień oczyszczania
(Usuwanie biogenów N i P)

≥ 150 000 RLM

N < 8 mg/l, redukcja 80%
P < 0,5 mg/l, redukcja 90%

≥ 10 000 RLM

N < 10 mg/l, redukcja 80%
P < 0,7 mg/l, redukcja 87,5%

IV stopień oczyszczania
(Usuwanie mikrozanieczyszczeń)

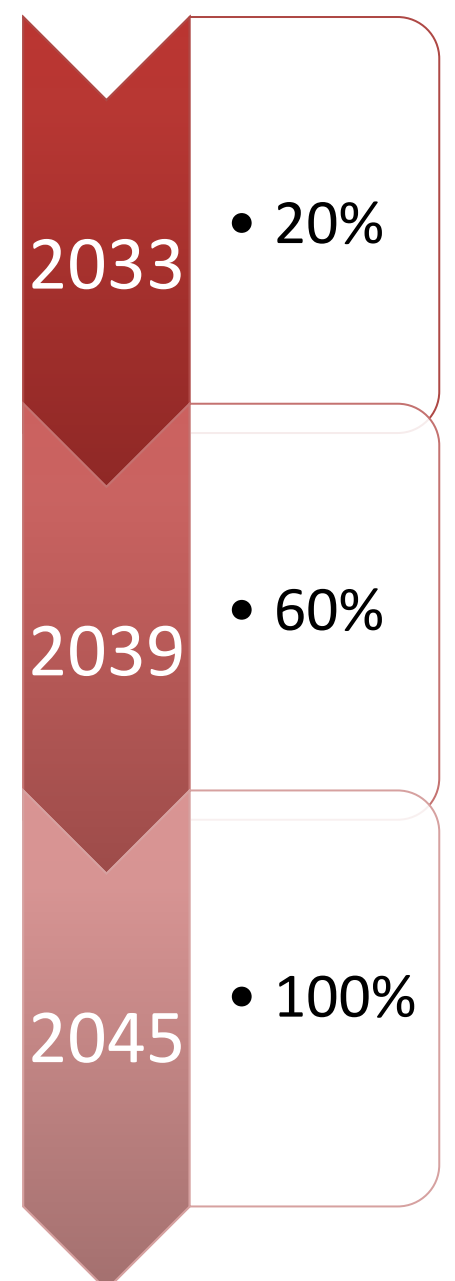
≥ 150 000 RLM

obowiązkowo farmaceutyki,
PFAS

≥ 10 000 RLM

na podst. oceny ryzyka

≥ 150 000 RLM

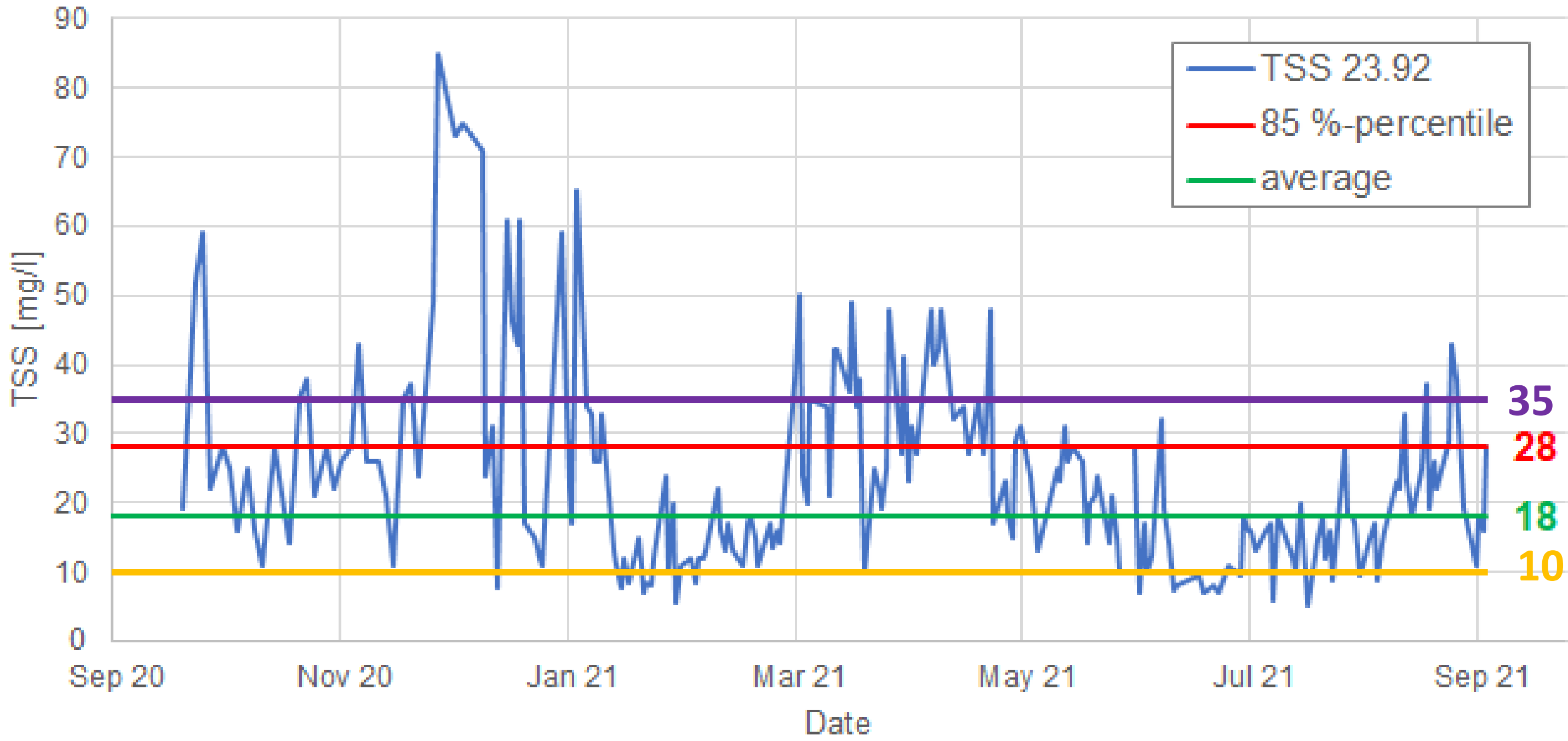


IV stopień oczyszczania - instalacje



! Limit zawiesiny ogólnej na doływie do instalacji $< 10 \text{ mg/l}$

Osadniki wtórne – jakość ścieku oczyszczonego



Napływ ścieków – stała kolumna napływu

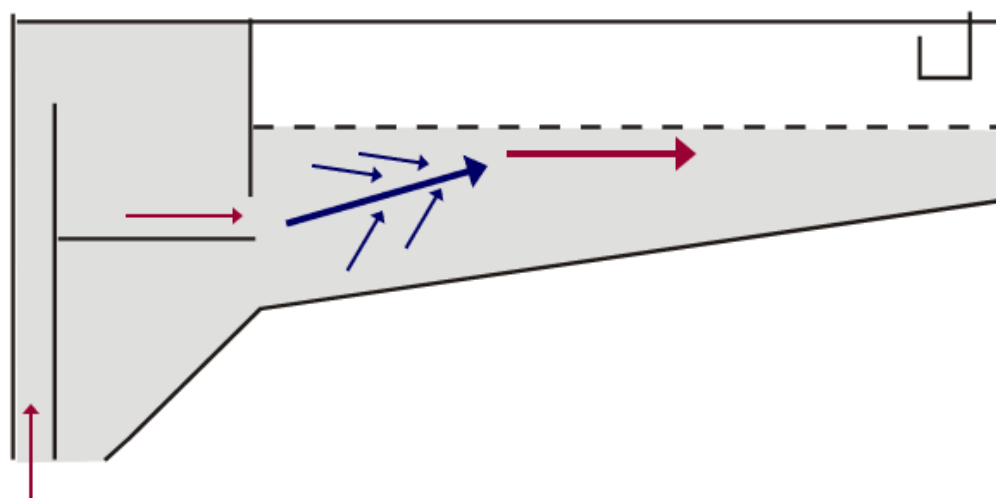


Stała kolumna napływu

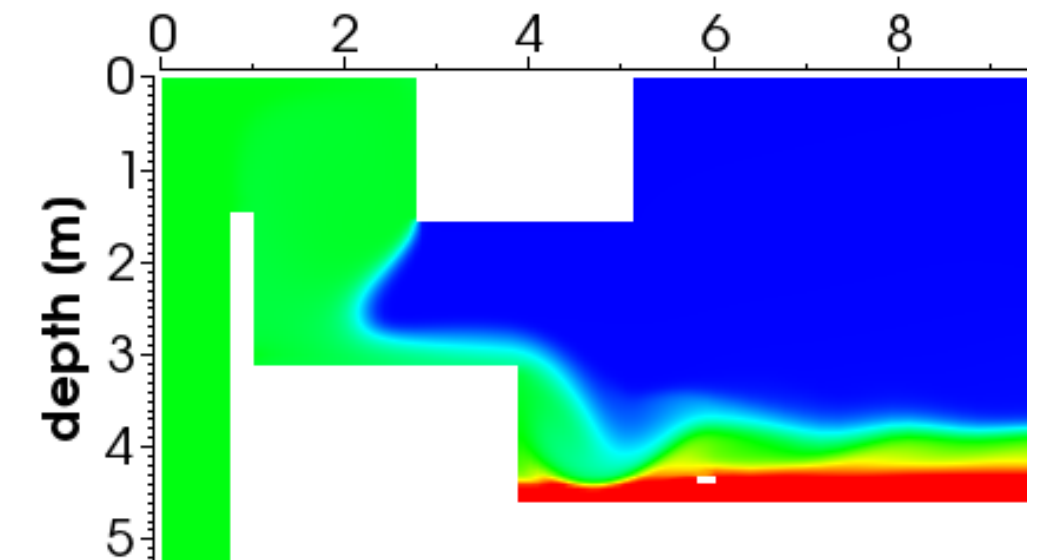
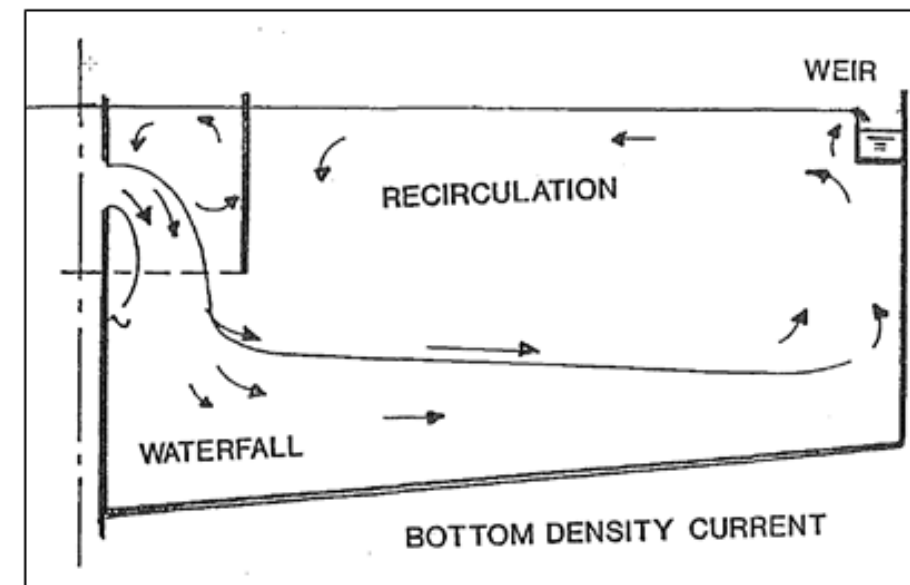


Stała kolumna napływu

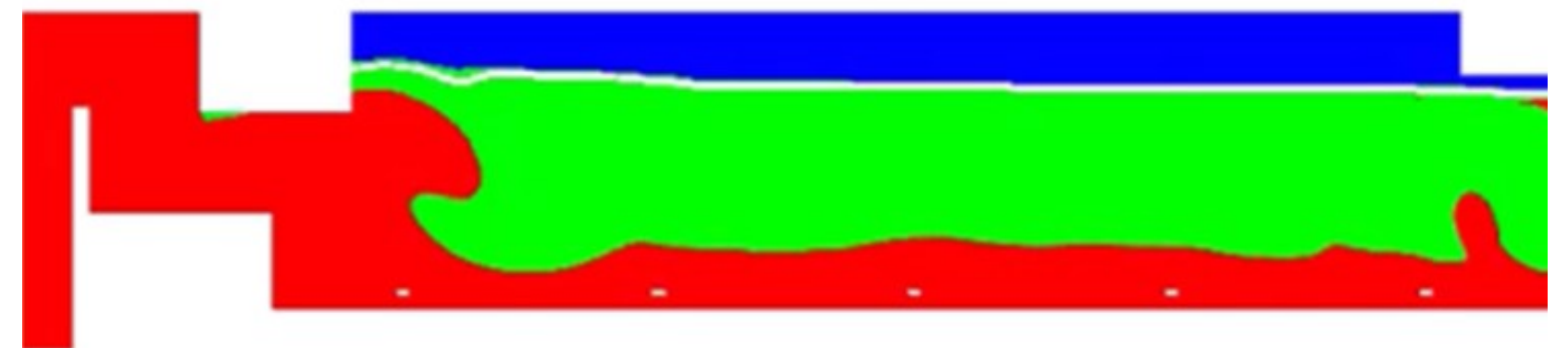
Napływ położony nisko



Napływ położony wysoko



Funktionszonen



Modelle CFD

$$\rho \frac{\partial U}{\partial t} - \nabla \left[\left(\mu + \rho C_{\mu} \frac{k^2}{\varepsilon} \right) (\nabla U + (\nabla U)^T) \right] + \rho U \cdot \nabla U + \nabla P = F$$

$$\rho \frac{\partial C}{\partial t} + \frac{\partial \rho (U + U_S) C}{\partial x_i} = \rho \frac{\partial}{\partial x_i} \left(\frac{\nu_t}{\sigma_c} \frac{\partial C}{\partial x_i} \right)$$

$$U_S = U_{S0} X \exp[-r_h (C - U_{ns})] - U_{S0} X \exp[-r_p (C - U_{ns})]$$

$$\mu_t = \rho C_{\mu} \frac{k^2}{\varepsilon}$$

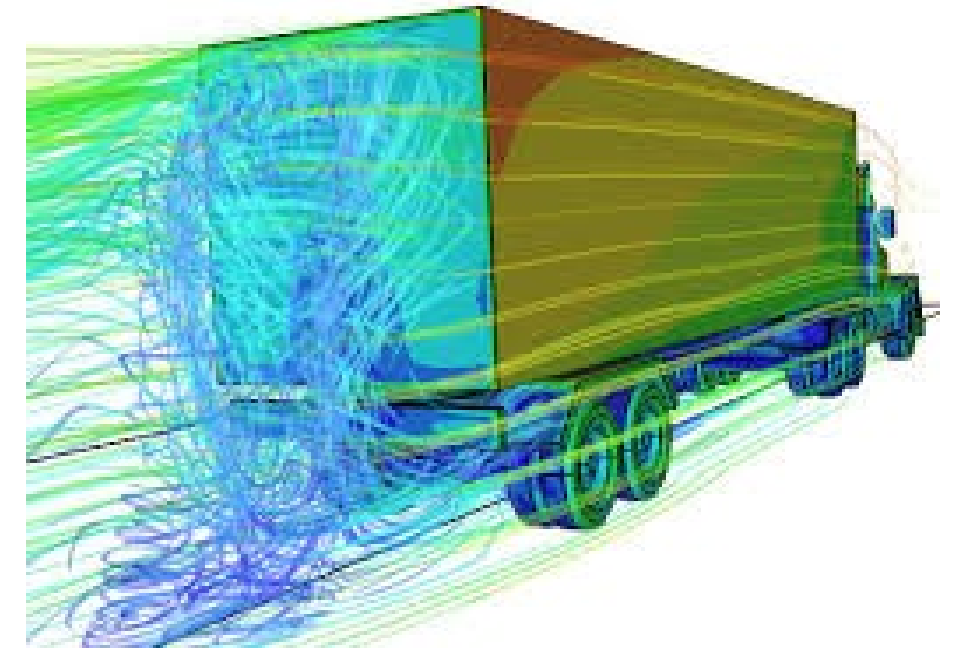
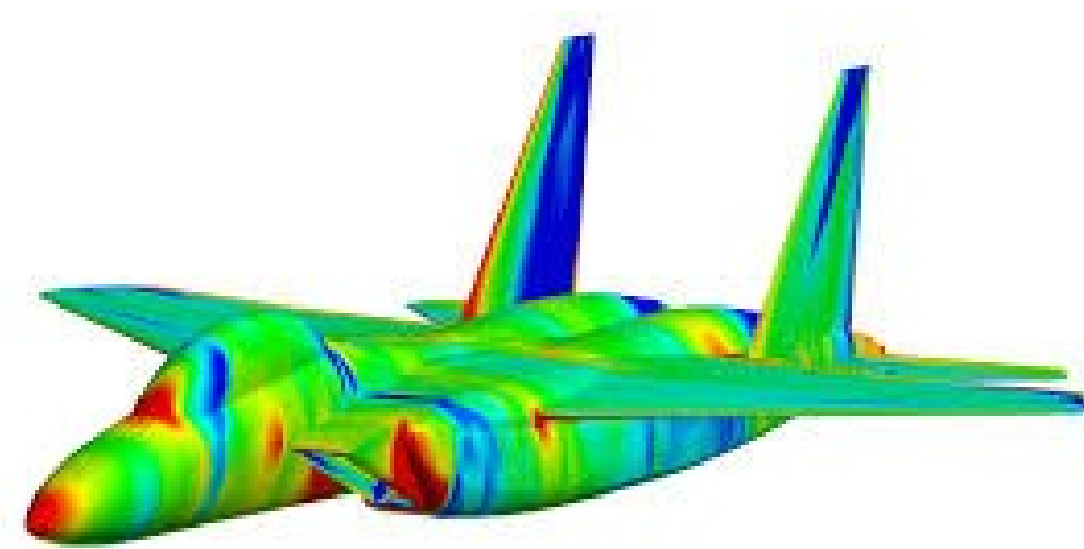
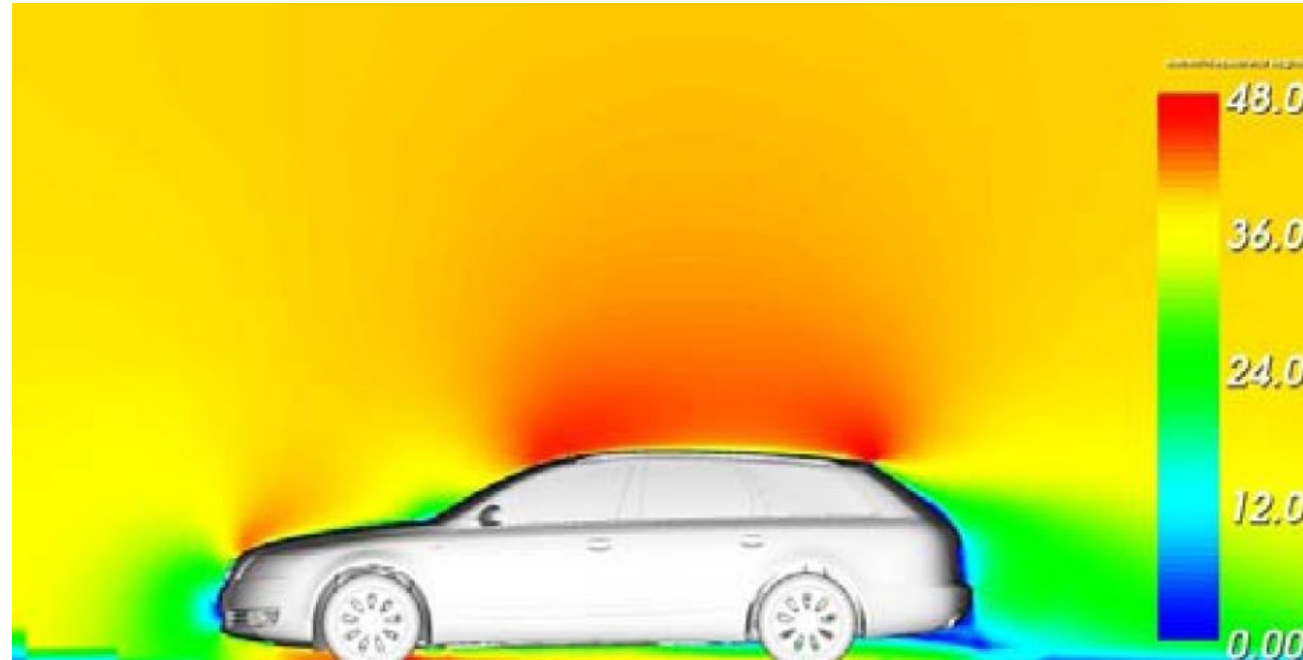
$$\frac{\partial \rho k}{\partial t} + \frac{\partial k}{\partial x_i} (\rho k u_i) = \frac{\partial}{\partial x_j} \left(\left(\mu + \frac{\mu_t}{\sigma_k} \right) \frac{\partial k}{\partial x_i} \right) +$$

$$+ G_k + G_b - \rho \varepsilon - Y_M + S_k$$

$$\frac{\partial \rho \varepsilon}{\partial t} + \frac{\partial \varepsilon}{\partial x_i} (\rho \varepsilon u_i) = \frac{\partial}{\partial x_j} \left(\left(\mu + \frac{\mu_t}{\sigma_{\varepsilon}} \right) \frac{\partial \varepsilon}{\partial x_i} \right) +$$

$$+ C_{\varepsilon k} \frac{\varepsilon}{k} (G_k + C_{sc} G_b) - C_{2\varepsilon} \rho \frac{\varepsilon^2}{k} + S_{\varepsilon}$$

Modele CFD



1905



1970



1983

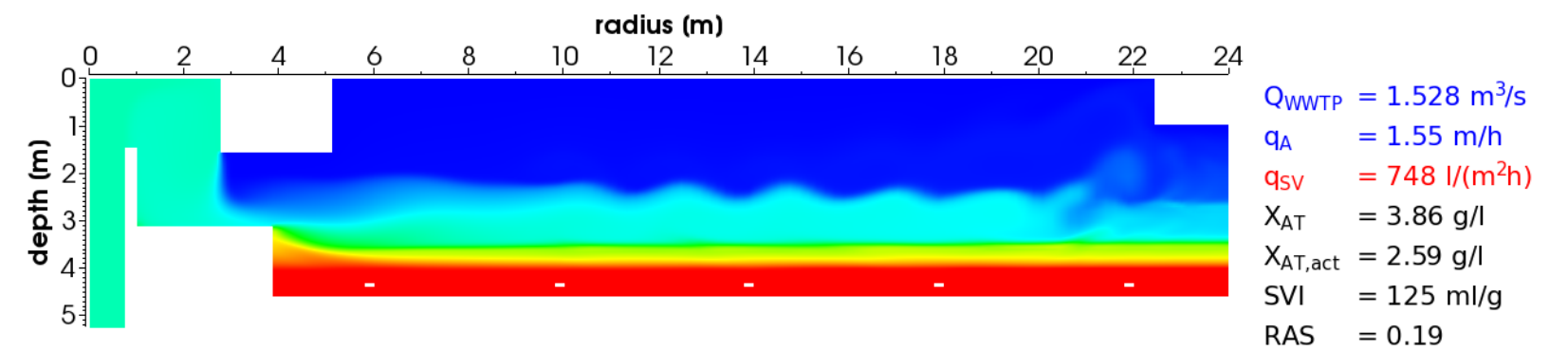
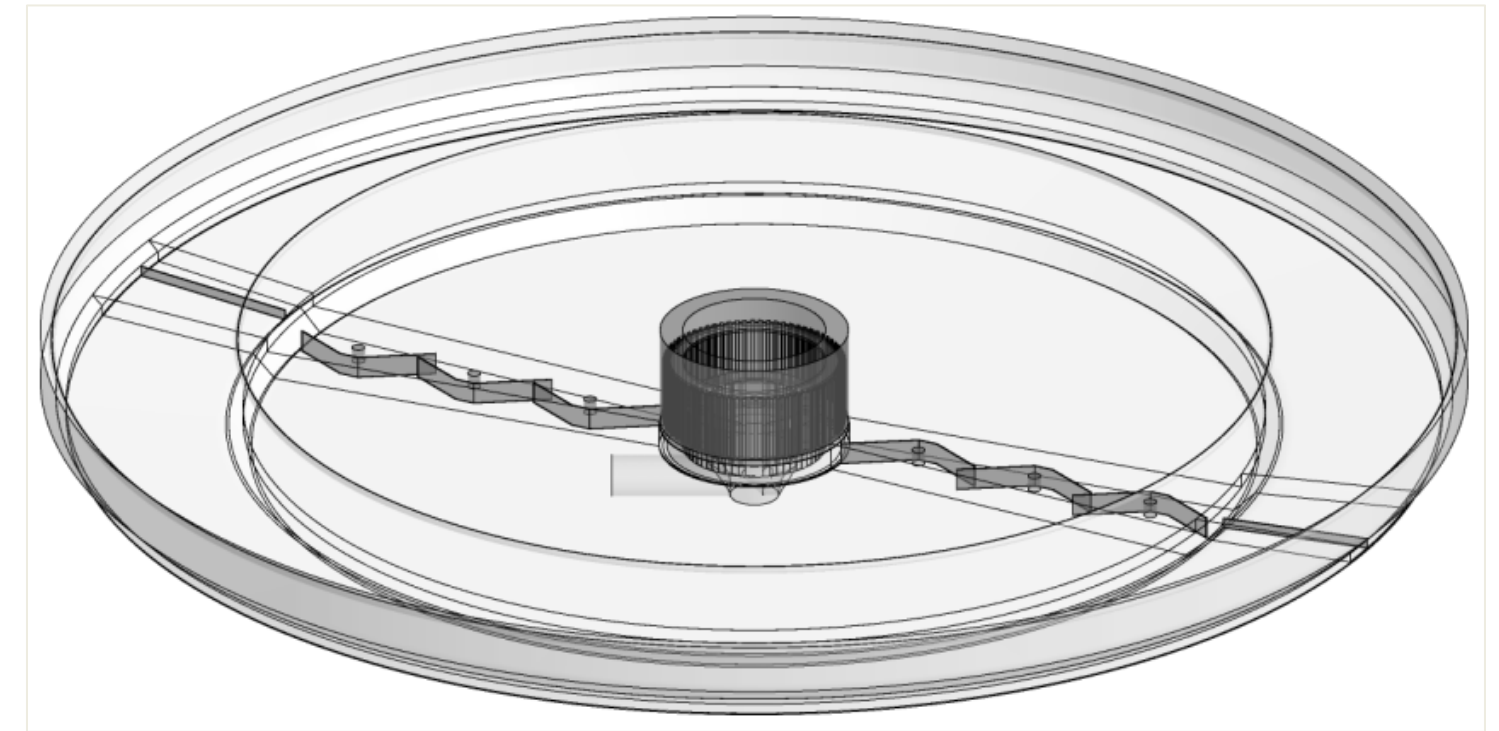
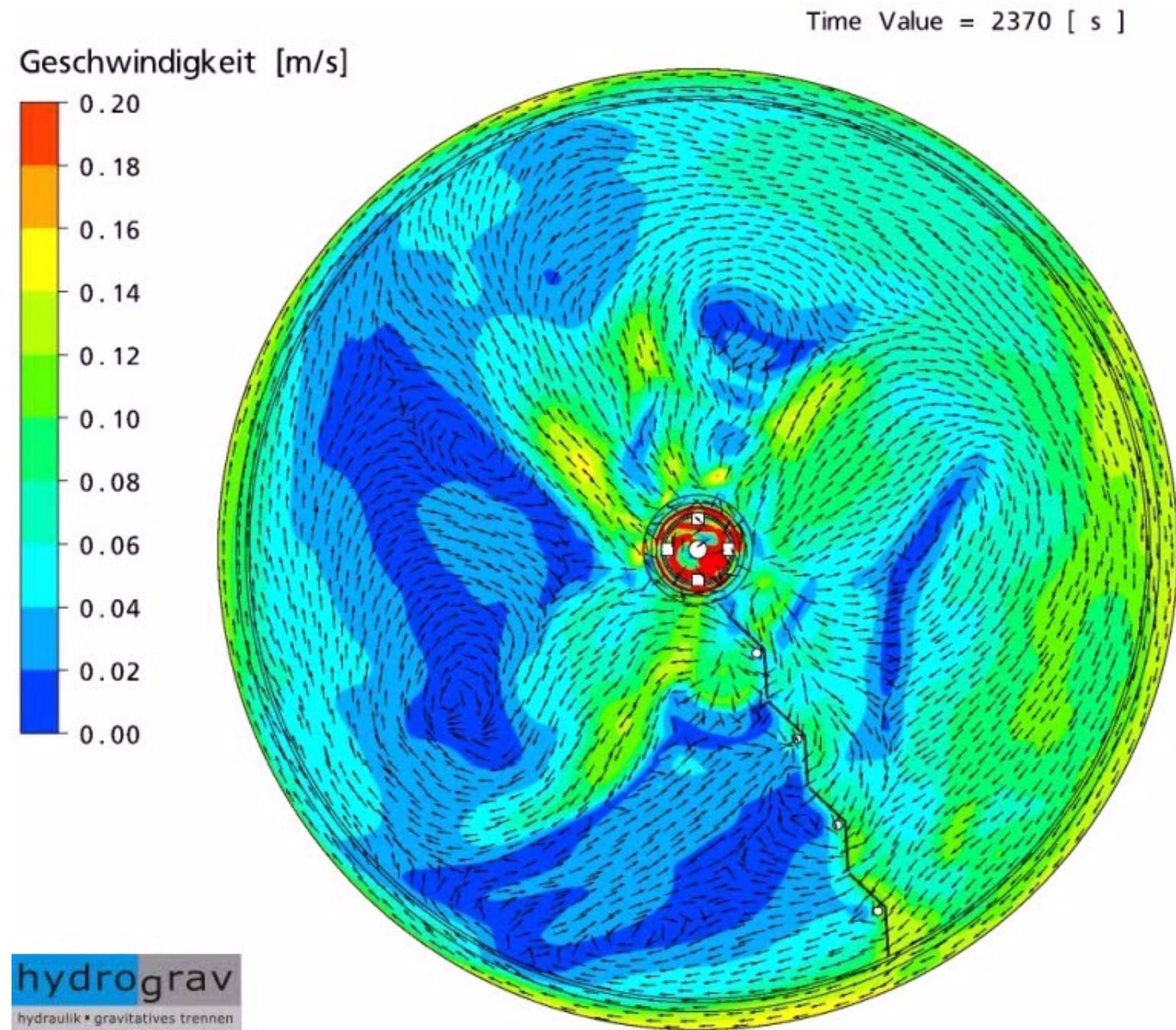


2007



2013

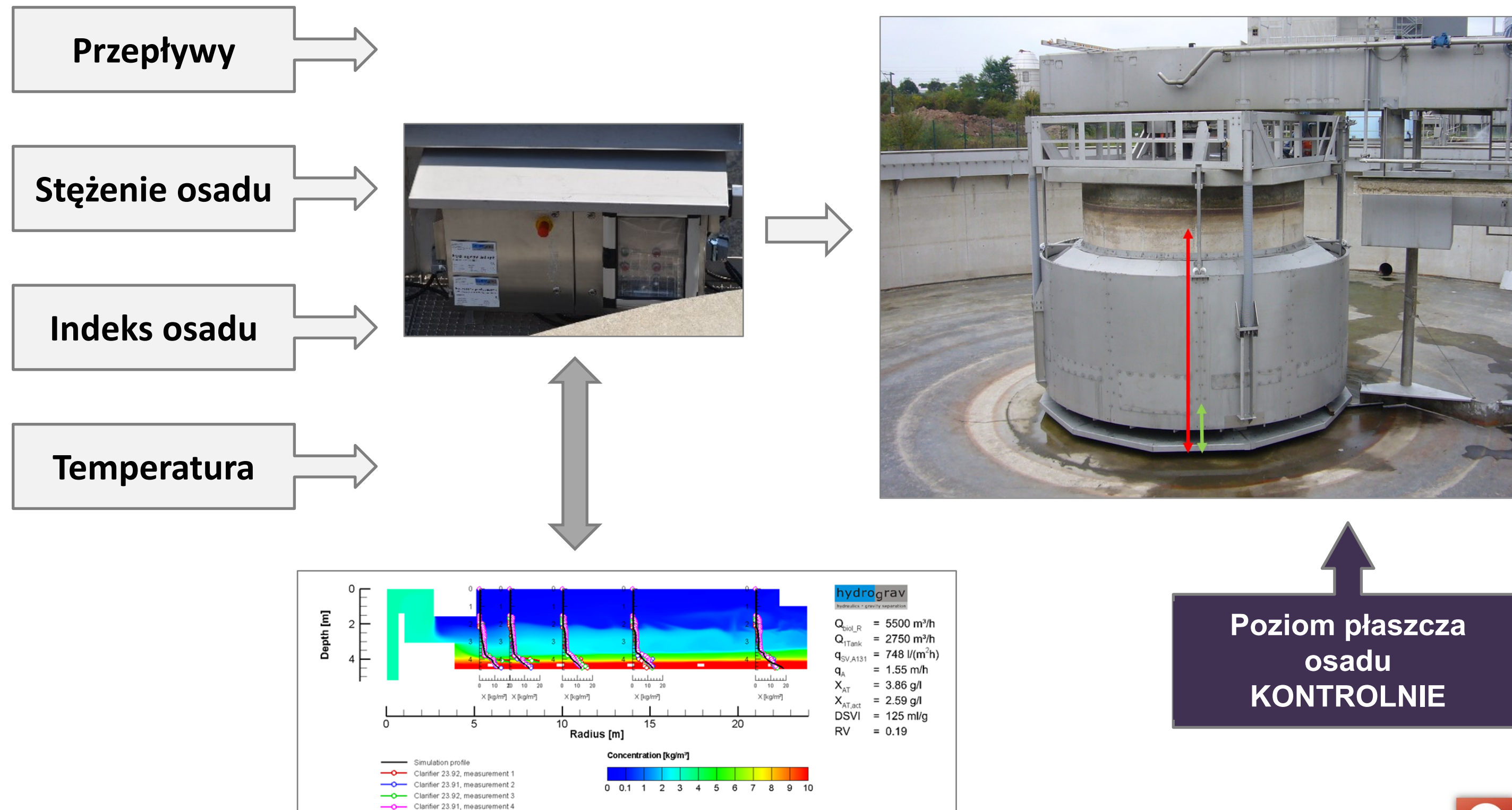
Modelle CFD



Kolumna napływu o regulowanej wysokości



Regulator napływu - sterowanie



Kolumna napływu o regulowanej wysokości

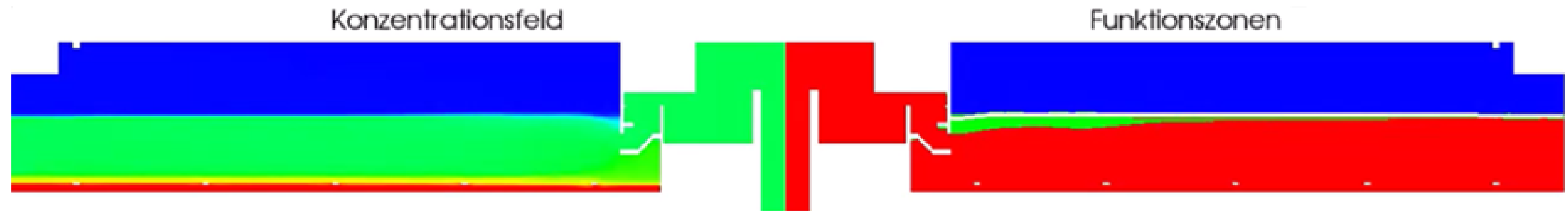


Kolumna napływu o regulowanej wysokości

Stała kolumna napływu



Kolumna napływu o regulowanej wysokości



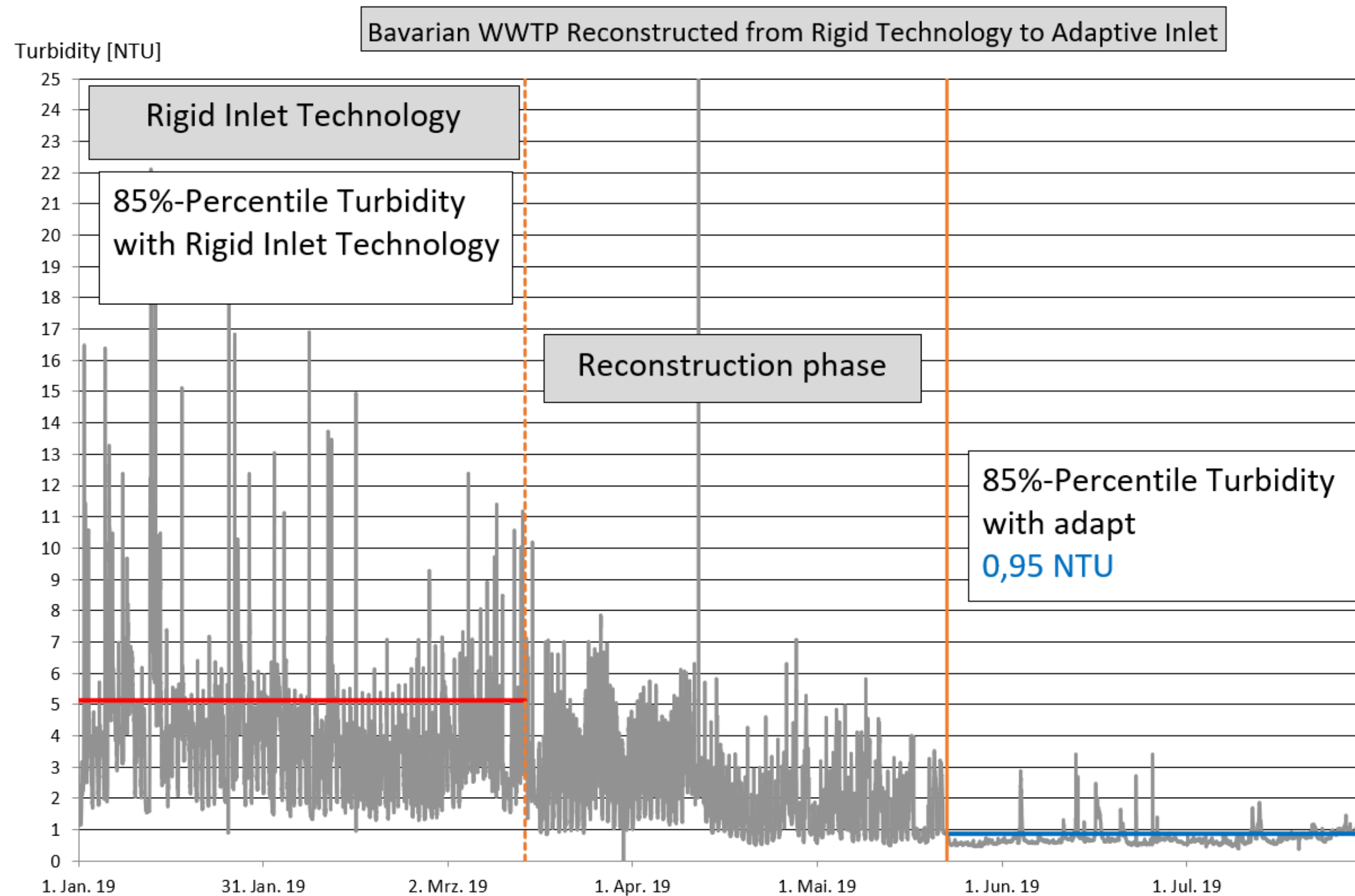
Kolumna napływu o regulowanej wysokości

Co daje regulowana kolumna napływu?

- zwiększenie wydajności osadnika wtórnego (poprawna praca przy większych przepływach, stężeniach osadu, indeksie osadu),
- zmniejszenie poziomu zawiesiny na odpływie,
- zmniejszenie poziomu ChZT i fosforu na odpływie,
- optymalizacja pracy osadnika – poprawna praca w całym zakresie
- zwiększenie wysokości strefy klarownej w osadniku,
- możliwe zwiększenie stopnia recyrkulacji osadu.

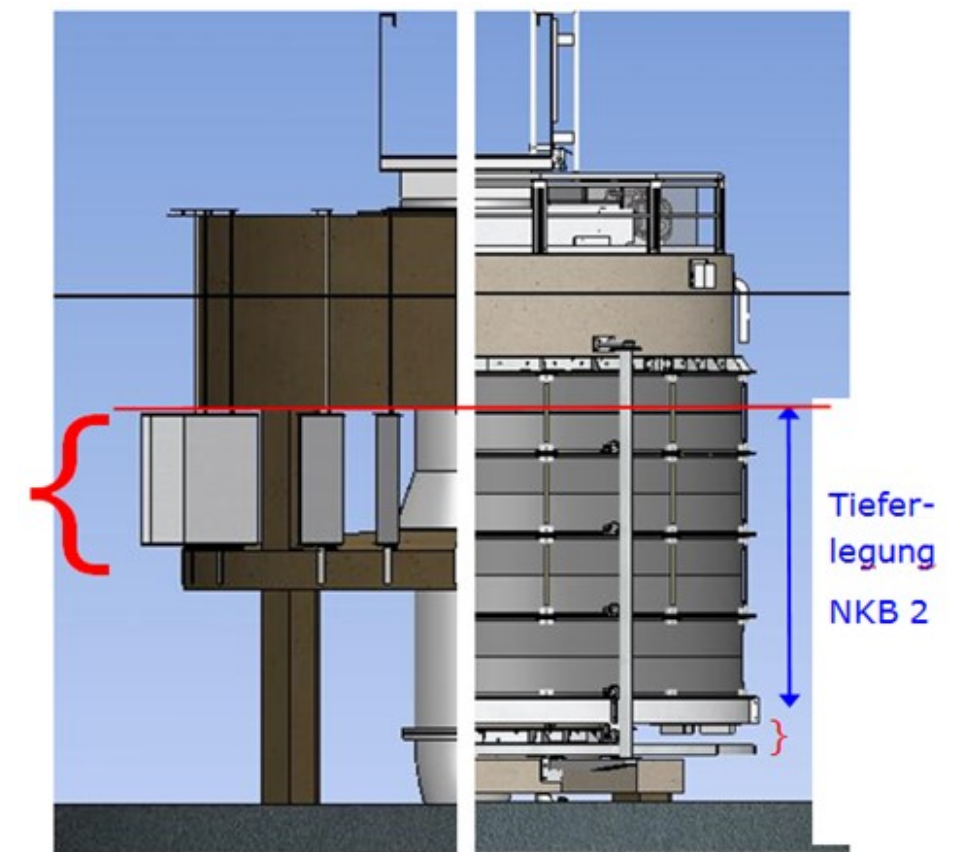
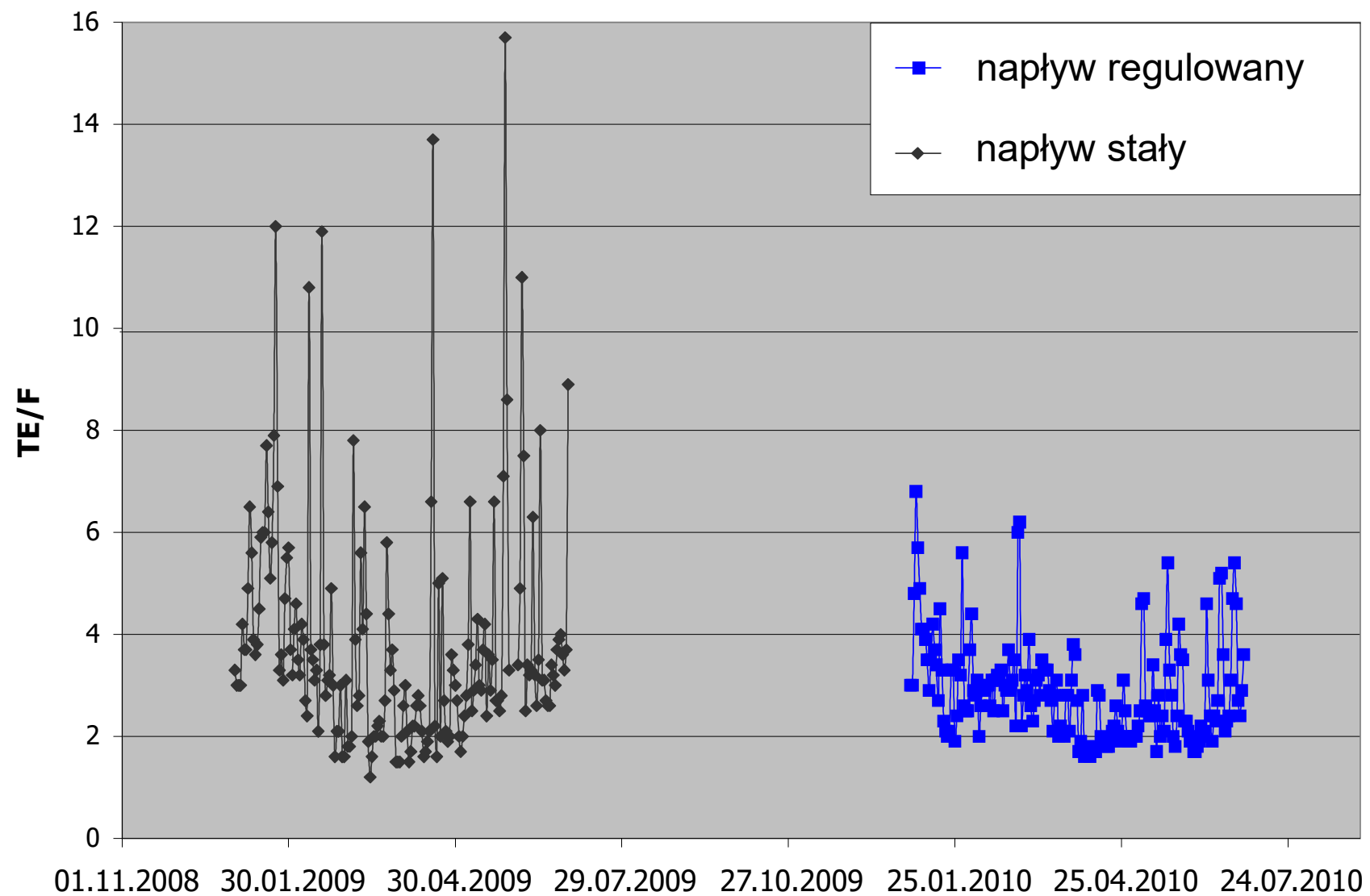


Praca regulatora napływu – OŚ Bavarian



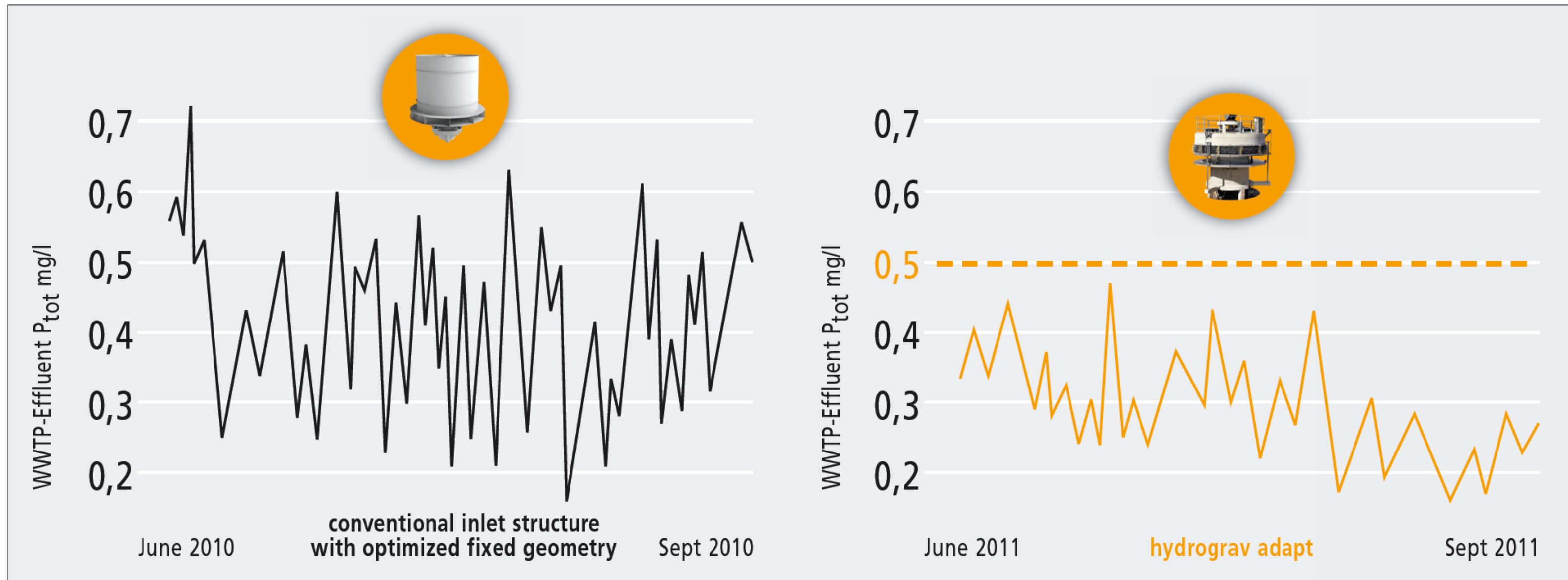
Praca regulatora napływu – OŚ Gorssostheim

Klärwerk Bachgau: Trübung in den Vergleichszeiträumen 2009 und 2010



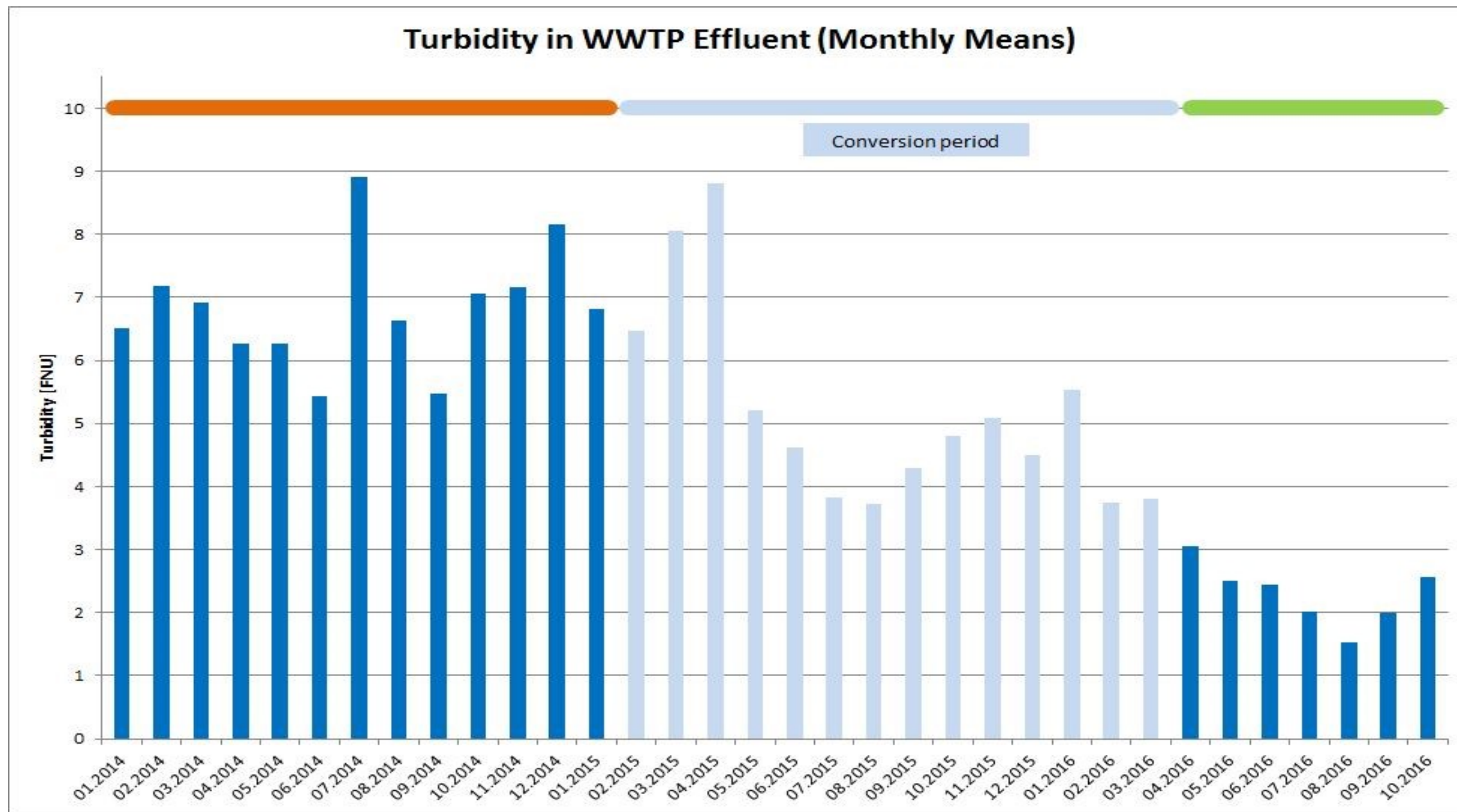
35'000 RLM, 1/2 osadniki x 30 m, 2009 rok

Praca regulatora napływu – OŚ Moerst Gerdt



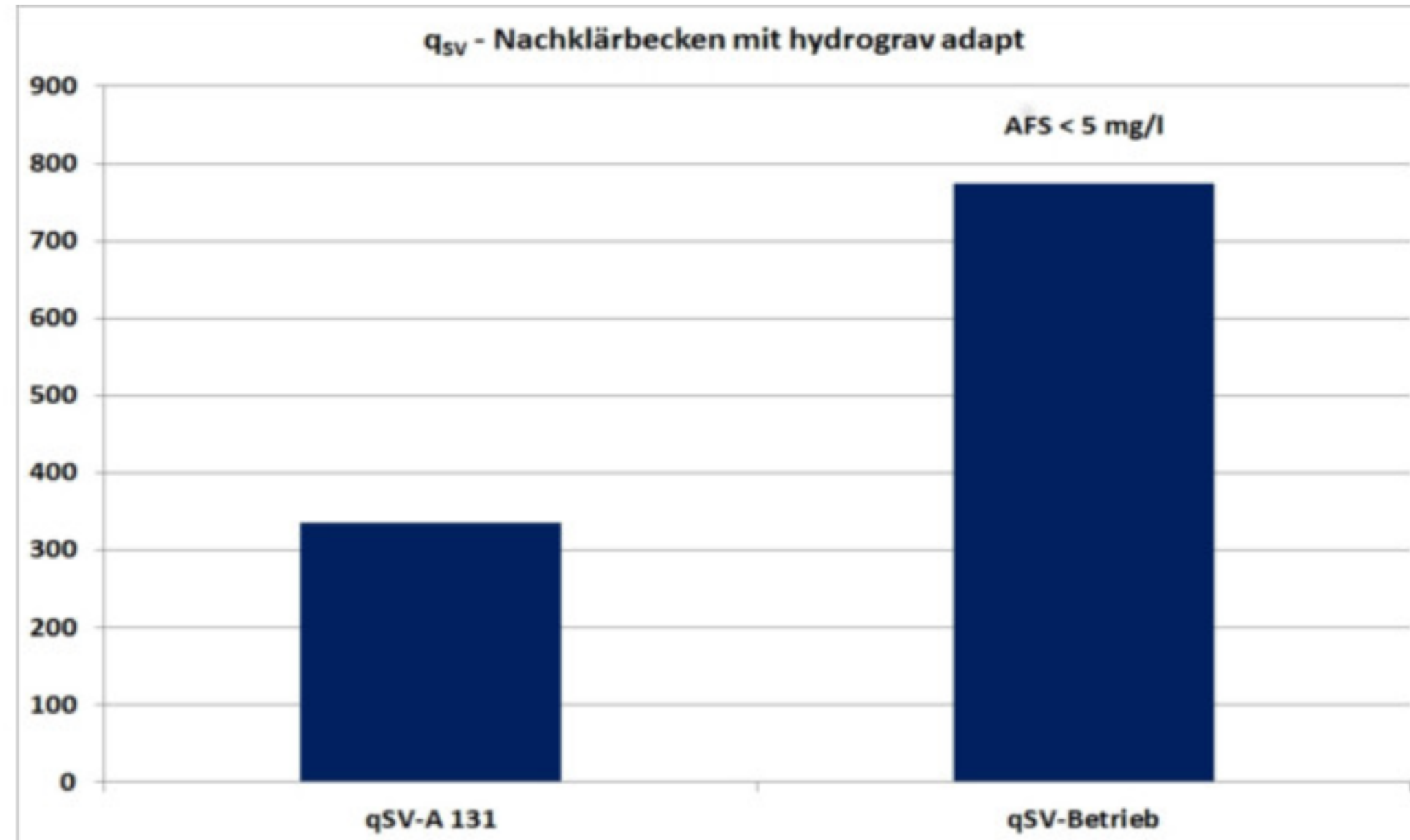
200'000 RLM, 3/3 osadniki x 44 m, 2011 rok

Praca regulatora napływu – OŚ Drezno



740'000 RLM, 6/6 osadników x 50 m, 2016 rok

Praca regulatora napływu - Kolonia



Przykład 1 – OŚ w Polsce



1'050'000 RLM, 8/8 osadników x 48 m, 2025-2027 rok – w trakcie

Przykład 1 – OŚ w Polsce

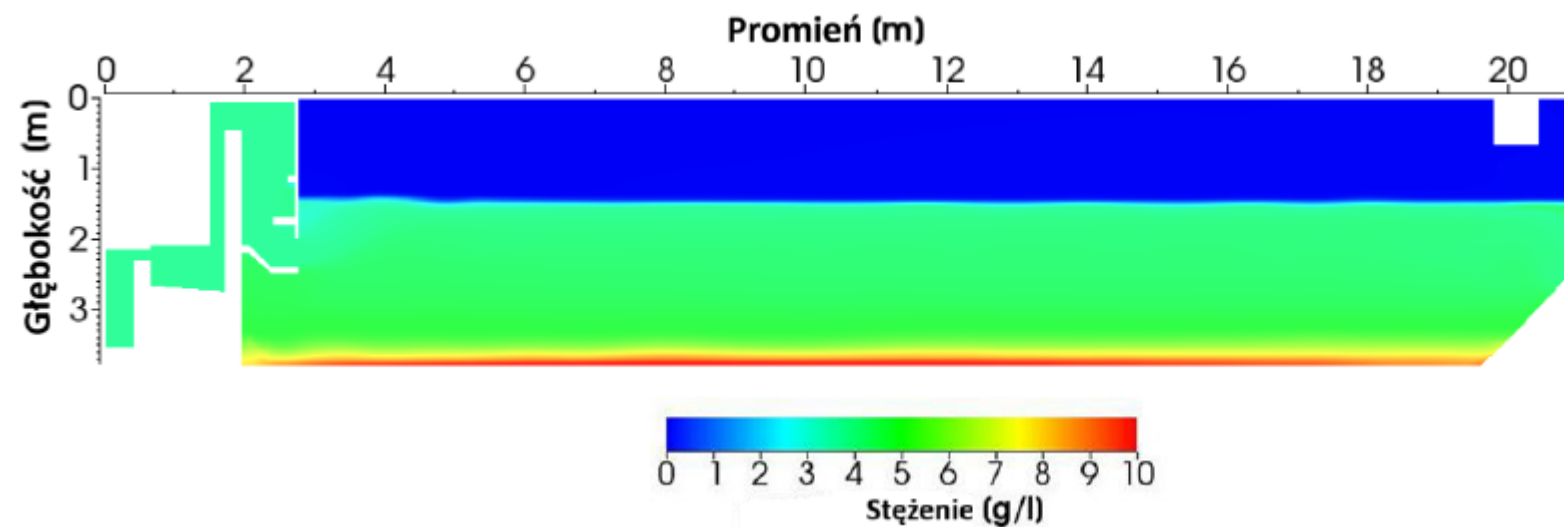
Data	Fosfor P _{PO4} [mg/l]	Fosfor ogólny [mg/l]	Zawiesina ogólna [mg/l]
1.04.2026	2,6	-	<10
2.04.2026	2,6	-	10
3.04.2026	2,7	-	<10
7.04.2026	0,45	-	<10
22.04.2026	-	0,27	<10
24.04.2026	-	0,25	<10



1'050'000 RLM, 8/8 osadników x 48 m, 2025-2027 rok – w trakcie

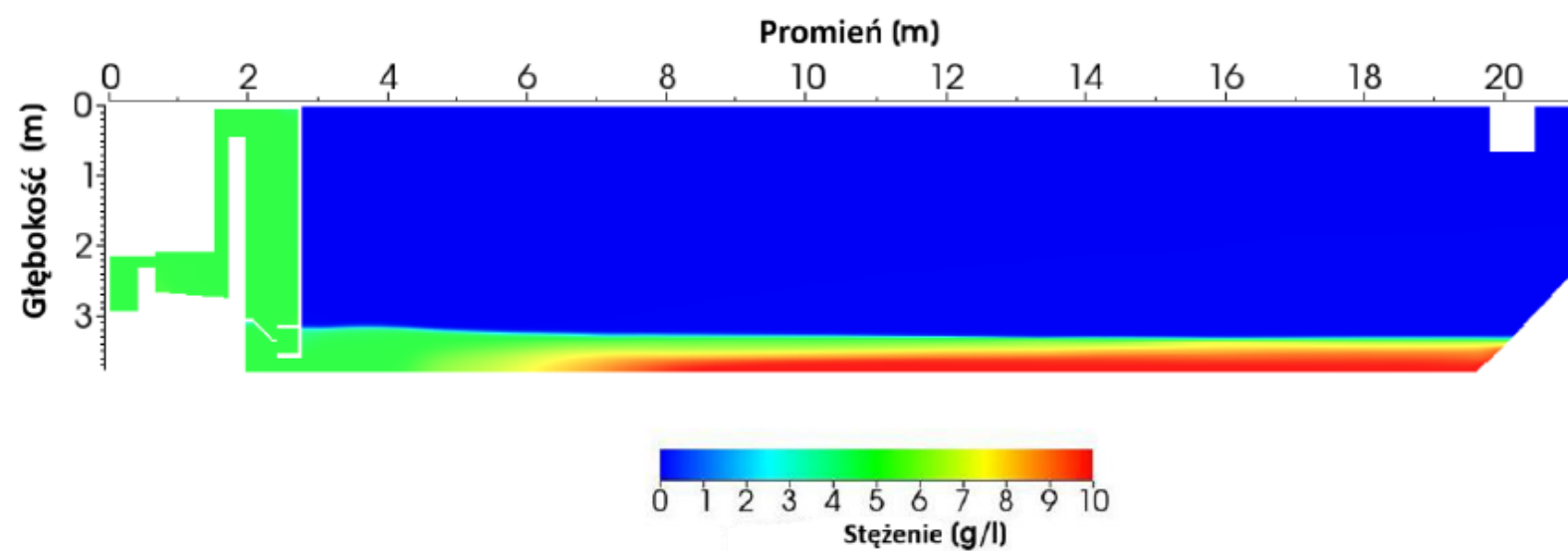
Przykład 2 – OŚ w Polsce

Wysokie obciążenie



$Q_{WWTP} = 1.333 \text{ m}^3/\text{s}$
 $q_A = 0.58 \text{ m/h}$
 $q_{SV} = 490 \text{ l}/(\text{m}^2\text{h})$
 $X_{AT} = 5.30 \text{ g/l}$
 $X_{AT,act} = 3.92 \text{ g/l}$
 $SVI = 160 \text{ ml/g}$
 $RAS = 0.60$

Niskie obciążenie

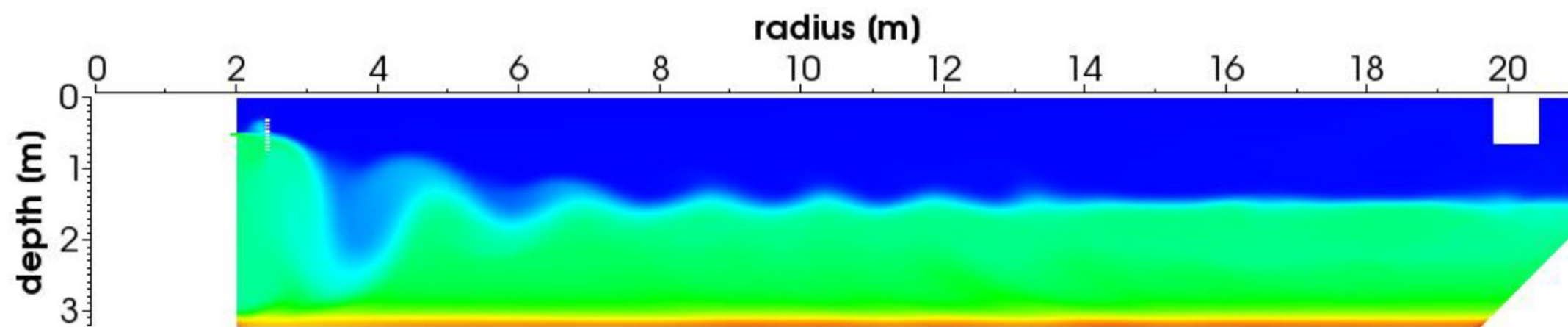


$Q_{WWTP} = 0.507 \text{ m}^3/\text{s}$
 $q_A = 0.22 \text{ m/h}$
 $q_{SV} = 128 \text{ l}/(\text{m}^2\text{h})$
 $X_{AT} = 5.56 \text{ g/l}$
 $SVI = 105 \text{ ml/g}$
 $RAS = 1.00$

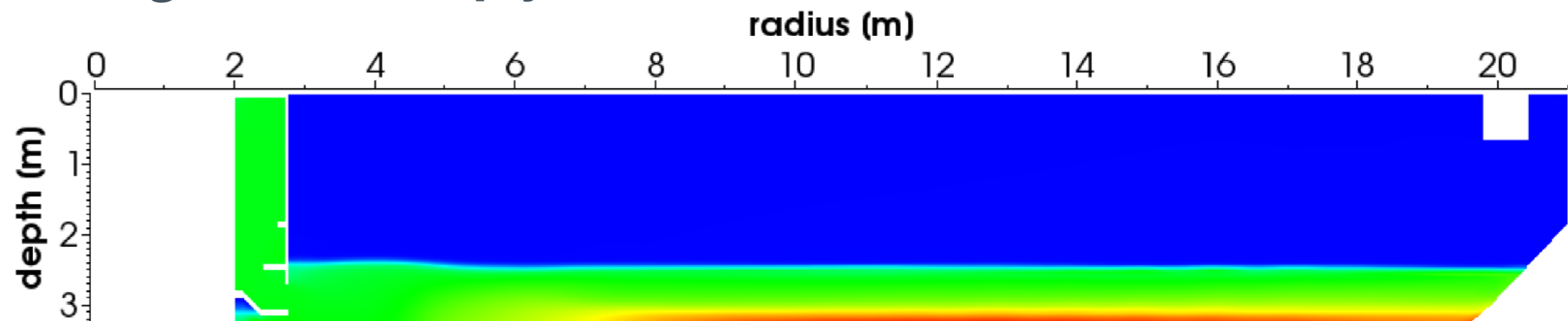


Przykład 2 – OŚ w Polsce

Sytuacja obecna



Z regulatorem napływu



Q:2324m³/h
Stopień recyrkulacji: 1.14
Stężenie osadu MLSS:5.29g/l
Indeks osadu SVI:151ml/g

Przykład 3 – OŚ w Polsce

Wariant	Przepływ Q [m ³ /h]	Indeks osadu DSVI [ml/g]	Stężenie osadu MLSS [g/l]	Recyrkulacja RAS [-]	Obciążenie Q _{sv} [l/(m ² h)]	Strefa czysta min. 0,5 [m]
A	5'200	120	3,80	0,60	699	spodz. 1,0 m
B	5'200	115	4,00	0,60	675	spodz. 1,2 m
C	5'200	120	4,00	0,60	736	do 7 godzin
D	5'700	120	3,60	0,60	726	spodz. 1,0 m
E	5'700	115	3,80	0,60	734	spodz. 1,1 m
F	1'000	300	3,80	0,60	336	spodz. 3,7 m
G	1'000	120	9,00	0,60	318	spodz. 2,4 m

Ukryty potencjał osadników wtórnych.

Zwiększenie obciążenia dzięki zastosowaniu modelowania

CFD i kolumny napływu o regulowanej wysokości.

Diana Usarek

Proffico

12.05.2026