

Univerza  
v Ljubljani  
Fakulteta  
*za gradbeništvo  
in geodezijo*

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



26106133

Kandidat:

**Benjamin Nučič**

## **Kvaliteta reke Krke v srednjem toku**

**Diplomska naloga št.: 163**

**Mentor:**

izr. prof. dr. Jože Panjan

**Somentor:**

asist. dr. Mario Krzyk

Ljubljana, 2010

## **IZJAVA O AVTORSTVU**

Skladno s 27. členom Pravilnika o diplomskem delu UL Fakultete za gradbeništvo in geodezijo,

**Podpisani Benjamin Nučič izjavljam, da sem avtor diplomske naloge z naslovom:**

Kvaliteta reke Krke v srednjem toku

**Izjavljam, da prenašam vse materialne avtorske pravice v zvezi z diplomsko nalogo na UL, Fakulteto za gradbeništvo in geodezijo.**

Noben del tega zaključnega dela ni bil uporabljen za pridobitev strokovnega naziva ali druge strokovne kvalifikacije na tej ali na drugi univerzi ali izobraževalni inštituciji.

Ljubljana, 07.03.2011

---

(podpis kandidata)

## **IZJAVE O PREGLEDU NALOGE**

Nalogo si je ogledal:

## **BIBLIOGRAFSKO – DOKUMENTACIJSKA STRAN IN IZVLEČEK**

- UDK:** 628.1/.3(043.2)
- Avtor:** Benjamin Nučič
- Mentor:** izr. prof. dr. Jože Panjan
- Somentor:** asist. dr. Mario Krzyk
- Naslov:** Kvaliteta reke Krke v srednjem toku
- Obseg in oprema:** 86 str., 13 pregl., 12 sl., 15 graf.
- Ključne besede:** Kvaliteta, monitoring, odpadne vode, reka Krka, QUAL2K, biokemijska potreba po kisiku

### **Izvodček**

Že od pradavnine se ljudstva naseljujejo ob rekah. Reke predstavljajo vir pitne vode, omogočajo razvoj kmetijstva, industrije in ostalih panog. Ne nazadnje pa predstavljajo tudi idealno rešitev za izpust odpadne vode v njih. Reke so sposobne s pomočjo mikroorganizmov v vodi razgraditi organsko maso v anorgansko. To imenujemo samočistilna sposobnost rek. Skozi čas so obremenitve začele presežati samočistilno sposobnost vodotokov. Iz tega razloga so države začele izvajati razne instrumente in zakone za zmanjšanje, čiščenje in kontroliranje kakovosti odpadnih voda. Najpomembnejši faktorji, ki vplivajo na kvaliteto voda, so število priključenih prebivalcev na kanalizacijo, način njihovega življenja, industrija, kmetijske dejavnosti in odtoki iz obsežnejših prometnih površin ter kontrolirano izpuščanje in čiščenje teh onesnaženih voda.

V diplomski nalogi sem opisal sestavo odpadnih voda po posameznih panogah. Osredotočil sem se na problem izpustov odpadnih voda večjih onesnaževalcev v obravnavanem območju. Na iztokih vseh polutantov in v kraju Srebrniče ARSO izvaja monitoring. ARSO je bil tudi vir za potrebne podatke in analizo rezultatov za kraj Srebrniče. Na kratko je predstavljen program QUAL2K in na njem simuliran potek onesnaženja reke Krke med krajema Dvor in Srebrniče. Koncentracijo nekaterih onesnažil (BPK<sub>5</sub>, dušik, fosfor, ...) sem določil tudi računsko s pomočjo srednjih vrednosti odtoka padavinske vode iz prispevnih površin in jih primerjal z rezultati monitoringa in rezultati simulacije QUAL2k. Nazadnje pa sem določil še masno bilanco teh onesnažil v kraju Srebrniče, pridobljene z monitoringom, simulacijo in izračunom, vrednosti pa primerjal med sabo.

## **BIBLIOGRAPHIC – DOCUMENTALISTIC INFORMATION**

- UDC:** 628.1/.3(043.2)
- Author:** Benjamin Nučič
- Supervisor:** Assoc. Prof. Jože Panjan, Ph.D.
- Co – Supervisor:** Assist. Mario Krzyk, Ph.D.
- Title:** Quality of river Krka in middle stream
- Notes:** 86 p., 13 tab., 12 fig., 15 graph.
- Key words:** Quality, monitoring, waste water, river Krka, QUAL2K, Biochemical oxygen demand

### **Abstract**

Since beginning of the mankind people tend to settle near rivers. The rivers represent source of drinkable water, possibility for farming, industry and other branches. Overall the rivers are ideal solution to eliminate waste waters. Rivers have the ability to decompose organic material to anorganic with the help of microorganisms. We call this self-cleaning river ability. Rough measurement for self-cleaning river ability is biochemical oxygen demand, which is increased by organic pollution. Through time the burden of pollution has overcome the river self-cleaning ability. With that observation noticed, the states began to enforce laws, to reduce, to clean and to control quality of waste water. Among significant methods for observation of water quality is waste water monitoring. Monitoring has to be carried out to find out pollution level, ecological circumstances and health influence on humans. The most important factors, which have influence to quality of water, are the number of users, the way of their living, industry, farming and outflows from larger roads.

Shortly I presented QUAL2K program and have simulated the course of pollution on river Krka. I've set Concentration of certain pollutants by using the mean values and compared them with the results of monitoring and simulation results QUAL2K. I have focused on the problem of waste water disposal from larger polluters in the area. At the outflows of pollutants and in the Srebrniče settlement ARSO performs monitoring. The results were collected and analyzed for the settlement of Srebrniče.

## **ZAHVALA**

Za pomoč pri nastajanju diplomske naloge se iskreno zahvaljujem mentorju izr. prof. dr. J. Panjanu ter somentorju asist. dr. M. Krzyku.

Zahvalil bi se tudi svoji družini za podporo skozi vsa leta študija.

## Kazalo vsebine

<b>1 UVOD</b> .....	<b>1</b>
<b>2 ODPADNE VODE</b> .....	<b>2</b>
2.1 Fizikalne lastnosti .....	2
2.1.1 Barva .....	2
2.1.2 Vonj in okus.....	2
2.1.3 Motnost .....	3
2.1.4 Trdne snovi.....	3
2.1.5 Temperatura .....	3
2.2 Kemijske lastnosti.....	4
2.2.1 pH vrednost .....	4
2.2.2 Kemijska potreba kisika – KPK.....	5
2.2.3 Biokemijska potreba po kisiku – BPK.....	5
2.2.4 Nasičenost s kisikom .....	7
2.2.5 Fosforjeve spojine .....	8
2.2.6 Dušikove spojine .....	8
2.3 Delitev odpadnih voda.....	12
2.3.1 Komunalne odpadne vode.....	13
2.3.2 Industrijske odpadne vode – proizvodna voda .....	14
2.3.3 Odpadne vode kmetijskega izvora .....	15
<b>3 MONITORING IN SPREMLJANJE KAKOVOSTI</b> .....	<b>17</b>
3.1 Nadzorni monitoring .....	18
3.2 Operativni monitoring .....	21
3.3 Zasnova mreže objektov državnega hidrološkega monitoringa površinskih voda ...	22
3.4 Obravnavano območje .....	22
3.5 Monitoring in raba tal.....	26

<b>3.6 Prispavno območje in opis samočistilne sposobnosti vodotokov .....</b>	<b>30</b>
<b>4 SIMULACIJA KAKOVOSTI Z MODELOM QUAL2K .....</b>	<b>31</b>
<b>4.1 QUAL2K (povzeto po dokumentaciji QUAL2K).....</b>	<b>31</b>
<b>4.2 Vnos podatkov.....</b>	<b>37</b>
<b>4.3 Rezultati simulacije z orodjem QUAL2k.....</b>	<b>42</b>
<b>5 IZRAČUN MASNIH OBREMENITEV IZ PRISPEVNIH POVRŠIN ...</b>	<b>54</b>
<b>5.1 Prebivalci .....</b>	<b>59</b>
<b>5.2 Industrija .....</b>	<b>61</b>
<b>5.3 Turizem.....</b>	<b>62</b>
<b>6 DISKUSIJA REZULTATOV.....</b>	<b>64</b>
<b>7 ZAKLJUČEK .....</b>	<b>71</b>
<b>VIRI .....</b>	<b>73</b>



## **Kazalo preglednic**

Preglednica 1: Lastnosti in izvori škodljivih dejavnikov .....	10
Preglednica 2: Koncentracije onesnažil v odpadnih vodah iz gospodinjstev .....	13
Preglednica 3: Pogostost vzorčenja v okviru nadzornega monitoringa rek .....	20
Preglednica 4: Pogostost vzorčenja v okviru operativnega monitoringa .....	21
Preglednica 5: Točkovni viri – podatki za leto 2008.....	41
Preglednica 6: Odtok iz prispevnih površin .....	54
Preglednica 7: Vsebnost polutantov v površinskem odtoku pri različnih tipih tal.....	54
Preglednica 8: Izračunana vsebnost polutantov v površinskem odtoku pri različnih tipih tal za obravnavano območje .....	55
Preglednica 9: Izračun koncentracije BPK <sub>5</sub> za posamezne odseke .....	56
Preglednica 10: Izračun koncentracije dušika za posamezne odseke.....	56
Preglednica 11: Izračun koncentracije nitratov za posamezne odseke.....	57
Preglednica 12: Izračun koncentracije fosforja za posamezne odseke.....	57
Preglednica 13: Izračun masnih pretokov iz prispevnih površin.....	58
Preglednica 14: Sestava odpadnih komunalnih voda .....	59
Preglednica 15: Primerjava rezultatov koncentracij hranil.....	66

## **Kazalo slik**

Slika 1: Razmerje koncentracij kisika in BPK.....	6
Slika 2: BPK v odvisnosti od konstante hitrosti kemijske reakcije .....	7
Slika 3: Razvrščanje površinskih voda glede na kvaliteto.....	18
Slika 4: Merilna mesta monitoringa površinskih celinskih voda (Kobold, 2008) .....	24
Slika 5: Analiza rabe tal z GIS orodjem .....	28
Slika 6: QUAL2K segmentacijska shema.....	32
Slika 7: Tokovno ravnotežje .....	33
Slika 8: Toplotno ravnotežje .....	35
Slika 9: QUAL2K – Delovni list 1.....	37
Slika 10: QUAL2K – Delovni list 3: Izvir (headwater).....	38
Slika 11: Točkovni viri na izbranem odseku .....	40
Slika 12: Obravnavano območje razdeljeno na 10 odsekov .....	55
Slika 13: Novoles Straža (Nučič, 2011).....	61

## **Kazalo grafikonov**

Grafikon 1: Raba tal na obravnavanem območju .....	27
Grafikon 2: Temperatura vode .....	42
Grafikon 3: Dnevno temperaturno nihanje vode in sedimentov.....	43
Grafikon 4: Spreminjanje pH skozi obravnavan odsek .....	44
Grafikon 5: Dnevno nihanje pH v Srebničah .....	45
Grafikon 6: Raztopljeni kisik .....	46
Grafikon 7: Dnevno nihanje raztopljenega kisika .....	47
Grafikon 8: BPK <sub>5</sub> .....	48
Grafikon 9: Skupni dušik.....	49
Grafikon 10: Amonij .....	50
Grafikon 11: Nitrati .....	51
Grafikon 12: Amoniak.....	52
Grafikon 13: Skupni fosfor.....	53
Grafikon 14: Odvisnost BPK <sub>5</sub> od temperature .....	64
Grafikon 15: Odvisnost nasičenosti s kisikom od temperature vode .....	65
Grafikon 16: Rezultati monitoringa in priporočena vrednost BPK <sub>5</sub> .....	67
Grafikon 17: Rezultati monitoringa in mejna vrednost celotnega fosforja .....	68

## SEZNAM OKRAJŠAV

KPK	Kemijska potreba po kisiku
BPK	Biokemijska potreba po kisiku
ha	hektar
m	meter
g	gram
Ur. l. RS	Uradni list Republike Slovenije
NUV	načrt upravljanja voda
PE	populacijska enota
MP	merska postaja
REZI	register zemljepisnih imen
RPE	register prostorskih enot

## 1 UVOD

Voda je vitalnega pomena za življenje, kot ga poznamo. Ima več pomenov: prvi je fiziološki, ki omogoča funkcioniranje organizmov, drugi je higiena, brez katere bi bilo zdravje ljudi zelo problematično, tretji pa ekološki z vidika varstva voda. Pomembna je tudi z ekonomskega vidika. Uporaba v kmetijstvu, industriji, prometu, izraba vodne energije in možnost uporabe kot hladilni element, postavlja vodo na mesto nenadomestljive dobrine. V zadnjih 100 letih se je poraba vode povečala za šestkrat. To je eden od razlogov, da obstaja veliko predelov na svetu, kjer primanjkuje čiste pitne vode.

Število prebivalstva narašča, zaloge vode pa so omejene. Neodgovorno ravnanje držav in posameznikov je pripeljalo do točke, ki lahko vodi do velike krize z vodo zaradi prekomerne onesnaženosti. Res je, da imajo reke samočistilno sposobnost, vendar tudi ta deluje le do neke meje. Države so začele sprejemati zakone, ki naj bi zmanjšali onesnaževanje voda. Izvajajo se monitoringi vod, tako izpustov kot tudi recipientov. Na podlagi rezultatov monitoringa se ugotavlja, katerim vodotokom je potrebno posvetiti večjo pozornost. Leta 2009 smo v Sloveniji sprejeli uredbo o okoljski dajatvi za onesnaževanje okolja zaradi odvajanja odpadnih voda. (Ur. l. RS, št. 104/2009) V njem je zapisano, da onesnaževalci sami krijejo stroške onesnaženja, katerega so povzročili. Okoljska dajatev se obračunava v določenem znesku na enoto obremenitve okolja zaradi izpusta odpadne vode. Osnova za obračun okoljske dajatve zaradi industrijske odpadne vode je seštevek enot obremenitve, doseženih v koledarskem letu z odvajanjem industrijske odpadne vode na vseh izpustih.

V diplomski nalogi bodo najprej opisane karakteristike odpadnih vod ter glavni povzročitelji slabšanja kakovosti površinskih vodotokov. Drugi del diplomske naloge bo predstavljal izračun vnosov polutantov na reko Krko med krajema Dvor in Srebrniče. Izračun masne obremenitve bom določil tudi s pomočjo GIS orodja in iz analize rabe tal. Rezultate simulacije in masnih izračunov bom primerjal z rezultati monitoringa Agencije Republike Slovenije za okolje, ki prikaže dejansko stanje kvalitete reke v Srebrničah. Nato pa bom ugotavljal, ali razmere ustrezajo kriterijem zakonskih predpisov glede kakovosti površinskih voda.

## 2 ODPADNE VODE

Odpadna voda je voda, kateri je človek s svojo dejavnostjo spremenil fizikalne, kemijske in biološke lastnosti. Poraba vode se večja zaradi naraščanja števila prebivalstva. Nastaja v vseh urbanih in vaških naseljih kot posledica uporabe vode za odstranitev nezaželenih snovi iz človekovega okolja.

Sestava odpadne vode se glede na pogoje zelo spreminja. Najpomembnejši faktorji so število priključenih prebivalcev, način njihovega življenja, industrija, kmetijske dejavnosti in prometne površine.

Kakovost vode nadzorujemo s fizikalnimi, kemijskimi in biološkimi parametri. S sodobno tehnologijo je določanje obremenitev voda bistveno enostavneje kot nekoč. (Kolar J., 1983)

### 2.1 Fizikalne lastnosti

#### 2.1.1 Barva

Barvo ugotavljamo fotometrijsko in jo izrazimo s Platin-kobaltovo (Pt-Co) lestvico v [mg/l]. Sveža odpadna voda iz naselij je rumeno siva, odpadna voda, ki je prešla v gnitje pa je siva, temno siva ali celo črna. Obarvana voda ni primerna za pitje, niti za nekatere industrijske panoge (živilstvo). (Panjan, 2004a)

#### 2.1.2 Vonj in okus

Vonj in okus sta med seboj pogosto povezana. Tista voda, ki ima vonj, ima tudi okus. Obratno pa praviloma ne velja, saj ima npr. slana voda močan okus, vendar je brez vonja. Vzroki za vonj so pogosto razpad organskih snovi, industrijske vode, raztopljeni plini in soli. Določa se ga organoleptično glede na:

- kemijske spojine: amonij, klor, žveplovodiku,
- vrste vonja: fekalije, plesnivosti, aromatskih spojinah, zemlja,
- intenziteta: močan vonj, slab vonj, brez vonja.

### 2.1.3 Motnost

Je pomemben indikator onesnaženja in stopnje prečiščevanja. Za industrijske obrate, predvsem za kontrolo čistilnih naprav, se uporablja metoda s potapljanjem križa (bela plošča s črnim križem, ki se potaplja v vodo).

### 2.1.4 Trdne snovi

Trdne snovi v vodi so organskega in anorganskega izvora. Za snovi anorganskega izvora so najpogostejši vzrok glin in peski, za organske pa odmrli in živi mikroorganizmi.

Običajno se v suspendirani obliki nahajata  $\frac{2}{3}$  vseh prisotnih snovi v odpadni vodi, medtem ko ostalo  $\frac{1}{3}$  predstavlja raztopljena materija. Dimenzija suspendiranih primesi je od  $10^{-4}$  mm ali več.

#### Usedljive snovi [mg/l ali ml/l]

Usedljive snovi so neraztopljene snovi, ki so se usedle v 1 litru vode po dvournem usedanju. Tako določene usedljive snovi predstavljajo približno količino usedenega blata, ki se odstrani v teku primarne sedimentacije.

#### Lebdeče snovi [mg/l]

Lebdeče snovi so neraztopljene snovi, ki se v 1 litru vodnega vzorca po dveh urah ne usedejo, niti ne splavajo na površino. Njihovo maso določamo le v posebnih primerih.

#### Plavajoče snovi [ml/l ali mg/l]

Plavajoče snovi so neraztopljene snovi, ki po dvournem stanju v 1 litru vodnega vzorca plavajo na površini.

### 2.1.5 Temperatura

Temperaturno onesnaženje lahko predstavlja velik problem na recipient. Negativne posledice temperaturnega onesnaženja so:

- zmanjšanje samočistilne sposobnosti reke in ogrožanje rečne favne,
- uničevanje vodnih organizmov v kondenzatorju termoelektrarn,
- klimatski vplivi zaradi segrevanja vode.

Zaradi segrevanja rečne vode se zmanjša možnost navzemanja kisika, ki je potreben za življenje vodnih organizmov. Segrevanje hkrati pospešuje presnavljanje. To pomeni, da se kisik hitreje porablja. Posledično se zmanjša samočistilna sposobnost reke, v drugem primeru pa začnejo odmirati organizmi, ki živijo v vodi. V skrajnem primeru začne voda gniti. Segrevanje namreč omogoča hitrejše razmnoževanje bakterij. Zaradi toplejše vode pa se že tako manjša količina kisika tudi hitreje porablja.

Voda dobi neprijeten vonj in okus in je še manj primerna za pridobivanje pitne vode. Produkti tako pospešene presnove se zlasti v mirujočih predelih reke usedejo na dno. Tam pa se razkroj nadaljuje. Problem višanja temperatur se pri večjih vodotokih kaže tudi na podnebjju. Dokazano je, da povišanje temperature, le za 3 stopinje, podvoji naravno izhlapevanje. V zimskih dneh je izhlapevanje še najmočnejše, kar posledično pripelje do povečanja števila meglenih dni.

Temperatura se meri ob odvzemu vzorca. Mejne vrednosti temperature odpadne vode je določena z zakonom. (Kolar, 1988)

## **2.2 Kemijske lastnosti**

### **2.2.1 pH vrednost**

Hišne odpadne vode imajo po navadi pH-vrednost med 6 in 8 in so tudi na podlagi te lastnosti precej dovzetne za biološko oksidacijo.

Bazičnost ali alkalnost izvira iz prisotnosti hidroksidov, karbonatov, bikarbonatov, elementov kalcija, magnezija, natrija, kalija ali amoniaka. Najpogostejša sta kalcijev in magnezijev bikarbonat.

pH-vrednost odpadne vode vpliva na kemijsko in ekološko ravnovesje vodnega okolja. Velik vpliv ima tudi na mikrobno rast in naselitveno populacijo v vodah.

Kislina, baze in soli lahko v vodah učinkujejo na več različnih načinov:

- kot direktni porabniki kisika,



- kadar se pojavijo enostavne, hitro razkrojljive ogljikove kisline pride, zaradi hitre mineralizacije, do tvorbe ogljikovega dioksida, ki lahko pospešuje rast (cvetenje),
- sprememba vrednosti pH lahko direktno in indirektno vpliva na metabolizem,
- kisline, baze in soli lahko učinkujejo kot strupi (ovirajo proces samočiščenja ali ga celo zavrejo).

### 2.2.2 Kemijska potreba kisika – KPK

S kemijsko potrebo po kisiku merimo organsko onesnaženje v površinskih in odpadnih vodah. Organske nečistoče se določijo tako, da jih pri določenih pogojih oksidiramo in iz porabe oksidanta sklepamo na količino organskih snovi. Uporabimo lahko različne oksidante. Ti so kalijev permanganat (KMnO<sub>4</sub>), kalijev jodat ali kalijev bikromat (za posebej onesnažene odpadne vode).

Za vrednotenje pitnih in manj onesnaženih vodotokov se uporablja kalijev permanganat, za bolj onesnažene odvodnike pa se uporabi kalijev bikromat. Slednjega uporabljamo zaradi njegove velike oksidacijske sposobnosti. (Kolar, 1983)

### 2.2.3 Biokemijska potreba po kisiku – BPK

Biokemijska potreba po kisiku je množina kisika, ki je potrebna za aerobno mikrobiološko presnovo organskih in/ali anorganskih snovi, prisotnih v odpadni vodi. Je torej parameter, s pomočjo katerega posredno sklepamo o onesnaženju odpadnih vod z biološko razgradljivimi organskimi in/ali anorganskimi snovmi.

BPK določimo na osnovi meritve porabljenega kisika v posebni testni 300 ml nepredušni posodi z onesnaženo vodo, ki je pet dni izpostavljena nespremenljivim okoljskim pogojem (20 °C, brez svetlobe). Glede na to, da je koncentracija nasičenja kisika v čisti vodi pri 20 °C okoli 9 mg/l, določimo BPK onesnažene vode s pomočjo razredčene zmesi onesnažene in čiste vode, pri čemer uporabimo naslednjo enačbo:

$$BPK = \frac{[O_2]_0 - [O_2]_t}{P}$$

(Enačba 1)

kjer je  $[O_2]_0$  začetna koncentracija raztopljenega kisika v zmesi,  $[O_2]_t$  pa preostala koncentracija raztopljenega kisika po petih dneh ( $t = 5$  dni) in P delež onesnažene vode v 300 ml posodi. Tako določeni BPK označimo običajno z  $BPK_5$ , ker se nanaša na pet dnevno inkubacijo. Večina naravnih in komunalnih odpadnih voda vsebuje zadostno populacijo mikroorganizmov za presnovo organskih spojin, v nasprotnem primeru pa jih lahko dodamo, s čimer običajno povečamo učinkovitost presnove organskih spojin odpadnih voda.

$BPK_5$  predstavlja porabo kisika mikrobiološke presnove organskih spojin v petih dneh. Količino potrebnega kisika  $BPK_t$  za presnovo organskih spojin v določenem času izrazimo s pomočjo te enačbe:

$$y = L_0 \cdot (1 - e^{-kt}) \quad (\text{Enačba 2})$$

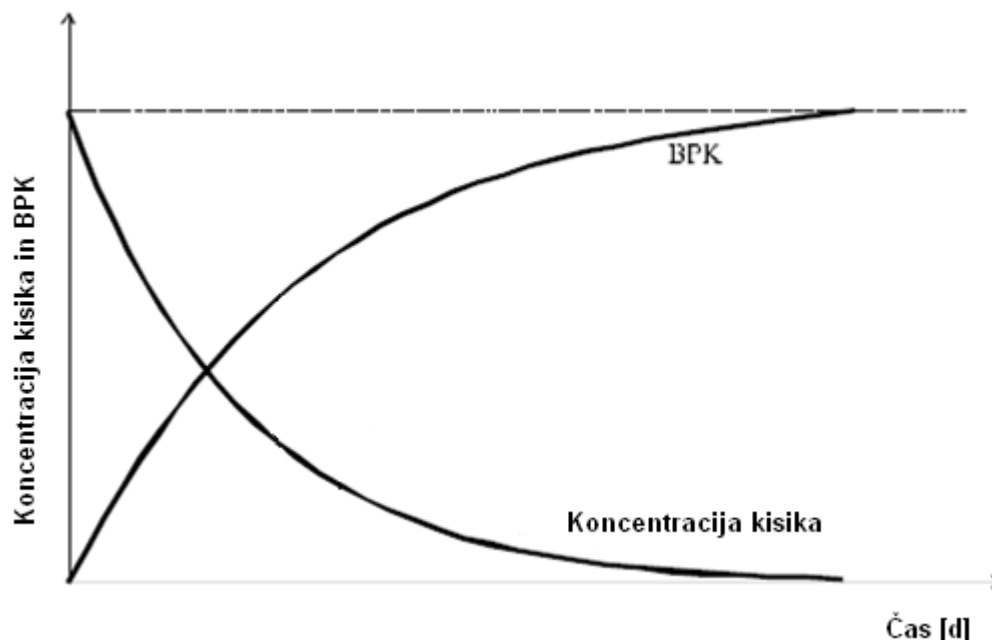
$y$  – poraba kisika v času  $t$  [mg/l]

$L$  – začetna količina BPK [kg/l]

$k$  – polna poraba kisika v prvi stopnji razkroja po tabeli [1/dan]

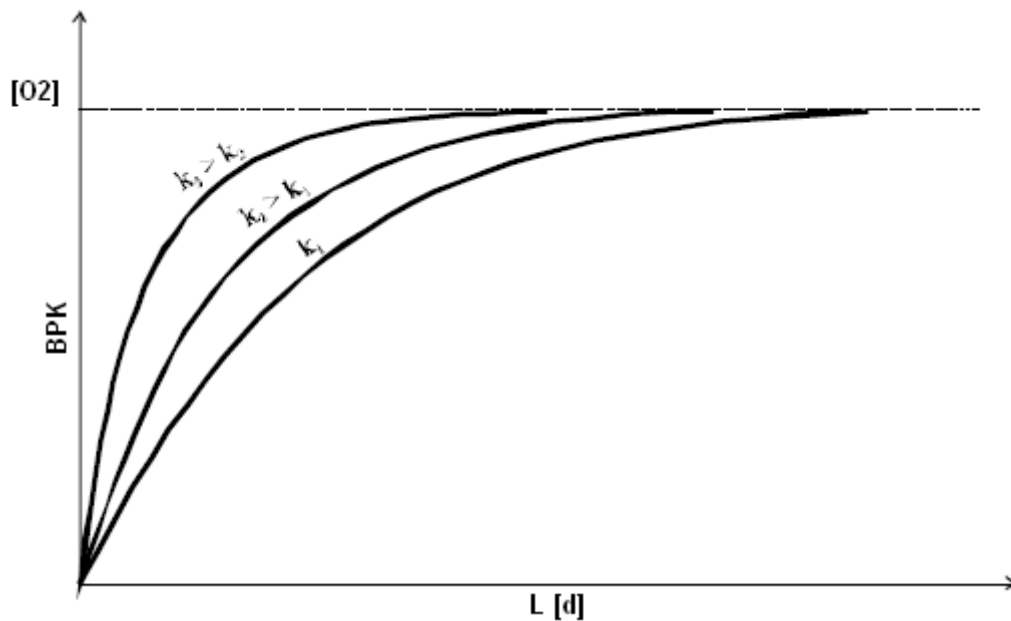
$t$  – čas [dni]

Enačba predstavlja porabo kisika pri oksidaciji ogljika v molekulah organskih sestavin.



Slika 1: Razmerje koncentracij kisika in BPK

Vrednost konstante  $k$  diktira hitrost porabe kisika neodvisno od končne vrednosti BPK.



Slika 2: BPK v odvisnosti od konstante hitrosti kemijske reakcije

Nekatere organske spojine pa so odporne proti mikrobiološki presnovi. Najbolj pogoste vrste takšnih snovi, ki jih lahko najdemo v naravnih vodah so: taninske in lesne kisline, celuloza in polifenoli. Nekatere organske molekule z močnimi vezmi med atomi (polisaharidi) in ciklične spojine (benzen) so prav tako biološko nerazgradljive. Nekatere organske spojine, kot so pesticidi, industrijske kemikalije ter ogljikovodiki v kombinaciji s klorom niso biološko razgradljive, ker delujejo toksično na mikroorganizme. To je tudi eden od vzrokov nenehnega kopičenja strupenih snovi, katerih posledice so vse bolj opazne v prehranski verigi ljudi in živali. (Samec, 2006)

#### 2.2.4 Nasičenost s kisikom

Koncentracija raztopljenega kisika v površinskih vodah spada med pomembnejše parametre ocenjevanja njihove kvalitete. Koncentracija kisika, pri katerem dosežemo nasičenje, je odvisna od temperature, zračnega tlaka in koncentracije snovi.

Trenutna koncentracija raztopljenega kisika v vodi je rezultat procesov porabe in produkcije kisika. Na kisikove razmere v rekah v glavnem vplivajo naslednji procesi:

- vnos kisika iz atmosfere (reoksigenacija),
- produkcija kisika s fotosintezo,
- poraba kisika za dihanje vodnih organizmov,

- poraba kisika rečnega dna in vodne mase zaradi razgradnje organskega onesnaženja (deoksigenacija). (Panjan, 2004a)

### 2.2.5 Fosforjeve spojine

Določevanje fosforja postaja vedno pomembnejše, ker je fosfor vitalni faktor v življenjskih procesih. Pospešuje primarno produkcijo vode in rast mikroorganizmov, zato je določevanje fosforja pomembno za ocenjevanje biološke produkcije vode.

V površinskih in odpadnih vodah se fosfor nahaja v obliki fosfatov. Najpogostejše oblike so ortofosfati, kondenzirani fosfati (polifosfati) in organsko vezani fosfati.

Fosfati so v površinskih vodah prisotni kot rezultat izpiranja in izluževanja s fosfati bogatih kamnin, komunalnih in industrijskih iztokov odpadnih vod, difuznih virov, erozije tal, in atmosferskih padavin. Fosfor in njegove spojine so pomembni povzročitelji onesnaženja. Približno 80 % produkcije fosfata odpade na proizvodnjo gnojil. Ostalo pa predstavljajo anorganske in organske kemikalije, detergenti in praški.

Gnojila povečajo količino pridelka. Po drugi strani pa se fosfati, ki so tudi prisotni v gnojilih, ne porabijo vsi in preostanek izpira voda. Drenažne vode tako sperejo velike količine nitratov, sulfatov, kalcija in magnezija, v manjših količinah pa tudi fosfat.

Fosfati se nahajajo tudi v komunalnih vodah. Odrasel človek dnevno izloči od 1,3 do 1,5 g fosforja.

Rast alg se spomladi in poleti poveča, koncentracija fosfata v površinskih vodah pa se zmanjša. Jeseni koncentracija naraste in doseže maksimum v zimskih mesecih.

### 2.2.6 Dušikove spojine

Dušik je osnovna sestavina zemljine atmosfere in je izredno stabilen. S kisikom reagira le v izrednih pogojih pri zelo visokih temperaturah, pri čemer se tvorijo dušikovi oksidi. Čeprav obstaja kar nekaj mikroorganizmov sposobnih oksidacije plinastega dušika, prihajajo največje koncentracije dušika v vodne sisteme s fekalijami. Fekalije so koncentrirane odplake živalskih farm in nekontrolirani izpusti iz greznic individualnih stanovanjskih hiš in urbanih naselij. (Samec, 2005)

Dušik lahko določamo kot:

- organski dušik,
- amoniak,
- nitrit,
- nitrat.

Iz oblike, v kateri se pojavlja, ugotavljamo stanje odpadne vode. Pri aerobnem razkroju se organski dušik in amoniak razkrojita v nitrite in nitrate.

Koncentracija organskega dušika v površinskih vodah variira med 0,1 – 5 mg/l, v primeru onesnaženja pa lahko doseže tudi preko 100 mg N/l.

Prisotnost amoniaka v površinskih vodah je odvisna od vtoka amoniaka, aktivnosti vodnih rastlin, ki uporabljajo amoniak kot hranilo, koncentracije kisika in temperature. Koncentracija amoniaka v vodi se med letom spreminja. Poleti so te koncentracije nizke zaradi večje absorpcije rastlin. Pozimi pa, zaradi minimalne biološke aktivnosti in počasnih nitrifikacijskih procesov, lahko koncentracije dušika dosežejo tudi nekaj mg/l.

Amoniak je toksičen za vodne organizme, zlasti za ribe. Toksičnost je odvisna predvsem od oblike, v kateri se amoniak nahaja. Katera oblika bo prisotna je odvisno od pH, temperature in totalne topnosti soli. Za vodne organizme je škodljiv prosti amoniak  $\text{NH}_3$ , ki je prisoten pri višjih pH.

Nitriti so produkt biokemijske oksidacije amoniaka. V aerobnih pogojih se ob prisotnosti mikroorganizmov oksidirajo v nitrate. V anaerobnih pogojih se nitrati reducirajo v nitrite, pri nadaljnji redukciji pa nastane dušik ( $\text{N}_2$ ). Zelo onesnaženi iztoki vsebujejo do 20 mg/l nitritov. V čistih površinskih vodah je koncentracija nitrata zelo nizka, nekaj  $\mu\text{g/l}$ . V onesnaženih in v močvirjih pa je prisotnost nitritov višja, ker tam potekajo anaerobni procesi. Nitrati so pomembno hranilo za vodne rastline, tako prisotnost alg bistveno zmanjša koncentracijo. Uporaba dušikovih gnojil v kmetijstvu lahko povzroči onesnaženje podtalnice.

Preglednica 1: Lastnosti in izvori škodljivih dejavnikov

Značilna lastnost	Izvor odpadne vode
<b>Fizikalne</b>	
- Barva	Gospodinjstva, industrija, naravna razgradnja organskih snovi
- Vonj	Razgradnja odpadne vode, industrijski odpadki
- Trdne snovi	Gospodinjstvi in industrijski odpadki, erozija zemlje
- Temperatura	Gospodinjstva, industrija
<b>Kemijske</b>	
Organske snovi	
- Ogljikovodiki	Gospodinjstva, trgovina, industrija
- Maščobe	Gospodinjstva, trgovina, industrija
- Pesticidi	Kmetijstvo
- Fenoli	Industrija
- Beljakovine	Gospodinjstva, trgovina, industrija
- Površinsko aktivne snovi	Gospodinjstva, industrija
Anorganske snovi	
- Alkalnost	Gospodinjstva, pronicanje podzemeljskih voda, vodovodna napeljava
- Kloridi	Gospodinjstva, pronicanje morske vode, vodovodna napeljava
- Težke kovine	Industrija
- Dušik	Gospodinjstva in kmetijstvo
- pH	Industrija
- Fosfor	Gospodinjstva, industrija in izpiranje zemljišča
- Žveplo	Gospodinjstva, industrija
- Strupene snovi	Industrija
- Gnojila	Kmetijstvo
<b>Plini</b>	
- Vodikov sulfid (H <sub>2</sub> S)	Razgradnja gospodinjstvih odpadkov

- Metan (CH <sub>4</sub> )	Razgradnja gospodinjskih odpadkov
- Kisik (O <sub>2</sub> )	Vodovodna napeljava, pronicanje površinskih voda
<b>Biološke</b>	
- Živali	Naravni vodotoki in naprave za čiščenje vode
- Rastline	Naravni vodotoki in naprave za čiščenje vode
- Mikroorganizmi (bakterije, plesni, alge, ...)	Gospodinjstva in naprave za čiščenje vode
- Virusi	Gospodinjstva

(Panjan, 2004a)

### 2.3 Delitev odpadnih voda

Življenjski standard, hiter razvoj industrije, urbanizacije in kmetijstva posledično prinese tudi večje število različnih vrst onesnaževalcev voda.

Najpomembnejši onesnaževalci so industrija, promet, urbana naselja brez kvalitetnega čiščenja odpadnih voda, energetika, odlagališča odpadkov in kmetijstvo. (Panjan, 2004a)

Glede na vpliv odpadnih voda na odvodnik in na način čiščenja jih delimo na :

- biološko nerazgradljive odpadne vode,
- biološko razgradljive odpadne vode,
- hladilne odpadne vode,
- odpadne vode, ki vsebujejo strupe,
- odpadne vode, ki vsebujejo kisline, alkalije in soli.

Preiskave vzorcev na sestavo in koncentracijo vsebovanih snovi imenujemo analiza. Zelo pomembna je koncentracija določene snovi oz. spojina. Če pomnožimo koncentracijo  $C$  [mg/l ali  $\text{kg}/\text{m}^3$ ] s pretokom odpadne vode  $Q$  [l/s ali  $\text{g}/\text{m}^3$ ], dobimo masno obremenitev ali masni pretok v g/s ali kg/dan z neko odpadno snovjo, ki pritečejo na čistilno napravo ali vodotok v določeni časovni enoti. Lastnosti odpadne vode se ne smejo ugotavljati samo s pomočjo kemičnih in biokemijskih analiz, temveč tudi z ostalimi fizikalnimi meritvami, predvsem pretokom – hidravlično obremenitvijo. (Panjan, 2004a)

Odpadne vode po nastanku delimo na:

- komunalne, ki nastajajo v gospodinjstvu, objektih v javni rabi, to so tudi sanitarne vode,
- industrijske, ki nastajajo v industriji, obrtnih dejavnostih, kmetijskih dejavnostih, sem spadajo tudi hladilne vode,
- padavinske, ki kot posledica padavin spirajo utrjene površine in odtekajo v okolje.



### 2.3.1 Komunalne odpadne vode

To so vode, ki nastajajo v gospodinjstvih ter raznih storitvenih dejavnostih. V to skupino prištevamo tudi komunalne odpadne vode, ki so posledica komunalne dejavnosti občin. Ta vrsta odpadnih vod je pogosto močno organsko onesnažena, vsebujejo pa tudi veliko raztopljenih snovi. Ker je okoli dve tretjini onesnaženja organskega izvora, se le-te začnejo razgrajevati takoj, ko pridejo v vodo. Organske snovi v hišnih odpadnih vodah so iz 40-60 % beljakovin in okoli 50 % ogljikovih hidratov, vsebujejo pa veliko mikroorganizmov fekalnega porekla, predvsem bakterij in virusov. Specifična srednja norma porabe oz. odtok vode je od 150-200 litrov na osebo na dan [l/(os/dan)], v večjih mestih pa se ta številka povzpne vse do 400 l/(os/dan).

Preglednica 2: Koncentracije onesnažil v odpadnih vodah iz gospodinjstev

<b>Vrsta onesnaženja</b>	<b>Koncentracija [mg/l]</b>
Vseh usedljivih snovi	300-1200
Lebdečih snovi	100-400
Raztopljenih snovi	250-850
BPK <sub>5</sub>	100-400
KPK	200-1000
Celokupni dušik	15-90
Celokupni fosfor	5-20
Kalij	40
Kloridi	30-85
Sulfati	20-60
pH	6-9

(Panjan, 2004b)

### 2.3.2 Industrijske odpadne vode – proizvodna voda

V slovenskem prostoru obstaja veliko tipov industrij in nekatere odpadne vode so zaradi svoje posebne značilnosti zajete tudi v posebno zakonodajo, ki trenutno zajema okoli štirideset različnih tipov odpadnih vod, kot so npr. odpadne vode iz:

- proizvodnje usnja in krzna,
- proizvodnje predelave in obdelave tekstilnih vlaken,
- proizvodnje rastlinskih in živalskih olj in maščob,
- proizvodnje predelave in konzerviranja mesa ter proizvodnje mesnih izdelkov,
- predelave mleka in proizvodnje mlečnih izdelkov,
- proizvodnje piva in slada,
- proizvodnje celuloze.

Industrijska odpadna voda je voda, ki je po uporabi v industrijski, obrtni ali obrti podobni gospodarski dejavnosti. Vsebuje pa naslednje snovi:

- snovi, ki se oksidirajo kot kemijska poraba po kisiku (KPK),
- fosfor,
- dušik,
- organske halogenske spojine kot adsorbirani organsko vezani halogeni,
- živo srebro in njegove spojine (Hg),
- kadmij in njegove spojine (Cd),
- krom šestvalentni in njegove spojine (Cr),
- nikelj in njegove spojine (Ni),
- svinec in njegove spojine (Pb),
- baker in njegove spojine (Cu),
- strupene snovi za vodne bolhe.

Koncentracija in sestave so odvisne od samih tehnoloških postopkov. Industrijska odpadna voda so tudi tekočine, ki se zbirajo in odtekajo iz objektov za obdelavo, skladiščenje in odlaganje odpadkov. (Panjan, 2002)

## Hladilne odpadne vode

Voda se v nekaterih industrijskih tehnoloških postopkih in energetiki uporablja za hlajenje strojev. Od energetskih sistemov so potrebne velike količine hladilnih voda za atomske in termo elektrarne. Težava hladilnih vod je najbolj pereča v času nizkih pretokov. Pride do količinskih in kakovostnih problemov, ki vplivajo na odvodnik. Če se ogrete vode izpuščajo v odvodnik brez predhodnega ohlajanja lahko pride do termalne kontaminacije.

### 2.3.3 Odpadne vode kmetijskega izvora

Vpliva kmetijstva na kvaliteto vodotokov tudi pri nas ne moremo zanemariti, saj v Sloveniji kmetijska zemljišča predstavljajo skoraj 40 % celotne površine. Kmetijstvo je pomemben dejavnik na kakovost naravnih virov in biološko raznolikost. Najpomembnejša usmeritev slovenskega kmetijstva je živinoreja. Glavna veja živinoreje je govedoreja, ki obsega več kot tretjino kmetijske pridelave, sledi ji perutninarstvo in prašičereja. Drugi strukturni deleži kmetijske pridelave so poljedelstvo, sadjarstvo in vinogradništvo. Slovenija se uvršča med evropskimi državami med tiste z najmanjšim deležem kmetijskih in obdelovalnih zemljišč.

Ocenjuje se, da je kmetijstvo odgovorno za dve tretjini vnosov skupnega dušika v površinske vode. Vzorčenje podtalnic in izvirov v Sloveniji je pokazalo, da je velik del vzorcev presegal mejne vrednosti za pitne vode. Fosfor je glavni vzrok evtrofikacije v površinskih vodah. Prispevek kmetijstva se ocenjuje na približno petino vseh vnosov. Glavni vir onesnaženja s fosfati iz kmetijstva so živinski odpadki. (ARSO, 2008)

Na področju nadzora onesnaževanja voda je bilo sprejetih več uredb in pravilnikov, ki se nanašajo na varstvo voda pred onesnaženjem zaradi kmetijske dejavnosti. Nanašajo se na zmanjšanje vnosa nevarnih snovi in rastlinskih hranil v tla, na mejne, opozorilne in kritične imisijske vrednosti nevarnih snovi v tleh in na obratovalni monitoring pri vnosu nevarnih snovi in rastlinskih hranil v tla. Eno od prednostnih nalog je zaščita podzemnih voda, glavnega vodnega vira za pitno vodo. Ker so območja pomembnejših podzemnih voda tudi območja kmetijsko najugodnejših tal, je temu problemu posvečena posebna pozornost. Sprejeti sta bili uredbi o kemijskem stanju površinskih voda in kakovosti podzemne vode ter

pravilnika o monitoringu kemijskega stanja površinskih in podzemnih voda. Z njima je bila opravljena tudi razvrstitev parametrov na splošne fizikalno-kemijske, na prednostni seznam parametrov kemijskega stanja in indikativni seznam parametrov. (ARSO, 2008)

### Gnoj in gnojevka

Zadostne količine gnoja in gnojevke zmanjšujejo potrebo po mineralnih gnojilih. Zaradi polikulture usmerjenosti večjega dela slovenskih kmetij je razpoložljiva količina gnoja in gnojevke odigrala okoljevarstveno ugodno vlogo. Izjeme so intenzivne tržne kmetije in farme, kjer je razmerje med številom živine in obdelovalnimi zemljišči neustrezno. Sama količina gnoja zato nebi smela povzročati okoljevarstvenih problemov, kot so neustrezno urejene gnojne jame in uporaba gnoja ter gnojevke v vodovarstvenih območjih. Problem predstavlja tudi nezadostno poznavanje problematike onesnaževanja z nitrati s strani kmetovalcev.

### Mineralna gnojila

Mineralna gnojila so snovi, ki se dodajajo prstem za izboljšanje rodovitnosti tal. Delujejo predvsem na področju rasti kulturnih rastlin. Sestavljajo jih dušik, fosfor in kalij oziroma različne oblike njihovih mešanic. Večina gnojil je dandanes umetnih, naravna gnojila pa predstavljajo kalijeve soli, nitrati, ki jih pridobivajo iz sode, fosfati v apnu ter gvano iz ptičjih iztrebkov. V sodobnem, intenzivnem kmetijstvu je s preveliko porabo mineralnih gnojil povezana vrsta problemov. Ti so siromašenje naravnega rastja in živalstva, večja občutljivost za bolezni in degeneracije, onesnževanje tekočih voda in podtalnice, povečana evtrofikacija ter rušenje naravnega ravnovesja nasploh. (Rejec Brancelj, 2001)

### Sredstva za varstvo rastlin

V sestavi prevladujejo fungicidi in herbicidi. Sredstva za varstvo rastlin vsebujejo različne aktivne snovi. Te delujejo na organizme (pleveli, žuželke, plesni), ki naj bi jih zatirali, vendar hkrati vplivajo na okolje. Stranske vplive je mogoče zmanjšati s pravilno rabo in ustreznim

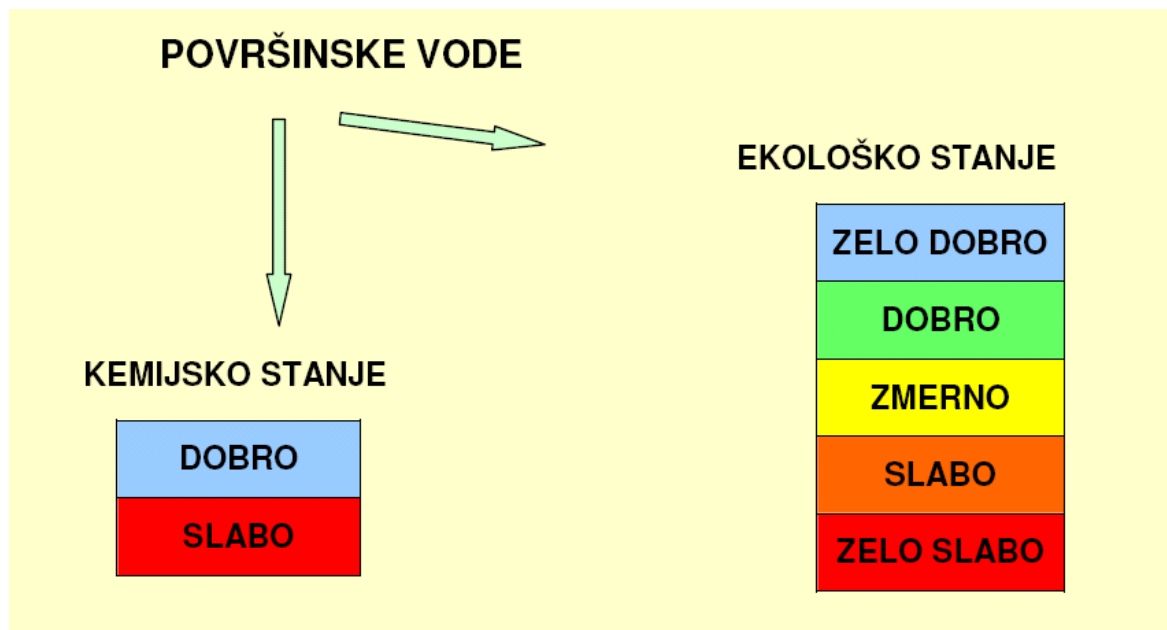
ravnanjem. Še vedno pa ostajajo odprta vprašanja medsebojnega vplivanja različnih snovi, tako na človeka kot tudi na okolje. (Rejec Brancelj, 2001)

### **3 MONITORING IN SPREMLJANJE KAKOVOSTI**

Namen monitoringa je ocenjevanje kakovosti okolja, verjetnega nadaljnjega poteka dogajanja in izbire optimalnih ukrepov varstva okolja. Meritve je potrebno izvajati po mednarodno usklajenih in predpisanih standardih. Monitoring odpadnih vod je trajno opazovanje kakovosti odpadnih vod zaradi odkrivanja onesnaženosti, ekoloških razmer in vplivov na zdravje ljudi.

V letu 2007 in 2008 se je prvič določalo kemijsko in ekološko stanje rečnih voda na podlagi določil Uredbe o stanju površinskih voda (Ur. l. RS 14/09).

Za površinske vode se določa ekološko in kemijsko stanje. Kemijsko stanje površinskih voda se razvršča v dva (dobro ali slabo), ekološko stanje pa v pet razredov kakovosti (zelo dobro, dobro, zmerno, slabo in zelo slabo). Razrede se določa na podlagi rezultatov vrednotenja s posameznimi elementi kakovosti. Kemijsko stanje vodnega telesa površinske vode se ugotavlja na podlagi rezultatov kemijske analize vzorcev. Ekološko stanje vodnega telesa površinske vode se ugotavlja na podlagi rezultatov kemijskih in fizikalno-kemijskih analiz vzorcev površinskih voda, rezultatov analiz bioloških vzorcev in rezultatov spremljanja hidromorfoloških elementov kakovosti, ki se pridobijo z monitoringom stanja površinskih voda. (Ur. l. RS 14/09)



Slika 3: Razvrščanje površinskih voda glede na kvaliteto

(Cvitanič, 2010)

Zaradi zahtev po prikazu ocene celovitega stanja rek v prvih načrtih upravljanja voda, je bil v letih 2007 in 2008 izveden operativni monitoring kemijskih parametrov ter nadzorni in operativni monitoring bioloških elementov. To pomeni, da se spremljanje stanja vodnih teles rek porazdeli na celotno načrtovalsko obdobje načrta upravljanja voda.

### 3.1 Nadzorni monitoring

Programi nadzornega monitoringa so vzpostavljeni za zagotavljanje celovite ocene stanja voda na vodnem območju. Rezultati nadzornega monitoringa so primerni tudi za ocenjevanje dolgoročnih sprememb naravnih razmer, za ocenjevanje dolgoročnih sprememb zaradi človekove dejavnosti in kot podpora pri izdelavi programa operativnega monitoringa. Nadzorni monitoring je potrebno izvesti enkrat v obdobju načrta upravljanja voda, v kolikor pa rezultati monitoringa izkazujejo dobro stanje in se vplivi človekovega delovanja niso spremenili, se lahko nadzorno spremljanje stanja izvede vsak tretji načrt. V okviru državnega monitoringa je bil v obdobju 2006 do 2008 nadzorni monitoring zagotovljen na vodnih telesih rek:

- kjer je pretok pomemben za vodno območje kot celoto, vključno z vodnimi telesi na velikih rekah, kjer je prispevna površina večja od 2500 km<sup>2</sup>,

- kjer je količina prisotne vode pomembna za vodno območje,
- kjer vodno telo prečka državna meja ali po vodnem telesu teče državna meja in se kemijsko oz. ekološko stanje ugotavlja na podlagi mednarodnih sporazumov,
- kjer je potrebno oceniti obremenitve z onesnaževalom, ki se prenese preko državne meje,
- ki so z Odločbo Komisije z dne 17. avgusta 2005 o vzpostavitvi registra mest vključena v interkalibracijsko mrežo.

V program nadzornega monitoringa so bili vključeni naslednji elementi kakovosti:

Splošni

- fizikalno–kemijski parametri,
- biološki elementi kakovosti,
- parametri kemijskega stanja (prednostne in prednostno nevarne snovi), ki se odvajajo v vode v porečju,
- posebna onesnaževala, ki se v pomembnih količinah odvajajo v vode v porečju
- hidromorfološki elementi kakovosti.

Pogostost vzorčenja in analiz za posamezne elemente kakovosti v okviru nadzornega monitoringa je razvidna iz preglednice 3. (Cvitanič, 2010)

Preglednica 3: Pogostost vzorčenja v okviru nadzornega monitoringa rek

Element kakovosti	REKE	
	Letna pogostost	Pogostost v okviru NUV
<b>BIOLOŠKI ELEMENTI</b>		
Fitoplankton	Ni relevanten	
Fitobentos in makrofiti	1	1-3
Bentoški nevretenčarji	1	1-3
Ribe	1	1
<b>FIZIKALNO – KEMIJSKI ELEMENTI</b>		
Splošni fi-ke parametri, vključno s hranili	12	1
Posebna onesnaževala	12	1
Prednostne in prednostno nevarne snovi	12	1
<b>HIDROMORFOLOŠKI ELEMENTI</b>		
Hidrološki elementi	kontinuirano	

Letna pogostost pomeni število vzorčenj v enem koledarskem letu, pogostost v okviru načrta upravljanja voda (NUV) pa pomeni število let, v katerih je bil element vključen v program, npr. Letna pogostost in Pogostost v okviru NUV pomeni, da je bil element kakovosti v obdobju 2006 - 2008 v program vključen v enem koledarskem letu s pogostostjo 12-krat letno. (Cvitanič, 2010)



### 3.2 Operativni monitoring

Operativni monitoring se je izvajal na rekah:

- za katera je bilo na podlagi analize vplivov človekove dejavnosti na stanje voda in rezultatov nadzornega monitoringa ocenjeno, da do leta 2015 morda ne bodo dosegla okoljskih ciljev ter spremljanju učinkov ukrepov zmanjševanja obremenjevanja,
- v katera se odvajajo odpadne vode, ki povzročajo onesnaženost s parametri kemijskega stanja, posebnimi onesnaževali ali splošnimi fizikalno-kemijskimi parametri ekološkega stanja površinskih voda,
- ki so obremenjena zaradi znatnega vpliva razpršenih virov onesnaženja,
- ki so obremenjena zaradi znatnega vpliva hidromorfoloških sprememb,
- se v preteklosti še ni izvajal monitoring.

Preglednica 4: Pogostost vzorčenja v okviru operativnega monitoringa

Element kakovosti	REKE	
	Letna pogostost	Pogostost v okviru NUV
<b>BIOLOŠKI ELEMENTI</b>		
Fitoplankton	Ni relevanten	
Fitobentos in makrofiti	1	1-2
Bentoški nevretenčarji	1	2
Ribe	0	0
<b>FIZIKALNO – KEMIJSKI ELEMENTI</b>		
Splošni fi-ke parametri, vključno s hranili	4	1-3
Posebna onesnaževala	4	1-3
Prednostne in prednostno nevarne snovi	4-12	1-3
<b>HIDROMORFOLOŠKI ELEMENTI</b>		
Hidrološki elementi	kontinuirano	

(Cvitanič, 2010)

### 3.3 Zasnova mreže objektov državnega hidrološkega monitoringa površinskih voda

Izbor merilnih mest v mreži hidrološkega monitoringa površinskih voda na rekah in jezerih sledi naslednjim kriterijem:

- kriteriji porečja oz. vodnega telesa površinske vode: merilno mesto oz. objekt naj bi bil lociran optimalno glede na potrebe pridobivanja hidroloških parametrov za ocenjevanje hidrološkega stanja površinskih voda ter priprave načrtov upravljanja z vodami,
- kriterij kontinuitete opazovanj: merilni profili z dolgimi časovnimi nizi imajo prioriteto pri izboru merilnih mest. Za pretoke večjih slovenskih rek obstajajo podatki od leta 1850. Kriterij kontinuitete opazovanj je izjemnega pomena za analizo časovnih sprememb v rečnih režimih,
- kriteriji vodnega bilanciranja: izbor merilnih mest mora zadostiti zahtevam metodologije vodnega bilanciranja,
- kriteriji mednarodnega pomena: z vodomernimi postajami morajo biti pokriti mejni profili večjih vodotokov,
- kriteriji hidrološkega prognoziranja: z vodomernimi postajami je potrebno zagotoviti podatkovno infrastrukturo za učinkovito hidrološko prognoziranje in opozarjanje pred škodljivim delovanjem voda,
- kriterij rabe vode in rabe prostora: zaželeno je stabilnost rabe prostora, poznavanje vplivov črpanja podzemne vode, poznavanje vplivov namakanja in osuševanja.
- kriterij za oceno količinskega stanja podzemnih voda.

(Cvitanič, 2010)

### 3.4 Obravnavano območje

Reka Krka je s 94 km površinskega toka najdaljša povsem slovenska reka, saj teče izključno po ozemlju Slovenije. V zgornjem toku je tipična kraška reka s širokim zaledjem podzemnih pritokov in edina slovenska reka, v kateri se izloča lehnjak. Po velikosti porečja je reka Krka največji pritok Save, saj predstavlja kar 21,4 % porečja Save ali 2315,1 km<sup>2</sup> površine. Kraški izvir Krke se nahaja na nadmorski višini 268 m pod skalno pečino, v kateri se odpira vhod v

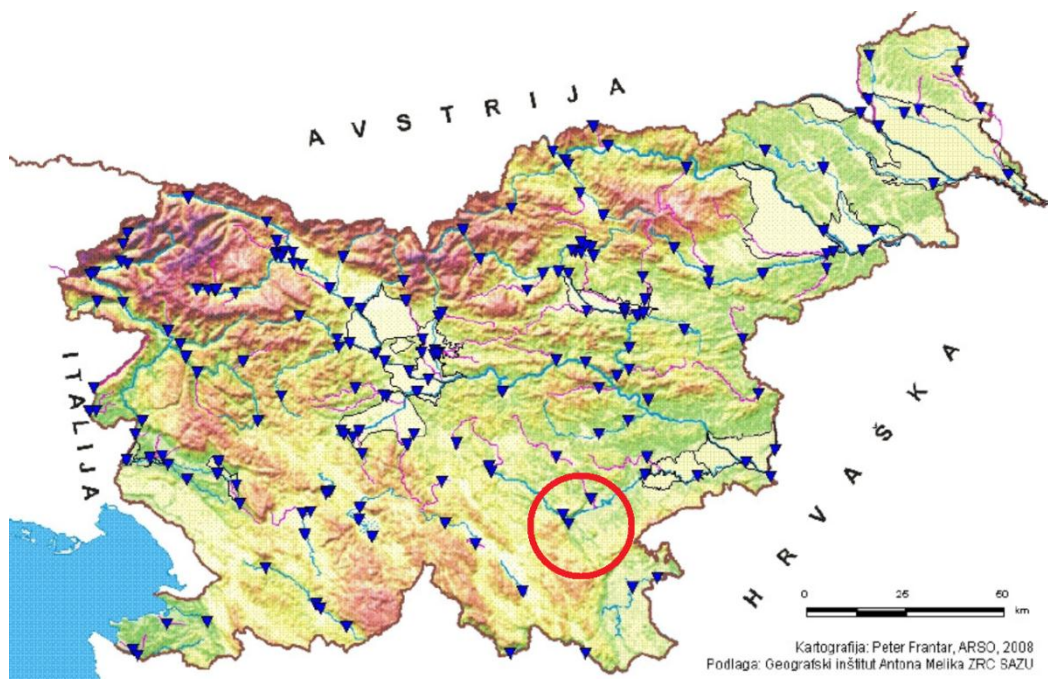
izvirno Krško jamo. 220 metrov dolgo vodoravno jamo zaključuje 50 metrov dolgo jezero, kjer domuje skrivnostna človeška ribica (*Proteus anguinus*). Krka doseže Savo 110 km nižje pri Brežicah na nadmorski višini 139 m. Današnje ime dolenske reke Krke in njene nemške in madžarske različice imajo svoje prehodni izvor v antičnih imenih korkoraj (grško) in njenih latiniziranih različicah Corcora, Carcora idr. Edino večje mesto ob Krki je Novo mesto.

Krka je edina kraška in slovenska reka, bogata z raztopljenimi karbonati (okrog 200 mg/l), ki se odlagajo na vodnih rastlinah in tako sčasoma oblikuje krhek lehnjak. V zgornjem toku ti pragovi oblikujejo slapove in brzice, v spodnjem toku pa v glavnem podvodne tvorbe, ki zavirajo pretok vode. (Novak, 2006)

Reko Krko sestavljajo trije različni deli:

- v zgornjem delu dinarsko usmerjenem toku do Soteske teče v globokem kraškem dolu in je z izjemo Višnjice brez pritokov. Za ta del, so značilni lahanjkovi pragi. Največ jih je blizu Zagradca, Žužemberka in Dvora,
- v srednjem delu do Bele cerkve, ima več pritokov, ki so Radešca, Sušica, Prečna oz. Temenica, Težka voda in Brusničnica,
- v spodnjem toku pritekajo vode z manj prepustnega Krškega hribovja in Gorjancev. Iz Krškega hribovja pritekajo: Radulja, Račna in Lokavec. Iz Gorjancev pa Pendirjevka, Kobila in Sušica.

Reka Krka teče med alpsko in kraško regijo, kar pojasnjuje njeni dve popolnoma različni pokrajini: ozko dolino v zgornjem toku in ravno dolino v spodnjem toku reke. Reka in njena okolica sta zelo naravni in slikoviti, dolina Krke pa predstavlja simbol Dolenjske. Dolina reke Krke je zelo zanimiva za vse vodne športe, kot so ribolov in športni ribolov, rafting, kopanje in čolnarjenje.



Slika 4: Merilna mesta monitoringa površinskih celinskih voda (Kobold, 2008)

Krka ima dežno-snežni (pluvio – nivalni) rečni režim, za katerega so značilne visoke vode v aprilu in novembru. Obdobja nizkega pretoka vode se pojavljajo sredi poletja in pozimi. V zgornjem toku reke pretok niha med 7 in 18 m<sup>3</sup>/s, v spodnjem pa med 27 in 75 m<sup>3</sup>/s. specifični odtok je navadno nizek, kar je značilno za kraška območja in niha med 26 in 40 l/s/km<sup>2</sup>. (Novak, 2006)

Obravnavano območje sega od kraja Dvor do naselja Srebrniče. Na tem odseku reke Krke sta dve merilni postaji, na katerih se izvaja monitoring o kvaliteti reke Krke. To sta postaji Soteska in Srebrniče. Na tem območju sta dva pritoka, in sicer Radešca in Sušica.

Izliv Radešce je v izrazitem rečnem okljuku Krke, severno od Meniške vasi, kjer se rečni tok iz izrazite dinarske smeri obrne v novomeško kotlino. Vsega 3,6 kilometra dolg rečni tok poteka po uravnani dolini med vznožjem gričev Pogorelca in Cvingerja. Padeč je minimalen, zato reka ustvarja blage meandre, široko poplavna ravnica pa postopno prehaja v obrobje njiv. Pod izviro se vanjo izliva Črmošnjica, nekoliko nižje pa še vodnati Obrh in presihajoči Suhor. Radešca je eden iz niza izvirov, ki na dan prihajajo ob vznožju Kočevskega roga ob žužemberškem prelomu. Kot ugotavljajo hidrogeologi, pritekajo ob prelomnicah na dan vode, ki ponikajo na Kočevsko-ribniškem polju. Barvanja so potrdila, da v izvir Radešce priteka

Rudniški potok iz Željn pri Kočevju, prav tako pa tudi Črmošnjica, ki ponika nad Občicami. Kraški izvir je nekdanj predstavljal pomemben vodni vir. Njegova raba je zaradi bakteriološke onesnaženosti kraškega zaledja opuščena. Kljub temu je hladna kraška reka cenjen življenjski prostor rib. Povprečni letni pretok potoka Radešca znaša  $2 \text{ m}^3/\text{s}$ . (Hudoklin, 2010)

Pretoki Sušice pa se gibljejo med  $0.5$  pa vse do  $50 \text{ m}^3/\text{s}$ . Potok Sušica teče skozi Dolenjske Toplice, vanj pa se izlivajo vode iz Term Dolenjske Toplice in prečiščene vode iz komunalne čistilne naprave Dolenjske Toplice. (Fortuna, 2008)

Skupna površina prispevnih površin obravnavanega območja je  $280 \text{ km}^2$ , potekajo pa skozi pet občin:

- Dolenjske toplice,
- Straža,
- Novo mesto,
- Žužemberk,
- Kočevje.

Na tem območju živi 9714 prebivalcev v 83 naseljih.

V Dolenjskih toplicah in Straži sta čistilni napravi, ki omogočata čiščenje odpadnih vod za 3897 prebivalcev. (Fortuna, 2008a) (Fortuna, 2008b)

### 3.5 Monitoring in raba tal

Vodomerne postaje hidrološkega monitoringa površinskih voda so glede na namen organizirane v osnovno in razširjeno mrežo ter mrežo postaj pomembnih za hidrološko prognoziranje:

- osnovna (primarna) mreža za hidrološke meritve površinskih voda (rek in jezer) je sestavljena iz reprezentativnih merilnih prerezov posameznih porečij. Povprečna velikost hidrometričnega zaledja je 128 km<sup>2</sup>,
- razširjena (sekundarna) mreža predstavlja prostorsko gostejšo mrežo na posameznih delih porečja s specifično hidrološko problematiko, specifično rabo vodnih virov in prostora, ter na posameznih delih porečja s povečano občutljivostjo na ekstremne hidrološke razmere,
- vodomerne postaje, pomembne za hidrološko prognoziranje predstavljajo nabor osnovne mreže postaj, podatki katerih se vsakodnevno spremljajo in objavljajo.

#### *Monitoring*

Na obravnavanem odseku sta dve postaji, na katerih se izvaja monitoring kvalitete reke Krke. To sta postaji Soteska in Srebrniče. Soteska je relativno nova postaja, saj se meritve izvajajo šele od leta 2005, nadomestila pa je postajo v Dvoru. V Soteski se izvajajo tako meritve pretokov, kot tudi meritve kvalitete vode, medtem ko se v postaji Srebrniče izvajajo le meritve kvalitete vode. Lokacija MP Soteska je 65.5 km od iztoka reke Krke v reko Savo, leži pa na 167 m nadmorske višine. Merjeni parametri v programu monitoringa kakovosti površinskih vodotokov obsega splošne fizikalno-kemijske parametre, mikroelementi, pesticidi in metaboliti. Vzorci se odvezemajo od 30 do 50 cm od gladine vode. Podatki obsegajo meritve za obdobje med 19. 2. 2008 in 19. 11. 2008. (Priloga A)

V Meniški vasi se izvajajo meritve pretokov na potoku Radešča že od leta 1960. (Priloga I)

Za MP Srebrniče se meritve izvajajo za fizikalno – kemijske parametre. Meritve se izvajajo tako z instrumenti, kot tudi senzorično. Senzorično se ugotavlja barva, vidne odplake in vonj vode. Za potrebo analize so zbrani za obdobje med 12. 1. 2006 do 15. 12. 2009.

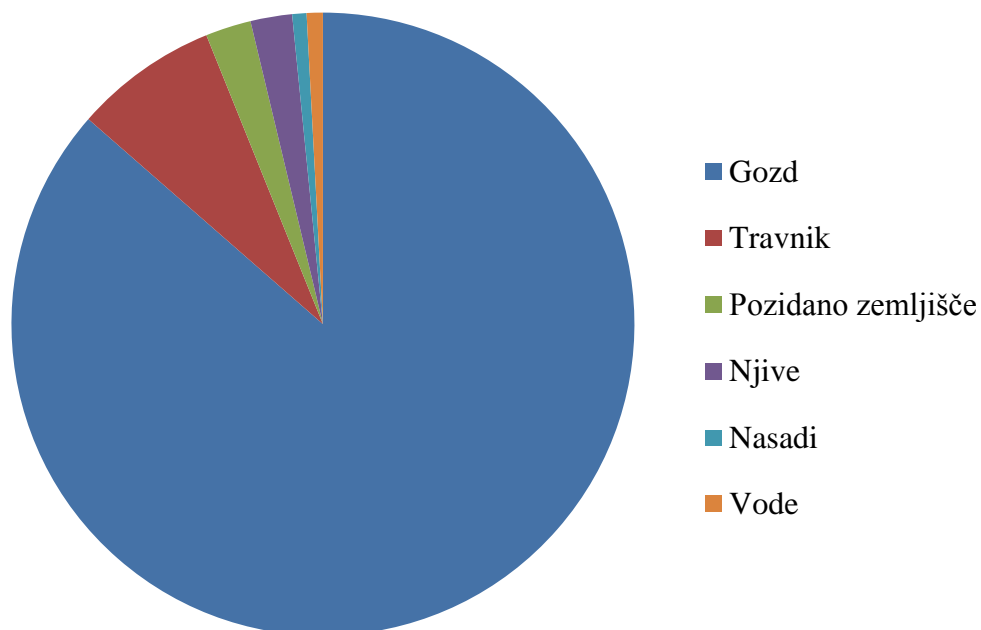
### ***Raba tal***

Za določitev prispevnih površin sem uporabil spletno aplikacijo GEOPEDIA. To je interaktivni spletni atlas in zemljevid Slovenije. Rezultati analize so pokazali, da se območje razteza skozi področje petih občin, Dolenjske toplice, Straža, Novo mesto, Žužemberk vse do Kočevja. Skupno območje predstavlja 83 naselij, v katerih živi 9714 prebivalcev.

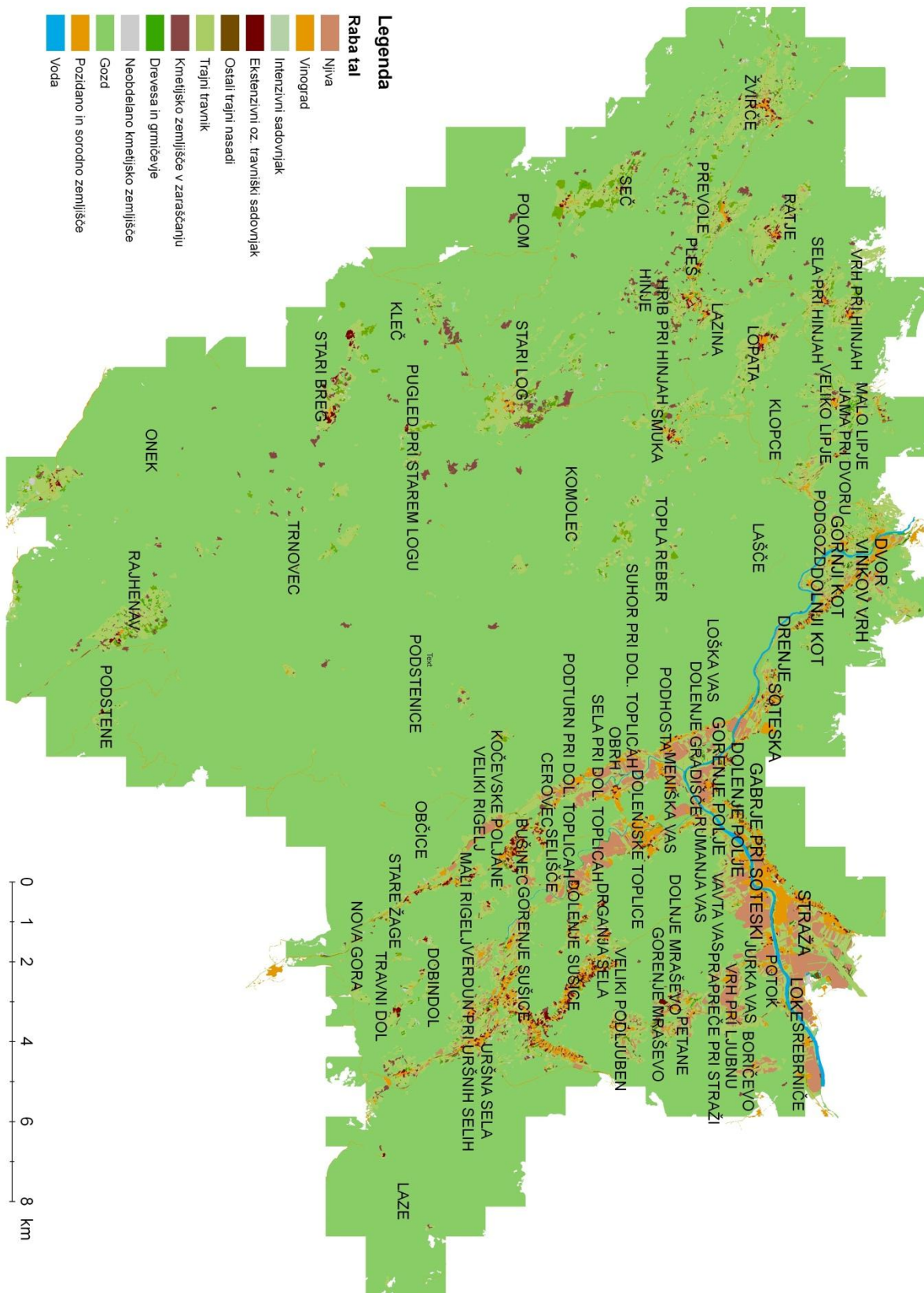
Za določevanje rabe tal prispevnega območja sem uporabil podatke REZI in RPE pridobljene s strani Geodetske uprave Slovenije. Le-te sem vnesel v ARC MAP in jih podrobno analiziral.

Raba tal na prispevnih površinah obravnavanega odseka:

- gozdovi: 86,43 %,
- travniki: 7,47 %,
- pozidano: 2,37 % ,
- njive: 1,99 %,
- vode: 0,84 %,
- vinogradi in nasadi: 0,74 %.



Grafikon 1: Raba tal na obravnavanem območju



Slika 5: Analiza rabe tal z GIS orodjem



Večino površin, kar 86,43 %, predstavljajo gozdovi, predvsem na račun kočevskega območja. Prevladujejo mešani gozdovi. Šifrant rabe tal loči kmetijsko zemljišče, poraslo z gozdnim drevjem, gozd, drevesa in grmičevje posebej, vendar sem za potrebo diplomske naloge uporabil vsoto le-teh in jih skupno definiral kot gozd.

Ker kmetijska dejavnost v zadnjih letih upada, prihaja do zmanjševanja kmetijskih površin, s tem pa se povečujejo območja, ki so zaraščena. Visoka je tudi površina travnikov.

Površine njiv se gibljejo okoli 2 %, kar predstavlja 547 ha od skupnih 28460 ha površin.

Glavni kmetijski pridelki so koruza, krompir in pšenica.

### 3.6 Prispevno območje in opis samočistilne sposobnosti vodotokov

Pod pojmom samočistilna sposobnost odvodnika razumemo predvsem kompleksen sistem fizikalnih, kemijskih in bioloških procesov, ki vodijo do razkroja razgradljivih snovi v vodi in vračanja produktov razgradnje v kroženje.

Biološke procese izvajajo organizmi, ki izkoriščajo hranilne snovi. Naravna samočistilna sposobnost vodotokov je v veliki meri odvisna od delovanja organizmov, ki uporabljajo organske snovi kot hrano. Kemijske procese pa predstavlja predvsem oksidacija in redukcija. Že manjše spremembe pri kateremkoli od pomembnih bioloških, kemijskih ali fizikalnih dejavnikov lahko bistveno vplivajo na samočistilno sposobnost vode. Njihov učinek je odvisen od fizikalnih dejavnikov, razmerje med rečno in odpadno vodo, jakost in trajanje osončenja, pretočna hitrost reke, oblika rečnega korita, temperature in globina vode, ter velikosti suspendiranih delcev. Največji delež samočiščenja pripada biološkim procesom.

Najboljši pogoji za izvajanje samočiščenja vodotoka so vodotoki, kjer ima reka veliko površino in močno turbulenco (deroči tok z vrtinčenjem), zaradi boljšega navzemanja kisika.

Bakterije, alge in glive presnavljajo v vodi raztopljene organske in anorganske snovi ali njihove najmanjše suspendirane delce. Te snovi spremenijo v novo celično snov ali pa iz njih pridobivajo energijo ter izločajo vodo in ogljikov dioksid. Za ta proces potrebujejo kisik, ki ga odvzamejo iz vode. Alge, ki vsebujejo klorofil, lahko kot avtotrofni organizmi proizvajajo novo celično snov iz mineralnih snovi in pri tem podnevi izločijo kisik. Če je voda evtrofna, torej obremenjena z rastlinskimi hranilnimi snovmi, kot sta npr dušik ali fosfor, lahko sledi eksplozivno razmnoževanje alg. Ta proces lahko vodi v pomanjkanje kisika, ker se kisik, ki je nastal čez dan, zaradi omejene topnosti le delno raztopi v vodi, ostanek pa uide v ozračje. Ponoči alge ne proizvajajo kisika. Tako, ponoči ali v oblačnih dneh, v vodah zmanjkuje kisika, ker ga porabljajo tudi ostali organizmi.

Organizmi, ki sodelujejo pri samočiščenju so alge, praživali, glive, raki, školjke, črvi, ličinke insektov, ribe in polži. Vodni ptiči in večje roparice pa so zadnji členi v tej verigi. (Kolar, 1988)

## 4 SIMULACIJA KAKOVOSTI Z MODELOM QUAL2K

### 4.1 QUAL2K (povzeto po dokumentaciji QUAL2K)

QUAL2K (Q2K) je model za določanje kvalitete vode v rekah. Predstavlja posodobljeno verzijo programa QUAL2E (Q2E). Modela sta si v določenih pogledih podobna, vendar pa novejša verzija prinašajo nove možnosti.

QUAL2K model v grobem uporablja:

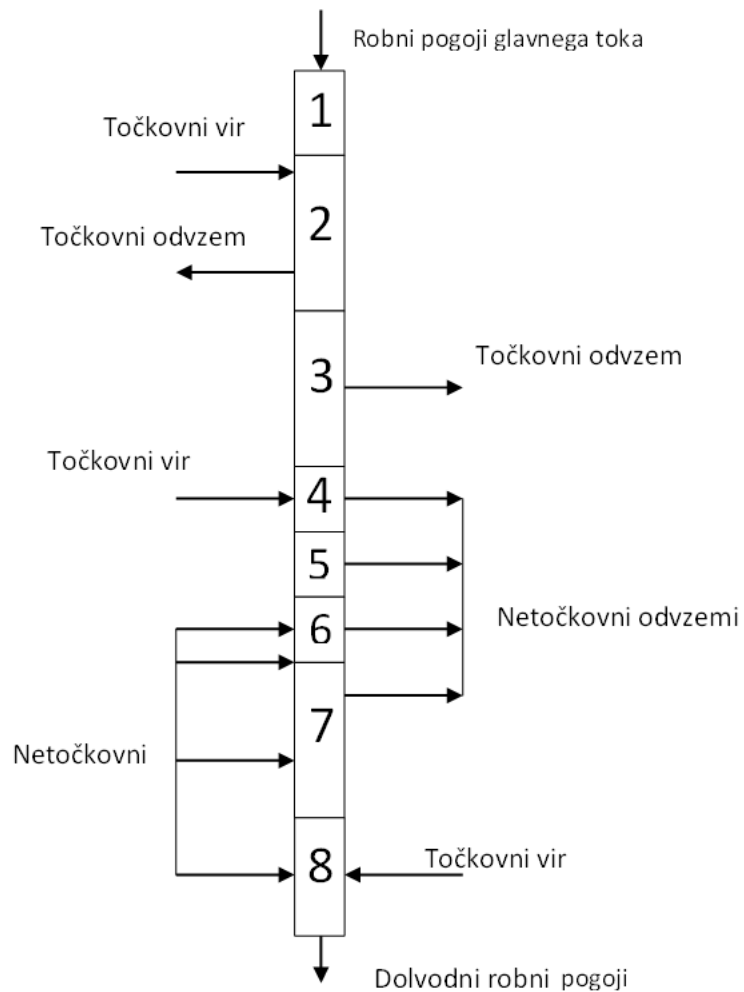
- Programsko okolje in vmesnik. QUAL2K deluje v okolju Microsoft Windows. Uporablja makre izdelane v Visual Basic-u. Excel je uporabljen kot grafični uporabniški vmesnik
- Eno dimenzionalni model, kanal je premešan v vertikalni in horizontalni smeri
- Simuliran je nekonstantni stalni tok
- Dnevna kinetika kvalitete vode, vse spremenljivke vodne kvalitete so simulirane na dnevni časovni skali
- Sprememba temperature je simulirana kot meteorološka funkcija na dnevni časovni skali
- Vnos toplote in mase, točkovni in netočkovni vnosi in odvzemi so simulirani
- QUAL2K uporablja dve vrsti karbonatnega BPK, ki prestavlja organski ogljik. Prva je počasi, druga pa hitro oksidirajoča oblika. Poleg tega se simulira mrtva razpršena organska snov (detrit). Ta snov je sestavljena iz partikularnega ogljika, dušika in fosforja
- QUAL2K reagira na anoksičnost tako da reducira oksidacijske reakcije na nič pri nizki stopnji kisika. Poleg tega se modelira tudi denitrifikacija kot reakcija prve stopnje, ki je poudarjena v situacijah, kjer je malo kisika
- Simulira se porast raztopljenega kisika in nutrientov
- Model izključno simulira pritrjene talne alge
- Pomanjkanje svetlobe se upošteva pri funkcijah alg, detrita in neorganskih trdnih snovi
- Simulira se tako alkalnost, kot tudi neorganski ogljik, pH se v reki nato določi na podlagi teh simulacij

- Simuliran je splošen patogeni organizem. Selitev patogenih organizmov je določena kot funkcija temperature, svetlobe in namestitve.

(Chapra, 2008)

### Segmentacija in hidravlika

Program simulira glavni tok reke. Pritoki se ne modelirajo posebej, ampak so lahko dodani kot točkovni viri.



Slika 6: QUAL2K segmentacijska shema

Konstantno tokovno ravnotežje je določena za vsak odsek.

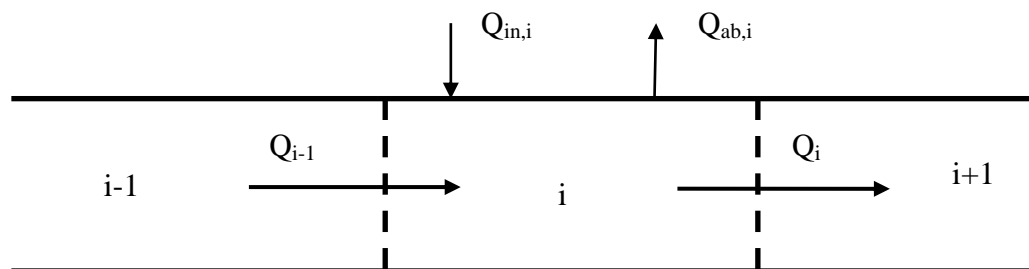
$$Q_i = Q_{i-1} + Q_{in,i} - Q_{ab,i} \quad (\text{Enačba 3})$$

$Q_i$  – Odtok iz odseka i v odsek i+1 [ $\text{m}^3/\text{s}$ ]

$Q_{i-1}$  – pritek iz gorvodnega odseka i-1 [ $\text{m}^3/\text{s}$ ]

$Q_{in,i}$  – celotni pritek iz točkovnih in netočkovnih virov [ $\text{m}^3/\text{s}$ ]

$Q_{ab,i}$  – odtok iz odsekov zaradi točkovnih ali netočkovnih odvzemov [ $\text{m}^3/\text{s}$ ]



Slika 7: Tokovno ravnotežje

Celoten pritek iz virov je izračunan:

$$Q_{in,i} = \sum_{j=1}^{psi} Q_{ps,i,j} + \sum_{j=1}^{npsi} Q_{ps,i,j} \quad (\text{Enačba 4})$$

$Q_{ps,i,j}$  - točkovni vir odseka i [ $\text{m}^3/\text{s}$ ]

$psi$  - celotno število točkovnih virov odseka i

$npsi$  - celotno število netočkovnih virov odseka i

Celoten odtok iz odvzemov je izračunan:

$$Q_{ab,i} = \sum_{j=1}^{pai} Q_{pa,i,j} + \sum_{j=1}^{npai} Q_{pa,i,j} \quad (\text{Enačba 5})$$

$Q_{pa,i,j}$  - točkovni vir odseka i [ $\text{m}^3/\text{s}$ ]

$pai$  - celotno število točkovnih virov odseka i

$npai$  - celotno število netočkovnih virov odseka i

Netočkovni viri in odvzemi se modelirajo kot linijski viri. Netočkovni vir ali odzem je definiran z začetkom in koncem v kilometraži. Količina vira ali odvzema iz posameznih odsekov se določi procentualno glede na velikost odseka.

Vsak odsek je idealiziran – privzeta je trapezna oblika kanala in pod pogoji stalnega toka je uporabljena Manningova enačba.

$$Q = \frac{S_0^{1/2}}{n} \times \frac{A_c^{5/3}}{P^{2/3}} \quad (\text{Enačba 6})$$

Q - pretok [m<sup>3</sup>/s]

S<sub>0</sub> - nagib dna kanala [m/m]

n - Manningov koeficient hrapavosti [s·m<sup>-1/3</sup>]

A<sub>c</sub> - površina prečnega prereza [m<sup>2</sup>]

P - omočeni obod [m]

Zadrževalni čas je izračunan:

$$\tau_k = \frac{V_k}{Q_k} \quad (\text{Enačba 7})$$

τ<sub>k</sub> - zadrževalni čas k-tega odseka [d]

V<sub>k</sub> - volumen k-tega odseka [m<sup>3</sup>]

Q<sub>k</sub> - pretok k-tega odseka [m<sup>3</sup>/s]

Zadrževalni časi s nato sešteti, da se določi čas potovanja od izvira do dolvodnega konca odseka i:

$$t_{t,i} = \sum_{k=1}^i \tau_k \quad (\text{Enačba 8})$$

t<sub>t,i</sub> - čas potovanja [d]

Temperaturni model

Kot je prikazano na sliki 8, program pri toplotnem ravnotežju vzame v obzir prenos toplote s sosednjih odsekov, pritoke in odtoke, atmosfero ter sedimente. Toplotno ravnotežje za odsek  $i$  je izraženo:

$$\frac{dT_i}{dt} = \frac{Q_{i-1}}{V_i} T_{i-1} - \frac{Q_i}{V_i} T_i - \frac{Q_{ab,i}}{V_i} T_i + \frac{E'_{i-1}}{V_i} (T_{i-1} - T_i) + \frac{E'_i}{V_i} (T_{i+1} - T_i) + \frac{W_{h,i}}{\rho_w C_{pw} V_i} + \frac{J_{h,i}}{\rho_w C_{pw} H_i} + \frac{J_{s,i}}{\rho_w C_{pw} H_i} \quad (\text{Enačba 9})$$

$T_i$  - temperatura v odseku  $i$  [ $^{\circ}\text{C}$ ]

$t$  - čas [d]

$E'_i$  - disprezijski koeficient med odsekoma  $i$  in  $i+1$  [ $\text{m}^3/\text{d}$ ]

$W_{h,i}$  - dotok toplote iz točkovnih in razpršenih virov v odsek  $i$  [ $\text{cal}/(\text{g } ^{\circ}\text{C})$ ]

$J_{h,i}$  - prirast toplote med zrakom in vodo [ $\text{cal}/(\text{cm}^2\text{d})$ ]

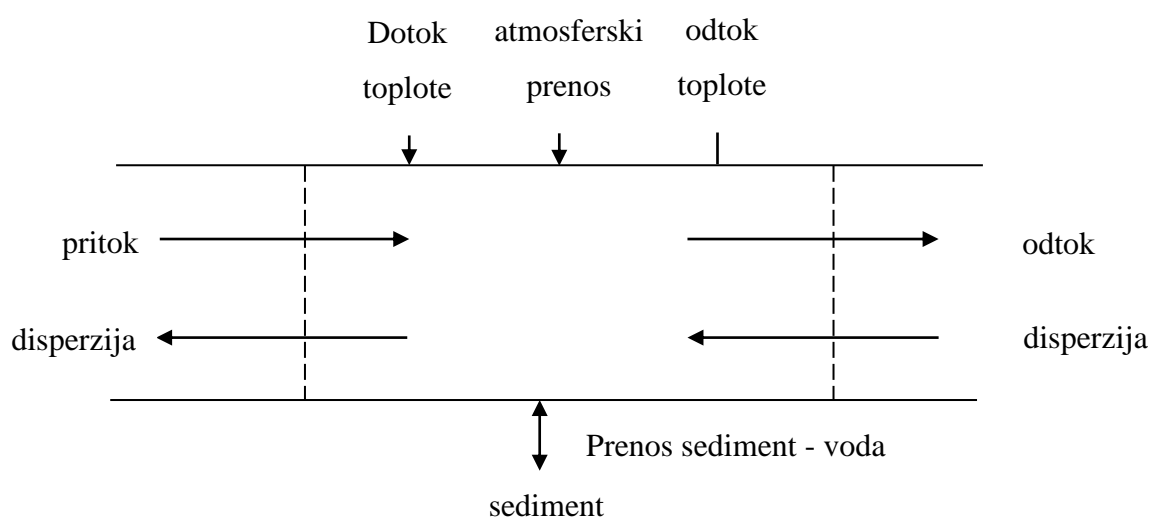
$J_{s,i}$  - prirast toplote med sedimenti in vodo [ $\text{cal}/(\text{cm}^2\text{d})$ ]

$\rho_w$  - gostota vode [ $\text{g}/\text{cm}^3$ ]

$C_{pw}$  - specifična toplota vode [ $\text{cal}/(\text{g } ^{\circ}\text{C})$ ]

$V_i$  - volumen vode v odseku [ $\text{m}^3$ ]

$H_i$  - globina vode odseka [m]



Slika 8: Toplotno ravnotežje

Izmenjava toplote med zunanjim okoljem in vodno gladino je modelirana kot kombinacija petih procesov:

$$J_h = I(0) + J_{an} - J_{br} - J_c - J_e \quad (\text{Enačba 10})$$

$I(0)$  – kratkovalovno sončno sevanje na vodni gladini [ $\text{cal}/\text{cm}^2/\text{d}$ ]

$J_{an}$  – atmosfersko dolgovalovno sevanje [ $\text{cal}/\text{cm}^2/\text{d}$ ]

$J_{br}$  – povratno dolgovalovno sevanje, ki se odbije od vodne gladine [ $\text{cal}/\text{cm}^2/\text{d}$ ]

$J_c$  – kondukcija [ $\text{cal}/\text{cm}^2/\text{d}$ ]

$J_e$  – evaporacija [ $\text{cal}/\text{cm}^2/\text{d}$ ]

Izmenjava toplote med sedimenti in vodo pa je izražena:

$$\frac{dT_{s,i}}{dt} = - \frac{J_{s,i}}{\rho_s C_{ps} H_{sed,i}} \quad (\text{Enačba 11})$$

$T_{s,i}$  - temperatura sedimenta na odseku  $i$  [ $^{\circ}\text{C}$ ]

$\rho_s$  - gostota sedimenta [ $\text{g}/\text{cm}^3$ ]

$C_{ps}$  - specifična toplota sedimenta [ $\text{cal}/(\text{g } ^{\circ}\text{C})$ ]

$J_{s,i}$  - prirast toplote med sedimenti in vodo [ $\text{cal}/(\text{cm}^2 \text{ d})$ ]

$H_{sed,i}$  - efektivna debelina sedimenta [ $\text{cm}$ ]

$t$  - čas [ $\text{dan}$ ]

(Chapra, 2008)




## 4.2 Vnos podatkov

### Delovni list 1: Osnovni podatki

Določi se lokacija datoteke, kamor se shranjujejo rezultati simulacije. Datum simulacije je 22. 1. 2011. Časovni korak sem določil 0,25 ure. Čas trajanja je 5 dni. Čas sončnega vzhoda in zahoda je podan za dan simulacije.

**QUAL2K FORTRAN**  
**Stream Water Quality Model**  
*Steve Chapra, Hua Tao and Greg Pelletier*  
**Version 2.11b8**



System ID:	
River name	Krka
Saved file name	Krka_seminar
Directory where file saved	s:\Benol\Desktop\DIPLOMA\QUAL2K\rezultati
Month	1
Day	22
Year	2011
Local time hours to UTC	1
Daylight savings time	Yes
Calculation:	
Calculation step	0.25 hours
Final time	5 day
Solution method (integration)	Euler
Solution method (pH)	Brent
Time zone	Mid Europe/Africa
Program determined calc step	0.187500 hours
Time of last calculation	0.03 minutes
Time of sunrise	8:32 AM
Time of solar noon	1:11 PM
Time of sunset	5:50 PM
Photoperiod	9.30 hours

Open Old File

Run Fortran

Slika 9: QUAL2K – Delovni list 1

### Delovni list 2: Časovni pas (Time zones)

Delovni list je le pripomoček za lažje določanje časovnega pasu. Tega vnesemo v delovni list 1. Časovni pas, kjer se nahaja Slovenija je +1 ura po Greenwichu.

Number of Headwaters													
1													
Headwater 0 (Mainstem)													
Headwater label	Reach No	Flow	Elevation	Weir				Rating Curves				Channel	
				Height	Width	adam	bdam	Velocity	Exponent	Depth	Exponent		
Dvor	1	Rate	(m)	(m)	(m)			Coefficient	Exponent	Coefficient	Exponent	Slope	
Mainstem headwater	1	19.700	174.930	0.0000	0.0000	1.2500	0.9000	0.0000	0.000	0.0000	0.000	0.003	
Water Quality Constituents		Units	12:00 AM	1:00 AM	2:00 AM	3:00 AM	4:00 AM	5:00 AM	6:00 AM	7:00 AM	8:00 AM	9:00 AM	10:00 AM
Temperature	C	13.20	13.20	13.20	13.20	13.20	13.20	13.20	13.20	13.20	13.20	13.20	13.20
Conductivity	umhos												
Inorganic Solids	mgD/L												
Dissolved Oxygen	mg/L	10.30	10.30	10.30	10.30	10.30	10.30	10.30	10.30	10.30	10.30	10.30	10.30
CBODslow	mgO <sub>2</sub> /L	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60
CBODfast	mgO <sub>2</sub> /L	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60
Organic Nitrogen	ugN/L												
NH <sub>4</sub> -Nitrogen	ugN/L	41.00	41.00	41.00	41.00	41.00	41.00	41.00	41.00	41.00	41.00	41.00	41.00
NO <sub>3</sub> -Nitrogen	ugN/L	5700.00	5700.00	5700.00	5700.00	5700.00	5700.00	5700.00	5700.00	5700.00	5700.00	5700.00	5700.00
Organic Phosphorus	ugP/L	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00
Inorganic Phosphorus (SRP)	ugP/L	90.00	90.00	90.00	90.00	90.00	90.00	90.00	90.00	90.00	90.00	90.00	90.00
Phytoplankton	ugA/L												
Internal Nitrogen (INP)	ugN/L												
Internal Phosphorus (IPP)	ugP/L												
Detritus (POM)	mgD/L												
Pathogen	cfu/100 mL												
Alkalinity	mgCaCO <sub>3</sub> /L	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Constituent i													
Constituent ii													
pH	s.u.	7.86	7.86	7.86	7.86	7.86	7.86	7.86	7.86	7.86	7.86	7.86	7.86

Slika 10: QUAL2K – Delovni list 3: Izvir (headwater)

Tretji delovni list, v katerega vnašamo podatke je Headwater. Vanj vnašamo podatke o pretoku začetka obravnavanega odseka. V Dvoru pretok znaša 19.7 m<sup>3</sup>/s, vnesel sem še podatke o temperaturi, raztopljenem kisiku, BPK<sub>5</sub>, nitritih, amonij in pH vrednosti, podatki se vnašajo za dobo 24 ur.

#### Delovni list 4: Odseki (reach)

Vnesel sem segmentacijo in hidravlika sistema. Območje, ki ga obravnavam leži med vasema Dvor in Srebrniče. Upošteval sem tudi dva pritoka, potok Radešca in Sušica.

Določil sem dva odseka, in sicer Dvor – Dolenjske Toplice in Dolenjske Toplice - Srebrniče. Dolžina prvega odseka je 9,41 km, drugega pa 7,11 km, tako da je dolžina obravnavanega območja 16,52 km. Nadmorska višina Dvora je 175 m, Dolenjskih Toplic 167 m, Srebrnič pa 160,20 m. Manningov koeficient hrapavosti je 0,4 ( $n = 0,4 \text{ s} \cdot \text{m}^{-1/3}$ ). (Priloga D)

#### Delovni list 5: Temperatura zraka (air temperature)

Vnaša se urne temperature v °C za vse odseke za obdobje 24ur. (Priloga E)

**Delovni list 6:** Temperatura rosišča (dew-point temperature)

Vnaša se urne temperature pri kateri postane zrak tako nasičen da nastane rosa. (Priloga F)

**Delovni list 7:** Hitrost vetra (wind speed)

Po celotnem odseku je hitrost vetra 3,6 m/s. (Priloga G)

**Delovni list 8:** Oblačnost (cloud cover)

Po celotnem odseku je pokritost odseka z oblaki 50 %.

**Delovni list 9:** Osenčenost (shade)

Osenčenost, posledično nastane zaradi topografije ali vegetacije, ki blokira sončno radiacijo. Izraža se v procentih osenčenosti. V simulaciji sem osenčenost zanemarl.

**Delovni list 10:** Razmerja (rates)

Program ima že vnesene priporočene vrednosti razmerij med reaktanti in produkti: kisik, biokemijsko potrebo po kisiku, organski dušik, amonij, nitrate, organski fosfor, fitoplankton, talne alge, detrit in pH.

Koeficient za stopnjo hidrolize ( $k_{hc}$ ) in stopnjo oksidacije ( $k_{dcs}$ ) za  $BPK_5$  sem nastavil na vrednost 5/d [ $dn^{-1}$ ], kar je maksimum. Tako sem rezultat simulacije približal izmerjenim vrednostim v Srebrničah. (Priloga L – mejne vrednosti koeficientov)

**Delovni list 11:** Svetloba in toplota (light and heat)

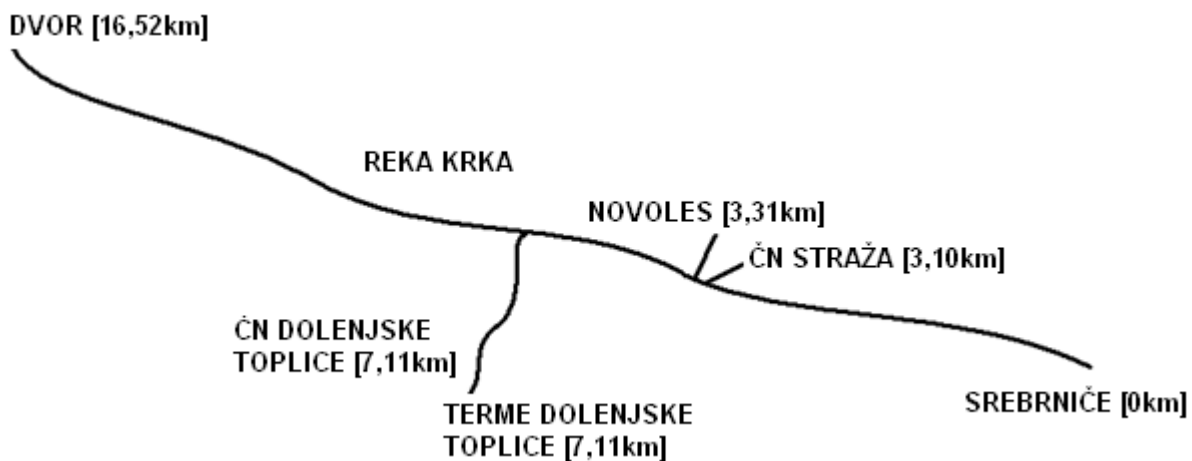
Delovni list ima že določene priporočene vrednosti parametrov. Ti parametri so zmanjševanje svetlobe z globino vode, gostota vode, gostota sedimentov, ...

**Delovni list 12:** Razpršeni vir (Diffuse sources)

V delovni list sem vnesel najbolj problematičen vir razpršenega onesnaževanja na območju. To je kmetijstvo. Poteka skozi celoten obravnavan odsek. Poleg tega je bilo potrebno vnesti tudi kvalitativne vrednosti odpadne vode.

### Delovni list 13: Točkovni viri (point sources)

Področje odvajanja, zbiranja in čiščenja komunalnih odpadnih vod je eno izmed področij, kjer v tem trenutku poteka največ aktivnosti v naši državi. To je tudi posledica že v letu 2002 sprejetega državnega Operativnega programa zbiranja in čiščenja odpadnih vod, ki je za vsa območja poselitev v državi (odvisno od gostote poselitev in lege posameznih območij) določil roke za izgradnjo kanalizacijskih omrežij in čistilnih naprav. Slovenija se je že v predpristopnih pogajanjih za vstop v Evropsko unijo zavezala, da bo do leta 2015 zgradila vse čistilne naprave in do leta 2017 vse kanalizacijske sisteme iz naselij z gostoto prebivalstva, večjo od 20 preb/ha. Naslednji pomemben točkovni vir onesnaževanja predstavljajo neposredni iztoki iz industrije. (Novak, 2006) Na obravnavanem odseku je najbolj problematičen straški Novoles. Odpadne vode te lesno obdelovalne industrije se izlivajo direktno v reko Krko. (Priloga H)



Slika 11: Točkovni viri na izbranem odseku

Preglednica 5: Točkovni viri – podatki za leto 2008

Točkovni vir	Lokacija [km]	Količina [m <sup>3</sup> /s]	Temperatura [°C]	BPK <sub>5</sub> [mg O <sub>2</sub> /l]
Terme Dolenjske Toplice	7,11	0,085**	34	4,20
KČN Dolenjske Toplice	7,11	0,00259*	21,5	6,30
Lesna industrija Novoles	3,31	0,01**		502,00
KČN Straža	3,10	0,00224*	10,6	1,90

\* srednji letni pretok

\*\* maksimalni pretok

Pretok za Novoles je okvirno določen na 10 litrov na sekundo. Lokacija je podana v kilometrih in predstavlja oddaljenost točkovnih virov od končne točke – Srebrič.

Skupna količina odpadne vode na čistilnih napravah:

KČN Dolenjske Toplice: 81576 m<sup>3</sup>/leto → 0,00259 m<sup>3</sup>/s

KČN Straža: 70630 m<sup>3</sup>/leto → 0,00224 m<sup>3</sup>/s

(Fortuna, 2008)

Program QUAL2K ima tudi nekaj delovnih listov, ki so neobvezni za izpolnjevanje. Simulacija se bo izvedla brez napak, tudi če jih pustimo prazne, vendar imajo tudi ti svojo funkcijo. So tako imenovani varnostni delovni listi. Njihova funkcija je, da v primeru, če naredimo napako med vnosom podatkov, prikažejo odstopanje rezultatov.

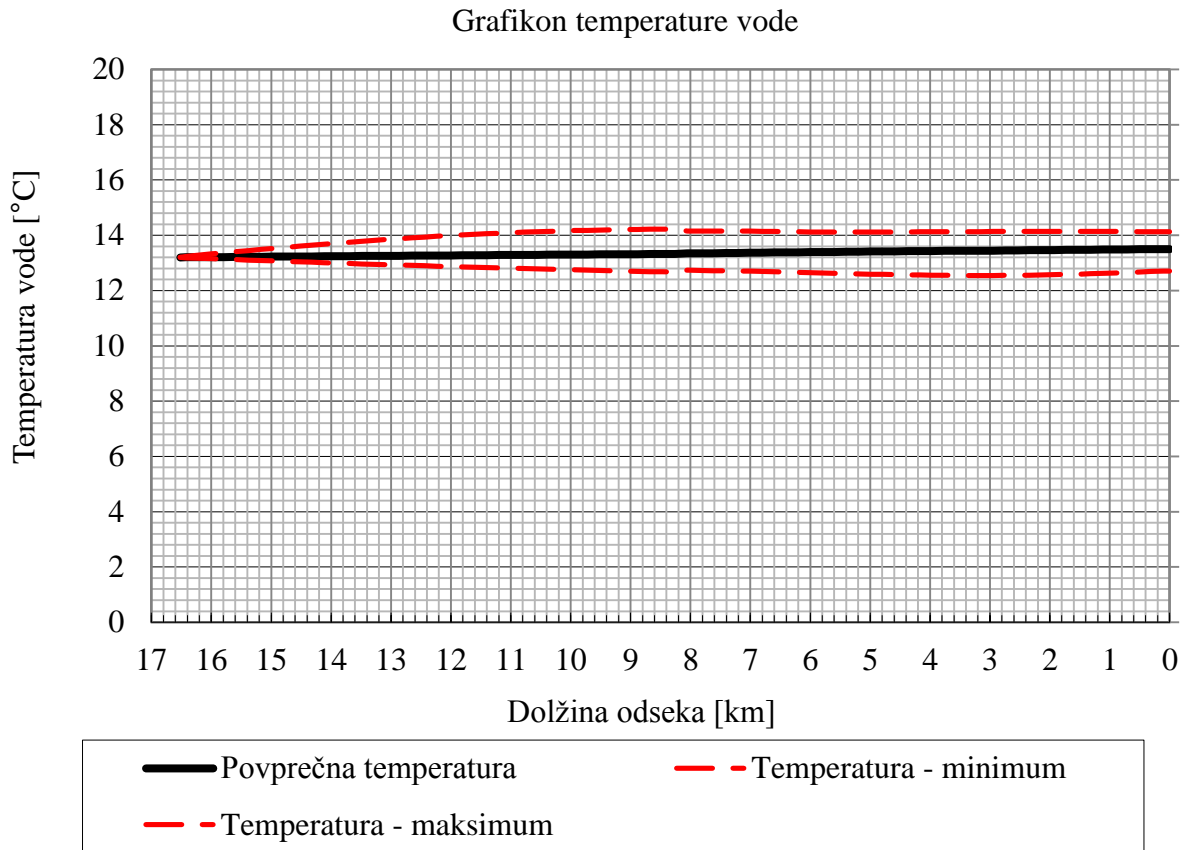
#### **Delovni list 13:** Hidravlika (hydraulics data)

Določena je kilometraža med Dvorom in Srebričami. Določeni so pretoki, globine, hitrosti toka in čas potovanja.

#### **Delovni list 14:** Temperatura (temperature data)

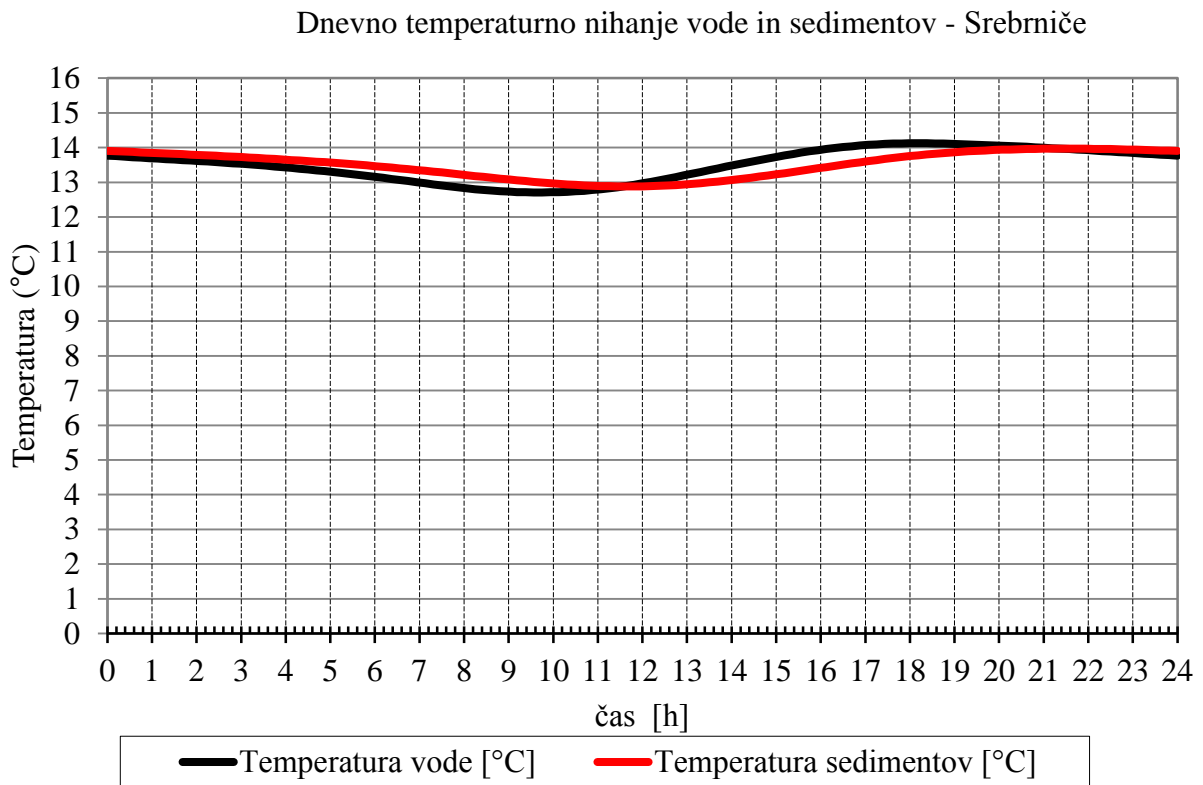
Vnesel sem temperaturo vode (°C), za začetek in konec odseka.

### 4.3 Rezultati simulacije z orodjem QUAL2k



Grafikon 2: Temperatura vode

Grafikon 2 prikazuje potek temperature skozi celoten obravnavan odsek. V Soteski je bila izmerjena temperatura vode 13,2 °C, v Srebrničah pa 14,2 °C. Na grafikonu pa lahko odčitamo, da je na končni točki temperatura 13,5 °C. Opaziti je rahlo višanje temperature predvsem zaradi temperature ozračja, ki je bilo izmerjeno 19,6 °C.

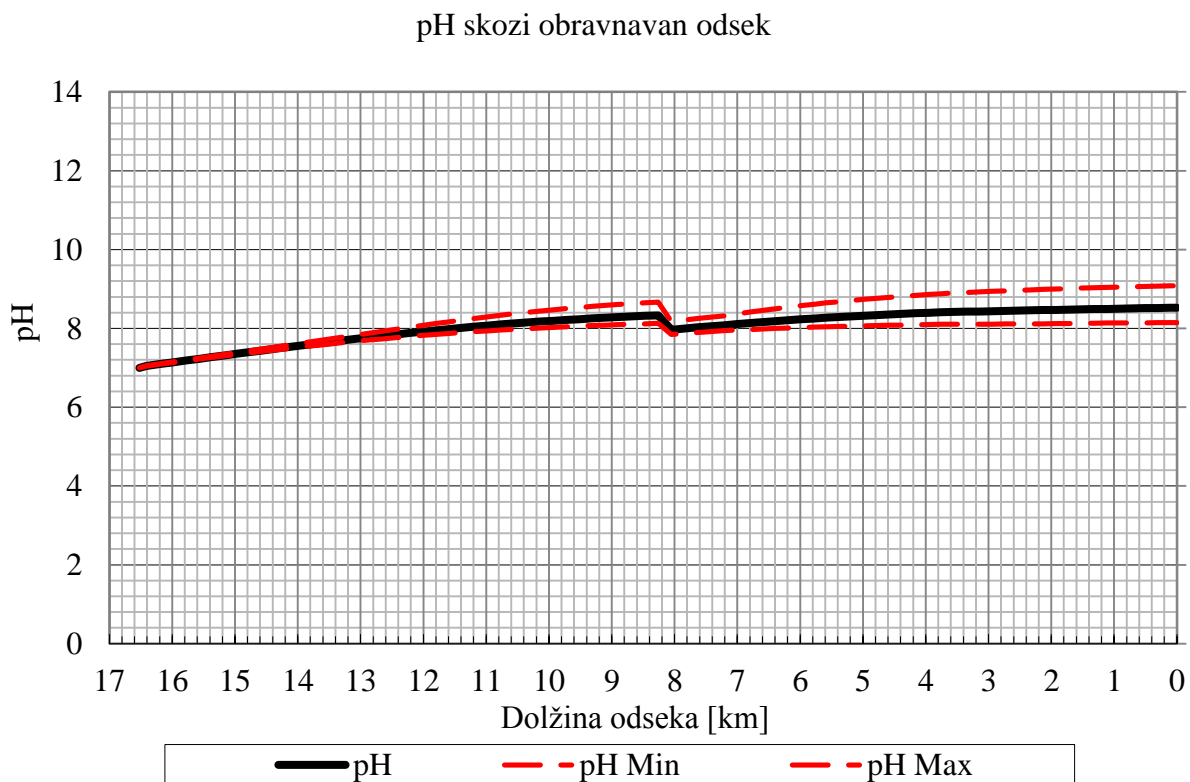


Grafikon 3: Dnevno temperaturno nihanje vode in sedimentov

Grafikon 3 prikazuje nihanje temperature vode in sedimentov za kraj Srebrniče skozi dan. Maksimalna temperatura vode je 14,12 °C ob 18. uri, minimalna pa 12,71 °C okoli devete ure zjutraj. Temperatura vode tako ob maksimalni vrednosti presega vrednosti vhodnih podatkov, kateri so bili 13,2 °C. Maksimalna temperatura sedimentov je 13,97 °C, katera je dosežena ob 21. uri. Minimalno temperaturo sedimenti dosežejo okoli 11. ure, njihova vrednost pa je 12,88 °C. Grafikon tudi jasno pokaže, kako se spreminja temperatura sedimentov, glede na temperaturo vode z rahlim zamikom. Popoldne, ko je ozračje segreto in sije sonce se temperatura vode viša. Ponoči pa se voda hitreje ohladi kot sedimenti, zato je temperatura le-teh višja. Vidno je, in povsem logično, da je globalni maksimum in minimum krivulje temperature vode večji, kot pri sedimentih.

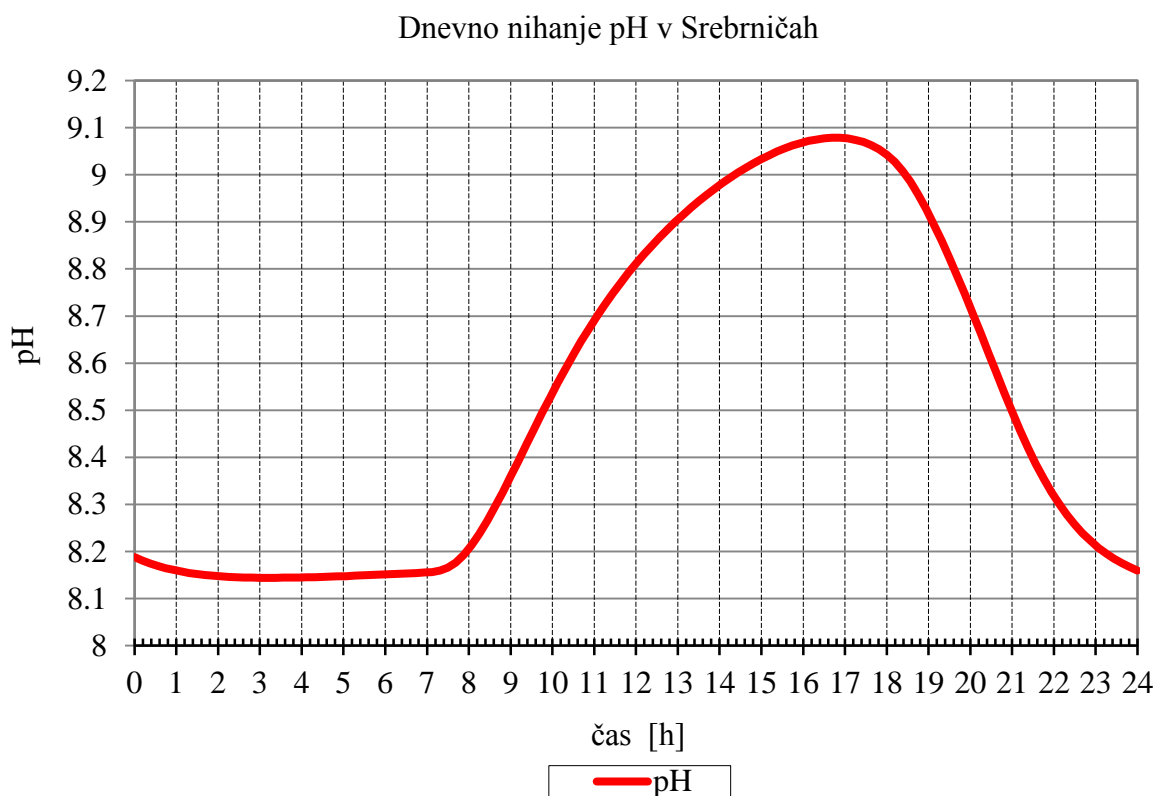
Grafikona 4 in 5 prikazujeta potek pH. Prvi prikazuje spreminjanje vzdolž obravnavanega odseka, drugi pa dnevno spreminjanje v Srebrničah. Vrednost pH v Dvoru znaša 7,86, do Srebrnič pa se povzpne do 8,52.

Na dnevnem grafu pa je opazno, kako se krivulja začne vzpenjati okoli osme ure zjutraj, vrh doseže okoli 17. ure, vrednost pH takrat znaša 9,08. To pa je vrednost, ki presega mejne vrednosti, ki so predpisane za salmonidne vode. Minimalno vrednost doseže okoli tretje ure zjutraj in znaša 8.14.



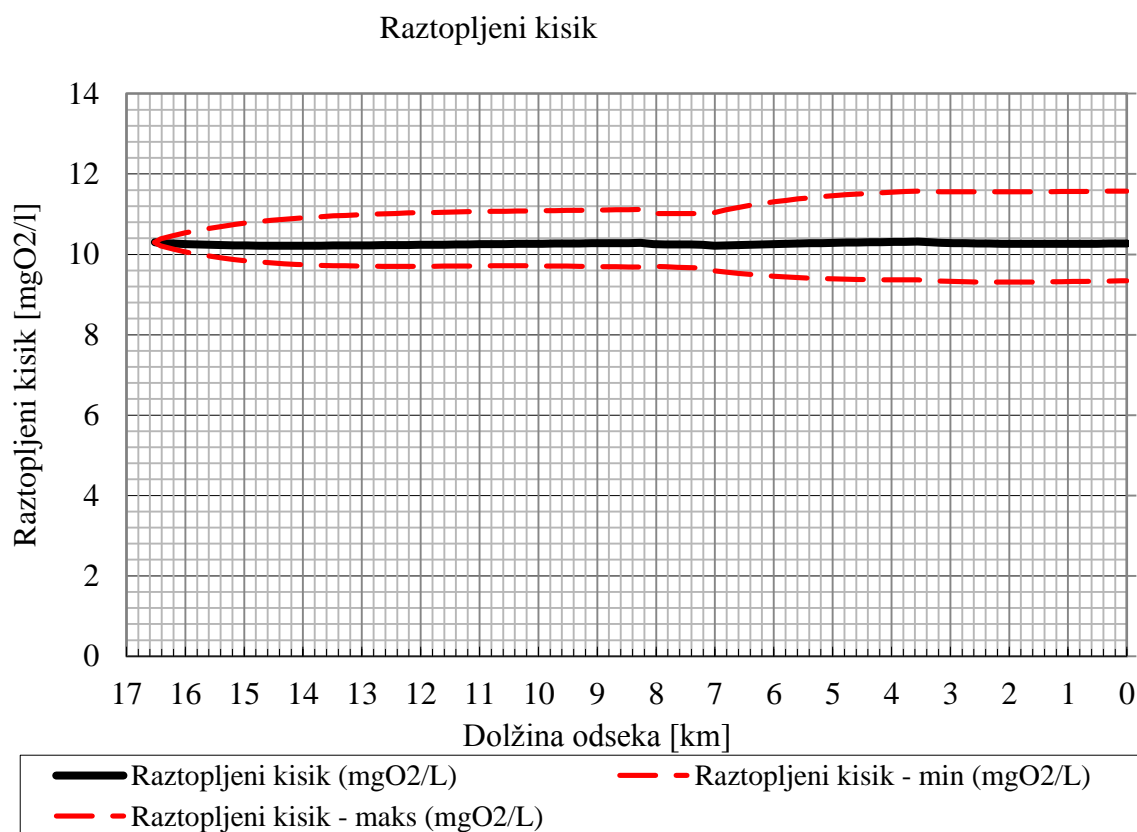
Grafikon 4: Spreminjanje pH skozi obravnavan odsek





Grafikon 5: Dnevno nihanje pH v Srebrničah

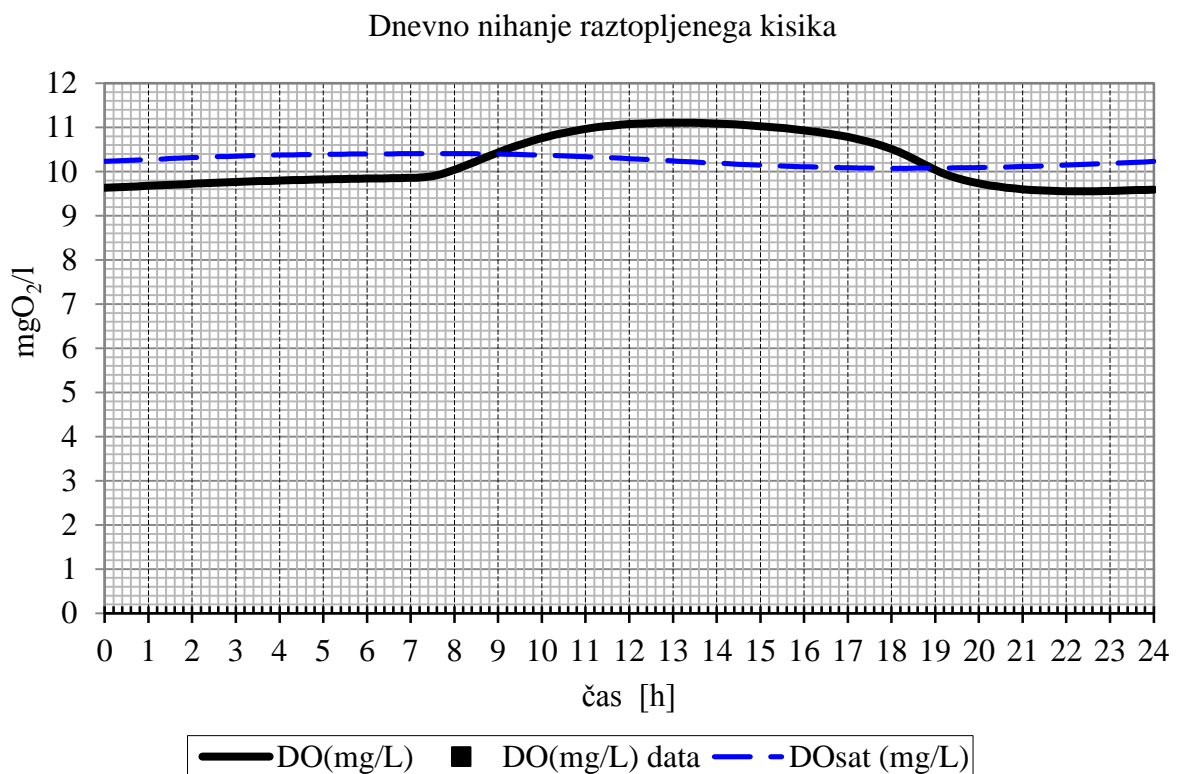
Grafikon 6 prikazuje potek vrednosti raztopljenega kisika na obravnavanem odseku. Količina kisika se minimalno spreminja. V Srebrničah napram Dvoru se koncentracija praktično ne spremeni. Iz 10,3 mgO<sub>2</sub>/l, kolikor znaša koncentracija v Dvoru, znaša v Srebrničah 10,27 mgO<sub>2</sub>/l. Rezultat se glede na rezultat meritve razlikuje za 0,4 mgO<sub>2</sub>/l, saj je bila v Srebrničah izmerjena vrednost 9,8 mgO<sub>2</sub>/l.



Grafikon 6: Raztopljeni kisik

Na grafikonu 7 so prikazane dnevne vrednosti raztopljenega kisika. Vrednost začne naraščati okoli devete ure, vrh doseže med 12. in 14. uro, nato pa začne padati. Maksimalna vrednost raztopljenega kisika v Srebrničah znaša 11,58 mgO<sub>2</sub>/l, dosežena pa je okoli 14 h. Minimalna vrednost, pa je 9,34 mgO<sub>2</sub>/l okoli polnoči.

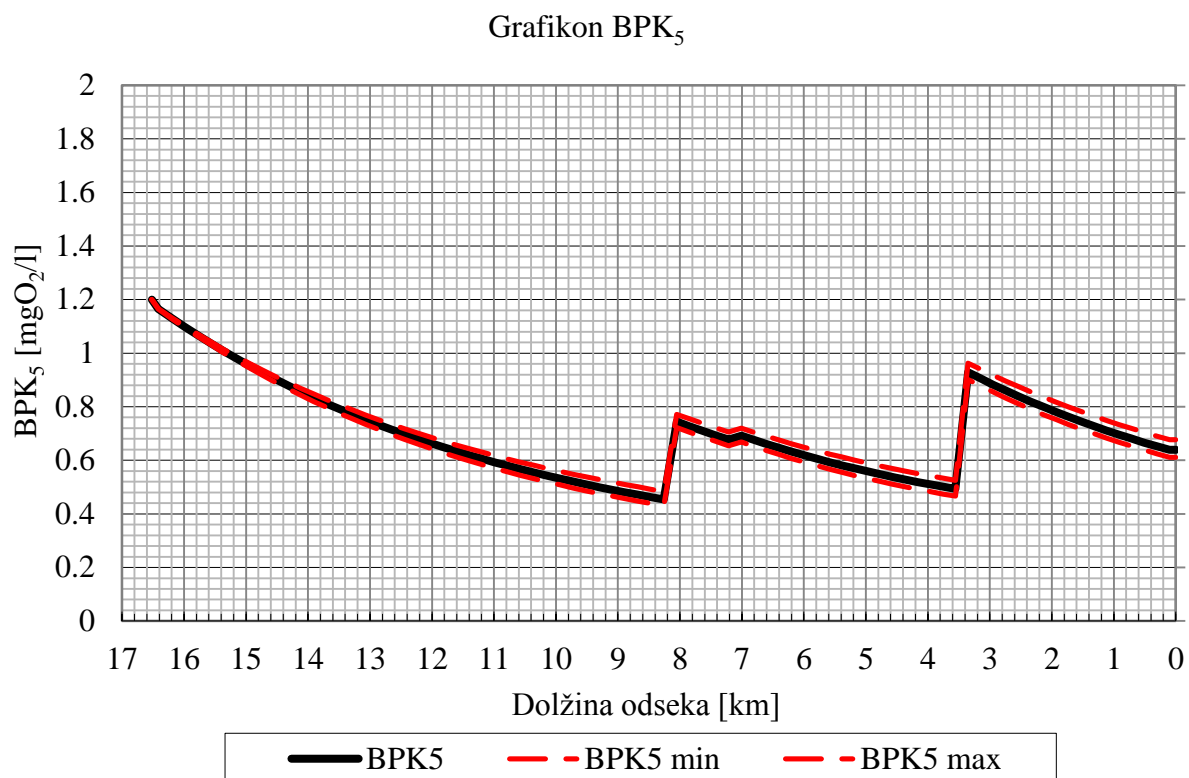
Skozi dan so višje vrednosti raztopljenega kisika zaradi produkcije kisika zaradi procesa fotosinteze. Ponoči pa se kisik porablja zaradi dihanja vodnih organizmov. Kisik pa porablja tudi rečno dno in vodne mase zaradi razgradnje organskega onesnaženja.



Grafikon 7: Dnevno nihanje raztopljenega kisika

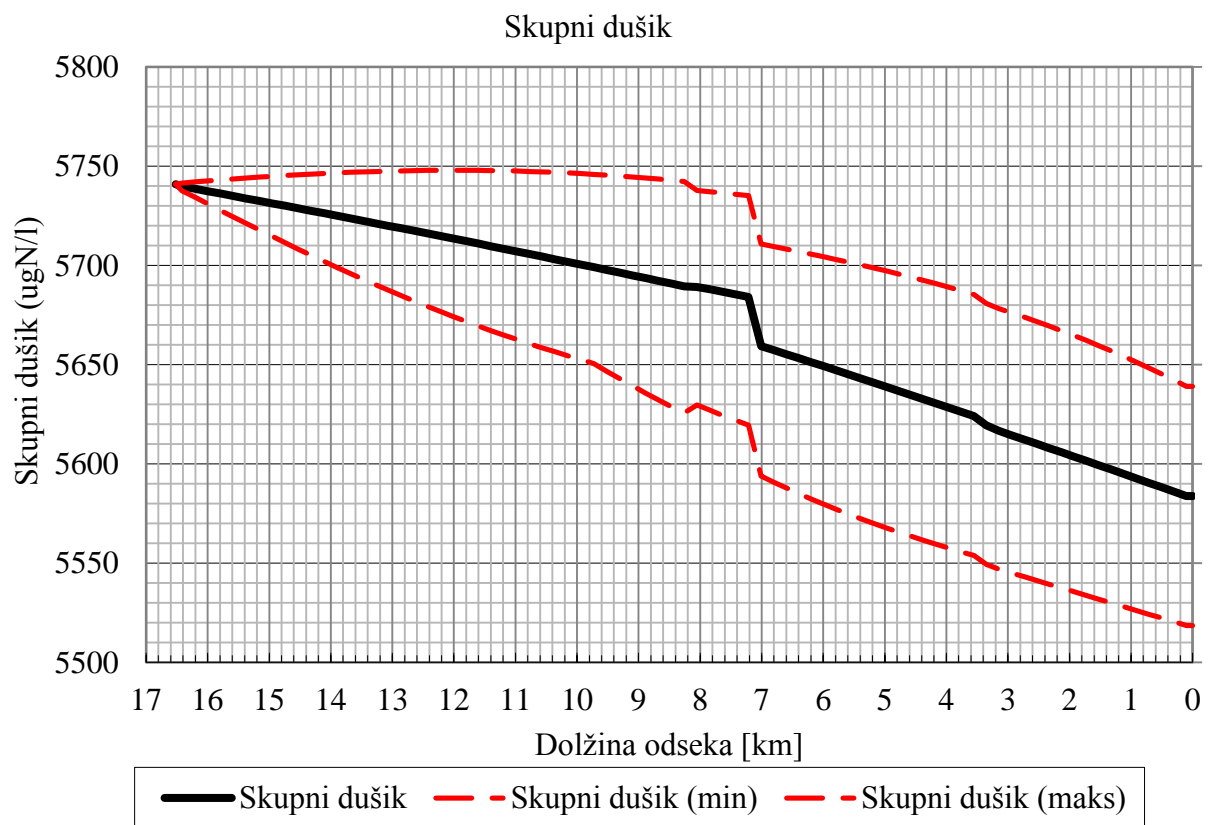
Grafikon 8 zelo nazorno prikazuje potek dogajanja koncentracije  $BPK_5$  v reki skozi obravnavan odsek. Vrednost  $BPK_5$  v Dvoru znaša 1,2 mg/l. Zaradi samočistilne sposobnosti reke se ta vrednost niža do 8 km do MP, kjer doseže vrednost 0,45 mg/l. V tej točki se v reko Krko izliva potok Radešca, koncentracija naraste za 0,29 mg/l in znaša 0,74 mg/l. Rahel skok grafa je viden dober kilometer dolvodneje, kjer je vtok potoka Sušica, ki dvigne koncentracijo za 0,01 mg/l.

Naslednji vidnejši skok se zgodi z izpustom iz Novolesa in čistilne naprave v Straži, natančneje na 3.5 km višje od MP Srebrniče. Obremenitev z  $BPK_5$  v reki Krki zviša iz 0,49 na 0,93 mg/l. Od Straže do Srebrnič se koncentracija  $BPK_5$  zniža na 0,64 mg/l  $BPK_5$ .

Grafikon 8:  $BPK_5$

Grafikon skupnega dušika prikazuje, kako se koncentracija vztrajno konstantno znižuje. Začetna vrednost je 5,74 mgN/l, končna pa 5,58 mgN/l. Program QUAL2k obravnava količine dušikovih spojin sešteje in to poda kot količino skupnega dušika v sistemu. Agencija republike Slovenije za okolje, katera je pristojna za izvajanje meritev, ima drugačne metode določanja celotnega dušika, kar je opazno tudi po podatkih. Izmerjene vrednosti za Srebrniče so: nitrati 5,7 mg/l, skupni dušik: 1,3 mg/l.

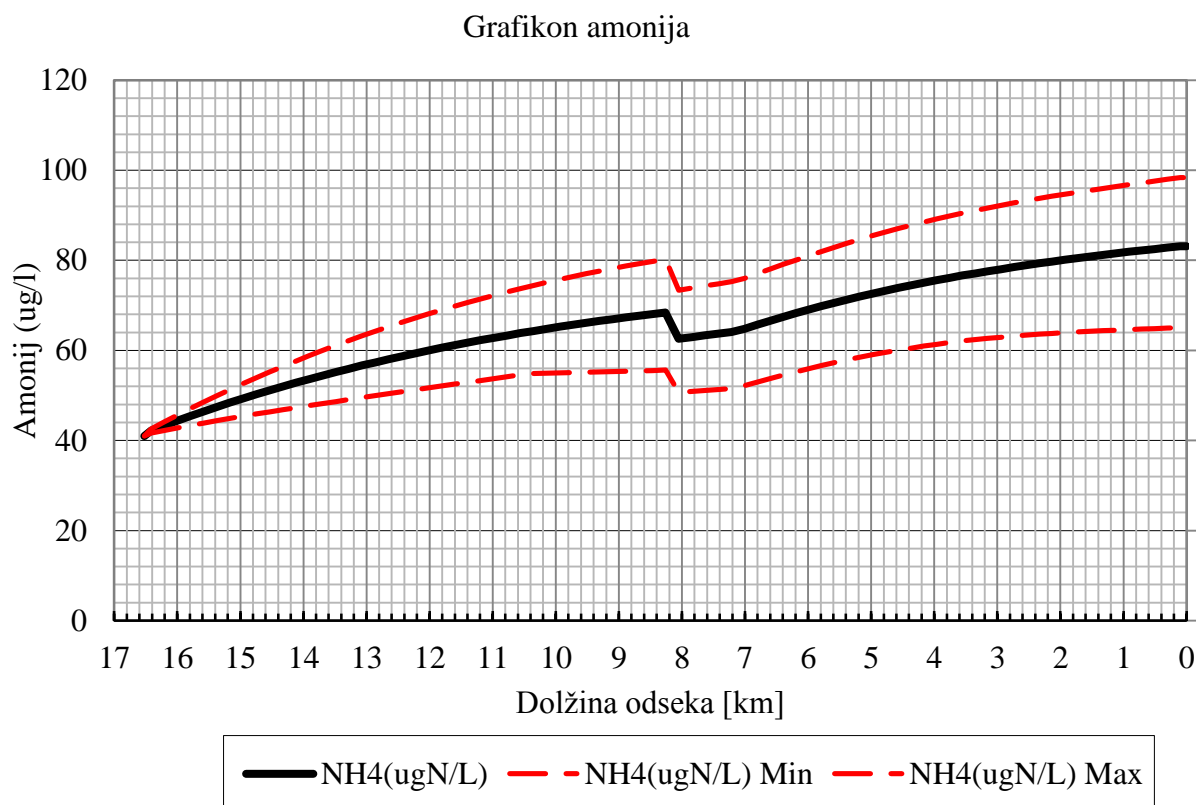
To je razlog da se vrednosti tako razlikujejo, s simulacijo sem prišel do rezultata 5,58 mgN/l, izmerjena vrednost pa le 1,4 mgN/l.



Grafikon 9: Skupni dušik

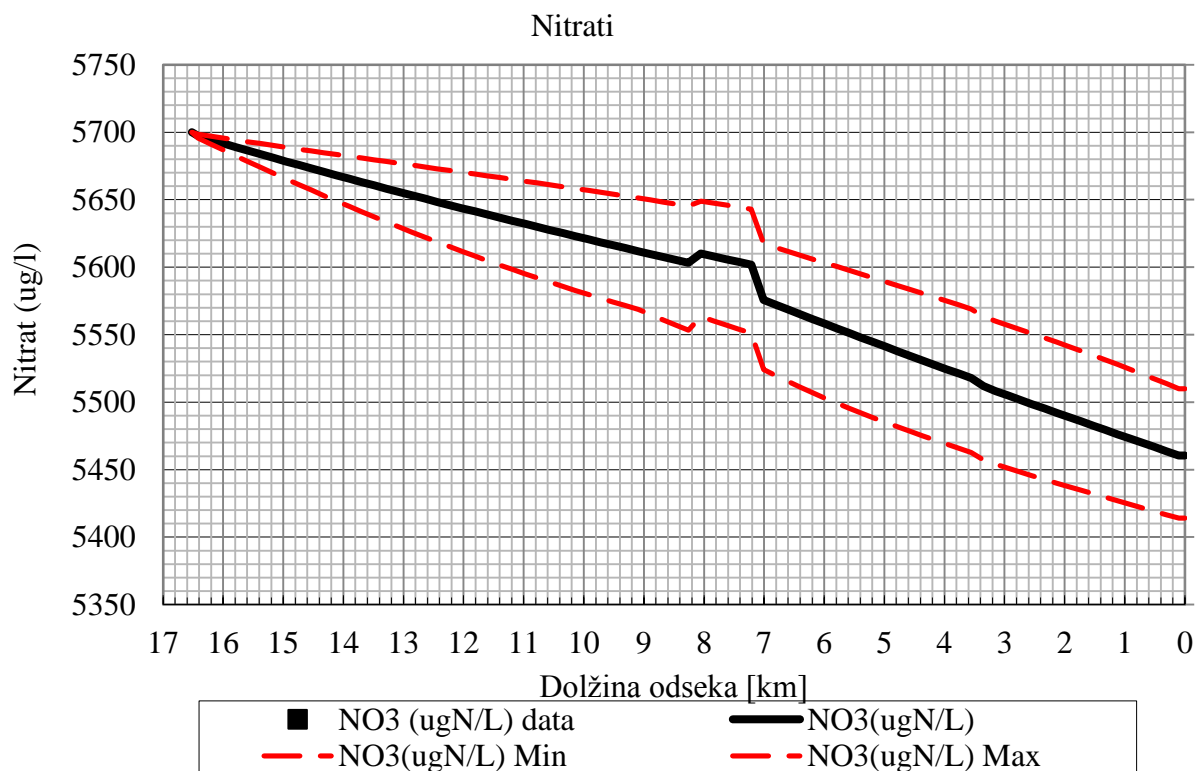
Količina amonija je prikazana na grafikonu 10. Koncentracija amonija se dolvodno zvišuje, tako od koncentracije v Dvoru, ki znaša 0,041 mg/l naraste na 0,081mg/l. Zanimivo je, da je simulacija prikazala obratno stanje, kot ga prikazujejo rezultati monitoringa, kjer se koncentracija amonija iz 0,041mg/l zniža na 0,037 mg/l.

Amonij v vodnem okolju vstopa v oksidacijski proces in se oksidira do oksidiranih dušikovih oblik, predvsem nitrata. V nekaterih okoliščinah amonij lahko preide v plinasto obliko amoniak, ki je za vodne organizme strupen že v manjših količinah. Razlog za zvišanje je možen zaradi razkrajjanja organskih spojin s pomočjo mikroorganizmov ob nizki vsebnosti kisika. Lahko pa nastaja tudi ob razkroju kanalizacijskih odplak in gnojnice.



Grafikon 10: Amonij

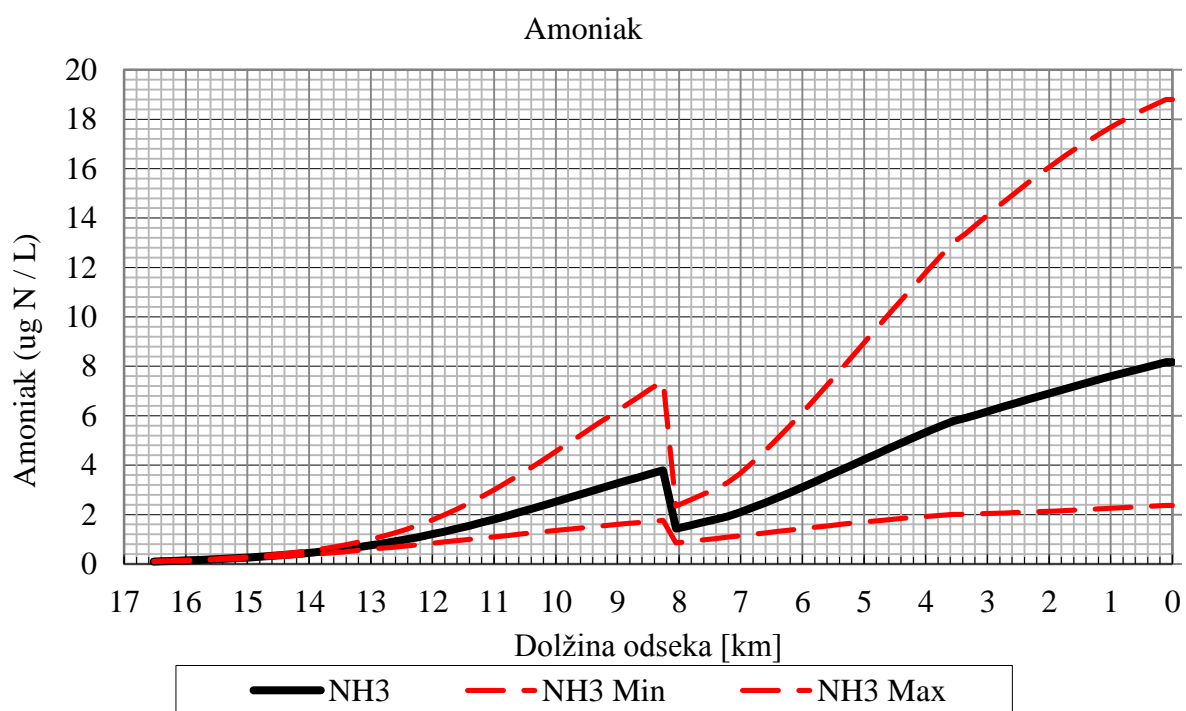
Grafikon 11 prikazuje vrednosti nitratov vzdolž odseka med Dvorom in Srebričami. Vrednost nitratov se vzdolž toka znižujejo in se spustijo iz 5,7 mg/l na 5,45 mg/l. Podatki v soteski so bili odčitani 20. 8. 2008, tistega dne niso bile merjene vrednosti v Srebričah, zato težko ocenim ali se rezultati ujemajo, primerjam z rezultati meritev iz leta 2006, ko so se meritve nitratov še izvajale, pa je rezultat znašal 5,03 mg/l. Vendar iz tega podatka ne morem povzeti kakšnih vzporednic.



Grafikon 11: Nitrati

Grafikon 12 je grafikon koncentracije amoniaka, ki vseskozi narašča, razen pri vtoku Radešce v reko Krko. Opaziti je velik razpon med minimalnimi in maksimalnimi vrednostmi v Srebrničah. Začetna vrednost, v Dvoru znaša 0,1 ugN/l. Naraščanje koncentracije traja prvih 8 km in naraste na 3,79 ugN/l. Z vtokom Radešce pa se koncentracija zniža na 1,43 ugN/l. Sledi rast koncentracije vse do MP Srebrniče, kjer vrednost amoniaka znaša 8,17 ugN/l.

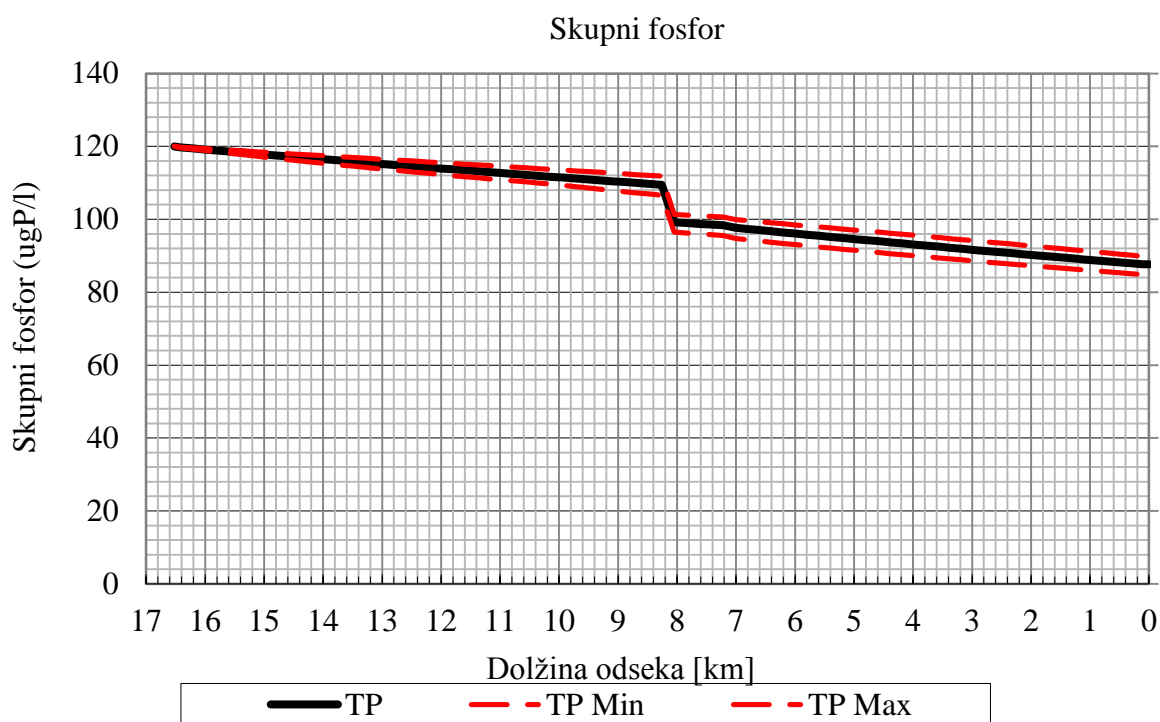
Rezultati monitoringa prikazujejo, da je vrednost amoniaka v Srebrničah nižja od 10 ugN/l. To pomeni, da rezultati simulacije ustrezajo meritvam.



Grafikon 12: Amoniak



Na grafikonu 13 je prikazan potek skupnega fosforja po obravnavanem odseku. Vrednost skupnega fosforja v Dvoru je 0,12 mg/l. Vseskozi se koncentracija niža. Dodaten stopničast padec krivulje povzroči potok Radešca, kjer se koncentracija zniža iz 0,11 mg/l na 0,1 mg/l. Simulacija prikaže koncentracijo skupnega fosforja v Srebrničah 0,087 mg/l. Rezultati monitoringa izvedenih v MP Srebrniče je 0,084 mg/l. To pomeni da je simulacija natančno prikaže potek onesnaženja s fosforjem na obravnavanem odseku, saj je odstopanje minimalno.



Grafikon 13: Skupni fosfor

## 5 IZRAČUN MASNIH OBREMENITEV IZ PRISPEVNIH POVRŠIN

Na podlagi podatkov pridobljenih z orodjem GIS o rabi tal, povprečnih letnih padavinah in številu prebivalcev na tem območju, sem izvedel izračun obremenitev na reko Krko.

V preglednici 6 so površine posameznih rab tal in obremenitve, ki jih te vrste tal povzročijo. Izračun se je izvedel na podlagi povprečnih obremenitev površinskih odtokov pri različnih tipov tal. (Preglednica 7) Količina padavin so povprečne letne padavine za Novo mesto za leto 2009 in znašajo 1066 mm/m<sup>2</sup>/leto. (Internet, 2009)

Preglednica 6: Odtok iz prispevnih površin

		Površina [ha]	količina padavin [l/leto]	koeficient odtoka	skupni odtok [l/leto]
<b>Gozd</b>	86,63 %	24.499,83	26.116.817,30	0,05	1.305.840,86
<b>Travnik</b>	7,67 %	2.152,83	2.294.917,32	0,07	160.644,21
<b>Pozidano</b>	2,57 %	682,08	727.094,72	0,75	545.321,04
<b>Njive</b>	2,36 %	573,93	611.806,38	0,2	122.361,28
<b>Nasadi</b>	0,74 %	81,46	86.841,69	0,25	21.710,42
<b>SKUPAJ</b>	<b>100 %</b>	27.990,13	29.837.477,41		2.155.877,82

Preglednica 7: Vsebnost polutantov v površinskem odtoku pri različnih tipih tal

Raba tal	PRISPEVNOST [kg/(ha/leto)]				
	skupni dušik	nitriti	skupni fosfor	fosfati	BPK <sub>5</sub>
Gozd	0,17	0,04	0,006	0,003	1
Travnik	4,5	4,3	0,043	0,022	1
Pozidano	1,7	1,5	0,004	0,002	1
Njive	4,5	4,3	0,043	0,022	1
Nasadi	4,5	4,3	0,043	0,022	1

(Dragoš, 2010)

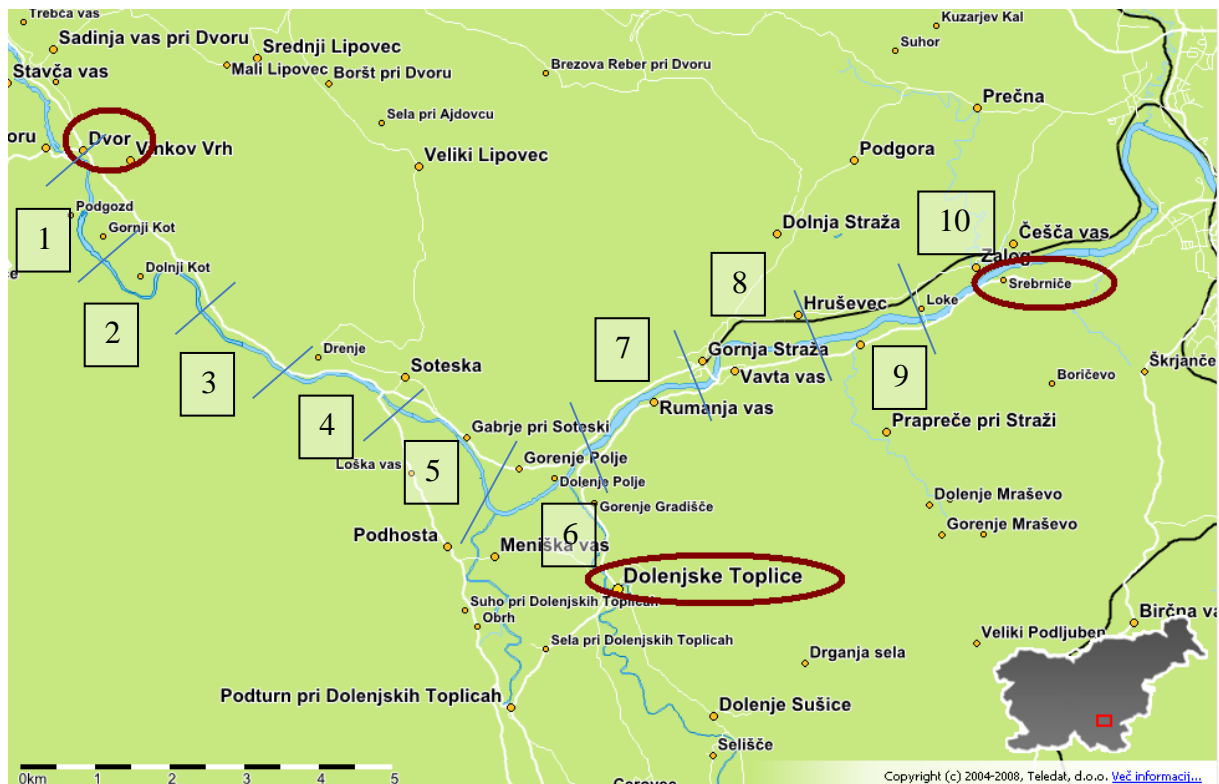
Preglednica 8: Izračunana vsebnost polutantov v površinskem odtoku pri različnih tipih tal za obravnavano območje

	BPK <sub>5</sub> [mg/l]	Dušik [mg/l]	Nitrati [mg/l]	Fosfor [mg/l]	Fosfati [mg/l]
<b>Gozd</b>	18.761,73	3.189,49	750,47	112,57	56,29
<b>Travnik</b>	13.401,23	60.305,55	5.7625,30	576,25	294,83
<b>Pozidano</b>	1.250,78	2.126,33	1.876,17	5,00	2,50
<b>Njive</b>	4.690,43	21.106,94	20.168,86	201,69	103,19
<b>Nasadi</b>	3.752,35	16.885,55	16.135,08	161,35	82,55
<b>Skupaj</b>	<b>41.856,52</b>	<b>103.613,87</b>	<b>96.555,88</b>	<b>1.056,87</b>	<b>539,35</b>

Ker se voda iz prispevnih območij ne izteče v reko v eni točki, sem odsek razdelil na 10 segmentov, ki predstavljajo 10 pritokov v reko. Po spodnji enačbi določim koncentracijo BPK<sub>5</sub> v reki Krki za naselje Srebrniče.

$$C_{rd} * Q_{rd} = C_1Q_1 + C_2Q_2 + \dots + C_{10}Q_{10} \quad \text{Enačba 12}$$

$$C_{rd} = \frac{C_1Q_1 + C_2Q_2 + \dots + C_{10}Q_{10}}{Q_{rd}} \quad \text{Enačba 13}$$



Slika 12: Obravnavano območje razdeljeno na 10 odsekov

## BPK<sub>5</sub>

Preglednica 9: Izračun koncentracije **BPK<sub>5</sub>** za posamezne odseke

	<b>pretok zgoraj</b>	<b>pritok</b>	<b>Začetek odseka</b>	<b>pretok spodaj</b>	<b>Konec odseka</b>
	l/s	l/s	mg/l	l/s	mg/l
<b>1</b>	19700.00	0.0068	0.60	19700.00	0.64
<b>2</b>	19900.00	0.0068	0.64	19900.00	0.67
<b>3</b>	20100.00	0.0068	0.67	20100.00	0.71
<b>4</b>	20300.00	0.0068	0.71	20300.00	0.74
<b>5</b>	20500.00	0.0068	0.74	20500.00	0.78
<b>6</b>	20700.00	0.0068	0.78	20700.00	0.81
<b>7</b>	20900.00	0.0068	0.81	20900.00	0.84
<b>8</b>	21100.00	0.0068	0.84	21100.00	0.88
<b>9</b>	21300.00	0.0068	0.88	21300.00	0.91
<b>10</b>	21700.00	0.0068	0.91	21700.00	0.94

## Dušik

Preglednica 10: Izračun koncentracije dušika za posamezne odseke

	<b>pretok zgoraj</b>	<b>pritok</b>	<b>Začetek odseka</b>	<b>pretok spodaj</b>	<b>Konec odseka</b>
	l/s	l/s	mg/l	l/s	mg/l
<b>1</b>	19700.00	0.0068	1.30	19700.00	1.34
<b>2</b>	19900.00	0.0068	1.34	19900.00	1.37
<b>3</b>	20100.00	0.0068	1.37	20100.00	1.41
<b>4</b>	20300.00	0.0068	1.41	20300.00	1.44
<b>5</b>	20500.00	0.0068	1.44	20500.00	1.48
<b>6</b>	20700.00	0.0068	1.48	20700.00	1.51
<b>7</b>	20900.00	0.0068	1.51	20900.00	1.54
<b>8</b>	21100.00	0.0068	1.54	21100.00	1.58
<b>9</b>	21300.00	0.0068	1.58	21300.00	1.61
<b>10</b>	21700.00	0.0068	1.61	21700.00	1.64

## Nitrati

Preglednica 11: Izračun koncentracije **nitratov** za posamezne odseke

	<b>pretok zgoraj</b>	<b>pritok</b>	<b>Začetek odseka</b>	<b>pretok spodaj</b>	<b>Konec odseka</b>
	l/s	l/s	mg/l	l/s	mg/l
<b>1</b>	19700	0.0068	5.70	19700.00	5.73
<b>2</b>	19900	0.0068	5.73	19900.00	5.77
<b>3</b>	20100	0.0068	5.77	20100.00	5.80
<b>4</b>	20300	0.0068	5.80	20300.00	5.83
<b>5</b>	20500	0.0068	5.83	20500.00	5.86
<b>6</b>	20700	0.0068	5.86	20700.00	5.90
<b>7</b>	20900	0.0068	5.90	20900.00	5.93
<b>8</b>	21100	0.0068	5.93	21100.00	5.96
<b>9</b>	21300	0.0068	5.96	21300.00	5.99
<b>10</b>	21700	0.0068	5.99	21700.00	6.02

## Fosfor

Preglednica 12: Izračun koncentracije **fosforja** za posamezne odseke

	<b>pretok zgoraj</b>	<b>pritok</b>	<b>Začetek odseka</b>	<b>pretok spodaj</b>	<b>Konec odseka</b>
	l/s	l/s	mg/l	l/s	mg/l
<b>1</b>	19700.00	0.0068	0.12	19700.00	0.16
<b>2</b>	19900.00	0.0068	0.16	19900.00	0.19
<b>3</b>	20100.00	0.0068	0.19	20100.00	0.23
<b>4</b>	20300.00	0.0068	0.23	20300.00	0.26
<b>5</b>	20500.00	0.0068	0.26	20500.00	0.30
<b>6</b>	20700.00	0.0068	0.30	20700.00	0.33
<b>7</b>	20900.00	0.0068	0.33	20900.00	0.36
<b>8</b>	21100.00	0.0068	0.36	21100.00	0.40
<b>9</b>	21300.00	0.0068	0.40	21300.00	0.43
<b>10</b>	21700.00	0.0068	0.43	21700.00	0.46

V preglednicah od 9 do 12 so podani izračuni za BPK<sub>5</sub>, dušik, nitrati in fosfor. Izračunana je obremenitev vsakega segmenta obravnavanega odseka posebej. Zgornji pretok prvega segmenta je podan za Sotesko nato pa se pretoki prištevajo in pretok se viša. Tako pridem do naslednjih rezultatov za Srebrniče:

BPK <sub>5</sub>	0.94 mg/l
Dušik	1.64 mg/l
Nitrati	6.02 mg/l
Fosfor	0.46 mg/l

Preglednica 13: Izračun masnih pretokov iz prispevnih površin

	BPK <sub>5</sub>	Dušik	Nitrati	Fosfor	Fosfati
	kg/(ha·dan)	kg/(ha·dan)	kg/(ha·dan)	kg/(ha·dan)	kg/(ha·dan)
Gozd	67,12	11,41	2,68	0,40	0,20
Travnik	5,90	26,54	25,36	0,25	0,13
Pozidano zemljišče	1,87	3,18	2,80	0,01	0,00
Njive	1,57	7,08	6,76	0,07	0,03
Nasadi	0,22	1,00	0,96	0,01	0,00
Skupaj	76,69	49,21	38,57	0,74	0,37

V preglednici 13 so prikazani masni pretoki prispevnih površin na reko Krko. Iz prispevnih površin se v reko Krko do MP Srebrniče izteka 49,21 kg/(ha·dan) dušika, 38,57 kg/(ha·dan) nitratov, 0,74 kg/(ha·dan) fosforja, 0,37 kg/(ha·dan) fosfatov in 76,69 kg/(ha·dan) BPK<sub>5</sub>. Rezultati so razdeljeni glede na rabo tal. Podatki so pridobljeni z izračunom iz povprečnih vrednosti polutantov v površinskih odtokih pri različnih tipih tal.

## 5.1 Prebivalci

Na obravnavanem območju živi 9.714 prebivalcev. V Dolenjskih Toplicah in Straži sta tudi komunalni čistilni napravi. V te dve čistilni napravi se iztekajo odpadne vode 3.897 prebivalcev.

V komunalno čistilno napravo Dolenjske Toplice je v letu 2009 priteklo 84.359 m<sup>3</sup> odpadne vode. V tem letu so se meritve izvedle štirikrat. Voda, ki je pritekla v čistino napravo, je bila povprečno obremenjena z 173 mg BPK<sub>5</sub>/l, na iztoku pa je bila povprečna koncentracija 4.7 mg BPK<sub>5</sub>/l. To pomeni, da je povprečna letna uspešnost čistilne naprave 99 %.

V komunalno čistilno napravo Straža je v letu 2009 priteklo 75.274 m<sup>3</sup> odpadne vode. V tem letu so se meritve izvedle štirikrat. Voda, ki je pritekla v čistino napravo, je bila povprečno obremenjena z 208 mg BPK<sub>5</sub>/l, na iztoku pa je bila povprečna koncentracija 4.3 mg BPK<sub>5</sub>/l. To pomeni, da je povprečna letna uspešnost čistilne naprave 98 %.

Preglednica 14: Sestava odpadnih komunalnih voda

BPK <sub>5</sub>	N (Dušik)	Fosfati
[g/(PE·dan)]	[g/(PE·dan)]	[g/(PE·dan)]
60	12	3.5

np = 150 l/PE/dan

### Hidravlična obremenitev:

$$Q_k = A * np = 9714Pe * 150 l/Pe/dan = 16,86 l/s$$

Enačba 14

### Biokemijska obremenitev:

KČN Dolenjske toplice: 98% čiščenje BPK<sub>5</sub>, 1.787 prebivalcev

KČN Straža: 99% čiščenje BPK<sub>5</sub>, 2.110 prebivalcev

Greznice: 5.817 prebivalcev

$$G = A \cdot g \cdot \eta$$

A – število prebivalcev

$g$  – biokemijska obremenitev na prebivalca

$\eta$  - čiščenje

$$G_{DT} = 1.787 \cdot 60 \text{ g/(PE} \cdot \text{dan)} \cdot 0,02 = 2.144,4 \text{ gBPK}_5/\text{dan}$$

$$G_S = 2.110 \cdot 60 \text{ g/(PE} \cdot \text{dan)} \cdot 0,01 = 1.266 \text{ gBPK}_5/\text{dan}$$

$$G_g = 5.817 \cdot 60 \text{ g/(PE} \cdot \text{dan)} \cdot 0,75 = 261.765 \text{ gBPK}_5/\text{dan}$$

---


$$G = 3,07 \text{ gBPK}_5/\text{s}$$

$$c_2 = \frac{G}{Q} = \frac{3,07 \text{ gBPK}_5/\text{s}}{16,86 \text{ l/s}} = 182 \text{ mgBPK}_5/\text{l}$$

Soteska

$$c_1 = 0,60 \text{ mgBPK}_5/\text{l}$$

$$Q_1 = 19.700 \text{ l/s}$$

Prebivalstvo:

$$c_2 = 182 \text{ mgBPK}_5/\text{l}$$

$$Q_2 = 16,86 \text{ l/s}$$

$$C_{rd} = \frac{C_1 Q_1 + C_2 Q_2 + \dots + C_{10} Q_{10}}{Q_{rd}}$$

$$C_{rd} = \frac{0,60 \text{ mgBPK}_5/\text{l} \cdot 19.700 \text{ l/s} + 182 \text{ mgBPK}_5/\text{l} \cdot 16,86 \text{ l/s}}{21.700 \text{ l/s}} = 0,686 \text{ mgBPK}_5/\text{l}$$

Z upoštevanjem odpadnih vod glede na število prebivalcev, obremenitev reke Krke v Srebrničah po izračunu znaša 0,686 mgBPK<sub>5</sub>/l.

Določena stopnja čiščenja se zgodi že v greznicah. (Premzl, 2001) Ocenjeno je, da je večina greznic pretočnih, tako lahko trdim da se koncentracija BPK<sub>5</sub> zniža za približno 25 %.



## 5.2 Industrija

Na obravnavanem odseku je ena večja tovarna, to je lesna industrija Novoles. Lesna industrija ni poznana kot nevaren onesnaževalec, vendar pa obseg proizvodnje lahko močno stopnjuje učinke na okolje, tudi na vodo. Tovarna Novoles ima dva izpusta odpadnih voda. Na lokaciji Straža obratujejo tri kemijske čistilne naprave za čiščenje odpadne tehnološke vode. Parametri kemijsko očiščene vode so še vedno previsoki za direkten izpust v reko Krko, kamor se odpadne vode še vedno spuščajo. Zaradi neurejenega internega kanalizacijskega sistema ni možna priključitev na lokalno biološko čistilno napravo.



Slika 13: Novoles Straža (Nučič, 2011)

Točkovne vire onesnaženja predstavljajo tudi iztoki iz ribogojnic v porečju Krke. Na obravnavanem odseku je ena ribogojnica, to je ribogojnica Hribar. Obremenitev iz ribogojnice

predstavlja zelo omejeno obremenitev z dušikom in fosforjem, zato je vpliv ribogojnic ocenjen kot neznaten.

### 5.3 Turizem

Posebej sem obravnaval še probleme izpustov odpadne vode iz kopališč v reko Krko. Izpusti vode iz bazenov so močno klorirani. Po drugi strani pa je potrebno kopališča redno čistiti. Težava je predvsem s kislinami in lugi, ker se za čiščenje bazenov uporablja čistila na podlagi organskih kislin (citronska, glikolna, očetna in podobno), ker le kisline odstranijo vodni kamen na katerem se sprime najbolj trdovratna nesnaga. Pri tem povečujejo biokemijsko obremenitev odpadnih voda, ker kot biodegradabilni porabljajo kisik. Anorganske, po drugi strani, ne povečujejo biološke obremenitve voda, temveč slanost in s tem problematiko korozije kanalizacijskih omrežij in čistilnih naprav. (Bugar, 1998)

Maksimalen dnevni obisk Dolenjskih Toplic znaša v poletnem času 900 obiskovalcev dnevno. 1 obiskovalec = 1 PE = 60 g BPK<sub>5</sub>/dan (Panjan, 2004)

#### Hidravlična obremenitev

$Q = 85 \text{ l/s}$  (preglednica 5)

#### Biokemijska obremenitev

$G = 900 * 60 \text{ gBPK}_5/\text{dan} = 54000 \text{ gBPK}_5/\text{dan} = 0,625 \text{ gBPK}_5/\text{s}$

#### Koncentracija BPK<sub>5</sub> v odpadni vodi iz Term Dolenjske toplice

$$c = \frac{G}{Q} = \frac{0,625 \text{ gBPK}_5/\text{s}}{85 \text{ l/s}} = 7,352 \text{ mgBPK}_5/\text{l}$$

Izračun koncentracije BPK<sub>5</sub> v reki Krki (enačba 13)

$$C_{dt} = \frac{0,60 \text{ mgBPK}_5/\text{l} \cdot 19.700 \text{ l/s} + 7,352 \text{ mgBPK}_5/\text{l} \cdot 85 \text{ l/s}}{21.700 \text{ l/s}} = 0,57 \text{ mgBPK}_5/\text{l}$$

To pomeni, da je koncentracija BPK<sub>5</sub> v reki Krki:

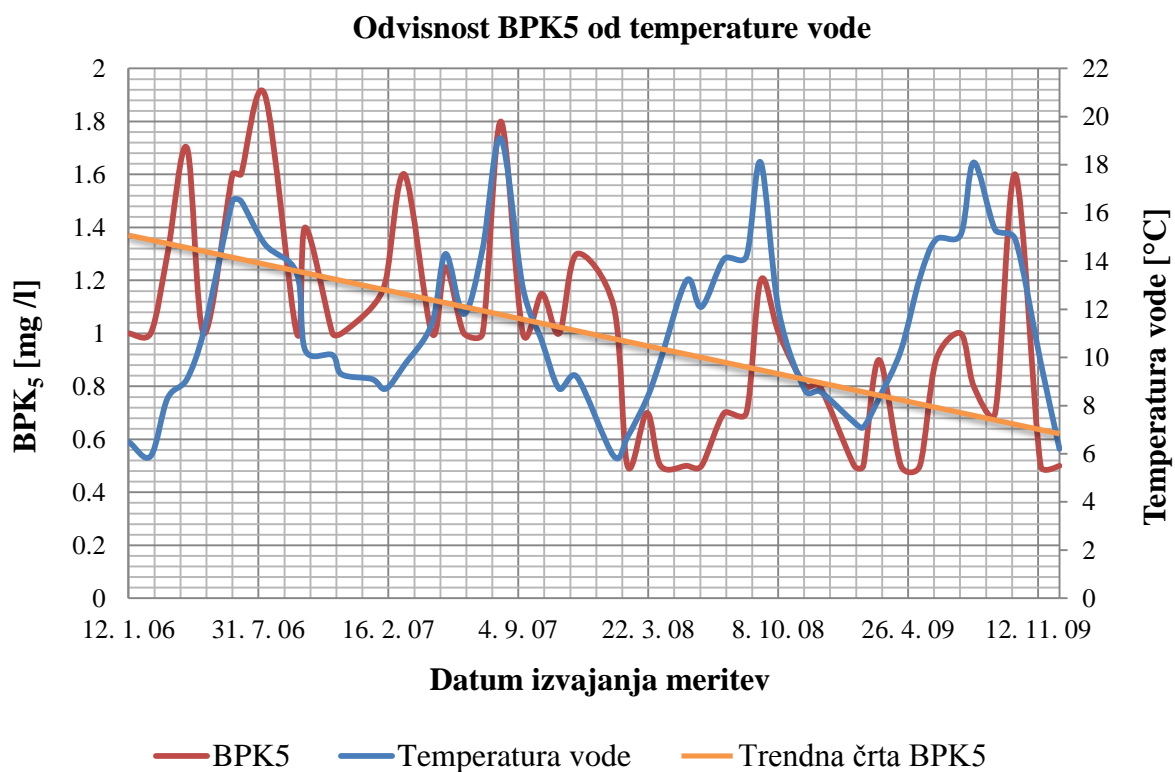
$$C_{\text{skupna}} = C_{\text{prispevne površine}} + C_{\text{prebvalci}} + C_{Dt} = 0,94 \text{ mgBPK}_5/\text{l} + 0,686 \text{ mgBPK}_5/\text{l} + 0,57 \text{ mgBPK}_5/\text{l} = \mathbf{2,20 \text{ mgBPK}_5/\text{l}^*}$$

\*Obremenitve iz prometa so zanemarljivo nizke

## 6 DISKUSIJA REZULTATOV

Analiza podatkov obsega primerjavo podatkov pridobljenih na tri načine. Prvi so rezultati monitoringa na reki Krki na postajah Soteska in Srebrniče, drugi računski, zadnji pa s pomočjo programskega orodja QUAL2k.

Meritve kvalitete reke Krke se izvajajo na merski postaji v Soteski in Srebrničah. Za mersko postajo v Srebrničah je bilo na voljo več podatkov, zato sem lahko analiziral odvisnost  $BPK_5$  in količino raztopljenega kisika od temperature vode. Prišel sem do ugotovitev, ki potrdijo teoretične osnove.



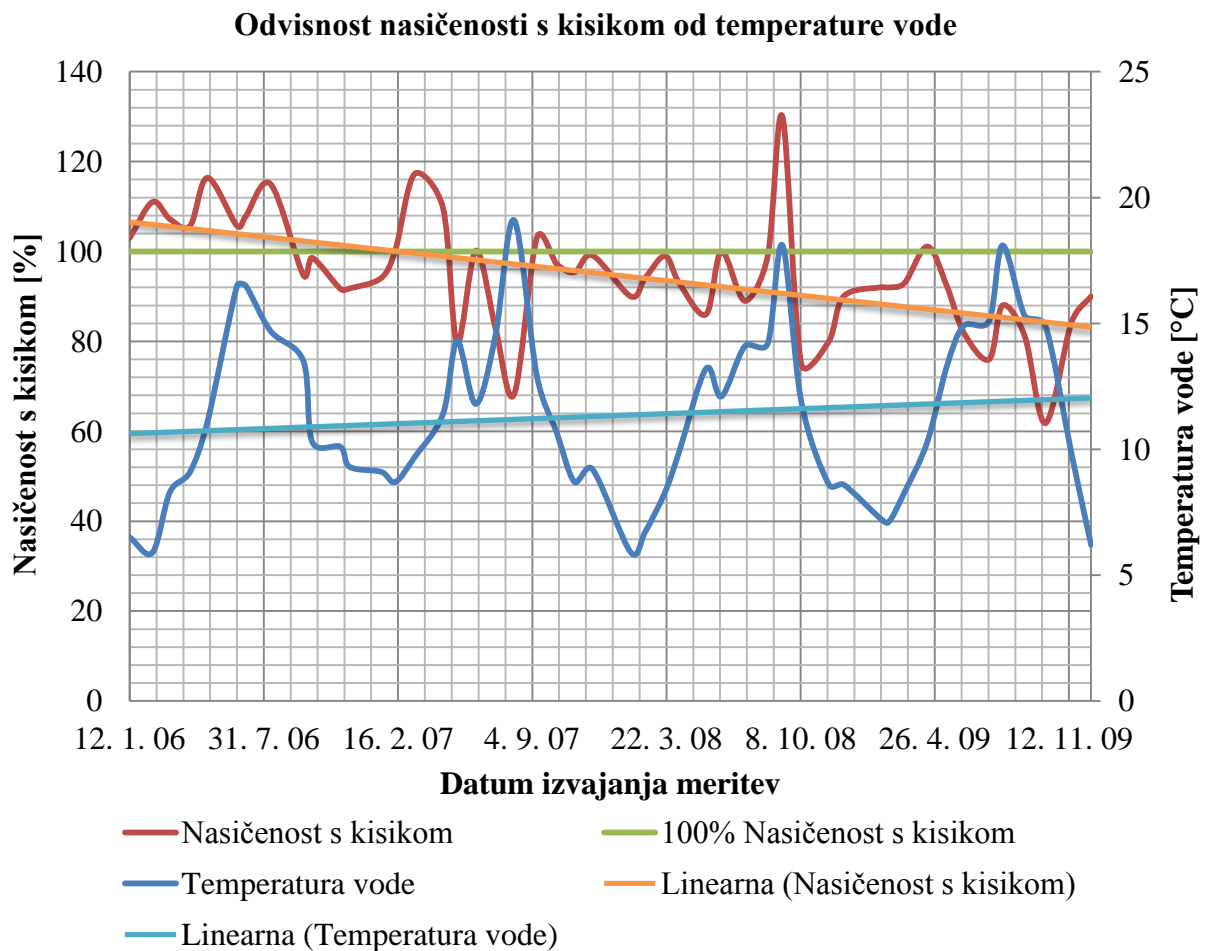
Grafikon 14: Odvisnost  $BPK_5$  od temperature

Kot sem že omenil v prejšnjih poglavjih, je temperatura eden izmed dejavnikov kvalitete vodotokov. Tako povišanje temperature vode vpliva tudi na zvišanje koncentracije  $BPK_5$ . Grafikon je rezultat izvajanja monitoringa na postaji Srebrniče med 12. 1. 2006 do 15. 12.

2009. Meritve so se izvajale enkrat mesečno. Najvišja izmerjena koncentracija BPK<sub>5</sub> je bila 1.9 mg BPK<sub>5</sub>/l, 10. 8. 2006. Temperatura ozračja tistega dne je bila 17 °C, vode pa 14.7 °C.

Trendna črta nakazuje zniževanje koncentracije BPK<sub>5</sub> v reki Krki skozi obdobje izvajanja meritev od leta 2006 do 2009.

Nobena meritev ni presegala maksimalnih priporočenih vrednosti BPK<sub>5</sub> za salmonidne vode, katera znaša 3 mg/l.



Grafikon 15: Odvisnost nasičenosti s kisikom od temperature vode

Na zgornjem grafikonu je razvidna odvisnost nasičenosti s kisikom od temperature vode. Zelena črta prikazuje 100 % nasičenost s kisikom. Ker kisik nastaja pri procesu fotosinteze, je tudi čas izvajanja meritev pomemben dejavnik, ki vpliva na zgornje rezultate. Pozno popoldne

vrednosti dosegajo maksimume, zaradi dejavnosti rastlin, ponoči pa se proizvodnja kisika ustavi, ker fotosinteza ni mogoča, in koncentracija kisika v vodi se zniža.

Kadar je stopnja fotosinteze višja od stopnje respiracije, je nasičenost vode s kisikom nad 100 %. Temu pravimo biogeno prezračevanje. (Urbanič, 2003) Z višanjem temperature vode se zmanjšuje topnost plinov v vodi, to pomeni da imamo pri višji temperaturi vode nižjo vrednost nasičenja s kisikom. (Samec, 2006)

Linearni trendni črti ponazarjata trend naraščanja temperature skozi obdobje, katero naraste iz 11 °C na 12 °C. Druga trendna črta pa prikazuje trend padanja nasičenosti vode s kisikom, v obravnavanem obdobju za Srebrniče.

Za salmonidne vode je priporočeno, da je koncentracija raztopljenega kisika v vseh vzorcih višja od 7 mg/l, v obdobju od leta 2006 do 2009 se je dvakrat zgodilo, da koncentracija ni presegala te vrednosti. To je bilo 8. 8. 2007 in 8. 10. 2009, takrat sta bili vrednosti 6,3 in 6,18 mg/l, kar pomeni, da koncentracija raztopljenega kisika ne dosega priporočene vrednosti, vendar ustreza mejnim vrednostim.

Preglednica 15: Primerjava rezultatov koncentracij hranil

	<b>Monitoring</b>	<b>Izračun</b>	<b>QUAL2k</b>
	<b>mg/l</b>	<b>mg/l</b>	<b>mg/l</b>
<b>BPK<sub>5</sub></b>	0,70	2,20	0,64
<b>Skupni dušik</b>	1,4	1.64	5,58
<b>Celotni fosfor</b>	0,084	0.46	0,087

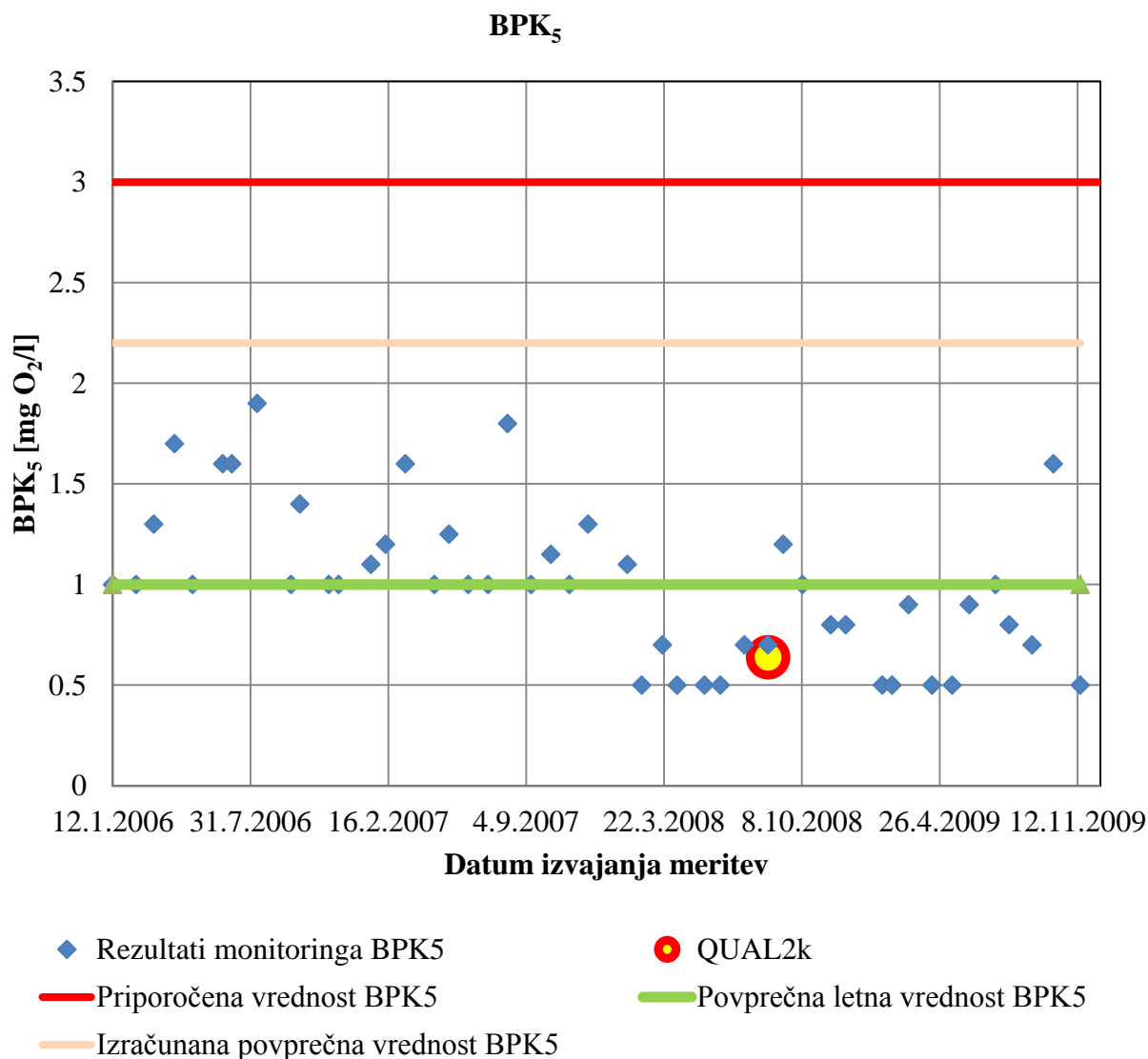
V preglednici 15 je prikazana primerjava rezultatov BPK<sub>5</sub>, skupnega dušika in celotnega fosforja v MP Srebrniče, pridobljenih na tri načine: z monitoringom, izračunom in z uporabo programskega orodja QUAL2k.

#### *BPK<sub>5</sub>*

Vrednosti biokemijske potrebe po kisiku so zelo blizu pri simulaciji z orodjem QUAL2k in dejansko vrednostjo. Izračunana metoda zelo izstopa, saj je višja za 1,5 mg/l. Vrednost, dobljena s simulacijo je 0,64 mg/l, dejanska vrednost pa je 0,70 mg/l. Priporočena vrednost za salmonidne vode je 3 mg/l BPK<sub>5</sub>.

Grafikon 16 prikazuje rezultate monitoringa, njihovo povprečno letno vrednost, mejno vrednost v salmonidnih vodah, rezultat simulacije QUAL2k in izračunano povprečno vrednost za BPK<sub>5</sub>. Razvidno je, da nobena meritev ne presega teh vrednosti. Priporočena vrednost znaša 3 mgBPK<sub>5</sub>/l, izračunana letna vrednost znaša 2,20 mgBPK<sub>5</sub>/l, rezultat simulacije s programskim orodjem QUAL2k pa je 0,64 mgBPK<sub>5</sub>/l.

Odpadne vode iz greznic se ne iztekajo direktno v potoke in reke, temveč se izlivajo po travnikih. Na travnikih se prav tako izvaja čiščenje, kar bi dejansko vrednost BPK<sub>5</sub>, pridobljeno z izračunom še dodatno znižalo. Tega faktorja nisem upošteval. V tem dejstvu lahko iščem vzrok za tako odstopanje vrednosti pridobljenih z izračuni.



Grafikon 16: Rezultati monitoringa in priporočena vrednost BPK<sub>5</sub>

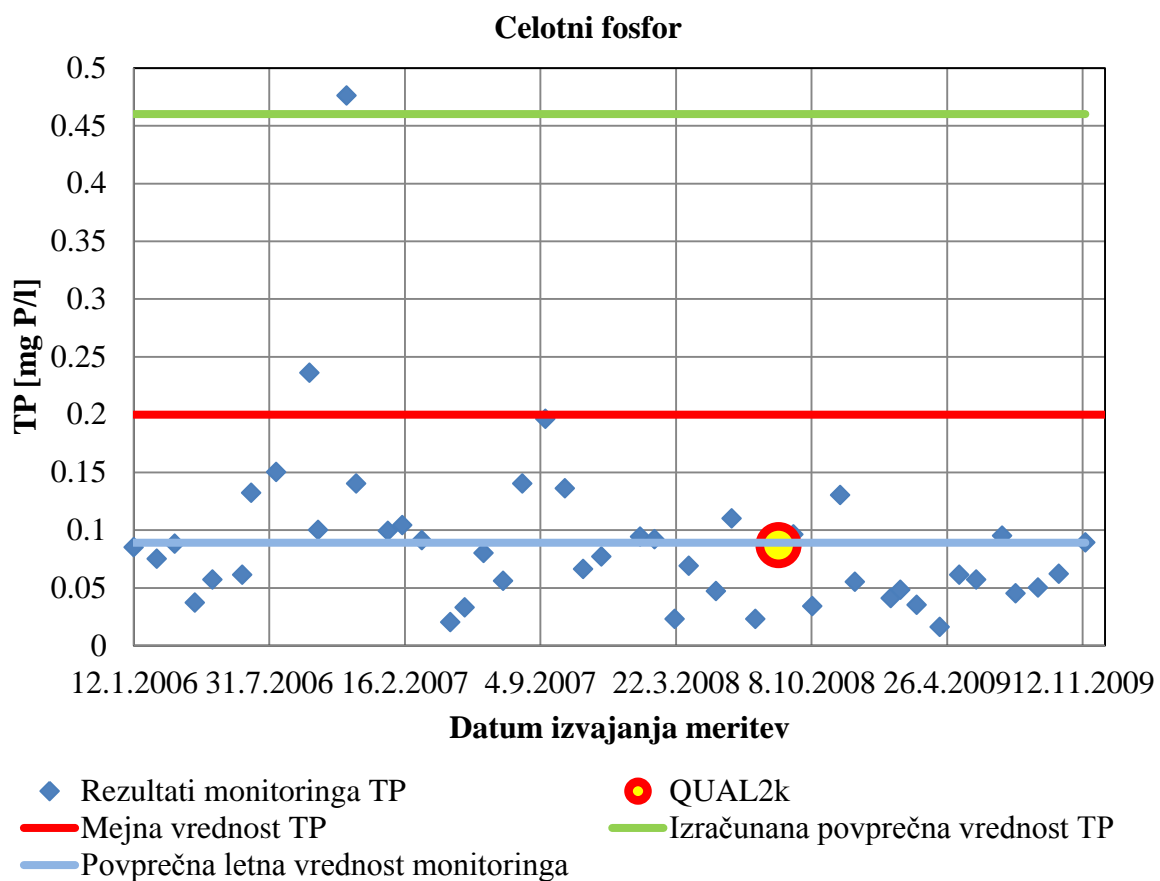
*Skupni dušik*

Najbolj izstopajo rezultati, pridobljeni z programskim orodjem QUAL2k. Koncentracija v Srebrničah znaša 5,58 mg/l, izmerjena vrednost pa je 1,4 mg/l. Razlog je že omenjena različna metoda obračunavanja skupnega dušika programa QUAL2k.

Po izračunih sem prišel do vrednosti 1,64 mg/l, kar je blizu dejanski vrednosti, ki znaša 1,4 mg/l.

*Celotni fosfor*

Rezultati celotnega fosforja so s simulacijo še najbližje dejanski vrednosti. Razlika je minimalna. Najvišjo vrednost prikazuje izračunana vrednost, katera predstavlja 5x vrednost ostalih dveh metod.



Grafikon 17: Rezultati monitoringa in mejna vrednost celotnega fosforja



Grafikon 17 prikazuje rezultate monitoringa, njihovo povprečno letno vrednost, mejno vrednost v salmonidnih vodah, rezultat simulacije QUAL2k in izračunano povprečno vrednost za celotni fosfor. Mejna vrednost znaša 0,2 mgP/l. Ta vrednost je bila presežena dvakrat v obdobju od 12. 1. 2006 do 12. 11. 2009. To se je zgodilo ob meritvah dne 28. 9. 2006 in 22. 11. 2006. Ob prvi prekoračeni meritvi je vrednost celotnega fosforja znašala 0,236 mgP/l, ob drugi pa 0,476 mgP/l. Kar predstavlja več kot dvakratno mejno vrednost, ki je dovoljena za salmonidne vode.

### ***Masna bilanca v Srebrničah***

Izračun masne bilance

$$G = c \cdot Q$$

Enačba 15

G - masna obremenitev

c - koncentracija polutanta v reki (preglednica 15)

Q - pretok reke

### ***BPK<sub>5</sub>***

Monitoring

$$G_{BPK5} = 0,70 \text{ mg/l}^* \cdot 21.700 \text{ l/s} = 15.190 \text{ mg/s} = \mathbf{1.312,42 \text{ kg/dan}}$$

\*meritev opravljena dne 20.08.2008

Izračun

$$G_{BPK5} = 2,20 \text{ mg/l} \cdot 21.700 \text{ l/s} = 47.740 \text{ mg/s} = \mathbf{4.124,74 \text{ kg/dan}}$$

QUAL2k

$$G_{BPK5} = 0,64 \text{ mg/l} \cdot 21.700 \text{ l/s} = 13.888 \text{ mg/s} = \mathbf{1.200 \text{ kg/dan}}$$

Z rezultati monitoringa v Srebrničah je ugotovljeno, da je masna bilanca 1.312,42 kg/dan BPK<sub>5</sub>. S programskim orodjem QUAL2k znaša vrednost 1.200 kg/dan. Vrednost, pridobljena z izračuni pa znaša več kot 4 tone dnevno, določena stopnja čiščenja izvede tudi v travnikih in poljih, kamor so odpadne vode praviloma izpuščene.

### *Skupni dušik*

Monitoring

$$G_{\text{skupni dušik}} = 1,4 \text{ mg/l} \cdot 21.700 \text{ l/s} = \mathbf{2.624,83 \text{ kg/dan}}$$

Izračun

$$G_{\text{skupni dušik}} = 1,64 \text{ mg/l} \cdot 21.700 \text{ l/s} = \mathbf{3.074,80 \text{ kg/dan}}$$

QUAL2k

$$G_{\text{skupni dušik}} = 5,58 \text{ mg/l} \cdot 21.700 \text{ l/s} = \mathbf{10.461,83 \text{ kg/dan}}$$

Količina skupnega dušika v Srebrničah znaša 2.624,83 kg dnevno. Vrednosti s pomočjo izračuna in programskega orodja sta neprimerno višji, prva za 400 kg, druga pa za skoraj 8 ton dnevno. Tako kot že omenjeno je razlog za tako visoko razliko med rezultati QUAL2k in dejansko vrednostjo različna metoda obračunavanja skupnega dušika.

### *Celotni fosfor*

Monitoring

$$G_{\text{celotni fosfor}} = 0,084 \text{ mg/l} \cdot 21.700 \text{ l/s} = \mathbf{157,49 \text{ kg/dan}}$$

Izračun

$$G_{\text{celotni fosfor}} = 0,46 \text{ mg/l} \cdot 21.700 \text{ l/s} = \mathbf{862,45 \text{ kg/dan}}$$

QUAL2k

$$G_{\text{celotni fosfor}} = 0,087 \text{ mg/l} \cdot 21.700 \text{ l/s} = \mathbf{163,11 \text{ kg/dan}}$$

Dnevno se skozi Srebrniče transportira 157,49 kg celotnega fosforja. S programskim orodjem QUAL2k je ta vrednost približno enako visoka, saj je razlika le 6 kg. Izstopa predvsem rezultat, pridobljen z izračunom, kateri dejansko vrednost presega za približno 700 kg.

## 7 ZAKLJUČEK

Namen diplomske naloge je bila analiza kakovosti reke Krke v srednjem toku. Prispevna površina območja so 280 km<sup>2</sup>, kar je 12 % vseh prispevnih površin reke Krke, katera ima 2.315 km<sup>2</sup> prispevnih površin.

Ugotavljali smo masno bilanco hranil (BPK<sub>5</sub>, N, P) na MP Srebrniče. Analizo smo izvajali na tri načine. Prvi so na podlagi rezultatov monitoringa, koncentracij hranil in pretoka na območju od Dvora do Srebrnič. Drugi način je izračun na podlagi izplakovanja, glede na rabo tal in števila prebivalcev iz celotne prispevne površine območja. Tretji način pa je bil z uporabo programskega orodja QUAL2K, s katerim je izračunan potek obremenitev po obravnavanem območju.

Želel sem prikazati vpliv in potek posameznih onesnaževal v reki Krki na odseku od Dvora do Srebrnič. Rezultate sem primerjal z meritvami. Prihajalo je do določenih odstopanj, ki so posledica predvsem v vhodnih podatkih. Ti so pogosto podani v letnih vrednostih, te pa se nato pretvorijo v urne oziroma sekundne vrednosti. Določeni podatki, na primer skupni dušik, se v programu QUAL2k določa po drugi metodi, tako da si s temi podatki tudi ne morem veliko pomagati.

Namen diplomske naloge je bil tudi ugotoviti, ali kvaliteta reke Krke ustreza mejnim in priporočenim vrednostim parametrov. (Priloga M)

Na obravnavanem območju živijo salmonidne ribe. Določene so priporočene in mejne vrednosti za to vrsto rib.

Prekoračena je vrednost nitritov, kjer je priporočena vrednost nižja od 0,01 mg/l, izmerjena vrednost pa je bila 0,047 mg/l. Vrednosti nasičenosti s kisikom in amoniaka ne ustreza priporočenim vrednostim, vendar zadostuje mejnim vrednostim.

Če povzamem vse rezultate lahko trdim, da reka Krka ustreza mejnim vrednostim, vendar ne ustreza priporočenim vrednostim.

Potrebno bo izboljšanje kvalitete reke Krke. Znižati je potrebno količino vnosa dušika. To se stori na več načinov:

- gospodinjstva z greznicami priklopiti na kanalizacijski sistem in vodo prečistiti na čistilnih napravah. Greznicam, katerih ni možno priklopiti na kanalizacijski sistem, pa kontrolirati njihovo vodotesnost, odpadno vodo pa prečiščevati na čistilnih napravah,
- blažilne cone, to so cone (cca. 10 m vzdolž reke), kjer se namesto obdelovane zemlje zasadi grmičevje, drevje in trava. V tej coni se zadrži določena količina hranil, poleg tega pa je funkcija tudi v zmanjšanju erozije. Na coni je prepovedano kakršnokoli gnojenje,
- ekološko kmetovanje, katero obsega nadomestitev mineralnih gnojil in kemično sintetiziranih fitofarmaceutskih sredstev (pesticidov), z nadomestnimi, ekološkimi načini obdelave zemlje,
- dobra kmetijska praksa, gre za upoštevanje zmanjšanja vnosa gnojil na ranljiva območja, upoštevanja časovnih obdobj prepovedi gnojenja, izobraževanje kmetov, ureditev gnojišč, preprečevanja izcejanja gnojnice v tla ter nadzor nad izvajanjem gnojenja,
- urejanje gnojnih jam iz katerih se voda nebi več izcejala,
- spreminjanje njivskih površin v travnike, ta ukrep zniža vnos dušika in fosforja do 75 %, vendar ni priporočljiv zaradi samooskrbe republike Slovenije s hrano.

(Novak, 2006)

Koncentracije hranil v reki Krki še niso kritične, vendar se kljub temu skozi poletje pojavlja evtrofikacija - značilno cvetenje Krke dolvodno od Novega mesta. To je tudi razlog, da se začnejo stvari reševati, pa ne samo na obravnavanem odseku, temveč vzdolž celotne struge »Dolenjske lepotic« - Krke.

## VIRI

Bugar, S., Bauer, M., Ferfila, N., et al. 1998. Vzdrževanje sanitarno – higienskih parametrov vode v kopaliških bazenih: Moravske Toplice. Ljubljana, Zavod za tehnično izobraževanje: Zbornica sanitarnih tehnikov in inženirjev Slovenije: 50 str.

Chapra, S., Pelletier, G., Tao, H. 2008. QUAL2K, A Modeling Framework for Simulating River and Stream Water Quality, Documentation and Users Manual. Civil and Environmental Engineering Dept., Tufts University, Medford, MA.: 109 str.

Cvitanič, I., Tehovnik, D. M., Rotar, B., et al. 2010. Ocena ekološkega in kemijskega stanja rek v Sloveniji v letih 2007 in 2008, Ljubljana, Ministrstvo za okolje in prostor Republike Slovenije, Agencija RS za okolje: 116 str.

Fortuna, D., Čampa, G., Gros, L., 2008a. Poročilo o obratovalnem monitoringu za komunalno čistilno napravo KČN Dolenjske Toplice. Novo mesto, Zavod za zdravstveno varstvo Novo mesto: 11 str.

Fortuna, D., Čampa, G., Gros, L., 2008b. Poročilo o obratovalnem monitoringu za komunalno čistilno napravo KČN Straža. Novo mesto, Zavod za zdravstveno varstvo Novo mesto: 12 str.

Hudoklin, A., 2010. Skriti kotički narave: Radešca. Glasilo občine Dolenjske Toplice. 129:16

Kobold, M., Trček, R., Kosec, D., et al. 2008. Program hidrološkega monitoringa površinskih voda za leto 2009. Ljubljana, Ministrstvo za okolje in prostor Republike Slovenije, Agencija RS za okolje: 16 str.

Kolar, J. 1983. Odvod odpadne vode iz naselij in zaščita voda. Ljubljana, Državna založba Slovenije: 523 str.

Kolar, J., 1988. Kako deluje? Človekovo okolje. Ljubljana, Tehniška založba Slovenije: 603 str.

Novak, J., Beumer, L., Eržan, N., Et. Al. 2006. Zasnova (elementov) načrta upravljanja voda v porečju Krke. Tehnično poročilo. Ljubljana, Hidroinženiring d.o.o.:108 str.

Panjan, J. 2004a. Količinske in kakovostne lastnosti voda. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo: 81 str.

Panjan, J. 2004b. Osnove zaščite voda. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo: 80 str.

Panjan, J. 2002. Odvodnjavanje onesnaženih voda. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo: 91 str.

Povprečne temperature zraka in količina padavin po meteoroloških postajah, Slovenija, 2009  
[http://www.stat.si/novica\\_prikazi.aspx?id=3136](http://www.stat.si/novica_prikazi.aspx?id=3136) (29.1.2011)

Pravilnik o monitoringu kemijskega stanja površinskih voda: Uradni list RS, št. 42/02

Pravilnik o prvih meritvah in obratovalnem monitoringu odpadnih vod ter o pogojih za njegovo izvajanje: Uradni list RS, št. 35/96

Premzl B., 2001. Čiščenje odpadnih vod v malih čistilnih napravah. Diplomaska naloga. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Visoka šola za zdravstvo, Oddelek za sanitarno inženirstvo: 97 str.

Rejec-Brancelj, I., 2001. Kmetijsko obremenjevanje okolja v Sloveniji. Ljubljana, Inštitut za geografijo: 104 str.

Rejec Brancelj, I., Ančik, E., Arih A., et al. 2006. Kazalci okolja 2005. Ljubljana, Ministrstvo za okolje in prostor Republike Slovenije, Agencija RS za okolje: 189 str.

## **Kazalo prilog**

Priloga A: Rezultati monitoringa na postajah Soteske in Srebrniče

Priloga B: Rezultati simulacije QUAL2K

Priloga C: Rezultati simulacije QUAL2K - Tabele dnevnih vrednosti

Priloga D: Odseki

Priloga E: Temperatura zraka

Priloga F: Temperatura rosišča

Priloga G: Hitrost vetra

Priloga H: Točkovni viri

Priloga I: Vodomerne postaje na reki Krki

Priloga J: Meritve pretokov na vodomernih postajah Soteska in Meniška vas

Priloga K: Koeficienti odtoka za različne vrste površin

Priloga L: Minimalne in maksimalne vrednosti parametrov

Priloga M: Mejne in priporočene vrednosti parametrov salmonidnih in ciprinidnih vod

Priloga N: Vzdolžni prerez reke Krke





Priloga A: Rezultati monitoringa na postajah Soteske in Srebrniče

Ime	Datum	Temp zraka °C	Tempe vode °C	pH	El. prevodnost (25 °C) µS/cm	Kisik mg O <sub>2</sub> /l	Nasičenost s kisikom %	KPK s KMnO <sub>4</sub> mg O <sub>2</sub> /l	KPK s K <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> mg O <sub>2</sub> /l	BPK <sub>5</sub> mg O <sub>2</sub> /l	TOC mg C/l	Skupni dušik TN mg N/l	Amonijak (prosti) mg NH <sub>3</sub> /l	Amonij mg NH <sub>4</sub> /l	Nitriti mg NO <sub>2</sub> /l	Nitrati mg NO <sub>3</sub> /l	Sulfati mg/l	Kloridi mg/l	Klor (prosti) mg Cl <sub>2</sub> /l	Celotni fosfor – nefiltriran mg PO <sub>4</sub> /l
Soteska	19.2.2008		6.7	8.06	417	11.1	91	0.73	2	<0,5	1.07	1.6	<0,01	0.025	0.012	5.13	5.36	5.65		0.11
Soteska	10.4.2008																			
Soteska	20.5.2008	13.4	12.8	7.77	419	8.7	84	0.95	<2	<0,5	1.17	1.3	<0,01	0.04	0.022	4.55	4.85	5.21		0.044
Soteska	12.6.2008																			
Soteska	17.7.2008																			
Soteska	20.8.2008	19.4	13.2	7.86	432	10.3	100	2	6.2	0.6	1.82	1.3	<0,01	0.041	0.036	5.7	4.31	3.98		0.12
Soteska	19.11.2008	1.3	8.9	7.91	439	9.4	82	1.3	3.8	0.6	1.42	1.3	<0,01	0.029	0.022	5.76	5.17	3.9		0.084
Srebrniče	12.1.2006	-1	6.5	8.1	456	12.3	103			<1			<0,01	0.025	0.006				0.01	0.085
Srebrniče	15.2.2006	3	5.9	8.2	456	13.4	111	0.9	3	1	0.9	1.2	<0,01	0.012	0.011	5.63	6.28	6.97	0.01	0.075
Srebrniče	13.3.2006	1	8.3	8.1	395	12.2	107.2			1.3			<0,01	0.006	0.007				<0,01	0.088
Srebrniče	12.4.2006	5	9.1	7.9	380	11.8	105.7	1.1	3.4	1.7	0.9	1.4	<0,01	0.012	0.003	5.54	4.99	4.69	<0,01	0.037
Srebrniče	8.5.2006	16	11.1	8.1	393	12.4	116.4			<1			<0,01	0.014	0.008				0.01	0.057
Srebrniče	21.6.2006	28	16.5	8	427	10	105.7			1.6			<0,01	0.022	0.016				0.01	0.061
Srebrniče	4.7.2006	23	16.5	8	419	10.2	107.8			1.6			<0,01	0.054	0.026				<0,01	0.132
Srebrniče	10.8.2006	17	14.7	7.9	399	11.3	115	2	5.7	1.9	2.7	1.7	<0,01	0.103	0.028	6.81	7.05	5.17	0.03	0.15
Srebrniče	28.9.2006	17	13.5	7.5	427	9.4	94.7			1			<0,01	0.254	0.007				0.01	0.236
Srebrniče	11.10.2006	5	10.3	7.6	402	10.7	98.6	2.7	4	1.4	1.779	1.416	<0,01	0.061	0.008	5.03	4.82	2.57	0.01	0.1
Srebrniče	22.11.2006	7	10.1	7.7	436	10	91.7			<1			<0,01	0.216	0.063				0.01	0.476
Srebrniče	6.12.2006	7	9.3	7.69	437	10.2	91.8			<1			<0,01	0.083	0.029				<0,01	0.14
Srebrniče	22.1.2007	4	9.1	7.71	437	10.5	94.1			1.1			<0,01	0.025	0.013				0.01	0.099
Srebrniče	12.2.2007	1	8.7	7.79	415	11.3	100.3			1.2			<0,01	0.046	0.005				0.01	0.104
Srebrniče	13.3.2007	15	9.7	7.76	408	12.9	117.3			1.6			<0,01	0.01	0.005				<0,01	0.091
Srebrniče	24.4.2007	20	11.4	8.15	415	11.6	109.7			1			<0,01	0.015	0.017				0.01	0.02
Srebrniče	15.5.2007	12	14.3	7.61	421	7.9	79.7			1.25			<0,01	0.038	0.073				0.03	0.033
Srebrniče	12.6.2007	19	11.8	7.56	411	10.5	100.2			<1			<0,01	0.008	0.011				0.01	0.08
Srebrniče	11.7.2007	12	14.5	7.89	435	8.2	83.1			<1			<0,01	0.032	0.036				0.02	0.056

Ime	Datum	Temp zraka °C	Tempe vode °C	pH	El. prevodnost (25 °C) µS/cm	Kisik mg O <sub>2</sub> /l	Nasičenost s kisikom %	KPK s KMnO <sub>4</sub> mg O <sub>2</sub> /l	KPK s K <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> mg O <sub>2</sub> /l	BPK <sub>5</sub> mg O <sub>2</sub> /l	TOC mg C/l	Skupni dušik TN mg N/l	Amonijak (prosti) mg NH <sub>3</sub> /l	Amonij mg NH <sub>4</sub> /l	Nitriti mg NO <sub>2</sub> /l	Nitrati mg NO <sub>3</sub> /l	Sulfati mg/l	Kloridi mg/l	Klor (prosti) mg Cl <sub>2</sub> /l	Celotni fosfor – nefiltriran mg PO <sub>4</sub> /l	
Srebrniče	8.8.2007	18	19.1	7.77	417	6.3	68.2			1.8			<0,01	0.013	0.044					0.01	0.14
Srebrniče	11.9.2007	19	12.9	7.54	427	10.9	103.1			<1			<0,01	0.04	0.033					0.025	0.196
Srebrniče	10.10.2007	14	10.7	7.55	429	10.8	97.3			1.15			<0,01	0.024	0.01					0.01	0.136
Srebrniče	6.11.2007		8.7	7.47	443	11.1	95.4			<1			<0,01	0.012	0.006					0.04	0.066
Srebrniče	3.12.2007	7	9.2	7.9	438	11.4	99.1			1.3			<0,01	0.031	0.009					0.01	0.077
Srebrniče	29.1.2008	2	5.9	8.07	428	11.2	90			1.1			<0,01	0.03	0.016					<0,05	0.094
Srebrniče	19.2.2008	2	6.7	8.31	410	11.5	94			<0,5			<0,01	0.028	0.014					<0,05	0.092
Srebrniče	20.3.2008	9.4	8.3	8.3	406	11.6	99			0.7			<0,01	0.027	0.016					<0,05	0.023
Srebrniče	10.4.2008	10	9.9	8.09	401	10.5	93			<0,5			<0,01	0.023	0.013					<0,05	0.069
Srebrniče	20.5.2008	13.5	13.2	8	412	8.7	86			<0,5			<0,01	0.049	0.028					<0,05	0.047
Srebrniče	12.6.2008	15	12.1	7.86	418	10.5	100			<0,5			<0,01	0.015	0.011					<0,05	0.11
Srebrniče	17.7.2008	16	14.1	7.98	439	9.1	89			0.7			<0,01	0.023	0.017					<0,05	0.023
Srebrniče	20.8.2008	19.6	14.2	7.96	433	9.8	99			0.7			<0,01	0.037	0.047					<0,05	0.084
Srebrniče	11.9.2008	18	18.1	8.34	454	12.3	130			1.2			<0,01	0.097	0.048					<0,05	0.096
Srebrniče	9.10.2008	11	11.9	7.89	464	8.1	75			1			<0,01	0.033	0.074					<0,05	0.034
Srebrniče	19.11.2008	1.3	8.6	8.1	436	9.1	80			0.8			<0,01	0.02	0.027					<0,05	0.13
Srebrniče	11.12.2008	7	8.6	8.16	406	10.5	90			0.8			<0,01	0.05	0.03					<0,05	0.055
Srebrniče	2.2.2009	3	7.3	8.04	431	11.1	92			<0,5			<0,01	0.028	0.013					<0,05	0.041
Srebrniče	16.2.2009	-4	7.1	8.11	376	11.1	92			0.5			<0,01	0.025	0.014					<0,015	0.048
Srebrniče	12.3.2009	8	8.3	8.17	383	10.9	93			0.9			<0,01	0.018	0.01					<0,015	0.035
Srebrniče	15.4.2009	8.5	10.3	8.11	403	10.83	101.1			<0,5			<0,01	0.026	0.012					<0,015	0.016
Srebrniče	14.5.2009	13	13.3	8.11	422	9.61	92.3			<0,5			<0,01	0.026	0.012					*0	0.061
Srebrniče	8.6.2009	16	14.9	8.21	439	8.3	82			0.9			<0,01	0.035	0.047					*0	0.057
Srebrniče	16.7.2009	21	15.1	7.98	413	7.48	76			1			<0,01	0.041	0.032					*0	0.095
Srebrniče	5.8.2009	23	18.1	7.8	407	8.3	88			0.8			<0,01	0.03	0.027					*0,004	0.045
Srebrniče	7.9.2009	11	15.3	7.61	441	7.81	81.2			0.7			<0,01	0.037	0.039					*0	0.05
Srebrniče	8.10.2009	13	14.9	7.86	554	6.18	61.8			1.6			<0,01	0.05	0.049					*0	0.062
Srebrniče	16.11.2009	10	9.8	7.99	423	9.64	84.3			<0,5			<0,01	0.028	0.018					*0	0.089
Srebrniče	15.12.2009	-3	6.2	7.98	413	11.1	90			<0,5			<0,01	0.027	0.016					*0	0.077

Priloga B: Rezultati simulacije QUAL2K

Tributary No.	Reach Label	x(km)	DO mgO2/L	CBODs mgO2/L	CBODf mgO2/L	No ugN/L	NH4 ugN/L	NO3 ugN/L	Po ugP/L	Inorg P ugP/L	Detritus mgD/L	Constituent			Bot Algae mgA/m2	QMb ugN/mgA	QPb ugP/mgA	TOC	TN	TP	TKN	mgD/L	TSS	NH3 DO sat	pHsat	
												Alk	iii	pH												
0	Mainstem	he	16.52	10.30	0.60	0.00	41.00	5700.00	30.00	90.00	0.00	100.00	7.86	7.00	0.00	0.00	0.45	5741.00	120.00	41.00	0.00	1.20	0.10	10.28	8.50	
0	zgornji	tok	16.42	10.28	0.56	0.60	42.16	5697.19	29.80	89.90	0.00	100.01	7.86	7.05	190.21	11.54	0.61	0.43	5739.81	119.71	42.61	0.00	1.17	0.11	10.28	8.50
0	zgornji	tok	16.21	10.27	0.53	0.60	0.91	43.28	5694.42	89.81	0.01	100.03	7.86	7.09	190.41	11.54	0.61	0.42	5738.61	119.42	44.19	0.01	1.13	0.13	10.28	8.50
0	zgornji	tok	16.00	10.25	0.49	0.59	1.37	44.37	5691.67	89.72	0.01	100.04	7.86	7.14	190.60	11.54	0.61	0.41	5737.40	119.13	45.73	0.01	1.10	0.14	10.28	8.50
0	zgornji	tok	15.79	10.24	0.46	0.59	1.82	45.42	5688.95	89.62	0.01	100.06	7.86	7.18	190.78	11.54	0.61	0.40	5736.19	118.84	47.24	0.01	1.07	0.16	10.28	8.50
0	zgornji	tok	15.58	10.24	0.43	0.59	2.28	46.44	5686.26	89.53	0.02	100.07	7.86	7.23	190.96	11.54	0.61	0.39	5734.98	118.56	48.72	0.02	1.04	0.19	10.28	8.50
0	zgornji	tok	15.37	10.23	0.41	0.58	2.73	47.44	5683.59	89.44	0.02	100.08	7.86	7.27	191.12	11.54	0.61	0.38	5733.76	118.28	50.17	0.02	1.01	0.21	10.28	8.50
0	zgornji	tok	15.16	10.22	0.38	0.58	3.19	48.40	5680.95	89.35	0.02	100.10	7.86	7.32	191.28	11.54	0.61	0.36	5732.54	118.00	51.59	0.02	0.98	0.24	10.28	8.50
0	zgornji	tok	14.95	10.22	0.36	0.57	3.64	49.34	5678.33	89.26	0.03	100.11	7.86	7.36	191.43	11.54	0.61	0.35	5731.31	117.72	52.98	0.03	0.95	0.27	10.27	8.50
0	zgornji	tok	14.74	10.22	0.33	0.56	4.09	50.25	5675.73	89.17	0.03	100.12	7.86	7.40	191.57	11.54	0.61	0.35	5730.08	117.44	54.35	0.03	0.93	0.30	10.27	8.50
0	zgornji	tok	14.53	10.22	0.31	0.56	4.55	51.14	5673.15	89.08	0.03	100.13	7.86	7.45	191.69	11.54	0.61	0.34	5728.84	117.16	55.68	0.03	0.90	0.34	10.27	8.50
0	zgornji	tok	14.32	10.22	0.29	0.55	5.00	52.00	5670.60	88.98	0.03	100.15	7.86	7.49	191.81	11.54	0.61	0.33	5727.60	116.89	57.00	0.03	0.88	0.38	10.27	8.50
0	zgornji	tok	14.12	10.22	0.27	0.54	5.46	52.83	5668.06	88.89	0.04	100.16	7.86	7.53	191.91	11.54	0.61	0.32	5726.35	116.62	58.28	0.04	0.86	0.43	10.27	8.50
0	zgornji	tok	13.91	10.22	0.26	0.53	5.91	53.64	5665.55	88.80	0.04	100.17	7.86	7.57	191.99	11.54	0.61	0.31	5725.10	116.35	59.55	0.04	0.83	0.48	10.27	8.50
0	zgornji	tok	13.70	10.22	0.24	0.53	6.36	54.43	5663.05	88.71	0.04	100.18	7.86	7.61	192.06	11.54	0.61	0.30	5723.84	116.08	60.79	0.04	0.81	0.53	10.27	8.50
0	zgornji	tok	13.49	10.22	0.22	0.52	6.81	55.19	5660.57	88.62	0.04	100.19	7.86	7.65	192.12	11.54	0.61	0.29	5722.58	115.81	62.01	0.04	0.79	0.59	10.27	8.50
0	zgornji	tok	13.28	10.22	0.21	0.51	7.27	55.93	5658.11	88.53	0.05	100.21	7.86	7.69	192.16	11.54	0.61	0.29	5721.31	115.54	63.20	0.05	0.77	0.66	10.27	8.50
0	zgornji	tok	13.07	10.22	0.20	0.50	7.72	56.66	5655.67	88.44	0.05	100.22	7.86	7.73	192.19	11.54	0.61	0.28	5720.04	115.28	64.37	0.05	0.75	0.73	10.27	8.50
0	zgornji	tok	12.86	10.23	0.18	0.49	8.17	57.36	5653.25	88.35	0.05	100.23	7.86	7.77	192.20	11.54	0.61	0.27	5718.77	115.01	65.52	0.05	0.73	0.81	10.27	8.50
0	zgornji	tok	12.65	10.23	0.17	0.49	8.62	58.04	5650.84	88.26	0.05	100.24	7.86	7.81	192.20	11.54	0.61	0.27	5717.49	114.75	66.65	0.05	0.71	0.89	10.27	8.50
0	zgornji	tok	12.44	10.23	0.16	0.48	9.07	58.70	5648.44	88.17	0.05	100.25	7.86	7.85	192.18	11.54	0.61	0.26	5716.21	114.48	67.76	0.05	0.70	0.99	10.27	8.50
0	zgornji	tok	12.23	10.23	0.15	0.47	9.52	59.34	5646.06	88.08	0.06	100.26	7.86	7.88	192.15	11.54	0.61	0.25	5714.92	114.22	68.86	0.06	0.68	1.09	10.27	8.50
0	zgornji	tok	12.02	10.24	0.14	0.46	9.97	59.96	5643.70	87.99	0.06	100.27	7.86	7.92	192.10	11.54	0.61	0.25	5713.62	113.96	69.93	0.06	0.66	1.19	10.27	8.50
0	zgornji	tok	11.82	10.24	0.13	0.45	10.41	60.56	5641.35	87.90	0.06	100.28	7.86	7.95	192.04	11.54	0.61	0.24	5712.33	113.70	70.98	0.06	0.65	1.31	10.27	8.50
0	zgornji	tok	11.61	10.24	0.12	0.44	10.86	61.15	5639.01	87.81	0.06	100.29	7.86	7.98	191.96	11.54	0.61	0.24	5711.02	113.45	72.01	0.06	0.63	1.43	10.27	8.50
0	zgornji	tok	11.40	10.25	0.12	0.44	11.31	61.72	5636.69	87.72	0.06	100.30	7.86	8.01	191.87	11.54	0.61	0.23	5709.72	113.19	73.03	0.06	0.62	1.55	10.27	8.50
0	zgornji	tok	11.19	10.25	0.11	0.43	11.75	62.27	5634.38	87.63	0.06	100.32	7.86	8.04	191.77	11.54	0.61	0.23	5708.41	112.93	74.02	0.06	0.61	1.68	10.27	8.50
0	zgornji	tok	10.98	10.25	0.10	0.42	12.20	62.81	5632.08	87.54	0.06	100.33	7.86	8.07	191.65	11.54	0.61	0.22	5707.09	112.68	75.00	0.06	0.59	1.82	10.27	8.50
0	zgornji	tok	10.77	10.25	0.10	0.41	12.64	63.33	5629.80	87.45	0.07	100.34	7.86	8.10	191.52	11.54	0.61	0.22	5705.77	112.43	75.97	0.07	0.58	1.96	10.27	8.50
0	zgornji	tok	10.56	10.26	0.09	0.41	13.08	63.83	5627.53	87.35	0.07	100.35	7.86	8.12	191.38	11.54	0.61	0.21	5704.44	112.17	76.91	0.07	0.55	2.11	10.27	8.50
0	zgornji	tok	10.35	10.26	0.08	0.40	13.53	64.32	5625.26	87.26	0.07	100.36	7.86	8.15	191.24	11.54	0.61	0.21	5703.11	111.92	77.84	0.07	0.52	2.26	10.26	8.50
0	zgornji	tok	10.14	10.26	0.08	0.39	13.97	64.79	5623.01	87.17	0.07	100.37	7.87	8.17	191.08	11.54	0.61	0.20	5701.77	111.67	78.76	0.07	0.54	2.41	10.26	8.50
0	zgornji	tok	9.93	10.27	0.07	0.38	14.41	65.25	5620.77	87.08	0.07	100.38	7.87	8.19	190.91	11.54	0.61	0.20	5700.43	111.42	79.66	0.07	0.53	2.57	10.26	8.50
0	zgornji	tok	9.72	10.27	0.07	0.38	14.85	65.69	5618.54	86.99	0.07	100.38	7.87	8.21	190.74	11.54	0.61	0.19	5699.08	111.17	80.54	0.07	0.52	2.72	10.26	8.50
0	zgornji	tok	9.51	10.27	0.06	0.37	15.28	66.12	5616.32	86.90	0.07	100.39	7.87	8.23	190.56	11.54	0.61	0.19	5697.73	110.93	81.41	0.07	0.51	2.88	10.26	8.50
0	zgornji	tok	9.31	10.27	0.06	0.36	15.72	66.54	5614.11	86.80	0.07	100.40	7.87	8.25	190.37	11.54	0.61	0.19	5696.37	110.68	82.26	0.07	0.50	3.03	10.26	8.50
0	zgornji	tok	9.10	10.28	0.06	0.35	16.16	66.94	5611.91	86.71	0.07	100.41	7.87	8.27	190.18	11.54	0.61	0.18	5695.01	110.43	83.10	0.07	0.49	3.19	10.26	8.50
0	zgornji	tok	8.89	10.28	0.05	0.35	16.59	67.34	5609.71	86.62	0.07	100.42	7.87	8.29	189.98	11.54	0.61	0.18	5693.64	110.19	83.93	0.07	0.48	3.34	10.26	8.50
0	zgornji	tok	8.68	10.28	0.05	0.34	17.03	67.71	5607.53	86.53	0.07	100.43	7.87	8.30	189.78	11.54	0.61	0.18	5692.27	109.95	84.74	0.07	0.47	3.50	10.26	8.50
0	zgornji	tok	8.47	10.28	0.05	0.34	17.46	68.08	5605.35	86.43	0.08	100.44	7.87	8.32	189.58	11.54	0.61	0.17	5690.89	109.70	85.54	0.08	0.46	3.65	10.26	8.50

Tributary	Reach	No. Label	x(km)	DO mgO <sub>2</sub> /L	CBODs mgO <sub>2</sub> /L	CBODf mgO <sub>2</sub> /L	No. ugV/L	NH4 ugV/L	NO3 ugV/L	Po ugP/L	Inorg P ugP/L	Constituent		Bot Algae mgAlm <sup>2</sup>	QNb ugV/mgA	QPh ugP/mgA	TOC	TN	TP	TKV	TSS mgD/L	CBODu NH3 DO sat	pHsat				
												ii	pH														
0	Zgornji tok	8.26	10.28	10.28	0.04	0.33	17.89	66.44	5603.18	23.12	86.34	0.08	100.45	7.87	8.33	189.38	11.54	0.61	0.17	5689.50	109.46	86.33	0.08	0.45	3.79	10.26	8.50
0	Zgornji tok	8.05	10.25	10.25	0.20	0.47	16.53	62.55	5610.06	20.87	78.30	0.07	100.42	7.14	7.97	187.44	11.54	0.59	0.28	5689.23	99.17	79.18	0.07	0.74	1.43	10.26	8.50
0	Zgornji tok	7.84	10.25	10.25	0.19	0.46	17.02	62.95	5608.92	20.75	78.22	0.07	100.44	7.14	8.03	187.10	11.54	0.59	0.27	5687.99	98.97	79.97	0.07	0.73	1.67	10.26	8.50
0	Zgornji tok	7.63	10.25	10.25	0.18	0.46	17.40	63.35	5605.09	20.63	78.14	0.07	100.43	7.14	8.00	187.27	11.54	0.59	0.26	5686.74	98.76	80.75	0.07	0.71	1.67	10.25	8.50
0	Zgornji tok	7.42	10.24	10.24	0.17	0.45	17.79	63.73	5603.97	20.51	78.05	0.07	100.44	7.14	8.05	186.93	11.54	0.59	0.26	5685.48	98.56	81.51	0.07	0.69	1.80	10.25	8.50
0	Zgornji tok	7.21	10.24	10.24	0.16	0.44	18.17	64.10	5601.96	20.39	77.97	0.07	100.45	7.14	8.08	186.76	11.54	0.59	0.25	5684.23	98.36	82.27	0.07	0.68	1.93	10.25	8.50
0	Spodnji tok	7.01	10.21	10.21	0.16	0.45	18.75	64.79	5575.53	20.12	77.52	0.07	100.47	7.11	8.11	195.48	11.53	0.59	0.26	5659.37	97.65	83.55	0.07	0.69	2.09	10.25	8.50
0	Spodnji tok	6.81	10.22	10.22	0.15	0.44	19.41	65.71	5572.24	19.94	77.39	0.08	100.48	7.11	8.13	195.37	11.53	0.59	0.25	5657.36	97.02	85.12	0.08	0.68	2.28	10.25	8.50
0	Spodnji tok	6.60	10.23	10.23	0.14	0.44	20.06	66.60	5568.68	19.76	77.25	0.08	100.50	7.11	8.16	195.26	11.53	0.59	0.25	5655.34	97.02	86.66	0.08	0.66	2.48	10.25	8.50
0	Spodnji tok	6.40	10.24	10.24	0.13	0.43	20.71	67.45	5565.65	19.58	77.12	0.08	100.52	7.11	8.18	195.16	11.53	0.59	0.24	5653.31	96.70	88.16	0.08	0.65	2.69	10.25	8.50
0	Spodnji tok	6.20	10.25	10.25	0.12	0.42	21.36	68.27	5561.65	19.41	76.98	0.08	100.53	7.11	8.21	195.05	11.53	0.58	0.24	5651.28	96.39	89.63	0.08	0.63	2.90	10.25	8.50
0	Spodnji tok	5.99	10.26	10.26	0.11	0.42	22.01	69.06	5558.16	19.23	76.85	0.08	100.55	7.11	8.23	194.94	11.53	0.58	0.23	5649.23	96.08	91.07	0.08	0.62	3.12	10.25	8.50
0	Spodnji tok	5.79	10.26	10.26	0.10	0.41	22.66	69.83	5554.70	19.06	76.71	0.09	100.56	7.11	8.25	194.84	11.53	0.58	0.23	5647.18	95.77	92.48	0.09	0.61	3.34	10.25	8.50
0	Spodnji tok	5.59	10.27	10.27	0.10	0.40	23.30	70.56	5551.26	18.89	76.58	0.09	100.58	7.12	8.27	194.73	11.53	0.58	0.22	5645.12	95.47	93.86	0.09	0.59	3.57	10.25	8.50
0	Spodnji tok	5.38	10.27	10.27	0.09	0.39	23.94	71.27	5547.94	18.72	76.44	0.09	100.59	7.12	8.29	194.62	11.53	0.58	0.22	5643.06	95.16	95.22	0.09	0.57	3.79	10.25	8.50
0	Spodnji tok	5.18	10.28	10.28	0.08	0.39	24.59	71.96	5544.44	18.55	76.30	0.09	100.61	7.12	8.31	194.51	11.53	0.58	0.21	5640.98	94.86	96.54	0.09	0.57	4.02	10.25	8.50
0	Spodnji tok	4.98	10.29	10.29	0.08	0.38	25.23	72.62	5541.05	18.39	76.17	0.09	100.62	7.12	8.32	194.41	11.53	0.58	0.21	5638.90	94.55	97.85	0.09	0.56	4.25	10.24	8.50
0	Spodnji tok	4.77	10.29	10.29	0.07	0.37	25.87	73.25	5537.69	18.22	76.03	0.09	100.64	7.12	8.34	194.29	11.53	0.58	0.20	5636.81	94.25	99.12	0.09	0.55	4.48	10.24	8.50
0	Spodnji tok	4.57	10.30	10.30	0.07	0.37	26.50	73.87	5534.34	18.06	75.89	0.10	100.66	7.12	8.35	194.18	11.53	0.58	0.20	5634.71	93.95	100.37	0.10	0.54	4.70	10.24	8.50
0	Spodnji tok	4.37	10.30	10.30	0.06	0.36	27.14	74.46	5531.01	17.90	75.75	0.10	100.66	7.12	8.37	194.07	11.53	0.58	0.20	5632.61	93.65	101.60	0.10	0.53	4.93	10.24	8.50
0	Spodnji tok	4.16	10.30	10.30	0.06	0.35	27.78	75.03	5527.69	17.74	75.62	0.10	100.68	7.12	8.38	193.96	11.53	0.58	0.19	5630.50	93.36	102.81	0.10	0.52	5.16	10.24	8.50
0	Spodnji tok	3.96	10.31	10.31	0.05	0.35	28.41	75.59	5524.39	17.58	75.48	0.10	100.69	7.12	8.40	193.84	11.53	0.58	0.19	5628.38	93.06	104.00	0.10	0.51	5.36	10.24	8.50
0	Spodnji tok	3.76	10.31	10.31	0.05	0.34	29.04	76.12	5521.10	17.43	75.34	0.10	100.71	7.12	8.41	193.73	11.53	0.58	0.19	5626.26	92.77	105.16	0.10	0.50	5.58	10.24	8.50
0	Spodnji tok	3.56	10.32	10.32	0.05	0.34	29.67	76.63	5517.82	17.27	75.20	0.10	100.72	7.12	8.42	193.62	11.53	0.58	0.18	5624.13	92.48	106.31	0.10	0.49	5.79	10.24	8.50
0	Spodnji tok	3.35	10.30	10.30	0.26	0.56	30.29	77.10	5512.03	17.11	75.03	0.10	100.73	7.11	8.42	193.49	11.53	0.58	0.35	5619.41	92.14	107.38	0.10	0.93	5.91	10.24	8.50
0	Spodnji tok	3.15	10.29	10.29	0.24	0.55	30.91	77.57	5508.21	16.96	74.88	0.10	100.75	7.11	8.43	193.38	11.53	0.58	0.34	5616.69	91.84	108.48	0.10	0.91	6.06	10.24	8.50
0	Spodnji tok	2.95	10.28	10.28	0.22	0.55	31.53	78.03	5504.98	16.81	74.74	0.10	100.76	7.11	8.44	193.28	11.53	0.58	0.33	5614.54	91.55	109.67	0.10	0.88	6.21	10.24	8.51
0	Spodnji tok	2.74	10.28	10.28	0.21	0.54	32.16	78.48	5501.75	16.66	74.60	0.11	100.77	7.11	8.44	193.18	11.53	0.58	0.32	5612.39	91.27	110.64	0.11	0.86	6.36	10.24	8.51
0	Spodnji tok	2.54	10.27	10.27	0.19	0.53	32.78	78.91	5498.53	16.52	74.46	0.11	100.79	7.11	8.45	193.08	11.53	0.58	0.31	5610.23	90.98	111.69	0.11	0.84	6.51	10.24	8.51
0	Spodnji tok	2.34	10.27	10.27	0.18	0.52	33.40	79.33	5495.33	16.37	74.32	0.11	100.80	7.11	8.46	192.98	11.53	0.58	0.30	5608.06	90.70	112.73	0.11	0.82	6.66	10.24	8.51
0	Spodnji tok	2.13	10.26	10.26	0.17	0.52	34.02	79.73	5492.13	16.23	74.18	0.11	100.81	7.11	8.46	192.89	11.53	0.58	0.30	5605.89	90.41	113.75	0.11	0.80	6.81	10.24	8.51
0	Spodnji tok	1.93	10.26	10.26	0.15	0.51	34.64	80.12	5488.94	16.09	74.04	0.11	100.82	7.11	8.47	192.81	11.53	0.58	0.29	5603.71	90.13	114.76	0.11	0.78	6.96	10.24	8.51
0	Spodnji tok	1.73	10.26	10.26	0.14	0.50	35.26	80.50	5485.77	15.95	73.90	0.11	100.84	7.11	8.48	192.73	11.53	0.58	0.28	5601.52	89.85	115.76	0.11	0.76	7.10	10.23	8.51
0	Spodnji tok	1.52	10.26	10.26	0.13	0.49	35.87	80.87	5482.59	15.81	73.76	0.11	100.85	7.11	8.48	192.66	11.53	0.58	0.28	5599.33	89.57	116.74	0.11	0.74	7.24	10.23	8.51
0	Spodnji tok	1.32	10.26	10.26	0.12	0.48	36.48	81.22	5479.23	15.67	73.62	0.11	100.86	7.11	8.49	192.59	11.53	0.58	0.27	5597.13	89.29	117.70	0.11	0.73	7.38	10.23	8.51
0	Spodnji tok	1.12	10.26	10.26	0.12	0.48	37.10	81.56	5476.07	15.53	73.48	0.11	100.88	7.11	8.49	192.54	11.53	0.58	0.26	5594.93	89.01	118.66	0.11	0.71	7.51	10.23	8.51
0	Spodnji tok	0.91	10.26	10.26	0.11	0.47	37.71	81.89	5473.12	15.40	73.34	0.11	100.89	7.11	8.50	192.49	11.53	0.58	0.26	5592.72	88.73	119.60	0.11	0.70	7.65	10.23	8.51
0	Spodnji tok	0.71	10.26	10.26	0.10	0.46	38.32	82.21	5469.97	15.26	73.19	0.11	100.90	7.11	8.51	192.45	11.53	0.57	0.25	5590.50	88.46	120.53	0.11	0.68	7.78	10.23	8.51
0	Spodnji tok	0.51	10.27	10.27	0.09	0.45	38.93	82.51	5466.83	15.13	73.05	0.11	100.91	7.11	8.51	192.42	11.53	0.57	0.25	5588.27	88.18	121.44	0.11	0.67	7.91	10.23	8.51
0	Spodnji tok	0.30	10.27	10.27	0.09	0.44	39.54	82.81	5463.69	15.00	72.91	0.11	100.93	7.12	8.52	192.40	11.53	0.57	0.24	5586.04	87.91	122.35	0.11	0.66	8.04	10.23	8.51
0	Spodnji tok	0.10	10.27	10.27	0.08	0.44	40.14	83.10	5460.56	14.87	72.77	0.11	100.94	7.12	8.52	192.40	11.53	0.57	0.24	5583.80	87.64	123.24	0.11	0.64	8.17	10.23	8.51
0	Terminus	0.00	10.27	10.27	0.08	0.44	40.14	83.10	5460.56	14.87	72.77	0.11	100.94	7.12	8.52	192.40	11.53	0.57	0.24	5583.80	87.64	123.24	0.11	0.64	8.17	10.23	8.51

Priloga C: Rezultati simulacije QUAL2K - Tabele dnevni vrednosti

t (hr)	Tempw (C)	Temps (C)	DO (mg/L)	CBODs (mgO2/L)	CBODf (mgO2/L)	No (ug/L)	NH4 (ug/L)	NO3 (ug/L)	Po (ug/L)	Inorg P (ug/L)	Detritus (mgD/L)	Constituent			Bot Algae (mgA/m2)	TSS (mgD/L)	TP (ugP/L)	TN (ugN/L)	DOsat (mg/L)	NH3 (ugN/L)	Int N (mgN/mgA)	Int P (mgP/mgA)	TKN (ugN/L)	Solar (cal/cm <sup>2</sup> /d)
												Alk	iii	pH										
0.00	13.46	13.80	9.64	0.15	0.45	18.14	52.98	5519.68	19.88	74.52	0.08	100.63	7.11	7.98	187.31	0.08	94.40	5990.80	10.23	1.20	11.26	0.56	71.12	0.00
0.19	13.42	13.78	9.64	0.15	0.45	18.16	53.42	5520.32	19.88	74.57	0.08	100.63	7.11	7.98	186.29	0.08	94.44	5991.90	10.24	1.21	11.33	0.57	71.58	0.00
0.38	13.39	13.75	9.65	0.15	0.45	18.18	53.87	5521.06	19.88	74.61	0.08	100.63	7.11	7.98	185.28	0.08	94.49	5993.12	10.25	1.21	11.40	0.57	72.05	0.00
0.56	13.35	13.73	9.66	0.15	0.45	18.20	54.33	5521.92	19.88	74.67	0.08	100.63	7.11	7.98	184.27	0.08	94.55	5994.45	10.25	1.22	11.48	0.57	72.53	0.00
0.75	13.31	13.70	9.67	0.15	0.45	18.22	54.79	5522.89	19.88	74.73	0.08	100.63	7.11	7.98	183.27	0.08	94.60	5995.90	10.26	1.22	11.55	0.58	73.01	0.00
0.94	13.28	13.68	9.68	0.15	0.45	18.24	55.26	5523.96	19.88	74.79	0.08	100.63	7.11	7.98	182.28	0.08	94.67	5997.46	10.27	1.23	11.62	0.58	73.50	0.00
1.13	13.24	13.65	9.68	0.15	0.45	18.25	55.74	5525.13	19.88	74.85	0.08	100.62	7.11	7.98	181.30	0.08	94.74	5999.13	10.28	1.24	11.70	0.59	73.99	0.00
1.31	13.21	13.62	9.69	0.15	0.45	18.27	56.22	5526.41	19.88	74.93	0.08	100.62	7.11	7.98	180.33	0.08	94.81	5600.90	10.29	1.24	11.77	0.59	74.49	0.00
1.50	13.17	13.59	9.70	0.15	0.45	18.28	56.71	5527.78	19.88	75.00	0.08	100.62	7.11	7.98	179.36	0.08	94.88	5602.78	10.30	1.25	11.84	0.59	75.00	0.00
1.69	13.14	13.57	9.71	0.15	0.45	18.30	57.21	5529.25	19.88	75.08	0.08	100.61	7.11	7.98	178.40	0.08	94.96	5604.75	10.30	1.26	11.91	0.60	75.51	0.00
1.88	13.11	13.54	9.72	0.15	0.45	18.31	57.71	5530.81	19.88	75.17	0.08	100.61	7.11	7.98	177.45	0.08	95.05	5606.83	10.31	1.27	11.98	0.60	76.02	0.00
2.06	13.07	13.51	9.73	0.15	0.45	18.32	58.22	5532.46	19.88	75.25	0.08	100.61	7.11	7.98	176.50	0.08	95.14	5609.00	10.32	1.27	12.06	0.60	76.54	0.00
2.25	13.04	13.48	9.73	0.15	0.45	18.34	58.73	5534.19	19.88	75.35	0.08	100.60	7.11	7.98	175.56	0.08	95.23	5611.26	10.33	1.28	12.13	0.61	77.07	0.00
2.44	13.01	13.45	9.74	0.15	0.45	18.35	59.25	5536.01	19.88	75.44	0.08	100.60	7.11	7.98	174.63	0.08	95.33	5613.61	10.33	1.29	12.20	0.61	77.60	0.00
2.63	12.99	13.42	9.75	0.15	0.45	18.37	59.77	5537.91	19.89	75.54	0.08	100.59	7.11	7.98	173.71	0.08	95.43	5616.05	10.34	1.30	12.27	0.62	78.14	0.00
2.81	12.96	13.39	9.76	0.15	0.45	18.38	60.30	5539.88	19.89	75.64	0.08	100.59	7.11	7.98	172.79	0.08	95.53	5618.56	10.34	1.31	12.34	0.62	78.68	0.00
3.00	12.93	13.36	9.76	0.15	0.45	18.39	60.84	5541.92	19.89	75.75	0.08	100.58	7.11	7.98	171.88	0.08	95.64	5621.15	10.35	1.32	12.41	0.62	79.23	0.00
3.19	12.91	13.33	9.77	0.15	0.45	18.41	61.38	5544.03	19.89	75.86	0.07	100.57	7.11	7.98	170.97	0.07	95.75	5623.81	10.36	1.33	12.48	0.63	79.79	0.00
3.38	12.89	13.30	9.78	0.15	0.45	18.42	61.92	5546.19	19.89	75.97	0.07	100.57	7.11	7.98	170.07	0.07	95.86	5626.54	10.36	1.34	12.55	0.63	80.34	0.00
3.56	12.87	13.28	9.78	0.15	0.45	18.44	62.47	5548.41	19.89	76.09	0.07	100.56	7.11	7.98	169.18	0.07	95.98	5629.32	10.37	1.35	12.62	0.63	80.91	0.00
3.75	12.85	13.25	9.79	0.15	0.45	18.45	63.02	5550.68	19.89	76.20	0.07	100.55	7.11	7.98	168.29	0.07	96.09	5632.15	10.37	1.36	12.69	0.64	81.47	0.00
3.94	12.83	13.22	9.80	0.15	0.45	18.47	63.57	5552.98	19.89	76.32	0.07	100.55	7.11	7.98	167.41	0.07	96.21	5635.02	10.37	1.37	12.75	0.64	82.04	0.00
4.13	12.81	13.19	9.80	0.15	0.45	18.48	64.12	5555.31	19.89	76.45	0.07	100.54	7.11	7.98	166.54	0.07	96.34	5637.92	10.38	1.38	12.82	0.65	82.61	0.00
4.31	12.80	13.17	9.81	0.15	0.45	18.50	64.68	5557.67	19.89	76.57	0.07	100.53	7.11	7.98	165.67	0.07	96.46	5640.85	10.38	1.39	12.89	0.65	83.18	0.00
4.50	12.79	13.14	9.81	0.15	0.45	18.52	65.23	5560.03	19.89	76.69	0.07	100.53	7.11	7.98	164.80	0.07	96.58	5643.78	10.38	1.41	12.96	0.65	83.75	0.00
4.69	12.78	13.12	9.82	0.15	0.45	18.54	65.78	5562.39	19.89	76.82	0.07	100.52	7.11	7.98	163.94	0.07	96.71	5646.71	10.39	1.42	13.03	0.66	84.32	0.00
4.88	12.77	13.10	9.82	0.15	0.45	18.55	66.33	5564.74	19.89	76.94	0.07	100.51	7.11	7.98	163.09	0.07	96.83	5649.63	10.39	1.43	13.10	0.66	84.89	0.00
5.06	12.76	13.07	9.82	0.15	0.45	18.57	66.88	5567.07	19.89	77.06	0.07	100.51	7.11	7.98	162.24	0.07	96.96	5652.52	10.39	1.44	13.16	0.66	85.45	0.00
5.25	12.75	13.05	9.83	0.15	0.45	18.59	67.42	5569.37	19.90	77.19	0.07	100.50	7.11	7.98	161.40	0.07	97.08	5655.38	10.39	1.45	13.23	0.67	86.01	0.00
5.44	12.74	13.03	9.83	0.15	0.45	18.60	67.96	5571.63	19.90	77.31	0.07	100.49	7.11	7.98	160.56	0.07	97.21	5658.19	10.40	1.46	13.30	0.67	86.56	0.00
5.63	12.73	13.01	9.84	0.15	0.45	18.62	68.49	5573.85	19.90	77.43	0.07	100.49	7.11	7.98	159.72	0.07	97.33	5660.95	10.40	1.48	13.37	0.67	87.11	0.00
5.81	12.73	12.99	9.84	0.15	0.45	18.64	69.01	5576.02	19.90	77.55	0.07	100.48	7.11	7.98	158.89	0.07	97.45	5663.67	10.40	1.49	13.44	0.68	87.64	0.00
6.00	12.72	12.98	9.84	0.15	0.45	18.65	69.52	5578.15	19.90	77.67	0.07	100.48	7.11	7.98	158.07	0.07	97.56	5666.32	10.40	1.50	13.50	0.68	88.18	0.00

t (hr)	Tempv (C)	Temps (C)	DO (mg/L)	CBOD5 (mgO2/L)	CBODt (mgO2/L)	No (µgN/L)	NH4 (µgN/L)	NO3 (µgN/L)	Po (µgP/L)	Inorg P (µgP/L)	Detritus (mgD/L)	Constituent				Bot Algae (mgAlm2)	TSS (mgD/L)	TP (µgP/L)	TN (µgN/L)	DOsat (mg/L)	NH3 (µgN/L)	Int N (mgN/mgA)	Int P (mgP/mgA)	TKV (µgN/L)	Solar (cal/cm2/d)
												Alk	ff	pH	Bot Algae										
6.00	12.72	12.98	9.84	0.15	0.45	18.65	69.52	5578.15	19.90	77.67	0.07	100.48	7.11	7.98	158.07	0.07	97.56	5666.32	10.40	1.50	13.50	0.68	88.18	0.00	
6.19	12.72	12.96	9.85	0.15	0.45	18.66	70.03	5580.22	19.90	77.78	0.07	100.47	7.11	7.98	157.25	0.07	97.68	5668.92	10.40	1.51	13.57	0.69	88.70	0.00	
6.38	12.71	12.94	9.85	0.15	0.45	18.68	70.54	5582.25	19.90	77.89	0.07	100.46	7.11	7.98	156.43	0.07	97.80	5671.47	10.40	1.52	13.64	0.69	89.21	0.00	
6.56	12.71	12.93	9.85	0.15	0.45	18.69	71.03	5584.23	19.90	78.01	0.07	100.46	7.11	7.98	155.62	0.07	97.91	5673.95	10.40	1.53	13.70	0.69	89.72	0.00	
6.75	12.70	12.91	9.85	0.15	0.45	18.70	71.52	5586.16	19.90	78.12	0.07	100.45	7.11	7.98	154.81	0.07	98.02	5676.38	10.40	1.54	13.77	0.70	90.22	0.00	
6.94	12.70	12.90	9.86	0.15	0.45	18.71	72.00	5588.05	19.90	78.23	0.07	100.45	7.11	7.98	154.01	0.07	98.13	5678.76	10.41	1.55	13.84	0.70	90.71	0.01	
7.13	12.70	12.88	9.86	0.15	0.44	18.72	72.47	5589.89	19.90	78.33	0.07	100.44	7.11	7.98	153.23	0.07	98.24	5681.08	10.41	1.57	13.90	0.70	91.19	1.13	
7.31	12.69	12.87	9.87	0.15	0.44	18.73	72.94	5591.69	19.90	78.44	0.07	100.44	7.11	7.99	152.56	0.07	98.34	5683.35	10.41	1.58	13.96	0.71	91.67	7.86	
7.50	12.69	12.86	9.90	0.15	0.44	18.74	73.40	5593.44	19.90	78.54	0.07	100.43	7.11	7.99	152.12	0.07	98.44	5685.57	10.41	1.61	13.99	0.71	92.13	24.07	
7.69	12.69	12.85	9.94	0.15	0.44	18.74	73.84	5595.14	19.91	78.64	0.07	100.43	7.11	8.00	152.00	0.07	98.55	5687.73	10.41	1.65	14.00	0.71	92.59	50.12	
7.88	12.69	12.84	10.00	0.15	0.44	18.75	74.27	5596.79	19.91	78.74	0.07	100.42	7.11	8.01	152.23	0.07	98.64	5689.81	10.41	1.69	13.97	0.71	93.02	84.58	
8.06	12.69	12.83	10.06	0.15	0.44	18.76	74.67	5598.38	19.91	78.83	0.07	100.42	7.11	8.02	152.77	0.07	98.74	5691.81	10.41	1.75	13.91	0.71	93.43	125.65	
8.25	12.70	12.82	10.14	0.15	0.44	18.76	75.05	5599.90	19.91	78.92	0.06	100.41	7.11	8.04	153.60	0.06	98.83	5693.71	10.41	1.82	13.83	0.70	93.81	171.68	
8.44	12.70	12.81	10.21	0.15	0.44	18.77	75.40	5601.36	19.91	79.01	0.06	100.41	7.11	8.05	154.66	0.06	98.92	5695.52	10.40	1.90	13.73	0.70	94.17	221.31	
8.63	12.71	12.80	10.29	0.15	0.44	18.77	75.72	5602.74	19.91	79.09	0.06	100.41	7.11	8.07	155.92	0.06	99.00	5697.23	10.40	1.98	13.62	0.69	94.49	273.43	
8.81	12.72	12.80	10.36	0.15	0.44	18.78	76.01	5604.05	19.91	79.17	0.06	100.40	7.11	8.08	157.35	0.06	99.07	5698.84	10.40	2.06	13.49	0.69	94.78	327.15	
9.00	12.74	12.79	10.43	0.15	0.44	18.78	76.26	5605.29	19.91	79.24	0.06	100.40	7.11	8.10	158.91	0.06	99.15	5700.33	10.40	2.15	13.35	0.68	95.04	381.75	
9.19	12.75	12.79	10.50	0.15	0.44	18.78	76.48	5606.46	19.91	79.31	0.06	100.39	7.11	8.12	160.57	0.06	99.21	5701.72	10.39	2.24	13.21	0.67	95.26	436.63	
9.38	12.77	12.79	10.57	0.15	0.44	18.79	76.66	5607.55	19.91	79.37	0.06	100.39	7.11	8.14	162.33	0.06	99.28	5703.00	10.39	2.34	13.07	0.67	95.45	491.27	
9.56	12.78	12.78	10.63	0.15	0.44	18.79	76.81	5608.56	19.91	79.42	0.06	100.39	7.11	8.15	164.16	0.06	99.33	5704.17	10.39	2.43	12.92	0.66	95.61	545.26	
9.75	12.80	12.78	10.69	0.15	0.44	18.80	76.93	5609.50	19.91	79.48	0.06	100.38	7.11	8.17	166.05	0.06	99.39	5705.22	10.38	2.53	12.78	0.65	95.72	598.20	
9.94	12.82	12.79	10.74	0.15	0.44	18.80	77.01	5610.36	19.91	79.52	0.06	100.38	7.11	8.18	167.99	0.06	99.43	5706.16	10.38	2.63	12.63	0.64	95.81	649.79	
10.13	12.85	12.79	10.79	0.15	0.44	18.80	77.05	5611.14	19.91	79.56	0.06	100.38	7.11	8.20	169.97	0.06	99.47	5706.99	10.37	2.72	12.49	0.64	95.85	699.73	
10.31	12.87	12.79	10.84	0.15	0.44	18.81	77.06	5611.84	19.91	79.60	0.06	100.38	7.11	8.21	171.98	0.06	99.51	5707.70	10.36	2.82	12.34	0.63	95.87	747.75	
10.50	12.90	12.80	10.88	0.15	0.44	18.82	77.03	5612.46	19.91	79.63	0.06	100.37	7.11	8.23	174.02	0.06	99.54	5708.31	10.36	2.91	12.20	0.62	95.84	793.64	
10.69	12.93	12.80	10.91	0.15	0.44	18.82	76.96	5613.01	19.91	79.65	0.06	100.37	7.11	8.24	176.07	0.06	99.57	5708.79	10.35	3.01	12.07	0.62	95.79	837.18	
10.88	12.96	12.81	10.95	0.15	0.44	18.83	76.87	5613.47	19.91	79.67	0.06	100.37	7.11	8.26	178.15	0.06	99.59	5709.17	10.34	3.10	11.93	0.61	95.70	878.18	
11.06	12.99	12.82	10.98	0.15	0.44	18.84	76.74	5613.86	19.91	79.69	0.06	100.37	7.11	8.27	180.23	0.06	99.60	5709.43	10.34	3.19	11.80	0.60	95.57	916.47	
11.25	13.03	12.83	11.00	0.15	0.44	18.85	76.57	5614.16	19.91	79.70	0.06	100.37	7.11	8.28	182.33	0.06	99.61	5709.58	10.33	3.28	11.68	0.60	95.42	951.90	
11.44	13.06	12.85	11.02	0.15	0.44	18.85	76.38	5614.39	19.92	79.70	0.07	100.36	7.11	8.29	184.43	0.07	99.62	5709.62	10.32	3.36	11.55	0.59	95.23	984.34	
11.63	13.10	12.86	11.04	0.15	0.44	18.87	76.15	5614.53	19.92	79.70	0.07	100.36	7.11	8.30	186.53	0.07	99.62	5709.55	10.31	3.44	11.43	0.58	95.01	1013.66	
11.81	13.14	12.88	11.06	0.15	0.44	18.88	75.89	5614.59	19.92	79.69	0.07	100.36	7.11	8.31	188.63	0.07	99.61	5709.36	10.30	3.52	11.32	0.58	94.77	1039.74	
12.00	13.18	12.90	11.07	0.15	0.44	18.89	75.60	5614.57	19.92	79.68	0.07	100.36	7.11	8.32	190.73	0.07	99.60	5709.07	10.29	3.60	11.20	0.57	94.49	1062.49	
12.19	13.22	12.91	11.09	0.15	0.44	18.91	75.29	5614.47	19.92	79.67	0.07	100.36	7.11	8.33	192.82	0.07	99.59	5708.66	10.28	3.67	11.10	0.57	94.19	1081.84	
12.38	13.27	12.94	11.09	0.15	0.44	18.92	74.94	5614.29	19.92	79.65	0.07	100.36	7.11	8.34	194.91	0.07	99.57	5708.15	10.27	3.73	10.99	0.56	93.87	1097.70	

Tempw (C)	Tempw (C)	DO (mg/L)	CBODs (mgO2/L)	CBODf (mgO2/L)	No (ugN/L)	NH4 (ugN/L)	NO3 (ugN/L)	Po (ugP/L)	Inorg P (ugP/L)	Detritus (mgD/L)	Constituent			TSS (mgD/L)	TP (ugP/L)	TN (ugN/L)	DOsat (mg/L)	NH3 (ugN/L)	Int N (mgN/mgA)	Int P (mgP/mgA)	TKN (ugN/L)	Solar (cal/cm <sup>2</sup> /d)		
											Alk	iii	pH											
12.56	13.31	12.96	11.10	0.15	0.44	18.94	74.58	5614.02	19.92	79.92	0.07	100.36	7.11	8.35	196.99	0.07	99.54	5707.53	10.26	3.79	10.89	0.56	93.52	1110.03
12.75	13.35	12.98	11.11	0.15	0.44	18.96	74.18	5613.67	19.92	79.59	0.07	100.36	7.11	8.36	199.06	0.07	99.51	5706.81	10.25	3.85	10.79	0.55	93.14	1118.78
12.94	13.39	13.01	11.11	0.15	0.44	18.98	73.76	5613.23	19.92	79.55	0.07	100.36	7.11	8.36	201.12	0.07	99.48	5705.98	10.24	3.90	10.70	0.55	92.75	1123.91
13.13	13.44	13.03	11.11	0.15	0.44	19.01	73.32	5612.71	19.93	79.51	0.07	100.36	7.11	8.37	203.17	0.07	99.44	5705.04	10.23	3.95	10.61	0.54	92.33	1125.41
13.31	13.48	13.06	11.11	0.15	0.44	19.03	72.86	5612.10	19.93	79.47	0.07	100.36	7.11	8.38	205.20	0.07	99.40	5704.00	10.23	3.99	10.52	0.54	91.89	1123.28
13.50	13.52	13.09	11.10	0.15	0.44	19.06	72.38	5611.41	19.93	79.42	0.07	100.36	7.11	8.38	207.22	0.07	99.35	5702.85	10.22	4.03	10.44	0.53	91.44	1117.52
13.69	13.56	13.12	11.10	0.15	0.44	19.09	71.88	5610.64	19.93	79.36	0.07	100.36	7.11	8.39	209.22	0.07	99.30	5701.60	10.21	4.06	10.36	0.53	90.97	1108.14
13.88	13.60	13.15	11.09	0.15	0.44	19.12	71.36	5609.77	19.93	79.31	0.07	100.36	7.11	8.39	211.19	0.07	99.24	5700.25	10.20	4.08	10.28	0.53	90.48	1095.19
14.06	13.64	13.18	11.09	0.15	0.44	19.15	70.83	5608.83	19.93	79.24	0.07	100.37	7.11	8.40	213.15	0.07	99.18	5698.80	10.19	4.10	10.21	0.52	89.98	1078.71
14.25	13.68	13.21	11.08	0.15	0.44	19.18	70.28	5607.79	19.94	79.17	0.07	100.37	7.11	8.40	215.08	0.07	99.11	5697.26	10.18	4.11	10.14	0.52	89.46	1068.76
14.44	13.72	13.24	11.07	0.15	0.44	19.21	69.72	5606.67	19.94	79.10	0.07	100.37	7.11	8.40	216.99	0.07	99.04	5695.61	10.17	4.12	10.07	0.52	88.94	1056.41
14.63	13.76	13.27	11.06	0.15	0.44	19.25	69.15	5605.46	19.94	79.03	0.07	100.37	7.11	8.41	218.87	0.07	98.97	5693.87	10.16	4.11	10.01	0.51	88.41	1008.75
14.81	13.80	13.31	11.04	0.15	0.44	19.29	68.57	5604.17	19.94	78.95	0.07	100.37	7.11	8.41	220.72	0.07	98.89	5692.04	10.15	4.11	9.95	0.51	87.86	978.86
15.00	13.83	13.34	11.03	0.15	0.44	19.33	67.99	5602.79	19.94	78.86	0.08	100.38	7.11	8.41	222.53	0.08	98.81	5690.11	10.15	4.10	9.89	0.51	87.32	945.87
15.19	13.87	13.37	11.01	0.15	0.44	19.37	67.39	5601.33	19.95	78.77	0.08	100.38	7.11	8.41	224.31	0.08	98.72	5688.10	10.14	4.08	9.84	0.50	86.77	909.91
15.38	13.90	13.41	11.00	0.15	0.44	19.41	66.80	5599.78	19.95	78.68	0.08	100.39	7.11	8.41	226.05	0.08	98.63	5686.00	10.13	4.05	9.79	0.50	86.21	871.10
15.56	13.93	13.44	10.98	0.15	0.44	19.46	66.20	5598.15	19.95	78.59	0.08	100.39	7.11	8.41	227.74	0.08	98.54	5683.81	10.12	4.02	9.74	0.50	85.66	829.61
15.75	13.96	13.47	10.96	0.15	0.44	19.51	65.60	5596.44	19.95	78.49	0.08	100.39	7.11	8.41	229.39	0.08	98.44	5681.54	10.12	3.98	9.69	0.50	85.10	785.61
15.94	13.98	13.51	10.94	0.15	0.44	19.55	65.00	5594.65	19.96	78.39	0.08	100.40	7.11	8.41	230.98	0.08	98.34	5679.20	10.11	3.93	9.65	0.49	84.55	739.29
16.13	14.01	13.54	10.92	0.15	0.44	19.60	64.40	5592.77	19.96	78.28	0.08	100.40	7.11	8.40	232.51	0.08	98.24	5676.78	10.11	3.88	9.62	0.49	84.01	690.86
16.31	14.03	13.57	10.89	0.15	0.44	19.66	63.81	5590.82	19.96	78.17	0.08	100.41	7.11	8.40	233.98	0.08	98.13	5674.29	10.10	3.82	9.58	0.49	83.47	640.57
16.50	14.05	13.60	10.87	0.15	0.44	19.71	63.23	5588.80	19.96	78.06	0.08	100.41	7.11	8.40	235.37	0.08	98.02	5671.74	10.10	3.75	9.56	0.49	82.94	588.66
16.69	14.07	13.63	10.84	0.15	0.44	19.76	62.66	5586.70	19.97	77.95	0.08	100.42	7.11	8.39	236.67	0.08	97.91	5669.12	10.09	3.67	9.53	0.49	82.42	535.45
16.88	14.09	13.66	10.81	0.15	0.44	19.82	62.10	5584.53	19.97	77.83	0.08	100.43	7.11	8.38	237.88	0.08	97.80	5666.45	10.09	3.59	9.51	0.49	81.92	481.25
17.06	14.10	13.69	10.77	0.15	0.44	19.88	61.55	5582.30	19.97	77.71	0.08	100.43	7.11	8.37	238.97	0.08	97.68	5663.73	10.09	3.50	9.50	0.49	81.43	426.47
17.25	14.11	13.72	10.73	0.15	0.44	19.94	61.02	5580.01	19.98	77.59	0.08	100.44	7.11	8.36	239.93	0.08	97.57	5660.97	10.08	3.39	9.49	0.49	80.96	371.53
17.44	14.12	13.74	10.69	0.15	0.44	20.00	60.51	5577.67	19.98	77.47	0.08	100.45	7.11	8.35	240.74	0.08	97.45	5658.18	10.08	3.28	9.48	0.49	80.51	316.98
17.63	14.13	13.77	10.64	0.15	0.44	20.06	60.03	5575.29	19.98	77.35	0.09	100.45	7.11	8.34	241.36	0.09	97.33	5655.37	10.08	3.16	9.49	0.49	80.09	263.42
17.81	14.14	13.79	10.58	0.15	0.44	20.12	59.57	5572.87	19.98	77.22	0.09	100.46	7.11	8.32	241.78	0.09	97.21	5652.56	10.08	3.03	9.50	0.49	79.69	211.62
18.00	14.14	13.82	10.51	0.15	0.44	20.19	59.14	5570.43	19.99	77.10	0.09	100.47	7.11	8.30	241.94	0.09	97.09	5649.75	10.08	2.88	9.52	0.49	79.33	162.51
18.19	14.14	13.84	10.44	0.15	0.44	20.25	58.75	5567.98	19.99	76.98	0.09	100.48	7.11	8.28	241.81	0.09	96.97	5646.98	10.08	2.73	9.56	0.49	79.00	117.24
18.38	14.14	13.86	10.35	0.15	0.44	20.32	58.39	5565.55	19.99	76.86	0.09	100.48	7.11	8.25	241.35	0.09	96.85	5644.26	10.08	2.56	9.60	0.49	78.71	77.25
18.56	14.14	13.88	10.26	0.15	0.44	20.38	58.08	5563.14	20.00	76.75	0.09	100.49	7.11	8.23	240.57	0.09	96.74	5641.61	10.08	2.40	9.66	0.49	78.46	44.24
18.75	14.14	13.90	10.16	0.15	0.44	20.44	57.83	5560.79	20.00	76.63	0.09	100.50	7.11	8.20	239.49	0.09	96.63	5639.06	10.08	2.24	9.73	0.50	78.27	20.01
18.94	14.13	13.91	10.07	0.15	0.44	20.51	57.62	5558.49	20.00	76.53	0.09	100.51	7.11	8.17	238.21	0.09	96.53	5636.62	10.08	2.10	9.81	0.50	78.13	5.81
19.13	14.12	13.93	9.98	0.15	0.44	20.57	57.46	5556.28	20.01	76.43	0.09	100.51	7.11	8.15	236.86	0.09	96.43	5634.31	10.08	1.99	9.89	0.51	78.03	0.63

t(h)	Tempv (C)	Temps (C)	DO (mg/L)	CBODs (mgO <sub>2</sub> /L)	CBODf (mgO <sub>2</sub> /L)	No (ugN/L)	NH <sub>4</sub> (ugN/L)	NO <sub>3</sub> (ugN/L)	Po (ugP/L)	Inorg P (mgP/L)	Detritus (mgD/L)	Constituent			Bot Algae (mgAlm <sup>2</sup> )	TSS (mgD/L)	TP (ugP/L)	TN (ugN/L)	Doser (mg/L)	NH <sub>3</sub> (ugN/L)	In N (mgN/mgA)	In P (mgP/mgA)	TKN (ugN/L)	Solar (cal/cm <sup>2</sup> /d)
												Alk	#	pH										
19.31	14.12	13.94	9.91	0.15	0.44	20.63	57.35	5554.13	20.01	76.33	0.09	100.52	7.11	8.13	235.51	0.09	96.34	5632.12	10.08	1.89	9.97	0.51	77.99	0.00
19.50	14.11	13.95	9.85	0.15	0.44	20.69	57.29	5552.07	20.01	76.24	0.09	100.53	7.11	8.11	234.16	0.09	96.25	5630.05	10.08	1.82	10.05	0.51	77.98	0.00
19.69	14.10	13.96	9.80	0.15	0.45	20.75	57.26	5550.09	20.01	76.15	0.09	100.54	7.11	8.09	232.83	0.09	96.17	5628.10	10.09	1.75	10.13	0.52	78.01	0.00
19.88	14.08	13.97	9.76	0.15	0.45	20.81	57.27	5548.19	20.02	76.07	0.09	100.54	7.11	8.08	231.50	0.09	96.09	5626.26	10.09	1.70	10.21	0.52	78.07	0.00
20.06	14.07	13.98	9.72	0.15	0.45	20.86	57.31	5546.38	20.02	76.00	0.09	100.55	7.11	8.07	230.18	0.09	96.02	5624.55	10.09	1.65	10.29	0.53	78.17	0.00
20.25	14.06	13.99	9.69	0.15	0.45	20.92	57.38	5544.65	20.02	75.93	0.09	100.56	7.11	8.05	228.87	0.09	95.95	5622.95	10.10	1.61	10.37	0.53	78.30	0.00
20.44	14.04	13.99	9.66	0.15	0.45	20.97	57.49	5543.02	20.02	75.86	0.09	100.56	7.11	8.04	227.57	0.09	95.89	5621.47	10.10	1.57	10.45	0.53	78.45	0.00
20.63	14.02	13.99	9.64	0.15	0.45	21.01	57.62	5541.48	20.03	75.80	0.09	100.57	7.11	8.03	226.28	0.09	95.83	5620.12	10.10	1.54	10.53	0.54	78.63	0.00
20.81	14.00	14.00	9.62	0.15	0.45	21.06	57.78	5540.04	20.03	75.75	0.09	100.58	7.11	8.03	225.00	0.09	95.78	5618.88	10.11	1.51	10.61	0.54	78.84	0.00
21.00	13.98	14.00	9.60	0.15	0.45	21.10	57.96	5538.70	20.03	75.70	0.09	100.58	7.11	8.02	223.73	0.09	95.73	5617.76	10.11	1.49	10.69	0.55	79.07	0.00
21.19	13.95	13.99	9.59	0.15	0.45	21.15	58.17	5537.45	20.03	75.66	0.09	100.59	7.11	8.01	222.46	0.09	95.69	5616.77	10.12	1.47	10.76	0.55	79.31	0.00
21.38	13.93	13.99	9.58	0.15	0.45	21.18	58.39	5536.31	20.03	75.62	0.09	100.59	7.11	8.01	221.21	0.09	95.65	5615.89	10.12	1.45	10.84	0.55	79.58	0.00
21.56	13.90	13.99	9.57	0.15	0.45	21.22	58.64	5535.27	20.03	75.59	0.09	100.60	7.11	8.00	219.96	0.09	95.62	5615.13	10.13	1.44	10.92	0.56	79.86	0.00
21.75	13.87	13.98	9.56	0.15	0.45	21.25	58.90	5534.34	20.04	75.56	0.09	100.60	7.11	8.00	218.73	0.09	95.59	5614.50	10.14	1.43	10.99	0.56	80.16	0.00
21.94	13.84	13.97	9.56	0.15	0.45	21.28	59.18	5533.51	20.04	75.54	0.09	100.60	7.11	7.99	217.50	0.09	95.57	5613.98	10.14	1.42	11.07	0.57	80.47	0.00
22.13	13.81	13.97	9.55	0.15	0.45	21.31	59.48	5532.78	20.04	75.52	0.09	100.61	7.11	7.99	216.28	0.09	95.56	5613.57	10.15	1.41	11.15	0.57	80.79	0.00
22.31	13.78	13.96	9.55	0.15	0.45	21.33	59.79	5532.16	20.04	75.51	0.09	100.61	7.11	7.98	215.08	0.09	95.54	5613.29	10.16	1.40	11.22	0.57	81.13	0.00
22.50	13.75	13.94	9.55	0.15	0.45	21.35	60.12	5531.65	20.04	75.50	0.09	100.61	7.11	7.98	213.88	0.09	95.54	5613.12	10.17	1.40	11.30	0.58	81.47	0.00
22.69	13.71	13.93	9.56	0.15	0.45	21.37	60.46	5531.24	20.04	75.50	0.09	100.62	7.11	7.98	212.69	0.09	95.54	5613.07	10.17	1.39	11.37	0.58	81.83	0.00
22.88	13.68	13.92	9.56	0.15	0.45	21.39	60.81	5530.94	20.04	75.50	0.09	100.62	7.11	7.98	211.51	0.09	95.54	5613.13	10.18	1.39	11.44	0.59	82.20	0.00
23.06	13.64	13.90	9.56	0.15	0.45	21.40	61.17	5530.74	20.04	75.51	0.09	100.62	7.11	7.98	210.34	0.09	95.55	5613.32	10.19	1.39	11.52	0.59	82.57	0.00
23.25	13.61	13.88	9.57	0.15	0.45	21.42	61.54	5530.66	20.04	75.52	0.09	100.62	7.11	7.97	209.17	0.09	95.56	5613.61	10.20	1.39	11.59	0.59	82.96	0.00
23.44	13.57	13.86	9.57	0.15	0.45	21.43	61.93	5530.68	20.04	75.54	0.09	100.62	7.11	7.97	208.02	0.09	95.58	5614.03	10.20	1.39	11.67	0.60	83.35	0.00
23.63	13.53	13.84	9.58	0.15	0.45	21.43	62.32	5530.80	20.04	75.56	0.09	100.62	7.11	7.97	206.88	0.09	95.60	5614.56	10.21	1.39	11.74	0.60	83.76	0.00
23.81	13.50	13.82	9.59	0.15	0.45	21.44	62.73	5531.04	20.04	75.58	0.09	100.63	7.11	7.97	205.74	0.09	95.63	5615.20	10.22	1.40	11.81	0.60	84.17	0.00
24.00	13.46	13.80	9.59	0.15	0.45	21.45	63.14	5531.37	20.04	75.62	0.09	100.63	7.11	7.97	204.62	0.09	95.66	5615.96	10.23	1.40	11.88	0.61	84.59	0.00



Priloga D: Odseki

**QUAL2K**  
**Stream Water Quality Model**  
**Krka (9/13/2010)**  
**Reach Data:**

Open Old File

Run Fortran

Reach for diel plot Element for diel plot	Reach Number	Headwater Reach	Reach length (km)	Downstream		Location		Element Number	Elevation (m)
				Latitude	Longitude	Upstream (km)	Downstream (km)		
2	2								
Downstream end of reach label									
zgornji tok	1	Yes	9.41	45.77	-15.05	16.520	7.110	45	174.930
spodnji tok	2		7.11	45.79	-15.12	7.110	0.000	35	160.210

Hydraulic Model (Weir Overrides Manning Formula; Manning Formula Override Rating Curves)												
Downstream						Weir			Rating Curves			
Degrees	Latitude		Seconds	Degrees	Minutes	Longitude	Height (m)	Width (m)	adam	bdam	Velocity Coefficient	Exponent
	Minutes	Seconds										
45	46	10	38	15	3	0.0000	0.0000	1.2500	0.9000	0.0000	0.0000	0.0000
45	47	38	15	15	7	0.0000	0.0000	1.2500	0.9000	0.0000	0.0000	0.0000

Manning Formula													
Channel Slope	Manning n	Bot Width m	Side Slope	Side Slope	Dispersion m2/s	Bottom Algae Coverage	Bottom SOD Coverage	Prescribed Dispersion	Prescribed Bottom Algae Coverage	Prescribed SOD Coverage	Prescribed CH4 flux gO2/m2/d	Prescribed NH4 flux mgN/m2/d	Prescribed Inorg P flux mgP/m2/d
0.0040	0.4000	30.29	0.0000	0.0000	0.00	100.00%	100.00%	0.00	100.00%	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
0.0040	0.4000	50.00	0.0000	0.0000	0.00	100.00%	100.00%	0.00	100.00%	0.00	0.0000	0.0000	0.0000

Priloga E: Temperatura zraka

**QUAL2K**  
**Stream Water Quality Model**  
**Krka (9/13/2010)**  
**Air Temperature Data:**

Open  
Old File

Run Fortran

Upstream Label	Reach Label	Downstream Label	Reach Number	Upstream Distance km	Downstream Distance km	12:00 AM	1:00 AM	2:00 AM	3:00 AM
Mainstem headwater	zgornji tok	Dolenjske toplice	1	16.52	7.11	14.00	13.00	11.50	11.00
Dolenjske toplice	spodnji tok	Srebrnice	2	7.11	0.00	14.00	13.00	11.50	11.00

At each time. Linear interpolation is used to estimate values between the hourly inputs.)

4:00 AM	5:00 AM	6:00 AM	7:00 AM	8:00 AM	9:00 AM	10:00 AM	11:00 AM	12:00 PM	1:00 PM
11.50	12.50	13.50	14.00	14.50	15.00	16.00	18.00	21.00	21.50
11.50	12.50	13.50	14.00	14.50	15.00	16.00	18.00	21.00	21.50

2:00 PM	3:00 PM	4:00 PM	5:00 PM	6:00 PM	7:00 PM	8:00 PM	9:00 PM	10:00 PM	11:00 PM
21.00	21.50	20.50	20.00	19.00	18.00	17.50	16.50	15.50	15.00
21.00	21.50	20.50	20.00	19.00	18.00	17.50	16.50	15.50	15.00

Priloga F: Temperatura rosišča

**QUAL2K**  
**Stream Water Quality Model**  
**Krka (9/13/2010)**  
**Dew Point Temperature Data:**

Open  
Old File

Run Fortran

Upstream	Reach	Downstream	Reach	Upstream	Downstream	12:00 AM	1:00 AM	2:00 AM	3:00 AM
Label	Label	Label	Number	Distance km	Distance km	Hourly dewpoint temperature for each reach (deg) (The input values are applied as point estimates a			
Mainstem headwater	zgornji tok	Dolenjske toplice	1	16.52	7.11	6.30	5.30	3.80	3.30
Dolenjske toplice	spodnji tok	Srebrnice	2	7.11	0.00	6.30	5.30	3.80	3.30

4:00 AM	5:00 AM	6:00 AM	7:00 AM	8:00 AM	9:00 AM	10:00 AM	11:00 AM	12:00 PM	1:00 PM
3.80	4.80	5.80	6.30	6.80	7.30	8.30	10.15	13.85	13.85
3.80	4.80	5.80	6.30	6.80	7.30	8.30	10.15	13.85	13.85

2:00 PM	3:00 PM	4:00 PM	5:00 PM	6:00 PM	7:00 PM	8:00 PM	9:00 PM	10:00 PM	11:00 PM
13.85	14.78	12.93	12.00	11.08	10.15	9.69	8.76	7.80	7.30
13.85	14.78	12.93	12.00	11.08	10.15	9.69	8.76	7.80	7.30



Priloga H: Točkovni viri

Name	Tributary No.	Headwater Label	Location km	Point		Temperature		Specific Conductance		Inorganic Suspended Solids				
				Abstraction m3/s	Inflow m3/s	mean °C	range/2 °C	time of max	mean umhos	range/2 umhos	time of max	mean mg/L	range/2 mg/L	time of max
Dolenjske toplice - susica	0	Mainstem headwater	7.11	0.0000	0.0850	15.20	0.00	12:00 AM	0.00	0.00	12:00 AM	0.00	0.00	12:00 AM
čn dolenjske toplice	0	Mainstem headwater	7.11	0.0000	0.0026	21.50	0.00	12:00 AM	0.00	0.00	12:00 AM	0.00	0.00	12:00 AM
novoles	0	Mainstem headwater	3.31	0.0000	0.0100	0.00	0.00	12:00 AM	0.00	0.00	12:00 AM	0.00	0.00	12:00 AM
čn straža	0	Mainstem headwater	3.10	0.0000	0.0022	10.60	0.00	12:00 AM	0.00	0.00	12:00 AM	0.00	0.00	12:00 AM
Radešca	0	Mainstem headwater	8.12	2.0000	0.0000	13.50	0.00	12:00 AM	0.00	0.00	12:00 AM	0.00	0.00	12:00 AM

Dissolved Oxygen				Fast CBOD				Organic N				Ammonia N			
mean mg/L	range/2 mg/L	time of max	time of max	mean mgO2/L	range/2 mgO2/L	time of max	time of max	mean ugN/L	range/2 ugN/L	time of max	time of max	mean ugN/L	range/2 ugN/L	time of max	time of max
0.00	0.00	12:00 AM	12:00 AM	4.20	0.00	12:00 AM	12:00 AM	0.00	0.00	12:00 AM	12:00 AM	0.00	0.00	12:00 AM	12:00 AM
0.00	0.00	12:00 AM	12:00 AM	6.30	0.00	12:00 AM	12:00 AM	0.00	0.00	12:00 AM	12:00 AM	0.00	0.00	12:00 AM	12:00 AM
0.00	0.00	12:00 AM	12:00 AM	502.00	0.00	12:00 AM	12:00 AM	0.00	0.00	12:00 AM	12:00 AM	0.00	0.00	12:00 AM	12:00 AM
0.00	0.00	12:00 AM	12:00 AM	1.90	0.00	12:00 AM	12:00 AM	0.00	0.00	12:00 AM	12:00 AM	0.00	0.00	12:00 AM	12:00 AM
10.00	0.00	12:00 AM	12:00 AM	1.90	0.00	12:00 AM	12:00 AM	0.00	0.00	12:00 AM	12:00 AM	0.00	0.00	12:00 AM	12:00 AM

Nitrate + Nitrite N				Organic P				Inorganic P				Phytoplankton			
mean ugN/L	range/2 ugN/L	time of max	time of max	mean ugP/L	range/2 ugP/L	time of max	time of max	mean ugP/L	range/2 ugP/L	time of max	time of max	mean ugA/L	range/2 ugA/L	time of max	time of max
0.00	0.00	12:00 AM	12:00 AM	0.00	0.00	12:00 AM	12:00 AM	0.00	0.00	12:00 AM	12:00 AM	0.00	0.00	12:00 AM	12:00 AM
0.00	0.00	12:00 AM	12:00 AM	0.00	0.00	12:00 AM	12:00 AM	0.00	0.00	12:00 AM	12:00 AM	0.00	0.00	12:00 AM	12:00 AM
0.00	0.00	12:00 AM	12:00 AM	0.00	0.00	12:00 AM	12:00 AM	0.00	0.00	12:00 AM	12:00 AM	0.00	0.00	12:00 AM	12:00 AM
0.00	0.00	12:00 AM	12:00 AM	0.00	0.00	12:00 AM	12:00 AM	0.00	0.00	12:00 AM	12:00 AM	0.00	0.00	12:00 AM	12:00 AM
5700.00	0.00	12:00 AM	12:00 AM	0.00	0.00	12:00 AM	12:00 AM	0.00	0.00	12:00 AM	12:00 AM	0.00	0.00	12:00 AM	12:00 AM

Internal Nitrogen				Internal Phosphorus				Detritus				Pathogen Indicator Bacteria			
mean ugN/L	range/2 ugN/L	time of max	time of max	mean ugP/L	range/2 ugP/L	time of max	time of max	mean mgD/L	range/2 mgD/L	time of max	time of max	mean cfu/100ml	range/2 cfu/100ml	time of max	time of max
0.00	0.00	12:00 AM	12:00 AM	0.00	0.00	12:00 AM	12:00 AM	0.00	0.00	12:00 AM	12:00 AM	0.00	0.00	12:00 AM	12:00 AM
0.00	0.00	12:00 AM	12:00 AM	0.00	0.00	12:00 AM	12:00 AM	0.00	0.00	12:00 AM	12:00 AM	0.00	0.00	12:00 AM	12:00 AM
0.00	0.00	12:00 AM	12:00 AM	0.00	0.00	12:00 AM	12:00 AM	0.00	0.00	12:00 AM	12:00 AM	0.00	0.00	12:00 AM	12:00 AM
0.00	0.00	12:00 AM	12:00 AM	0.00	0.00	12:00 AM	12:00 AM	0.00	0.00	12:00 AM	12:00 AM	0.00	0.00	12:00 AM	12:00 AM
0.00	0.00	12:00 AM	12:00 AM	0.00	0.00	12:00 AM	12:00 AM	0.00	0.00	12:00 AM	12:00 AM	0.00	0.00	12:00 AM	12:00 AM

Alkalinity				Constituent i				Constituent ii				Constituent iii				pH			
mean mgCaCO3/L	range/2 mgCaCO3/L	time of max	time of max	mean	range/2	time of max	time of max	mean	range/2	time of max	time of max	mean	range/2	time of max	time of max	mean s.u.	range/2 s.u.	time of max	time of max
100.00	0.00	12:00 AM	12:00 AM	0.00	0.00	12:00 AM	12:00 AM	0.00	0.00	12:00 AM	12:00 AM	0.00	0.00	12:00 AM	12:00 AM	7.91	0.00	12:00 AM	12:00 AM
100.00	0.00	12:00 AM	12:00 AM	0.00	0.00	12:00 AM	12:00 AM	0.00	0.00	12:00 AM	12:00 AM	0.00	0.00	12:00 AM	12:00 AM	7.00	0.00	12:00 AM	12:00 AM
100.00	0.00	12:00 AM	12:00 AM	0.00	0.00	12:00 AM	12:00 AM	0.00	0.00	12:00 AM	12:00 AM	0.00	0.00	12:00 AM	12:00 AM	7.00	0.00	12:00 AM	12:00 AM
100.00	0.00	12:00 AM	12:00 AM	0.00	0.00	12:00 AM	12:00 AM	0.00	0.00	12:00 AM	12:00 AM	0.00	0.00	12:00 AM	12:00 AM	7.00	0.00	12:00 AM	12:00 AM
100.00	0.00	12:00 AM	12:00 AM	0.00	0.00	12:00 AM	12:00 AM	0.00	0.00	12:00 AM	12:00 AM	0.00	0.00	12:00 AM	12:00 AM	7.00	0.00	12:00 AM	12:00 AM

Priloga I: Vodomerne postaje na reki Krki

	Šifra	Merilna postaja	Vodotok	X	Y	Začetek opazovanj	H	Q	T	SM
							/	/	/	/
							dan	plan	dan	plan
135	7030	PODBUKOVJE	KRKA	483750	81425	1959	ZV	6	1	
136	7060	SOTESKA	KRKA	501860	70560	2005	ZV	6		
137	7110	GORENJA GOMILA	KRKA	522550	80420	1962	ZV	6		
138	7160	PODBOČJE	KRKA	535740	80120	1926	ZV	6	ZV	
139	7200	MLAČEVO	GROSUPELJŠČICA	475020	88410	1954	1	6		
140	7220	RAŠICA	RAŠICA	471480	78660	1954	1	6		
141	7240	TREBNJA GORICA	VIŠNJICA	483280	82590	1954	1	6		
142	7270	MENIŠKA VAS	RADEŠČA	503440	67940	1961	1	6		
143	7310	ROŽNI VRH	TEMENICA	500100	84840	1956	1	6		
144	7340	PREČNA	PREČNA	508830	74510	1953	ZV	6	1	
145	7380	ŠKOCJAN	RADULJA	523015	84855	1961	ZV	6		
146	7440	SODRAŽICA	BISTRICA	472340	68450	1960	1	6		
147	7488	PRIGORICA I	RIBNICA	479980	63130	1989	1	6		

Priloga J: Meritve pretokov na vodomernih postajah Soteska in Meniška vas

Šifra	Vodotok	Vodometna postaja		Datum	Vodostaj (cm)	Pretok (m <sup>3</sup> /s)	Srednja hitrost (m/s)	Površina prečnega prereza (m <sup>2</sup> )	Opomba
		Gauging Station	Date						
7060	KRKA	SOTESKA	29.02.2008	118	6.71	0.12	58.3	ADMP	
7060	KRKA	SOTESKA	18.04.2008	198	47.0	0.53	89.4	ADMP	
7060	KRKA	SOTESKA	24.06.2008	173	29.4	0.44	67.0	ADMP	
7060	KRKA	SOTESKA	29.08.2008	141	11.3	0.18	63.0	ADMP	
7060	KRKA	SOTESKA	17.10.2008	114	5.05	0.34	14.9	FT	
7060	KRKA	SOTESKA	15.12.2008	319	118	0.93	126	ADMP	
7270	RADEŠČA	MENIŠKA VAS	29.02.2008	77.5	1.10	0.21	5.18	FT	
7270	RADEŠČA	MENIŠKA VAS	18.04.2008	138.5	5.77	0.32	18.2	ADMP	
7270	RADEŠČA	MENIŠKA VAS	24.06.2008	124	2.89	0.25	11.7	ADMP	
7270	RADEŠČA	MENIŠKA VAS	29.08.2008	119	1.37	0.14	9.60	ADMP	
7270	RADEŠČA	MENIŠKA VAS	17.10.2008	100	0.56	0.08	6.86	FT	
7270	RADEŠČA	MENIŠKA VAS	15.12.2008	280	23.5	0.58	40.7	ADMP	

Priloga K: Koeficienti odtoka za različne vrste površin

Vrsta površine	$\phi$ [%]
Strehe s pločevinasto ali emajlirano kritino	95
Strehe z običajno kritino	90-85
Ceste in poti, utrjene z betonom ali asfaltom	85-90
Tlak iz naravnega ali umetnega kamna z zalitimi stiki	75-85
Tlak iz naravnega ali umetnega kamna z nezalitimimi stiki	50-70
Z bitumensko emulzijo obrizgana površina	25-60
Slabo utrjene poti brez površinske obdelave	15-30
Kolodvori in igrišča	10-30
Parki, vrtovi in travniki	5-25
Gozd	1-20



Priloga L: Minimalne in maksimalne vrednosti parametrov

Parameters	Min.	Max.
ISS settling velocity (m/d)	0	2
O <sub>2</sub> reaeration model		
Slow CBOD hydrolysis rate (/d)	0	5
Slow CBOD oxidation rate (/d)	0	5
Fast CBOD oxidation rate (/d)	0	5
Organic-N hydrolysis (/d)	0	5
Organic-N settling velocity (m/d)	0	2
Ammonium nitrification (/d)	0	10
Nitrate denitrification (/d)	0	2
Nitrate Sed. denitrification transfer coefficient (m/d)	0	5
Organic-P hydrolysis (/d)	0	5
Organic-P settling velocity (m/d)	0	2
Organic-P settling velocity (m/d)	0	2
Inorganic P Sed. P oxygen attenuation half sat constant (mgO <sub>2</sub> /L)	0	2
Phytoplankton max. growth rate (/d)	1.5	3
Phytoplankton respiration rate (/d)	0	1
Phytoplankton death rate (/d)	0	1
Phytoplankton nitrogen half sat constant (µgN/L)	0	150
Phytoplankton Phosphorus half sat constant (µgP/L)	0	50
Phytoplankton settling velocity (m/d)	0	5
Detritus dissolution rate (/d)	0	5
Detritus settling velocity (m/d)	0	5

Priloga M: Mejne in priporočene vrednosti parametrov salmonidnih in ciprinidnih vod

Parameter	Izražen kot	Enota	Salmonidne vode		Ciprinidne vode	
			Priporočena vrednost	Mejna vrednost	Priporočena vrednost	Mejna vrednost
Raztopljeni kisik <sup>(1)</sup>	O <sub>2</sub>	mg/L	50% ≥ 9 100% ≥ 7	50% ≥ 9 100% ≥ 6	50% ≥ 8 100% ≥ 5	50% ≥ 7 100% ≥ 4
pH				6 - 9 Δ± 0,5 <sup>(2)</sup>		6 - 9 Δ± 0,5 <sup>(2)</sup>
Suspendirane snovi		mg/L	≤ 25		≤ 25	
BPK <sub>5</sub>	O <sub>2</sub>	mg/L	≤ 3		≤ 6	
Fosfor celotni	PO <sub>4</sub>	mg/L		≤ 0,2		≤ 0,4
Nitrit	NO <sub>2</sub>	mg/L	≤ 0,01		≤ 0,03	
Fenolne snovi	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> OH			<sup>(3)</sup>		<sup>(3)</sup>
Mineralna olja				<sup>(4)</sup>		<sup>(4)</sup>
Amoniak	NH <sub>3</sub>	mg/L	≤ 0,005	≤ 0,025	≤ 0,005	≤ 0,025
Amonij	NH <sub>4</sub>	mg/L	≤ 0,04	≤ 1	≤ 0,2	≤ 1
Klor prosti pri pH 6	HOCl	mg/L		≤ 0,005 <sup>(5)</sup>		≤ 0,005 <sup>(5)</sup>
Cink, skupna trdota vode 100 mgCaCO <sub>3</sub> /L	Zn	mg/L		0,3		1,0
Raztopljeni baker, skupna trdota vode 100 mgCaCO <sub>3</sub> /L	Cu	mg/L	0,04		0,04	

<sup>(1)</sup> V odstotkih je izraženo število vzorcev odvzetih v obdobju enega leta

<sup>(2)</sup> Umetno povzročene spremembe pH ne smejo presegati ± 0.5

<sup>(3)</sup> Parameter ne sme biti prisoten v takšni količini, da bi to vplivalo na okus rib

<sup>(4)</sup> Parameter ne sme biti prisoten v vodi v takšni količini, da bi to povzročilo:

- viden film na gladini vode ali plast na dnu površinskih voda ali
- značilen priokus v ribah ali
- škodljive učinke na ribe

<sup>(5)</sup> Višje koncentracije celotnega prostega klora so sprejemljive, če je pH vode višji

(Sodja, 2010)