

# **УСТОЙЧИВАЯ САНИТАРИЯ В СТРАНАХ ЦЕНТРАЛЬНОЙ И ВОСТОЧНОЙ ЕВРОПЫ**

**– отвечая потребностям  
небольших и средних поселков**

**Под редакцией**

**Игоря Бодика и Питера Риддерстолпа**

**Глобальное Водное Партнерство Международному  
2008 году Санитарии**



Опубликовано:  
Первое издание – 2007 г.

Дизайн и фотографии:  
Богдан Макарол (Словения)

ISBN 978-80-969874-0-5

© Глобальное Водное Партнерство ЦАК, 2007 год

Отпечатано: ООО "Vita Color"





<b>Выражение признательности.....</b>	<b>5</b>
<b>Авторы.....</b>	<b>6</b>
<b>Предисловие .....</b>	<b>5</b>
<b>Глава 1 – Время устойчивой санитарии .....</b>	<b>12</b>
<b>Глава 2 – Текущее состояние сектора водоснабжения и санитарии в странах ГВП ЦВЕ .....</b>	<b>16</b>
<b>Глава 3 – Создание устойчивых санитарных условий в небольших и средних поселках Центральной и Восточной Европы .....</b>	<b>28</b>
<b>Глава 4 – Примеры устойчивых санитарных систем .....</b>	<b>54</b>
Вэтланд “SVETI TOMAZ”, построенный в Словении .....	54
Орошение сточными водами плантаций тополя –устойчивое решение для небольших поселков без систем канализации в Венгрии .....	59
Школьные “сухие” туалеты в селах Украины .....	65
Устойчивая санитария и управление сточными водами в Швеции – краткий обзор .....	71
Экологическая санитария в Германии – системы с разделением сточных вод по фракциям в местах их формирования .....	78
<b>Глава 5 – Законодательная база устойчивой санитарии в ЕС .....</b>	<b>84</b>
<b>Глава 6 – Выводы и рекомендации .....</b>	<b>91</b>
<b>Список использованной литературы .....</b>	<b>96</b>



# Выражение признательности

Прежде всего, мы хотели бы выразить нашу благодарность господину Милану Матушке, региональному координатору Глобального Водного Партнерства ЦВЕ, который инициировал публикацию этого сборника статей (совместно с Бьёрном Гутерстамом), обеспечив существенную поддержку и помощь в ходе подготовки публикации не только в решении организационных вопросов, но также и профессиональными советами, что повысило качество её содержания.

Несмотря на многие выполняемые обязанности в ГВП, господин Бьёрн Гутерстам всегда находил время для решения проблем, которые возникали при подготовке этой публикации и, главным образом, за его помощь в решении финансовых вопросов и обеспечение успешного завершения данной работы в назначенные сроки. Большое спасибо, Бьёрн!

В подготовке глав 2 и 5 участвовали многие эксперты ГВП стран Центральной и Восточной Европы. Всем им наша особая благодарность за эффективную, очень важную и трудоемкую работу, связанную с поиском данных и подготовкой информации для заполнения вопросников. Персональная благодарность, прежде всего, Галие Бардарска (Болгария), Карелу Плотени (Чешская Республика), Марис Озолинс (Латвия), Разе Скепанавиче (Литва), Хелве Лаос (Эстония), Илдико Сзараз (Венгрия), Павлу Блазжику (Польша), Константину Каталин и Севаститу Вракиу (Румыния), Елене Раджуковой и Петру Белика (Словакия).

В составе шведской группы мы хотим поблагодарить Эрика Каррмана (научно-исследовательская программа «Ecoloop and Urban Water») за его советы по подготовке главы 3, Гуннара Норена, («Coolition Clean Baltic») за ценные идеи, основанные на его большом опыте внедрения технологий экологической санитарии в странах Восточной Балтики.

Мы также признательны Ричарду Мюллера из секретариата ГВП Центральной и Восточной Европы в Братиславе за его помощь и поддержку в ходе подготовки этого проекта.

Мы хотели бы выразить нашу благодарность Джеймсу Ленахану за редактирование и обеспечение безупречного английского языка нашей рукописи.

Перевод на русский язык осуществлен Николаем Горошковым и при поддержке GWP SACENA опубликована русская версия данной книги.

## Редакторы и авторы

# Авторы



**Доцент, магистр химии и экологических технологий, доктор Игорь Бодик** в настоящее время занимает должность доцента в Словацком технологическом университете в Братиславе (Словакия). Его основная деятельность связана с разработкой технологий всех аспектов биологической очистки сточных вод при удалении питательных веществ (исследования в RWTH, Ахен, Германия, 1990-1991 гг.). Игорь является автором многих технологических решений для крупных очистных сооружений сточных вод (ОССВ), реализованных за последние годы в Словацкой Республике (Трнава, Мартин-Врутку, Миява, РСА Пежо Трнава и т.д.), а также автор многочисленных научных публикаций в международных журналах и сборниках конференций. В качестве руководителя проектов, участвовал в исследованиях и внедрении мелкомасштабных анаэробно-аэробных ОССВ (почти 1000 в странах ЕС). Игорь - один из основателей и действующий член координационного комитета Ассоциации экспертов по очистке сточных вод в Словацкой Республике.

Контактная информация: Institute of Chemical and Environmental Engineering, Faculty of Chemical and Food Technology, SUT  
Bratislava E-mail: igor.bodik@stuba.sk Website: www.ucei.sk



**Питер Риддерстолп, магистр биологии и прикладных экологических технологий**, - основатель консультативной компании «WRS Uppsala AB», где он в настоящее время работает, занимаясь проектированием систем очистки ливневых и сточных вод. Питер выполнил ряд исследовательских работ по разработке туалетов, отделяющих мочу, компактных биологических фильтров, внешних систем очистки сточных вод и планированию методов устойчивой санитарии. Как разработчик многих крупных вэтландов для очистки сточных вод, он в 2005 году получил приз Водой Академии Швеции за их проектирование. На протяжении многих лет, Питер занимался международной деятельностью, способствуя продвижению идей устойчивой санитарии. В 1991 году он организовал первую международную конференцию по экологической инженерии в Стенсунде, которая положила начало длительному и тесному сотрудничеству с компанией «Coalition Clean Baltic» и многими бывшими странами Советского Союза в Восточной Балтии. Питер участвовал в разработке новой стратегии водоснабжения и санитарии для Шведского международного агентства развития (SIDA) и является членом экспертной группы научно-исследовательской программы «EcoSanRes», финансируемой SIDA. В рамках программы «EcoSanRes», Питер проводит работы в экспериментальных проектах по разработке систем с разделением фракций фекалий и локальной очистки «серой воды» в Китае и Южной Африке. Питер написал несколько книг, популяризирующих устойчивую санитарию, а также ряд научных статей.

Контактная информация: WRS Uppsala AB, Uppsala, Sweden.  
E-mail: peter.ridderstolpe@wrs.se Website: www.wrs.se

## Соавторы



**Марика Палмер Ривера, MSc.**, является инженером-экологом консультативной компании «WRS Uppsala AB», Швеция, где её работа связана с разработкой мелкомасштабных систем устойчивой санитарии. Марика участвовала в разработке первого шведского вебсайта, способствующего распространению идей создания мелкомасштабных систем устойчивой санитарии, и была редактором вебсайта шведской научно-исследовательской программы «Устойчивое управление городскими водными ресурсами». Она также занимается планированием, проектированием и строительством очистных сооружений для сточных вод, типа песчаных фильтров и систем разделения фракций в источнике.

Контактная информация: WRS Uppsala AB, Uppsala, Sweden. E-mail: [marika@wrs.se](mailto:marika@wrs.se) Website: [www.wrs.se](http://www.wrs.se)



**Богдан Макарол** - эколог-исследователь. Изучал биологию, со специализацией в экологии, в университете в Любляне. С 1995 года он - член группы «Limnos», в которой занимает должность менеджера проектов по управлению водными ресурсами, охране окружающей среды, устойчивому развитию, восстановлению экосистем, оценке экологических воздействий и охране природы. Имеет опыт фотографа.

Контактная информация: Limnos, Company for Applied Ecology, Ljubljana, Slovenia E-mail: [bogdan@limnos.si](mailto:bogdan@limnos.si) Website: [www.limnos.si](http://www.limnos.si)



**Доктор Джонас Кристенсен, как юрист**, имеет глубокие знания экологического и административного законодательства. Он имеет степень доктора по экологическому законодательству (Университет Упсалы, 1998 г.), опыт работы в местных природоохранных комитетах и национальном агентстве по продовольствию, а также длительный стаж преподавания в университете Упсалы на юридическом факультете. Доктор Кристенсен работает в качестве консультанта по экологическому законодательству и как преподаватель в своей юридической фирме «Ekolagen Miljцjuridik AB». Он консультирует местные природоохранные комитеты, неправительственные организации, государственных служащих, политиков и руководителей различных отраслей экономики по вопросам экологического законодательства, государственного права и другим юридическим аспектам экологического надзора.

Контактная информация: Ekolagen Miljцjuridik AB, Uppsala, Sweden E-mail: [juristen@ekolagen.se](mailto:juristen@ekolagen.se) Website: [www.ekolagen.se](http://www.ekolagen.se)



**Профессор Ральф Оттерпохл** - инженер и директор Института управления сточными водами и охраны водных ресурсов при Гамбургском технологическом университете (ТУНН), Германия, с 1998 года. Он защитил свою докторскую степень в RWTH, Ахене, завершив исследования компьютерного моделирования работы очистных сооружений сточных вод. Ральф Оттерпохл - совладелец консультативной фирмы «Otterwasser GmbH», специализирующейся в области моделировании крупных очистных сооружений сточных вод и инновационных технологий децентрализованной очистки. Он является председателем экспертной группы Международной водной ассоциации (МВФ) по ресурсно-ориентированной санитарии.

Контактная информация: IWMWP Hamburg University of Technology, Germany E-mail: ro@tuhh.de Website: www.tuhh.de

**Госпожа Виктория Маржисак** окончила курс обучения в техническом колледже «Pollbk Mihbly» и ей присвоена степень бакалавра естественных наук по специальности «Управление водными ресурсами и очистка сточных вод». Позже она получила диплом инженера-эколога в ИНЕ (Дельфт, Нидерланды). После окончания высшего учебного заведения, работала в течение 8 лет в управлении региональной водохозяйственной инфраструктуры Северной Венгрии, а затем в компании «VITUKI CONSULT». В настоящее время она находится на декретном отпуске, работая в Министерстве окружающей среды и водных ресурсов Венгрии. Имеет более чем 15-летний опыт исследований и консультирования по вопросам, связанным с загрязнением водных ресурсов, повторным использованием сточных вод и созданию вэтлиандов. Она участвовала, как ключевой эксперт, в нескольких международных и венгерских проектах по охране водных ресурсов, очистке сточных вод и восстановлению вэтлиандов.

Контактная информация: VITUKI CONSULT Zrt. E-mail: vitukiconsult@vituki-consult.hu Website: www.vituki-consult.hu



**Анна Цветкова** - координатор программы “Водоснабжение и санитария” всеукраинской экологической неправительственной организации “МАМА 86”, национальный координатор WSSCC на Украине и центра украинского ГВП, а также член совета ГВП Центральной и Восточной Европы. В 1984-1993 гг. она исследовала различные аспекты загрязнения вод и наносов и их токсичность в Институте гидробиологии Академии Наук Украины. С 1997 года работает в неправительственной организации “МАМА 86”. В качестве координатора кампании участвовала в подготовке и выполнении 5 проектов и 17 пилотных проектов по улучшению доступа к чистой воде и санитарным услугам и способствовала внедрению подходов



экологически чистой санитарии и «сухих» туалетов на Украине. Автор нескольких статей и докладов, представленных в международных журналах и на конференциях.

Контактная информация: NGO “МАМА-86”, Kyiv, Ukraine

E-mail: [atsvet@mama-86.org.ua](mailto:atsvet@mama-86.org.ua) Website: [www.mama-86.org.ua](http://www.mama-86.org.ua)



**Профессор Даниэль Врховжек**, владелец и менеджер компании «Limnos» имеет более чем 30-летний опыт работы в водной экологии, охране экосистем и окружающей среды. С 1976 года, им разработано более 100 различных проектов и подготовлено более 40 научных статей по вопросам водной экологии. Участвовал в разработке более 60 проектов по созданию вэтландов для очистки сточных вод и более 25 проектов восстановления участков захоронения мусора. Получил два словенских патента и один в Хорватии по технологиям очистки сточных вод и награжден премией «Спринт» в 1995 году. Даниэль Врховжек является членом Международного комитета экологии озер (Япония), Международного общества моделирования экологических процессов (Дания), МСОП (Женева) - консультант, общества восстановления экосистем водной растительности (США) и консультант Мирового Банка.

Контактная информация: Limnos, Company for Applied Ecology, Ljubljana, Slovenia E-mail: [dani@limnos.si](mailto:dani@limnos.si)

Website: [www.limnos.si](http://www.limnos.si)



# Предисловие

## Роберто Лентон



На Всемирном саммите по устойчивому развитию в 2002 году, международное сообщество обратилось к странам с призывом подготовить планы интегрированного управления водными ресурсами (ИУВР) и их эффективного использования до 2005 года. С тех пор, Глобальное Водное Партнерство оказало существенную поддержку странам, которые пытаются реализовать этот призыв. С объявлением 2008 года, как международного года улучшения санитарных условий, ГВП имеет отличную возможность поддержать национальные усилия по выполнению одной из целей, установленных на том же саммите – сократить в два раза к 2015 году долю населения, не имеющего элементарных санитарных условий.

Поэтому я искренне рад написать предисловие для новой публикации регионального ГВП Центральной и Восточной Европы (ЦВЕ) *“Устойчивая санитария в странах Центральной и Восточной Европы - отвечая потребностям небольших и средних поселков”* Авторы данной публикации признают, что создание нормальных санитарных условий – фундамент общественного здоровья, достоинства и развития. Публикация привлекает внимание к серьезной проблеме - как радикально увеличить доступ к элементарным санитарным условиям, используя методы, которые отражают принципы экономической эффективности, социальной справедливости и экологической устойчивости – три столпа, на которых строится интегрированный подход к управлению водными ресурсами.

Особое значение этой публикации заключается в привлечении внимания к вопросам обеспечения надлежащего места устойчивой санитарии в планах ИУВР и эффективного использования водных ресурсов, согласно призывам Йоханнесбургского плана выполнения. Используя свой опыт для облегчения подготовки планов ИУВР в ряде стран, ГВП имеет хорошие позиции для демонстрации нашим партнерам сильных взаимосвязей между управлением водными ресурсами и созданием нормальных санитарных условий. Включение задач улучшения санитарных условий в текущее планирование могло бы ускорить продвижение по пути реализации Целей Развития Тысячелетия в сфере оказания санитарных услуг и приблизить нас к достижению надлежащего баланса между эффективностью мероприятий, социальной справедливостью и экологической устойчивостью.

Публикация *“Устойчивая санитария в странах Центральной и Восточной Европы - отвечая потребностям небольших и средних поселков”* содержит превосходный краткий обзор состояния сектора санитарных услуг в странах Центральной и Восточной Европы, и предлагает устойчивые решения по обеспечению нормальных санитарных условий, а также примеры, иллюстрирующие новые санитарные системы, которые могли быть внедрены во всем регионе. Инициатива создания устойчивых санитарных условий, предпринятая ГВП Центральной и Восточной Европы, отражает дополнительное значение партнерства, соответствующее его миссии по поддержке стран в вопросах организации устойчивого управления их водными

ресурсами. В данном регионе, который имеет десятилетний опыт партнерства в условиях переходного периода и теперь вступает в Европейский Союз, выявлен недостаток инфраструктуры для обеспечения нормальных санитарных условий, что ограничивает усилия по повышению уровня благосостояния, а также обеспечению социальной справедливости, хорошего качества водных ресурсов и экономического развития. Исследование, осуществленное ГВП Центральной и Восточной Европы, идентифицировало наличие 20-40% сельского населения, которое не охвачено стратегий создания приемлемых санитарных условий, потому что, в соответствии с приоритетами, согласованными с Европейской Комиссией, программы многих правительств, связанные с сектором оказания санитарных услуг в регионе, до настоящего времени не включали поселки с численностью населения до 2000 человек.

Инициатива ГВП Центральной и Восточной Европы по подготовке этой публикации является превосходным примером международного сотрудничества, когда эксперты ЦВЕ, совместно с их шведскими и немецкими коллегами, изучили проблемы сектора оказания санитарных услуг, учитывая перспективы внедрения ИУВР. Инициатива также стимулирует обсуждение в сети ГВП необходимость усиления интеграции вопросов санитарии при развитии, планировании и управлении водными ресурсами, предлагая практические пути их решения. Эта публикация весьма своевременна и вносит свой вклад в мероприятия Международного года улучшения санитарных условий (2008 г.), когда мы будем иметь уникальную возможность повысить уровень общественной осведомленности и усилить политическую активность, особенно на национальном уровне. Данная публикация критически рассматривает деятельность национальных правительств, работающих с общинами, муниципалитетами и международными организациями, которые, в конечном счете, должны обеспечить развитие сектора санитарных услуг. В тоже время, представляя эту публикацию, ГВП также должно сыграть важную роль в реализации её положений.

**Роберто Лентон**  
**Июль 2007 года**



# Глава 1

## Время устойчивой санитарии

Даниэл Врховжек

В 2004 году приблизительно 3.5 миллиардов человек во всем мире пользовались водопроводной водой в своих домах. Кроме того, 1.3 миллиарда человек могли пользоваться безопасной питьевой водой, используя другие источники, а именно, общественные стояки водопроводной сети, охраняемые родники или колодцы. Однако, более одного миллиарда человек не имело доступа к безопасной воде, и вынуждены были употреблять неочищенную воду из незащищенных колодцев или родников, каналов, озер или рек.

В 2000 году все государства-члены ООН подписали Декларацию Тысячелетия Организации Объединенных Наций (ДТ ООН), определяющую восемь основных целей развития в новом тысячелетии (ЦРТ). Цель, значащаяся в декларации под седьмым номером, обязывает государства обеспечить экологическую устойчивость, сократив наполовину до 2015 года долю населения без устойчивого доступа к безопасной питьевой воде. Это обязательство было снова подтверждено на Всемирном саммите по устойчивому развитию в Йоханнесбурге в 2002 году, где деятельность по созданию элементарных санитарных условий была добавлена к работам в рамках вышеупомянутых Целей Развития Тысячелетия, по той причине, что 3 миллиарда человек не обеспечены элементарными санитарными условиями.

Фактически, в 2007 году, ситуация, связанная с питьевым водоснабжением в развивающихся странах стала еще хуже, чем несколько лет назад, главным образом, из-за загрязнения источников водоснабжения, ирригации, недостатка средств, войн и продолжающегося изменения климата. Всемирная Организация Здравоохранения считает, что потребление около 20 литров воды на душу населения в день является минимальной нормой для поддержания жизненных потребностей - хотя эта норма все еще вызывает серьезную обеспокоенность в плане достаточности для здорового образа жизни - а потребление 100 литров на душу населения в день как оптимальную норму, обеспечивающую низкие риски для здоровья населения. При этом, адекватное количество воды хорошего качества необходимо для удовлетворения гигиенических нужд людей. Помимо удовлетворения бытовых нужд людей в воде, естественная растительность, животные и другие организмы также нуждаются в воде.

Возникает вопрос, что нужно делать в ситуации, когда нарастает дефицит воды для всех видов потребления, не говоря уже о растущем населении планеты, которое год за годом требует все больших объемов водоснабжения?

Одним из возможных ответов является организация более тщательной очистки сточных вод, при которой очищенная вода может быть направлена для повторного использования. В последние десятилетия "обычная очистка" подвергалась серьезной критике, и поэтому многим

определениям, концепциям и типовым подходам была предложена альтернатива в виде “устойчивой санитарии”. В целом, устойчивая санитария является более интегрированным подходом обеспечения санитарных условий, приемлемых с природоохранной и экономической точек зрения. Данный подход включает отвод и очистку сточных вод, борьбу с распространением инфекций и другие меры по предотвращению болезней. Создание устойчивых санитарных условий базируется на трех столпах устойчивости - экологии, экономике и социальной защищенности. Экологическая составляющая, в этом случае, предопределяет применение принципов рециркуляции при охране местной окружающей среды. Ключевая цель этого подхода применение новой философии устойчивого развития, при которой отходы используются в качестве ресурса. Подход базируется на реализации процесса, ориентированного на повторное использование материальных ресурсов, в качестве целостной альтернативы обычным решениям. В идеальном случае, системы обеспечения устойчивых санитарных условий позволяют полностью восстановить все питательные вещества из фекалий, мочи и возвратных вод с выгодой для сельского хозяйства и при минимизации загрязнения водных ресурсов, в то же самое время гарантируя, что вода используется экономно, при повторном использовании, в максимально возможной степени, особенно в целях устойчивого орошения.

Сборник статей ГВП Центральной и Восточной Европы (ГВП-ЦВЕ) по устойчивой санитарии, который Вы сейчас читаете, является важным шагом в направлении более устойчивого будущего “человечества”. В нем приводятся сведения о текущем состоянии сектора водоснабжения и санитарии в странах Центральной и Восточной Европы, информация по созданию устойчивых санитарных условий в маленьких и средних по размеру поселках в Центральной и Восточной Европе, несколько примеров из практики европейских стран, таких как Венгрия, Украина и Словении, а также общая информация относительно обеспечения устойчивой ситуации в вопросах оказания санитарных услуг в Германии и Швеции, и краткий обзор законодательства, связанного с поддержанием устойчивой санитарии в странах ЕС и в некоторых странах Центральной и Восточной Европы.

Данное исследование фокусируется на одиннадцати странах региона ГВП Центральной и Восточной Европы, которые занимают приблизительно 16 % территории континента и где проживает около 20 % европейского населения. Территория, простирающаяся от Балтийского моря до Адриатического и Черного морей, характеризуется различными природными и социально-экономическими условиями, а также различными подходами к управлению водными ресурсами. Важный элемент структуры населения и демографической ситуации стран Центральной и Восточной Европы - относительно высокая доля жителей, живущих в сельских районах, по сравнению со странами Западной Европы. Из общего числа поселков в странах Центральной и Восточной Европы, 91.4% поселков насчитывают менее 2000 жителей, составляя 20% населения Центральной и Восточной Европы. Основной акцент законодательства Европейского Союза делается на решении проблем утилизации сточных вод в поселках с населением более 2000 человек до 2015 года, кажется, что деревни с менее чем 2000 жителями по-прежнему игнорируются лицами принимающими решения и руководителями водохозяйственного сектора. С другой стороны, общины в этих сельских районах часто экономически слабы и, следовательно, менее развиты в плане инфраструктуры. Именно поэтому, данное исследование, прежде всего, сфокусировано на тех поселках, где устойчивые подходы по созданию нормальных санитарных условий требуют меньших финансовых инвестиций по сравнению с обычными высокотехнологичными и дорогими альтернативами. Для большинства этих поселков концепция устойчивой санитарии является наиболее адекватной концептуальной базой для достижения ЦРТ до 2015 года.

Процент населения в странах Центральной и Восточной Европы, обслуживаемого централизованными системами водоснабжения изменяется в диапазоне от 53.5 до 98.8 %, в

зависимости от страны, в то время как доля населения, обслуживаемая очистными сооружениями сточных вод (ОССВ) изменяется от 30 до 80 %. Данные по отдельным странам показывают, что в планах большинства стран предусматривается обеспечить 75-90 % поселков канализацией и очистными сооружениями. Как уже говорилось, согласно Директиве ЕС, строительство ОССВ в поселках с населением менее 2000 человек необязательное мероприятие. Но страны обязаны, согласно Водной рамочной директиве ЕС (ЕС ВРД), обеспечить “хорошее состояние всех водоемов” на их территориях. При этом образуется разрыв в 10-15 % населения (что соответствует приблизительно 20 миллионам сельских жителей), которое остается без надлежащих систем водоснабжения и канализации после 2015 года. С точки зрения существующих систем утилизации сточных вод доминирующим в небольших поселках в странах Центральной и Восточной Европы является использование выгребных ям. Это очень несовершенный способ утилизации сточных вод, потому что он заключается только “накоплении” или “предварительной обработке” сточных вод, а не является процессом очистки в полном объеме. Второй общепринятый способ утилизации сточных вод в небольших и сельских поселках в регионе - биологическая очистка, процесс активации. В отношении ОССВ, страны Центральной и Восточной Европы будут стоять перед проблемой избавления от отстоя сточных вод, поэтому экологически безопасные методы обработки отстоя должны применяться, с целью уменьшения объемов отстоя и максимальной переработки отстоя, без угрозы здоровью населения. Природные системы очистки сбросных вод должны использоваться в регионе в приемлемых масштабах. В странах Центральной и Восточной Европы наиболее широко используемые природные процессы - устройство вэтлиандов, фильтрация через толщу почвы/песка, медленное протекание сточных вод через заросли макрофитов, утилизация в лагунах и ирригационные системы, использующие сточные воды.

В некоторых европейских странах, так называемые “системы устойчивой санитарии” уже были разработаны и внедрены. Эти системы включают начальное разделение коммунальных сбросных вод на отдельные фракции, типа “серой воды”<sup>1</sup>, мочи и фекалий для повторного использования природных ресурсов (питательные вещества, вода и тепло). Очистка сточных вод, по определению, является гигиенической утилизацией или рециркуляцией сточных вод, а также стратегией и практикой защиты здоровья людей с помощью гигиенических мер. “Устойчивая санитария” как новая концепция санитарии включает экологические, социальные и экономические аспекты, а также все три первичные функции очистки и утилизации сточных вод: охрана здоровья населения, рециркуляция питательных веществ и защита от экологической деградации. Сточные воды, как известно, основная среда для распространения болезней в мире, поэтому необходимо использовать различные барьеры для предотвращения соприкосновения необработанных фекалий с окружающей средой. Такие решения использованы в системах устойчивой санитарии. Использование искусственных минеральных удобрений создало условия, когда многие фермеры не заинтересованы в рециркуляции питательных веществ, накапливаемых в выгребных ямах, которые, если не обрабатываются должным образом, становятся экологической проблемой. Чтобы сделать устойчивыми в долгосрочном плане как очистку сточных вод, так и сельскохозяйственное производство, питательные вещества содержащиеся в выгребных ямах туалетов, наряду с очищенными сточными водами, должны повторно использоваться, главным образом, в сельском хозяйстве. Также известно, что неочищенные или плохо очищенные сточные воды, могут привести к экологической деградации за счет эвтрофикации, засоления почв и других последствий, что невозможно при устойчивой санитарии. Важной причиной для выбора системы, которая выполняет функции очистки на протяжении всего года при изменении нагрузок является, в большинстве случаев, низкая

---

<sup>1</sup> вода, которая была использована для определенной цели, но может быть использована вторично без предварительной очистки, например, вода после купания может использоваться для полива растений (пояснение из словаря Коллинза)

стоимость строительства и эксплуатации по сравнению с обычными методами очистки. Хотя очистка с помощью обычных очистных сооружений сточных вод, кажется весьма отличной от природных процессов очистки (стабилизационные пруды, отстойники, создание вэтлиандов и т.д.), все они базируются на тех же самых физических, химических и биологических принципах. Для обеспечения хорошо функционирующей системы очистки, выбранная экологическая система должна быть модифицирована, удовлетворяя местным условиям и потребностям. Для демонстрации практических достижений, несколько примеров представлено более подробно в главе 4: «Сухие» школьные туалеты в селах Украины; Орошение сточными водами плантаций тополя - устойчивое решение для небольшого поселка без системы канализации - в Венгрии; и Искусственный вэтлианд «Свети Томаш» в Словении. В этой же самой главе, две западноевропейских страны представляют свой опыт: Устойчивая санитария и управления сточными водами в Швеции; Обзор сектора и экологическая санитария в Германии: высоко-, средне и низко-технологичные проекты развития.

С точки зрения законодательства, основным выводом является то, что закон ЕС, не предписывает государствам-членам обязательное строительство канализационных систем, которые разделяют фракции экскрементов человека. Существуют юридические препятствия для использования отстоя сточных вод, но вопрос заключается в том, подразумеваются ли чистые фракции мочи и/или фекалий под термином «отстой» или нет? Так как государства-члены ЕС должны адаптировать директивы ЕС в их национальном законодательстве, все 11 стран выполнили положения относительно водного законодательства ЕС.

Устойчивые санитарные системы имеют большие перспективы. Использование органических веществ не предусматривается в большинстве современных «обычных» технологий. Однако, в полностью устойчивом мире все потоки органических веществ должны повторно использоваться. Устойчивые санитарные системы весьма эффективны, так как они потребляют мало энергии и, более того, некоторые из них даже обеспечивают новые источники энергии (биомасса древесины или биогаз), в то время как другие являются поглотителями CO<sub>2</sub>, являющегося важным компонентом парникового газа. Вследствие наличия непредсказуемых изменений климата, важно, чтобы устойчивые санитарные системы могли использоваться как водоудерживающие бассейны. И, как новый биотоп, они могут функционировать в качестве места обитания для некоторых организмов.

Согласно некоторым оценкам по мировым ценам, для проведения очистки сточных вод в глобальном масштабе необходимо потратить 68 миллиардов долларов США. За счет этих денег можно закрыть проблему, но без тщательного анализа того, как они тратятся, решая одну проблему, можно создать другую.

Устойчивые санитарные системы соответствуют культурным особенностям регионов, отвечают местным условиям и функционируют стабильно. Их распространение в более широком масштабе потребует изменений в инженерной инфраструктуре санитарии и её финансировании. Существующая инфраструктура должна быть заменена на ту, которая поддерживает экологические инновации в сфере очистки сточных вод. Ликвидация практики, которая угрожает здоровью людей или окружающей среде, а также реконструкция санитарной инфраструктуры, обеспечивая ее устойчивость, - две трудные задачи. Наши общие задачи.



## Глава 2

### Текущее состояние сектора водоснабжения и санитарии в странах ГВП ЦВЕ

Игорь Бодик

#### ВВЕДЕНИЕ

После более пятидесяти лет бесхозяйственности и пренебрежения вопросами охраны окружающей среды в государствах посткоммунистической Центральной и Восточной Европы (ЦВЕ), эти страны начали исправлять последствия политики предыдущего руководства в этой сфере деятельности. Поскольку окружающая среда и загрязнение водных ресурсов вызывают большую обеспокоенность, можно сказать, что наследие прошлого режима довольно плачевно. Оно характеризуется высоким уровнем загрязнения водных ресурсов, сосуществованием проблем, возникающих в результате воздействия традиционных загрязняющих веществ, а также точечных и рассредоточенных источников загрязнения. Дополнительные трудности вызваны прошлым загрязнением почв, наносов и грунтовых вод, устранение которого проблематично из-за больших затрат и медленных темпов восстановления. В европейском контексте, человеческий фактор делает ситуацию, связанную с неадекватностью систем санитарии, более острой и требует безотлагательного решения этой проблемы в странах Центральной и Восточной Европы, Кавказа и Центральной Азии (ЦВЕКЦА). Доступ к неадекватным санитарным услугам или полное его отсутствие затрагивает, прежде всего, самые бедные и уязвимые слои населения.

Несмотря на вышеупомянутые особенности, проблемы загрязнения водных ресурсов в странах Центральной и Восточной Европы нельзя считать уникальным явлением с технической точки зрения. Подобные ситуации существовали и в промышленно развитых странах Запада приблизительно тридцать лет назад (например, реки Рур и Рейн в Германии) и, очевидно, что разработаны инструменты и технологии для их очистки. Уникальность ситуации состоит в сочетании необходимости решать серьезные проблемы, упомянутые выше, с весьма специфическими политическими, экономическими и социальными условиями, которые сложились в этом регионе.

Основная задача данного раздела состоит в анализе текущего состояния систем управления сточными водами в странах Центральной и Восточной Европы, фокусируясь на состоянии канализации и муниципальных систем очистки сточных вод в этом регионе.



## ОСНОВНЫЕ ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ И ДЕМОГРАФИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СТРАН ЦЕНТРАЛЬНОЙ И ВОСТОЧНОЙ ЕВРОПЫ

Всего одиннадцать европейских стран расположены в регионе ГВП Центральной и Восточной Европы - см. рисунок 2.1. Некоторые основные географические и экономические показатели, характеризующие эти страны, представлены в таблице 2.1.

Данные, представленные на рисунке 2.1 и в таблице 2.1, свидетельствуют, что страны Центральной и Восточной Европы представляют довольно существенную часть Европы. От всей площади европейского континента (10.5 миллионов квадратных километров) страны Центральной и Восточной Европы занимают приблизительно 16% территории, и около 20 % населения Европы проживает в странах Центральной и Восточной Европы. В семействе стран ЦВЕ есть небольшие страны (Словения, Балтийские страны) и крупные страны (с территориальной точки зрения и согласно численности населения), такие как Украина, Польша и Румыния. Украина - самая большая страна в семействе стран ЦВЕ согласно её территории (603.000 км<sup>2</sup>) и численности населения (47.7 миллионов человек). Самой маленькой страной Центральной и Восточной Европы является Словения (20.300 км<sup>2</sup>), в то время как наименьшая численность населения в Эстонии (1.3 миллионов человек). С гидрографической точки зрения, территория стран ЦВЕ принадлежит бассейнам пяти морей:

- Черное море - большая часть площади ЦВЕ принадлежит бассейну Черного моря (общая площадь Венгрии, Румынии и Украины, преобладающая часть Словакии и Словении, незначительная часть Чешской Республики и Болгарии, и небольшая часть Польши);
- Балтийское море – вся территория Литвы, Латвии и Эстонии, преобладающая часть Польши, незначительные территории Чешской Республики и Украины и небольшая часть Словакии;
- Северное море - существенная часть Чешской Республики;
- Эгейское море - существенная часть территории Болгарии;
- Адриатическое море - небольшая часть территории Словении.

Страны ЦВЕ расположены не только в Центральной и Восточной Европе (согласно “официальному” названию), но они также составляют значительную часть Северной и Южной Европы. Прибрежные и континентальные страны, равнинные и гористые страны, более или менее богатые, промышленно развитые и сельскохозяйственные, а также страны с умеренным и северным климатом принадлежат к этой группе. Соответственно, климатические, географические, погодные, термальные, гидрологические, социальные, экономические и другие условия в этих странах различны, следовательно, и требования к управлению водными ресурсами также отличны.

Важным элементом в структуре населения и демографической структуре стран Центральной и Восточной Европы является относительно высокая доля населения, проживающая в сельских районах по сравнению со странами Западной Европы. Доля жителей сельских поселков варьирует от 25% (Чешская Республика) до 50.5% (Словения), а общая численность населения, проживающего в сельских поселках, согласно оценкам, составляет приблизительно 56 миллионов человек (37.3%). Из общего числа поселков (142.645) в странах ЦВЕ, 130.347 поселков (91.4 %) имеют население менее 2000 человек. Согласно этому показателю, относительно большие различия могут наблюдаться между странами; например, доля поселков с населением 2000 и меньше человек в Венгрии составляет 74.7 %, в то время как в Польше, Словении, Латвии и Литве этот показатель превышает 95 %. Удивительно, что на Украине только около 5 % сельского населения живет в поселках с менее 2000 жителями. Вследствие этого, “небольшими поселками” на Украине считаются те, которые насчитывают 20.000 жителей и меньше и представляют 30 % всего населения Украины.

### The GWP CEE region



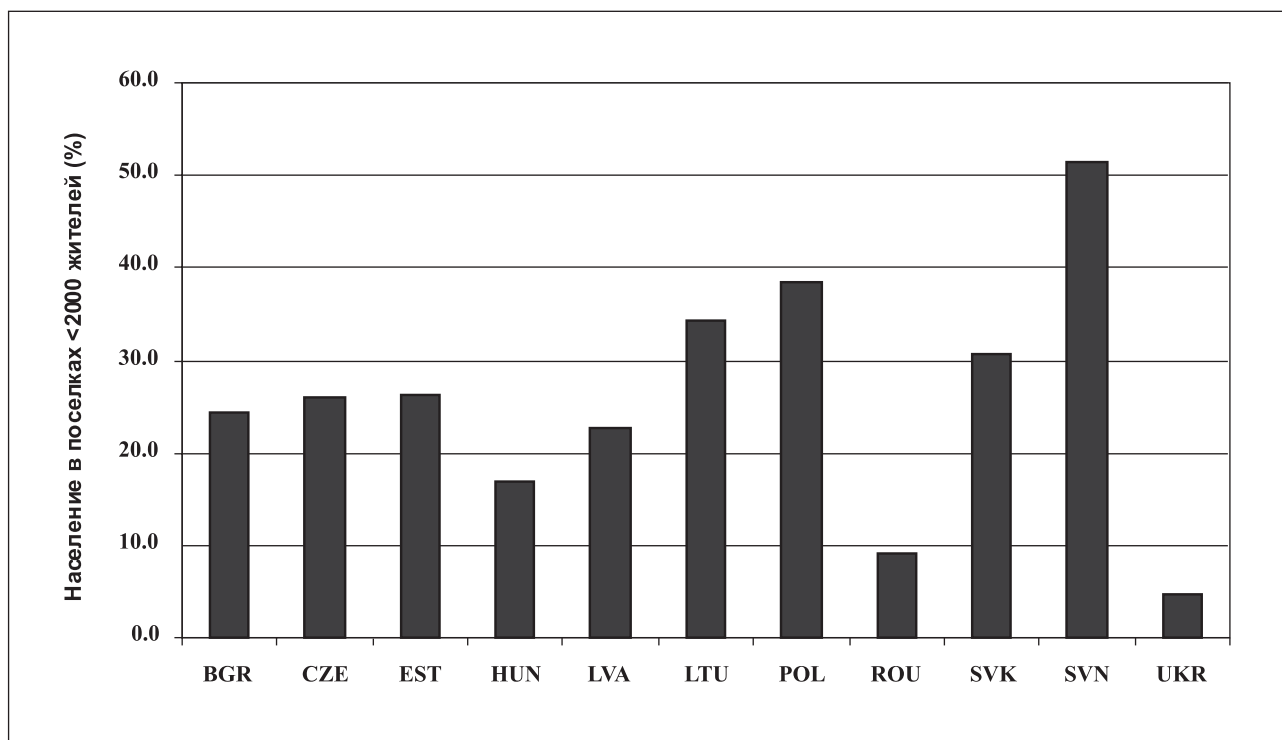
**Рис. 2.1** Географическое положение стран в Центральной и Восточной Европе.

Поселки с населением менее 2000 человек являются важным аспектом демографической ситуации в странах ЦВЕ, насчитывая 20.0% общей численности населения, проживающего в странах ЦВЕ. В Словении, 51.5% населения живет в таких поселках (наиболее высокий показатель для Центральной и Восточной Европы), в то время как самые низкие показатели характерны для Румынии (9.2%) и Украины (4.8%), см. рис. 2.2.

Жители поселков с населением менее 2000 человек играют важную роль в управлении водными ресурсами. Европейская Директива 271/91/ЕЭС по очистке городских стоков обязывает государства-члены построить и ввести в эксплуатацию системы биологической очистки сточных вод во всех поселках с численностью населения более 2000 человек до 2015 года. Поскольку выполнение этого обязательства субсидируется из европейских фондов во всех странах Центральной и Восточной Европы, все страны прилагают значительные усилия для выполнения этой директивы.

**Table 2.1 Основные географические и демографические показатели стран ЦВЕ (2005 г.)**

Страна		Площадь 1000 км <sup>2</sup>	Население млн.	Число поселков -	Число поселков < 2000 жителей -	Население поселков < 2000 жителей	
						млн.	%
Болгария	BGR	111,0	7,7	5332	4941	1,88	24,4
Чехия	CZE	78,9	10,2	6249	5619	2,65	26,0
Эстония	EST	45,0	1,3	4700	4000	0,34	26,2
Венгрия	HUN	93,0	10,1	3145	2348	1,71	16,9
Латвия	LVA	65,0	2,3	6300	6200	0,52	22,6
Литва	LTU	65,0	3,4	22153	21800	1,17	34,4
Польша	POL	312,7	38,2	40000	39000	14,70	38,5
Румыния	ROU	237,5	21,7	16043	13092	1,99	9,2
Словакия	SVK	49,0	5,4	2891	2512	1,65	30,6
Словения	SVN	20,3	2,0	5928	5835	1,03	51,5
Украина	UKR	603,7	47,7	29904	4300	2,3	4,8
<b>Всего</b>	<b>ЦВЕ</b>	<b>1681,1</b>	<b>150</b>	<b>142645</b>	<b>109647</b>	<b>29,94</b>	<b>20,0</b>



**Рис. 2.2. Процент населения, живущего в поселках с населением менее 2000 человек, в странах ЦВЕ.**

Доля населения, живущего в небольших поселках (менее 2000 жителей), кажется, осталась без внимания лиц принимающих решения и руководителей водохозяйственной отрасли, так как приоритеты устанавливались странами. Как показывают представленные данные, жители поселков с населением менее 2000 человек являются существенной частью населения Центральной и Восточной Европы. Население сельских районов часто экономически слабое, а сельские регионы менее развиты и имеют недостаточные возможности получения необходимой экономической помощи для развития водохозяйственной и санитарной инфраструктуры. Учитывая влияние этого фактора на качество вод в европейских водоемах и благосостояние людей, необходимо рассматривать развитие систем сельского водоснабжения и санитарии, как неотложную задачу.

## Основные экономические характеристики стран Центральной и Восточной Европы

Согласно данным, приведенным на рисунке 2.3, страны Центральной и Восточной Европы могут быть разделены на три группы, согласно их экономическому потенциалу: “богатые страны” (Чешская Республика, Словения) с внутренним валовым продуктом (ВВП) на душу населения более 70% от среднего показателя для 25 стран ЕС, “средне зажиточные страны” (Эстония, Венгрия, Латвия, Литва, Польша и Словакия) с диапазоном разброса 45-70 % от среднего показателя и “более бедные страны” (Болгария, Румыния и Украина) с ВВП ниже 45 % от среднего показателя для 25 стран ЕС. Среднее расчетное значение ВВП на душу населения в странах Центральной и Восточной Европы составляет 41.0 % от среднего показателя для 25 стран ЕС.

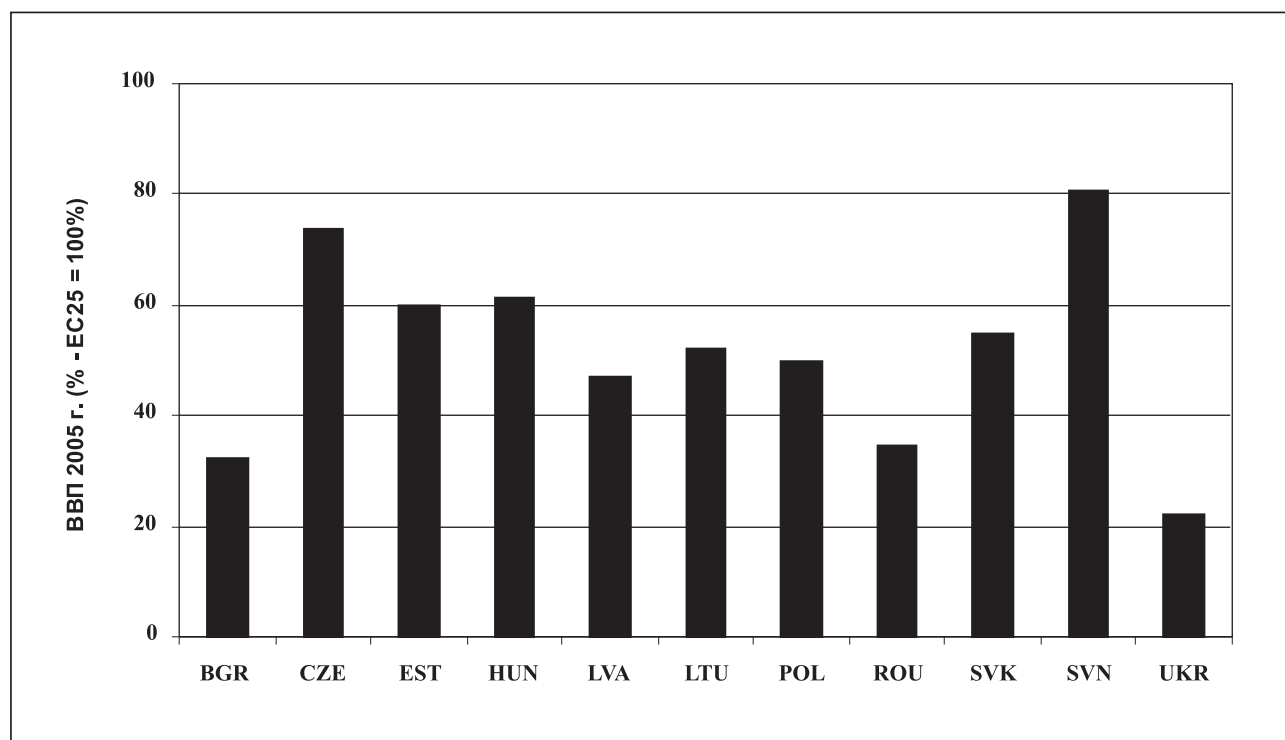


Рис. 2.3 ВВП на душу населения в странах ЦВЕ (2005 г. - ЕС 25 = 100 %)

ВВП на душу населения (как паритет покупательной способности) изменяется в 11 странах Центральной и Восточной Европы от 4.480 Евро (Украина) до 16.300 Евро (Словения), то есть приблизительно в 3.6 раза. В среднем для всех стран ЦВЕ, экономическое состояние характеризуется годовым ВВП, составляющим 8.300 Евро. С позиций экономических возможностей, жители стран Центральной и Восточной Европы представляют наиболее бедную часть Европы, но с точки зрения экономического развития, страны ЦВЕ представляют наиболее динамичную и развивающуюся часть Европы. Текущая ситуация, характеризующаяся низкой стоимостью трудовых ресурсов, повышенными инвестициями и развивающейся инфраструктурой, делает регион ЦВЕ привлекательным с точки зрения экономических перспектив.

Все вышеприведенные географические, демографические и экономические параметры нужно оценить и совместно определить проблемы управления водными ресурсами в регионе, а также в каждой стране Центральной и Восточной Европы. Потребность в улучшении качества питьевой воды, состояния систем канализации, тип, число и работоспособность сооружений для очистки сточных вод - ключевые вопросы управления водными ресурсами в странах ЦВЕ, в их усилиях реализовать водное законодательство ЕС.

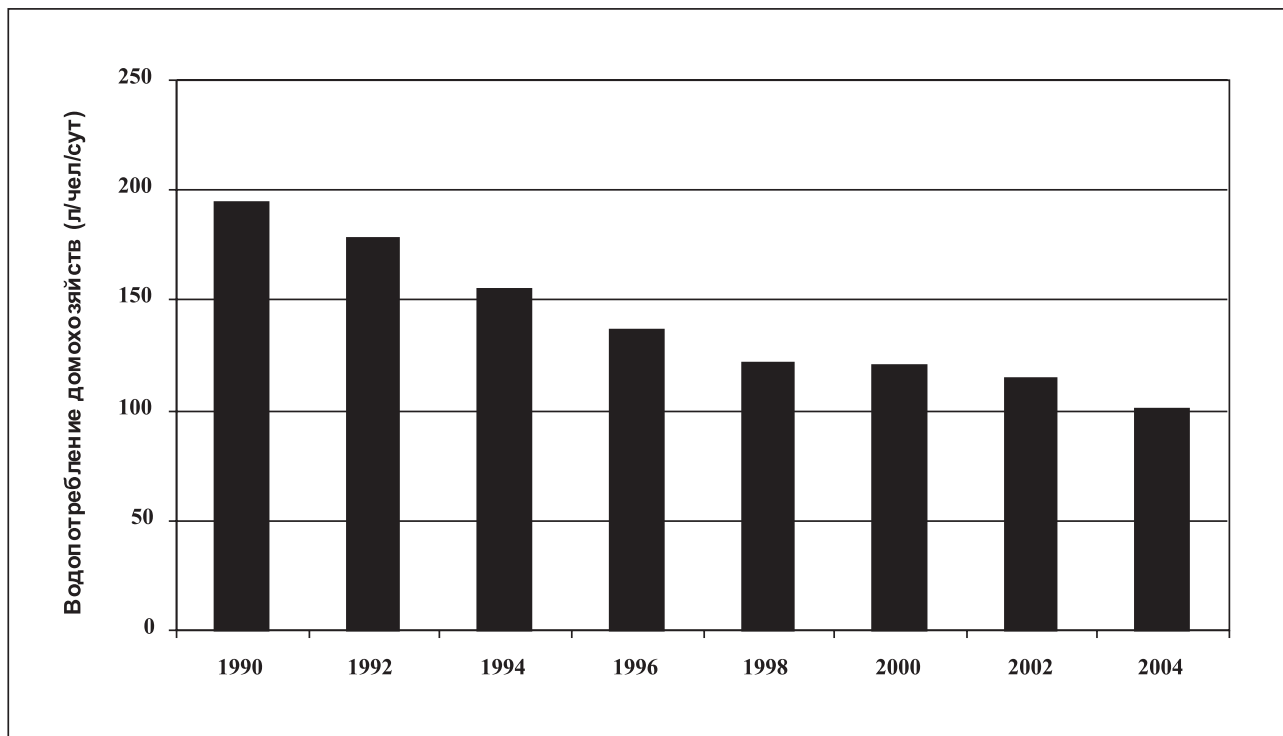
## Питьевое водоснабжение

Существует много критериев, отражающих текущую ситуацию в питьевом водоснабжении в странах ЦВЕ. В таблице 2.2 приводятся некоторые важные параметры питьевого водоснабжения в странах Центральной и Восточной Европы. Один из часто используемых параметров, которые характеризуют степень развития системы управления водными ресурсами в конкретной стране, - подключение жителей к коммунальной водопроводной сети. Этот параметр представляет долю жителей в стране, которые обеспечены качественной питьевой водой из общественных водных источников (очищенная питьевая вода). Остальная часть жителей обычно используют воду из местных источников (частные колодцы). Однако, в этом случае, качество воды не контролируется правительственными органами, и часто может не соответствовать стандартным параметрам качества питьевой воды.

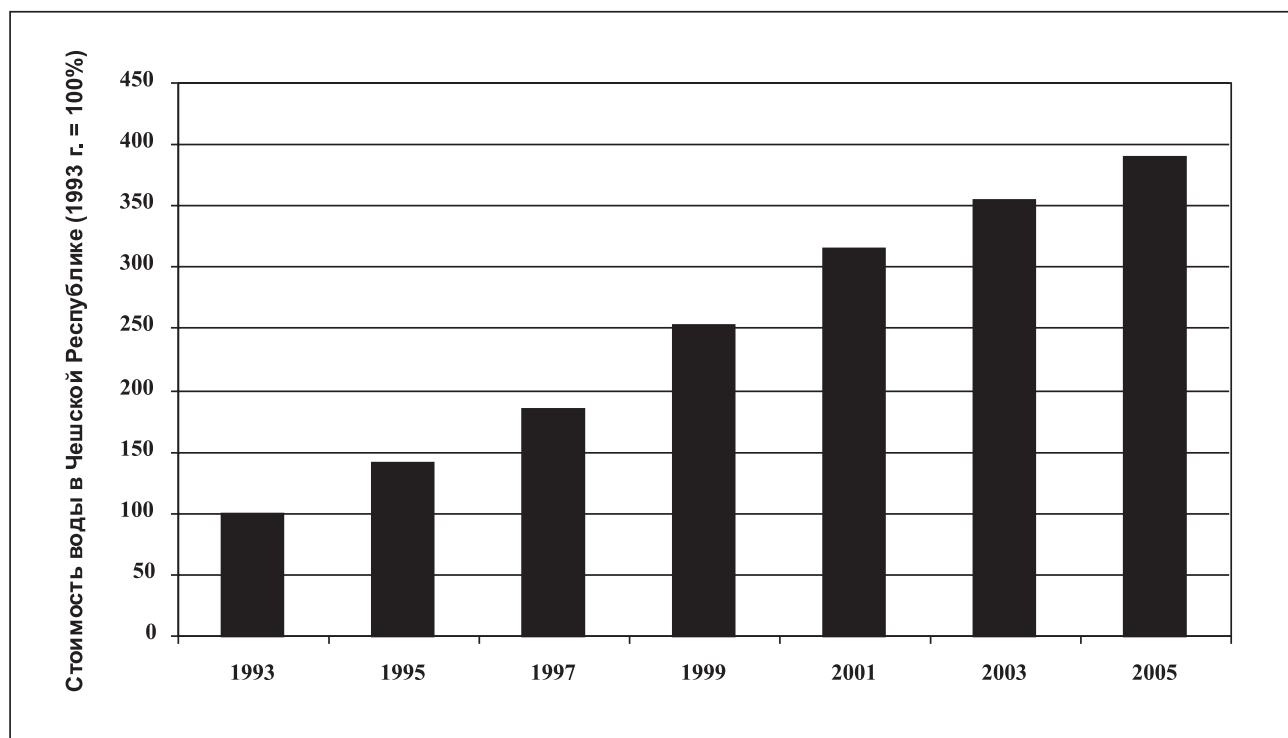
В странах ЦВЕ процент подключения домохозяйств к общественным системам водоснабжения относительно высок, и может превышать вышеупомянутые 75 %. Исключением являются Литва и Румыния, которые имеют более низкий показатель подключения домохозяйств к общественному водоснабжению. Доля населения, имеющего централизованное водоснабжение, изменяется от 53.5% в Румынии до 98.8% в Болгарии (цифры для Болгарии весьма неожиданны, поскольку они сопоставимы с уровнем многих высокоразвитых стран Западной Европы, типа Дании, Германии и других). Цифры обеспеченности жителей водопроводом более 60 % указывают на то, что, в основном, городское население страны обеспечено системами централизованного водоснабжения. Цифры, превышающие 80 %, говорят о том, что преобладающая часть сельских жителей также подключены к коммунальному водоснабжению, и только незначительная часть жителей, живущих на хуторах, не имеет никакого доступа к системе коммунального водопровода.

Коммунальное водопотребление определяется количеством воды, которое фактически используется частными домохозяйствами и которое измеряется и подлежит оплате. Коммунальное водопотребление варьирует от 74 л/чел/сут в Литве, что является чрезвычайно низким показателем, до 250-320 л/чел/сут в Румынии и на Украине, что является чрезвычайно высоким потреблением, вероятно, вследствие использования воды на небольших приусадебных участках, иррационального потребления, высоких потерь воды, отсутствия водоучета и других причин. Остальные страны имеют сопоставимые цифры водопотребления, в пределах 90-150 л/чел/сут. Заметное различие наблюдается в водопотреблении городских и сельских районов. Техническая оснащенность жилых зданий в городах обычно выше, чем в сельских районах, что приводит к более высокому уровню потребления воды из коммунальной водопроводной сети. С другой стороны, сельские жители обычно используют другие источники воды (частные колодцы), когда водопотребление не оплачивается и не контролируется.

Вообще, серьезное снижение уровня общего спроса на воду и коммунального водопотребления было отмечено за последние десять лет во всех странах постсоциалистической Центральной и Восточной Европы (главным образом, в результате приватизации компаний водоснабжения и увеличения стоимости поставок воды). Этот факт можно проиллюстрировать цифрами водопотребления домохозяйствами в Словацкой Республике (рис. 2.4) и увеличением стоимости воды в Чешской Республике за период 1993-2005 гг. (рис. 2.5). Стоимость воды в отдельных странах Центральной и Восточной Европы изменяется от 0.15 Евро/м<sup>3</sup> на Украине до 2.00 Евро/м<sup>3</sup> в Румынии. Можно ожидать, что стоимость воды в странах ЦВЕ повысится в последующие годы и, вероятно, достигнет той же самой стоимости, что и в более богатых странах Европы (3-4 Евро/м<sup>3</sup>). Хотя водопотребление существенно снизилось за прошедший период (рис. 2.4), рост стоимости воды ожидается в долгосрочной перспективе в странах ЦВЕ. Снижение в водопотреблении может ожидаться, главным образом, в сельских районах.



**Рис. 2.4** Динамика коммунального водопотребления в Словакии



**Рис. 2.5** Динамика цен на воду в Чешской Республике в 1993–2005 гг

**Таблица 2.2.** Основные характеристики водоснабжения в странах ЦВЕ.

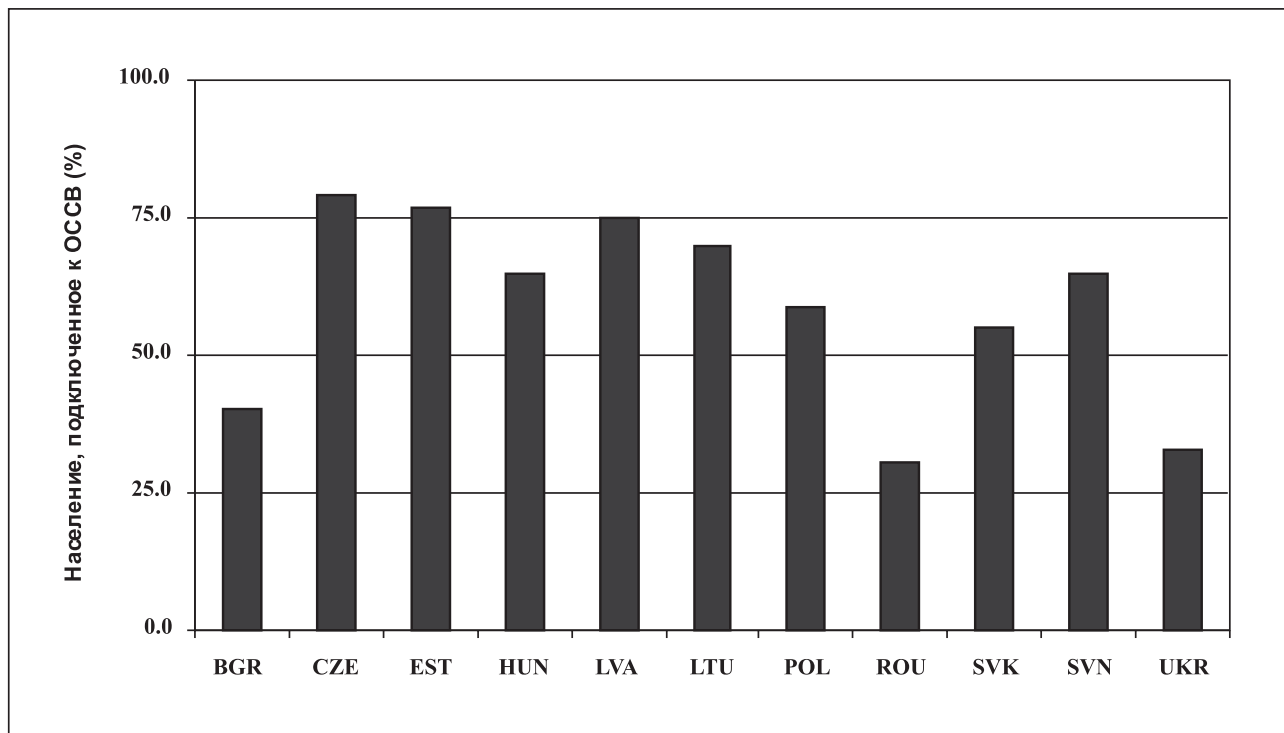
	BGR	CZE	EST	HUN	LVA	LTU	POL	ROU	SVK	SVN	UKR
Население, обеспеченное водопроводом, (%)	98,8	91,6	77,0	93,0	75,0	66,0	85,4	53,5	85,3	92,0	70,0
Коммунальное водопотребление (л/чел*сут)	94	103	100	151	50-150	74	103	80-250	95	146	60-320
Стоимость воды – доставка + очистка (Евро/м <sup>3</sup> )	0,62	1,40	1,50	2,46	1,05	1,08	1,15	2,00	1,35	1,72	0,15

### **Канализация и системы очистки сточных вод в небольших поселках**

Подключение жителей к системам канализации и ОССВ - показатель качества управления водными ресурсами страны. Процент подключений в странах Центральной и Восточной Европы относительно низок по сравнению с развитыми странами Западной Европы. Это можно отнести за счет длительного пренебрежения вопросами развития инфраструктуры в коммунистическую эру во всех странах ЦВЕ. Доля населения, подключенного к централизованным системам канализации с ОССВ, варьирует от 30% (Румыния) до 80% (Чешская Республика). Приведенные данные не всегда отражают реальное состояние развития ОССВ, например, в Словении относительно высокий процент сточных вод (приблизительно 40%) очищают только механически, и качество очищенных сточных вод низкое.

Вследствие экономических проблем после крушения коммунистических режимов, темпы строительства канализационной инфраструктуры были не высокими. Низкие темпы строительства были предопределены финансовыми затруднениями, испытываемыми в течение перехода к новым экономическим отношениям и процессам, невразумительной ситуацией с приватизацией систем канализации и другими факторами. Однако, позже все страны ЦВЕ (за исключением Украины) в значительной степени развили свои системы канализации и очистки сточных вод, и они продолжают наращивать темпы этих работ, главным образом, благодаря поддержке, предоставляемой европейскими фондами присоединения (PHARE, ISPA, Фонд Единства и другие).

Данные, приведенные на рис. 2.6, свидетельствуют, что во всех странах ЦВЕ (кроме Болгарии, Румынии и Украины) почти все городское население, а также часть сельского населения подключена к системам канализации. Характеризуя будущее развитие водохозяйственной инфраструктуры, отдельные страны приводят данные, демонстрирующие, что все страны планируют подключить около 75-90 % населения к системам канализации и очистки сточных вод. Помимо формирующихся конгломератов поселков - то есть, подключения небольших поселков к системам очистки сточных вод больших городов или подключения небольших поселков к единому комплексу ОССВ - такой подход окажет серьезное влияние на достижение поставленных целей в сельских районах.



**Рис. 2.6** Доля жителей, подключенных к коммунальной канализации с ОССВ в странах Центральной и Восточной Европы

Доля населения, которое живет в сельских районах в странах Центральной и Восточной Европы, относительно высока (рис. 2.2). Это дает основание для поиска соответствующих технологий очистки сточных вод для этой части населения. В основном, рассматриваются три альтернативы подключения сельского населения к системам канализации и очистки сточных вод:

1. Подключение небольших поселков к системам очистки сточных вод больших городов. Если расстояние от поселка до ближайшего крупного ОССВ не очень большое (или при наличии подходящих топографических условий), то вариант подключения небольших поселков к городским системам должен быть проработан. В настоящее время, эта альтернатива реализуется в Чешской Республике и Словакии, при реконструкции и модернизации централизованных ОССВ с целью подключения дополнительных сельских поселков. Компании, занимающиеся водоснабжением и канализацией, предпочитают эксплуатацию централизованных ОССВ для ряда спутниковых поселков или работу с отдельными ОССВ для группы небольших поселков. С точки зрения инвестиций стоимость строительства в этом случае достаточно высока (1 км трубопровода для транспортирования сточных вод стоит около 250.000 Евро), что сегодня “к счастью” оплачивается из средств ЕС.
2. Подключение нескольких небольших поселков к одной объединенной системы канализации и очистки сточных вод. И снова экономическая оценка всех факторов играет важную роль. Эта альтернатива строительства для небольших и сельских участков используется в меньшей степени в странах ЦВЕ, чем предыдущая.
3. Строительство индивидуальных ОССВ для каждого небольшого поселка весьма часто применяется в странах ЦВЕ. Однако строительство ОССВ для поселков с числом жителей менее 2000 человек не является обязательным мероприятием согласно Директиве ЕС. Это обычно инициатива провинциального или местного муниципалитета. При этом, следует отметить, что страны Центральной и Восточной Европы часто поддерживают и субсидируют строительство небольших ОССВ, без серьезного учета того факта, что амортизация (спустя десяток лет), затраты на поддержание и эксплуатацию будут финансироваться “бедными” водопользователями.



### **Идентифицированные недостатки в организации санитарных услуг в сельской местности**

Согласно результатам анкетных опросов данного исследования, приблизительно 150 миллионов человек живут в странах ЦВЕ, из которых 30 миллионов или 20 % живут в сельских поселках с населением менее 2000 жителей. В составе этого сельского населения, приблизительно 3.5 миллионов человек обслуживаются системами ОССВ больших городов, и около 1.5 миллионов обслуживаются небольшими муниципальными ОССВ. Остальные 25 миллионов сельских жителей в странах ЦВЕ не обслуживаются централизованными системами очистки сточных вод. В перспективе до 2015 года, 75-90% общего населения Центральной и Восточной Европы будет обслуживаться централизованными системами канализации и очистки сточных вод. Таким образом, 10-15% или приблизительно 20 миллионов сельских жителей останутся без обслуживания современными санитарными системами, которые отвечали бы любым экологическим или социально приемлемым стандартам после 2015 года!

### **Выгребные ямы**

С точки зрения существующих систем очистки сточных вод, доминирующий метод в небольших поселках в странах ЦВЕ - использование выгребных ям. Это очень несовершенный метод очистки сточных вод (в основном, только накопление или предварительная обработка сточных вод, без полноценной очистки). Необходимо отметить, что на сегодняшний день, приблизительно 75% сельского населения в странах ЦВЕ используют этот простейший тип утилизации сточных вод (рис. 2.7). В некоторых районах Центральной Европы, выгребные ямы служат предварительным этапом очистки сточных вод перед их заключительным сбросом в водоприемную систему. Выгребные ямы часто переполняются и, кроме того, они не отвечают основным законодательным требованиям в отношении очистки сточных вод. Обычно, в основном, старые здания (20 лет и более) оборудованы ими, и очень сложно (законодательными и техническими средствами) обеспечить какие-либо улучшения в их работе.

### **Биологическая очистка**

Вторым наиболее распространенным методом очистки сточных вод в небольших и сельских поселках является биологическая очистка - процесс активации. Активация осадка при очистке сточных вод является одним из методов очистки, при котором содержащее углерод органическое вещество сточных вод является источником энергии для производства новых клеток смешанными популяциями микроорганизмов в водной аэробной среде. Микробы преобразуют углерод в ткань клеток и конечные продукты окисления, которые включают углекислый газ и воду. Активация, в основном, используется в сельских районах Эстонии и Литвы. Этот процесс предъявляет более высокие технические требования, но при правильном использовании, он обычно отвечает всем стандартам очистки сточных вод. Процесс активации в сельских условиях обычно организуется на небольших ОССВ (для 50 и более обслуживаемых жителей) или ОССВ домохозяйств (5-50 обслуживаемых жителей). ОССВ, обслуживающие домохозяйства, стали более популярными в сельских районах стран Центральной и Восточной Европы за прошедший период. Например, в Чешской Республике приблизительно 20.000 ОССВ домохозяйств были построены в течение последних 10 лет, обслуживая 100.000 жителей (1.0% населения Чешской Республики).

### **Природные системы очистки сточных вод**

Природные системы очистки сточных вод используются в ограниченных масштабах в регионах Центральной и Восточной Европы. С одной стороны, есть страны с долгосрочным положительным опытом использования этого метода очистки, например, Эстония, Чешская Республика, Венгрия, Польша и Словения (рис. 2.8). С другой стороны, имеются страны, которые не имеют опыта использования природных систем очистки сточных вод, например, Словакия и Болгария. В странах ЦВЕ общие подходы к использованию природных процессов включают создание вэтлифтов, фильтрацию сточных вод через почвы или песок, протекание через заросли макрофитов, лагуны и ирригационные системы, использующие сточные воды для орошения.

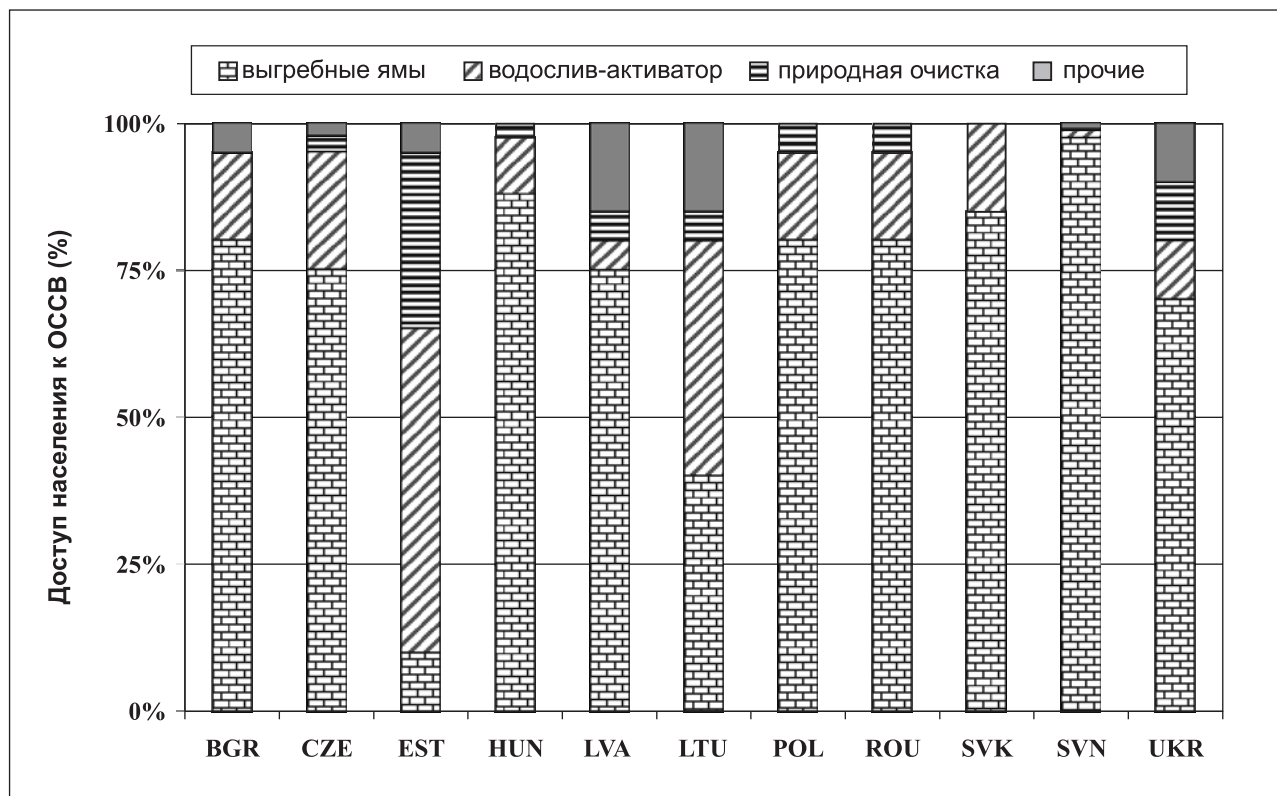


Рис. 2.7. Соотношение методов очистки сточных вод в сельской местности

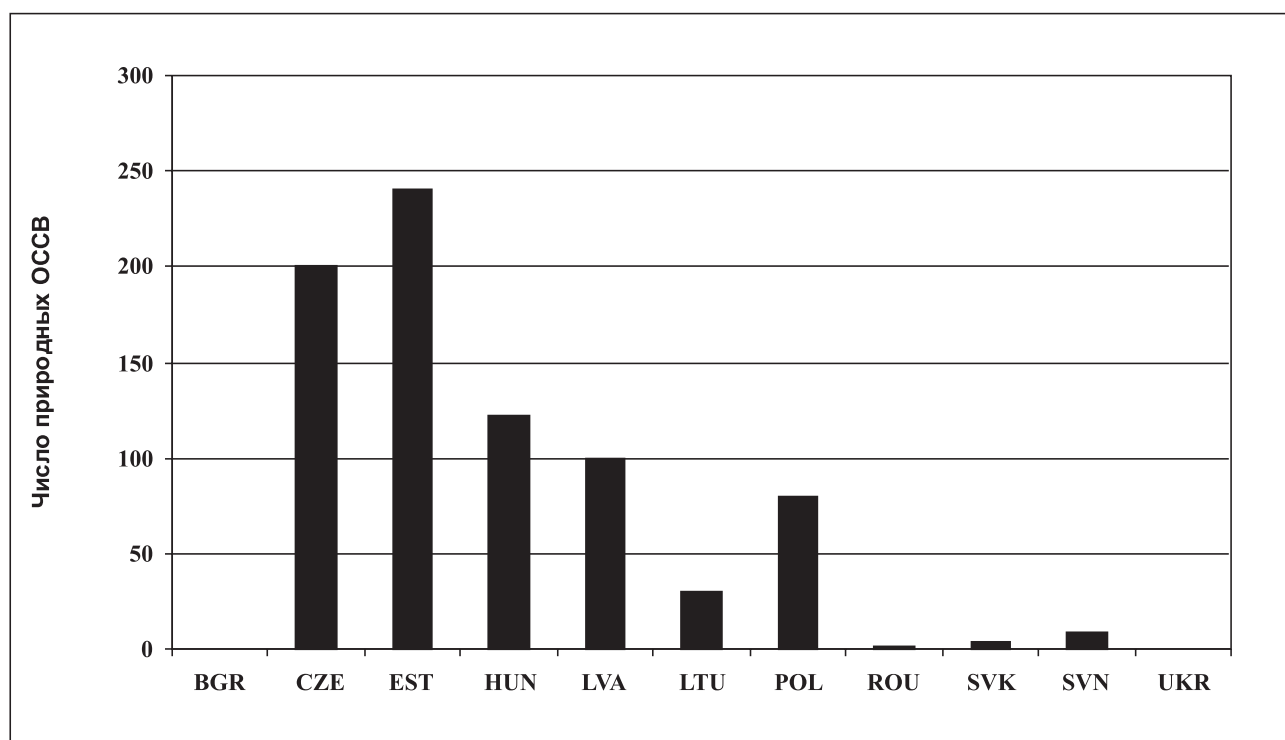


Рис. 2.8. Количество природных ОССВ в странах ЦВЕ.

В Эстонии и Литве есть положительный опыт использования природных систем очистки сточных вод. Прежде всего, использование вертикальных фильтров из тростника и песка оказалось наиболее эффективным. Они могут использоваться при холодных климатических условиях Прибалтики, обеспечивая высокую степень очистки органических веществ. Основным условием успешного применения этих систем является эффективная предварительная обработка сточных вод. При этом, в Словакии только 10 ОССВ были построены за последние

10 лет, в основном, вэтланды. Сегодня, действуют только три, и все они используются как третичный этап очистки. В Словакии, в основном, сложилось отрицательное мнение о функциональных возможностях этих методов очистки; оппоненты говорят о завышенных требованиях в отношении свойств почв, несоответствующем климате и природных условиях, низкой эффективности очистки и так далее.

Вообще, можно сказать, что природные системы очистки сточных вод в незначительной степени используются в странах Центральной и Восточной Европы. Существующие системы либо отличаются неверно заданными параметрами и являются устаревшими, либо плохо эксплуатируются. Это привело к низкой экспертной оценке и осведомленности общественности о природных системах очистки сточных вод и их потенциале для достижения экологических, социальных и экономических целей. Напротив, в регионах Центральной и Восточной Европы все еще доминируют национальные и международные “лоббисты” обычных “бетонных и стальных” систем очистки. Приверженцы природных систем очистки, главным образом, присутствуют среди инженеров-экологов, экологических неправительственных организаций и представителей “движения зеленых”, которые сталкиваются с трудностями внедрения новых идей в умы руководителей, которые привыкли “вести бизнес как обычно” и профессионалов, разрабатывающих традиционные методы очистки сточных вод.

В некоторых европейских странах, таких как Швеция, Германия и Норвегия, так называемые устойчивые санитарные системы были разработаны и внедрены в течение последних десяти лет. Эти новые подходы к обеспечению санитарных услуг разрабатываются для достижения целей устойчивого развития, то есть системы должны быть экономически эффективными, отвечая социальным целям, а также целям более качественной защиты окружающей среды. Эти системы включают начальное разделение коммунальных сточных вод на фракции, типа “серой воды”, мочи и фекалий для повторного использования природных ресурсов (питательные вещества, вода и тепловая энергия). Новые концепции очистки пока еще не внедрены в регионе ЦВЕ.



## Глава 3

# Создание устойчивых санитарных условий в небольших и средних поселках Центральной и Восточной Европы

Питер Риддерстолп и Марика Палмер Ривера

### ВВЕДЕНИЕ

Обеспечение нормальных санитарных условий - одна из фундаментальных функций общества. Мы должны есть и пить, и поэтому всегда будут экскременты. Чтобы оставаться здоровыми, мы должны мыться, стирать одежду и поддерживать чистоту в наших жилищах. Поэтому, загрязнение определенных объемов воды неизбежно. Соответствующие санитарные условия являются обязательным условием для удовлетворения основных потребностей каждого человека и охраны общих ценностей, таких как водная окружающая среда, источники питьевой воды и питательных веществ, используемых при производстве продовольствия. Поэтому планирующие органы и политики должны иметь всестороннее понимание роли и методов санитарной очистки для развития благополучного и устойчивого общества.

На заре человечества, экскременты людей ассимилировались природной средой, где происходило разложение их на составные части и интегрирование в процессы естественного кругооборота элементов. Когда люди начали селиться на постоянной основе, экскременты стали оказывать отрицательное воздействие на индивидуумов, общество, а также природу. Поэтому, по мере развития общества, разрабатывались санитарные нормы, и строилась инфраструктура для утилизации экскрементов.

История показывает, что при всех общественных формациях на всей планете системы управления экскрементами (а позже сточными водами) разрабатывались с учетом основных потребностей и задач. При этом, можно отметить различие между индивидуальными и общественными целями и задачами. Индивидуальная цель включает создание надежных, удобных и доступных санитарных условий для пользователей при исключении неприятных запахов и загрязнения. Там где люди занимаются сельским хозяйством, безопасное повторное использование экскрементов человека в виде удобрения также является одной из частных задач. Общие цели включают недопущение скопления отходов и рисков для здоровья на общих территориях, защищая окружающую среду и повышая уровень продовольственной безопасности через кругооборот питательных веществ.

Повторное использование питательных веществ, присутствующих в экскрементах человека, стало основной движущей силой развития санитарии в Европе в период от средневековья до конца 19-ого столетия, когда были внедрены канализационные системы, и началась утилизация твердых отходов в городах. В начале двадцатого века, фокус этой деятельности сместился с повторного использования на утилизацию. Несколько причин объясняют это изменение в подходах. Одной из них являлось структурное изменение в сельском хозяйстве в результате использования искусственных удобрений, а также тот факт, что загрязнение экскрементами и сточными водами - главным образом, питьевой воды - связывалось, например, с возникновением эпидемий холеры. Таким образом, защита здоровья людей стала следующим важным фактором для развития сектора санитарии.

Во второй половине 20-ого столетия, массовое и часто заметное уничтожение водоемов за пределами городов создало третью движущую силу для развития сектора санитарии - охрана окружающей среды. История учит нас, что хорошо функционирующая и долгосрочно-устойчивая система санитарии должна охватывать как основные частные цели, так и долгосрочные общие цели. Реализация всех этих целей - наша общая задача в будущем.

В контексте 21-ого столетия, устойчивая санитария - логическое следствие глобальных обязательств, выраженных на Всемирном саммите по устойчивому развитию в Йоханнесбурге в 2002 году, где раздел обеспечения санитарных услуг был добавлен к Целям Развития Тысячелетия. Первым шагом в решении как задач водоснабжения, так санитарных задач была разработка национальных планов интегрированного управления водными ресурсами (ИУВР) и эффективного использования водных ресурсов до 2005 года. Обследование 100 стран, выполненное Глобальным Водным Партнерством в 2005 году, показало, что только приблизительно 30% из них имели подготовленные планы, в которых развитие санитарных услуг являлось одной из приоритетных задач.

В данной главе, рассматриваются принципы организации устойчивой системы санитарных услуг. Глава состоит из двух частей; в первой части формулируются концепции устойчивой санитарии, а во второй части представлен метод планирования при выборе подходящего решения по организации санитарных услуг.

### **3.1 КОНЦЕПЦИИ УСТОЙЧИВОЙ САНИТАРИИ**

На протяжении всей истории человечества, общими целями оказания санитарных услуг и очистки сточных вод были охрана здоровья населения, рециркуляция питательных веществ и борьба с экологической деградацией. Достижение этих целей и в будущем останется функцией общества первостепенной важности. Для обеспечения устойчивости системы, эти функции должны быть сбалансированы с экономической, социально-культурной (среди них присутствуют и частные цели) и технической составляющими. Данный баланс иллюстрируется рисунком 3.1.

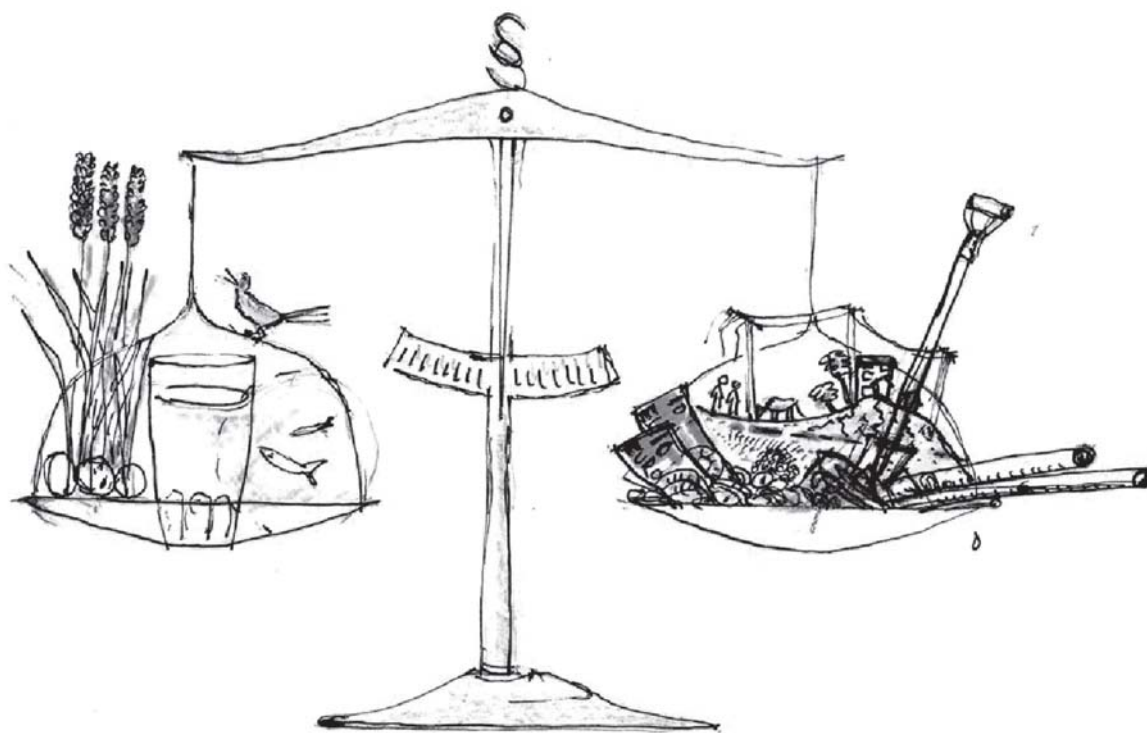
Ниже, дается определение, и рассматриваются различные концепции обеспечения устойчивых санитарных услуг и систем санитарии. Также описаны основные функции, практические соображения и технические варианты. Чтобы проиллюстрировать эти концепции, оценивается обычная система очистки сточных вод (централизованные очистные сооружения) по ее эксплуатационным характеристикам в отношении первоочередных функций и практических соображений.

Что означает термин «устойчивая санитария»?

Термин «устойчивая санитария» используется с целью включения проблематики санитарии в

общее русло концепции устойчивого развития, согласованной главами государств на конференции ООН по окружающей среде и развитию в Рио-де-Жанейро в 1992 году. Он означает, что решения по оказанию санитарных услуг должны быть экономически и технически выполнимыми и соответствующими экологическим критериям, при обеспечении социальной справедливости.

На практике это означает, что новые инвестиционные проекты по развитию инфраструктуры и разработке технологий, позволяющих обслужить 3 миллиарда человек, которые сегодня не имеют нормальных санитарных условий, должны подвергнуться экспертизе на их устойчивость прежде, чем будет принято решение об их реализации. Такой подход потребует проведения консультаций со всеми заинтересованными сторонами с целью поиска оптимального варианта использования имеющихся экономических и природных ресурсов, а также удовлетворения нужд населения наилучшим способом. Санитария часто является частью национальных планов интегрированного управления водными ресурсами. Во многих случаях, Глобальное Водное Партнерство выступает в роли помощника правительств в их усилиях по поиску оптимальных решений при выполнении этих планов, организуя диалоги с заинтересованными сторонами<sup>1</sup>.



**Рис. 3.1** Основные функции санитарии (охрана здоровья населения, рециркуляция питательных веществ и борьба с экологической деградацией) должны быть сбалансированы при учете практических соображений. Местная ситуация предопределяет уровень предосторожностей и технических решений.

<sup>1</sup> ГВП, 2003 г.

Устойчивая санитария может быть определена как *оказание экономически выполнимых и социально справедливых санитарных услуг населению, за счет которых обеспечивается охрана и улучшение здоровья людей, технически и институционально приемлемым способом, не причиняя ущерба окружающей среде и не истощая ресурсную базу*. Это определение используется, например, при оздоровлении окружающей среды в Швеции и Германии. Подобное определение используется в шведской научно-исследовательской программе “Вода городов”, в которой рассматриваются пять аспектов устойчивости: здоровье, окружающая среда, экономика, социально-культурная сфера и техническая надежность.

**Сноска 3.1:** Взаимосвязи между питьевой водой и санитарией

- Недостаточно очищенные сточные воды могут загрязнить источники воды, используемые для питьевого водоснабжения, например, болезнетворными микроорганизмами (переносчиками болезней) или нитратами (см. раздел 3.1.3 – Охрана здоровья).
- Для обеспечения крепкого здоровья населения, питьевая вода должна быть доступна в достаточных количествах. Поэтому санитарная система не должна использовать больше воды, чем необходимо (см. раздел 3.1.3 - Охрана здоровья).
- Сельское хозяйство использует много пресной воды. Повторное использование сточных вод в сельскохозяйственном секторе означает снижение нагрузки на источники питьевой воды. Чистые и хорошо очищенные сточные воды могут также использоваться для пополнения подземных вод (см. раздел 3.1.3 – Повторное использование).
- Стоимость системы очистки сточных вод, во многом, зависит от объемов используемой воды, так как расходы воды определяют параметры системы, а также влияют на затраты энергии и химикалий (где они применяются) при их эксплуатации (см. раздел 3.1.4 - Экономика).

Многие международные организации рассматривают устойчивую санитарию, как фундаментальную проблему, которую следует учитывать при работе в сфере здравоохранения и развития, а также охраны окружающей среды. Одним из примеров является международное сотрудничество под эгидой Декларации Тысячелетия ООН, которая объединила многих мировых лидеров в преддверье 2000 года. Повестка дня, названная “Цели Развития Тысячелетия ООН”, поддерживается и реализуется такими организациями, как Всемирная Организация Здравоохранения и УНИСЕФ. Цель декларации состоит в том, чтобы сократить число людей, испытывающих нищету и голод, используя методологии устойчивого развития. Цель под номером 7, в частности, фокусируется на водоснабжении и санитарии: *“Сократить вдвое, к 2015 году, долю населения без устойчивого доступа к безопасной питьевой воде и элементарным санитарным услугам”*.

После долгих обсуждений, рабочая группа проекта ООН по водоснабжению и санитарии пришла к выводу, что при работе с концепцией устойчивой санитарии, помимо экологического аспекта и охраны здоровья, дополнительными аспектами, которые необходимо учитывать, должны стать институциональные, финансовые и технические характеристики. Другим примером признания концепции устойчивой санитарии является стратегия развития санитарных услуг Комиссии ООН по устойчивому развитию, в которой подчеркивается важность очистки сточных вод, экономически эффективным и социально приемлемым способом, включая возможность повторного использования питательных веществ и воды<sup>2</sup>.

<sup>2</sup> Комиссия ООН по устойчивому развитию, 2005 г.

Устойчивое развитие может быть определено как “развитие, при котором удовлетворение нужд сегодняшнего дня, не ставит под угрозу потенциал будущих поколений удовлетворять их собственные потребности”. Таким образом, при устойчивой санитарной системе, проблемы решаются на долгосрочной основе, а не сиюминутно и только для отдельного географического региона (например, неочищенные сточные воды сбрасываются в водоемы “и с глаз долой” или производится захоронение отстоя сточных вод, не предотвращая медленного проникновения вредных веществ в почвы, что приведет к экологической деградации в будущем).

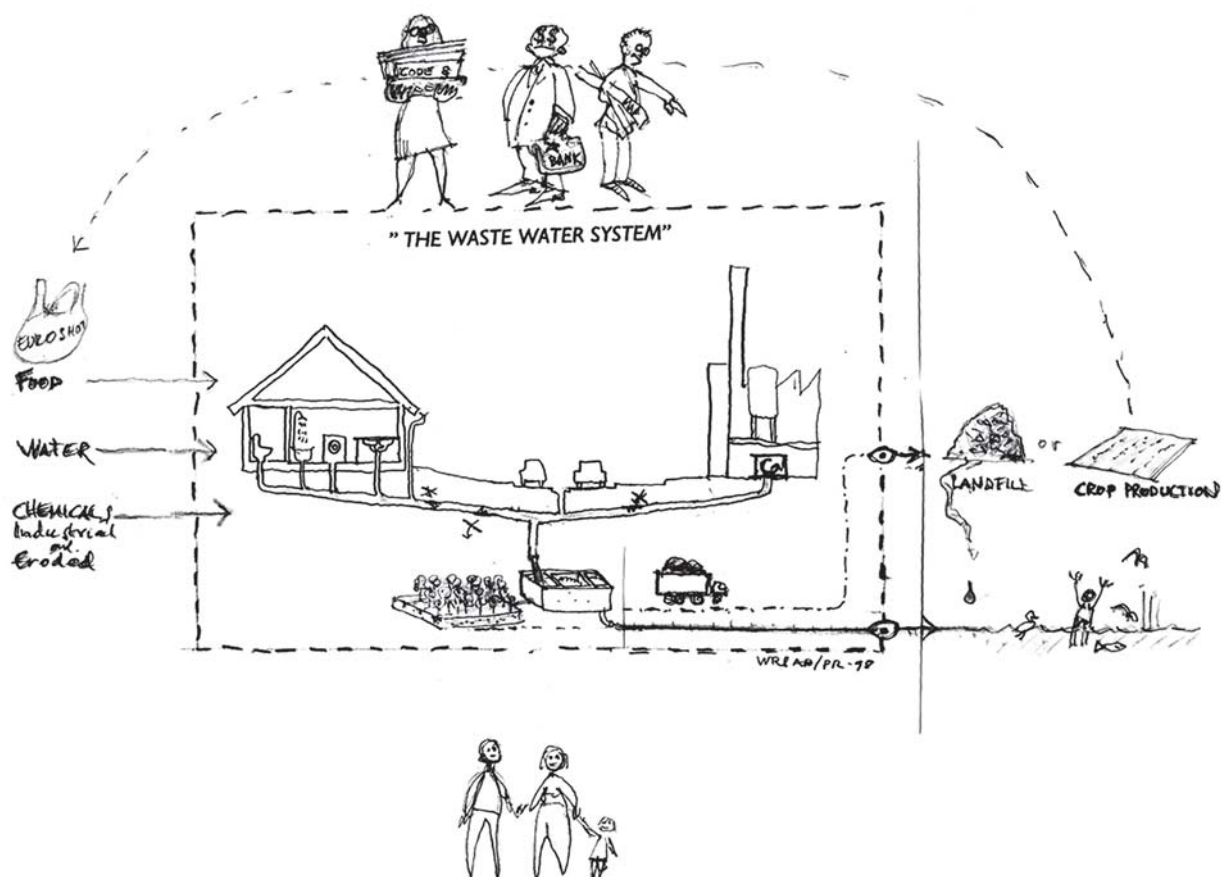
### **3.1.1 САНИТАРНАЯ СИСТЕМА**

При планировании и сравнении различных санитарных систем, необходимо определить их границы. При исследованиях или долгосрочном стратегическом планировании, санитарная система может рассматриваться в более широком плане и включать сельскохозяйственное производство, а иногда и пользователей. Сельскохозяйственные системы тесно связаны с санитарией, так как сельскохозяйственный сектор производит продовольствие, которое, после употребления, перерабатывается системами санитарии. В хорошо отлаженной социально-сельскохозяйственной системе, продукция санитарных систем возвращается в сельское хозяйство, таким образом, замыкая кругооборот питательных веществ.

При практическом планировании и проектировании, более продуктивно рассматривать санитарную систему, как чисто техническую систему. Таким образом, более прагматичное определение санитарии включает все компоненты, от источников (например, туалеты, раковины и так далее.) до конца трубы перед сбросом в водоприемную систему. При практическом планировании также обязательно рассматривать взаимодействия между технической санитарной системой и окружающими её системами и бенефициариями. При проектировании и оценке, необходимо учитывать воздействия технической системы на пользователей, население, живущие поблизости, и будущие поколения, экономику, институциональный потенциал, а также на сельское хозяйство и водоприемники. Концептуальный эскиз санитарной системы приводится на рис. 3.2.

Техническая система не обязательно подразумевает сооружение из “стали и бетона”. Природные системы (под открытым небом) также могут использоваться для очистки сточных вод. Особенно в сельских районах и на ирригационных системах, фильтрация воды через почву или песок или протекание сточных вод через созданные системы вэтандов являются приемлемыми решениями для очистки сточных вод. Исполнение требований, предъявляемых к санитарным системам, может контролироваться с помощью замеров на всех участках от точки происхождения загрязнения до водоприемника. Поэтому, важно знать о входной точке, а также выходной точке системы. В процессе планирования, необходимо определить, например, где начинается система в доме или на краю сада, сколько зданий, необходимо подключить к системе и нужно ли выводить систему в точку, где весь очищенный сток может быть измерен, или может ли система быть увеличена по сравнению с исходными параметрами, чтобы охватить, например, часть поля, где выращиваются сельскохозяйственные культуры. В последнем случае, производительность системы не может быть измерена традиционными методами. Четко определенные границы систем необходимы для того, чтобы сравнивать различные решения и оценивать устойчивость санитарной системы. Более детальное описание планирования и использования различных систем приводится в разделе “Планирование устойчивой санитарии” (ниже).





**Рис. 3.2.** Концептуальный эскиз “системы сточных вод”. В границах системы (отмечено пунктирной линией) - все технические компоненты, от источников загрязнения до водоприемников. Меры по охране окружающей среды и здоровья населения, а также по созданию потенциала для повторного использования воды и питательных веществ, могут и должны быть предприняты в пределах всей системы. Окружающие системы и бенефициарии (например, система водоснабжения, система сельскохозяйственного производства, регулирующая система, система финансирования, пользователи системы и люди, живущие в непосредственной близости и ниже по течению) необходимо принять во внимание, и их представители должны участвовать в процессе планирования (эскиз П. Риддерстолп, 1998 г.).

Важно иметь данные обо всей системе и рассмотреть, что “поступает и выходит”. Таким образом, качество очищенных сточных вод и продуктов отстоя (фекалии, моча или осадок) зависит, в большой степени, от входных параметров поступающих сбросных вод. Например, если токсичные компоненты и тяжелые металлы присутствуют в питьевой воде или в химикалиях, используемых домохозяйствами, то эти компоненты будут присутствовать и в отводимых водах или остальных продуктах. “Системный подход” к санитарии, таким образом, означает, что предупредительные меры (контроль источников) нужно всегда рассматривать, например, отделение отходов туалетов от “серой воды”, или снижение содержания фосфора в домашних моющих средствах. Для облегчения очистки и повторного использования, ливневые воды и промышленные сточные воды всегда необходимо отводить от санитарных систем домохозяйств.

### 3.1.1 Основные функции санитарных систем

Как было отмечено выше, основными функциями санитарных систем являются охрана здоровья населения, повторное использование питательных веществ и борьба с экологической деградацией (что проиллюстрировано на рис. 3.3).



**Рис. 3.3** Основные функции санитарных систем: охрана здоровья населения, защита окружающей среды и рециркуляции питательных веществ. Устойчивые санитарные решения должно объединить все эти функции.

Санитарные системы имеют дело с утилизацией мочи, экскрементов (отходы туалетов) и “серой воды” (вода, используемая для купания, стирки и так далее), отдельно или при сочетании этих фракций. Эти фракции имеют разные характеристики, как в отношении содержания загрязняющих веществ, так и в отношении их объемов. Основные характеристики мочи, экскрементов и “серой воды”; воздействия различных загрязняющих веществ и возможные мероприятия по их очистке приводятся в таблице 3.1.

**Таблица 3.1** Содержание различных фракций в сточных водах домохозяйств, экологические воздействия и средства контроля загрязнителей/воздействий<sup>1</sup>. Цифры предоставлены Швецией<sup>2</sup>.

Вещество	Содержание в различных фракциях			Воздействие	Средства контроля
	Фекалии	Моча	Серая вода		
Вода л/чел/сут (включая смывную воду)	4-10	20-40	80-200	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Дефицит в некоторых местах</li> <li>▪ Потери тепла при сбросах</li> <li>▪ Инвестиции в очистку</li> <li>▪ Воздействие на землю и здания</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Поведение</li> <li>▪ Система оплаты</li> <li>▪ Водосберегающее оборудование</li> </ul>
	Обобщенные данные: новые дома: 150 старые дома: 180				
Патогенны	высокое	очень низкое	низкое	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Инфекции</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Не смешивать фекалии с водой.</li> <li>▪ Гигиеническая обработка фекалий, например, дезинфицирование</li> <li>▪ Очистка воды на аэробных биологических фильтрах: капельный биофильтр или вертикальные песчаные фильтры</li> <li>▪ Уменьшить риск внешних воздействий</li> </ul>
Органическое вещество (БПК) кг/чел/год	5,5	2	10	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Недостаток кислорода может привести к:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ запаху</li> <li>▪ токсичности воды</li> </ul> </li> <li>▪ Жиры, масла и рост бактерий способствуют закупорки труб, пор грунта и т.д.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Удаление посредством флотации и осаднения</li> <li>▪ Аэробная минерализация, например, вертикальными песчаными фильтрами</li> <li>▪ Аэробная минерализация, например, биологические емкости или создание вэтлиандов</li> </ul>
	Фекалии + моча = 7,5				
Фосфор кг/чел/год	0,2	0,4	0,05-0,3*	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ эвтрофикация</li> <li>▪ ограниченные ресурсы</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Снижение содержания Р в моющих средствах</li> <li>▪ Раздельная очистка мочи и "черной воды"</li> <li>▪ Химическое осаждение</li> <li>▪ Сорбция в почвах или фильтрах</li> <li>▪ Потребление бактериями, зелеными насаждениями</li> </ul>
	Обобщенные данные: 0,8				
Азот кг/чел/год	0,5	4	0,5	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ эвтрофикация (в море)</li> <li>▪ Потребление кислорода воды</li> <li>▪ Потребление энергии</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Раздельная очистка мочи и "черной воды"</li> <li>▪ Очистка аэробными/анаэробными фильтрами</li> <li>▪ Потребление бактериями, зелеными насаждениями</li> </ul>
	Обобщенные данные: 5,0				
Тяжелые металлы	присутствие	незначительное	присутствие	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Токсичны для людей и экосистем</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Предупреждение у источника например, информация или запрещение</li> </ul>
Органические токсичные компоненты	незначительное	незначительное	присутствие	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Токсичны для людей и экосистем</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Предупреждение у источника например, информация или запрещение</li> <li>▪ Очистка аэробными</li> </ul>

\*Содержание фосфора в "серых водах" зависит от содержания фосфора в моющих средствах, и изменяется в диапазоне 10-50% общего содержания фосфора на душу населения.

<sup>1</sup> Таблица подготовлена П. Риддерстолп совместно с "Коалицией чистой Балтики".

<sup>2</sup> Шведское природоохранное агентство, NFS 2006:7

Как показано в таблице 3.1, есть много способов обеспечения основных функций при рассмотрении всей технической системы от источника до сброса в водоприемник. Цифры в таблице могут использоваться для приблизительных расчетов содержания питательных веществ и нагрузки для предварительного планирования (при проектировании и определении параметров технических компонентов необходимо провести более точные расчеты).

#### *Охрана здоровья населения*

Сточные воды – основной путь распространения болезней. Согласно оценкам Всемирной Организации Здравоохранения около 13.500 детей моложе 14 лет умирают каждый год в Европе от диареи, что связано с плохим качеством воды и низким уровнем санитарии и личной гигиены. Большинство смертных случаев имеет место в Восточной Европе.

Риски для здоровья связаны, главным образом, с содержанием болезнетворных микроорганизмов (патогенны) и являются функцией фекального загрязнения. Моча и “серая вода” обычно не имеют высоких концентраций болезнетворных микроорганизмов, но могут содержать их в небольших количествах, в результате фекального перекрестного загрязнения.

Таким образом, чтобы предотвратить распространение болезней, необходимо предотвратить воздействие фекалий на людей. Следует рассмотреть все пути воздействия от пользователя системы до обработки остатков продуктов и сброса очищенных сточных вод. Возможные пути воздействия представлены в таблице 3.2.

**Таблица 3.2.** Возможные пути воздействия фекалий в различных частях санитарной системы и при использовании конечных продуктов в сельском хозяйстве.

<b>Часть системы</b>	<b>Возможные пути воздействия</b>
Туалеты	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ в течение и после использования</li> <li>▪ в ходе очистки</li> </ul>
Система очистки	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ в течение обслуживания</li> <li>▪ в случае нарушения процесса</li> <li>▪ прямой контакт при очистке сточных вод</li> </ul>
Сброс	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ контакт с очищенной водой</li> <li>▪ использование загрязненной грунтовой воды, в качестве источника питьевой воды</li> <li>▪ контакт с загрязненными насекомыми или дикими животными</li> </ul>
Обработка остатков продуктов	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ при вывозе собранных остатков продуктов</li> </ul>
Использование конечных продуктов	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ при использовании на пахотных землях</li> <li>▪ при потреблении, например, овощей, удобряемых сточными водами</li> </ul>

Защитные меры, которые могут использоваться для предотвращения воздействий фекалий. Концепция защитных мер включает все средства, способные уменьшить риск воздействия, например, ограниченный доступ к открытым процессам очистки сточных вод, которые уменьшают содержание болезнетворных микроорганизмов, и хранение остатков продуктов в условиях, способствующих гибели болезнетворных микроорганизмов. Если гигиеническое качество очищенных сточных вод таково, что представляет риск для здоровья людей, они могут сбрасываться таким способом, который предотвращает их воздействие, пока число болезнетворных микроорганизмов не будет уменьшено до безопасных уровней, например, в вэтлианды с ограниченным доступом. Защитные меры при использовании конечных продуктов на пахотных землях включают применение специальных технологий и ограничения состава выращиваемых культур.

Хотя инфекционные болезни представляют основную угрозу для здоровья людей, связанную с санитарными условиями, другие компоненты, присутствующие в сточных водах также могут быть опасны для здоровья населения. Нитраты, например, если проникают в грунтовые воды, которые используются для питьевых целей, могут вызвать ухудшение здоровья маленьких детей (болезнь, иногда называемая синдромом детей с врожденным пороком сердца).

Сточные воды могут также содержать токсичные вещества, которые представляют угрозу для здоровья людей, например, тяжелые металлы, антибиотики (лекарства), фталаты и фенолы. Процессы очистки, в основном, не разрабатываются для удаления этих компонентов, и лучший способ уменьшить их содержание в сточных водах состоит в том, чтобы уменьшить их в источнике загрязнения, например, сокращая количество химикалий, используемых в домохозяйствах. Для снижения уровня угроз для здоровья населения этих компонентов может быть использована концепция защитных мер от их воздействий, описанная выше.

Чтобы гарантировать надлежащую гигиену и таким образом хорошее здоровье, питьевая вода должно быть доступна в достаточных количествах, а также хорошего качества. На территориях, где воды недостаточно, это должно быть учтено при проектировании санитарной системы.

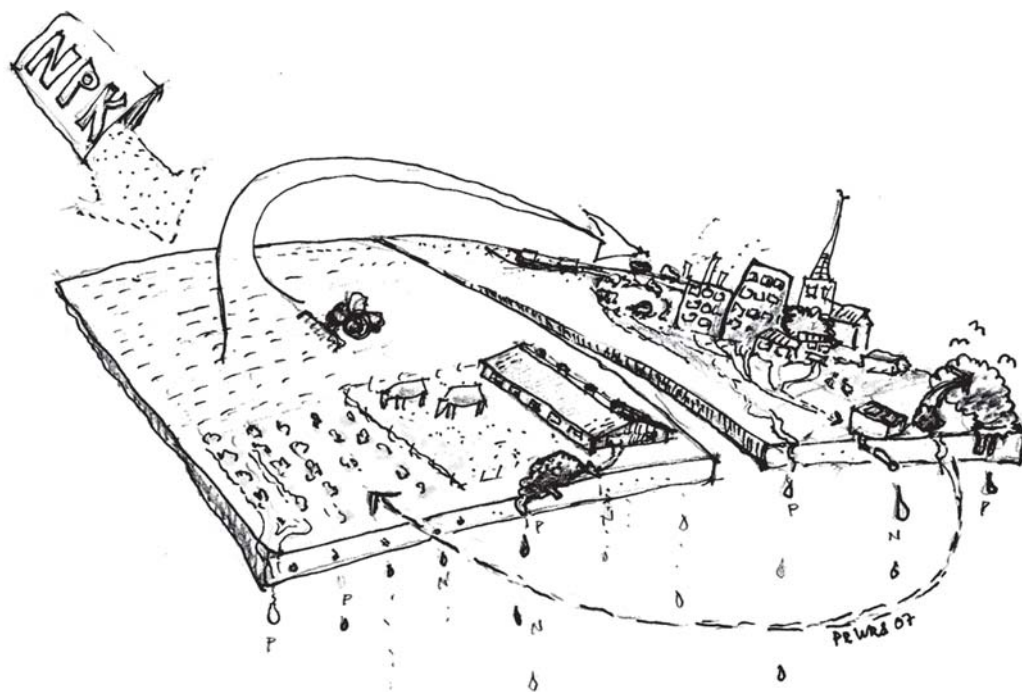
### *Рециркуляция*

В принципе, все питательные вещества, которые мы потребляем, становятся экскрементами. Помимо макроэлементов, подобно фосфору, азоту, калию и сере, существует около двадцати других микроэлементов, присутствующих в отходах туалетов, которые важны для роста растений. Производство культур обычно выигрывает от добавления в почву азота, однако ряд элементов может снизить продуктивность почв, особенно, если они в обороте в течение долгого времени. Жизнь водных растений обычно регулируется содержанием в воде фосфора, а иногда азота. Если эти питательные вещества сбрасываются в водоемы, они могут вызвать эвтрофикацию (зарастание водоёма водорослями), и поэтому традиционная стратегия очистки сточных вод состояла в удалении питательных веществ, перенасыщающих воду. Однако устойчивое решение предполагает, что удаляемые питательные вещества должны повторно использоваться. Простой сброс извлекаемых из отстоя питательных веществ является дорогостоящим подходом, перемещающим проблему эвтрофикации либо будущим поколениям, либо жителям других мест.

Изобилие химических удобрений после второй Мировой войны привело к тому, что многие фермеры, по крайней мере, в западном мире, перестали повторно использовать питательные вещества отходов туалетов. Использование искусственных удобрений, однако, создает несколько проблем. Фосфор искусственных удобрений производится из фосфатов, которые являются ограниченным ресурсом, и некоторые фосфатные минералы имеют высокое содержание тяжелых металлов. Азот может быть произведен из неограниченного источника азота - воздуха, но этот процесс характеризуется высоким уровнем потребления энергии. Разные почвы нуждаются в различном составе макро - и микро питательных веществ. При использовании искусственных удобрений их трудно сбалансировать. Поэтому, чтобы обеспечить очистку сточных вод и долгосрочную устойчивость сельскохозяйственного производства, все питательные вещества, содержащиеся в отходах туалетов должны повторно использоваться в сельском хозяйстве. К сожалению, современная система агрообщества является в большей степени линейной системой потока питательных веществ от запасов минеральных ресурсов до их утилизации в водоприемниках (см. рис. 3.4).

В регионах с дефицитом водных ресурсов, повторное использование воды может также стать важной функцией санитарных систем. Сельское хозяйство потребляет крайне большие объемы пресных вод, и использование сточных вод при орошении уменьшает нагрузку на источники питьевой воды. Вопросы водосбережения рассматриваются в разделе “Экономика и управление ресурсами” (ниже).

Решение одной проблемы не должно создавать новые проблемы, и поэтому, рециркуляция питательных веществ должна осуществляться приемлемыми способами. Существуют определенные риски, связанные с рециркуляцией отходов туалетов и сточных вод, которые включают фекальное загрязнение (распространение инфекционных болезней), засоление почв (при орошении сточными водами в условиях полуаридного или аридного климата) и повышенное содержание тяжелых металлов и других токсичных веществ в почвах и выращиваемых культурах.



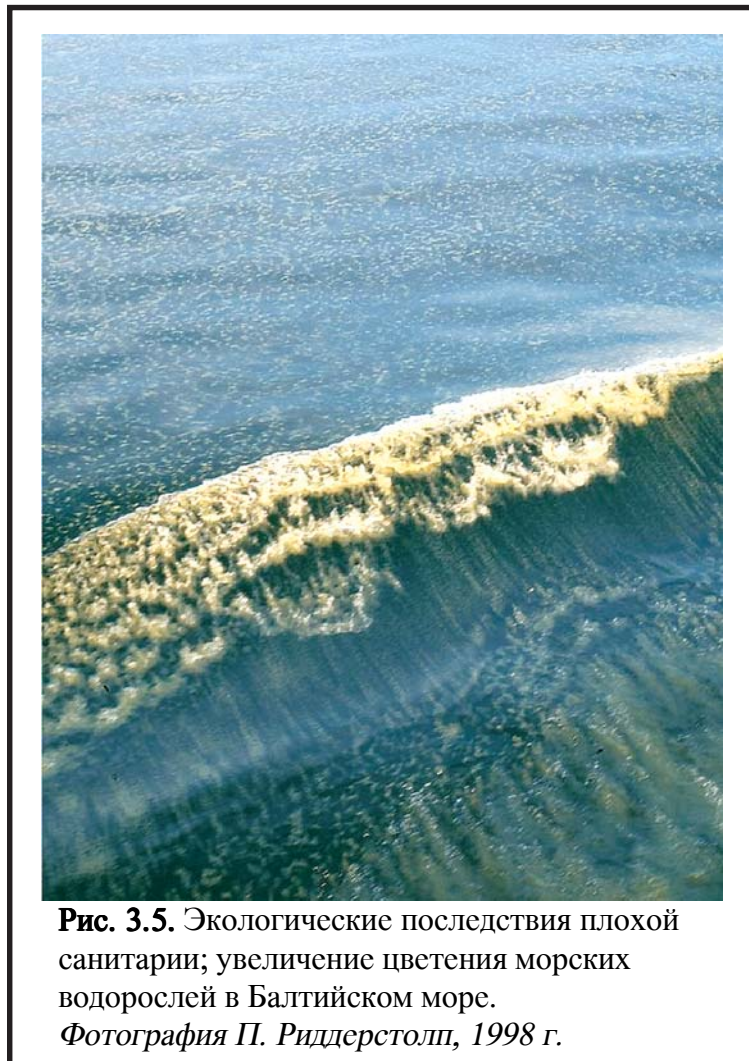
**Рисунок 3.4.** Химические удобрения позволили современному сельскому хозяйству стать независимым от рециркуляции питательных веществ, содержащихся в отходах туалетов. Отсутствие стимулов для создания “замкнутого цикла” превращает сельское хозяйство в систему “утечки” питательных веществ в поверхностные и грунтовые воды. Только незначительная часть всех питательных веществ, поступающих с искусственными удобрениями, преобразуется в продовольствие, поставляемое обществу. После потребления, питательные вещества сбрасываются вместе со сточными водами. В современном обществе (при использовании обычных систем отвода сточных вод), незначительная часть питательных веществ возвращается сельскому хозяйству. Загрязнение и неустойчивая система агрообщества являются результатом подобной практики (эскиз П. Риддерстолп, 2007 г.).

Однако можно успешно управлять рисками. Разработаны гигиенически безопасные и эффективные методы использования отходов туалетов на сельскохозяйственных угодьях. Всемирная Организация Здравоохранения издала руководство по безопасному использованию сточных вод, отходов туалетов и “серой воды” (Всемирная Организация Здравоохранения, 2006 год). Согласно положениям руководства Всемирной Организации Здравоохранения, “прямое использование экскрементов и “серой воды” для удобрения сельскохозяйственных земель способствует минимизации экологических воздействий, как в местном, так и в глобальном контексте”.

Управление ресурсами также является экономической и практической задачей, которая рассматривается в разделе “Экономика и управление ресурсами” (см. ниже).

### *Борьба с экологической деградацией*

Эвтрофикация - серьезная экологическая проблема, вызванная недостаточной очисткой сточных вод, что приводит к чрезмерному росту и гниению растений, стимулируя доминирование определенных видов сорной растительности над другими, и вызывает серьезное ухудшение качества воды. Интенсивное цветение водорослей в Балтийском море в течение летнего периода в последние годы является следствием эвтрофикации.



**Рис. 3.5.** Экологические последствия плохой санитарии; увеличение цветения морских водорослей в Балтийском море.  
*Фотография П. Риддерстолп, 1998 г.*

Высокое содержание органических веществ, в результате сброса неочищенных сточных вод в водоёмы, может привести к резкому снижению уровня содержания кислорода в воде. При этом содержание растворенного кислорода в воде водоемов уменьшается ниже уровней, которые необходимы для жизни, что приводит к гибели рыбы и другой водной фауны. Растительные питательные вещества в сточных водах наносят ущерб водным экосистемам даже в большей степени. Рост морских водорослей и других организмов стимулируется, и органическая нагрузка на водные экосистемы возрастает. В водах с недостаточным содержанием кислорода, фосфор может выделяться из анаэробных отложений, что приводит к дальнейшей эвтрофикации. При такой ситуации с ускорением эвтрофикации трудно разорвать этот “порочный круг”. Последствия эвтрофикации более заметны в небольших водоприемниках, но большие и глубокие водоприемники также чувствительны к этим воздействиям и

очень медленно восстанавливаются от нанесенного ущерба. Балтийское море и Черное море оба являются чувствительными водоемами, которые по прошествию десятилетий загрязнения, в настоящее время страдают от “порочного круга” эвтрофикации (рис. 3.5).

Токсичные вещества, присутствующие в сточных водах, типа тяжелых металлов, органических химикалий и медикаментов, создают экологические проблемы, а также угрозы для здоровья людей, так как они ядовиты для водных и наземных организмов. Эти вещества трудно удалить в процессе очистки сточных вод, и лучше всего уменьшить их содержание в источнике загрязнения (см. выше, охрана здоровья населения).

Почвы и подземные воды иногда используются как приемники сточных вод. Процессы, происходящие в почвах, типа деятельности микробов, способствуют снижению уровня содержания органических и питательных веществ в сточных водах прежде, чем они достигнут подземных вод. Поэтому почвы менее чувствительны к загрязнению сточных вод в качестве водоприемника, по сравнению с водоемами. Однако, токсичные вещества, которые не могут быть разрушены в естественных условиях, накапливаются в почвах вследствие адсорбции на

частицах почвы. Иногда проблематично использовать подземные воды в качестве водоприемника, так как воздействие почвенных процессов на сточные воды в большой мере зависит от типа местных почв и условий залегания подземных вод, и трудно предсказать возможность их использования без детальных изысканий. Изменения в качестве подземных вод трудно заметить, пока загрязнение не достигло слишком высоких уровней, создавая трудности для восстановления их качества.

При постановке целей санитарии и управления сточными водами, важно провести различие между местной и региональной защитой окружающей среды. Сбросы, которые незначительно влияют на региональные водоемы, могут оказать большое воздействие на небольшой местный водоток или озеро.

Экономия энергии и ресурсов, используемых для очистки сточных вод, сберегает средства и часто экономически обоснована. Например, очистное сооружение, потребляющее большие количества электроэнергии или химикалий, требует высоких эксплуатационных затрат, которые иногда трудно покрыть в итоге. Однако, экологические последствия сброса сточных вод затем потребуют гораздо больших затрат энергии и ресурсов вследствие потерь тепла, пресной воды и питательных веществ растений. Эти затраты редко учитываются в частном хозяйстве. Вместо этого, эти затраты представляют собой дополнительные расходы, которые оплатят будущие поколения.

### **3.1.1 Практические соображения создания санитарных систем**

Как было отмечено ранее, для создания устойчивой санитарной системы основные функции должны быть рассмотрены в свете практических соображений, включая затраты, социально-культурных аспектов (пользователи, институциональный потенциал, законодательство и т.д.) и технических функций. Практические соображения рассматриваются и иллюстрируются ниже.

#### *Финансирование*

Затраты на санитарную систему должны быть обоснованными, и степень обоснованности зависит от местного контекста, то есть от того какие пользователи могут и желают оплачивать систему и каким образом система будет профинансирована (займы, гранты и т.д.). Организационные возможности по сбору оплаты пользователей имеют особое значение для общественной системы, финансируемой пользователями. При сравнении различных вариантов, необходимо использовать ежегодные затраты. Ежегодные затраты включают капитальные затраты (инвестиции, поделенные на срок амортизации плюс проценты) и ежегодные затраты на поддержание и эксплуатацию.

Затраты зависят от многих факторов, включая поставленные задачи и природные условия (топография, почвы и т.д.) на участке строительства. Планируемая нагрузка часто определяет размер очистных сооружений, поэтому экономия водных ресурсов при водопотреблении (например, установка водосберегающего оборудования) может обеспечить более низкие затраты. Эксплуатационные издержки включают затраты на электроснабжение (или другие виды энергии), содержание персонала, химикаты, обработку отстоя или других побочных продуктов, а также затраты на мониторинг. Водосбережение, в целом, приводит к экономии на электричестве, химикалиях и обработке отстоя. Природные системы очистки сточных вод (с минимальным использованием электроэнергии и химикалий), когда поддержание и эксплуатация осуществляются пользователями, характеризуются довольно низкими эксплуатационными затратами.

Социально-экономическим фактором, который следует учитывать, является уровень местного развития, увязанный с санитарной системой, то есть возможность использовать местный



технический потенциал для строительства, поддержания и эксплуатации, таким образом, создавая новые рабочие места.

#### *Социально-культурные аспекты*

Побуждающие факторы пользователей в вопросах совершенствования санитарных систем отличаются от общественных движущих сил. Пользователи хотят реализовать надежное, удобное и экономное решение, которое не требует больших объемов работ, чем это необходимо. Вопрос, что считать надежным и удобным решением зависит от культурного контекста. Система должна быть приспособлена к потребностям групп различного возраста, пола и обеспеченности. Если индивидуальные потребности уже удовлетворяются при существующей системе, готовность оплачивать новую более совершенную санитарную систему (чтобы удовлетворить общественные цели) может оказаться значительно ниже, чем платежеспособность. Готовность платить может быть повышена при справедливой оплате потребления за эффективную организацию и высокую надежность услуг. Повышение уровня осведомленности и обучение пользователей могут потребоваться для организации правильного использования системы.

Четкое распределение ответственности за управление, поддержание и эксплуатацию систем имеет большое значение для устойчивости. Несколько различных форм собственности и ответственности возможны; система может находиться в собственности и управляться частным образом каждым домохозяйством (возможно для децентрализованных локальных систем), муниципалитетом (государственная собственность) или объединенной ассоциацией домохозяйств. Различные комбинации также возможны, например, система сбора сточных вод является частной, но муниципалитет владеет и обслуживает очистные сооружения.

Устойчивая санитарная система требует наличия общественных учреждений, которые способны решать различные необходимые задачи, такие как поддержание и эксплуатация, сбор фракций для повторного использования, организация обучения, мониторинга и сбора оплаты пользователей. Институциональные требования отличны для различных типов санитарных систем и должны быть определены для каждой конкретной ситуации. Санитарная система должна удовлетворять требованиям действующего законодательства. Законы, принятые на европейском уровне и касающиеся санитарных систем, рассматриваются в главе 5.

#### *Технические функции*

Надежность системы является, возможно, наиболее важным техническим аспектом долгосрочной устойчивости и включает риски отказов и воздействий нарушений в работе. Система должна быть надежной также с точки зрения использования, она должна выполнять задачи очистки весь год и при различных нагрузках. Это особенно важно для систем небольшого масштаба, при которых нагрузки изменяют в большом диапазоне.

В зависимости от местных условий, надежность при чрезвычайных обстоятельствах (наводнения и т.д.) может также стать важным аспектом технического функционирования. Другие технические аспекты, которые следует рассмотреть, включают гибкость (насколько легко система может быть адаптирована к изменениям в условиях работы), долговечность и совместимость с существующими системами.

Мониторинг важен для обеспечения уверенности, что санитарные системы работают должным образом. Три основных типа мониторинга включают: проверку обоснования (ратификация), используемую, когда новая система разрабатывается, чтобы убедиться, что она может обеспечить выполнение поставленных задач; эксплуатационный мониторинг, выполняемый согласно установленному графику, служащий для демонстрации, что процессы осуществляются, как ожидалось; и проверка конечной продукции (например, очищенных

сточных вод, продукции растениеводства, произведенной при удобрении продуктами очистки сточных вод), чтобы определить достигнуты ли цели очистки.

Проверка качества очистки часто является дорогостоящим мероприятием, если выполняется должным образом, так как большое количество образцов необходимо отобрать и проанализировать для получения корректных результатов. Поэтому, эксплуатационный мониторинг обычно более приемлем для систем небольшого размера. Ратификация означает, что тип используемого процесса/технологии очистки был предварительно оценен, что всегда должно иметь место при мелкомасштабном использовании, но не для целей исследований.

### 3.1.2 Отсевивание технических вариантов

При выборе санитарной системы необходимо уделить внимание функциональности системы, то есть способности выполнять основные функции, а также практическим вопросам. Технология является средством достижения целей, а не целью самой по себе. Важно, чтобы пользователь и его институциональный потенциал (программное обеспечение) были совместимыми с технической системой (аппаратные средства).

Техническое решение для санитарной системы выбирается согласно планируемой производительности и местным условиям. Поэтому используемые в различных ситуациях технологии отличаются. Как обычные, так и новые “экологически чистые” технологии могут отвечать предъявляемым требованиям, и нужно рассмотреть и оценить их для планируемой ситуации.

Краткий обзор различных технологий для управления / очистки сточных вод приводится в таблице 3.3. Детальное техническое описание систем очистки сточных вод не входит в задачи данной публикации.

**Таблица 3.3.** Технические варианты при различных функциях очистки сточных вод<sup>1</sup>

	"Обычные" технологии очистки (интенсивные / в помещении)	Природные технологии очистки (экстенсивные/ наружные)	Исходное разделение
Предварительное удаление взвесей	Решетки Сетки Сита Отстойники	Отстойники Септический резервуар Мульча-фильтр (почва с микроорганизмами)	(Некоторые из вариантов в колонках слева)
Удаление БПК (вторичная очистка)	Капельные биофильтры Биобарабаны Активация отстоя	Водоемы стабилизации Вэтланды Вертикальные почвенные фильтры (инфильтрация, песчаные фильтры) Орошение	(Некоторые из вариантов в колонках слева)
Удаление фосфора (третичная очистка)	Химическое осаждение на очистных сооружениях сточных вод. Биологическая обработка Осмотические фильтры	Водоемы для осаждения Инфильтрация Реактивные фильтры (горизонтальные фильтры) Орошение	Удаление мочи Удаление высушенной мочи (EcoSan) Отделение "черных вод"
Удаление азота (улучшенная очистка)	Нитрификация + денитрификация на очистных сооружениях сточных вод Осаждение струвитом, Обработка аммиаком	Нитрификация + денитрификация в сухих + влажных вэтланды, или песчаные фильтры + «влажный» вэтланд Орошение	Удаление мочи Удаление высушенной мочи (EcoSan) Отделение "черных вод"
Обработка отстоя (удаление воды, стабилизация, стерилизация)	"Сгустители" Сита Обработка на центрифуге Ферментация (компостирование, обработка известью)	Дренирующее основание Биологическое дренирующее дно (тростниковые маты) Длительное хранение Компостирование Обработка известью	(Некоторые из вариантов в колонках слева)

<sup>1</sup> Таблица подготовлена П. Риддерстолп при сотрудничестве с "Coalition Clean Baltic".

Согласно таблица 3.3, применяется много различных технологий для очистки сточных вод. Хотя очистка на очистных сооружениях сточных вод кажется отличной от природных методов обработки, они все базируются на тех же самых общих принципах. Для создания эффективно функционирующей системы очистки, техническая система должна быть адаптирована к местным условиям и амбициям. Природные системы, в большей мере, соответствуют небольшим по масштабам или средним системам очистки. Они надежны и эффективны, если запроектированы должным образом. Они также обладают потенциалом для экономии энергии и средств, и очень просты в эксплуатации.

### **Сноска 3.2. Оценка традиционных систем очистки сточных вод**

Традиционная система утилизации сточных вод, при которой бытовые сточные воды собираются и транспортируются по канализационному коллектору к централизованному очистному сооружению, часто считают нормой, с которой сопоставляются все другие санитарные решения. Однако анализ традиционной системы, при учете предварительно представленных основных функций и практических соображений, показывает, что это решение имеет ряд недостатков и преимуществ (суммированных ниже).

#### **Основные функции**

- *Охрана здоровья*
  - Гигиенические риски смещаются к водоприемникам (озера и водотоки).
  - Высокий уровень риска распространения болезней при нарушении работы системы.
- *Рециркуляция питательных веществ*
  - Не является частью концепции. Богатый питательными веществами отстой
  - часто подлежит захоронению. Питательные вещества перемешаны с токсичными компонентами в отстое. Методы извлечения питательных веществ из отстоя только разрабатываются, дороги и ненадежны.
- *Защита окружающей среды*
  - Эффективны в плане защиты озер и морей от эвтрофикации.

#### **Практические соображения**

- *Экономика*
  - Крупные инвестиции, требующие создания развитого институционального потенциала для осуществления проектирования и финансирования
  - Затраты, которые будут оплачиваться экономически слабыми (а частично бедными) пользователями
- *Социально-культурные аспекты*
  - Эффективная система в плане избавления от больших объемов отходов и защиты пользователей от непосредственных неприятных ощущений и инфекций
  - Санитарные устройства со смывом хорошо воспринимаются пользователями. Высокий статус во многих частях мира.
  - Сложная техника, требующая наличия специализированных организаций для проектирования, реализации, поддержания и эксплуатации
- *Технические функции*
  - Перебой в водоснабжении делают туалеты ненадежными.
  - Высок риск остановки и нарушения процесса, требующего постоянного мониторинга и обслуживания

“Классическая” система очистки сточных вод на компактных сооружениях эффективна в отношении тех целей, ради которых она запроектирована, а именно снижение уровня неприятных ощущений и опасности заражения в непосредственном окружении и защита водоприемников от эвтрофикации. Однако, другие цели, типа повторного использования и техническая надежность, не достигаются.

Для того чтобы система хорошо работала, достаточный экономический, а также институциональный потенциал должны быть развиты. Это редко имеет место, и поэтому традиционные системы очистки сточных вод не обеспечивают достаточной степени очистки в большинстве мест мира. Только приблизительно 30% из 1.1 миллиарда человек, обслуживаемых канализационными системами, которые оборудованы сооружениями вторичной очистки (удаление разлагаемого микроорганизмами органического вещества) или улучшения качества отстоя (удаление фосфора или азота). Из 540 ведущих городов Европейского Союза, только половина обеспечены системами неполной первичной или вторичной очистки, или менее того (ЕС, 2001 г.).

В Швеции хорошо развиты традиционные системы очистки сточных вод, где приблизительно 95 % населения подключено к централизованным очистным сооружениям сточных вод. Однако они были профинансированы, главным образом, за счет государственных субсидий, а не пользователями. Таким образом, экономический потенциал общества и готовность оплачивать услуги пользователями должны быть достаточно высоки, чтобы окупать инвестиционные затраты в обычные системы утилизации сточных вод с высокой степенью очистки (то есть, в соответствии с законодательством ЕС).

## ПЛАНИРОВАНИЕ УСТОЙЧИВОЙ САНИТАРИИ

При принятии решений по системам очистки и управления сточными водами, концепции, описанные в предыдущем разделе, должны быть реализованы. Структурированный метод планирования может облегчить этот процесс. Несколько различных подходов были разработаны для этой цели, при обеспечении различных уровней сложности и точности, например:

- *Подход логического структурирования (ПЛС)*, инструмент планирования, при котором проблемы и варианты решений идентифицируются в общем контексте, но не обеспечивается специальное указание по выбору санитарной системы. Подход используется многими международными организациями развития.
- *Программа водоснабжения и санитарии ЮНДП и Мирового Банка* предлагает рассчитанную на потребителей процедуру планирования санитарных услуг, при которой главная целевая группа - разработчики и исполнители городских санитарных программ, например, правительства и донорские агентства.
- *Оценка экологических воздействий (ОВОС)*, систематизированная методология изучения воздействий на окружающую среду предложенного проекта, разработанная для оценки экологических последствий запланированного проекта, а не как руководство по выбору различных вариантов.
- *Программа городского водоснабжения*, шведская программа исследований устойчивых систем водоснабжения и канализации разработала концептуальную структуру указаний по планированию, которая весьма полезна при крупных проектах и в ситуациях, когда необходимо сделать стратегический выбор при крупных инвестициях.
- *Подход стратегического выбора (ПСВ)*, методология планирования, обеспечивающая принятие решений и связь с бенефициариями, используемая, например, при городском планировании, включающем санитарные системы и устойчивое развитие в развивающихся странах.
- *Открытое планирование утилизации сточных вод* - инструмент планирования, помогающий бенефициариям (пользователи, владельцы и регулирующие органы) обеспечить творческую связь по целям и вариантам, которое было разработано в Швеции специально для планирования санитарии. Ниже данный метод описывается более детально.

Метод открытого планирования утилизации сточных вод используемый в Швеции. Это простой и гибкий метод, который может использоваться при планировании как на макроуровне (всестороннее планирование санитарных услуг, например, на национальном уровне), так и на микроуровне (специализированный санитарный проект). Решения при планировании, типа решений по принципам выбора, конструкциям, местоположению и т.д. базируются на учете условий участка и оценке экологических воздействий. Таким образом, открытое планирование утилизации сточных вод отвечает принципам, включенным в закон ЕС (см. главу 5) и критериям устойчивости, описанным в этой главе.

Открытое планирование утилизации сточных вод фокусируется на необходимой производительности системы санитарии/очистки сточных вод, а не на определенной технологии. Основой этого метода планирования являются принцип использования “наилучшей имеющейся технологии” (НИТ) и принцип «платит тот, кто загрязняет (ПЗ)». Принцип НИТ устанавливает,

что должна использоваться наилучшая доступная технология, которая является экономически и практически осуществимой. Принцип ПЗ означает, что тот, кто причиняет загрязнение, должен оплатить необходимые восстановительные мероприятия.

Открытое планирование утилизации сточных вод меняет предвзятое мнение, обеспечивает более глубокое понимание целей санитарии и вынуждает бенефициариев рассматривать систему в целом. Метод также обеспечивает понимание компонентов программного обеспечения системы (пользовательские аспекты, институциональные аспекты, аспекты экономики и т.д.). Это способствует созданию систем, адаптированных к местным условиям, и разработке новых технологий. Особое внимание уделяется начальному этапу планирования. Дополнительное время и средства, которые инвестируются на раннем этапе планирования, позволяют лучше адаптировать системы и, таким образом, обеспечить более рентабельные санитарные решения. Независимый эксперт с хорошим знанием законодательства и санитарных технологий должен облегчить процесс планирования. Процесс планирования становится более демократичным, благодаря подходу, обеспечивающему участие общественности.

## **ПРОЦЕСС ПЛАНИРОВАНИЯ: ОТКРЫТОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ УТИЛИЗАЦИИ СТОЧНЫХ ВОД**

Открытый процесс планирования утилизации сточных вод может быть разделен на пять этапов, описываемых ниже. Чтобы проиллюстрировать этот метод планирования, используется пример планирования модернизации небольшого старого сооружения для очистки сточных вод в Вадсбро, Швеция, описывая каждый этап.

*Этап 1: Идентификация проблем и начальных идей по их решению.*

Прежде всего, необходимо выполнить оценку текущей ситуации и идентифицировать проблемы. При начальном обсуждении определяются задачи будущей новой или реконструируемой санитарной системы, а также стратегии и возможные технические решения. Большое значение для оценки имеют практические, юридические и экономические предпосылки.

Все бенефициарии должны участвовать в процессе планирования. Поэтому, бенефициарии и их роли должны быть определены. Группы бенефициариев могут включать:

- Жителей: пользователей и иногда владельцев планируемой санитарной системы.
- Планирующие органы, министерства и политических деятелей (например, муниципальные планирующие и природоохранные органы).
- Землевладельцы (владельцы земельных участков, на которых будут расположены компоненты санитарной системы).
- Подрядчики (они могут быть вовлечены в строительство и/или поддержание и эксплуатацию системы).
- Фермеры (пользователи продукции очистки отходов и, возможно, очищенных сточных вод).
- Общественные организации.
- Другие бенефициарии, например, соседние жители, имеющие колодцы питьевой воды, население, живущее ниже по течению.
- Инженеры, как государственных, так и частных организаций.
- Финансирующие агентства.

На практике, особенно при небольших проектах, невозможно собрать всех бенефициариев для обсуждения его аспектов. Вместо этого, эксперт по санитарии (“помощник”, упомянутый выше) должен собрать мнения различных бенефициариев.

### **Сноска 3.3: Идентификация проблем и бенефициариев в Вадсбро**

Вадсбро – небольшая коммуна в сельской местности. Канализационная система отводит сточные воды сорока домохозяйств на старое очистное сооружение. Сточные воды самотеком поступают на насосную станцию, которая перекачивает их на очистное сооружение. Очистное сооружение расположено около небольшой канавы, которая дренирует территорию деревни, участок леса и фермы, расположенные вверх по течению. Очистное сооружение окружено равнинными сельскохозяйственными угодьями, и владелец земли к западу от очистного сооружения разрешил использовать их, как часть системы очистки сточных вод.

Плохо функционирующее очистное сооружение нуждалось в модернизации, чтобы обеспечить качество очищенных сточных вод, отвечающее стандартам, принятым местным муниципалитетом. Проект был инициирован после того, как отчеты учащихся близлежащей школы показали, что имеются альтернативы строительству нового очистного сооружения в Вадсбро.

Группа бенефициариев включала жителей, муниципалитет, землевладельца/фермера и школу. Они приняли участие в обсуждении проекта на ранней стадии, и хотя проект, главным образом, требовал принятия решения в рамках муниципалитета, сельские жители проявили большую заинтересованность в его планировании. Был проведен сельский сход, который посетило большинство сельских жителей. Были организованы несколько встреч в муниципалитете, как часть процесса планирования, и фермер/землевладелец стал одним из самых заинтересованных и важных участников.

### **Шаг 2: Идентификация предпосылок планирования и определение границ системы**

Планирование основывается на поставленных задачах (функции, которые должны быть обеспечены) санитарных услуг и на существующих практических, юридических и экономических условий участка строительства. Границы системы являются основой технического задания (этап 3) и проектирования системы. Исходные данные, которые необходимо уточнить при планировании проекта, включают:

- Число жителей, подключенных к канализации, в настоящее время и в обозримом будущем.
- Объемы очищаемых вод и степень их загрязнения.
- Природные условия, включая данные о грунтовых водах, местоположении близлежащих озер и водотоков, осадках, топографии, почвенных условиях и т.д.
- Существующая система - что может быть использовано?
- Возможности для повторного использования питательных веществ.
- Сбросные воды в пределах рассматриваемой площади.
- Пользователи: их готовность и возможности оплачивать услуги, социально-экономические характеристики, культурный контекст.
- Правовые рамки.
- Финансирование (потенциал платежеспособности пользователей).

Как было отмечено ранее, необходимо определить границы санитарной системы. Определение границ важно для расчетов стоимости, распределения обязанностей и выбора места отбора проб сбрасываемых сточных вод, если это необходимо.

### Сноска 3.4: Условия проектирования и границы системы в Вадсбро

Очистное сооружение расположено вдоль небольшой речки, которая является также водоприемником. Речка втекает в озеро Вадсбро. Красивое место, которое используется для отдыха, расположено около места впадения речки в озеро. Озеро Вадсбро чувствительно к эвтрофикации, и санитарные проблемы могут возникнуть на пляже озера.

На момент разработки проекта, очистное сооружение обслуживало 125 человек. Увеличение числа жителей в будущем не ожидалось, и проектирование велось исходя из численности населения в 140 человек, что предопределяет (при той же нагрузке) средний расход сточных вод 45 м<sup>3</sup>/сут. Количества питательных веществ были рассчитаны, базируясь на шведских стандартных цифрах.

Границы системы были установлены, чтобы обеспечить охват существующую закрытую канализационную систему, насосные станции и здания, и также определенное расширение территории за счет включения полей очистки.

### Этап 3: Составление технического задания (ТЗ) и возможные принципиальные технические решения

В техническом задании определяются минимальные уровни первичных функций, которые могут быть обеспечены, исходя из технически и экономически обоснованных решений. Таким образом, при составлении технического задания необходимо обеспечить баланс между планируемыми задачами и техническими и экономическими возможностями. Это самый важный этап в процессе планирования, так как все проектные решения будут базироваться на техническом задании. При планировании различные технические варианты должны быть рассмотрены, чтобы убедиться является ли техническое задание реалистичным. Для подтверждения задач и технических/экономических параметров технического задания, бенефициарии (определенные на этапе 1 процесса планирования) должны участвовать в его обсуждении. В техническом задании формулируются основные цели, с одной стороны, и вопросы их практической реализации, с другой стороны, с тем, чтобы они были сбалансированы.

**Таблица 3.4** Техническое задание для Вадсбро. Техническое задание для санитарной системы в Вадсбро основывается на шведском природоохранном законодательстве, возможностях водоприемника и пожеланиях сельских жителей и муниципалитета в отношении адаптации системы к местным условиям

Основные функции	Практические вопросы
<p><i>Охрана здоровья населения</i></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Предотвращение санитарных негативных последствий, например, неприятного запаха.</li><li>• Сток должен иметь либо качество воды для купания, либо должен быть исключен прямой контакт с людьми, пока не будет достигнуто качество воды для купания.</li></ul> <p><i>Рециркуляция</i></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Фосфор:&gt; 75 % должно быть повторно использовано.</li><li>• Другие ресурсы, ценные для сельского хозяйства.</li></ul> <p><i>Борьба с экологической деградацией</i></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Фосфор:&gt; 90%-ое сокращение. Не больше чем 0.1 кг/чел ежегодного стока и &lt;0.1 мг/л.</li><li>• Азот:&gt; 50%-ое сокращение. Не больше чем 2.5 кг/чел ежегодного стока. Сбрасываемый в форме нитратов.</li><li>• БПК:&gt; 95%-ое сокращение.</li></ul>	<p><i>Экономика</i></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Инвестиции не должны превышать 4000 долларов США на домохозяйство.</li><li>• Поддержание и эксплуатация не должны превышать 250 долларов США в год на домохозяйство.</li></ul> <p><i>Социально-культурные аспекты</i></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Новые системы могут потребовать нового соглашения о распределении ответственности между муниципалитетом и фермерами.</li><li>• Повторное использование питательных веществ должно быть адаптировано к возможностям данной территории.</li><li>• Система должна быть приспособлена к настоящему и будущему использованию земельных ресурсов.</li></ul> <p><i>Технические функции</i></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Надежная система, исключая неожиданые поломки.</li><li>• Использование существующей инфраструктуры, когда это возможно.</li><li>• Мониторинг стока может стать более трудоемким при новой системе и может потребовать применения новых методов</li></ul>

#### *Этап 4: Анализ возможных решений*

На этом этапе, исследуются и описываются различные принципиальные решения (они, вероятно, уже рассмотрены во время работ этапа 3). При определении альтернативных решений следует рассмотреть все возможные мероприятия для достижения целей, от источника до водоприемника. По крайней мере, три варианта, которые отвечают требованиям технического задания, должны быть разработаны и описаны на уровне эскизного проекта. Это означает, что все новые компоненты системы должны быть описаны технически, а именно их параметры, конструкции и место установки. Необходимо оценить затраты на строительство и эксплуатацию.

Все варианты должны быть описаны в доступной для неспециалистов манере. Иногда необходимо вернуться к проработкам этапа 3, чтобы пересмотреть техническое задание, если не могут быть найдены какие-либо приемлемые решения, которые отвечают основным целям и практическим соображениям.

##### **Сноска 3.5: Анализ возможных решений в Вадсбро**

Несколько различных решений для Вадсбро были предложены и обсуждены. Среди них были четыре различные децентрализованные системы утилизации сточных вод, которые не были приняты бенефициариями. Причиной для этого было то, что централизованная система уже существовала, и канализационная система была недавно отремонтирована.

Выполнимыми санитарными решениями очистки, идентифицированными для Вадсбро были:

1. Первичная очистка, зимнее хранение и орошение лесного участка летом.
2. Стабилизационные пруды с химическим осаждением (известью).
3. Первичная очистка, капельный фильтр и канава-биофильтр.
4. Первичная очистка, капельный фильтр и смена культур/вэтланды.
5. Первичная очистка, песчаные фильтры и биофильтр-канава/вэтланд.
6. Пакетное очистное сооружение (реактор периодического действия), включая нитрификацию, с последующим прохождением через канаву-биофильтр или вэтланд.

Решения были представлены в виде эскизов, чтобы показать, как каждая альтернатива работает технически и также ее соответствие техническому заданию. Предварительная оценка инвестиций и затрат на поддержание и эксплуатацию также сопровождала каждое из шести решений.

#### *Этап 5: Выбор наиболее приемлемого решения*

Заключительный выбор утверждается при согласии будущих пользователей и других бенефициариев. Для облегчения выбора, альтернативы, представленные на этапе 4, оцениваются по их соответствию техническому заданию, используя, например, матрицу оценок в баллах.



### Сноска 3.6: Заключительный выбор решения в Вадсбро

Для сравнения шести альтернатив, предложенных для Вадсбро, матрица оценок в баллах была заполнена

	Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3	Вариант 4	Вариант 5	Вариант 6
Охрана здоровья	-	++	++	-	++	-
Повторное использование	++?	++	++	+++	++	++
Охрана природы	+++	++	++	++	++	+
Экономика	+++	+++	++	++	-	--
Социальные аспекты	-	+(+)	++	++?	+	++
Технические функции	-	++	++	-	+++	+++
Заключение	Очень эффективный и дешев, но есть гигиенические угрозы	Эффективный, надежный, требует обслуживания	Эффективный, дешев, гибкий, надежный.	Нет достаточного опыта, но очень интересный.	Эффективный, но довольно дорогой.	Простой, но неэкономичный

Альтернатива 6 (пакетное очистное сооружение) была первоначально наиболее перспективной альтернативой, но обсудив последствия каждой альтернативы согласно требованиям технического задания с экспертом по санитарии, бенефициарии, в конце концов, согласились на альтернативу 3 (первичная очистка, капельный фильтр и канава-биофильтр). Затраты и риски, связанные с альтернативами были решающими факторами для выбора решения, и альтернатива 3 была отмечена как наиболее дешевая и эффективная в отношении уменьшения загрязняющих компонентов и рециркуляции питательных веществ по сравнению с другими альтернативами. Альтернатива 3 также учитывала предварительное осаждение в период зимней эксплуатации.

#### 3.1.1 Открытое планирование утилизации сточных вод для типичных ситуаций в странах Центральной и Восточной Европы

Приведенный выше пример, касающийся Вадсбро, является типичной ситуацией для многих небольших деревень восточной Прибалтики и других бывших республик Советского Союза. При планировании модернизации системы, подобной этой, или нового строительства, метод открытого планирования очистки сточных вод (ОПОСВ) весьма полезен. Ниже описываются три концептуальных случая типичных санитарных ситуаций в регионе Центральной и Восточной Европы, базируясь на концепции открытого планирования утилизации сточных вод.

##### *Пример 1: Модернизация устаревшего очистного сооружения в небольшой деревне*

В этом примере рассматривается ситуация планирования для маленькой деревни на острове Саарима в Эстонии. Жители острова имеют низкие доходы, и уровень безработицы высок. Очистка сточных вод осуществляется на старой, построенной в Советское время очистных сооружениях, которые необходимо модернизировать. При существующей системе, смешанные сточные воды собираются и очищаются на сооружении с биореактором и биопрудами. Система громоздкая и энергозатратная. Качество очистки недостаточное, и сбрасываемые воды загрязняют небольшую близлежащую речку. Запасы подземных вод ограничены и чувствительны к загрязнению.

Процесс планирования начинается с обсуждением ситуации с людьми, ответственными за идентификацию проблем и принятие возможных решений. Для обсуждения, существующая система представляется в виде эскиза и описывается в плане (отсутствия) экологических выгод, гигиенических рисков и затрат. На первом совещании участвуют местный мэр, представители

муниципальных экологических органов и лица, ответственные за поддержание и эксплуатацию существующего очистного сооружения сточных вод. После определения основных условий планирования, составляется техническое задание, и описываются возможные варианты модернизации. Для оценки расходов сточных вод, БПК и нагрузки питательных веществ используются нормативные цифры (см. таблицу 3.1) и численность подключенных пользователей. Система определяется как включающая все дома, подключенные к существующей системе очистки сточных вод, и до водоприемника. Граница между очистным сооружением и водоприемником определена для каждой альтернативы.

Обследование показывает, что существующая канализационная сеть, сбросное сооружение и система очистки (биореактор и биопруды) находятся в весьма хорошем состоянии и могут быть реконструированы. Таким образом, имеются преимущества, если в новой санитарной системе может быть использована часть инфраструктуры существующей системы. Техническое задание требует, чтобы будущая система защищала от загрязнения речку (улучшение качества воды в речке, где обитают раки и окуни, планируемая задача проекта) и питьевые колодцы. Экономия электроэнергии и снижение эксплуатационных затрат важны для местных жителей (счета за электроэнергию удвоились только за последние несколько лет), кроме того, желательно также создание новых рабочих мест.

Основываясь на утвержденном техническом задании и проектных условиях (критерии задания размеров), три альтернативы очистки сточных вод были отобраны для дальнейшего проектирования. Варианты:

- а) Орошение лесопосадок (описывается в главе 4 для условий Швеции и Венгрии).
- б) Осаждение в водоемах (описывается в главе 4, Швеция).
- в) Компактное очистное сооружение.

Оценка различных вариантов показала, что компактное очистное сооружение (альтернатива “в”) - наименее привлекательный вариант из-за его высокой стоимости и менее эффективен в плане достижения поставленных целей (особенно, охраны здоровья) по сравнению с другими альтернативами. Каждая из двух оставшихся альтернатив имеет свои преимущества. После обсуждения с бенефициариями, осаждение в водоемах (альтернатива “б”), была выбрана, так как эта система надежна на протяжении всего года и может быть построена местными специалистами, базируясь на существующей инфраструктуре.

#### *Пример 2: Строительство нового пригородного поселка*

В этом случае, используется пример из Литвы, новый поселок (приблизительно 30 домов) запланирован для владельцев со “средними или высокими доходами” в красивой местности за пределами города, на большом расстоянии от существующей централизованной канализационной системы. Земля принадлежит местному подрядчику, который построит дома и продаст их будущим жителям. Один из продаваемых участков жилой зоны - близлежащий пляж, расположенный на маленьком озере.

Точное число домов, которые будут построены на этой площади не известно на данном этапе, и подрядчик хочет освоить территорию поэтапно. Планируется освоить всю территорию за период от 3 до 10 лет. Чтобы избежать инвестиций в инфраструктуру без доходов, желательны индивидуальные решения для каждого дома. Организация, осваивающая земельный участок, понимает значение установки водосберегающего оборудования и современных санитарных методов, которые должны быть запланированы с самого начала.

Начальные переговоры с муниципалитетом ясно дали понять, что локальные решения могут привести к проблемам. Экологический отдел муниципалитета имел отрицательный опыт,

связанный с эксплуатацией старых локальных систем (типа уборных и выгребных ям). Поэтому, они рекомендовали подключиться к централизованной системе или построить закрытый резервуар, из которого “черные воды” будут транспортироваться на муниципальное очистное сооружение.

После ряда обсуждений с экспертом по ОПОСВ, местным фермером и неправительственной организацией, подрядчик решил изучить варианты, базирующиеся на “экологических принципах”. В подготовленном техническом задании вопросы охраны здоровья населения и защиты окружающей среды были четко сформулированы. Так как коммерческой идеей разработчика проекта является предложение людям качественной и красивой среды проживания, он осознает важность предотвращения отрицательных воздействий на окружающую среду, насколько это возможно (например, близлежащее озеро запланировано использоваться как место отдыха будущих жителей). Повторное использование питательных веществ (и воды) - также среди целей проекта, так как фермер заинтересован в использовании продуктов переработки на своих полях. Разработчик желает построить удобную систему, которая будет легко эксплуатироваться и обслуживаться, и при этом не сделает дома менее привлекательными для продажи семьям с высокими доходами.

Исходя из условий проектирования и технического задания, следующие альтернативы были изучены:

- а) Подключение к существующим централизованным сооружениям очистки сточных вод в городе.
- б) Система “черной воды” (“черная” и “серая” вода очищаются отдельно) (упрощенный вариант системы, описанной в главе 4, Германия).
- в) Система отвода мочи унитазами двойного стока.
- г) Накопление и орошение леса (вариант, описанный в главе 4 для условий Венгрии и Швеции).

Альтернатива (а) исследована для сравнения, поскольку муниципальные власти первоначально одобрили эту систему. После сравнения и оценки этих четырех альтернатив на соответствие техническому заданию, была выбрана альтернатива (б), так как она обеспечивает наиболее приемлемое гигиеническое решение, и продукты переработки в большей степени отвечают требованиям фермера. Подрядчик скептически относится варианту орошения лесопосадок (г), так как он полагает, что орошение сточными водами лесопосадок вблизи жилой зоны не будет воспринято планируемой группой покупателей. Альтернатива (в) была отмечена, как весьма интересная, но беспокойство вызывает смешивание фекалий с водой, так как водоприемником очищенных сточных вод являются подземные воды.

### *Пример 3: Улучшение санитарных условий для бедных людей в сельской местности*

Этот пример представляет ситуацию в сельской местности Болгарии, где семьи имеют низкий доход, а уровень безработицы высок. Занятие сельским хозяйством домохозяйств обычное явление. Территория характеризуется карстовыми подстилающими породами, маломощными почвами и чувствительными к загрязнению подземными водами. Существующие санитарные системы состоят из обычных уборных с выгребными ямами, которые не функционируют должным образом, так как они загрязняют грунтовые воды и создают неудобства для пользователей, в виде мух и неприятного запаха. Питьевая вода берется из частных колодцев.

Процесс планирования начинался с обсуждений, где пользователи имели возможность заявить о своих нуждах и пожеланиях относительно новой санитарной системы. Местные муниципальные власти рассматривают существующие системы неприемлемыми, так как, в особенности, дети страдают от патогенного загрязнения воды в неглубоких колодцах. Имелись планы превращения деревни в доверительную собственность, но существующие санитарные

системы в деревне препятствуют осуществлению этих планов. Поэтому при составлении технического задания, были выделены вопросы защиты грунтовых вод и колодцев питьевой воды. Повторное использование питательных веществ отмечено как интересное направление, так как домохозяйства не могут позволить себе использование химических удобрений. Очевидно, что система должна быть надежной, простой в эксплуатации и обслуживании самими пользователями. Кроме того, инвестиционные затраты должны быть небольшими, так как субсидии или гранты трудно получить для сельского развития. Так как часты перебои в электроснабжении, система должна функционировать без электропитания. Необходимо приспособить систему к изменению размеров домохозяйств. Наиболее важной целью для пользователей, является обеспечение санитарной системы, которая будет чистой, удобной и безопасной.

Централизованные решения не приемлемы из-за экономического состояния муниципалитета и пользователей. Поэтому рассматривались только децентрализованные локальные решения. В соответствии с техническим заданием и проектными условиями, следующие альтернативные решения, были отобраны для дальнейшей проработки:

- а) Существующие уборные с выгребными ямами оборудовать вентиляцией и утилизировать “серую воду” во дворах.
- б) Отдельное удаление мочи и локальная утилизация “серой воды”, с помощью построенных грунтовых фильтров
- в) Локальная система со смывом водой и очистка на децентрализованных грунтовых фильтрах.

В начале обсуждения, система со смывом водой (альтернатива “в”) была одобрена пользователями, так как санитарные устройства со смывом водой имеют высокий статус. Однако, после сравнения технических характеристик системы со смывом водой с техническим заданием, пользователи поняли, что «сухая» санитарная система лучше удовлетворяет их требованиям и более эффективна в экономическом плане. Альтернатива (а) проста, но опыт показал смешивание мочи и фекалий создает неприятности, типа мух, и усложняет процесс рециркуляции. Кроме того, жители, особенно женщины, хотели избавиться от “системы вычерпывания”. Альтернатива (б), кажется, лучше всего отвечает условиям технического задания, и было решено начать проект реализации этой системы в деревне. Испытания показали, что разделение мочи и фекалий обеспечивает более легкую переработку продуктов отстоя. Мочевина является хорошим удобрением для ягод, кукурузы, шпината и других выращиваемых здесь культур. Основываясь на опыте пилотного проекта, санитария на основе обезвоживания развивается в деревне. Как “побочный результат” развивается местный рынок производителей туалетного оборудования.

### **3.2 Литература, рекомендуемая для дополнительного ознакомления**

Ниже приводится список литературы, содержащую дополнительную информацию по вопросам устойчивой санитарии. Все рекомендуемые документы могут быть загружены через Интернет (на время написания книги).

#### **По общей тематике:**

- The Urban Water Research Programme: [www.urbanwater.org](http://www.urbanwater.org).
- The EcoSanRes Programme: [www.ecosanres.org](http://www.ecosanres.org)
- Winblad, U, Simpson-Njåberg, M. (2004) *Ecological sanitation*. Revised and enlarged edition. Stockholm Environment Institute. [http://www.ecosanres.org/pdf\\_files/Ecological\\_Sanitation\\_2004.pdf](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](http://www.ecosanres.org/pdf_files/ESR_Publications_2004/ESR4web.pdf)

**По планированию:**

- 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](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.ices.ch/EcoEng001/EcoEng001\\_R4.html](http://www.ices.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>

**По вопросам повторного использования:**

- Jönsson, H., Richert Stintzing, A., Vinneres, 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](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](http://www.who.int/water_sanitation_health/wastewater/gsuww/en/index.html)



## Глава 3

# Примеры устойчивых санитарных систем

Редакторы: Богдан Макарол и Питер Риддерстолп

### ВВЕДЕНИЕ

Устойчивая санитария предполагает охрану здоровья населения, не причиняя экологического ущерба или истощения основных ресурсов, при этом, она технически и институционально адаптирована, экономически жизнеспособна и социально направлена (как описано в главе 3). Таким образом, термин устойчивая санитария относится скорее к функциям, выполняемым санитарной системой, а не к какой-либо конкретной санитарной технологии.

Есть много различных технических вариантов обеспечения устойчивых санитарных услуг, и выбор технического решения зависит от местных условий. Чтобы проиллюстрировать разнообразие доступных вариантов, пять примеров создания устойчивых санитарных систем представлены в этой главе. Диапазон приведенных примеров охватывает весь спектр технологий от наиболее простых до высокотехнологичных решений и от систем сортировки исходных компонентов до технологий, обеспечивающих полную очистку сточных вод.

Мы попросили все страны Центральной и Восточной Европы внести свой вклад, и три из них - Венгрия, Словения и Украина – поделились своим опытом. Поскольку ряд других европейских стран имеет длительный опыт создания устойчивых санитарных систем, Глобальное Водное Партнерство ЦВЕ попросило Германию и Швецию представить презентации по созданию систем устойчивой санитарии в их условиях.

### ВЭТЛАНД “SVETI TOMAZ”, ПОСТРОЕННЫЙ В СЛОВЕНИИ

Богдан Макарол

### ВВЕДЕНИЕ

Новые экологические директивы, отвечающие требованиям ЕС, поставили перед Словенией серьезные задачи в сфере очистки сточных вод. Очистка часто бывает недостаточной, особенно в поселках с населением менее 2000 человек. Во многих местах, сбросы сточных вод причиняют экологический ущерб и приводят к заражению людей различными болезнями.

До недавнего времени в Словении не придавалось особого значение ценности экосистем вэтиландов для очистки сточных вод. Разработка экологических технологий, типа целенаправленного создания вэтиландов, началась 20 лет назад. Интересная концепция воплотилась при внедрении механической системы для водообмена в каскаде секций с вертикальным перетоком, и системах, сочетающих вертикальный и горизонтальный потоки в

пределах одной секции, а также очищающие поглотители. Сегодня благодаря их непрерывному развитию и эффективности, эти системы представляют “зеленое” направление экологической инженерии страны, при этом, более 63 вэтландов, запроектировано и построено.

В Словении действуют 143 государственных очистных сооружения муниципальных сточных вод (ОССВ), построенных для поселков с численностью населения менее 2000 человек. Девять из них - природные системы очистки сточных вод (типа вэтландов). Одна из таких систем построена в поселке “Sveti Tomaz”.

### **Процессы проектирования и строительства**

Поселок “Sveti Tomaz” расположен в северо-восточной Словении в провинции Прлекия (муниципалитет “Sveti Tomaz”). Ближайший город Ормаш находится на расстоянии 12 км. До 2001 года единственным решением в вопросе утилизации муниципальных сточных вод было использование индивидуальных выгребных ям. В то время не было никакой системы канализации.

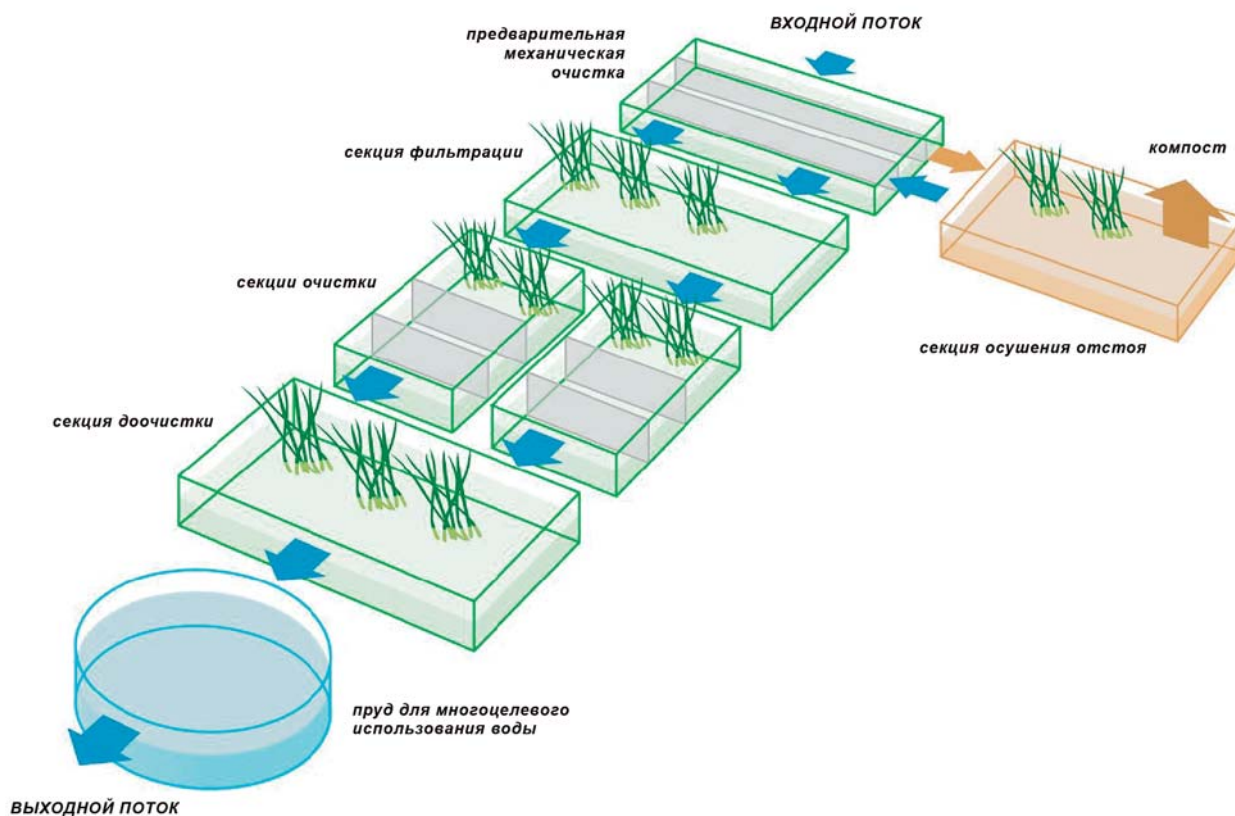
Реализация проекта ОССВ “Sveti Tomaz” началась в октябре 1999 года. Выбор системы начался с официального приглашения для участия в тендере, объявленного коммунальной компанией Ормаша, местной государственной организацией, ответственной за охрану окружающей среды. Выигравшее тендер предложение базировалось на концепции использования вэтланда, разработанного компанией “Limnos”, который был построен в период с апреля по сентябрь 2001 года и сдан в эксплуатацию в октябре 2001 года (рис. 4.1). Вэтланд “Sveti Tomaz” построен для обслуживания 250 жителей одноименного поселка.



**Рис. 4.1** Вэтланд “Sveti Tomaz”

### **Конструкция системы**

ОССВ было запроектировано для среднесуточного расхода сточных вод 38 м<sup>3</sup>/сут и занимает площадь 700 м<sup>2</sup> (39x18 м). Система состоит из септического резервуара (отстойника), где происходит предварительная очистка сточных вод, и четырех последовательных секций очистки (секция фильтрации, две секции очистки и секция доочистки, см. рис. 4.2).



**Рис. 4.2.** Схема построенного вэгланда. Система состоит из септического резервуара, служащего для первичной очистки, и четырех последовательных секций очистки

Глубина секций построенного вэгланда изменяется от 0.5 до 0.8 м, в то время как уклон дна варьирует от 0 до 1.5 %. Вся система водонепроницаема и облицована пленкой из полиэтилена высокой плотности 2 мм толщиной с отсыпкой по верху фильтрующей смеси. Отсыпанный слой состоит из смеси различных материалов (мелкозернистый песок, песок, гравий и небольшое количество почвы, используемой только вместе с растениями) со специально подобранным составом по размеру и процентному содержанию частиц. Проницаемость смеси составляет  $10^{-3}$  м/сек, при возможной инфильтрационной нагрузке - 5.3 см/сут.

После выемки грунта, в секциях вэгланда укладывалась водонепроницаемая пленка, монтировались дренажные трубы и отсыпалась фильтрующая смесь, а осенью в секциях была произведена посадка из расчета 7 корневищ с побегами на один квадратный метр обычного тростника (*Phragmites australis*) и осоки (*Carex gracillis*).

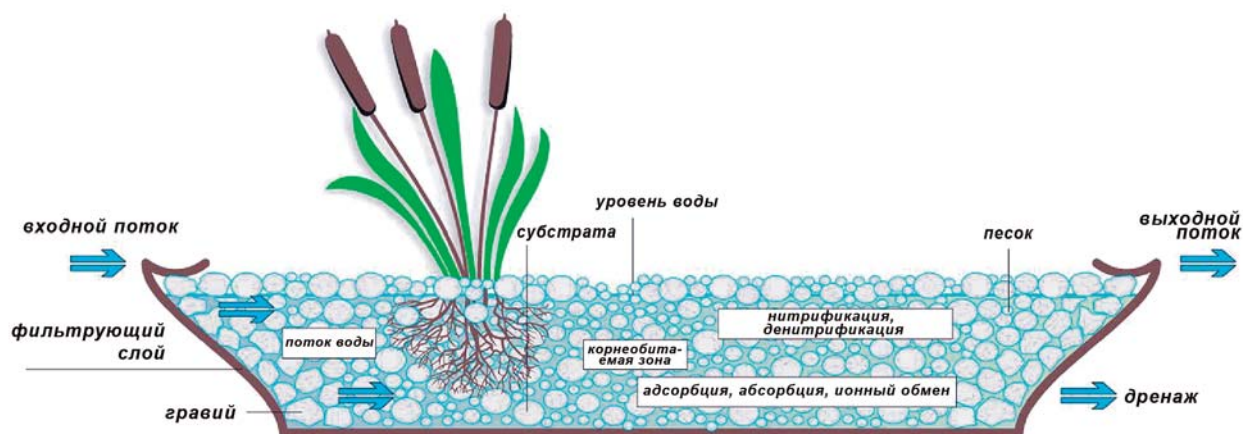
Вода фильтруется в искусственном вэгланде “Sveti Tomaz”. В описанном вэгланде вода движется только за счет сил гравитации, поэтому система работает без каких-либо дополнительных механизмов и электрического оборудования. Схема построенного вэгланда приведена на рисунке 4.3.

Важно, чтобы взвеси в сточных водах были предварительно осаждены до очистки в вэгланде, иначе поры фильтрующего слоя почвы быстро заилются. Очистка происходит в микро экосистемах, формирующихся вокруг частиц почвы и корней полупогруженных растений. Почвенная среда является субстратом, поддерживающим рост растений и одновременно создает поверхности для микроорганизмов. Бактерии разлагают органическое вещество на углекислый газ и воду (процесс минерализации). Медленное насыщение воды кислородом является существенным ограничивающим фактором для процесса минерализации, и поэтому он проходит



довольно медленно. Немного кислорода поступает в воду за счет растений, но его количество минимально. В то же время, растения вносят свой вклад в очистку сточных вод, ассимилируя питательные вещества и другие элементы при накоплении их биомассы. Они также расходуют воду за счет транспирации. Использование всасывания воды, что создает движение воды в микропорах и обеспечивает взаимодействие бактерий и воды вблизи крошечных корневых отростков, было предложено для ускорения очистки.

Недостаток кислорода замедляет скорость нитрификации, но полученные нитраты легко денитрифицируются и выбрасываются в атмосферу в виде азотного газа. Фосфор сорбируется средой, благодаря различным механизмам, типа ионного обмена, флокуляции и осаждения. Темпы удаления фосфора замедляются со временем и зависят в значительной степени от содержания железа, алюминия и кальция в созданной среде. Содержание металлов в муниципальных сточных водах обычно низко и не представляет больших трудностей в процессе очистки. Биологическое аккумуляирование тяжелых металлов в тканях растения, которое могло бы иметь негативное влияние на их рост, не наблюдалось. Микроорганизмы и природные физические и химические процессы обеспечивают удаление около 80-90 % загрязняющих веществ. При скашивании растительности удаляется приблизительно 10-20 % питательных веществ. Построенные вэтлианды снижают уровень фекального загрязнения на 95-99 %.



**Рис. 4.3.** Поперечное сечение построенного вэтлианда

### Результаты и приобретенный опыт

Согласно словенским нормативам, приведенным в “Постановлении о содержании загрязняющих веществ в стоках после очистки сточных вод на малых городских очистных сооружениях (OG RS, 103/02, 41/04), мониторинг систем (200 - 1000 PE) обязателен каждые два года. Поэтому, были построены наблюдательные скважины для отбора проб воды на входе и выходе очистных сооружений. Эффективность построенных вэтлиандов контролируется по показателям химического потребления кислорода (ХПК) и биохимического потребления кислорода (БПК<sub>5</sub>), определяемых при анализах проб воды. Результаты анализов, выполненных в апреле 2004 г. и июле 2006 г. Институтом охраны окружающей среды, входящего в структуру Института здравоохранения Марибор представлены в таблице 4.1. Так как вещества, содержащиеся в сточных водах, легко разлагаемые, ожидалась высокая эффективность их удаления. Данные анализов также указывают на высокий потенциал очистки (ХПК 77-93 %, БПК<sub>5</sub> 94-95 %).

Построенный вэтланд “Sveti Tomaz” имеет много преимуществ, а именно низкую стоимость строительства (около 50.000 Евро) и небольшие эксплуатационные издержки (эксплуатация построенного вэтланда обходится в 200 Евро в месяц), простота строительства и обслуживание, пониженный уровень рисков санитарного и экологического загрязнения, и создает “естественный” ландшафт поэтому быстро был воспринят местным населением, а также не стал источником шумов или неприятного запаха.

**Таблица 4.1** Эффективность очистки по выбранным параметрам ( вэтланд “Sveti Tomaz”) в апреле 2004 г. и июле 2006 г.

Параметр		Апрель 2004 г.	Июль 2006 г.	ПДК в Словении
ХПК (мг/л)	Приток	130	400	
	Отток	<30	<30	150
	КПД (%)	77	93	
БПК <sub>5</sub> (мг/л)	Приток	50	150	
	Отток	<3	<3	30
	КПД (%)	94	98	
Взвеси (мг/л)	Приток	25	120	
	Отток	<10	<10	
рН	Приток	7,5	7,3	
	Отток	7,3	7,3	

В Словении строительство вэтландов выглядит весьма обоснованным решением для:

- Поселков менее 2000 жителей.
- Редко заселенных территорий, где общины не имеют никаких систем очистки сточных вод.
- Территорий, где очистка воды включает только механическую обработку.
- Мест, где третичная очистка отсутствует или недостаточна (особенно в местах, отмеченных как источник питьевой воды, например, подземные воды).
- Карстовых участков (44 % территории Словении), где загрязнение подземных вод представляет серьезную опасность для населения. При этом, вследствие недостатка воды, существенное значение имеют повторное использование водных ресурсов и контроль их качества.
- Мест туризма (например, кемпинги, гостиницы и достопримечательности), где большая нагрузка в разгар сезона намного превышает потенциал самоочищения водотоков.
- Площадей особой природной ценности (36 % территории государства признаны как территории категории “Природа 2000”). Поскольку построенные вэтланды почти незаметны в естественной окружающей среде и вносят вклад в её большее разнообразие, их использование, в большой степени, подходит для природных парков.

Дальнейшее развитие системы вэтландов необходимо сфокусировать на оптимизации очистки при сокращении их площади, используя различные конструкции, отсыпаемые субстраты и сочетания растений и природных микробов.

Контактная информация

Разработчик проекта: Limnos, Company for Applied Ecology Podlimbarskega 31, SL - 1000 Ljubljana; Slovenia **Phone:** +386 1 5057 472 **Fax:** +386 1 5057 386 Website: www.limnos.si

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

# ОРОШЕНИЕ СТОЧНЫМИ ВОДАМИ ПЛАНТАЦИЙ ТОПОЛЯ - УСТОЙЧИВОЕ РЕШЕНИЕ ДЛЯ НЕБОЛЬШИХ ПОСЕЛКОВ БЕЗ СИСТЕМ КАНАЛИЗАЦИИ В ВЕНГРИИ

Виктория Маржисак

## ВВЕДЕНИЕ

В больших городах Венгрии, питьевое водоснабжение было организовано уже 150 лет назад. Это улучшило условия жизни, но стало причиной новых проблем – распространение неприятного запаха и инфекций, связанных со сточными водами. Первое законодательство, касающееся строительства канализационных систем было принято в 1847 году, но потребовалось почти 50 лет до начала строительства первой канализационной системы в Будапеште.

Первые канализационные сооружения начали работать в больших городах в начале 19-ого столетия, и в то же самое время канализационные системы были построены в большинстве муниципальных городов. Небольшие города и поселки все еще обслуживались простыми септическими резервуарами (выгребными ямами), из которых сточные воды фильтровались в почву. После Второй мировой войны продолжалось развитие канализационных систем и очистных сооружений. Там где строились новые канализационные системы, они отделяли ливневые воды от сточных вод. Сегодня приблизительно 70 % домохозяйств подключены системе канализации, и планируется увеличить их число до 90 % к 2015 году.

Состояние сектора очистки сточных вод было удручающим в 90-ых годах. Большинство сточных вод очищалось механически, или не очищалось вообще. Получаемый отстой отвозился на близлежащие свалки и весьма ограниченно использовался для удобрения сельскохозяйственных культур. Сегодня, основная часть сточных вод очищается с использованием двух уровней очистки (механический и биологический). Однако, использование отстоя все еще остается большой проблемой.

Орошение посадок тополя (орошение леса) и другие природные методы очистки сточных вод. На протяжении последних четырех десятилетий использовались различные природные технологии очистки сточных вод. Сегодня существует около 125 действующих таких систем. Наиболее простой системой является орошение посадок тополя, однако системы водоемов и построенных этландов (хотя только при технологии использования корнеобитаемой зоны) также весьма распространены. Многие из этих сооружений одновременно очищают сточные воды пищевой промышленности.

В Венгрии способ орошения лесопосадок называют “орошением тополя”. Это потому, что в течение многих десятилетий тополь был основным видом деревьев, используемых для посадок, орошаемых сточными водами. Сегодня посадки других видов деревьев также орошаются сточными водами, например, ивы (*Salix viminalis*). Впервые сточными водами стали орошать посадки тополя в Гьюла в 1969 году. Использовалась смесь муниципальных сточных вод и сбросных вод пищевой промышленности. Система орошения плантации тополя была построена в нижнем бьефе существующего сооружения предварительной механической очистки (осаждение) и биологической очистки (капельный фильтр). Сток после биологического этапа очистки собирается в водохранилище, из которого перекачивается по подземному трубопроводу в распределительную оросительную сеть для орошения лесопосадки. Полив осуществляется круглогодично на основе водооборота.

Используя опыты, приобретенный в Гьюла, несколько систем с плантациями тополя были построены по всей Венгрии, обычно в аридных районах страны. Были различные проблемы (например, загрязнение почв и грунтовых вод), в основном, на системах, построенных ранее, однако, они были предопределены ошибками в проектировании, плохим качеством строительства и/или нарушениями при эксплуатации, вследствие недостатка опыта. Однако, на протяжении последних нескольких десятилетий системы с посадками тополя, стали весьма эффективными и надежными в плане контроля загрязнения и повторного использования воды и питательных веществ. Загрязняющие вещества сточных вод перерабатываются в почвах, а питательные вещества и вода используются для создания биомассы. Орошение сточными водами способствует хорошему росту тополя даже на неплодородных почвах, и при этом, качество древесины не ухудшается.

### **Типовая конструкция системы утилизации сточных вод при орошении посадок тополя (в Венгрии)**

Лесопосадки орошаются “обычными” сточными водами (стоки туалетов и “серая вода”), но в некоторых случаях очищаются отходы септических резервуаров. Первым компонентом системы обычно является отстойник или пруд, в котором осаждаются крупные частицы и накапливается вода. Предварительная обработка важна, особенно если стоки локальной системы обработки сточных вод содержат крупные фракции с преобладанием волокон и пластмасс. Микроорганизмы в почве минерализуют органические материалы.

Обычно вода распределяется затоплением (вода самотеком течет по канавам, проложенным вдоль рядов деревьев). Некоторые системы используют орошение дождеванием. При орошении дождеванием вода равномерно распределяется между деревьям, но создается угроза распространения инфекций аэрозолями, а иногда и неприятного запаха. При использовании систем поверхностного орошения, полив может осуществляться круглый год, даже зимой, когда температура воздуха опускается ниже  $-10^{\circ}\text{C}$ . Вода в распределительные каналы не подается постоянно, а только через две или три недели. Поэтому, если наступают сильные холода, обычно они длятся не более чем 1-2 недели, и следующий полив начинается, когда замёрзшие очищенные сточные воды оттаивают и медленно просачиваются в почву. Канавы должны быть запроектированы и использоваться таким образом, чтобы когда они заполнены водой не покрывались льдом и снегом (примечание: условия в других странах могут отличаться от венгерских, поэтому всегда нужно учитывать местные условия, и желательно, провести экспериментальные работы на пилотном участке).

Сточные воды содержат ценные элементы для роста растений, весьма хорошо сбалансированные в воде питательные и органические вещества. Поэтому деревья растут быстрее и имеют повышенную способность ассимиляции питательных веществ. Почвы с легким механическим составом благоприятны для выращивания тополя. На более плотных почвах посадки ивы более продуктивны. Другими видами деревьев, пригодных для посадок при орошении в условиях венгерского (европейского) климата являются: тополь белый (*Populus alba*), тополь черный (*Populus nigra*), осина (*Populus tremula*), европейская береза (*Betula pendula*), ива белая (*Salix alba*), ива (*Salix viminalis*), и болотистый дуб (*Quercus robur*).

Наиболее быстро растущее дерево в Венгрии - ива (*Salix viminalis*). Согласно последним опытам в Венгрии, быстро растущая ива удаляет 600-1.000 кг N/га/год, то есть вдвое больше, чем тополь. При таких высоких нагрузках растения используют только часть азота, и большое количество азота поступает в воздух ( $\text{N}_2$ ,  $\text{NH}_3$ ), а часть в грунтовые воды ( $\text{NO}_3$ ). Потребление воды значительно; до 150 м<sup>3</sup>/га/сут транспирируется с поля.

Производство биомассы значительно. После первого года можно заготавливать до 8-10 т/га/год сухой массы. После 3-4 лет, продуктивность может достигнуть 20-40 т/га/год. Дерево

вырастает до 3-4 метров высотой в течение первого года, и после 3-4 лет, может вырасти даже на 8 метров в год (если не подрезается регулярно). Обычно не все сточные воды утилизируются деревьями. Некоторая часть будет просачиваться в грунтовые воды. При условии, что орошение запроектировано и осуществляется должным образом, фильтрующаяся вода будет чистой и пополнит запасы подземных вод. Преимуществом этой системы является высокая эффективность очистки, согласно таким показателям как БПК и удаление питательных веществ, а её экономическая составляющая определяется заготовкой древесины. При использовании орошаемых лесопосадок, некоторая часть природного леса может быть сохранена. Недостатком системы является то, что в результате орошения могут повыситься уровни рН, и концентрации общего азота,  $P_2O_5$ ,  $K_2O$ , Na, Mg и тяжелых металлов в почвах.

### **Плантация тополя в Апархонт, Венгрия**

Апархонт – небольшой поселок (1200 человек) в холмистой и малонаселенной местности в юго-западной части Венгрии. Почти все домохозяйства подключены к водопроводной сети, эксплуатируемой местным муниципалитетом. Жители используют простые санитарные решения (туалеты с септическим резервуаром<sup>1</sup> или уборные). Ранее отходы из септического резервуара транспортировались на близлежащие сооружения для очистки сточных вод (на расстояние в 15 км), на близлежащую свалку или даже сбрасывались прямо в реки. Эта неправомерная практика привела к серьезному экологическому ущербу. Увеличилось содержание азота в глубоких водоносных слоях (200 м), используемых для питьевого водоснабжения. Погибла рыба в близлежащих рыбных прудах. Поэтому население деревни решило исправить ситуацию. Целью муниципалитета стал поиск комплексного решения, при котором охрана здоровья населения и окружающей среды могли быть улучшены при небольших затратах. Создание местных рабочих мест и повышение уровня общественного сознания также были целью этого проекта. Уже в начале пришли к выводу, что канализационная система будет слишком дорогой.

В соответствии с экологическим законодательством Венгрии, по крайней мере, три различных варианта по очистке сточных вод всегда должны прорабатываться и, по крайней мере, один из них должен быть так называемой “природной технологией очистки сточных вод”. В технико-экономическом обосновании, представленном в 1997 году следующие четыре системы были представлены:

- а) Система водоемов с растительностью без искусственной аэрации (после предварительной обработки, сточные воды поступают в водоемы, растительность которых может быть естественной или посажена жителями; сток из этих водоемов может сбрасываться в поверхностные водотоки, служащие в качестве водоприемника);
- б) Система водоемов, поток которой должен профильтроваться через песчаный фильтр (почвы служат водоприемником);
- в) Анаэробный водоем с последующим орошением посадок тополя и утилизацией (очищенные сточные воды не должны собираться дренами на плантации тополя, а будут просачиваться в почвы);
- г) Обычная (искусственная) биологическая очистка и орошение посадок тополя и утилизация (очищенные сточные воды не должны собираться дренами на плантации тополя, а будут просачиваться в почвы).

В каждом случае, вода должна быть собрана в септических резервуарах и транспортироваться для предварительной обработки перед очисткой предложенной системой. Было также предложено, чтобы получаемый отстой компостировался и использовался в сельском хозяйстве. Проектировщик сравнил различные варианты, см. таблицу 4.2.

---

<sup>1</sup> сооружение для предварительной очистки сточных вод

При сравнении четырех возможных решений, вариант “в” (анаэробный водоем с плантацией тополя), оказался наиболее экономически выгодным в плане инвестиций и эксплуатационных затрат. Этот вариант имел преимущества также при рассмотрении критериев защиты окружающей среды. В пользу варианта “в” также говорили его надежность и незначительная потребность в трудовых ресурсах.

На основании технико-экономического обоснования и сравнительной оценки экологических воздействий, вариант (в) был представлен Экологической инспекции, которая одобрила предложение с дополнениями. План реализации проекта был выполнен, после детальной проработки и представления модифицированного варианта (в). Строительные работы начались, и в 2001 году система была сдана в эксплуатацию. В настоящее время 80 м<sup>3</sup> в сутки отходов из септических резервуаров очищаются в системе плантации тополя и корнеобитаемой зоны. Решение представлено на рис. 4.4. Оросительная канава перед заполнением показана на рис. 4.5.

**Таблица 4.2.** Оценочная таблица <sup>1</sup>.

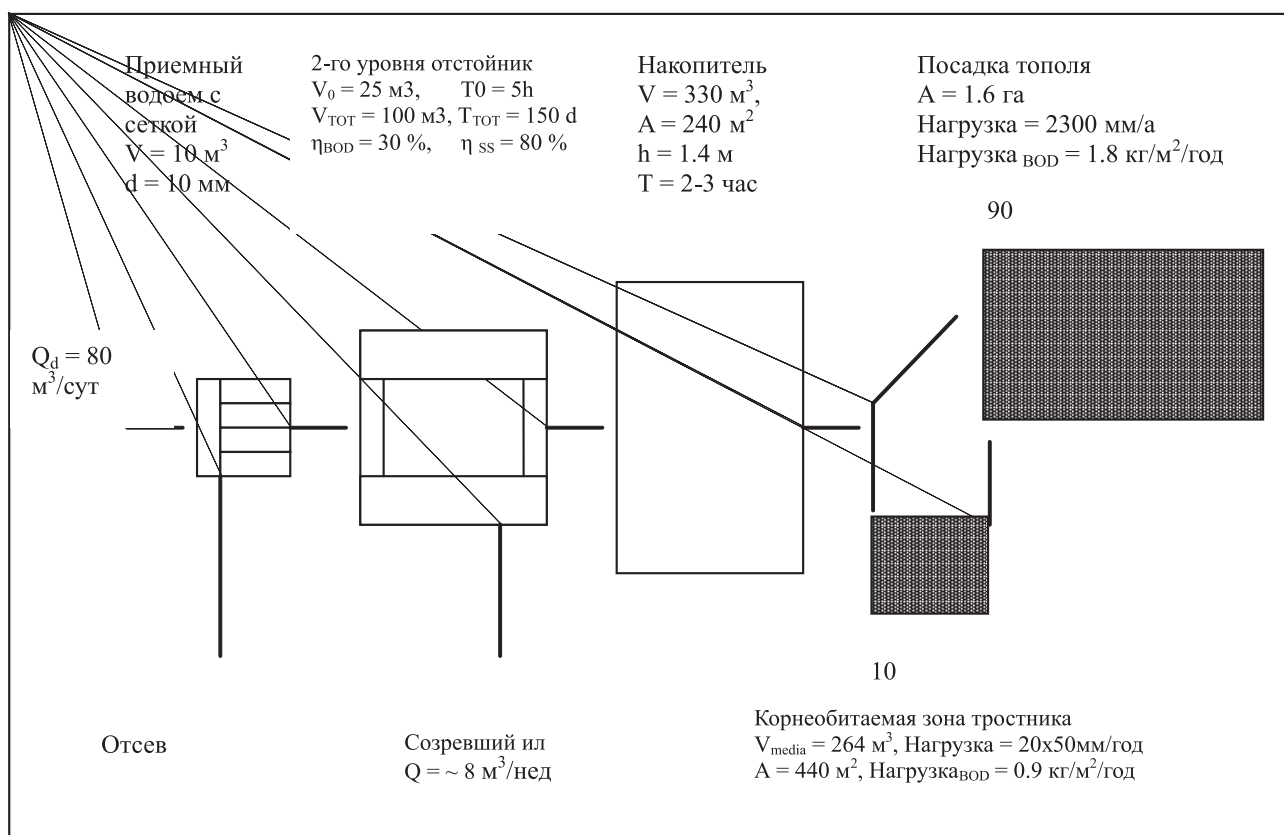
Статья оценки	Максимально возможный балл	Варианты			
		A	B	C	D
Инвестиционные затраты	80	60	40	80	10
Эксплуатационные расходы	100	60	40	100	80
Охрана природы (водная среда, почвы, воздух)	100	80	90	100	80
Технический уровень (для каждой системы насколько современна технология)	20	20	15	20	20
Возможность поэтапного строительства (увеличение/уменьшение производительности согласно требованиям)	20	15	20	20	10
Технологическая надежность (возможность отказа оборудования, или возможные проблемы, влияющие на очистку, например, замерзание прудов зимой)	20	20	15	20	10
Необходимая площадь	20	10	10	10	20
Необходимые операции (потребность в рабочей силе)	20	20	20	20	10
Надежность сбалансированного управления отходами очистки (избегая необходимости удалять отстой каждый день)	20	15	15	20	15
Общая сумма баллов	400	300	265	390	205
	%	77	68	100	59
Место согласно ранжированию		2	3	1	4

<sup>1</sup> Stehlik Jyzsef, 1997 г.

## Мониторинг

Производительность системы отслеживается по программе мониторинга. Пробы сточных вод отбираются регулярно из резервуара с защитными сетками, на выходе из отстойника, из накопительной емкости и после просачивания через корнеобитаемую зону вэтанда. Почвенные образцы отбирались в ходе опытной эксплуатации (в 2000 году) каждый месяц, с тех пор как эксплуатация началась каждые три месяца. Имеются также наблюдательные скважины, с помощью которых контролируется качество подземных вод, однако уровень залегания подземных вод слишком глубокий для отбора проб. Мониторинг показал, что загрязнение близлежащих полей, подземных вод и рыбных прудов было остановлено.

Эффективность удаления питательных веществ в системе трудно проверить. Общая нитратная нагрузка составляет приблизительно 1200-1400 кгN/га/год. (Запланированная площадь лесопосадок 1.6 га, но сегодня она составляет около 3-3.5 га). Приблизительно 20-30 % азота, вероятно, удаляются при заготовке древесины и в результате выпаса овец (рис. 4.6).



**Рисунок 4.4.** Схематическое изображение построенной системы. Собранные отходы септических резервуаров домохозяйств транспортируются, сливаются в водоприемный отсек и фильтруются через сетки. Предварительная обработка происходит в двухуровневом отстойнике, из которого вода поступает в облицованный накопитель. Из накопителя вода самотеком распределяется между биологическими блоками очистки, лесопосадкой и построенным вэтаном. Орошение осуществляется круглый год, а отстой удаляется из отстойника один раз в неделю.



**Рис. 4.5.** Оросительная канава до пуска воды.



**Рис. 4.6.** Пасущаяся отара овец

Затраты на строительство составляют 53 Евро/р.е., а эксплуатационные расходы - 0.05 Евро/м<sup>3</sup>. Это весьма низкие затраты по сравнению с традиционными системами. Жители не платили за строительство. Вместо этого муниципалитет использовал собранные средства пожертвований, бюджета муниципалитета и различных доноров. Сажены были подарены лесхозом, и сами жители посадили деревья. Муниципалитет купил специализированное транспортное средство для перевозки отходов септических резервуаров, которое теперь эксплуатируется ранее безработными жителями. Их зарплата выплачивается из централизованного фонда помощи и бюджета муниципалитета, так что это обслуживание ничего не стоит для населения. Также муниципалитет оплатил (используя различные статьи государственных субсидий) строительство надлежащих септических резервуаров для каждого дома, в то время как жители заплатили символическую сумму (только 20 Евро).

Древесина тополя используется жителями (для отопления) бесплатно. Тростник построенного вэтланда скашивается каждый год, и также используется местным населением для различных целей. Смешанный отстой транспортируется к местам компостирования каждые 4-6 недель. Компост используется в сельском хозяйстве. Трава между деревьями не скашивается, потому что отара овец из деревни выполняет “обслуживание”, экономя затраты на нескольких рабочих каждый год. Учащиеся начальной школы участвовали в посадке плантации, и на уроках биологии выполняют замеры, изучая естественные процессы при очистке сточных вод.

Жители весьма довольны работой системы очистки сточных вод. Качество окружающей среды улучшилось, обеспечена охрана здоровья, и созданы новые рабочие места для некоторых безработных. Использование древесины и тростника обеспечивают дополнительные выгоды. Эксперимент с посадками тополя в Апарханте демонстрирует практичное и осуществимое решение, выгодное для окружающей среды, экономики и решения вопросов безработицы, а также способствующее решению экологических проблем населения с низкими доходами.

#### Контактная информация

Проектировщик: dr. STENLIK Jozsef, 1016 Budapest, Czaky u. 7. Hungary, Tel: + 36 1 375 6603  
Оператор: SZUCS Gyorgy, Mayor, 7186, Aparhant, Kozsegi Onkormanyzat, Kossuth u. 34. Hungary,  
Tel: + 36 74 483 792, E-mail: polgarmester@aparhant.hu



# ШКОЛЬНЫЕ “СУХИЕ” ТУАЛЕТЫ В СЕЛАХ УКРАИНЫ

Анна Цветкова

## ВВЕДЕНИЕ

На Украине 95 % городов, 56 % поселков и только 3 % деревень обслуживаются канализационными системами. Всего 1.4 миллиона человек (8.8% сельского населения) пользуются услугами централизованных систем утилизации сточных вод. Остальные сельские жители (14.3 миллиона) используют уборные с выгребными ямами и септические емкости, которые обычно не облицованы и становятся источником нитратного и биологического загрязнения подземных вод.

В сельских школах, отсутствие надлежащего водоснабжения и санитарно-технических сооружений является общей проблемой. Если школа имеет водопровод и канализацию, перебои в водоснабжении приводят к немедленному прекращению работы системы утилизации сточных вод. Длительные (1-2 недели и даже месяцы) перебои в водоснабжении - обычная практика в сельских районах. При прекращении подачи воды туалеты в помещениях, подключенные к канализационной системе, закрываются, и школьники пользуются уборными с выгребными ямами. На Украине 14.000 сельских школах с 2 миллионами учащихся. Например, в Полтавской области работает 30 школ, 12 из которых имеют обычные туалеты, 5 - туалеты и уборные с выгребными ямами и 13 - только уборные с выгребными ямами. Обычно, уборные с выгребными ямами расположены на расстоянии 50-100 м от здания школы и не отапливаются. Холодные, грязные и старые уборные с выгребными ямами - проблема для детей, которые остаются без внимания взрослых.

Чтобы найти приемлемое решение ради этих детей, неправительственные организации: “МАМА 86” и “Союз женщин Европы ради общего будущего (WECF)” инициировали проект “Сотрудничество для устойчивого сельского развития: водоснабжение, экологически чистая санитария и сельское хозяйство на основе органических удобрений”.

## Школьные туалеты в деревнях Гожули и Бобрик

Цель данного проекта состоит в поиске приемлемых решений для обеспечения школ и домохозяйств с низкими доходами нормально функционирующими туалетами в сельских районах Украины. Работа была выполнена группой проекта неправительственных организаций в тесном сотрудничестве с местными общинами. Проект финансировался программой MATRA<sup>1</sup> Министерства иностранных дел Нидерландов. Экспертная поддержка была обеспечена Гамбургским технологическим университетом (ТУНН), специалисты которого выполнили проектирование и осуществляли технический надзор за строительством систем.

Учитывая плохое техническое состояние и перебои в работе существующей инфраструктуры водоснабжения и канализации, было решено не рассматривать централизованные системы утилизации сточных вод, основанные на использовании воды для смыва. Вместо этого, было решено использовать концепцию “сухих” туалетов (СТ). СТ - локальное решение, независимое от централизованной инфраструктуры водоснабжения и канализации; не требуется воды для смыва, а также необходимо минимальное количество воды для поддержания чистоты (уборка туалетных комнат и мытье рук). При СТ, моча отделяется от фекалий в месте поступления, и две эти фракции утилизируются отдельно. Уменьшается неприятный запах и весьма небольшой объем фекалий может быть обработан более удобными средствами. Компостирование фекалий снижает уровень рисков для здоровья людей, а питательные и органические вещества могут

---

<sup>1</sup>MATRA – программа МИД Нидерландов по поддержке реформ в 16 странах ЦВЕ (сокращение от двух голландских слов “maatschappelijke transformatie”)

быть использованы для удобрения почв. Моча собирается в изолированной емкости. После нескольких месяцев хранения, моча, не содержащая болезнетворных микроорганизмов, может использоваться в качестве удобрения. При этом, гигиенические и экологические проблемы, связанные с экскрементами людей, подлежат контролю, а экскременты перерабатываются в ценный ресурс.

Деревня Гожули расположена в 2 км от города Полтава в Полтавской области. Население насчитывает 3600 человек, проживающих в 1000 домохозяйств. Жители деревни снабжаются централизованно водой, поступающей из системы очень глубоких артезианских скважин (200 м); однако также используется много неглубоких колодцев. Системы устарели, а канализационная инфраструктура не может обеспечить удовлетворительного уровня услуг из-за частых отключений подачи воды, больших потерь воды и утечек сточных вод.

В деревне около 500 детей, но только 180 из них школьники. Школа подключена к системам водоснабжения и канализации. Регулярные перебои в водоснабжении привели к закрытию туалетов в помещении и использованию наружных уборных с выгребными ямами. Обычно, только преподаватели и дети до 7 лет используют туалеты в помещении. Все другие школьники пользуются уборными с выгребными ямами (см. рис. 4.7).

Село Бобрик, расположенное около города Нижен Черниговской области, является небольшим поселком с 400 жителями. Большинство жителей пенсионеры (всего около 40 детей). Централизованная инфраструктура водоснабжения и канализации в деревне отсутствует. Люди пользуются уборными с выгребными ямами и колодцами.



**Рис 4.7** Старый школьный туалет в деревне Гожули: вид снаружи (слева) и внутри (справа).

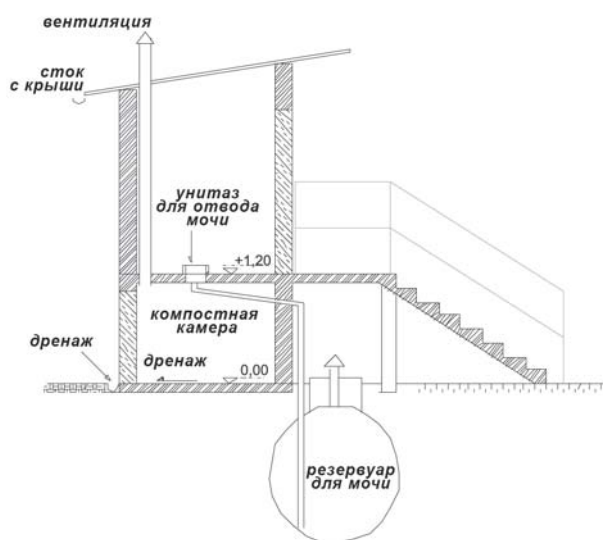
### **Планирование и реализация проекта**

Одним из первых мероприятий проекта стало проведение семинара с участием представителей населения и администраций деревень и школ. На семинаре, эксперты неправительственной организации “WECF” представили концепцию экологической санитарии. Мэры и школьная администрация согласились улучшить санитарные сооружения школ при внедрении СТ.

В Гожули, реализация пилотного проекта началась в июле 2004 года; туалет “ECOSAN” (экологической санитарии) был построен в августе-сентябре 2004 г. и сдан в эксплуатацию в октябре 2004 г. В Бобрике туалет “ECOSAN” был построен в июле-августе 2006 года, и сдан в эксплуатацию в сентябре 2006 года. С тех пор как туалеты сданы в эксплуатацию, их основными операторами и пользователями являются школьные администрации деревень Гожули и Бобрик.

В Гожули и Бобрик используют “сухие туалеты”, которые обеспечивают отдельный сбор и хранение мочи и фекалий. Эта технология обеспечивает сухое компостирование фекалий и использование компоста и мочи в качестве органических удобрений. Школьные туалеты оборудованы пластмассовыми унитазами без стульчаков и обычными керамическими писсуарами (см. рис. 4.9). Такие унитазы были выбраны вместо унитазов со стульчаком исходя из гигиенических соображений. Унитазы были закуплены и поставлены неправительственной организацией “WECF”. Техническая документация (бизнес-план) для школьных туалетов была подготовлена местной проектной организацией. Туалеты были построены под контролем представительств неправительственной организацией “МАМА 86” в Полтаве и Нижене с привлечением местных строительных компаний.

Туалет, построенный в деревне Гужули, состоит из 3 сдвоенных туалетов с отдельной утилизацией мочи и одной комнаты с 3-мя писсуарами без смыва водой и 2-х емкостей для хранения мочи, объемом 2 м<sup>3</sup> каждая (см. рис. 4.8 и 4.9). Это санитарное сооружение построено вплотную к зданию школы со входом непосредственно из здания школы. 165 учеников (7-17 лет) пользуются им. Водопроводная вода используется для мытья рук, а “серая вода” отводится в сельскую санитарную систему.



**Рис. 4.8.** Туалет, построенный в деревне Гужули, состоит из 3-х сдвоенных “сухих” туалетов и одной комнаты с 3 писсуарами без смыва водой и 2-х емкостей для хранения мочи, объемом 2 м<sup>3</sup> каждая. 165 учеников (7-17 лет) пользуются туалетом (идея “СТ” разработана ТУНН).

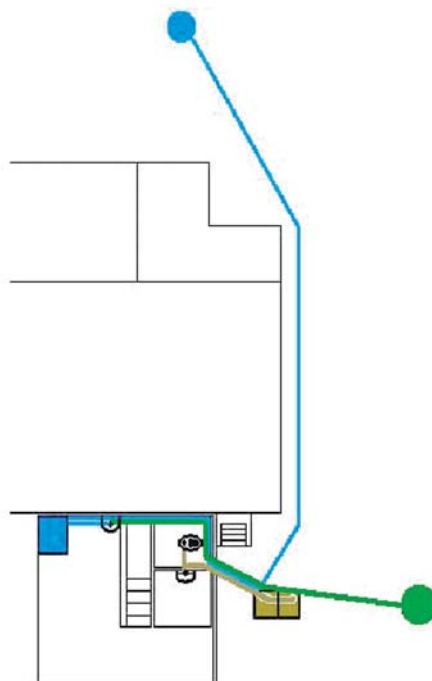
В деревне Бобрик, в школе построена новая туалетная комната с “сухими” унитазами и писсуарами. Фекалии собираются в компостной камере, устроенной под полом туалетной комнаты. Моча собирается в двух одно-кубовых пластмассовых емкостях. Раковины для мытья рук соединены с простой системой очистки “серой воды” с дренажом и фильтрацией, построенной около туалета (см. рис. 4.10 и 4.11). 36 учеников и 16 преподавателей пользуются этим туалетом.

Каждый туалет имеет две емкости (в деревне Гожули - две емкости объемом 2м<sup>3</sup> каждая и в деревне Бобрик - две емкости объемом 1м<sup>3</sup>). Одна емкость используется, а другая остается пустой или используется для хранения мочи. Время хранения мочи составляет не менее 6 месяцев, в течение этого времени, большинство болезнетворных микроорганизмов погибает или, по крайней мере, их численность сокращается. Для освобождения емкости с мочой используется насос. Осенью 2006 года, моча из туалета в деревне Гожули впервые использовалась местным фермером, как азотное удобрение в его саду.

Фекалии собираются в хранилище/компостной камере под полом туалетной комнаты. После дефекации, фекалии засыпаются сухой почвой/опилками или их смесью, чтобы минимизировать содержание воды и, таким образом, устранить неприятные запахи и появление мух. Хранилище легко доступно для обслуживающего персонала. Компостные камеры имеют водонепроницаемый пол из бетона. Хранилища используются поочередно с 2-2.5-летним циклом. Объем хранения/компостирования в каждой камере составляет 1 м<sup>3</sup>. Пол имеет уклон 1 % для стока воды при уборке.



**Рис. 4.9.** Новый школьный туалет в деревне Гожули: во дворе (слева), писсуары (в центре) и в помещении (справа).



**Рис. 4.10.** Системы водоснабжения и “серых вод” школы в селе Бобрик. 36 учеников и 16 преподавателей пользуются туалетом (линия синего цвета – подача водопроводной воды, линия зеленого цвета – подача технической воды, линия оливкового цвета – отвод “серых вод”), разработанным неправительственной организацией “МАМА-86”



**Рис. 4.11.** Новый школьный туалет в деревне Бобрик: наружный (слева), писсуары (в центре) и в помещении (справа).

### **Результаты и приобретенный опыт**

После двух лет эксплуатации СТ в школе Гожули, рабочие емкости хранилища заполнены только на 1/3-1/2 полезного объема. В деревне Бобрик контейнер используется, чтобы облегчить работу смотрителя. В течение 8 месяцев эксплуатации, контейнер объемом 50 литров очищался 2 раза, когда он заполнялся на две трети. Содержимое контейнера помещалось в специальное место для открытого компостирования в течение двух лет. Смотрители были тщательно проинструктированы, как эксплуатировать туалеты “ECOSAN”. Смотрители осматривают и моют туалеты ежедневно с содой и/или горячей водой. Время от времени фекалии в камере компостирования перемешиваются и посыпаются опилками. Смотрители контролируют камеры компостирования и накопители мочи. Экологические выгоды при использовании новой системы обеспечиваются в результате следующего:

- Формируются совсем небольшие объемы сточных вод (нет перерывов в работе и запахов из-за утечек сточных вод).
- Используются меньшие объемы воды (нет необходимости в смыве).
- Нет стока неочищенных сточных вод. Минимальный риск для загрязнения подземных вод (азотом и болезнетворными микроорганизмами).
- Никакие токсичные химикалии не используются для дезинфекции.
- Повторное использование питательных веществ (моча и компост могут быть использованы как удобрения).

Традиционно на Украине школьные и общественные туалеты чистятся и дезинфицируются реагентами хлора. При экологической санитарии, используются другие методы, например, писсуары промываются горячей водой или раствором уксуса. Новое решение по обустройству туалетов упрощает и минимизирует обслуживание санитарной техники. Ранее, старые школьные уборные с выгребными ямами и перебой в работе канализации становились причиной многих проблем. Моча уже успешно используется как удобрение при выращивании сельскохозяйственных культур, но отсутствует опыт использования продуктов компостирования.

Школьники пользуются удобными, чистыми и гигиеничными туалетами внутри здания, вместо холодных грязных уборных с выгребными ямами. Обследование, выполненное в селе Гожули, показало, что 75% детей быстро приспособились к новой системе и довольны этими туалетами. Образование - ключевой фактор, и школьники передают свои знания о новой системе своим родителям. Таким образом, происходит обучение взрослых, и описанная технология будет успешно распространяться. Строительство туалета в селе Гожули обошлось почти в 10.000 Евро. Эксплуатационные затраты низки (уборка и гигиенические материалы и инструменты). Туалет в селе Бобрик стоит 2900 Евро. Материалы для отдельного туалета без использования смыва, в среднем, стоят около 350 Евро.

Для распространения этой технологии на Украине необходимо её дальнейшее совершенствование. Проектирование должно учитывать местные условия (климат, рынок, строительные и санитарные стандарты и т.д.). Технические усовершенствования, а также инструкции и обучение предпринимателей важны для внедрения технологии на местном рынке услуг. Особое внимание нужно уделить решению проблем устранения неприятного запаха. Другие проблемы, с которыми пришлось столкнуться, включали промерзание мочи и воды в трубах и емкостях-накопителях мочи. Для решения этих и других проблем, необходимо провести серьезные испытания и исследования, с целью подготовки соответствующих инструкции по строительству и эксплуатации новых санитарных сооружений.

Законодательная база должна стимулировать распространение системы СТ. Бизнес-план строительства школьного СТ должен быть утвержден органами, ответственными за очистку сточных вод. В процедурах согласования участвует ряд организаций: местная СЭС (санитарно-эпидемиологическая служба), противопожарные органы, комитет по архитектуре и строительству, министерство образования, муниципальные службы и другие. На Украине, законодательно утвержденным санитарным решением для школ является типовая централизованная санитарная система (подключение к местной канализации и очистным сооружениям) или децентрализованная система (туалеты с выгребной ямой). Разработка санитарно-эпидемиологической законодательной базы для “экологической очистки” необходима для безопасного использования экскрементов людей и применения технологий экологической очистки для социальных/общественных зданий (школы, больницы, летние лагеря, общественные места).

# УСТОЙЧИВАЯ САНИТАРИЯ И УПРАВЛЕНИЕ СТОЧНЫМИ ВОДАМИ В ШВЕЦИИ – КРАТКИЙ ОБЗОР

Питер Риддерстолп

## **Развитие санитарии и систем управления сточными водами в Швеции**

На раннем этапе урбанизации, сельская традиция собирать и использовать экскременты людей в сельском хозяйстве была развита и хорошо организована. Изменения, произошедшие между 18-ым и 19-ым веками, означали переход от повторного использования к отводу сточных вод, и во многих городах были построены канализационные системы для транспортирования ливневых и сточных вод до ближайшего водоприемника. После второй Мировой войны очистка сточных вод стала общепринятой практикой. В течение короткого периода времени, между 1970-1985 гг., сооружения для первичной, вторичной и третичной очистки сточных вод были построены почти для всего населения Швеции. Строительство этих крупных санитарных систем стало возможным, благодаря законодательству, которое позволило муниципалитетам заставлять домохозяйства и промышленные предприятия подключаться к канализационным системам и оплачивать их услуги, а также вследствие крупных правительственных субсидий на строительство канализационных систем и очистных сооружений.

В начале 90-ых годов прошлого века, после того как продукты отстоя перестали интенсивно использоваться в сельском хозяйстве, утилизация накапливающихся продуктов отстоя превратилась в нарастающую проблему. Пищевая промышленность не желала покупать сельскохозяйственную продукцию, удобряемую продуктами отстоя, из-за потенциально высоких уровней содержания тяжелых металлов, токсичных органических элементов и патогенов. В течение этого же периода, высокие затраты на энергию при эксплуатации и потребность в модернизации сооружений для очистки сточных вод были также подвергнуты сомнению. Как следствие, повысился интерес к альтернативным и более “экологически чистым” технологиям.

Экономическая ситуация в последнее десятилетие (низкие процентные ставки, относительно низкие цены на энергоносители и химикаты и высокие затраты на трудовые ресурсы) благоприятствовала традиционным крупномасштабным и линейным системам. Однако, в 2006 году новые директивы по мелкомасштабным системам утилизации сточных вод были изданы Шведским комитетом по охране окружающей среды. Директивы содержат требования в отношении охраны здоровья населения, защиты окружающей среды и повторного использования питательных веществ, которые должны выполняться при эксплуатации систем утилизации сточных вод. Выполнение новых директив должно подвигнуть более целостное видение проблем при планировании систем утилизации сточных вод. Ясно, что повышающиеся затраты на электричество и другие виды топлива способствовали переходу на более ресурсосберегающие технологии. Увеличение затрат на перекачку сточных вод и эксплуатацию трубопроводов способствовало изменению отношения к децентрализованным системам, которые становятся более приемлемыми. Сегодня муниципалитеты, особенно в сельской местности, начинают все больше интересоваться локальным или кластерными системами, и появился интерес к реализации так называемых “природных систем”. Также отмечена тенденция большей заинтересованности сельскохозяйственного сектора в переработке и использовании ряда фракций сточных вод. Растущий рынок биоэнергетической продукции может в какой-то мере объяснить этот факт, а также растущие затраты на искусственные удобрения.

## Отстойники

Очистка сточных вод в бассейнах-отстойниках использовалась на протяжении нескольких сотен лет во всем мире. В Швеции, системы бассейнов-отстойников были популярны на начальном этапе современной эры очистки сточных вод из-за низких затрат, простоты и способности очищать большие объемы сточных вод. Сегодня действует около 100 бассейнов-отстойников для очистки сточных осадением в Швеции.

### Конструкции и параметры

При планировании новых систем, объемы отложения осадка должны быть разделены между несколькими узкими секциями бассейнов-отстойников. Одна дополнительная секция должна быть построена с тем, чтобы одна из секций могла быть выведена из текущей эксплуатации для проведения работ по обезвоживанию и удалению отстоя. При планировании рекомендуется предусматривать 5-10-дневный период для осаднения осадка. Крупные частицы должны удаляться до добавления коагулянтов, предварительная обработка с помощью решетки или сетки вполне достаточна.

Химические коагулянты, в качестве которых могут быть использованы известь или соли алюминия или железа, образуют хлопья и осаждают мелкие частицы и фосфор, присутствующие в воде. Коагулянты на основе солей алюминия или железа легче управляются, по сравнению с известью. Они могут использоваться в виде жидкостей и добавляться прямо через напорную трубу, входящую со дна бассейнов-отстойников. Известь убивает болезнетворные микроорганизмы и делает отстой ценным в качестве удобрения. Проблема заключается в том, что отстой с известью, тяжел и легко забивает трубы и емкости-хранилища. Трубы, колодцы и емкости-хранилища должны быть запроектированы и построены доступными для обслуживания.

### Приобретенный опыт и полученные результаты

Бассейны-отстойники весьма устойчивы при эксплуатации с изменяющимися расходами воды, а также при периодических перерывах в подаче химических добавок. Их производительность высока и устойчива круглый год. КПД удаления БПК - приблизительно 70-80% (рост микроводорослей летом объясняет довольно низкие цифры). Удаление фосфора изменяется в зависимости от количества добавляемых коагулянтов, но должно быть в пределах 80-95%. Удаление азота значительно (50-75% улетучивающегося аммиака и бактериальное преобразования азота в азотный газ).

При использовании извести, удаление патогенов весьма высоко, вследствие высоко уровня рН (рН 10.5-12).

**Сноска 4.1:** Отстойник в Фунадалене



**Фунадален** - типичный горнолыжный курорт в горах Северной Швеции. Численность жителей изменяется от 1000 - 4000 человек. Нагрузка на систему составляет около 400 м<sup>3</sup>/чел, но пик нагрузки имеет место при дождях и таянии снега. Сооружение, построенное в 1987 г., принадлежит муниципалитету, и в нем используется гашеная известь в качестве коагулянта. Сток аккумулируется в первых 2400 м<sup>2</sup> водоемах, из которых перекачивается в небольшие бассейны-отстойники с последними водоемом-отстойником площадью 2800 м<sup>2</sup>. Пластмассовые перегородки-отражатели используются, чтобы препятствовать смещению потоков. Добавление извести 600 г/м<sup>3</sup> увеличивает рН приблизительно до 12, поддерживая уровни фосфора на выходе около 0.5 мг/л (уровни на входе 6.4 мг/л). Отстой удаляется из небольших бассейнов-отстойников каждый год. Муниципалитету нравится это сооружение, потому что оно дешево, легко обслуживается и эффективно.



Недостатками являются вымывание аммиака и большие объемы отстоя. С другой стороны, отстой при использовании извести ценен для улучшения свойств почв из-за воздействия рН и содержания фосфора, доступного для растений. Соли алюминия и железа более удобны в управлении, но менее эффективны для очистки, и способствуют образованию отстоя менее приемлемого для повторного использования.

Литература для дальнейшего ознакомления:

- Hanaeus, J, 1991, *Wastewater Treatment by Chemical Precipitation in ponds*, Dr Th, Div. Sanitary Engineering, Lulee, Sweden. Summary available at: <http://epubl.luth.se/avslutade/0348-8373/95/index-en.html>
- Johansson, E, et al, *Fällningsdamm och biodamm (Precipitation pond and algae pond)*, English summary. [http://vav.griffel.net/filer/VA-Forsk\\_2005-18.pdf](http://vav.griffel.net/filer/VA-Forsk_2005-18.pdf)

## Орошение лесопосадок

Орошение сточными водами является обычной практикой во всем мире. В Европе, много хозяйств, использующих сточные воды, были созданы в середине девятнадцатого века. В Швеции, использование сточных вод для орошения возродилось в 90-ых годах прошлого столетия, и ряд систем для орошения лесопосадок действуют в настоящее время. Большинство из них расположено на юге Швеции, при использовании очищенных сточных вод в летнее время.

Орошение посадок ивы наиболее исследованная и часто используемая технология утилизации сточных вод. Лиственные деревья в большей степени подходят для этой цели, чем хвойные, однако исследования в северной части Швеции показали, что орошение небольшими нормами удваивает и даже утраивает производство древесины ели и сосны, таким образом, окупая инвестиции в ирригационные системы

Лесопосадки легче орошать по сравнению с сенокосными угодьями, так как развитая корневая система деревьев может компенсировать неравномерное распределение воды и питательных веществ. Задачей экологов и инженеров является обеспечение проектирования и эксплуатации этих систем, не подвергая рискам санитарные условия.

### Конструкция и параметры

При назначении параметров системы, необходимо обеспечить удовлетворение потребности деревьев в воде и питательных веществах. Ежегодной прирост биомассы достигает 10–12 тон сухого вещества/га ивы, орошаемой сточными водами, таким образом, 7–10 кг фосфора и 40–70 кг

**Сноска 4.2:** Орошение лесопосадок в Кагероде



Кагерод - небольшой городок с населением 1500 человек в Южной Швеции. Сточные воды собраны и обрабатываются на очистных сооружениях с активированным отстоем после осаждения коагулянтами. В 1994 году, была посажена 13-гектарная плантация ивы. Три года спустя, деревья начали поливать, используя сточные воды, после обработки на очистных сооружениях с помощью процесса активации отстоя. Рост деревьев и экологические воздействия тщательно контролировались. Интенсивность орошения сточными водами 6 мм/сут обеспечивала наибольшую продуктивность (10-13 тонн/год). Было определено, что нагрузка в 175 кг N/га при норме орошения в три раза превышающей интенсивность эвапотранспирации (12 мм/сут), не приводят к негативному влиянию на рост биомассы и не вызывают никакого загрязнения грунтовых вод. Муниципалитет удовлетворен работой системы, и считает, что производство древесины и снижение затрат на химикалии и утилизацию отстоя позволят компенсировать затраты на орошение.

нитратов/ га ежегодно удаляется вместе с древесиной из системы. Крупные поля должны быть поделены на участки (каждый участок 1–3 га), на которых индивидуально регулируется распределение воды. Автоматические магнитные задвижки, контролируемые компьютерной программой, регулируют время подачи воды на каждый участок.

Успешно использовались дождевание, капельное орошение и поливы затоплением по полосам. Наличие в воде частиц не существенно для полива затоплением, в то время как капельное орошение предъявляет высокие требования к очистке воды. С другой стороны, капельное орошение позволяет очень точно распределять воду. В Швеции, оросительный сезон охватывает максимум 7 месяцев в году. В периоды, когда орошение невозможно (из-за низких температур или сильных ливней) сточные воды должны храниться или утилизироваться другим способом.

### *Приобретенный опыт и полученные результаты*

Ясно, что орошение лесопосадок является дешевым и эффективным способом очистки и повторного использования сточных вод и содержащихся в них питательных веществ. Наличие земельных участков, соответствие почвенных и гидрогеологических условий, а также рынка для выращиваемой биомассы являются важными факторами при выборе технологий. Возможными методами очистки сточных вод зимой являются, например, пруды с химическим осаждением или системы с фильтрующим дном. Необходимо тщательное планирование, проектирование и эксплуатация для контроля санитарных рисков.

### *Источники литературы для дальнейшего ознакомления*

- Carlander, A. Stenström T-A., Albihn, A., Hasselgren, K. (2002) *Hygieniska aspekter vid avloppsbehandling av Salix (Sanitary aspects of wastewater irrigation of Salix)* English summary, [http://vav.griffel.net/filer/VA-Forsk\\_2002-1.pdf](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 biomass production in Short-Rotation-Plantations
- Laqua Treatment: <http://www.laqua.se/>

## **Системы с почвенными фильтрами (вертикальные)**

Использование почв как среды для очистки сточных вод является древнейшим и, возможно, наиболее распространенной технологией в мире. Системы с фильтрацией через почву используют почвы как биохимический реактор, в котором взвешенные частицы адсорбируются, органическое вещество минерализуется и фосфор флокулирует и выпадает в виде минералов. В Швеции, вертикальные почвенные фильтры использовались как стандартный метод очистки для отдельных домохозяйств последние 30 лет. Около 400,000 таких систем эксплуатируются. В кластерных системах, открытые песчаные фильтрующие пруды являются обычным компонентом.

### *Конструкция и параметры*

Почвенные фильтры должны быть запроектированы таким образом, чтобы все органические вещества, содержащиеся в воде (БПК) превратились в двуокись углерода и воду. При этом никакой осадок не накапливается в почве. Поэтому, предварительная обработка имеет важное значение, и, обычно, твердые частицы осаждаются в септических емкостях. В крупных системах, пруды (которые используются и как буферные накопители) часто используются для предварительной обработки. Наиболее важным обстоятельством для эффективной очистки является возможность фильтрации через ненасыщенные почвенные горизонты. Вода должна

фильтроваться вертикально по тонким порам, в то время как крупные поры заполнены воздухом, обеспечивая кислород для гетеротрофных микроорганизмов. Природные почвы могут использоваться, если позволяют их свойства и подземные воды залегают на безопасной глубине.

Большинство систем с почвенными фильтрами в Швеции являются самотечными. На крупных системах, используются насосы для распределения воды. Песчаные фильтры строятся с дренирующим слоем в их основании. Крупные системы должны быть разделены на секции, в которые вода могла бы подаваться отдельно. Новый метод, разработанный в Норвегии, включает использование насадок для распределения воды, которые позволяют очень равномерно распределять воду даже в крупнозернистом фильтрующем слое. Используя технику разбрызгивания и крупнозернистые фильтры можно увеличить производительность системы в десять раз по сравнению с обычными инфильтрационными системами или системами с песчаными фильтрами, см. таблицу 4.3.

**Сноска 4.3:** Открытый песчаный фильтр в Лагге



**Лагга** – небольшая деревня в юго-восточной части Швеции. Все 50 домов подключены к централизованной канализационной системе, модернизированной в 1998 году. Открытый песчаный фильтр был выбран вместо традиционного блочного очистного сооружения, так как эту природную систему посчитали более надежной и в равной степени эффективной. После предварительной очистки в септических емкостях, вода перекачивается в секцию с песчаным фильтром и выпускается через стояки. Система работает без технических проблем, а эксплуатационные затраты низки. Персонал посещает очистное сооружение раз в неделю. Никакие химикаты не используются, потребляется небольшое количество электроэнергии, при этом объемы отстоя минимальны. После очистки уровни ВЧ, БПК и содержания бактерий ниже допустимых величин. Система прудов действует как пост-очистка, при которой вода фильтруется и испаряется.

**Таблица 4.3.** Типы фильтров, используемые в зависимости от нагрузки БПК и объемов воды. Следующие фильтры могут быть использованы для систем с вертикальной фильтрацией. (Гидравлическая нагрузка может быть рассчитана, принимая среднесуточный расход для недели с максимальной нагрузкой. Уровень БПК 200-350 мг/л – цифры соответствующие стоку обычного септического резервуара).

Инфильтрация через природные почвы :	30-40 мм/сут
Закрытый песчаный фильтрующий бассейн (самотечная система)	50-60 мм/сут
Закрытый песчаный фильтрующий бассейн (при использовании насосов)	60-80 мм/сут
Открытый песчаный фильтрующий бассейн	80-120 мм/сут
Норвежские разбрызгиватели (используя 2-6 мм керамзит в качестве фильтрующей среды)	250-500 мм/сут

#### *Приобретенный опыт и полученные результаты*

Вертикальные почвенные фильтры надежны и имеют высокую и стабильную производительность при очистке. Удаление бактерий и вирусов лучше и более надежно, чем на очистных сооружениях. Вертикальные почвенные фильтры позволяют лишь ограниченное повторное использование питательных веществ, если применяются сами по себе, но в сочетании с другими методами очистки, например, прямое осаждение фосфора или отдельные туалетные системы, использование очищенных вод для летнего орошения, они обеспечивают отличные варианты для устойчивой санитарии.

Уровень очистки составляет, в среднем, 90–99% удаления ВЧ и БПК, 30–60% снижение содержания Р (при использовании силикатного песка аллювиальных отложений, так как содержание в почвах алюминия и железа существенно влияет на удаление фосфора) и 30% снижения общего натрия (70% нитрификация). Уровень удаления болезнетворных микроорганизмов более 99%.

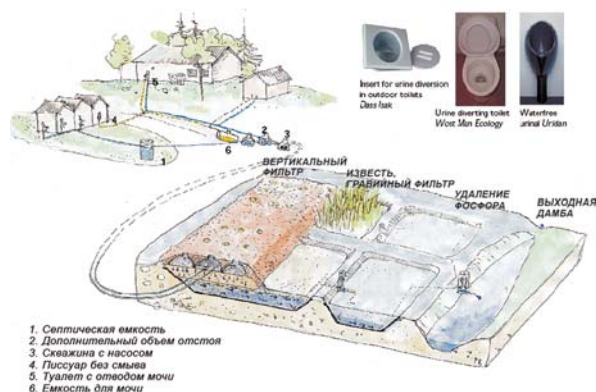
Источники литературы для дальнейшего ознакомления

- USEPA, 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](http://www.ecosanres.org/pdf_files/ESR_Publications_2004/ESR4web.pdf)

## Утилизация мочи

Санитария, базирующаяся на уборных с или без отдельной утилизации мочи, традиционна. Сегодня системы с разделением фракций в источники переживают свой ренессанс, не только из-за их доступности и простоты эксплуатации, но также потому, что они обладают высоким потенциалом охраны здоровья населения, защиты окружающей среды и повторного использования ресурсов. В Швеции, разработка и исследования систем раздельной утилизации мочи интенсивно велись в начале 90-х годов прошлого века. Сегодня, утилизация мочи используется в сочетании с «сухим» сбором фекалий и в системах со смывом водой. Несколько типов туалетов (также в фарфоровом исполнении) представлены на рынке. Большой опыт накоплен в проектировании, эксплуатации и надежном управлении утилизацией фекалий и мочи в сельском хозяйстве. Около 135,000 систем раздельной утилизации мочи находятся в эксплуатации, и большинство из них «сухие системы».

**Сноска 4.4:** Утилизация мочи на остановке в Ангерсьене



Санитарная система с «сухими» писсуарами и двойными промываемыми туалетами была построена в 2003 году для обслуживания существующей придорожной остановки с общественным туалетом, рестораном и магазином на шоссе Е4. Ежедневно тысячи людей могут использовать эту систему летом, в то время как поток людей зимой ограничен. Моча собирается в резервуаре и затем используется как удобрение местными фермерами. Сточные воды предварительно очищаются в септической емкости и перекачиваются в построенную секцию почвенного фильтра, где вода распределяется с помощью разбрызгивающих насадок. Затем фосфор поглощается в горизонтальных фильтрах, в среде обогащенной активным кальцием. Тщательный мониторинг показывает, что отвод мочи обеспечивает до 40 % удаления Р и N. Общая производительность очистки составляет 97%-ое удаление БПК, а также 90%-ое и 65%-ое сокращение содержания Р и N, соответственно. Содержание бактерий уменьшается на 99.99%. Работа системы устойчива независимо от температуры и больших изменений притока. Управление простое с низкими эксплуатационными затратами. Отстой и моча вывозятся автоцистернами с вакуумной закачкой 2-3 раза в год.

### *Конструкция и параметры*

Объем хранения, обычно, рассчитывается для периода в один год для мочи и 3-4 месяца для фекалий. В среднем за сутки человек выделяет 1000 гр. мочи и 150 гр. фекалий. Важно, чтобы моча хранилась изолировано от воздуха по всей технологической цепочке от сбора до применения в поле. Вещество фекалий собирается в закрытые емкости, обеспечивая вентиляцию воздуха из туалетной комнаты через вентиляционную трубу, имеющую выход над крышей. Сточные воды «сухих» туалетных систем («серые воды») почти свободны от фекалий. Поэтому они представляют незначительный риск для здоровья людей и окружающей среды. Кроме того, они обрабатываются с целью удаления твердых взвесей и органики до возвращения в окружающую среду. «Сухие» туалеты значительно снижают объемы сточных вод, сокращая стоимость очистки.

### *Приобретенный опыт и полученные результаты*

Система «сухих туалетов» доказала свое удобство, и является гигиеничным и экологически приемлемым решением с высоким потенциалом повторного использования воды и питательных веществ. По сравнению с другими системами, имеющими аналогичную производительность, «сухие туалеты» являются наиболее экономичными. Раздельный отвод мочи может быть также применен в системах со смывом водой, с большой пользой для окружающей среды и для сбережения ресурсов при сокращении затрат.

### *Источники литературы для дальнейшего ознакомления*

- Kvarnström, E et al. (2006) *Urine Diversion: One Step Towards Sustainable Sanitation*.
- [http://www.ecosanres.org/pdf\\_files/Urine\\_Diversion\\_2006-1.pdf](http://www.ecosanres.org/pdf_files/Urine_Diversion_2006-1.pdf)

# ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ САНИТАРИЯ В ГЕРМАНИИ – СИСТЕМЫ С РАЗДЕЛЕНИЕМ СТОЧНЫХ ВОД ПО ФРАКЦИЯМ В МЕСТАХ ИХ ФОРМИРОВАНИЯ

Ральф Оттерпохл и Марика Палмер Ривера

## ВВЕДЕНИЕ

В Германии более 95% населения подключено к централизованным канализационным системам. Поэтому работы по созданию устойчивых санитарных систем были сфокусированы на городских территориях. Ранее, в Германии санитарные системы с разделением фракций сточных вод на месте их формирования состояли из традиционных “сухих” туалетов. В результате ряда проблем, связанных с эксплуатацией туалетов с большими компостирующими камерами (без отвода мочи), устраиваемых в многоэтажных зданиях, включая возникновение шумов в канализационных трубах и проблемы с повторным использованием фильтрата (сточных вод) компостирующих туалетов, эти системы стали непопулярными. В настоящее время, при консультировании ГТУ (Гамбургский технологический университет), компания “Berger Biotechnik” (Гамбург) реконструирует некоторые из них при использовании концепции “сухих туалетов” и процессов компостирования с использованием червей (требуется регулируемое увлажнение). При этом, требования в отношении необходимой площади значительно сокращаются, а мочу намного легче повторно использовать, чем загрязненный фильтрат туалетов старого компостирующего типа.

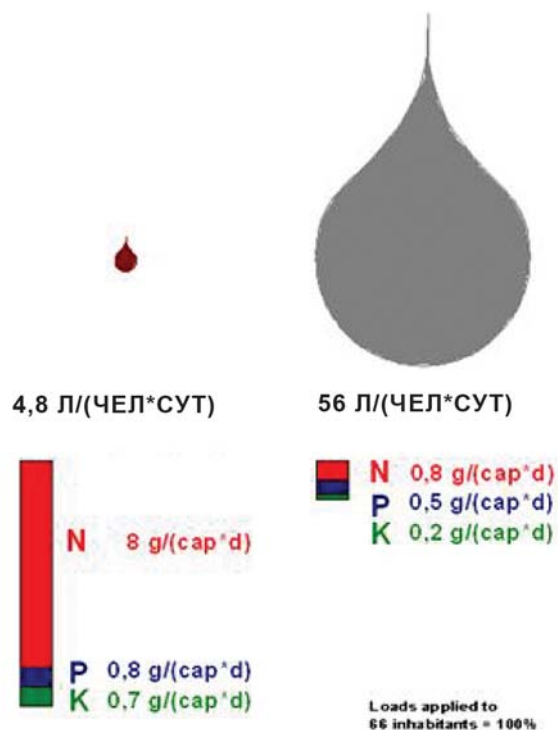
Создание большего числа высокотехнологичных санитарных систем с разделением фракций сточных вод на месте их формирования началось в начале 90-ых годов. Цель состояла в разработке систем с рециркуляцией питательных веществ, производством энергии и меньшим загрязнением. С момента их разработки системы с сепарированием “черных вод”, в большей мере адаптированы к городским условиям. В настоящее время, санитарные системы с разделением фракций сточных вод на месте их формирования вызывают большой интерес у научного сообщества, но пока еще не известны широкой публике.

## Системы сепарирования “черной воды” - раздельная обработка туалетных стоков и “серой воды”

В исходной точке систем сепарирования “черной воды” существует большое различие в уровнях загрязнения “черных вод” и “серых вод”. “Черные воды”, если собираются при незначительном разбавлении, имеют высокое содержание болезнетворных микроорганизмов, а также питательных веществ, но их объем небольшой. “Серые воды” имеют низкое содержание как болезнетворных микроорганизмов, так и питательных веществ, но формируются в больших объемах (см. рис. 4.12). Без смешивания этих двух фракций, очистка и рециркуляция питательных веществ могут стать более эффективными. Несколько различных типов систем очистки “черных вод” разрабатываются в Германии. Ниже описаны вакуумно-биогазовая технология и концепция цикла “черных вод”/”коричневых вод”.

Вакуумно-биогазовая технология была разработана немецкой компанией “Otterwasser” и впервые опубликована Ральфом Оттерпохл в 1993 году. “Черные воды” собираются вакуумной системой и транспортируются в утилизационный котёл, который производит биогаз и жидкое удобрение. “Серые воды” очищаются отдельно. Чтобы система была экономичной, требуется минимальный размер обслуживаемого кластера приблизительно в несколько сотен человек. Технология более приемлема для районов с компактным проживанием людей в многоэтажных зданиях. После первой установки в Флинтенбрейте (описанной в сноске 4.5), технология была доработана, и в настоящее время подобные системы с большим количеством функций

разрабатываются, например, Нидерландах, Гамбурге и Шанхае (Китай). Пока опыт их эксплуатации успешен, а уровень их восприятия пользователями довольно высок. Берлинский центр водохозяйственных исследований (BWB/VEOLIA Water), провел крупномасштабные исследования вакуумных систем отвода мочи в офисном здании и нескольких квартирах. В рамках того же проекта получило дальнейшее развитие концепция “Lambertsmühle” (см. ниже). “KfW”, крупный немецкий банк развития, установил систему вакуумных туалетов в своем офисном здании.



**Рис. 4.12.** Объемы и содержание питательных веществ в пробах “черных вод” и “серых вод”, отобранных в вакуумно-биогазовой системе в жилом районе Флинтенбрейт, Германия.

Туалет с замкнутым циклом (концепция петли “черных вод” или “туалетной петли”) был изобретен и запатентован Ульрихом Брауном (Гамбург). Эта система делает туалеты независимыми от подачи чистой воды и из нее отводится очищенная жидкость, в объемах и по составу аналогичная моче.

При новом строительстве и полной реконструкции, эта система значительно экономичнее обычных систем и сокращает потребление чистой воды до 10 литров на человека в сутки. Впервые в мире, установка “петли черных вод” была выполнена в здании Гамбургского технологического университета в 2005 году с проектной производительностью, обеспечивающей обслуживание приблизительно 20 человек. Первая коммерческая установка будет построена в городе Ахлен, Германия (её описание в сноске 4.6 ниже). Реализация проектов “петли черных вод” планируется в засушливых регионах на Ближнем Востоке.

Другая версия “петли”, которая еще не была построена, - “петля коричневых вод”, система к которой добавлена схема отвода мочи. Недостаток этой системы заключается в необходимости устройства дополнительного трубопровода. А одним из преимуществ является то, что меньший по размерам утилизационный котёл для переработки “коричневых вод” (фекалии, туалетная бумага и смывная вода) может использоваться, по сравнению с переработкой “черных вод”.

Возможность применения в странах Центральной и Восточной Европы систем очистки “черных вод”, описываемые здесь, зависит от местных условий. Это высокотехнологичные системы, которые вполне реализуемы там, где есть достаточно средств и высокий уровень технического потенциала. В сельских районах и небольших поселках предпочтены системы “сухих туалетов”.

#### **Отвод мочи в санитарных приборах со смывом водой**

Системы с отводом мочи сначала были реабилитированы в Швеции, примерно в 1990 году, и получили свое развитие в Германии, используя шведский опыт. В 1996 году, немецкая компания “Otterwasser” добавила очистку “коричневых вод” к системам отвода мочи, используя двухкамерную сепараторную установку (система “Rottebehälter”). Это технология было внедрена на заводе в Ламбертсмухле” (описана ниже).

Система аналогичная той, что построена в Ламбертсмухле, также запроектированная компанией “Otterwasser”, смонтирована для 100 квартир и школы в Линце, Австрия и передана для эксплуатации крупной компании “LINZ AG”, в качестве демонстрационного и научно-исследовательского объекта. “Хабер Текнолоджи”, крупная компания по производству оборудования для очистки сточных вод, действующая на международном рынке, установила подобную систему в ее новом офисном здании для 200 служащих. GTZ (Немецкое агентство по техническому сотрудничеству) также оборудовало свое новое офисное здание туалетами этой системы. Система с отводом мочи, используемая в Ламбертсмухле - дешева и требует небольших эксплуатационных затрат, и поэтому приемлема для небольших деревень и отдельных зданий в странах Центральной и Восточной Европы. Это идеальный компромисс, если люди не принимают “сухие” системы, при этом система имеет много преимуществ. Недостатком является фильтрат из камер предварительного компостирования, который нужно дополнительно очищать.



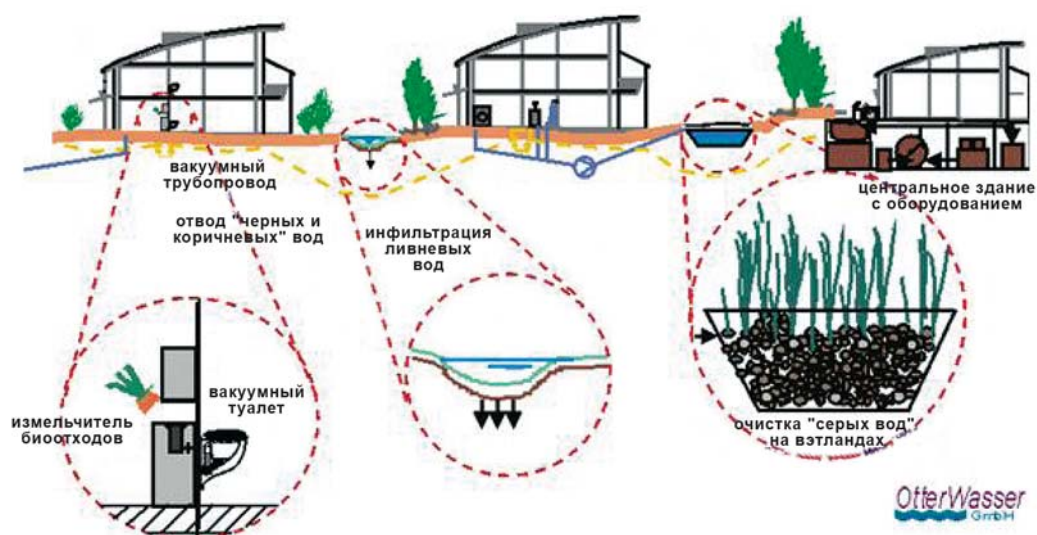
#### Сноска 4.5: Реализация вакуум-биогазовой технологии на практике в Флинтенбрейте

Жилой район Флинтенбрейт в городе Любек был построена в 2000 году для населения численностью 250 человек. Градостроители хотели внедрить экологически чистую систему, а альтернативным решением были туалеты с компостирующими камерами, которые, как ожидалось, не будут восприняты владельцами домов.

Поэтому система с вакуумированием и производством биогаза для очистки «черных вод» была разработана в качестве экспериментального проекта. Система была спланирована и запроектирована компанией «Otterwasser» для местной строительной компании, которая осваивала территорию в сотрудничестве с муниципалитетом Любека. Частная компания отвечает за эксплуатацию всех технических систем, включая отопление и производство и распределение электроэнергии.

В Флинтенбрейте вакуумная система с чрезвычайно низкими объемами воды, используемыми для смыва (0.7 литров на смыв) (рис. 4.13), и вакуумные канализационные коллекторы (40 - 50 мм диаметром) была смонтированы для сбора «черных вод». Откачивающая насосная станция с пневматическим управлением задвижками потребовалась для системы «черных вод», которая может поднять воду на высоту до 4.5 метров.

Собранная «черная вода» затем смешивается с измельченными органическими бытовыми отходами, дизенцифицируются и перерабатываются в автоклаве, расположенном в здании. После хранения, сброженный анаэробный отстой используется в сельском хозяйстве. Произведенный биогаз используется в здании для производства тепла и электроэнергии в сочетании с природным газом. «Серые воды» очищаются на построенных вэтландах (см. рис. 4.13).



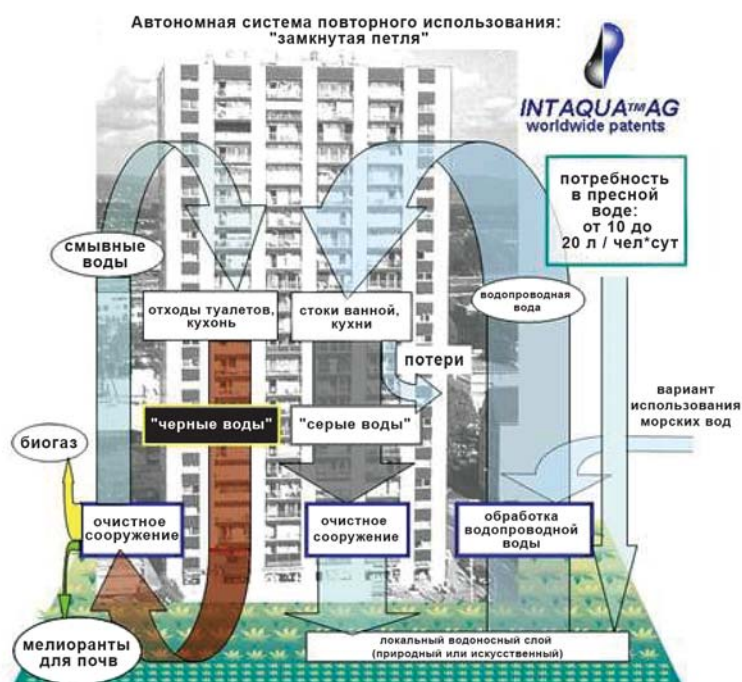
**Рис. 4.13.** Поток различных вод и системы очистки в Флинтенбрейте, Любек.

После экспериментального проекта, когда система была впервые построена, технические детали установки были усовершенствованы. Пользователи теперь весьма довольны системой, кроме одной семьи, в которой имели место несколько серьезных проблем с туалетами. Опыт эксплуатации показал, что система технически сложна и требует регулярного обслуживания. Налет образуется на стенках вакуумных труб, и требуется их обработка кислотой каждые 5 лет (в зависимости от жесткости воды). Также важно объяснить функциональные особенности системы пользователям, чтобы избежать перебоев в работе вакуумных труб. Компания «Roediger Vakuum und Haustechnik», Ханау, Германия, доработала вакуумную технологию и наладила поставку необходимого оборудования.

#### Сноска 4.6: Концепция петли «черных вод» на практике – система в Зех Вестфалене

Первая коммерческая установка системы с «петлей черных вод» строится в огромном многофункциональном здании (Zeche Westfalen) в Ахлене, Германия. Экономия воды, питательных веществ и энергии стали одной из причин для выбора системы очистки, которая была создана при сотрудничестве с градостроителями. Система запроектирована на 200 пользователей в день.

В этой системе, туалетные сточные воды не сбрасываются, а очищаются для повторного использования в качестве туалетных смывных вод, и производится жидкое удобрение при концентрациях аналогичных моче. Очистное сооружение состоит из мембранного биореактора (MBR) и системы озонирования, включая нитрификацию, что обеспечивает высокое качество воды (см. рис. 4.14). Фекальные вещества очищаются совместно с био-отходами в анаэробном автоклаве. «Серая вода» очищается отдельно в мембранном биореакторе перед инфильтрацией в местный водоносный слой.



**Рис. 4.14.** Эскиз системы «петли черных вод».

«Петля черных вод» может быть осуществлена при новом строительстве, в местах, где нет никакой системы очистки сточных вод. Обычные туалеты могут использоваться. Система действительно работает, но слишком рано делать окончательные выводы. Система технически сложна, что должно быть учтено при организации и финансировании её поддержания и эксплуатации. Она может быть экономически выгодной при новом строительстве для обслуживания более 250 человек или гостиницы такого размера. В больницах можно смонтировать «петлю черных вод» для дезинфекции туалетных сточных вод и очистки их от фармацевтических остатков. Сброс их в общественную канализацию создает санитарные риски, которых следует избегать. На территориях с достаточными запасами водных ресурсов, только «серые воды» должны очищаться и повторно использоваться/инфильтроваться, но не водопроводная вода.

**Сноска 4.7.** Концепция очистки «коричневой воды» с отдельной утилизацией мочи на практике – пример Ламберсмухле

В 2000 году, древняя водяная мельница Ламберсмухле была реконструирована в музей. При этом была реконструирована и система утилизации сточных вод. Ранее, все сточные воды собирались в водосборной емкости. Теперь, при новой системе с разделением сточных вод по фракциям в месте их формирования, музей может стать примером применения концепции «от хлеба до зерна» в дополнение к концепции «от зерна к хлебу».

Новая система утилизации сточных вод базируется на использовании туалетов с отдельной утилизацией мочи, когда фекалии и туалетная бумага смываются небольшим количеством воды. Не промываемые водой писсуары также устанавливаются, минимизируя использование воды и разбавление мочи. Моча собирается в емкость хранения до использования в сельском хозяйстве (рис. 4.15). «Коричневая вода» фильтруется и предварительно компостируется в двухкамерной сепараторной секции. После предварительного компостирования, загустевшее вещество «коричневой воды» смешивается с органическими отходами кухни и скошенной травой и окончательно превращается в компост в садовой компостной яме. Вода, отфильтрованная в сепараторной секции, очищается вместе с «серой водой» в заросшем камышом ветланде.



**Рис. 4.15** Емкость для хранения мочи и ветланд, созданный для очистки «серой воды» и фильтрата сепараторной секции в Ламберсмухле.

Научно-исследовательские работы, проведенные в 2001-2003 гг. позволили оценить систему утилизации сточных вод в Ламберсмухле. Результаты, в основном, были позитивными и выявили многие преимущества системы с разделением фракций сточных вод в месте их формирования. Моча может использоваться как хорошее удобрение, и при её хранении в кислотной среде, болезнетворные микроорганизмы погибают, а моча становится безвредной с точки зрения санитарии. Удаление твердых фракций в сепараторной секции весьма эффективно, но компостирующий эффект незначителен. Опыт эксплуатации показал, что не все типы туалетов, разделяющих фракции, могут быть рекомендованы, особенно для детей. Устойчивые органические загрязнители, присутствующие в моче, должны быть дополнительно исследованы. Планируется улучшить процесс компостирования добавлением червей в теплое время года, когда среду компостирования можно подогреть до 20°C и выше при помощи очень простой солнечной системы (черная труба с солнечной накачкой).

Источники литературы для дальнейшего ознакомления

[www.otterwasser.de](http://www.otterwasser.de)

[www.tuhh.de/aww](http://www.tuhh.de/aww)

[www.lambertsmuehle-burscheid.de](http://www.lambertsmuehle-burscheid.de)

[www.ecosan.org](http://www.ecosan.org)

[www.intaqua.com](http://www.intaqua.com)

[www.gtz.de/ecosan](http://www.gtz.de/ecosan)



## Глава 5

### Законодательная база устойчивой санитарии в ЕС

Джонас Кристенсен

#### **ВВЕДЕНИЕ**

Экологическое законодательство ЕС основывается на общих принципах устойчивого развития. Эти принципы занимают особое место в договоре о создании Европейского Сообщества (Римский Договор), и получили дальнейшее развитие в шестой программе экологических мероприятий, а далее в стратегии устойчивого развития ЕС. Устойчивое развитие включает классические экологические вопросы, такие как решение проблем загрязнения окружающей среды и охраны здоровья населения, а также вопросы управления ресурсами. Охрана здоровья, предотвращение экологической деградации и повторное использование ресурсов - три основополагающих функций санитарных систем (см. главу 3).

В то время как подзаконные акты ЕС, касающиеся борьбы с загрязнением окружающей среды, типа предотвращения эвтрофикации и рисков для здоровья людей, трактуются однозначно, законодательство, рассматривающее вопросы использования природных ресурсов, а именно отстоя и других фракций сточных вод, является более противоречивым и трудным для интерпретации. С одной стороны, законодательство ЕС не ограничивает государства-члены в реализации законов, позволяющих или обязывающих создавать канализационные системы, которые могут (должны) отдельно утилизировать мочу и/или фекалии. С другой стороны, законодательство ЕС может затруднить поиск мест применения этих фракций. Все еще обсуждается вопрос, включает ли согласно определению “отстой сточных вод” отделенные в источнике формирования фракции мочи или фекалий.

В настоящей главе приводится краткий обзор экологического законодательства ЕС и законодательства ЕС, относящегося к устойчивой санитарии. При необходимости, описание законодательства упрощается, а в некоторых случаях представлено в обобщенном виде.

#### **ИСТОЧНИКИ ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВА ЕС**

Европейское Сообщество строится, основываясь на своей собственной юридической системе. Когда государства-члены однажды подписали договор о вступления в сообщество или (с самого начала) Римский Договор, они передали часть своих законодательных полномочий национальных парламентов институтам ЕС. Государства-члены также приняли на себя обязательство выполнять законодательство ЕС, например осуществлять директивы надлежащим способом. Это отражено в Статье 10 Договора: *“Государства-члены должны предпринять все необходимые меры, в общем или частично, чтобы гарантировать выполнение обязательств, проистекающих из этого Договора или вытекающих из актов, принятых институтами Сообщества. Они должны способствовать достижению задач Сообщества”*.

Можно выделить следующие четыре основных источника законодательства Сообщества:

- 1) Акты государств-членов (так называемый «первичный закон»).
- 2) Акты сообщества (так называемый «вторичный закон»).
- 3) Общие принципы законодательства Сообщества.
- 4) Международные соглашения между Сообществом и третьими сторонами.

Первичный закон состоит из Римского Договора и других учредительных соглашений, а вторичный закон состоит из Постановлений, Директив, Решений, Рекомендаций и Мнений. Общие принципы законодательства Сообщества - принципы, принятые Европейским Судом. Самые важные акты вторичного закона могут быть описаны следующим образом:

а) *Постановление:*

- наиболее действенная форма законодательства,
- никаких возможностей для государств-членов изменить постановление при национальном исполнении,
- прямое применение к государствам-членам и их гражданам,
- становится частью национального законодательства без какого-либо изменения (процедуры) государством-членом.

б) *Директива:*

- общее определение целей Сообщества, которые должны быть адаптированы государствами-членами,
- должна быть учтена в национальном законодательстве при национальной законотворческой деятельности государства-члена.

в) *Решение:*

- скорее государственная управленческая деятельность, чем законодательство,
- действительно и обязательно только для адресата, поэтому не имеет общей силы или применения.

Законодательство Сообщества имеет приоритет над национальными законодательствами, разработанными до или после принятия законодательства Сообщества. Вследствие прямого действия постановлений Сообщества и некоторых из его директив, законодательство может часто относиться напрямую к национальным судам государств-членов. Согласно принципу верховенства, права, определяемые в законодательстве Сообщества, должны исполняться, даже если они входят в противоречие с национальным законодательством. Хотя государства-члены приняли этот подход, время от времени проблема приоритетов вновь обсуждается, вследствие специфики конституционных требований этих государств.

## **УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ В ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВЕ ЕС**

Исходя из общей перспективы, исторический процесс разработки экологического законодательства можно условно разделить на три этапа. Первый этап экологического законодательства фокусировался, в основном, на защите здоровья людей. Главная цель состояла в предотвращении распространения болезней. На втором этапе, принимаемые законы были направлены на охрану окружающей среды. Третий этап и (пока) последний этап экологического законодательства связан со сбережением и повторным использованием природных ресурсов. Эти три этапа также отражают три основных функции санитарных систем<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> Три основные функции санитарных систем объясняются и обсуждаются в главе 3.

Сегодня, экологическое законодательство ЕС, основывается на международно принятой глобальной цели устойчивого развития, которая отражает все три вышеупомянутых этапа. Акцент на устойчивом развитии уже сделан в Статьях 2 и 174 Римского Договора, а принцип интеграции (Статья 6) подразумевает, что экологические вопросы (основываясь на принципе устойчивого развития), должны учитываться при всех решениях.

Статья 174 определяет структуру того, как и когда Сообщество должно вводить общее экологическое законодательство, а также является инструментом для интерпретации существующего законодательства Сообщества (постановления и директивы ЕС и национальное исполнение законов ЕС). В первой части Статьи 174 устанавливаются цели экологической политики сообщества. Её нужно читать вместе со Статьей 2. Во второй части Статьи 174 изложены важные экологические принципы ЕС.

Принципы, упомянутые во второй части Статьи 174:

- *Принцип высокого уровня защиты* - один из самых важных принципов европейской экологической политики. Он говорит о том, что политика ЕС по окружающей среде должна стремиться обеспечить высокий уровень защиты, принимая во внимание разнообразие ситуаций в различных регионах ЕС.
- *Предупредительный принцип* означает, что, если есть серьезное подозрение, что деятельность может нанести ущерб окружающей среде, лучше действовать заранее, чем слишком поздно, и не ждать, пока научные доказательства её безопасности будут предоставлены.
- *Принцип превентивных действий* позволяет предпринимать действия по охране окружающей среды или здоровья людей на раннем этапе, вместо ожидания.
- *Принцип «загрязнитель платит»*, означает, что именно те, кто причиняют загрязнение, должны оплачивать мероприятия по устранению последствий загрязнения.

#### **Сноска 5.1: Римский Договор**

##### *Статья 2*

“Сообщество ставит своей задачей, создание общего рынка и экономического и денежно-кредитного союза, осуществляя общую политику или действия, упомянутые в Статьях 3 и 4, способствуя всюду в Сообществе гармоничному, сбалансированному и устойчивому развитию экономики, высокому уровню занятости и социальной защиты, равенству мужчин и женщин, устойчивому и неинфляционному росту, высокой степени конкурентоспособности и конвергенции экономической деятельности, высокому уровню охраны и повышению качества окружающей среды, подъему уровня и качества жизни, и экономическому и социальному единству и солидарности государств-членов”

##### *Статья 6*

“Требования в отношении охраны окружающей среды должны быть интегрированы в планы деятельности и при выполнении политики Сообщества, упомянутые в Статье 3, в частности, с целью обеспечения устойчивого развития.

##### *Статья 174*

1. Политика Сообщества по окружающей среде должна внести свой вклад в достижение следующих целей:

- *сохранение, защита и улучшение качества окружающей среды, охрана здоровья людей,*
- *благоразумное и рациональное использование природных ресурсов,*
- *обеспечение мер на международном уровне для решения региональных или глобальных экологических проблем.*

2. Политика Сообщества по окружающей среде должна ориентироваться на высокий уровень защиты, учитывая разнообразие ситуаций в различных регионах Сообщества. Данная политика должна базироваться на предупредительном принципе и на принципах, что превентивные действия должны быть предприняты, чтобы возможность экологического ущерба, в качестве приоритета, устранялась в источнике, а загрязнитель должен платить за нанесенный ущерб. В этом контексте, меры гармонизации, отвечающие требованиям охраны окружающей среды, должны быть включены, где это необходимо, как пункт гарантии, позволяющий государствам - членам предпринимать временные меры, по неэкономическим экологическим причинам, подлежащие процедуре контроля Сообщества.

3. При подготовке своей политики по окружающей среде, Сообщество должно принять во внимание:

- *доступные научно-технические данные,*
- *экологические условия в различных регионах Сообщества.*

- *Принцип предотвращения экологического ущерба, как приоритет, в источнике*, означает, что ущерб окружающей среде должен быть предотвращен, предпочтительно используя технологии очистки стоков/выбросов.
- *Пункт «меры предосторожности»* говорит о том, что, директива или постановление могут включать пункт о мерах предосторожности, который позволяет государствам-членам предпринимать меры по охране окружающей среды в экстренных случаях.

С 1973 года, ЕС разработало шесть экологических программ, которые содержат приоритетные направления для предшествующих лет. Шестая программа экологических мероприятий (для периода 2001-2010 гг.) содержит экологический компонент стратегии Сообщества по устойчивому развитию, согласуя экологические планы ЕС для долгосрочной перспективы и учитывая экономические и социальные условия. Программа действий является обязательным для исполнения документом. В программе, Европейское агентство по окружающей среде указало, что *очистка сточных вод позволила* улучшить экологическое состояние многих из наших озер и рек.

Экологическая программы фокусируется, среди прочего, на приоритетных проблемах: (iii) *окружающая среда и охрана здоровья*; и (iv) *обеспечение устойчивого управления природными ресурсами и отходами*. Оба направления представляют интерес с точки зрения обеспечения устойчивой санитарии. Подход Сообщества к управлению отходами основывается на руководящем принципе иерархии управления отходами, которая отдает предпочтение, прежде всего, предотвращению появления отходов, а затем восстановлению отходов (что включает повторное использование, рециркуляцию и восстановление энергии, с предпочтением, отдаваемым утилизации отходов), и наконец организации свалок отходов (что включает сжигание без восстановления энергии и захоронение). Другая цель состоит в обеспечении ситуации, когда отходы, которые все же образуются, неопасны или, по крайней мере, представляют весьма незначительные риски для окружающей среды и нашего здоровья.

В обновленной стратегии устойчивого развития ЕС, охрана и управление природными ресурсами является одним из семи ключевых направлений, при этом, общая цель состоит в повышении эффективности управления и предотвращении сверхэксплуатации природных ресурсов. Эффективность использования ресурсов должна быть повышена для сокращения общего потребления невозобновляемых природных ресурсов и связанных экологических воздействий использования сырья и для использования возобновляемых природных ресурсов таким образом, чтобы не была превышена их способность к регенерации.

## **ОТРАЖЕНИЕ ПРОБЛЕМ УСТОЙЧИВОЙ САНИТАРИИ В ЭКОЛОГИЧЕСКОМ ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВЕ ЕС**

В законодательстве ЕС, по крайней мере, следующие юридические акты представляют интерес при анализе возможностей государств-членов внедрять или обслуживать устойчивые санитарные решения, это законы, которые влияют на требования по сокращению загрязнения и санитарных рисков, и/или способствуют или не препятствуют повторному использованию природных ресурсов, что относится и к отстою сточных вод, моче и фекалиям человека и т.д.):

- Директива 2000/60/ЕС Европейского Парламента и Совета, обеспечивающая структуру для деятельности сообщества в области водохозяйственной политики (водная рамочная директива).
- Директива 91/271/ЕЭС по очистке городских сточных вод (директива по городским сточным водам).
- Директива 86/278/ЕЭС по защите окружающей среды и, в частности, почв, когда сточные воды используются в сельском хозяйстве (директива по использованию сточных вод в сельском хозяйстве).

- Директива 91/676/ЕЭС по охране вод от загрязнения нитратами из сельскохозяйственных источников (нитратная директива).
- Директива 1999/31/ЕС от 26 апреля 1999 года по захоронению отходов (директива захоронения отходов).
- Постановление (ЕС) <sup>1</sup> 1980/2000 Европейского Парламента и Совета от 17 июля 2000 года по пересмотренной схеме присуждения экологического ярлыка Сообщества (Постановление по экомаркировке).
- РЕШЕНИЕ КОМИССИИ от 28 августа 2001 года, устанавливающее экологические критерии для присуждения экологического ярлыка Сообщества почвенным мелиорантам и питательным средам.

### **Водная рамочная директива**

Водная рамочная директива является комплексной стратегией Сообщества в вопросах развития водных ресурсов, которая направлена на поддержание и улучшение качества водной окружающей среды в странах Сообщества. Важным вопросом является предотвращение дальнейшей деградации. Директива формулирует понятие «загрязняющие вещества», как любые вещества, способные вызвать загрязнение, например, вещества которые способствуют эутрофикации (в частности, нитраты и фосфаты), и вещества, которые оказывают неблагоприятное воздействие на кислородный баланс (и могут быть измерены, используя параметры, типа БПК, ХПК и т.д.).

Её цель, прежде всего, повысить *качество* вод. Контроль количеств - сопутствующий элемент в обеспечении хорошего качества воды, и поэтому меры, направленные на улучшение *количественных* показателей, служащие также цели обеспечения хорошего качества, должны также быть осуществлены. В *отношении* предотвращения и контроля *загрязнения*, водохозяйственная политика Сообщества должна основываться на *интегрированном подходе*, используя контроль загрязнения в источнике с помощью принятия предельных значений сбросов и экологических стандартов качества. В отношении объемов водных ресурсов, должны быть приняты общие принципы для контроля изъятия воды из водоисточников и наполнения водохранилищ, чтобы гарантировать экологическую устойчивость водных экосистем.

Каждое государство-член должно обеспечить разработку комплекса мер для каждого речного бассейна с целью достижения целей директивы. Экологические стандарты качества должны быть разработаны для каждого речного бассейна, и тогда будут установлены ограничения для дальнейшего загрязнения. Водная рамочная директива является директивой минимальных ограничений, и государства-члены свободны в использовании или принятии более строгого национального законодательства.

Так как директива частично базируется на экологических стандартах качества, её выполнение в государствах-членах будет иметь юридические последствия в отношении всех видов загрязнения источников, независимо от того, какого они масштаба - крупные или небольшие, например небольшие канализационные системы. Государства-члены также свободны в применении более строгих законов. Каждая программа действий должна включать «основные» меры, типа запрещения прямого сброса загрязняющих веществ в подземные воды. Никакого исключения не делается для мелкомасштабного загрязнения. Государства-члены должны были выполнить эту директиву самое позднее до 22 декабря 2003 года.

### **Директива по очистке городских сточных вод**

Директива ЕС 91/271/ЕЭС по очистке городских сточных вод вступила в силу в 1991 году. Цель этого законодательства - *защита окружающей среды от вредных воздействий очищенных сточных вод, охраняя поверхностные и подземные воды, обеспечивая их “высокий статус”*. Для достижения этой цели все государства-члены должны обеспечить соответствующую *очистку сточных вод*.



Однако, Директива относится только к поселкам с населением более 2000 человек. Исключением является Статья 7, которая касается небольших поселков, если они имеют канализационную систему. Директива поясняет, что *локальные системы очистки* или *другие альтернативные решения* могут использоваться вместо канализационной системы, если строительство канализационных систем не обосновано, либо из-за высоких расходов, либо потому что они не обеспечивают экологических выгод. Что, вероятно, имеет место в большинстве поселков с населением менее 2000 человек.

Директива предлагает, чтобы *очищенные сточные воды и отстой*, образующийся при очистке сточных вод, *были многократно использованы* везде, где это возможно, способом, при котором вред наносимый окружающей среде был бы минимальным. Поэтому эта Директива может, в целом, помочь в создании устойчивых санитарных условий в странах ЕС. Директива не распространяется на уязвимые реки и озера в случае воздействия на них стоков небольших поселков. Эта проблема подпадает под юрисдикцию водной рамочной директивы, и в определенной степени должна решаться каждым государством-членом. Директива подчеркивает важность многократного использования отстоя сточных вод и самих сточных вод, в соответствии с иерархией утилизации отходов.

Директива по очистке городских сточных вод является директивой, определяющей минимальные стандартные требования, и не препятствует государствам-членам вводить более строгие правила ни для крупномасштабных очистных сооружений, ни для небольших очистных сооружений или очистки сточных вод на местах. Внимание ЕС к устойчивому развитию, включая ведение домашнего хозяйства, используя природные ресурсы в форме восстановления/повторного использования, может открыть возможности для развития национального законодательства в отношении повторного использования питательных веществ, содержащихся в сточных водах.

#### **Директива по захоронению отходов**

Директива по захоронению отходов учитывает иерархию утилизации отходов, в то время как необходимо поощрять предотвращение, рециркуляцию и восстановление отходов, так как необходимо использовать восстановленные ресурсы и энергию в целях охраны природных ресурсов и не допущения расточительного использования земельных ресурсов. Государства-члены должны разработать национальную поэтапную стратегию по сокращению объемов разлагаемых микроорганизмами отходов, которые в настоящее время подлежат захоронению на свалках.

Не позднее 2016 года, объемы разлагаемых микроорганизмами муниципальных отходов, которые утилизируются на свалках, должны быть уменьшены до 35 % общих объемов (по весу) разлагаемых микроорганизмами муниципальных отходов на уровне 1995 года. В преамбуле, внимание фокусируется на том, что государства-члены должны предпринять меры, необходимые для сокращения объемов закапываемых отходов, которые могут разлагаться микроорганизмами, поощряя отдельный сбор разлагаемых микроорганизмами отходов, их сортировку, восстановление и рециркуляцию. Таким образом, не желательно производить захоронение отстоя сточных вод, образующегося при их очистке.

#### **Директива по использованию сточных вод в сельском хозяйстве**

Цель данной Директивы заключается в регулируемом использовании отстоя сточных вод в сельском хозяйстве, способом, предотвращающим вредные воздействия на почвы, растительность, животных и человека, при поощрении его правильного использования. Сущностью директивы является запрет использования отстоя, концентрация в котором некоторых тяжелых металлов превышает допустимые значения, приведенные в директиве. Это директива стандартов, предъявляющих минимальные требования, и государства-члены могут

разработать более строгое законодательство, по сравнению с директивой. Директива также применима к отстою небольших очистных сооружений или очистки сточных вод на местах. Не ясно, входят ли в понятие «отстой» также отдельные фракции мочи или фекалий человека (что является важным вопросом для систем, разделяющих компоненты сточных вод в источнике).

Государства-члены должны запретить использование отстоя или поставки отстоя для использования на: (а) сенокосных угодьях или полях кормовых культур, если на сенокосах пасется скот или урожай на полях кормовых культур собирается до истечения установленного периода (устанавливается государствами-членами), (b) почва, где выращиваются фрукты и овощи, за исключением плодовых деревьев; (с) землях, предназначенных для выращивания фруктов и овощей, которые растут обычно при прямом контакте с почвой и обычно съедаются в сыром виде, за 10 месяцев до сбора урожая и в ходе сбора урожая непосредственно. Директива также требует, чтобы отстой использовался таким способом, который учитывает требования растений в отношении питательных веществ и не ухудшает качество почв, поверхностных и подземных вод.

С одной стороны, директива должна поощрять использование отстоя, но с другой стороны, предписывает ограничения по способу применения, что на практике становится серьезным препятствием. Государства-члены, например, обязаны запретить использование отстоя при выращивании некоторых видов сельскохозяйственных культур.

### **Нитратная директива**

Одной из главных причин загрязнения нитратами из сельскохозяйственных источников является использование удобрений, содержащих нитраты, на сельхозугодьях. Директива также относится к отстою сточных вод, используемому в качестве удобрения. Для «уязвимых зон» (решение принимается государствами-членами) государства-члены должны разрабатывать программы действий, включая принудительные меры, а вне этих зон руководствуются некоторыми общими обязательствами, и государства-члены должны разработать кодекс «правильной сельскохозяйственной практики». Цель этой директивы - защита поверхностных и подземных вод от загрязнения нитратами, но в то же самое время она может стать препятствием, когда она касается возможности повторного использования отстоя сточных вод на сельхозугодьях.

### **Постановление по экомаркировке**

Экологическая маркировка Сообщества может быть присуждена продуктам, производимым в Сообществе, которые отвечают основным экологическим требованиям и критериям. Комиссия ЕС решила, что для того, чтобы присвоить экомарку, мелиоранты почв или питательная среда не должны содержать веществ отстоя сточных вод. Присуждение экомарки используется только теми странами, которые хотят присоединиться к системе экомаркировки ЕС (чтобы продавать продукты с экомаркой), но из-за статуса постановления, государства-члены не должны разрабатывать другие правила. Постановление по экомаркировке и решение комиссии - серьезные препятствия на пути юридически обоснованного повторного использования отстоя сточных вод на сельхозугодьях, производящих продукцию с экомарками. При этом, либо моча и фекалии человека должны классифицироваться как отстой, либо этот вопрос вообще не обсуждается. Если они рассматриваются как отдельные категории, по крайней мере, эти юридические акты не будут препятствием для повторного использованию этих фракций при выращивании экомаркированных культур.



## Глава 6

### Выводы и рекомендации

Данный сборник статей подготовлен, чтобы высветить имеющиеся проблемы, а также обеспечить общее представление и вдохновить политиков, администраторов, практиков и всех заинтересованных лиц на реализацию идей устойчивой санитарии в небольших поселках. Сборник статей - результат совместных усилий членов Глобального Водного Партнерства Центральной и Восточной Европы (ГВП ЦВЕ), объединяющего одиннадцать стран. Сборник представляет собой первую реакцию на возникшую необходимость поиска решений по обеспечению небольших поселков адекватными санитарными услугами. *“Авторы данной публикации признают, что создание нормальных санитарных условий – фундамент общественного здоровья, достоинства и развития. Публикация привлекает внимание к серьезной проблеме - как радикально увеличить доступ к элементарным санитарным услугам, используя методы, которые отражают принципы экономической эффективности, социальной справедливости и экологической устойчивости – три столпа, на которых строится интегрированный подход к управлению водными ресурсами”* (из предисловия, написанного Робертом Лентоном). Данная инициатива ГВП ЦВЕ по освещению тематики устойчивой санитарии, поддержанная представителями различных секторов экономики, является отправной точкой в вопросах управления общими европейскими водными ресурсами интегрированным и устойчивым способом.

**Общие выводы основываются на содержании пяти глав сборника.**

#### Глава 1

- Доступ к безопасным, удобным и доступным по стоимости санитарным услугам - основная потребность людей. При этом, современная практика обращения с экскрементами и сточными водами создает серьезные риски для здоровья людей и окружающей среды, а также приводит к деградации нашей общей ресурсной базы, на которой построено человеческое общество. Основной ответственностью и задачей нашего общества является обеспечение населения действующими санитарными системами, а также развитие систем утилизации экскрементов и очистки загрязненных вод безопасным и устойчивым способом.

#### Глава 2

- Страны Центральной и Восточной Европы пережили уникальные политические, экономические и социальные изменения, которые относятся к эре доминирования в регионе Советского Союза. Текущий общий уровень водоснабжения весьма высок, в то время как уровень очистки муниципальных сточных вод в большинстве стран не достаточен.
- Действующие системы канализации и очистки сточных вод, главным образом, сосредоточены в больших городах и поселках. При этом, необходимая модернизация систем с применением обычных методов очистки требует огромных затрат, которые не могут быть обеспечены при имеющихся экономических ресурсах.

- Директива ЕС по городским сточным водам предусматривает, что канализационные системы и сооружения для очистки сточных вод должны быть построены до 2015 года в поселках с населением более 2000 человек. Для этих и более крупных поселков, средства и гранты для строительства канализационных систем и сооружений для очистки сточных вод обеспечиваются ЕС. Однако, нет возможностей для субсидирования людей, живущих в поселках с меньшим населением, если не происходит “искусственное” укрупнение поселков, группируя их таким образом, чтобы они отвечали основному критерию для получения субсидий, но при этом средства, которые обеспечиваются за счет налогов граждан ЕС, тратятся неэффективно.
- Приблизительно 25 миллионов человек в странах ЦВЕ (20% населения) живут в небольших и средних поселках (с населением менее 2000 человек). В целом, эти поселки либо имеют неадекватные системы очистки сточных вод, либо не имеют их вообще, при этом, их экономический потенциал весьма низок для обеспечения строительства и эксплуатации любой усложненной системы. Дешевые, простые и надежные системы, типа “сухих” туалетов, локальных или кластерных систем очистки сточных вод, основанных на естественных процессах фильтрации через почвы, орошении очищенными сточными водами и других концепциях природной очистки являются реалистичными решениями, которые отвечают современным требованиям Рамочной Директивы ЕС и устойчивого развития.

### Глава 3

- Три основных функции санитарии и очистки сточных вод - охрана здоровья населения, рециркуляция питательных веществ и борьба с экологической деградацией. Для того чтобы системы была устойчивой, решение этих основополагающих задач необходимо сбалансировать с техническими, социально-культурными (среди них и частные задачи) и экономическими аспектами.
- Четкое определение границ системы является важным условием, так как достижение поставленных целей должно обеспечиваться в пределах конкретной системы. Важно иметь информацию обо всех частях системы и иметь в виду, что выходная продукция системы (например, очищенные сточные воды и отстой) зависит от поступающих компонентов. Таким образом, “системный подход” в санитарии означает, что необходимо всегда учитывать превентивные меры (управление в источнике), например, разделение отходов туалетов и “серой воды” или сокращая содержание фосфора в бытовых моющих средствах.
- При выборе санитарной системы, основное внимание должен быть уделено функциональности системы, то есть, её способности выполнять основные функции, а также практическим аспектам. Технология - средство достижения этой цели, а не цель сама по себе. Важно, чтобы пользователь и его исходный потенциал (например, программное обеспечение) были совместимыми с технической системой (техническое обеспечение).
- Технологии, используемые в различных ситуациях, будут отличаться, так как выбираются в зависимости от местных условий, поставленных целей и практических соображений. Как обычные, так и новые “экологические” технологии могут решать поставленные задачи, поэтому при планировании нужно рассмотреть варианты и сделать выбор.
- “Открытое планирование утилизации сточных вод” является полезным методом планирования санитарных проектов. Это простой и гибкий метод, при котором акцент делается на желаемых результатах работы системы очистки, а не на определенной технологии, при этом, данный подход может быть использован как при планировании крупных многокомпонентных систем, так и при планировании локальной санитарной системы.

## Глава 4

- Установлено, что концепция искусственных вэтлиандов (фильтрация предварительно очищенных сточных вод через насыщенную фильтрующую почвенную среду, засаженную тростником и другими галофитовыми растениями) соответствует требованиям биологической очистки сточных вод для небольших поселков во многих странах. Пример, приведенный Словенией, подтверждает, что данная технология является простой, относительно дешевой и не требует больших усилий при обслуживании системы.
- Сточные воды могут использоваться для орошения лесопосадок. Этот старый и естественный способ утилизации сточных вод обеспечивает двойной эффект - очищаются и испаряются сточные воды и выращиваются необходимые культуры. Примеры, приведенные Венгрией, демонстрируют потенциал применения систем с орошением лесопосадок при безопасном и эффективном повторном использовании сточных вод для многих стран Центральной и Восточной Европы.
- Использование “сухих” туалетов - простой и дешевый способ улучшить санитарные условия для многих людей. Отвод и использование мочи в качестве удобрения при выращивании сельскохозяйственных культур, вместо того, чтобы смешивать её с большим количеством смывной воды, позволяет повторно использовать питательные вещества, и не требуется никаких дополнительных затрат на удаление азота и фосфора при очистке сточных вод. Пример, приведенный Украиной, показывает, что использование “сухих” туалетов отвечает условиям сельской местности. Строительство “сухих туалетов” в сельских школах радикально улучшило санитарные условия, а также способствовало развитию местного рынка для производителей этих санитарных средств и строителей.
- В Швеции более 90% населения пользуются централизованными канализационными системами с биологической и химической очисткой. Люди, живущие в сельской местности, обслуживаются локальными очистными сооружениями, главным образом, с использованием инфильтрации и песчаных фильтров. Строгое законодательство и крупные субсидии правительства в течение 70-80-х годов прошлого столетия создали условия для развития этих систем.
- Несмотря на факт, что большая часть сточных вод очищается на современных сооружениях для очистки сточных вод, большой интерес для научных исследований представляют дешевые природные системы очистки. Работа многих старых очистных прудов была успешно улучшена при добавлении извести или алюминия в качестве коагулянтов. Вертикальные почвенные фильтры использовались как основная технология для очистки сточных вод, поступающих из отдельных зданий. 30-40-летний опыт эксплуатации более чем 100.000 таких сооружений подтверждает, что фильтрация через ненасыщенную почвенную среду обеспечивает эффективную и надежную очистку. Несмотря на холодный и влажный климат, технология очистки и орошения лесопосадок сточными водами в Швеции признана соответствующей требованиям небольших поселков. В настоящее время, технология с использованием отдельной утилизации мочи и компактных почвенных фильтров также становится конкурентоспособной.
- Централизованные канализационные системы хорошо развиты в Германии. Однако, главным образом, вследствие увеличения затрат на обслуживание и управление и недостаточной рециркуляции питательных веществ, разрабатываются новые технологии. Акцент сделан на системах с отделением “черных вод”, так как они легко адаптируются к городским условиям. Туалетные отходы (“черные воды”) имеют высокое содержание болезнетворных микроорганизмов и питательных веществ, но их объемы довольно малы. “Серые воды” (после купания и т.д.) содержат небольшие концентрации болезнетворных микроорганизмов и питательных веществ, но поступают в больших объемах. Поэтому

очистка и рециркуляция питательных веществ могут стать более эффективными, если не смешивать эти две фракции. Опыт свидетельствует, что вакуумные системы отвода “черных вод” хорошо воспринимаются пользователями, но сложность технологии требует квалифицированного монтажа и эксплуатации. Экономичные технологии сбора “черных вод” могут быть совместимыми с обычными системами.

## Глава 5

- Экологические проблемы занимают важное место в повестке дня ЕС, и законодательство ЕС, касающееся охраны окружающей среды, базируется на всеобъемлющем принципе устойчивого развития. Этот принцип зафиксирован в Римском Договоре, и развит в шестой программе экологических мероприятий и далее в стратегии устойчивого развития ЕС. Устойчивое развитие включает классические экологические вопросы, типа загрязнения, проблем охраны здоровья и управления ресурсами.
- Экологическая политика ЕС базируется на принципе высокого уровня защиты, предупредительном принципе, принципе превентивных действий, принципе “загрязнитель платит”, принципе предотвращения экологического ущерба, как приоритет, в источнике и, наконец, пункте «меры предосторожности». Все указанные принципы должны быть учтены при осуществлении нового строительства или модернизации существующих санитарных систем.
- В то время как легко использовать “вторичное” законодательство ЕС, регулирующее вопросы “сброса загрязнителей вне мест их формирования”, типа эвтрофикации и рисков здоровья, законодательство, рассматривающее вопросы использования природных ресурсов, а именно отстоя и других фракций сточных вод, является более противоречивым и трудным для интерпретации.
- Вопросы, связанные с загрязнением вод (поверхностных и подземных вод), в основном, охвачены *рамочной водной директивой ЕС (РВД ЕС)*. Данная директива содержит различные подходы: одно направление включает выполнение экологических стандартов качества, а другое - технических стандартов и норм сбросов. При выполнении всеми государствами-членами, *РВД ЕС* будет оказывать прямое влияние на крупные, а также средние и небольшие источники загрязняющих веществ.
- *РВД ЕС* является директивой, защищающей окружающую среду от загрязнения. С одной стороны, в ней говорится о большом значении повторного использования отстоя сточных вод и самих сточных вод, но с другой стороны нет никаких явных юридических требований в отношении того, как это должно осуществляться. Однако нет юридических препятствий для государств-членов, которые считают необходимым использовать национальное законодательство по вопросам повторного использования природных ресурсов. Более того, дух законодательства ЕС базируется на принципе применения более строгих национальных законов в области охраны окружающей среды, если это обосновано или необходимо.
- *Директива очистки городских сточных вод*, главным образом, относится к крупным системам, и требует от государств-членов использования повышенных стандартов очистки сточных вод. Директива фокусируется на загрязнении, и можно сделать вывод, что данная директива не станет препятствием для тех государств-членов, которые будут использовать “альтернативные технологии очистки сточных вод”, по крайней мере, на крупномасштабных системах. Вместо канализационных систем, *локальные очистные сооружения* или *другие альтернативные решения* могут использоваться, если строительство канализационных систем нерационально, либо из-за высоких затрат, либо потому, что они не обеспечивают экологических преимуществ, что характерно для

большинства небольших поселков с населением менее 2000 человек.

- *Директива по захоронению отходов* базируется на иерархической систематизации отходов, означая, что отходы в “первых руках” должны рассматриваться как “ресурсы”. Государства-члены должны разработать национальные стратегии поэтапного сокращения объемов захоронения отходов, которые могут разлагаться микроорганизмами. Разлагаемые микроорганизмами отходы включают отстой сточных вод и другие отделенные фракции, такие как моча и фекалии, которые не должны вывозиться в места захоронения. Не легко найти возможности для использования отстоя и фракций сточных вод.
- В то время как имеется возможность использовать отстой сточных вод на сельхозугодьях, из-за санитарных рисков, *директива по использованию сточных вод в сельском хозяйстве* вынуждает государства-члены вводить запреты на использование отстоя на сельхозугодьях, где выращиваются некоторые продовольственные или фуражные культуры. Есть также ограничения для использования отстоя, который может содержать тяжелые металлы. Один из неурегулированных вопросов - интерпретация термина “отстой”. *Нитратная директива* включает положения по отстою сточных вод, и может на некоторых быстро реагирующих площадях стать препятствием для повторного использования отстоя на сельхозугодьях. Даже *постановление по экомаркировке* налагает ограничения на использование отстоя сточных вод.

В качестве основного вывода можно отметить, что законодательство сообщества не ограничивает государства-члены в применении законов, позволяющих или требующих использования канализационных систем, которые отделяют мочу и/или фекалии, что находится в соответствии с Договором, основанным на устойчивом развитии. С другой стороны, законодательство ЕС может затруднить использование этих фракций. Есть юридические ограничения для использования отстоя сточных вод, но вопрос заключается в том, должны ли чистые фракции мочи и фекалий рассматриваться как “отстой”. Возможная интерпретация, основанная на фундаментальном принципе устойчивого развития, содержащемся в Договоре ЕС, разработанном законодательстве ЕС и экологической программе: чистые фракции мочи и фекалий не оговариваются в термине “отстой”.

#### **Рекомендации**

На национальном уровне:

- Адаптируйте нормативы и инструкции к законодательству ЕС (если не сделано до настоящего времени) и принципы устойчивого развития (описано в главах 3 и 5)
- Разработайте национальную стратегию модернизации существующих санитарных систем, основываясь на принципах устойчивого развития. Стратегия должна включать приоритеты и положения для планирования и финансирования санитарии (включая проектирование, строительство, поддержание и эксплуатацию систем).
- Иницилируйте и усильте научные исследования и разработку соответствующих методов планирования, финансовых систем, технических решений для утилизации экскрементов, сточных вод и отстоя.
- Продемонстрируйте и распространите положительный опыт

#### **На местном уровне**

- Начните процесс планирования с обсуждения местной ситуации, с учетом индивидуальных и общих целей. Определите проблемы и приоритеты.
- Проанализируйте различные варианты, отталкиваясь от четко сформулированных целей (основных функций), а также практические аспекты, например, институциональный потенциал, осведомленность пользователей, возможности финансирования, соответствие и надежность технологий, юридические вопросы, а также вопросы управления, поддержания и эксплуатации систем.
- Обеспечьте участие представителей основных групп бенефициариев в процессе планирования, например, пользователей/владельцев, землевладельцев, фермеров, экологических организаций и т.д.
- Изучите передовой опыт и начните выполнение экспериментальных проектов до реализации крупномасштабных проектов.



# Список использованной литературы

- 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., Hallstrom, J. (2002) Den urbana renhellingen i Stockholm och Norrkoping – fren 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*.
- Kvarnstrom, E., af Petersens, E. (2004) *Open Planning of Sanitation Systems*. Report 2004-3, EcoSanRes Publications Series. Stockholm: Stockholm Environment Institute.
- Kvarnstrom, E., Bracken, P., Ysunza, A., Kdrman, 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.
- Kdrman, E, Jonsson, 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., Kdrman, E., Stenstrom, 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](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](http://www.sida.se/shared/jsp/download.jsp?f=SIDA3592_web.pdf&a=3085)
- SIDA, Author: Crtengren, 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](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).
- Soderberg, H., Johansson, M (2006) Institutional capacity: the key to successful implementation. In: Malmqvist, P-A., Heinicke, G., Kärman, E., Stenstrom 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](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](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](http://www.who.int/water_sanitation_health/wastewater/gsuww/en/index.html)