

ЗДРУЖЕНИЕ НА ЕНЕРГЕТИЧАРИТЕ НА  
МАКЕДОНИЈА  
ASSOCIATION OF ENERGY DEPARTMENT ENGINEERS  
OF MACEDONIA

МЕЃУНАРОДНО СОВЕТУВАЊЕ  
INTERNATIONAL SYMPOSIUM



ЗДРУЖЕНИЕ НА  
ЕНЕРГЕТИЧАРИТЕ  
НА МАКЕДОНИЈА

ASSOCIATION OF ENERGY  
DEPARTMENT ENGINEERS  
OF MACEDONIA



## МЕЃУНАРОДНО СОВЕТУВАЊЕ “ЕНЕРГЕТИКА 2006”

### INTERNATIONAL SYMPOSIUM “ENERGETICS 2006”

2

Зборник на реферати - Книга 2  
Symposium proceeding - Book 2



ОХРИД  
ХОТЕЛ, Метропол - Белви  
05 - 07 Октомври, 2006



ОХРИД  
HOTEL, Metropol - Belvi  
05 - 07 Oktober, 2006



# Перспективи за пречистување и повторна употреба на комуналната отпадна вода од с. Карбинци

М-р инж. Трајче МИТЕВ

## Абстракт

Во рамки на приложениот труд е прикажана актуелната состојба во полето на пречистување на отпадната комунална вода во Р. Македонија. Презентирани се постојните и можните идни законски регулативи во истата област. Врз основа на анализиран случај од избрана општина во Р. Македонија е изработен идеен предлог проект за поставување на пречистителна станица за комунална отпадна вода. Пречистителната станица е замислена по европски терм и ги задоволува сите критериуми и стандарди на Европската Унија, а машините за нејзина изградба се од случајно избраната германска фирма за производство на машини и инсталации за пречистителни станици, Hans Huber AG, која во моментот е една од водечките фирми во Европа во ова област. Пречистената вода ќе може да се употребува за наводнување на земјоделски површини, бидејќи по предвидените механичко, биолошко и мембранско пречистување ќе ги исполнува и задоволува сите европските норми за таа цел. Македонија е земја која стои пред вратата на Европската Унија, затоа во иднина ќе мора да ги исполни нејзините барања, а секако овде спаѓа и заштитата на животната средина. Тоа најдобро може да го направи со помош и соработка со високо развиените земји-мустри во Европската Унија.

## Abstract

In the previously enclosed material was described the current situation of the municipal waste water treatment in Republic of Macedonia. Also the existing and the possible further legal regulations for this topic were presented. According to an analyzed case, in a chosen community inside Republic of Macedonia, were elaborated a suggestive pilot project for a wastewater treatment plant (WWTP). This wastewater treatment plant was figured out, according to the European models which mean it will respect all the European Union's standards and criterions. The machines that will be used for the construction of this WWTP are made by the German company for production of machines and installations for wastewater treatment, HANS HUBER AG. This company is one of the leading companies in Europe in the moment for this kind of productions and was chosen by accident. The filtered water can be used again for irrigations of agricultural areas, because after the predicted mechanical, biological and membranous cleaning process, all the European standards regarding this purpose will be accomplished.

Republic of Macedonia is a country standing in front of the European Union and therefore this country is obligated to accomplish all the requests of the EU, especially the ones regarding the environmental protection. This protection will be realized ultimately with the help and the cooperation coming from the high developed country-examples from the European Union.

## 1 Вовед

Водата е основа на животот и затоа како на пример на другите планети најпрво се истражува постоењето на вода за да се утврди дали таму има или имало живот. Три четвртини од површината на земјата се покриени со вода. Целокупната количина на вода изнесува околу 1,4 милијарди метри кубни. Од нив околу 92,2 % припаѓаат на солената вода и 2,2 % на ледот на половите и планините. Слатката вода од реките, езерата и подземната вода на континентите изнесува само 0,6 % од целокупната количина вода на земјата.

Под влијание на сончевата енергија е воспоставен еден кружен тек на водата. Водата завзема големо учество и во градбата на растенијата и животните. Човечкото тело се состои од 60 до 70 % вода, некој зеленчуци и плодови се состојат со дури повеќе од 90 % вода. Кај возрасните луѓе дневната потреба за вода изнесува околу 35 грама на секој килограм телесна тежина. На еден возрасен човек дневно му се потребни околу три литри вода во форма од пијалоци или како составен дел на прехранбени продукти.

Водата се употребува и таму каде што не е неопходна за живот но е потребна за секојдневните потреби на човекот, како на пример за неа на телото и одржување на хигиена во домот. Вкупната потрошувачка на вода по жител во Република Германија изнесува од 130 до 150 литри на ден. Во помалку развиените земји како што е Република Македонија потрошувачката на вода е драстично поголема, ова се должи на сеуште ниската свест за рационално користење на водата, сеуште ниската цена на водата, застарената инсталација за снабдување со вода и лошиот менаџмент на институциите надлежни за управувањето со водата.

Со проширувањето на Европската унија на исток новите и идни членки мораат да се приспособат на барањата на Европската унија меѓу другото и во областа на заштитата на животната средина. Овде како една од првите мерки треба да биде и пречистување на отпадната вода како инструмент за предгрижа во заштитата на течните и стојни води-реципиенти. Тоа треба најпрво да се утврди преку соодветните национални закони и регулативи и потоа преку конкретни технички мерки да се спорведе. Ова може да се случи преку проширување и доопремување на постојните капацитети за пречистување на отпадната вода како и во голема мерка преку изградба на нови.

Од сето ова произлезе и идеата да биде развиен еден технички концепт за Република Македонија кој ќе ги задоволува во потполност идните барања на Европската унија. Концептот се однесува на реализирање на идното пречистување на отпадната вода согласно добиените Директиви на Европската унија. За оваа цел ќе биде анализиран еден случај од селско подрачје.

Секако најнапред мораат да се испитаат постојните законски регулативи во подрачјето на пречистувањето на комуналната отпадна вода. Понатаму ќе биде даден краток преглед на достигнатата состојба во пречистувањето на отпадната вода и згрижувањето на милта која е резултат на тоа пречистување. На крај ќе бидат проценети потенцијалите за можна повторна употреба на пречистената вода.

## 2 Законски регулативи во подрачјето на комунална отпадна вода и згрижувањето на милта

Како комунална отпадна вода се означува отпадната вода од домаќинствата, дождовната вода и отпадната вода од трговијата и индустријата ако таа е приклучена на градската канализациона мрежа.

Целта на одведувањето и постапувањето со оваа отпадна вода е пред сè да се заштитат почвата и истечните и стојните води, да не се загрози нивната употреба и да не се наруши животот на живиот свет во нив.

Барањата на Европската унија во подрачјето на комунална отпадна вода се утврдени посебно во Директивата на Советот за постапување со комуналната отпадна вода од 21. Мај 1991 година (91/271/ЕЕЗ) како и во законските регулативи на самите земјите посебно во Законот за водите.

Законот за водите („Службен весник на РМ“ бр. 4/98,19/00) е правна основа за заштита и управување со водите во Република Македонија. Со него е уреден начинот за употреба и користење на водите, заштита од штетно дејство на водите, заштита на водите од исцрпување и загадување, стопанисување со водите, изворите и начинот на финансирање на водостопанските дејности, концесии, меѓудржавните води и други прашања од значење за обезбедување единствен режим на користење на водите. Сепак, овој закон, со исклучок на водите за пиење, ја маргинализира заштитата на водите за сметка на користењето.

Заради надминување на ваквите недостатоци, воведување на интегрален пристап во управувањето со водите, како и заради приближување на националното кон европското законодавство, во 2003 година, се пристапи кон изготвување на нов Закон за водите, кој ги опфаќа сите аспекти на управувањето: користење и алокација на ресурсот; заштита и контрола на загадувањето; заштита од штетно дејство на водите и планирање на одржливото управување со водите. Тој е изготвен во рамките на програмата PHARE SOP 99. Во Предлог Законот директно се пренесени барањата од следните директиви на ЕУ од областа на управувањето со водните ресурси:

– Директива на Европскиот Парламент и Совет бр. 91/271/ЕЕЗ за третманот на комуналните отпадни води;

– Директива на Европскиот Парламент и Совет бр. 86/278/ЕЕЗ за заштита на животната средина посебно на почвата кога се користи мило во земјоделието.

Целта на Директивата на Европскиот Парламент и Совет бр. 91/271/ЕЕЗ е да ги заштити внатрешните површински води и крајбрежните води преку уредување на собирањето, третманот и испуштањето на урбаните отпадни води и испуштањето на биоразградливите материи од земјоделско-прехранбената индустрија. Како правило, Директивата бара во сите агломерации со над 2000 жители да се инсталираат системи за собирање отпадни води и да се спроведува биолошко пречистување (секундарен третман). За чувствителните области, односно водните тела што страдаат или се под ризик од еутрофикација, се бара понапреден третман на отпадните води (терцијален третман) – со дополнително отстранување на хранливите состојки (пр. фосфор). Во агломерации со помалку од 2000 жители, кои располагаат со систем за собирање отпадни води, потребен е соодветен третман на отпадните води за да се задржи добриот квалитет на реципиентното водно тело. Отстранувањето на талогот од пречистителните станици за урбани отпадни води исто така подлежи на прописи, според кои не е дозволено какво било отстранување на таквиот талог во површински води. Исто така Директивата ги наведува барањата во врска со мониторингот и известувањето.

Предлог Законот за води претставува рамковен закон во кој се опфатени главните прописи и цели, додека техничките аспекти се оставени да се уредат во подзаконски акти.

### 3 Состојба со комуналната отпадна вода во Р. Македонија

Република Македонија (околу 2 мил. жители) се наоѓа во фаза на промени во сите сектори во Владата и општеството. Земјата се наоѓа во обнова на нејзиното стопанство и инфраструктура како и приспособување на нејзините закони на новите национални приоритети, односно хармонизирање со Европските норми и стандарди. Европската унија го подржува овој развој во рамки на CARDS програмата во областите енергетика, транспорт, животната средина и стопанскиот развој.

Во Македонија егзистираат моментално не повеќе од 10 комунални пречистителни станици за отпадна вода. Тие опфаќаат само 10 % од целокупната отпадна вода во Републиката. Покрај тоа сеуште голем дел од индустриската отпадна вода се испушта директно во градската канализациона мрежа без предходно печистување. Непречистената отпадна вода е главен загадувач и на најголемите реки во Република Македонија, Вардар и Брегалница. Градови во кои моментално егзистираат пречистителни станици за отпадни води (ПСОВ) се дадени во Табела 1 заедно со карактеристиките на пречистителните станици:

Табела 1: Градови со ПСОВ во Р. Македонија

Градови	Година на изградба	ЕЖ	Капацитет на ПСОВ
Охрид/Струга	1998	120.000	470 l/s
Куманово	2006	100.000	1.300 m <sup>3</sup> /h
Дојран	1988, а во 2001 обновена	12.000	100 l/s
Македонски Брод	2000	5.000	750 m <sup>3</sup> /d
Ресен	1988	12.000	94 l/s
Таринци	2004	600	134 m <sup>3</sup> /d

Милта која настанува како продукт на пречистувањето на отпадната вода не подлежи на никакво понатамошно третирање. Таа моментално едноставно се депонира или се користи како вештачко ѓубриво во земјоделието, без никаков претходен третман. Граничните вредности на одредените елементи во милта за овој начин на употреба или згрижување не се моментално земени во предвид во постоечката законска регулатива.

Проблемот за планирање на пречистителни станици во Република Македонија се состои пред се во тоа што информациите и системските истражувања за количината и составот на отпадната вода за најголемиот број општини во Р. Македонија се недостапни или оскудни. Тоа е секако неодољна потреба за формирање на развојни и финансиски програми на Европската унија во секторот за отпадна вода. Приоритети на Р. Македонија од Март 2005 година со добивањето на поканата за придружно членство во ЕУ покрај другото се и пречистувањето на отпадната вода, а се разбира приоритет треба да имаат оние отпадни води кои директно ги загрозуваат ресурсите за вода за пиење. Во минатото па и денес многу се ниски тарифите за вода во Р. Македонија во споредба со потребните за градење и одржување на капацитети за пречистување на отпадната вода, а и сметките за вода во голем процент не се наплаќаат. Затоа ваквата ситуација е итна и потребата од преземање мерки е неодољна.

## 4 Идеен концепт за решавање на проблемот со отпадната вода во Р. Македонија врз база на избран случај - с.Карбинци

Како пример за ситуацијата со комуналната отпадна вода во Р. Македонија се избира и ќе биде разгледана Општината Карбинци.

Општина Карбинци се наоѓа покрај река Брегалница во близината на градот Штип. За прифаќање на отпадната вода од општината неодамна е изградена канализациска мрежа, но целокупната отпадна вода понатаму не подлежи на пречистување и директно се испушта во река Брегалница. Причина за тоа е непостоене на пречистителна станица за отпадни води. Општината веќе има предвидено изградба на пречистителна станица од ваков вид и има распишано тендер.

Тоа е добар предизвик да во понатамошниот текст биде изработен идеен концепт за пречистителна станица за отпадна вода согласно европските критериуми и стандарди.

### Влезни податоци

Параметрите кои се однесуваат на бројот на жители, количината на отпадната вода и количината на БПК се дадени во Табела 2.

Табела 2: Хидраулично оптоварување на пречистителната станица за с. Карбинци

Број на жители	Количина на отпадна вода	БПК <sub>5</sub>
1	120 l/z·d	60 g/z·d
840*	100,6 m <sup>3</sup> /d	50,3 kg/d

Според барањата од распишаниот тендер од Општина Карбинци граничната вредност на БПК<sub>5</sub> треба да биде помала од 20 mg/l а освен тоа и количината на суспендирани материи не треба да биде поголема од 30 mg/l. Во недостаток од податоци за степенот на загаденост на отпадната вода се земаат просечни вредности кои се утврдени во работниот лист (ATV-Arbeitsblatt) во Германија и служат за изработка на предлог проекти од ваков вид. Тие се дадени во Табела 3.

Табела 3: Просечно загадување на отпадната вода од домаќинствата

Параметар	Специфични фракции на загадувачите (g/z·d)	Средна концентрација за с. Карбинци (mg/l)
ХПК	120	1000
БПК <sub>5</sub>	60	500
N	11	91,6
P	1,8	15
Суви супстанци	70	583,3

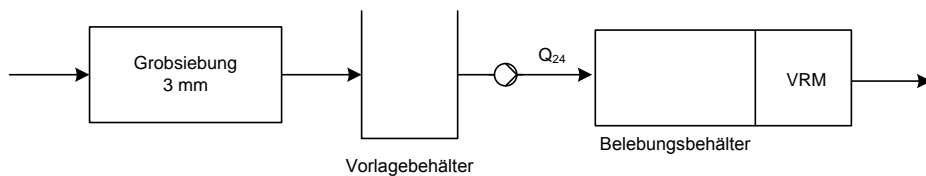
Овој концепт е замислен како комбинација од аеробно разградување на органските материи со мембранска технологија. Тоа овозможува една компактна, модерна и сигурна инсталација. Од отпадната вода со помош на една мала и компактна машина, најпрво ќе се одделат сите пливачки, седементирачки и лебдечки

---

\* Моменталниот број на жители во с. Карбинци е 790, но со минимален пораст по 20 години ќе изнесува 840.

материјали кои се поголеми од 3 мм. Потоа отпадната вода ќе се спроведе до една приемна шахта во која ќе се ублажат максимум и минимум истеците и понатаму со еден константен проток ќе се доведе во базенот за аерација. Во овој сад со внесување на кислород со помош на инсталација вградена на дното на базенот ќе бидат разградени скоро сите биолошки разградливи материи. Отпадната вода во ваква состојба се доведува во комора за филтрација во која е поставена мембранската машина. Мембраните имаат големина на порите помала од 38 nm, каде покрај сите цврсти материи ќе бидат задржани и сите бактерии, кои ќе бидат вратени во базенот за аерација со цел за понатамошно разградување. Со постигнување на висока концентрација на милта во овој базен, вишокот мил од време на време ќе се извлекува со милна пумпа. Слика 1 претставува еден шематски приказ на замислениот предлог проект.

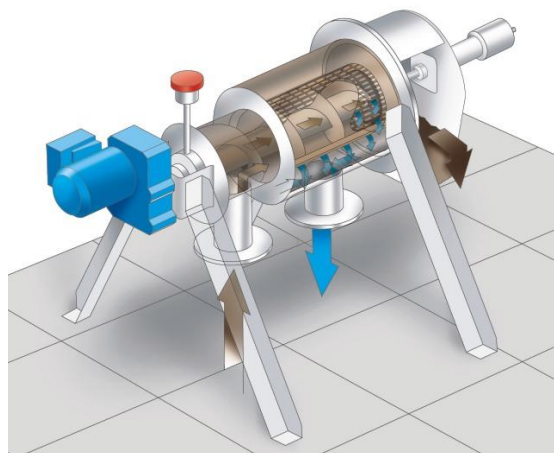
Слика 1: Шематски приказ на концептот



### Механичко пречистување

Како прв елемент до кој стигнува отпадната вода во целокупниот систем на малата пречистителна станица е машината за механичко предпречистување. Машината е наречена Pipestrainer и е производство на во моментот водечката германска фабрика на европскиот пазар за производство на машини и инсталации за пречистување на отпадната вода и водата за пиење Hans Huber AG. Pipestrainer-от служи за механичко пречистување на комуналната и индустриската отпадна вода со капацитет до 5 l/s. Шематски приказ на Pipestrainer-от е даден на Слика 2.

Слика 2: Pipestrainer – механичко пречистување



Pipestrainer-от е машина составена од еден хоризонтално легнат цилиндер поделен на зона за сееење во која е поставен внатрешен решеткаст цилиндер и зона за пресување на исеаните материи која е во форма на конус свртен со врвот надолу. Во првата зона во решеткастиот цилиндер се наоѓа полжавест метален буткач кој ротирајќи ги бутка цврстите материи задржани на решетката кон втората зона за пресување. Значи принципот на функционирање е многу едноставен. Отпадната вода влегува во предниот долен дел на Pipestrainer-от (лево на Слика 2) и продолжува во внатрешноста на решетката чиј отвори се со големина од по 3 mm, минува низ решетката заедно со сите материјали помали од 3 mm и оди во понатамошна фаза за пречистување (кон базенот за аерација). Сите задржани пливачки, седиментирачки или лебдечки материјали во отпадната вода кои се задржани на решетката се буткаат со помош на полжавестиот буткач во втората зона за пресување. Решетката се чисти со помош на четки кои се прицврстени на полжавестиот буткач и ротираат заедно со него, така да додатно шприцање со вода за нејзино чистење не е потребно. Исеаниот материјал кој останува на решетката се бутка понатаму во конусниот дел во втората зона. Тој е затворен од долната страна со метална плочка која е прицврстена за неговата страна со федер. Степенот на исцедување на исеаниот материјал зависи од силата на федерот, така да тоа може да се регулира.

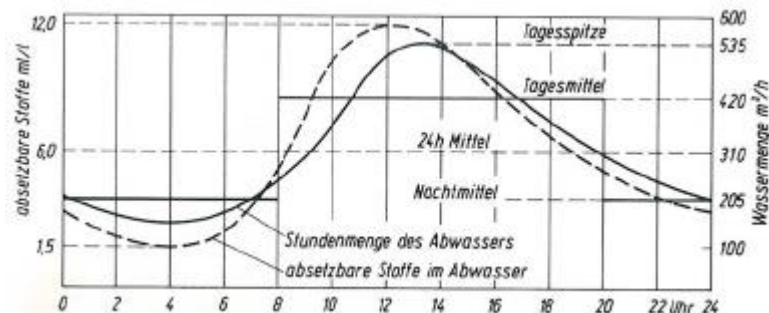
Предности на Pipestrainer-от се:

- Затворена и компактна градба и можност за негова интеграција во затворен мал простор;
- Механичко чистење на решетката, за што не е потребна вода за шприцање;
- Можност за менување на решетката со друга со саканите димензии на отворите за остварување на саканиот степен на сееење;
- Потполна автоматизирана работа;
- Поволна амортизација со ниските оперативни трошоци и трошоци за одржување.

### Шахта за амортизирање на дневните максимуми

Животните навики на луѓето ја одредуваат количината на отпадната вода во временски интервали различни во текот на денот и ноќта. Ова варирање на количината на отпадната вода е прикажано со кривата на следниот график (Слика 3).

Слика 3: Графички приказ на варирањето на отпадната вода во текот на едно деноноќие



Најмала количина на отпадната вода дотекува во текот на ноќта помеѓу 2 и 6 часот. Во утринските часови количината рапидно расте, така да во пладневните часови помеѓу 12 и 14 часот го достигнува својот максимум (отприлика три пати поголема количина отколку во текот на ноќта) и подоцна во текот на попладневните



и вечерните часови полека опаѓа. За димензионирање на приемната шахта се зема волумен од 1/5 до 1/2 од волуменот на вкупната количина отпадна вода за едно деноноќие. Во овој случај бидејќи се работи за мала пречистителна станица доволно е волуменот да се пресмета со 1/5.

Пресметка:

$$840 \text{ z} * 120 \text{ l/dz} = 100.800 \text{ l/d}$$

$$100.800 \text{ l/d} * 1/5 = 20.160 \text{ l/d}$$

Значи приемната шахта треба да има волумен од околу 20 m<sup>3</sup>.

### **Биолошко пречистување со Huber VRM (Vacuum Rotation Membrane)**

Техничкиот исчекор во секторот на комуналната отпадна вода, односно многубројните подобрувања и достигнувања во пречистителните станици и со тоа подобрување во заштитата на реципиентите од еутрофикачкото дејство на штетните фракции зазема голем замав во последните неколку години. За да се намали или потполно избегне опасноста од пропуштање на микроорганизми-причинители на разни заболувања, во последните години се разви нова технологија која се заснова на микро и ултра филтрација во комбинација со аеробната постапка. Ова исто така придонесе и да се избегне од додатно градење на базени за аерација, таложници, филтрациони и дезинфекциони постројки.

Huber VRM-постапката претставува систем од комора за аерација и мембрана за ултра филтрација. Високиот квалитет на така пречистената вода овозможува сигурост во достигнувањето на строгите регулативи на европската унија, а воедно VRM-постапката претставува и оптимално решение во поглед на инвестиционите и оперативни трошоци. Мембранско-аерационата VRM-постапка претставува комбинација од биолошко пречистување со високо ефективно цврсто/течно одделување. Механички пречистената вода најнапред се аерира што придонесува за биолошко разградување на органските материи и потоа по принципот на „низок притисок,“ се всмукува низ ултра филтрационата мембрана, така да се ослободува од сите цврсти материи, бактерии и скоро сите вируси. Со покачување на концентрацијата на активната биомаса на 8 – 12 g/l се намалува потребата за димензионирање на големо волумни резервоари за аерација.

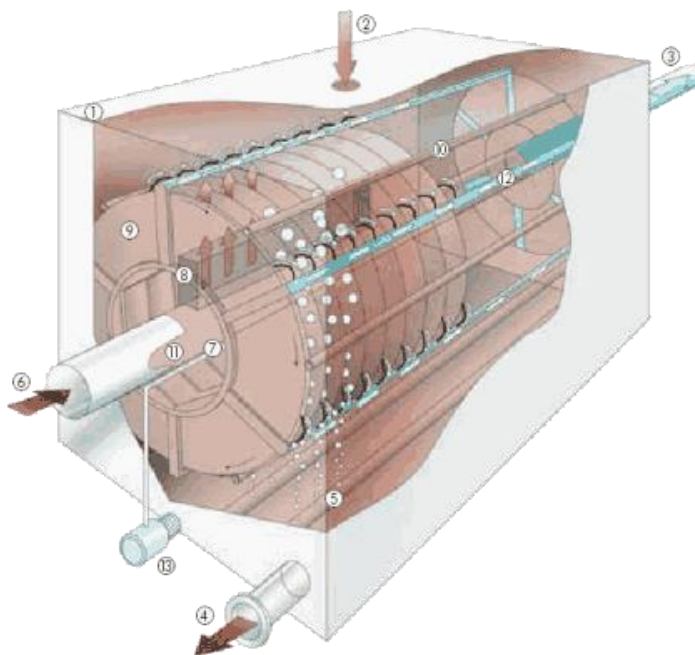
#### **Принцип на работа на VRM**

Принципот работа на VRM се базира на одделување на суспендираните цврсти материи со помош на разлика во притисоците. Со помош на пумпа се ствара помал притисок од едната страна на мембраната, така да водата е принудена да протекува низ мембраната, а цврстите материи остануваат на другата страна каде се ствара поголема концентрација и тие мораат да бидат отстранети од мембраната со помош на воздушни движења. Постигнувањето на потребната разлика во притисоците е во голема мера зависно од големината на порите и од особеностите на мембраната. Huber употребува за сите VRM-постапки екстремно хидрофилна мембрана со многу добри карактеристики на материјалот од кој е составена. Големината на порите на мембраната е во полето на ултра филтрација (38 nm), што е одлично од една страна за добар проток (до 60 l/m<sup>2</sup>h) при низок трансмембрански притисок (< 100 mbar), а од друга страна ги задржува сите цврсти материи, бактерии па и вируси. За едно нормално протекување низ ултра филтрационата мембрана е неопходно постојано чистење на мембраната од страната со поголема концентрација, што во овој случај е решено со поставување на систем за воздушно струење.

#### **Начин на функционирање на VRM**

Комплетната VRM-единица (Слика 4) е потопена во базен во кој дотекува отпадната вода која е веќе помината низ базенот за аерација. Техничката градба на VRM-единицата се состои од една цефка-носач (11) на која се прицврстени во зависност од типот 6 или 8 ултра филтрациони модули на дефинирано меѓусебно растојание. Биолошки пречистената отпадна вода се всмукува низ мембраната со помош на трансмембранска разлика на притисоците со граница на одделување од 150 kDa и се доведува преку собирачот за пермеат (всмуканата вода) (12) во цевката за одведување (3). За да се оневозможи прекривање на мембраната со слој од задржаните на неа цврсти материји, е поставен систем за струење со воздух (Cross-Flow) (8) кој претставува нова ефективна технологија. Принципот на цистење на мембраната со воздух се состои од систем дифузори поставени на централната носечка цефка на која се прицврстени мембранските модули (9). Со ротирање на целокупната мембранска единица околу централно поставената цефка-носач се постигнува воздушната струја внесена преку дифузорите да дојде во допир со целата мембранска површина што го спречува запушувањето на мембранските пори. Со тоа средствата за одржување на мембраната се сведуваат на минимум, односно само на минимални трошоци за потребната ел. енергија за ротирање на целокупната единица. VRM-единицата најчесто се монтира во бетонски базен, но може да се интегрира и во контејнерски тип на пречистителна станица.

Слика 4: Шематски приказ на функцијата на VRM



#### Пртедности на VRM:

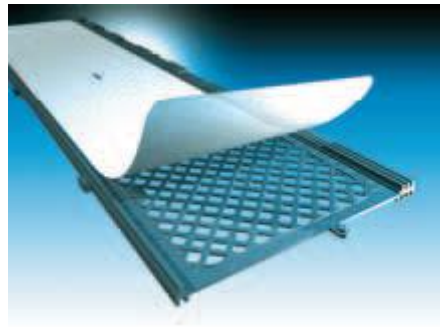
- Голем квалитет на пермеатот со потполно одделување на партикулите од течната фаза;
- Задржување на хигиенските стандарди со голема филтрациона способност на ултра филтрационата мембрана за бактерии и вируси;

Слика 5: Споредба на пречистената и отпадната вода



- До 70 % помал волумен на базенот за аерација со можност за покачување на концентрацијата на активната биомаса;
- Отстранување на таложливите материи на мембраната со помош на вдување воздух;
- Мали трошоци за ел. енергија за вдување на воздухот бидејќи дифозерите се сместени во средината на VRM-единицата;
- Периодична дезинфекција на системот за извлекување на пермеатот за намалување на можноста за контаминација на пермеатот;
- Потполно автоматизирана филтрацијата во зависност од трансмембранскиот притисок. Секое пречекорување на контролните вредности активира веднаш поинтензивна работа на VRM-единицата, а по нормализирањето на состојбата продолжува со работа во нормален периодичен модус;
- Со ротационото движење на VRM-единицата се добива една интензивна турбуленција во комората за филтрација, така да не е неопходен додатен систем за мешање;
- Промена на одделни дефектни модули е лесно можна.

Слика 6: Мембрански модул на VRM



Избор на соодветна VRM-единица

Бидејќи VRM-единиците можат да бидат составени од различен број на модули во зависност од посакуваната површина на мембраната што е пак зависно од количината на отпадната вода, неопходно е да се направи пресметка и да се утврди која VRM-единица е најсоодветна во овој случај.

Пресметка:

$$Q_{\text{vlez}} = 840 z * 120 \text{ l/z}\cdot\text{d} = 100.800 \text{ l/d}$$
$$100.800 \text{ l/d} / 24 \text{ h} = 4.190 \text{ l/h}$$

$$4.190 \text{ l/h} / 15 \text{ l} \cdot \text{m}^2/\text{h} = 279.33 \text{ m}^2 \cdot 1,1^* = 307,3 \text{ m}^2$$

Од пресметката се гледа дека неопходната мембранска површина е 307,3 m<sup>2</sup> на што одговара VRM 20/120 (овие ознаки означуваат колку мембрански модули се вградени во единицата) која задоволува 4,19 m<sup>3</sup>/h и има мембранска површина од 360 m<sup>2</sup>.

### Димензионирање на базенот за аерација

Формата на базенот за аерација и опремата за континуирано промешување треба да бидат така проектирани да нема таложеење на милта на дното од базенот. Опремата за аерација треба да биде монтирана на начин кој придонесува за подоцнежено лесно менување на дефектни делови. Висината на површината на водата во базенот треба да биде 30 cm помала од висината на горната кота на базенот.

Пресметка:

За дневна на БПК<sub>5</sub>-фракција означена со Vd (kg/d) се пресметува потребниот волумен на базенот:

$$V_{BA} = Vd_{BPK5} / (B_{SS} * SS_{BA}) \text{ m}^3$$

Волумен на базенот за аерација- V<sub>BA</sub>

Дневна БПК<sub>5</sub>-фракција- Vd<sub>BPK5</sub>

БПК<sub>5</sub>-Милно оптоварување- B<sub>SS</sub>

Сува супстанца во базенот за аерација- SS<sub>BA</sub>

За определување на потребниот простор за пречистување на отпадната вода со стабилизирање на милта се зема:

$$B_{SS} < 0,07 \text{ kg}/(\text{kg} \cdot \text{d})$$

Тоа соодветствува со старост на милта од над 15 дена.

$$SS_{BA} = 10 \text{ kg}/\text{m}^3 \text{ (може да се земе од 8 – 12 според прирачникот од фирмата Huber)}$$

$$Vd_{BPK5} = 790^\dagger \text{ z} * 60 \text{ g}/\text{z} \cdot \text{d} = 47,40 \text{ kg}/\text{d}$$

$$V_{BA} = 47,40 / (0,07 * 10) = 67,7 \text{ m}^3$$

Пресметката покажува дека волуменот на базенот на аерација не треба да биде 67,7 m<sup>3</sup>. Избраната VRM 20/120 има должина од 2.536mm, ширина од 2.300mm и висина од 2.700mm (мин. потопена во вода). При димензионирањето мора да се земе во предвид дека од сите страни околу VRM-единицата мора да се остави простор од по најмалку 50 cm што е неопходно за нејзина монтажа и одржување. Од тоа произлегува дека базенот за аерација мора да има должина и ширина по 3,5 m и висина од 3,1 m (2,7 m висина на VRM-единицата + 0,1 m потопување на VRM-единицата во вода + 0,3 m сигурносно растојание). Соодветно на тоа базенот за аерација треба да има иста ширина и висина. Кога се знае дека волуменот изнесува 67,7 m<sup>3</sup> произлегува дека должината на базенот треба да изнесува 6,9m.

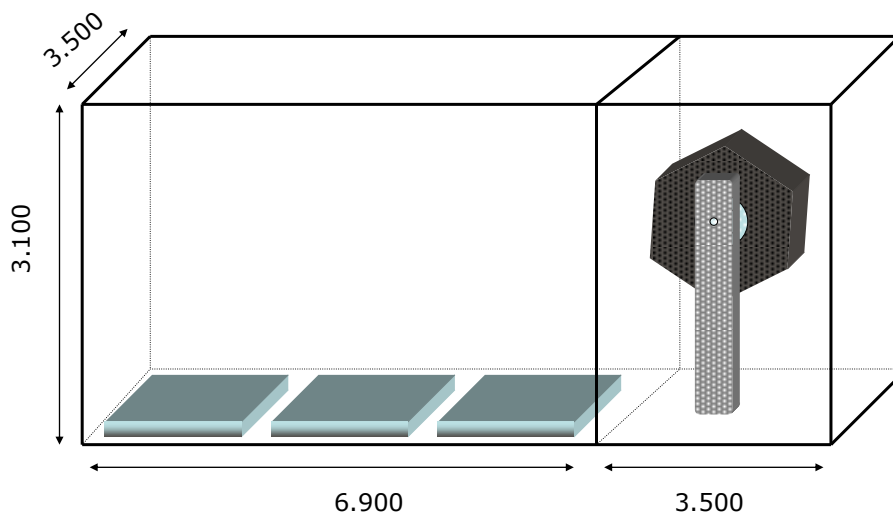
Слика 7: Дименции на базените за аерација и филтрација

---

\* Треба да се земе во предвид дека машината прави кратки пауси, затоа се множи со фактор 1,1.

† Во овој случај може да се пресмета со моменталниот број жители (790). Подоцнежниот прираст на овој број може да се компензира со покачување на SS<sub>BA</sub> од 10 на 12 kg/m<sup>3</sup> (за 840 жители).

## VRM 20/120



### Систем за аерација

Потребното количество на кислород кое треба да се внесе во отпадната вода за да се одвива процесот на аеробно биолошко разградување на органските материи е пресметано подолу.

Пресметка:

$$\alpha_{OC} = (O_0 * V_{d_{BPK5}}) / 24 \text{ kg/h}$$

Способност за кислород за оксидација-  $\alpha_{OC}$

Оптоварување со кислород-  $O_0$

$$O_0 \geq 3,0 \text{ kg/kg (стандард)}$$

$V_{d_{BPK5}} = 47,40 \text{ kg/d (претходно пресметано)}$

$$\alpha_{OC} = (3 * 47,40) / 24 = 5,925 \text{ kg/h}$$

Оваа вредност ја покрива потребата за оксидација на јагленородот и азотот во нормални услови.

Потребниот волумен на вдуваниот воздух (со фини дифузери) за покривање на потребното количество кислород се пресметува со:

$$Q_V = \alpha_{OC} / (f_{O_2} * h_V) \text{ m}^3/\text{h}$$

Специфичното искористување на кислородот е:

$$f_{O_2} = 8-10 \text{ g/m}^3$$

Длабина на која се поставени дифузерите-  $h_V = 2,8 \text{ m}$

Па од овде следува:

$$Q_V = 5,925 / (10 * 10^{-3} * 2,8) = 211,6 \text{ m}^3/\text{h}$$

Потребниот волумен на воздушната струја изнесува  $211,6 \text{ m}^3/\text{h}$ . Па од ова може да бидат пресметани инвестиционите трошоци за опремата.

### Згичување на милта

Со надминување на одредената вредност за концентрацијата на милта во базенот за аерација мора да се извлече милта со помош на милна пумпа. За таквата мил треба да се предвиди уште еден мал базен за складирање или да се транспортира веднаш со цистерна на комуналното претпријатие до дренажни полиња каде ќе биде повторно искористена како ѓубриво во земјоделието. Поради тоа што пречистителната станица е мала, а со тоа и количината на произведената мил е мала, не е потребно нејзино дополнително третирање, како на пример одводнување или пресување.

#### **Анализа на инвестиционите трошоци**

За пресметување на целокупните инвестициони трошоци (Табела 4) неопходно е најнапред да се пресметаат одделните трошоци. Во оваа анализа нема да се земат во предвид оперативните трошоци бидејќи се работи за мала пречистителна станица и оперативните трошоци се мали, а ако е потребно подоцна за реализирање на овој предлог проект ќе бидат и тие пресметани.

Табела 4: Инвестициони трошоци за реализација на концептот

Број	Вид на трошци	Трошоци во €
1	Pipestrainer (механичко пречистување)	16.910
2	Бетонски работи (приемна шахта, базен за аерација и базен за филтрација)	16.480
3	Дифузери, цефки, пумпа	5.000
4	VRM- машина (филтрација)	114.100
	Вкупно	152.490

## **5 Заклучок**

Со претставувањето на овој концепт или идеен проект за идно реализирање на пречистување на отпадната вода во помалите општини или селски подрачја по европски терк и стандарди треба да се даде јасна слика како треба во иднина да бидат решени сите проблеми со отпадната вода во Република Македонија.

Од потребните инвестициони трошоци неопходни за реализирање на овој проект може да се заклучи дека ова решение претставува еден идеален начин за решавање на проблемот со отпадната вода во с. Карбинци. Предност е тоа што пречистителната станица е доста компактна односно потребна е мала површина за изведување на градежните работи што придонесува за намалување на трошоците. Исто така со принципот на мембранско пречистување на отпадната вода е избегната градба на дополнителни резервоари за аерација, седиментација и таложници, што исто така ги намалува инвестиционите трошоци, а од друга страна е постигнат загарантиран квалитет на отпадната вода пропишан со европските директиви. Висината на инвестицијата за реализирање на овој проект споредена со инвестициите од веќе реализирани вакви слични проекти во Р. Македонија е скоро иста, но разликата е во тоа што веќе изградените вакви слични пречистителни станици ни од далеку не ги задоволуваат барањата на Европската унија, не претставуваат стабилни системи и во голема мера често се и надвор од функција наскоро по нивното реализирање поради превисоките трошоци за нивно одржување.

## Литература

- [1] Министерство за земјоделство, шумарство и водостопанство на Р. Македонија, „Закон за води“, Службен весник на РМ“ бр. 4/98,19/00;
- [2] Министерство за животна средина и просторно планирање и Министерство за земјоделство, шумарство и водостопанство на Р. Македонија, „Предлог закон за води“, Скопје, Јануари 2005;
- [3] Abwassertechnische Vereinigung e.V. in St. Augustin: „Lehr- und Handbuch der Abwassertechnik“ – Dritte, überarbeitete Auflage; Verlag von Wilhelm Ernst & Sohn, Berlin/München, 1983
- [4] Lange J., Otterpohl R.: „Abwasser – Handbuch zu einer zukunftsfähigen Wasserwirtschaft“, Mall-Beton - Verlag Donaueschingen-Pföhren 1997
- [5] Gujer, Willi: „Siedlungswasserwirtschaft“ – 2. Auflage; Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 2002
- [6] ATV-Handbuch: „Biologische und weitergehende Abwasserreinigung“ – 4. Auflage; Ernst & Sohn Verlag, Berlin, 1997
- [7] ATV-DVWK-Regelwerk: „Arbeitsblatt A131“; Bemessung von einstufige Belebungsanlagen; Mai 2000; Copyright ATV-DVWK, Hennef 2003
- [8] Prospekt – „Rotamat Pipestrainer“, Hans Huber AG, 4.2005
- [9] ATV-Handbuch: „Mechanische Abwasserreinigung“ – 4. Auflage; Ernst & Sohn Verlag, Berlin, 1997
- [10] Prospekt – „Huber Membranbelebungs VRM“, Hans Huber AG, 1.2005
- [11] Durchsatzleistung, Baugroße VRM 20, Datenpool, Hans Huber AG Status: 12.08.2005
- [12] ATV-DVWK-Regelwerk: „ATV-A 126 Grundsätze für die Abwasserbehandlung in Kläranlagen nach dem Belebungsverfahren mit gemeinsamer Schlammstabilisierung bei Anschlußwerten zwischen 500 und 5000 Einwohnerwerten“; Dezember 1993; Copyright ATV-DVWK, Hennef 2003
- [13] ATV-DVWK-Regelwerk: „ATV-A 122 Grundsätze für Bemessung, Bau und Betrieb von kleinen Kläranlagen mit aerober biologischer Reinigungsstufe für Anschlußwerte zwischen 50 und 500 Einwohnerwerten“; Juni 1991; Copyright ATV-DVWK, Hennef 2003
- [14] Verwendung von Abwasser zur Bewässerung – Erarbeiten von Anlagenkonzepten unter besonderer Berücksichtigung des Nährstoffverbleibs im Wasser und jahreszeitlich unterschiedliche Fahrweise- Peter Cornel, Martin Wagner, Stefan Krause, Barbara Weber, Darmstadt, 2005