



Zaopatrzenie w wodę użytkowników w aspekcie wtórnego wykorzystania wód zużytych

klimat.imgw.pl

e-mail: klimat@imgw.pl

Możliwości wtórnego wykorzystania wód zużytych

Przeprowadzono analizę stosowanych na świecie technologii w odnowie wody i efektywności usuwania organizmów patogennych oraz przegląd sposobów wtórnego wykorzystania ścieków biologicznie oczyszczonych. Sformułowano wnioski ukierunkowujące dalsze prace w tym temacie.

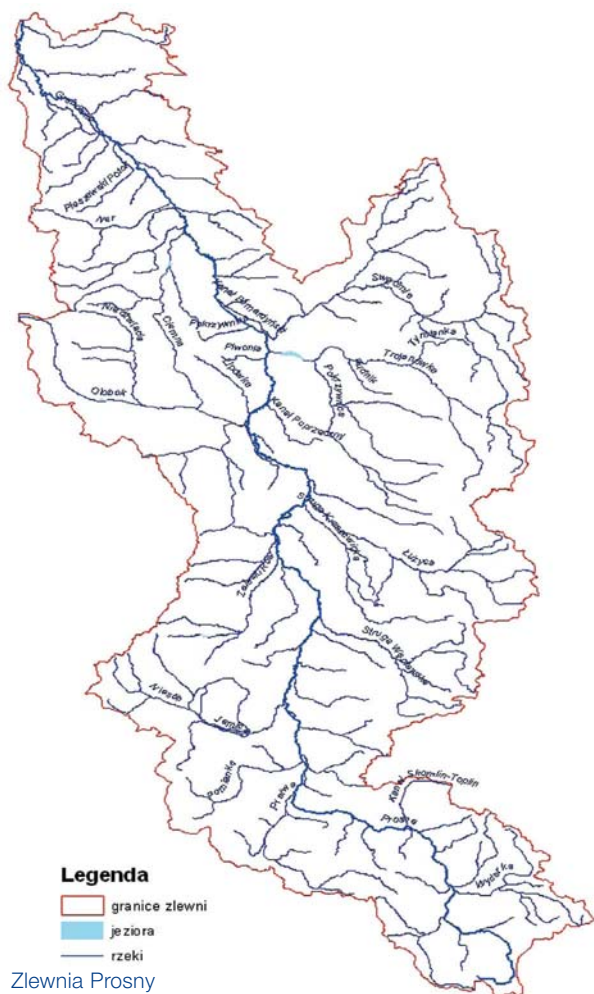
Stosowane technologie odnowy wody są różnorodne, co wynika z różnic w składzie jakościowym ścieków. Rozwój koncepcji wtórnego wykorzystania oczyszczonych ścieków jest związany ze zwiększającym się deficytem wody na świecie oraz rozwojem technologii oczyszczania ścieków pozwalających na bezpieczne ich wykorzy-

stywanie. Problem ponownego wykorzystywania ścieków oczyszczonych nie jest jeszcze w Europie integralną częścią systemu zarządzania gospodarką wodną, mimo że dla wielu państw jest bardzo istotny.

W Europie Południowej, planowane używanie ścieków oczyszczonych jest ciągle ograniczone, chociaż szybko rośnie ich wykorzystywanie, jako źródła wody irygacyjnej. W Europie Północnej, gdzie zasoby wodne są na razie wystarczające, rzadko stosuje się odnowioną wodę w praktyce, chociaż mogłoby to przynieść korzyści w dziedzinie ochrony środowiska. Na terenie Europy zinventaryzowano ok. 200

projektów wykorzystujących ścieki oczyszczone. Wiadomo też, że wiele jest w fazie zaawansowanego projektowania.

Jako zlewnie pilotażową na terenie Polski, dla której przeprowadzona zostanie analiza możliwości wykorzystania powstających w niej ścieków wybrano zlewnię Prosną. Charakterystyczną cechą zlewni jest dobrze rozwinięta sieć hydrograficzna i brak naturalnych jezior. W skład dorzecza Prosną, leżącego w strefie najniższych opadów w Polsce, na co wpływ ma niedobór opadów oraz mała zdolność retencyjna obszaru – o czym świadczy również duża nieregularność przepływów, wchodzi 19 zlewni cząstkowych.



W górę i w dół rzeki Prosną (fot. archiwum SZS)



Zaopatrzenie w wodę użytkowników w aspekcie wtórnego wykorzystania wód zużytych

Możliwości wtórnego wykorzystania wód zużytych

W skali światowej ilość ścieków możliwych do wtórnego wykorzystania jest szacowana na 15% aktualnego spożycia wody. W skali lokalnej udział ten może być jeszcze większy.

Stany Zjednoczone

Procesowi odnowy poddaje się ok. 6,4 mln m³/d ścieków, najczęściej na Florydzie – 2,2 mln m³/d, w Kalifornii – 2,0 mln m³/d, a w Teksasie i Arizonie odpowiednio 0,87 i 0,76 mln m³/d

▷ projekt Irvine Ranch – do nawodnień upraw rolniczych, pól golfowych, parków, terenów szkolnych, pasów zieleni, ulic, terenów krajobrazowych, również dla przemysłu, a nawet do sfluwowania toalet w budynkach komercyjnych. W ramach projektu są zasilane gospodarstwa domowe, ale tylko te, które mają podwójne systemy zaopatrzenia w wodę

▷ projekt Monterey – do zasilania wód podziemnych (minimalizowanie napływu wody morskiej do warstw wodonośnych)

▷ w przemyśle w procesie barwienia dywanów, w elektrowniach jako woda chłodnicza

▷ do uzupełniania wód podziemnych na terenach występowania gejzerów w Santa Rose w Kalifornii

Namibia

▷ zastosowanie odnowionej wody bezpośrednio do spożycia, przy wykorzystaniu najnowszych technologii oczyszczania ścieków

Francja

▷ nawadnianie pól uprawnych wokół Paryża jako metoda oczyszczania ścieków (jedyna do 1940 r.)

▷ nawadnianie sadów, plantacji drzew, lasów, łąk, ogrodów, pól uprawnych

▷ pośrednie wtórne wykorzystanie ścieków w mieście Aubergenville

▷ nawadnianie ponad 400 ha upraw kukurydzy (projekt Clermont-Ferrand)

Włochy

▷ nawadnianie terenów rolniczych (głównie na Sycylii i Sardynii)

▷ wykorzystanie oczyszczonych ścieków w przemyśle w Turynie

Wielka Brytania:

▷ pośrednie przeznaczenie ścieków oczyszczonych jako wody do picia, projekt działa od 1997 r.

▷ utrzymanie właściwego przepływu rzek

▷ projekt „Waterwise” (od 1999 r.) – 30% ścieków osiedlowych, po oczyszczeniu III stopnia, jest doprowadzane do osiedla 130 domków zaopatrzonych w podwójną sieć wodociągową

▷ projekt „Watercycle” – Londyn (ścieki z szarą wodą i wodą opadową są wykorzystywane do sfluwowania toalet).



Projekt Irvine Ranch (water-environment.vin.bg.ac.rs/presentations/banja/Glucina/6_Water%20Reuse.pdf)



Namibia, Goreangab – Stacja Uzdatniania Wody (Archiwum GWRP, www.windhoekcc.org.na/Repository)



Zaopatrzenie w wodę użytkowników w aspekcie wtórnego wykorzystania wód zużytych

Możliwości wtórnego wykorzystania wód zużytych

Polska

- ▷ Cukrownia Nakło i Włostów – wykorzystuje się specjalnie opracowane dla nich schematy gospodarki wodno-ściekowej umożliwiające ograniczenie o 50% zużycia świeżej wody powierzchniowej przez wprowadzenie do obiegu technologicznego biologicznie oczyszczonych ścieków, tzn. do napełniania i odświeżania wód obiegu spławiakowego, mycia buraków w płuczce buraczanej, do płukania i chłodzenia gazu saturacyjnego w płuczce gazowej, do chłodzenia pomp, uszczelniania dławic pomp buraczanych
- ▷ Zakłady Chemiczne Wizów S.A. – stosuje się zamknięty obieg wód przemysłowych
- ▷ Oczyszczalnia AQUA w Bielsku-Białej pracując w cyklu mechaniczno-biologicznym z koagulacją oczyszcza ścieki, które służą do uzupełniania wody w stawach rybnych oraz do procesów technologicznych
- ▷ Jednostki wojskowe w Łęborku, Poznaniu, Wrocławiu, Koszalinie i w Antoninku – wody z oczyszczalni Ekol-Star 3.0 są używane do mycia pojazdów;
- ▷ Kopalnia Surowców Mineralnych w Sępólnie Wielkim – wtórnie pozyskaną wodę używa się do celów przemysłowych jako woda chłodniczą
- ▷ Elektrociepłownie i palarnia kawy w Krakowie, fabryka szkła w Jarosławiu oraz huta stali w Łaziskach Górnych – wodę w obiegach zamkniętych wykorzystuje się do chłodzenia
- ▷ W gminie Gołuchów położonej w deficytowej zlewni Prosny, oczyszczone ścieki do celów rolniczych wykorzystuje się do nawadniania systemem zalewowym uprawy wierzby energetycznej i podlewania zieleni na terenie oczyszczalni Spółki Wodno-Ściekowej „Proсна”.



Cukrownia (fot. Archiwum Krajowej Spółki Cukrowniczej S.A.)



Oczyszczalnia Aqua w Bielski-Białej (fot. M.Kocjan)



Zaopatrzenie w wodę użytkowników w aspekcie wtórnego wykorzystania wód zużytych

klimat.imgw.pl

e-mail: klimat@imgw.pl

Możliwości wtórnego wykorzystania wód zużytych

Przepisy prawne i wskazówki dotyczące oczyszczania i ponownego wykorzystania ścieków w poszczególnych krajach, normują różne dokumenty

Stany Zjednoczone:

- ▷ „Guidelines for water reuse” oprac. US EPA; wyd. I – 1992 r., wyd. II – 2004 r.
- ▷ „WHO Guidelines for using Treated Wastewater In Agriculture”, 2006 r.

Francja:

- ▷ „Przewodnik wtórnego użycia ścieków oczyszczonych do nawadniania terenów uprawnych i zielonych”, 1991 r. (oparty na wytycznych WHO)
- ▷ Wytyczne Ministerstwa Zdrowia, Środowiska i Rolnictwa, 2005 r., w których ustalono jako obligatoryjne dwustopniowe oczyszczanie ścieków w przypadku przeznaczenia ich do nawadnień rolniczych, wprowadzono czwartą kategorię odnowionej wody oraz ustalono, że każdy nowy projekt dotyczący wtórnego użycia ścieków oczyszczonych musi być zatwierdzony i skontrolowany przez przedstawicieli Ministerstwa Zdrowia.

Przykład norm dla nieograniczonego zastosowania miejskiego i nawodnień rolniczych upraw przeznaczonych do spożycia po przetworzeniu lub na surowo, porównanie w dwóch stanach USA (źródło: US EPA Guidelines for Water Reuse, 2004 monitorowanie organizmów patogennych (*Giardia i Cryptosporidium*))

	Stan Kalifornia	Stan Floryda
Oczyszczanie	nattlenianie, koagulacja, filtracja, dezynfekcja	II stopień oczyszczania, filtracja i wysoki stopień dezynfekcji
BZT5	-	20 mg/l BZT5
Zawiesina	-	5 mg/l
Mętność	2 NTU (średnia) 5 NTU (maksimum) ogólne fekalne	brak norm, chociaż z badań wynika że mętność utrzymuje się na poziomie 2–2,5 NTU (<i>NTU – nefelometryczna jednostka mętności (Nephelometric Turbidity Units)</i>)
Bakterie coli	2,2/100 ml (średnia) 23/100 ml (maksymalnie przez 30 dni)	75% próbek poniżej poziomu wykrywalności (próbki pobierane przez 30 dni) 25/100 ml (maksimum) wymagane monitorowanie organizmów patogennych (<i>Giardia i Cryptosporidium</i>)

Włochy:

- ▷ Dekret Ministerstwa Zdrowia nr 185/03 z 2 czerwca 2003 r. w którym określono standardy, jakie musi spełniać odnowiona woda wykorzystywana do nawadnień. Zawiera on bardzo restrykcyjne wytyczne, m.in. dla wody pitnej, co wiąże się z wysokim stopniem oczyszczania ścieków oraz kontrolą ok. 50 parametrów. Nie wprowadzono norm dla jaj nicieni, wirusów, pierwotniaków oraz rozgraniczenia w zależności od sposobu nawadniania.

Wytyczne WHO

źródło: Angelakis A. N. i in., *Wastewater Recycling and Reuse in EUREAU Countries: With Emphasis on Criteria Used, Recycling and Reuse Working Group EUREAU EU -07-WR-40(1), 2007*

Kategoria	Warunki ponownego wykorzystania ścieków	Grupa narażona	Techniki irygacji	Nicienie	Bakterie coli typu fekalnego	Metoda oczyszczania ścieków, która powinna sprostać wymaganiom mikrobiologicznym
A	nawadnianie nieograniczone: A1 dla warzyw i roślin sałatowych spożywanych przez człowieka na surowo, obiektów sportowych, parków publicznych	pracownicy/robotnicy, konsumenci, społeczeństwo	każde	≤ 0,1	≤ 10 ³	dobrze zaprojektowana sieć stawów stabilizacyjnych, sekwencja zbiorników ściekowych i zbiorniki oczyszczające lub równoważne oczyszczanie (np. konwencjonalne oczyszczanie II stopnia zapewnione przez stawy oczyszczające lub przez filtrację czy dezynfekcję)
B	nawadnianie ograniczone: uprawy zbożowe, uprawy przemysłowe, uprawy paszowe, pastwiska oraz drzewa	B1 pracownicy/robotnicy (ale nie dzieci <15 roku życia) pobliskie społeczności	spryskiwanie lub zraszanie	≤ 1	≤ 10 ³	retencja w stawach stabilizacyjnych łącznie z jednym zbiornikiem gromadzącym lub retencja sekwencyjna w zbiornikach lub równoważne oczyszczanie (np. konwencjonalne oczyszczanie I stopnia albo przez stawy oczyszczające lub przez filtrację czy dezynfekcję)
		B2 tak jak B1	zalewanie w brzdach		≤ 10 ³	jak dla kategorii A
		B3 pracownicy/robotnicy łącznie z dziećmi <15 roku życia, pobliskie społeczności	każda		≤ 10 ³	jak dla kategorii A
C	lokalne nawadnianie upraw wymienionych w grupie B, jeśli nie ma zagrożenia narażenia pracowników/robotników i społeczeństwa	nie występuje	przesączenie, nakrapianie, natryskiwanie	nie dotyczy	nie dotyczy	Wymagane wstępne oczyszczanie wody związane z technologią irygacji, co najmniej sedymentacja podstawa



Zaopatrzenie w wodę użytkowników w aspekcie wtórnego wykorzystania wód zużytych

Możliwości wtórnego wykorzystania wód zużytych

Nawodnienia w rolnictwie i leśnictwie w 2008 r., wg danych Głównego Urzędu Statystycznego, objęły w Polsce 80,7 tys. ha. Do nawodnienia zużyto 103,7 hm³ wody. Alternatywnym źródłem wody do nawodnień mogą być ścieki oczyszczone, poddane dodatkowym procesom odnowy wody. Wykorzystanie ścieków oczyszczonych do nawodnień rolniczych jest rozpowszechnione w wielu krajach na świecie.

Czy jest to możliwe w Polsce?

Do szczegółowych rozważań wybrano objętą deficytem wodnym wiejską gminę Gołuchów położoną w zlewni Proсны.

Na terenie gminy znajduje się Spółka Wodno-Ściekowa „Proсны” zarządzająca Grupową Oczyszczalnią Ścieków (GOŚ) w Kucharach. Ścieki odprowadzane z tej oczyszczalni mogą być postrzegane jako alternatywne źródło wody do wtórnego użycia.

Ścieki dopływające do GOŚ z poszczególnych miejscowości (m³/rok):

Miejscowość	Ilość ścieków	
	dopływających	dowożonych
Nowe Skalmierzyce	209 805	11 023
Gołuchów	11 646	-
Kalisz	5 561 726	-
Ogółem	5 794 200	

Obecnie oczyszczone ścieki komunalne systemem zalewowym wykorzystuje się do uprawy wierzby energetycznej na powierzchni 28 ha oraz do podlewania zieloni na powierzchni 3,0 ha na terenach GOŚ. Na takie wykorzystanie oczyszczonych ścieków spółka ma pozwolenie wodno-prawne.

Analiza danych z bazy katastru wodnego oraz z pozwoleń wodno-prawnych wykazała, że ilość wody w gminie wykorzystywana do nawodnień rolniczych wynosi 359 029 m³. Pobory wody obejmują pobory z wód podziemnych i z wód powierzchniowych (staw, zbiornik wodny „Gołuchów”). Nawadnianie dotyczy upraw w gospodarstwach rolnych lub rolno-ogrodniczych.

Wielkość potrzeb nawodnieniowych roślin uprawnych w gminie Gołuchów ustalono na podstawie różnicy między opadami rzeczywistym i opadami optymalnymi w sezonie wegetacyjnym danej rośliny.

Ilość opadów optymalnych dla poszczególnych roślin określa się zarówno w kolejnych miesiącach, jak i w całym okresie wegetacji (oprac. Klatta).

Wykorzystując dane z zakresu użytkowania terenu oraz struktury zasiewów

w gminie Gołuchów, a także dane klimatyczne obliczono, że potencjalne zapotrzebowanie na wodę do nawodnień w okresie IV-IX w latach 2000-2009 mogło wynieść od 720 825 m³ do 2 317 931 m³ średnio 1 268 761 m³. Największa ilość wody – 49% – dotyczy nawodnień upraw polowych na gruntach ornych, 41% – upraw warzywno-ogrodniczych, a ok. 10% – łąk i pastwisk. Średnio do nawodnień rolniczych w gminie Gołuchów można wykorzystać około 22% rocznej ilości ścieków oczyszczonych.

Nawadnianie ściekami oczyszczonymi dostarczyć roślinom wodę, ale należy pamiętać, że ścieki mogą zawierać mikroorganizmy czy patogeny stanowiące zagrożenie dla gleb, zwierząt i ludzi. Stąd tak ważne jest wprowadzenie ostatniego – IV stopnia oczyszczania ścieków – odnowy wody, którym może być dezynfekcja przy zastosowaniu promieniowania UV, chlorowania czy ozonowania. Obecnie brak w Polsce obowiązujących przepisów prawnych dotyczących norm, jakie powinna spełniać odnowiona woda przeznaczona do nawodnień rolniczych.



Wierzba (fot. Archiwum Spółki Wodno-Ściekowej Proсны)



Gmina Gołuchów (źródło: www.gołuchow.pl)