



Fundusze Europejskie

Podniesienie kompetencji pracowników i pracowniczek Państwowej Inspekcji Sanitarnej w zakresie bezpieczeństwa żywności i żywienia, higieny środowiska oraz higieny radiacyjnej



Fundusze
Europejskie



Rzeczpospolita
Polska

Dofinansowane przez
Unię Europejską





Fundusze Europejskie

Technologie uzdatniania – podstawy

dr inż. Elżbieta Sperczyńska
Politechnika Częstochowska



Fundusze
Europejskie



Rzeczpospolita
Polska

Dofinansowane przez
Unię Europejską





Fundusze Europejskie

Zanieczyszczenia i procesy jednostkowe



Fundusze
Europejskie



Rzeczpospolita
Polska

Dofinansowane przez
Unię Europejską



Wody ujmowane z przeznaczeniem do spożycia

- powierzchniowe,
- podziemne,
- infiltracyjne.

Źródłem zaopatrzenia w wodę wodociągów komunalnych są w ok. **25% wody powierzchniowe**, a w ok. **75% wody podziemne**.

Rozporządzenie Ministra Gospodarki Morskiej i Żeglugi Śródlądowej z dnia 29 sierpnia 2019 r. w sprawie wymagań, jakim powinny odpowiadać wody powierzchniowe wykorzystywane do zaopatrzenia ludności w wodę przeznaczoną do spożycia przez ludzi

Kategoria A1 - woda wymagająca prostego uzdatniania fizycznego, w szczególności filtracji oraz dezynfekcji

Kategoria A2 - woda wymagająca typowego uzdatniania fizycznego i chemicznego (utleniania, koagulacji, flokulacji, dekantacji, filtracji) oraz dezynfekcji (chlorowanie końcowe)

Kategoria A3 - wody wymagające wysokosprawnego uzdatniania fizycznego i chemicznego lub metod biologicznych, w szczególności utleniania, koagulacji, flokulacji, dekantacji, filtracji, adsorpcji na węglu aktywnym oraz dezynfekcji przez ozonowanie lub chlorowanie końcowe.

Wymagania jakim powinny odpowiadać kategorie jakości wód powierzchniowych A1-A3 (wybrane wskaźniki)

Wskaźnik	Jednostki miary	A1	A2	A3
Barwa	mg/l	20	100	200
Zawiesiny ogólne	mg/l	25	30	35
Jon amonowy	mg/l	0,5	1,5	2,0
OWO	mg/l	5	10	15
Bakterie grupy coli	liczba jednostek tworzących kolonie (jtk) lub najbardziej prawdopodobna liczba (NPL) w 100 ml wody	50	5000	50000
<i>Escherichia coli</i>		20	2000	20000
Enterokoki		20	1000	10000

Rozporządzenie Ministra Gospodarki Morskiej i Żeglugi Śródlądowej z dnia 29 sierpnia 2019 r. w sprawie wymagań, jakim powinny odpowiadać wody powierzchniowe wykorzystywane do zaopatrzenia ludności w wodę przeznaczoną do spożycia przez ludzi

Procesy jednostkowe oczyszczania a zanieczyszczenia

Konieczność stosowania procesów oczyszczania (uzdatniania) wynika z różnicy między jakością ujmowanej wody, a wymaganiami, które powinna spełniać

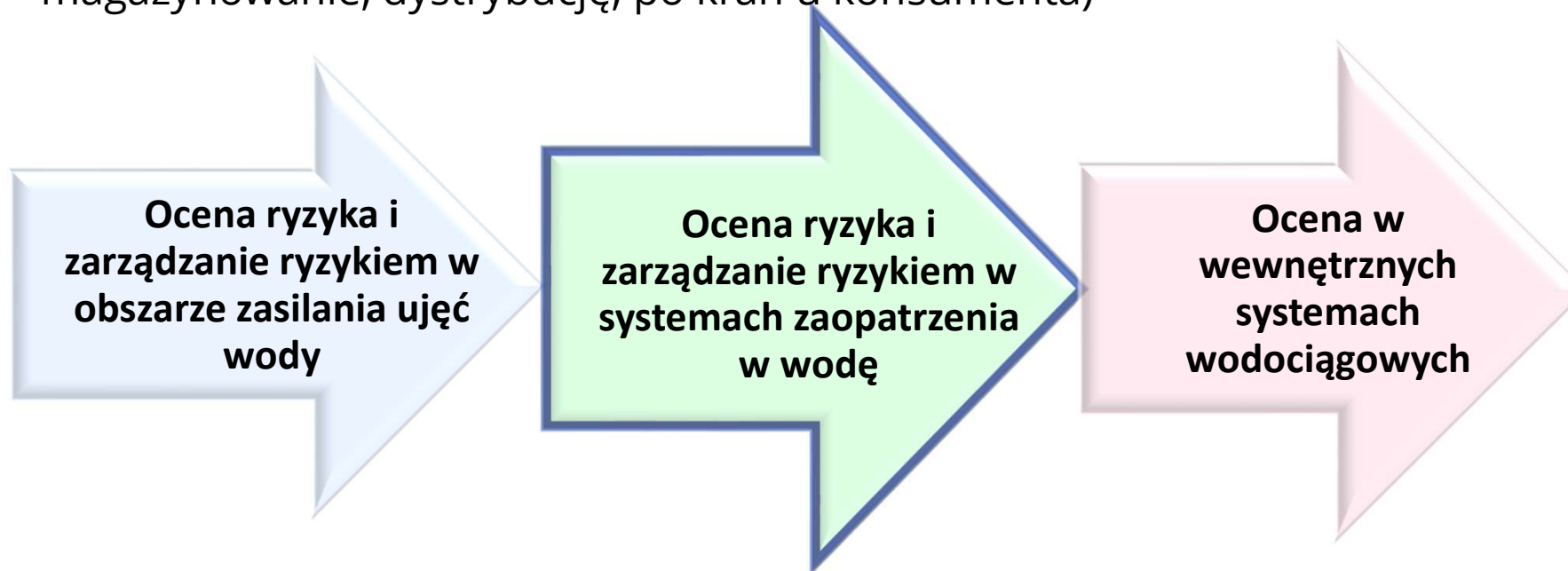
- **zawiesina** - cedzenie, sedymentacja, filtracja
- **mętność i barwa** spowodowana substancjami koloidowymi, trudno opadającą zawiesiną - koagulacja
- **zapach, smak** - utlenianie i sorpcja na węglu aktywnym
- **żelazo, mangan** - utlenianie (napowietrzanie) i filtracja
- **mikrozanieczyszczenia** - koagulacja, utlenianie, sorpcja
- **zanieczyszczenia organiczne** - utlenianie i sorpcja lub filtracja powolna
- **zasolenie** - wymiana jonowa, procesy membranowe
- **mikroorganizmy** - dezynfekcja



Uzdatnianie wody

Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady UE 2020/2184 z dnia 16 grudnia 2020 r. (kraje UE) w sprawie jakości wody do spożycia przez ludzi (Dziennik Urzędowy UE L 435 z 23.12.2020)

podejście do bezpieczeństwa wody pitnej oparte na ocenie ryzyka i zarządzaniu nim w łańcuchu dostaw wody (od obszaru zasilania, przez pobór, uzdatnianie, magazynowanie, dystrybucję, po kran u konsumenta)



„Państwa Członkowskie powinny zastosować niezbędne środki w celu zapewnienia, aby woda przeznaczona do spożycia była wolna od wszelkich mikroorganizmów i pasożytów.....”

Zagrożenia związane z oczyszczaniem wody



- uboczne produkty powstające w procesach jednostkowych utleniania
- pozostałości stosowanych reagentów
- awarie urządzeń oraz systemów automatyzacji i sterowania
- błędy obsługi
- brak stabilności biologicznej i/lub chemicznej wody wprowadzanej do systemu dystrybucji

Rozdział 3b - Materiały lub wyroby do kontaktu z wodą do spożycia oraz chemikalia do uzdatniania wody i materiały filtracyjne do kontaktu z wodą do spożycia

☐ (Art. 37ao) stosowane zgodnie z przeznaczeniem nie będą one:

- 1) wpływać negatywnie na zdrowie ludzi;
- 2) wpływać niekorzystnie na barwę, zapach lub smak wody do spożycia;
- 3) sprzyjać rozwojowi mikroorganizmów;
- 4) uwalniać do tej wody zanieczyszczeń w ilości większej niż to konieczne.

☐ Materiał lub wyrób posiada „certyfikat” - ocenę zgodności poświadczoną certyfikatem potwierdzającym, że materiał lub wyrób spełniają powyższe wymagania.

Rozdział 3b - Materiały lub wyroby do kontaktu z wodą do spożycia oraz chemikalia do uzdatniania wody i materiały filtracyjne do kontaktu z wodą do spożycia

☐ Art. 37as. 1. Chemikalia do uzdatniania wody i materiały filtracyjne do kontaktu z wodą do spożycia stosowane zgodnie z przeznaczeniem:

- 1) nie wpływają negatywnie na zdrowie ludzi;
- 2) nie wpływają niekorzystnie na barwę, zapach lub smak wody do spożycia;
- 3) nie sprzyjają rozwojowi mikroorganizmów, z wyjątkiem materiałów filtracyjnych stosowanych w filtrach i w biologicznych procesach uzdatniania wody do spożycia;
- 4) nie uwalniają do wody do spożycia zanieczyszczeń w ilości większej niż to konieczne.

☐ Art. 37at. 1. Do uzdatniania wody mogą być stosowane wyłącznie chemikalia do uzdatniania wody i materiały filtracyjne do kontaktu z wodą do spożycia posiadające ważny atest.

(Narodowy Instytut Zdrowia Publicznego PZH – Państwowy Instytut Badawczy)

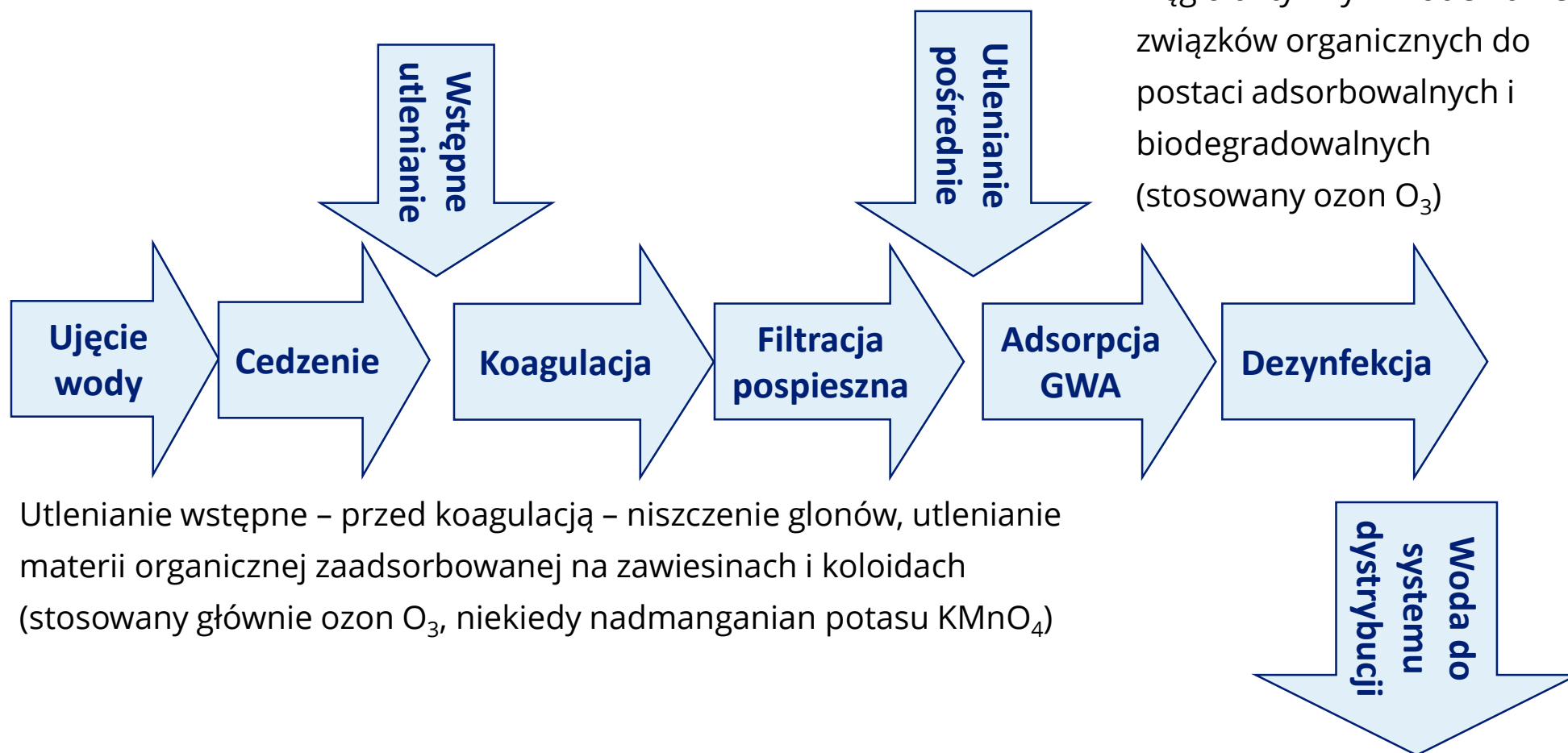


Układy technologiczne uzdatniania wód powierzchniowych

Przykładowy schemat

Dobór technologii (procesów jednostkowych tworzących układy technologiczne) zależy od składu wody - rodzaju i stężeń domieszek oraz zanieczyszczeń.

- Utlenianie pośrednie – przed sorpcją na granulowanym węglu aktywnym – utlenianie związków organicznych do postaci adsorbowalnych i biodegradowalnych (stosowany ozon O_3)



- Utlenianie wstępne – przed koagulacją – niszczenie glonów, utlenianie materii organicznej zaadsorbowanej na zawiesinach i koloidach (stosowany głównie ozon O_3 , niekiedy nadmanganian potasu $KMnO_4$)

Koagulacja

- Stosowana głównie w celu usunięcia mętności i barwy z wody. Jednocześnie zmniejsza się zawartość części zw. organicznych (naturalnej materii organicznej)

Wskaźniki: mętność, barwa, utlenialność z KMnO_4 , OWO oraz przewodność elektryczna ulegają obniżeniu. Zmniejszenie wielu mikrozanieczyszczeń – prekursorów UPD i UPU, jonów metali ciężkich, pestycydów hydrofobowych (ale nie hydrofilowych), mikrocząstek plastiku, ZPC (związki powierzchniowo czynne); skuteczność usuwania wirusów, bakterii i pierwotniaków - co najmniej 30%, przy optymalizacji procesu można uzyskać nawet usunięcie ok. 90% bakterii i pierwotniaków oraz do 70% wirusów.

- Koagulacja – uzależniona od doboru odpowiedniego koagulantu (indywidualnie dla konkretnego ujęcia wody), niekiedy zmiana koagulantu związana z porą roku – zmianą jakościową wody.
- Do przeprowadzenia procesu koagulacji stosowane są głównie sole glinu (rzadziej żelaza)

Problemy przy prowadzeniu koagulacji

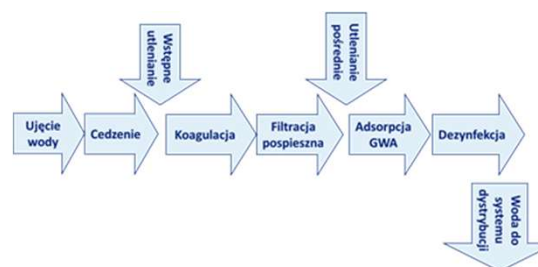
- Wady – zmniejszenie stabilności chemicznej wody – intensyfikacja charakteru korozyjnego wody oraz pozostawianie w wodzie małocząsteczkowych zanieczyszczeń organicznych łatwo biodegradowalnych powodując brak stabilności biologicznej wody
- Wady – powoduje wprowadzenie do uzdatnianej wody metali wchodzących w skład koagulantów (glin, żelazo). Glin – wartość parametryczna 200 $\mu\text{g/l}$; Żelazo wartość parametryczna – 200 $\mu\text{g/l}$.
- Możliwe powstawanie zwiększonej ilości zdyspergowanych połączeń metaloorganicznych (szczególnie żelazoorganicznych) i /lub obecności żelaza w oczyszczanej wodzie.
- Możliwość zbyt niskiego usuwania mętności/ zw. organicznych

Filtracja pospieszna



Przepuszczanie wody przez warstwę porowatego materiału. Służy do zatrzymywania zawiesin, np. które nie opadły podczas sedimentacji.

- Wypełnienie: filtr piaskowy lub wielowarstwowy- antracytowo-piaskowy, węglowo-antracytowo-piaskowy zależne od prowadzonego procesu – usuwanie zawiesin, związków żelaza, manganu, jonów amonowych.
- Prędkości przepływu wody – 25 m/h lub więcej (30 m/h)
- Osprzęt – regulatory prędkości, wskaźniki strat ciśnienia filtracyjnego, pomiar mętności – monitoring procesu (np. określenie końca cyklu filtracji)



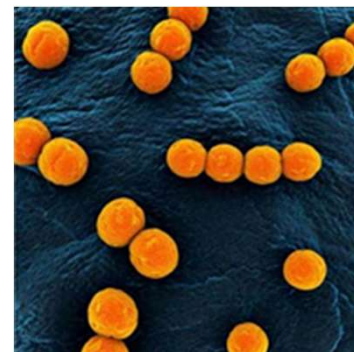
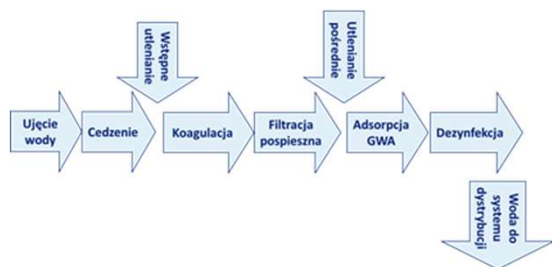


Adsorpcja

- Węgiel aktywny ma bardzo dużą powierzchnię wewnętrzną (od 500 do 1500 m²/g), co czyni go idealnym medium do adsorpcji.
- wiązanie substancji rozpuszczonych na powierzchni ciała stałego; usuwanie rozpuszczonych zanieczyszczeń organicznych wywołujących barwę (gł. substancje humusowe) i zapach oraz mikrozanieczyszczeń organicznych (np. WWA, pestycydów, substancji farmaceutycznych, fenoli, toksyn uwalnianych do wody w okresie zakwitów glonów); zanieczyszczeń nieorganicznych np. ołowiu, kadmu, cynku, bromianów.
- Zadaniem GWA jako filtrów II stopnia jest usunięcie związków organicznych utlenionych w procesie ozonowania.

Dezynfekcja wody

- Zniszczenie żywych i przetrwalnikowych form organizmów patogennych oraz zapobieżenie ich wtórnemu rozwojowi w systemie dystrybucji.
- Ostatni proces technologiczny oczyszczania/uzdatniania wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi.
- Różne dezynfektanty, różne rozwiązania techniczne

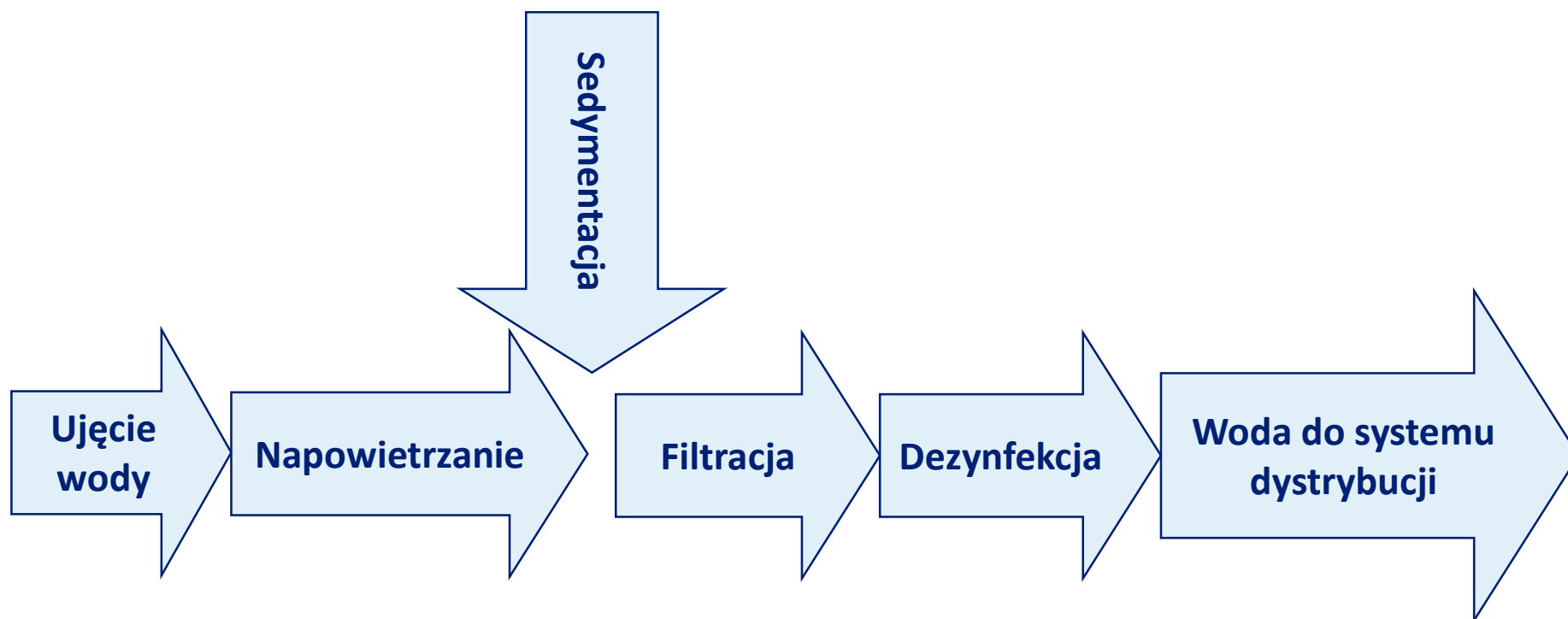




Układy technologiczne uzdatniania wód podziemnych

Przykładowy schemat

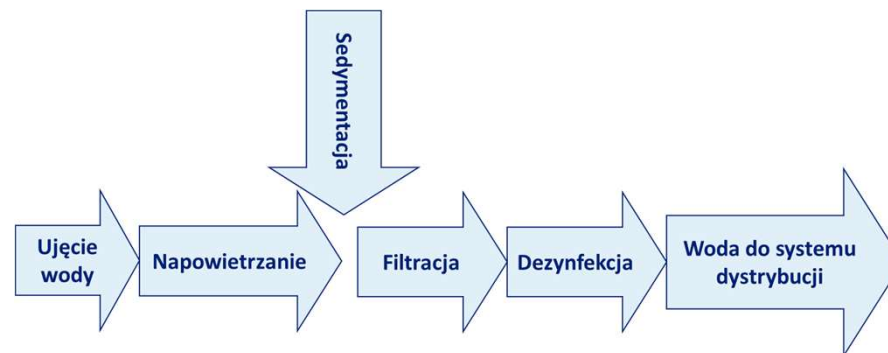
Dobór technologii (procesów jednostkowych tworzących układy technologiczne) zależy od składu wody - rodzaju i stężeń domieszek oraz zanieczyszczeń.



Wiele ujęć wód podziemnych stosuje tylko proces filtracji i okresowej dezynfekcji i/lub płukania wodociągu najczęściej podchlorynem sodu

Napowietrzanie

- Usuwanie z wody gazów rozpuszczonych (agresywny CO_2 , H_2S , CH_4 i inne powodujące smak i zapach) i lotne wiązki organiczne. Zwiększa zawartość tlenu w wodzie oraz podwyższa pH (przez usunięcie CO_2).
- Następuje proces utleniania rozpuszczonego żelaza(II) i manganu(II) do form nierozpuszczalnych - wodorotlenku żelaza(III) i wodorotlenku mangan(IV), które można usunąć. Przy utlenianiu manganu wymagane jest $\text{pH} > 9,5$ (alkalizacja). Dopuszczalne stężenie żelaza w wodzie do spożycia – $200 \mu\text{g}/\text{dm}^3$, a manganu – $50 \mu\text{g}/\text{dm}^3$
- Następuje poprawa smaku zapachu i barwy wody;



Wody podziemne dobrej jakości lub wody głębinowe

- Wody nie wymagające uzdatniania (spełniające wymagania) – ujmowane wody są kierowane do systemu dystrybucji
- Najważniejsze zagrożenia:
 - zmiana jakości wody ujmowanej (zależna: od warunków hydrologicznych, od głębokości ujęcia wody, składu chemicznego – np. mieszanie się z solankami występującymi w niższych pokładach),
 - brak dezynfekcji (związkami chloru) = brak zabezpieczenia przed wtórnym zanieczyszczeniem w systemie dystrybucji, stąd konieczność informacji o planach czyszczenia sieci lub dozowania do niej dezynfektantów (najczęściej podchloryn sodu)
 - Nawet wody głębinowe nie są czystym H_2O - posiadają domieszki = mogą rozwijać się mikroorganizmy w systemie dystrybucji wody.

Technologia wielostopniowych barier

Oczyszczanie wody wg technologii „wielostopniowych barier”, w tym bariery:

- usuwającej cząstki koloidalne (będące nośnikiem mikrozanieczyszczeń i drobnoustrojów, w tym chorobotwórczych, zalecana mętność $< 0,1$ NTU), obniżającej zawartość rozpuszczonych związków organicznych (OWO i RWO), wpływających zarówno na tworzenie się w procesie dezynfekcji produktów ubocznych, jak i na rozwój mikroorganizmów podczas przebywania wody w sieci wodociągowej ($PWO < 10 \mu\text{gC/dm}^3$, $BRWO < 0,2 \mu\text{gC/dm}^3$), zapewniającej skuteczną dezynfekcję i biologiczną stabilność wody.

PWO – przyswajalny przez mikroorganizmy węgiel organiczny

BRWO – biodegradowalna frakcja rozpuszczonego węgla organicznego



Nowe technologie

Nowe technologie a projekt ustawy

■ Art. 37au. 1. Stosowanie nowej technologii uzdatniania wody rozumianej jako:

- 1) niestosowana dotychczas technologia uzdatniania wody,
 - 2) istotnie ulepszona stosowana technologia uzdatniania wody,
 - 3) znana i stosowana dotychczas technologia uzdatniania wody, ale w innych warunkach
- wymaga uzyskania **zgody**, w drodze decyzji, właściwego państwowego wojewódzkiego inspektora sanitarnego.

■ Zgoda, jest wydawana na podstawie dokumentacji przedłożonej przez podmiot zamierzający stosować nową technologię uzdatniania wody, zawierającej (m.in.):

- udokumentowaną informację o parametrach jakości wody surowej (parametry objęte listą obserwacyjną lub wynik badania jakości wody),
- wykaz materiałów lub wyrobów do kontaktu z wodą do spożycia, chemikaliów do uzdatniania wody i materiałów filtracyjnych do kontaktu z wodą do spożycia wraz ze wskazaniem certyfikatów oraz atestów;



Fundusze Europejskie



Fundusze
Europejskie



Rzeczpospolita
Polska

Dofinansowane przez
Unię Europejską

