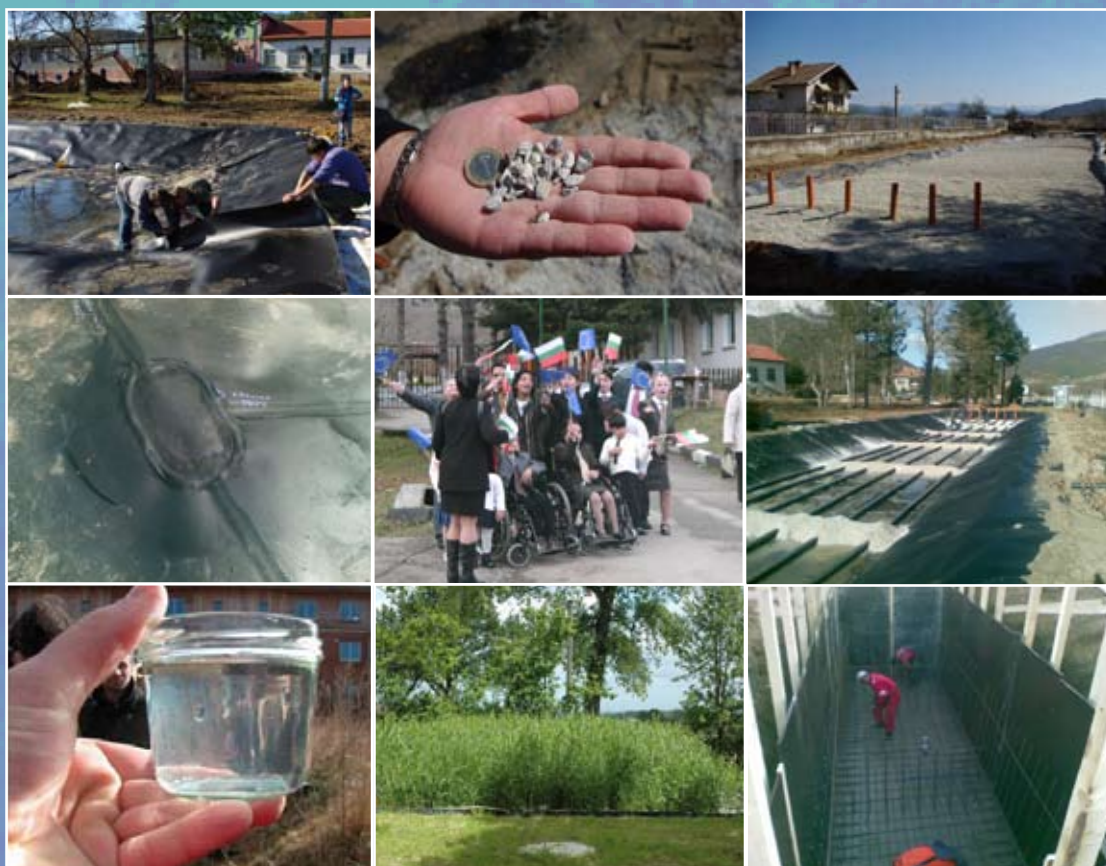


Изкуствени влажни зони

Устойчиво пречистване на отпадъчната вода в малки населени места и полу-градски райони в България



Автори

Андреа Алболд, Любек, Германия, albold@otterwasser.de

Дипл.инж.Андреа Алболд е изпълнителен директор на консултантската фирма Otterwasser GmbH. Тя има стаж повече от 10 години в сферата на пречистването на отпадъчните води, и е постоянен член на работната група “Пречистване на отпадъчните води в селски райони” (специално в работната група “ пречистване на отпадъчните води чрез изкуствени влажни зони“) в немската Асоциация за водите, тя е специализирала в областта на децентрализираното и рационално управление на системи за отпадъчни води.

Д-р Клаудия Вендланд, Арнсбург/Мюнхен/Германия, claudia.wendland@wecf.eu

Д-р инж. Клаудия Вендланд координира изпълнението на проекти в сферата на санитарията и участва в работата по политиките на WECF. Нейния професионален опит е повече от 12 години в управлението и изпълнението на проекти, водене на лекции, научно-изследователска работа в сферата на управлението на отпадъчните води (Ruhr River Association, Lübeck University of Applied Science), също така и на иновативни санитарни концепции (Hamburg University of Technology, WECF). Тя е постоянен член на работната група “ Нови санитарни системи“ в немската асоциация за водите, отпадъчната вода и отпадъците (DWA).

Бистра Михайлова , ЕкоСвят 2007, София,България, bistra_mih@yahoo.com

Бистра Михайлова е изпълнителен директор на екологичната НПО ЕкоСвят 2007 в България. По време на завършването на обучението си в Техническия Университет в Мюнхен, нейната дипломна работа бе съсредоточена върху изкуствените влажни зони за пречистване на отпадъчната вода. Тя координира и няколко проекта за WECF.

Алп Ергюнсел, Технологичен Университет Хамбург, Германия, erguensel@tu-harburg.de

Инженер по екология, Алп Ергюнсел работи в Института за управление на отпадъчната вода и опазване на водата в Технологичния Университет Хамбург като научен изследовател. Неговият професионален опит е в научно-изследователската работа за пречистване на отпадъчната вода и иновативни концепции за санитария. Понастоящем, той е включен в проект който изследва използването на водорасли в пречистването на отпадъчната вода.

Хилда Галт, Утрехт, Холандия, hilda.galt@wecf.eu

Хилда Галт специализира в устойчиво развитие и енергийна ефективност/ниско въглеродни технологии. Тя има професионален опит в сектора за пречистване на отпадъчната вода, където нейната задача е била да развива и осъществява ниско-въглеродни и щадящи околната среда алтернативи към стандартна практика.

Дизайн : Вероник Грасингер и Клаудия Вендланд

Всички фигури и таблици са съставени от авторите, ако не е упоменато друго. Фотографиите са направени от авторите, ако не е упоменато друго



Този проект е финансиран от Германската федерална фондация по околна среда (DBU).

Съдържанието на настоящето ръководство не отразява мнението на финансиращата институция

Партньори в този проект:



The Netherlands / France / Germany

Email: wecf@wecf.eu

www.wecf.eu

WECF – Women in Europe for a Common Future

Изкуствени влажни зони
Устойчиво пречистване на отпадъчните води в селски и полу-
градски райони в България

Пример от практиката

Автори
Андреа Алболд
Клаудия Вендланд
Бистра Михайлова
Алп Ергюнсел
Хилда Галт

Съдържание

I	Увод.....	3
1.	Предмет на публикацията.....	3
2.	Какво представлява подповърхностната изкуствена влажна зона?	4
3.	Какви видове отпадъчни води могат да бъдат пречиствани в изкуствени влажни зони?5	
4.	Отточните води на изкуствените влажни зони отговарят ли на стандартите за заустване или повторно използване?	6
5.	Какви са актуалните разходи за изграждане на изкуствени влажни зони?	7
II	Проектни съображения	7
1.	Стъпало предварителна обработка	7
2.	Изкуствени влажни зони с хоризонтално и вертикално оттичане	8
3.	Френската система.....	9
III	Проектът Видраре	11
1.	Условия	11
2.	Вертикално оттичане при изкуствената влажна зона във Видраре	12
2.1.	Дизайн на системата за пречистване на отпадъчни води	12
2.2.	Изграждане на съоръженията за пречистване на отпадъчните води	13
2.3.	Експлоатация и поддръжка.....	14
2.4.	Разходи	16
2.5.	Други аспекти	17
3.	Фотодокументация на строителството във Видраре	18
IV	Препратки и допълнителна литература.....	21

I Увод

Санитарните системи, включително събирането и пречистването на отпадъчните води, в малките населени места, са грижа за всяка държава с цел да се предостави защита на общественото здраве и на околната среда, особено при източниците на питейна вода.

В много селски райони са необходими голям брой пречиствателни съоръжения, а инсталираните вече съоръжения са с малък капацитет. Поради разликите в селската и градската среда пречиствателните съоръжения в селските райони трябва да отговарят на определени изисквания съобразно дадения регион:

Здрава и надеждна технология: Поради различни сезонни дейности и по-малкия структурен размер, пречиствателните съоръжения на отпадъчните води в селските райони, в сравнение с тези в градските райони, често са подложени на високи сезонни и дори дневни колебания в потока на отпадъчните води и натоварването, затова изискват гъвкава технология, която да подsigурява адекватно оттичане.

Да са лесни за поддръжка и експлоатация: Експлоатацията на съоръженията трябва да бъде лесна за експлоатация от наличните местни служители. Технологията трябва да може да работи ефективно и в случаи на прекъсване на електрозахранването.

Финансово устойчиви: Инвестиционните и експлоатационни разходи трябва да са съобразени с доходите на местното население. Ниските цени на електроенергията и поддръжката поддържат ниски разходите за експлоатация.

Съобразени с опазването на околната среда и климата: Технологията трябва да изисква малко енергия и да не замърсява околната среда. Пречистените отпадъчни води трябва да могат да се използват повторно в земеделието. Събирането и пречистването на отпадъчните води следва да бъдат разгледани в процеса на регионалното планиране за осигуряване на дългосрочна устойчивост при различни условия. Пречистените отпадъчни води, които се подават с надеждно качество и количество, се оценяват като ценен ресурс в селските/земеделски райони за напояване или повторно използване за наторяване.

1. Предмет на публикацията

Предмет на тази публикация е да предостави информация за принципите и насоките за изграждане на подповърхностни изкуствени влажни зони като устойчив вариант за пречистване на отпадъчни води, особено в по-малко населените места в България, като се използва опита на германската страна.

Първите две глави разясняват принципите на изкуствените влажни зони, а глава трета представя дизайна и изграждането на изкуствена влажна зона с подповърхностно оттичане във Видраре.

Това е първата подобна изкуствена влажна зона, изградена в България и тя пречиства битовите отпадъчни води на почти 80 еквивалент жители (ЕЖ).

Този доклад е предназначен за служители и органи на властта, вземащи решения на министерско и общинско ниво, както и за консултанти и неправителствени организации с техническа насоченост и в сферата на санитарията и управлението на отпадъчни води.

Трябва да отбележим, че това ръководство не може да служи за ръчник по проектиране и изграждане. Всеки проект е индивидуален и зависи от състава и количеството на отпадъчните води, дължината и вида на канализацията и т.н.

За да се изгради адекватна изкуствена влажна зона, следва да се потърси експертна консултация, която да вземе под внимание в специфичните местни условия.

2. Какво представлява подповърхностната изкуствена влажна зона?

Изкуствените влажни зони са “инженерни системи, проектирани и построени да утилизират естествените функции на растителността във влажната зона, почвите и техните микробиологични популации да пречистват повърхностната вода, подпочвената вода или водните потоци”. (ITRC 2003). Изкуствените влажни зони и почвените филтри предоставят пространството за биологично пречистване на оттока. Основното действие е биохимично пречистване, което се извършва в биофилма на филтърното легло.

Почвените филтри обикновено съдържат един или два различни вида филтриращ материал, обикновено пясък или чакъл.

Изкуствените влажни зони са използвани за първи път в Германия преди повече от 40 години за пречистването на битови отпадъчни води предимно в селските райони. Също така изкуствените влажни зони са пригодени да пречистват и отпадъчни води от земеделието, промишлени производства и депа за отпадъци.

Изкуствените влажни зони обикновено се определят в зависимост начина на изтичане във филтърното легло. Има системи със свободен поток и системи с подповърхностен поток; потокът през филтърното легло може да бъде вертикален или хоризонтален. Понастоящем в Европа преобладават подповърхностните изкуствени влажни зони.

В общия случай изкуствените влажни зони включват етап на предварителна обработка (утаител), за да се намали натоварването и за утаяване на твърдите органични вещества, за да се избегне затлачването на филтърното легло. Друг вид системи, без предварителна обработка, беше успешно разработен във Франция, където върху почвения филтър се прилага сурова отпадъчна вода.

Примера в тази публикация разглежда единствено подповърхностни изкуствени влажни зони, като филтърното легло е запълнено с едър пясък.



Изкуствена влажна зона за пречистване на сивата вода във Воралбер, Австрия



Изкуствена влажна зона за общински отпадъчни води в Йорлингхаузен, Германия

3. Какви видове отпадъчни води могат да бъдат пречиствани в изкуствени влажни зони?

Изкуствените влажни зони са пригодени да третират различни градски и селски отпадъчни води. Количеството и качеството от различните източници могат да варират значително.

Градските отпадъчни води, според директивата на ЕС за пречистване на градските отпадъчни води (ДПГОВ), се дефинират като смес от битови и индустриални отпадъчни води, виж следващата таблица. Дъждовната вода (оттичащата се дъждовна вода) се включва в потока на градските отпадъчни води, ако се използва комбинирана канализационна система.

В селските райони общото количество отпадъчни води, което се третира обикновено е по-голямо от това, което би се произвело от еквивалентно градско население. Това се дължи на селските мрежи, които са обикновено по-дълги от градските мрежи, и така са податливи на допълнителна инфилтрация на вода в канализацията, например инфилтриране на подземни води поради течове или незаконни свързвания. Това значително увеличава общото количество отпадъчна вода, която се третира, и трябва да се вземе предвид при планиране на съоръжение за пречистване.

Градски отпадъчни води				
Битови отпадъчни води		Индустриални отпадъчни води	Инфилтрирана в канализацията вода	Отточна дъждовна вода
Отпадъчни води от тоалетни (урина, кафява вода (фекална + промивна вода))	Сива вода (вода от лична хигиена, кухни и перални, не от тоалетните)			Включва се в градските отпадъчни води в случай на комбинирана канализация
10,000 – 25,000 литра/човек/година в зависимост от вида на тоалетните	25,000 – 100,000 литра/човек/година в зависимост от състоянието на водоспестяващите устройства в домакинствата	Качеството зависи от индустриалните дейности в агломерациите и тяхното управление на отпадъчните води	Количеството може да бъде голямо в зависимост от състоянието на канализацията	Количеството зависи от климата и типа канализация

Определение на градски отпадъчни води

Изкуствени влажни зони могат да бъдат използвани за следните видове отпадъчни води (GIZ 2011):

- Битови отпадъчни води
- Сива вода
- Градски отпадъчни води от комбинирана или разделна канализация
- Пречистване на индустриална отпадъчна вода, като отточни води от заводи за хартия и др.
- Отделяне на водата от утайката и минерализация на фекалната утайка или утайката от канализацията

Представеният проект е за пречистване на битови отпадъчни води във Видраре. При други видове отпадъчни води, дизайнът трябва да отговаря на различните хидравлични и органични натоварвания.

4. Отточните води на изкуствените влажни зони отговарят ли на стандартите за заустване или повторно използване?

Изкуствените влажни зони с подповърхностен поток могат да пречистват отпадъчните води до нужното качество за заустване на повърхността или за различни приложения за повторно използване. Във всички случаи изкуствените влажни зони трябва да бъдат одобрени от местните власти.

Не съществуват специални разпоредби на ЕС относно такива локални системи за пречистване. Според директивата за пречистване на градските отпадъчни води (ДПГОВ 1991), агломерации с население от повече от 2000 еквивалент жители (ЕЖ) трябва да установят подходящо пречистване (премахване на 70-90% БПК, ХПК и неразтворени вещества¹) а също така и агломерациите с по малко от 2000 ЕЖ, които вече имат канализационна мрежа (чл. 7 от ДПГОВ). За агломерациите с по-малко от 2000 ЕЖ, които нямат централна канализационна мрежа, няма определени стандарти.

От друга страна, рамковата директива за водите (РДВ 2000) регулира качеството на приемащите води, наземни или подземни води. В случаите, когато отточните води се заустват в екологично чувствителни зони, местните власти могат изискат по-завишени стандарти. Ако пречистената вода е предвидена за повторна употреба, Световната здравна организация е определила стандартите (WHO 2006). Проектирането на изкуствена влажна зона с подповърхностен поток трябва да осигурява нужното качество на отточните води, които се заустват или се използват повторно.

Най-често срещания вид повторно използване е напояване в селското стопанство, като капково напояване или подпочвено напояване на ливади, зелени площи или посеви. В този случай, вместо премахване се препоръчва използването на хранителните вещества намиращи се в отпадъчните води. Съответните насоки трябва да се спазват, за да се постигне хигиенна безопасност за потребителите на реколтата и работниците, които имат контакт с пречистената отпадъчна вода. Международните стандарти за повторна употреба и насоки могат да бъдат открити в Световната здравна организация (WHO 2006).

Изкуствените влажни зони могат значително да премахнат патогенните индикатори (1 – 3 намаляване чрез фактор), подобно на технически системи за утайки. Сивата вода, която се третира чрез подповърхностен поток през изкуствени влажни зони обикновено отговаря на стандартите на патогенни индикатори за безопасно заустване във водна повърхност без последващо третиране. В случая на битови и градски отпадъчни води, може да се налага последващо третиране, напр. в езеро или UV третиране, в зависимост от приложението на повторната употреба и стандарта.



Пречистена отточна вода през изкуствена влажна зона

¹ Биохимична потребност от кислород [БПК₅ при 20°C] 25 мг/л O₂ (70-90 % процент на снижение)
Химична потребност от кислород [ХПК] 125 мг/л O₂ (75 % процент на снижение)
Общо твърди вещества в суспензия [ТВС] 35 мг/л (90 % процент на снижение)

5. Какви са актуалните разходи за изграждане на изкуствени влажни зони?

Инвестиционните разходи на изкуствени влажни зони зависят от цената на земята, върху която пречиствателните съоръжения ще се разположат; тъй като се нуждаят от повече площ отколкото конвенционална станция, но от по-малко площ от езеро. Разходите зависят също и от цената на грубия пясък, който е нужен за запълване на филтърното легло (GIZ 2011), и разходите за работна ръка за изграждането.

При взимането на финансовите решения трябва да се вземе под внимание не само началната инвестиция, но също и текущите разходи за експлоатация и поддръжка в дългосрочен план. Изкуствените влажни зони се нуждаят от по-ниски текущи разходи, тъй като не е нужна техническа аерация и се отделя по-малко време за поддръжка. Единствените уреди, които се нуждаят от електричество са помпите. Ако има естествен наклон, който може да бъде използван вместо помпи, изкуствените влажни зони могат да бъдат експлоатирани без електроподаване.

II Проектни съображения

1. Стъпало предварителна обработка

За да се постигне добър резултат при този тип изкуствени влажни зони е нужно успешно стъпало за предварителна физическа обработка. Неуспешната предварителна обработка може да доведе до натрупване на твърди отпадъци в областта на вливането, неприятни миризми, затлачване на филтъра и блокаж на разпределителните тръби. Предварителната обработка може да бъде реализирана като първична седиментация в събирателни резервоари. При маломощни съоръжения се използват обикновено септични ями. Първичната утайка от тези резервоари трябва да се премахва редовно (напр. веднъж или два пъти годишно).

Проектни критерии за събирателни резервоари: с 2 или 3 камери, предварителната обработка включва събирателна зона (хидравлично време на престой: 4 часа) и обема за събиране на утайката до изпразването (0.9 л/ден/ЕЖ).

Алтернатива на предварителна обработка със събирателни резервоари може да бъде резервоара Имхоф, при който едновременно се третира и намалява първичната утайка (Imhoff 2006). Друга алтернатива за предварителна обработка може да бъде езеро, но в този случай обикновено има миризма и е нужно повече площ отколкото е нужна при събирателен резервоар или резервоар Имхоф.

Единствено френска система, която се представя в глава III, не изисква стъпало предварителна обработка, поради различния дизайн на филтърните слоеве и режима на потока през филтърните легла.

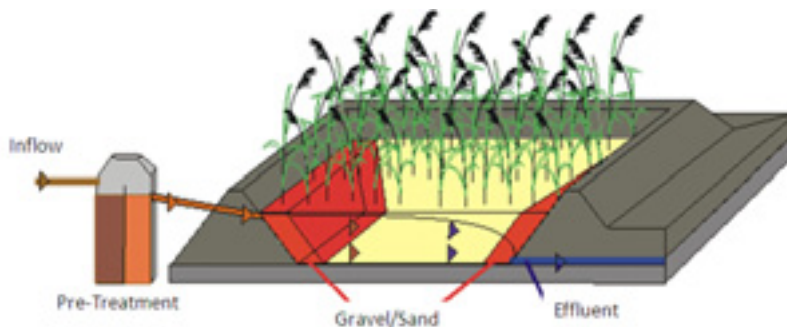


Поглед в събирателния резервоар за предварителна обработка на сива вода

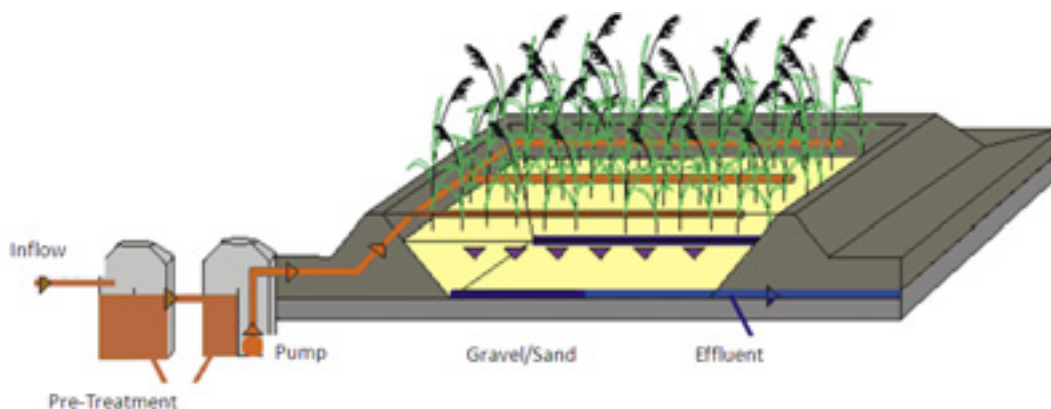
2. Изкуствени влажни зони с хоризонтално и вертикално оттичане

Общ дизайн на изкуствената влажна зона

След предварителната обработка, отточната вода минава през почвен филтър, който може да бъде вертикален или хоризонтален. Отточната вода трябва да се пропуска с прекъсвания, за да се осигурят аеробни условия за филтъра.



Изкуствена влажна зона с хоризонтално оттичане с предварителна обработка (www.bodenfilter.de)



Изкуствена влажна зона с вертикално оттичане с предварителна обработка (www.bodenfilter.de)

Почвен филтър с хоризонтално оттичане: проектните критерии за филтърната площ са 5 м² на ЕЖ при битови отпадъчни води, хидравличен товар на повърхността максимум 40 мм/ден и масов товар на повърхността 16 грама O₂/м²*ден Химично Потребление на Кислород (ХПК). Дълбочината на филтъра е 0.5 – 1.0 м. Филтърът съдържа груб пясък (смес от пясък и чакъл).

Почвен филтър с вертикално оттичане: проектните критерии за филтърната площ са 3.5 - 4 м² на ЕЖ при битови отпадъчни води, хидравличен товар на повърхността 80 мм/ден и масов товар на повърхността 20 грама O²/м²*ден Химично Потребление на Кислород (ХПК). Дълбочината на филтъра е 0.5 – 1.0 м. Филтърът съдържа груб пясък (смес от пясък и чакъл). На дъното се полага дренажен слой с дренажни тръби от пластмаса.

И в двата случая, проектните критерии може да варират в зависимост от средногодишните температури.

Резултати при изкуствените влажни зони с хоризонтално и вертикално оттичане:

Постига се над 80% ХПК премахване на органична материя и така се постигат общи стандарти за заустване. Патогенните индикатори се премахват с 1 – 3 намаляване чрез фактор

Ако отточните води се изпускат в благоприятстваща съществуването на организми вода или в чувствителни води, като за къпане, може да се налага премахване на хранителните вещества. Поради аеробните условия в системи с подповърхностен поток, се прилага частична нитрификация, но денитрификацията е ограничена. За да се постигне премахване на азот и да се изпълнят изискванията за заустване, е нужна двуетапна изкуствена влажна зона (първо с вертикално и след това с хоризонтално оттичане).

Ако са налице високи стандарти за премахване на фосфора и високи хигиенни параметри, трябва да се прилагат допълнителни стъпки (напр. химическо утаяване за премахване на Р, дезинфекция).

Препратки относно проектиране на изкуствени влажни зони

DWA (2006). A 262. Principles for the Dimensioning, Construction and Operation of Planted Soilfilters for Urban Wastewater Treatment. German Association for Water, Wastewater and Waste (DWA)



Изкуствена влажна зона за пречистване на битова отпадъчна вода в Полша

3. Френската система

Двете системи представени по-горе са напълно функционални. Алтернативна система беше разработена в Франция, която не изисква предварителна обработка. Френската система захранва почвения филтър вертикално с необработена отпадъчна вода. Влизащият поток може да бъде по-голям от скоростта на инфилтрация, за да се разпредели правилно по цялата повърхност на леглото (с прекъсвания).

Френската система обикновено се прилага при градски отпадъчни води от комбинирани канализации, при които качеството на отпадъчната вода е по-разредено заради отточна дъждовна вода. Винаги са нужни два етапа и успоредни легла при всеки етап, виж схемата по-долу.

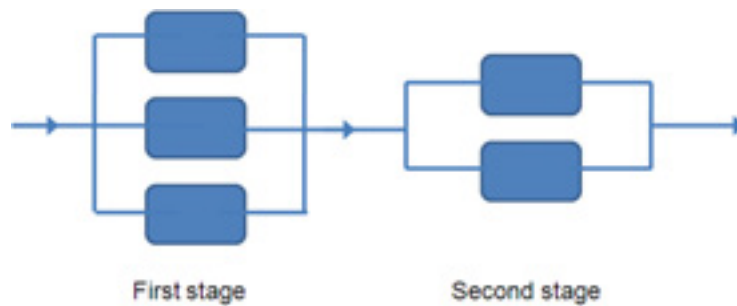


Схема поглед отгоре на серия от изкуствени влажни зони с вертикално оттичане (френска система) (ЕС 2001)

Първи етап

Дизайнът на френската система има два етапа, всеки с успоредни почвени филтри както е дадено на фигурата. Първият има три успоредни почвени филтри. Ако единият е активен, другите са в състояние на почивка. Проектните критерии за площта на филтъра са 1.2 - 1.5 м² на ЕЖ за първия етап. Филтърът съдържа чакъл в горния слой, за да се избегне затлачване. Общата дълбочина е около 80см.

Втори етап

Вторият етап се състои от два успоредни почвени филтри, които се редуват и се захранват с прекъсване както първия етап. Проектните критерии за филтърната площ са 0.8 м² на ЕЖ. Филтърът съдържа пясък и общата дълбочина е 80см.

Резултати на френската система:

Постига се над 80% ХПК премахване на органична материя, което е подобно на другите системи. Патогенните индикатори също се премахват с 2 – 3 намаляване чрез фактор.

Изкуствена влажна зона с две стъпки може да постигне ефикасно премахване на азот, ако е проектирана правилно и може да постигне стандартите за заустване в чувствителни зони.

Намаляването на фосфора зависи от капацитета на абсорбция на средата и от възрастта на съоръжението, но обикновено е ограничена.

Препратки за проектиране на изкуствени влажни зони (френска система)

Agence de l'Eau Seine Normandie (1999) Guides des procédés épuratoires intensifs proposés aux petites collectivités, Nanterre

III Проектът Видраре

1. Условия

Домът за деца с умствена изостаналост във Видраре, община Правец, искаше да построи пречиствателна станция за отпадъчните води от дома (от кухнята, тоалетните и пералните), с което да подобри съществуващата ситуация.



Дом за деца с умствена изостаналост, с. Видраре



Отвеждане на отпадъчните води от старите септични ями

Неправителствените организации WECF и ЕкоСвят 2007 of Bulgaria, заедно с община Правец, започнаха работата през 2009г. Беше инсталиран водомер в дома, за да се измери количеството на произвежданите отпадъчни води. Обществеността във Видраре и Правец беше информирана относно изкуствените влажни зони и защо те са подходящо нискотехнологично решение за подобрено третиране на отпадъчните води.

След среща на място, беше взето решение да се изгради изкуствена влажна зона за третиране на отпадъчни води в двора на дома; проектирана с атрактивен външен вид. Общината се съгласи да разреши изграждането на първата изкуствена влажна зона в България, надявайки се тя да послужи като демонстрационен проект, който да бъде изпълнен и от други общини.

Германската федерална фондация за околна среда (DBU) одобри подаденото от WECF и EcoWorld2007 предложение и предостави основното финансиране. Планирането и проектирането беше изпълнено от Otterwasser (Любек, Германия) и Еко-проект 2000 (България). Търгът беше спечелен от българската строителна компания Интер Строй Груп -Мездра, и изграждането започна октомври 2010г., и приключи април 2011г. (поради тежки зимни условия се предвижда пауза от три месеца). Обектът също така е заобиколен с ограда.

Директорът на дома се съгласи член от персонала да бъде назначен за отговорник за поддръжката на изкуствената влажна зона. Този член на персонала ще бъде обучен от Otterwasser.

2. Вертикално оттичане при изкуствената влажна зона във Видраре

2.1. Дизайн на системата за пречистване на отпадъчни води

Съоръжението за пречистване на отпадъчни води се състои от събирателен резервоар за предварително обработка, и от почвен филтър за биологичната стъпало.

В момента дома за деца с умствена изостаналост се обитава от 88 деца и възрастни. 25 от обитаващите използват памперси. 65 човека работят на смени. Като 25 човека работят в една смяна заедно. Домът разполага с общо 95 легла.

Предварителна обработка

При изчисляването на размерите на стъпалото за предварителна обработка, общият брой легла (95) се умножава по водоснабдяването на легло (115 литра/легло*ден, според българска разпоредба N4) (виж по-долу).

Събирателен обем:

При конвенционалното пречистване времето, което се изисква за задържане трябва да бъде 2 часа. При изкуствените влажни зони обаче, се препоръчва това време да бъде 4 часа, за да се избегне натрупването на твърди отпадъци върху горния слой на филтърното легло.

Максималния входен поток се изчислява по следния начин:

Количество отпадъчни води: 115 литра/(легло*ден); следва $115 \text{ литра}/(\text{легло} \cdot \text{ден}) \cdot 95 \text{ легла} = 11 \text{ м}^3/\text{ден}$

Отпадъчните води се акумулират в продължение на 8 часа, и така максималното количество отпадъчни води на час ще бъде:

$11 \text{ м}^3/\text{ден} : 8 \text{ ч}/\text{ден} = 1.4 \text{ м}^3/\text{час}$

Изчисление на нужния събирателен обем: $1.4 \text{ м}^3/\text{ч} \cdot 4 \text{ ч} = 5.5 \text{ м}^3$

Обем за складиране на утайки:

Освен обема за събиране за идващите твърди отпадъци, трябва да бъде изчислен и обем за складиране на утайки за определен период от време.

Обем утайки: 0.9 л/човек*ден (Imhoff 2006)

Годишният обем на складирана утайка също се изчислява: $V_s = 0.9 \text{ л}/\text{човек} \cdot \text{д} \cdot 365 \text{ д}/\text{год} \cdot 76 \text{ чов} = 25 \text{ м}^3$

Нужният обем на събирателния резервоар се изчислява от обема на твърдите отпадъци от събирани и складирани: $V_s = 5.5 \text{ м}^3 + 25 \text{ м}^3 = 30.5 \text{ м}^3$

Препоръчително е събирателния резервоар да се изпразва веднъж на 6 месеца, като по този начин изчисленият обем на резервоарът се свежда до: $V_s = 25 \text{ м}^3/2 + 5.5 \text{ м}^3 = 18 \text{ м}^3$

Биологично стъпало: почвен филтър

За изчисляването на размерите на изкуствената влажна зона се използват числата за натоварване потока отпадъчни води. Приема се, че 28% (27 деца) от младите обитатели на дома (общо 95 деца) използват памперси. За натоварване потока от служителите се използва 8 ЕЖ. Резултатният ЕЖ е $95 - 27 + 8 = 76 \text{ ЕЖ}$. Германският стандарт (DWA A 262 2006) препоръчва $3.5 \text{ м}^3/\text{ЕЖ}$ пространство да се използва за изграждането на изкуствени влажни зони.

Нужната площ се изчислява на:

$$A = 3.5 \text{ м}^2/\text{чов} * 76 \text{ чов} = 266 \text{ м}^2$$

Нужната площ се разделя на две филтърни легла всяко по 133 м²

Остатъчни материали:

Събирателен резервоар: утайката в събирателния резервоар трябва да се изважда веднъж или два пъти годишно. Тя трябва да се третира/стабилизира и може да бъде използвана като подобрител за почва или за наторяване в селското стопанство, ако качеството и отговаря на стандартите. Друг вариант е да се депонира в конвенционална пречиствателна станция за отпадъчни води.

Засаден почвен филтър. След фазата на растеж от две години, растенията трябва да бъдат отрязвани и премахвани веднъж годишно.

Обикновено почвеният филтър трябва да се смени, поне частично, веднага когато филтърното легло се задръсти. Опити с изкуствени влажни зони показва, че филтърните легла обикновено изкарват повече от 20 години преди да възникне нуждата да бъдат подменени.

2.2. Изграждане на съоръженията за пречистване на отпадъчните води

Отпадъчната вода от тоалетните, душовете, кухнята и пералната, по силата на гравитацията, се стича в събирателния резервоар за предварителна обработка. Събирателният резервоар се състои от две едноразмерни камери, където твърдата част се отделя. В този проект, резервоарът за предварително обработване е изработен от подсилен бетон, показан на картинката по-долу.



Стъпало предварителна обработка: събирателен резервоар от две камери. Трета камера изпомпваща шахта

Отпадъчната вода прелива в изпомпващата шахта, дадена тук като малко отделение в горния далечен край на снимката. От два до три всеки ден, близо 3 м³ предварително обработена вода се изпомпва на повърхността на засадения почвен филтър (биологично стъпало) чрез разпределителните тръби.

Отдолу нагоре, почвеният филтър се състои от следните слоеве:

1. Изравнителен слой – дълбочина около 10 см
2. Гео-текстилна изолационна обшивка – предоставя защита срещу корени и животни като къртици и плъхове
3. Непропусклив слой (HDPE 1.5мм) – не допуска неконтролирано преминаване на вода навън и навътре от филтъра
4. Конвенционални дренажни тръби с диаметър DN 100 или DN 150 – за контролиран отток на обработената вода. Състоящи се от чакъл (размер 2/8), с дълбочина от над 20 см. Малка пробна шахта също трябва да се изгради.
5. Слой за биологично третиране – състоящ се от пясък (размер 0/4), с дълбочина повече от 50 см.
6. Покривен слой – състоящ се от чакъл (размер 8/16). Съдържа разпределителни тръби и е засаден с тръстика. Слойт трябва да предпазва тръбите и помага за разпределянето на отпадъчната вода по цялата площ.



Дренажен слой с тръби

След като мине през изходната шахта след биологичната стъпка, пречистената отпадъчна вода се зауства в съществуващата канализация, отиваща към близката река.

2.3. Експлоатация и поддръжка

Въпреки че технологията на изкуствената влажна зона е сравнителна проста, има някои задачи, които трябва да се изпълняват, за да работи добре съоръжението. Следващата таблица описва дейностите, които трябва да се изпълняват през годината за поддръжка на системата. Важно е да има един назначен отговорник за поддръжката на тези дейности.

	дневно	седмично	годишно
Общи задачи			
Общ функционален контрол на техническите части (предупредителен уред, контролни лампи)	x		
Дневник на работа	x		
Запис на консумацията на вода	x		
Пречиствателно съоръжение			
Тръби и шахти			1x
Изпразване на събирателния резервоар (изпомпване на утайката)			2x
Визуална инспекция на повърхността на изкуствената влажна зона (растения, плевели, сухи зони, вода на повърхността)		x	
Функционален контрол на помпите			12x
Визуален контрол на заустването		x	
Поддръжка			
Помпи			1x
Анализ на проба от отточната вода (честотата зависи от регламента на агенцията за водите)			1x

План за наблюдение на изкуствената влажна зона

Годишната поддръжка на съоръжението за пречистване на отпадъчни води включва:

- Проверка за пукнатини по бетона.
- Водене на дневник за количеството произведена утайка.
- Контролиране на интервалите на подаване. Обема на подаване от помпата на изкуствената влажна зона трябва да се контролира.
- Контролиране на плаващите превключватели и помпи, и ако се налага – почистване на превключвателите.
- Не трябва да се стига до задръстване в биологичното стъпало (визуален оглед на влажните зони, за поява на утайка на повърхността, вдлъбнатини на повърхността и т.н.)
- Поддържане растежа на растителността (напр. оряване на тръстиката)
- Обща поддръжка на помпата, включително почистване и смяна на маслото.
- Контролиране на времето на преминаване през помпата, и ако е нужно – коригирането му.
- Проверка за повреди по бетона и седиментация на утайката в контролната шахта.
- Взимане на проби от зауствената вода според регламента на агенцията за водите.
- Водене на работен дневник.

2.4. Разходи

Инвестиционни разходи

Числата дадени тук представляват разходите направени при изграждането на изкуствената влажна зона (с филтърно легло от 266 м²) във Видраре; включително предварителната обработка, с нужните шахти, монтирането на тръби от дома и до мястото на заустване.



Схема на разпределение на разходите за инвестиция във Видраре

Разходи за инвестиция

Изкопни работи и полагане на тръби	12.000 €
Стъпало предварителна обработка (бетон)	6.000 €

Почвен филтър

Изолационна обшивка (Геотекстил и РЕ фолио):	6.000 €
Чакъл, пясък	7.000 €
Разпределителни тръби, дренажни тръби и фитинги	9.500 €
Помпи включително контролер и кабел	4.500 €

Общи разходи за инвестиция

45.000 €

Плюс планиране и проектиране / прилагане на планирането (получаване на разрешение)	+ 10% от разходите за инвестиция
--	----------------------------------

Разпределение на разходите за инвестиция във Видраре, включително планиране и проектиране

Разходи за работа и поддръжка

Разходите за работа и поддръжка са много зависими от цената на енергия и разходите за персонала. Нужното време за работа и използваната енергия са дадени тук:

- Време нужно за работа и поддръжка: 1.5 часа / седмично (80 часа /годишно)
- Енергоемкост на помпите: 2 кВт/ден (750 кВт/год)
- Изваждане на утайка от стъпка предварителна обработка: 36 м³/год

2.5. Други аспекти

Времева рамка

Времева рамка е често трудно да бъде точно определена, тъй като тя зависи от много фактори, дадени тук:

Етап	Дейност	Продължителност
1.	Проектиране на инсталации за пречистване на отпадъчна вода вкл. чертежи и детайли:	2 месеца
2.	Одобрение от общината и разрешителни – ако официалните лица не са запознати със системата е нужно време за обяснение на техническите аспекти	3 - 6 месеца
3.	Търг включващ цялата документация и избор на компанията	4 седмици
4.	Строителство (вкл. условия на доставяне и т.н.) – много зависимо от времето	4 - 6 месеца
5.	Засаждане на тръстика и начало на работа	2 - 3 месеца

Таблица за изпълнение на изкуствена влажна зона

Най-скъпата част беше получаването на разрешения за строеж и работа на изкуствената влажна зона. Запознаването на българските власти с тази нова технология се оказа времеемко.

Трябва също да се има предвид, че по време на строителството могат да възникнат невидими проблеми. Например, този проект срещна трудности при строителството, поради много подземни кабели и тръби в двора на дома, които не бяха отбелязани в предишна документация. Строителната компания трябваше първо да определи местоположението на тези тръби и кабели, и след това да модифицира плановете си, за да избегне техни повреди. Тази трудна задача отне много време.

Строителство и материали

Обикновено е добре да се използват материали от региона, такива като грубия пясък и чакъл. В някои региони има и предварително изготвени шахти от подсилен бетон за стъпалото за предварителна обработка. Препоръчва се да се направи оценка дали предварително изготвените шахти от подсилен бетон са по-евтини. Също така, могат да бъдат използвани пластмасови резервоари. В случая във Видраре, строителството с подсилен бетон беше най-евтината възможност.

По време на строителството се налагаше да се посещава обекта редовно, в най-добрия случай – ежедневно, за да се следи напредъка и качеството на строителството. Основни работи, напр. като заварката на изолационния слой при изхода на филтъра, трябва да бъдат инспектирани.

3. Фотодокументация на строителството във Видраре

Изграждане на стъпката за предварителна обработка (събирателни резервоари):



Изкопаване на събирателния резервоар



Изкопаване на събирателния колектор с изравнителен слой



Подсилване на бетона (събирателни колектори)



Събирателните колектори в завършен вид.

Засаден почвен филтър:



Изоляционен слой (HDPE 1.5 мм)



Дренажни тръби



Заварка на изолационния слой



Заварка на изолационния слой



Заварка на изолационния слой



Пясък (отпред) и чакъл



Чакъл за дренажния слой



Чакъл за покривния слой



Изкуствената влажна зона в завършен вид, без растения



Завършената изкуствена влажна зона с вентилационни тръби отпред

IV Препратки и допълнителна литература

Agence de l'Eau Seine Normandie 1999	Guide des procédés épuratoires intensifs proposés aux petites collectivités, Nanterre
DWA A 262 2006	Principles for the Dimensioning, Construction and Operation of Planted Soilfilters for Urban Wastewater. German Association for Water, Wastewater and Waste (DWA)
European Commission 2001	Extensive Wastewater Treatment Processes adapted to small and medium sized communities (500 – 5,000 PE)" http://ec.europa.eu/environment/water/water-urbanwaste/info/pdf/waterguide_en.pdf
GIZ 2011	Technology review of constructed wetlands, Subsurface flow constructed wetlands for greywater and domestic wastewater treatment, http://www.gtz.de/en/dokumente/giz2011-en-technology-review-constructed-wetlands.pdf
Imhoff, K.R. 2006	Taschenbuch der Stadtentwässerung (in German)
ITRC 2003	Technical and Regulatory Guidance Document for Constructed Wetlands, the Interstate Technology Regulatory Council Wetlands Team, USA, http://www.itrcweb.org/Documents/WTLND-1.pdf
Ministry of regional development, Bulgaria 2005	Regulation N4 from 17th of June 2005 for design, construction and operation of water supplies and sewage systems in buildings.- Prepared by the ministry of regional development.
UWWTD 1991	Council directive of 21 may 1991 concerning urban waste water treatment (91/271 EEC), http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:31991L0271:EN:HTML
WECF 2010	Системи за устойчиво и разходно-ефективно пречистване на отпадъчните води в селски и крайградски райони до 10 000 еквивалент жители (ЕЖ), http://www.wecf.eu/download/2010/03/WastewaterGuideBulgarisch.pdf
WHO 2006	Guidelines on the Safe Use of Wastewater, Excreta and Greywater. Volume 4: Excreta and Greywater Use in Agriculture, WHO/UNEP, http://www.who.int/water_sanitation_health/wastewater/gsuweg4/en/index.html

Бележки

Изкуствени влажни зони

Устойчиво пречистване на отпадъчната вода в малки населени места и полу-градски райони в България

Изкуствените влажни зони са устойчиви и разходно-ефективни системи за пречистване на отпадъчната вода, които имат редица предимства в сравнение с конвенционалните системи: те имат високи експлоатационни нива, използват малко енергия, улавят въглерода, изискват малко управление и поддръжка, също така се справят по-добре с въздействията от промените в климата.

В тази публикация се дискутира една от първите демонстрационни изкуствени влажни зони за 80 еквивалент жители в България. В детайли са обяснени проектирането, строителството и експлоатацията на изкуствената влажна зона с подводно оттичане във Видраре, Община Правец.

