

**VISOKA ŠOLA ZA VARSTVO OKOLJA**

**DIPLOMSKO DELO**

**PRIMERJAVA DELOVANJA RAZLIČNIH TIPOV  
ISTILNIH NAPRAV ODPADNIH VODA**

**AMADEJA ŽIŽIČ**

**VELENJE, 2013**



**VISOKA ŠOLA ZA VARSTVO OKOLJA**

DIPLOMSKO DELO

**PRIMERJAVA DELOVANJA RAZLIČNIH TIPOV  
ISTILNIH NAPRAV ODPADNIH VODA**

AMADEJA ŽI KAR

VARSTVO OKOLJA IN EKOTEHNOLOGIJA

MENTOR: PROF. DR. MILENKO ROŠ

VELENJE, 2013

Priloga 2: Sklep o diplomskem delu



Številka: 726-34/2011-2

Datum in kraj: 25. 10. 2011, Velenje

Na podlagi Diplomskega reda

izdajam

**SKLEP O DIPLOMSKEM DELU**

Študentu-ki VŠVO

**Amadeji Žičkar**

se dovoljuje izdelati diplomsko delo pri predmetu: Tehnologije za zmanjšanje onesnaženja zraka, vode in tal

Mentor-ica: prof. dr. Milenko Roš

Somentor-ica: \_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_

Naslov diplomskega dela v slovenskem jeziku: Primerjava delovanja različnih tipov čistilnih naprav odpadnih voda

Naslov diplomskega dela v angleškem jeziku: Comparison of different types of wastewater treatment plants

Diplomsko delo je potrebno izdelati skladno z Navodili za izdelavo diplomskega dela.

Pravni pouk: Zoper ta sklep je možna pritožba na Senat v roku 3 delovnih dni.

Dekanica  
doc. dr. Natalija Špeh

## **MENTORSTVO IN IZJAVA O AVTORSTVU**

Diplomsko delo je nastalo pod mentorstvom prof. dr. Milenka Roša.

Podpisana Amadeja Ži kar, študentka Visoke šole za varstvo okolja, izjavljam, da je to diplomsko delo rezultat mojega samostojnega dela ob pomoči mentorja ter ob uporabi različnih virov, literature in drugih virov. Vsi viri so citirani v skladu z navodili iz diplomskega reda.

Amadeja Ži kar

## **ZAHVALA**

Zahvaljujem se prof. dr. Milenku Rošu za mentorstvo, pomoč in usmeritve pri izdelavi diplomskega dela. Prav tako se zahvaljujem podjetju Komunala Sevnica, da mi je omogočilo opravljanje prakse in raziskovalnega dela v podjetju. Zahvaljujem se delovni mentorici v podjetju Komunala Sevnica, gospe Poloni Sirk, univ. dipl. biol., gospe Urški Jamšek ter gospodu Stojanu Žuliču za pomoč in vodenje pri terenskemu in laboratorijskem delu.

Posebna zahvala velja staršem ter preostali družini, ki so mi omogočili študij, verjeli vame ter me podpirali, ter fantu za vso podporo in pomoč v času študija.

## IZVLEČEK

V diplomskem delu sem želela ugotoviti in preuči, ali letni časi vplivajo na učinkovitost čistilnih naprav. V raziskovalnem obdobju sem zajela tri obdobja, in sicer poletje, jesen ter zimo.

Testiranje vzorcev vode sem opravljala na čistilni postaji Kompolje, R. N. Bazga in C. N. Sevnica. V teoretičnem delu sem predstavila delovanje čistilnih naprav in vplive določenih spojin na okolje. V praktičnem delu pa sem opisala postopke in načine vzorčenja, laboratorijske analize in rezultate analiz. Na podlagi teorije in zbranih analiz sem ugotovila, da so bili učinkovitosti čistilnih naprav za KPK, TN in celotni P na čistilni postaji Kompolje izredno slabi. Na R. N. Bazga sta bila učinkovitosti za KPK in  $\text{NH}_4\text{-N}$  dobra. Problem je predstavljal celotni dušik (bil je nad dovoljeno mejno vrednostjo) in celotni fosfor (ki se praktično ni odstranil). Učinkovitost čistilne postaje C. N. Sevnica je bil izredno dober. Tudi usedljivost aktivnega blata je bila dobra. Volumski indeks blata je bil ves čas konstanten, kar pomeni, da je bilo blato kvalitetno in dobro usedljivo. Razlike v učinkovitosti med letnimi časi smo opazili na R. N. Bazga in C. N. Sevnica.

## KLJUČNE BESEDE

čistilna naprava, odpadna voda, mejna vrednost, učinkovitost čistilnih naprav.

## ABSTRACT

In my thesis, I wanted to find out and study whether seasons have influence on the treatment efficiency of wastewater treatment plants. I examined three seasons in the research period: summer, autumn and winter.

I tested water samples at WWTP Kompolje, wetland Bazga and CWWTP Sevnica. In the theoretical part, I presented the functioning of the wastewater treatment plants and the influence of certain compounds on the environment. In the practical part, I described sampling procedures and methods, laboratory analyses and the results of the analyses. Based on theory and the analyses, I established that the treatment efficiency of COD, TN and total P at WWTP Kompolje was extremely low. The treatment efficiency of COD and  $\text{NH}_4\text{-N}$  at wetland Bazga was high. Total nitrogen (it was over the permissible limit) and total phosphorus (which was basically not removed) were problematic. The treatment efficiency of COD at CWWTP Sevnica was very high. Moreover, the sedimentation of the activated sludge was high. The sludge volume index was constant the entire time, which means that the sludge was of high quality and well settled. We noticed the distinction in treatment efficiency among different seasons at wetland Bazga and CWWTP Sevnica.

## KEYWORDS

Wastewater treatment plant, wastewater, limit value, wastewater treatment.

**KAZALO VSEBINE**

1	UVOD.....	7
1.1	Splošno.....	8
1.2	Namen dela.....	8
1.3	Cilji dela.....	8
2	TEORETI NI DEL.....	8
2.1	Zakonodaja.....	8
2.1.1	Evropski predpisi.....	8
2.1.2	Ostale pomembne direktive Evropske Skupnosti.....	9
2.1.3	Slovenska zakonodaja.....	10
2.1.4	Zakoni.....	10
2.1.5	Pravilniki.....	11
2.1.6	Uredbe.....	11
2.1.7	Operativni program odvajanja in iš enja komunalne odpadne vode.....	13
2.2	Viri odpadnih vod.....	13
2.3	iš enje odpadne vode.....	14
2.4	Na ini vzor enja.....	14
2.5	Kemijske in fizikalne lastnosti.....	14
3	MATERIALI IN METODE.....	17
3.1	Opisi istilnih naprav.....	17
3.1.1	Mehansko–biološka istilna naprava Kompolje.....	17
3.1.2	Rastlinska istilna naprava Bazga.....	18
3.1.3	Centralna istilna naprava Sevnica.....	19
3.2	Metode dela.....	23
3.2.1	Laboratorijsko delo s kivetnimi hitrimi testi (Hach Lange).....	25
4	REZULTATI.....	29
4.1	Mejne vrednosti analiziranih parametrov.....	40
5	INTERPRETACIJA REZULTATOV.....	41
6	ZAKLJU EK.....	42
7	POVZETEK.....	44
8	LITERATURA.....	49

**KAZALO SLIK**

Slika 1:	Shema procesa iš enja odpadne vode na N Kompolje.....	18
Slika 2:	Shema procesa iš enja odpadne vode na R N Bazga.....	19
Slika 3:	Vstopno rpališ e.....	19
Slika 4:	Postaja za sprejem greznic.....	20
Slika 5:	Mehansko pred iš enje.....	20
Slika 6:	Prezra evalni bazen.....	21
Slika 7:	Dehidracija blata.....	22
Slika 8:	Shema procesa iš enja odpadne vode na C N Sevnica.....	22
Slika 9:	Iztok pri N Kompolje.....	23
Slika 10:	Merjenje pH vode s prenosno pH sondo na R N Bazga.....	24
Slika 11:	Iztok pri R N Bazga.....	24
Slika 12:	aše, v katerih so vzorci vode za vtok, iztok, prefiltrirana voda za vtok ter prefiltrirana voda za iztok.....	25
Slika 13:	aši z vzor no vodo iz vtoka ter iztoka.....	25

**KAZALO GRAFOV**

Graf 1: Rezultati analiz KPK za vtok in iztok na N Kopolje, R N Bazga ter C N Sevnica ...	30
Graf 2: Rezultati analiz NH <sub>4</sub> -N za vtok in iztok na N Kopolje, R N Bazga ter C N Sevnica	31
Graf 3: Rezultati analiz NO <sub>3</sub> -N za iztok na N Kopolje, R N Bazga ter C N Sevnica .....	33
Graf 4: Rezultati analiz TN za vtok in iztok na N Kopolje, R N Bazga ter C N Sevnica .....	33
Graf 5: Rezultati analiz celotnega P za vtok in iztok na N Kopolje, R N Bazga ter C N Sevnica .....	35
Graf 6: Povprečna vrednost pH pri N Kopolje, R N Bazga ter C N Sevnica .....	36
Graf 7: Rezultati analiz pretoka na N Kopolje in R N Bazga .....	37
Graf 8: Rezultati analiz pretoka na C N Sevnica .....	38
Graf 9: Rezultati analiz koncentracije aktivnega blata na N Kopolje in C N Sevnica .....	39
Graf 10: Rezultati analiz koncentracije raztopljenega kisika na N Kopolje in C N Sevnica .	39
Graf 11: Rezultati analiz usedljivosti aktivnega blata na N Kopolje in C N Sevnica .....	39
Graf 12: Rezultati analiz volumskega indeksa blata (VIB) na C N Sevnica .....	40

**KAZALO PREGLEDNIC**

Preglednica 1: Vrednosti KPK in NH <sub>4</sub> -N za N Kopolje .....	29
Preglednica 2: Vrednosti KPK in NH <sub>4</sub> -N za R N Bazga .....	29
Preglednica 3: Vrednosti KPK in NH <sub>4</sub> -N za C N Sevnica .....	30
Preglednica 4: Vrednosti NO <sub>3</sub> -N in TN za N Kopolje .....	31
Preglednica 5: Vrednosti NO <sub>3</sub> -N in TN za R N Bazga .....	32
Preglednica 6: Vrednosti NO <sub>3</sub> -N in TN za C N Sevnica .....	32
Preglednica 7: Vrednosti P - celot. in pH za N Kopolje .....	34
Preglednica 8: Vrednosti P - celot. in pH za R N Bazga .....	34
Preglednica 9: Vrednosti P - celot. in pH za C N Sevnica .....	35
Preglednica 10: Tehnološki parametri za N Kopolje .....	36
Preglednica 11: Tehnološki parametri za R N Bazga .....	37
Preglednica 12: Tehnološki parametri za C N Sevnica .....	38
Preglednica 13: Mejne vrednosti parametrov onesnaženosti pri neposrednem in posrednem odvajanju ter pri odvajanju v javno kanalizacijo .....	40
Preglednica 14: Mejne vrednosti parametrov pri neposrednem in posrednem odvajanju za istilne naprave v upravljanju Komunale Sevnica .....	41



## OKRAJŠAVE IN SIMBOLI

Simbol	Pomen	Enota
KPK	kemijska potreba po kisiku	mg/L
BPK <sub>5</sub>	biokemijska potreba po kisiku v 5 dneh	mg/L
NH <sub>4</sub> -N	amonijev dušik	mg/L
NO <sub>3</sub> -N	nitratni dušik	mg/L
P	fosfor	mg/L
TP	celotni fosfor	mg/L
TN	celotni dušik	mg/L
PE	populacijski ekvivalent	PE = 60 g BPK <sub>5</sub> /PE dan
N Kompolje	istilna naprava Kompolje	
R N Bazga	rastlinska istilna naprava Bazga	
C N Sevnica	centralna istilna naprava Sevnica	

## POJMI

Odpadna voda je voda, ki se po uporabi neposredno ali po kanalizaciji odvaja v vode, in sicer je to lahko tehnološka odpadna voda, padavinska odpadna voda ali komunalna odpadna voda (Roš, 2001).

Tehnološka odpadna voda je voda, ki nastaja predvsem pri uporabi v industriji, obrtni ali obrti podobni ter drugi gospodarski dejavnosti in po nastanku ni podobna komunalni odpadni vodi. Tehnološka odpadna voda je tudi voda, ki nastaja pri uporabi v kmetijski dejavnosti, ter zmes tehnološke odpadne vode s komunalno ali padavinsko odpadno vodo ali z obema, če se pomešane vode po skupnem iztoku odvajajo v javno kanalizacijo ali v vode ([Uradni list RS, št. 47/2005](#)).

Padavinska odpadna voda je voda, ki kot posledica meteorskih padavin odteka iz utrjenih, tlakovanih ali z drugim materialom prekritih površin neposredno ali po kanalizaciji v vode (Roš, 2001).

Javna kanalizacija je kanalizacija, skupaj s istilno napravo, ki zaključuje to kanalizacijo, ki je kot javna infrastruktura lokalnega pomena namenjena izvajanju obinske gospodarske javne službe odvajanja iniščenja komunalne in padavinske odpadne vode ([Uradni list RS, št. 64/2012](#)).

Komunalna odpadna voda je voda, ki nastaja v bivalnem okolju gospodinjstev zaradi rabe vode v sanitarnih prostorih, pri kuhanju, pranju in drugih gospodinjstevskih opravilih. Komunalna odpadna voda je tudi voda, ki nastaja v objektih v javni rabi ali pri kakršnikoli dejavnosti, če je po nastanku in sestavi podobna vodi po uporabi v gospodinjstvu (Roš, 2001). Glede na vrsto odpadne vode, ki doteka na istilno napravo, ločimo komunalne, industrijske in skupne istilne naprave.

Komunalna istilna naprava je naprava za iščenje komunalne odpadne vode ali za iščenje mešanice komunalne odpadne vode z industrijsko ali padavinsko odpadno vodo ali obema, ki zmanjšuje ali odpravlja njeno onesnaženost ([Uradni list RS, št. 64/2012](#)).

Mala komunalna istilna naprava je naprava za obdelavo komunalne odpadne vode z zmogljivostjo iščenja manjšo od 2.000 PE ([Uradni list RS, št. 64/2012](#)).

Industrijska istilna naprava je istilna naprava za iščenje industrijske odpadne vode ene ali več naprav, v katerih poteka isti ali več različnih tehnoloških postopkov.

Če se industrijska odpadna voda odvaja v javno kanalizacijo, je industrijska istilna naprava namenjena pred iščenju industrijske odpadne vode ([Uradni list RS, št. 64/2012](#)).

Skupna istilna naprava je istilna naprava za mešanico komunalne ali padavinske odpadne vode ali obeh s tehnološko odpadno vodo, pri kateri delež obremenitve istilne naprave, ki jo povzroča tehnološka odpadna voda ene ali več industrij, presega 50 %, merjeno s KPK ([Uradni list RS, št. 47/2005](#)).

Uinek iš enja istilne naprave je razmerje med količino snovi, izločene pri obdelavi odpadne vode, in količino te snovi v odpadni vodi pred iš enjem v istilni napravi ter se izraža v odstotkih (Roš, 2001).

Mejna vrednost emisije snovi je vrednost, na podlagi katere se vrednoti emisija snovi in ugotavlja izmerna obremenitev okolja zaradi emisije snovi v javno kanalizacijo ali v vodo pri odvajanju odpadne vode in se izraža kot:

- mejna vrednost parametra onesnaženosti odpadne vode,
- mejna vrednost letne količine onesnaževala,
- mejna vrednost uinka iš enja odpadne vode ali
- mejni emisijski faktor ([Uradni list RS, št. 64/2012](#)).

Obratovalni monitoring odpadnih vod je v skladu s predpisom, ki ureja prve meritve in obratovalni monitoring odpadnih vod, vzorčenje odpadne vode po vnaprej določenem programu, merjenje in vrednotenje parametrov odpadne vode med uporabo ali obratovanjem naprave ([Uradni list RS, št. 47/2005](#)).

Populacijski ekvivalent (PE) je enota za obremenjevanje vode, ustreznost onesnaženju, ki ga povzročijo en prebivalec na dan (Roš, 2001).

## 1 UVOD

Voda kot naravna prvina je pogoj za nastanek in obstoj življenja. Količina vode in njena pojavna oblika ter časovna razporeditev vplivata na raznovrstnost naravnih živalskih in rastlinskih vrst ter na življenje ljudi, njihovo blaginjo, življenjske vzorce, pa tudi na lovekov odnos do voda in vodnega prostora (ARSO, 2013).

Da zmanjšamo oziroma preprečimo onesnaževanje okolja zaradi odpadnih voda, je nujno potrebno vodo očistiti na istilnih napravah in očiščeno spuščati v okolje.

Še vedno velja prepričanje, da je območje Slovenije bogato z vodami ne glede na njihovo neugodno časovno in prostorsko razporeditev ter veliko geološko ranljivost, predvsem na območju Krasi. To prepričanje se kaže tudi v odnosu ljudi do voda in vodnega prostora, ki še ne odseva zadostnega razumevanja posledic lovekovega ravnanja na vodne vire.

Področje voda urejajo v Republiki Sloveniji (RS) trije osnovni zakoni: Zakon o varstvu okolja, Zakon o vodah in Zakon o ohranjanju narave. Zakoni urejajo za stanje voda in vodnega okolja najpomembnejše vsebine, in sicer varstvo in rabo voda ter vodnega in obvodnega prostora, urejanje voda in varstvo od voda odvisnih ekosistemov.

Izvajanje komunalne dejavnosti v Občini Sevnica sega v leto 1965, ko je bila ustanovljena Komunalna uprava Sevnica.

Sledilo je obdobje preimenovanja podjetja v Komunalno podjetje "Komunala" Sevnica, Stanovanjsko skupnost Sevnica in nato Obrtni servis Sevnica, ki se je leta 1966 združilo z istega leta ustanovljenim Komunalnim stanovanjskim podjetjem Sevnica. Z letom 1976 se je podjetje pričelo reorganizirati tako, da je bila iz dejavnosti izločena stanovanjska in tako je v letu 1980 nastalo podjetje Komunala Sevnica p. o.

## 1.1 Splošno

Javno podjetje Komunala d. o. o. Sevnica izvaja gospodarske javne službe, ki so hkrati glavne dejavnosti podjetja. Njihova osnovna značilnost je, da so neprofitne in namenjene zagotavljanju osnovnih javnih dobrin. Gre za proizvode oziroma storitve, ki jih mora podjetje neprekinjeno zagotavljati ob enakih pogojih vsem uporabnikom, ne glede na stroške in po cenah, ki jih določa in nadzira lokalna skupnost in država.

Glavne dejavnosti:

- oskrba s pitno vodo,
- zbiranje in odvoz komunalnih odpadkov,
- odvajanje in čiščenje komunalnih odpadnih in padavinskih voda,
- pogrebne in pokopališke storitve,
- javna snaga in urejanje javnih površin.

## 1.2 Namen dela

V diplomskem delu bom predstavila delovanje treh različnih istilnih naprav v Občini Sevnica, ki so v upravljanju Javnega podjetja Komunala d. o. o. Sevnica, v različnih letnih obdobjih. To so mehansko–biološka Čistilna Kropolje, ki ima kapaciteto čiščenja okoli 100 PE, Rastlinska Čistilna Bazga, ki ima kapaciteto čiščenja 500 PE ter Čistilna Sevnica, ki ima kapaciteto čiščenja 9900 PE.

Primerjala bom učinkovitost čiščenja naštetih istilnih naprav, saj menim, da se učinkovitost čiščenja spreminjajo glede na letni čas. Ugotavljala bom, kakšen je vpliv zunanjih dejavnikov na stabilizacijo istilnih naprav. Večje kot so istilne naprave, bolj so stabilne, medtem ko so manjše istilne naprave bolj izpostavljene. Pri rastlinski istilni napravi Bazga predvidevam, da se bodo parametri razlikovali v zimskem času, saj je pozimi vegetacija manjša, zato bodo verjetno tudi učinkovitost čiščenja drugačna kot v poletnem ter jesenskem času.

## 1.3 Cilji dela

Cilj mojega diplomskega dela je spremljanje učinkovitosti delovanja obstoječih komunalnih istilnih naprav v Občini Sevnica. Učinkovitost delovanja sem spremljala na mehansko-biološki Čistilni Kropolje, Rastlinski Čistilni Bazga ter Čistilni Sevnica. Namen diplomskega dela je bil ugotoviti delovanje vsake Čistilne posebej glede na:

1. različne letne čase,
2. pogoje obratovanja,
3. velikost istilne naprave,
4. tip istilnih naprav.

Nato sem primerjala rezultate delovanja vseh treh Čistilnih med seboj.

## 2 TEORETIČNI DEL

### 2.1 Zakonodaja

Čiščenje odpadne vode je v vsaki državi neposredno vezano tudi na obstoječo zakonodajo. Slovenija pri tem ni izjema – v zadnjih letih ji je uspelo zakonodajo s področja voda uskladiti z mednarodno skupnostjo, saj voda ni omejena samo na posamezno državo, ampak je z rekami, jezeri ali morji (porečji) povezana tako rekoč z vsemi sosedi.

#### 2.1.1 Evropski predpisi

Slovenska zakonodaja je vezana na zakonodajo Evropske skupnosti (EU), ki je izdala vrsto direktiv, z leti pa jih dopolnjuje in spreminja. Osnovni dokument EU je Okvirna vodna direktiva (Medmrežje 11).

**Okvirna vodna direktiva 2000/60/EC (WFD).** WFD je nastala na podlagi trajnostne vloge, ki jo mora dosegati skrb za vode, tako da medsebojno poveže dolgoročne okoljske cilje in emisijske kazalce izražanja kvalitete.

Skupni cilj Okvirne vodne direktive je postavitve sistema za gospodarjenje z vodami, s katerim bi preprečili ali nadaljnje onesnaževanje vseh vodnih teles in dosegli dobro ekološko stanje voda, najkasneje do leta 2015. Na ta način in predstavlja WFD osnovni dokument, katerega smoter je ohraniti in izboljšati vodno okolje v EU, s poudarkom predvsem na kakovosti voda, kvantiteta razpoložljive vode pa predstavlja pomoč pri zagotavljanju dobre kakovosti vode.

Za doseganje ciljev na področju celinskih voda so bile pred začetkom izvajanja WFD v vseh državah članicah EU določene kategorije, z oceno trenutnega stanja, da bi se prilagodile vrste monitoringa za vodna telesa. Operativni monitoring zagotavlja jasen in izraben pregled ekološkega in kemijskega stanja v vsakem vodnem telesu, kar omogoča potrditev ali spremembo trenutne ocene, ki temelji na dosedanjih rezultatih. Rezultati pregleda stanja bodo omogočili ali pristojnim organom, da za neopredeljena vodna telesa program ukrepov za tista vodna telesa, ki ne bodo izpolnila okoljskih kriterijev.

Za doseganje ciljev na področju podzemnih voda predpisuje Okvirna vodna direktiva varovalne zahteve z namenom doseganja dobrega kemijskega in količinskega stanja podzemnih voda. Zahteva, da so identificirane površinske vode in kopni ekosistemi, ki so odvisni od podzemnih voda, ter da je vsakršno njihovo onesnaževanje zaradi podzemnih voda analizirano in ovrednoteno. Dobro kemijsko stanje bo doseženo, ko bodo podzemne vode ustrezale standardom kakovosti. Tu so opredeljene mejne vrednosti za nitrati in pesticide. Dobro količinsko stanje pomeni, da je doseženo ravnotežje med odvzemom in obnavljanjem količine in podzemnih voda. Odvzem vode bi moral biti v normalnih razmerah veliko manjši od razpoložljive količine podzemnih voda, pod nobenimi pogoji pa količina odvzete vode ne bi smela presežati obnovljivega volumna podzemnih voda.

### 2.1.2 Ostale pomembne direktive Evropske Skupnosti

Poleg Okvirne vodne direktive 2000/60/EC, obstajajo za področje krovne politike upravljanja z vodami še dokumenti, ki podrobneje posegajo v posamezna področja upravljanja z vodami v EU. Za področje voda so pomembne še direktive:

- **Direktiva Sveta ES 91/271/EEC** (Medmrežje 3) je namenjena obdelavi komunalne odpadne vode. Cilj direktive je varstvo okolja pred škodljivimi vplivi odvajanja biološko razgradljivih odpadnih voda. Direktiva zahteva izgradnjo istilne naprave za vsa naselja, ki so večja od 2000 prebivalcev, poleg tega zahteva izgradnjo terciarne stopnje čiščenja za območja in območja, kjer je prisotna možnost eutrofikacije. Direktiva določa roke v zvezi z izgradnjo ustreznih kanalskih omrežij in komunalnih istilnih naprav, za izpuste v vode pa določa mejne emisijske vrednosti.
- **Direktiva Sveta EGS 91/676/EEC** (Medmrežje 4), bolj znana kot Nitratna direktiva. Namen navodil iz direktive je zmanjšanje onesnaženosti voda z nitrati zaradi kmetijske dejavnosti in nadaljnje preprečevanje takšnega onesnaženja. Bistvena pravila ravnanja se nanašajo predvsem na skladiščenje gnojevke in na in ter letne termine gnojenja kmetijskih površin, upoštevanje na območjih dobre kmetijske prakse.
- **Direktiva Sveta EGS 86/278/EEC** (Medmrežje 5). Namen te direktive je urediti uporabo blata iz istilnih naprav v kmetijstvu na tak način, da se prepreči škodljivi učinki na tla, vegetacijo, živali in ljudi, ter s tem spodbujati pravilno uporabo blata iz istilnih naprav. Dokument določa mejne vrednosti vnosa nevarnih snovi, predvsem težkih kovin, ki jih lahko vnesemo v tla z uporabo blata iz istilnih naprav.

### 2.1.3 Slovenska zakonodaja

Predpisi s področja išenja komunalnih odpadnih vod. V naslednjih poglavjih so opisani zakoni in podzakonski akti (pravilniki, uredbe, itd.), ki urejajo področje išenja odpadnih voda in ravnanje s produkti, ki pri tem nastajajo. Ko govorimo o išenju odpadne vode, moramo upoštevati vrsto predpisov, ki so povezani z vodami, so asno pa je treba poznati tudi ostale predpise, saj je lahko istilna naprava vir hrupa, onesnaženega zraka (ob nepravilnem delovanju ali upravljanju) in trdnih odpadkov (veji odpadki, odstranjeni iz odpadne vode, primarno in sekundarno blato, itd.), ki jih lahko odlagamo na določena odlagališča.

### 2.1.4 Zakoni

Področje odvajanja in išenja komunalne odpadne vode urejajo predpisi, izdani na podlagi Zakona o varstvu okolja (ZVO), Zakona o vodah (ZV), Zakona o gospodarskih javnih službah (ZGJS) in Zakona o prostorskem načrtovanju (ZPN):

**Zakon o varstvu okolja (ZVO)**, Uradni list RS, št. 32/1993.

Temeljni cilji varstva okolja so:

1. trajno ohranjanje vitalnosti narave, biološke raznovrstnosti in avtohtonosti biotskih vrst, njihovih habitatov ter ekološkega ravnotežja,
2. ohranjanje raznovrstnosti in kakovosti naravnih dobrin, naravnega genskega sklada ter ohranjanje rodovitnosti zemljišč,
3. ohranjanje in obnavljanje pestrosti ter kulturne in estetske vrednosti krajine in naravnih vrednot,
4. zmanjševanje porabe naravnih virov, snovi in energije.

Operativni cilji varstva okolja so:

1. postopen prehod na uporabo obnovljivih naravnih virov,
2. preprečevanje nevarnosti ter zmanjševanje obremenitev za okolje,
3. odprava poškodb okolja ter ponovna vzpostavitev njegovih regeneracijskih sposobnosti.

Ob izpolnjevanju direktiv ES je bil Zakon večkrat spremenjen in dopolnjen. V letu 2008 je bil zadnjič spremenjen in objavljen v Uradnem listu RS, št. 70/2008 kot Zakon o spremembah in dopolnitvah Zakona o varstvu okolja (ZVO - 1B).

**Zakon o vodah (ZV)**. Objavljen kot Zakon o vodah (ZV - 1), Uradni list RS, št. 67/2002. Ta zakon ureja upravljanje z morjem, celinskimi in podzemnimi vodami (v nadaljnjem besedilu: vode) ter vodnimi in priobalnimi zemljišči.

- Upravljanje z vodami ter vodnimi in priobalnimi zemljišči obsega varstvo voda, urejanje voda in odločanje o rabi voda.
- Ta zakon ureja tudi javno dobro in javne službe na področju voda, vodne objekte in naprave ter druga vprašanja, povezana z vodami.

Cilj upravljanja z vodami ter vodnimi in priobalnimi zemljišči je doseganje dobrega stanja voda in drugih, z vodami povezanih ekosistemov, zagotavljanje varstva pred škodljivim delovanjem voda, ohranjanje in uravnavanje vodnih količin in spodbujanje trajnostne rabe voda, ki omogoča različne vrste rabe voda ob upoštevanju dolgoročne varstva razpoložljivih vodnih virov in njihove kakovosti. Zakon je bil v letu 2012 spremenjen in objavljen v Uradnem listu RS, št. 57/2012 kot Zakon o spremembah in dopolnitvah Zakona o vodah (ZV - 1B).

**Zakon o gospodarskih javnih službah (ZGJS)**, Uradni list RS, št. 32/1993. Zakon ureja na in in oblike izvajanja gospodarskih javnih služb. Z gospodarskimi javnimi službami se zagotavljajo materialne javne dobrine v smislu proizvodov in storitev, ki so v javnem interesu RS, oziroma obine ali druge lokalne skupnosti.

Gospodarske javne službe se določajo z zakoni s področja energetike, prometa in zvez, komunalnega in vodnega gospodarstva, varstva okolja ter z zakoni, ki urejajo druga področja gospodarske infrastrukture. Pri zagotavljanju javnih dobrin in storitev je pridobivanje dobička podrejeno zadovoljevanju javnih potreb. Gospodarske javne službe se zato financirajo s ceno javnih dobrin, iz proračunskih sredstev in iz drugih virov, določeni z zakonom ali odlokom lokalne skupnosti.

### 2.1.5 Pravilniki

- **Pravilnik o nalogah, ki se izvajajo v okviru obvezne obinske gospodarske javne službe odvajanja iniščenja komunalne in padavinske odpadne vode (Uradni list RS, št. 88/2011)**

V tem pravilniku so določene zahteve po odvajanju iniščenju komunalne odpadne in padavinske vode, ki morajo biti izpolnjene pri opravljanju storitev obvezne lokalne javne službe. Storitve javne službe se nanašajo na komunalno odpadno vodo, ki nastaja v stavbah zaradi bivanja in opravljanja dejavnosti.

Komunalna odpadna voda, je odpadna voda iz gospodinjstev in njej po naravi ali sestavi podobna voda iz proizvodnje ali storitvene ali druge dejavnosti ali mešanica teh odpadnih voda z odpadno vodo iz proizvodnje ali s padavinsko odpadno vodo. Nastaja v bivalnem okolju gospodinjstev zaradi rabe vode v sanitarnih prostorih, pri kuhanju, pranju in drugih gospodinjstevskih opravilih. Je voda, ki nastaja v objektih v javni rabi, po nastanku in sestavi podobna vodi iz gospodinjstev, se tudi šteje za komunalno odpadno vodo.

- **Pravilnik o prvih meritvah in obratovalnem monitoringu odpadnih vod ter o pogojih za njegovo izvajanje (Uradni list RS, št. 74/2007)**

Pravilnik določa vrste parametrov odpadnih vod, ki so predmet prvih meritev ter obratovalnega monitoringa odpadnih vod, metodologijo vzorčenja in merjenja parametrov in količin odpadnih vod.

Pridobljene podatke in poročila o prvih meritvah in emisijskem monitoringu je treba sporočati Ministrstvu za okolje in prostor. Pravilnik določa tudi strokovne in referenčne pogoje, ki jih mora izpolnjevati oseba, ki izvaja prve meritve ali emisijski monitoring. Preglednice pogostosti prvih in obsežnih meritev in vzorčenja za komunalne, skupne istilne naprave in posamezen iztok iz naprave so podane v prilogi (Priloga 1 v Uradnem listu RS, št. 74/2007). V pravilniku so tudi podrobneje opisani vsi standardi za izvajanje prvih meritev in emisijskega monitoringa odpadnih vod.

### 2.1.6 Uredbe

- **Uredba o emisiji snovi in toplote pri odvajanju odpadnih voda v vodo in javno kanalizacijo (Uradni list RS, št. 64/2012)**

Ta uredba v zvezi z zmanjševanjem onesnaževanja okolja zaradi emisije snovi in emisije toplote, ki nastajata pri odvajanju komunalne, industrijske in padavinske odpadne vode ter njihovih mešanic v vodo, določa mejne vrednosti emisije snovi in toplote, vrednotenje emisije snovi in toplote, ukrepe preprečevanja emisije snovi in toplote pri odvajanju odpadnih voda, ukrepe zmanjševanja emisije snovi in toplote pri odvajanju odpadnih voda, druge ukrepe zmanjševanja emisije snovi, pogoje za odvajanje odpadnih voda in obveznosti investitorjev in upravljavcev naprav.

Uredba določa za komunalne istilne naprave v zvezi z emisijo snovi pri odvajanju odpadne vode:

- mejne vrednosti parametrov odpadne vode,
- mejne vrednosti učinkovitosti čiščenja odpadne vode,
- posebne ukrepe v zvezi z nadzorovanjem in obratovanjem komunalnih istilnih naprav in
- dejavnosti, za katere veljajo posebne zahteve pri odvajanju industrijske odpadne vode.

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

Uredba določa posebne zahteve v zvezi z emisijo snovi pri odvajanju odpadnih vod iz malih komunalnih istilnih naprav:

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

Mala komunalna istilna naprava je naprava za obdelavo komunalne odpadne vode z zmogljivostjo čiščenja manjšo od 2.000 PE, v kateri poteka biološka razgradnja s pospešenim prezraevanjem ali biološka razgradnja z naravnim prezraevanjem.

Poudarjene so posebne zahteve v zvezi z lastnim nadzorovanjem obratovanja malih komunalnih istilnih naprav in izvajanjem monitoringa emisij iz malih istilnih naprav.

• **Uredba o odlaganju odpadkov na odlagališčih (Uradni list RS, št. 61/2011)**

Uredba določa:

- mejne vrednosti emisij snovi v okolje zaradi odlaganja odpadkov,
- obvezna ravnanja in druge pogoje za odlaganje,
- pogoje in ukrepe v zvezi z nadzorovanjem, gradnjo, obratovanjem in zapiranjem odlagališč ter ravnanja po njihovem zaprtju z namenom, da se v celotnem obdobju trajanja odlagališča zmanjšajo učinkovitosti škodljivih vplivov na okolje, zlasti zaradi vplivov onesnaževanja z emisijami snovi v površinske vode, podzemne vode, tla in zrak, in v zvezi z globalnim onesnaženjem okolja zmanjšajo emisije toplogrednih plinov in preprečijo tveganja za zdravje ljudi.

• **Uredba o uporabi blata iz komunalnih istilnih naprav v kmetijstvu (Uradni list RS, št. 62/2008)**

Uredba določa ukrepe in ravnanje z blatom iz komunalnih istilnih naprav, ki se uporablja kot gnojilo v kmetijstvu, prepovedi in omejitve v zvezi s tako uporabo ter obveznost poročanja Evropski komisiji.

Blato je:

- odpadno blato iz komunalnih istilnih naprav in malih komunalnih istilnih naprav, vključno z blatom iz skupnih istilnih naprav,
- odpadno blato iz greznic in nepretočnih greznic,
- odpadno blato iz istilnih naprav, ki niso istilne naprave iz prve alineje te točke, vključno z blatom iz nepretočnih greznic.

### 2.1.7 Operativni program odvajanja in išenja komunalne odpadne vode

Operativni program izhaja iz Nacionalnega programa varstva okolja (Uradni list RS, št. 83/99), Resolucije o nacionalnem programu varstva okolja 2005 - 2012 (Uradni list RS, št. 2/06).

Operativni program odvajanja in išenja komunalne odpadne vode je na področju varstva voda pred onesnaženjem eden ključnih izvedbenih aktov za doseganje ciljev iz Nacionalnega programa varstva okolja. Nanaša se na varstvo vseh površinskih in podzemnih voda na območju Republike Slovenije pred onesnaževanjem okolja, vnosom dušika ter fosforja in pred mikrobiološkim onesnaženjem na s predpisi določenih območjih s posebnimi zahtevami, zaradi odvajanja komunalne odpadne vode.

Operativni program odvajanja in išenja komunalne odpadne vode je izvedbeni akt, s katerim so določena območja poselitve, za katera je v predpisanih rokih obvezno zagotoviti odvajanje komunalne odpadne vode v javno kanalizacijo in ustrezno išenje na komunalni istilni napravi. V njem so določena tudi območja poselitve, kjer je v predpisanih rokih potrebno zagotoviti ustrezno odvajanje in išenje komunalne odpadne vode, z usmeritvami. Operativni program odvajanja in išenja komunalne odpadne vode velja za celotno obdobje izgradnje javne kanalizacije oziroma, kjer to ni predpisano, ustrezno ureditev odvajanja in išenja komunalne odpadne vode do leta 2017.

### 2.2 Viri odpadnih vod

Odpadne vode lahko prihajajo iz gospodinjstev (doma e rabe), iz ustanov ali manjših obrtnih delavnic. Industrijske (tehnološke) odpadne vode so posledica določenega industrijskega procesa. Med te spadajo tudi hladilne odpadne vode.

Poleg tega imamo tudi padavinske odpadne vode in odpadne vode, ki nastajajo pri spiranju urbanih, cestnih in kmetijskih površin.

Zelo pomemben za tehnologijo išenja je vir odpadne vode, ki pomembno vpliva na kemijsko, fizikalno in biološko sestavo odpadne vode, kot tudi na sam kanalizacijski sistem in istilno napravo. Možen je kombiniran sistem, po katerem tečejo odpadne in padavinske vode, ali ločen sistem, po katerem tečejo predvsem odpadne vode.

Večina doma e odpadne vode prihaja iz gospodinjstev in ustanov. Odpadna voda, ki izhaja iz teh virov, ima bolj ali manj enotno sestavo, čeprav se sestava zaradi socialnih, ekonomskih, geografskih in klimatskih razlik med regijami v različnih razlikuje. Sestava in količina doma e odpadne vode se v nekaterih sistemih spreminja s sezono, zaradi prispevka večjih institucij, npr. univerz, ali posameznih področij, kjer je fluktuacija prebivalstva velika, npr. turistični krajev.

Mnogo komunalnih kanalizacijskih sistemov transportira odpadne vode iz industrijskih in komercialnih virov ter iz zdravstvenih ustanov. Industrijske odpadne vode običajno vsebujejo snovi (od surovega materiala, vmesnih produktov, koproduktov, do končnih produktov), ki jih industrija izdeluje v svojih proizvodnih procesih. Industrijska odpadna voda se spreminja s spremembo proizvodnje in planom proizvodnje. Taka odpadna voda se sčasoma bistveno bolj spreminja kot domača odpadna voda.

Upravljevalci istilne naprave mora biti seznanjen s tem, ali je vtok v napravo urejen po ločenem ali kombiniranem kanalizacijskem sistemu, ker lahko v nasprotnem primeru padavine iz kombiniranega sistema lahko porušijo hidravliko istilne naprave (Roš, 2001).



### 2.3 Išenje odpadne vode

Pri išenju odpadne vode uporabljamo vrsto kemijskih, fizikalnih in bioloških postopkov, ki se mnogokrat med seboj dopolnjujejo, odvisno od vrste odpadne vode oziroma snovi, ki jih je treba iz nje odstraniti.

Najpogosteje se snovi iz odpadne vode odstranjujejo s predišenjem (odstranjevanje večin delcev), primarnim išenjem (odstranjevanje usedljivih snovi), biološkim išenjem (odstranjevanje biorazgradljivih snovi) ter z dodatnim išenjem (odstranjevanje dušikovih in fosforjevih snovi).

Nepravilno zbiranje, išenje, zmanjševanje količin trdnih snovi in končno odlaganje trdne in tekoče frakcije, povzročene s postopki išenja, lahko škodljivo vpliva na naravno okolje in zdravje ter dobro počutje ljudi (Roš, 2001).

### 2.4 Način vzorčenja

Vzorci lahko zbiramo na različne načine, odvisno od vrste potrebne informacije in narave procesa analiziranja. Vzorci lahko zbiramo ročno ali avtomatsko, z enkratnim odvzemom, lahko pa iz posameznih vzorcev združujemo enkratne vzorce. Analize in meritve lahko izvajamo kontinuirano (on-line), npr. pH, prevodnosti ali temperature.

Naključni (trenutni) vzorec. Naključni vzorec je nepovezan (diskreten) vzorec, ki se pobere ročno. Naključne vzorce uporabljamo, če mora vzdrževalec dobiti hitro informacijo o procesnem toku. Naključni vzorci so namenjeni določanju različnih vodnih tokov v določenem časovnem obdobju.

Taki vzorci so primerni za takojšnje analize nestabilnih parametrov, npr. pH, raztopljenega kisika, topnega sulfida, Cr (VI), preostalega klora, temperature, indikatorja bakterij.

Sestavljeni (kompozitni) vzorec. Sestavljeni vzorec je enovit vzorec, pripravljen s sestavljanjem ali mešanjem števila naključnih vzorcev za posebno (specifično) obdobje, običajno za 24 ur. Sestavljeni vzorec, pripravljen ali ročno ali z opremo za avtomatsko vzorčenje, zagotovi informacijo o povprečnih lastnostih vzorca za posebno obdobje. Sestavljeni vzorci vključujejo dve vrsti vzorcev: časovno sorazmerne in pretočno sorazmerne vzorce.

*Časovno sorazmerni vzorci.* Za pripravo časovno sorazmernega vzorca mora vzdrževalec zbirati enake volumne vzorca v enakem časovnem obdobju in jih sestavljati. Tak vzorec je primeren za procesne tokove, ki niso močno odvisni od pretoka, kot npr. vsebina aktivnega blata iz prezračevalnika. Časovno sorazmerne vzorce lahko zbiramo ročno ali avtomatično.

*Pretočno sorazmerni vzorci.* Pretočno sorazmerni vzorec zahteva ali različne volumne naključnih vzorcev ali pogostosti vzorčenja, da uravnotežimo končni vzorec v pretočno sorazmerni vzorec, glede na pretok, ki ga merimo med vzorčenjem.

Taki pretočno sorazmerni vzorci vsebujejo odpadno vodo, ki je upravičeno enakovredna (ekvivalentna) sestavi realne odpadne vode, ki je tekla med vzorčenjem. Pretočno sorazmerni vzorec zahteva točno merjenje pretoka v procesnem toku, kjer se vzorči (Roš, 2001).

### 2.5 Kemijske in fizikalne lastnosti

Kemijske analize odpadne vode in internih procesnih tokov daje širok obseg informacij glede na lastnosti odpadne vode in pogoje procesov išenja. Kemijska analiza priskrbi informacijo o koncentraciji specifičnih snovi, za katero so testi kar zahtevni.

Ta informacija, predvsem je povezana s pretokom, nudi osnovo za izračun in masne bilance in dopusti upravljavcu kontrolo procesov in čistjenja.

S kemijsko analizo moramo določiti naslednje parametre: pH, alkaliteto, suspendirane (trdne) snovi, topne snovi, biokemijsko potrebo po kisiku v 5 dneh (BPK<sub>5</sub>), kemijsko potrebo po kisiku (KPK), dušikove spojine, fosforjeve spojine, klor, sulfid, maščobe in olja, strupenost ter nekatera specifična onesnaževala, ki lahko povzročijo strupenost (Roš, 2001).

### **Kemijska potreba po kisiku (KPK)**

KPK je parameter, ki pove količino kisika, potrebno za kemijsko oksidacijo organskega onesnaženja v odpadni vodi. V odpadni vodi se nahajajo različne vrste organskih spojin, katerih kemijsko sestavo je težko in nesmiselno določiti (izloki, ostanki hrane, istila ...). Z analizo KPK tako zajamemo vsoto vseh organskih snovi v odpadni vodi, ki se lahko kemijsko razgradijo do CO<sub>2</sub> in H<sub>2</sub>O.

KPK v mg/L je masna koncentracija ekvivalenta kisika za količino porabljenega dikromata pri določenih pogojih, ki se uporabi kot kemijski oksidant za popolno oksidacijo organske snovi.

### **Amonijev dušik (NH<sub>4</sub>-N)**

NH<sub>4</sub>-N v mg/L predstavlja masno koncentracijo dušika v obliki amonijevega iona.

### **Fosfor (P)**

Fosfor se pojavlja v odpadni vodi v različnih oblikah in je osnovni element za biološko rast in reprodukcijo. Prevelika količina fosforja v površinskih vodah vodi do prevelike rasti alg in eutrofikacije. Zato imajo istilne naprave predpisane mejne vrednosti fosforja v iztoku.

Fosfor je lahko prisoten kot ortofosfat, polifosfat in organsko vezan fosfat. Določamo jih kot celotni fosfor (Roš, 2001).

Odstranjevanje fosforja je pomembno, saj omejuje rast alg v sveži vodi velikih sistemov. Ker je za sisteme je še posebej pomembna ponovna uporaba vode, lahko visoka koncentracija fosforja in s tem posledično bujna rast alg in vodnih rastlin privede do zamašitve, kjer te vode po toku navzdol.

### **Nitratni dušik (NO<sub>3</sub>-N)**

Je pokazatelj zmerno starega onesnaženja in redko prekorači mejo 1 mg/L v odpadni vodi in 0,1 mg/L v površinskih vodah ali podtalnici. Vendar pa je kljub tako nizkim koncentracijam, v katerih se pojavlja, izjemno pomemben parameter za preuževanje obremenitve voda, saj je zelo toksičen za večino vrst rib in drugih v vodi živih vrst.

### **Celotni dušik (TN)**

TN v mg/L predstavlja masno koncentracijo dušika, prisotnega v organskih (N-org) in anorganskih oblikah (NH<sub>4</sub>-N, NO<sub>2</sub>-N, NO<sub>3</sub>-N). Organski in anorganski dušik se oksidirata do nitrata pri razklopu ob prisotnosti katalizatorja – peroksi sulfata.

### **Temperatura**

Hitrost bioloških procesov je odvisna od temperature. Pri naraščanju temperature mikroorganizmi pospešujejo razgradnjo organskih snovi in porabo kisika v odpadni vodi. Reakcijski čas razgradnje se na vsakih 10 °C povišanja temperature približno podvoji, dokler se pri visokih temperaturah ne doseže zaviranje biološke aktivnosti.

Znatno kratkotrajno povečanje temperature običajno kaže na prisotnost industrijskih izpustov, medtem ko zaznaven padec temperature pogosto kaže na vdor padavinskih vod (Roš, 2001).

### **Usedljivost**

Trdne snovi v odpadni vodi običajno razvrstimo v raztopljene, koloidne, plavajoče in usedljive. Raztopljene, koloidne in plavajoče snovi prištevamo v isto skupino, znano kot neusedljive snovi.

Raztopljene snovi ostanejo v raztopini in jih dolo amo s filtriranjem skozi filter velikosti 0,45  $\mu\text{m}$ . Primer takšnih snovi je na primer sladkor ali kuhinjska sol.

Koloidni delci (zelo fini delci) se ne usedajo, ampak jih lahko prav tako prefiltriramo skozi filter velikosti 0,45  $\mu\text{m}$ .

Plavajo e snovi so tiste snovi, ki splavajo na površino, e voda mirno stoji. Plavajo e snovi navadno vsebujejo olja in maš obe, ki lahko povzro ajo veliko onesnaženje. Del snovi se pri mirovanju vode useda; take snovi imenujemo usedljive snovi. Usedljivost merimo ali z enournim ali s 30-minutnim preizkusom usedanja (Roš, 2001).

### pH

Je merilo za kislost ali alkalnost raztopine. Raztopine, ki imajo pH pod 7, so kisle, tiste s pH nad 7 so alkalne. PH je zelo pomemben pri biološkem iš enju, ker ostanejo mikroorganizmi dovolj aktivni samo v ožjem obmo ju pH, med 6,5 in 9. Zunaj tega obmo ja se biološka aktivnost lahko zavira ali celo ustavi.

Surova odpadna voda ima pH približno 8. Velika odstopanja od te vrednosti kažejo na prisotnost industrijskih ali nekomunalnih izpustov.

Anaerobne razmere zmanjšajo pH odpadne vode. Zato nizke vrednosti pH, povezane z drugimi znamenji, kot sta vonj po sulfidu ali rna barva, kažejo na septi ne reakcije v zbiralnem sistemu (kanalizaciji) ali pri procesu iš enja (Roš, 2001).

### Pretok

Pretok je definiran kot volumen vode, ki v dolo enem asu prete e skozi nek pre ni prerez. Ta podatek uporabljamo za različne namene, kot so re na navigacija, vodenje evidenc, vodni menagement v urbanih in ruralnih obmo jih, za potrebe namakanja, za vodooskrbne namene in tako dalje. Z leti so se izoblikovale številne tehnike in metode merjenja. Razvili so se tudi številni instrumenti in naprave, s katerimi merimo. Pri izdelavi instrumentov za meritve ima zanesljivost prednost pred to nostjo, kajti izpada meritve zaradi pokvarjenega instrumenta ne moremo ve nadomestiti. Metodo, po kateri bomo meritev opravili, velikokrat izberemo glede na zahtevano natan nost, dostopnost vodotoka, finan ne omejitve, merski instrument, ki ga imamo na razpolago in pogostost meritve (Medmrežje 6).

### Aktivno blato

Aktivno blato v istilni napravi je namenjeno iš enju odpadnih voda. Pri reakcijah iš enja (presnove) sodelujejo vsi mikroorganizmi v aktivnem blatu. Presnova (metabolizem) poteka po dveh lo enih poteh, in sicer kot tvorba novih celic (sinteza) in kot lastno dihanje mikroorganizmov (respiracija). Obe vrsti reakcij, sinteza in dihanje, potekata vzporedno. Pri procesu z aktivnim blatom lahko potrebo po kisiku lo imo v dve vrsti: ogljikovo in dušikovo.

Ogljikova potreba po kisiku je merilo kisika, ki ga zahteva biomasa za pretvorbo substrata v biomaso, dušikova potreba po kisiku pa je merilo kisika, ki ga zahtevajo nitrifikacijske bakterije za pretvorbo amonijevega dušika v nitrit in nitrat. Ti sestavni deli potrebe po kisiku se uporabljajo za dolo evanje kisikovih potreb za sistem z aktivnim blatom (Roš, 2001).

### Raztopljen kisik

Koncentracija raztopljenega kisika v mg/L je masa kisika, raztopljenega na volumsko enoto vode ali odpadne vode.

Meritev smo izvajali s pomo jo kisikove sonde. Sondo sestavlja polarografska elektroda, ki je v ohišju s polprepustno membrano, skozi katero difundira kisik. Na notranji strani je elektrolit z anodo (Ag/AgCl) in katodo (Pt). Kisik difundira skozi film teko ine in polprepustno membrano ter sodeluje pri hitri elektrokemijski reakciji znotraj senzorja. Izhodni elektri ni tok je tako proporcionalen snovnemu toku kisika do katode, torej njegovi aktivnosti oziroma parcialnemu tlaku. Po prera unu se izmerjeni parcialni tlak izrazi kot koncentracija raztopljenega kisika (Medmrežje 7).

### **Usedljivost aktivnega blata**

Usedljivost blata je uporaben parameter za rutinsko kontrolo biološke  $N$  z aktivnim blatom. Suspenzijo aktivnega blata iz biološke stopnje prenesemo v 1000 mL valj. Po 30 minutah odčitamo volumen usedlega blata. Rezultate podamo v mL/L.

### **Koncentracija aktivnega blata**

Rezultati so bolj natančni, če koncentracijo aktivnega blata določimo s sušenjem v laboratoriju. Suspenzijo aktivnega blata prenesemo iz biološke stopnje v 1000 mL merilni valj.

Pri zajemu vzorca je potrebno paziti, da zajamemo homogen vzorec, sicer lahko naredimo veliko napako. Suspenzijo filtriramo skozi filtrirni papir, ki ga predhodno sušimo pri 105 °C in po sušenju stehamo. Filtrirni papir s suspendiranimi snovmi sušimo dve uri (do konstantne mase) na temperaturi 105 °C.

### **Volumski indeks blata (VIB)**

Volumski indeks blata je prostornina v mL, ki jo zavzema 1 g suspenzije aktivnega blata po 30 minutah usedanja. Uporablja se za spremljanje karakteristik usedanja aktivnega blata. Izrazimo ga iz razmerja med prostornino v 30 minutah usedenega blata v mL/L in koncentracijo aktivnega blata v g/L.

$$VIB = VU/X \text{ (mL/g)}$$

VIB - volumski indeks blata (mL/g)

VU - volumen usedanja oz. usedljivost blata (mL/L)

X - koncentracija aktivnega blata (g/L)

Za uinkovitost biološke  $N$  z aktivnim blatom mora biti vrednost volumskega indeksa blata v mejah, ki so za različne vrste  $N$  različne, v povprečju pa med 50 in 150 mL/g. Pri nizkem volumskem indeksu se blato hitro useda in ga je težko obdržati v suspenziji, pri visokem pa je za ločevanje blata potreben prevelik usedalnik.

## **3 MATERIALI IN METODE**

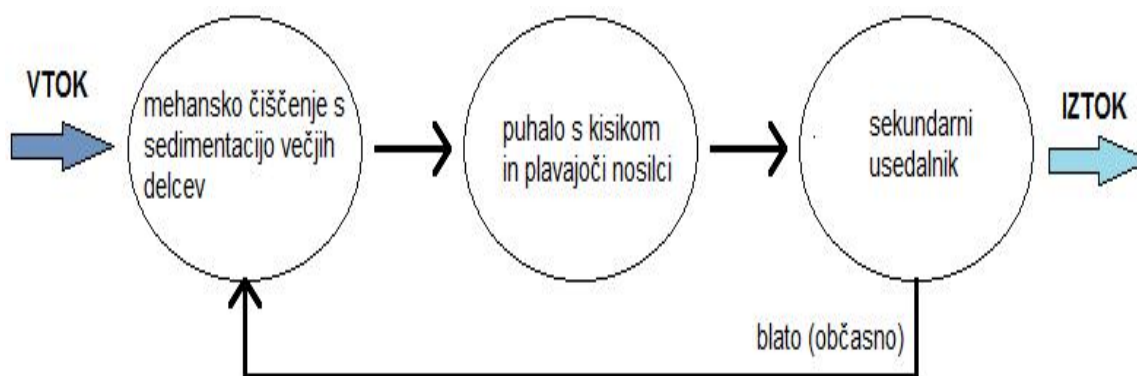
### **3.1 Opisi istilnih naprav**

#### **3.1.1 Mehansko–biološka istilna naprava Kompolje**

Mehansko stopnjo predstavlja triprekatna greznica, kjer se opravi mehansko čiščenje s sedimentacijo velikih delcev, ki potonejo na dno. V tej fazi poteka anaerobni proces do delne mineralizacije blata. Biološki proces poteka v prezračevalnem jašku s pomočjo aktivnega blata.

V jašku so namreč plavajoči nosilci, kamor se naselijo raznovrstni aerobni mikroorganizmi, ki za hrano koristijo organske snovi v odpadni vodi in jo na tak način razgradijo. Kisik, ki ga ti mikroorganizmi potrebujejo za normalen razvoj, se v jašek vpihuje s puhalom.

Odpadno blato iz prezračevalnega jaška (sekundarno blato) odnese v naslednji jašek – naknadni ali sekundarni usedalnik. Z dna se blato občasno prebrska na začetek mehanske stopnje, v greznico. Očiščena odpadna voda s površine sekundarnega usedalnika odteka v reko Savo.



Slika 1: Shema procesa čiščenja odpadne vode na N Kompolje

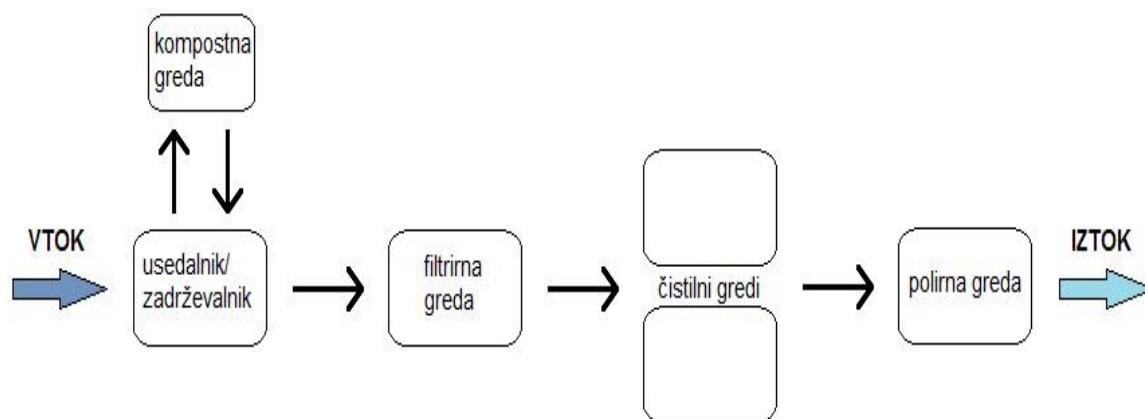
### 3.1.2 Rastlinska istilna naprava Bazga

Princip delovanja R N Bazga: odpadna voda priteka v R N najprej v zadrževalnik, kjer se zadrži večina mehanskih delcev. Nastala oborina, mulj se odvaja na kompostno gredo poleg rastlinske istilne naprave. Delno očiščena voda odteka naprej v filtrirno gredo, kjer se odstranijo oz. zaustavijo še vsi ostali mehanski in suspendirani delci. Poleg filtriranja odpadne vode tu prihaja do dodatnega aerobnega in anaerobnega čiščenja. Iz filtrirne grede odpadna voda odteka v istilni gredi, kjer poteka največje čiščenje. Kot zadnja stopnja pred iztokom v reko Mirno je še čiščenje na polirni gredi, kjer se voda očisti nad 95 %.

Sistem R N Bazga je sestavljen iz naslednjih enot:

1. Zadrževalnik - usedalnik, katerega funkcija je mehansko čiščenje odpadne vode - usedanje delcev, zadrževanje maščob, zadrževanje dnevnih viškov vode, delno (30 %) znižanje KPK in BPK<sub>5</sub>, poldnevno zadrževanje odpadnih vod, enakomerno doziranje vode v R N.
2. Filtrirna R N, ki odstrani oziroma zadrži še preostale suspendirane delce po iztoku iz zadrževalnika. F-R N predstavlja zadrževalnik hranilnih in strupenih snovi. Na ta način je zaščiteno glavni sistem R N, ki je namenjen anaerobno - aerobnemu čiščenju. V ta bazen so zasajene tudi rastline, ki omogočajo proces čiščenja z vgrajevanjem hranljivih in strupenih snovi v biomaso rastlin in mikroorganizmov.
3. Istilna R N ima glavno vlogo pri čiščenju odpadnih voda - zadrževanje, akumuliranje in kasnejše vgrajevanje hranilnih snovi v rastlinsko in mikrobo biomaso. Tu pride do redukcije vseh bakterij loveškega in živalskega izvora, vključno z redukcijo patogenih bakterij.
4. Polirna R N - namen te R N je dokončno čiščenje vode in vnos kisika - dokončno odstranjevanje tistih onesnaževal, ki se niso očistila v predhodnih bazenih. Voda iz polirne rastlinske istilne naprave odteka po cevi v reko Mirno.
5. Kompostna greda - mulj iz zadrževalnika in istilnih jaškov se vrpa na kompostno gredo, ki ima vodotesno dno in brežine. V kompostni gredi, ki je posajena z visokotranspirativnimi rastlinami, poteka proces kompostiranja.

V R N tako potekajo procesi adsorpcije, mineralizacije, aerobne in anaerobne razgradnje. Glavni delež prispevajo bakterije, ki živijo na koreninah rastlin ali med njimi. Rastline uvajajo v substrat kisik in tako ustvarjajo aerobne cone. Med aerobnimi conami se nahajajo anaerobne cone. V tako mozaikno razporejenih področjih s kisikom in brez prihaja do razgradnje snovi v odpadni vodi. Produkta razgradnje uporabijo bakterije, vloga rastlin pa je predvsem v tem, da s svojim koreninskim sistemom nudijo podlago bakterijam za pritrjevanje in da vgrajujejo mineralizirane snovi (fosfate, nitrata in nekatere strupene snovi) v rastlinsko tkivo.



Slika 2: Shema procesa čiščenja odpadne vode na R N Bazga

### 3.1.3 Centralna istilna naprava Sevnica

C N Sevnica je komunalna istilna naprava z delno denitrifikacijo, nitrifikacijo in delno aerobno stabilizacijo blata. Blato se zgošča in dehidrira na centrifugi. Na obsega naslednje tehnološke sklope: vstopno rpalništvo, postaja za sprejem greznic, mehansko predčiščenje, prezračevalna stopnja - prezračevanje, usedalnik, zalogovnik blata, recirkulacija blata, prostor puhal, dehidracija, merilno mesto, biofilter, skladiščenje in doziranje koagulanta. Vsi tehnološki sklopi so združeni v treh objektih: v tehnološki stavbi, v biološki stopnji in merilno iztočnem mestu.

V tehnološki stavbi se nahajajo: vstopno rpalništvo, postaja za sprejem greznic, mehansko predčiščenje, skladiščenje in doziranje koagulanta, kompresorska postaja, dehidracija blata.

**Vstopno rpalništvo:** Odpadna voda gravitacijsko doteka v vstopno rpalništvo. Na dotokni kanal so nameštene grobe grablje (svetli razmak rež 2 cm). Grobe grablje izločajo večje mehanske delce. Odpadki se odlagajo v 770 L kontejner.

V vhodnem rpalnišču so tri potopne rpalke. Rpalke rpolajo odpadno vodo na kompaktno mehansko napravo.



Slika 3: Vstopno rpalništvo (Vir: Komunala Sevnica)

**Postaja za sprejem vsebine greznic:** S cisternami se vsebina septičnih jam dovažna na napravo. Vsebina iz pripeljanih cistern se prazni skozi septično napravo, ki je sestavljena iz finih grabelj s kompaktorjem.

V sejalnem košu finih grabelj (luknje velikosti 6 mm) se zadržijo grobi delci, ki se v kompaktorju operejo in kompaktirajo do suhote min. 35 % ter nato skozi izmetni nastavek odlagajo v neskončne PVC vre in v premeni zabojniku. Tekoči del iz posode naprave se steka v betonski bazen, ki se nahaja pod napravo.



Slika 4: Postaja za sprejem greznic (Vir: Komunala Sevnica)

**Mehansko predišenje:** naprava za mehansko predišenje je sestavljena iz finih grabelj (reže 3 mm), kompaktorja ter posode za odstranjevanje peska in mašob, v kateri je na dnu nameščen talni in poševni polž, na vrhu na eni strani pa posnemalo, ki posnema mašobe v prekat za mašobe. Odpadna voda se s pomočjo rpalke vstopno korito pred fine grablje. Na finih grabljah se odstranijo mehanske nečistoče, ki se nato v coni stiskanja stisnejo, sperejo in odlagajo v premeni zabojnik.

Drugi del kompaktne naprave je posoda, kjer se voda prezračuje s pomočjo kompresorja. Zrak spravlja delce mašob na površino, kjer jih posnemalo potiska v prekat za mašobe.

Iz prekata za mašobe se mašobe s pomočjo vijane rpalke vpijajo nazaj pred fine grablje, da se izločajo skupaj z ograbki.

Težji delci, to je pesek, se odlagajo na dno posode, od tam se s pomočjo talnega transporterja in poševnega spiralnega transporterja odstranjujejo v premeni zabojnik za pesek.



Slika 5: Mehansko predišenje (Vir: Komunala Sevnica)

**Ciklus biološkega išenja:** Odpadna voda iz prezračenega peskolova in mašobnika odteka v prezraevalni bazen, ki je krožne oblike - kolobar. Na dnu je nameščen potopno mešalo, ki omogoča kroženje vode v prezraevalnem bazenu.

V prezraevalnem bazenu poteka biološko išenje v odpadni vodi raztopljenega organskega onesnaženja, ki se manifestira skozi parametre KPK in BPK<sub>5</sub>.



Biološki proces iš enja je sestavljen iz faze nitrifikacije, to je prezra evanje vode z zrakom, in denitrifikacije, to je proces mešanja brez prezra evanja, ki se ciklično izmenjujeta glede na časovni interval. Časovni interval nitrifikacije je 60-240 minut, časovni interval denitrifikacije je 5-120 minut. Za potrebe prezra evanja so na dnu prezra evalnega bazena nameš ena membranska prezra evala, ki uvajajo zrak in s tem kisik v odpadno vodo.

Zrak se v prezra evala dovaja iz kompresorske postaje. V kompresorski postaji sta nameš eni dve puhalni (1 delovno, 1 rezervno).

**Usedalnik:** Biološka stopnja je gradbena konstrukcija v obliki kolobarja, kjer je prezra evalna stopnja v zunanjem delu kolobarja, naknadni usedalnik za blato pa v notranjem delu kolobarja.

**Zalogovnik blata:** Naknadni usedalnik je preko cevovoda povezan z zalogovnikom blata. Del blata se vra a v prezra evalno stopnjo, odve no blato pa se pre rpava na dehidracijo, kjer se v centrifugi iz suspenzije voda-blato lo i trdni del (blato), voda pa se vra a nazaj na iš enje.

**Prostor puhal:** Puhala predstavljajo najve tji vir hrupa, zato so dobavljena s protihrupno kabino in nameš ena v zvo no izoliranem prostoru puhal.



Slika 6: Prezra evalni bazen (Vir: Komunala Sevnica)

**Dehidracija blata:** Dehidracija blata poteka v centrifugi kapacitete 10 m<sup>3</sup>/h. Dehidracija ne deluje neprekinjeno, ampak po potrebi. Pri maksimalni obremenitvi N je predvideno, da se bo dehidriral mulj 6-8 ur/dan, 4 dni v tednu. Med vikendi se pove uje zaloga odve nega blata v zalogovniku blata.

Delovanje dehidracije je avtomatsko, in sicer se pred pri etkom dehidracije vklopi v zalogovniku blata mešalo.



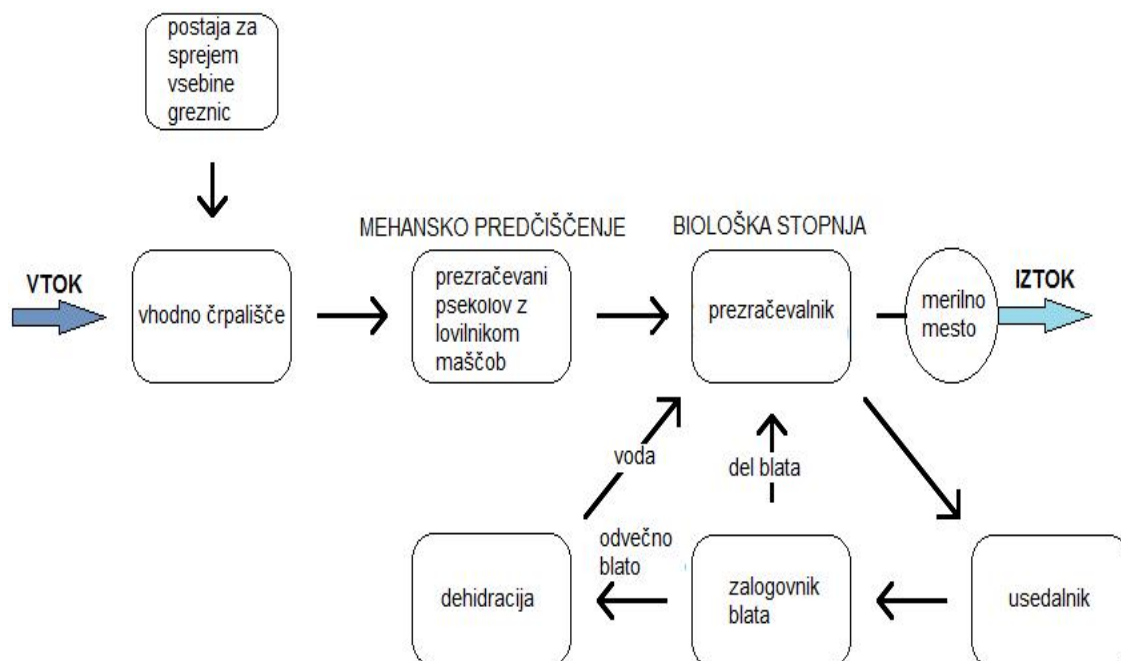


Slika 7: Dehidracija blata (Vir: Komunala Sevnica)

**Merilno mesto:** Na iztoku iz N je merilno mesto za oišeno odpadno vodo, ki je opremljeno z napravo za kontinuirano merjenje pretoka preko meritve nivoja.

**Biofilter:** Vsi tehnološki procesi, kjer nastajajo smradljive komponente, se izvajajo v zaprtih, kompaktnih napravah, in sicer: mehansko predišenje v kompaktni mehanski napravi, sprejem vsebine greznic v zaprti kompaktni napravi, dehidracija blata v centrifugi. Vse te naprave so zaprte in v najvišji točki se nastali odpadni zrak odsesuje na biofilter. Poleg naprav so na sistem odsesavanja speljani še naslednji viri:

- kanal dehidracije, kjer odteka filtrat preše iz prostora dehidracije,
- vhodno rpališče.



Slika 8: Shema procesa išenja odpadne vode na C N Sevnica

### 3.2 Metode dela

Pripomočki, ki sem jih uporabljala:

- vzorčne posode (8),
- prenosni merilnik za raztopljeni kisik,
- prenosna pH sonda,
- posoda za merjenje pretoka (3,17 L),
- posoda za merjenje pretoka (10,9 L),
- kivetni hitri testi,
- filtrirni material,
- spektrofotometer (Hach Lange 2800),
- termostat (HT200S),
- sušilnik z infrardečimi žarnicami,
- pipete,
- grelnik,
- Imhoffov lij (1 L).

Terensko delo sem začela tako, da sem odšla do N Kompolje. S seboj sem vzela tri vzorčne posode, eno za vtok, eno za iztok ter eno za odvzem vzorca v jašku, kjer vpihujejo kisik, prenosni merilnik za raztopljeni kisik, prenosno pH sondo ter posodo za merjenje pretoka (10,9 L).

Na N sem vzela vzorec vode (vtok, iztok), izmerila koncentracijo raztopljenega kisika s prenosnim merilnikom za raztopljen kisik, nato sem izmerila pH vode s prenosno pH sondo, na koncu sem na iztoku N podstavila 10,9 L posodo.

S štoparico sem merila čas, in sicer v kolikšnem času se je posoda napolnila. Meritve sem ponovila od trikrat do štirikrat, nato sem glede na dobljene rezultate izračunala pretok po formuli:  $Q = V/t$  (m<sup>3</sup>/h).



Slika 9: Izток pri N Kompolje (Vir: Stojan Žuli, 17.10.2011)

Nadaljevala sem na R N Bazga. S seboj sem vzela dve vzorčni posodi, eno za vtok ter eno za iztok, prenosno pH sondo ter posodo za merjenje pretoka (3,17 L). Na N sem vzela vzorce vode (vtok, iztok), nato sem izmerila pH vode s prenosno pH sondo, na koncu sem na iztoku N podstavila 3,17 L posodo.

S štoparico sem merila čas, in sicer v kolikšnem času se je posoda napolnila. Meritve sem ponovila od trikrat do štirikrat, nato sem glede na dobljene rezultate izračunala pretok po formuli:  $Q = V/t$  (m<sup>3</sup>/h).



Slika 10: Merjenje pH vode s prenosno pH sondo na R N Bazga (Vir: Stojan Žuli , 17.10.2011)



Slika 11: Iztok pri R N Bazga (Vir: Stojan Žuli , 17.10.2011)

Na C N Sevnica sem potrebovala tri vzorne posode, eno za vtok, eno za iztok ter eno za odvzem vzorca iz prezraevalnega bazena. Izmerjen pH vode, koncentracijo raztopljenega kisika ter pretok sem dobila iz centralnega nadzornega sistema (SCADA). Delo sem nato nadaljevala v laboratoriju.

Rezultate analiz vzorcev vode, ki sem ji odvzela na N, sem dobila tako, da sem naredila hitre teste vzorcev vode.

Preden sem začela s hitrimi testi, sem si pripravila za vzorec vode (za vtok in iztok) po dve stekleni aši. V eno ašo sem vlila vzorec vode za vtok, v drugo za iztok.

Nato sem v manjšo stekleno ašo z injkcijo, na katero sem privila membranski filter, prefiltrirala vodo iz aše, v kateri je bil vzorec vode za vtok, v večjo manjšo ašo sem z injkcijo, na katero sem privila membranski filter, prefiltrirala vodo iz aše, v kateri je bil vzorec vode za iztok.

Nato sem aše postavila na grelec, kjer sem vzorce vode segrevala (vzorci vode so bili nekaj časa v hladilniku), dokler niso dosegli sobne temperature. Ko so bili vzorci vode pripravljeni, sem nadaljevala s kivetnimi hitrimi testi. Kivetne hitre teste sem delala po priloženih navodilih na testih.



Slika 12: aše, v katerih so vzorci vode za vtok, iztok, prefiltrirana voda za vtok ter prefiltrirana voda za iztok (Vir: Stojan Žuli , 17.10.2011)



Slika 13: aši z vzorno vodo iz vtoka ter iztoka (Vir: Stojan Žuli , 17.10.2011)

### 3.2.1 Laboratorijsko delo s kivetnimi hitrimi testi (Hach Lange)

Pri laboratorijskih analizah sem uporabljala pripomočke in kivetne teste znamke Hach Lange. Za vsak merjeni parameter sem uporabila določen komplet, ki ga sestavljajo testne kivete in priloženi reagenti. Vsaka kiveta je opremljena s kodo, ki nosi informacijo o valovni dolžini, ki jo je potrebno izbrati pri analizi vsebovanega vzorca in o faktorjih za izračun rezultata. Po pripravi vzorcev in analiznih kivet sem koncentracije merila s spektrofotometrom (Hach Lange 2800). Ta program se vklopi avtomatsko, ko vstavimo kiveto s kodo.

Instrument nato sam uporabi informacije iz kode, izbere potrebno valovno dolžino in izračuna rezultat s pomočjo shranjenih faktorjev. Po končanem postopku se na ekranu spektrofotometra izpiše koncentracija merjenega parametra.

Posamezna šifra kivetnega testa pomeni, da je šifra oziroma oznaka prepoznavni znak posameznega parametra ter merilnega območja v spektrofotometru. Šifra ima tudi svoje tržno ime, oznaka pa se nanaša na ime analize (metode) za določitev skupnih organskih spojin.

Te metode so:

- kemijska potreba po kisiku (KPK), (primer: KPK (vtok) – šifra LCK 514, KPK (iztok) – šifra LCK 314)
- celotni organski ogljik ter
- dušikove in fosforjeve metode, ki so predstavljene spodaj.

Pomen merilnih testov je zasnovan na osnovi rangov/merilnih območij (primer: KPK ima dva merilna območja – enega za vtok in enega za iztok).

Vzrok za raznolikost merilnih območij med posameznimi metodami je nastal zaradi natančnosti rezultata.

Vse meritve izhajajo iz ocene absorbance. Absorbanca (vpojnost) ima območje med 0,1 in 1,0. Nikoli ne sme biti negativna ali nad ena, ker je potem meritev napačna (vzrok se išče drugje).

Da pa je analiza čim bolj natančna, se je metodi določilo merilna območja (rang), na podlagi katerih določimo natančnost rezultata.

Koncentracija določa enega onesnaženja (npr. fosfat) pove, koliko je v odpadni vodi fosfata (mg/L), katerega laboratorijska oprema (spektrofotometer) preračuna (sama) iz absorbance.

Pri izvedbi opravljanja laboratorijskih analiz se odločimo, katero metodo bomo izvajali. Da se odločimo, katero območje metode bomo izbrali, potrebujemo malo prakse (izkušenj). Prvi korak je, da vemo, ali delamo s koncentrirano (onesnaženo) odpadno vodo (vtok), ali delamo z očiščeno odpadno vodo (iztok).

Drugi korak pa, da na podlagi vizualne ocene določimo, katero območje (rang metode) bomo izbrali. Na podlagi spektrofotometra, kateri nam opiše raven meritve (če je pod ali nad merilnim območjem, nas opozori, da nismo izbrali pravilnega območja, in na podlagi tega, če je nad merilnim območjem, vzamemo večji rang metode, če je pa pod merilnim območjem, izberemo nižji rang metode za določeno vrsto analize), pa je tudi varovalo, da nismo naredili velike napake med samim postopkom dela.

#### NH<sub>4</sub>-N

LCK 303 (merilno območje je: 2 – 47 mg/L NH<sub>4</sub>-N, natančnost merjenja: tri decimalke natančno)

##### **(vtok)**

1. Na priloženi kiveti sem s pokrovka odstranila zaščitno folijo (v pokrovku je bila tabletko z reagentom), nato sem odvila pokrovček iz kivete,
2. v kiveto sem odpepitirala 0,2 mL vzorca prefiltrirane vode iz kibe za vtok,
3. na kiveto sem nazaj navila pokrovček,
4. zaprto kiveto sem dobro pretresla,
5. štoparico sem nastavila na 15 minut, po 15-ih minutah sem vstavila kiveto v spektrofotometer ter odčitala rezultat.

LCK 304 (merilno območje je: 0,015 – 2 mg/L NH<sub>4</sub>-N, natančnost merjenja: tri decimalke natančno)

##### **(iztok)**

1. Na priloženi kiveti sem s pokrovka odstranila zaščitno folijo (v pokrovku je bila tabletko z reagentom), nato sem odvila pokrovček iz kivete,
2. v kiveto sem odpepitirala 5,0 mL vzorca prefiltrirane vode iz kibe za iztok,
3. na kiveto sem nazaj navila pokrovček,
4. zaprto kiveto sem dobro pretresla,
5. štoparico sem nastavila na 15 minut, po 15-ih minutah sem vstavila kiveto v spektrofotometer ter odčitala rezultat.



NO<sub>3</sub>-N

LCK 339 (merilno območje je: 0,23 – 13,5 mg/L NO<sub>3</sub>-N, natančnost merjenja: dve decimalki natančno)

**(iztok)**

1. V kivetu sem odpepitirala 1,0 mL vzorca prefiltrirane vode iz aše za iztok,
2. nato sem po asi odpepitirala 0,2 mL priložene raztopine A,
3. kivetu sem dobro pretresla,
4. štoparico sem nastavila na 15 minut, po 15-ih minutah sem vstavila kivetu v spektrofotometer ter odčitala rezultat.

TN

LCK 238 (merilno območje je: 5 – 40 mg/L TN<sub>b</sub>, natančnost merjenja: eno decimalko natančno)

**(vtok)**

1. V dodatno stekleno tubo sem odpepitirala 0,5 mL vzorca vode iz aše za vtok, 2,0 mL raztopine natrijevega hidroksida ter eno tabletko B (oksidant),
2. zaprto stekleno tubo sem dala v termostat, nastavila na 180 stopinj za 15 minut,
3. po 15-ih minutah sem tubo ohladila pod tekočo vodo ter dodala eno MicroCap C,
4. kivetu sem dobro pretresla,
5. iz tube sem odpepitirala 0,5 mL vzorca v priloženo kivetu,
6. v kivetu sem nato še odpepitirala 0,2 mL raztopine D, nato sem kivetu zaprla ter jo dobro pretresla, da se je raztopina D popolnoma raztopila,
7. štoparico sem nastavila na 15 minut, po 15-ih minutah sem vstavila kivetu v spektrofotometer ter odčitala rezultat.

LCK 138 (merilno območje je: 1 – 16 mg/L TN<sub>b</sub>, natančnost merjenja: dve decimalki natančno)

**(iztok)**

1. V dodatno stekleni tubo sem odpepitirala 1,3 mL vzorca vode iz aše za iztok, 1,3 mL raztopine natrijevega hidroksida ter eno tabletko B (oksidant),
2. zaprto stekleno tubo sem dala v termostat, nastavila na 180 stopinj za 15 minut,
3. po 15-ih minutah sem tubo ohladila pod tekočo vodo ter dodala eno MicroCap C,
4. tubo sem dobro pretresla,
5. iz tube sem odpepitirala 0,5 mL vzorca v priloženo kivetu,
6. v kivetu sem nato še odpepitirala 0,2 mL raztopine D, nato sem kivetu zaprla ter jo spet dobro pretresla, da se je raztopina D popolnoma raztopila,
7. štoparico sem nastavila na 15 minut, po 15-ih minutah sem vstavila kivetu v spektrofotometer ter odčitala rezultat.

KPK

LCK 514 (merilno območje je: 100 – 2000 mg/L O<sub>2</sub>, natančnost merjenja: eno decimalko natančno)

**(vtok)**

1. Kivetu sem najprej dobro pretresla, da se je suspenz v pokrovku raztopil,
2. odpepitirala sem 2,0 mL vzorca vode iz aše za vtok,
3. kivetu sem dobro pretresla,
4. nato sem jo vstavila v termostat in nastavila na 180 stopinj za 15 minut,
5. po 15-ih minutah sem kivetu še enkrat pretresla ter pustila, da se je ohladila na sobno temperaturo,
6. ko se je kiveta ohladila, sem jo vstavila v spektrofotometer ter odčitala rezultat.

LCK 314 (merilno območje je: 15 – 150 mg/L O<sub>2</sub>, natančnost merjenja: eno decimalno natančno)

**(iztok)**

1. Kiveto sem najprej dobro pretresla, da se je suspenz v pokrovku raztopil,
2. odpepitirala sem 2,0 mL vzorca vode iz aše za iztok,
3. kiveto sem dobro pretresla,
4. nato sem jo vstavila v termostatski in nastavila na 180 stopinj za 15 minut,
5. po 15-minutah sem kiveto še enkrat pretresla ter pustila, da se je ohladila na sobno temperaturo,
6. ko se je kiveta ohladila, sem jo vstavila v spektrofotometer ter odčitala rezultat.

Celotni P

LCK 350 (merilno območje je: 2 – 20 mg/L PO<sub>4</sub>-P, natančnost merjenja: dve decimalni natančno)

**(vtok)**

1. Na priloženi kiveti sem s pokrovka odstranila zaščitno folijo (v pokrovku je bila tableta z reagentom), nato sem odvila pokrovček iz kivete,
2. v kiveto sem odpepitirala 0,4 mL vzorca vode iz aše za vtok in nazaj na kiveto navila pokrovček,
3. kiveto sem dobro pretresla, da se je reagent stopil,
4. nato sem jo vstavila v termostatski in nastavila na 180 stopinj za 15 minut,
5. v kiveto sem nato odpepitirala 0,5 mL reagenta B,
6. na kiveto sem privila pokrovček C, ki je bil priložen h kivetnim testom,
7. kiveto sem še enkrat dobro pretresla,
8. štoperico sem nastavila na 10 minut, po 10-minutah sem vstavila kiveto v spektrofotometer ter odčitala rezultat.

LCK 348 (merilno območje je: 0,05 – 1,5 mg/L PO<sub>4</sub>-P, natančnost merjenja: tri decimalne natančno)

**(iztok)**

1. Na priloženi kiveti sem s pokrovka odstranila zaščitno folijo (v pokrovku je bila tableta z reagentom), nato sem odvila pokrovček iz kivete,
2. v kiveto sem odpepitirala 0,5 mL vzorca vode iz aše za iztok in nazaj na kiveto navila pokrovček,
3. kiveto sem dobro pretresla, da se je reagent stopil,
4. nato sem jo vstavila v termostatski in nastavila na 180 stopinj za 15 minut,
5. v kiveto sem nato odpepitirala 0,2 mL reagenta B,
6. na kiveto sem privila pokrovček C, ki je bil priložen h kivetnim testom,
7. kiveto sem še enkrat dobro pretresla,
8. štoperico sem nastavila na 10 minut, po 10-minutah sem vstavila kiveto v spektrofotometer ter odčitala rezultat.

Po koncu anih hitrih testih sem nadaljevala z analizami usedljivosti aktivnega blata. Za delo sem potrebovala vzorec vode iz areacijskega bazena, v katerega se je v času odvzema vzorca vpihoval zrak. Vzorec vode sem vlila v Imhoff-ov lij (1000 mL).

Po akala sem 30 minut, nato sem odčitala, do kod se je blato usedlo, in tako dobila usedljivost blata. Analize usedljivosti blata sem naredila na N Kompolje in C N Sevnica.

Na koncu sem naredila analize koncentracije aktivnega blata. Vzorec vode iz areacijskega bazena (100 mL) sem vlila v lij, v katerem je bil filtrirni papir. Lij je bil nameščen na sušilno napravo, ki je vsrkala odvečno vodo iz filtrirnega papirja.

Filtrirni papir, na katerem je ostalo aktivno blato, sem dala v sušilec z infrardečo žarnico. Po akala sem, da se je blato dokončno posušilo, in sušino na koncu stehtala.

#### 4 REZULTATI

Vrednosti analiziranih vzorcev vode na N Kopolje, R N Bazga in C N Sevnica so podane v naslednjih preglednicah ter grafih.

Preglednica 1: Vrednosti KPK in NH<sub>4</sub>-N za N Kopolje

Datum	KPK – vt (mg/L)	KPK – iz (mg/L)	% iš enja	NH <sub>4</sub> -N – vt (mg/L)	NH <sub>4</sub> -N – iz (mg/L)	% iš enja
29.8.2011	435	178	59,0	-	-	-
5.9.2011	430	171	60,0	64,60	0,10	99,9
12.9.2011	491	166	66,0	65,70	0,08	99,9
19.9.2011	531	174	67,0	67,20	0,16	99,8
<b>Povpre je pol. obd.</b>	<b>472</b>	<b>172</b>	<b>63,0</b>	<b>65,83</b>	<b>0,11</b>	<b>99,9</b>
17.10.2011	470	171	64,0	25,70	0,10	99,6
24.10.2011	555	177	68,0	39,30	0,07	99,8
7.11.2011	428	153	64,0	41,60	0,16	99,6
14.11.2011	408	177	57,0	47,50	0,12	99,7
<b>Povpre je jes. obd.</b>	<b>465</b>	<b>170</b>	<b>63,3</b>	<b>38,53</b>	<b>0,11</b>	<b>99,7</b>
16.1.2012	565	175	69,0	44,70	0,09	99,8
23.1.2012	626	170	73,0	38,90	0,11	99,7
30.1.2012	638	171	73,0	38,80	0,10	99,7
6.2.2012	653	173	74,0	49,80	0,09	99,8
<b>Povpre je zim. obd.</b>	<b>621</b>	<b>172</b>	<b>72,3</b>	<b>43,05</b>	<b>0,10</b>	<b>99,8</b>

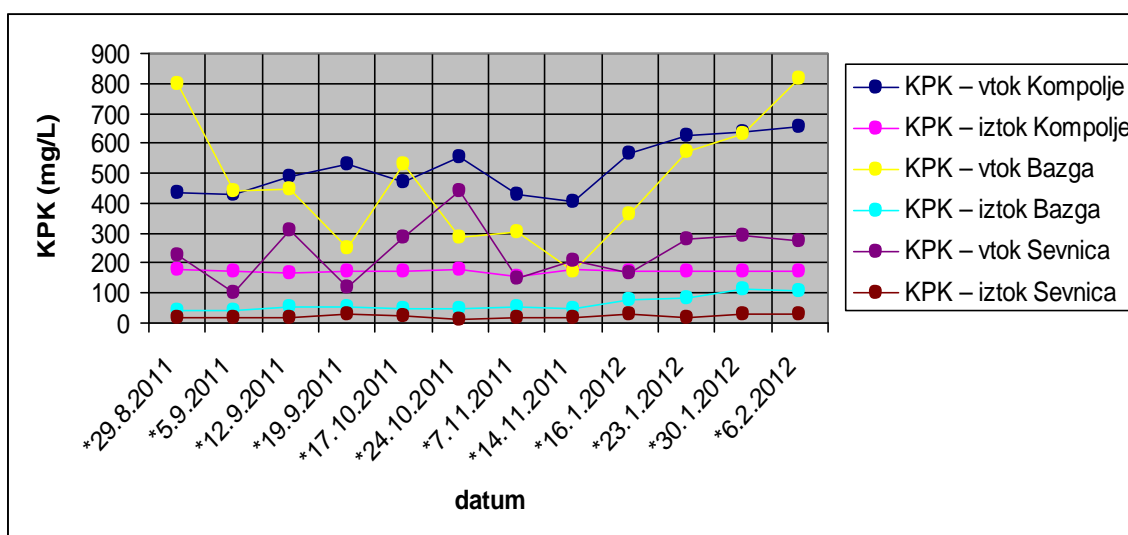
Preglednica 2: Vrednosti KPK in NH<sub>4</sub>-N za R N Bazga

Datum	KPK – vt (mg/L)	KPK – iz (mg/L)	% iš enja	NH <sub>4</sub> -N – vt (mg/L)	NH <sub>4</sub> -N – iz (mg/L)	% iš enja
29.8.2011	798	39	95,0	43,65	0,05	99,9
5.9.2011	439	39	91,0	71,10	0,06	99,9
12.9.2011	447	52	88,0	42,80	0,05	99,9
19.9.2011	252	52	79,0	58,60	0,04	99,9
<b>Povpre je pol. obd.</b>	<b>484</b>	<b>46</b>	<b>88,3</b>	<b>54,04</b>	<b>0,05</b>	<b>99,9</b>
17.10.2011	530	45	92,0	33,70	0,04	99,9
24.10.2011	286	48	83,0	20,70	0,06	99,7
7.11.2011	301	56	81,0	32,90	0,05	99,8
14.11.2011	173	50	71,0	26,90	0,04	99,8
<b>Povpre je jes. obd.</b>	<b>323</b>	<b>50</b>	<b>81,8</b>	<b>28,55</b>	<b>0,05</b>	<b>99,8</b>
16.1.2012	365	80	78,0	34,60	0,04	99,9
23.1.2012	575	86	85,0	37,60	0,04	99,9
30.1.2012	630	111	82,0	33,60	0,04	99,9
6.2.2012	817	109	87,0	49,40	0,04	99,9
<b>Povpre je zim. obd.</b>	<b>597</b>	<b>97</b>	<b>83,0</b>	<b>38,80</b>	<b>0,04</b>	<b>99,9</b>

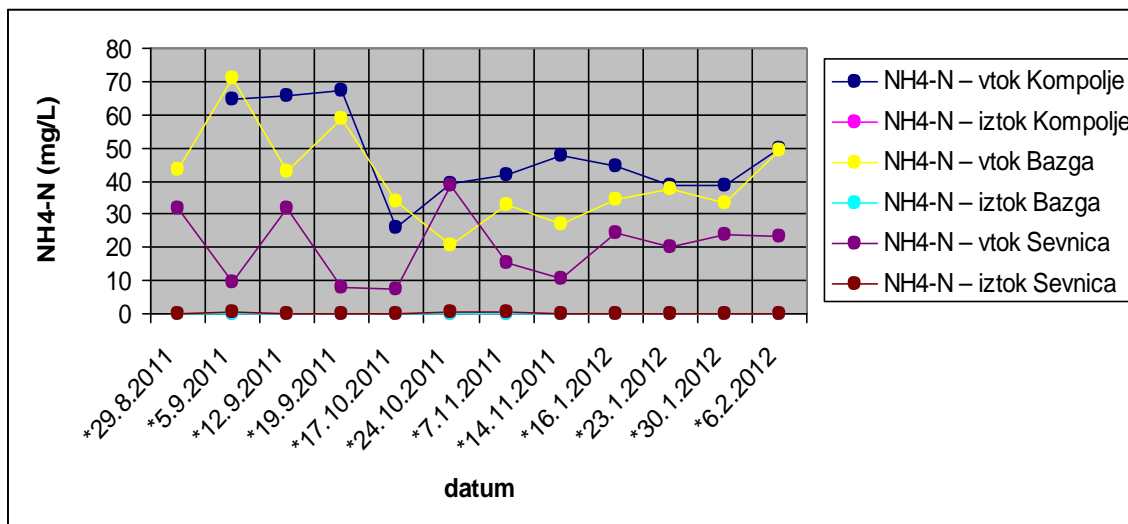


Preglednica 3: Vrednosti KPK in NH<sub>4</sub>-N za C N Sevnica

Datum	KPK – vt (mg/L)	KPK – iz (mg/L)	% iš enja	NH <sub>4</sub> -N – vt (mg/L)	NH <sub>4</sub> -N – iz (mg/L)	% iš enja
29.8.2011	226	17	92,0	31,95	0,24	99,3
5.9.2011	100	17	83,0	9,46	0,46	95,1
12.9.2011	311	19	94,0	32,00	0,07	99,8
19.9.2011	119	32	73,0	7,96	0,08	99,0
<b>Povpre je pol. obd.</b>	<b>189</b>	<b>21</b>	<b>85,5</b>	<b>20,34</b>	<b>0,21</b>	<b>98,3</b>
17.10.2011	284	21	93,0	7,58	0,08	98,9
24.10.2011	443	9	98,0	38,90	0,43	98,9
7.11.2011	150	15	90,0	15,10	0,57	96,2
14.11.2011	208	16	92,0	10,50	0,05	99,5
<b>Povpre je jes. obd.</b>	<b>271</b>	<b>15</b>	<b>93,3</b>	<b>18,02</b>	<b>0,28</b>	<b>98,4</b>
16.1.2012	168	27	84,0	24,40	0,07	99,7
23.1.2012	278	18	94,0	20,30	0,03	99,9
30.1.2012	292	32	89,0	23,90	0,03	99,9
6.2.2012	274	30	89,0	23,40	0,03	99,9
<b>Povpre je zim. obd.</b>	<b>253</b>	<b>27</b>	<b>89,0</b>	<b>23,00</b>	<b>0,04</b>	<b>99,9</b>



Graf 1: Rezultati analiz KPK za vtok in iztok na N Kompolje, R N Bazga ter C N Sevnica



Graf 2: Rezultati analiz NH<sub>4</sub>-N za vtok in iztok na N Kompolje, R N Bazga ter C N Sevnica

Preglednica 4: Vrednosti NO<sub>3</sub>-N in TN za N Kompolje

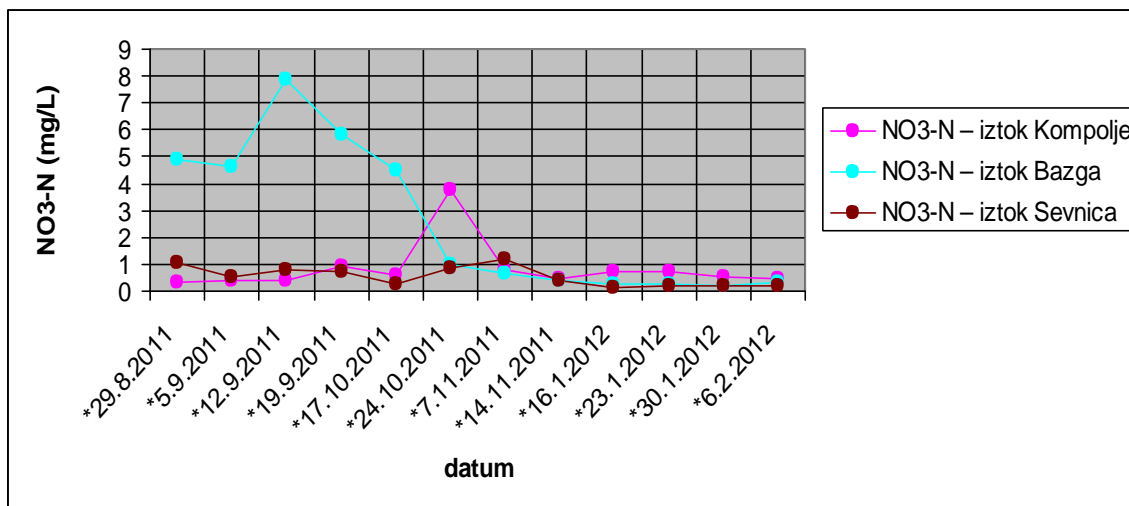
Datum	NO <sub>3</sub> -N – iz (mg/L)	TN – vt (mg/L)	TN – iz (mg/L)	% iš enja
29.8.2011	0,36	96,15	68,90	28,3
5.9.2011	0,38	76,90	77,10	- 0,3
12.9.2011	0,40	77,60	-	-
19.9.2011	0,90	81,60	-	-
<b>Povpre je pol. obd.</b>	<b>0,51</b>	<b>83,06</b>	<b>73,00</b>	<b>14,0</b>
17.10.2011	0,57	72,70	122,00	- 67,8
24.10.2011	3,79	76,00	87,30	- 14,9
7.11.2011	0,79	66,30	93,10	- 40,4
14.11.2011	0,47	75,00	81,00	- 8,0
<b>Povpre je jes. obd.</b>	<b>1,41</b>	<b>72,50</b>	<b>95,85</b>	<b>- 32,9</b>
16.1.2012	0,70	88,00	102,00	- 15,9
23.1.2012	0,73	84,60	127,00	- 50,1
30.1.2012	0,50	93,30	127,00	- 36,1
6.2.2012	0,48	88,60	125,00	- 41,1
<b>Povpre je zim. obd.</b>	<b>0,60</b>	<b>88,63</b>	<b>120,25</b>	<b>- 19,3</b>

Preglednica 5: Vrednosti NO<sub>3</sub>-N in TN za R N Bazga

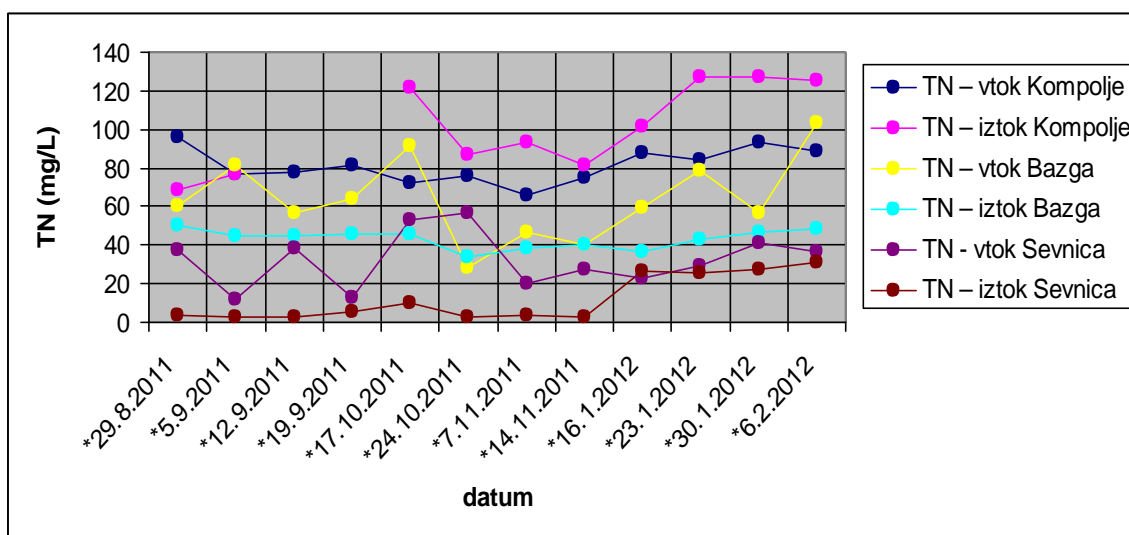
Datum	NO <sub>3</sub> -N – iz (mg/L)	TN – vt (mg/L)	TN – iz (mg/L)	% iš enja
29.8.2011	4,87	60,15	50,60	15,9
5.9.2011	4,65	81,20	45,10	44,5
12.9.2011	7,87	56,40	44,90	20,4
19.9.2011	5,81	64,40	46,20	28,3
<b>Povpre je pol. obd.</b>	<b>5,80</b>	<b>65,54</b>	<b>46,70</b>	<b>27,3</b>
17.10.2011	4,51	91,30	45,80	49,8
24.10.2011	1,02	28,20	33,60	- 19,1
7.11.2011	0,63	46,50	38,20	17,8
14.11.2011	0,41	40,20	40,40	- 0,5
<b>Povpre je jes. obd.</b>	<b>1,64</b>	<b>51,55</b>	<b>39,50</b>	<b>12,0</b>
16.1.2012	0,29	59,90	36,80	38,6
23.1.2012	0,27	78,70	43,20	45,1
30.1.2012	0,19	56,90	46,70	17,9
6.2.2012	0,32	103,00	48,60	52,8
<b>Povpre je zim. obd.</b>	<b>0,27</b>	<b>74,63</b>	<b>43,83</b>	<b>38,6</b>

Preglednica 6: Vrednosti NO<sub>3</sub>-N in TN za C N Sevnica

Datum	NO <sub>3</sub> -N – iz (mg/L)	TN - vt (mg/L)	TN – iz (mg/L)	% iš enja
29.8.2011	1,05	37,30	3,80	89,8
5.9.2011	0,51	11,60	2,99	74,2
12.9.2011	0,77	38,10	2,76	92,8
19.9.2011	0,72	12,68	5,12	59,6
<b>Povpre je pol. obd.</b>	<b>0,76</b>	<b>24,92</b>	<b>3,67</b>	<b>79,1</b>
17.10.2011	0,26	53,00	10,40	80,4
24.10.2011	0,83	56,40	2,92	94,8
7.11.2011	1,22	19,80	3,55	82,1
14.11.2011	0,42	27,80	3,19	88,5
<b>Povpre je jes. obd.</b>	<b>0,68</b>	<b>39,25</b>	<b>5,02</b>	<b>86,5</b>
16.1.2012	0,16	23,30	26,20	- 12,4
23.1.2012	0,17	29,40	25,80	12,2
30.1.2012	0,19	41,50	27,90	32,8
6.2.2012	0,17	36,30	30,70	15,4
<b>Povpre je zim. obd.</b>	<b>0,17</b>	<b>32,63</b>	<b>27,65</b>	<b>12,0</b>



Graf 3: Rezultati analiz NO<sub>3</sub>-N za iztok na N Kompolje, R N Bazga ter C N Sevnica



Graf 4: Rezultati analiz TN za vtok in iztok na N Kompolje, R N Bazga ter C N Sevnica

Preglednica 7: Vrednosti P - celot. in pH za N Kompolje

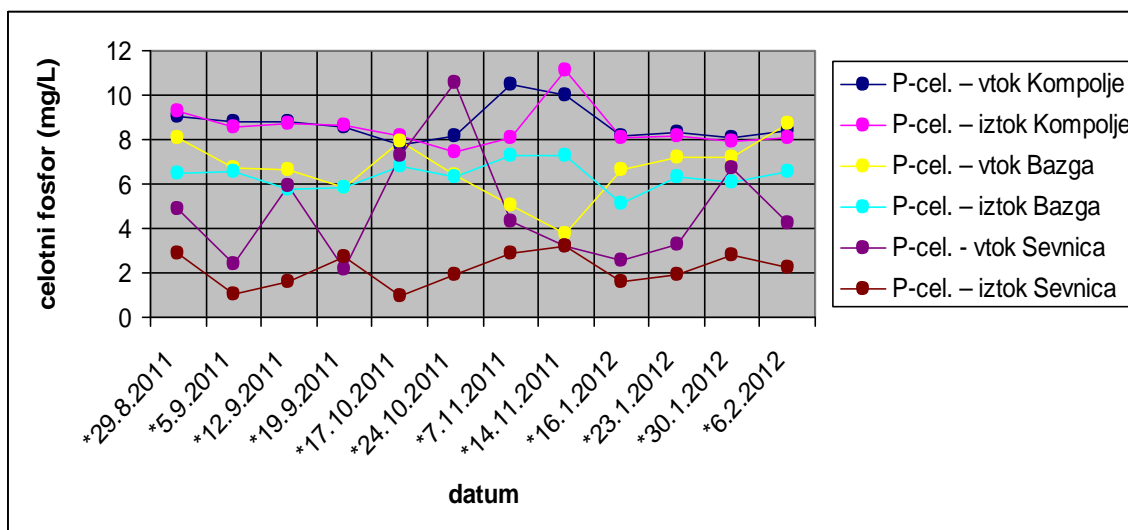
Datum	P-cel. – vt (mg/L)	P-cel. - iz (mg/L)	% iš enja	pH - vt
29.8.2011	9,03	9,26	- 2,5	7,1
5.9.2011	8,80	8,59	2,4	7,0
12.9.2011	8,84	8,71	1,5	7,5
19.9.2011	8,54	8,62	- 0,9	7,1
<b>Povpre je pol. obd.</b>	<b>8,80</b>	<b>8,80</b>	<b>0,1</b>	<b>7,2</b>
17.10.2011	7,80	8,18	- 4,9	7,1
24.10.2011	8,17	7,46	8,7	7,1
7.11.2011	10,50	8,05	23,3	7,2
14.11.2011	9,99	11,10	11,1	7,3
<b>Povpre je jes. obd.</b>	<b>8,62</b>	<b>8,70</b>	<b>9,6</b>	<b>7,2</b>
16.1.2012	8,18	8,10	0,1	7,1
23.1.2012	8,36	8,13	2,8	7,2
30.1.2012	8,11	7,89	2,7	7,7
6.2.2012	8,42	8,09	9,9	7,3
<b>Povpre je zim. obd.</b>	<b>8,27</b>	<b>8,05</b>	<b>3,9</b>	<b>7,3</b>

Preglednica 8: Vrednosti P - celot. in pH za R N Bazga

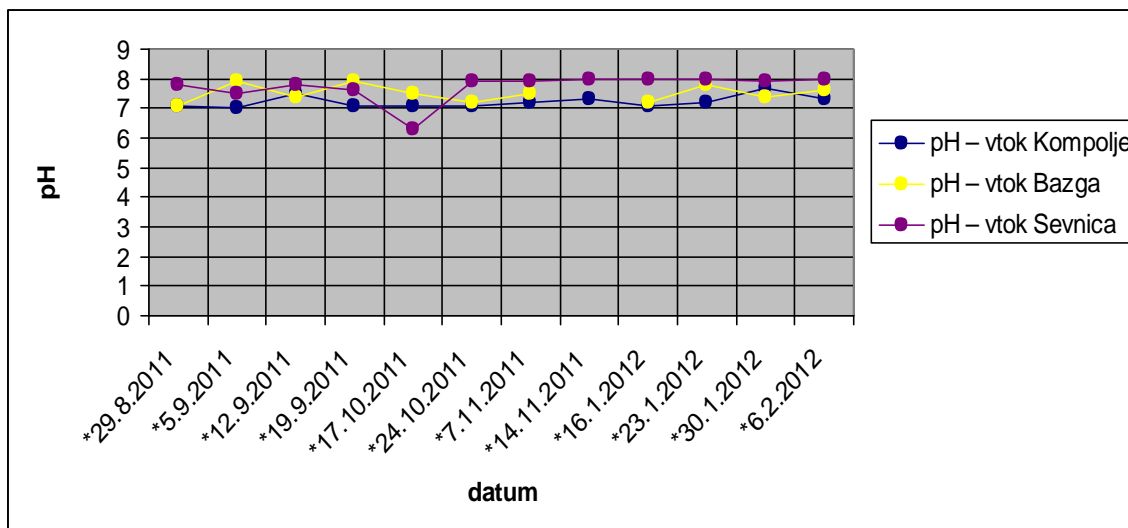
Datum	P-cel. – vt (mg/L)	P-cel. – iz (mg/L)	% iš enja	pH - vt
29.8.2011	8,12	6,50	19,9	7,1
5.9.2011	6,72	6,54	2,7	7,9
12.9.2011	6,64	5,77	13,1	7,4
19.9.2011	5,87	5,83	0,7	7,9
<b>Povpre je pol. obd.</b>	<b>6,84</b>	<b>6,16</b>	<b>9,1</b>	<b>7,6</b>
17.10.2011	7,96	6,81	14,4	7,5
24.10.2011	6,37	6,35	0,3	7,2
7.11.2011	5,08	7,27	- 43,1	7,5
14.11.2011	3,77	7,27	- 92,8	-
<b>Povpre je jes. obd.</b>	<b>5,80</b>	<b>6,93</b>	<b>- 30,3</b>	<b>7,4</b>
16.1.2012	6,66	5,09	23,6	7,2
23.1.2012	7,24	6,33	12,6	7,8
30.1.2012	7,24	6,10	15,7	7,4
6.2.2012	8,76	6,54	25,3	7,6
<b>Povpre je zim. obd.</b>	<b>7,48</b>	<b>6,02</b>	<b>19,3</b>	<b>7,5</b>

Preglednica 9: Vrednosti P - celot. in pH za C N Sevnica

Datum	P-cel. – vt (mg/L)	P-cel. – iz (mg/L)	% iš enja	pH - vt
29.8.2011	4,87	2,89	40,7	7,8
5.9.2011	2,43	1,04	57,2	7,5
12.9.2011	5,89	1,59	73,0	7,8
19.9.2011	2,13	2,70	- 26,8	7,6
<b>Povpre je pol. obd.</b>	<b>3,83</b>	<b>2,06</b>	<b>36,0</b>	<b>7,7</b>
17.10.2011	7,26	0,99	86,4	6,3
24.10.2011	10,60	1,95	81,6	7,9
7.11.2011	4,35	2,86	34,3	7,9
14.11.2011	3,19	3,22	- 0,9	8,0
<b>Povpre je jes. obd.</b>	<b>6,35</b>	<b>2,26</b>	<b>50,4</b>	<b>7,5</b>
16.1.2012	2,56	1,62	36,7	8,0
23.1.2012	3,28	1,95	40,6	8,0
30.1.2012	6,70	2,83	57,8	7,9
6.2.2012	4,24	2,20	48,1	8,0
<b>Povpre je zim. obd.</b>	<b>4,20</b>	<b>2,15</b>	<b>45,8</b>	<b>8,0</b>



Graf 5: Rezultati analiz celotnega P za vtok in iztok na N Kompolje, R N Bazga ter C N Sevnica



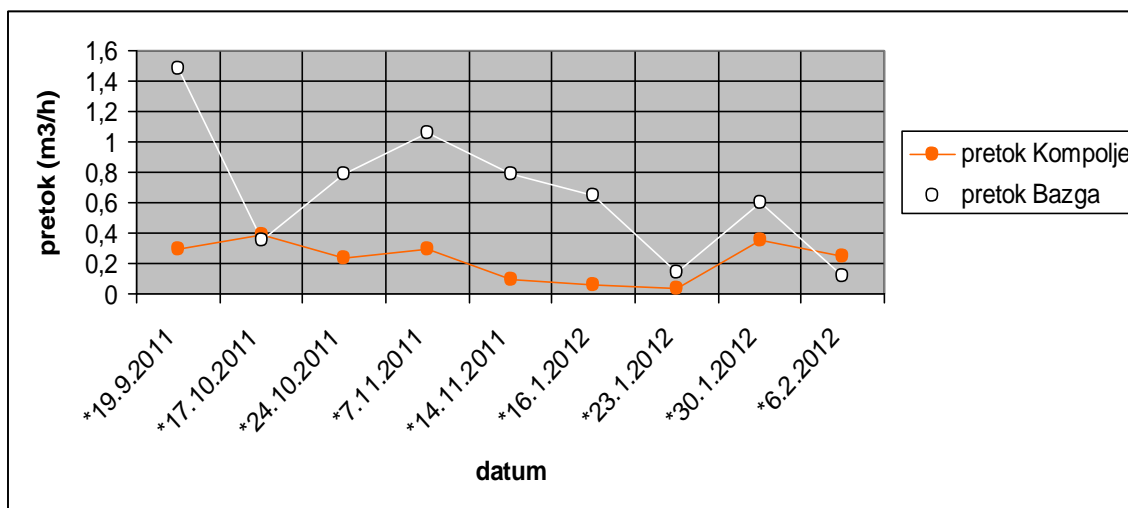
Graf 6: Povpre na vrednost pH pri N Kompolje, R N Bazga ter C N Sevnica

Preglednica 10: Tehnološki parametri za N Kompolje

Datum	Pretok (m <sup>3</sup> /h)	Konc. akt. blata (g/L)	Usedljivost (mL/L)	Konc. razt. kisika (mg/L)
29.8.2011	-	0,84	40	0,6
5.9.2011	-	0,72	39	0,3
12.9.2011	-	0,99	39	0,5
19.9.2011	0,29	0,04	24	0,7
<b>Povpre je pol. obd.</b>	<b>0,29</b>	<b>0,65</b>	<b>36</b>	<b>0,5</b>
17.10.2011	0,39	0,53	16	0,9
24.10.2011	0,24	0,02	-	-
7.11.2011	0,29	0,03	31	0,4
14.11.2011	0,09	0,03	20	0,4
<b>Povpre je jes. obd.</b>	<b>0,25</b>	<b>0,15</b>	<b>22</b>	<b>0,6</b>
16.1.2012	0,06	0,43	38	0,5
23.1.2012	0,03	0,09	36	0,4
30.1.2012	0,35	1,66	99	5,1
6.2.2012	0,25	0,00	4	2,8
<b>Povpre je zim. obd.</b>	<b>0,17</b>	<b>0,55</b>	<b>44</b>	<b>2,2</b>

Preglednica 11: Tehnološki parametri za R N Bazga

Datum	Pretok (m <sup>3</sup> /h)
29.8.2011	-
5.9.2011	-
12.9.2011	-
19.9.2011	1,48
<b>Povpre je pol. obd.</b>	<b>1,48</b>
17.10.2011	0,35
24.10.2011	0,79
7.11.2011	1,06
14.11.2011	0,79
<b>Povpre je jes. obd.</b>	<b>0,75</b>
16.1.2012	0,65
23.1.2012	0,14
30.1.2012	0,60
6.2.2012	0,12
<b>Povpre je zim. obd.</b>	<b>0,38</b>

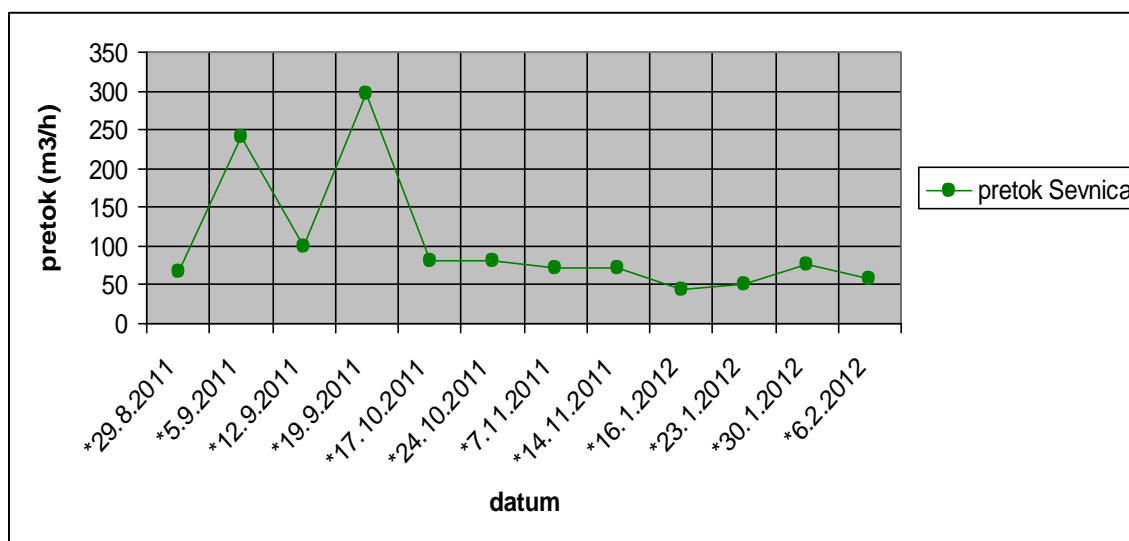


Graf 7: Rezultati analiz pretoka na N Kompolje in R N Bazga

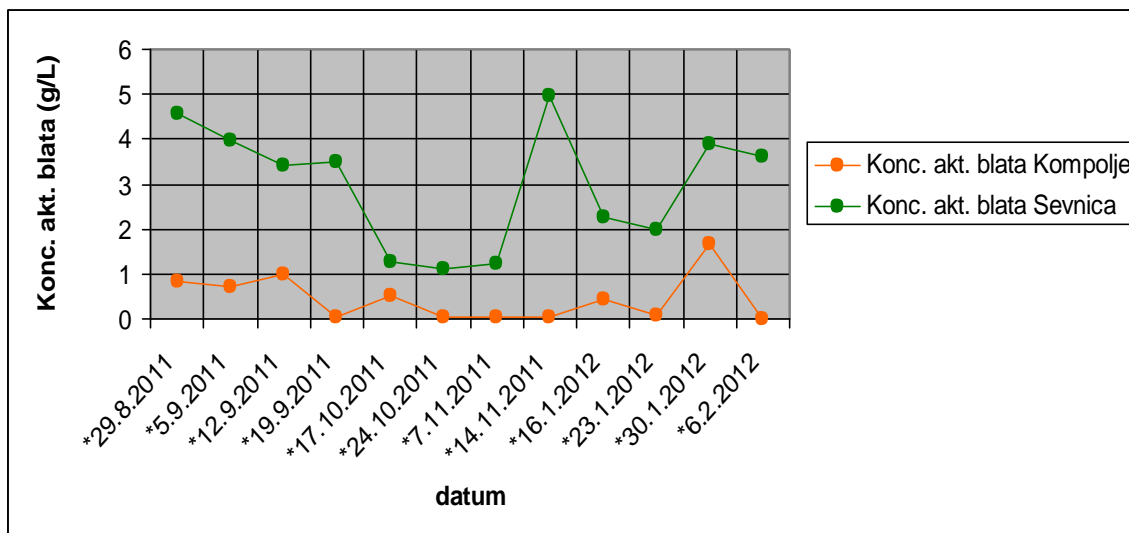


Preglednica 12: Tehnološki parametri za C N Sevnica

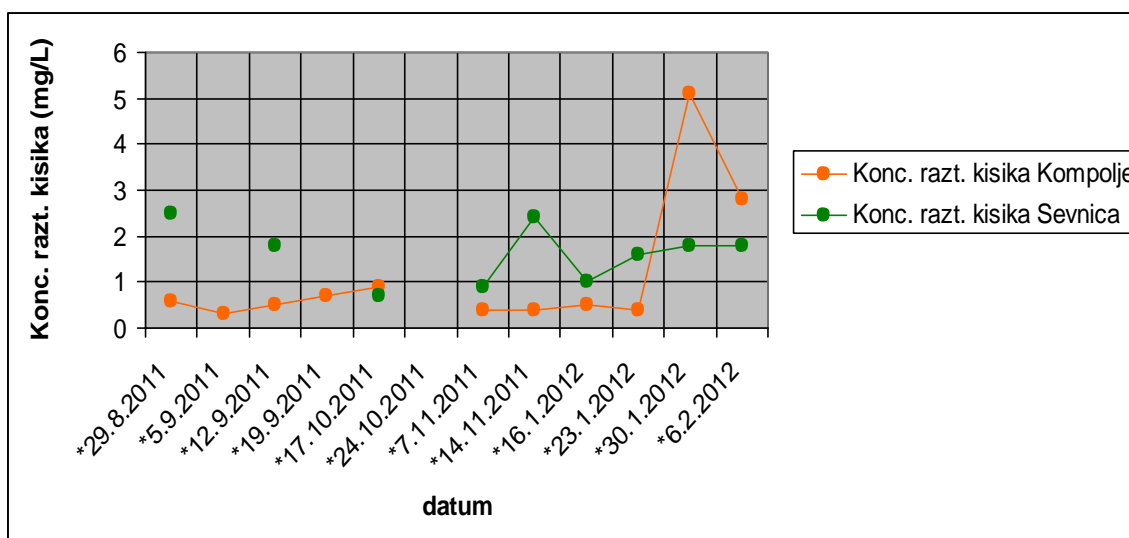
Datum	Pretok (m <sup>3</sup> /h)	Konc. akt. blata (g/L)	Usedljivost (mL/L)	VIB (mL/g)	Konc. razt. kisika (mg/L)
29.8.2011	67,00	4,58	190	41	2,5
5.9.2011	240,00	3,98	230	58	-
12.9.2011	99,00	3,40	220	65	1,8
19.9.2011	297,00	3,49	210	60	-
<b>Povpre je pol. obd.</b>	<b>175,75</b>	<b>3,86</b>	<b>213</b>	<b>56</b>	<b>2,2</b>
17.10.2011	80,00	1,29	349	270	0,7
24.10.2011	82,00	1,13	350	310	-
7.11.2011	72,00	1,25	370	296	0,9
14.11.2011	73,00	4,95	380	77	2,4
<b>Povpre je jes. obd.</b>	<b>76,75</b>	<b>2,16</b>	<b>362</b>	<b>238</b>	<b>1,3</b>
16.1.2012	43,00	2,25	380	169	1,0
23.1.2012	51,00	2,00	425	212	1,6
30.1.2012	76,00	3,90	410	105	1,8
6.2.2012	57,00	3,60	320	89	1,8
<b>Povpre je zim. obd.</b>	<b>56,75</b>	<b>2,94</b>	<b>384</b>	<b>144</b>	<b>1,6</b>



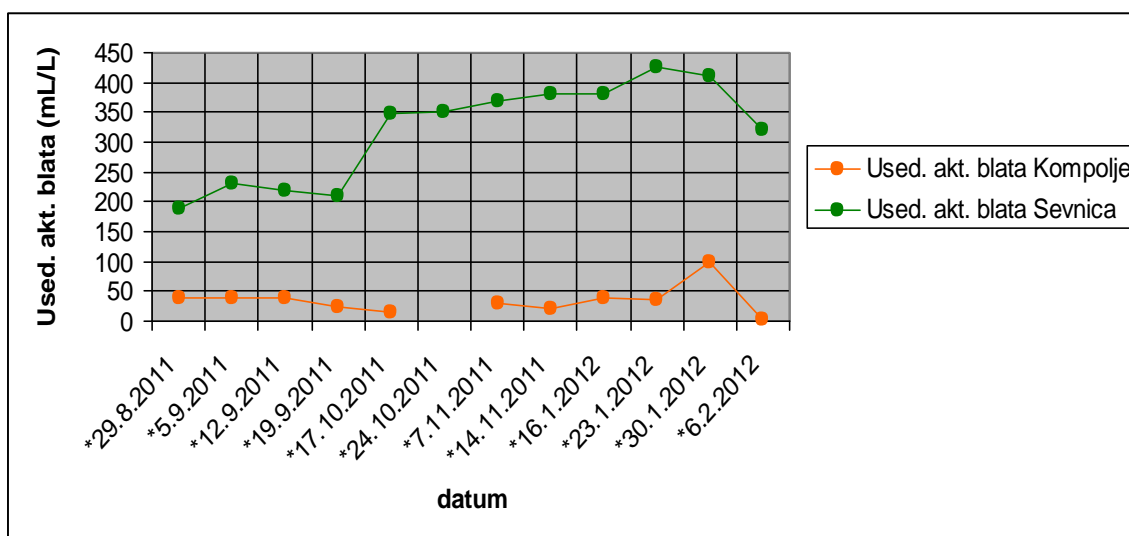
Graf 8: Rezultati analiz pretoka na C N Sevnica



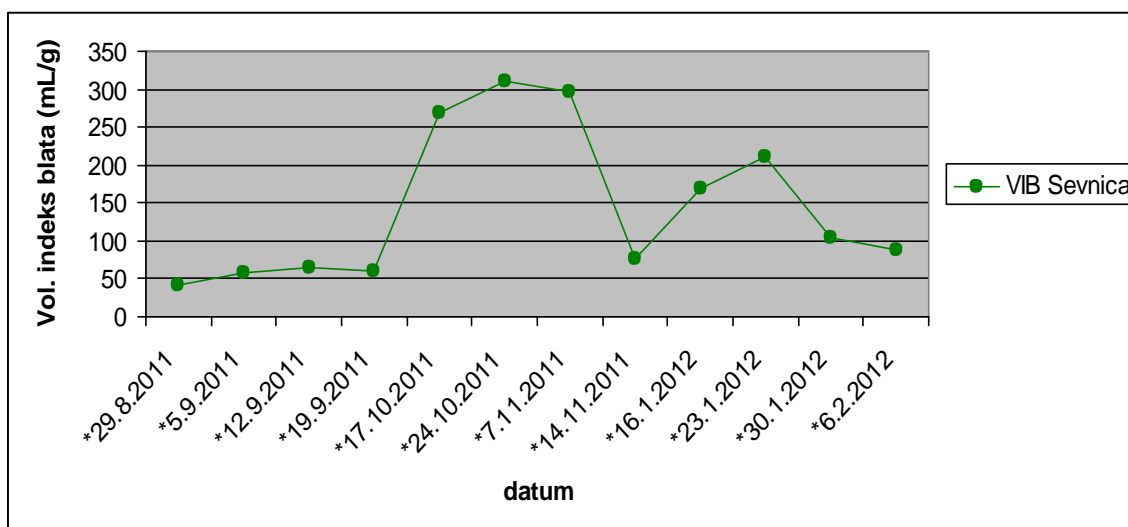
Graf 9: Rezultati analiz koncentracije aktivnega blata na N Kompolje in C N Sevnica



Graf 10: Rezultati analiz koncentracije raztopljenega kisika na N Kompolje in C N Sevnica



Graf 11: Rezultati analiz usedljivosti aktivnega blata na N Kompolje in C N Sevnica



Graf 12: Rezultati analiz volumskega indeksa blata (VIB) na C N Sevnica

#### 4.1 Mejne vrednosti analiziranih parametrov

Preglednica 13: Mejne vrednosti parametrov onesnaženosti pri neposrednem in posrednem odvajanju ter pri odvajanju v javno kanalizacijo

Ime parametra onesnaženosti	Izražen kot	Enota	Mejne vrednosti pri odvajanju	
			neposredno ali posredno v vode	v javno kanalizacijo
kemijska potreba po kisiku - KPK	O <sub>2</sub>	mg/L	120 (l)	-
amonijev dušik	N	mg/L	10 (t)	(g) (b)
celotni fosfor	P	mg/L	2,0 / 1,0 (j)	-
nitratni dušik	N	mg/L	20 (h)	-
celotni dušik	N	mg/L	30 (f)	-
pH - vrednost			6,5 – 9,0	6,5 – 9,5

(Vir: [Uradni list RS, št. 64/2012, priloga 2](#))

(f) mejna vrednost celotnega dušika je vsota mejne vrednosti amonijevega dušika in mejne vrednosti nitratnega dušika, izražene kot N, razen za komunalno ali skupno istilno napravo s sekundarnim iš enjem, za katero se mejna vrednost celotnega dušika ne dolo a,

(h) velja mejna vrednost parametra onesnaženosti, dolo ena na na in iz 2. to ke te priloge,

(j) se uporablja pri odvajanju odpadne vode v vode na prispevnih obmo jih ob utljivih obmo ij iz predpisa, ki ureja emisijo snovi pri odvajanju odpadne vode iz komunalnih istilnih naprav,

(l) mejna vrednost parametra onesnaženosti je tretjina mejne vrednosti tega parametra pri neposrednem ali posrednem odvajanju v vode, e gre za odvajanje neposredno v vodotok s prispevno površino, manjšo od 10 km<sup>2</sup>, razen e gre za obstoje i iztok iz obstoje e naprave.

e je tako izra unana mejna vrednost nižja od okoljskega standarda kakovosti za parameter onesnaženosti, ki je predmet izra una, se za mejno vrednost tega parametra onesnaženosti šteje okoljski standard kakovosti za ta parameter na mestu iztoka ali za prvi dovodni ekološki tip vodotoka, e vodotok na mestu iztoka ni razvrš en v ekološki tip,

(t) mejna vrednost parametra onesnaženosti je desetina mejne vrednosti tega parametra pri neposrednem ali posrednem odvajanju v vode, e gre za odvajanje neposredno v vodotok s prispevno površino, manjšo od 10 km<sup>2</sup>, razen e gre za obstoje i iztok iz obstoje e naprave.

e je tako izra unana mejna vrednost nižja od okoljskega standarda kakovosti za parameter onesnaženosti, ki je predmet izra una, se za mejno vrednost tega parametra onesnaženosti šteje okoljski standard kakovosti za ta parameter na mestu iztoka ali za prvi dolvodni ekološki tip vodotoka, e vodotok na mestu iztoka ni razvrš en v ekološki tip.

Preglednica 14: Mejne vrednosti parametrov pri neposrednem in posrednem odvajanju za istilne naprave v upravljanju Komunale Sevnica

Ime parametra	Enota	Mejne vrednosti
pretok	m <sup>3</sup> /h	400
koncentracija aktivnega blata	g/L	4
koncentracija raztopljenega kisika	mg/L	3
usedljivost aktivnega blata	mL/L	600

N Kompolje in R N Bazga se obravnavata kot mali N, zato spadata pod Uredbo o emisiji snovi pri odvajanju odpadne vode iz malih komunalnih istilnih naprav. Za te vrste naprav sta določeni dve mejni vrednosti na iztoku in sicer 150 mgO<sub>2</sub>/L za KPK in 30 mgO<sub>2</sub>/L za BPK.

Glede na mejne vrednosti v istilnih napravah Kompolje, Bazga in Sevnica noben parameter ne presega le-teh.

## 5 INTERPRETACIJA REZULTATOV

Namen mojega diplomskega dela je bil spremljanje realnega stanja oziroma obratovanja treh različnih N glede na letni as. V ta namen sem v laboratoriju s hitrimi testi analizirala vzorce vode na vtoku in iztoku za KPK, amonijev dušik, celotni dušik in celotni fosfor, na iztoku pa še nitratni dušik.

Merila sem tudi pH in pretok odpadne vode, ki je dotekala na N. Pri N Kompolje ter C N Sevnica sem primerjala tudi koncentracijo aktivnega blata, koncentracijo raztopljenega kisika in usedljivost aktivnega blata.

Meritve sem opravila v treh sklopih saj smo hoteli analize primerjati tudi v dolo enih asovnih obdobjih, v poletnem, jesenskem in zimskem asu.

Na osnovi rezultatov, dobljenih v različnih letnih asih in na različnih istilnih napravah, ugotavljam, da so na uinek iš enja najbolj vplivali tip istilne naprave, delno tudi letni asi. Oglejmo si po vrsti delovanje posameznih istilnih naprav.

### N KOMPOLJE

Pretok odpadne vode na istilno napravo (preglednica 10) je nihal glede na letne ase. Najve odpadne vode je bilo v poletnem asu (ca. 7,0 m<sup>3</sup>/dan), najmanj pa v zimskem (ca. 4,1 m<sup>3</sup>/dan).

Uinek iš enja na KPK (preglednica 1) je bil relativno slab (57-73 %). KPK iztoka je bil v vseh letnih asih nad predpisano mejno vrednostjo (med 153 in 178 mg/L, dovoljena vrednost je 120 mg/L), (preglednica 13).

NH<sub>4</sub>-N je bil v precejšnji meri odstranjen (preglednica 1), prav tako ni bilo v iztoku ve njih koncentracij NO<sub>3</sub>-N (preglednica 4). TN (preglednica 4) pa je bil v vseh letnih asih mo no presežen (69-127 mg/L, dovoljena vrednost je 30 mg/L), (preglednica 13) verjetno zaradi preostalega organsko vezanega dušika.

Tudi celotni P (preglednica 7) se v N prakti no ni odstranil. V iztoku ga je bilo 7,5 in 11,1 mg/L, dovoljena vrednost je 2 mg/L (preglednica 13).

Koncentracija aktivnega blata (preglednica 10) je bila v N izredno nizka (prakti no vedno pod 1 g/L). Prav tako je bilo v prezra evalniku vedno izredno malo raztopljenega kisika (preglednica 10), v poletnem in jesenskem asu (pod 1 mg/L), v zimskem asu pa ga je bilo ob asno dovolj (nad 2 mg/L). To sta tudi glavna vzroka za slabo iš enje organskih snovi (KPK).

## R N BAZGA

Podobno kot pri N Kompolje je tudi pretok na R N Bazga nihal (preglednica 11). Najvišji je bil v poletnem asu (ca. 35,5 m<sup>3</sup>/dan), najnižji pa v zimskem asu (ca. 9,1 m<sup>3</sup>/dan).

U inek iš enja na KPK (preglednica 2) je bil v vseh letnih asih dober, saj je bil ves as nad 80 %, izto na voda pa je imela KPK pod predpisano mejno vrednostjo (pod 120 mg/L), (preglednica 13). Tudi na NH<sub>4</sub>-N (preglednica 2) je bil u inek iš enja dober (ves as nad 98 %), problem pa je predstavljal TN (preglednica 5), ki je bil ves as nad dovoljeno vrednostjo 30 mg/L (preglednica 13).

Tudi celotni P (preglednica 8) se v N prakti no ni odstranil.

## C N SEVNICA

Tudi v C N Sevnica je pretok odpadne vode (preglednica 12) nihal med letnimi asi. Najve ji je bil v poletnem obdobju (ca. 4220 m<sup>3</sup>/dan), najnižji pa v zimskem letnem asu (ca. 1360 m<sup>3</sup>/dan).

U inek iš enja na KPK (preglednica 3) je bil izredno dober (med 86 in 93 %), dovoljene vrednosti v iztoku pa so bile mo no pod predpisanimi (med 9 in 31 mg/L; predpisane vrednosti so 120 mg/L), (preglednica 13).

Nitratnega iona v iztoku (preglednica 6) je bilo izredno malo v vseh letnih asih (pod 1 mg/L). TN (preglednica 6) je bil pod dovoljenimi vrednostmi v poletnem (3,7 mg/L) in jesenskem obdobju (ca. 5,0 mg/L), medtem ko je v zimskem obdobju presegal dovoljeno mejno vrednost (ca. 28 mg/L), (preglednica 13).

Celotni P (preglednica 9) se je zadovoljivo odstranjeval, je pa v asih presegel mejno vrednost 2,0 mg/L (preglednica 13).

Koncentracija aktivnega blata v prezra evalniku je bila v mejah, ki so obi ajno v podobnih N (preglednica 12). Usedljivost blata je nihala v asu meritev (preglednica 12). Izra un volumnskega indeksa blata je pokazal, da je bilo aktivno blato dobro usedljivo v poletnem asu, jeseni pa se je usedljivost mo no poslabšala. Ob koncu zimskega obdobja se je usedljivost izboljšala (preglednica 12).

## 6 ZAKLJU EK

Namen diplomskega dela je bil pregledati tri istilne naprave, ki so po sistemu delovanja in velikosti različne in ugotoviti u inkovitost teh naprav glede na različne letne ase, pogoje obratovanja, velikost in tip istilne naprave. Pregledala sem mehansko-biološko istilno napravo Kompolje, kapacitete 100 PE ( N Kompolje), rastlinsko istilno napravo Bazga, kapacitete 500 PE (R N Bazga) in centralno istilno napravo Sevnica, kapacitete 9900 PE (C N Sevnica).

Ugotovitve na podlagi zbranih rezultatov meritev in analiz so naslednje:

### 1. Delovanje N glede na letne ase

Letni asi so vplivali na delovanje vseh treh N. Razlike med letnimi asi so bile opazne pri različnih parametrih.

- **Pretok odpadne vode:** na vseh treh N je bilo odpadne vode v poletnem asu več kot v zimskem. Predvidevam, da je to posledica večjega števila padavin v jesenskem in poletnem asu in večje aktivnosti prebivalstva.
- **Raztopljen kisik v prezračevalniku:** na N Kompolje je bilo v poletnem in jesenskem asu manj raztopljenega kisika v prezračevalniku kot pozimi, ker je pri nižji temperaturi vode višja topnost kisika v vodi. Prenizka koncentracija raztopljenega kisika je tudi eden od vzrokov za slabšo biorazgradljivost organskih snovi. Na C N Sevnica je bilo raztopljenega kisika ves čas dovolj za normalno obratovanje naprave.
- **Kemijska potreba po kisiku (KPK) v iztoku iz istilne naprave:** na N Kompolje je ves čas KPK presegal mejne dovoljene vrednosti, pri ostalih dveh napravah pa je bil vedno v mejah dovoljenega. Pri R N Bazga je bil uinek išenja na KPK slabši v jesenskem obdobju, medtem ko je bilo išenje na C N Sevnica na KPK vsa obdobja izredno dobro.
- **Nitratni dušik:** na R N Bazga in C N Sevnica je bila vsebnost  $\text{NO}_3\text{-N}$  v zimskem asu nižja kot v poletnem in jesenskem, ker se procesi nitrifikacije pri višjih temperaturah upoasnijo. Na N Kompolje je bila koncentracija nitratov ves čas zelo nizka, ker je istilna naprava močno organsko obremenjena in v njej ne pride do nitrifikacije.
- **Celotni dušik:** Koncentracija celotnega dušika je bila na N Kompolje ves čas precej visoka (povprečno 120 mg/L), kar pomeni, da ni prišlo do oksidacije organsko vezanega in amonijevega dušika. Na istilni napravi Sevnica je bilo išenje na celotni dušik izredno dobro v jesenskem in poletnem obdobju (86 %), medtem ko se je nekoliko poslabšalo v zimskem obdobju (12 %), ko je bila tudi koncentracija celotnega dušika v odpadni vodi nizka. Na R N Bazga je bilo išenje na celotni dušik relativno slabo (jeseni 12 %), še najboljše je bilo v zimskem obdobju (39 %).

### 2. Delovanje N glede na pogoje obratovanja

Pri pregledovanju rezultatov išenja in količine in kakovosti odpadne vode, ki doteka na posamezne naprave ugotavljam, da sta N Kompolje in R N Bazga tako po količini odpadne vode (pretok), kot po vnosu organskih snovi (KPK) praktično ves čas meritev močno podobremenjeni, medtem ko je C N Sevnica določeno podobremenjena, določeno pa precej preobremenjena. Glede na projektirano vrednost pretoka (200 L odpadne vode na prebivalca na dan) sta N Kompolje in R N Bazga močno podobremenjeni, C N Sevnica pa preobremenjena. Glede na projektirano vrednost bi moralo na N Kompolje dotekati dnevno 20 m<sup>3</sup>/dan, na R N Bazga pa 100 m<sup>3</sup>/dan ter na C N Sevnica 1980 m<sup>3</sup>/dan odpadne vode, kar kažejo izmerjeni maksimalni pretoki (N Kompolje 9,36 m<sup>3</sup>/d; R N Bazga 35,52 m<sup>3</sup>/d; C N Sevnica 7128 m<sup>3</sup>/d).

### 3. Delovanje N glede na velikost

Velikost istilne naprave naj ne bi vplivala na uinek išenja, vendar se je pokazalo, da temu ni tako. Največja od preiskanih istilnih naprav (C N Sevnica) se je izkazala za najboljšo, to pa zato, ker lahko prenese večja nihanja tako v pretoku, kot v organski obremenitvi, kot manjši istilni napravi.

### 4. Delovanje N glede na tip N

Tip istilne naprave je zelo pomemben, saj je od njega odvisno katere komponente lahko istilna naprava odstranjuje. V C N Sevnica se uspešno odstranjuje organske snovi, dušikove in fosforjeve spojine. V N Kompolje pa je odstranjevanje dušikovih spojin vprašljivo, ker ne pride do dobrega išenja organskih snovi. Ravno tako se ne odstranjujejo fosforjeve spojine. V R N Bazga se sorazmerno dobro odstranijo organske snovi in dušikove spojine, manj uspešno pa se odstranjuje fosforjeve spojine.

Ugotavljam, da je učinkovitost istilne naprave odvisna tako od letnega obsega, ker se pretok spreminja glede na letne obsege in od velikosti naprave. Najbolj pa je učinkovitost istilne naprave odvisna od tipa in pogojev delovanja istilne naprave. Zato je pomembno, da se glede na velikost in položaj istilne naprave, naprava dovolj ustrezno projektira ter pravilno upravlja in vzdržuje.

## 7 POVZETEK

Istilna naprava je infrastruktura za čiščenje odpadnih vod, katere prečiščene vode vračamo nazaj v okolje. Gre za fizikalne, kemijske in biološke postopke, kjer skozi procese očistimo vodo do te mere, da ta ni več škodljiva za okolje. Cilj postopka čiščenja odpadne vode je varovanje okolja pred razgradljivimi organskimi snovmi, težkimi kovinami in drugimi škodljivimi snovmi, ki se nahajajo v odpadni vodi.

Vodi, katere čiščenje obravnava naloga, ustreza oznaka komunalna oziroma hišna odpadna voda. Komunalna odpadna voda nastaja v bivalnem okolju gospodinjstev zaradi uporabe sanitarnih prostorov, kuhanja, pranja in drugih gospodinskih opravil. Komunalna odpadna voda je tudi voda, ki nastaja v objektih v javni rabi, v proizvodnih in storitvenih dejavnostih, če je po nastanku in sestavi podobna odpadni vodi gospodinjstev.

Komunalne odpadne vode običajno vsebujejo neraztopljene delce, organske snovi, dušikove in fosforjeve spojine. Te snovi ob izlivu v naravne vode povzročajo nastajanje usedlin in pomanjkanje kisika zaradi razgradnje organskih snovi. Prebitki dušika in fosforja pa povzročajo posledice sekundarno onesnaženje, pospremljeno z bohotenjem alg in višjih vodnih rastlin, ki tudi prispevajo k pomanjkanju kisika v vodi (eutrofikacija).

Pri čiščenju odpadne vode uporabljamo vrsto kemijskih, fizikalnih in bioloških postopkov, ki se mnogokrat med seboj dopolnjujejo, odvisno od vrste odpadne vode oziroma snovi, ki jih je treba iz nje odstraniti. Najpogosteje se snovi iz odpadne vode odstranjujejo s predčiščenjem (odstranjevanje večjih delcev), primarnim čiščenjem (odstranjevanje usedljivih snovi), biološkim čiščenjem (odstranjevanje biorazgradljivih snovi) ter z dodatnim čiščenjem (odstranjevanje dušikovih in fosforjevih snovi) (Roš, 2001). Škodljivost nezadostno očiščenih odpadnih vod pa se ne odraža samo na viru onesnaženja, ampak žal povzročajo tudi posledice širših dimenzij, kot so onesnaženje vodotokov in dragocenih virov podtalnice.

V diplomskem delu sem preverjala učinkovitost Kompolje, s kapaciteto čiščenja okoli 100 PE, R N Bazga, s kapaciteto čiščenja 500 PE in C N Sevnica, ki ima kapaciteto čiščenja 9900 PE.

Metode dela na teh istilnih napravah so bile naslednje: jemanje vzorcev vode, merjenje raztopljenega kisika, pH in pretoka, analiziranje vzorcev vode s kivetnimi hitrimi testi, filtriranje vode skozi filtrirni material, odčitavanje rezultatov in usedljivosti, sušenje in tehtanje aktivnega blata.

**N Kompolje** ni imela primernega učinkovitosti čiščenja odpadne vode. Prihajalo je do prevelikega odstopanja od predpisanih učinkovitosti čiščenja, zato je bila v ta namen izvedena sanacijska naprava.

Vzorci vode sem tako vzela pred sanacijo in po njej, vendar izboljšav ni bilo. Opaznih razlik v delovanju med letnimi obsegi ni bilo.

Glede na predpisane mejne vrednosti so bile za iztok presežene vrednosti za KPK, TN in celotni P.

Glavni vzrok za tako stanje je bilo pomanjkanje raztopljenega kisika v istilni napravi in prenizka koncentracija aktivnega blata v prezračevalniku.

K temu pa večinoma pripomoreta vdor padavinskih vod ob nalivih in mešan sistem odpadnih vod uporabnikov.

Na **R N Bazga** so bile glede na letne mese razlike v vrednosti KPK in  $\text{NO}_3\text{-N}$ . KPK na iztoku je bil v poletnem in delno jesenskem mesu običajno nižji kot v zimskem mesu. To pa zato, ker je poleti najbolj bujna rast rastlin, pozimi pa tega ni. Poleg tega so pozimi rastline večinoma prekrite s snežno odejo.

Na tej strani sta glede na mejne vrednosti skozi vsa merjenja na iztoku presežena TN in celotni P. Vzrok tega je predvsem sistem čiščenja, ki za take odpadne vode ni primeren.

R N Bazga po mojem mnenju deluje dobro, razen pri odstranjevanju celotnega dušika, vsekakor pa bolje kot N Kompolje. Razliko sem opazila že pri vodi na iztoku pri obeh N.

Pri R N je bila voda bolj očiščena, brez posebnega vonja ter barve. Pri R N velik problem predstavljajo odpadne vode iz gospodinjstev, gospodarskih in kmetijskih objektov (živalska drobovina, higienski pripomočki, industrijski odpadki ...).

Uporabniki so bili opozorjeni na svoje ravnanje oziroma onesnaževanje sistema, vendar jih veliko opozoril ni upoštevalo.

Na **C N Sevnica** sem opazila razlike v delovanju med letnimi mesami predvsem pri vsebnosti  $\text{NO}_3\text{-N}$ . Vrednosti v zimskem mesu so precej nižje kot v poletnem in jesenskem.

Vzrok za to je predvsem temperatura, saj se pri temperaturah pod  $12\text{ }^\circ\text{C}$  procesi nitrifikacije in denitrifikacije upočasnijo.

Na tej strani je glede na mejne vrednosti skozi vsa merjenja na iztoku v polovici primerov presežen le celotni P, pa še to le za nekaj odstotkov.

Ostali parametri (KPK,  $\text{NH}_4\text{-N}$ ,  $\text{NO}_3\text{-N}$  in TN) nikoli ne presegajo mejnih vrednosti.

Menim, da C N Sevnica deluje odlično, kar je razvidno iz analiziranih vzorcev. Voda na iztoku je očiščena ter dosega standarde merjenih parametrov.

Na stabilno delovanje posamezne N vplivajo tudi zunanji dejavniki, kot so padavinske vode ob nalivih, onesnaževanje sistema z neprimernimi odpadnimi vodami, prekomerno onesnaževanje z gnojenjem in izpustom v odpadne vode.

Za izboljšanje stanja posameznih istilnih naprav bi morali spremeniti naslednje:

Istilna naprava Kompolje:

- potrebno bi bilo dodatno preiskati in ugotoviti, ali je sistem dovolj velik za odpadne vode, ki dotekajo nanjo,
- potrebno bi bilo razbremenjevati padavinske odpadne vode,
- po potrebi uvesti dezinfekcijo iztočnih vod.

Rastlinska istilna naprava Bazga:

- potrebno bi bilo dodatno preiskati in ugotoviti, ali je sistem dovolj velik za odpadne vode, ki dotekajo nanjo,
- po potrebi bi jo morali v celoti sanirati, da bi lahko odstranjevali TN.



Centralna istilna naprava Sevnica deluje dobro glede na vse parametre, razen na celotni P, zato bi bilo potrebno za njo dodajati zadostno količino železove soli za obarjanje fosforja.

Za podrobnejše ugotovitve odstranjevanja dušikovih spojin bi bilo treba poleg  $\text{NO}_3\text{-N}$ ,  $\text{NH}_4\text{-N}$  in TN spremljati tudi  $\text{NO}_2\text{-N}$  in Kjeldahlov dušik.

## SUMMARY

A wastewater treatment plant is an infrastructure for treatment of wastewaters, which are returned back into the environment after purification. It involves physical, chemical and biological procedures, in which water is treated to such extent that it is no longer harmful to the environment. The goal of the wastewater treatment procedure is to protect the environment from degradable organic substances, heavy metals and other harmful substances contained in the wastewater.

The water, the treatment of which is addressed in this thesis, can be labelled as municipal or household wastewater. Municipal wastewater comes from household environment from using sanitary facilities, cooking, washing and other household tasks. Municipal wastewater denotes water used in public buildings and in production and service activities, if its origin and composition are similar to household wastewater.

Municipal wastewater usually contains insoluble particles, organic substances, and nitric and phosphoric compounds. These substances cause the formation of precipitation and the lack of oxygen on account of the decomposition of organic substances at the outfall into natural waters. As a result, the surplus of nitrogen and phosphorus causes secondary pollution, accompanied by luxuriant growth of algae and higher water plants, which also contributes to the lack of oxygen in the water (eutrophication).

We use many chemical, physical and biological procedures for wastewater treatment and they often complement each other, depending on the type of wastewater or the substances that need to be removed.

The substances are most frequently removed from wastewater by a pre-treatment procedure (fragments removal), primary treatment (precipitation removal), biological treatment (biodegradable substances removal) and by an additional treatment procedure (nitric and phosphoric substances removal) (Roš, 2001). Harmful effects of insufficiently treated wastewaters are not reflected only in the source of pollution, but unfortunately it also has more far-reaching consequences such as the pollution of waterways and valuable groundwater sources.

In my thesis, I was assessing the performance of the following wastewater treatment plants: WWTP Kompolje with a treatment capacity of around 100 PE; wetland Bazga with a treatment capacity of 500 PE; and CWTP Sevnica with a treatment capacity of 9900 PE.

The methods I used to examine these wastewater treatment plants are the following: water sampling; measuring dissolved oxygen, pH value and water flow; analyzing water samples with cuvette rapid tests; water filtration through filter material; results and precipitation reading; drying and weighing of active sludge.

The wastewater treatment efficiency of WWTP Kompolje was not adequate. There was excessive deviation from the prescribed level of treatment efficiency, thus the repairs on the plant were made.

I took water samples before and after the repairs, but there were no improvements. There was no distinction in the performance of the plant in different seasons.

The values for COD, TN and total P at the outfall exceeded the prescribed limit values.

The main reason lies in the lack of dissolved oxygen in the WWTP and a too low concentration of active sludge in the ventilation system.

In most cases, storm drains and a mixed system of users' wastewater contribute to this issue.

As to wetland Bazga, there was a distinction among seasons in COD and NO<sub>3</sub>-N values. At the outfall, COD was considerably lower in summer and to some extent in autumn, compared to the winter. The reason for that is the lush vegetation growing in summer and sparser vegetation in winter. Furthermore, plants are covered with snow in winter.

All the measurements showed that according to the limit values, the values of TN and total P were surpassed at the outfall at this WWTP. The main reason for that is the treatment system, which is not suitable for this type of wastewaters.

In my opinion, the performance of wetland Bazga is good, except in the area of total nitrogen removal. In any case, its performance is better than the performance of WWTP Kompolje. I noticed the distinction in the quality of the water at the outfall at both WWTPs.

The treatment efficiency of wetland was higher. The treated water had no special smell or color. Household, industrial and agricultural wastewater (animal waste, hygiene waste) represent a major problem for wetland.

The users were warned of their behavior which causes pollution in the system, but the majority of them paid no regard to the warnings.

As for the performance of CWTP Sevnica, I noticed a distinction among different seasons, particularly in the value of NO<sub>3</sub>-N. The values of NO<sub>3</sub>-N in winter are considerably lower than in summer and autumn.

Temperature is the main reason because nitrification and de-nitrification processes slow down when temperature drops under 12 °C.

All the measurements at CWTP Sevnica showed that according to the limit values, only the value of total P was surpassed at the outfall in one half of the cases and even then only for a few per cents.

Other parameters (COD, NH<sub>4</sub>-N, NO<sub>3</sub>-N and TN) never exceeded the limit values.

In my opinion, the performance of CWTP Sevnica is excellent, as indicated by the analyzed samples. The water at the outfall is purified and it meets the standards of the measured parameters.

External factors, such as storm drains, pollution of the system with unsuitable wastewaters, excessive fertilizing and discharges into wastewaters, also affect stable functioning of WWTPs.

In order to improve the condition of the WWTPs we should change the following:

Wastewater treatment plant Kompolje:

- it would be necessary to further study the system and determine if it is big enough to accept all the wastewater that flows in;
- it would be necessary to relieve storm wastewaters;

- if necessary, introduce disinfection of the outfall waters.

Wetland Bazga:

- it would be necessary to further study the system and to determine if it is big enough to accept all the wastewater that flows in;
- if necessary, fully repair the plant in order to enable the removal of TN.

The performance of the central wastewater treatment plant Sevnica is good, considering all the parameters, except for the total P. Therefore, it would be necessary to start adding a sufficient quantity of iron salt for phosphorus precipitation.

For more detailed findings in the field of nitrogen compounds removal, it would be necessary to monitor the values of NO<sub>2</sub>-N and Kjeldahl nitrogen as well, in addition to NO<sub>3</sub>-N, NH<sub>4</sub>-N and TN.

## 8 LITERATURA

AGENCIJA REPUBLIKE SLOVENIJE ZA OKOLJE (ARSO). Medmrežje 1:

<http://www.arso.gov.si/varstvo%20okolja/poro%C4%8Dila/poro%C4%8Dila%20o%20stanju%20okolja%20v%20Sloveniji/vode.pdf> (17. 1. 2013).

Cistilne-naprave.com. Medmrežje 2: <http://www.cistilne-naprave.com/slovar-ek-kratic-oz-okraj-av.html> (17. 1. 2013).

EUR – Lex, Dostop do zakonodaje Evropske unije. Medmrežje 3: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CONSLEG:1991L0271:20031120:SL:PDF> (8. 6. 2013).

EUR – Lex, Dostop do zakonodaje Evropske unije. Medmrežje 4: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=DD:15:01:31986L0278:SL:PDF> (8. 6. 2013).

EUR – Lex, Dostop do zakonodaje Evropske unije. Medmrežje 5: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=DD:15:02:31991L0676:SL:PDF> (8. 6. 2013).

Mejak, A. 2010: Diplomsko delo: Primerjava meritev pretokov na manjšem vodotoku z Dopplerjevim merilnikom in metodo razredčenja. Medmrežje 6: [http://eprints.fgg.uni-lj.si/283/1/VKI\\_0156\\_Mejak.pdf](http://eprints.fgg.uni-lj.si/283/1/VKI_0156_Mejak.pdf) (28. 6. 2013).

Miklavc, J. 2010: Magistrsko delo: Primernost aktivnega blata kot vira ogljika za denitrifikacijo. Medmrežje 7: [http://www.digitalna-knjiznica.bf.uni-lj.si/md\\_miklavc\\_jana.pdf](http://www.digitalna-knjiznica.bf.uni-lj.si/md_miklavc_jana.pdf) (27. 6. 2013).

Ministrstvo za okolje in prostor. Medmrežje 8: [http://www.arhiv.mop.gov.si/fileadmin/mop.gov.si/pageuploads/zakonodaja/okolje/varstvo\\_okolja/operativni\\_programi/operativni\\_program\\_komunalne\\_vode.pdf](http://www.arhiv.mop.gov.si/fileadmin/mop.gov.si/pageuploads/zakonodaja/okolje/varstvo_okolja/operativni_programi/operativni_program_komunalne_vode.pdf) (8. 6. 2013).

Občina Sevnica. (2010). Istilna naprava Sevnica. (Brošura). Sevnica, Občina Sevnica.

Podjetje Hach - Lange. Medmrežje 9: <http://www.hach-lange.si> (5. 3. 2013).

Pravilnik o prvih meritvah in obratovalnem monitoringu odpadnih vod ter o pogojih za njegovo izvajanje. [Uradni list RS, št. 74/2007](#), str. 10506.

Prosen, K. 2008: Diplomsko delo: Struktura združbe v aktivnem blatu istilne naprave Ajdovščina. Medmrežje 10: [http://www.digitalna-knjiznica.bf.uni-lj.si/dn\\_prosen\\_kristina.pdf](http://www.digitalna-knjiznica.bf.uni-lj.si/dn_prosen_kristina.pdf) (5. 11. 2013).

Roš, M. (2001). Biološko čiščenje odpadne vode. Ljubljana, GV založba.

Uredba o emisiji snovi in toplote pri odvajanju odpadnih voda v vode in javno kanalizacijo. [Uradni list RS, št. 47/2005](#), str. 4737.

Uredba o emisiji snovi in toplote pri odvajanju odpadnih voda v vode in javno kanalizacijo. [Uradni list RS, št. 64/2012](#), str. 6392.

Uredba o emisiji snovi pri odvajanju odpadne vode iz malih komunalnih istilnih naprav. [Uradni list RS, št. 98/2007](#), str. 13265.

Uredba o odlaganju odpadkov na odlagališčih. [Uradni list RS, št. 61/2011](#), str. 8857.

Uredba o odvajanju in čiščenju komunalne in padavinske odpadne vode. [Uradni list RS, št. 88/2011](#), str. 11342.

Uredba o uporabi blata iz komunalnih istilnih naprav v kmetijstvu. [Uradni list RS, št. 62/2008](#), str. 8221.

Water Framework Directive, Medmrežje 11: <http://ec.europa.eu/environment/water/water-framework/> (8. 6. 2013).

Zakon o gospodarskih javnih službah. [Uradni list RS, št. 32/1993](#), str. 1741.

Zakon o varstvu okolja. [Uradni list RS, št. 32/1993](#), str. 1750.

Zakon o vodah (ZV - 1). [Uradni list RS, št. 67/2002](#), str. 7648.