

Univerza
v Ljubljani

Fakulteta
za gradbeništvo
in geodezijo



Jamova cesta 2
1000 Ljubljana, Slovenija
<http://www3.fgg.uni-lj.si/>

DRUGG – Digitalni repozitorij UL FGG
<http://drugg.fgg.uni-lj.si/>

To je izvirna različica zaključnega dela.

Prosimo, da se pri navajanju sklicujete na bibliografske podatke, kot je navedeno:

Jakop, U., 2014. Postopki in vrste malih čistilnih naprav. Diplomski naloga. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo. (mentor Panjan, J., somentor Krzyk, M.): 45 str.

Datum arhiviranja: 02-10-2014

University
of Ljubljana

Faculty of
Civil and Geodetic
Engineering



Jamova cesta 2
SI – 1000 Ljubljana, Slovenia
<http://www3.fgg.uni-lj.si/en/>

DRUGG – The Digital Repository
<http://drugg.fgg.uni-lj.si/>

This is original version of final thesis.

When citing, please refer to the publisher's bibliographic information as follows:

Jakop, U., 2014. Postopki in vrste malih čistilnih naprav. B.Sc. Thesis. Ljubljana, University of Ljubljana, Faculty of civil and geodetic engineering. (supervisor Panjan, J., co-supervisor Krzyk, M.): 45 pp.

Archiving Date: 02-10-2014

Univerza
v Ljubljani

Fakulteta za
*gradbeništvo in
geodezijo*



Jamova 2
1000 Ljubljana, Slovenija
telefon (01) 47 68 500
faks (01) 42 50 681
fgg@fgg.uni-lj.si

UNIVERZITETNI ŠTUDIJSKI
PROGRAM PRVE STOPNJE
VODARSTVA IN
OKOLJSKEGA INŽENIRSTVA

Kandidat:

URBAN JAKOP

POSTOPKI IN VRSTE MALIH ČISTILNIH NAPRAV

Diplomska naloga št.: 34/B-VOI

PROCEDURES AND TYPES OF SMALL WASTEWATER TREATMENT PLANTS

Graduation thesis No.: 34/B-VOI

Mentor:

izr. prof. dr. Jože Panjan

Predsednik komisije:

izr. prof. dr. Dušan Žagar

Somentor:

asist. dr. Mario Krzyk

Ljubljana, 23. 09. 2014

STRAN ZA POPRAVKE

Strani z napako

Vrstica z napako

Namesto

Naj bo

IZJAVA O AVTORSTVU

Podpisani Urban Jakop izjavljam, da sem avtor diplomske naloge z naslovom: »**Postopki in vrste malih čistilnih naprav**«.

Izjavljam, da je elektronska različica v vsem enaka tiskani različici.

Izjavljam, da dovoljujem objavo elektronske različice v digitalnem repozitoriju.

Ljubljana, september 2014.

(Podpis)

BIBLIOGRASKO – DOKUMENTACIJSKA STRAN Z IZVLEČKOM

UDK:	574:628.3(497.4)(043.2)
Avtor:	Urban Jakop
Mentor:	izr. prof. dr. Jože Panjan
Somentor:	asist. dr. Mario Krzyk
Naslov:	Postopki in vrste malih čistilnih naprav
Tip dokumenta:	Diplomska naloga – univerzitetni študij
Obseg in oprema:	45 str., 4 pregl., 1 graf, 37 sl., 1 pril.
Ključne besede:	odpadna voda, čiščenje, mala čistilna naprava, vrste, tržišče, cenovni razredi

Izvleček

Zmes vodika in kisika, imenovana voda, je ključni in nenadomestljiv element za življenje. Najdemo jo namreč v vseh živih bitjih, omogoča delovanje vseh življenjsko pomembnih procesov v organizmu, poleg tega z njo zadovoljujemo naše fiziološke potrebe, vzdržujemo čistočo, higieno in jo uporabljamo za najrazličnejše tehnološke namene. Vsak od nas v povprečju porabi kar 150 litrov vode na dan, kar pomeni, da pride do velikih količin odpadne vode. Vso to vodo je potrebno pred ponovno uporabo, izpustom v tla ali v odprte vodotoke prečistiti. Za to poskrbi človek s pospešenim in kontroliranim procesom čiščenja s pomočjo **BIOLOŠKIH ČISTILNIH NAPRAV**.

V prvem delu diplomske naloge so predstavljeni vsi postopki in vrste malih čistilnih naprav, ki se uporabljajo za čiščenje odpadnih voda do 2000 PE (populacijski ekvivalent). Na kratko je opisana tudi aktualna zakonodaja, ki predpisuje kako je/bo potrebno urediti čiščenje odpadnih voda.

V drugem delu diplomske naloge sem v poplavi ponudnikov malih čistilnih naprav, ki jih je zaradi aktualnosti le-teh vse več, poskušal čim bolj sistematično pregledati tržišče v republiki Sloveniji. Prav tako sem pregledal tudi cenovne razrede malih čistilnih naprav 5–100 PE in poizkušal ugotoviti najbolj ekonomične rešitve za dane situacije.

BIBLIOGRAPHIC – DOCUMENTALISTIC INFORMATION AND ABSTRACT

UDC: 574:628.3(497.4)(043.2)
Author: Urban Jakob
Supervisor: assoc. prof. Jože Panjan, Ph.D.
Cosupervisor: asist. Mario Krzyk, Ph.D.
Title: Procedures and types of small wastewater treatment plants
Document type: Graduation thesis – University studies
Notes: 45 p., 4 tabl., 1 graph., 37 fig., 1 ann.
Keywords: Small wastewater treatment plants, types, market, pricebrackets

Abstract

A mixture of hydrogen and oxygen called water is the key and irreplaceable element for life. We find it in all living creatures and it enables the activity of all vital processes in the organism. Besides, with water we satisfy our physiological needs, we keep everything clean and hygienic and we also use it for different technical purposes. Each of us spends around 150 liters of water per day, which means that there is a lot of »wastewater«. All of this water has to be cleaned before another use, release into the soil or in the open watercourses. The cleaning provides a man with an accelerated and controlled cleaning process using biological wastewater treatment plant.

In the first part of my diploma there are presented all the procedures and types of small wastewater treatment plants, which are used for wastewater treatment up to 2000 PE (population equivalent). Briefly is also described the current law, which prescribes how it is or will be necessary to regulate wastewater treatment.

In the second part of the diploma I tried to systematically examine the market in the Republic of Slovenia. I have also reviewed the price brackets of small wastewater treatment plants from 5-100 PE and tried to find the most economical solutions for a given situation.

ZAHVALA

Za pomoč in nasvete pri izdelavi diplomske naloge, se zahvaljujem mentorju izr. prof. dr. Jožetu Panjanu in somentorju asist. dr. Mariu Krzyku.

Posebna zahvala gre tudi ge. Nataši Bele za lektoriranje in moji družini, ki me je skozi ves čas izobraževanja finančno in moralno podpirala.

KAZALO VSEBINE

STRAN ZA POPRAVKE.....	I
IZJAVA O AVTORSTVU	II
BIBLIOGRASKO – DOKUMENTACIJSKA STRAN Z IZVLEČKOM	III
BIBLIOGRAPHIC – DOCUMENTALISTIC INFORMATION AND ABSTRACT	IV
ZAHVALA.....	V
1 UVOD	1
2 PROBLEMATIKA POSELITVE V SLOVENIJI IN ZAKONODAJA	2
2.1 Direktiva EU.....	3
2.1.1 Zakonodaja vezana na MČN	3
3 MALE ČISTILNE NAPRAVE.....	4
3.1 Vrste in postopki.....	4
3.1.1 Greznice.....	4
3.1.1.1 Nepretočne greznice	4
3.1.1.2 Pretočne greznice.....	5
3.1.2 Naravni sistemi za čiščenje odpadnih vod.....	7
3.1.2.1 Lagune	7
3.1.2.2 Namakalna polja.....	8
3.1.2.3 Rastlinske čistilne naprave (RČN)	9
3.1.3 Biološke čistilne naprave.....	10
3.1.3.1 Sistem čiščenja z aktivnim blatom	10
3.1.3.2 SBR sistemi	12
3.1.3.3 MBR tehnologija	13
3.1.3.4 Sistemi s pritrjeno biomaso	14
3.1.3.5 MBBR tehnologija.....	16
3.1.4 Anaerobne čistilne naprave	17
3.2 Določitev velikosti MČN in vgradnja.....	18
4 TRŽIŠČE MČN V REPUBLIKI SLOVENIJI	19
4.1 Roto Murska Sobota	19
4.1.1 Roto čistilne naprave	19
4.1.1.1 EcoBox in RoClean	19
4.1.1.2 EcoBlue	20
4.1.1.3 Eco6.....	21
4.1.1.4 Greznice.....	21
4.2 Armex armature d.o.o, Ivančna Gorica	21

4.2.1	MČN one2clean.....	22
4.2.2	ClearFox Nature in Biorock	22
4.2.3	Klaro E Professional in Klaro Easy.....	23
4.2.4	MBR MČN SiClaro.....	24
4.2.5	Greznice	24
4.3	Zagožen d.o.o.....	24
4.3.1	MČN AQUAmax	24
4.4	Vodateh	25
4.4.1	MČN VH TECH.....	25
4.4.2	Biorock.....	25
4.4.3	Ammerman – Weber SBR.....	26
4.5	Ekokultd.o.o.....	26
4.5.1	MČN WSB® clean.....	26
4.6	F3m Levstek d.o.o.....	27
4.6.1	Diamond.....	27
4.6.2	HiPAF	28
4.7	Regeneracija d.o.o.....	29
4.7.1	MČN SBR REG	29
4.8	ProSIGMA Plus d.o.o.....	29
4.8.1	MČN Solido in MONOfluido	29
4.9	Podjetje TIMMA.....	30
4.9.1	AQUATECH.....	30
4.9.2	MČN PICOBELLS	31
4.10	Ostali ponudniki MČN.....	31
4.10.1	Čistilna naprava Rikutec in ACTIBLOC	32
4.10.2	Oxyfix® in Airoxy®	32
4.10.3	MČN AquaClean S.....	33
4.10.4	Čistilna naprava SEPARAT TP-8 in FELIX-4	33
4.10.5	Rastlinski čistilni napravi LIVIPLANT in LIMNOWET®	34
4.10.6	RČN Initram.....	34
4.10.7	Aquatech – VFL.....	35
4.10.8	MČN Klarofix in Klaropro.....	35
4.10.9	Čistilna naprava BIOCLERE EKOFINN.....	36
4.10.10	MČN Traidenis.....	36
4.10.11	Voneko ORM in Voneko AIR	37
4.10.12	Pasivna čistilna naprava FANN	37

4.11	Povzetek in pregled	38
5	STROŠKI INVESTICIJE IN CENOVNI RAZREDI	39
5.1	Cene MČN.....	40
5.1.1	MČN do velikosti 10 PE.....	40
5.1.2	Čistilne naprave od 10 do 50 PE	41
5.1.3	Čistilne naprave od 50 do 100 PE	41
6	ZAKLJUČKI	42
VIRI.....		43

KAZALO SLIK

Slika 1: Gostota poselitve po občinah (Statistični urad, 2010)	2
Slika 2: Troprekatna greznica (eRevija, 2009).....	5
Slika 3: Sistem čiščenja odpadne vode (greznica + ponikovalni vodi) (Premzl, 2001)	6
Slika 4: Laguna za čiščenje odpadne vode (egradiva)	8
Slika 5: Čiščenje odpadne vode s počasnim pronicanjem (Roš, 2001)	8
Slika 6: Rastlinska čistilna naprava (LIMNOS, 2010).....	9
Slika 7: Shema čiščenja z aktivnim blatom (Roš, 2001)	11
Slika 8: Shema oksidacijskega jarka (Kompare et al., 2007)	12
Slika 9: Filtracijska membrana (COMteh, 2014)	13
Slika 10: Precejanje (Roš in Zupančič, 2010)	14
Slika 11: Shema RBC sistema (FA Organization)	15
Slika 12: MBBR sistem z nosilcem biomase (CID, 2014)	16
Slika 13: Proces anaerobne presnove po fazah	17
Slika 14: MČN pred zasutjem (ProSigma).....	18
Slika 15: EcoBox s krmilnikom (Roto, 2013).....	20
Slika 16: RoClean s krmilnikom (Roto, 2013).....	20
Slika 17: MČN EcoBlue (Roto, 2013)	20
Slika 18: Eco6(Roto, 2013).....	21
Slika 19: Kontrolna enota one2clean (Armex, 2014).....	22
Slika 20: MČN ClearFox Nature (Armex, 2014).....	23
Slika 21: Biorock (Armex, 2014).....	23
Slika 22: Več linijski sistem za neenakomerne obremenitve (Armex, 2014)	23
Slika 23: MČN VH TECH (VODATEH, 2014)	26
Slika 24: MČN WSB® clean v betonski posodi (ekokult, 2013).....	27
Slika 25: MČN Diamond (Diamond, 2012)	28
Slika 26: Shema čiščenja HiPAF (F3m, 2013).....	28
Slika 27: MČN Solido (ProSigma).....	30
Slika 28: MČN MONOFluido (Rewatec, 2012)	30
Slika 29: Proces čiščenja v MČN BIOTIC (Timma, 2014)	30
Slika 30: Posebni nosilci biofilma- Picobells (Kleinkläranlagen, 2011).....	31
Slika 31: MČN Oxyfix MBBR (IPI, 2013)	33
Slika 32: Prerez MČN Felix-8 (SEPARAT, 2007)	34
Slika 33: MČN Separat TP-8 (SEPARAT, 2007)	34
Slika 34: Shema RČN Limnowet (Limnowet, 2014)	35
Slika 35: Pršenje onesnažene vode na nosilce HUFO (Sezam)	36
Slika 36: Drenažna cev z inf. moduli FANN (Prowatech).....	37
Slika 37: Čistilna naprava velikosti 100 PE (Regeneracija, 2013).....	41

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1 - mejne vrednosti	3
Preglednica 2: Ponudba MČN AQUAmax glede na velikost (PE) s pripadajočimi parametri (Zagožen, 2014).....	25
Preglednica 3: Učinki čiščenja MČN Ammermann (VODATEH, 2014)	26
Preglednica 4: Obratovalni in vzdrževalni stroški na PE za 25 let obratovanja (Kompore et al., 2007).	39

KAZALO GRAFIKONOV

Grafiikon 1: MČN po različnih tehnologijah čiščenja.....	38
--	----

OKRAJŠAVE

KRATICA

POMEN

BPK

Biokemijska potreba po kisiku

BPK₅

Biokemijska potreba po kisiku v petih dneh

KPK

Kemijska potreba po kisiku

MČN

Mala čistilna naprava

MBBR

Mikroorganizmi priraščeni na mobilnih nosilcih

MBR

Membranski biološki reaktor

RČN

Rastlinska čistilna naprava

SBR

Sekvenčni biološki reaktor

TOC

Celotni organski ogljik (Total Organic Carbon)

1 UVOD

Odvajanje oz. kanaliziranje, kasneje tudi čiščenje odpadnih voda, je tesno povezano s stopnjo razvoja civilizacije. Skozi zgodovino lahko namreč vidimo, da so razvitejša civilizacije oz. družbe že od nekdaj skrbele za odvajanje fekalij in druge odpadne vode. Tako so osnovni sistem odvajanja poznali že v starodavni Mezopotamiji, kjer so preko jaškov odpadno vodo vodili v greznice. Podobne sisteme so poznali tudi antični Grki, Rimljani ... Modern sistem kanaliziranja pa se je pojavil nekje v sredini 19. stoletja, kot odgovor na veliko poslabšanje sanitarnih razmer, zaradi urbanizacije in povečanja težke industrije.

Z nadaljnjim razvijanjem družbe in zavedanjem pomena ohranjanja čiste pitne vode, se je povečevala tudi skrb za ravnanje z odpadno vodo. Tako so se pojavile prve čistilne naprave. Človeštvu je namreč na voljo manj kot 1 % vse sladke vode na svetu, ki se lahko potencialno uporablja za oskrbo prebivalstva. Z neodgovornim ravnanjem bi tako lahko hitro ostali brez nje, s tem bi ogrozili naše zdravje in kakovost življenja. Osnovni cilj čiščenja odpadnih voda je predvsem, da vodo očistimo do te mere, da pri izpustu nima škodljivih učinkov na okolje. S tem recikliramo in pridobimo nazaj koristne sestavine odpadne vode. Tudi Evropska unija (EU) se je na veliko lotila tega problema. Med svoje prioritete je uvrstila, da morajo vse članice urediti sistem kanalizacije do leta 2017 (o tem nekoliko več v nadaljevanju). To pomeni, da do nekontroliranih izpustov odplak ne bi več prihajalo, tudi s pomočjo individualnih čistilnih naprav. S tem nas skuša EU prisiliti v ekološka ravnanja in poskrbeti za varno okoljsko prihodnost.

Eden izmed načinov ekološkega ravnanja in zaščite voda je tudi uporaba malih čistilnih naprav (v nadaljevanju MČN) tam, kjer priključitev na javno kanalizacijsko mrežo ni mogoča. MČN ni nič drugega kot človekov izdelek, ki posnema naravne procese samoočiščenja v vodotokih, le da so ti procesi bolj intenzivni in je zato potreben krajši čas čiščenja. MČN uporabljamo za čiščenje gospodinjskih odpadnih vod, ki so sestavljene iz fekalne ter sive odpadne vode. Sivo odpadno vodo predstavlja odpadna voda, ki nastane ob umivanju, lahko pa vključuje tudi odpadno vodo iz gospodinjstev (kuhinjska odpadna voda, voda iz strojev za pranje in pomivanje posode ...). MČN se uporabljajo v hišah ali drugih stanovanjskih objektih, gostinskih in gospodarskih objektih. Niso pa namenjene čiščenju industrijskih odpadnih voda.

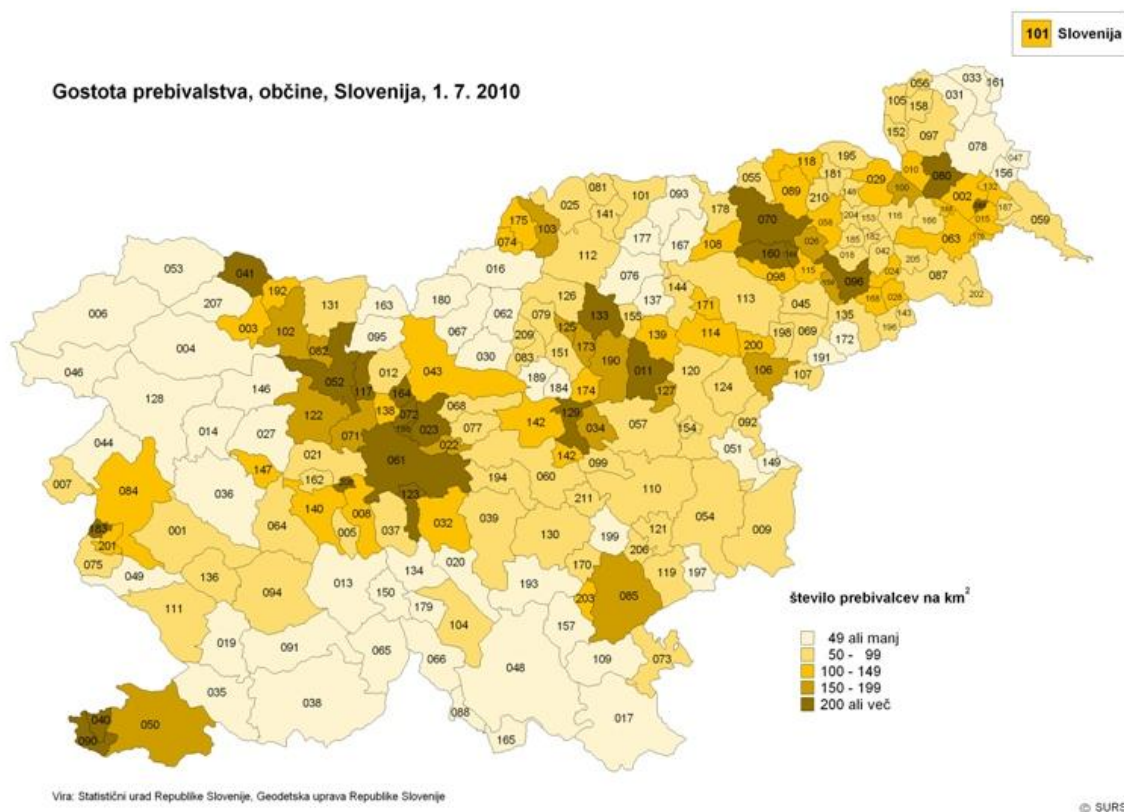
Diplomsko delo bi lahko prišlo prav predvsem ljudem, ki bodo po zakonu morali urediti čiščenje odpadnih voda z MČN. Teh je v Sloveniji kar veliko, saj je Slovenija zaradi svoje razpršene poselitve specifična država. Za dobršni del je tako značilna redka poselitev, v tem primeru pa se je največkrat potrebno zateči prav k uporabi MČN. Prav to je nekako cilj te diplomske naloge, približati ljudem problematiko čiščenja odpadnih voda, jih izobraziti o vrstah in postopkih čiščenja ter jim ne nazadnje s pregledom tržišča olajšati izbiro ponudnika MČN.

2 PROBLEMATIKA POSELITVE V SLOVENIJI IN ZAKONODAJA

Kot sem že omenil, je za Slovenijo značilna razpršena in redka poselitev. Večja gostota prebivalstva je v urbanih središč, v težje dostopnih, razgibanih območjih pa je poselitev redkejša. Vse to je posledica naravnih in družbenih dejavnikov, od katerih izstopata površje in podnebje. Takšna razpršenost poselitve pa narekuje drugačen pristop k odvajanju in čiščenju odpadnih voda, kot jih predvideva EU in kot smo jih v Sloveniji sicer tudi povzeli v ustreznih predpisih – najbolj relevantna je Uredba o emisiji snovi pri odvajanju odpadnih vod iz komunalnih ČN, ki opredeljuje le čistilne naprave nad 2000 PE (Kompore et al., 2007). Poleg pomanjkljive in nedorečene zakonodaje, so problemi redke poseljenosti glede odvajanja odpadne vode tudi:

- visoki obratovalni stroški na prebivalca,
- visoka investicijska sredstva na prebivalca v izgradnjo čistilnih sistemov,
- omejen proračun za obratovanje in vzdrževanje ČN,
- problem odvoza odvečnega blata.

Prav zaradi zgoraj navedenih problemov, predstavlja gradnja MČN eno od pomembnih možnosti in načinov zagotavljanja ustreznega čiščenja odpadnih voda v Sloveniji. Še posebno moramo biti pozorni na varovanje podzemne vode, saj pri nas oskrba z vodo večinoma temelji na podtalnici. To je v Sloveniji kar dobro urejeno z različnimi mehanizmi zaščitnih ukrepov, ki so odvisni od vodovarstvenega režima.



Slika 1: Gostota poselitve po občinah (Statistični urad, 2010)

2.1 Direktiva EU

V skladu z zakonodajo EU morajo biti do leta 2015 na vodovarstvenem in leta 2017 na ostalih področjih vsi objekti priključeni na kanalizacijo ali mora biti zagotovljeno lastno čiščenje odpadnih voda. Direktivam EU zadošča tudi gradnja MČN na mestih, kjer gradnja centralnega kanalizacijskega sistema ni mogoča oz. ni ekonomsko opravičljiva. Prav tako je dovoljeno zbiranje odpadnih voda v nepropustnih greznicah, vendar so sami stroški takšne rešitve bistveno večji.

2.1.1 Zakonodaja vezana na MČN

Slovenska zakonodaja je, kot zakonodaja vsake države članice EU, vezana na zakonodajo Evropske skupnosti, ki je izdala vrsto direktiv, ki jih z leti dopolnjuje in spreminja. Poleg splošnejših zakonov in pravilnikov, ki jih poznamo v okviru čiščenja in ravnanja z odpadno vodo, je neposredno na MČN vezana že zgoraj omenjena uredba:

- **Uredba o emisiji snovi pri odvajanju odpadne vode iz malih komunalnih čistilnih naprav (Uradni list RS, št. 98/2007)**

Ta uredba določa posebne zahteve v zvezi z emisijo snovi pri odvajanju odpadnih vod iz malih komunalnih čistilnih naprav:

- mejne vrednosti parametrov odpadne vode,
- posebne ukrepe v zvezi z odvajanjem odpadne vode iz malih komunalnih čistilnih naprav glede na občutljivost vodnega okolja in
- posebne zahteve v zvezi z nadzorom obratovanja malih komunalnih čistilnih naprav in izvajanjem prvih meritev in obratovalnega monitoringa emisij malih komunalnih čistilnih naprav.

V standardu **SISTEN 12566** pa so določene tudi točne vrednosti parametrov, ki jih odpadna voda še lahko vsebuje pred izpustom:

Preglednica 1 - mejne vrednosti

Parameter	Zakonsko določena mejna vrednost v mg/l
BPK ₅	30
KPK	150
NH ₄ -N	10
TOC	30
Usedljive snovi	0,3

- BPK₅ (biokemijska potreba po kisiku v petih dneh) – izraža se kot količina kisika, ki ga porabijo mikroorganizmi pri razgradnji organskega onesnaženja v odpadni vodi v petih dneh. BPK ni odvisna samo od količine in koncentracije organskih snovi, ampak tudi od števila in aktivnosti mikroorganizmov, temperature, turbulence (Kolar, 1983)... Izraža se v mgO₂/l.
- KPK (kemijska potreba po kisiku) – je merilo za organsko onesnaženje vode. Je parameter, ki pove količino kisika, potrebno za kemijsko oksidacijo organskega onesnaženja v odpadni vodi. Za določevanje KPK je na voljo več oksidantov: KMNO₄, K₂Cr₂O₇ in NaOCl (Kolar, 1983).
- NH₄ (amonijev dušik, v vodi vezan amonijak)
- TOC (celotni organski ogljik) – predstavlja koncentracijo organskih snovi v vodi.
- PE (populacijski ekvivalent) – enota za obremenjevanje vode, določena s predpisom, ki ureja emisijo snovi in toplote pri odvajanju odpadnih vod v vode in javno kanalizacijo (2. člen Uredbe).

3 MALE ČISTILNE NAPRAVE

Zaščita voda in s tem skrb za odpadno vodo predstavlja v sodobni družbi poleg zaščite zraka in gozdov eno izmed najpomembnejših nalog za zagotavljanje trajnostnega življenja. To pomeni, da ne želimo zagotoviti zdravja in kakovosti življenja le današnjim generacijam, ampak predvsem generacijam, ki še prihajajo. Zaščita voda se lahko začne že takoj pri viru onesnaženja, doma ali v industriji. Veliko snovi, kot so razni trdni odpadki, olja, lahko zadržimo in s tem že sami poskrbimo za ohranjanje narave. Kljub vsemu se v odpadni vodi vedno nahaja določen procent onesnaženja. Zato je za ohranjanje ravnovesja v naravi odpadne vode pred izpustom potrebno prečistiti. Največkrat to storimo s kombinacijo ločenih procesov, kot so kemijski, fizikalni in biološki postopki, odvisno predvsem od vrste odpadne vode. Za čiščenje komunalne odpadne vode, ki predstavlja velik del onesnaženja, so s svojimi ekonomskimi in ekološkimi prednostmi zelo primerne MČN.

MČN je v 2. členu uredbe določena kot:

»1. mala komunalna čistilna naprava je naprava za čiščenje komunalne odpadne vode z zmogljivostjo čiščenja manjše od 2000 populacijskih ekvivalentov, v kateri se komunalna odpadna voda zaradi njenega čiščenja obdeluje z biološko razgradnjo na naslednji način:

- s prezračevanjem v naravnih ali prezračevalnih lagunah v skladu s standardom SIST EN 12255 – 5;
- v bioloških reaktorjih s postopkom z aktivnim blatom v skladu s standardom SIST EN 12255 – 6;
- v bioloških reaktorjih s pritrjeno biomaso v skladu s standardom SIST EN 12255 – 7;
- z naravnim prezračevanjem s pomočjo rastlin v rastlinski čistilni napravi z vertikalnim tokom.«

3.1 Vrste in postopki

3.1.1 Greznice

Greznice predstavljajo zastarel način zbiranja in/ali čiščenja komunalne odpadne vode. Veljajo za predhodnika MČN. Nahajajo se pod površjem zemlje in so lahko krožne ali pravokotne oblike. V grobem jih delimo na nepretočne (3.1.1.1) in pretočne greznice (3.1.1.2).

3.1.1.1 Nepretočne greznice

Glavna značilnost nepretočnih greznic je njihova konstrukcija, ki je brez iztoka. Zato služijo le za zbiranje in zadrževanje odpadne vode. Čiščenje, tako mehansko kot biološko, pa v njih ne poteka. Zato tu ne gre za MČN, ampak za preproste zbiralnike. Dobra lastnost nepretočne greznice je, da zaradi svoje neprepustne konstrukcije in nepretočnosti neposredno ne povzroča škode okolju. Prav tako potrebuje minimalno vzdrževanje, saj ne vsebuje posebnih naprav za obratovanje. Potrebna ni niti kontrola kvalitete vode. Vendar pa je velika pomanjkljivost nepretočnih greznic potreba po pogostem praznjenju in s tem povezani visoki stroški odvoza. Tako predstavlja takšen način ravnanja z odpadno vodo najdražjo rešitev in se uporablja le v primerih, ko ni mogoča nobena druga rešitev.

Nepretočne greznice bodo po zakonodaji po 31.12.2017 le še pogojno dovoljene, in sicer na mestih, kjer velja prepoved odvajanja v vode (vodovarstveno območje) in v primeru posebnih razmer, ki lahko negativno vplivajo na delovanje MČN (geografske razmere, nestalno naseljene stavbe...). Da nekdo postane lastnik nepretočne greznice, mora najprej oddati dokazila:

- izdano soglasje za nepretočno greznico,
- dokazilo, da je nepretočna greznica zgrajena po gradbenih predpisih in dokazilo o vodotesnosti greznice,
- da je minimalna prostornina nepretočne greznice 6 m³ ali najmanj 3 m³ po osebi,
- da so v greznico speljane samo komunalne odpadne vode iz gospodinjstva. (VO-KA)

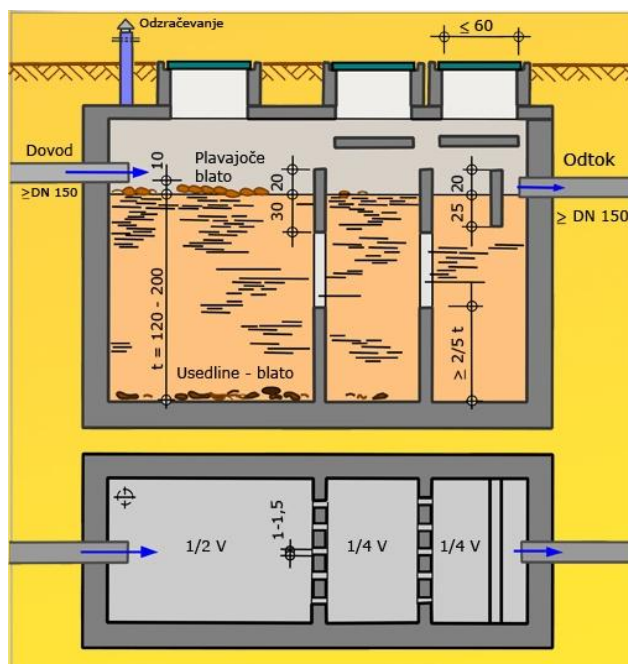
3.1.1.2 Pretočne greznice

Uporaba pretočnih greznic je veliko bolj sporna od uporabe nepretočnih. Povzroča namreč potencialne nevarnosti onesnaževanja okolja, saj se obdelana voda iz greznice odvaja v okolje. Tako so tudi zakonsko pretočne greznice obravnavane strožje. Uporaba je dovoljena le, če je bila v uporabi že konec leta 2007. Poleg tega je uporaba dovoljena le do leta 2015 na občutljivih in do leta 2017 na ostalih območjih.

Pretočna greznica je običajno dvo - ali večprekatni bazen za zbiranje komunalnih odpadnih vod iz objektov, ki niso priključeni na javno kanalizacijo. Služi za zadrževanje trdnih delcev iz odpadne vode in anaerobno čiščenje (Dular, M., 1997, cit. po Premzl, B., 2001).

Odpadna voda po kanalih priteče do pretočne greznice, kjer se s pretakanjem skozi več prekatov mehansko očisti. V prvem prekatu pride najprej do sedimentacije usedljivih trdnih delcev, ki z odpadno vodo pritečejo v greznico. Ti na dnu tvorijo plast sedimenta oz. blata. Čim boljše in hitrejše usedanje snovi dosežemo s pravilno izbiro elementov konstrukcije greznice (oblika, velikost odprtin, postavitev prekatov...). S tem je pretok vode v greznici dovolj upočasnjjen in ne prihaja do turbulenc, ki bi lahko dvigovale usedlo blato. V prvem prekatu se nakopiči največ usedlega blata in v njem je plavajoča skorja tudi najdebelejša. V naslednjih prekatih je teh snovi vedno manj in pri večprekatnih greznicah je zadnja komora praviloma brez skorje in usedlin (Kompore et al., 2007). Ostali, lahki materiali na površju tvorijo plast pene. Seveda je potrebno zagotoviti takšne povezave med posameznimi prekati, da ne prihaja do napredovanja blata in drugih plavajočih delcev v naslednje prekate. To največkrat storimo z uporabo tako imenovanih T-cevi.

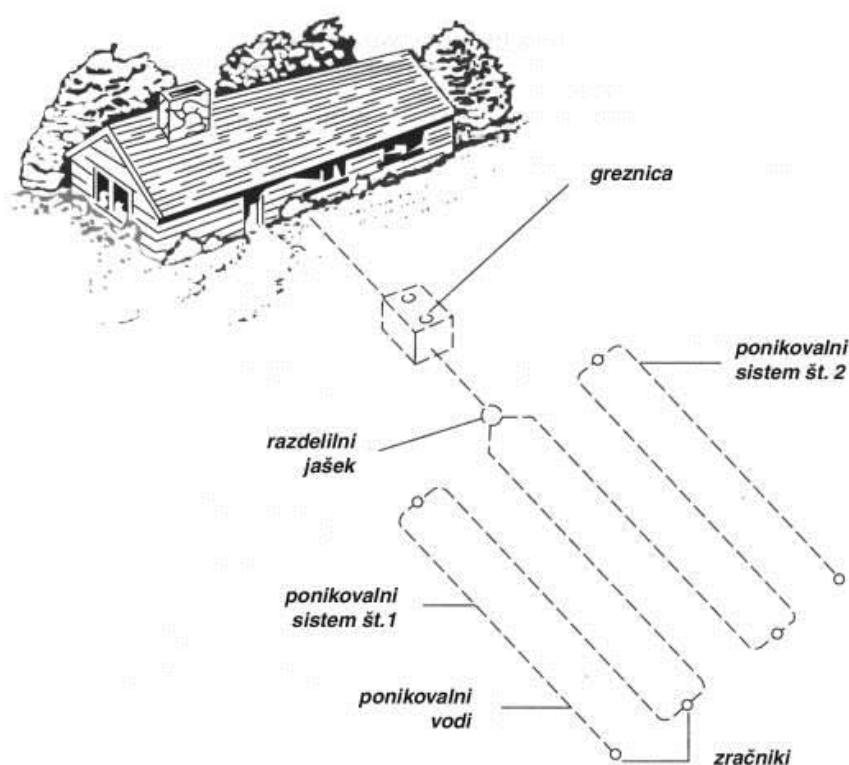
Med pretakanjem prihaja tudi do biološkega čiščenja is sicer z anaerobno redukcijo oz. gnitjem organske snovi. Do teh procesov prihaja predvsem ponoči, ko je dotok v greznico minimalen. Organska, usedla snov je podvržena procesu anaerobnega razkroja, ki to snov spremeni v stabilnejše komponente in pline. Med njimi so ogljikov dioksid (CO_2), metan (CH_4) in vodikov sulfid (H_2S). Vzoredno se količina oz. volumen blata kontinuirano zmanjšuje. Kljub vsem procesom, ki se poleg usedanja odvijajo v greznici, pretočne greznice ne nudijo zadostnega čiščenja odpadne vode, da bi se ta lahko varno izpustila v okolje. Razlog je predvsem mešanje sveže odpadne vode z že nagnito vodo, kar predstavlja nagnit in smrdljiv iztok iz greznice.



Slika 2: Troprekatna greznica (eRevija, 2009)

Tako je za varen izpust v okolje to vodo potrebno še dodatno prečistiti. To največkrat storimo z uporabo še drugih oblik čiščenja, med katere spadajo: **ponikovalni vodi, filtrski jarki in ponikovalnice**. Gre za postopke čiščenja odpadne vode v tleh, poleg tega pa s hranljivimi snovmi, ki jih voda vsebuje (dušik, fosfor), izboljšamo kvaliteto tal ter s tem spodbudimo rast rastlin.

Ponikovalni vodi so neposredno povezani z greznico, preko katere se vanje steka že delno očiščena odpadna voda. Ta voda nato preko drenažnih cevi, ki so položene na plast finega proda, pronica skozi prod v zemljino in se tako samoočisti. Vodi se nahajajo v vrhnjem sloju zemljišča, nekje na globini od 0,5 do 0,6 m in vsaj 0,6 m nad najvišjim nivojem podtalnice (Tchobanoglous G., 1991, cit. po Premzl, B., 2001). V tej globini so namreč najboljši pogoji za življenje mikroorganizmov, ki so ključni za razkroj organskih snovi v odpadni vodi. Sloj biomase, ki skozi metabolične procese nastaja na površju zemljine, postaja skozi čas vedno debelejši. Izток iz greznice skušamo zato po ponikovalnem vodu razliti v tanki plasti, da ne pride do prenasičenja.



Slika 3: Sistem čiščenja odpadne vode (greznica + ponikovalni vodi) (Premzl, 2001)

Podoben sistem čiščenja odpadne vode iz greznice so tudi filtrski jarki, ki pa se uporabljajo tam, kjer so tla manj prepustna. Voda se spelje v vode, ki so položeni po površini. Skozi njih ponika v nižje ležečo filtrsko plast. Pri tem se med procesom ponikanja v pretežno aerobnem biološkem postopku še dodatno očisti, nakar se zbira v globlje ležečih vodih, od tam pa je speljana v vodotok (Kompare et al., 2007).

Pri ponikovalnicah odpadna voda iz greznice ponika točkovno. Uporablja se tam, kjer ni vodotoka, saj je biološka razgradnja pri ponikovalnicah minimalna in bi lahko prišlo do onesnaženja. Prav tako je odpadna voda neuporabna. Vse vrste čiščenja z uporabo greznic so primerne le tam, kjer s ponikanjem odpadne vode ne moremo škodovati vodnemu telesu. Na vodovarstvenih območjih ali krasu je potrebna višja stopnja čiščenja, ki je dosežena s sistemi prikazanimi v naslednjih podnaslovih.

3.1.2 Naravni sistemi za čiščenje odpadnih vod

Naravni sistemi, kot so lagune (3.1.2.1) in namakalna polja (3.1.2.2), se uporabljajo za čiščenje odpadnih vod iz manjših gručastih naselij, kjer je lahko na en sistem povezanih tudi nekaj sto bližnjih hiš. Primerni so tudi za uporabo v turističnih središčih, kjer je dotok odpadne vode običajno neenakomeren.

3.1.2.1 Lagune

Lagune so običajni plitvi bazeni, ki so v celoti zgrajeni v zemlji (Roš in Zupančič, 2010). Novejše lagune vsebujejo umetne pregrade in talne obloge, lahko pa so iz povsem naravnih materialov. Gre za princip naravnega, biološkega čiščenja s pomočjo mikroorganizmov. Lagune za boljše delovanje zgradimo v serijah oz. vrstah. Glede na vtok odpadne vode so lahko povezane vzporedno ali zaporedno. Lahko pa jih povežemo na oba načina, tako da sta dve vezani vzporedno in tretja zaporedno. V prvi oz. primarni laguni poteka usedanje in anaerobna razgradnja trdnih organskih snovi. V sekundarni laguni pride do aerobne oksidacije organske snovi. Posledica je zmanjšanje BPK in suspendiranih snovi. V zadnji laguni, ki jo imenujemo tudi polirna laguna, se izvajajo še dodatna čiščenja. V njej je vsebnost organskih in suspendiranih snovi minimalna. Lagune pa razdelimo tudi glede na količino in porazdelitev vnesenega kisika.

Neprežračene so lagune, ki za svoje delovanje ne potrebujejo dodatnega kisika. Lahko so aerobne, anaerobne ali fakultativne (imajo aerobno in anaerobno plast) (Roš in Zupančič, 2010). Razgradnja organskih snovi poteka s pomočjo bakterij. Aerobne bakterije, ki za razgrajevanje potrebujejo zrak, dobijo zrak z naravnim prenosom na površini in s fotosintezo alg.

V **aerobnih lagunah** se organske snovi razgrajujejo s pomočjo mikroorganizmov ob prisotnosti raztopljenega kisika (Roš in Zupančič, 2010). Količina potrebnega raztopljenega kisika se regulira s turbulenco na površini lagune. Globina aerobnih lagun lahko sega tudi do 2,5 m.

V **anaerobnih lagunah**, kot že samo ime pove, ni prisotnega kisika. Bakterije v njih proizvajajo metan (CH_4) in vodikov sulfid (H_2S). Na pretvorbo organskih kislin v metan in CO_2 z metanogenimi bakterijami vplivajo raztopljeni kisik, pH in temperatura (Roš and Zupančič, 2010). Namenjene so predvsem grobem čiščenju. Globina je običajno 3 m.

Večina lagun je **fakultativnih**. So nekakšna mešanica med aerobnimi in anaerobnimi lagunami. Ob vstopu odpadne vode v laguno se težje snovi usedejo na dno, kjer jih najprej stabilizirajo anaerobne bakterije. Gre za postopek, kjer kislinske in metanogene bakterije organsko snov razgradijo v topne snovi (maščobne kisline) in kasneje naprej v pline (CO_2 , amonijak (NH_3), H_2S in metan (CH_4)). Te snovi so nato poleg topnih organskih snovi iz surove odpadne vode hrana aerobnim bakterijam. Tvorijo se nekatere inertne snovi, raztopljeni sulfat, nitrat, fosfat in ogljikove spojine, ki so vir energije za anaerobne bakterije (Roš, 2001).

Poznamo še tako imenovane **prežračevane lagune**, v katere raztopljeni kisik dovajamo s pomočjo mehanskih prežračevalnikov ali difuzorjev. Zaradi tega so lahko tudi mnogo globlje od neprežračenih, tudi do 4,5 m.

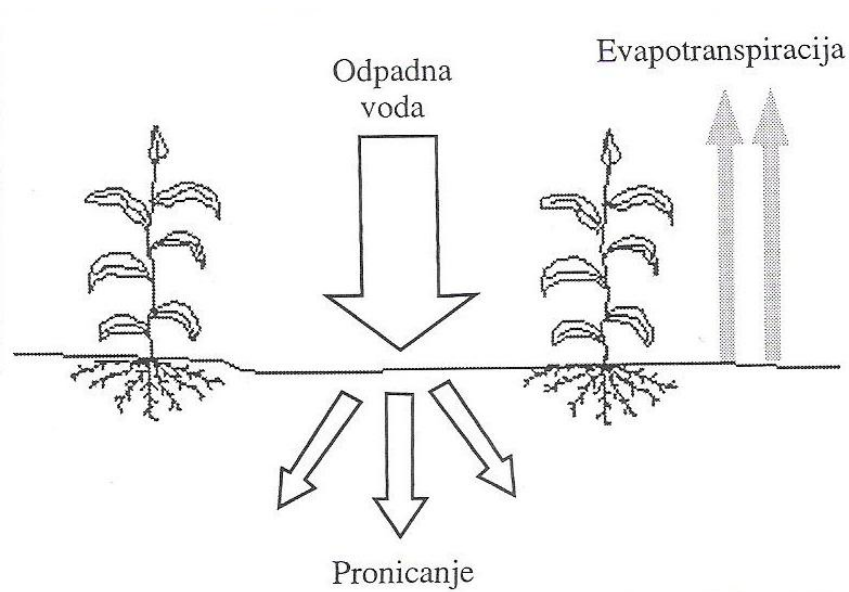


Slika 4: Laguna za čiščenje odpadne vode (egradiva)

3.1.2.2 Namakalna polja

Namakalna polja so sistem čiščenja odpadne komunalne vode s fizikalnimi, biološkimi in kemijskimi procesi. Voda pronica skozi plasti rastlin in zemljin ter se tako zadostno očisti. Uspeh čiščenja odpadne vode je odvisen od zgradbe in sestave zemlje, prepustnosti, infiltracije vode in kapacitete ionske izmenjave (Roš in Zupančič, 2010). Onesnažene odpadne snovi se filtrirajo skozi zemljino in se ob prisotnosti dežja ali podtalnice redčijo. Tako sta glavna procesa adsorpcija in usedanje. Potekajo tudi biološki procesi, preko katerih se organska snov različno hitro razgrajuje, odvisno predvsem od temperature okolja.

Sposobnost zemlje za čiščenje odpadne vode je omejena z obremenitvijo z dušikom in fosforjem, nato z vodo, ki vsebuje potencialno strupene snovi, odvisna pa je tudi od adsorpcijskega razmerja natrija do zemlje (Roš, 2001). Zaradi teh omejitev, ki nam jih pri čiščenju daje zemlja, je potrebno hidravlično načrtovanje obremenitve, s pomočjo katerega se določi velikost oz. površino namakalnega polja. V splošnem poznamo: čiščenje s počasnim in hitrim pronicanjem na namakalnem polju ter čiščenje s tokom vode preko zemlje.



Slika 5: Čiščenje odpadne vode s počasnim pronicanjem (Roš, 2001)

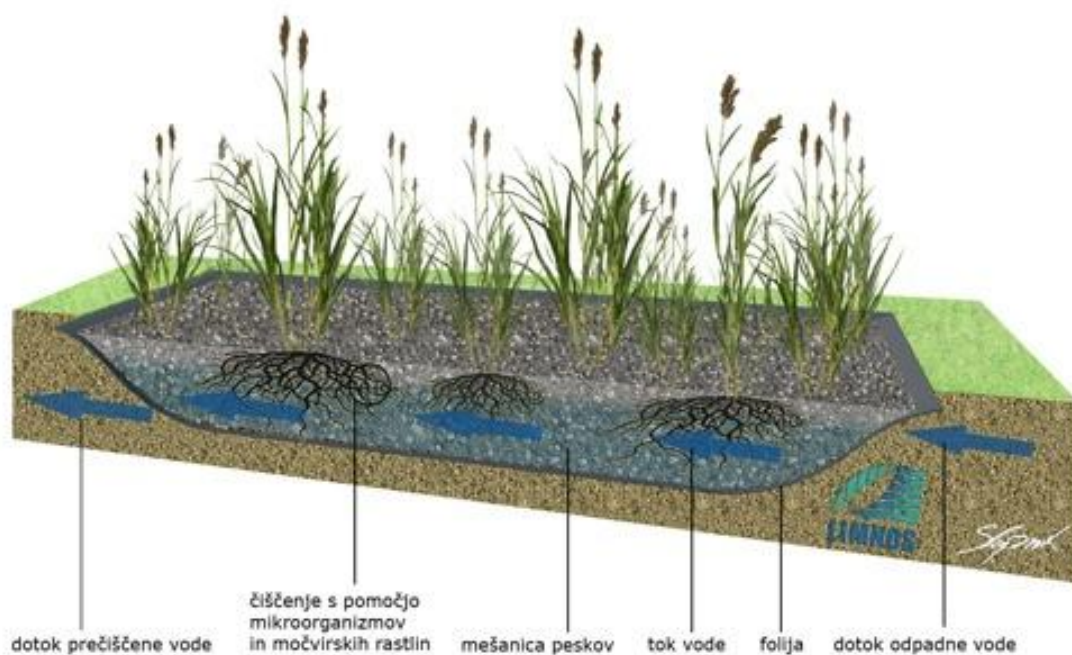
3.1.2.3 Rastlinske čistilne naprave (RČN)

RČN predstavlja sistem čiščenja odpadne vode podoben kot pri namakalnih poljih s tokom vode prek zemlje. Razlika je predvsem v izbiri zemljine (substrat) ter rastlin (višje rastline) in predstavlja tehnično bolj dovršeno možnost. Uporablja se predvsem tam, kjer gradnja drugih čistilnih naprav ni okoljsko, tudi stroškovno sprejemljiva.

RČN posnemajo naravne samočistilne procese v močvirjih in lahko postanejo življenjski prostor živalim. Glavni element RČN je prodnata posteljica, na katero posadimo rastline. Izbira rastlin je odvisna od njihovih zmožnosti porabe težkih kovin. Pogosto se uporabljajo rogoz, vodna leča in v zadnjem času tudi mrzličnik in viseča trava. Odpadna voda se pretaka skozi mokrišče, ki služi kot nekakšen biofilter. S pretakanjem se iz vode odstranijo razna onesnaževala in sedimenti. Organske snovi pa razgrajujejo bakterije, ki se razvijejo na vegetaciji v RČN. Ti procesi očistijo približno 90 % onesnažene odpadne vode, med tem ko ostalih 7 do 10 % onesnaženja (dušik, fosfor) porabijo rastline za rast. Priporočljivo je, da se pred RČN z greznico ali anaerobno laguno že izvede določena stopnja čiščenja.

Glede na tok vode poznamo dve vrsti RČN, in sicer naprave s površinskim tokom, ki so podobne naravnim mokriščem, in naprave s podpovršinskim tokom. Pri napravah s podpovršinskim tokom vode teče odpadna voda (paralelno s površino ali vertikalno) skozi pesek in imajo zato boljši učinek čiščenja za organsko onesnaženja in dušik. Prav tako ta vrste RČN privablja manj mrčesa, ki je lahko velika nadloga pri RČN, zahtevajo tudi manjšo površino zemljišča. So pa seveda zato nekoliko dražje, omejen je tudi sam nadzor čiščenja.

RČN so v primerjavi z drugimi sistemi za čiščenje poceni, tako za gradnjo kot tudi za vzdrževanje. Za delovanje potrebujejo malo ali celo nič energije. Sam izgled lahko predstavlja nek estetski dodatek, tudi na težje dostopnih mestih. Veljajo za okolju prijazno tehnologijo. Najbolj važno pa je, da čistijo odpadno vodo v skladu s predpisi in s tem pomagajo zaščititi vodne vire. Poleg vseh dobrih lastnosti pa imajo tudi nekaj minusov. Zahtevajo velike površine, potrebno je daljše obdobje za optimalno delovanje RČN, so manj predvidljive od drugih čistilnih naprav. Niso primerne za čiščenje odpadnih voda, ki vsebujejo visoke koncentracije onesnaževal.



Slika 6: Rastlinska čistilna naprava (LIMNOS, 2010)

3.1.3 Biološke čistilne naprave

Izbira biološke male, tudi mikro (pod 50 PE), čistilne naprave predstavlja v današnjem času najpogostejšo in velikokrat tudi najboljšo rešitev za čiščenje komunalne odpadne vode. Je najbolj primerna rešitev za ljudi, ki zaradi različnih razlogov nimajo možnosti priključitve na javno komunalno omrežje. Predstavljajo visoko stopnjo čiščenja, zato se lahko uporabljajo tudi na vodovarstvenih območjih in krasu. Tu mora biti odpadna voda za izpust očiščena do te mere, da ne prihaja do onesnaženja vodnih virov in predvsem podtalnice, ki predstavlja glavni vir pitne vode. Uporablja se lahko za samostojne hiše (eno gospodinjstvo) kot tudi za celotno manjše naselje. V osnovi je postopek čiščenja v biološki ČN podoben samoočiščenju, ki poteka v naravi. Le da gre tu za tehnično izpopolnjene in intenzivirane postopke čiščenja odpadne vode.

3.1.3.1 Sistem čiščenja z aktivnim blatom

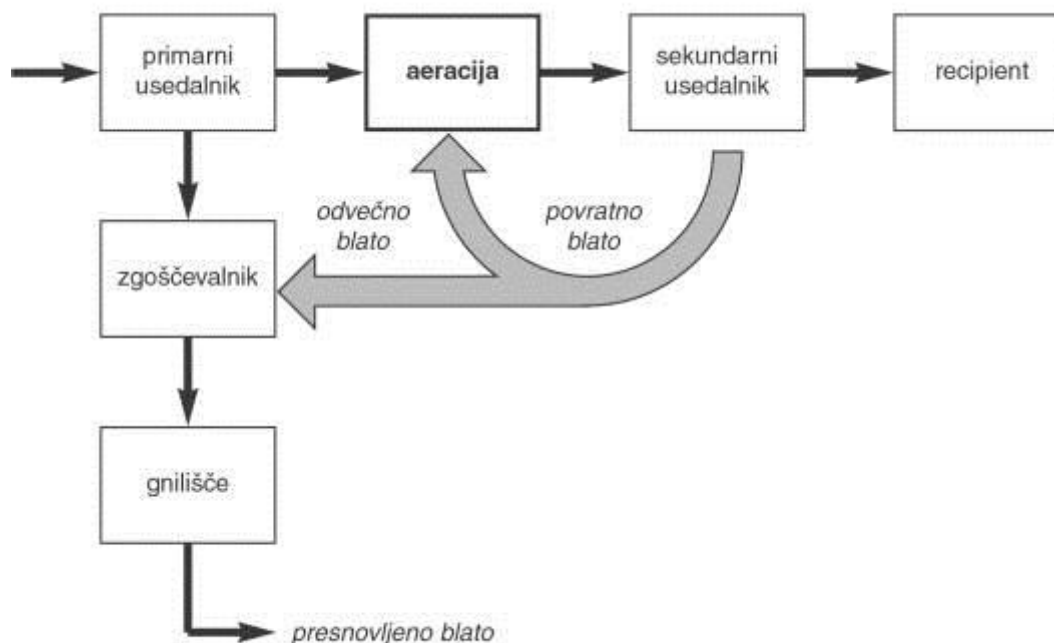
Gre za postopek čiščenja z razpršeno (suspendirano) biomaso, ki za svoje delovanje porablja kisik (aerobno). Postopek z aktivnim blatom je najbolj razširjen proces za odstranjevanje raztopljenih snovi, drobnih neraztopljenih snovi in koloidnih organskih onesnaževal iz odpadne vode (Roš, 2001). Predvsem v zadnjem času pa se uporablja tudi za nitrifikacijo in denitrifikacijo z možnostjo odstranitve fosforjevih kislin. Za pravilno delovanje sistem potrebuje vzdrževanje in velike količine kisika, ki se največkrat vnaša z mehanskim prezračevanjem.

Ključna elementa za delovanje sta aeracijski bazen oz. prezračevalnik, tudi biološki reaktor ter sekundarni usedalnik. Lahko pa se pred čistilno napravo z aktivnim blatom uporabi še primarni usedalnik, v katerem se večji delci usedejo na dno in služi kot mehanska stopnja čiščenja.

Surova odpadna voda ali že mehansko očiščena voda priteka v prezračevalnik, kjer se običajno preko kompresorja dodaja zrak. Dodatni zrak ustvari ugodne pogoje za razvoj velikega števila bakterij. V prezračevalniku nato preko mikroorganizmov poteka razgradnja onesnaženja (biološke reakcije), ki se pretvarja v celično maso (biomaso), vodo in CO₂. Mikroorganizmi iz organskih raztopljenih delcev tvorijo kosme. Tako nastala mešanica odteka v usedalnik, kjer se ti kosmi pričnejo usedati.

Voda se počasi bistri in odteka, zato temu usedalniku pravimo tudi bistrilnik. V bistrilniku, ki je običajno krožne oblike, so zagotovljeni takšni pogoji, ki omogočajo učinkovito usedanje in ločevanje trdnih delcev od tekočine. Določeno koncentracijo usedlega aktivnega blata vzdržujemo in jo z recirkulacijo vračamo nazaj v prezračevalnik. Blato namreč vsebuje mikroorganizme, ki so potrebni za biokemične procese, preko katerih se odpadna voda očisti. V procesu čiščenja poteka neprestano proizvodnje mikroorganizmov, zato je potrebno višek aktivnega blata odstraniti iz procesa. Odvečno blato lahko odstranimo tako iz prezračevalnika, kot tudi iz bistrilnika.

Za čiščenje odpadne vode z aktivnim blatom sta ključna dva procesa. Pri prvem procesu se pri porabi kisika del snovi razgradi iz visoko v nizkoenergetske substance. Med te substance spadajo H₂O, CO₂, nitrat, sulfat... . Pri drugem procesu se del snovi spremeni v biomaso, ki se kasneje odstrani kot odvečno blato. Prečiščena voda iz sekundarnega usedalnika oz. bistrilnika odteka na nadaljne čiščenje, če je to potrebno. Lahko pa odteka kar direktno v reke, morja in tudi ponikovalnice. Kvaliteta prečiščene vode je odvisna predvsem od dobrega usedanja biološkega blata in razgradnje substrata v reaktorju. Pomembna pokazatelj razgradnje in s tem čiščenja vode sta BPK₅ in KPK, katerih vrednost z razgradnjo pada. Kar do 98 % organske obremenitve se pri čiščenju z aktivnim blatom pretvori v novo biomaso.



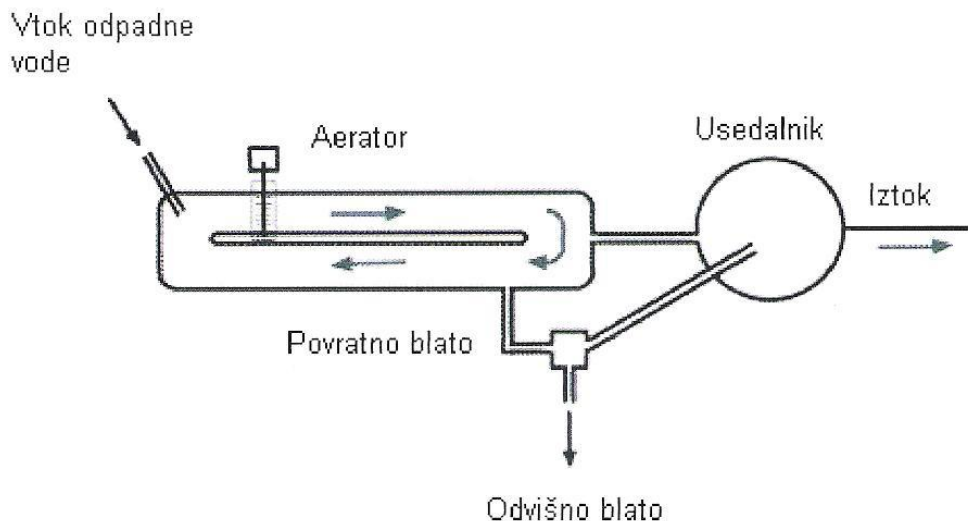
Slika 7: Shema čiščenja z aktivnim blatom (Roš, 2001)

Običajno čiščenje z aktivnim biološkim blatom, kjer se uporablja le en aeracijski bazen, zadostuje za biološko odstranjevanje onesnaženja. Tako očiščena odpadna voda spada v II. stopnjo čiščenja. Če pa želimo vodo prečistiti do III. stopnje, je potrebno izločiti še dušik in fosfor. To storimo s kontinuiranim pretakanjem vode v sistemu skozi več bazenov oz. reaktorjev. Takemu sistemu čiščenja z aktivnim blatom pravimo **kontinuirani procesi**. Vsak izmed reaktorjev je »zadolžen« za čiščenje določenega onesnaženja. Lahko pa en reaktor razdelimo na posamezne cone in znotraj teh con vzpostavljamo različne pogoje. V ta okvir sodi vrsta variant, kot so kontaktna stabilizacija, postopno hranjenje, podaljšano prezračevanje, oksidacijski jarki, modificirano prezračevanje, visoko obremenjeno prezračevanje, proces s čistim kisikom, dvostopenjska nitrifikacija in enostopenjska nitrifikacija s procesom aktivnega blata (Roš, 2001).

Najbolj pogosta uporaba kontinuiranih procesov je za odstranjevanje dušika oz. za denitrifikacijo. Dušik se odstranjuje v pogojih brez kisika, zato je pred aeracijskim bazenom potrebno postaviti bazen v katerem so takšni pogoji. Takšne pogoje imenujemo tudi anoksični pogoji, tako je poimenovan tudi bazen – anoksični bazen. Surova odpadna voda tako najprej doteka v anoksični bazen. Tu preko nitratov, ki jih z recirkulacijo vode dovajamo iz aeracijskega bazena, poteka denitrifikacija. V aeracijskem oz. aerobnem bazenu poteka oksidacija organske snovi in biološka oksidacija amonijaka (NH_3) s kisikom v nitrate (NO_3) imenovana tudi nitrifikacija. Iz sekundarnega usedalnika se nato v anoksični bazen prečrpava blato. S tem je zagotovljena želena koncentracija biološkega blata v obeh reaktorjih (Kompore et al., 2007).

Vsi procesi čiščenja odpadne vode pa lahko potekajo tudi znotraj enega reaktorja. Ti reaktorji so tako imenovani **oksidacijski jarki** s procesom podaljšanega prezračevanja in poživiljenim blatom. V oksidacijskih jarkih se z ustreznim aeriranjem ustvarjajo tako oksidne kot tudi anoksične cone (Kompore et al., 2007). Odpadna voda kroži po oksidacijskem jarku s pomočjo prezračevalnika ali črpalke. Zagotovljena mora biti takšna hitrost, da ne pride do usedanja aktivnega blata. Zaradi stalnega kroženja prihaja v reaktorju do zviševanja koncentracije kisika, kar je neugodno za zagotavljanje anoksičnih pogojev. Zato znižamo koncentracijo kisika v oksidni coni in s tem tudi upočasnimo proces nitrifikacije. Skupna prostornina oksidacijskega jarka je zato večja od prostornine ločenih reaktorjev.

Je pa zato sama poraba energije zaradi nižje koncentracije kisika manjša. S tem se znižajo stroški obratovanja. Poleg tega pa večja prostornina istočasno zagotavlja tudi aerobno stabilizacijo blata (Kompore et al., 2007).



Slika 8: Shema oksidacijskega jarka (Kompore et al., 2007)

3.1.3.2 SBR sistemi

Tako imenovani sekvenčni šaržni reaktor (Sequencing Batch Reactor) prav tako spada med postopke čiščenja odpadne vode z aktivnim blatom. Je najbolj pogosto uporabljen sistem pri današnjih modernih MČN. Velja namreč za najučinkovitejšo tehnologijo biološkega čiščenja z zelo visokim učinkom kontroliranega čiščenja. Poleg tega zahtevajo manj opreme in prostora za vgradnjo ter so močno temperaturno odporne. Ena od prednosti je tudi fleksibilnost vodenja sistema. Tako lahko z ustreznim zaporedjem in trajanjem različnih faz iz odpadne vode odstranimo tudi ogljikove spojine, hraniva, dušik in tudi fosfor. Poleg tega je pomemben parameter tudi starost blata.

Značilnost SBR tehnologije je, da se celoten proces čiščenja izvaja v istem reaktorju, medtem ko pri drugih sistemih z aktivnim blatom usedanje poteka v ločenem bazenu (bistrilniku). V čistilni napravi zaporedno, z različnimi manevri ustvarjamo različne pogoje, ki so potrebni za različne faze čiščenja.

- *Faza polnjenja* – odpadna voda doteka v SBR reaktor. Že takoj, v fazi polnjenja začnejo potekati biokemijske reakcije. Običajno v prvi fazi še ni prezračevanja, zagotoviti se mora le dober kontakt biološkega blata z onesnaženo vodo.
- *Faza zračenja ali faza reakcije*, preneha se z dovajanjem odpadne vode. Vklupi se prezračevanje in s tem vnos kisika. Razvijejo se potrebni mikroorganizmi, ki skrbijo za razkroj snovi in nastanek novega aktivnega blata.
- *Faza usedanja*, izklupi se prezračevanje. Aktivno biološko blato se potopi na dno, očiščena voda pa ostane na vrhu.
- *Faza praznjenja* – očiščena voda se začne prečrpavati na iztok. Po potrebi se z dna odstrani višek aktivnega blata. S tem je končan obratovalni cikel in reaktor je pripravljen na nov cikel.

Število ciklov na dan (m_c) se določi z dimenzioniranjem SBR in je pomemben parameter pri procesu čiščenja odpadne vode. Sama dolžina posameznega cikla pa se določi glede na lastnosti odpadne vode in na zeleno stopnjo čiščenja. Po navadi se za SBR čistilno napravo izberejo 8 urni cikli, kar predstavlja 3 cikle na dan. Pri tem dotok odpadne vode ne vpliva na trajanje cikla.

3.1.3.3 MBR tehnologija

Membranski biološki reaktor (MBR), tudi membranska čistilna naprava, predstavlja kombinacijo čiščenja odpadne vode z aktivnim blatom ter filtracijo blata skozi membrano. Biološko čiščenje v aeracijskem bazenu ter tudi denitrifikacija v anoksičnih pogojih, potekata na isti način kot pri običajni čistilni napravi z aktivnim blatom. Razlika je le v membrani, ki je vgrajena v prezračevalnem bazenu. Membrane se lahko nahajajo tudi zunaj biološkega reaktorja v ločenem bazenu. Membrane s pomočjo podtlaka filtrirajo že biološko očiščeno vodo in opravljajo funkcijo usedalnika (ločevanje aktivnega blata in očiščene vode). Bakterije in razne trdne delce membrana zadrži, zato je tako očiščena odpadna voda neoporečna in je lahko takoj namenjena ponovni uporabi.

Za filtracijo se uporabljajo keramične ali polimerne membrane. Velikosti por membrane so od 0,5 pa vse do 0,04 mikrometra (μm). Problem lahko nastane v primeru zamašitve zaradi nabiranja aktivnega blata na membrani. To rešimo s sistemom vpihovanja zračnih mehurčkov med filtne vložke, kar omogoča sprotno čiščenje membrane. Kljub sistemu vpihovanja pa je potrebno občasno čiščenje membrane s kemikalijami.

V primerjavi z drugimi, konvencionalnimi čiščenji odpadne vode z aktivnim blatom, predstavlja MBR tehnologija dražjo različico. So se pa ti sistemi pokazali za zelo učinkovite pri čiščenju industrijskih odpadnih voda, kjer sta učinkovitost sistema ter kvaliteta prečiščene vode poglobitnega pomena. Je pa kljub temu v Sloveniji s strani ARSO-ta, uporaba te tehnologije na občutljivih mestih (vodovarstvena območja), zaradi nepreizkušenosti še vedno prepovedana. Za alternativo tako na teh mestih ostaja le nepretočna greznica.



Slika 9: Filtracijska membrana (COMteh, 2014)

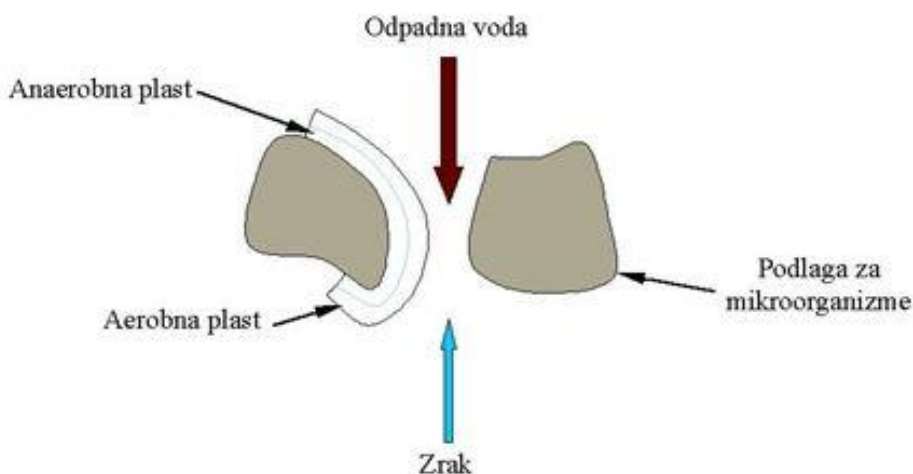
3.1.3.4 Sistemi s pritrjeno biomaso

To so sistemi, pri katerih je biomasa priraščena oz. pritrjena na različne nosilce. Ti nosilci so lahko kamenje, plastika in keramika. Princip čiščenja je podoben tistemu z aktivnim blatom, le da nalogo prezračevalnika prevzamejo reaktorji s pritrjeno biomaso. Pritrjena biomasa v obliki filma, ki je lepljiv, želatinast, vsebuje veliko in raznovrstno populacijo živih organizmov, kot so bakterije, praživali, alge, glive, glistice in celo ličinke (Roš, 2001). Takšni sistemi so zelo malo občutljivi na spremenljive vstopne obremenitve. Zato so primerni tam, kjer dotok odpadne vode ni stalen (kampi, vikendi...)

Precejalniki so eni izmed najbolj pogosto uporabljenih in najstarejših postopkov čiščenja odpadne vode s pritrjeno biomaso. So cenovno dostopni in dosegajo visoke učinke čiščenja, zato so primerni predvsem za manjša naselja. Kot že samo ime pove se pri precejalnikih odpadna voda preceja skozi obraščeno podlago od vrha navzdol. Na podlagi oz. polnilu (gramoz, plastične kocke) so naseljene bakterije, ki za svojo rast uporabljajo organsko snov iz odpadne vode. Naseljene mikroorganizme na podlagi imenujemo biofilm. Sestavljen je iz anaerobne in aerobne plasti. V naravi se podoben proces samoočiščenja dogaja v tekočih vodah, kjer naseljitveno površino za bakterije (biofilm) predstavljajo prodniki in sediment.

Pred iztekom v precejalnik, odpadno vodo najprej primarno očistimo – odstranimo usedljive in plavajoče delce. Nato jo vodimo v precejalnik, kjer teče preko podlage, ki je obraščena z biofilmom. Vzpostavi se stik odpadne vode z biofilmom. Za razvoj mikroorganizmov je seveda potreben zrak, ki se običajno dovaja po naravni poti skozi prostor med podlago za biomaso. Lahko se dovaja tudi z ventilatorji. Bakterije, ki sestavljajo največji delež pritrjene biomase, organsko snov iz odpadne vode očistijo z oksidacijo, del pa je porabijo za svojo rast in razvoj. Z razraščanjem mikroorganizmov se tvori vse debelejša plast blata. Kmalu je ta plast tako debela, da se na notranji, spodnji plasti ustvarijo anaerobni pogoji. Biomasa s staranjem izgublja oprijemljivost in se odplavlja iz podlage. S tem ustvari možnost za rast novega blata. V sekundarnem usedalniku se nato blato z usedanjem loči od očiščene vode.

Za dobro delovanje in kvalitetno čiščenje odpadne vode v precejalnikih je potrebno redno vzdrževanje. Paziti moramo predvsem na razporeditev vode, naprave za doziranje in površino precejalnika. Že pri samem konstruiranju je potrebno določiti tudi površino polnilnega materiala in prezračevanje. Zagotoviti moramo, da zrak prehaja skozi celotno polnilo. Potrebna je tudi kontrola in čiščenje dna precejalnika, preko katerega odteka očiščena voda.

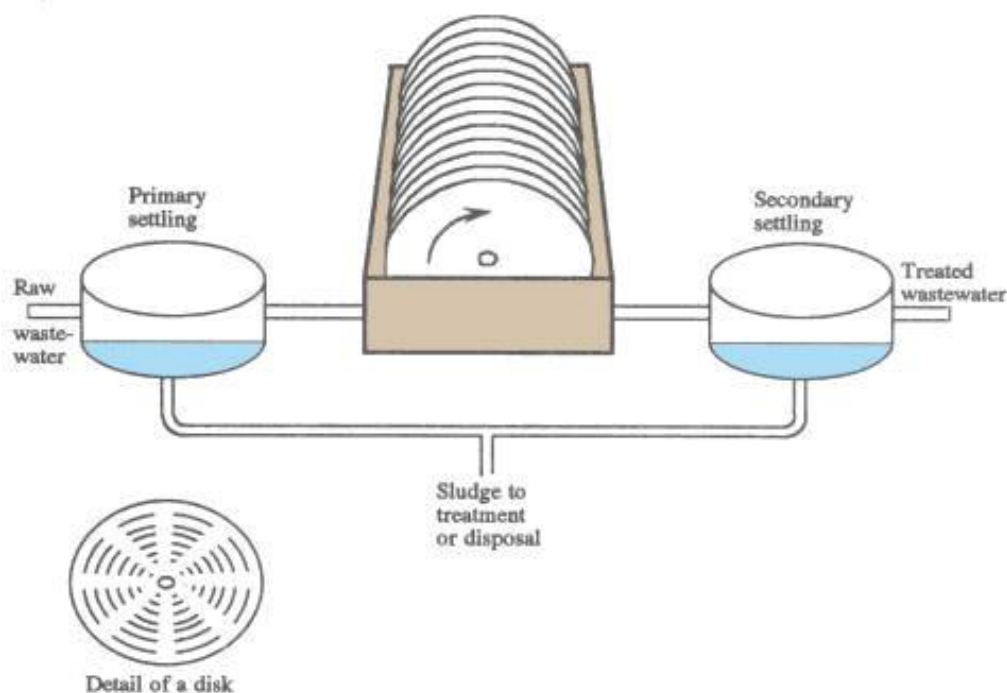


Slika 10: Precejanje (Roš in Zupančič, 2010)

Naslednji v vrsti sistemov čiščenja odpadne vode s pritrjeno biomaso so **potopniki**, imenovani tudi rotirajoči biološki kontaktorji (RBC). Od precejalnikov se razlikujejo v pomični podlagi, ki se izmenično potaplja in izpostavlja zraku. Podlaga je sestavljena iz biodiskov (plošč), ki so pritrjeni na gred, tako da je mogoča njihova rotacija. Delovanje oz. rotiranje diskov kontroliramo z električnim pogonom, ki mora zagotavljati konstanto hitrost vrtenja (od 1 do 3 vrtljajev na minuto). Če je hitrost prevelika, lahko pride do spiranja biomase iz diskov, večja je poraba energije. Pri prepočasnem vrtenju pa se lahko na diskih nabere prekomerna biomasa, s čimer pride do preobremenitve nosilne gredi. Zmanjša se tudi koncentracija raztopljenega kisika. Običajno so biodiski iz lahkih plastičnih materialov.

Na biodiskih se razvijejo bakterijske združbe. Biomasa je lahko debeline tudi do 4 mm. Pri vsakem dvigu iz odpadne vode omočena bakterijska družba absorbira kisik. S tem zagotavlja biomasi aerobne razmere. Del združbe, ki je potopljen v vodo pa absorbira organsko onesnaženje iz odpadne vode. Tako se aerobni razkroj vrši na biodisku in tudi v samem bazenu. Vodo iz RBC vodimo v sekundarni usedalnik. Tu se biomasa, ki se zaradi strižnih sil pri rotaciji odluči od diskov, z usedanjem loči od očiščene vode.

Različne naprave, ki delujejo po principu RBC, so na slovenskem tržišču zelo razširjene in jih izdelujejo tudi domači proizvajalci. Učinkovite so predvsem pri čiščenju komunalne odpadne vode. Tako kot vsi drugimi sistemi morajo biti tudi potopniki redno pregledani in vzdrževani. Paziti moramo predvsem na prerast na valjih in na mehanizem, ki rotira biodiske. Zagotoviti moramo tudi pokritost naprave, da jih zaščitimo pred različnimi negativnimi vplivi iz okolja, ki bi lahko negativno vplivali na proces čiščenja (UV-svetloba, zmrzovanje...).



Slika 11: Shema RBC sistema (FA Organization)

Poleg zgoraj navedenih postopkov, bi lahko za sistem s pritrjeno biomaso šteli tudi **biofiltre** oz. **biofiltracijo** na katerih se nahajajo mikroorganizmi. Gre za postopek, pri katerem se istočasno odstranijo organsko onesnaženje in suspendirane snovi. Biofiltre se lahko uporablja za različne procese čiščenja vode, tudi za nitrifikacijo in denitrifikacijo. Je pa dobro, da pred samim dotokom odpadne vode na biofiltre, čiščenje kombiniramo še z drugimi metodami (usedalnik, precejalnik...). Problem lahko nastane s suspendiranimi snovmi, ki vstopajo v proces biofiltracije in lahko zamašijo filter. Zato te snovi poskušamo v čim večji meri zadržati že pred samo filtracijo. Danes so biofiltri sestavljeni iz različnih anorganskih in organskih materialov. Med organske spadajo: šota, leseni sekanci, delci kokosove lupine... Med anorganske pa: pesek, gramoz, geotekstil, plastični mediji...

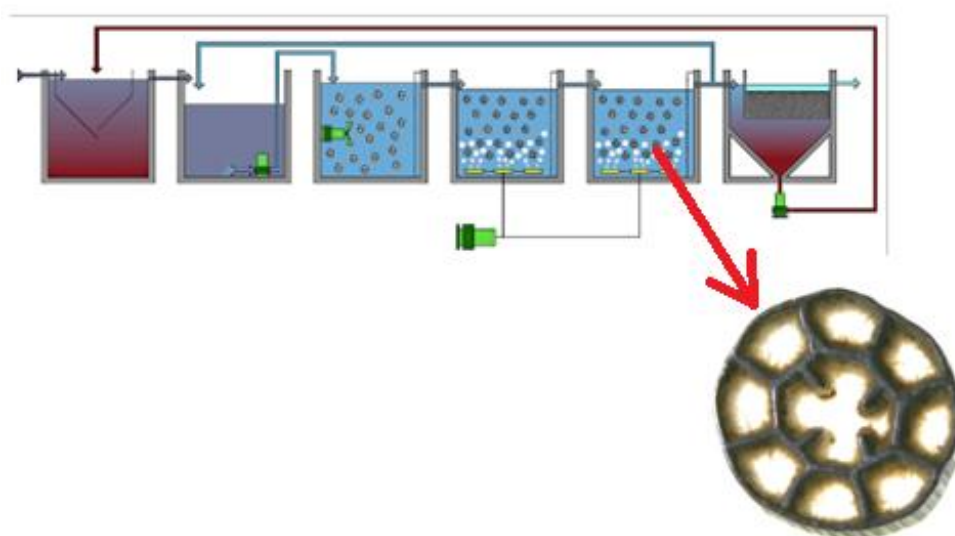
Poleg možnosti čiščenja različnih vrst onesnaženja je prednost biofiltrov predvsem v tem, da potrebujejo veliko manj prostora, volumna kot sistemi z aktivno biomaso in precejalniki. Njihovo delovanje je zanesljivo in jih zlahka priključimo na že obstoječe čistilne naprave. Slaba stran je njihova zapletena konstrukcija (dovod odpadne vode, dovod zraka, recikel) in uporaba nosilcev biomase, kar se odraža v visokih investicijskih stroških (Roš in Panjan, 2012).

3.1.3.5 MBBR tehnologija

Na slovenskem tržišču je moč najti tudi naprave s tako imenovano Moving Bed Biofilm Reactor (MBBR) tehnologijo. Tehnologija oz. sistem je zelo podoben RBC sistemu - potopnikom s pritrjeno biomaso. Le da je v tem primeru biomasa, ki je potrebna za odstranjevanje onesnaženja, pritrjena na mobilne polietilenske nosilce, ki se prosto gibljejo v reaktorju. Reaktor mora biti za razvoj mikroorganizmov ozračen. Nosilci z biomaso napolnijo bazen tudi do 70 % celotnega volumna. So manjše gostote od vode, cilindrične oblike in navzven nazobčani. Na nosilcih so pritrjeni mikroorganizmi, ki so prilagojeni na posamezne procese čiščenja znotraj pregrajenih bazenov.

Tako kot pri sistemu z aktivnim blatom se pri MBBR tehnologiji za čiščenja uporablja celoten volumen bazena s tem, da večji del biomase, ki je pritrjena na nosilce, ostane v reaktorju in nam je ni treba vračati nazaj iz usedalnika, kot pri sistemu z aktivnim blatom. S tem prihranimo prostor in tudi čas čiščenja.

SHEMA POSTAVITVE ČISTILNE NAPRAVE MBBR



Slika 12: MBBR sistem z nosilcem biomase (CID, 2014)

3.1.4 Anaerobne čistilne naprave

Anaerobno čiščenje odpadne vode predstavlja vrsto procesov, preko katerih mikroorganizmi razgradijo organsko snov v odsotnosti od kisika. Uporablja se za čiščenje močno organsko obremenjenih vod ($BPK_5 > 500 \text{ mg/L}$, $KPK > 1000 \text{ mg/L}$). Takšne vode največkrat nastajajo v kmetijstvu in prehrabni industriji, zato ti postopki niso tipični za uporabo pri malih komunalnih čistilnih napravah. Anaerobna presnova se odvija tudi v naravi in sicer v nekaterih zemljinah, jezerih in tudi oceanih. Produkt anaerobne presnove je tudi plin metan (CH_4), ki je močan toplogredni plin. Večanje količin metana v ozračju, lahko potencialno povzroči segrevanje ozračja oz. podnebja.

Postopki pri anaerobnem čiščenju sicer potekajo počasi, vendar je z njimi mogoče očistiti visoko obremenjene vode, poleg tega je količina odvečnega proizvedenega blata minimalna. V proces anaerobnega čiščenja so vpleteni številni mikroorganizmi, ki pretvorijo biomaso v bioplin. Proces vključuje štiri ključne biokemijske faze. Prva je **hidroliza**, kjer se visokomolekularni ogljikovi hidrati, maščobe in proteini pretvorijo v enostavnejše topne polimere (aminokislina, maščobne kisline...). Hidroliza mora biti nujno prva stopnja anaerobne presnove, da lahko bakterije pridejo do energije za svojo rast in razvoj. **Druga faza** je podobna procesu kisanja mleka. Kislinske bakterije pretvorijo polimere v nižje organske kisline, alkohol, vodik in CO_2 . V **tretji fazi** poteka nadaljnja presnova preko acetatnih bakterij. Produkt je očetna kislina ter tudi CO_2 in vodik. Zadnja faza je tako imenovana **metanogeneza**, kjer se nastali vmesni produkti (nižje maščobne kislina) pretvorijo v metan. Velja za najpomembnejšo stopnjo v anaerobnem procesu. Največ metana se proizvede iz očetne kisline.

Na voljo je veliko število anaerobnih procesov, od anaerobnih lagun, gnilišč (digestorjev) in filtrov (pritrjena biomasa) (Roš in Zupančič, 2010). Proces anaerobnega čiščenja se danes na veliko uporablja kot vir obnovljive energije. Produkti razgradnje so namreč metan, CO_2 in drugi plini, ki se lahko uporabijo direktno kot gorivo, posredno za pridobivanje električne energije in toplote, lahko pa metan nadgradimo v naravni in kakovostni biometan. Prav zaradi lastnosti, da lahko končne produkte pri anaerobnem čiščenju odpadne vode koristno uporabimo in s tem znižamo stroške, se je v številnih razvitih državah povečala uporaba te metode čiščenja.



Slika 13: Proces anaerobne presnove po fazah

3.2 Določitev velikosti MČN in vgradnja

Izbira velikosti čistilne naprave se določi glede na osebo, populacijsko enoto (PE), ki hkrati opredeljuje tudi biokemično kapaciteto čistilne naprave. PE predstavlja količino vode, ki jo porabi oseba na dan (od 150 do 200 litrov) in biokemijsko obremenitev osebe na dan, ki predstavlja

0,06 kgBPK₅. Izbira pravilne velikosti čistilne naprave igra ključno vlogo pri njenem delovanju. Prevelika ali premajhna naprava je lahko pri čiščenju odpadne vode neučinkovita. Zato je pomembno, da velikost izberemo glede na število oseb, ki stalno živijo v objektu. Razmišljati moramo tudi o morebitnem povečanju števila oseb v stanovanju, saj gre pri izbiri MČN za dolgoročno rešitev. Na družinsko stanovanje večje od 35 m² izberemo čistilno napravo za najmanj štiri stanovalce, na apartma manjši od 35 m² pa najmanj dva stanovalca (Roto, 2013). Pazljivi moramo biti tudi na izbiro MČN tam, kjer ni stalnega dotoka odpadne vode (počitniške hiše, vikendi, kampi). Za takšne primere bi bile najbolj primerne nepretočne greznice. Poleg teh, pa se na tržišču že najdejo tudi nove, sodobne MČN, ki so skonstruirane tako, da kljub nestalnemu in premajhnemu dotoku delujejo brezhibno skozi ves obratovalni čas. Praviloma na vsaka 3 leta se mora na MČN do 50 PE izvajati zunanji nadzor ter tudi ocena obratovanja. Pomembno je da naprava deluje brezhibno in da je iztok v skladu z zakonodajo.

Praviloma za MČN do 50 PE ne potrebujemo gradbenega dovoljenja. Kljub temu mora biti gradnja v skladu s prostorskimi akti in v primeru, da se bo naprava nahajala na varovalnih pasovih oz. območjih je potrebno zagotoviti ustrezna soglasja. Pred samo vgradnjo MČN in izkopom gradbene jame je potrebno načrtovati mesto postavitve. Zaradi potencialnih nevarnosti podtalnice, različnih geomehanskih lastnosti tal, plazovitosti je pomembno, da teren dobro poznamo. V primeru povišane podtalnice je potrebno sidranje naprave v že vnaprej zabetonirane plošče ali uporaba težje MČN, da ne pride do premika zaradi vzgona. V primeru nepropustnega, ilovnatega terena pa je obvezna drenaža.

Največkrat se naprava postavi pod zelenico pred hišo ali pod parkirišče oz. dovozno pot, oddaljenosti znotraj 20 m. Zagotoviti moramo namreč normalno dostopnost do MČN zaradi odvoza odvečnega blata in servisa. Poznamo tako imenovane povozne naprave, nad katerimi se lahko vozimo in parkiramo avto ter pohodne naprave, ki prenesejo le lažje obremenitve. Paziti moramo tudi na hidravlične padce in zagotoviti gravitacijski, neposreden in raven (ni možnosti usedanja v cevi) dotok odpadne vode do MČN. V primeru, da v bližini ni stalne tekoče vode kamor bi lahko speljali očiščeno odpadno vodo (suha struga, ki ob deževju naraste ne pride v poštev), moramo načrtovati tudi ponikalni sistem. Sisteme za ponikanje lahko poleg MČN dobimo pri večini slovenskih ponudnikov.

Ko načrtujemo vse podrobnosti, lahko začnemo z izkopom gradbene jame. Jama mora biti ustrezne velikosti (vsaj 35 cm večja od MČN v vsako smer), njeno dno pa mora biti zadostno utrjeno. Ko napravo postavimo v gradbeno jamo lahko začnemo z zasipanjem z materialom ustrezne granulacije (4 – 16 mm), sočasno MČN tudi že polnimo z vodo, da dosežemo izenačitev notranjih in zunanjih sil. Zagon naprave običajno traja nekaj mesecev, saj mikroorganizmi potrebujejo določen čas, da se razvijejo. Z dodajanjem aktivnega blata pa znatno skrajšamo čas pričetka čiščenja.



Slika 14: MČN pred zasutjem (ProSigma)

4 TRŽIŠČE MČN V REPUBLIKI SLOVENIJI

V iskanju tržnih niš se je v Sloveniji pojavilo ogromno podjetij, ki ponujajo številne rešitve pri čiščenju odpadne vode. Nekatera podjetja se nahajajo na tržišču že več 10 let in veljajo za zanesljivo in preverjeno alternativo pri izbiri sistema za čiščenje. Veliko pa je novih, mladih podjetij, ki so s svojimi lastnimi sistemi začela prodirati na trg v zadnjih petih letih. V nadaljevanju so na kratko predstavljena večja in nekoliko manjša podjetja v Sloveniji, ki se na kakršenkoli način ukvarjajo z MČN. V nadaljevanju pa bom predstavil še vse ostale MČN na slovenskem tržišču.

4.1 Roto Murska Sobota

Podjetje Roto velja za eno izmed največjih in najbolj prepoznavnih podjetij za izdelavo plastičnih izdelkov v Sloveniji, z več kot 40-letno tradicijo. Družba je v zasebni lasti, s sedežem v Murski Soboti. Povezana podjetja se nahajajo v šestih državah, njihovi izdelki pa se prodajajo v kar dvajsetih državah. Zaposlenih je preko 200 ljudi, ki opravljajo vse faze poslovnega procesa. Od razvoja samega izdelka, proizvodnje, marketinga in prodaje, distribucije do po prodajnih storitev (servis) (Roto, 2013). Proizvajajo preko 4000 najrazličnejših izdelkov. Od športnih izdelkov (kajak), komponent za avtomobile in kmetijsko mehanizacijo do številnih končnih izdelkov, med katerimi so v veliki meri tudi MČN.

Začetki podjetja Roto, segajo daleč nazaj v leto 1950. Sprva so se ukvarjali s predelavo kovinskih izdelkov. S proizvodnjo izdelkov iz plastičnih mas so začeli leta 1974, ko so ugotovili da ima ta material velik potencial. Podjetje je z vsakim letom raslo in leta 2001 se je proizvodnja razširila tudi v druge države.

4.1.1 Roto čistilne naprave

Na področju čiščenja in ravnanja z odpadno vodo, velja Roto za pionirja tako v Sloveniji, kot tudi v Evropi. Vgradili so že preko 20.000 različno velikih MČN v številnih državah. Zato velja izbira MČN iz podjetja Roto za zanesljivo in dolgoročno rešitev. Tudi zaradi servisiranja, ki ga izvaja podjetje samo. Čistilne naprave Roto veljajo za zelo ekonomične, saj porabijo le okoli 0,1 kWh/ dan, kar predstavlja približno 6 evrov na osebo v enem letu.

Roto ponuja na izbiro tri različne vrste čistilnih naprav, ki čistijo vodo po različnih postopkih. To so SBR, MBBR čistilne naprave ter pretočne čistilne naprave. Vsi ti postopki čiščenja so podrobneje predstavljeni pod poglavjem 3.1 (vrste in postopki MČN).

4.1.1.1 EcoBox in RoClean

Čistilni napravi EcoBox in RoClean ponudnika Roto delujeta po principu SBR tehnologije. Prvo sestavljata dva povezana polietilenska rezervoarja volumna 4000 l (2–6 PE). RoClean čistilna naprava je sestavljena iz enega samega rezervoarja, v katerem se nahajata dva prekata. Dobavljiva je v različnih modelih do 20 PE. Temu primeren je tudi volumen rezervoarja (12000 l za 20 PE). V prvem rezervoarju (EcoBox) oz. prvem prekату (RoClean), imenovanem tudi zbiralnik blata poteka usedanje trdnih snovi. Voda se nato preko kompresorja prečrpa v drugi rezervoar oz. prekat, kjer poteka čiščenje po SBR postopku. Preko kompresorja se dovaja tudi zrak, ki ga potrebujejo bakterije za čiščenje odpadne vode. Samo delovanje obeh naprav poteka popolnoma avtomatsko preko računalnika, ki poleg kompresorja predstavlja osnovno opremo. Pod opremo naprav spadajo še cevi za vpihovanje zraka, povišek in pokrov (pri EcoBox sta 2), aerator in pretočne cevi ter navodila za vzdrževanje in vgradnjo.

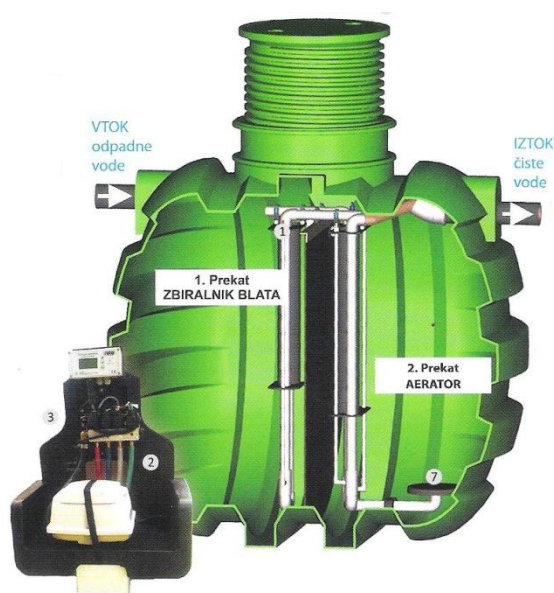
Osnovna lastnost in prednost MČN EcoBox je njena močna konstrukcija in enostavna vgradnja. Tako nam omogoča globoke vkope in dobro vzdržljivost. Njena pravokotna oblika omogoča poceni, hitro in

enostavno vgradnjo, saj se za zakop potrebuje ozka jama in s tem malo peska za zasutje. Njena prednost je tudi majhna masa (230 kg), zato jo lahko vgradimo tudi v že obstoječo greznico.

Čistilna naprava RoClean se uporablja za profesionalno uporabo tam, kjer so velike količine odpadne vode. Roto ponuja 6 modelov glede na število PE. Gre za zelo varčno MČN z možnostjo ločene investicije, kjer lahko sistem SBR vgradimo naknadno.



Slika 15: EcoBox s krmilnikom (Roto, 2013)



Slika 16: RoClean s krmilnikom (Roto, 2013)

4.1.1.2 EcoBlue

Čistilna naprava EcoBlue uporablja MBBR tehnologijo z gibajočimi nosilci. Odpadna voda najprej priteče v prvi prekat, kjer poteka usedanje in zadrževanje trdih in plavajočih snovi. Nato se v reaktorju s prosto gibajočimi nosilci prične biološko čiščenje po MBBR tehnologiji. Vse skupaj krmili računalnik, ki izmenjuje nočni in dnevni način čiščenja. Biološko očiščena odpadna voda se nato umiri v usedalniku, usedeno blato pa se s pomočjo zračne črpalke prečrpa nazaj v prekat za predčiščenje.

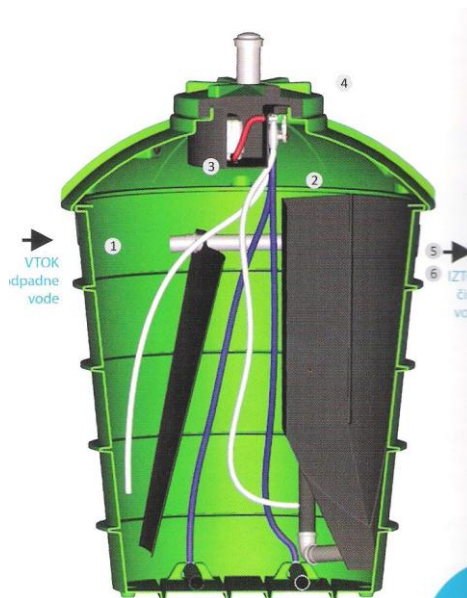
Čistilne naprave EcoBlue so primerne predvsem tam, kjer ni stalnega dotoka odpadne vode. Zato so učinkovite pri čiščenju onesnažene vode iz počitniških hiš, kampov... Roto ponuja tri različne modele: 4-6 PE, 8-10 PE in 12-14 PE. Razlikujejo se po volumnu in moči kompresorja.



Slika 17: MČN EcoBlue (Roto, 2013)

4.1.1.3 Eco6

Eco6 je pretočna čistilna naprava, ki odpadno vodo čisti s pomočjo aktivnega blata. Odlikuje jo enostavno delovanje in poceni vzdrževanje. Za razliko od ostalih Roto MČN Eco6 ne vsebuje računalnika. Delovanje je krmiljeno z enostavno časovno uro. Poleg tega je kompresor nameščen v povišku in je lahko dostopen, zato lahko napravo postavimo tudi v večji oddaljenosti od hiše.



Slika 18: Eco6(Roto, 2013)

4.1.1.4 Greznice

Roto za posebne primere ponuja tudi greznice iz kakovostnih plastičnih mas. Gre seveda za nepretočne greznice, ki so lahko eno, dvo- ali troprekadne. Odvisen od števila ljudi je tudi njen volumen. Priporočen volumen greznice je vsaj 1500 l na osebo. Roto ponuja greznice volumna vse do 20000 l. Kot pri vseh greznicah je potrebno redno preverjanje nivoja odpadne vode in odvoz blata s strani komunalnega podjetja.

4.2 Armex armature d.o.o, Ivančna Gorica

Podjetje je bilo ustanovljeno leta 1991. Njihovo glavno vodilo je bila vedno voda, naj si bo čista ali odpadna. Tako so se na začetku ukvarjali predvsem z vodovodom in kanalizacijo. Kasneje, leta 2000 so začeli s prodajo raznovrstnih namakalnih sistemov in sistemov za zaščito s pršenjem. Leta 2004 pa so v iskanju tržne niše začeli s trženjem MČN, ponikalnih sistemov in sistemov za zbiranje deževnice. Danes proizvajajo mnogo izdelkov povezanih z vodo (cevi, jaški, hidranti, zasuni...). Poleg lastne proizvodnje se ukvarjajo tudi s trgovino, kjer prodajajo materiale za vodovod (lopute, ventili, lovilci nečistoč...) in kanalizacijo (pokrov, revizijski jaški). Delo podjetja obsega tudi servisno dejavnost. Poleg vseh dejavnosti povezanih z vodo, se ukvarjajo tudi s prašnim barvanjem, ki poteka po treh postopkih: po postopku EWS, vročem postopku, po postopku elektrostatike.

Podjetje Armex je v Sloveniji, Hrvaški, BiH, Srbiji in v Črni Gori vgradilo že več kot 1500 čistilnih naprav, največ prav v Sloveniji.

4.2.1 MČN one2clean

Čistilna naprava one2clean proizvajalca GRAF (Otto Graf GmbH, Nemčija) je biološka čistilna naprava z integrirano stabilizacijo blata. Gre za inovativen postopek čiščenja podoben SBR tehnologiji in iznajden v Nemčiji. Zagotavlja visoko stopnjo čiščenja, do 99 %. Naprava je sestavljena iz enega (do 9 PE) ali dveh (do 18 PE) rezervoarjev, znotraj katerega se nahaja pregradna stena. Poleg rezervoarjev napravo sestavljata še kontrolna enota in modul one2clean. V kontrolni enoti se nahaja mikroprocesor, ki poganja zmogljiv membranski kompresor in določa faze čiščenja. Modul, ki se nahaja znotraj čistilne naprave, je narejen iz nerjavnih materialov in brez gibljivih delov. S pomočjo kompresorja, ki se nahaja zunaj naprave skrbi za prečrpavanje očiščene vode iz MČN.

Naprava one2clean zagotavlja enostavno čiščenje z nizko porabo električne energije. Namreč ni potrebe po črpanju odpadne vode znotraj reaktorja. Tako znotraj MČN ne potrebujemo ne mehanskih elementov, električnih komponent niti črpalk. S tem preprečimo delovanje v težkih pogojih znotraj MČN. Naprava proizvede tudi minimalno količino odvečnega blata, zato njeno praznjenje ni tako pogosto. Podjetje Graf nudi 3 leta garancije na tehnologijo in kar 25 let na rezervoar.



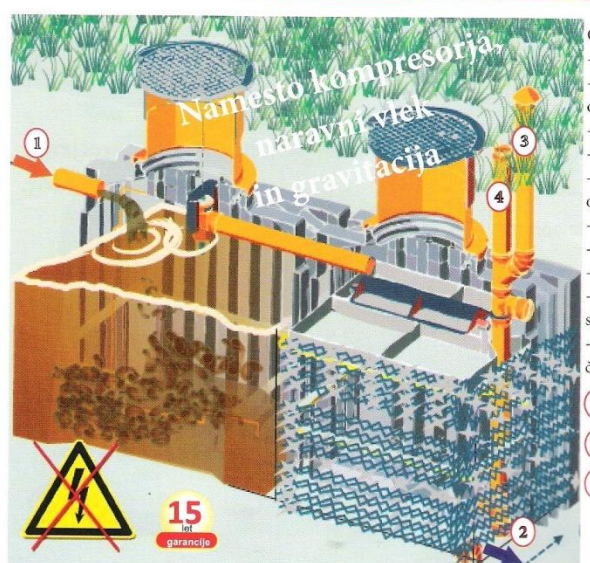
Slika 19: Kontrolna enota one2clean (Armex, 2014)

4.2.2 ClearFox Nature in Biorock

Čistilni napravi ClearFox in Biorock predstavlja popolnoma naraven sistem čiščenja, brez elektrike in brez dodatnih kemikalij, ki bi bile potrebne za čiščenje. Sta brez mehanskih delov in potrebujeta minimalno vzdrževanje, kar predstavlja nizke stroške obratovanja. Tako sta primerni za vgradnjo tam, kjer velikokrat prihaja do izpadov elektrike. Zaradi vse bolj pogostih vremenskih neprilik je tega v zadnjem času vse več. To se je lepo pokazalo pri letošnjem žledolomu, kjer so nekatere vasi ostale brez elektrike tudi po več 10 dni. To lahko predstavlja velik problem MČN, ki za svoje delovanje potrebujejo elektriko (nabiranje blata, porušenje ravnovesja mikroorganizmov). Napravi ClearFox Nature in Biorock delujeta dobro tudi tam, kjer ni stalnega dotoka odpadne vode. Dobavljivi sta v velikostih od 1 PE pa vse do 90 PE.

Napravi uporabljata zelo podoben sistem čiščenja. Odpadna voda se v prvi stopnji najprej umiri. Začnejo se postopki sedimentacije v prvem rezervoarju. Nato voda gravitacijsko potuje v drugi bioreaktor, v katerem se odvija proces biološkega čiščenja s pritrjeno biomaso. Zrak, ki je potreben za čiščenje, se preko cevne sistema dovaja po sistemu naravnega vleka. Pri Clearfox mora biti cev za dovod zraka min 1 m nad nivojem (3 na sliki 20, številka 4 predstavlja mesto za odvzem vzorca). Biorock poleg cevi za dovod in odvzem vzorca uporablja še cev za odvod zraka (4, slika 21) in predfilter (5, slika 21).

Obe čistilni napravi sta bili testirani in sta zadostili evropski ter slovenski zakonodaji za čiščenje odpadnih vod. Biorock ima nekoliko višjo moč čiščenja, predvsem KPK. Zato bi tam, kjer se potrebuje večji nivo čiščenja odpadne vode, osebno uporabil Biorock MČN.



Slika 20: MČN ClearFox Nature (Armex, 2014)

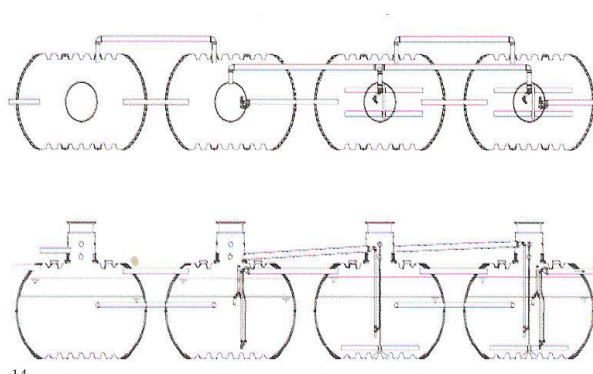


Slika 21: Biorock (Armex, 2014)

4.2.3 Klaro E Professional in Klaro Easy

Čistilni napravi Klaro E Professional in Klaro Easy sta podobni že zgoraj opisani napravi one2clean in tudi napravi RoClean (4.1.1.1). Čiščenje odpadne vode poteka po SBR postopku, katerega faze so krmiljene z mikroprocesorjem, ki se nahaja v kontrolni enoti. Voda se avtomatsko očisti v 5 fazah, v času 6 ur. Lahko pa se dolžina posameznih ciklov tudi prilagodi. Klaro E Professional je dobavljiva v velikostih od 1 do 28 PE (kombinacija z dvema rezervoarjema), Klaro Easy pa se lahko dobi tudi za velikost nekaj 100 PE (kombinacija več rezervoarjev).

Edina večja razlika med MČN Klaro in one2clean je v vgrajenih dodatnih modulih. Eden izmed njih je modul za avtomatsko prepoznavo podobremenitve. Naprava zazna, če pride do zmanjšanja dotoka odpadne vode. V tem primeru avtomatsko izbere zmanjšano število ciklov in vključi recirkulacijo. Tako sta napravi Klaro odlična izbira za vikend hiše. K temu pripore še modul GSM za oddaljen nadzor MČN, ki opozori o morebitni napaki v primeru, da nas ni doma. Napravo pa lahko upravljamo in spremljamo tudi preko spletne aplikacije. Naprava Klaro Easy vsebuje poleg že obeh naštetih modulov še modul za avtomatsko dohranjevanje. Zato je zelo primerna za objekte z izrazito neenakomernimi obremenitvami. To so npr. kampi, hoteli, planinski domovi, kjer so obremenitve z odpadno vodo vezane na sezono. Tu se po navadi poleg sistema za zaznavanje in dohranjevanje uporabi še dodaten rezervoar, ki sprejme morebitne viške odpadne vode. Ti se nato v času manjše obremenitve prečrpajo v MČN. Za kampe, kjer obremenitev z odpadno vodo traja nekaj mesecev v letu pa se lahko uporabi večlinijska MČN z rezervoarji in več reaktorji, ki se vklopljajo po potrebi.



Slika 22: Več linijski sistem za neenakomerne obremenitve (Armex, 2014)

4.2.4 MBR MČN SiClaro

Podjetje Armex ponuja tudi tako imenovano membransko čistilno napravo SiClaro proizvajalca Martin Systems AG. Gre za visoko zmogljivo čistilno napravo, ki jo lahko uporabljamo tudi na vodovarstvenih območjih. Čistilna naprava SiClaro očisti odpadno vodo do te mere, da jo lahko ponovno uporabimo za pranje, spiranje, zalivanje, kot kopalno vodo... S tem znatno znižamo porabo vode. Naprava se zaradi svojih visokih zmoglosti čiščenja lahko uporablja tudi pri industrijskih odpadnih vodah in kot naknadno čiščenje iz centralnih čistilnih naprav.

Postopek čiščenja je enak postopku z aktivnim blatom, le da se že očiščena voda nazaj v naravo ali v rezervoar za ponovno uporabo prečrpa skozi specialne membrane. Membrane, katerih pore so manjše od 1 mikrometra, zadržuje drobne, koloidne delce, bakterije, viruse ter druge organske in anorganske molekule. Izdelane so iz organskih polimerov.

4.2.5 Greznice

Armex ponuja vrsto nepretočnih greznic različnih proizvajalcev. Greznice Carat in Carat XL so narejene tako, da je možna njihova predelava v čistilno napravo one2clean. Potrebni so le moduli čistilne naprave in potrdilo o vodotesnosti. Na voljo so eno- in dvoprekatne. Dobavljive so še zbiralne greznice Platin in Herkules, pri čemer lahko greznice Herkules povežemo v več rezervoarjev.

4.3 Zagožen d.o.o

Podjetje Zagožen je na trgu prisotno že vse od leta 1976. Njihovi glavni proizvodi so že od tedaj materiali za zunanji vodovod in kanalizacijo. Poleg Slovenije trgujejo tudi v drugih državah, predvsem na južnih trgih. Leta 2003 je družba Zagožen ustanovila lastno hčerinsko podjetje Aplast v Petrovčah. Tako se je pretežni del proizvodnje in montaže preselil v to podjetje, prodaja in skladiščenje pa je izvedeno na lokaciji v Žalcu v okviru podjetja Zagožen. Obe podjetji obvladujeta vse poslovne funkcije, od vodenja, razvoja do same proizvodnje in montaže.

4.3.1 MČN AQUAmax

Podjetje Zagožen je malo biološko čistilno napravo AQUAmax razvilo v sodelovanju s prizanim nemškim podjetjem ATB. Sestavljata jo sedimentacijski prekat, ki služi umirjanju odpadne vode in usedanju trdnih snovi ter biološki reaktor. Čiščenje v biološkem reaktorju poteka po SBR postopku. Voda se očisti v 6 urah in v 4 fazah. Odlikujejo jo visoka čistilna sposobnost in možnost čiščenja tudi v primeru prevelikega dotoka odpadne vode in energetska varčnost.

AQUAmax deluje povsem avtomatizirano preko elektronskega krmiljenja. Vsebuje tudi opcijo »economy mode«, ki se samodejno vključi v primeru odsotnosti in prekinitve dotoka odpadne vode. Možno je tudi spremljanje delovanja in zaznavanje morebitnih napak preko mobilnega telefona. Poleg tega MČN AQUAmax vsebuje še številne edinstvene patente in rešitve, s katerimi je povečana moč čiščenja, zmanjšana možnost okvar in izboljšana varnost, da ne prihaja do iztoka onesnažene vode.

Podjetje Zagožen nudi vgradnjo, servisiranje ter vse potrebne rezervne in nadomestne dele MČN. Zagotavljajo tudi 2-letno garancijo na tehnične dele in 50-letno garancijo na ohišje. Možna je tudi dvofazna gradnja, kjer se najprej vgradi ohišje, ki se lahko uporablja za zbiranje deževnice. Ko pa se MČN potrebuje se vgradi čistilni modul, izvede se priklop in zagon ter se tako omogoči čiščenje odpadne vode.

Preglednica 2: Ponudba MČN AQUAmax glede na velikost (PE) s pripadajočimi parametri (Zagožen, 2014)

TIP ČN (PE)	Dimenzija ohišja dolžina x višina x širina (mm)	Teža (kg)	Število oseb (PE)	Volumen (l)	Višina vtoka (mm)	Višina iztoka (mm)	DN vtoka / iztoka (mm)	Moč čistilnega modula (kW)		Napetost (V)
								Potopni aerator AQUA 5 (kW)	Potopna črpalka ATBliFT 2 (kW)	
3	1840x2000x1750	150	max. 3PE	3500	1560	1520	160/160	0,56 kW / 2,5 A	0,3 kW / 1,3 A	230 V / 50 Hz
4	2150x2000x1750	180	max. 4PE	4250	1560	1520	160/160	0,56 kW / 2,5 A	0,3 kW / 1,3 A	230 V / 50 Hz
5-6	2460x2250x1750	240	max. 5-6PE	4750	1560/(1770)	1520	160/160	0,56 kW / 2,5 A	0,3 kW / 1,3 A	230 V / 50 Hz
8	360x2000x1750	312	max. 8PE	7500	1560	1520	160/160	0,56 kW / 2,5 A	0,3 kW / 1,3 A (2x)	230 V / 50 Hz
12	5260x2000x1750	456	max. 12PE	11 000	1560	1520	160/160	0,56 kW / 2,5 A	0,3 kW / 1,3 A (2x)	230 V / 50 Hz
20 (*)	2600x2600x2300 (2x)	254 - (2x)	max. 20PE	8000 (2x)	2040/2020 (prvo ohišje)	2020/2000 (drugo ohišje)	160/160	0,56 kW / 2,5 A (2x)	0,3 kW / 1,3 A (2x)	230 V / 50 Hz
26 (*)	3100x2600x2300 (2x)	300 - (2x)	max. 26PE	10 000 (2x)	2040/2020 (prvo ohišje)	2020/2000 (drugo ohišje)	160/160	0,56 kW / 2,5 A (2x)	0,3 kW / 1,3 A (2x)	230 V / 50 Hz
32 (*)	NOVO ! DOBAVLJIVO V LETU 2014 / 2015.									

(*) modulna sestava (dobavljiva z ločenima usedalnima, primarni in biološki del)
Izdelava čistilnih naprav AQUAmax® za večje število populacijskih enot po dogovoru.

4.4 Vodateh

Vodateh je mlado podjetje, ki se ukvarja z zastopanje in prodajo čistilnih naprav in zbiralnikov za deževnico. Sami ne proizvajajo izdelkov, opravljajo pa poleg prodaje in administracije še servis in montažo.

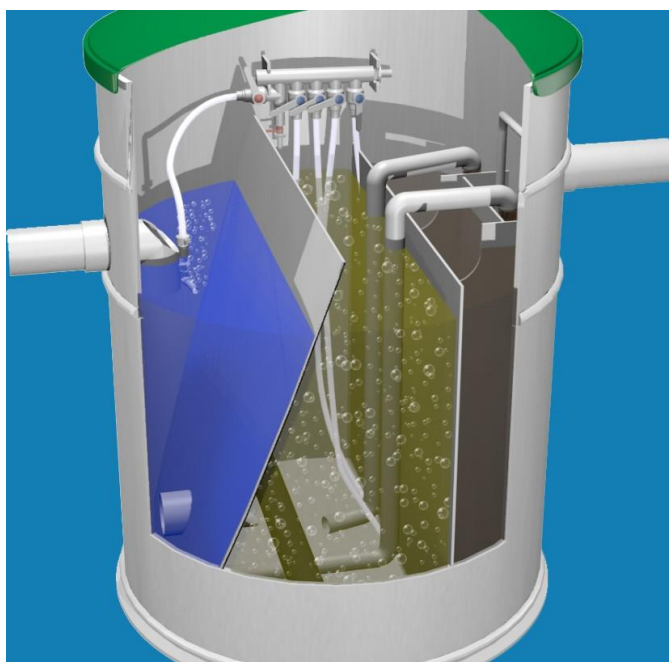
4.4.1 MČN VH TECH

Čistilna naprava VH TECH je pretočna naprava z aktivno biomaso proizvajalca VHTech iz Slovaške. Primerna je za čiščenje vseh vrst odpadnih vod iz gospodinjstev v velikosti od 1 do 50 PE. Ima vse ustrezne certifikate za delovanje v Sloveniji in drugod po Evropi. Naprave so majhne in primerne za vgradnjo v vseh vrstah terena, tudi kamnitih, lapornatih tleh. Zaradi majhnosti naprave so posegi v tla minimalni s tem so posledično manjši tudi stroški vgradnje.

Odpadna voda najprej priteče v usedalno komoro, kjer se težji in lebdeči delci usedejo in ločijo od odpadne vode. V aeracijskem prekatu se skozi difuzor vpihuje zrak, ki je potreben za biološko čiščenje. Mulj se nato v sekundarnem usedalniku usede, kasneje se ga s pomočjo povratne črpalke prečrpa na začetek procesa čiščenja. Tako aktivni mulj kroži po čistilni napravi in zagotavlja, da se odpadna voda ustrezno očisti. Očiščena voda po iztočnih ceveh potuje v izpust. Vse komponente in gibljivi deli se nahajajo zunaj reaktorja, zato redko pride do okvar. Njena prednost je tudi velik pokrov, ki omogoča lahko dostopnost do čistilnega modula in s tem lažje servisiranje.

4.4.2 Biorock

Vodateh dobavlja tudi naravne biološke čistilne naprave Biorock, ki delujejo brez elektrike. Te naprave je možno dobiti tudi pri podjetju Armex armature in so že opisane pod poglavjem 4.2.2.



Slika 23: MČN VH TECH (VODATEH, 2014)

4.4.3 Ammerman – Weber SBR

Čistilna naprava Ammerman je proizvod Nemškega podjetja Weber. Možna je izvedba ohišja iz polietilena ali iz vodotesnega armiranega betona. Velikost čistilne naprave od 4 do 50 prebivalcev. Je dobra rešitev za primere neenakomernega dotoka odpadne vode, kjer se naenkrat spustijo večje količine.

Delovanje čistilne naprave je popolnoma avtomatsko in vodeno preko krmilne enote, ki v primeru manjšega dotoka vključi EKO program. Očiščeno vodo je možno prečrpavati tudi na višje nivoje.

Preglednica 3: Učinki čiščenja MČN Ammermann (VODATEH, 2014)

Parameter (mg/l)	Dosežene vrednosti (mg/l)	Garantirane vrednosti (mg/l)	Zahtevane vrednosti (mg/l)
BPK ₅	12	10	30
KPK	60	60	150
NL	22	20	30
N-NH ₄	9,7	10	10

4.5 Ekokultd.o.o

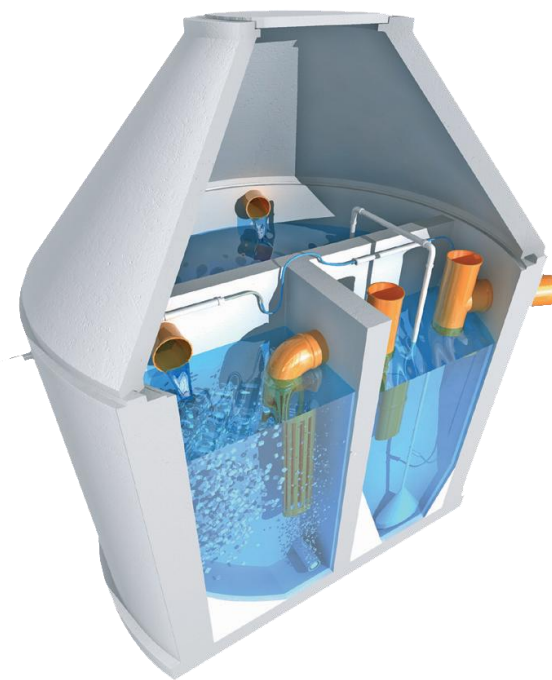
Družba Ekokult je trgovsko podjetje nastalo leta 2006. Njene glavne dejavnosti so povezane z ekologijo in gradbeništvom. Ukvarjajo se s prodajo MČN, sistemov za rabo deževnice, kanalet, ponikovalnic, cevi, lovilcev olj in maščob... Poleg prodaja pa se ukvarjajo tudi z urejanjem okolice, tlakovanjem in izvajanjem storitev z bagrom.

4.5.1 MČN WSB[®] clean

Podjetje Ekokult se ukvarja z zastopstvom ene čistilne naprave nemškega proizvajalca WSB[®] clean. Poleg Slovenije je zastopnik tudi za Hrvaško. Poleg dobave omogočajo tudi njeno vgradnjo in vzdrževanje. V uporabo so oddali že okoli 300 čistilnih naprav, kapacitete od 4 pa do 150 PE.

Prednost te naprave je predvsem močna in visoko odporna betonska posoda, v katero se namesti sam sistem čiščenja. Gre za posode, ki so povozne tudi za težja tovorna vozila, prav tako zaradi svoje teže nanje povišana podtalnica nima vpliva. Zaradi MBBR sistema delovanja s plavajočimi delci, dosegajo naprave dobre rezultate pri nestalnih dotokih odpadne vode in tudi po nekaj mesečnem nedelovanju ostanejo pripravljene za nadaljnje čiščenje.

Odpadna voda najprej priteče v primarni usedalnik, kjer se blato usede, delno prečiščena voda pa odteče naprej. V reaktorju se nahajajo plavajoči delci, imenovani Kaldnes. Narejeni so iz umetne mase in zaradi svoje velike površine in s tem dobrih možnosti za razvoj biofilma omogočajo dobro biološko čiščenje odpadne vode tudi pri večjih obremenitvah. Zaradi sistema vpihanja, se številni delci (kar 30.000 v napravi za 4 PE) porazdelijo po celotnem volumnu. Zrak, potreben za delovanje mikroorganizmov, se vpihuje s pomočjo črpalke, ki je nameščena zunaj naprave. Sledi ločevanje usedlin in prečiščene vode v sekundarnem usedalniku. Usedline se prečrpajo v primarni usedalnik, prečiščena voda pa odteka v naravo. Iztok omogoča tudi jemanje vzorcev prečiščene vode.



Slika 24: MČN WSB® clean v betonski posodi (ekokult, 2013)

4.6 F3m Levstek d.o.o

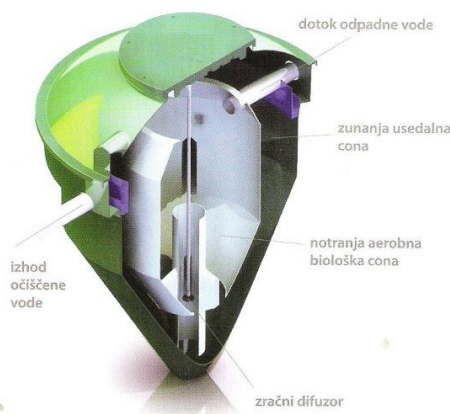
Podjetje F3m je zastopnik britanskega proizvajalca WPL Ltd. in proizvajalca VentilAQUA. Prvi je mednarodno priznan projektant, proizvajalec in dobavitelj sistemov za čiščenje odpadnih voda. Njihove MČN Diamond in Hipaf so vgrajene po celem svetu. VentilAQUA je proizvajalec industrijskih čistilnih naprav s kombinacijo biološkega in fizikalno kemijskega čiščenja.

4.6.1 Diamond

Osnovna značilnost in tudi edinstvenost MČN Diamond (od 1 do 20 PE) je njena diamantna oblika. Tudi položaj reaktorjev oz. bazenov je drugačen kot pri večini ostalih naprav, kjer so cone postavljene druga za drugo, zaporedno. V napravi Diamond se glavni čistilni del nahaja znotraj, v središču in je stožčaste oblike. Zunanji del pa predstavlja usedalna cona. Okostje naprave je izdelano iz armirane plastike z 10 letno garancijo. Puhalo, ki se nahaja v vodotesnem kiosku iz plastike pa ima 2 leti garancije. Delovanje puhala in celotne MČN se nadzoruje preko svetlobnega alarma.

Odpadna voda priteka v osrednji del naprave, kjer se že nahaja aktivno blato. S pomočjo prezračevanja in s tem dodajanjem kisika se vrši biološko čiščenje vode. V zunanjem delu čistilne naprave se aktivno blato s posedanjem loči od očiščene odpadne vode. Očiščena voda prosto odteka v okolje. Čistilna naprava Diamond zagotavlja ustrezne učinke čiščenja.

Poleg vseh sestavnih delov je v ceno čistilne naprave vključena tudi vsa dokumentacija in navodila, dostava čistilne naprave ter zagon. Potrebno je, da se držimo navodil in upoštevamo čas začetnega vzpostavljanja ravnovesja v MČN (6-12 tednov).

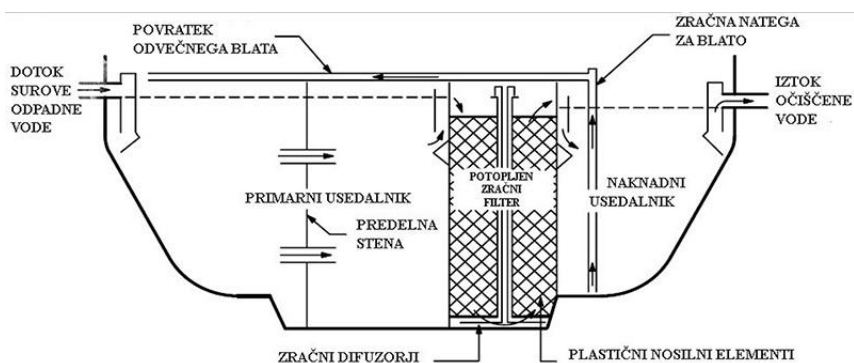


Slika 25: MČN Diamond (Diamond, 2012)

4.6.2 HiPAF

MČN HiPAF so namenjene čiščenju odpadnih voda iz večjih objektov in tudi naselij do 3000 PE. Narejene so po meri naročnika, zato ni standardnih modelov in določenih cen. Primerne so za vgradnjo tam, kjer dotok odpadne vode ni enakomeren: kampi, šole, restavracije, naselja, domovi za ostarele...

Naprava čisti odpadno vodo preko potopljenega zračnega filtra, ki predstavlja čiščenje s pritrjeno biomaso. Sestavljajo jo 3 moduli, poleg aerobnega dela, kjer se nahaja filter, sta tu še primarni in naknadni usedalnik. V primarnem usedalniku se nahajajo pregrade, ki preprečujejo vstop trdnim plavajočim, usedlim snovem v proces biološkega čiščenja. Biološko čiščenje poteka v več segmentih, kar omogoča dober oprijem odpadne vode z biomaso. Zrak potreben za rast mikroorganizmov se vpihuje preko difuzorjev, ki so nameščeni v vsak segment sistema. Tok zraka omogoča tudi luščenje odvečne pritrjene biomase, ki se nato usede v naknadnem usedalniku in prečrpa nazaj v primarni usedalnik. Očiščena voda v naknadnem usedalniku prosto odteka v odtočno cev. Sama shema čiščenja v napravi HiPAF je predstavljena tudi na spodnji sliki (slika 26).



Slika 26: Shema čiščenja HiPAF (F3m, 2013)

4.7 Regeneracija d.o.o

Podjetje Regeneracija je najbolj znano po proizvodnji poliestrskih laminatov, termoplastov in zaščitnih premazov. V zadnjih dveh letih pa se na veliko ukvarjajo tudi s projektiranjem in proizvodnjo MČN. Tako so v tem času prodali že več kot 300 naprav tudi v Hrvaški, Bosni, Črni Gori in Srbiji, kjer imajo prav tako svoja podjetja. Njihova želja je vstopiti na ruski trg, saj le-ta prinaša ogromno priložnosti.

4.7.1 MČN SBR REG

Čistilne naprave SBR REG so razdeljene v dve večji skupini. V prvi se nahajajo naprave od 5 do 20 PE v drugi pa naprave od 20 do 200 PE. Edina večja razlika je, poleg prostornine, teže in priključni moči, da morajo naprave kapacitete od 20 do 200 PE biti opremljene še z odzračevalnim sistemom. Odzračevalni sistem omogoča odvod fermentacijskih plinov, ki povzročajo neprijeten vonj.

Čiščenje odpadne vode poteka v dveh stopnjah. V usedalniku se najprej izločijo večji trdni delci. Biološko onesnažena voda se nato prečrpa v reaktor, kjer poteka čiščenje z razpršeno biomaso. sledi sedimentacija in črpanje očiščene vode iz naprave. Čiščenje poteka avtomatsko preko vgrajene strojne in procesne opreme. Naprava zazna zmanjšanje količine odpadne vode in avtomatsko preide na varčni režim, s čimer se zmanjša poraba elektrike in omogoči preživetje mikroorganizmov. Mogoč je tudi priklop tako imenovanega »dataloggerja«, preko katerega servisna služba Regeneracija medmrežno spremlja delovanje MČN.

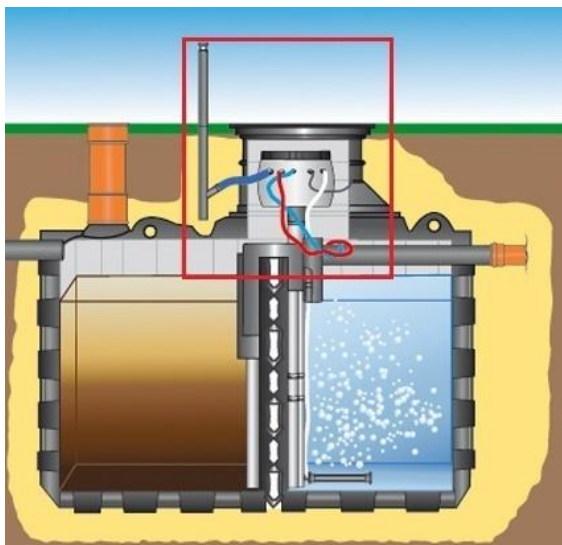
4.8 ProSIGMA Plus d.o.o

ProSIGMA je podjetje, ki se ukvarja z zastopanjem tujih podjetij na področju Slovenije, Hrvaške, Srbije, Bosne ter širše EU. Njihova dejavnost v veliki meri pokriva program na področju ekologije in varovanju okolja. V največji meri se ukvarjajo z zastopanjem MČN tujih proizvajalcev.

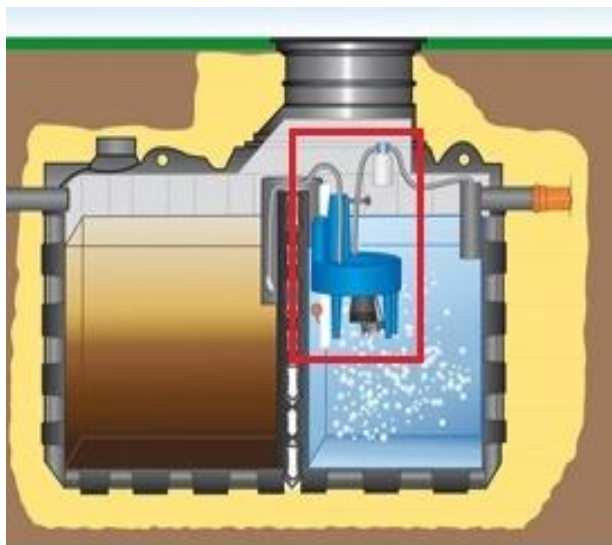
4.8.1 MČN Solido in MONOfuido

Napravi Solido in MONOfuido sta produkt nemškega proizvajalca Rewatec GmbH, ki velja za največjega proizvajalca čistilnih naprav v Evropi. Obe napravi čistita odpadno vodo po SBR tehnologiji v biološkem reaktorju, razlika je le v čistilnem sistemu in v dovodu zraka, ki ga potrebuje Solido (prikazano na spodnjih slikah). Tako sistem Solido deluje z vpihovanjem zraka, brez električnih črpalk. MONOfuido pa uporablja učinkovito JUNG črpalko, preko katere se dovaja kisik. Črpalka omogoča tudi izmet prečiščene vode do 5 m višje.

Napravi nudita 25 let garancije na rezervoar in 3 leta na opremo. Solido je primerna za družinske hiše velikosti od 1 do 14 PE. MČN MONOfuido pa lahko kombiniramo z dvema rezervoarjema in tako povečamo velikost tudi do 25 PE. Na voljo je tudi naprava FLUIDO Blackline, ki omogoča povezavo več rezervoarjev in je tako primerna za čiščenje odpadne vode iz restavracij, hotelov do 50 PE, kjer prihaja do sezonsko povišanih izpustov. Dodatek je le aktivna črpalka ABP, ki omogoča prečrpavanje odpadne vode iz rezervoarjev v SBR reaktor.



Slika 27: MČN Solido (ProSigma)



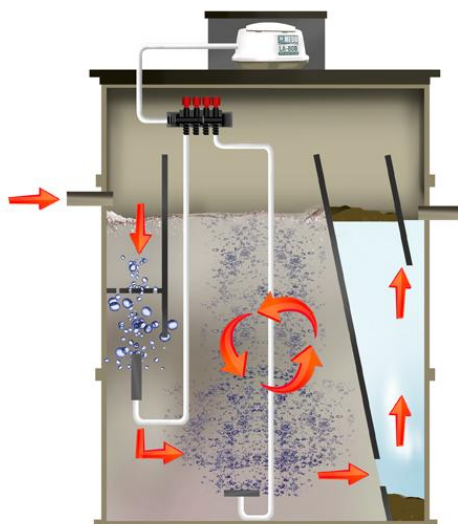
Slika 28: MČN MONOFluido (Rewatec, 2012)

4.9 Podjetje TIMMA

Podjetje Timma ponuja veliko izbiro bioloških čistilnih naprav tujih proizvajalcev. Poleg tega nudi sisteme za zbiranje deževnice, ogrevalne sisteme ter tudi energente, kot so peleti, drva.

4.9.1 AQUATECH

Podjetje TIMMA ponuja kar štiri vrste MČN proizvajalca AQUATECH. To so BIOTIC, VORTEX, ARGO in CRYSTALAQUA. Napravi BIOTIC in VORTEX se razlikujeta le v materialu, ki sestavlja rezervoar (VORTEX narejena po sistemu rotomolding), sam postopek čiščenja z aktivnim blatom je enak. Obe uporabljata sistem za vračanje usedlega in plavajočega blata preko ročnega ventila ali preko avtomatskega sistema FSR. Zaradi konstrukcije posode in tehnologije FSR, ki znatno zmanjša potrebno višino rezervoarja, so naprave zelo primerne za vgradnjo v težkih terenih (skala, suh teren ...), kjer ni možnosti večjih izkopov ali pa so ti zelo dragi. Možna je tudi vgradnja v obstoječo greznico.



Slika 29: Proces čiščenja v MČN BIOTIC (Timma, 2014)

MČN ARGO je pasivna naprava, ki za svoje delovanje ne potrebuje električne energije. Odpadna voda se najprej zbere v primarnem usedalniku (lahko so to neprepustne greznice), nato pa odteče na biološko čiščenje, ki poteka preko biofiltra. Sestavljena je v enem kosu, zato se ne potrebujejo nobeni dodatni rezervni deli. Praznjenje oz. čiščenje poteka na 2-3 leta.

Naprava CRYSTALQUA čisti odpadno vodo po sistemu SBR. Faze čiščenja so krmiljene preko računalnika. Vsi mehanski in električni deli so postavljeni zunaj rezervoarja, kar zmanjša možnost okvar. Rezervoar je sestavljen iz več komor in omogoča enostaven dostop do puhal in ostalih elementov čistilne naprave.

4.9.2 MČN PICOBELLS

Čistilna naprava Picobells v polietilenskem rezervoarju je namenjena čiščenju odpadnih voda iz stanovanjskih objektov, za eno gospodinjstvo (4-6 PE). Lahko pa se vgradi tudi v povozne betonske rezervoarje s kapaciteto tudi do 50 PE. Deluje po postopku MBBR in je primerna tudi tam, kjer so obremenitve neenakomerne (gostinski objekti, počitniške hiše ...).

Naprava je sestavljena iz treh prekatov. V prvem poteka predčiščenje in skladiščenje mehanskih delov in blata. Voda nato odteka v bioreaktor, kjer se nahajajo biološki nosilci Picobells. Nosilci, na katerih se razrastejo mikroorganizmi, zaradi svoje lahke specifične teže krožijo po celotnem volumnu onesnažene vode in jo s tem čistijo. Vpihovanje zraka na dnu prekata pospešuje rast biofilma in omogoča vrtnčenje bioloških nosilcev. Biološko prečiščena odpadna voda nato priteče v naknadni usedalnik, kjer se biomasa usede na dno, prečiščena voda pa se preko odtočne cevi ponovno vrne v naravo. Usedli delci v sekundarnem usedalniku se preko cevi prečrpavajo nazaj na začetek čistilnega postopka.

Čiščenje je vodeno preko kontrolne enote in kompresorja. Ostali elementi, kot so črpalke in ventili se v tem primeru za delovanje ne potrebujejo. MČN PICOBELLS ima 25 let garancije na rezervoar, 15 let na nosilce biomase ter 3 leta na ostalo tehniko.



Slika 30: Posebni nosilci biofilma- Picobells (Kleinkläranlagen, 2011)

4.10 Ostali ponudniki MČN

Na slovenskem tržišču obstaja še mnogo podjetij, ki so tako ali drugače povezana s čiščenjem odpadne komunalne vode, vendar to ni njihova primarna dejavnost. V prilogi (PRILOGA A) so poleg že zgoraj opisanih podjetij naštetna vsa, ki ponujajo rešitve čiščenja preko MČN. V nadaljevanju so opisane še vse ostale MČN, ki jih ponuja slovensko tržišče.

4.10.1 Čistilna naprava Rikutec in ACTIBLOC

MČN Rikutec je proizvod istoimenskega podjetja Rikutec s sedežem v Nemčiji. ACTIBLOC pa proizvaja francosko podjetje Sotralentz Habitat, ki velja za enega izmed največjih proizvajalcev MČN v Evropi in letno proizvede preko 100.000 čistilnih naprav. Obe MČN je možno naročiti pri slovenskem podjetju SOJOS d.o.o.

Naprava Rikutec je narejena iz kakovostne HDPE plastike (High Density Polyethylene) in je na voljo v velikosti 4–6 PE in 8 PE. Rezervoar je razdeljen na dva prekata. V prvem poteka zbiranje in umiranje odpadne vode. Prav tako pa se tu od biološko onesnažene vode ločijo trdne snovi. V drugem prekatu – SBR reaktor poteka biološko čiščenje po SBR tehnologiji. Faze čiščenja so preko računalnika vodene avtomatsko. Ciklus čiščenja traja od 6-8 ur. Računalnik zazna tudi zmanjšanje količine odpadne vode in avtomatsko preklopi na varčevalni način. Poleg rezervoarja in tehničnega modula za čiščenje je v kompletu tudi elektronsko krmiljene z LCD zaslonom, navodila za vkop, uporabo in krmiljenje ter izjava o skladnosti.

MČN ACTIBLOC deluje po SBR postopku. Na voljo je v različnih velikostih, za 1–4 osebe, 5–6 oseb, 7–8 oseb, 12 oseb ter vse do velikosti 50 oseb. Napravo sestavljata dva rezervoarja (za 4 PE, dvakrat po 2500 litrov) in predstavljata volumen, ki zagotavlja učinkovito čiščenje tudi pri povečanem dotoku odpadne vode. Zaradi velikosti je potrebno odvečno blato odvažati le na približno 3 leta, kar znatno poceni stroške celotne investicije. Naprava dosega zelo močne učinke čiščenja in tako predstavlja dolgoročno rešitev, tudi ko se bodo mejne vrednosti onesnaženja, ki jih lahko dosega voda pripravljena za izpust, še bolj zaostrole. Čiščenje je krmiljeno s kompresorjem, nameščenim zunaj naprave (v garaži, kurilnici ...). Krmiljene, ki poteka v slovenskem jeziku tudi avtomatsko zazna zmanjšan dotok odpadne vode in se temu prilagodi.

4.10.2 Oxyfix® in Airoxy®

MČN Oxyfix in Airoxy proizvaja belgijsko podjetje EloyWater, katerih proizvodi se prodajajo v 23 državah sveta. Slovenski zastopnik in distributer pa je IPI d. o. o. iz Rogaške Slatine. Prve so dobavljive v velikostih od 4 do 200 PE, druge pa so namenjene predvsem za čiščenje odpadne vode iz manjših naselij do velikosti 2000 PE.

Naprava Oxyfix je zgrajena iz betonske konstrukcije in čisti odpadno vodo z MBBR postopkom. Zaradi pravokotne oblike betonskega rezervoarja omogoča enostavno vgradnjo in minimalno vzdrževanje. Rezervoar je razdeljen na tri prekate in omogoča čiščenje vode v treh stopnjah. Prvi prekat je primarni usedalnik, kjer pride do usedanja težjih delcev in anaerobne predelave. Plini, ki se pri tem sproščajo, se iz naprave odvedejo po prezračevalni cevi. Druga stopnja predstavlja biološko čiščenje odpadne vode, ki poteka preko biofilma. Biofilm je pritrjen na posebne nosilce imenovane »Oxybee«. Velika površina nosilcev in vpihovanje zraka, omogočata hiter razvoj in rast mikroorganizmov, preko katerih se onesnažena voda tudi očisti. Zadnja stopnja je sekundarni oz. naknadni usedalnik, kjer se preostale trdne snovi ločijo od prečiščene vode. Delci se z recirkulacijo prenesejo nazaj v primarni usedalnik, voda pa se odvede v naravo. MČN omogoča tudi lahek dostop do prečiščene vode in s tem spremljanje ter preverjanje kvalitete vode.

Čistilna naprava Airoxy je poleg čiščenja odpadne vode iz manjših naselij, primerna za uporabo tudi v hotelih, kampih, šolah ... Vodo čisti po enostavnih postopkih z uporabo SBR tehnologije. Odpadna voda najprej priteče v zadrževalni bazen, ki regulira dotok v biološki reaktor SBR. S pomočjo črpalke se voda nato dovaja v reaktor, kjer že poteka vpihovanje zraka. Nastale bakterije, ki se prosto gibljejo v odpadni vodi, omogočijo biološko čiščenje odpadne vode. S posebno sondo se določi konec faze aeracije, preneha se tudi prečrpavanje onesnažene vode v SBR reaktor. Biološko blato se usede na dno in s tem loči od prečiščene vode. Ko je usedanje končano se lahko prične zadnja faza, to je prečrpavanje očiščene vode preko plavajoče cevi. Usedlo blato v SBR reaktorju se periodično prečrpava v zalogovnik blata. S tem se ohranja pravilno ravnovesje biomase za optimalno čiščenje.

Blato v zalogovniku se usede na dno in se odstranjuje po potrebi (praviloma na vsaka 3 leta). Preostali del v zalogovniku pa se vrne nazaj v reaktor. S tem je zaključen krog čiščenja. Čiščenje poteka avtomatsko, prav tako se avtomatsko regulira dotok odpadne vode v biološki reaktor, s čimer se zmanjša vpliv nihanja dotoka in zagotovi ustrezen čas potreben za stabilizacijo blata. MČN Airoxy je možno s posebnim modulom kontrolirati in upravljati tudi na daljavo.



Slika 31: MČN Oxyfix MBBR (IPI, 2013)

4.10.3 MČN AquaClean S

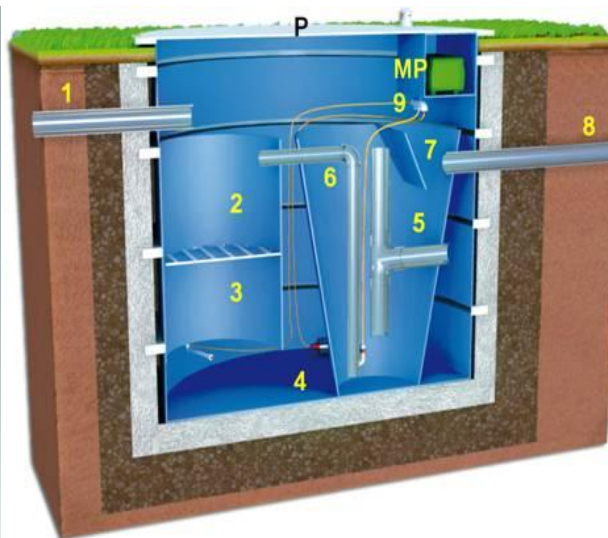
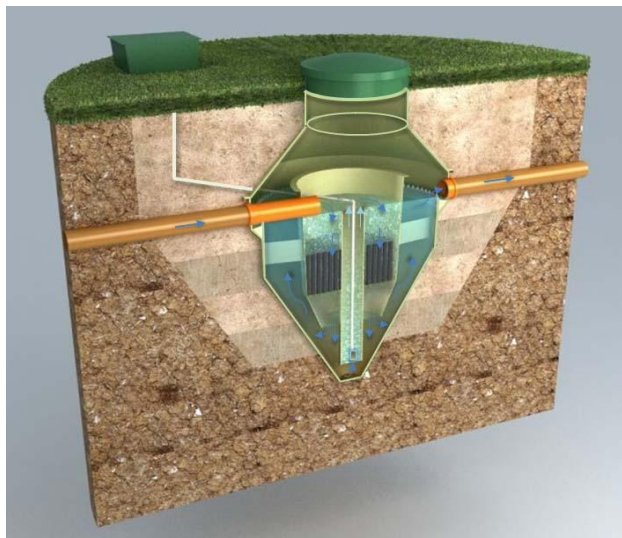
Čistilna naprava AquaClean, katere ponudnik je podjetje CMC Ekocon, je dobavljiva v dveh modelih. Model S5 ustreza velikosti do 6 PE, model S10 pa velikosti 7–12 PE. Je kompaktna MČN, sestavljena iz dvoprekatnega polietilenskega rezervoarja, za čiščenje odpadne vode iz gospodinjstev. Čiščenje poteka po tehnologiji SBR, ki potrebuje 6 ur za celoten cikel čiščenja (4 cikli v 24 urah). Odpadna voda se v SBR reaktor prečrpava preko črpalke. V reaktorju potekajo standardni postopki oz. faze, preko katerih se voda biološko očisti. V primeru zmanjšanja količine odpadne vode, naprava avtomatsko preklopi v počitniški obratovalni način, kjer se aeracija vrši v krajših in pogostejših intervalih. Ko se dovod ponovno poveča, se samodejno preklopi v običajen obratovalni režim. Upravlja se preko krmilnika, ki tudi signalizira morebitne napake in motnje v delovanju.

4.10.4 Čistilna naprava SEPARAT TP-8 in FELIX-4

Obe MČN je mogoče dobiti pri podjetju Separat d. o. o., katerega glavne dejavnosti so zagotavljanje celovitih rešitev odvajanja in čiščenja odpadnih voda ter zaščita okolja. Naprava Separat predstavlja njihov lasten proizvod, Felix-4 pa le kot zastopstvo in prodajni element.

Naprava Felix-4 je namenjen za čiščenje odpadne vode iz gospodinjstev za 2 do 5 oseb. Čiščenje poteka preko aktivnega blata s pritrjeno biomaso. Zagotavlja dobre učinke čiščenja tudi po večmesečni odsotnosti in zmanjšanem dotoku. Naprava je sestavljena iz dveh valjastih rezervoarjev s stožčastim dnom (podobno, kot naprava Diamond 4.6.1). Notranji del predstavlja biološki reaktor in deluje kot prezračevalna cona, zunanji del pa predstavlja sekundarni usedalnik. Odpadna voda se izteka direktno v reaktor, kjer se pomeša z aktivnim blatom. Puhalo in cev, preko katerih se dovaja zrak, omogočata dvig blata in nato tok navzdol skozi pritrjene bionosilce. Naprava omogoča mešanje odpadne vode in blata z zrakom in s tem prave pogoje za čiščenje. V zunanji strani je tok mešanja manjši, s čimer je omogočeno usedanje blata, ki pa se nato ponovno dvigne nazaj v suspenzijo. Zgornji, očiščeni sloj vode se steka v zbirni kanal, iz katerega se nato preliva v iztočno cev. Obratovanje in vzdrževanje naprave je enostavno. V kompletu so poleg MČN še navodila za obratovanje in vzdrževanje, ki omogočajo uporabniku, da napravo vzdržuje in pregleduje sam. Naprava ima 30 let garancije na rezervoar in 2 na ostalo tehnološko opremo.

MČN Separat TP-8 je prav tako namenjena čiščenju odpadne vode iz hiš, manjših stanovanjskih in poslovnih objektov velikosti od 5 do 8 PE. Za razliko od Felix naprava čisti odpadno vodo po postopku aktivnega blata z razpršeno biomaso. Zgrajena je iz rezervoarja v obliki valja, ki je razdeljen na več prekatov. Prvi prekat je primarni usedalnik, iz katerega voda nato odteka v prezračevalni prekat, kjer poteka biološko čiščenje z aktivnim blatom. Kisik se dovaja preko dveh zračnih difuzorjev, ki sta nameščena na dnu bazena. Prečiščena voda odteka v naknadni usedalnik, kjer se suspendirane snovi ločijo od očiščene vode. Aktivno blato, ki se usede v sekundarnem usedalniku, se preko črpalke vrača nazaj v primarni usedalnik. Višek aktivnega blata je potrebno odstranjevati enkrat do dvakrat na leto. Podjetje Separat poskrbi za montažo, zagon in priklop MČN. Za vsa ostala dela je zadolžen investitor.



Slika 32: Prerez MČN Felix-8 (SEPARAT, 2007) Slika 33: MČN Separat TP-8 (SEPARAT, 2007)

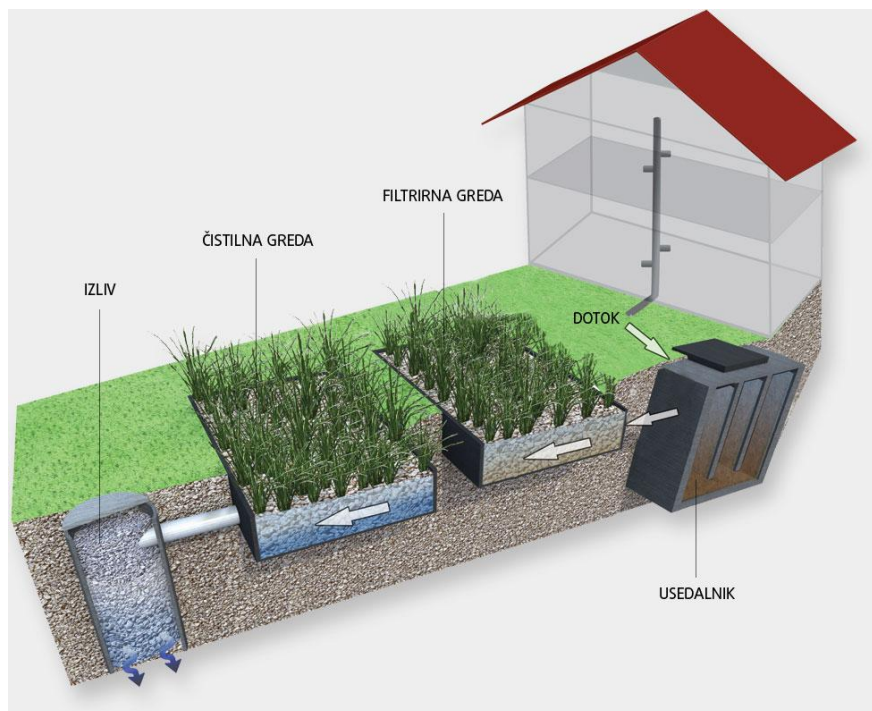
4.10.5 Rastlinski čistilni napravi LIVIPLANT in LIMNOWET®

RČN Limnowet je proizvod slovenskega podjetja Limnos, ki je že več kot 20 let vodilno na tem področju. Samostojno se ukvarjajo z raziskavami za uporabo različnih vrst rastlin, peščenih substratov in načinov pretoka vode, ki omogočajo učinkovito čiščenje onesnaženih odpadnih voda. Izbira pravilnega substrata in rastlin je pogoj za doseganje zadostnega nivoja čistosti vode. Naprava je sestavljena iz več zaporednih izoliranih gred, ki so napolnjene s substratom. Pred samo RČN se vgradi usedalnik (možna uporaba že obstoječe greznice), kjer se ločijo večji trdni delci od biološko onesnažene vode. Voda se nato gravitacijsko, preko drenažnih cevi pretaka pod površino in se ob prisotnosti mikroorganizmov in nasajenih rastlin čisti.

Podoben princip delovanja uporablja tudi Liviplantova RČN. Obe napravi delujeta brez uporabe električne energije in drugih strojnih elementov, kar znatno zmanjša stroške obratovanja in vzdrževanja.

4.10.6 RČN Initram

RČN Initram z vsemi potrebnimi dodatki dobavlja podjetje Eco-ing. Princip delovanja je identičen, kot pri ostalih takšnih napravah. Naprava se projektira za vsakega lastnika posebej, glede na velikost in možnosti postavitve. Podjetje zagotovi postavitve primarnega usedalnika, razgrnitev PVC folije ter dobavo in montažo vseh cevni povezav oz. drenaž. Investitor pa izvede vsa druga potrebna dela, od izkopa do vgradnje revizijskega jaška, položitve geotekstila in posaditve rastlin, katerih seme dobavi podjetje. Proces čiščenja je popolnoma naraven in deluje brez uporabe električne energije. Obratovalni stroški so tako minimalni. Poleg tega RČN zadržuje težke kovine in ima sposobnost terciarnega čiščenja (dušik, fosfor). Stroški dobave kapacitete 5 PE so okoli 3.000,00 evra.



Slika 34: Shema RČN Limnowet (Limnowet, 2014)

4.10.7 Aquatech – VFL

MČN Aquatech – VFL slovaškega proizvajalca je možno na slovenskem tržišču dobiti preko podjetja Gramikom. Gre za naprave velikosti do 50 PE, namenjene za čiščenje odpadne vode iz gospodinjstev in tudi manjših naselij. Uporabljena je tehnologija čiščenja z aktivnim blatom in komorami, znotraj katerih je več prekatov. V prvi komori se odpadna voda umiri in loči od trdnih usedljivih snovi. V primeru povečane obremenitve oz. povečanega pritoka vode ima naprava vgrajen omejevalnik, ki preprečuje, da bi se zaradi preobremenitev v naravo spuščala še neprečiščena voda. Najpomembnejša je prezračevalna komora, v kateri se vršijo procesi biološkega čiščenja. Zrak, potreben za mešanje in delovanje aktivnega blata se vpahuje preko zračne črpalke. Črpalka je nameščena izven naprave v razdalji do 5 m. V zadnji komori se z sedimentacijo odvija proces ločevanja aktivnega mulja od prečiščene vode. Prečiščena voda odteče v odtok, aktivni mulj pa se vrača nazaj v prezračevalno komoro, kjer se ponovno uporabi za biološko čiščenje. Naprava ima 30 let garancije na posodo ter 3 leta garancije na elektroniko.

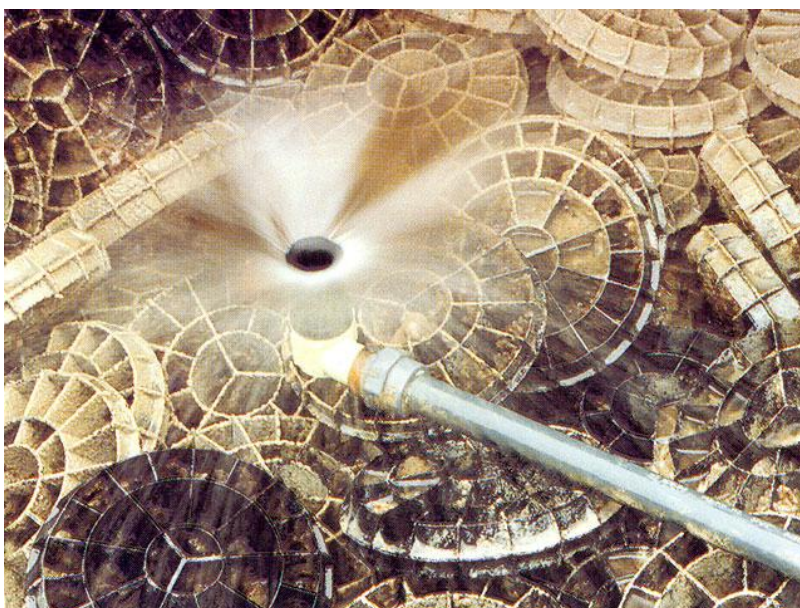
4.10.8 MČN Klarofix in Klaropro

Čistilni napravi Klaro sta proizvod nemškega proizvajalca UTP GmbH. Naročiti jih je mogoče pri podjetju Aquatehnika Maribor. Obe napravi uporabljata SBR tehnologijo za čiščenje odpadne vode. Sta zelo zanesljivi, nizko energetske potrošni in preizkušeni MČN.

Edina razlika med Klarofix in Klaropro je v tem, da slednja vključuje še dodaten zalogovnik vode imenovan tudi Puffer. V času velikih dotokov, ko čistilna naprava ni zmožna prečistiti celotne količine odpadne vode, se voda shranjuje v ta zalogovnik. Naprava vodo iz zalogovnika prečisti, ko pride čas podobremenitve. Na tak način deluje konstantno, s čimer je zagotovljen tudi konstanten učinek čiščenja onesnažene vode. Naprava Klaropro je narejena predvsem za čiščenje odpadne vode iz počitniških hiš, vikendov, kampov, kmečkega turizma, kjer prihaja do neenakomernega, v času sezone oz. med vikendi povečanega dotoka onesnažene vode.

4.10.9 Čistilna naprava BIOCLERE EKOFINN

Bioclere so mehansko-biološke čistilne naprave velikosti od 50 pa vse do 2000 PE. V Evropi je vgrajenih že preko 8000, v Sloveniji pa preko podjetja Sezam d. o. o. okoli 200 takšnih naprav. Izdelane so iz izoliranega dvojnega armiranega poliestrskega plašča. Čiščenje poteka v dveh stopnjah. Mehansko čiščenje oz. sedimentacija poteka v 3-prekatni greznici, biološko čiščenja pa v precejalniki, v katerem se nahaja tudi naknadni usedalnik stožčaste oblike. Zaradi takšne postavitve so naprave učinkovite tudi pri neenakomernih dotokih odpadne vode. Biološko čiščenje poteka tako, da se onesnažena voda s pomočjo črpalke razpršuje po posebnih plastičnih nosilcih (filtrih) HUFO. Na teh nosilcih se pod pogoji prezračevanja razrastejo mikroorganizmi, ki so ključni za biološko čiščenje. Skozi čas se odmrlo blato odluči od nosilcev in se usede na dno naknadnega usedalnika ter se tako loči od prečiščene vode. Usedlo blato se preko druge črpalke črpa nazaj v greznico. Delovanje naprave in s tem obeh dveh črpalk je avtomatsko in se regulira v elektro-krmilni omarici.



Slika 35: Pršenje onesnažene vode na nosilce HUFO (Sezam)

4.10.10 MČN Traidenis

Napravo Traidenis proizvaja istoimensko litvansko podjetje, uvoznik za Slovenijo pa je Eco-ing d. o. o. Sestavlja jo zanesljiv, odporen in trajen bazen iz armirane stekloplastike, znotraj katerega sta dva prekata. Čiščenje v biološkem reaktorju poteka po tehnologiji z aktivnim blatom v kombinaciji s pritrjeno biomaso s fiksnim nosilcem (FBR tehnologija). Pritrjena biomasa se nahaja v lamelah in je uporabna predvsem takrat, ko ni konstantne obremenitve z odpadno vodo. Odpadna voda priteka neposredno v prezračevalni prekat, kjer se vrši biološko čiščenje. Zrak, potreben za razvoj mikroorganizmov se preko zračne črpalke vpihuje skozi talne prezračevalce. Zrak omogoča tudi mešanje in s tem ustrezen kontakt med onesnaženo vodo in aktivnim blatom (kosmi). V zadnji stopnji čiščenja se blato loči od prečiščene vode. Voda se preko prelivnega roba spušča nazaj v naravo, odvečno blato pa se odstrani iz sistema.

4.10.11 Voneko ORM in Voneko AIR

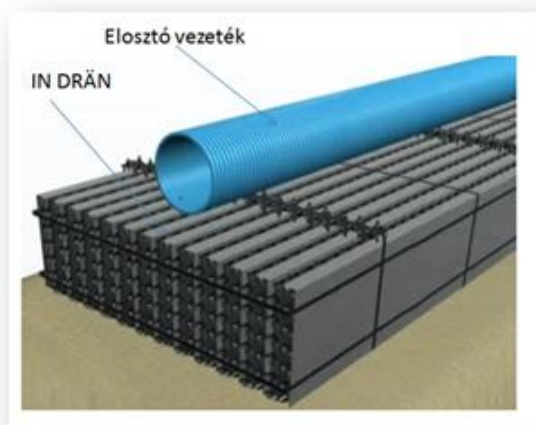
Čistilni napravi Voneko ORM, italijanskega proizvajalca Omnia Resina Mazzotti in Voneko AIR nemškega proizvajalca Klartechnik Reinhardt GmbH, je možno naročiti pri podjetju Voinvest d. o. o. Razlikujeta se v načinu čiščenja odpadne vode. Prva je enostavna pretočna naprava s postopkom aktivnega blata, druga pa uporablja SBR tehnologijo.

MČN Voneko ORM sestavlja en cilindrični rezervoar velikosti do 50 PE razdeljen na tri prekate. V prvem prekatu poteka umirjanje odpadne vode, sedimentacija in anaerobna razgradnja. V drugem prekatu poteka biološko čiščenje onesnažene vode preko aktivnega blata. Potreben zrak se preko membranskega kompresorja dovaja s pomočjo difuzorjev. V zadnjem prekatu poteka sekundarna sedimentacija. Tu se aktivno blato loči od prečiščene vode in ponovno vrne v prvi prekat. Naprava ne vsebuje električnih pogonov v rezervoarju.

Naprave VonekoAir se lahko uporabljajo tudi za čiščenje odpadne vode iz naselij do 2000 PE. Rezervoar je razdeljen na dva dela, zalogovnik in biološki SBR reaktor. V prvi fazi poteka črpanje onesnažene vode v reaktor. Posebno stikalo določi konec faze črpanja in v primeru manjših dotokov tudi samodejno preklopi na cikel varčevanja z električno energijo. V biološkem reaktorju poteka standardno čiščenje po SBR postopku. Kontrolna enota, ki krmili delovanje in izmenjavo ciklov, omogoča 3 biološke cikle dnevno.

4.10.12 Pasivna čistilna naprava FANN

Naprava je produkt švedskega proizvajalca Fann, uvoznik za Slovenijo je Eco-ing. Gre za popolnoma naravno MČN, ki deluje brez elektrike po principu naravnega biofiltra s pronicanjem. Pred samo postavitvijo naprave je potrebno ugotoviti, kakšna je prepustnost podlage oz. zemljine in na katerem nivoju se nahaja podtalnica. Prvi del čiščenja predstavlja mehansko čiščenje v primarnem usedalniku, ki ga lahko nadomesti tudi ustrezna že obstoječa greznica. Biološko onesnažena voda nato preko drenažnih cevi gravitacijsko doteka na infiltracijske module, ki so položeni na 30 cm debelo peščeno posteljico. Moduli in cevi so prekriti z geotekstilom, ki preprečuje vdor blatu in zemljini, s katero se nato vse skupaj zasuje. Biološko čiščenje poteka s pronicanjem odpadne vode skozi infiltracijske module, kjer se nahajajo bakterije. Zrak, potreben za čiščenje in življenje bakterij, se dovaja preko gub v modulu, ki so navzdol odprte. Končno čiščenje, imenovano tudi poliranje, poteka s pronicanjem obdelane vode v tla. Čistilno napravo Fann odlikujejo zelo nizki vzdrževalni stroški in skoraj nični stroški delovanja. Nudena je tudi 10 letna splošna garancija. Cena naprava se giblje nekje v rangu cen RČN.

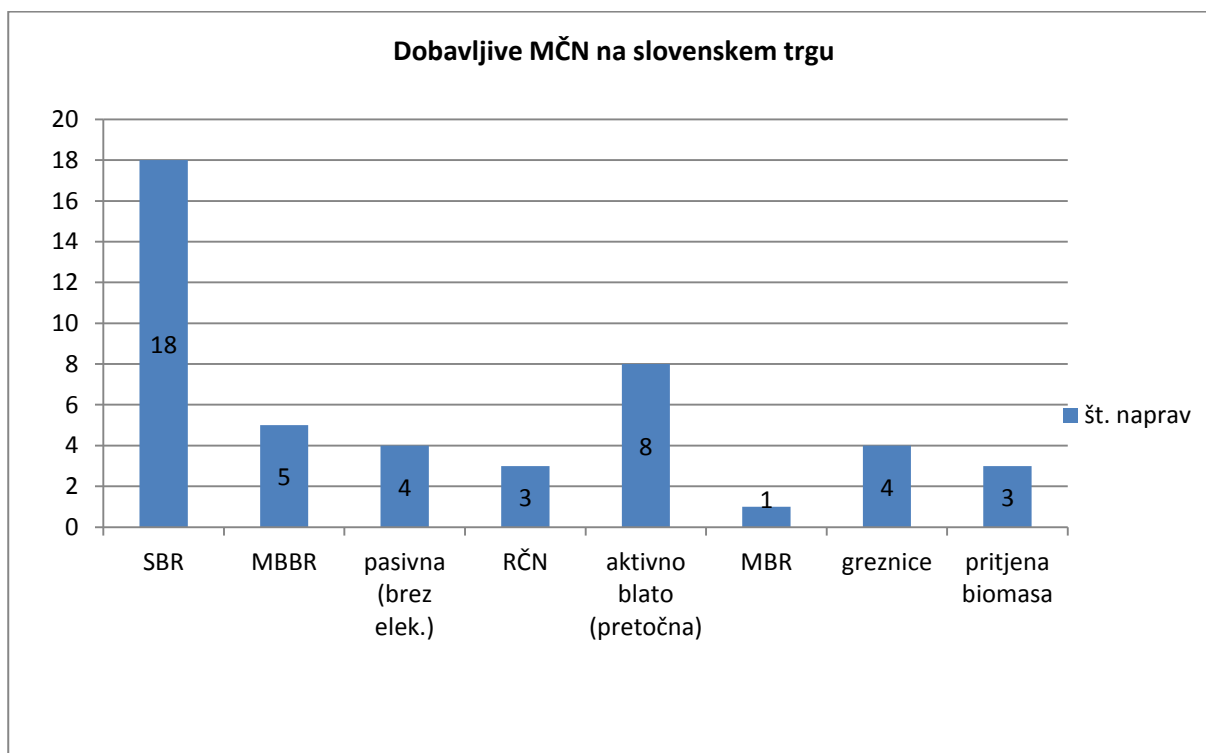


Slika 36: Drenažna cev z inf. moduli FANN (Prowatech)

4.11 Povzetek in pregled

Zgoraj naštet in opisane čistilne naprave so bolj ali manj vse, ki jih je mogoče pridobiti oz. naročiti na tržišču v Sloveniji. Seveda je mogoče MČN naročiti tudi iz tujine, vendar so problem visoki stroški prevoza in kasnejšega servisiranja. Na slovenskem tržišču je mogoče zaslediti preko 40 različnih naprav, večina je naprav tujih proizvajalcev, katere uvažajo in prodajajo številna slovenska podjetja. Nekatera izmed njih se poleg prodaje ukvarjajo tudi z vgradnjo, zagonom in servisiranjem naprav. Nekaj pa je tudi domačih podjetij, ki se ukvarjajo tudi z načrtovanjem in samo proizvodnjo MČN (Zagožen, Roto...). Na spodnjem grafu (Graf 1) so po različnih tehnologijah prikazane vse dobavljive MČN slovenskih ponudnikov. Iz grafa je razvidno, da je največ naprav, ki delujejo po SBR postopku (kar 17 različnih vrst). To seveda ne preseneča, saj velja ta postopek za najbolj preizkušenega in s svojimi prednostmi tudi največkrat uporabljenega tako v Sloveniji kot drugod po Evropi.

Tolikšen izbor MČN pa kupcem ne olajša odločitve pri izbiri tehnologije in vrste naprave, ki jim bo služila za čiščenje odpadne vode. Nasprotno, kupce vse to zmede in jim še oteži njihovo odločitev. Tako se velikokrat odločijo za najugodnejšo oz. najcenejšo različico, ki pa na koncu nujno ne prinese najcenejše investicije. O tem nekoliko več v naslednjem poglavju. Ker gre pri nakupu MČN za dolgoročno rešitev, je zelo pomembno, da se najprej posvetujemo pri strokovnjakih in preverimo ponudbo na trgu. Napačna izbira lahko namreč prinese nepotrebne in previsoke stroške.



Grafikon 1: MČN po različnih tehnologijah čiščenja

5 STROŠKI INVESTICIJE IN CENOVNI RAZREDI

Celotna investicija ravnanja z odpadno vodo z uporabo MČN predstavlja kar velik stroškovni zalogaj, še posebej v današnjih težkih in ekonomsko nestabilnih časih. Sicer je dovolj kakovostno družinsko MČN (4 PE), ki na izpustu zadostuje vsem parametrom, mogoče z dostavo in montažo dobiti že za okoli 1500 evrov. Cena je odvisna predvsem od tipa in tehnologije, ki jo naprava uporablja za čiščenje odpadne vode. Začetna investicija poleg gole cene MČN večinoma vsebuje še prevoz, vgradnjo, montažo in zagon. Ne vsebuje pa cene gradbenih del, saj so le-ta močno odvisna od terena, kjer bo naprava postavljena. Vendar pa na dolgi rok najcenejše naprave večinoma ne prinašajo najboljših rešitev oz. najugodnejše celotne investicije. Stroški celotne investicije poleg začetne investicije vsebujejo še stroške obratovanja, vzdrževanja, upravljanja, servisiranja in ne nazadnje tudi stroške praznjenja oz. odvoza odvečnega blata. Na pogled privlačne, cenovno ugodne naprave lahko tako prinesejo skrite dodatne stroške, ki jih nismo pričakovali. Poleg tega, da so manj zanesljive in je več možnosti da pride do okvare, lahko k dodatnimi stroški prispeva tudi povečana poraba elektrike in pogost odvoz odvečnega blata.

Stroški obratovanja in vzdrževanja se od naprave do naprave močno razlikujejo, zato je o njih potrebno razmisliti že pred nakupom in vgradnjo. Največji delež teh stroškov predstavlja poraba električne energije pri napravah, ki za delovanje potrebujejo elektriko. Ta strošek znaša nekje od 20 do 50 evrov na leto, odvisno od velikosti in s tem priključne moči. Pasivne naprave tega stroška nimajo. Strošek nastane tudi zaradi servisiranja naprave. Dobro je, da se enkrat na leto preveri računalnik, delovanje puhal, rezervoar in količino blata v zbiralniku. Lahko pa se za to usposobimo tudi sami. Vzdrževalni stroški so višji pri napravah, ki imajo več mehanskih sklopov in zahtevnejše krmiljenje. Velik strošek predstavlja tudi praznjenje rezervoarja, ki pa ga zaračunavajo lokalna komunalna podjetja in se tako razlikuje od občine do občine. Po predpisih je določeno, da se blato iz čistilne naprave odvaža najmanj enkrat na tri leta. Pogostejše praznjenje prinaša nepotrebne dodatne stroške. Praznjenje se zaračunava po dejanski količini in frekvenci. Javno podjetje komunala Mozirje d. o. o., ki skrbi za odvoz v naši občini, zaračunava za prevzem blata iz greznic in MČN 18,1650 evra po kubičnem metru.

Dodaten strošek predstavlja tudi ocena obratovanja oz. izdelava prvih meritev za vse MČN, ki niso gradbeni proizvod in niso vpisane na spletni strani GZS (www.gzs.si). Ta strošek prav tako zaračunava občina. Ocena obratovanja mora biti pozitivna in se na vsaka 3 leta nato izvaja na vseh MČN. Za naprave, ki so gradbeni proizvod z izjavo o skladnosti na začetku zadostuje vpogled v tehnično dokumentacijo, ki jo lastnik pridobi s strani dobavitelja.

Preglednica 4: Obratovalni in vzdrževalni stroški na PE za 25 let obratovanja (Kompore et al., 2007).

Velikost naprave [PE]	5	10	20	50
Tip naprave	evro/PE			
Razpršena biomasa (SBR)	1,058.03	844.74	646.84	428.82
Pritrjena biomasa	965.95	728.15	614.15	454.78
RČN	629.14	502.31	384.63	254.99
Lagune	497.26	451.77	382.72	316.55
Nepretočne greznice	7,009.40	6,025.04	5,478.93	5,528.26
Pretočne greznice	613.19	513.94	460.46	427.64

Iz zgornje tabele se lepo vidi, da obratovalni in vzdrževalni stroški preračunani na populacijski ekvivalent, z velikostjo naprave padajo. Tako bi bilo zelo ekonomično postaviti skupno MČN, na katero bi bilo priključenih več gospodinjstev ali celotna manjša vas oz. naselje. Seveda takšna rešitev odpade v primeru zelo razpršene poselitve, kjer bi bili priključki od hiš do MČN predolgi in s tem stroški začetne investicije preveliki. Opaziti je tudi zelo velike stroške pri nepretočnih greznicah v

primerjavi z ostalimi tipi naprav. Ti so predvsem posledica pogostega praznjenja greznice in odvoza blata.

5.1 Cene MČN

V ceno MČN je poleg dejanske cene naprave večinoma všteti tudi prevoz, zagon, montaža (povezave cevi znotraj naprave) in tudi povezava preko cevi s puhalom. Vse cene, ki se pojavijo v nadaljevanju tako predstavljajo celotno ceno začetne investicije, seveda brez gradbenih del. V ceno so všteti tudi vsi popusti, ki jih firme v tem času dajejo na naprave.

Cene se od podjetij do podjetij, za zelo podobne naprave razlikujejo. Zato je težko določiti dejanske cenovne razrede. Nekatera podjetja se namreč poslužujejo številnih marketinških potez, ki bi privabile čim večje število kupcev. Od znižanja cen, tudi za več kot 20 %, do ponudbe zastojnih dodatkov v primeru naročila. Zavedajo se, da gre v tem primeru za »vročo robo« in pravi čas za trženje teh izdelkov, saj je še veliko takšnih, ki odtoka odpadne vode še nimajo urejenega, leto 2017 pa se nezadržno bliža.

5.1.1 MČN do velikosti 10 PE

Naprave za čiščenje odpadne vode iz eno ali dvodružinskih hiš od 5 pa do 10 PE, so zaradi razpršene poselitve v Sloveniji, najbolj pogosto uporabljene MČN. Zato je na trgu zaznati tudi največ število vrst, tehnologij po katerih delujejo in proizvajalcev ter ponudnikov naprav teh velikosti. Posledica so tudi velike cenovne razlike.

Najcenejše so seveda najpreprostejše pretočne čistilne naprave, ki čistijo vodo po tehnologiji z aktivnim blatom. Te imajo zelo malo mehanskih in elektronskih delov, zato so tudi zelo enostavne za upravljanje, servisiranje in preglede. Tudi zmogljivost čiščenja je povsem zadovoljiva in v skladu s standardi. Na trgu lahko takšno napravo, velikosti 6 oseb dobimo že za okoli 1800 evrov, brez DDV-ja. Kvalitetno ROTO-jevo EKO 6 iste kapacitete, ki deluje po istem principu pa že za okoli 2300 evrov. Podobno ceno ima tudi MČN Diamond (4.6.1), ki pa se ji za vsak velikostni razred cena poviša za nekje 700, 800 evrov. Pretočna čistilna naprava z aktivnim blatom v velikosti do 10 PE se nahaja nekje v rangu 3000 evrov. Približno takšna pa je tudi cena naprave Diamond (model DMS2) do 11 PE.

Cena RČN je primerljiva s cenami zgoraj opisanih pretočnih naprav. Za eno družino oz. gospodinjstvo jo je mogoče dobiti že za 2400 evrov. Je pa cena drugih pasivnih čistilnih naprav, ki za delovanje ne potrebujejo električne energije bistveno višja. Za Armex-ove BIOROCK in ClearFox (4.2.2) velikosti do 10 PE je potrebno odšteti tudi do 4500 evrov.

SBR MČN zaradi svoje zapletene tehnologije prav tako spadajo v nekoliko višji rang, kot pretočne. Prav tako pa predstavljajo še višje razlike v ceni od proizvajalca do proizvajalca. Najcenejšo v velikosti do 6 PE je mogoče dobiti za nič manj kot 3300 evrov. Začetna cena naprav večjih velikosti do 10 PE pa je nekje okoli 3600 evrov. Najdražja ROTO-jeva SBR čistilna naprava RoClean 8 pa ima ceno 4800 evrov, z vključenim DDV-jem. Nekoliko cenejša je naprava AQUAMAX prav tako slovenskega proizvajalca. MBBR naprave z nosilci na katerih je biomasa, se nahajajo v podobnem cenovnem razredu, kot SBR.

Najdražje so membranske čistilne naprave, ki se uporabljajo tam, kjer je potrebna visoka stopnja čiščenja. Cena te naprave za gospodinjstvo v velikosti do 6 PE krepko presega 4000 evrov. Je pa njihova uporaba v Sloveniji zelo redka, zaradi še ne tako preizkušene tehnologije.

5.1.2 Čistilne naprave od 10 do 50 PE

Cena čistilnih naprav z večanjem velikosti ne raste sorazmerno. Za primerjavo, naprava velikosti 20 PE ni dvakrat dražja od naprave velikosti 10 PE. Pri večjih napravah se namreč poveča samo dimenzija rezervoarja oz. reaktorja in moč puhala oz. kompresorja, če ga ta naprava vsebuje. Tehnologija čiščenja in ostale komponente pa ostanejo nespremenjene. Razmerje cen med različnimi tehnologijami pa ostaja približno enako. Največ MČN na slovenskem tržišču je dobavljivih do velikosti 20 PE. Večje naprave so nekoliko težje dobavljive, prav tako pa je za njih težko pridobiti neke točno določene cene. V tem primeru gre velikokrat za specifične oz. tipske naprave, ki se od vgradnje do vgradnje nekoliko razlikujejo.

Poleg tega velikosti večjih naprav niso tako natančno določene. MČN SBR REG 20 je tako primerna za od 16 pa do 25 oseb. Cena te naprave, ki čisti odpadno vodo po SBR tehnologiji je dobrih 9200 evrov z DDV-jem. To je tudi nekako primerljiva cena naprav takšnih velikosti in tehnologije. Na slovenskem tržišču se najdejo cenejšje in dražje naprave v tem rangu. Rotojeva je ena izmed dražjih in se dobi za okoli 11000 evrov. V povprečju so nekoliko dražje še MBBR čistilne naprave in nekatere pasivne naprave (Clearfox). Je pa zelo ugodna pasivna čistilna naprava FANN švedskega proizvajalca, z ceno okoli 6000 evrov za 20 PE.

Pretočne naprave in naprave z aktivnim blatom so nekoliko cenejše. MČN Diamond velikosti 20 PE je dobavljiva že za dobrih 5000 evrov brez vključenega DDV-ja, Aquatecova pretočna naprava VFL pa za okoli 6500 evrov (20 PE) oz. 7900 evrov (30 PE), prav tako brez vključenega DDV-ja.

5.1.3 Čistilne naprave od 50 do 100 PE

Čistilne naprave nad 50 PE pa že spadajo pod tako imenovane male komunalne čistilne naprave, ki zahtevajo večji nadzor in pogostejše pregledovanje. Zato jih upravljajo lokalna komunalna podjetja. Prav tako morajo imeti te naprave izboljšano mehansko oz. primarno stopnjo čiščenja in jih je treba še nekoliko dodatno nadgraditi. Priporočljiva je vsaj uporaba grabelj ali sita, s katerim se iz odpadne vode odstranjujejo večji trdni predmeti, ki bi lahko povzročili težave v biološki stopnji čiščenja. Toliko število ljudi namreč povzroči veliko odpadne, nekontrolirane vode.

Zaradi vsega naštetega so cene čistilnih naprav nad 50 PE zelo variabilne in določljive predvsem na podlagi konkretnih situacij. Se pa cene takšnih velikosti giblje od okoli 20000 evrov navzgor.



Slika 37: Čistilna naprava velikosti 100 PE (Regeneracija, 2013)

6 ZAKLJUČKI

Izbor pravilne MČN oz. takšne naprave, ki nam bo dobro in zanesljivo služila več 10 let, ni tako enostaven kot se zdi na prvi pogled. Če k temu dodamo še eno spremenljivko, ki predstavlja vse stroške prinesen s strani naprave v njeni celotni življenjski dobi, je odločitev še toliko težja. Da bi si ta izbor nekoliko olajšali je dobro, da se najprej dobro posvetujemo s strokovnjaki na tem področju in preverimo ponudbo. Strokovnjaki nam bodo na podlagi našega opisa (število oseb, lokacija, dodatne želje ...) poskušali svetovati in pomagati pri izbiri najbolj primerne naprave za naše potrebe.

V splošnem ne obstaja neko pravilo, ki bi določalo na katera mesta oz. za katere potrebe je primerna določena vrsta oz. tehnologija MČN. Nas pa s svojimi prednostmi v različnih okoljih delovanja k izboru prisilijo naprave same. Enostavna pretočna naprava je tako primerna predvsem za gospodinjstva z bolj ali manj konstantnim dotokom odpadne vode. V tem primeru predstavlja stroškovno zelo ugodno rešitev z učinkovitim čiščenjem. Če hočemo imeti večji nadzor nad čiščenjem je priporočljivo uporabiti napravo s tehnologijo SBR. Prednost teh naprav je tudi v tem, da lahko modul, ki je ključen za biološko čiščenje, vgradimo naknadno. S tem si razdelimo investicijo na dva dela, prav tako pa lahko koristno uporabimo rezervoar (zbiranje deževnice ...). Tam, kjer prihaja do zelo neenakomernih dotokov odpadne vode pa je smiselno uporabiti napravo z MBBR tehnologijo, ali pasivno čistilno napravo (sem spada tudi RČN). Na trgu se je v zadnjem času pojavilo veliko pasivnih čistilnih naprav. Njihove prednosti so predvsem delovanje brez uporabe električne energije, zmožnost čiščenja nadobremenitev ter sposobnost ohranjanja čistilne sposobnosti v primeru, da dotoka ni (tudi do enega leta).

Je pa seveda izbor v veliki meri odvisen tudi od lokacije postavitve in lastnosti zemljine. V primeru visoke podtalnice odpade gradnja RČN in nekaterih ostalih pasivnih naprav. Prav tako smo omejeni z vgradnjo na težjih, strmih območjih (planinski domovi, visoko ležeče kmetije ...). Tu moramo biti previdni tudi zaradi morebitnih plazov, ki bi jih z odkopom gradbene jame lahko povzročili. Na vodovarstvenem območju pa je trenutno primerna za v uporabo le nepretočna greznica.

Grški filozof Thales je zapisal: »Voda je prasnov in božanski izvor vseh stvari«. Kljub nekoliko religioznem prizvoku sam zapis ni daleč od resnice. Brez vode si danes težko predstavljamo normalno življenje. Je eno izmed glavnih »goriv« ki skrbi, da se svet vrti in razvija naprej (na vseh področjih). Oskrbo s čisto pitno vodo dandanes jemljemo preveč za samoumevno, z njo pa vse prevečkrat ravnamo brezobzirno. Na drugi strani pa so ljudje, ki živijo v velikih primanjkljajih. Ravno zaradi tega, bi morali vodo še toliko bolj ceniti. En korak proti temu je storila tudi Evropska unija, s postavljenimi novimi zakoni (glej poglavje 2.1) in osveščanjem. Z novimi zakoni je uporaba MČN tam, kjer priključitev na kanalizacijsko omrežje ni mogoča, praktično neizbežna. Kar je seveda prav, saj je ohranjanje vodnih virov in ponovna uporaba prečiščene odpadne vode pogoj za dobro in zdravo življenje prihodnjih generacij. S tem pa se prav tako odpira tudi dosti možnosti zaposlitve in ustanovitve podjetij na tem področju. Kljub temu, da je na slovenskem tržišču zelo veliko izbire MČN, je manevrskega prostora pri razvoju le-teh še veliko. Prav to je bil tudi eden izmed namenov te diplomske naloge, pripraviti neko osnovo za mladega raziskovalca, ki bi se v prihodnje na kakršenkoli način želele ukvarjati z MČN, jih razvijati, upravljati in vgrajevati.

VIRI

ARMEX. 2014. Pregledni katalog, marec 2014.

CID. 2014. *MBBR tehnologija*.

http://www.cid-cn.si/index.php?option=com_content&view=article&id=11&Itemid=37 (Pridobljeno 20. 7.2014.)

COMTEH. 2014. *Komunalne čistilne naprave*.

<http://www.comteh.si/komunalne-cistilne-naprave.html> (Pridobljeno 14.7.2014.)

DIAMOND 2012. Brošura o mali biološki čistilni napravi.

EGRADIVA. *Naravni sistemi*.

http://egradiva.minet.si/file.php/10/moddata/scorm/572/naravni_sistemi.html (Pridobljeno 4.7.2014.)

EKOKULT. 2013. *Biološke čistilne naprave*.

<http://ekokult.com/Default.aspx?TabID=2289> (Pridobljeno 22.7.2014.)

EREVIJA. 2009. *Greznicam se počasi izteka čas*.

http://www.erevija.com/clanek/918/Greznicam_se_po%C3%A8asi_izteka_%C3%A8as (Pridobljeno 4.7.2014.)

F3M. 2013. *Opis delovanja čistilne naprave HiPAF*.

<http://www.f3m.si/index.php/proizvodi/hipaf-cistilne-naprave-do-3000-pe> (Pridobljeno 1.8.2014.)

FA ORGANIZATION, ZDA. *Biological treatment*.

<http://www.fao.org/docrep/003/v9922e/V9922E05.htm#4.1.5%20Roating%20biological%20contractors> (Pridobljeno 17.7.2014.)

IPI. 2013. *Čistilne naprave Eloy*.

<http://www.ipi-rogaska.si/> (Pridobljeno 2.8.2014.)

KLEINKLÄRANLAGEN. 2011. *Picobells Kleinkläranlage im Landkreis Cuxhaven eingebaut*.

<http://www.kleinklaeranlage.com/> (Pridobljeno 1.8.2014.)

Kolar, J. 1983. *Odvod odpadne vode iz naselij in zaščita voda : tehnika zbiranja, odvoda, čiščenja in dispozicije odpadne ter padavinske vode*, Ljubljana, Državna založba Slovenije: 523 str.

Kompare, B., Atanasova, N., Uršič, M., Drev, D. & Vahtar, M. 2007. *Male čistilne naprave na območjih razpršene poselitve / [besedilo Boris Kompare ... [et al.], Domžale, ICRO - Inštitut za celostni razvoj in okolje: 57 str.*

LIMNOS. 2010. *Rastlinska čistilna naprava Limnowet*.

http://www.limnos.si/rastlinske_cistilne_naprave.php (Pridobljeno 10.7.2014.)

LIMNOWET. 2014. *Delovanje RČN*.

<http://www.limnowet.si/tehnologija/> (Pridobljeno 5.8.2014.)

Ozmeč, S. 2014. *Do konca leta 2017 namesto greznic male čistilne naprave*. Delo in dom. 22, 32: 29-32.

- Premzl, B. 2001. *Čiščenje odpadnih vod v malih čistilnih napravah*.
<http://www.peta-dimenzija.com/diploma/poglavja/06-2poglavje.htm> (Pridobljeno 10.6.2014.)
- PROSIGMA. *Vgradnja čistilne naprave*.
<http://www.cistilne-naprave.si/prosigma/79/vgradnja-cistilne-naprave.html> (Pridobljeno 20.7.2014.)
- PROWATECH. *Čistilna naprava FANN*.
http://www.prowatech.hu/fann_hazi_tisztito_energia_nelkul.html (Pridobljeno 17.8.2014.)
- Regeneracija. 2013. *Reference - MČN*.
<http://www.regeneracija.si/reference-komunalna-infrastruktura.html> (Pridobljeno 2.9.2014.)
- REWATEC. 2012. *Small sewage plants*.
<http://www.rewatec.de/index.php?cat=263> (Pridobljeno 11.8.2014.)
- ROTO. 2013. *Čistilne naprave*.
http://issuu.com/roto.si/docs/roto_mcn/1?e=0 (Pridobljeno 29.6.2014.)
- Roš, M. 2001. *Biološko čiščenje odpadne vode*, Ljubljana, GV založba: 243 str.
- Roš, M. & Panjan, J. 2012. *Gospodarjenje z odpadnimi vodami : učbenik za modul Gospodarjenje z odpadnimi vodami v programu Okoljevarstveni tehnik*, Celje, Fit media: 148 str.
- Roš, M. & Zupančič, G. D. 2010. *Čiščenje odpadnih voda*, Velenje, Visoka šola za varstvo okolja: 330 str.
- SEPARAT, D. O. O. 2007. *Čistilne naprave*.
<http://separat.si/prodajni-program/cistilne-naprave> (Pridobljeno 9.8.2014.)
- SEZAM, D. O. O. *Biološke čistilne naprave BIOCLERE EKOFINN*.
<http://www.sezam-race.si/cistilne-naprave/bioloske/> (Pridobljeno 10.8.2014.)
- STATISTIČNI URAD RS. 2008. *Kako je država poseljena?*.
<http://www.stat.si/obcinevstevilkah/Vsebina.aspx?ClanekNaslov=PrebivalstvoGostota>
(Pridobljeno 19.6.2014.)
- TIMMA. 2014. *Biološke čistilne naprave*.
<http://www.timma.si/> (Pridobljeno 17.8.2014.)
- VO-KA. *Vodovod-kanalizacija, nepretočna greznica*.
<http://www.vo-ka.si/informacije/male-komunalne-cistilne-naprave-greznice/nepretocna-greznica#>
(Pridobljeno 9.7.2014.)
- VODATEH. 2014. Katalog, marec 2014.
- WIKIPEDIA. 2014. *Sewage treatment*.
http://en.wikipedia.org/wiki/Sewage_treatment (Pridobljeno 22. 6.2014)
- ZAGOŽEN. 2014. *AQUAmax katalog, marec 2014*.
http://cnaquamax.si/files/Katalog_aquamax_A4_web.pdf (Pridobljeno 3.7.2014.)

OSTALI VIRI

SIST EN 12566-3:2005+A1:2009 - Male čistilne naprave do 50 PE - 3. del: Predizdelane in/ali na mestu postavitve sestavljene čistilne naprave za gospodinjske odplake

Uredba o emisiji snovi pri odvajanju odpadnih vod iz malih komunalnih čistilnih naprav.
Uradni list RS, št. 98/2007, stran 4857.

SEZNAM PRILOG

PRILOGA A: PONUDNIKI MČN NA SLOVENSKEM TRŽIŠČU

PRILOGA A: PONUDNIKI MČN NA SLOVENSKEM TRŽIŠČU

<p>ROTO Černelavci, Gorička 150 9000 Murska Sobota 080 22 52 info@roto.si www.roto.si</p>	<p>ARMEX ARMATURE d.o.o Ljubljanska cesta 2A 1295 Ivančna Gorica 01/78-69-270 ; 051/652 192 info@armex-armature.si www.armex-armature.si</p>	<p>Zagožen d.o.o (AQUAmax) Cesta na Lavo 2a 3310 Žalec 03 713 13 49; 051 388 390 cistilne.naprave@zagozen.si www.zagozen.si</p>
<p>VODATEH Cerov Log 137 8310 Šentjernej 030/626 715 info@vodateh.si www.vodateh.si</p>	<p>EKOKULT Kvasica 2 8343 Dragatuš 07 35 66 914 ; 041 341 943 info@ekokult.si www.ekokult.si</p>	<p>F3m Levstek d.o.o Podgorica 86 1231 Ljubljana - Črnuče 041/826 926 info@f3m.si www.f3m.si</p>
<p>Regeneracija d.o.o Alpska cesta 43 4248 Lesce 386 4 531 70 70 info@regeneracija.si www.regeneracija.si</p>	<p>SOJOS d.o.o Ulica Štefana Kovača 6 9224 Turnišče 070 850 850 info@sojos.si www.sojos.si</p>	<p>2PR d.o.o Blatnica 14 1236 Trzin 01/564 04 04 info@2pr.si www.2pr.si</p>
<p>CID ČISTILNE NAPRAVE d.o.o Ul. Istrskega odreda 1 6000 Koper 040 33 10 10 info@cid-cn.si www.cid-cn.si</p>	<p>GRAMIKOM Nataša Černič s.p. Ranca 2B 2211 Pesnica pri Mariboru 070 335 860 gramikom@gmail.com www.gramicom.si</p>	<p>IPI d.o.o Zg. Nagonje 36d 3250 Rogaška Slatina 386 3 81 85 700 info@ipi-rogaska.si www.ipi-rogaska.si</p>
<p>CMC Ekocon d.o.o Zapolje I/10 1370 Logatec 386 (1) 759 08 10 info@cmc-ekocon.si www.cmc-ekocon.si</p>	<p>Aqua Tehnika Jakob d.o.o Pesniški dvor 5 2211 Pesnica pri Mariboru 040 414 003 info@at-maribor.si www.at-maribor.si</p>	<p>ProSIGMA Plus d.o.o Limbuška cesta 2 2341 Limbuš 02 421 32 00 info@prosigmaplus.si www.cistilne-naprave.si</p>
<p>SEPARAT d.o.o Borova vas 21 2000 Maribor 386 2 300 68 40 info@separat.si www.separat.si</p>	<p>TIM-S Robert Lovše s.p Šentrupert 69 8232 Šentrupert 031 788 032 info@tims.si www.tims.si</p>	<p>tmGRA d.o.o Savska cesta 5 1000 Ljubljana 01 438 13 20 info@tmgra.si www.tmgra.si</p>

<p>Sezam d.o.o Ljubljanska cesta 97b</p> <p>2327 Rače 386 02 608 20 32 sezam@triera.Net www.sezam-race.si</p>	<p>Gramat Gril Rožna dolina 9</p> <p>1290 Grosuplje 01 786 33 63 info@gramat-gril.si www.gramat-gril.si</p>	<p>Limnos d.o.o Požarnice 41 1351 Brezovica pri Ljubljani 01 365 15 07 info@limnos.si www.limnos.si</p>
<p>LIVIPLANT d.o.o Pečovnik 24 3000 Celje 041 210 277 www.liviplant.si info@liviplant.si</p>	<p>ECO-ING d.o.o Opekarniška cesta 15a 3000 Celje 041 786 506 info@cistilna-naprava.si www.eco-ing.com</p>	<p>DA-BO Mont d.o.o Zgornji Duplek 37F 2241 Spodnji Duplek 041 332 230 info@dabo.si www.dabo.si</p>
<p>TIMMA Boris Fujan s.p. Hraše 4a 1216 Smlednik 386 (0) 70 540 860 info@timma.si www.timma.si</p>	<p>Voinvest d.o.o Bukovica 55 D 5293 Volčja Draga 041 605 213 info@voneko.si www.voneko.si</p>	