

ZRÓWNOWAŻONA SANITACJA W EUROPIE ŚRODKOWEJ I WSCHODNIEJ – wychodząc naprzeciw potrzebom małych i średnich osiedli ludzkich

Redakcja: Igor Bodík i Peter Ridderstolpe



Global Water
Partnership
Central and Eastern Europe

ZRÓWNOWAŻONA SANITACJA W EUROPIE ŚRODKOWEJ I WSCHODNIEJ

**– wychodząc naprzeciw potrzebom
małych i średnich osiedli ludzkich**

Redakcja:

Igor Bodík i Peter Ridderstolpe

Wkład Global Water Partnership w obchody Międzynarodowego Roku Sanitacji 2008



**Global Water
Partnership**
Central and Eastern Europe

Wydawca

© Global Water Partnership Central and Eastern
Europe, **2008**

Wydanie pierwsze 2007

Projekt okładki i zdjęcie

Druk

Bogdan Macarol (Słowenia)

UVTIP Nitra (Słowacja)

ISBN 978-80-969874-1-2

Niniejsza polska wersja publikacji została przygotowana przez Stowarzyszenie
Polski Komitet Globalnego Partnerstwa dla Wody (GWP-Polska)
staraniem jego prezesa - prof. dr hab. inż. Janusza Kindlera.

Tytuł oryginału:

*„Sustainable Sanitation in Central and Eastern Europe
– addressing the needs of small and medium size settlements”*

Tłumaczenie:
Katarzyna Rymwid-Mickiewicz

Konsultacja:
Dr inż. Paweł Błaszczyk

Spis treści

Podziękowania	i
Autorzy	ii
Przedmowa	5
Rozdział 1 – Czas na zrównoważoną sanitację.....	7
Rozdział 2 – Obecny stan zaopatrzenia w wodę i sanitacji w państwach GWP CEE.....	11
Rozdział 3 – Czym jest zrównoważona sanitacja i jak należy planować jej zastosowanie?	23
Rozdział 4 – Przykłady systemów zrównoważonej sanitacji.....	50
Oczyszczalnia hydrofitowa Sveti Tomaž, Słowenia.....	51
Nawadnianie ściekami plantacji topoli – zrównoważone rozwiązanie dla małych jednostek osadniczych pozbawionych kanalizacji na Węgrzech.....	56
Suche wiejskie toalety szkolne z separacją moczu, Ukraina.....	62
Zrównoważona sanitacja i gospodarka ściekowa w Szwecji – przegląd sytuacji.....	68
Sanitacja ekologiczna w Niemczech – systemy separacji u źródła.....	75
Rozdział 5 – Prawo UE w zakresie zrównoważonej sanitacji.....	81
Rozdział 6 – Wnioski i zalecenia.....	89
Bibliografia	95

Podziękowania

Chcielibyśmy wyrazić swoją wdzięczność w pierwszej kolejności p. Milanowi Matušce, Regionalnemu Koordynatorowi CEE Global Water Partnership, który zainicjował powstanie publikacji (wraz z Bjornem Guterstamem), stanowiąc kluczowe wsparcie podczas przygotowań związanych nie tylko w zakresie organizacyjnym, ale również udzielając się zawodowo, co znacząco wpłynęło na wysoką jakość pracy.

Mimo wielu zadań i obowiązków w GWPO, p. Bjorn Guterstam zawsze potrafił znaleźć czas na rozwiązywanie problemów, które pojawiały się podczas tworzenia wstępnych projektów książki. To on w przeważającej części przyczynił się do zażegnania kłopotów finansowych i dotrzymania wszelkich terminów. Wielkie dzięki, Bjorn!

Wielu ekspertów z wszystkich państw GWP CEE było zaangażowanych w przygotowanie rozdziałów 2 i 5. Wszyscy zasługują na wyrazy uznania za ich skuteczną, niezwykle istotną i żmudną pracę nad wyszukiwaniem trudno dostępnych informacji i opracowywaniem kwestionariuszy. Na szczególne podziękowania zasłużyli sobie: Galia Bardarska (Bułgaria), Karel Plotěný (Republika Czeska), Maris Ozolins (Łotwa), Rasa Sceponaviciute (Litwa), Helve Laos (Estonia), Ildikó Száraz (Węgry), Paweł Błaszczak (Polska), Constantiniu Catalin i Sevastita Vraciu (Rumunia), Elena Rajczyková i Peter Belica (Słowacja).

Spośród członków zespołu szwedzkiego chcielibyśmy podziękować Erikowi Kärmanowi, z programu badawczego „Ecoloop and Urban Water”, za jego uwagi przy tworzeniu rozdziału 3. Z kolei Gunnar Noren, z Coalition Clean Baltic (Koalicja Czystego Bałtyku), był źródłem wartościowych pomysłów wynikających z jego bogatego doświadczenia w promowaniu ekologicznej sanitacji we wschodnich krajach nadbałtyckich.

Dziękujemy również p. Richardowi Müllerowi z sekretariatu GWP CEE w Bratysławie za pomoc w przygotowaniu pracy.

Chcemy także serdecznie podziękować Jamesowi Lenahanowi za jego podejście dziennikarskie przy angielskiej korekcie naszego maszynopisu.

Autorzy

Redaktorzy i autorzy



Doc. dr inż. Igor Bodik, dr chemii i technologii środowiska, obecnie jest profesorem na Słowackim Uniwersytecie Technologii w Bratysławie. Jego podstawowy obszar badań koncentruje się na wszystkich aspektach biologicznego oczyszczania ścieków z usuwaniem biogenów (studiował w RWTH Aachen, Niemcy 1990-1991). Igor jest autorem wielu projektów technologicznych dużych oczyszczalni ścieków zrealizowanych w ostatnich latach w Republice Słowackiej (Trnava, Martin-Vrútky, Myjava, PCA Peugeot Trnava etc.), jak również autorem licznych artykułów naukowych prezentowanych w międzynarodowych czasopismach i na konferencjach. Jako kierownik projektów uczestniczył w pracach badawczych i wykonawczych małych tlenowych i beztlenowych oczyszczalni ścieków (prawie 1000 zrealizowanych w państwach UE). Igor jest jednym z założycieli a obecnie członkiem Komitetu Stowarzyszenia Ekspertów ds. Oczyszczania Ścieków w Republice Słowackiej.

Kontakt:

Institute of Chemical and Environmental Engineering,
Faculty of Chemical and Food Technology, SUT Bratislava
E-mail: igor.bodik@stuba.sk Strona internet.: www.uchei.sk



Peter Ridderstolpe, mgr nauk bio-geo oraz ekologii stosowanej LicTech, jest założycielem firmy konsultingowej WRS Uppsala AB, gdzie obecnie zajmuje się planowaniem i projektowaniem systemów wód burzowych i gospodarki ściekowej. Peter jest pionierem w pracach nad rozwojem toalet z separacją moczu, kompaktowych filtrów biologicznych, przydomowych systemów oczyszczania ścieków oraz metod planowania zrównoważonej sanitacji. Jako twórca wielu docenionych dużych hydrofitowych oczyszczalni ścieków, w 2005 r. otrzymał nagrodę za prace projektowe od Akademii Wodnej w Szwecji. Przez wiele lat Peter działał na forum międzynarodowym na rzecz promocji zrównoważonej sanitacji. W 1991 r. w Stensund zorganizował pierwszą Międzynarodową Konferencję nt. Inżynierii Środowiska. To zainicjowało długą i ścisłą współpracę z Koalicją Czystego Bałtyku (Coalition Clean Baltic) i z wieloma państwami byłego Związku Radzieckiego regionu wschodniobałtyckiego. Peter uczestniczył w formułowaniu nowej strategii na rzecz wody i sanitacji dla Szwedzkiej Międzynarodowej Agencji Rozwoju (SIDA). Ponadto jest członkiem zespołu ekspertów Programu Badawczo-Rozwojowego EcoSanRes, finansowanego przez SIDA. W ramach tego programu Peter realizował pilotowe projekty tworząc suche systemy separacji moczu oraz przydomowego oczyszczania tzw. szarych ścieków w Chinach i Południowej Afryce. Peter jest autorem szeregu znanych publikacji na temat zrównoważonej sanitacji, jak również artykułów naukowych.

Kontakt:

WRS Uppsala AB, Uppsala, Sweden
E-mail: peter.ridderstolpe@wrs.se Strona internet.: www.wrs.se

Współautorzy



Marika Palmér Rivera, mgr, jest inżynierem środowiska w firmie konsultingowej WRS Uppsala AB, Szwecja, gdzie zajmuje się małymi systemami zrównoważonej sanitacji. Marika uczestniczyła w tworzeniu pierwszej szwedzkiej strony internetowej promującej małe systemy sanitacji zrównoważonej, oraz była redaktorem szwedzkiej strony internetowej programu badawczego Zrównoważona Gospodarka Wodna Miast. Zajmuje się również planowaniem, projektowaniem i realizacją obiektów oczyszczania ścieków, takich jak filtry piaskowe i systemy separacji u źródła.

Kontakt:

WRS Uppsala AB, Uppsala, Sweden.

E-mail: marika@wrs.se

Strona internet.: www.wrs.se



Bogdan Macarol jest pracownikiem naukowym w dziedzinie ochrony środowiska. Studiował biologię specjalizując się w ekologii na Uniwersytecie w Lublanie. Od 1995 r. jest członkiem zespołu Limnos, pełniąc funkcję koordynatora projektów w zakresie gospodarki wodnej, ochrony środowiska, zrównoważonego rozwoju, ekoremediacji, ocen oddziaływania na środowisko i ochrony przyrody. Ma doświadczenie w prowadzeniu szkoleń i w fotografice.

Kontakt:

Limnos, Company for Applied Ecology, Ljubljana, Slovenia

E-mail: bogdan@limnos.si

Strona internet.: www.limnos.si



Dr prawa Jonas Christensen posiada głęboką wiedzę w dziedzinie prawa ochrony środowiska i prawa administracyjnego. Posiada stopień doktora w zakresie prawa ekologicznego (Uniwersytet Uppsala, 1998), doświadczenie w działalności lokalnych ekologicznych rad nadzorczych i Narodowej Agencji ds. Żywności, jak również z długoletniej pracy jako wykładowca na Wydziale Prawa, Uniwersytetu Uppsala. Dr Christensen pracuje jako konsultant prawa ekologicznego i wykładowca w swojej firmie prawniczej Ekologen Miljöjuridik AB. Jego klientami są lokalne rady nadzorcze, organizacje pozarządowe, urzędnicy państwowi, politycy i decydenci w dziedzinie prawa ochrony środowiska, prawa publicznego i innych przepisów prawnych w zakresie nadzoru ekologicznego.

Kontakt:

Ekologen Miljöjuridik AB, Uppsala, Sweden

E-mail: juristen@ekologen.se

Strona internet.: www.ekologen.se



Prof. uniw. dr inż. Ralf Otterpohl, jest inżynierem inżynierii lądowej i od 1998 r. dyrektorem Instytutu Gospodarki Wodnej i Ochrony Wód na Uniwersytecie Technologii w Hamburgu (TUHH), Niemcy. Stopień doktora w inżynierii lądowej zdobył w RWTH Aachen za badania w zakresie symulacji komputerowej oczyszczalni ścieków. Ralf Otterpohl jest współwłaścicielem firmy konsultingowej Otterwasser GmbH specjalizującej się w symulacji dużych oczyszczalni ścieków i w innowacyjnych rozwiązaniach zdecentralizowanej sanitacji. Jest przewodniczącym grupy specjalistycznej „resources oriented sanitation” (tzw. ekologicznej sanitacji) w ramach International Water Association - IWA (Międzynarodowego Stowarzyszenia ds. Wody).

Kontakt:

IWMWP Hamburg University of Technology, Germany

E-mail: ro@tuhh.de

Strona internet.: www.tuhh.de



Dr Viktória Marczisák ukończyła Pollák Mihály Technical College otrzymując stopień licencjata w zakresie gospodarki wodno-ściekowej. Następnie ukończyła studia podyplomowe w dziedzinie inżynierii środowiska w IHE, Delft, Holandia. Początkowo przez 8 lat pracowała w Północno Węgierskich Regionalnych Wodociągach, a później w VITUKI CONSULT Zrt. Obecnie przebywa na urlopie macierzyńskim w Węgierskim Ministerstwie Środowiska i Wody. Posiada ponad 15 letnie doświadczenie w pracach badawczych i konsultingowych związanych z zanieczyszczeniem wód, wykorzystaniem ścieków i z obszarami bagiennymi. Uczestniczyła jako ekspert wiodący w szeregu dużych międzynarodowych i węgierskich projektach dotyczących jakości wód, ścieków i odnowy obszarów wodno-błotnych.

Kontakt:
VITUKI CONSULT Zrt.
E-mail: vitukiconsult@vituki-consult.hu
Strona internet.: www.vituki-consult.hu



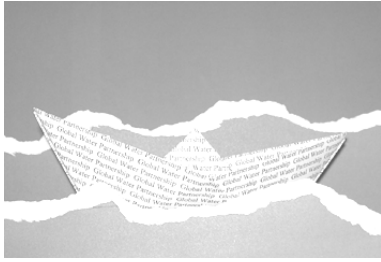
Anna Tsvietkova jest koordynatorem Programu “Woda i Sanitacja” ogólnokrajowej organizacji pozarządowej “MAMA-86”, Krajowym Koordynatorem WSSCC na Ukrainie i Punktem Kontaktowym GWP Ukraina oraz członkiem Rady GWP CEE. W latach 1984-1993 w Instytucie Hydrobiologii NASU zajmowała się badaniami w zakresie zanieczyszczenia wód i osadów dennych oraz ich toksyczności. Od 1997 r. pracuje dla organizacji pozarządowej “MAMA-86”. Jako koordynator kampanii uczestniczyła w przygotowaniu i we wdrażaniu 5 projektów i 17 rozwiązań pilotowych w zakresie poprawy dostępu do wody i sanitacji oraz promocji ekologicznego podejścia do sanitacji i suchych toalet na Ukrainie. Jest autorem szeregu artykułów i raportów prezentowanych w międzynarodowych czasopismach i na konferencjach.

Kontakt:
NGO “MAMA-86”, Kyiv, Ukraine
E-mail: atsvet@mama-86.org.ua Strona internet.: www.mama-86.org.ua



Prof. dr Danijel Vrhovšek, mgr biologii, właściciel i dyrektor Limnos posiada ponad 30 letnie doświadczenie w ekologii wód, ochronie środowiska i ochronie przyrody. Od 1976 r. przygotował ponad 100 różnych projektów i ponad 40 artykułów naukowych w dziedzinie środowiska wodnego. Uczestniczył w ponad 60 projektach oczyszczalni hydrofitowych oraz ponad 25 projektach rekultywacji składowisk odpadów. Uzyskał dwa patenty słoweńskie i jeden w Chorwacji w zakresie oczyszczania ścieków i w 1995 r. wygrał nagrodę Sprint. Jest członkiem Internat. Lake Env. Committee (Międzynarodowego Komitetu Ekologicznego ds. Jezior), Japonia, Internat. Soc. for Ecol. Modelling (Międzynarodowego Towarzystwa ds. Modelowania Ekologicznego), Dania, IUCN, Geneva – Consultant, Aquatic Plant. Inf. Retrieval System (Systemu Odzyskiwania Informacji o Roślinach Wodnych), USA, oraz konsultantem Banku Światowego.

Kontakt:
Limnos, Company for Applied Ecology, Ljubljana, Slovenia
E-mail: dani@limnos.si Strona internet.: www.limnos.si



Przedmowa

Roberto Lenton



Podczas Światowego Szczytu na rzecz Zrównoważonego Rozwoju w 2002 roku, międzynarodowa społeczność wezwała kraje do Zintegrowanego Gospodarowania Zasobami Wodnymi (Integrated Water Resource Management - IWRM) i opracowania Planów Efektywnego Wykorzystania Wód (Water Efficiency Plans) do 2005 roku. Od tego czasu Globalne Partnerstwo dla Wody (Global Water Partnership - GWP) zaoferowało znaczącą pomoc krajom pragnącym odpowiedzieć na to wezwanie. Wraz z ustanowieniem roku 2008 Międzynarodowym Rokiem Sanitacji, dla GWP stworzona została dodatkowa możliwość, by wesprzeć narodowe wysiłki na rzecz realizacji innego celu wyznaczonego przez ten sam Szczyt – obniżenia o połowę do 2015 roku odsetka ludzi nie mających dostępu do podstawowej sanitacji.

W związku z powyższym z autentycznym zadowoleniem przyjąłem propozycję napisania niniejszej przedmowy do nowej publikacji przygotowanej przez GWP Central and Eastern Europe (CEE) Regional Water Partnership (Regionalne Partnerstwo dla Wody GWP Europa Środkowa i Wschodnia), pt. *"Zrównoważona sanitacja w Europie Środkowej i Wschodniej – wychodząc naprzeciw potrzebom małych i średnich osiedli ludzkich"*. W opracowaniu tym podkreśla się, że sanitacja jest fundamentem ludzkiego zdrowia, godności i rozwoju. Zwraca się również uwagę na istotne wyzwanie – jak radykalnie zwiększyć dostęp do podstawowej sanitacji w sposób, który odzwierciedla zasady ekonomicznej efektywności, gospodarności (*economic efficiency*), społecznej sprawiedliwości (*social equity*) oraz zrównoważenia i trwałości środowiska (*environmental sustainability*)* – czyli „3E”. W oparciu o te zasady wypracowano bowiem podejście Zintegrowanego Gospodarowania Zasobami Wodnymi.

Ważną implikacją tego opracowania jest potrzeba zapewnienia, że sanitacja zajmuje swoje istotne miejsce w rozwoju IWRM oraz planów efektywnego wykorzystania wód, co zostało ujęte w Planie Wdrażania z Johannesburga (Johannesburg Plan of Implementation). Wykorzystując swoje doświadczenia w ułatwianiu szeregu krajom przygotowanie planów IWRM, GWP ma pełne prawo do zwrócenia uwagi swoim partnerom na silne współzależności pomiędzy sanitacją a gospodarowaniem zasobami wodnymi. Uwzględnianie celów sanitacji w aktualnie podejmowanych działaniach planistycznych może przybliżyć nas do spełnienia celu dotyczącego sanitacji wynikającego z Milenijnych Celów Rozwoju (Millennium Development

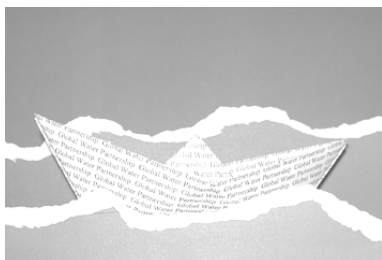
*/ czyli zachowania zdolności do utrzymania walorów środowiska w kontekście zrównoważonego rozwoju [*przyp. tłum.*]

Goals) oraz ułatwić osiągnięcie właściwej równowagi między efektywnością, sprawiedliwością i zrównoważeniem w środowisku.

Publikacja pt. *"Zrównoważona sanitacja w Europie Środkowej i Wschodniej – wychodząc naprzeciw potrzebom małych i średnich osiedli ludzkich"* stanowi doskonały materiał poglądowy o stanie sanitacji w państwach Europy Środkowej i Wschodniej (CEE), proponuje rozwiązania w dziedzinie zrównoważonej sanitacji oraz przedstawia szereg konkretnych przykładów ukazujących sprawne systemy sanitacyjne, które można rozpowszechnić w całym regionie. Inicjatywa w dziedzinie zrównoważonej sanitacji, podjęta przez GWP CEE stanowi wartość dodaną partnerstwa płynącego z poczucia misji wspierania państw w zrównoważonym gospodarowaniu ich zasobami wodnymi. W tym regionie, który przeszedł dekadę partnerskich doświadczeń w transformacji, a teraz dołącza do Unii Europejskiej, braki w dziedzinie sanitacji okazały się przyczyną osłabienia wysiłków na rzecz poprawy równości, dobrobytu, jakości wód i rozwoju gospodarczego. Badania GWP CEE wykazały, że od 20 do 40% ludności wiejskiej nie jest objęte programem sanitacyjnym. Dzieje się tak wskutek priorytetów ustalonych przez Komisję Europejską, wedle których polityka sanitacyjna wielu państw w regionie nie dotyczy jednostek osadniczych liczących do 2000 mieszkańców.

Inicjatywa przygotowania przez GWP CEE niniejszej publikacji stanowi doskonały przykład międzynarodowej współpracy, w ramach której eksperci państw CEE, wraz ze swymi szwedzkimi i niemieckimi kolegami, wyszli naprzeciw problemom sanitacji z perspektywy zintegrowanego gospodarowania zasobami wodnymi. Ta inicjatywa rozbudziła również dyskusję w obrębie całej sieci GWP o potrzebie poprawy integracji zagadnień dotyczących sanitacji z rozwojem, planowaniem i gospodarowaniem zasobami wodnymi poprzez proponowanie praktycznych kierunków działań na przyszłość. Co ważne, publikacja zbiega się w czasie stanowiąc wkład w obchody Międzynarodowego Roku Sanitacji 2008, podczas którego będziemy mieli szczególną okazję do podniesienia świadomości i pobudzenia woli politycznej, zwłaszcza na szczeblu krajowym. Jest to niezbędne, gdyż ostatecznie to właśnie rządy państw, we współpracy ze społecznościami lokalnymi, władzami miejskimi i międzynarodowymi partnerami, muszą rozszerzać zakres i zasięg usług w dziedzinie sanitacji. I tak jak to pokazuje niniejsza książka, GWP ma ważną rolę do spełnienia.

Roberto Lenton
Lipiec 2007



Rozdział 1

Czas na zrównoważoną sanitację

Danijel Vrhovšek

W 2004 r. około 3,5 miliarda ludzi na świecie miało dostęp do wody bezpośrednio z sieci wodociągowej w domach. Kolejne 1,3 miliarda miało dostęp do czystej wody z innych źródeł niż instalacje domowe, między innymi z hydrantów, chronionych ujęć i studni. Jednak ponad miliard ludzi nie miało takich możliwości, co oznacza, że, aby pozyskać wodę, musiało korzystać z nieobjętych ochroną studni lub strumieni, kanałów, jezior oraz rzek.

W 2000 r. wszystkie państwa członkowskie ONZ podpisały Deklarację Milenijną Narodów Zjednoczonych (*United Nations Millennium Declaration - UNMD*) zawierającą osiem Milenijnych Celów Rozwoju (*Millennium Development Goals - MDGs*). Cel siódmy zobowiązuje kraje do stosowania zrównoważonych metod zarządzania środowiskiem, w tym zrównoważonego gospodarowania zasobami naturalnymi, poprzez zmniejszenie do 2015 r. o połowę liczby ludzi pozbawionych stałego dostępu do bezpiecznej wody pitnej. Zobowiązanie to zostało wyrażone ponownie w 2002 r. podczas Światowego Szczytu Zrównoważonego Rozwoju (*World Summit on Sustainable Development*) w Johannesburgu, gdzie zapewnienie podstawowej sanitacji zostało dodane do wyżej wymienionego Milenijnego Celu Rozwoju z powodu braku dostępu do bezpiecznych usług sanitacyjnych dla 3 miliardów ludzi na świecie.

Prawdę mówiąc, w 2007 r. sytuacja w zakresie dostępności wody pitnej w krajach rozwijających się jest nawet gorsza niż kilka lat temu, głównie z powodu zanieczyszczeń, nawadniania, niedofinansowania, wojen i postępujących zmian klimatu. Światowa Organizacja Zdrowia jako minimalne zapotrzebowanie przyjęła około 20 litrów wody dziennie na osobę – choć taka ilość może stwarzać wysokie zagrożenie dla zdrowia – oraz 100 litrów dziennie na osobę jako wartość optymalną wiążącą się z niskim ryzykiem zdrowotnym. Dostateczna ilość wody odpowiedniej jakości jest niezwykle istotna z punktu widzenia zdrowia i higieny społeczeństwa. Oprócz zaspokajania ludzkiego zapotrzebowania woda jest również potrzebna dziko rosnącym roślinom, zwierzętom i innym organizmom żywym.

Należy zadać sobie pytanie, co należy zrobić w sytuacji, w której występuje coraz mniej odpowiedniej jakości wody na te wszystkie potrzeby w obliczu wzrastającej liczby ludności, co w prosty sposób przekłada się na zwiększające się z roku na rok zapotrzebowanie na wodę?

Jedną z możliwych odpowiedzi jest narzucenie bardziej surowych regulacji w dziedzinie oczyszczania ścieków, umożliwiając w drodze recyklingu powtórne wykorzystanie wód uzdatnionych. Na przestrzeni paru ostatnich dziesięcioleci konwencjonalne podejście do sanitacji było mocno krytykowane, w rezultacie czego zaproponowano wiele nowych koncepcji, pojęć i charakterystyk na rzecz alternatywnej „zrównoważonej sanitacji”. Generalnie zrównoważona sanitacja reprezentuje bardziej całościowe podejście w stosunku do sanitacji przyjaznej środowiskowo i ekonomicznie. Obejmuje ona kwestie związane z odprowadzaniem i oczyszczaniem ścieków, z zapobieganiem chorobom i z innymi działaniami na rzecz ochrony zdrowia. Zrównoważona sanitacja opiera się na trzech filarach trwałości i zrównoważenia – środowiskowym, gospodarczym i społecznym. Filar dotyczący środowiska odnosi się w tym przypadku do zasad recyklingu, chroniących lokalne otoczenie. Głównym celem takiego podejścia jest nowa, zrównoważona filozofia, traktująca odpady jako zasoby. Jest ona oparta na wdrożeniu opartego na przepływie materiałów procesu recyklingu jako całościowej alternatywie wobec konwencjonalnych rozwiązań. W idealnych warunkach systemy zrównoważonej sanitacji umożliwiają pełne odzyskanie wszystkich związków biogenych z fekaliami, moczu i tzw. szarych ścieków [zużyte domowe wody gospodarcze z prania, zmywania etc. – *przytłum.*], z korzyścią dla rolnictwa, oraz minimalizację zanieczyszczenia wód, jednocześnie pozwalając na powtórne wykorzystanie tych wód w największym możliwym zakresie, szczególnie w celach zrównoważonego nawadniania.

Niniejsza publikacja Globalnego Partnerstwa dla Wody dla regionu Europy Środkowej i Wschodniej (GWP Central and Eastern Europe, GWP-CEE) dotycząca zrównoważonej sanitacji, oddawana obecnie do rąk Czytelnika, jest ważnym krokiem ku bardziej zrównoważonej przyszłości dla ludzkości. Zawiera ono dane o aktualnym stanie zaopatrzenia w wodę i sanitacji w państwach GWP-CEE, informacje o zrównoważonej sanitacji w małych i średnich osiedlach ludzkich w krajach CEE, kilka przykładów z państw europejskich, takich jak Węgry, Ukraina i Słowenia, jak również ogólne informacje dotyczące zrównoważonej sanitacji w Niemczech i Szwecji oraz przegląd legislacji dotyczącej zrównoważonej sanitacji w Unii Europejskiej i niektórych państwach CEE.

W analizie skoncentrowano się na jedenastu państwach Europy Środkowej i Wschodniej należących do regionu GWP, które zajmują około 16% terytorium kontynentu i reprezentują około 20% europejskiej populacji. Na obszarze rozciągającym się od Morza Bałtyckiego aż po Adriatyk i Morze Czarne występują różne warunki naturalne, społeczne i ekonomiczne, a co za tym idzie i różne podejścia do gospodarowania zasobami wodnymi. Cechą charakterystyczną populacji i struktury demograficznej w krajach CEE jest relatywnie duży udział ludzi zamieszkujących tereny wiejskie w porównaniu z państwami Europy Zachodniej. Pośród wszystkich jednostek osadniczych w krajach CEE 91,4 % osiedli ludzkich liczy mniej niż 2000 mieszkańców, stanowiąc 20% populacji państw CEE. Biorąc pod uwagę fakt, że główny nacisk prawodawstwa Unii Europejskiej jest położony na rozwiązanie do 2015 roku problemów dotyczących ścieków w aglomeracjach przekraczających 2000 mieszkańców, wydaje się, że wsie z mniejszą liczbą mieszkańców są ignorowane przez decydentów i zarządzających zasobami wodnymi. Z drugiej strony społeczności takich obszarów wiejskich są często słabe ekonomicznie, przez co gorzej rozwinięte pod względem infrastruktury. Dlatego też niniejsze opracowanie w pierwszej kolejności koncentruje się wokół tych jednostek osadniczych, w których polityka zrównoważonej sanitacji wymaga mniejszych inwestycji finansowych w porównaniu do konwencjonalnych, zaawansowanych technicznie i drogiej alternatyw. Dla większości takich ośrodków wiejskich zrównoważona sanitacja stanowi najbardziej właściwą do wdrażania koncepcję, zapewniającą odpowiednie zaopatrzenie w wodę i sanitację, aby umożliwić osiągnięcie do 2015 r. Milenijnych Celów Rozwoju (MDGs).

Odsetek społeczeństwa w państwach CEE wyposażonego w centralne systemy zaopatrzenia w wodę waha się między 53,5% a 98,8%, w zależności od kraju, podczas gdy odsetek społeczeństwa podłączonego do oczyszczalni ścieków (WWTPs) mieści się w przedziale od 30% do 80%. Dane z poszczególnych państw dowodzą, że celem dla wszystkich państw jest podłączenie od 75% do 90% ich populacji do systemów kanalizacyjnych i oczyszczalni ścieków. Jak już wcześniej wspomniano, zgodnie z dyrektywami Unii Europejskiej, budowa oczyszczalni ścieków w osiedlach poniżej 2000 mieszkańców nie jest wymagana. Państwa są jednak zobligowane, zgodnie z Ramową Dyrektywą Wodną - RDW (EU Water Framework Directive - EU WFD), do osiągnięcia „dobrego stanu wszystkich wód” na swoich terytoriach. To pozostawia 10-15% społeczeństwa (około 20 milionów ludzi z obszarów wiejskich) bez dostępu do odpowiednich systemów sanitacji po 2015 roku. Z punktu widzenia obecnie istniejących systemów oczyszczania ścieków, dominującym sposobem w małych jednostkach w państwach CEE jest stosowanie studni chłonnych (szamb). Jest to bardzo niedoskonała metoda oczyszczania ścieków, ponieważ obejmuje jedynie etap “gromadzenia” lub “wstępnego oczyszczania” ścieków, nie zaś pełny proces oczyszczania. Drugą najczęściej stosowaną metodą oczyszczania ścieków w małych ośrodkach wiejskich w omawianym regionie jest oczyszczanie biologiczne, proces aktywacji. Jeśli chodzi o oczyszczalnie ścieków, państwa CEE czekają problemy z usuwaniem osadów ściekowych, dlatego też muszą być rozwijane ekologicznie bezpieczne metody ich przeróbki mając na uwadze minimalizację ilości osadu oraz maksymalizację jego recyklingu, bez ryzyka narażenia ludzkiego zdrowia. Naturalne systemy oczyszczania ścieków są do pewnego stopnia stosowane w regionie. Najbardziej rozpowszechnionymi w państwach CEE naturalnymi metodami są tzw. oczyszczalnie hydrofitowe, filtry piaskowo-glebowo-trzcinowe, filtry makrofitowe, laguny, stawy filtracyjne i systemy nawadniania ściekami.

W niektórych krajach europejskich tak zwane “systemy zrównoważonej sanitacji” powstały już i zostały wprowadzone. Systemy te obejmują separację u źródła ze ścieków domowych różnych frakcji, takich jak tzw. szare ścieki, mocz i fekalia, w celach powtórnego wykorzystania naturalnych zasobów (substancji odżywczych, wody i ciepła). Sanitacja wodna jest, według definicji, higienicznym usuwaniem lub recyklingiem ścieków jak również kierunkiem określonych działań i praktyk stosowanych w ochronie zdrowia za pośrednictwem środków higienicznych. „Zrównoważona sanitacja” jako nowa koncepcja sanitacji odnosi się do środowiskowego, społecznego i ekonomicznego punktu widzenia; ponadto obejmuje wszystkie trzy główne funkcje sanitacji i oczyszczania ścieków: ochronę ludzkiego zdrowia, recykling substancji odżywczych oraz zapobieganie degradacji środowiska. Ścieki są znane jako podstawowa droga rozprzestrzeniania się chorób na świecie, dlatego też konieczne jest tworzenie barier chroniących przed narażeniem na fekalia. Systemy zrównoważonej sanitacji oferują odpowiednie w tym względzie rozwiązania. Stosowanie sztucznych nawozów mineralnych sprawiło, że wielu rolników nie jest zainteresowanych w recyklingu substancji odżywczych z odpadów z toalet, które, jeśli nie są odpowiednio traktowane, stanowią problem dla środowiska. Aby sprawić, żeby zarówno oczyszczanie ścieków jak i rolnictwo było zrównoważone w dalszej perspektywie, należy dążyć do powtórnego wykorzystywania, głównie w rolnictwie, substancji odżywczych ze ścieków z toalet oraz wody z recyklingu. Nie jest tajemnicą, że nieoczyszczone lub niewystarczająco oczyszczone ścieki mogą powodować degradację środowiska poprzez eutrofizację, wzrost zasolenia gleb i tym podobne. W przypadku zrównoważonej sanitacji takie rozwiązanie nie może mieć miejsca. Ważną przesłanką wyboru systemu, który spełnia cele właściwego oczyszczania przez okrągły rok, przy uwzględnieniu zróżnicowanych ładunków, w większości przypadków, są niskie koszty budowy i eksploatacji systemu sanitacji, zwłaszcza w porównaniu do jego konwencjonalnych odpowiedników. Mimo, że metody oczyszczania w konwencjonalnych oczyszczalniach

ścieków wydają się bardzo różnić od metod naturalnych (stawy stabilizacyjne, stawy osadowe, oczyszczalnie hydrofitowe, itd.), wszystkie bazują na tych samych fizycznych, chemicznych i biologicznych procesach. Aby uzyskać dobrze funkcjonujący system sanitacji, należy zmodyfikować i dostosować wybrany system naturalny do lokalnych warunków i potrzeb.

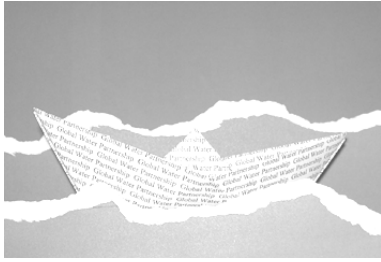
Aby ukazać nieco praktycznych doświadczeń, w rozdziale 4 zaprezentowano bardziej szczegółowo kilka przykładów: suche wiejskie toalety z separacją moczu na Ukrainie; nawadnianie ściekami plantacji topoli – zrównoważone rozwiązanie dla małych jednostek osadniczych pozbawionych kanalizacji na Węgrzech; oraz oczyszczalnia hydrofitowa Sveti Tomaž w Słowenii. W tym samym rozdziale dwa państwa Europy Zachodniej opisują swoje doświadczenia: zrównoważona sanitacja i gospodarka ściekowa w Szwecji – przegląd sytuacji, oraz ekologiczna sanitacja w Niemczech – systemy separacji u źródła.

Z punktu widzenia prawodawstwa nasuwa się podstawowy wniosek, że prawo unijne nie nakłada na państwa członkowskie obowiązku budowania systemów kanalizacyjnych, które rozdzielają mocz i/lub fekalia. Istnieją przeszkody prawne wobec wykorzystywania osadów ściekowych; pytanie jednak brzmi, czy czyste frakcje moczu i/lub fekalii powinny być zawarte w pojęciu „osad” czy nie? Ponieważ państwa członkowie UE muszą transponować unijne dyrektywy do swojego prawodawstwa, wszystkie 11 państw przeprowadziło takie procesy w odniesieniu do prawa UE dotyczącego wód.

Systemy zrównoważonej sanitacji ukazują wiele trwałych perspektyw. Przepływy substancji organicznych nie są brane pod uwagę w większości obecnych „konwencjonalnych” praktyk. Jednak w pełni zrównoważonym świecie wszystkie przepływy organiczne muszą być w ciągłym obiegu. Systemy zrównoważonej sanitacji są bardzo efektywne, ponieważ są energooszczędne; co więcej niektóre wytwarzają nawet nowe źródła energii (biomasa drzewna, biogaz) podczas gdy inne pochłaniają CO₂, który jest podstawowym gazem cieplarnianym. Z powodu nie dających się obecnie przewidzieć zmian klimatu ważne jest, aby systemy zrównoważonej sanitacji spełniały rolę wodnych zbiorników retencyjnych i, jako nowy biotop, mogły funkcjonować jako schronienie dla niektórych organizmów żywych.

Niektóre szacunki odnośnie zapewnienia właściwej sanitacji na całym świecie oscylują wokół 68 mld \$. Ta kwota mogłaby pokryć wszystkie koszty, jednak bez rozsądnego planowania wydatków rozwiązanie jednego problemu może przyczynić się do powstania kolejnego.

Systemy zrównoważonej sanitacji są kulturowo akceptowalne, lokalnie odpowiedzialne i funkcjonalnie trwałe. Podjęcie szerszych wysiłków w tej materii będzie wymagało zmian w projektowaniu i finansowaniu infrastruktury systemów kanalizacyjnych. Obecne elementy infrastruktury winny być zastąpione takimi, które wspierają ekologiczną innowacyjność w dziedzinie oczyszczania ścieków. Likwidacja działań zagrażających ludzkiemu zdrowiu lub środowisku oraz przebudowa infrastruktury sanitacyjnej zgodnie z duchem zrównoważenia stanowią dziś wyzwanie. Nasze wspólne wyzwanie.



Rozdział 2

Obecny stan zaopatrzenia w wodę i sanitacji w państwach GWP CEE

Igor Bodík

WPROWADZENIE

Po ponad pięćdziesięciu latach nieefektywnej gospodarki oraz zaniedbań w dziedzinie ochrony środowiska w postkomunistycznych państwach Europy Środkowej i Wschodniej (CEE), państwa te zaczęły równoważyć skutki istnienia poprzednich systemów. Jeśli chodzi o stan środowiska i zanieczyszczenie wód dziedzictwo poprzedniej epoki jest poważne. Charakteryzuje się wysokim poziomem skażenia wód oraz współistnieniem problemów spowodowanych przez tradycyjne zanieczyszczenia, jak i źródła punktowe i rozproszone. Dodatkowe trudności wynikają z historycznego zanieczyszczenia gleby, osadów i wód podziemnych, ukazując problem kosztownej i żmudnej odbudowy ich pierwotnego stanu. W kontekście europejskim, ludzki wymiar niedostatecznego poziomu sanitacji wymaga podjęcia pilnych działań w państwach CEE oraz Europy Wschodniej, Zakaukazia i Azji Środkowej (Eastern Europe, Caucasus and Central Asia – EECCA). Brak dostępu lub dostęp do wadliwej sanitacji w największym stopniu wpływa na najbardziej ubogą i najbardziej wrażliwą część społeczeństwa.

Mimo wymienionych wyżej cech, problem zanieczyszczenia wód w państwach CEE nie powinien być rozpatrywany jako wyjątkowy nietypowy w sensie technicznym. Podobne sytuacje miały bowiem miejsce w uprzemysłowionych regionach zachodniej Europy około trzydzieści lat temu (np. rzeki Ruhra i Ren w Niemczech) i oczywiste jest, że obecnie jest dostęp do odpowiednich narzędzi i technologii oczyszczania. Pewna wyjątkowość bierze się raczej ze współistnienia potrzeby rozwiązania istoty problemu oraz szczególnych warunków politycznych, gospodarczych i społecznych w omawianym regionie.

Głównym celem tego rozdziału jest analiza obecnego stanu gospodarowania ściekami w państwach CEE, ze szczególnym naciskiem na systemy kanalizacyjne i oczyszczanie ścieków bytowo-gospodarczych w tym regionie.

GOSPODAROWANIE ŚCIEKAMI W PAŃSTWACH CEE

Ogólna charakterystyka geograficzna i demograficzna państw CEE

Ogółem jedenaście państw¹ europejskich wchodzi w skład GWP regionu Europy Środkowej i Wschodniej – patrz Rysunek 2.1. Wybrane podstawowe wskaźniki geograficzne i ekonomiczne wskaźniki dla tych państw zostały zestawione w Tabeli 2.1.

Z danych Rysunku 2.1. i Tabeli 2.1 wynika jasno, że państwa CEE stanowią relatywnie istotną część Europy. Państwa te obejmują około 16% powierzchni całego kontynentu europejskiego (zajmującego 10,5 mln km²), zaś ich ludność stanowi w przybliżeniu 20% europejskiej populacji. W grupie państw CEE znajdują się państwa uznane za małe (Słowenia, kraje nadbałtyckie) i duże (terytorialnie i demograficznie), takie jak Ukraina, Polska czy Rumunia. Największym z nich, zarówno pod względem terytorialnym (603 000 km²) jak i ludnościowym (47,7 mln), jest Ukraina. Z kolei Słowenia jest najmniejszym obszarowo krajem (20.300 km²), a Estonię zamieszkuje najmniej ludzi (1,3 mln). Z hydrograficznego punktu widzenia obszar zajmowany przez państwa CEE można podzielić na zlewnie pięciu mórz:

- basen Morza Czarnego – przeważająca część państw CEE należy do tej zlewni (cały obszar Węgier, Rumunii i Ukrainy, dominująca część Słowacji i Słowenii, niewielka część Republiki Czeskiej i Bułgarii oraz nieistotna Polski);
- basen Morza Bałtyckiego – cały obszar Litwy, Łotwy i Estonii, przeważająca część Polski, niewielka część Republiki Czeskiej i Ukrainy oraz nieistotna Słowacji;
- basen Morza Północnego – istotna część Republiki Czeskiej;
- basen Morza Egejskiego – istotna część Bułgarii;
- basen Morza Adriatyckiego – mała część Słowenii.

Państwa CEE rozciągają się nie tylko na obszarze Europy Środkowej i Wschodniej (na co wskazywać mogłaby ich “oficjalna” nazwa) ale również stanowią istotną część Europy Północnej i Południowej. Do tej grupy należą zarówno kraje nadmorskie jak i śródkontynentalne, nizinne i góryste, mniej lub bardziej zamożne, uprzemysłowione i rolnicze, a także charakteryzujące się łagodnym lub północnym klimatem. Innymi słowy, warunki klimatyczne, geograficzne, pogodowe, termalne, hydrologiczne, społeczne, gospodarcze i inne w tych krajach są dość mocno zróżnicowane. Stąd inne też będą w poszczególnych krajach wymagania dotyczące gospodarowania zasobami wodnymi.

Istotną cechą populacji i struktury demograficznej państw CEE jest relatywnie duży, w porównaniu z Europą Zachodnią, odsetek mieszkańców terenów wiejskich. Waha się on od 25% (Republika Czeska) do 50,5% (Słowenia); średnio zaś dla tego regionu kształtuje się na poziomie 37,3% (około 56 mln ludzi). Z ogólnej liczby 142 645 osiedli ludzkich w państwach CEE, 130 347 jednostek osadniczych (91,4%) liczy poniżej 2000 mieszkańców. Pod tym względem występują dość duże różnice między poszczególnymi krajami; na przykład odsetek ten na Węgrzech wynosi 74,7%, podczas gdy w Polsce, Słowenii, Łotwie i na Litwie wynosi ponad 95%. Zaskakujące jest, że jedynie 5% ukraińskiej populacji żyje w osiedlach ludzkich liczących mniej niż 2000 mieszkańców. Dlatego też przyjęto, że „małe jednostki osadnicze” na Ukrainie nie przekraczają 20000 mieszkańców i reprezentują 30% ludności w tym kraju.

¹ Dwunastym państwem GWP CEE od października 2006 r. jest Mołdowa.



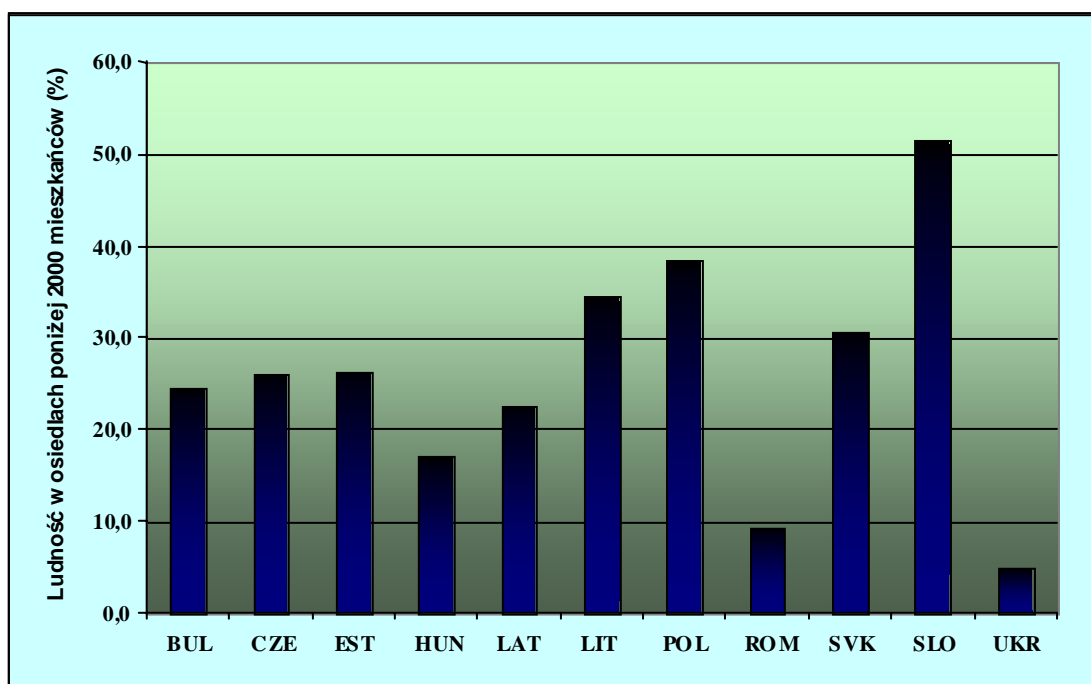
Rysunek 2.1. Położenie geograficzne państw Europy Środkowej i Wschodniej (CEE)

Osiedla ludzkie liczące poniżej 2000 mieszkańców stanowią ważną część profilu demograficznego w państwach CEE, reprezentującą 20% ogólnej liczby ludności na tym obszarze. W Słowenii 51,5% populacji żyje w takich jednostkach (najwyższy wskaźnik w państwach CEE). Z kolei w Rumunii i na Ukrainie wielkości te są najniższe i wynoszą odpowiednio 9,2% i 4,8%. Ilustruje to Rysunek 2.2.

Ludność żyjąca w jednostkach osadniczych nie przekraczających 2000 mieszkańców odgrywa dużą rolę w zarządzaniu zasobami wodnymi. Dyrektywa 91/271/EWG dotycząca oczyszczania ścieków komunalnych nakłada na państwa członkowskie obowiązek wprowadzenia do 2015 roku biologicznego stopnia oczyszczania ścieków we wszystkich aglomeracjach powyżej 2000 mieszkańców. Jako, że realizacja tego zobowiązania jest subsydiowana ze środków unijnych, wszystkie państwa CEE podejmują znaczące wysiłki na rzecz wypełnienia wymagań tej dyrektywy.

Tabela 2.1. Podstawowe wskaźniki geograficzne i demograficzne państw CEE w 2005 r.

Państwo		Pow. kraju [1000 km ²]	Liczba ludności [mln]	Liczba osiedli ludzkich	Liczba osiedli ludzkich poniżej 2000 mieszkańców	Ludność w osiedlach poniżej 2000 mieszkańców	
						-	-
Bułgaria	BUL	111,0	7,7	5332	4941	1,88	24,4
Czechy	CZE	78,9	10,2	6249	5619	2,65	26,0
Estonia	EST	45,0	1,3	4700	4000	0,34	26,2
Węgry	HUN	93,0	10,1	3145	2348	1,71	16,9
Łotwa	LAT	65,0	2,3	6300	6200	0,52	22,6
Litwa	LIT	65,0	3,4	22153	21800	1,17	34,4
Polska	POL	312,7	38,2	40000	39000	14,70	38,5
Rumunia	ROM	237,5	21,7	16043	13092	1,99	9,2
Słowacja	SVK	49,0	5,4	2891	2512	1,65	30,6
Słowenia	SLO	20,3	2,0	5928	5835	1,03	51,5
Ukraina	UKR	603,7	47,7	29904	4300	2,3	4,8
Ogółem	CEE	1681,1	150,0	142645	109647	29,94	20,0



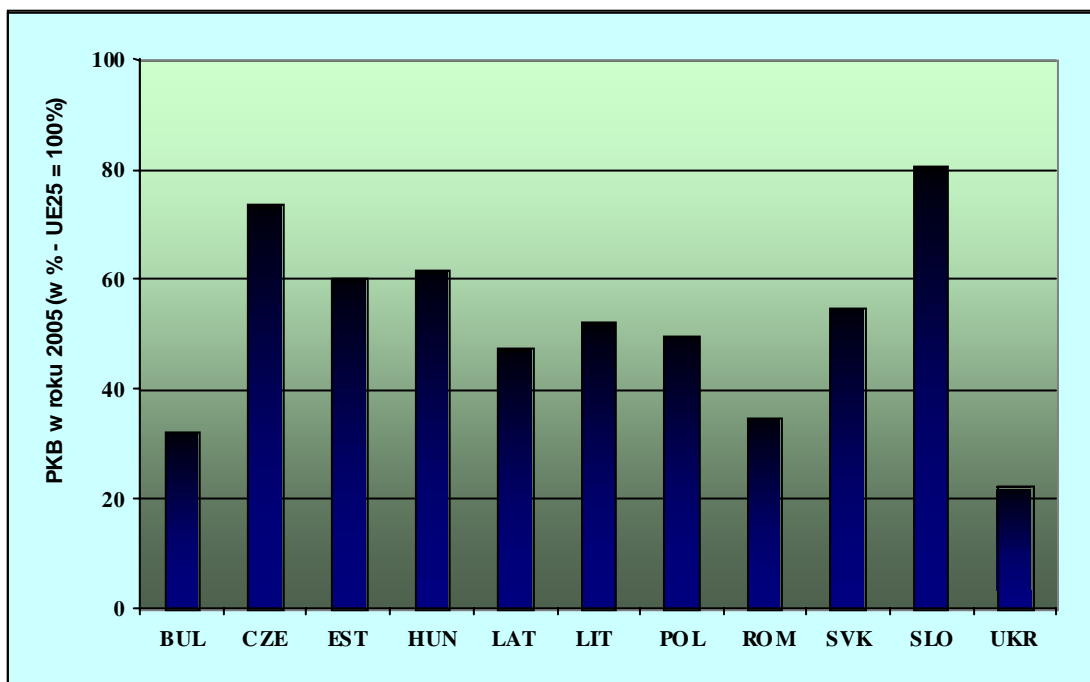
Rysunek 2.2. Odsetek ludności w poszczególnych państwach CEE w osiedlach ludzkich poniżej 2000 mieszkańców.

Odsetek ludności mieszkającej w jednostkach osadniczych poniżej 2000 mieszkańców wydaje się leżeć poza głównym obszarem zainteresowań decydentów i zarządzających zasobami

wodnymi, ze względu na przyjęte przez kraje priorytety. Tymczasem, jak wskazują powyższe dane, ludność ta stanowi istotną część populacji państw CEE. Społeczność wiejska jest często ekonomicznie słaba a obszary przez nią zamieszkiwane są gorzej rozwinięte i nie mają możliwości otrzymania istotnej pomocy finansowej dla rozwoju infrastruktury wodnej i sanitacyjnej. W oparciu o potencjał oddziaływania takiej sytuacji na jakość wód w Europie i poziom ludzkiego dobrobytu, należy uznać, że rozwój systemów wodnych i sanitacyjnych na obszarach wiejskich stanowi niezwykle pilną potrzebę.

Podstawowa charakterystyka gospodarcza państw CEE

Zgodnie z danymi przedstawionymi na Rysunku 2.3., państwa CEE z punktu widzenia ekonomicznego można podzielić na trzy grupy: "kraje zamożne" (Republika Czeska, Słowenia) z PKB na osobę przekraczającym 70% średniej unijnej (UE-25), "kraje średnio zamożne" (Estonia, Węgry, Łotwa, Litwa, Polska i Słowacja) z PKB na osobę oscylującym w przedziale 45-70% średniej unijnej oraz "kraje najmniej zamożne" (Bułgaria, Rumunia i Ukraina) z PKB poniżej 45% średniej unijnej. Średnia wskaźnika PKB na głowę mieszkańca w państwach CEE wynosi zaś 41% średniej Unii Europejskiej.



Rysunek 2.3. PKB na głowę mieszkańca w państwach CEE (dane z 2005 r. – UE-25 = 100%)

PKB na osobę (jako parytet siły nabywczej) w jedenastu państwach CEE wahał się od poziomu 4 480 euro (Ukraina) do 16 300 euro (Słowenia), a więc różniąc się o czynnik wynoszący około 3,6. Wspólny wskaźnik PKB na osobę dla wszystkich państw CEE wynosił 8 300 euro. Z punktu widzenia ekonomicznej siły mieszkańców państwa CEE reprezentują najbardziej ubogą część Europy, jednak rozpatrując rozwój gospodarczy, stanowią jej najbardziej dynamiczny i najszybciej rozwijający się region. Sprzyjają temu obecnie niskie koszty pracy, wzrost inwestycji i rozwijająca się infrastruktura, co powoduje, że region ten staje się ekonomicznie atrakcyjny.

Przedstawione powyżej wskaźniki geograficzne, demograficzne i ekonomiczne są pomocne w zrozumieniu i zdefiniowaniu problemów zarządzania zasobami wodnymi w poszczególnych państwach CEE, jak i w całym regionie. Rosnący popyt na wodę pitną o podwyższonej jakości, stan systemów kanalizacyjnych, charakter, jakość i liczba oczyszczalni ścieków to zasadnicze zagadnienia gospodarowania zasobami wodnymi w państwach CEE w sposób zgodny z wymaganiami prawodawstwa wodnego Unii Europejskiej.

Zaopatrzenie w wodę pitną

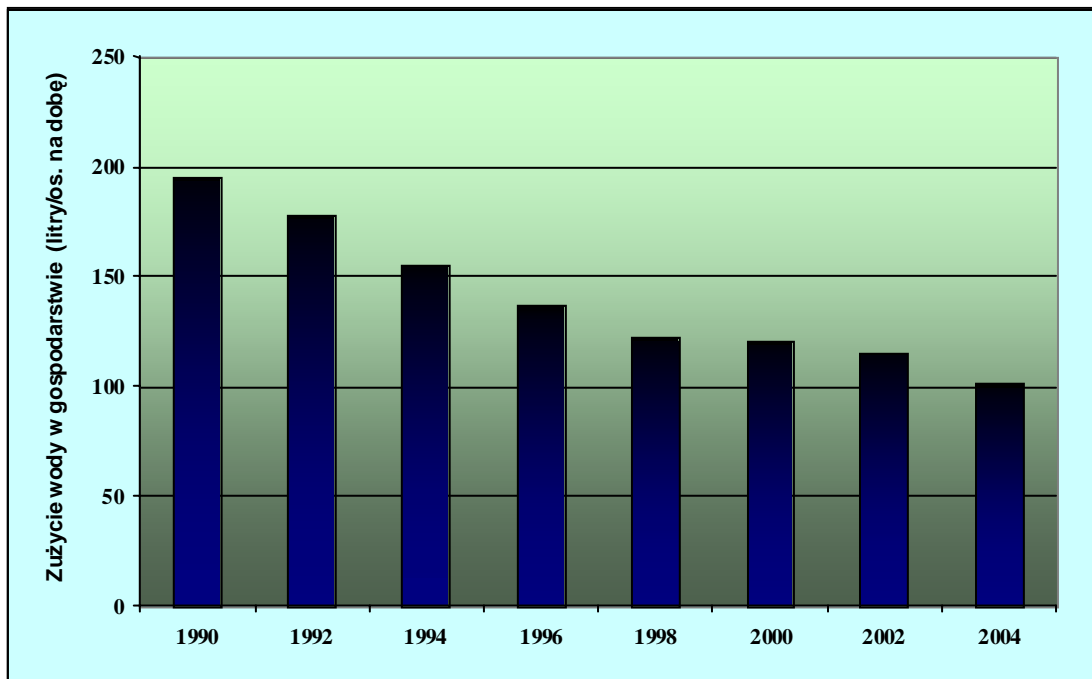
Istnieje wiele kryteriów opisujących obecną sytuację zaopatrzenia w wodę pitną w państwach CEE. Tabela 2.2 przedstawia wybrane, istotne wskaźniki dotyczące tego zagadnienia. Jednym z parametrów często używanych do opisu poziomu rozwoju gospodarowania zasobami wodnymi w danym kraju jest dostęp mieszkańców do publicznej sieci wodociągowej. Wskaźnik ten określa odsetek mieszkańców zaopatrywanych w dobrej jakości wodę pitną ze źródeł publicznych (uzdatnianie wody pitnej). Pozostali mieszkańcy na ogół korzystają ze źródeł lokalnych (studni prywatnych). Jakość wód nie jest jednak kontrolowana przez organy rządowe i często przekracza dozwolone parametry jakościowe.

Wskaźnik objęcia mieszkańców państw CEE przez publiczne systemy zaopatrzenia w wodę jest stosunkowo wysoki i przekraczać może 75%. Wyjątek stanowią Litwa i Rumunia, w których ten wskaźnik jest niższy. Odsetek ludności podłączonej do centralnych systemów zaopatrzenia w wodę waha się od 53,5% w Rumunii do 98,8% w Bułgarii (liczba ta dla Bułgarii szczególnie zaskakuje, gdyż jest porównywalna ze wskaźnikami wielu wysoko rozwiniętych krajów Europy Zachodniej, takich jak Dania, Niemcy etc.). Wartości powyżej 60% wskazują, że w danym kraju głównie ludność miejska korzysta z centralnych systemów zaopatrzenia w wodę. Wartości powyżej 80% sygnalizują zaś, że również większość mieszkańców wsi jest zaopatrywana w ten sposób w wodę a tylko niewielka część ludzi z obszarów o większym rozproszeniu nie ma dostępu do publicznych wodociągów.

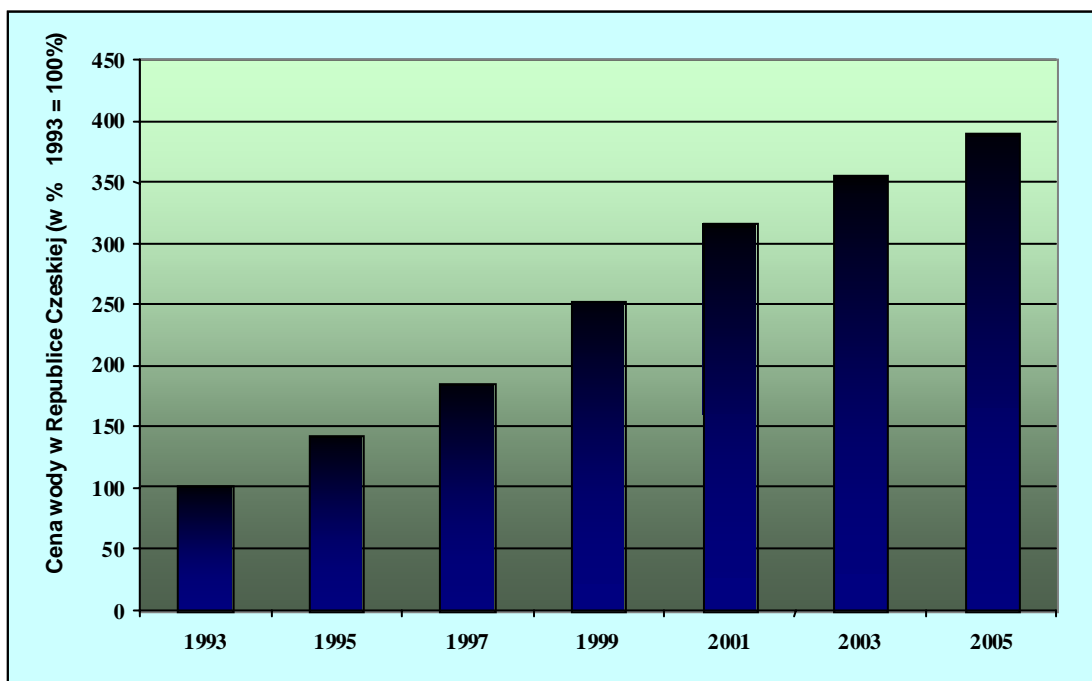
Domowe zużycie wody jest ściśle określone jako ilość wody faktycznie wykorzystywanej przez prywatne gospodarstwa domowe, która podlega pomiarom i trzeba za nią płacić. Wielkość zużycia dobowego waha się od 74 l/os. na Litwie (jest to bardzo niski wskaźnik) do 250–320 l/os. w Rumunii i na Ukrainie (co uchodzi za bardzo wysoki wskaźnik, spowodowany najprawdopodobniej drobną działalnością prywatną w rolnictwie, nieracjonalnym zużyciem, dużymi stratami wody, brakiem indywidualnych wodomierzy, itd.). Pozostałe kraje mają porównywalne wartości zużycia wody, mieszczące się w przedziale 90-150 l/os. na dobę. Zauważalna różnica widoczna jest jednak pomiędzy obszarami miejskimi i wiejskimi. Techniczne wyposażenie mieszkań jest na ogół lepsze w miastach, co skutkuje wyższym zużyciem wody z publicznej sieci zaopatrzenia w wodę. Z drugiej jednak strony ludność wiejska zazwyczaj korzysta z innych źródeł zaopatrzenia (prywatne studnie), w których zużycie wody nie jest monitorowane i nie podlega opłatom.

Ogólnie, przez ostatnie 10 lat można było zaobserwować w post-socjalistycznych państwach CEE gwałtowny spadek całkowitego zapotrzebowania na wodę i jej domowego zużycia (co głównie było rezultatem prywatyzacji spółek wodnych i rosnących kosztów wody). Potwierdzeniem tej tendencji jest zużycie wody w gospodarstwach domowych na Słowacji w latach 1990-2004 (Rysunek 2.4) i wzrost cen wody w Republice Czeskiej w latach 1993-2005 (Rysunek 2.5). Cena wody w poszczególnych państwach CEE waha się od 0,15 euro/m³ na Ukrainie do 2 euro/m³ w Rumunii. Można oczekiwać, że w nadchodzących latach cena wody w państwach CEE wzrośnie i prawdopodobnie osiągnie poziom bogatszych rejonów Europy (3-4 euro/m³). Mimo, że zużycie wody znacząco spadło w ostatnim czasie (patrz: Rysunek 2.4),

można spodziewać się, że w perspektywie długoterminowej jej cena w państwach CEE wzrośnie. Spadek zużycia wody będzie można zaobserwować głównie na obszarach wiejskich.



Rysunek 2.4. Zużycie wody w gospodarstwach domowych na Słowacji w latach 1990-2004.



Rysunek 2.5. Wzrost cen wody w Republice Czeskiej w latach 1993-2005.

Tabela 2.2. Podstawowa charakterystyka zaopatrzenia w wodę w państwach CEE.

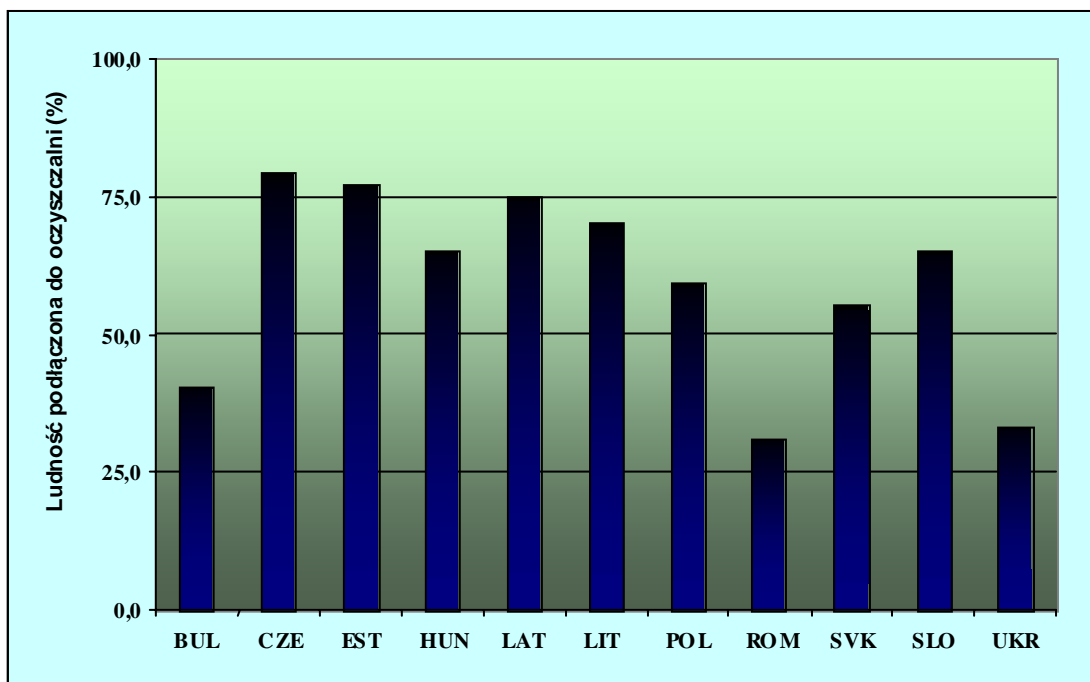
Wskaźnik	BUL	CZE	EST	HUN	LAT	LIT	POL	ROM	SVK	SLO	UKR
Ludność objęta centralnym systemem zaopatrzenia w wodę (%)	98,8	91,6	77,0	93,0	75,0	66,0	85,4	53,5	85,3	92,0	70,0
Zużycie wody w gospodarstwach domowych (l/os.d)	94	103	100	151	50-150	74	103	80-250	95	146	60-320
Cena wody – zaopatrzenie + uzdatnianie (euro/m ³)	0,62	1,40	1,50	2,46	1,05	1,08	1,15	2,00	1,35	1,72	0,15

Systemy kanalizacyjne i oczyszczania ścieków w małych jednostkach osadniczych

Odsetek mieszkańców przyłączonych do sieci kanalizacyjnych i oczyszczalni ścieków wskazuje na stan zarządzania zasobami wodnymi w danym państwie. W państwach CEE odsetek ten jest stosunkowo niski w porównaniu z rozwiniętymi państwami Europy Zachodniej. Jest to pozostałość po długoletnich zaniedbaniach infrastrukturalnych w okresie komunistycznym we wszystkich państwach CEE. Odsetek ludności podłączonej do centralnych sieci kanalizacyjnych z oczyszczalniami ścieków waha się od 30% (Rumunia) do 80% (Republika Czeska). Przedstawione dane nie zawsze jednak ukazują prawdziwy stan rozwoju oczyszczalni ścieków. W Słowenii na przykład stosunkowo wysoki odsetek ścieków (ok. 40%) jest oczyszczany jedynie mechanicznie, dlatego też jakość oczyszczonych ścieków jest odpowiednio niska.

Konsekwencją problemów gospodarczych narosłych po załamaniu się systemów komunistycznych był powolny rozwój infrastruktury kanalizacyjnej. Niedostateczne działania w tej dziedzinie były spowodowane finansowymi trudnościami związanymi z transformacją gospodarczą, wątpliwymi prywatyzacjami systemów kanalizacyjnych i innymi czynnikami. Mimo to wszystkie państwa CEE (za wyjątkiem Ukrainy) znacząco rozwinęły swoje sieci kanalizacyjne oraz systemy oczyszczania ścieków i będą je dalej rozwijać, głównie dzięki pomocy ze strony europejskich funduszy akcesyjnych (PHARE, ISPA, Fundusz Spójności i inne).

Dane zaprezentowane na Rysunku 2.6 wskazują jasno, że niemal cała ludność miejska i część ludności wiejskiej we wszystkich państwach CEE (poza Bułgarią, Rumunią i Ukrainą) jest podłączona do systemów kanalizacyjnych. Dane z poszczególnych krajów wskazują, że w przyszłości celem dla każdego z nich powinno być podłączenie do w/w systemów około 75-90% ludności. Jest to ważne z punktu widzenia dalszego rozwoju systemów gospodarowania zasobami wodnymi w tym regionie. Oprócz tworzenia aglomeracji osiedli ludzkich – tj. przyłączania małych jednostek osadniczych do systemów oczyszczania ścieków w większych miastach lub podłączania ich do jednej wspólnej oczyszczalni ścieków – taki rozwój systemów kanalizacyjnych znacząco przyczyni się do osiągnięcia określonych celów na obszarach wiejskich.



Rysunek 2.6. Udział mieszkańców podłączonych do publicznych sieci kanalizacyjnych z oczyszczalniami ścieków w państwach CEE.

Odsetek ludności wiejskiej w państwach CEE jest stosunkowo wysoki (patrz: Rysunek 2.2). Stanowi to przesłankę do wprowadzenia odpowiednich technologii oczyszczania ścieków dla tej części społeczeństwa. Generalnie mogą być rozpatrywane trzy alternatywne sposoby podłączenia ludności wiejskiej do sieci kanalizacyjnych i systemów oczyszczania ścieków:

1. Podłączenie małych jednostek osadniczych do systemów oczyszczania ścieków w dużych miastach. Zakłada się, że jest to dobre rozwiązanie w przypadku, gdy odległość takiej jednostki od najbliższej dużej oczyszczalni ścieków jest niewielka (lub gdy istnieją korzystne warunki geograficzne). Ta metoda jest obecnie praktykowana w Republice Czeskiej i na Słowacji, wraz z przebudową i modernizacją centralnych oczyszczalni dla dodatkowych ośrodków wiejskich. Spółki wodne preferują scentralizowane podejście do funkcjonowania oczyszczalni ścieków, które opiera się właśnie na tej metodzie, zamiast wielu małych niezależnych oczyszczalni dla wielu małych osiedli. Z punktu widzenia kosztów inwestycyjnych budowa takiego systemu jest droga (1 km rury kanalizacyjnej kosztuje około 250 000 euro). Obecnie budowa taka może być "na szczęście" finansowana ze środków UE.
2. Połączenie szeregu małych jednostek osadniczych w jedną wspólną sieć kanalizacyjną i system oczyszczania ścieków. Również w tym przypadku dużą rolę odgrywa ocena ekonomiczna wszelkich aspektów. W porównaniu do powyższej alternatywy, metoda ta jest rzadziej stosowana w państwach CEE.
3. Budowa indywidualnych oczyszczalni ścieków dla każdej małej jednostki osadniczej jest dosyć częstą praktyką w państwach CEE. Niemniej jednak, zgodnie z dyrektywami unijnymi, nie jest ona obowiązkowa dla osiedli ludzkich poniżej 2000 mieszkańców. Jest to na ogół inicjatywa lokalnych organów władzy.

Ponadto państwa CEE często finansują lub subsydują budowę małych oczyszczalni ścieków bez względu na fakt, że koszty ich amortyzacji (przez szereg dziesięcioleci), obsługi i eksploatacji będą ponoszone przez “biednych” użytkowników wody.

Niedostatki sanitacji na obszarach wiejskich

Zgodnie z uzyskanymi wynikami kwestionariuszy przygotowanymi na użytek niniejszej pracy, w państwach CEE mieszka około 150 milionów ludzi, z czego 30 milionów (20%) żyje w wiejskich jednostkach osadniczych poniżej 2000 mieszkańców. Z tej liczby mieszkańców wsi około 3,5 miliona ludzi podłączonych jest do wielkomiejskich systemów oczyszczalni ścieków; kolejne 1,5 miliona zaś do niewielkich oczyszczalni lokalnych. Pozostałe 25 milionów ludności wiejskiej w państwach CEE nie ma bezpośredniego dostępu do scentralizowanych systemów oczyszczania ścieków. W perspektywie do 2015 roku 75-90% ogółu ludności państw CEE ma być przyłączona do w/w systemów. Oznacza to, że nadal 10-15% mieszkańców wsi, co odpowiada około 20 milionom, pozostanie bez dostępu do odpowiednich systemów sanitacji, spełniających ogólnie przyjęte standardy środowiskowe i społeczne, nawet po 2015 roku!

Studnie chłonne (szamba)

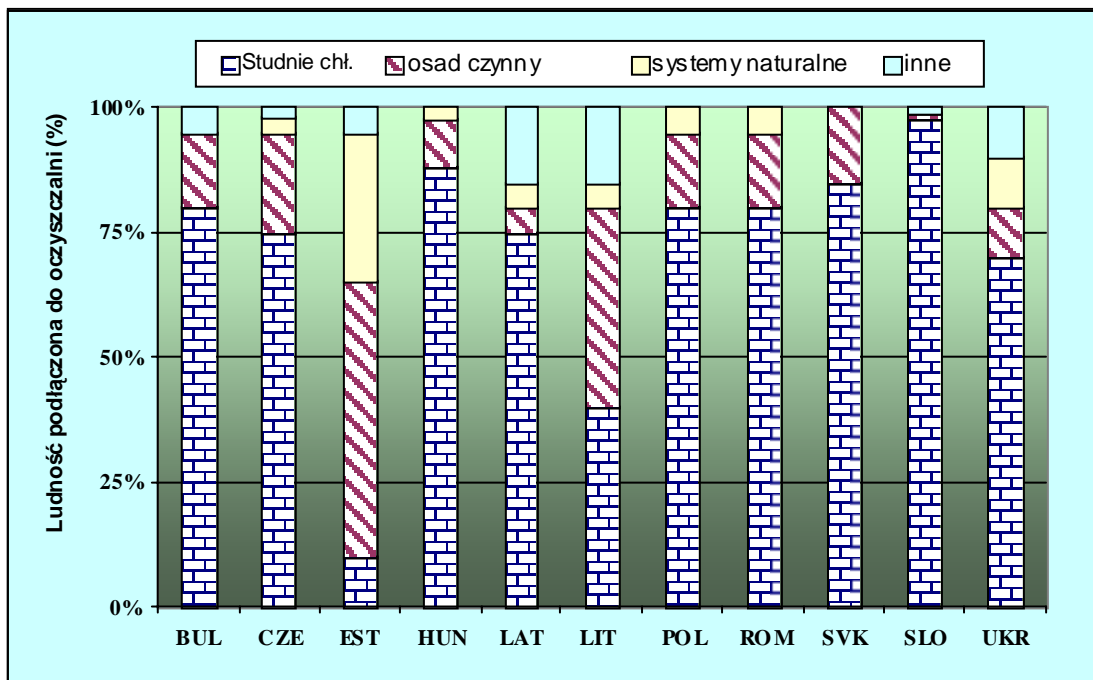
Z punktu widzenia obecnie istniejących systemów oczyszczania ścieków, dominującą praktyką w małych osadach ludzkich w państwach CEE jest korzystanie ze studni chłonnych (szamb). Stanowi to daleki od doskonałości system oczyszczania (dochodzi jedynie do akumulacji lub wstępnego oczyszczania ścieków; nie stanowi to pełnowartościowego procesu oczyszczania). Warto zauważyć, że obecnie około 75% ludności wiejskiej w państwach CEE korzysta z tego rozwiązania (patrz: Rysunek 2.7). Na niektórych obszarach Europy Środkowej studnie chłonne służą jako wstępny stopień oczyszczania ścieków przed końcowym odprowadzeniem ich do systemu odbiorczego. Studnie te bardzo często ulegają przepełnieniu i nie spełniają podstawowych wymagań prawnych dotyczących oczyszczania ścieków. W studnie chłonne wyposażone są głównie stare domy (dwudziestoletnie i starsze), stąd ciężko osiągnąć poprawę w tej materii (drogą prawną i techniczną).

Oczyszczanie biologiczne

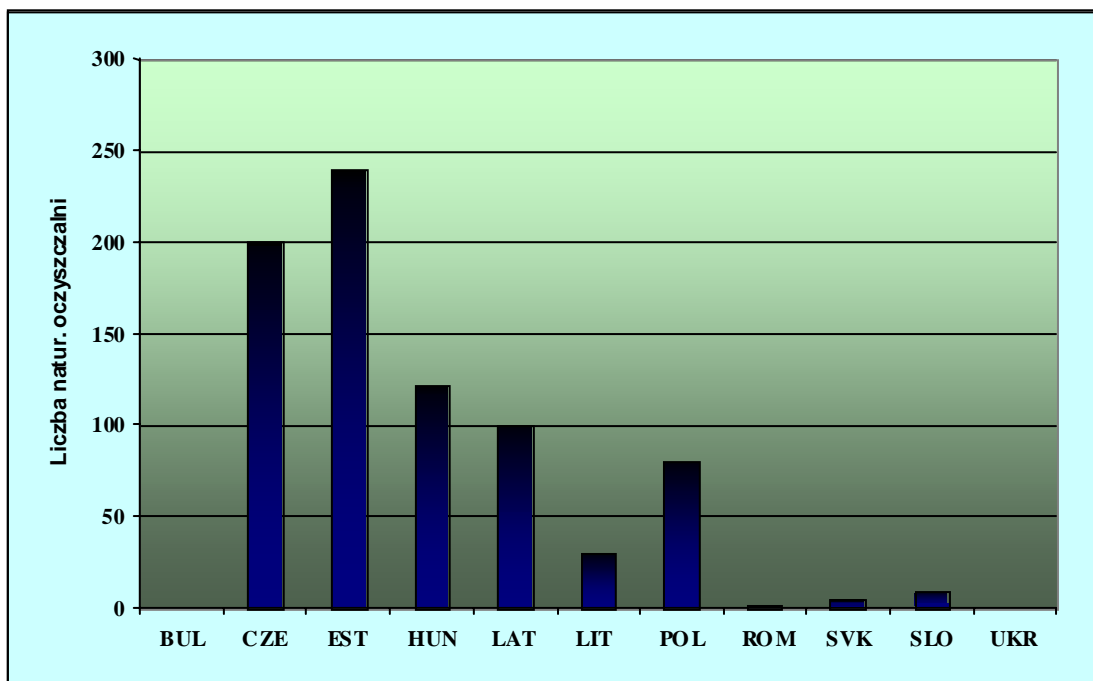
Drugim najczęściej stosowanym procesem oczyszczania ścieków w małych i wiejskich jednostkach osadniczych jest oczyszczanie biologiczne – proces z użyciem osadu czynnego. Metoda osadu czynnego jest wykorzystywana głównie na terenach wiejskich w Estonii i na Litwie. Proces ten jest pod względem technicznym bardziej wymagający, jednak odpowiednio prowadzony na ogół spełnia wszystkie wymagania dotyczące oczyszczania. Proces osadu czynnego w warunkach wiejskich jest głównie prowadzony w małych oczyszczalniach ścieków (powyżej 50 przyłączonych mieszkańców) lub w oczyszczalniach przydomowych (5-50 przyłączonych mieszkańców). Popularność przydomowych oczyszczalni na obszarach wiejskich w państwach CEE wzrosła w omawianym okresie. W Republice Czeskiej, na przykład, wybudowano przez ostatnie 10 lat około 20 000 takich oczyszczalni, obejmujących 100 000 mieszkańców (1% ludności tego kraju).

Naturalne systemy oczyszczania ścieków

Naturalne systemy oczyszczania ścieków są w pewnym ograniczonym zakresie stosowane w państwach CEE. Z jednej strony występują kraje z bogatymi pozytywnymi doświadczeniami w tej kwestii, np. Estonia, Republika Czeska, Węgry, Polska i Słowenia (patrz: Rysunek 2.8). Z drugiej strony istnieją też państwa bez żadnych takich doświadczeń, np. Słowacja czy Bułgaria. Najczęściej stosowanymi w państwach CEE obiektami naturalnych metod oczyszczania są oczyszczalnie hydrofitowe, filtry piaskowo-glebowo-trzcinowe, filtry makrofitowe, laguny, stawy osadowe i systemy nawadniania ściekami.



Rysunek 2.7. Struktura stosowanych w państwach CEE metod oczyszczania ścieków na terenach wiejskich.

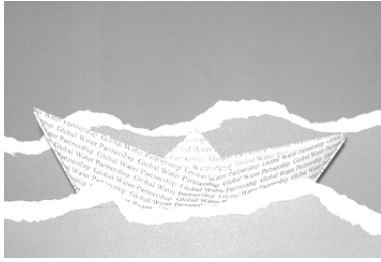


Rysunek 2.8. Liczba naturalnych oczyszczalni ścieków w państwach CEE.

Estonia i Litwa mają pozytywne doświadczenia w zakresie naturalnych systemów oczyszczania ścieków. Zwłaszcza zastosowanie pionowych filtrów piaskowo-trzciniowych okazało się być szczególnie efektywne. Mogą one bowiem funkcjonować w zimnym klimacie bałtyckim z dużą sprawnością oczyszczania substancji organicznych. Warunkiem udanego wdrożenia takich systemów jest stosowanie skutecznego oczyszczania wstępnego. Z drugiej strony jedynie około 10 oczyszczalni – głównie hydrofitowych – zostało wybudowanych na Słowacji przez ostatnie 10 lat. Obecnie jedynie trzy z nich działają; wszystkie stanowiąc trzeci stopień oczyszczania. Na Słowacji dominują negatywne poglądy o funkcjonalności metod naturalnych – oponenci wskazują na wysokie zapotrzebowanie obszaru glebowego, nieodpowiedni klimat i warunki naturalne, niską efektywność oczyszczania, itd.

Ogólnie można stwierdzić, że naturalne systemy oczyszczania ścieków są wykorzystywane w państwach CEE w sposób mniej niż marginalny. W dodatku obecnie istniejące systemy są albo błędnie zwymiarowane, przestarzałe, lub źle obsługiwane i eksploatowane. Skutkuje to niskim poziomem wiedzy eksperckiej i niską świadomością społeczną w zakresie naturalnych systemów oczyszczania. Nie dostrzega się również ich ekonomicznego, społecznego i ekologicznego potencjału. Przeciwnie, państwa CEE są nadal zdominowane przez lokalne i międzynarodowe grupy nacisku, optujące za konwencjonalnymi systemami “z betonu i stali”. Entuzjaści naturalnych metod oczyszczania ścieków wywodzą się głównie z inżynierów ochrony środowiska, ekologicznych organizacji pozarządowych oraz “Ruchów Zielonych”, którzy mają duże trudności z popularyzacją i uzyskaniem akceptacji nowych idei przez konserwatywnych decydentów i specjalistów tradycjonalistów w dziedzinie oczyszczania ścieków.

W niektórych krajach europejskich, takich jak Szwecja, Niemcy czy Norwegia, przez ostatnie dziesięć lat opracowano i wprowadzono tak zwane systemy zrównoważonej sanitacji. Te nowe koncepcje dotyczące sanitacji powstały, aby spełnić cele zrównoważonego rozwoju, tj. systemy efektywne kosztowo, wydolne ekonomicznie oraz przyjazne społecznie i środowiskowo. Systemy te obejmują separację u źródła ścieków domowych na różne frakcje, takie jak szare ścieki, mocz czy fekalia w celu ponownego wykorzystania zasobów naturalnych (substancji biogennych, wody i energii cieplnej). Te nowe koncepcje dotyczące sanitacji nie zostały jeszcze zrealizowane w państwach regionu CEE.



Rozdział 3

Czym jest zrównoważona sanitacja i jak należy planować jej zastosowanie?

Peter Ridderstolpe i Marika Palmér Rivera

WPROWADZENIE

Sanitacja jest jedną z najbardziej fundamentalnych funkcji społeczeństwa. Musimy jeść i pić, dlatego zawsze produkujemy ekskrementy. Aby zachować zdrowie musimy się myć, prać swoje ubrania oraz czyścić nasze domowe otoczenie. Dlatego też zanieczyszczenie pewnej ilości wody jest nieuniknione. Odpowiednia sanitacja jest niezbędna dla realizacji podstawowych ludzkich potrzeb i ochrony wspólnych dóbr, takich jak środowisko wodne, źródła wody pitnej czy związki biogenne do produkcji żywności. Planiści i decydenci, chcąc budować dobre, trwałe i zrównoważone społeczeństwo, powinni zatem zdawać sobie sprawę ze złożoności znaczenia i metod sanitacji.

Pierwotnie ludzkie odchody trafiały z powrotem do środowiska przyrodniczego, gdzie ulegały rozkładowi i włączały w procesy obiegu pierwiastków. Kiedy ludzie zaczęli się osiedlać na stałe, odchody zaczęły mieć negatywny wpływ na jednostki, społeczeństwo i środowisko naturalne. Dlatego też, wraz z rozwojem społecznym, opracowano i wprowadzono regulacje prawne oraz zasady postępowania przy gospodarowaniu ekskrementami.

Historia pokazuje, że we wszystkich społeczeństwach na świecie wprowadzano systemy gospodarowania odchodami (a następnie ściekami), mając na uwadze podobne potrzeby i cele, które można podzielić na indywidualne i wspólne. Cele indywidualne obejmują bezpieczną, wygodną i finansowo przystępną sanitację z wyeliminowaniem problemu przykrych zapachów i odpadów. Dla rolników bezpieczne wykorzystanie ludzkich odchodów jako nawozu jest również ich prywatnym celem. Wspólne cele obejmują zaś likwidację odpadów i ryzyka dla zdrowia na wspólnie użytkowanych obszarach, ochronę środowiska oraz poprawę bezpieczeństwa produktów spożywczych poprzez recykling substancji pokarmowych (biogenów).

Ponowne wykorzystanie substancji odżywczych zawartych w ludzkich odchodach było główną siłą sprawczą sanitacji w Europie od średniowiecza do końca XIX wieku, kiedy to zaczęto wprowadzać systemy z wykorzystaniem wody wypierające dotychczasową suchą sanitację w miastach. Z początkiem XX wieku główny nacisk zaczęto kłaść już nie na powtórne wykorzystanie, lecz na usuwanie¹. U źródeł takiej zmiany podejścia stało wiele przyczyn. Jedną z nich była zmiana strukturalna w rolnictwie, polegająca na wprowadzeniu nawozów sztucznych. Z kolei skażenie wód pitnych ekskrementami i ściekami było, na przykład, kojarzone z epidemią cholery. Dlatego też kolejną ważną siłą sprawczą rozwoju sanitacji stała się ochrona zdrowia.

Podczas drugiej połowy XX wieku, kiedy unaoczyły się problemy związane ze znaczącymi zniszczeniami zbiorników i cieków wodnych poza granicami miast, zaczęto mówić o ochronie środowiska jako trzeciej sile sprawczej sanitacji. Historia uczy nas, że dobrze funkcjonujący i długotrwały system zrównoważonej sanitacji winien mieć na uwadze zarówno prywatne podstawowe, jak i wspólne cele długookresowe. Spełnienie tych celów będzie naszym wspólnym wyzwaniem przyszłości.

W kontekście XXI wieku zrównoważona sanitacja jest logiczną konsekwencją globalnych zobowiązań, wyrażonych w 2002 r. podczas Światowego Szczytu Zrównoważonego Rozwoju w Johannesburgu, gdzie sanitację włączono do Milenijnych Celów Rozwoju. Pierwszym krokiem na drodze ku osiągnięciu wodnych i sanitacyjnych celów było opracowanie do 2005 r. krajowych planów Zintegrowanego Gospodarowania Zasobami Wodnymi (Integrated Water Resource Management - IWRM) i Planów Efektywnego Wykorzystania Wód (Water Efficiency Plans). Badania przeprowadzone w 2005 r. przez Global Water Partnership wśród 100 państw pokazały, że jedynie 30% państw przygotowało takie plany, i że sanitację należy postrzegać jako jedno z priorytetowych zagadnień.

W niniejszym rozdziale wyjaśniono zasady zrównoważonej sanitacji. Rozdział ten składa się z dwóch części; w pierwszej opisano koncepcje zrównoważonej sanitacji, w drugiej zaś zaprezentowano metody wyboru odpowiednich rozwiązań sanitacyjnych.

KONCEPCJE ZRÓWNOWAŻONEJ SANITACJI

Historia pokazuje, że wspólnymi celami sanitacji i oczyszczania ścieków są ochrona zdrowia publicznego, recykling środków odżywczych oraz ochrona środowiska przed degradacją. Cele te dalej nazywane będą funkcjami podstawowymi. Aby system był zrównoważony, funkcje podstawowe powinny być zbilansowane wobec czynników ekonomicznych, społeczno-kulturowych (w tym celów prywatnych) i technicznych. Bilans ten ilustruje Rysunek 3.1.

Koncepcje zrównoważonej sanitacji i systemów sanitacyjnych zostały przedyskutowane i zdefiniowane poniżej. Przedstawiono również podstawowe funkcje, rozważania praktyczne i warianty techniczne. Aby zilustrować te koncepcje, dokonano oceny funkcjonowania konwencjonalnego systemu oczyszczania ścieków (centralnych zblokowanych kompaktowych oczyszczalni ścieków) pod kątem podstawowych funkcji i rozwiązań praktycznych.

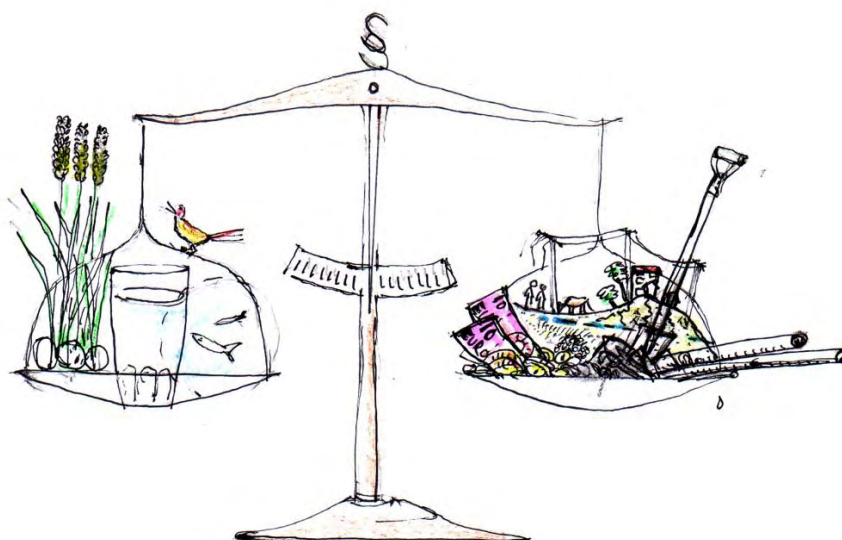
Czym jest zrównoważona sanitacja?

Termin 'zrównoważona sanitacja' jest używany w stosunku do głównego nurtu sanitacji jako części idei zrównoważonego rozwoju, zgodnie z ustaleniami państw podczas Konferencji

¹ Drangert & Hallström, 2002.

Narodów Zjednoczonych na rzecz Zrównoważonego Rozwoju w Rio de Janeiro w 1992 roku. Oznacza to, że rozwiązania w zakresie sanitacji powinny być oceniane ze względu na i zgodnie z kryteriami ekonomii, sprawiedliwości i ochrony środowiska.

W rzeczywistości nowe inwestycje technologiczne i infrastrukturalne, w perspektywie służące kolejnym 3 miliardom ludzi pozbawionym obecnie dostępu do bezpiecznej sanitacji, powinny przejść proces oceny zgodności z ideą zrównoważenia, zanim jeszcze zostaną podjęte kluczowe decyzje. Wymaga to przeprowadzenia konsultacji zainteresowanych stron w celu znalezienia optymalnych z punktu widzenia realizacji potrzeb ludzkich proporcji wykorzystania dostępnych zasobów naturalnych i ekonomicznych. Sanitacja jest często częścią planów wchodzących w skład Zintegrowanego Gospodarowania Zasobami Wodnymi na poziomie krajowym. W wielu przypadkach Global Water Partnership odgrywa rolę organu służącego pomocą wobec rządów państw, pragnących wypracować optymalne kierunki wdrażania tych planów poprzez dialog między zainteresowanymi stronami².



Rysunek 3.1. Podstawowe funkcje sanitacji (ochrona zdrowia publicznego, recykling substancji odżywczych oraz ochrona środowiska naturalnego przed degradacją) muszą być zbilansowane w stosunku do praktycznych zagadnień. Uwarunkowania lokalne determinują poziom środków ostrożności i charakter rozwiązań technicznych.

Zrównoważoną sanitację można zdefiniować jako *sanitację, która chroni i promuje ludzkie zdrowie, nie przyczynia się do degradacji środowiska ani do zubożenia bazy zasobów naturalnych, jest właściwa technicznie i instytucjonalnie oraz akceptowalna ekonomicznie i społecznie*³. Jest to przykładowa definicja, która obejmuje ekologiczną sanitację w Szwecji i w Niemczech⁴. Podobna definicja jest używana w szwedzkim programie badawczym dotyczącym

² GWP, 2003.

³ Kvarnström & af Petersens, 2004.

⁴ Definicja przyjęta przez German International Development Cooperation Agency (GTZ) i szwedzki program badawczy dot. ekologicznej sanitacji EcoSanRes (finansowany przez Swedish International Development Agency, SIDA) (Kvarnström & af Petersens, 2004).

gospodarki wodno-ściekowej w miastach, gdzie rozważanych jest pięć aspektów zrównoważenia: zdrowie, środowisko, ekonomia oraz funkcje społeczno-kulturowe i techniczne⁵.

Wiele międzynarodowych organizacji podkreśla fundamentalne znaczenie zrównoważonej sanitacji dla zdrowia i rozwoju ludzkiego oraz dla ochrony środowiska. Przykładem jest międzynarodowa współpraca w ramach Milenijnej Deklaracji ONZ (UN Millennium Declaration), wokół której w 2000 r. zjednoczyło się wielu światowych liderów. Związana z nią agenda nosi nazwę Milenijnych Celów Rozwoju Narodów Zjednoczonych (UN Millennium Development Goals) i jest wspierana i wdrażana przez różne organizacje, takie jak Światowa Organizacja Zdrowia czy UNICEF. Celem deklaracji jest zmniejszenie skali ubóstwa i głodu poprzez stosowanie zrównoważonych metodologii. Cel główny siódmy a szczegółowy dziesiąty, koncentrujący się wokół wody i sanitacji, brzmi: „Zmniejszyć o połowę, do 2015 r., odsetek ludzi pozbawionych stałego dostępu do bezpiecznej wody pitnej oraz do podstawowej sanitacji”⁶.

Grupa zadaniowa ds. projektu ONZ dotyczącego wód i sanitacji, sugerując kierunki prac nad koncepcją zrównoważonej sanitacji, podkreśla znaczenie planowania w perspektywie długoterminowej i wskazuje, że poza problemami dotyczącymi zdrowia i środowiska, należy również wziąć pod uwagę aspekty instytucjonalne, finansowe i techniczne⁷. Innym przykładem uznania znaczenia zrównoważonej sanitacji jest polityka na rzecz sanitacji prowadzona przez Komisję ONZ ds. Zrównoważonego Rozwoju (UN Commission on Sustainable Development), podkreślająca znaczenie efektywnego ekonomicznie oczyszczania ścieków jako środka odpowiedniego w kontekście społeczno-kulturowym i zakładającego możliwość powtórnego wykorzystania ekskrementów i wody⁸.

Rozwój zrównoważony można zdefiniować jako “rozwój zapewniający zaspokojenie potrzeb obecnych pokoleń bez narażenia przyszłych pokoleń na problemy związane z zaspokajaniem ich własnych potrzeb”⁹. Dlatego też, w systemach zrównoważonej sanitacji, problemy są rozwiązywane mając na uwadze długi horyzont czasowy a nie jedynie przesuwane geograficznie (np. nieoczyszczone ścieki zrzucane do odbiornika wodnego poza zasięgiem kontroli) lub w czasie (np. kierowanie osadów ściekowych na wysypiska i powolny wyciek substancji odżywczych, powodujący degradację środowiska w przyszłości).

⁵ Malmqvist et al, 2006.

⁶ UNDP, 2006.

⁷ UN Millennium Project Task Force on Water and Sanitation, 2005.

⁸ UN Commission on Sustainable Development (*Komisja ds. Zrównoważonego Rozwoju*), 2005

⁹ Our Common Future (*Nasza wspólna przyszłość*), 1987

System sanitacji

Planując i porównując różne systemy sanitacji, należy zdefiniować ich granice. Na etapie badań i długookresowego planowania strategicznego, system sanitacji może mieć szeroki zakres i uwzględniać rolnictwo a czasami nawet użytkowników. Systemy rolnicze mają zresztą ścisły związek z sanitacją, ponieważ sektor rolny produkuje żywność, która, po spożyciu, jest obiektem zainteresowania systemów sanitacji. W dobrze skonstruowanym systemie społeczno-rolniczym, produkty z systemów sanitacji są zwracane z powrotem do rolnictwa, zamykając tym samym obieg substancji odżywczych.

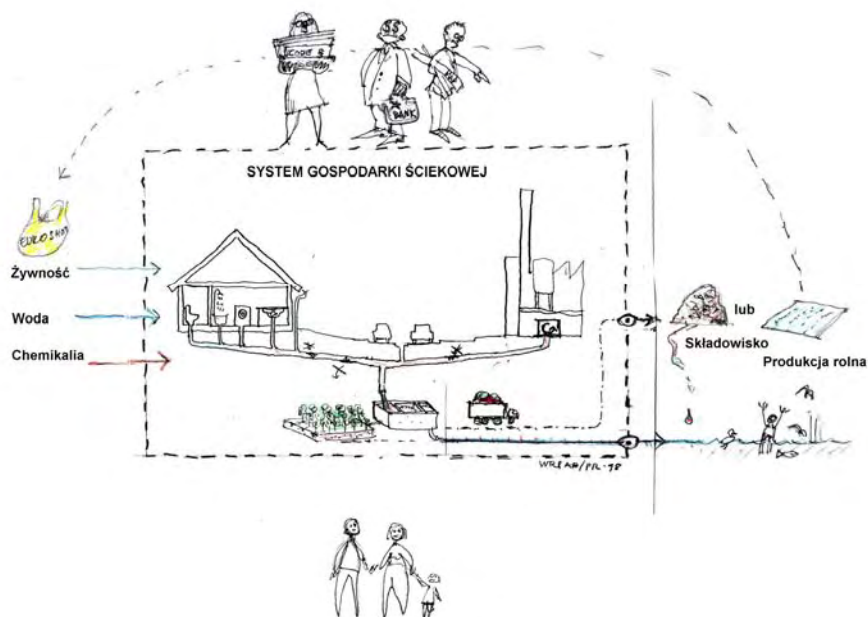
Podczas etapu praktycznego planowania i projektowania systemy sanitacji definiuje się raczej tylko jako systemy techniczne. Dlatego też bardziej pragmatyczna definicja sanitacji obejmuje wszystkie komponenty, od źródeł (np. toaleta, zlew kuchenny... itp.) aż po koniec rury przed zrzutem do systemu odbiorczego. W planowaniu praktycznym niezbędne jest również, aby rozważyć współzależności między technicznym systemem sanitacji a otoczeniem i zainteresowanymi grupami. Podczas etapu projektowania i oceny wpływu systemu technicznego na użytkowników należy wziąć pod uwagę nienarodzone jeszcze dzieci i ludzi żyjących w bliskim sąsiedztwie, czynniki ekonomiczne, zdolności instytucjonalne, rolnictwo oraz odbiorców. Na Rysunku 3.2 przedstawiono ideowy szkic systemu sanitacji.

Systemu technicznego nie należy od razu kojarzyć z obiektem „z betonu i stali”. Do oczyszczania ścieków mogą być wykorzystywane również systemy naturalne (poza pomieszczeniami).

Systemy nawadniające, filtry glebowo-piaskowe czy oczyszczalnie hydrofitowe są odpowiednie do oczyszczania ścieków zwłaszcza dla terenów wiejskich. Wymagania określone dla systemów sanitacji mogą być spełniane poprzez działania na całym odcinku od źródła pochodzenia do odbiornika. W związku z tym ważne jest, aby pamiętać zarówno o punkcie dopływu, jak i o punkcie odpływu z systemu. Ważnymi decyzjami, które należy podjąć w procesie planowania jest na przykład, rozstrzygnięcie czy system powinien się zaczynać w domu czy w ogrodzie, ile domostw powinno być objętych systemem, czy koniec systemu powinien się znajdować w punkcie umożliwiającym pomiar oczyszczanych ścieków oraz czy system ma być rozszerzony tak, by objąć swoim zasięgiem na przykład część pola pod uprawę roślin. W tym ostatnim przypadku skuteczność działania systemu nie może być mierzona za pomocą tradycyjnego pobierania próbek wody. Jasno zdefiniowane granice systemu są bardzo ważne dla porównywania różnych rozwiązań w dziedzinie sanitacji oraz do oceny poziomu zrównoważenia systemu. Szerzej proces planowania i budowania różnych systemów jest opisany poniżej, w części pt. Planowanie zrównoważonej sanitacji.

Ramka 3.1: Związek między wodą pitną a sanitacją

- Niewystarczająco oczyszczone ścieki mogą zanieczyszczać źródła wody pitnej np. patogenami (organizmy przenoszące choroby) lub azotanami. (Patrz paragraf – Ochrona zdrowia publicznego.)
- Aby zapewnić wysoki poziom zdrowia publicznego, woda pitna musi być dostępna odpowiedniej jakości. System sanitacji nie powinien więc zużywać więcej wody, niż to konieczne. (Patrz paragraf – Ochrona zdrowia publicznego.)
- W rolnictwie zużywa się dużo ilości słodkich wód. Recykling ścieków w rolnictwie oznacza mniejsze obciążenie źródeł wody pitnej. Dobrze oczyszczone ścieki mogą również służyć do zasilania wód podziemnych. (Patrz paragraf – Recykling.)
- Koszt systemu oczyszczania zależy w dużym stopniu od ilości zużytej wody, ponieważ obciążenie hydrauliczne determinuje wielkość systemu i wpływa na ilość zużywanej energii i środków chemicznych (tam, gdzie ma to zastosowanie) podczas funkcjonowania (Patrz paragraf – Ekonomia)

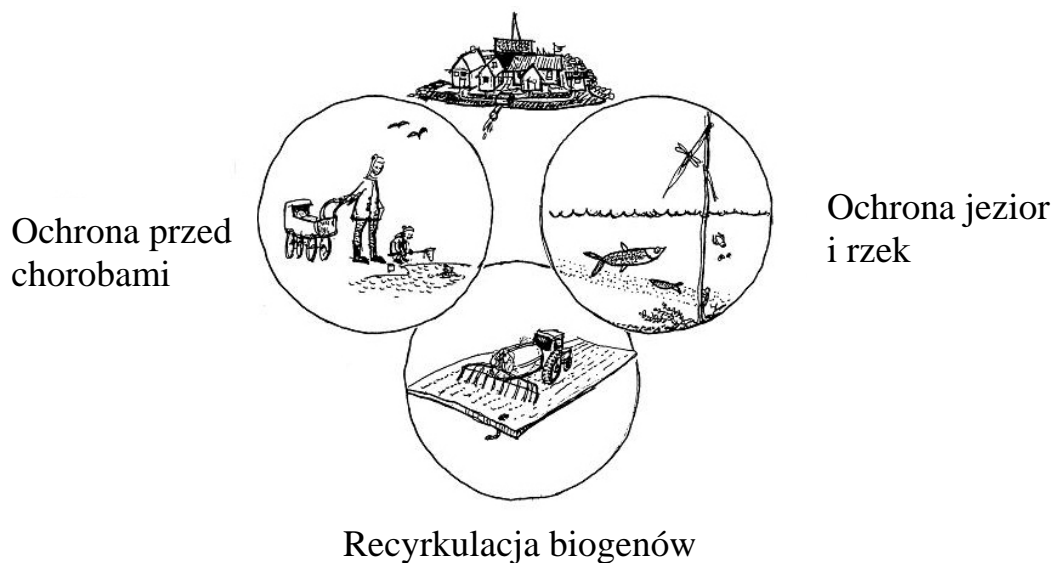


Rysunek 3.2. Ideowy szkic “systemu sanitacji”. W obrębie granic systemu (linia przerywana) występują wszystkie komponenty techniczne, od źródeł to odbiorników. Działania w zakresie ochrony środowiska i ludzkiego zdrowia oraz stworzenia możliwości recyklingu wody i substancji odżywczych mogą i powinny być prowadzone w ramach całego systemu. Należy brać pod uwagę systemy otaczające i zainteresowane strony (np. system zaopatrzenia w wodę, system rolnictwa, system regulacji, system finansowy, użytkownicy systemu oraz pobliscy i znajdujący się u jego ujścia mieszkańcy), zaś w proces planowania należy włączyć ich reprezentantów. (szkic za: P. Ridderstolpe 1998).

Ważne jest, aby rozumieć istotę całego systemu i wiedzieć, że to, co do niego „wejdzie”, musi „wyjść”. Stąd jakość oczyszczanych ścieków i innych produktów (takich jak fekalia, mocz lub osad ściekowy) zależy w dużym stopniu od „wsadu” do systemu. Jeśli na przykład w wodzie pitnej lub środkach chemicznych domowego użytku znajdują się związki toksyczne i metale ciężkie, to te same elementy znajdą się w ściekach odprowadzanych i innych produktach końcowych. „Systemowe podejście” do sanitacji polega więc na tym, że zawsze bierze się pod uwagę działania zabezpieczające (kontrola u źródła), na przykład odseparowanie ścieków z toalet od szarych ścieków lub redukcja fosforu w domowych środkach piorących. Aby ułatwić oczyszczanie i recykling należy zawsze oddzielać wody burzowe i ścieki przemysłowe od domowych systemów sanitacji.

Podstawowe funkcje systemów sanitacji

Jak już wcześniej wspomniano, do podstawowych funkcji systemów sanitacji należą: ochrona zdrowia, recykling i ochrona środowiska naturalnego przed degradacją (patrz: Rysunek 3.3).



Rysunek 3.3. Podstawowe funkcje systemów sanitacji: ochrona zdrowia, ochrona środowiska i recykling substancji odżywczych¹⁰. Zrównoważona sanitacja winna łączyć wszystkie te funkcje.

Systemy sanitacji obejmują gospodarowanie (razem lub oddzielnie) moczem, fekaliami (odpadami z toalet) i szarymi ściekami (wodą zużytą podczas kąpieli, zmywania... itd.). Frakcje te mają różne cechy, zarówno pod względem zawartości zanieczyszczeń, jak i pod względem objętości. Podstawową charakterystykę moczu, fekalii i szarych ścieków; wpływ poszczególnych zanieczyszczeń oraz możliwe działania naprawcze przedstawiono w Tabeli 3.1.

¹⁰ Za Ridderstolpe, 1999.

Tabela 3.1. Zawartość różnych frakcji ścieków pochodzenia domowego, wpływ na środowisko i działania na rzecz kontroli zanieczyszczeń¹¹. Dane bazują na doświadczeniach szwedzkich¹².

Substancja	Zawartość w różnych frakcjach			Oddziaływanie	Działania kontrolne
	Fekalia	Mocz	Szare ścieki		
Woda, l/os.doba (w tym woda używana do spłukiwania ustępu)	4-10	20-40	80-200	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Niedobór w niektórych miejscach ▪ Strata ciepła podczas zrzutu ▪ Inwestycje w oczyszczanie 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Zachowanie ▪ System opłat ▪ Urządzenia oszczędzające wodę
	Średnia razem: Nowe domy: 150 Stare domy: 180				
Patogeny	Wysoka	Bardzo niska	Niska	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Infekcje 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Unikanie mieszania fekalii w wodzie ▪ Higieniczne postępowanie z fekaliami, np. dezynfekcja, kompostowanie ▪ Oczyszczanie ścieków na biologicznych filtrach tlenowych, np. filtry (złoża) zraszane lub pionowe filtry piaskowe ▪ Minimalizacja ryzyka ekspozycji
Materia organiczna (BZT) kg/os.rok	5,5	2	10	Deficyt tlenowy może powodować: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Przykre zapachy ▪ Wodę toksyczną ▪ Tłuszcz, olej i rozwój bakterii mogą prowadzić do zatkania rur i porów glebowych, etc. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Usuwanie poprzez flotację i sedimentację ▪ Mineralizacja tlenowa np. pionowy filtr piaskowy ▪ Mineralizacja beztlenowa np. zbiornik Imhoffa lub oczyszczalnia hydrofitowa
	fekalia + mocz = 7,5				
Fosfor (P) kg/os.rok	0,2	0,4	0,05-0,3*	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Eutrofizacja ▪ Ograniczenie zasobów 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Redukcja P w detergentach ▪ Oddzielne oczyszczanie moczu i czarnych ścieków ▪ Chemiczne strącanie ▪ Sorpcja w glebie lub filtr reaktywny ▪ Pobór przez bakterie, rośliny zielone
	Średnia razem: 0,8				
Azot kg/os.rok	0,5	4	0,5	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Eutrofizacja (w morzu) ▪ Zużycie tlenu w wodzie ▪ Energochłonność podczas produkcji 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Oddzielne oczyszczanie moczu lub czarnych ścieków ▪ Oczyszczanie na tlenowych/beztlenowych filtrach biologicznych ▪ Pobór przez bakterie, rośliny zielone
	Średnia razem: 5,0				
Metale ciężkie	obecność	zawartość nieistotna	obecność	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Toksyczne dla ludzi, systemów oczyszczania i ekosystemu 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ochrona u źródła, np. poprzez informację i zakaz

¹¹ Tabela na podstawie P. Ridderstolpe we współpracy z Coalition Clean Baltic (Koalicja Czystego Bałtyku).

¹² Swedish Environmental Protection Agency (Szwedzka Agencja Ochrony Środowiska), NFS 2006:7

Toksyczne związki organiczne	zawartość nieistotna	zawartość nieistotna	obecność	▪ Toksyczne dla ludzi, systemów oczyszczania i ekosystemu	▪ Ochrona u źródła, np. poprzez informację i zakaz ▪ Oczyszczanie na tlenowych filtrach biologicznych
Pozostałości po farmaceutykach /hormony	obecność	obecność	zawartość nieistotna	▪ Toksyczne dla organizmów wodnych	▪ Rozkład mikroorganizmów w wierzchniej warstwie gleby

*Zawartość fosforu w szarych ściekach zależy od zawartości fosforu w detergentach domowego użytku, w zakresie 10-50% całkowitej zawartości fosforu na osobę.

Jak pokazuje Tabela 3.1, istnieje wiele sposobów realizacji podstawowych funkcji rozpatrując cały system techniczny od źródła do zrzutu do odbiornika. Dane zawarte w tabeli mogą posłużyć do szacunkowych obliczeń ładunków substancji odżywczych i wody dla celów planowania wstępnego (bardziej precyzyjnych kalkulacji wymaga projektowanie i wymiarowanie komponentów technicznych).

Ochrona zdrowia publicznego

Ścieki są główną drogą rozprzestrzeniania się chorób na świecie. Światowa Organizacja Zdrowia szacuje, że 13 500 dzieci poniżej czternastego roku życia umiera każdego roku w Europie z powodu biegunki, spowodowanej złym stanem wody, sanitacji i higieny. Większość z tych zgonów występuje w Europie Wschodniej¹³.

Zagrożenie zdrowia zależy głównie od zawartości patogenów (organizmów przenoszących choroby) i jest funkcją skażenia fekaliami¹⁴. Mocz i szare ścieki na ogół nie zawierają wysokich stężeń patogenów; mogą jednak zawierać ich niewielkie ilości wskutek wtórnego skażenia fekaliami.

Tym samym, aby zapobiec rozprzestrzenianiu się chorób, konieczne jest zapobieganie narażeniu ludzi na fekalia. Wszystkie drogi ekspozycji muszą być wzięte pod uwagę, począwszy od użytkownika systemu do etapu usuwania produktów końcowych i zrzutu oczyszczonych ścieków. Możliwe drogi ekspozycji przedstawiono w Tabeli 3.2.

Aby zapobiegać ekspozycji na fekalia można stosować określone bariery. Stanowią one wszystkie środki przyczyniające się do redukcji ryzyka ekspozycji, na przykład ograniczony dostęp do otwartych procesów oczyszczania, oczyszczanie ścieków zmniejszające zawartość patogenów i bezpieczne przechowywanie pozostałych produktów, aby spowodować obumarcie patogenów. Jeżeli jakość oczyszczonych ścieków stwarza zagrożenie dla zdrowia, mogą być one usunięte w sposób, który zapobiega ekspozycji do czasu redukcji liczby patogenów do bezpiecznego poziomu, na przykład w obiektach hydrobotanicznych (na terenach bagiennych) z ograniczonym dostępem. Ograniczenia w wykorzystaniu produktów końcowych na terenach uprawnych obejmują stosowane techniki wprowadzania tych produktów i ograniczenia upraw¹⁵.

¹³ 11 000 zgonów miało miejsce w sub-regionie EUR-B (wg określenia WHO) obejmującym następujące państwa: Albania, Armenia, Azerbejdżan, Bośnia i Hercegowina, Bułgaria, Gruzja, Kirgistan, Polska, Rumunia, Serbia, Słowacja, Tadżykistan, Macedonia, Turcja, Turkmenistan i Uzbekistan.

Za: Valent et al., 2004.

¹⁴ Światowa Organizacja Zdrowia, 2006.

¹⁵ Światowa Organizacja Zdrowia, 2006.

Tabela 3.2. Narażenie na fekalia w różnych elementach systemu sanitacji i podczas wykorzystywania produktów końcowych w rolnictwie

Element systemu	Możliwa ekspozycja
Toaleta	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Podczas użytkowania ▪ Podczas czyszczenia
System oczyszczania	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Podczas eksploatacji ▪ W przypadku awarii systemu ▪ Bezpośredni kontakt z procesem oczyszczania
Zrzut	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Kontakt z oczyszczonymi ściekami ▪ Przy wykorzystaniu skażonych wód podziemnych jako źródła wody pitnej ▪ Kontakt z zarażonymi owadami i dzikimi zwierzętami
Postępowanie z pozostałymi produktami	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Opróżnianie zebranych produktów pozostałych
Wykorzystanie produktów końcowych	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Zastosowanie na gruntach ornyc ▪ Spożycie np. warzyw nawożonych ściekami

Mimo, że, jeśli chodzi o sanitację, choroby zakaźne stanowią główne zagrożenie dla zdrowia, inne związki obecne w ściekach mogą również być niebezpieczne. Azotany, na przykład, jeśli dostaną się do wód podziemnych wykorzystywanych jako źródło wody pitnej, mogą wywołać problemy zdrowotne wśród małych dzieci (czasami określane mianem Syndromu Błękitnego Dziecka).

Ścieki mogą również zawierać zagrażające zdrowiu związki toksyczne, np. metale ciężkie, antybiotyki (inne leki), ftalany i fenole. Procesy oczyszczania generalnie nie przewidują usunięcia tych związków; najlepszą metodą jest bowiem ograniczenie ich u źródła, na przykład poprzez zmniejszenie zużycia środków chemicznych w gospodarstwach domowych. Aby ograniczyć zagrożenie dla zdrowia, powodowane przez te związki, można stosować bariery ekspozycyjne (patrz wyżej).

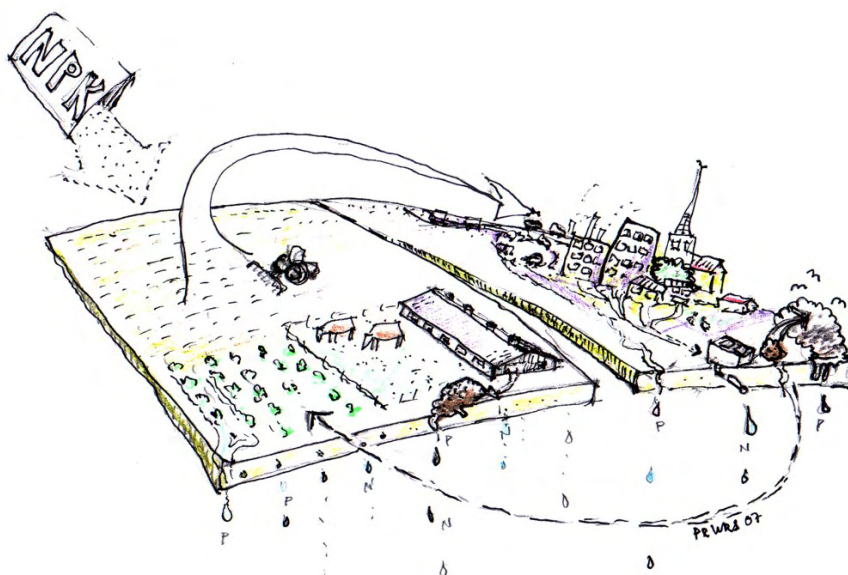
Aby zapewnić odpowiedni poziom higieny i przez to dobry stan zdrowia, woda pitna musi być dostępna w wystarczającej ilości i w dobrej jakości. Należy brać to pod uwagę podczas projektowania systemów sanitacji, szczególnie na obszarach, na których występują niedobory wody.

Recykling

Zasadniczo wszystkie substancje odżywcze, które spożywamy, są przez nas wydalane. Oprócz makro-biogenów, takich jak fosfor, azot, potas czy siarka w odpadach z toalet występuje również około dwadzieścia innych mikro-biogenów, niezbędnych do wzrostu roślin. Uprawy rolne na ogół zyskują wskutek dodania azotu, lecz inne elementy mogą ograniczyć plony, zwłaszcza gdy występują w glebie uprawianej przez długi czas. Życie i rozwój roślin wodnych na ogół jest regulowane przez fosfor i niekiedy azot. Jeżeli biogeny te zostaną odprowadzone do wód, spowodują ich eutrofizację, w związku z tym tradycyjna strategia oczyszczania ścieków polega na usunięciu substancji odżywczych, które użyźniają wodę. Z drugiej strony, zrównoważone rozwiązanie zakłada ponowne wykorzystanie usuniętych substancji odżywczych. Zwykle wrzucenie usuniętych środków biogennych do osadu ściekowego jest kosztowną metodą odłożenia problemu eutrofizacji na przyszłość i przesunięcia w inne miejsca.

Rozpowszechnienie nawozów chemicznych po II Wojnie Światowej sprawiło, że wielu rolników, zwłaszcza w zachodniej części świata, przestało interesować się recyklingiem biogenów z odpadów pochodzących z toalet. Stosowanie nawozów sztucznych stwarza jednak szereg problemów. Zawarty w nawozach fosfor jest pozyskiwany z fosforytów, których zasoby są ograniczone a niektóre z tych minerałów mają wysoką zawartość metali ciężkich. Azot może być pozyskiwany z nieograniczonych źródeł azotu z powietrza; jest to jednak proces bardzo energochłonny. Różne rodzaje gleb wymagają różnego składu makro- i mikro-biogenów. Jego właściwe zbilansowanie stanowi trudność w sztucznym nawożeniu. W związku z tym, aby oczyszczanie ścieków i rolnictwo było w dalszej perspektywie zrównoważone, wszystkie biogeny z odpadów z toalet powinny być ponownie wykorzystywane w rolnictwie. Niestety, nowoczesny system rolno-społeczny bardziej przypomina liniowy system przepływu biogenów ze źródeł kopalnianych do osadów w odbiornikach (patrz Rysunek 3.4).

Na obszarach z występującym niedoborem wody, proces jej recyklingu może również spełniać ważną funkcję systemu sanitacyjnego. Rolnictwo zużywa bardzo duże ilości wód słodkich i recykling ścieków poprzez nawadnianie zmniejsza obciążenie źródeł wody pitnej. Kwestia oszczędzania wody jest szerzej omówiona poniżej.



Rysunek 3.4. Nawozy chemiczne spowodowały uniezależnienie nowoczesnego rolnictwa od recyklingu substancji odżywczych z odpadów z toalet. Brak wystarczających bodźców do „zamykania obiegu substancji” powoduje przekształcanie rolnictwa w system, w którym następuje stały odpływ biogenów do wód podziemnych i powierzchniowych. Jedyne niewielka ilość dodawanych do nawozów sztucznych biogenów jest przetwarzana w produkty spożywcze trafiające do społeczeństwa. Po spożyciu biogeny są wydalane i uwalniane do ścieków. W naszym nowoczesnym społeczeństwie (także, gdy używane są konwencjonalne systemy oczyszczania) bardzo niewielka ilość tych biogenów powraca do rolnictwa. Skutkuje to tworzeniem niezrównoważonego systemu agro-społecznego, przyczyniającego się do zwiększenia zanieczyszczenia. (szkic za: P. Ridderstolpe 2007).

Rozwiązanie jednego problemu nie powinno prowokować powstania kolejnych, stąd recykling substancji odżywczych powinien być przeprowadzany w odpowiedni sposób. Istnieją pewne zagrożenia związane z recyklingiem odpadów z toalet i ścieków. Obejmują one skażenia fekaliami (przenoszenie chorób zakaźnych), zwiększenie zasolenie gleb (w przypadku nawadniania ściekami, w pół-suchym i suchym klimacie) oraz zwiększenie zawartość metali ciężkich lub innych związków toksycznych w glebie i plonach.

Istnieją jednak skuteczne metody ograniczania ryzyka. Stworzono bezpieczne pod względem higienicznym oraz skuteczne metody stosowania odpadów z toalet na polach uprawnych. Światowa Organizacja Zdrowia opublikowała wytyczne odnośnie bezpiecznego użytkowania ścieków, ekskrementów i szarych ścieków (Światowa Organizacja Zdrowia, 2006). Zgodnie z nimi "bezpośrednie wykorzystywanie ekskrementów i szarych ścieków na polach uprawnych sprzyja minimalizacji negatywnego oddziaływania na środowisko w kontekście lokalnym jak i globalnym"¹⁶.

Gospodarowanie zasobami jest również zagadnieniem ekonomicznym i praktycznym. Szerzej na ten temat poniżej.

Ochrona przed degradacją środowiska

Eutrofizacja stanowi poważny problem środowiskowy, spowodowany niedostatecznym oczyszczaniem ścieków co prowadzi do nadmiernego wzrostu roślin i procesów gnilnych. Proces ten faworyzuje niektóre gatunki kosztem innych, przez co powoduje poważne pogorszenie jakości wody. Nadmierne zakwity glonów w Morzu Bałtyckim, obserwowane w ostatnich latach w okresie letnim, są efektem eutrofizacji.



Rysunek 3.5. Skutki środowiskowe niedostatecznej sanitacji; nadmierne zakwity glonów w Morzu Bałtyckim.

Photo P. Ridderstolpe 1998

¹⁶ World Health Organization, 2006.

Wysoka zawartość materii organicznej w nieoczyszczonych ściekach może prowadzić do deficytu tlenowego, jeżeli dostanie się do wód. Ilość rozpuszczonego w wodzie tlenu spada wówczas do poziomu niebezpiecznego dla zdrowia, co prowadzi do wymierania ryb i innych organizmów wodnych. W jeszcze większym stopniu wodny ekosystem niszczą zawarte w ściekach roślinne substancje odżywcze. Stymulowany jest rozwój glonów i innych organizmów; zwiększa się ładunek organiczny w ekosystemie wodnym. W ubogich w tlen wodach fosfor może być uwalniany z osadów beztlenowych, co prowadzi do dalszej eutrofizacji. Tak nakręcona „spirala zła” eutrofizacji jest ciężka do zatrzymania. Jej efekty są szybciej widoczne w małych odbiornikach wodnych, aczkolwiek duże i głębokie odbiorniki są wrażliwe i bardzo powoli wracają do pożądanego stanu.

Bałtyk i Morze Czarne stanowią wrażliwe akweny, które od dziesiątek lat zanieczyszczania obecnie cierpią z powodu „spirali zła” eutrofizacji (Rysunek 3.5).

Obecne w ściekach związki toksyczne, takie jak metale ciężkie, organiczne związki chemiczne i leki, stanowią zagrożenie dla zdrowia i środowiska, gdyż są toksyczne dla organizmów wodnych i lądowych. Związki te są trudne do usunięcia w procesach oczyszczania ścieków; najłatwiej się je redukuje u źródła (patrz powyżej: Ochrona zdrowia publicznego).

Gleba i wody podziemne są niekiedy używane jako odbiorniki. Zachodzące w glebie procesy, wynikające z aktywności mikroorganizmów, oznaczają, że zawartość materii organicznej i substancji odżywczych w ściekach dalej maleje przed dotarciem do wód podziemnych. Gleba staje się w ten sposób mniej wrażliwym od wód odbiornikiem. Z drugiej strony, nie ulegające biodegradacji związki toksyczne mogą się gromadzić w glebie poprzez adsorpcję na cząsteczkach gleby. Wykorzystywanie wód podziemnych jako odbiornika może być problematyczne, ponieważ wpływ zachodzących w glebie procesów na ścieki jest w dużym stopniu zależny od lokalnych właściwości gleby i wód podziemnych oraz może być trudny do przewidzenia bez szczegółowych badań. Zmiany jakościowe wód podziemnych są trudne do wychwycenia i istnieje ryzyko, że w ten sposób skażenie może przekroczyć poziom, przy którym niemożliwa staje się już ich odnowa.

Ustalając cele sanitacji i gospodarowania ściekami, ważne jest, aby wyróżnić ochronę środowiska lokalną i regionalną. Zrzuty ścieków, które mają jedynie marginalny wpływ na regionalne zbiorniki wodne, w znacznym stopniu mogą oddziaływać na małe, lokalne strumyki lub jeziora.

Oszczędzanie zużywanych podczas oczyszczania ścieków zasobów i energii powoduje również oszczędności finansowe i często jest ekonomicznie uzasadnione. Na przykład, oczyszczalnia bazująca na wysokim zużyciu energii elektrycznej lub środków chemicznych generuje wysokie koszty operacyjne, które w długim okresie mogą okazać się nie do udźwignięcia. Z drugiej strony, zrzut ścieków w kontekście ochrony środowiska powoduje jeszcze większe straty energii i zasobów ze względu na utratę ciepła, wód śródlądowych i biogenów roślinnych¹⁷. Koszt ten jest rzadko brany pod uwagę w gospodarce prywatnej, stale narasta i pozostanie do spłaty przez przyszłe pokolenia.

Praktyczne uwarunkowania systemów sanitacji

Jak już wcześniej wspomniano, aby stworzyć system zrównoważonej sanitacji, podstawowe funkcje sanitacji winny być skonfrontowane z praktycznymi uwarunkowaniami, obejmującymi koszty, aspekty społeczno-kulturowe (użytkownicy, zdolności instytucjonalne, legislacja... itp.) oraz funkcje techniczne. Uwarunkowania praktyczne omówiono i zademonstrowano poniżej.

Finansowanie

Koszty sanitacji powinny być utrzymywane na rozsądnym poziomie; o jego wysokości powinien zaś decydować kontekst lokalny, np. za co użytkownicy chcą i są w stanie płacić i jak system będzie finansowany (pożyczki, darowizny... itd.). Instytucjonalna zdolność do poboru opłat od użytkowników jest ważna dla finansowanego przez nich systemu publicznego. Dla celów porównawczych między poszczególnymi rozwiązaniami powinny być wykorzystywane koszty roczne. Obejmują one koszty kapitału (z uwzględnieniem spadku wartości pieniądza i stóp procentowych) oraz roczne koszty operacyjne i koszty utrzymania.

¹⁷ Kärman & Jönsson, 2001.

Wysokość kosztów zależy od wielu czynników, w tym od celów i miejscowych warunków naturalnych (topografia, gleba etc.). Ładunek wodny często determinuje wielkość obiektów oczyszczania, dlatego też oszczędności w zużyciu wody (np. poprzez instalację odpowiednich urządzeń) mogą prowadzić do zmniejszenia kosztów. Do kosztów operacyjnych zalicza się koszty energii elektrycznej (i innych rodzajów energii), koszty personelu, środków chemicznych, koszty gospodarowania osadami ściekowymi i innymi produktami ubocznymi oraz koszty monitoringu. Oszczędność wody generalnie prowadzi do oszczędności na energii elektrycznej, środkach chemicznych i przeróbce osadów. System naturalnego oczyszczania (z minimalnym dopływem prądu i chemikaliów), w którym działanie i obsługa są prowadzone przez użytkowników, generuje bardzo niskie koszty operacyjne.

Czynnikiem społeczno-ekonomicznym do rozważenia jest rozwój lokalny związany z systemem sanitacyjnym, tj. możliwość korzystania z lokalnej kompetencji w zakresie budowy, obsługi i utrzymania, tworząc w ten sposób miejsca pracy.

Kontekst społeczno-kulturowy

Dla użytkowników siły sprawcze dla ulepszonych systemów sanitacji różnią się od publicznych sił sprawczych. Pragną oni bezpiecznego, wygodnego i niedrogiego rozwiązania, które nie wymaga więcej pracy niż jest to konieczne. O tym, co jest uważane za bezpieczne i wygodne decydujące znaczenie ma kontekst kulturowy. System powinien być zaadoptowany do potrzeb ludzi różnych płci, z różnych przedziałów wiekowych, i grup zarobkowych. Jeżeli obecnie istniejący system już spełnia indywidualne cele, to gotowość płacenia za nowy system udoskonalonej sanitacji (spełniający wspólne cele) może być znacząco niższa niż faktyczne możliwości ponoszenia opłat. Chęć płacenia może być zwiększona poprzez sprawiedliwe stawki opłat za eksploatację, dobrą organizację i wysoką niezawodność usług¹⁸. Aby prawidłowo korzystać z systemu, konieczne może okazać się podniesienie świadomości i przeszkolenie użytkownika.

Jasny podział odpowiedzialności na kierowniczą, związaną z eksploatacją i utrzymaniem jest ważny dla idei zrównowżenia¹⁹. Możliwe są różne rodzaje własności i odpowiedzialności; system może być we władaniu i zarządzaniu indywidualnym przez każde gospodarstwo domowe z osobną (możliwy dla zdecentralizowanych systemów lokalnych), przez władze lokalne (własność publiczna) lub przez stowarzyszenie zrzeszające gospodarstwa domowe. Możliwe są również kombinacje, na przykład: system zbierania ścieków może być we władaniu prywatnym a oczyszczalnia ścieków jest władana i utrzymywana przez zarząd miejski.

System zrównoważonej sanitacji wymaga instytucji publicznych, które są w stanie realizować różne, potrzebne zadania, takie jak obsługa i utrzymanie, ponowne gromadzenie frakcji ścieków w celu powtórnego wykorzystania, edukacja, monitorowanie i stały pobór opłat od użytkowników. Wymogi instytucjonalne są różne dla różnych rodzajów systemów sanitacyjnych i muszą być określone dla każdej, konkretnej sytuacji. System sanitacji musi spełniać wymogi legislacyjne. Prawodawstwo na szczeblu europejskim odnośnie systemów sanitacyjnych omówiono dalej w rozdziale 5.

Funkcje techniczne

Niezawodność systemu jest prawdopodobnie najważniejszym aspektem technicznym dla zrównowżenia w długim okresie i obejmuje ryzyko awarii oraz potencjalne jej następstwa.

¹⁸ Malmqvist et al, 2006.

¹⁹ Söderberg & Johansson, 2006.

System powinien być również sprawny ze względu na jego użytkowanie, powinien spełniać cele oczyszczania dla zróżnicowanych ładunków przez okrągły rok. Jest to szczególnie ważne dla systemów o małych, w których ładunki wahają się znacząco.

W zależności od kontekstu lokalnego, sprawność w warunkach ekstremalnych (powódzie itd.) może również stanowić ważny aspekt funkcji technicznych. Innym zagadnieniem do rozpatrzenia jest elastyczność (jak łatwo system można przystosować do zmieniających się warunków), trwałość i kompatybilność z istniejącymi już systemami.

Monitoring jest istotny dla upewnienia się, że systemy sanitacyjne funkcjonują prawidłowo. Do trzech głównych rodzajów monitoringu należą: walidacja, stosowana w celu sprawdzenia, czy nowy system spełnia określone cele; monitoring operacyjny, przeprowadzany rutynowo aby określić, czy procesy odbywają się zgodnie z oczekiwaniami; oraz weryfikacja, obejmująca produkt końcowy (np. oczyszczane ścieki, ekskrementy, mocz, rośliny nawożone przez ekskrementy... itd.) w celu sprawdzenia, czy spełnia on wymogi oczyszczania²⁰.

Prawidłowo prowadzona weryfikacja często jest kosztowna, gdyż wymaga poboru dużej liczby próbek w celu uzyskania poprawnego wyniku. Dlatego też w systemach małych bardziej sprawdza się monitoring operacyjny. Walidacja oznacza, że rodzaj procesu/technologii oczyszczania został wcześniej poddany ocenie, co powinno być zawsze regułą dla systemów małych nie przeznaczonych dla celów badawczych.

Analiza warunków technicznych

Podczas wyboru systemu sanitacji należy położyć nacisk na jego funkcję, tj. sprawność w pod kątem spełniania funkcji podstawowych oraz uwarunkowań praktycznych. Technologia jest środkiem do realizacji tych celów a nie celem samym w sobie. Ważne jest, aby użytkownik i możliwości instytucjonalne (software) były kompatybilne z systemem technicznym (hardware).

Wybór rozwiązania technicznego dla systemu sanitacyjnego dokonywany jest na podstawie oczekiwanego działania i warunków lokalnych. Dlatego też różne technologie znajdują swoje zastosowanie w różnych warunkach. Zarówno technologie konwencjonalne, jak i nowe, „ekologiczne” mogą być odpowiednie i powinny być brane pod uwagę i poddawane ocenie w procesach planowania.

Przegląd różnych technologii sanitacji/gospodarowania ściekami ilustruje Tabela 3.3. Szczegółowe opisy techniczne systemów sanitacji/gospodarowania ściekami wykraczają poza zakres niniejszego opracowania.

Jak pokazuje Tabela 3.3, istnieje wiele różnych technologii sanitacji i oczyszczania ścieków. Pomimo, że oczyszczanie ścieków w oczyszczalniach wydaje się znacząco różnić od metod naturalnych, wszystkie one są oparte na tych samych, ogólnych zasadach. Aby uzyskać dobrze funkcjonujący system sanitacji, należy zaadoptować system techniczny do lokalnych warunków i potrzeb. Systemy naturalne i systemy oparte na separacji u źródła są często odpowiednie dla systemów sanitacji małych i średnich. Odpowiednio zaprojektowane, są one żywotne, sprawne oraz efektywne. Zapewniają również możliwość oszczędzania energii i pieniędzy; są często również łatwe w obsłudze i utrzymaniu.

²⁰ Światowa Organizacja Zdrowia, 2006

Tabela 3.3. Techniczne rozwiązania dla różnych funkcji procesu oczyszczania ścieków²¹

	“Klasyczna” technologia oczyszczania (intensywna / w pomieszczeniu)	Naturalne technologie oczyszczania (ekstensywne / poza pomieszczeniem, w terenie)	Separacja u źródła
Oczyszczanie wstępne – usuwanie zawiesiny	Kraty Siatki Sita Zbiorniki wstępnej sedimentacji	Stawy osadowe Doły (zbiorniki) gnilne Filtry ściółkowe (żywa gleba)	(Niektóre warianty opisane w kolumnach po lewej)
Usuwanie BZT (drugi stopień oczyszczania)	Złóża (filtry) zraszane Złóża tarczowe Osad czynny	Stawy stabilizacyjne (suche) oczyszczalnie hydrofitowe Pionowe filtry glebowe (infiltracja, filtry piaskowe) Nawadnianie	(Niektóre warianty opisane w kolumnach po lewej)
Usuwanie fosforu (trzeci stopień oczyszczania)	Strącanie chemiczne w oczyszczalniach ścieków Bio-P Filtry osmotyczne	Stawy osadowe po strącaniu chemicznym Infiltracja Filtry reaktywne (filtry poziome) Nawadnianie	Separacja moczu Sucha separacja moczu (EcoSan) Separacja ścieków czarnych
Usuwanie azotu (Zaawansowany stopień oczyszczania)	Nitryfikacja + denitryfikacja w oczyszczalni ścieków, Strącanie struwitu, Stripping amoniaku	Nitryfikacja + denitryfikacja w suchych + mokrych oczyszczalniach hydrofitowych, lub filtry piaskowe + mokre oczyszczalnie hydrofitowe Nawadnianie	Separacja moczu Sucha separacja moczu (EcoSan) Separacja ścieków czarnych
Gospodarka osadowa (odwadnianie, stabilizacja, higienizacja)	“Zagęszczacze” Sita Wirówki Fermentacja (kompostowanie, stabilizacja wapnem)	Złóża drenażowe Biologiczne złoża drenażowe (Złoża trzcinowe) Magazynowanie długoterminowe Kompostowanie Stabilizacja wapnem Azot- higienizacja	(Niektóre warianty opisane w kolumnach po lewej)

²¹ Tabela przygotowana przez P. Ridderstolpe we współpracy z Coalition Clean Baltic (Koalicja Czystego Bałtyku).

Ramka 3.2. Ocena konwencjonalnych systemów oczyszczania ścieków

Konwencjonalny system oczyszczania ścieków, w którym ścieki domowe są odprowadzane siecią kanalizacyjną do zcentralizowanych i zaawansowanych technicznie oczyszczalni, jest często postrzegany jako norma porównawcza dla innych systemów sanitacji. Przegląd systemu konwencjonalnego w oparciu o prezentowane wcześniej funkcje podstawowe i uwarunkowania praktyczne wskazuje jednak, że rozwiązanie to posiada szereg różnych wad jak i zalet (podsumowanych poniżej).

Funkcje podstawowe

- *Ochrona zdrowia*
 - Transfer ryzyka higienicznego do odbiorników: jezior i strumieni
 - Wysokie ryzyko przenoszenia chorób w wypadku awarii procesu
- *Recykling substancji odżywczych*
 - Nie objęty tym systemem. Bogaty w substancje odżywcze osad jest często składowany na wysypiskach odpadów. Biogeny często mieszają się w osadzie ze związkami toksycznymi. Metody wydzielenia ich z osadu znajdują się w fazie rozwoju. Są jednak drogie i zawodne.
- *Ochrona środowiska*
 - Efektywna z punktu widzenia ochrony jezior i mórz przed eutrofizacją.

Uwarunkowania praktyczne

- *Ekonomia*
 - Kosztowne inwestycje, wymagające dobrze rozwiniętego otoczenia instytucjonalnego dla planowania i finansowania.
 - Koszty ponoszą ekonomicznie słabi (częściowo ubodzy) użytkownicy systemu.
- *Kontekst społeczno-kulturowy*
 - Efektywność z punktu widzenia usuwania wielkich ilości ścieków i ochrony użytkowników przed nagłymi niedogodnościami i infekcjami.
 - Powszechna akceptowalność sanitacyjnych systemów splukiwanych wśród użytkowników. Wysoki status w wielu częściach świata.
 - Skomplikowane techniki, wymagające specjalnych zdolności w planowaniu, wdrażaniu, obsłudze i utrzymaniu.
- *Funkcje techniczne*
 - Słabe i nierówne zaopatrzenie w wodę sprawia, że system „toaletowy” jest zawodny.
 - Wysokie ryzyko awarii i zatrzymania procesu. Wymóg stałego monitoringu i utrzymania.

“Klasyczny” system oczyszczania ścieków z oczyszczalniami kompaktowymi jest efektywny z punktu widzenia celów, dla których został zaprojektowany, tj. eliminacji infekcji i niedogodności w najbliższym otoczeniu i ochrony odbiorników wodnych przed eutrofizacją. Inne cele, takie jak recykling i żywotność techniczna, nie są jednak spełnione.

Aby system działał sprawnie, muszą być stworzone odpowiednie możliwości ekonomiczne i instytucjonalne. Ten warunek rzadko jest spełniony, stąd też konwencjonalne systemy oczyszczania ścieków nie osiągają właściwej skuteczności oczyszczania w większości miejsc na świecie. Tylko około 30% z 1.1 miliarda ludzi mających dostęp do systemów kanalizacyjnych korzysta z oczyszczania obejmującego drugą jego stopień (usuwanie ulegającej biodegradacji materii organicznej) lub dalsze działania (usuwanie fosforu lub azotu)¹. Niemal połowa z 540 głównych miast Unii Europejskiej nie korzysta z pełnego procesu oczyszczania w oparciu o pierwszy i drugi stopień oczyszczania ścieków (UE, 2001).

Szwecja posiada bardzo dobrze rozwinięty system konwencjonalnego oczyszczania ścieków. Około 95% szwedzkiej ludności jest podłączona do centralnych oczyszczalni ścieków. Jest to jednak finansowane głównie przez subsydia państwowe, a nie przez użytkowników. Dlatego też, aby ponieść koszty inwestycji odznaczających się dużą sprawnością, (tj. zgodnie z prawodawstwem UE) konwencjonalnych systemów z wykorzystaniem wody, zapewnione muszą być wysokie zdolności ekonomiczne społeczeństwa i gotowość użytkowników do udziału w tych kosztach.

PLANOWANIE W ZRÓWNOWAŻONEJ SANITACJI

Podejmując decyzje dotyczące systemów dla sanitacji i gospodarowania ściekami, należy uwzględnić w praktyce opisywane w poprzedniej części rozwiązania. Metoda strukturalnego planowania może ułatwić ten proces. Szereg różnych metod zostało wypracowanych w tym celu, o różnym stopniu złożoności i dokładności, na przykład:

- *Racjonalne podejście ramowe (The Logical Framework Approach - LFA)*, narzędzie, identyfikujące problemy i możliwości wyboru w ogólnym kontekście, nie przedstawiające szczegółowych zaleceń odnośnie systemu sanitacji. To podejście jest stosowane przez wiele międzynarodowych organizacji rozwoju²².
- *Program UNDP i Banku Światowego „Woda i Sanitacja” (Water and Sanitation Programme by UNDP and the World Bank)* proponuje ukierunkowaną na zapotrzebowanie procedurę planowania sanitacji, w ramach której tworzona główna grupa celowa składa się z fundatorów i wnioskujących w zakresie miejskich programów sanitacyjnych, na przykład z rządów państw i agencji donorów²³.
- *Oceny Oddziaływania na Środowisko (Environmental Impact Assessment - EIA)*, systematyczna metodologia oceny wpływu na środowisko proponowanego projektu, stworzona do oceny środowiskowych konsekwencji planowanego projektu, nie dająca gotowych wytycznych co do wyboru konkretnej opcji.
- *Program gospodarki wodno-ściekowej w miastach (Urban Water Programme)*, szwedzki program badawczy dotyczący zrównoważonych systemów wodnych i ściekowych. Wypracowany został koncepcyjny plan ramowy dla wspomagania procesu planowania, mający zastosowanie w dużych projektach i w sytuacjach, w których należy podjąć strategiczne decyzje odnośnie dużych inwestycji.
- *Podejście Wyborów Strategicznych (Strategic Choice Approach - SCA)*, metodologia mająca na celu umożliwienie podejmowania decyzji i usprawnienie komunikacji wśród zainteresowanych stron, używana na przykład w planowaniu terenów zurbanizowanych obejmującym systemy sanitacyjne i zrównoważony rozwój w krajach rozwijających się²⁴.
- *Otwarte planowanie w zakresie gospodarki ściekowej (Open Wastewater Planning)* jest narzędziem planistycznym wspomagającym zainteresowane strony (użytkowników, właścicieli i regulatorów) w tworzeniu twórczej komunikacji na temat celów i wariantów wyboru. Narzędzie to zostało wypracowane w Szwecji, w szczególności dla planowania w zakresie sanitacji. Metoda ta jest opisana poniżej.

Metoda *Open Wastewater Planning* jest metodą prostą i elastyczną, która może być użyta w planowaniu zarówno na szczeblu makro (całościowe planowanie sanitacji, na przykład na szczeblu krajowym), jak i mikro (szczegółowe projekty sanitacji). Decyzje w procesie planowania, takie jak wybór podstawowych rozwiązań, lokalizacji, projektów... itd. są oparte na miejscowych uwarunkowaniach i ocenie wpływu na środowisko. Tym samym metoda ta przestrzega zasad zawartych w prawie UE (patrz Rozdział 5) oraz kryteriów zrównoważenia opisanych w tym rozdziale.

Open Wastewater Planning koncentruje się bardziej wokół oczekiwanych wyników funkcjonowania systemu sanitacji niż wokół konkretnej technologii. Planem ramowym dla

²² SIDA, 2004.

²³ UNDP-World Bank Water and Sanitation Program, 1997

²⁴ Friend & Hickling, 1997

metody planowania jest zasada „Najlepszej Dostępnej Technologii” (BAT) oraz „Zasada Trujący Płaci” (PPP)²⁵. Zasada BAT określa, że należy używać najlepszą dostępną pod względem praktycznym i ekonomicznym technologię. Zasada PPP oznacza zaś, że ci, którzy powodują zanieczyszczenia powinni płacić za potrzebne środki naprawcze.

Metoda *Open Wastewater Planning* zmienia z góry przyjęty tok myślenia, przyczynia się do głębszego zrozumienia celów oczyszczania i zmusza decydentów oraz przedstawicieli zainteresowanych stron do postrzegania systemu jako całości. Ta metoda ułatwia zrozumienie części „software” systemu (aspekty użytkownika, instytucjonalne, ekonomiczne... itd.). Promuje lokalnie dostosowywane systemy i rozwój nowych technologii. Wiele wysiłku wymaga wstępna faza planowania. Dodatkowy czas i pieniądze inwestowane w ten początkowy etap planowania prowadzi do wypracowania lepiej dostosowywanych i przez to tańszych rozwiązań. Niezależny ekspert z dobrą wiedzą w zakresie legislacji i rozwiązań sanitacyjnych powinien przeprowadzić proces planowania. Koncepcja współuczestnictwa w procesie promuje udział społeczeństwa i demokratyzuje procesy podejmowania decyzji.

Proces planowania: *Open Wastewater Planning*

Proces ten można podzielić na pięć opisanych poniżej kroków²⁶. Aby je zilustrować tę metodę planowania, posłużono się konkretnym przypadkiem modernizacji małej, wysłużonej oczyszczalni ścieków w Vasbro w Szwecji²⁷.

Krok 1: Identyfikacja problemu i wstępne pomysły rozwiązań.

Po pierwsze należy przeprowadzić ocenę aktualnej sytuacji i zidentyfikować problem. Ma miejsce dyskusja wstępna o możliwych celach przyszłego nowego lub zrekonstruowanego systemu sanitacji oraz o strategiach i różnych rozwiązaniach technicznych. Oceniane są praktyczne, prawne i ekonomiczne przesłanki dla wdrożenia systemu.

W procesie planowania należy uwzględnić wszystkie zainteresowane strony. Stąd też należy określić ich role. Zainteresowane grupy obejmują przykładowo:

- Mieszkańców: użytkowników i czasami właściciela planowanego systemu sanitacji.
- Planistów, regulatorów i decydentów politycznych (np. urbanistów i organy ochrony środowiska).
- Właścicieli ziemskich (właścicieli terenów, na których rozmieszczone zostaną elementy systemu sanitacyjnego).
- Zleceniobiorców/Dostawców (mogą być oni zaangażowani w budowę i/lub utrzymanie systemu).
- Rolników (użytkowników produktów oczyszczania ścieków a prawdopodobnie także odzyskiwanych ścieków).
- Organizacji społecznych.
- Przedstawicieli innych zainteresowanych stron, np. sąsiadów posiadających studnie z wodą pitną, ludzi mieszkających na końcu systemu.
- Inżynierów prywatnych i publicznych.
- Agencje finansujące.

²⁵ Metoda *Open Wastewater Planning* została opracowana przez Petera Ridderstolpe i opisana np. w: Ridderstolpe (2000) i Ridderstolpe (2004).

²⁶ Za Kvarnström and af Petersens, 2004

²⁷ Ridderstolpe, 1999

W praktyce, szczególnie w małych projektach, nie jest możliwe zebranie wszystkich zainteresowanych stron na spotkaniach. Zamiast tego ekspert do spraw sanitacji (wymieniany wcześniej jako prowadzący proces planowania) ma za zadanie zebranie wszystkich ich opinii.

Ramka 3.3: Identyfikacja problemu i określenie grup interesu w Vadsbro

Vadsbro stanowi małą wiejską społeczność. System kanalizacyjny łączył czterdzieści gospodarstw domowych z wyeksploatowaną oczyszczalnią ścieków. Sieć kanalizacyjna prowadzi ścieki grawitacyjnie do stacji pomp, z której przepompowywane są do oczyszczalni ścieków. Oczyszczalnia znajduje się blisko małego wykopanego rowu rzeczno, który odwadnia wieś, las i gospodarstwa rolne. Oczyszczalnia ścieków jest otoczona przez nizinne płaskie tereny uprawne a właściciel części terenu na zachód od oczyszczalni był skłonny zezwolić na wykorzystanie tego terenu jako części systemu oczyszczania ścieków.

Wadliwie funkcjonująca oczyszczalnia ścieków wymagała modernizacji aby spełnić normy dla zrzutu ścieków, ustanowione przez lokalne władze. Projekt został rozpoczęty po tym, jak raport studenta z pobliskiej szkoły wykazał, że istnieją alternatywne rozwiązania wobec budowy nowej oczyszczalni ścieków.

Do zainteresowanych stron należeli mieszkańcy, władze lokalne, właściciel ziemski/rolnik oraz szkoła. Wszyscy byli zaangażowani już we wczesnej fazie procesu i mimo, że projekt zależał głównie od czynników politycznych władz lokalnych, mieszkańcy wsi wykazali duże zainteresowanie procesem planowania. Odbyło się spotkanie, w którym uczestniczyła większość mieszkańców wsi. Szereg spotkań przeprowadzono również w urzędzie władz lokalnych, w których rolnik/właściciel ziemski występował jako zainteresowany i istotny uczestnik.

Krok 2: Identyfikacja przesłanek planowania i określenie granic systemu

Planowanie jest oparte o cele (funkcje do osiągnięcia) sanitacji i wynika z praktycznych, prawnych i ekonomicznych uwarunkowań lokalnych. Granica systemu jest podstawą dla Zakresu Wymagań (Terms of Requirement) (krok 3) oraz dla projektu systemu. Warunki planowania, którą muszą zostać zidentyfikowane, obejmują one:

- Liczbę ludzi przyłączonych do systemu, dziś i w dającej się przewidzieć przyszłości.
- Warunki naturalne, w tym dotyczące wód podziemnych, lokalizacji pobliskich jezior i małych rzek, opadów atmosferycznych, topografii, gleby, itd.
- Elementy istniejącego systemu, które można wykorzystać przy tworzeniu nowego.
- Możliwości ponownego wykorzystania substancji odżywczych.
- Przepływów ścieków na danym obszarze.
- Użytkowników: ich gotowość i zdolność do wnoszenia opłat, wzorce społeczno-ekonomiczne i kontekst kulturowy.
- Uwarunkowania prawne – obowiązujące przepisy
- Zasady finansowania (zdolności użytkowników do płacenia).

Jak wcześniej stwierdzono, należy określić granice technicznego systemu sanitacji. Jest to istotne z punktu widzenia kalkulacji kosztów, określenia odpowiedzialności oraz wyboru punktu poboru próbek ścieków na odpływie.

Ramka 3.4: Warunki planowania i granice systemu w Vadsbro

Oczyszczalnia ścieków mieści się wzdłuż małego strumienia, który jest również odbiornikiem wody. Strumień wpływa do jeziora Vadsbro. Jest to piękne miejsce, wykorzystywane w celach rekreacyjnych, mieści się w sąsiedztwie odpływu w jeziorze. Jezioro Vadsbro jest wrażliwe na eutrofizację i problemy higieniczne mogą się pojawić na plaży tego kąpieliska.

W czasie prowadzenia procesu planowania 125 osób było podłączonych do oczyszczalni ścieków. W przyszłości nie oczekiwano większych zmian w tym zakresie i w planach uwzględniono 140 osób, co oznaczało (przy takim samym poziomie odpływu do kanałów) przepływ ścieków na poziomie 45 m³/dobę. Ilość substancji odżywczych skalkulowano w oparciu o standardy szwedzkie.

Granice systemu zostały wyznaczone tak, aby objąć nimi istniejący system wraz z rurami kanalizacyjnymi, przepompowniami i budynkami oraz rozszerzono je o obszar przewidziany na zewnętrzne oczyszczanie w terenie.

Krok 3: Określenie Zakresu Wymagań (Terms of Requirement - ToR) oraz możliwych zasadniczych rozwiązań technicznych

Zakres wymagań określa minimalne poziomy funkcji podstawowych, które mogą być spełnione z praktycznego i ekonomicznego punktu widzenia. Określenie Zakresu Wymagań jest więc bilansem celów oraz uwarunkowań praktycznych i ekonomicznych. Jest to najważniejszy krok w procesie planowania, ponieważ wszystkie decyzje dotyczące projektu systemu będą opierały się na Zakresie Wymagań. Podczas procesu będą badane różne rozwiązania techniczne, aby sprawdzić, czy Zakres Wymagań jest realistyczny. Aby potwierdzić cele i praktyczne/ekonomiczne konsekwencje Zakresu Wymagań zainteresowane strony (jak wskazano w Kroku 1) powinny brać udział w tej dyskusji. W Zakresie Wymagań zestawiane są po jednej stronie podstawowe cele, a po drugiej praktyczne uwarunkowania; oba te elementy bilansują się względem siebie.

Krok 4: Analiza możliwych rozwiązań

Na tym etapie omawiane i badane są różne kluczowe rozwiązania (prawdopodobnie omówione również w Kroku 3). Podczas poszukiwania alternatywnych rozwiązań należy wziąć pod uwagę wszystkie możliwe środki osiągnięcia celów, od źródła do odbiorników. Przynajmniej trzy możliwości wyboru, zgodne z Zakresem Wymagań powinny zostać wypracowane i opisane w fazie przedprojektowej. Oznacza to, że wszystkie elementy nowego systemu powinny być technicznie opisane pod kątem wymiarowania, projektowania i lokalizacji/installacji. Należy oszacować koszt budowy i utrzymania.

Wszystkie warianty powinny zostać przedstawione w sposób zrozumiały również dla osób spoza kręgu ekspertów. Jeżeli nie można znaleźć możliwych rozwiązań spełniających podstawowe cele i zgodnych z lokalnymi uwarunkowaniami, należy powrócić do Kroku 3 i redefiniować Zakres Wymagań.

Tabela 3.4. Zakres Wymagań dla Vadsbro. Zakres Wymagań dla systemu sanitacji w Vadsbro opierał się o szwedzkie prawodawstwo w zakresie środowiska, wrażliwość odbiornika oraz oczekiwania wobec lokalnie dostosowanego systemu, wyrażone przez mieszkańców wsi oraz jej władze.

Funkcje podstawowe	Uwarunkowania praktyczne
<p><i>Ochrona zdrowia publicznego</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Uniknięcie niedogodności sanitarnych, np. przykrego zapachu ▪ Oczyszczone ścieki powinny mieć jakość wody do kąpieli lub być wykluczone z bezpośredniej ekspozycji na ludzi do czasu osiągnięcia w/w jakości. <p><i>Recykling</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Fosfor odzyskany: >75% ▪ Inne zasoby cenne dla rolnictwa. <p><i>Ochrona przed degradacją środowiska</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Redukcja fosforu: >90%. zrzut roczny do 0,1 kg/RM oraz <0,1 mg/l. ▪ Redukcja azotu: >50%. zrzut roczny 2,5 kg/RM . Zrzucony w formie azotanów ▪ Redukcja BZT: >95%. 	<p><i>Ekonomia</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Koszty inwestycji nie powinny przekroczyć 4000 USD na gospodarstwo domowe. ▪ Koszty obsługi i utrzymania nie powinny przekroczyć 250 USD rocznie na gospodarstwo domowe. <p><i>Aspekt społeczno-kulturowy</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Nowe systemy mogą wymagać nowego rozkładu odpowiedzialności między władze lokalne i rolników. ▪ Recykling substancji odżywczych powinien być dostosowany do możliwości na danym obszarze. ▪ System powinien być dostosowany do obecnego i przyszłego użytkowania ziemi na danym obszarze. <p><i>Funkcja techniczna</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Sprawdzony, żywotny i przewidywalny system. ▪ Wykorzystanie istniejącej infrastruktury w razie potrzeby. ▪ Monitorowanie zrzutów może być trudniejsze dla nowych systemów i może wymagać zastosowania nowych metod.

Ramka 3.5: Analiza możliwych rozwiązań w Vadsbro

Zaproponowano i omówiono szereg różnych rozwiązań dla Vadsbro. Wśród nich były 4 odmienne, zdecentralizowane systemy ściekowe, które nie zostały zaakceptowane przez zainteresowane strony. Przyczyną tego był fakt, że istniał już scentralizowany system a sieć kanałów została niedawno wyremontowana.

Możliwe rozwiązania sanitacyjne dla Vadsbro obejmują:

1. 1-szy stopień oczyszczania, przechowywanie ścieków zimą i nawadnianie lasów wiosną.
2. Stawy stabilizacyjne ze strącaniem chemicznym (wapno).
3. 1-szy stopień oczyszczania, filtr zraszany i rów biologiczny.
4. 1-szy stopień oczyszczania, filtr zraszany i rotacja roślin oczyszczalni hydrofitowej.
5. 1-szy stopień oczyszczania, filtr piaskowy i rów biologiczny/oczyszczalnia hydrofitowa.
6. Zblokowana oczyszczalnia ścieków (reaktor sekwencyjny, SBR), w tym nityfikacja a następnie rów biologiczny lub oczyszczalnia hydrofitowa.

Rozwiązania zostały zaprezentowane z prostymi szkicami, aby pokazać, jak każde z nich działa technicznie i w jakim stopniu jest zgodne z Zakresem Wymagań. Każdemu rozwiązaniu towarzyszyły również zgrubne szacunki kosztów inwestycji, obsługi i utrzymania.

Krok 5: Wybór najbardziej odpowiedniego rozwiązania

Ostatecznego wyboru dokonano w drodze konsensusu między przyszłymi użytkownikami i innymi zainteresowanymi grupami. Aby ułatwić podjęcie decyzji, rozwiązania prezentowane w Kroku 4 są oceniane pod kątem Zakresu Wymagań posługując się, na przykład ćwiczeniem z matrycą punktową.

Ramka 3.6: Ostateczny wybór rozwiązania dla Vadsbro

Aby porównać sześć propozycji dla Vadsbro, przeprowadzono ćwiczenie z matrycą punktową.

	Wariant 1	Wariant 2	Wariant 3	Wariant 4	Wariant 5	Wariant 6
Ochrona zdrowia	-	++	++	-	++	-
Recykling	++?	++	++	+++	++	++
Ochrona środowiska	+++	++	++	++	++	+
Ekonomia	+++	+++	++	++	-	--
Aspekt społeczno-kulturowy	-	+(+)	++	++?	+	++
Funkcja techniczna	-	++	++	-	+++	+++
Wniosek	System bardzo wydajny i tani, ale występuje ryzyko sanitarne	Wydajny, żywotny, wymagający częstej obsługi	Wydajny, tani, elastyczny, żywotny	Nie sprawdzony w praktyce ale bardzo interesujący	Wydajny ale dość drogi	Łatwy do zaplanowania ale nie efektywny kosztowo

Wariant 6 (zblokowana oczyszczalnia ścieków) był pierwotnie faworyzowany, ale po przedyskutowaniu konsekwencji wszystkich propozycji pod kątem Zakresu Wymagań z ekspertem od sanitacji, zainteresowane strony ostatecznie wybrały rozwiązanie 3 (1-szy stopień oczyszczania, filtr zraszany i rów biologiczny). Decydujące pod tym względem były koszty i ryzyko związane z poszczególnymi propozycjami. Rozwiązanie 3 postrzegano jako najtańsze i najbardziej efektywne pod względem redukcji zanieczyszczeń i recyklingu substancji odżywczych. Rozwiązanie 3 pozwala również na prowadzenie procesu wstępnego stracanie podczas działania w zimie.

Metoda Otwartego Planowania w typowych sytuacjach występujących w państwach CEE

Powyższy przykład Vadsbro opisuje sytuację typową dla wielu małych wsi we wschodnim rejonie Morza Bałtyckiego i w innych państwach dawnego bloku Związku Radzieckiego. W planowaniu wyposażania systemów, takich jak tu przedstawiony lub innych nowych systemów, przydatna jest metoda Otwartego Planowania Gospodarki Ściekowej (OWP). Poniżej zaprezentowano trzy koncepcyjne przypadki sanitacji w regionie CEE, oparte na idei Otwartego Planowania.

Przykład 1: Modernizacja przestarzałej oczyszczalni ścieków w małej wsi

Przypadek ten opisuje proces planowania w małej wsi na wyspie Saarima w Estonii. Mieszkańcy tej wsi mają niskie dochody a stopa bezrobocia jest wysoka. Oczyszczalnia ścieków bazuje na przestarzałym, radzieckim systemie oczyszczania, który wymaga

modernizacji. W obecnie istniejącym systemie oczyszczania, wymieszane ścieki są gromadzone i oczyszczane w oczyszczalni ścieków z bioreaktorem i stawami biologicznymi. System ten jest przewymiarowany i bardzo energochłonny. Skuteczność oczyszczania jest niska a odpływające oczyszczone już ścieki są źródłem wtórnego zanieczyszczenia pobliskiego niewielkiego strumienia. Wody podziemnie występują w niedostatecznej ilości i są wrażliwe na zanieczyszczenie.

Proces planowania zaczyna się od przedyskutowania sytuacji z ludźmi odpowiadającymi za obiekt w celu zidentyfikowania problemów i znalezienia możliwych rozwiązań. W ramach planu ramowego, obecnie istniejący system jest rozpatrywany i opisywany pod względem korzyści (lub braku korzyści) dla środowiska, pod kątem zagrożeń higienicznych i kosztów. W pierwszym spotkaniu uczestniczą: burmistrz lub starosta, lokalne władze ochrony środowiska oraz osoby odpowiedzialne za obsługę i utrzymanie istniejącej oczyszczalni. Po zidentyfikowaniu podstawowych warunków planowania, przedstawiany jest Zakres Wymagań i zarysy możliwych rozwiązań. W celu obliczenia przepływu wód, ładunku BZT i substancji odżywczych, wykorzystuje się standardowe dane (patrz Tabela 3.1) oraz liczbę osób podłączonych do systemu. System jest skonstruowany tak, aby obejmował wszystkie domy przyłączone do obecnie istniejącego systemu oczyszczania oraz do odbiornika. Granica między oczyszczaniem a odbiornikiem jest określana osobno dla każdej propozycji.

Analiza pokazuje, że obecnie istniejący system gromadzenia, zrzutu i oczyszczania (bioreaktor i stawy biologiczne) jest w dosyć dobrym stanie i może zostać odbudowany. Jest to więc zaleta, gdy nowy system sanitacji może ponownie wykorzystać niektóre elementy infrastruktury aktualnego systemu. Zakres Wymagań wskazuje, że przyszły system musi chronić strumień (za cel wyznaczono sobie poprawę jakości wody dla raków i okoni) oraz zabezpieczać studnie z wodą pitną przed skażeniem. Szczególnie ważny dla ludzi jest fakt, aby system ten był energooszczędny, co doprowadzi do spadku kosztów (rachunki za energię elektryczną wzrosły o 100% przez zaledwie ostatnich parę lat) i najpewniej stworzy korzystne warunki dla powstania nowych miejsc pracy.

W oparciu o wypracowany Zakres Wymagań oraz warunki planowania (kryteria wymiarowania), wyselekcjonowano do dalszych badań następujące 3 propozycje:

- a) Nawadnianie lasów (opisane w rozdziale 4, Szwecja i Węgry).
- b) Stawy osadowe (opisane w rozdziale 4, Szwecja).
- c) Kompaktowa oczyszczalnia ścieków.

Ocena różnych możliwości wskazuje, że kompaktowa oczyszczalnia ścieków (rozwiązanie c) jest najmniej atrakcyjną propozycją, ponieważ jest droga i najmniej skuteczna pod kątem spełniania celów podstawowych (zwłaszcza ochrony zdrowia). Pozostałe dwie alternatywy mają swoje zalety. Po dyskusji między zainteresowanymi grupami wybrano strącanie w stawach osadowych (rozwiązanie b), ponieważ pozwala na funkcjonowanie systemu przez cały rok i umożliwia wykorzystanie przez władze lokalne elementów istniejącej infrastruktury.

Przykład 2: Budowa nowego osiedla na skraju miasta

W tej sytuacji, opisanej w oparciu o przypadek na Litwie, planuje się wybudowanie nowej jednostki osadniczej (około 30 domów) dla "średnio i dużo zarabiających" na atrakcyjnym obszarze poza miastem, daleko od istniejącego, scentralizowanego systemu kanalizacyjnego. Teren ten jest własnością miejscowego zleceniobiorcy, który wybuduje domy i sprzeda je przyszłym mieszkańcom. Jednym z miejsc sprzedaży strefy zamieszkania jest okolica kąpieliska nad małym jeziorem.

Dokładna liczba domów, które powstaną na tym terenie, nie jest znana na obecnym etapie a deweloper chce eksploatować obszar stopniowo. Zagospodarowanie terenu ma zająć od 3 do 10 lat. Aby zapobiec inwestowaniu w infrastrukturę bez gwarantowanych zysków, dla każdego domu przewidywane są indywidualne rozwiązania. Deweloper terenu zdaje sobie sprawę ze znaczenia zastosowania instalacji oszczędzających wodę oraz nowoczesnych rozwiązań sanitacyjnych - wszystko to można zaplanować od początku.

Wstępny kontakt z władzami lokalnymi potwierdził, że zastosowanie rozwiązania lokalnego może być problematyczne. "Biuro ekologiczne" władz lokalnych miało złe doświadczenia ze poprzednimi takimi systemami (takimi jak latryny, studnie chłonne czy szamba). Dlatego też zaproponowano podłączenie do systemu scentralizowanego lub budowę szczelnego zbiornika, z którego następnie tzw. czarne ścieki odprowadzane byłyby do miejskiej oczyszczalni ścieków.

Po dyskusjach z "ekspertem Planowania Otwartego", miejscowym rolnikiem i organizacją pozarządową, deweloper terenu zdecydował, aby przeanalizować rozwiązania w oparciu o „ekologiczne zasady”. Zakres Wymagań ustalany jest tam, gdzie podkreśla się znaczenie ochrony zdrowia i środowiska. Ponieważ „pomysłem biznesowym” dla dewelopera terenu jest zaoferowanie ludziom miłego i pięknego środowiska do życia, zdaje on sobie sprawę ze znaczenia eliminacji możliwych negatywnych oddziaływań na środowisko (np. planuje się, aby pobliskie jezioro było wykorzystywane przez przyszłych mieszkańców w celach rekreacyjnych). Recykling substancji odżywczych (i wód) również należy do celów systemu, gdyż rolnik jest zainteresowany stosowaniem najlepszych produktów na swoich polach. Deweloper przewiduje zastosowanie wygodnego systemu, który jest łatwy w obsłudze i utrzymaniu i takiego, który nie zniechęci dobrze zarabiających rodzin przed zakupem nowych domów.

W oparciu o warunki planowania i Zakres Wymagań, następujące rozwiązania poddano dalszej analizie:

- a) Odprowadzanie ścieków do istniejącej, scentralizowanej oczyszczalni ścieków w mieście.
- b) System dla czarnych ścieków (oddzielne oczyszczanie czarnych i szarych ścieków) (uproszczona wersja systemu opisywanego w rozdziale 4, Niemcy).
- c) System z separacją moczu z zastosowaniem podwójnego systemu spłukiwania toalet.
- d) Magazynowanie ścieków i nawadnianie lasów (opisywane w rozdziale 4, Węgry i Szwecja).

Propozycja (a) jest analizowana była dla porównania, jako że władze lokalne początkowo ją faworyzowały. Po porównaniu i ocenie czterech alternatyw zgodnie z Zakresem Wymagań wybrana zostaje propozycja (b), ponieważ uchodzi ona za rozwiązanie najbardziej higieniczne a produkt końcowy jest bardziej dostosowany do potrzeb rolnika. Deweloper terenu jest sceptyczny wobec możliwości nawadniania lasów (d), gdyż uważa, że nawadniany las w pobliżu strefy zamieszkania może być nie do zaakceptowania przez docelową grupę nabywców nowych mieszkań. Możliwość (c) była postrzegana jako dość interesująca, jednak pojawiły się obawy o mieszanie się fekaliów z wodą, ponieważ odbiornikiem oczyszczonych ścieków są wody podziemne.

Przykład 3: Usprawniona sanitacja dla ubogich ludzi z terenów wiejskich

Ten przypadek dotyczy obszaru wiejskiego w Bułgarii, gdzie rodziny mają niskie dochody i gdzie występuje wysokie bezrobocie. Popularna jest uprawa ziemi na potrzeby własne. Teren posiada płytką warstwę gleby i wrażliwe wody podziemne. Obecnie istniejące systemy sanitacji składają się z prostych latryn, które funkcjonują nieprawidłowo, gdyż powodują skażenie wód podziemnych i stwarzają problemy i uciążliwości dla użytkowników, takie jak muchy i nieprzyjemny zapach. Woda pitna pochodzi z prywatnych studni.

Proces planowania rozpoczyna się od dyskusji, podczas której użytkownicy mają możliwość zaprezentowania swoich potrzeb i życzeń odnośnie nowego systemu sanitacji. Lokalne władze miejskie źle postrzegają istniejące dziś systemy, ponieważ szczególnie dzieci narażone są na skażenia wód patogenami, pochodzących z płytkich studni. Istnieją plany rozwoju wsi, lecz obecna sanitacja utrudnia ten rozwój. Dlatego też, podczas przedstawiania Zakresu Wymagań, podkreślano znaczenie ochrony wód podziemnych i studni z wodą do picia. Recykling substancji odżywczych jest postrzegany z zainteresowaniem, gdyż gospodarstwa domowe nie są w stanie unieść ciężaru kosztów nawozów chemicznych. Jest oczywiste, że system musi być bardzo trwały oraz łatwy do obsługi i utrzymania przez samych użytkowników. Także koszty inwestycji muszą być niskie, gdyż ciężko jest otrzymać subsydia lub granty na rozwój terenów wiejskich. Ponieważ zaopatrzenie w energię elektryczną jest czasami zawodne, system powinien funkcjonować również bez elektryczności. Powinno być możliwe jego dostosowanie do różnych wielkości domów. Dla użytkowników z kolei najważniejszymi celami systemu sanitacji jest jego czystość, komfort i bezpieczeństwo.

Scentralizowane rozwiązania nie mieszczą się w możliwościach ekonomicznych władz lokalnych i użytkowników. Stąd też rozpatruje się jedynie zdecentralizowane rozwiązania lokalne. W oparciu o Zakres Wymagań i warunki planowania, do dalszych badań wybrano następujące propozycje:

- a) Istniejące latryny udoskonalone przez wentylację i kontynuacja wylewania tzw. szarych ścieków kubelkiem na podwórko.
- b) System separacji moczu (wariant suchy) oraz lokalny filtr glebowy do ścieków szarych.
- c) Lokalny system z użyciem wody i oczyszczanie w zdecentralizowanych filtrach glebowych.

Na początku dyskusji systemy wodne (alternatywa c) były faworyzowane przez użytkowników, ponieważ system splukiwany ma wysoki status. Z drugiej strony, po porównaniu sprawności systemu wodnego zgodnie z Zakresem Wymagań, użytkownicy zdają sobie sprawę, że system suchej sanitacji lepiej spełni potrzeby i jest bardziej efektywny kosztowo. Propozycja (a) jest nieskomplikowana, lecz doświadczenia wskazują, że mieszanie moczu z fekaliami powoduje uciążliwości, w postaci latających owadów, i utrudnia proces recyklingu. Ponadto zwłaszcza kobiety chciały pozbyć się „systemu kubłowego”. Rozwiązanie (b) zdawało się najlepiej spełniać Zakres Wymagań i zdecydowano rozpocząć projekt aby wdrożyć ten system we wsi. Próbną instalacją pokazuje, że oddzielanie moczu i fekalii ułatwia postępowanie z produktami końcowymi. Mocz uchodzi za dobry nawóz dla roślin jagodowych, kukurydzy, szpinaku i innych lokalnych roślin uprawnych. Sucha sanitacja została wprowadzona we wsi, mając na uwadze doświadczenia z programu pilotowego. Dodatkowo powstaje tu lokalny rynek dla producentów toalet i innych przedsiębiorców.

WIĘCEJ INFORMACJI

Poniżej znajduje się lista odnośników do źródeł bardziej szczegółowych informacji na temat zrównoważonej sanitacji. Wszystkie źródła były dostępne na stronach internetowych w chwili przygotowywania niniejszej pracy.

Zagadnienia ogólne:

- The Urban Water Research Programme: www.urbanwater.org.
- The EcoSanRes Programme: www.ecosanres.org

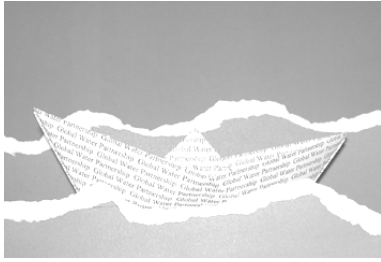
- Winblad, U, Simpson-Héberg, M. (2004) *Ecological sanitation*. Revised and enlarged edition. Stockholm Environment Institute.
http://www.ecosanres.org/pdf_files/Ecological_Sanitation_2004.pdf
- Ridderstolpe, P. (2004) *Introduction to Greywater Management*. Report 2004–4, EcoSanRes Publications Series. Stockholm: Stockholm Environment Institute.
http://www.ecosanres.org/pdf_files/ESR_Publications_2004/ESR4web.pdf

Planowanie:

- Kvarnström, E., af Petersens, E. (2004) *Open Planning of Sanitation Systems*. Report 2004–3, EcoSanRes Publications Series. Stockholm: Stockholm Environment Institute.
http://www.ecosanres.org/pdf_files/ESR_Publications_2004/ESR3web.pdf
- Ridderstolpe, P. (1999) *Wastewater Treatment in a Small Village – options for upgrading*. Uppsala: Coalition Clean Baltic and WRS Uppsala AB.
<http://www.ccb.se/documents/WastewaterTreatmentinaSmallVillage-OptionsforUpgrading.pdf>
- Ridderstolpe, P. (2000) Comparing consequence analysis. *EcoEng Newsletter* 1/2000.
http://www.iees.ch/EcoEng001/EcoEng001_R4.html
- Ridderstolpe, P. (2004) *Sustainable Wastewater Treatment for a New Housing Area. How to find the right solution*. Uppsala: Coalition Clean Baltic and WRS Uppsala AB.
<http://www.ccb.se/documents/SustainableWWTforaNewHousingArea.HowtoFindtheRightSolution.pdf>

Recykling:

- Jönsson, H., Richert Stintzing, A., Vinnerås, B., Salomon, E. (2004) *Guidelines on the Use of Urine and Faeces in Crop Production*. Report 2004-2, EcoSanRes Publications Series. Stockholm: Stockholm Environment Institute.
http://www.ecosanres.org/pdf_files/ESR_Publications_2004/ESR2web.pdf
- World Health Organization (2006) *WHO Guidelines for the safe use of wastewater, excreta and grey water*. Can be downloaded from:
http://www.who.int/water_sanitation_health/wastewater/gsuww/en/index.html



Rozdział 4

Przykłady systemów zrównoważonej sanitacji

Redakcja: Bogdan Macarol i Peter Ridderstolpe

WPROWADZENIE

Zrównoważona sanitacja może być zdefiniowana jako sanitacja, która chroni i promuje zdrowie ludzkie, nie przyczynia się do degradacji środowiska lub zubożenia bazy surowcowej, jest technicznie i instytucjonalnie właściwa, oraz ekonomicznie wykonalna i społecznie akceptowalna (omówione w rozdziale 3). Tym samym, pojęcie zrównoważonej sanitacji odnosi się się bardziej do funkcji wypełnianych przez system sanitacji niż do jakiegokolwiek szczególnej technologii sanitacji.

Istnieje wiele różnych wariantów technicznych rozwiązań sanitacji zrównoważonej, i wybór właściwego rozwiązania zależy od warunków lokalnych. Aby zilustrować różnorodność dostępnych metod, w niniejszym rozdziale przedstawiono pięć tzw. studiów przypadku systemów zrównoważonej sanitacji. Przykłady te prezentują rozwiązania techniczne od podstawowych, prostych metod po zaawansowane technologie oraz od systemów separujących do technologii tzw. „końca rury”.

Do wszystkich państw CEE zwrócono się o ich wkład w postaci własnych doświadczeń w powyższym zakresie. Trzy z nich – Węgry, Słowenia i Ukraina – przedstawiły swoje studia przypadku. Jako że zrównoważona sanitacja ma długą tradycję w innych państwach europejskich, Globalne Partnerstwo dla Wód (Global Water Partnership - GWP CEE) zaprosiło Niemcy i Szwecję do zaprezentowania raportów przeglądowych o rozwoju zrównoważonej sanitacji w ich uwarunkowaniach krajowych.

OCZYSZCZALNIA HYDROFITOWA SVETI TOMAŽ, SŁOWENIA

Bogdan Macarol

Wprowadzenie

Nowe dyrektywy środowiskowe spełniając wymagania UE spowodowały pojawienie się istotnych pytań dotyczących oczyszczania ścieków w Słowenii. Oczyszczanie jest tu często niewystarczające, szczególnie w jednostkach osadniczych poniżej 2000 mieszkańców. W wielu miejscach zrzuty ścieków powodują szkody dla środowiska oraz przyczyniają się do rozwoju chorób u ludzi.

W Słowenii wartość ekosystemu bagiennego dla oczyszczania ścieków do niedawna nie była doceniana. Rozwój technologii i metod ochrony środowiska takich jak oczyszczalnie hydrofitowe rozpoczął się 20 lat temu. Powstała interesująca koncepcja mechanicznego systemu dla wymiennego strumienia wody na złożach pionowych oraz system łączący pionowy i poziomy przepływ w obrębie jednego złoża. Stosowane były wtedy również rozwiązania w rodzaju kloaki. Dziś, dzięki stałemu rozwojowi i skuteczności, systemy te wskazują „zielony” kierunek w krajowej inżynierii środowiska z ponad 63 oczyszczalniami hydrofitowymi, które zostały tu zaprojektowane i zrealizowane. W Słowenii istnieją 143 publiczne oczyszczalnie ścieków bytowo-gospodarczych (WWTPs) zbudowane dla jednostek liczących poniżej 2000 mieszkańców. Dziewięć z tych oczyszczalni obejmuje naturalne systemy oczyszczania typu hydrofitowego (typu CW). Jedną z nich jest system funkcjonujący w Sveti Tomaž.

Proces planowania i realizacji

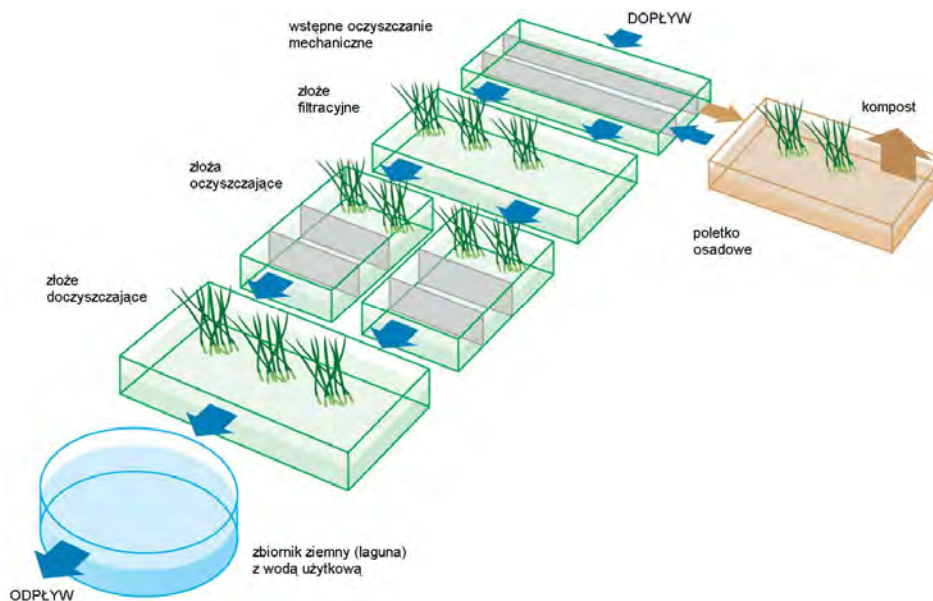
Osada Sveti Tomaž zlokalizowana jest w północno-wschodniej części Słowenii w regionie Prlekija i w okręgu miejskim Sveti Tomaž. Najbliższe miasto położone jest w odległości 12 km. Przed 2001 r. jedynym rozwiązaniem dla ścieków bytowo-gospodarczych było zastosowanie indywidualnych systemów studni chłonnych (szamb). W tym czasie nie było tam żadnego innego systemu kanalizacyjnego. Projekt WWTP Sveti Tomaž rozpoczęto w październiku 1999 r. Wyboru systemu dokonano w drodze oficjalnego zaproszenia do przetargu zainicjowanego przez Zakład Komunalny Ormož, lokalną państwową organizację odpowiedzialną za ochronę środowiska. Propozycja, która wygrała stanowiła koncepcję oczyszczalni hydrofitowej opracowanej przez firmę Limnos. Projekt został zrealizowany między kwietniem a wrześniem 2001 r. i w październiku 2001 r. obiekt został oddany do eksploatacji (Rysunek 4.1). Oczyszczalnia hydrofitowa Sveti Tomaž została zbudowana dla 250 mieszkańców Sveti Tomaž.



Rysunek 4.1. Oczyszczalnia hydrofitowa Sveti Tomaž

Projekt systemu

Oczyszczalnia ścieków została zaprojektowana dla średniego przepływu dobowego ścieków wynoszącego 38 m³/d i obejmuje powierzchnię 700 m² (39 m długości x 18 m szerokości). System składa się z osadnika gnilnego, spełniającego funkcję oczyszczania wstępnego oraz czterech kolejno następujących po sobie złożeń (złożo filtracyjne, dwa złoża oczyszczające i złożo doczyszczające (patrz Rysunek 4.2).



Rysunek 4.2. Szkic schemat oczyszczalni hydrofitowej. System składa się z osadnika gnilnego, zapewniającego wstępne oczyszczanie, oraz z czterech kolejno po sobie następujących oczyszczających złożeń filtracyjnych.

Głębokość oczyszczalni hydrofitowej waha się od 0,5 do 0,8 m, przy spadku dna sięgającym od 0 do 1,5%. Cały system jest szczelny, izolowany warstwą folii HDPE o grubości 2 mm i wypełniony substratem. Warstwy wypełnienia tworzą mieszaninę różnych materiałów (piasku drobnego, piasku, żwiru i małych ilości gleby, jedynie na potrzeby roślin) w odpowiednich proporcjach i odpowiednim uziarnieniu. Hydrauliczna porowatość mieszaniny wypełnienia wynosi 10⁻³ m/s a ładunek hydrauliczny wynosi 5.3 cm/d.

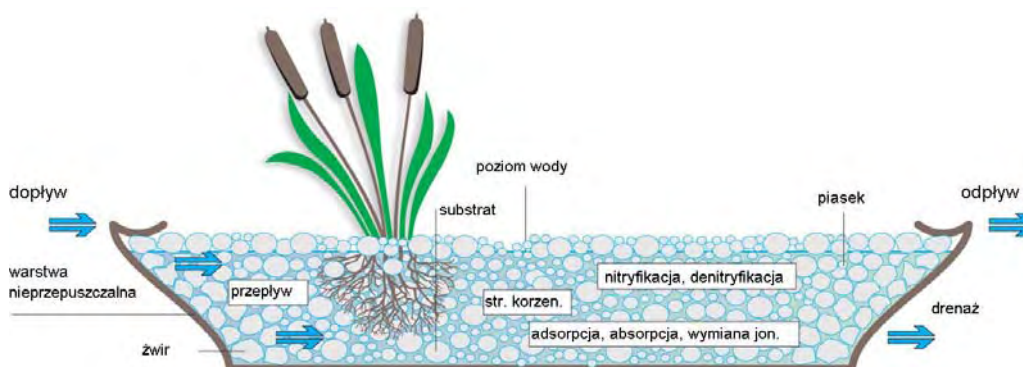
Po wydobyciu rodzimego gruntu, rozłożeniu nieprzepuszczalnej folii, ułożeniu odwadniających rur drenarskich i po wykonaniu odpowiedniego wypełnienia, na jesieni złożo obsadzono kłęczami (w ilości 7 szt./m²) *Phragmites australis* (trzciny pospolitej) i *Carex gracilllis* (turzycy zaostrej).

Przepływ w oczyszczalni hydrofitowej Sveti Tomaž jest podpowierzchniowy. Opisywana oczyszczalnia wykorzystuje jedynie siłę grawitacji do swojego funkcjonowania, więc system pracuje bez jakichkolwiek dodatkowych urządzeń czy sprzętu elektrycznego. Rysunek 4.3. przedstawia przekrój oczyszczalni hydrofitowej.

Ważne jest aby ścieki były dobrze wstępnie oczyszczone przed skierowaniem do oczyszczania hydrofitowego, w przeciwnym razie pory w podłożu glebowym wkrótce zatkają się. Oczyszczanie zachodzi w mikroekosystemach wokół cząsteczek gleby i korzeni pojawiających

się roślin. Podłoże glebowe razem z substratem podtrzymują wzrost roślin, i jednocześnie tworzy się powierzchnia dla mikroorganizmów. Bakterie rozkładają (mineralizują) materię organiczną do dwutlenku węgla i wody. Powolne dostarczanie tlenu do wody jest silnym czynnikiem ograniczającym mineralizację i w związku z tym proces przebiega wolno. Jednak, część tlenu uwalnia się do wody poprzez korzenie roślin, lecz wykazano, że ta ilość jest minimalna¹. Zamiast tego rośliny przyczyniają się do oczyszczania przez asymilację substancji odżywczych i innych elementów wbudowując je do swojej biomasy. Usuwają one również wodę w drodze parowania i transpiracji. Zасыsanie wody powoduje ruch wody w mikroporach a interakcja bakterii z wodą w sąsiedztwie małych korzeni sprzyja oczyszczaniu.

Brak tlenu powoduje niski stopień nityfikacji, lecz powstające azotany łatwo ulegają denityfikacji i uwalniane są do atmosfery w postaci azotu gazowego. Fosfor jest adsorbowany do podłoża z wykorzystaniem różnych mechanizmów, takich jak wymiana jonowa, flokulacja i strącanie. Szybkość usuwania fosforu spada wraz z upływem czasu i zasadniczo zależy od zawartości żelaza, glinu, oraz wapna w podłożu. Zawartość metali w ściekach bytowo-gospodarczych jest zazwyczaj niska i nie stwarza większych trudności procesom oczyszczania. Nie zaobserwowano żadnej bioakumulacji metali ciężkich w tkance roślinnej, która mogłaby mieć ujemny wpływ na wzrost roślin. Mikroorganizmy i naturalne procesy fizyczne i chemiczne są odpowiedzialne za około 80–90% usuwania zanieczyszczeń. Uprawiane rośliny usuwają około 10-20% związków biogenych. Oczyszczalnie hydrofitowe redukują wskaźniki świadczące o zanieczyszczeniu pochodzenia kałowego o 95–99%.



Rysunek 4.3. Przekrój oczyszczalni hydrofitowej

Wyniki i doświadczenia

Zgodnie z wymaganiami słoweńskiej ustawy w sprawie emisji substancji w zrzutach ścieków z małych oczyszczalni ścieków miejskich (OG RS, 103/02, 41/04) obowiązkowe jest monitorowanie systemów przewidzianych na 200 do 1000 RM co dwa lata. W tym celu do pobierania próbek ścieków na dopływie i na odpływie zostały zamontowane studnie. Efektywność oczyszczalni hydrofitowej jest monitorowana przez badanie Chemicznego Zapotrzebowania na Tlen (ChZT) oraz Biochemicznego Zapotrzebowania na Tlen (BZT₅). Badania przeprowadzone w kwietniu 2004 r. oraz w lipcu 2006 r. przez Instytut Ochrony Środowiska pod patronatem Instytutu Zdrowia Publicznego w Maribor przedstawione są w Tabeli 4.1. Jako że ścieki te łatwo ulegają rozkładowi, oczekiwano wysokiego stopnia skuteczności usuwania. Badania potwierdziły te założenia (ChZT 77–93%, BZT₅ 94–95%).

¹ Brix, H., 1993.

Oczyszczalnia hydrofitowa Sveti Tomaž posiada wiele zalet takich jak: niska cena budowy (koszty te wynosiły 50 000 Euro) oraz eksploatacji (oczyszczalnia ta wymaga 200 Euro miesięcznie), prosta instalacja i eksploatacja, niski stopień ryzyka zanieczyszczenia środowiska, oraz ze względu na „naturalny” wygląd, brak hałasu i przykrego zapachu, szybko zyskała akceptację lokalnej społeczności.

Tabela 4.1. Efektywność usuwania wybranych wskaźników przez oczyszczalnię hydrofitową Sveti Tomaž w kwietniu 2004 r. i w lipcu 2006 r.

Wskaźnik		kwiecień 2004	lipiec 2006	Wartości dopuszczalne dla zrzutów w Słowenii
ChZT (mg/l)	Dopływ	130	400	
	Odpływ	<30	<30	150
	Skuteczność (%)	77	93	
BZT ₅ (mg/l)	Dopływ	50	150	
	Odpływ	<3	<3	30
	Skuteczność (%)	94	98	
Zawiesina ogólna (mg/l)	Dopływ	25	120	
	Odpływ	<10	<10	
pH	Dopływ	7,5	7,3	
	Odpływ	7,3	7,3	

W Słowenii budowa oczyszczalni hydrofitowych wydaje się być bardzo rozsądnym rozwiązaniem dla:

- jednostek osadniczych poniżej 2000 mieszkańców;
- terenów małozaludnionych, gdzie społeczności pozbawione są dostępu do systemów oczyszczania ścieków;
- obszarów, na których oczyszczanie ścieków obejmuje jedynie oczyszczanie mechaniczne;
- miejsc, w których nie stosuje się trzeciego stopnia oczyszczania ścieków lub jest on nieskuteczny (w szczególności w strefach ujęć wody, np. wód podziemnych);
- terenów krasowych (44% powierzchni Słowenii), gdzie zanieczyszczenie wód podziemnych stwarza wysokie zagrożenie dla ludności. Jednocześnie ze względu na brak wody, niezbędne jest jej powtórne wykorzystanie i kontrola jakości;
- Obszarów turystycznych (przykładowo, kampingi, hotele i tereny o walorach rekreacyjnych), gdzie wysokie ładunki zanieczyszczeń w sezonie turystycznym znacznie przewyższają zdolności samooczyszczania wód;
- Terenów o szczególnym znaczeniu przyrodniczym (36% powierzchni kraju zostało uznanych za obszary Natura 2000). Jako że oczyszczalnie hydrofitowe są prawie niezauważalne w środowisku naturalnym i przyczyniają się do zwiększenia jego bioróżnorodności, wykorzystanie ich jest wysoce pożądane w parkach przyrodniczych.

Dalszy rozwój oczyszczalni hydrofitowych koncentruje się na optymalizacji oczyszczania z redukcją powierzchni terenu w oparciu o różne rozwiązania projektowe, podłoża, oraz kombinacje roślin i naturalnych mikroorganizmów.

Dane kontaktowe*Autor projektu:*

Limnos, Company for Applied Ecology
Podlimbarskega 31, SL - 1000 Ljubljana;
Słowenia
Tel.: +386 1 5057 472
Fax: +386 1 5057 386
Strona internet.: www.limnos.si

Operator i użytkownik projektu:

Communal Company Ormož / Komunalno
podjetje Ormož d.o.o.
Hardek 21c, SL – 2270 Ormož, Słowenia,
The manager: Ms. Pavla Majcen
Tel.: +386 2 741 06 40
Fax: +386 2 741 06 50
E-mail: kpo.tajnistvo@siol.net

NAWADNIANIE PLANTACJI TOPOLI ŚCIEKAMI – ZRÓWNOWAŻONE ROZWIĄZANIE DLA MAŁYCH JEDNOSTEK OSADNICZYCH POZBAWIONYCH KANALIZACJI NA WĘGRZECH

Viktória Marcziśák

Wprowadzenie

W dużych miastach węgierskich zaopatrzenie w wodę pitną zostało zorganizowane już 150 lat temu. Poprawiło to warunki życia, lecz spowodowało nowy problem – nieprzyjemne zapachy i infekcje z powodu ścieków. Pierwsze “przepisy prawne Pesztu dotyczące ścieków” wprowadzono w 1847 r., lecz na rozpoczęcie budowy pierwszej sieci kanalizacyjnej w Budapeszcie trzeba było poczekać prawie 50 lat.

Pierwsze oczyszczalnie ścieków zaczęły funkcjonować w większych miastach na początku XIX wieku i jednocześnie w większości miast powstały sieci kanalizacyjne. Małe miasta i niewielkie skupiska ludzkie nadal miały proste studnie chłonne (szamba), z których pozwalano ściekom przenikać do gruntu. Po II Wojnie Światowej kontynuowany był rozwój systemów kanalizacyjnych i oczyszczalni ścieków. Powstawały były nowe systemy kanalizacyjne aby oddzielić wody burzowe od ścieków komunalnych. Dziś około 70% gospodarstw domowych jest podłączonych do sieci kanalizacyjnej a do roku 2015 planowane jest zwiększenie tej liczby do 90% .

Sytuacja w zakresie oczyszczania zebranych ścieków była bardzo zła w latach dziewięćdziesiątych XX w. Większość ścieków była poddawana oczyszczaniu mechanicznemu, lub w ogóle nie była oczyszczana. Wytworzone osady były usuwane na pobliskie wysypiska odpadów i bardzo mała ich ilość była wykorzystywana pod uprawy. Dziś podstawowa część zebranych ścieków poddawana jest dwustopniowemu oczyszczaniu (metodami mechanicznymi i biologicznymi). Jednak gospodarka osadami ściekowymi nadal stanowi duży problem.

Nawadnianie topoli (nawadnianie lasów) i inne metody naturalnego oczyszczania ścieków

Przez ostatnie cztery dekady stosowane były różnorodne naturalne technologie oczyszczania ścieków. Dziś funkcjonuje około 125 takich systemów². Najbardziej powszechne jest nawadnianie lasów topoli, lecz również dość często występują stawy i oczyszczalnie hydrofitowe (ale jedynie typu korzeniowego). Wiele z tych oczyszczalni przyjmuje również ścieki z przemysłu spożywczego.

Na Węgrzech metoda “nawadniania lasów” nazywana jest “nawadnianiem topoli” ponieważ przez kilkadziesiąt lat topole stanowiły podstawowy gatunek drzew wykorzystywanych do nawadniania ściekami. Dziś również w tym celu wykorzystuje się inne drzewa, np. wierzbę wiciową (*Salix viminalis*). Pierwszy las topolowy nawadniany ściekami powstał w Gyula w 1969 r. Zastosowano tam mieszaninę ścieków komunalnych ze ściekami z przemysłu spożywczego. System topolowy powstał za istniejącym wstępnym oczyszczaniem mechanicznym (sedymentacja) i oczyszczaniem biologicznym (złoża zraszane). Strumień ścieków po etapie biologicznego oczyszczania był zbierany w zbiorniku magazynowym, skąd

² National Environmental Office (Krajowy Urząd ds. Środowiska) we współpracy z regionalnymi Inspektoratami Ochrony Środowiska w 2002 r., Budapest Technical University (Politechnika w Budapeszcie) w 2004 r.

był przepompowywany podziemnym rurociągiem do sieci rowów w lesie. Woda dostarczana była przez okrągły rok w systemie rotacyjnym.

Wykorzystując doświadczenia nabyte w Gyula szereg plantacji topoli zostało założonych na terenie Węgier, zazwyczaj na gruntach jałowych i suchych. Mimo, iż występowały różne problemy (np. zanieczyszczenie gleb i wód podziemnych), głównie na terenach oczyszczalni powstałych tu wcześniej, to wynikały one raczej z wadliwego projektu lub konstrukcji ze względu na brak doświadczenia. Jednak przez ostatnie kilkadziesiąt lat lasy topolowe sprawdziły się jako bardzo efektywne i niezawodne pod względem ograniczenia zanieczyszczeń oraz powtórnego wykorzystania wód i substancji odżywczych. Zanieczyszczenia pochodzące ze ścieków są przekształcane w glebie a substancje biogenne i woda wykorzystywane są do produkcji biomasy. Nawadnianie ściekami wpływa na zwiększony wzrost topoli nawet na glebach ubogich a jakość drzew nie obniża się wskutek takiego nawadniania.

Typowe projekty lasów topolowych nawadnianych ściekami (na Węgrzech)

Lasy są nawadniane tzw. "zwykłymi" ściekami (ścieki z toalet i ścieki szare), lecz w niektórych przypadkach stosowane są również odpady z osadników gnilnych. Pierwszą częścią składową systemu jest zazwyczaj zbiornik lub staw sedymentacyjny, gdzie usuwane są grube cząstki i wyrównywany jest skład ścieków. Wstępne oczyszczanie jest istotne szczególnie jeżeli wykorzystuje się odpady z osadników gnilnych, w których przeważają cząstki grube takie jak włókna i tworzywa sztuczne (plastiki). Mikroorganizmy glebowe mineralizują części organiczne.

Zazwyczaj woda jest rozprowadzana metodą zalewania (wpływa grawitacyjnie do rowów między rzędami drzew). Niektóre systemy wykorzystują nawadnianie zraszające. Nawadnianie wykorzystujące zraszacze równomiernie rozprowadza wodę drzewom, lecz stwarza zagrożenie rozprzestrzeniania się infekcji przez aerozole a niekiedy powoduje powstawanie przykrych zapachów. W systemach stosujących metodę zalewową, nawadnianie odbywa się cały rok, nawet w czasie zimy gdy temperatura spada poniżej -10°C . Rowy nie są stale zalewane, lecz jedynie co drugi lub trzeci tydzień. Jeżeli jest bardzo zimno to takie warunki zazwyczaj utrzymują się nie dłużej niż 1–2 tygodni, i do czasu kolejnego okresu zalewania zamrożone ścieki roztapiają się i wolno przenikają do gleby. Rowy powinny być tak zaprojektowane i eksploatowane aby rozprowadzana woda w rowach była izolowana przez pokrywą lodu i śnieg. (Uwaga: warunki w innych państwach mogą się różnić od warunków węgierskich, tak więc zawsze powinny być prane pod uwagę uwarunkowania lokalne, oraz wskazane jest przeprowadzenie dodatkowych badań.).

Ścieki stanowią cenny surowiec dla uprawy roślin, dobrze zbilansowany pod względem ilości wody, związków odżywczych i materii organicznej. Tym samym drzewa rosną szybko i wykazują dużą zdolność do asymilacji substancji biogennych. Dla topoli najlepsza jest gleba lekka. Na ciężkich, zwartych ziemiach lepiej czuje się wierzba. Innymi gatunkami drzew wykorzystywanymi do nawadniania w klimacie węgierskim (europejskim) są: topola biała (*Populus alba*), topola czarna (*Populus nigra*), topola drżąca (*Populus tremula*), brzoza europejska (*Betula pendula*), wierzba biała (*Salix alba*), wierzba wiciowa (*Salix viminalis*) oraz dąb (*Quercus robur*).

Najszybciej rosnącym gatunkiem drzew na Węgrzech jest wierzba (*Salix viminalis*). Zgodnie z aktualnymi doświadczeniami na Węgrzech, szybko rosnąca wierzba *Salix planate* ma zdolność usuwania 600–1000 kg N/ha/rok, dwukrotnie więcej niż topola. Przy takich wysokich ładunkach rośliny wykorzystują jedynie część azotu, duża ilość uwalniana jest do powietrza

(N₂, NH₃) a część do wód podziemnych (NO₃). Znaczny jest pobór wody; do 150 m³/ha/dobę ulega transpiracji z terenu.

Wysoka jest produkcja biomasy. Po pierwszym roku można zbierać 8–10 t/ha/rok suchej masy. Po upływie 3–4 lat plony mogą osiągnąć 20–40 t/ha/rok. Przyrost wysokości drzew wynosi 3–4 metrów w pierwszym roku, oraz po 3–4 latach nawet 8 metrów rocznie (jeżeli nie są ścinane regularnie)³. Zazwyczaj nie cała ilość ścieków jest utylizowana przez drzewa. Część przenika do wód podziemnych. Pod warunkiem, że nawadnianie odbywa się w odpowiednim miejscu, jest właściwie zaprojektowane i prowadzone, ta przenikająca woda będzie czysta i będzie zasilać zbiornik wód podziemnych. Zaletą tego systemu jest wysoka skuteczność oczyszczania w odniesieniu do BZT oraz substancji biogenych, oraz korzyść gospodarcza z wycinki drzew. Wykorzystując nawadniane drzewa można ochronić pewną część naturalnych lasów. Wadą systemu nawadniania jest możliwy wzrost wartości pH oraz stężenia całkowitego N, P₂O₅, K₂O, Na, Mg, jak też metali ciężkich w glebie.

Plantacja topoli w Aparhant, Węgry

Aparhant jest niewielką osadą (1200 osób) zlokalizowaną na terenie rzadko zaludnionej południowo-zachodniej części Węgier. Prawie wszystkie gospodarstwa domowe są podłączone do sieci wodociągowej obsługiwanej przez lokalne władze. Ludzie stosują tu proste rozwiązania sanitacyjne (toalety z osadnikiem gnilnym, doły chłonne lub latryny). Wcześniej ścieki były wywożone do najbliższej oczyszczalni ścieków (w odległości 15 km), na pobliskie wylewisko lub nawet odprowadzane bezpośrednio do cieków wodnych. Ta nielegalna praktyka spowodowała poważne szkody dla środowiska. Wzrosła zawartość azotu w głębinowych wodach podziemnych (200 m) wykorzystywanych do zaopatrzenia w wodę pitną. Również w pobliskich stawach rybnych występowały przypadki śnięcia ryb. W związku z tym ludność wsi zdecydowała naprawić tę sytuację. Ambicją lokalnej społeczności było znalezienie kompleksowego rozwiązania, które pozwoliłoby zarówno na poprawę sytuacji ludzkiego zdrowia jak i stanu środowiska przy zastosowaniu systemu o niskim koszcie. Celem było również stworzenie lokalnych miejsc pracy i wzrost świadomości społecznej. Już na samym początku stwierdzono, że sieć kanalizacyjna byłaby za droga.

Zgodnie z prawem ochrony środowiska Węgier, rozpatrywane zawsze muszą być co najmniej trzy warianty oczyszczania, oraz co najmniej jeden z nich musi być stanowić tzw. „naturalną metodę oczyszczania ścieków”. W studium wykonalności (*feasibility study*) przedłożonym w 1997 r. przedstawiono następujące cztery systemy:

- a) System stawów z roślinnością, bez sztucznego napowietrzania (po wstępnym oczyszczeniu ścieki przepływałyby do stawu, roślinność rosłaby naturalnie lub byłaby uprawiana sztucznie; odpływ ze stawu odprowadzany byłby do odbiornika w postaci wód powierzchniowych);
- b) System stawów, z których odpływ przesączałby się przez filtr piaskowy (odbiornikiem byłaby gleba);
- c) Staw beztlenowy z nawadnianiem topoli (oczyszczone ścieki na plantacji topoli nie byłyby zbierane drenami lecz przenikałyby w głąb gleby);
- d) Konwencjonalne (sztuczne) oczyszczanie biologiczne (reaktor sekwencyjny SBR) oraz nawadnianie topoli (oczyszczone ścieki nie byłyby zbierane drenami na plantacji topoli lecz przenikałyby w głąb gleby).

³ Stehlik, 2003

W każdym przypadku, ścieki byłyby zbierane w osadnikach gnilnych oraz transportowane w celu poddania procesowi wstępnego oczyszczenia przed jednym z proponowanych systemów oczyszczania. Sugerowano również aby wytworzone osady kompostować i wykorzystywać w rolnictwie. Projektant przeanalizował różne warianty, patrz Tabela 4.2.

Porównując cztery możliwe rozwiązania, wariant C (beztlenowy staw z plantacją topoli) wydał się najbardziej ekonomiczny przy uwzględnieniu kosztów inwestycyjnych i eksploatacyjnych. Również biorąc pod uwagę kryteria ochrony środowiska, ten wariant wydał się najlepszy. Na korzyść wariantu C przemawiała też jego niezawodność i niskie zapotrzebowanie na ludzką siłę roboczą.

Na podstawie studium wykonalności oraz oceny porównawczej możliwych skutków do Inspektoratu Ochrony Środowiska zgłoszono wariant (c), który został przyjęty wraz z dodatkowymi sugestiami. Został przygotowany plan implementacyjny w celu opracowania i szczegółowego opisu zmodyfikowanego wariantu (c). Prace budowlane rozpoczęły się i system został uruchomiony w 2001 r. Dziś dziennie w lasach topoli oraz systemem korzeniowym oczyszczanych jest 80 m³ ścieków z gospodarstw domowych. Rozwiązanie to opisano na Rysunku 4.4. Rów nawadniający przed zalewaniem pokazano na Rysunku 4.5.

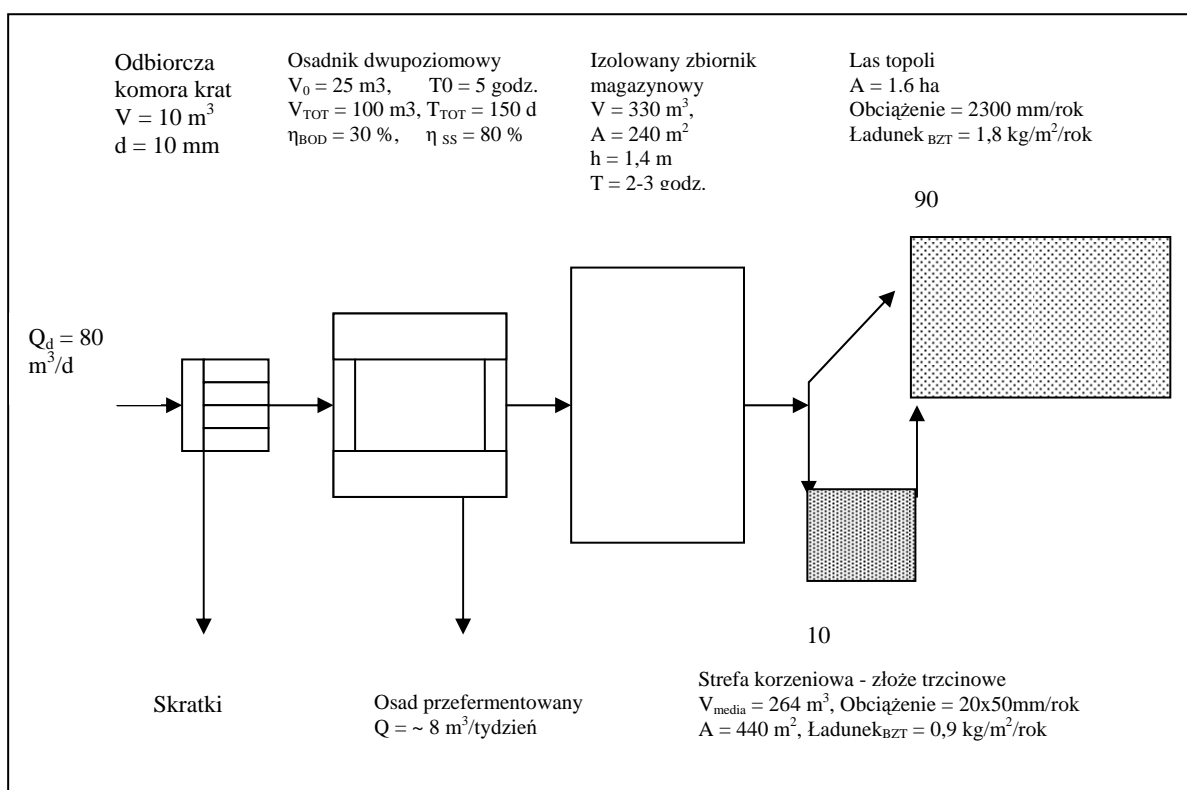
Tabela 4.2. Tabela ewaluacyjna⁴.

Zagadnienie podlegające ocenie	Maksymalna możliwa punktacja	Rozpatrywane warianty			
		A	B	C	D
Nakłady inwestycyjne	80	60	40	80	10
Koszty eksploatacyjne	100	60	40	100	80
Ochrona środowiska (środowisko wodne, gleba, powietrze)	100	80	90	100	80
Poziom techniczny (nowoczesność wybranej technologii w ramach każdego systemu)	20	20	15	20	20
Możliwość etapowania budowy (aby zwiększyć/zmniejszyć przepustowość według potrzeb)	20	15	20	20	10
Bezpieczeństwo technologiczne (możliwość awarii urządzeń lub możliwe problemy oddziaływające na proces oczyszczania, np. zamarzanie stawów w zimie)	20	20	15	20	10
Zapotrzebowanie na teren	20	10	10	10	20
Wymagania dotyczące procesu oczyszczania (zaotrzebowanie na siłę roboczą)	20	20	20	20	10
Bezpieczeństwo i racjonalna organizacja unieszkodliwiania osadów (aby uniknąć codziennego zajmowania się osadami)	20	15	15	20	15
Punktacja ogółem	400	300	265	390	205
	%	77	68	100	59
Pozycja w rankingu		2	3	1	4

Doświadczenia

Po uruchomieniu inwestycji realizowany jest program monitoringu. Próbki ścieków pobierane są regularnie z komory krat, z odpływu z osadnika, ze zbiornika magazynowego oraz ze strefy korzeniowej złoża trzciniowego. Próbki gleby były pobierane co miesiąc podczas próbnego uruchomienia (w 2000 r.), a od chwili rozpoczęcia eksploatacji - co trzeci miesiąc. Istnieją również studnie monitoringowe kontrolujące jakość wód podziemnych, jednak poziom tych wód jest za niski aby móc pobierać próbki. Monitoring wykazał, że zanieczyszczanie pobliskich pól, wód podziemnych i stawów rybnych zostało skutecznie zahamowane.

Skuteczność systemu w usuwaniu zanieczyszczeń jest trudna do weryfikacji. Ładunek azotu ogólnego wynosi około 1200–1400 kg N/ha/rok. (Planowana powierzchnia lasu obejmować miała 1,6 ha, lecz dziś wynosi ona około 3–3.5 ha.) Około 20–30% azotu jest prawdopodobnie usuwana wraz z wycinką roślinności oraz na skutek wypasu owiec (Rysunek 4.6).



Rysunek 4.4. Ogólny schemat stworzonego systemu. Zebrane ścieki z gospodarstw domowych transportowane są do odbiorczej komory krat. Wstępne oczyszczenie odbywa się w dwupoziomym osadniku, z którego podczyszczone ścieki kierowane są do szczelnego zbiornika magazynowego. Z miejsca zmagazynowania dalej rozprowadzane są grawitacyjnie do naturalnych biologicznych jednostek oczyszczania, na teren lasu i do oczyszczalni korzeniowej. Nawadnianie odbywa się przez cały rok a osady usuwane są ze zbiornika sedymentacyjnego raz na tydzień.

⁴ za Stehlik József, 1997



Rysunek 4.5. Rów nawadniający przed zalewaniem



Rysunek 4.6. Utrzymywanie stada owiec

Koszty budowy wynoszą 53 Euro/MR a koszty eksploatacji 0,05 Euro/m³. Są one bardzo niskie w porównaniu z kosztami systemów tradycyjnych. Mieszkańcy nie musieli płacić za budowę. Zamiast tego władze miejscowe pozyskały fundusze ze środków pomocowych, budżetu gminy i różnych dawców. Sadzonki zostały bezpłatnie przekazane przez przedsiębiorstwo produkcji leśnej (promocja), a mieszkańcy sami sadzili drzewa. Gmina kupiła wozy asenizacyjne, “szambiarki”, obecnie obsługiwane przez byłych bezrobotnych. Ich pensje płacone są z centralnego funduszu pomocowego oraz z budżetu gminy, w związku z tym usługa ta dla ludności jest bezpłatna. Gmina (wykorzystując różne państwowe fundusze pomocowe) pokryła również koszty budowy odpowiednich osadników gnilnych dla każdego gospodarstwa domowego - mieszkańcy musieli zapłacić za nie jedynie symboliczną kwotę (20 Euro).

Topole wykorzystywane są za darmo przez mieszkańców (spalanie w celach grzewczych). Trzcina z oczyszczalni korzeniowej jest ścinana każdego roku i również wykorzystywana przez lokalnych mieszkańców do różnych celów. Osady homogeniczne przewożone są do miejsca kompostowania raz na 4-6 tygodni. Osady po kompostowaniu stosowane są w rolnictwie. Trawa nie musi być ścinana między drzewami ponieważ stado owiec na wsi zajmuje się jej “eksploatacją”, oszczędzając na kosztach kilku pracowników rocznie. Uczniowie szkoły podstawowej uczestniczyli w sadzeniu drzew, a teraz – na lekcjach biologii – dokonują pomiarów ucząc się o naturalnych procesach zachodzących podczas oczyszczania ścieków.

Mieszkańcy są bardzo zadowoleni z oczyszczalni ścieków. Stan ich środowiska uległ poprawie, ich zdrowie jest chronione oraz stworzono nowe miejsca pracy dla niektórych bezrobotnych. Wykorzystanie drzew, trzciny przynosi dodatkową korzyść. Doświadczenia nabyte z plantacji topoli w Aparhant ukazują praktyczne i osiągalne finansowo rozwiązanie korzystne dla środowiska, gospodarki, obniżenia bezrobocia i podnoszenia społecznej świadomości mniej zamożnych ludzi o zagrożeniach ochrony środowiska.

Dane kontaktowe

Projektant: dr STEHLIK József, 1016 Budapest, Czakó u. 7. Hungary, Tel: + 36 1 375 6603
 Operator: SZŰCS György, Mayor, 7186, Aparhant, Községi Önkormányzat, Kossuth u. 34.
 Hungary, Tel: + 36 74 483 792, E-mail: polgarmester@aparhant.hu

SUCHE WIEJSKIE TOALETY SZKOLNE Z SEPARACJĄ MOCZU, UKRAINA

Anna Tsvietkova

Wprowadzenie

Na Ukrainie 95% miast, 56% osiedli ludzkich i tylko 3% wsi posiada sieć kanalizacyjną. Jedynie 1,4 miliona ludzi (8,8% ludności wiejskiej) korzysta ze scentralizowanych usług kanalizacyjnych. Pozostała liczba (14,3 miliona) mieszkańców wsi stosuje tzw. latryny i osadniki gnilne, które zazwyczaj są poza kontrolą i stają się źródłem azotanów i biologicznego skażenia wód podziemnych.

W szkołach wiejskich brak właściwego zaopatrzenia w wodę i urządzeń sanitarnych jest powszechnym problemem. Jeżeli szkoła posiada sieć wodnokanalizacyjną przerwa w dostawie wody skutkuje natychmiastowym przerwaniem pracy sieci kanalizacyjnej. Długie przerwy (1-2 tygodni lub miesięcy) w zaopatrzeniu w wodę są częstym problemem na terenach wiejskich. Podczas okresów tych przerw, podłączone do sieci kanalizacyjnej toalety w budynkach, są zamykane a uczniowie szkół korzystają z tzw. latryn (dołów gnilnych). Na Ukrainie 2 miliony dzieci uczy się w 14 000 szkół wiejskich. Przykładowo, w regionie Poltava znajduje się 30 szkół, spośród których 12 stosuje konwencjonalne toalety, 5 posiada toalety i latryny, a 13 szkół wykorzystuje tylko latryny. Latryny takie zazwyczaj usytuowane są w odległości 50-100 m od budynku szkolnego i nie mają ogrzewania. Zimne, brudne i stare latryny stanowią problem dla dzieci, które pozostają poza opieką dorosłych.

Aby znaleźć rozwiązanie dla tych dzieci, przez organizacje pozarządowe: "MAMA-86" oraz Kobiety w Europie dla Wspólnej Przyszłości (Women in Europe for a Common Future - WECF) został zainicjowany projekt pt. "Współpraca na rzecz zrównoważonego rozwoju terenów wiejskich: zaopatrzenie w wodę, sanitacja ekologiczna i rolnictwo organiczne".

Toalety szkolne we wsiach Gozhuly i Bobryk

Celem tego projektu jest znalezienie rozwiązań funkcjonalnych toalet dla szkół i ludzi ubogich na terenach wiejskich na Ukrainie. Prace były prowadzone przez grupę projektową organizacji pozarządowych w ścisłej współpracy z lokalnymi społecznościami. Projekt został sfinansowany przez Program MATRA z MFA Holandii. Pomoc ekspercką zapewnił Uniwersytet Technologii w Hamburgu (TUHH), który zaprojektował i nadzorował realizację tworzonego systemu.

Uwzględniając złe warunki i wadliwe funkcjonowanie istniejącej infrastruktury wodnokanalizacyjnej zdecydowano nie opierać się na scentralizowanym systemie wodnym uzależnionym od stałych dostaw wody. Zamiast tego wybrana została koncepcja suchych toalet z separacją moczu (*dry urine diverting toilets* - DUDT). Jest to rozwiązanie lokalne, funkcjonujące poza scentralizowaną infrastrukturą wodną i kanalizacyjną; nie wymaga żadnej wody do spłukiwania, wykorzystując jedynie minimalną jej ilość do mycia rąk i pomieszczenia toalety. System ten pozwala na rozdzielanie moczu od kału u źródła poprzez oddzielne zbieranie tych frakcji. Dzięki temu zmniejsza się uciążliwość ze strony nieprzyjemnych zapachów, a z mniejszą ilością fekalii łatwiej sobie poradzić. Kompostowanie zmniejsza zagrożenie dla zdrowia ze strony kału i substancji biogennej, a materia organiczna może być wykorzystana do użyźniania gleby. Mocz jest zbierany w izolowanym zbiorniku. Po około miesiącu przetrzymywania jest już pozbawiony patogenów i może być stosowany jako nawóz glebowy. Tym samym problemy związane z zachowaniem higieny i z ochroną środowiska

związane z odchodami ludzkimi mogą być kontrolowane a odchody przekształcane w wartościowy surowiec.

Wieś Gozhuly jest położona 2 km od miasta Poltava w regionie Poltava. Ludność stanowi 3600 mieszkańców rozproszonych w 1000 gospodarstwach domowych. Mieszkańcy we wsi zaopatrywani są w wodę w systemie scentralizowanym z kilku bardzo głębokich studni artezyjskich (200 m), ale wykorzystywanych jest również wiele małych płytkich studni. Systemy te są stare a infrastruktura kanalizacyjna nie spełnia swojego zadania, obserwuje się częste przerwy w zaopatrzeniu w wodę, straty wody i wycieki ścieków.

Spośród 500 dzieci we wsi tylko 180 stanowią uczniowie szkół. Szkoły te są podłączone do sieci wodno-kanalizacyjnej. W wyniku regularnych kłopotów z zaopatrzeniem w wodę zamykane są toalety z ustępami splukiwanymi a udostępniane latryny na zewnątrz budynków. Zazwyczaj jedynie nauczyciele i dzieci do 7 roku życia używają ustępów splukiwanych wewnątrz budynków (patrz Rysunek 4.7).

Wieś Bobryk, usytuowana blisko miasta Nizhyn w okręgu Chernigiv oblast, jest małą osadą zamieszkałą przez 400 osób. Większość mieszkańców Bobryk to emeryci. We wsi mieszka jedynie 41 dzieci. Brak jest tu scentralizowanego systemu zaopatrzenia w wodę oraz kanalizacyjnego. Ludność korzysta ze studni i latryn.



Rysunek 4.7 Stara toaleta szkolna we wsi Gozhuly: na zewnątrz (po lewej) i wewnątrz (po prawej).

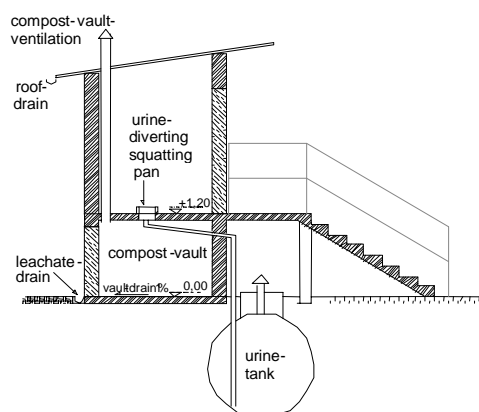
Planowanie i wdrażanie

Jedną z pierwszych inicjatyw w ramach projektu było zorganizowanie seminarium z przedstawicielami władz wsi, szkolnych administratorów i ludności. Podczas seminariów eksperci z WECF prezentowali koncepcję ekologicznej sanitacji. Lokalne władze i administracja szkół zgodzili się na poprawę sanitacji szkół poprzez wprowadzenie suchych toalet z separacją moczu.

W Gozhuly, w lipcu 2004 r. został rozpoczęty pilotażowy projekt, toaleta typu „ecosan” została wykonana w okresie sierpień – wrzesień 2004 r. i oddana do użytku w październiku 2004 r. W Bobryk toaleta typu „ecosan” powstała w okresie od lipca do sierpnia 2006 r. i została oddana do użytku we wrześniu 2006 r. Od momentu oddania toalet do użytku głównymi ich operatorami i użytkownikami jest administracja szkół w Gozhuly i Bobryk.

Zarówno Gozhuly jak i Bobryk stosują “suche toalety z separacją moczu” z oddzielnym zbieraniem i magazynowaniem moczu i kału. Ta technologia zapewnia suche kompostowanie kału a następnie wykorzystanie kompostu i moczu jako nawozów organicznych. Szkolne toalety wyposażone są w plastikowe tzw. toalety tureckie, w postaci misek do kucania, oraz tradycyjne ceramiczne pisuary (patrz Rysunek 4.9). Tureckie toalety zostały wybrane zamiast muszli klozetowych z deskami sedesowymi ze względów higienicznych. Miski kuczne zostały zakupione i dostarczone przez WECF. Techniczna dokumentacja (business plan) dla szkolnych toalet została opracowana przez lokalną agencję inżynierską. DUDTs zostały wykonane przez oddziały MAMA-86 w Poltava i Nizhyn z zaangażowaniem lokalnych firm-przedsiębiorstw budowlanych.

Toaleta w Gozhuly składa się z 3 dwukomorowych toalet z separacją moczu i z jednego pomieszczenia z 3 bezwodnymi pisuarami i 2 zbiornikami moczu o pojemności 2 m³ każdy (patrz Rysunek 4.8 oraz 4.9). Obiekt ten został zbudowany przy budynku szkolnym z wejściem bezpośrednio ze szkoły. Korzysta z niego 165 uczniów (w wieku 7–17 lat). Woda wodociągowa stosowana jest do mycia rąk a szare ścieki trafiają do wiejskiego systemu sanitacyjnego.



Rysunek 4.8. Toaleta w Gozhuly składa się z 3 dwukomorowych toalet z separacją moczu i z jednego pomieszczenia z 3 bezwodnymi pisuarami i 2 zbiornikami moczu o pojemności 2 m³ każdy. Z toalet DUDT, zaprojektowanych przez TUHH, korzysta 165 uczniów (w wieku 7–17 lat).

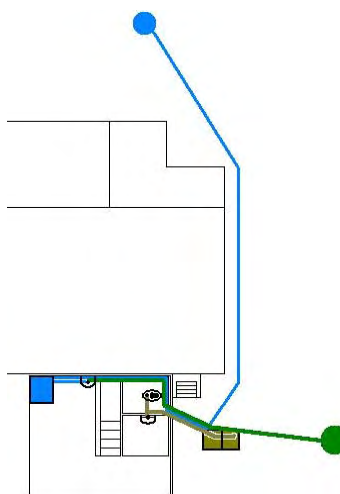
W Bobryk nowa toaleta z pisuarami i z ustępami z separacją moczu została wykonana w budynku szkolnym. Kał jest zbierany w komorze pod podłogą. Mocz gromadzony jest w dwóch plastikowych zbiornikach o pojemności 1 m³ każdy. Urządzenia do mycia rąk zostały zainstalowane blisko toalety razem z prostym układem do oczyszczania szarych ścieków z drenażem i filtracją (patrz Rysunek 4.10 oraz 4.11). Z tej instalacji korzysta 36 uczniów i 16 nauczycieli.

Każda toaleta ma 2 zbiorniki (w Gozhuly są 2 zbiorniki, każdy o pojemności 2 m³ a w Bobryk – 2 zbiorniki po 1m³). Jeden zbiornik jest eksploatowany a drugi jest pusty lub wykorzystywany do przechowania moczu. Czas przetrzymywania moczu wynosi nie mniej niż 6 miesięcy. W tym okresie ginie większość patogenów lub przynajmniej zmniejsza się ich ilość. Aby opróżnić zbiornik z moczem wykorzystywana jest pompa. Na jesieni 2006 r. mocz z toalety w Gozhuly po raz pierwszy został wykorzystany przez miejscowego rolnika jako nawóz azotowy w jego ogrodzie.

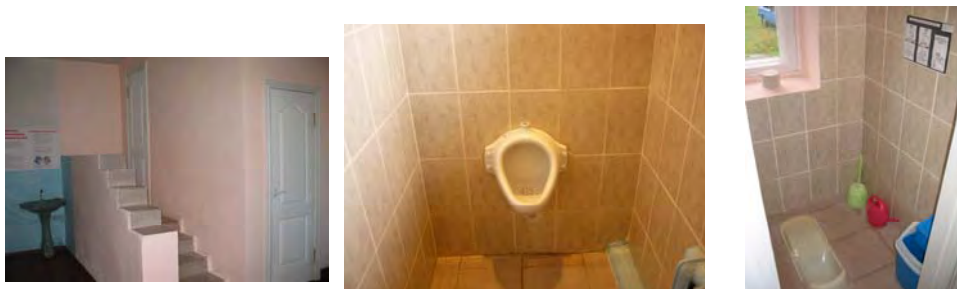
Kał jest zbierany w komorze pod podłogą pomieszczenia toalety. Po defekacji kał pokrywany jest suchymi wiórami, trocinami/suchą ziemią lub ich mieszaniną, aby zminimalizować zawartość wody a tym samym przykre zapachy i muchy. Komory są łatwodostępne dla osoby obsługującej je. Komory kompostowania mają szczelne podłogi wykonane z betonu. Komory stosowane są zamiennie w cyklu 2–2,5 letnim. Objętość magazynowa/kompostowa w każdej komorze wynosi 1 m³. Podłoga ma 1% spadek do odprowadzania odcieków.



Rysunek 4.9. Nowa toaleta szkolna we wsi Gozhuly: na zewnątrz (po lewej), pisuary (środek) oraz wewnątrz (po prawej).



Rysunek 4.10. System zaopatrzenia w wodę i usuwania szarych ścieków w szkole Bobryk. Obiekt jest wykorzystywany przez 36 uczniów i 16 nauczycieli. (instalacja wodociągowa zaznaczona na niebiesko, techniczna woda do mycia rąk – na zielono, odpływ szarych ścieków – kolorem oliwkowym), zaprojektowane przez MAMA86-Nizhyn.



Rysunek 4.11. Nowa szkolna toaleta we wsi Bobryk: na zewnątrz (po lewej), pisuary (środek) oraz wewnątrz (po prawej).

Wyniki i doświadczenia

Po dwóch latach funkcjonowania DUDT w szkole Gozhuly, eksploatowane komory/zbiorniki wypełnione są jedynie do 1/3–1/2 pojemności użytkowej. Aby ułatwić pracę obsługi w Bobryk wykorzystywany jest kontener. Podczas 8 miesięcznej eksploatacji kontener o pojemności 50 l opróżniany był 2 razy, gdy był wypełniony jedynie w 2/3. Zawartość kontenera usuwana była w specjalne miejsce do zewnętrznego kompostowania na 2 lata. Obsługa została dokładnie przeszkolona jak postępować z toaletami „ekosan”. Obsługa kontroluje i czyści toalety codziennie sodą i/lub gorącą wodą. Od czasu do czasu odchody w kompoście mieszane są i pokrywane wiórami drewna (trocinami). Obsługa monitoruje komory kompostowe i zbiornik z moczem. Korzyści dla środowiska wynikające z nowego systemu można podsumować następująco:

- Wytwarzana jest bardzo mała ilość ścieków (niski poziom uwodnienia, brak odoru).
- Zużywana jest mniejsza ilość wody (brak potrzeby spłukiwania).
- Brak zrzutu nieoczyszczonych ścieków. Minimalne zagrożenie zanieczyszczenia wód podziemnych (azot i patogeny).
- Brak toksycznych substancji chemicznych stosowanych do dezynfekcji.
- Recykling substancji odżywczych (mocz i kompost mogą być stosowane jako nawozy).

Tradycyjnie na Ukrainie toalety szkolne i publiczne czyszczone są i dezynfekowane środkami chlorowymi. W sanitacji ekologicznej stosowane są inne metody, np. pisuary czyszczone są gorącą wodą lub roztworem octu. Nowe rodzaj toalety przyczynił się do uproszczenia i zminimalizowania obsługi urządzeń sanitarnych. Wcześniej stare szkolne latryny (z dołem kloacznym) oraz przerwy w funkcjonowaniu kanalizacji ściekowej stwarzały wiele problemów. Mocz był z powodzeniem stosowany jako nawóz w uprawie roślin, lecz nadal małe jest doświadczenie w zakresie stosowania materiału kompostowego.

Zamiast zimnych i brudnych latryn uczniowie szkolni użytkują wygodne, czyste i higieniczne urządzenia sanitarne wewnątrz pomieszczeń. Badania przeprowadzone dla Gozhuly wykazały, że 75% dzieci łatwo przystosowało się do nowego systemu i cieszy się z toalet. Edukacja jest kluczowym czynnikiem i dzieci szkolne uczą swoich rodziców o systemie. Tym samym, nauczanie rozprzestrzenia się na dorosłych, a opisywana metoda przypuszczalnie zostanie rozpowszechniona. Toaleta w Gozhuly kosztuje blisko 10 000 Euro (budowa). Koszty operacyjne są niskie (czyszczenie oraz materiały higieniczne i narzędzia). W Bobryk toaleta kosztuje średnio €900. Koszty materiałów dla pojedynczej suchej toalety wynoszą €350.

Do wprowadzenia na szeroką skalę tej technologii na Ukrainie potrzebne są dalsze badania. Projekt powinien być dostosowany do warunków lokalnych (klimat, rynek, standardy

budowlane i higieny, etc.). Techniczne udoskonalenia oraz instrukcje i szkolenia dla przedsiębiorców są ważne dla wprowadzenia tej technologii na rynek lokalny. Szczególną uwagę należy zwrócić na rozwiązanie problemów z przykrymi zapachami. Innym problemem, którego doświadczano było zamarzanie moczu i wody w przewodach i w zbiornikach magazynujących mocz. Aby rozwiązać te i inne problemy potrzebne są dalsze próby i badania pozwalające na wypracowanie odpowiedniej instrukcji instalacji.

Legalizacja wraz z systemem regulacyjnym musi wspierać stosowanie systemów toalet DUDT. Business plan dotyczący budowy szkolnych toalet DUDT musi być zatwierdzony przez władze odpowiedzialne za oczyszczanie ścieków. W procedurę przyznawania zezwoleń zaangażowanych jest szereg instytucji: lokalna SES (Stacja Sanitarno-Epidemiologiczna), jednostki odpowiedzialne za bezpieczeństwo przeciwpożarowe, za sprawy architektury, budownictwa i edukacji, władze gminne i inne. Na Ukrainie prawnie przyjętymi rozwiązaniami sanitacyjnymi dla szkół są: systemy konwencjonalne scentralizowane (połączone z lokalną siecią kanalizacyjną i oczyszczalnią ścieków) lub zdecentralizowane (osadnik gnilny lub latryna). Rozwój podstaw prawnych w zakresie sanitacji i epidemiologii na rzecz "*sanitacji ekologicznej*" jest potrzebny ze względu na bezpieczeństwo wykorzystywania ekskrementów ludzkich i stosowanie ekologicznych technik sanitacji w obiektach socjalnych/publicznych (szkoły, szpitale, letnie kempingi, miejsca publiczne).

ZRÓWNOWAŻONA SANITACJA I GOSPODARKA ŚCIEKOWA W SZWECJI – PRZEGLĄD SYTUACJI

Peter Ridderstolpe

Rozwijająca się sanitacja i gospodarowanie ściekami w Szwecji

We wczesnym okresie urbanizacji rozwijała się dobrze zorganizowana wiejska tradycja zbierania i wykorzystywania ludzkich ekskrementów w rolnictwie. Przejście z XIX wieku w wiek XX oznaczało zmianę podejścia z preferencji powtórnego wykorzystywania ścieków na rzecz ich usuwania i w wielu miastach budowane były systemy odwadniania do odprowadzania wód burzowych i ścieków do najbliższego odbiornika. Po II Wojnie Światowej oczyszczanie zaczęło być powszechnie stosowane. Podczas krótkiego okresu w latach 1970-1985 budowane były oczyszczalnie ścieków zapewniające pierwszy, drugi i trzeci stopień oczyszczania dla prawie wszystkich ludzi w Szwecji. Taka wielka ekspansja systemu oczyszczania możliwa była dzięki przepisom prawnym, które pozwoliły gminom wymusić na gospodarstwach domowych i na sektorze przemysłu objęcie ich systemem oczyszczania i opłatami za korzystanie z tej usługi, jak również dzięki ogromnym subsydiom rządowym na budowę systemu kanalizacyjnego i oczyszczalni ścieków.

Na początku lat dziewięćdziesiątych gospodarowanie osadami ściekowymi zaczęło stwarzać problemy, jako, że osady te nie były już dłużej przyjmowane do recyklingu w rolnictwie. Przemysł spożywczy odmawiał kupowania produktów rolnych wytworzonych na nawozach z osadów ze względu na ich potencjalne wysokie poziomy metali ciężkich, toksycznych substancji organicznych i patogenów. W tym okresie kwestionowane były również wysokie koszty i wysokie zapotrzebowanie na energię przy doskonaleniu i eksploatacji systemu oczyszczania ścieków. W konsekwencji rozwinęło się zainteresowanie alternatywnymi i bardziej „ekologicznie dostosowanymi” technologiami⁵.

Sytuacja gospodarcza ostatniego dziesięciolecia (niskie stopy procentowe, stosunkowo niskie ceny energii i substancji chemicznych oraz wysokie ceny pracy) sprzyjała tradycyjnym dużym i liniowym systemom. Mimo tego w 2006 r. Szwedzka Agencja Ochrony Środowiska opublikowała nowe wytyczne dla małych systemów gospodarki ściekami. Wytyczne określają wymagania w zakresie ochrony zdrowia, ochrony środowiska i recyklingu związków biogenych, które mają być spełnione przez systemy gospodarki ściekowej. Wdrożenie tych nowych wytycznych powinno spowodować bardziej holistyczne myślenie w planowaniu systemów gospodarki ściekowej. Oczywistym jest, że rosnące koszty energii elektrycznej i ropy sprzyjają bardziej energooszczędnym systemom. Wzrastające koszty przepompowywania ścieków i eksploatacji sieci przewodów kanalizacyjnych spowodowały, że zdecentralizowane myślenie jest obecnie bardziej do przyjęcia. Dziś gminy, zwłaszcza na terenach wiejskich zaczynają być bardziej zainteresowane systemami lokalnymi lub małymi zblokowanymi zbiorczymi systemami lokalnymi i istnieje nowy kierunek zainteresowania systemami naturalnymi. Sektor rolniczy również staje się coraz bardziej zainteresowany wykorzystywaniem frakcji ścieków. Tłumaczyć to może rozwijający się rynek dla produktów bioenergetycznych, jak również wzrastające koszty sztucznych nawozów.

⁵ Etnier C i B Guterstam, 1991

Stawy osadowe

Oczyszczanie ścieków w stawach stosowane było przez kilka setek lat na całym świecie. W Szwecji systemy stawów modne były w pierwszym okresie nowoczesnego oczyszczania ścieków ze względu na niskie koszty, prostotę i wydajność oczyszczania dużych ilości ścieków. Dziś w Szwecji funkcjonuje około 100 stawów osadowych.

Projekt i wymiarowanie

Projektując nowe systemy, całkowita objętość ścieków podlegających procesowi sedymentacji powinna być rozdzielona na kilka wąskich stawów. Przewidzieć należy jedną dodatkową jednostkę, żeby można było wyłączyć z eksploatacji jeden staw podczas odwadniania i usuwania osadu. Zalecane jest planowanie 5-10 dniowego czasu retencji dla sedymentacji. Gruboziarniste cząsteczki muszą być usunięte przed dodaniem koagulantów; wstępne oczyszczanie na kratkach lub sitach jest wystarczające.

Chemiczne koagulanty, w postaci wapna albo soli glinu lub żelaza flokulują i wytrącają cząsteczki i fosfor z wody. Koagulanty zawierające związki glinu lub żelaza są łatwiejsze w stosowaniu niż wapno. Mogą być użyte w postaci płynów i dodane bezpośrednio do ciśnieniowego przewodu wprowadzonego na dno stawów sedymentacyjnych. Wapno usuwa patogeny i podnosi wartość osadu jako nawozu. Problemem jest duży ciężar osadu z wapnem i łatwe zatykanie rur i zbiorników. Należy brać to pod uwagę przy projektowaniu rur, studni i zbiorników zapewniając dobry dostęp dla obsługi.

Doświadczenia i wyniki

Stawy osadowe potwierdzają swoją dużą tolerancyjność w stosunku do zróżnicowanych przepływów i okresowych przerw w dodawaniu chemikaliów. Skuteczność oczyszczania jest wysoka i stabilna okrągły rok. Efektywność usuwania BZT wynosi około 70–80% (wzrost mikrogłonów w lecie wyjaśnia stosunkowo niską wartość). Usuwanie fosforu zależy od ilości dodanych koagulantów, ale zazwyczaj wynosi ok. 80–95%. Usuwanie azotu jest wysokie (50–75% azotu ulatuje w postaci amoniaku po bakteryjnym przekształceniu azotu w postać gazową).

Stosując wapno stopień usuwania patogenów jest bardzo wysoki ze względu na wysokie pH (pH 10.5–12). Produkty uboczne obejmują stripping amoniaku i duże ilości wytworzonego osadu. Z drugiej strony, osad wytworzony z wapna jest cenny jako ulepszczač gleby, zarówno ze względu na wpływ pH jak i zawartość fosforu przyswajalnego przez rośliny. Glin i żelazo są łatwiejsze w postępowaniu, lecz mniej skuteczne przy sanitacji, a otrzymany osad mniej nadaje się do recyklingu.

Więcej informacji:

- Hanaeus, J, 1991, *Wastewater Treatment by Chemical Precipitation in ponds*, Dr Th, Div. Sanitary Engineering, Luleå, Sweden. Streszczenie dostępne na: <http://epubl.luth.se/avslutade/0348-8373/95/index-en.html>
- Johansson, E, et al, *Fällningsdamm och biodamm (Precipitation pond and algae pond)*, Streszczenie w j. ang.: http://vav.griffel.net/filer/VA-Forsk_2005-18.pdf

Nawadnianie lasów

Nawadnianie ściekami jest powszechną praktyką stosowaną na całym świecie. W Europie w połowie XIX wieku powstało wiele poletek ściekowych. W Szwecji wykorzystanie ścieków do nawadniania przeżywało odrodzenie w latach 90-tych i do dziś funkcjonuje szereg systemów nawadniania lasów. Większość z nich znajduje się na południu Szwecji stanowiąc końcowy etap procesu oczyszczania wykorzystywany w okresie letnim.

Najlepiej zbadane i najczęściej stosowane jest nawadnianie wierzb. Drzewa łukowe generalnie bardziej się nadają do tego celu niż drzewa iglaste, lecz badania prowadzone na północy Szwecji, mimo wszystko, potwierdzają, że umiarkowane nawadnianie zwiększa podwójnie lub potrójnie produkcję jodły i sosny, tym samym uzasadniając celowość inwestowania w systemy nawadniania z punktu widzenia ekonomicznego.

Plantacje lasów są łatwiejsze do nawadniania niż tereny trawiaste gdyż rozbudowany system korzeniowy drzew rekompensuje nierównomierne rozprowadzanie wody i substancji odżywczych. Wyzwaniem dla ekologów i inżynierów jest takie projektowanie i eksploatacja tych systemów aby nie naruszać warunków sanitarnych.

Projekt i wymiarowanie

Przy wymiarowaniu obiektu poziom nawadniania powinien być dostosowany do zapotrzebowania roślin, zarówno na wodę jak i na substancje biogenne. Roczny przyrost biomasy wierzby, przy nawadnianiu ściekami osiąga 10–12 ton suchej masy/hektar, tym samym 7–10 kg fosforu oraz 40–70 kg azotu na hektar usuwane jest rocznie z systemu w postaci wycinanej biomasy. Duże obszary powinny być podzielone na mniejsze poletki (każde o powierzchni 1–3 hektarów), gdzie zasady rozprowadzania ścieków ustalane są indywidualnie.

Ramka 4.1: Staw osadowy w Funäsdalen



Funäsdalen jest typowym turystycznym ośrodkiem narciarskim na terenach górzystych północnej Szwecji. Liczba mieszkańców waha się między ok. 1000 do 4000 osób. Ładunek hydrauliczny wynosi ok. 0,4 m³/osobę, przy wartościach ekstremalnych podczas deszczu i topnienia śniegu. Oczyszczalnia zbudowana w 1987 r. jest własnością gminy i wykorzystuje wapno gaszone jako koagulanta. Nierównomierność przepływu buforowana jest w pierwszym stawie (2400 m²), z którego ścieki przepompowywane są do małych stawów osadowych, po których trafiają do ostatniego stawu sedymentacyjnego (2800 m²). Plastikowe przegrody zabezpieczają przed przepływami „na skrót”. Dodatek wapna w ilości 600 g/m³ podnosi pH do ok. 12 utrzymując poziom fosforu na odpływie na poziomie ok. 0,5 mg/l (dopływ 6,4 mg/l). Osady usuwane są z małych stawów co roku. Gminie podoba się ten obiekt gdyż jest tani, łatwy w obsłudze i skuteczny.

Automatyczne zawory magnetyczne sterowane programem komputerowym regulują okresem pompowania na poszczególnych poletkach.

Z powodzeniem stosowane są tu metody zraszania, irygacji kropłowej oraz zalewanie ściekami. Zalewanie jest tolerancyjne w stosunku do zanieczyszczeń ścieków cząstkami stałymi, podczas gdy irygacja kropłowa wymaga bardzo oczyszczonej wody. Natomiast zaletą nawadniania kropłowego jest bardzo dokładne rozprowadzenie ścieków. W Szwecji okres nawadniania obejmuje maksymalnie 7 miesięcy w roku. W czasie gdy nie jest to możliwe (ze względu na niskie temperatury lub obfite opady deszczu) woda musi być magazynowana lub oczyszczana w inny sposób.

Doświadczenia i wyniki

Nawadnianie lasów okazało się metodą tanią oraz skuteczną do oczyszczania i powtórnego wykorzystania ścieków i ich substancji odżywczych. Dostępność terenów, odpowiednia gleba i warunki hydrologiczne, jak również rynek zbytu na uzyskaną biomasę są ważnymi czynnikami branymi pod uwagę przy rozpatrywaniu tej metody. Racjonalnymi metodami oczyszczania w okresie zimowym są, na przykład, stawy strącania chemicznego lub otwarte glebowe złoża filtracyjne. Aby uniknąć zagrożeń sanitarnych wymagane jest ostrożne planowanie, projektowanie i eksploatacja.

Więcej informacji:

- Carlander, A. Stenström T-A., Albiñ, A., Hasselgren, K. (2002) *Hygieniska aspekter vid avloppsbevattning av Salix (Sanitary aspects of wastewater irrigation of Salix)* Streszczenie w j. ang., http://vav.griffel.net/filer/VA-Forsk_2002-1.pdf
- BioPros, <http://www.biopros.info/> Solutions for the safe application of wastewater and sludge for high efficient
- Laqua Treatment: <http://www.laqua.se/>

(Pionowe) systemy filtrów glebowych

Wykorzystanie gleby jako ośrodka (podłoża) do oczyszczania ścieków jest najstarszą i prawdopodobnie najbardziej rozpowszechnioną metodą na świecie. Systemy filtrów glebowych wykorzystują glebę jako reaktora biogeochemicznego, gdzie zawieszona jest przytrzymywana i adsorbowana, materia organiczna jest mineralizowana a fosfor ulega flokulacji i strącaniu

Ramka 4.2: Nawadnianie lasów w Kågeröd



Kågeröd jest małym miastem w południowej Szwecji, liczącym 1500 mieszkańców. Ścieki zbierane są tu i oczyszczane metodą osadu czynnego a następnie chemicznego strącania. W 1994 r., utworzono 13 hektarową plantację wierzby. Trzy lata później rozpoczęto nawadnianie wodą z oczyszczalni ścieków po procesie osadu czynnego. Dokładnie monitorowano wzrost lasu i oddziaływanie na środowisko. Ładunek ścieków wynoszący 6 mm/d zapewniał najwyższe plony (10–13 ton TS/ha rok). Ładunki trzykrotnie większe niż poziom ewapotranspiracji (12 mm/d) oraz 175 kg N/ha nie miały negatywnego wpływu na produkcję biomasy i nie obserwowano zanieczyszczenia wód podziemnych. Gmina jest zadowolona z systemu i uważa, że produkcja drewna, zmniejszone koszty substancji chemicznych i gospodarki osadami wyrównują nakłady ponoszone na nawadnianie.

chemicznemu do frakcji mineralnej. W Szwecji filtry glebowe o podpowierzchniowym przepływie pionowym stosowane były przez ostatnie 30 lat jako standardowa metoda oczyszczania ścieków w indywidualnych gospodarstwach. Obecnie funkcjonuje około 400 000 takich systemów. W lokalnych systemach zbiorczych powszechne są otwarte piaskowe złoża filtracyjne.

Projekt i wymiarowanie

Filtr glebowy musi być tak zaprojektowany i zwymiarowany, aby przekształcać całą materię organiczną obecną w wodzie (BZT) w dwutlenek węgla i wodę. Tak więc żaden osad nie jest kumulowany w glebie. Niezbędne jest wstępne oczyszczanie i zazwyczaj cząstki stałe usuwane są w procesie sedimentacji i flotacji w osadniku gnilnym. W większych systemach do wstępnego oczyszczania wykorzystywane są stawy. Najważniejsze dla skutecznego oczyszczania jest umożliwienie wodzie przesączenia się przez glebę w strefie aeracji. Woda powinna przepływać pionowo przez mikropory, podczas gdy w większych porach zatrzymywane jest powietrze zapewniające tlen dla heterotroficznych (biorących udział w kompostowaniu) mikroorganizmów. Mogą być wykorzystywane naturalne gleby jeżeli ich właściwości pozwalają na to, oraz gdy zachowana jest bezpieczna odległość do wód podziemnych lub podłoża skalnego. Jeżeli warunki naturalne nie są odpowiednie wybierany jest filtr piaskowy. Cząsteczki w ośrodku glebowym powinny być okrągłe o średnicy około 1 mm. Media muszą być trwałe. Przykładowo, cząsteczki nie powinny ulegać wietrzeniu. Drobne frakcje (cząsteczki poniżej 0.1 mm) nie powinny nigdy przekraczać 10%.

Większość filtrów glebowych w Szwecji to systemy grawitacyjne. W większych systemach do rozprowadzania ścieków stosowane są pompy. Filtry piaskowe konstruowane są z warstwą drenażową na dnie. Duże złoża powinny być dzielone na małe poletka, do których indywidualnie doprowadzane są ścieki. W nowej koncepcji norweskiej wykorzystywane są dysze do dystrybucji ścieków, które umożliwiają bardzo równomierne ich rozprowadzanie nawet na gruboziarnistych wypełnieniach. Wykorzystanie techniki rozpylania oraz złóż gruboziarnistych pozwala na przyjmowanie około 10 razy wyższych ładunków ścieków w porównaniu z tym co jest możliwe w konwencjonalnych systemach infiltracji lub filtrów piaskowych, patrz Tabela 4.3.

Ramka 4.3: Otwarty filtr piaskowy w Lagga



Lagga jest małą wsią w południowo-wschodniej Szwecji. Wszystkie domy (jest ich 50) podłączone są do scentralizowanego kanalizacyjnego systemu wodnego, zmodernizowanego w 1998 r. Zamiast tradycyjnej zablokowanej oczyszczalni ścieków wybrany został otwarty filtr piaskowy, jako że naturalny system został uznany za bardziej niezawodny i równie skuteczny. Po wstępnym oczyszczaniu w osadniku gnilnym ścieki przepompowywane są na złożę i rozprowadzane pionowymi rurami. System funkcjonuje bez problemów technicznych i przy niskich kosztach eksploatacji. Obsługa kontroluje oczyszczalnię raz w tygodniu. Nie stosowane są żadne substancje chemiczne, zużycie energii elektrycznej jest niskie, a produkcja osadów - minimalna. Po oczyszczeniu wartości zawiesiny, BZT i bakterii są poniżej wymagań. Końcowym etapem oczyszczania, w wyniku którego woda infiltrowuje i odparowuje, jest system stawów.

Tabela 4.3. Filtry glebowe wymiarowane są na podstawie ładunku BZT i ilości ścieków. Następujące dane mogą być stosowane do wymiarowania pionowych systemów filtrów. (Ładunki hydrauliczne powinny być obliczone ze średniego przepływu dobowego w maksymalnym tygodniu. Podane liczby odpowiadają typowym podczyszczonym ściekom po osadniku gnilnym o wartościach BZT wynoszącym ok. 200-350 mg/l).

Infiltracja w naturalnej glebie:	30-40 mm/d
Kryte piaskowe złoża filtracyjne (z przepływem grawitacyjnym)	50-60 mm/d
Kryte piaskowe złoża filtracyjne (z wykorzystaniem pomp)	60-80mm/d
Otwarte piaskowe złoża filtracyjne	80-120 mm/d
Norweskie dysze rozpylające	250-500 mm/d

Doświadczenia i wyniki

Pionowe filtry glebowe charakteryzują się wysoką i stabilną wydajnością oczyszczania. Usuwanie bakterii i wirusów jest skuteczniejsze i bardziej niezawodne niż w oczyszczalniach ścieków. Pionowe filtry glebowe zapewniają ograniczony recykling substancji biogenych jeżeli stosowane są niezależnie, lecz w powiązaniu np. z systemami toalet z separacją moczu, lub z bezpośrednim strącaniem fosforu czy też z letnim nawadnianiem ściekami, stanowią doskonały wariant zrównoważonej sanitacji.

Generalnie skuteczność oczyszczania pod względem usuwania zawiesiny i BZT wynosi 90–99%, dla redukcji fosforu 30–60% (przy zastosowaniu piasku krzemowego ze złóż aluwialnych, gdyż zawartość glinu i żelaza w glebie ma ogromny wpływ na stopień usuwania P), oraz 30% w przypadku redukcji azotu ogólnego (70% nityfikacja). Stopień usuwania patogenów przekracza 99%.

Więcej informacji

- US EPA, 2006 (1980) *Onsite Wastewater Treatment Systems Manual*, <http://www.epa.gov/ord/NRMRL/Pubs/625R00008/625R00008.htm>
- Ridderstolpe, P (2004) *Introduction to Greywater Treatment*, Ecosanres, http://www.ecosanres.org/pdf_files/ESR_Publications_2004/ESR4web.pdf

Separacja moczu

Sanitacja w oparciu o latryny z separacją moczu lub bez separacji ma długą tradycję. Dziś systemy separacji u źródła odradzają się, nie tylko z powodu ich dostępności finansowej i prostoty rozwiązania, lecz również ze względu na ich potencjał zapewnienia wysokiego poziomu bezpieczeństwa zdrowotnego ludności, ochrony środowiska i recyklingu. W Szwecji na początku lat 90-tych prowadzone były intensywne prace badawczo-rozwojowe w dziedzinie systemów separacji moczu. Dziś separacja moczu jest stosowana zarówno w kombinacji z suchym gromadzeniem fekaliów, jak i w systemach wodnych. Rynek oferuje szereg toalet (również tych z porcelany). Osiągnięto już wysoki poziom wiedzy na temat projektowania, eksploatacji i bezpiecznej gospodarki fekaliami i moczem w rolnictwie. Eksploatowanych jest około 135 000 systemów separacji moczu, są to w większości systemy suche (bezwodne).

Projekt i wymiarowanie

Pojemności magazynowe zazwyczaj wymiarowane są na rok w przypadku moczu i 3-4 miesięcy dla fekaliów. Standardowa osoba wydała dziennie około 1000 g moczu i 150 g kału. Niezbędne jest, aby mocz był szczelnie zabezpieczony przed powietrzem na całym odcinku od zbiórki do rozprowadzenia na pole. Materia kałowa zbierana jest w szczelnej komorze, pozwalając na wysysanie powietrza z pomieszczenia toalety przewodem wentylacyjnym ponad dach. Ścieki pozostałe powstające w systemach suchych toalet separujących prawie całkowicie pozbawione są fekaliów. Tym samym stwarzają minimalne zagrożenie dla środowiska i zdrowia ludzkiego. Mimo wszystko muszą być oczyszczone przed zawróceniem do przyrody. System rozdzielania moczu znacznie zredukował ilości ścieków co obniżyło koszty ich oczyszczania.

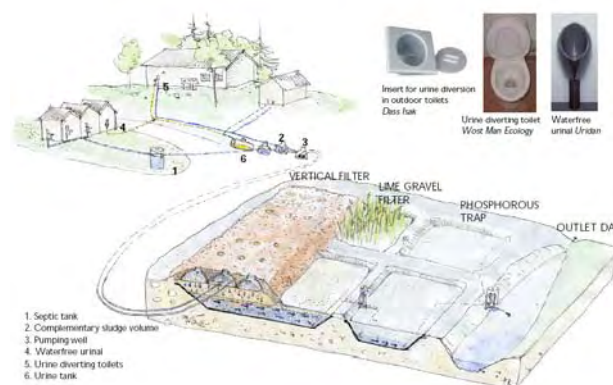
Doświadczenia i wyniki

Systemy suchych toalet z separacją moczu wykazały, że są rozwiązaniem wygodnym, higienicznym i przyjaznym dla środowiska z wysoką zawartością substancji biogennych i możliwościami recyklingu. W porównaniu z innymi systemami o podobnym działaniu, systemy suchych toalet separacyjnych są najbardziej skuteczne. Separacja moczu może być również stosowana w systemach wodnych (tj. z użyciem wody) ze znaczną korzyścią dla środowiska i zachowania zasobów naturalnych, jak również niekiedy zmniejszając koszty.

Więcej informacji

- Kvarnström, E et al. (2006) *Urine Diversion: One Step Towards Sustainable Sanitation*.
- http://www.ecosanres.org/pdf_files/Urine_Diversion_2006-1.pdf

Ramka 4.4: Rozdzielanie moczu w zajeździe w Ångersjön



System sanitacji z bezwodnymi pisuarami i toaletami podwójnego spłukiwania powstał w 2003 r. dla istniejącego zajazdu przydrożnego z publiczną toaletą, restauracją i sklepem przy autostradzie E4. Wiele tysięcy ludzi dziennie może korzystać z obiektu w okresie letnim, natomiast niewiele w zimie. Mocz jest zbierany w zbiorniku a następnie wykorzystywany jako nawóz przez okolicznych rolników. Ścieki są wstępnie oczyszczane w osadniku gnilnym i przetwarzane na sztuczny filtr glebowy gdzie ścieki są rozpylane dyszami. Fosfor jest następnie absorbowany na filtrach poziomych z wypełnieniem reaktywnym bogatym w wapń. Dokładny monitoring wykazuje, że separacja moczu przyczynia się do 40% usuwania P i N. Ogólna efektywność oczyszczania wynosi 97% dla usuwania BZT oraz 90% i 65% odpowiednio dla P i N. Redukcja bakterii wynosi 99.99%. Działanie jest stabilne niezależnie od temperatury i ogromnych różnic w przepływie. Obsługa jest prosta z niskimi kosztami eksploatacji. Osad i mocz usuwane są próżniowym wozem asenizacyjnym 2-3 razy w roku.

EKOLOGICZNA SANITACJA W NIEMCZECH – SYSTEMY SEPARACJI U ŹRÓDŁA

Ralf Otterpohl i Marika Palmér Rivera

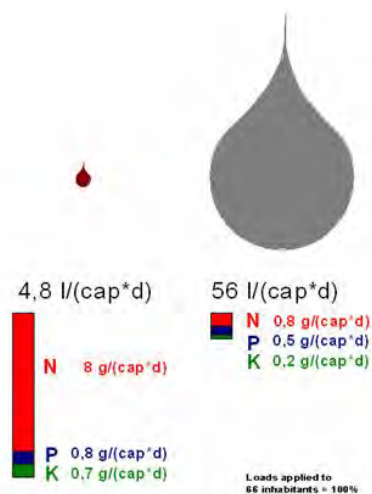
Wprowadzenie

W Niemczech ponad 95% populacji podłączonych jest do centralnych sieci kanalizacyjnych. W związku z tym rozwój rozwiązań zrównoważonej sanitacji koncentrował się na terenach zurbanizowanych. Wcześniej w Niemczech systemy sanitacji z separacją u źródła obejmowały tradycyjne suche toalety. Występujące problemy z toaletami o dużych komorach kompostowych (bez separacji moczu), zainstalowanych w wielopiętrowych domach, w tym, m.in. przenoszenie hałasu przewodami oraz problemy z powtórным wykorzystywaniem odcieków z toalet kompostowych, spowodowały, że systemy te stały się niepopularne. Uniwersytet Technologii w Hamburgu (TUHH) oraz Berger Biotechnik, Hamburg, obecnie przekształcają niektóre z nich w suche toalety z separacją moczu z zastosowaniem kompostowania dżdżownicowego (wymaga kontrolowanego nawilżania). Zapotrzebowanie na teren jest o wiele mniejsze i mocz jest dużo łatwiej wykorzystać niż zanieczyszczone odcieki z toalet kompostowych starego typu.

Rozwój bardziej zaawansowanych technologii w systemach sanitacji z separacją u źródła rozpoczął się na początku lat 90-tych. Celem było stworzenie systemów z cyrkulacją biogenów, z wytwarzaniem energii oraz powodujących mniejsze zanieczyszczenie. Opracowano systemy z separacją tzw. czarnych ścieków ze względu na łatwość adaptacji do warunków miejskich. Dziś systemy separacji u źródła spotykają się z dużym zainteresowaniem wśród społeczności naukowej, lecz jeszcze nie są szeroko znane przez ogół społeczeństwa.

Systemy separacji czarnych ścieków – oddzielne postępowanie z odpadami z toalet i szarymi ściekami

Punktem wyjścia dla systemów separacji czarnych ścieków jest podstawowa różnica w stężeniach między czarnymi a szarymi ściekami. Ścieki czarne zbierane w małym rozcieńczeniu, mają wysoką zawartość patogenów, jak również substancji biogenych, lecz wytwarzana objętość jest bardzo mała. Ścieki szare mają niską zawartość zarówno patogenów jak i biogenów, lecz powstają w dużych ilościach (patrz Rysunek 4.12). Unikając mieszania tych dwóch frakcji można osiągnąć bardziej efektywne oczyszczanie i recykling substancji odżywczych. W Niemczech prowadzone są prace nad szeregiem różnych rodzajów systemów dla czarnych ścieków. Poniżej przedstawiono koncepcję próżniową z produkcją biogazu oraz koncepcję zawracania do obiegu czarnych/brunatnych ścieków w tzw. pętli.



Rysunek 4.12. Ilość i zawartość biogenów w czarnych i szarych ściekach z systemu próżniowego z produkcją biogazu w terenie mieszkalnym, Flintenbreite, Niemcy

Koncepcja systemu próżniowego (podciśnieniowego) z produkcją biogazu została opracowana przez niemiecką firmę Otterwasser i po raz pierwszy opublikowana przez Ralfa Otterpohla w 1993 r. Ścieki czarne zbierane są w systemie próżniowym i kierowane do komory fermentacyjnej, gdzie wytwarzany jest biogaz i płynny nawóz. Ścieki szare traktowane są oddzielnie. Aby system był ekonomiczny musi obejmować minimalną liczbę osób wynoszącą około kilkaset ludzi. System funkcjonuje efektywniej tam gdzie ludzie żyją w bliskiej odległości od siebie w wielokondygnacyjnych domach. Po pierwszych doświadczeniach instalacji w Flintenbreite (opis w Ramce 4.5), technologia obecnie jest już znana a podobne systemy w rozszerzonym zakresie są opracowywane np. w Holandii, Hamburgu i Szanghaju, Chiny. Dotychczasowe doświadczenia są dobre a akceptacja użytkowników wysoka. Berlińskie Centrum Kompetencji ds. Wody (Berlin Centre for Competence Water in Berlin - BWB / VEOLIA Water), przeprowadziło na szeroką skalę badania wdrożeniowe próżniowego systemu separacji moczu w biurowcu i w kilku blokach mieszkalnych. W ramach tego samego projektu prowadzono prace nad dalszym rozwojem koncepcji Lambertsmuehle (patrz niżej). KfW, ogromny niemiecki bank rozwoju zainstalował system toalet próżniowych w dużym budynku biurowym.

Wykorzystanie ścieków z toalet w obiegu zamkniętym (tzw. pętli) jako wód do spłukiwania toalet (tzw. koncepcja obiegu ścieków czarnych lub tzw. koncepcja pętli – „loo-loop concept”) została stworzona i opatentowana przez Ulricha Brauna, Hamburg. System ten pozwala na uniezależnienie toalet wodnych od dostaw świeżej wody wytwarzając oczyszczony płyn o przepływie i stężeniu podobnym do moczu.

W przypadku budowy nowych instalacji lub radykalnych modernizacji istniejących system ten może być znacznie tańszy niż konwencjonalne zmniejszając zapotrzebowanie na świeżą wodę do 10 litrów dziennie na osobę. Pierwszą na świecie instalację obiegu ścieków czarnych, o wydajności nominalnej dla około 20 osób, wykonano w 2005 r. w Hamburgu na Uniwersytecie Technologii. Pierwsza komercyjna instalacja zostanie wykonana w Ahlen, Niemcy (opis w Ramce 4.6 poniżej). Planowane są projekty obiegu ścieków czarnych na terenach suchych na Bliskim Wschodzie.

Inną wersją tzw. pętli, której wykonania jeszcze nie rozpoczęto, jest obieg ścieków brunatnych (tzw. pętla ścieków brunatnych), gdzie do systemu dodano separację moczu. Wadą tego systemu jest konieczność instalowania dodatkowej sieci przewodów. Natomiast jedną z jego zalet jest możliwość zastosowania mniejszej komory fermentacyjnej do ścieków brunatnych (fekalia, papier toaletowy i woda ze splukiwania) w porównaniu z oczyszczaniem ścieków czarnych.

Możliwości stosowania w państwach CEE opisanych tu systemów obiegu czarnych ścieków zależą od uwarunkowań lokalnych. Są to systemy o zaawansowanej technologii, które są ekonomicznie uzasadnione, wszędzie tam gdzie jest wystarczająco dużo pieniędzy i możliwości technicznych. Na terenach wiejskich dla małych osiedli ludzkich preferowane są systemy suchych toalet.

Separacja moczu ze splukiwaniem toalet

Koncepcja separacji moczu została na nowo odkryta w Szwecji około roku 1990 i rozwój systemów separacji moczu w Niemczech opiera się właśnie na doświadczeniach szwedzkich. W 1996 r. niemiecka firma Otterwasser do koncepcji separacji moczu włączyła oczyszczanie ścieków brunatnych w dwukomorowej jednostce separacji (system 'Rottebehälter'a). Koncepcja ta została zastosowana w opisanym niżej młynie Lamberts-mühle.

Podobnym systemem do tego, który funkcjonuje w Lamberts-muehle, również zaprojektowanym przez Otterwasser, jest instalacja dla 100 mieszkań i szkoły w Linz, Austria, dla dużego obiektu użytkowego LINZ AG, dla celów demonstracyjnych i badawczych. Huber Technology, duża firma realizująca obiekty oczyszczania ścieków na rynek międzynarodowy, zainstalowała podobny system w swoim nowym budynku biurowym dla 200 pracowników. Firma GTZ (German Technical Co-operation) również wyposażyla swój nowy budynek biurowy w toalety z separacją moczu. Zastosowany w Lamberts-mühle system separacji moczu charakteryzuje się niskimi kosztami i prostą eksploatacją, co powoduje, że jest opłacalny dla mniejszych wsi i pojedynczych domów w państwach CEE. Jest idealnym rozwiązaniem kompromisowym w przypadku braku akceptacji przez ludzi suchych systemów a jednocześnie posiada ich wiele zalet. Wadą jest filtrat z komór wstępnego kompostowania, który musi być dodatkowo oczyszczany.

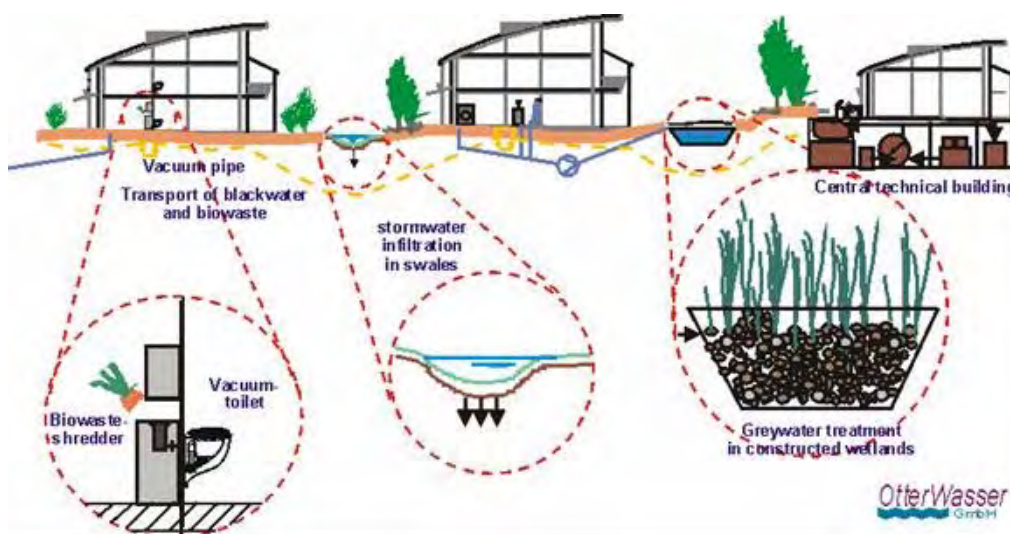
Ramka 4.5: Koncepcja próżniowa z produkcją biogazu w praktyce - przypadek Flintenbreite

Tereny mieszkalne Flintenbreite w Lubece powstały w 2000 r. docelowo dla 250 osób. Planiści przewidzieli system ekologiczny a alternatywą były toalety kompostowe, dla których należało się spodziewać braku akceptacji ze strony właścicieli domów.

W związku z tym dla ścieków czarnych, jako projekt pilotażowy, opracowano system próżniowy z produkcją biogazu. System ten został zaprojektowany przez firmę Otterwasser dla lokalnej firmy budowlanej, która zajmowała się rozwojem tego terenu we współpracy z radą miasta Lubeki. Prywatna firma odpowiedzialna jest za funkcjonowanie wszystkich systemów technicznych, w tym za wytwarzanie i dystrybucję energii cieplnej i elektrycznej.

We Flintenbreite, zainstalowano system próżniowy z toaletami próżniowymi wymagającymi jedynie minimalnej ilości wody do spłukiwania (0,7 litra/spłukiwanie) oraz z próżniowymi przewodami kanalizacyjnymi (o średnicy 40 do 50 mm) do zbierania ścieków czarnych. W systemie dla ścieków czarnych potrzebne są stacja pomp i pneumatyczne urządzenia kontrolne zaworów, aby umożliwić podnoszenie ścieków do wysokości 4,5 metra.

Następnie zebrane ścieki czarne są mieszane ze zmielonymi organicznymi odpadkami domowymi, poddawane sanitacji i oczyszczane w komorze fermentacyjnej w budynku. Po przetrzymywaniu w warunkach beztlenowych przefermentowane osady wykorzystywane są z rolnictwie. Wytworzony biogaz wykorzystywany jest w budynku do produkcji energii elektrycznej i ciepła w skojarzeniu w układzie z gazem ziemnym. Ścieki szare trafiają na oczyszczalnię hydrofitowe (patrz Rysunek 4.13).



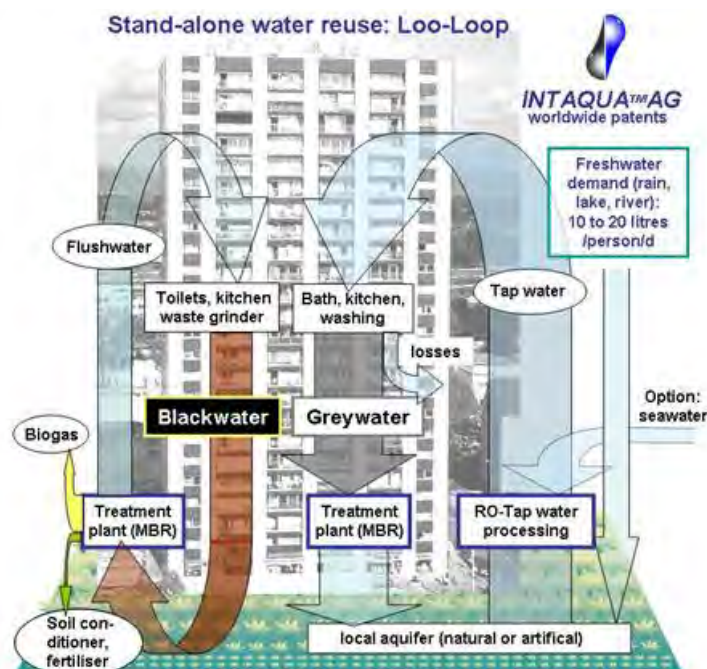
Rysunek 4.13. Różne przepływy i system oczyszczania ścieków w Flintenbreite, Lubeka

Ze względu na pilotowy charakter projektu szczegóły techniczne zostały dopracowane od czasu gdy system został wykonany. Użytkownicy są obecnie dosyć zadowoleni z systemu oprócz jednej rodziny, w przypadku której pojawiło się szereg poważnych problemów. Doświadczenia eksploatacyjne wykazały, że system jest technicznie złożony i wymaga regularnej konserwacji. Osady z kamienia pojawiają się w przewodach próżniowych i raz na około 5 lat powinien być stosowany kwas (w zależności od twardości wody). Istotne jest również wyjaśnienie funkcjonowania systemu użytkownikom, aby uniknąć zatrzymywania przewodów próżniowych. Technologia próżniowa została udoskonalona i dostarczona przez Roediger Vakuum und Haustechnik, Hanau, Niemcy.

Ramka 4.6: Koncepcja obiegu ścieków czarnych, tzw. „pętla” w praktyce – przypadek Zeche Westfalen

Pierwsza komercyjna instalacja systemu obiegu ścieków czarnych powstaje w wielkim wielofunkcyjnym budynku (Zeche Westfalen) w Ahlen, Niemcy. Ochrona zasobów wodnych, biogenów i energii była jednym z powodów wyboru systemu sanitacji, którego dokonano we współpracy z planistami miasta. System został zaprojektowany dla 200 użytkowników dziennie.

W systemie tym ścieki z toalet nie są marnowane lecz oczyszczane do dalszego wykorzystania jako woda do spłukiwania ustępów. Produkowany jest też dokładnie oczyszczony płynny nawóz o koncentracji moczu. System oczyszczania składa się z membranowego bioreaktora (MBR) oraz ozonowania, w tym nityfikacji, zapewniając wysoką jakość wody (patrz Rysunek 4.14). Materia fekalna jest wspólnie oczyszczana z odpadami biologicznymi w beztlenowej komorze fermentacyjnej. Ścieki szare oczyszczane są oddzielnie w bioreaktorze membranowym przed infiltracją do lokalnej warstwy wodonośnej.



Rysunek 4.14. Schemat systemu obiegu (tzw. „pętli”) ścieków czarnych

Obieg ścieków czarnych jest opłacalny w nowych obiektach, gdzie brak jest instalacji kanalizacyjnej. Mogą być stosowane toalety konwencjonalne. System ten już funkcjonuje, ale jest za wcześnie na jakiegokolwiek wnioski. Planując eksploatację i finansowanie systemu należy wziąć pod uwagę, że system ten nie jest prosty technicznie. Może okazać się bardzo ekonomicznie efektywnym rozwiązaniem w nowych obiektach dla powyżej 250 osób oraz hoteli takiej wielkości. Szpitale mogłyby wdrożyć obieg ścieków czarnych do sanitacji ścieków z toalet i do oczyszczania pozostałości po środkach farmaceutycznych. Powinno się unikać odprowadzania ścieków do kanalizacji publicznej ze względów higienicznych. Na terenach o wystarczającym zaopatrzeniu w wodę zastosowanie znajdzie jedynie oczyszczanie i wykorzystanie ścieków szarych / infiltracja a nie recykling wody wodociągowej.

Ramka 4.7: Koncepcja separacji moczu i oczyszczania ścieków brunatnych w praktyce – przypadek Lambertsühle

W 2000 r. został przebudowany na muzeum starożytny młyn wodny Lambertsühle. Jednocześnie zrekonstruowano system gospodarowania ściekami. Wcześniej wszystkie ścieki były zbierane z zbiornika magazynowym. Obecnie wraz z nowym systemem separacji u źródła muzeum oprócz idei „od ziarna do chleba” propaguje koncepcję „od chleba do ziarna”.

Nowy system ściekowy opiera się na toaletach z separacją moczu, gdzie fekalia i papier toaletowy są splukiwane małą ilością wody. Zainstalowano również bezwodne pisuary, aby zminimalizować zużycie wody i rozcieńczanie moczu. Mocz jest zbierany do zbiornika magazynowego przed wykorzystaniem go w rolnictwie (Rysunek 4.15). Ścieki brunatne są filtrowane i wstępnie kompostowane w dwukomorowej jednostce separującej. Po wstępnym kompostowaniu zagęszczona materia ze ścieków brunatnych jest mieszana z organicznymi odpadkami kuchennymi i skoszoną trawą, a następnie kompostowana w kompostowniku ogrodowym. Filtrat z jednostki separującej jest oczyszczany wspólnie ze ściekami szarymi na trzcinowym złożu filtracyjnym.



Rysunek 4.15. Zbiornik na mocz oraz oczyszczanie ścieków szarych i odcieków z jednostki separacyjnej w Lambertsühle

W latach 2001-2003, w ramach programu badawczego, przeprowadzono ocenę systemu ściekowego w Lambertsühle. Wyniki są generalnie bardzo pozytywne i wskazują na szereg korzyści z systemów separacji u źródła. Mocz może spełniać rolę bardzo dobrego nawozu. Po magazynowaniu w warunkach kwaśnych patogeny ulegają zniszczeniu i mocz staje się pod względem higienicznym nieszkodliwy. Usuwanie części stałych w jednostce separacyjnej jest bardzo skuteczne, lecz efekt kompostowania niezauważalny. Z doświadczeń również wynika, że nie każda toaleta separacyjna może być zalecana, szczególnie dla dzieci. Konieczne są dalsze badania nad trwałymi zanieczyszczeniami organicznymi obecnymi w moczu. Planuje się udoskonalenie procesu kompostowania przez dodanie dżdżownic w okresie letnim gdy komory podgrzewane są do temperatury powyżej 20 °C wykorzystując bardzo prosty system słoneczny (czarna rura z pompą słoneczną).

Więcej informacji

www.otterwasser.de

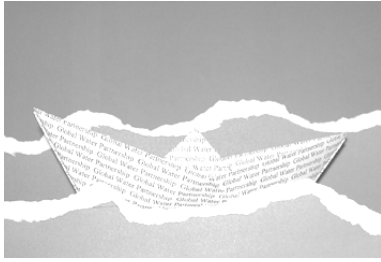
www.tuhh.de/aww

www.lambertsmuehle-burscheid.de

www.ecosan.org

www.intaqua.com

www.gtz.de/ecosan



Rozdział 5

Prawo UE w zakresie zrównoważonej sanitacji

Jonas Christensen

WSTĘP

Prawo ochrony środowiska UE opiera się na globalnej zasadzie zrównoważonego rozwoju. Zasada ta jest podkreślana w Traktacie Rzymskim, i uwzględniona w szóstym programie działań na rzecz ochrony środowiska, a następnie w strategii zrównoważonego rozwoju UE. Zrównoważony rozwój obejmuje klasyczne pytania dotyczące środowiska, takie jak zagadnienia zanieczyszczenia i ochrony zdrowia, jak też gospodarowania zasobami naturalnymi. Ochrona zdrowia, ochrona przed degradacją środowiska oraz recykling są również trzema podstawowymi funkcjami systemów sanitacji (patrz rozdział 3).

O ile łatwo jest znaleźć wtórne (pochodne) źródła prawa UE mające na celu redukcję zanieczyszczeń, których efektem może być np. eutrofizacja czy zagrożenie zdrowia, to prawo dotyczące wykorzystywania zasobów naturalnych, osadów ściekowych i innych frakcji ścieków, jest bardziej kontrowersyjne i trudne do interpretacji. Prawo wspólnotowe nie powstrzymuje państw członkowskich od wdrażania prawodawstwa krajowego, które zezwalałoby lub obowiązywałoby do stosowania systemów oddzielających mocz i/lub fekalia. Z drugiej strony, prawo EU może stwarzać trudności w znalezieniu zastosowania dla tych frakcji. Nadal sprawą dyskusyjną pozostaje fakt czy oddzielony u źródła mocz lub kał mieszczą się w pojęciu “osadu ściekowego”.

Niniejszy rozdział przedstawia w zarysie prawo ochrony środowiska UE oraz prawo UE dotyczące zrównoważonej sanitacji. Z konieczności, opis został uproszczony i w niektórych przypadkach uogólniony.

ŹRÓDŁA PRAWA UE

Wspólnota Europejska opiera się na własnym systemie prawnym. Od chwili gdy państwa członkowskie podpisały swoje traktaty akcesyjne, lub (na samym początku) Traktat Rzymski, przeniosły część mocy prawnych z krajowego parlamentu do instytucji UE. Państwa członkowskie również zgłaszają do prawa UE, na przykład aby właściwie wdrażać dyrektywy. Zostało to wyrażone w artykule 10 Traktatu: *“Państwa członkowskie podejmują wszelkie właściwe kroki ogólne i szczególne w celu zapewnienia wykonania zobowiązań wynikających z*

niniejszego Traktatu lub z działań instytucji Wspólnoty. Ułatwiają one Wspólnocie wypełnianie jej zadań” .

Możliwe jest tworzenie następujących czterech głównych źródeł prawa wspólnotowego:

- 1) Akty prawne państw członkowskich (tzw. prawo pierwotne).
- 2) Akty prawne Wspólnoty (tzw. prawo pochodne lub wtórne).
- 3) Ogólne zasady prawa wspólnotowego.
- 4) Konwencje międzynarodowe między Wspólnotą a stronami trzecimi.

Pierwone źródła prawa obejmują Traktat Rzymski i inne traktaty konstytucyjne, a prawo pochodne (wtórne) składa się z rozporządzeń, dyrektyw, decyzji, zaleceń i opinii. Ogólne zasady prawa wspólnotowego są zasadami przyjętymi przez Trybunał Sprawiedliwości. Najważniejszymi aktami prawa wtórnego są:

a) *Rozporządzenia:*

- najsilniejsza forma prawna,
- brak możliwości zmiany rozporządzenia przez państwa członkowskie poprzez wdrożenie krajowych przepisów,
- stosowane wprost w stosunku do państw członkowskich i ich mieszkańców,
- stanowią element krajowego prawa bez uruchamiania procedury wdrażania przez państwa członkowskie.

b) *Dyrektywy:*

- zawierają ogólne sformułowanie celów Wspólnoty do przyjęcia przez państwa członkowskie,
- muszą być wdrożone do prawa krajowego w wyniku krajowych działań legislacyjnych państw członkowskich.

c) *Decyzje:*

- raczej działalność na szczeblu krajowym niż prawodawstwo,
- ważne i wiążące jedynie dla adresata, stąd brak generalnego wdrażania lub stosowania.

Prawo wspólnotowe ma pierwszeństwo (jest nadrzędne) nad prawem krajowym opracowanym zarówno przed jak i po uregulowaniach Wspólnoty. Z powodu bezpośrednich skutków prawnych rozporządzeń wspólnotowych oraz niektórych dyrektyw, do prawa mogą często bezpośrednio odnosić się sądy krajowe państw członkowskich. Zgodnie z zasadą nadrzędności prawa określone przez prawodawstwo wspólnotowe muszą być egzekwowane nawet gdy jest to w sprzeczności z krajowym prawodawstwem. Mimo iż państwa członkowskie zaakceptowały ten priorytet, ze względu na szczególne wymagania konstytucyjne tych państw sprawa tego priorytetu od czasu do czasu jest przedmiotem debat.

ZRÓWNOWAŻONY ROZWÓJ W PRAWODAWSTWIE UE

Z perspektywy globalnej, powstawanie prawa ekologicznego można podzielić na trzy “generacje”. Prawo ochrony środowiska pierwszej generacji kładło nacisk jedynie na ochronę zdrowia. Podstawowym celem było zapobieganie rozprzestrzenianiu się chorób. Podczas tworzenia prawa drugiej generacji kierunkiem nadrzędnym była ochrona środowiska. Trzecia i (jak dotychczas) ostatnia generacja prawa ekologicznego ma również na celu zachowanie

zasobów naturalnych i powtórne wykorzystanie surowców. Te trzy „generacje” odzwierciedlają również trzy podstawowe funkcje systemów sanitacyjnych¹.

Dzisiaj prawo ochrony środowiska UE opiera się na przyjętym na forum międzynarodowym globalnym celu Zrównoważonego Rozwoju², celu, który zawiera wszystkie trzy wspomniane wyżej generacje. Nacisk na Zrównoważony Rozwój już wcześniej został położony w artykułach 2 i 174 Traktatu Rzymskiego, a zasada integracji (artykuł 6) implikuje, że problemy środowiskowe (oparte na zasadzie zrównoważonego rozwoju, są brane pod uwagę przy wszelkich rodzajach decyzji.

Artykuł 174 zapewnia ramy prawne odpowiadając na pytania jak i kiedy Wspólnota wprowadza wspólne prawo ekologiczne, i jest również narzędziem do interpretacji istniejącego prawa wspólnotowego (rozporządzeń i dyrektyw UE oraz krajowego prawa wdrażającego prawo UE). Pierwsza część artykułu 174 zawiera cele wspólnotowej polityki ekologicznej. Tę część powinno się czytać łącznie z artykułem 2. W drugiej części artykułu 174 określono podstawowe zasady ochrony środowiska dla Komisji Europejskiej.

Zasady wymienione w drugiej części artykułu 174 to:

- *Zasada wysokiego poziomu ochrony* jest jedną z najważniejszych przedmiotowych zasad europejskiej polityki ekologicznej. Określa ona, że polityka KE w zakresie

Ramka 5.1: Traktat Rzymski

Artykuł 2

Zadaniem Wspólnoty jest, przez ustanowienie wspólnego rynku, unii gospodarczej i walutowej oraz urzeczywistnianie wspólnych polityk lub działań określonych w artykułach 3 i 4, popieranie w całej Wspólnocie harmonijnego, *zrównoważonego i stałego rozwoju* działalności gospodarczej, wysokiego poziomu zatrudnienia i ochrony socjalnej, równości mężczyzn i kobiet, stałego i nieinflacyjnego wzrostu, wysokiego stopnia konkurencyjności i konwergencji dokonań gospodarczych, wysokiego poziomu i poprawy jakości środowiska naturalnego, podwyższania poziomu i jakości życia, spójności gospodarczej i społecznej oraz solidarności między państwami członkowskimi.

Artykuł 6

Przy ustalaniu i realizacji polityk i działań Wspólnoty, o których mowa w artykule 3, w szczególności w celu wspierania stałego rozwoju, muszą być brane pod uwagę wymogi ochrony środowiska naturalnego.

Artykuł 174

1. Polityka Wspólnoty w dziedzinie środowiska naturalnego przyczynia się do osiągnięcia następujących celów:
 - zachowania, ochrony i poprawy jakości środowiska, ochrony zdrowia ludzkiego,
 - ostrożnego i racjonalnego wykorzystywania zasobów naturalnych,
 - promowania na płaszczyźnie międzynarodowej środków, zmierzających do rozwiązywania regionalnych lub światowych problemów środowiska naturalnego.
2. Polityka Wspólnoty w dziedzinie środowiska naturalnego stawia sobie za cel wysoki poziom ochrony, z uwzględnieniem różnorodności sytuacji w różnych regionach Wspólnoty. Opiera się na zasadzie ostrożności oraz na zasadach działania zapobiegawczego, naprawiania szkody w pierwszym rzędzie u źródła i na zasadzie „zanieczyszczający płaci”. W tym kontekście środki harmonizujące odpowiadające wymogom w dziedzinie ochrony środowiska obejmują, w odpowiednich przypadkach, klauzulę zabezpieczającą, która pozwala państwom członkowskim na podejmowanie, z pozagospodarczych względów związanych ze środowiskiem naturalnym, środków tymczasowych, podlegających wspólnotowej procedurze kontrolnej.
3. Przy opracowywaniu polityki w dziedzinie środowiska naturalnego Wspólnota uwzględni:
 - dostępne dane naukowo-techniczne,
 - stan środowiska w różnych regionach Wspólnoty,

¹ Trzy podstawowe funkcje systemów sanitacji wyjaśniono i przedyskutowano w rozdziale 3.

² Pojęcie Zrównoważonego Rozwoju zostało wprowadzone w *Our Common Future (Naszej wspólnej przyszłości)*, 1987 (w tzw. raporcie Brundland). Patrz również rozdział 3 gdzie zdefiniowano zrównoważony rozwój.

środowiska zmierza do zapewnienia wysokiego stopnia ochrony, biorąc pod uwagę różnorodność sytuacji w różnych regionach Wspólnoty Europejskiej.

- *Zasada ostrożności* oznacza, że w przypadku silnego podejrzenia, że dana działalność może być szkodliwa dla środowiska lepiej jest działać z wyprzedzeniem zanim będzie za późno niż czekać na naukowe potwierdzenie jej nieszkodliwości.
- *Zasada działania zapobiegawczego* pozwala na podejmowanie działań w celu ochrony środowiska lub zdrowia ludzkiego we wczesnym etapie niż zwlekać.
- *Zasada „zanieczyszczający płaci”* oznacza, że za środki remediacji płacą ci, którzy spowodowali zanieczyszczenie.
- *Zasada naprawiania szkody w pierwszym rzędzie u źródła* oznacza, że szkodom w środowisku nie powinno się zapobiegać stosując tzw. metodę „końca rury”, jeżeli pozwalają na to warunki,
- *Klauzula zabezpieczająca* zapewnia, że dyrektywa lub rozporządzenie może zawierać klauzulę zabezpieczającą, która pozwala państwom członkowskim na podejmowanie działań na rzecz ochrony środowiska w przypadkach nagłych.

Od 1973 r. UE (WE) opracowała sześć programów działań na rzecz ochrony środowiska, które zawierają priorytetowe plany na nadchodzące lata. Szósty Program Działań Ochrony Środowiska³ (na okres 2001–2010) przedstawia ekologiczny component Strategii Zrównoważonego Rozwoju Wspólnoty, umieszczając plany ekologiczne UE w szerokiej perspektywie, biorąc pod uwagę warunki gospodarcze i społeczne. Program działań jest dokumentem wiążącym. W programie przytaczana jest Europejska Agencja Środowiska, stwierdzając, że *oczyszczanie ścieków i wód* pozwoliło na poprawę stanu wielu naszych jezior i rzek.

Program ochrony środowiska skupia się, poza dwoma innymi sprawami, na zagadnieniach priorytetowych: (iii) *środowisko i zdrowie*; oraz (iv) *zapewnienie zrównoważonego gospodarowania zasobami naturalnymi i odpadami*. Oba dotyczą zrównoważonej sanitacji. Podejście Wspólnoty do polityki gospodarowania odpadami opiera się na przewodniej zasadzie hierarchizacji postępowania z odpadami, dając pierwszeństwo zapobieganiu wytwarzania odpadów, następnie odzyskowi odpadów (które obejmuje powtórne wykorzystanie, recykling oraz odzysk energii, z preferencją w kierunku odzysku materiałów), a na końcu usuwaniu odpadów (które obejmuje spalanie bez odzysku energii oraz składowanie na wysypisku). Innym celem jest osiągnięcie sytuacji, w której odpady stale wytwarzane nie będą odpadami niebezpiecznymi lub co najmniej będą stanowić jedynie bardzo niewielkie zagrożenie dla środowiska i naszego zdrowia.

W znowelizowanej strategii UE na rzecz zrównoważonego rozwoju⁴, zachowanie i gospodarowanie zasobami naturalnymi jest jednym z siedmiu kluczowych wyzwań, przy ogólnym celu poprawy gospodarowania i unikaniu nadmiernej eksploatacji zasobów naturalnych. Skuteczność zachowania zasobów powinna ulec poprawie, aby zmniejszyć ogólne wykorzystywanie nieodnawialnych zasobów naturalnych i związanych z tym oddziaływań na środowisko wynikających ze stosowania surowców naturalnych, a tym samym zapewnić wykorzystanie odnawialnych zasobów naturalnych w stopniu nieprzekraczającym ich zdolność odtwarzania.

³ 'Our Future Our Choice' ("*Nasza przyszłość, nasz wybór*") dokument przyjęty przez Parlament Europejski i Komisję Europejską

⁴ Rada Unii Europejskiej, 26 czerwca 2006 r., 10917/06

ZRÓWNOWAŻONA SANITACJA W PRAWODAWSTWIE UE

W prawodawstwie UE istnieje szereg aktów prawnych, których przedmiotem zainteresowania są zagadnienia związane z sanitacją. Te wymienione poniżej stanowią tylko część z nich. Dotykają one spraw związanych z analizą możliwości państw członkowskich wprowadzania lub utrzymywania rozwiązań zrównoważonej sanitacji, tj. prawa, które wpływa na potrzebę redukcji zanieczyszczeń i zmniejszenia ryzyka sanitarnego oraz/lub promuje lub stanowi przeszkodę w powtórny wykorzystaniu zasobów naturalnych (tu osady ściekowe, mocz, fekalia, itd.)⁵:

- Dyrektywa 2000/60/WE Parlamentu Europejskiego i Rady ustanawiająca ramy wspólnotowego działania w dziedzinie polityki wodnej (Ramowa Dyrektywa Wodna).
- Dyrektywa 91/271/EWG dotycząca oczyszczania ścieków komunalnych (dyrektywa dotycząca ścieków komunalnych).
- Dyrektywa 86/278/EWG w sprawie ochrony środowiska, a w szczególności gleb, przy stosowaniu osadów ściekowych w rolnictwie (dyrektywa dotycząca osadów ściekowych w rolnictwie).
- Dyrektywa 91/676/EWG dotycząca ochrony wód przed zanieczyszczeniami powodowanymi przez azotany pochodzenia rolniczego (dyrektywa azotanowa).
- Dyrektywa 1999/31/WE z dnia 26 kwietnia 1999 w sprawie składowania odpadów (dyrektywa dotycząca składowisk).
- Rozporządzenie (WE) Nr 1980/2000 Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 17 lipca 2000 r. w sprawie zrewidowanego programu przyznawania wspólnotowego oznakowania ekologicznego (rozporządzenie dotyczące oznakowania ekologicznego).
- Decyzja Komisji z dnia 28 sierpnia 2001 r. ustalająca ekologiczne kryteria przyznawania wspólnotowego oznakowania ekologicznego środkom ulepszenia gleby i podłożom uprawowym.

Ramowa Dyrektywa Wodna

Ramowa Dyrektywa Wodna stanowi zintegrowaną wspólnotową politykę wodną i jej celem jest zachowanie i poprawa stanu środowiska wodnego we Wspólnocie. Niezbędne jest zapobieganie dalszemu jego pogorszeniu. Dyrektywa definiuje zanieczyszczenia jako dowolne substancje zdolne do spowodowania zanieczyszczenia, przykładowo substancje, które przyczyniają się do eutrofizacji (w szczególności, azotany i fosforany), oraz substancje, które wywierają niekorzystny wpływ na bilans tlenowy (i mogą być mierzone wykorzystując takie wskaźniki jak BZT, ChZT, itd.).

Cel ten głównie dotyczy *jakości* wód. Kontrola ilościowa jest pomocniczym elementem w zabezpieczaniu dobrej jakości wód i w związku z tym pomiary ilości, służące zapewnieniu dobrej jakości również powinny być ustanowione. W odniesieniu do *zapobiegania* i kontroli zanieczyszczeń, wspólnotowa polityka wodna powinna opierać się na *podejściu kompleksowym*, wykorzystując kontrolę zanieczyszczeń u źródła poprzez ustanowienie wartości dopuszczalnych emisji oraz standardów jakości środowiska. W przypadku *ilości* wód, powinny być przyjęte ogólne zasady kontroli ujęć w celu zapewnienia zrównoważonego rozwoju środowiska dotkniętych systemów wodnych.

⁵ Dyrektywa 96/61/WE z dnia 24 września 1996 r. dotycząca zintegrowanego zapobiegania i kontroli zanieczyszczeń (dyrektywa IPPC) koncentruje się jedynie na dużych zakładach i nie ma znaczenia w niniejszej pracy.

Każde państwo członkowskie musi opracować program działań dla każdego Obszaru Dorzecza w celu osiągnięcia celów dyrektywy. Standardy Jakości Środowiska zostaną określone dla każdego dorzecza ograniczając jego dalsze zanieczyszczenie. Ramowa Dyrektywa Wodna jest dyrektywą określającą minimalne wymagania, natomiast państwa członkowskie mają swobodę w ich utrzymaniu lub wprowadzeniu ostrzejszych przepisów krajowych.

W związku z tym, że dyrektywa częściowo bazuje na standardach jakości środowiska, wdrażanie jej w państwach członkowskich będzie miało skutki prawne w odniesieniu do wszystkich rodzajów źródeł zanieczyszczeń, niezależnie od tego czy są one duże czy małe, na przykład małe systemy kanalizacyjne. Państwa członkowskie również mają prawo wprowadzać ostrzejsze przepisy. Każdy program działań przewiduje wprowadzenie „podstawowych” środków prawnych, takie jak zakaz bezpośrednich zrzutów zanieczyszczeń do wód podziemnych. Nie ma wyjątków dla zanieczyszczeń występujących w małej skali. Państwa członkowskie powinny być wdrożyć tę dyrektywę najpóźniej do 22 grudnia 2003 r.

Dyrektywa dotycząca oczyszczania ścieków komunalnych

Dyrektywa 91/271/EWG dotycząca oczyszczania ścieków komunalnych weszła w życie w 1991 r. Celem jej jest *ochrona środowiska przed szkodliwymi skutkami oczyszczanych ścieków aby chronić wody powierzchniowe i podziemne przez osiągnięcie ich „dobrego stanu”*. W tym celu wszystkie państwa członkowskie muszą zapewnić odpowiednie oczyszczanie ścieków.

Jednak dyrektywa dotyczy jedynie aglomeracji powyżej 2000 RLM. Wyjątkiem jest artykuł 7, który ma zastosowanie do małych aglomeracji w przypadku gdy mają one system kanalizacyjny. Dyrektywa stanowi, że *systemy oczyszczania u źródła lub inne alternatywne rozwiązania* mogą być stosowane zamiast systemów kanalizacyjnych, jeżeli stworzenie systemu kanalizacyjnego jest nieracjonalne, czy to z powodu wysokich kosztów czy też ze względu na brak korzyści ekologicznych⁶. To prawdopodobnie dotyczy większości małych jednostek osadniczych poniżej 2000 RLM.

Dyrektywa proponuje, że *oczyszczone ścieki*⁷, oraz *osady* pochodzące z oczyszczania ścieków⁸ *muszą być powtórnie wykorzystane* tam gdzie to możliwe, w taki sposób aby zminimalizować szkodliwość dla środowiska. Tym samym dyrektywa ta ogólnie przyczynia się do stworzenia zrównoważonej sanitacji w państwach UE. Dyrektywa nie dotyczy wrażliwych rzek i jezior w przypadku małych jednostek osadniczych. Zagadnienia te podlegają Ramowej Dyrektywie Wodnej i w określonym zakresie regulowane są przez poszczególne państwa członkowskie. Dyrektywa podkreśla znaczenie powtórnego wykorzystania osadów ściekowych i ścieków, co jest zgodne z hierarchizacją działań w zakresie gospodarki odpadami.

Dyrektywa dotycząca ścieków komunalnych określa minimalne wymagania jakościowe i nie stanowi przeszkody dla wprowadzania przez państwa członkowskie bardziej ostrych przepisów dla dużych zakładów, czy też w ogóle przepisów dla małych zakładów lub dla oczyszczanie ścieków u źródła. Nacisk UE na zrównoważony rozwój, w tym również w gospodarstwach domowych wykorzystujących zasoby naturalne z odzysku przy prowadzeniu domu może otworzyć drogę do krajowego prawa w zakresie powtórnego wykorzystywania substancji odżywczych ze ścieków.

⁶ Artykuł 3 ustęp 1

⁷ Artykuł 12 ustęp 1

⁸ Artykuł 14 ustęp 1

Dyrektywa dotycząca składowisk

Dyrektywa dotycząca składowisk jest oparta na zasadzie hierarchizacji działań w zakresie gospodarowania odpadami. Zgodnie z tą zasadą należy zachęcać do zapobiegania, recyklingu i odzysku odpadów, tak jak i do stosowania odzyskanych materiałów i energii, aby chronić zasoby naturalne oraz zapobiegać marnotrawstwu terenów. Państwa członkowskie ustanowią krajowe strategie wdrażania krok po kroku redukcji ilości odpadów ulegających biodegradacji⁹ kierowanych na składowiska.

Nie później niż do roku 2016, ilość komunalnych odpadów ulegających biodegradacji kierowanych na składowiska musi zostać zredukowana do 35% całkowitej ilości (wagowo) odpadów komunalnych ulegających biodegradacji i wytworzonych w 1995 r.¹⁰. W preambule podkreśla się, że państwa członkowskie powinny podejmować niezbędne działania aby zredukować składowanie odpadów biologicznie rozkładalnych przez zachęcanie do oddzielnej zbiórki tych odpadów, sortowania, odzysku i recyklingu. Tym samym, osady ściekowe nie powinny być raczej składowane.

Dyrektywa dotycząca osadów ściekowych w rolnictwie

Celem tej dyrektywy jest regulacja wykorzystania osadów ściekowych w rolnictwie w taki sposób aby zapobiec szkodliwym skutkom dla gleb, roślinności, zwierząt i człowieka, a jednocześnie zachęcenie do ich właściwego stosowania. Podstawowym elementem jest zakaz stosowania osadów gdy stężenie określonych metali ciężkich przekracza wartości dopuszczalne określone w dyrektywie. Stanowi to minimalne wymaganie a państwa członkowskie mogą wdrożyć ostrzejsze przepisy prawne w tym zakresie. Dyrektywa znajduje zastosowanie również w odniesieniu do osadów z małych oczyszczalni ścieków. Nie ma pewności co do tego czy pojęcie osadu obejmuje też czyste frakcje ludzkiego moczu lub fekaliiów (co jest strategicznym zagadnieniem dla systemów separacji u źródła).

Państwa członkowskie muszą zakazać stosowania osadów lub dostarczania osadów do wykorzystania: (a) na terenach trawiastych lub przeznaczonych pod uprawy pasz, jeżeli tereny trawiaste mają być koszone lub uprawy pasz mają być zebrane przed upływem określonego czasu (ustalonego przez państwa członkowskie), (b) na glebach, na których uprawiane są owoce i warzywa, za wyjątkiem drzew owocowych, (c) na terenach przeznaczonych pod uprawy owoców i warzyw, które zazwyczaj są w bezpośrednim kontakcie z glebą i zwykle spożywane na surowo, przez okres 10 miesięcy poprzedzających zbiory oraz w czasie samych zbiorów. Dyrektywa wymaga również, żeby osady były wykorzystywane w taki sposób, aby uwzględnić wymagania roślin dotyczące ich zapotrzebowania na substancje biogenne, jak również i to, żeby nie pogarszać jakości gleb, wód powierzchniowych i podziemnych.

Z jednej strony dyrektywa zachęca do wykorzystania osadów, a z drugiej strony jest napisana w taki sposób, że w praktyce stanowi znaczną przeszkodę. Państwa członkowskie są, na przykład, zobligowane do wprowadzenia zakazu stosowania osadów pod niektóre uprawy.

⁹ „Odpady ulegające biodegradacji” oznaczają dowolne odpady zdolne do beztlenowego lub tlenowego rozkładu, takie jak żywność i odpady ogrodowe, oraz papier i tektura.

¹⁰ Lub najbliższy rok przed 1995 r., dla którego dane znormalizowane Eurostatu są dostępne.

Dyrektywa azotanowa

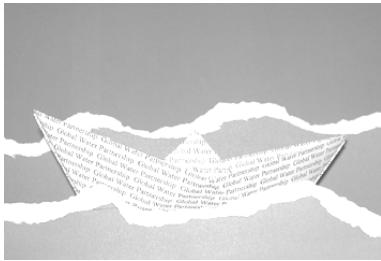
Jedną z głównych przyczyn zanieczyszczenia przez azotany pochodzące ze źródeł rolniczych jest stosowanie nawozów zawierających azotany na terenach uprawnych. Dyrektywa również dotyczy osadów ściekowych stosowanych jako nawóz. Wewnątrz tzw. „stref wrażliwych” (ustanowionych i wskazanych przez państwa członkowskie) państwa członkowskie muszą opracować programy działań obejmujące obowiązkowe środki, a poza tymi strefami niektóre ogólne zobowiązania mają zastosowanie i państwa członkowskie muszą ustanowić kodeks dobrej praktyki rolniczej. Celem tej dyrektywy jest ochrona wód powierzchniowych i podziemnych przed zanieczyszczeniem azotanami, lecz jednocześnie może być przeszkodą dla powtórnego wykorzystania osadów ściekowych na terenach uprawnych..

Rozporządzenie dotyczące oznakowania ekologicznego

Wspólnotowe oznakowanie ekologiczne może być przyznane produktom dostępnym we Wspólnocie, które spełniają konieczne wymagania ochrony środowiska oraz kryteria dla otrzymania znaku¹¹. Komisja Europejska zdecydowała, że aby zakwalifikować się do oznakowania ekologicznego, ulepszacz gleby lub podłoże wzrostowe nie może zawierać osadów ściekowych¹². Rozporządzenie w sprawie oznakowania ekologicznego ma zastosowanie tylko do tych, którzy zechcą włączyć się do systemu UE oznakowania ekologicznego (aby sprzedawać produkty z takim znakiem) oraz ze względu na jej status jako rozporządzenia państwa członkowskie nie są zobowiązane do ustanawiania nowych zasad. Rozporządzenie w sprawie oznakowania ekologicznego i decyzja Komisji jest poważną przeszkodą dla prawnej możliwości powtórnego wykorzystywania osadów ściekowych na terenach rolniczych z oznakowaniem ekologicznym. Natomiast, czy ludzki moczu i kał mogą być sklasyfikowane lub nie jako osad jest sprawą dyskusyjną. Jeżeli rozpatruje się je jako odrębne kategorie, to przynajmniej powyższe akty prawne nie będą stanowiły przeszkody w wykorzystaniu tych frakcji do uprawy roślin ze znakiem ekologicznym.

¹¹ Określone w artykule 1.

¹² Załącznik, Kryteria ekologiczne, a oraz b.



Rozdział 6

Wnioski i zalecenia

Niniejsza publikacja ma za zadanie naświetlić tematykę, służyć jako przewodnik oraz stanowić inspirację dla twórców polityki, administratorów, dla osób w praktyce zajmujących się omawianą tematyką oraz dla wszystkich innych bezpośrednio zainteresowanych odpowiedzią na pytanie: jak zrównoważona sanitacja może być stosowana w małych osiedlach ludzkich? Książka to jest wynikiem wspólnego wysiłku partnerów Global Water Partnership in Central and Eastern Europe - GWP CEE (Globalnego Partnerstwa dla Wód w Europie Środkowej i Wschodniej), reprezentującego jedenaście państw. Dostarczając wstępnej odpowiedzi na wyżej postawione pytanie, próbuje sprostać potrzebie poszukiwania nowych rozwiązań wyposażenia małych osiedli ludzkich w odpowiednie systemy sanitacji. *„W opracowaniu tym podkreśla się, że sanitacja jest fundamentem ludzkiego zdrowia, godności i rozwoju. Zwraca się również uwagę na istotne wyzwanie – jak radykalnie zwiększyć dostęp do podstawowej sanitacji w sposób, który odzwierciedla zasady ekonomicznej efektywności, gospodarności (economic efficiency), społecznej sprawiedliwości (social equity) oraz zrównowazenia i trwałości środowiska (environmental sustainability) – czyli „3E”. W oparciu o te zasady wypracowano bowiem podejście Zintegrowanego Gospodarowania Zasobami Wodnymi.”* (z Przedmowy Roberto Lentona). Ta inicjatywa GWP CEE dotycząca rozwoju sanitacji przez zainteresowane strony z różnych sektorów stanowi punkt wyjścia w kierunku gospodarowania wspólnymi europejskimi zasobami wodnymi w sposób zintegrowany i zrównoważony.

Wnioski stanowią podsumowanie pięciu rozdziałów niniejszej książki.

Rozdział 1

- Dostęp do bezpiecznej, wygodnej i osiągalnej finansowo sanitacji jest podstawową potrzebą ludzką. Jednocześnie postępowanie z ludzkimi ekskrementami i ściekami stanowi poważne zagrożenie dla ludzkiego zdrowia, dla środowiska, jak również powoduje degradację naszej wspólnej bazy zasobów naturalnych, w oparciu o którą zbudowana jest nasza ludzka społeczność. Jest to odpowiedzialność i wyzwanie dla naszych społeczności, aby zapewnić ludziom funkcjonalną sanitację i stworzyć systemy postępowania z odchodami i zanieczyszczoną wodą w sposób bezpieczny i zrównoważony.

Rozdział 2

- Państwa Europy Środkowej i Wschodniej doświadczyły wyjątkowych zmian politycznych, gospodarczych i społecznych, które sięgają wstecz do epoki wpływów Związku Radzieckiego w regionie. Dzisiejszy ogólny poziom zaopatrzenia w wodę jest dosyć

wysoki, a jednocześnie stopień oczyszczania ścieków komunalnych w większości państw jest niski.

- Funkcjonalne systemy kanalizacyjne i systemy oczyszczania znajdują się głównie w dużych aglomeracjach i miastach. Mimo tego, inwestycje w zakresie modernizacji systemów w kierunku przekształcania ich w konwencjonalne metody sanitacji są konieczne, lecz wymagają ogromnych nakładów, które nie znajdują pokrycia w dostępnych środkach ekonomicznych.
- Dyrektywa UE dotycząca ścieków komunalnych zakłada powstanie do 2015 r. systemów kanalizacji i oczyszczania ścieków dla aglomeracji powyżej 2000 równoważnej liczby mieszkańców (RLM). Dla tych i większych jednostek osadniczych fundusze i granty na budowę sieci kanalizacyjnych i oczyszczalni są dostępne z UE. Dla mieszkańców małych i średnich osiedli ludzkich subsydia na inwestycje są poza zasięgiem, chyba że utworzy się „sztuczne” aglomeracje poprzez ich łączenie, aby spełniły podstawowe kryterium uzyskania subsydiów wydatkowanych nieefektywnie, lecz pochodzących z podatków mieszkańców UE.
- Około 25 milionów ludzi w państwach CEE (20% populacji) mieszka w małych i średnich osiedlach ludzkich (poniżej 2000 RLM). Generalnie, osiedla te posiadają nieefektywne lub w ogóle nie posiadają systemów oczyszczania ścieków oraz małe możliwości wdrożenia i utrzymania jakiegokolwiek nowoczesnego systemu. Tanie i proste systemy, takie jak bezwodne systemy oparte o separację moczu, przydomowe lub lokalne grupowe systemy oczyszczania oparte na naturalnych filtrach glebowych, nawadnianie lub inne koncepcje naturalnego oczyszczania są realistycznymi rozwiązaniami, zgodnymi z nowoczesnymi celami Ramowej Dyrektywy Wodnej UE oraz Zrównoważonego Rozwoju.

Rozdział 3

- Trzema podstawowymi funkcjami sanitacji i oczyszczania ścieków są ochrona zdrowia publicznego, recykling substancji odżywczych (biogenów) oraz ochrona przed degradacją środowiska. Aby system był zrównoważony te podstawowe cele muszą znajdować się w równowadze z technicznymi, społeczno-kulturowymi (wśród nich cele prywatne) i gospodarczymi uwarunkowaniami.
- Przejrzyste zdefiniowanie granic systemu jest niezbędne, gdyż to w ramach tego systemu mają być osiągnięte cele. Ważne jest, aby być świadomym wszystkich elementów systemu i pamiętać, że wynik w postaci „odpływu” z systemu (np. oczyszczone ścieki i produkty końcowe, takie jak fekalia, mocz lub osady) zależy od wsadu. „Podejście systemowe” w zakresie sanitacji oznacza więc, że zawsze powinny być uwzględniane działania zapobiegawcze (kontrola źródeł), np. separacja odpadów z toalet i tzw. szarych ścieków lub redukcja fosforu w detergentach domowego użytku.
- Dokonując wyboru systemu sanitacji, należy skupić się na funkcji systemu, tj. na działaniach w zakresie funkcji podstawowych, jak również na stronie praktycznej. Technologia jest środkiem osiągnięcia tych celów a nie celem samym w sobie. Ważne jest aby użytkownik i możliwości instytucjonalne (software) były kompatybilne z systemem technicznym (hardware).
- Technologia stosowana w odmiennych sytuacjach będzie różna, gdyż wyboru dokonuje się w oparciu o warunki lokalne, podstawowe cele i praktyczne możliwości. Zarówno

technologie konwencjonalne, jak i nowe “ekologiczne” technologie mogą spełniać swoje zadanie i powinny być brane pod uwagę i oceniane w sytuacji planowania.

- Tzw. otwarta metoda planowania (Open Wastewater Planning) jest użyteczną metodą planowania dla projektów dotyczących sanitacji. Jest to prosta i elastyczna metoda, która bardziej koncentruje się na osiągnięciu pożądanej skuteczności działania systemu sanitacji niż na określonej technologii i może być stosowana w kompleksowym planowaniu lub w planowaniu lokalnych systemów sanitacji.

Rozdział 4

- Koncepcja oczyszczalni hydrofitowych (tj. filtrowania wstępnie oczyszczonych ścieków przez nawodniony filtr glebowy obsadzony trzcina lub innymi halofitycznymi roślinami) okazała się odpowiednia dla biologicznego oczyszczania w małych jednostkach osadniczych w wielu krajach. Przykład ze Słowenii potwierdza, że metoda jest prosta, stosunkowo tania i bardzo łatwa w eksploatacji.
- Ścieki mogą być wykorzystywane do nawadniania lasów łąkowych. Ten stary i naturalny sposób postępowania ze ściekami przynosi podwójne korzyści, tj. oczyszcza i odparowuje zanieczyszczoną wodę oraz zwiększa produkcję cennych upraw. Przykłady z Węgier pokazują możliwości rozwoju metody nawadniania lasów w celu bezpiecznego i skutecznego wykorzystania ścieków w wielu krajach CEE.
- System separacji moczu jest prostą i taną metodą poprawy sanitacji dla wielu ludzi. Dzięki rozdzieleniu i wykorzystaniu ludzkiego moczu do produkcji upraw zamiast mieszania go z dużymi ilościami wody, substancje odżywcze (biogenne) mogą być wykorzystane powtórnie bez ponoszenia kosztów na usuwanie azotu i fosforu podczas oczyszczania ścieków. Przykłady z Ukrainy pokazują, że suche toalety z separacją moczu są odpowiednie na terenach wiejskich. Z doświadczeń wykonanych dla szkół instalacji wynika, że poprawiły one radykalnie warunki sanitarne i spowodowały rozwój lokalnego rynku producentów i konstruktorów.
- W Szwecji ponad 90% mieszkańców podłączonych jest do scentralizowanego systemu kanalizacyjnego z biologicznym i chemicznym oczyszczaniem ścieków. Ludzie mieszkający na wsi mają zapewnione lokalne oczyszczanie ścieków, głównie przez infiltrację i systemy filtrów piaskowych. Taki rozwój był możliwy dzięki skutecznym przepisom prawnym i wysokim subsydiom rządu w latach 1970-80.
- Mimo iż większość ścieków poddawana jest oczyszczaniu w oczyszczalniach o zaawansowanej technologii, obecnie obserwuje się bardzo duże zainteresowanie badaniami i rozwojem tanich, naturalnych systemów oczyszczania. Procesy zachodzące w wielu starych stawach osadowych zostały skutecznie ulepszone przez dodanie wapna lub glinu jako koagulantów. Jako podstawowe rozwiązanie dla domów jednorodzinnych zastosowano filtry glebowe o przepływie pionowym. Doświadczenia ponad 30-40 lat funkcjonowania ponad 100 000 obiektów dowodzą, że przepływ ścieków przez strefę aeracji ośrodka glebowego zapewnia skuteczną i niezawodną metodę oczyszczania. Mimo zimnego i wilgotnego klimatu, w Szwecji nawadnianie lasów okazało się odpowiednim rozwiązaniem dla małych osiedli ludzkich. Obecnie równie konkurencyjne stają się metody separacji moczu i kompaktowych filtrów glebowych.
- Scentralizowane systemy oczyszczania ścieków są dobrze rozwinięte w Niemczech. Jednak głównie ze względu na rosnące koszty utrzymania i eksploatacji oraz brak recyklingu

substancji biogennych, powstały nowe technologie. Skoncentrowano się na systemach z separacją tzw. czarnych ścieków, gdyż są one łatwe do adaptacji w warunkach miejskich. Odpady z ustępów (ścieki czarne) mają wysoką zawartość patogenów i substancji biogennych, lecz ich objętość jest bardzo mała. Tzw. szare ścieki (z mycia, prania, etc.) mają niską zawartość zarówno patogenów jak i biogenów, lecz są wytwarzane w dużych ilościach. Gdy nie miesza się tych dwóch frakcji, oczyszczanie i recykling biogenów może być bardziej skuteczne. Doświadczenia pokazują, że próżniowe (podciśnieniowe) systemy dla ścieków czarnych są dobrze przyjmowane przez użytkowników, lecz wysoki poziom technologii uzależnia ich stosowanie od ostrożnej instalacji i eksploatacji. Pod względem ekonomicznym systemy dla ścieków czarnych są porównywalne z systemami konwencjonalnymi.

Rozdział 5

- Problem ochrony środowiska zajmuje wysoką pozycję w porządku dziennym UE a prawo ekologiczne UE opiera się na globalnej zasadzie zrównoważonego rozwoju. Zasada ta jest podkreślana z Traktacie Rzymskim, i uwzględniona w szóstym programie działań w zakresie ochrony środowiska, a kolejno w unijnej strategii zrównoważonego rozwoju. Zrównoważony rozwój obejmuje klasyczne pytania z dziedziny ochrony środowiska, takie jak zanieczyszczenie, zagadnienia ochrony zdrowia, i sprawy gospodarowania zasobami naturalnymi.
- Wspólnotowa polityka ekologiczna oparta jest na Zasadzie wysokiego poziomu ochrony, na Zasadzie ostrożności, na Zasadzie działania zapobiegawczego, na Zasadzie „zanieczyszczający płaci”, na Zasadzie naprawiania szkody w pierwszym rzędzie u źródła, i ostatecznie na Klauzuli zabezpieczającej. Te wszystkie elementy muszą być brane pod uwagę przy wdrażaniu nowych, lub modernizacji istniejących systemów sanitacji.
- O ile łatwo jest znaleźć wtórne źródła prawa UE mające na celu redukcję zanieczyszczeń, których efektem może być np. eutrofizacja czy zagrożenie zdrowia, to prawo dotyczące wykorzystywania zasobów naturalnych, osadów ściekowych i innych frakcji ścieków, jest bardziej kontrowersyjne i trudne do interpretacji.
- Zanieczyszczeniem wód (powierzchniowych i podziemnych) głównie zajmuje się *Ramowa Dyrektywa Wodna (RDW UE)*. Dyrektywa ta prezentuje różne podejścia, z jednej strony wymaga wdrażania standardów jakości środowiska a z drugiej wprowadzania technicznych standardów i norm emisyjnych, np. dla oczyszczonych ścieków. Z chwilą wdrożenia przez wszystkie państwa członkowskie, *RDW UE* będzie miała bezpośredni wpływ na duże jak też na średnie i małe źródła zanieczyszczeń.
- *RDW UE* jest dyrektywą „anty-zanieczyszczeniową”. Podkreślane jest z jednej strony znaczenie powtórnego wykorzystywania osadów ściekowych i ścieków, lecz z drugiej strony brak jednoznacznych prawnych wskazówek jak to powinno być zrobione lub promowane. Nie ma natomiast żadnych prawnych przeszkód aby państwa członkowskie, jeśli uznają to za konieczne, wdrożyły krajowe prawodawstwo w zakresie powtórnego wykorzystania zasobów naturalnych. Dodatkowo, stosowanie bardziej ostrych przepisów prawa ochrony środowiska, jeżeli jest to uzasadnione lub potrzebne, jest zgodne z duchem prawa UE.
- *Dyrektywa dotycząca oczyszczania ścieków komunalnych* koncentruje się głównie na dużych systemach, i wymusza na państwach członkowskich wysoki standard oczyszczania ich ścieków. Dyrektywa skupia się na problemie zanieczyszczenia i w przypadku dużych

systemów, dopuszcza stosowanie “alternatywnych technik oczyszczania ścieków” przez państwa członkowskie. Zamiast systemów zbiorczych, mogą być stosowane *lokalne systemy oczyszczania* lub *inne alternatywne rozwiązania*, jeżeli tworzenie systemów zbiorczych nie jest zasadne, czy to z powodu wysokich kosztów lub ponieważ nie przyniosłyby korzyści dla środowiska, co ma miejsce w przypadku większości małych jednostek osadniczych poniżej 2000 RM.

- *Dyrektywa dotycząca składowania odpadów* opiera się na hierarchizacji działań w gospodarowaniu odpadami, co oznacza, że odpady w pierwszej kolejności mają być traktowane jako surowce. Państwa członkowskie mają opracować krajowe strategie, w których “krok po kroku” określone będą działania na rzecz redukcji ilości rozkładalnych biologicznie odpadów kierowanych na składowiska. Odpady ulegające biodegradacji obejmujące osady ściekowe i inne oddzielone frakcje odpadów, takie jak mocz i fekalia, nie powinny być składowane. Możliwość znalezienia zastosowania dla frakcji osadów i ścieków nie jest łatwe.
- Rozpatrując możliwości wykorzystania osadów ściekowych na terenach rolniczych, *dyrektywa dotycząca stosowania osadów w rolnictwie* wymusza na państwach członkowskich, ze względu na zagrożenia sanitarne, wdrażanie zakazów rozprowadzania osadów na terenach rolnych wykorzystywanych pod uprawy określonych produktów żywnościowych lub pasz. Istnieją również ograniczenia dotyczące ilości osadów, jakie mogą być rozprowadzone ze względu na ładunek metali ciężkich. Jedną z nierozwiązanych kwestii jest interpretacja pojęcia „osadu”. *Dyrektywa azotanowa*, obejmująca również osady ściekowe, może stanowić przeszkodę dla powtórnego wykorzystywania osadów na terenach rolniczych, w przypadku, gdy są to tereny wrażliwe. Nawet *rozporządzenie dotyczące oznakowania ekologicznego* jest barierą dla możliwości znalezienia zastosowania dla osadów ściekowych.
- Zasadniczym wnioskiem jest fakt, że prawo wspólnotowe nie ogranicza państw członkowskich we wdrażaniu krajowego prawodawstwa, które zezwala na lub wymaga stosowania systemów separujących mocz i/lub kał. Jest to również zgodne z Traktatem opartym na zrównoważonym rozwoju. Z drugiej strony prawodawstwo UE może stwarzać trudności w znalezieniu zastosowania dla tych frakcji. Istnieją prawne przeszkody w zakresie wykorzystywania osadów ściekowych, lecz pytaniem jest czy czyste frakcje moczu i kału mieszczą się w pojęciu „osad”. Możliwą interpretacją, opartą na fundamentalnej zasadzie zrównoważonego rozwoju, opisaną w Traktacie UE, włączoną do prawa UE i do programu działań w zakresie ochrony środowiska, jest, opinia, że czyste frakcje ludzkiego moczu i kału nie są objęte definicją „osadu”.

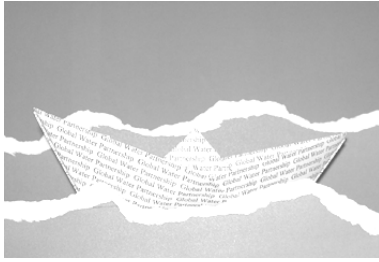
Zalecenia

Na poziomie krajowym:

- Dostosowanie zasad i przepisów do prawa UE (jeżeli dotychczas nie zostało to zrealizowane) oraz do zasad zrównoważonego rozwoju (opisanych w rozdziałach 3 i 5).
- Opracowanie krajowej strategii w celu zmiany istniejącej sytuacji w zakresie sanitacji w kierunku zasad zrównoważoności. Taka strategia powinna zawierać priorytety i wytyczne dotyczące planowania i finansowania sanitacji (w tym planowanie, budowę, funkcjonowanie i eksploatację systemów).
- Zainicjowanie i promocja prowadzenia prac badawczo-rozwojowych w zakresie właściwych metod planowania, systemów finansowych, rozwiązań technicznych postępowania z ekskrementami, ściekami i osadami.
- Prezentowanie i rozpowszechnianie dobrych przykładów.

Na poziomie lokalnym:

- Rozpoczęcie procesu planowania z poziomu lokalnego od dyskusji nad jednostkowymi i wspólnymi celami. Zdefiniowanie problemów i ustalenie priorytetów.
- Zbadanie różnych wariantów osiągnięcia określonych celów (funkcje pierwotne) i rozpatrzenie aspektów praktycznych, np. możliwości instytucjonalnych, świadomości użytkowników, możliwości finansowania inwestycji, oceny określonych rozwiązań pod kątem przydatności i racjonalności, legalności i kontroli, funkcjonowania i eksploatacji systemu.
- Zaangażowanie przedstawicieli głównych grup zainteresowanych stron w proces planowania, np. użytkowników/właścicieli, właścicieli ziemi, rolników, organizacji ochrony środowiska, etc.
- Zdobywanie doświadczeń - nauka na podstawie dobrych przykładów i rozpoczęcie projektów pilotowych przed rozpoczęciem właściwych.



Bibliografia

- Brix, H. (1993). Wastewater treatment in constructed wetlands: system design, removal processes, and treatment performance. In: Moshiri, G.A. (Ed.), *Constructed wetlands for water quality improvement*, (pp. 9-22), Boca Raton, USA: Lewish Publishers.
- Drangert, J-O., Hallström, J. (2002) Den urbana renhållningen i Stockholm och Norrköping – från svin till avfallskvarn? *Bebyggelsehistorisk tidskrift* 44/2002, pp 7-24.
- EU (2001). *2nd Forum on Implementation and Enforcement of Community Environmental Law: Intensifying Our Efforts to Clean Urban Wastewater*.
- Friend, J. & Hickling, A. (1997). *Planning under pressure- The Strategic Choice Approach*. Butterworth Heinemann, Oxford, 372 pp.
- Glasson, J., Therivel, R. & Chadwick, A. (2005). *Introduction to Environmental Impact Assessment*. Routledge, Abingdon, 423 pp.
- GWP (2003). *Catalyzing Change: A handbook for developing integrated water resources management (IWRM) and water efficiency strategies*.
- Kvarnström, E., af Petersens, E. (2004) *Open Planning of Sanitation Systems*. Report 2004-3, EcoSanRes Publications Series. Stockholm: Stockholm Environment Institute.
- Kvarnström, E., Bracken, P., Ysunza, A., Kärrman, E., Finnson, A., Saywell, D. (2004) *Sustainability Criteria in Sanitation Planning*. People-centred approaches to water and environmental sanitation. Proceedings from the 30th WEDC International Conference, Vientiane, Lao PDR.
- Kärrman, E, Jönsson, H. (2001). Normalising impacts in an environmental systems analysis of wastewater systems. *Water, Science and Technology* Vol. 43, no 5, pp 293-300.
- Malmqvist, P-A, Heinicke, G., Kärrman, E., Stenström, T. A. & Svensson, G. (Eds.) (2006) *Strategic planning of Sustainable Urban Water Management*. IWA Publishing, London, 264pp.
- Matsui, 2002. The Potential of Ecological Sanitation, *Japan Review of International Affairs* (Winter 2002): p. 303-314.
- Our Common Future* (1987), Oxford: Oxford University Press. ISBN 0-19-282080-X, UN World Commission on Environment and Development.
- Ridderstolpe, P. (1999) *Wastewater Treatment in a Small Village – options for upgrading*. Uppsala: Coalition Clean Baltic and WRS Uppsala AB.
<http://www.ccb.se/documents/WastewaterTreatmentinaSmallVillage-optionsforUpgrading.pdf>
- Ridderstolpe, P. (2000) Comparing consequence analysis. *EcoEng Newsletter* 1/2000.
http://www.iees.ch/EcoEng001/EcoEng001_R4.html
- Ridderstolpe, P. (2004) *Sustainable Wastewater Treatment for a New Housing Area. How to find the right solution*. Uppsala: Coalition Clean Baltic and WRS Uppsala AB.
<http://www.ccb.se/documents/SustainableWWTforaNewHousingArea.HowtoFindtheRightSolution.pdf>

- SIDA, Division for urban development and environment (2004). *Strategy for Water Supply and Sanitation*. Downloaded 2007-02-15 at http://www.sida.se/shared/jsp/download.jsp?f=SIDA3592_web.pdf&a=3085
- SIDA, Author: Örtengren, K. (2004). *A summary of the theory behind the Logical Framework Approach method*. Downloaded 2007-05-02 at http://www.sida.se/shared/jsp/download.jsp?f=SIDA1489en_web.pdf&a=2379
- Stehlik (2003) *Milyen szennyvízelvezetést és tisztítást válasszak az adott településen, különös tekintettel a szennyvíz hasznosításra* (What type of wastewater collecting and treatment system to choose in the given settlement, especially considering also reuse of wastewater).
- Söderberg, H., Johansson, M (2006) Institutional capacity: the key to successful implementation. In: Malmqvist, P-A., Heinicke, G., Kärman, E., Stenström T. A., Svensson, G. (eds) (2006). *Strategic Planning of Sustainable Urban Water Management*. London: IWA Publishing. pp 100-105.
- UNDP-World Bank Water and Sanitation Program, Author: Wright, A. (1997). *Toward a Strategic Sanitation Approach: Improving the Sustainability of Urban Sanitation in Developing Countries*. Downloaded 2007-04-26 at: http://www.wsp.org/filez/pubs/35200730728_TowardsStrategicSanitationApproach.pdf
- United Nations Development Programme, UNDP. (2006). *Human Development Report 2006: Beyond scarcity: Power, poverty and the global water crisis*. Palgrave Macmillian, New York, 442 pp.
- United Nations Commission on Sustainable Development (2005). *Sanitation: policy options and possible actions to expedite implementation. Report of the Secretary-General*. Downloaded 2007-05-03 at: <http://daccessdds.un.org/doc/UNDOC/GEN/N04/647/76/PDF/N0464776.pdf>
- United Nations Millennium Project Task Force on Water and Sanitation, Coordinators: Lenton, R. and Wright, A. (2005). *Final Report, Abridged Edition. Health, Dignity, and Development: What Will It Take?* Downloaded at http://www.unmillenniumproject.org/documents/What_Will_It_Take.pdf
- Valent, F. et al (2004) Burden of disease attributable to selected environmental factors and injury among children and adolescents in Europe. *Lancet*, 2004. 363:2032-2039.
- World Health Organization (2006) *WHO Guidelines for the safe use of wastewater, excreta and greywater*. Can be downloaded from: http://www.who.int/water_sanitation_health/wastewater/gsuww/en/index.html

GWP - *Global Water Partnership* (Globalne Partnerstwo dla Wody), które powstało w 1996 r. obejmuje międzynarodową sieć otwartą dla wszystkich organizacji zaangażowanych w gospodarowanie zasobami wodnymi: dla instytucji rządowych państw rozwiniętych i rozwijających się, dla agencji Organizacji Narodów Zjednoczonych, banków dwu- i wielostronnego rozwoju, stowarzyszeń zawodowych, placówek badawczych, organizacji pozarządowych, oraz dla sektora prywatnego.

GWP zostało utworzone, aby sprzyjać Zintegrowanemu Gospodarowaniu Zasobami Wodnymi (*Integrated Water Resources Management - IWRM*), którego celem jest zapewnienie koordynacji rozwoju i zarządzania wodami, powierzchnią ziemi i związanymi z nimi zasobami naturalnymi, poprzez dążenie do maksymalizacji gospodarczego i społecznego dobrobytu – przestrzegając zasady zrównoważonego rozwoju w kontekście zachowania ekosystemów środowiskowych. GWP stanowi platformę wielostronnego dialogu na poziomie globalnym, regionalnym, krajowym i lokalnym promując zintegrowane podejście w kierunku bardziej zrównoważonego rozwoju, gospodarowania i wykorzystywania zasobów wodnych.

W ramach GWP powstała sieć czternastu regionalnych partnerstw w Ameryce Środkowej, Ameryce Południowej, na Karaibach, w Afryce Południowej, Wschodniej, Środkowej i Zachodniej, w basenie Morza Śródziemnego, w Europie Środkowej i Wschodniej, w Azji Środkowej i na Zakaukaziu, w Azji Południowej, w Azji Południowo-Wschodniej, w Chinach i w Australii. Sekretariat GWP zlokalizowany jest w Sztokholmie, Szwecja.

Misją GWP jest zapewnienie pomocy państwom w zrównoważonym gospodarowaniu ich zasobami wodnymi.

W Polsce w 2001 r. powołane zostało stowarzyszenie pod nazwą: Polski Komitet Globalnego Partnerstwa dla Wody (GWP Polska).

ul. Nowowiejska 20, 00-653 Warszawa, Polska
E-mail: mail@gwppl.org lub Janusz.Kindler@is.pw.edu.pl
Website: www.gwppl.org

GWP Europa Środkowa i Wschodnia:

GWP Central and Eastern Europe
c/o Slovak Hydrometeorological Institute
Jeseniova 17, 833 15 Bratislava,
Słowacja
E-mail: gwpcce@shmu.sk
Website: www.gwpcceforum.org

Sekretariat GWP:

GWP Secretariat
Drottninggatan 33
SE-111 51 Stockholm,
Szwecja
E-mail: gwp@gwpforum.org
Website: www.gwpforum.org

ISBN 978-80-969874-1-2