

**ZAKLJUČNO POROČILO**  
**O REZULTATIH OPRAVLJENEGA RAZISKOVALNEGA DELA**  
**NA PROJEKTU V OKVIRU CILJNEGA RAZISKOVALNEGA**  
**PROGRAMA (CRP) »KONKURENČNOST SLOVENIJE 2006 – 2013«**

**I. Predstavitev osnovnih podatkov raziskovalnega projekta**

1. Naziv težišča v okviru CRP:

5 Povezovanje ukrepov za doseganje trajnostnega razvoja

2. Šifra projekta:

V4-0512

3. Naslov projekta:

Prisotnost mikrobioloških, farmacevtskih in genotoksičnih onesnaževalcev v pitni, površinski vodi ter vodi individualnih zajetij

3. Naslov projekta

3.1. Naslov projekta v slovenskem jeziku:

Prisotnost mikrobioloških, farmacevtskih in genotoksičnih onesnaževalcev v pitni, površinski vodi ter vodi individualnih zajetij

3.2. Naslov projekta v angleškem jeziku:

The presence of microbiological, pharmaceutical and genotoxic pollution factors in drinking, surface and well water

4. Ključne besede projekta

4.1. Ključne besede projekta v slovenskem jeziku:

voda, mikrobiološka kakovost, virusi, onesnažila, antibiotiki, metode

4.2. Ključne besede projekta v angleškem jeziku:

water, microbiological quality, viruses, pollutants, antibiotics, detection methods

5. Naziv nosilne raziskovalne organizacije:

510 Univerza v Ljubljani, 0382 Zdravstvena fakulteta

5.1. Seznam sodelujočih raziskovalnih organizacij (RO):

510 Univerza v Ljubljani, 0381 Medicinska fakulteta

6. Sofinancer/sofinancerji:

Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano, Služba Vlade Republike Slovenije za lokalno samoupravo in regionalno politiko

7. Šifra ter ime in priimek vodje projekta:

5099

Karmen Godič Torkar

Datum: 14.09.2010

Podpis vodje projekta:

Podpis in žig izvajalca:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

## II. Vsebinska struktura zaključnega poročila o rezultatih raziskovalnega projekta v okviru CRP

### 1. Cilji projekta:

1.1. Ali so bili cilji projekta doseženi?

- a) v celoti  
 b) delno  
 c) ne

Če b) in c), je potrebna utemeljitev.

1.2. Ali so se cilji projekta med raziskavo spremenili?

- a) da  
 b) ne

Če so se, je potrebna utemeljitev:

## 2. Vsebinsko poročilo o realizaciji predloženega programa dela<sup>1</sup>:

Voda je ena najpomembnejših snovi na Zemlji. Uporabljamo jo v akva, agro in živilski industriji ter ostali predelovalni industriji. Skrb za ohranjanje čiste in zdrave vode je izrednega pomena za sedanjo in prihodnje generacije. Zakonsko je določeno preverjanje mikrobiološke in fizikalno-kemijske kakovosti pitne vode, največkrat iz kontroliranih vodovodnih omrežij, delno tudi kopalnih voda, v katerega so vključeni ugotavljanje števila in prisotnosti le nekaterih vrst ali skupin mikroorganizmov in virusov ter le posameznih kemijskih elementov in spojin. Pomembna pa je tudi kakovost ostalih voda, npr. površinske vode, podtalnice, vode iz vodnjakov, odpadne vode, prečiščene vode iz čistilnih naprav, itd. iz katerih se napajajo vodovodni sistemi pitne vode. Predpisani parametri vedno ne pokažejo popolne slike kakovosti preskušene vzorca vode, saj lahko tudi druge vrste mikroorganizmov ali kemijskih snovi predstavljajo potencialno nevarnost zapotrošnike.

V predlaganem projektu smo ugotavljali zlasti mikrobiološko kakovost vzorcev vodovodne vode, podtalnice iz posameznih individualnih zajetij, površinskih voda ter voda iz čistilnih naprav. Želeli smo ugotoviti razlike v mikrobiološki in fizikalno-kemijski kakovosti med vzorci vode različnega izvora in v posameznih letnih obdobjih, izvor okužbe, vpliv ostalega, zlasti urbanega okolja na kakovost vode ter nakazati možne rešitve za izboljšanje obstoječega stanja. Poleg zakonsko predpisanih skupin mikroorganizmov, ki veljajo za pitno vodo, smo ugotavljali tudi prisotnost nekaterih drugih vrst, vključno s sporotvornimi in nitrifikacijskimi bakterijami ter glivami. Prve preživijo v neugodnih življenjskih razmerah in jih ne uniči niti dezinfekcija, druge so pokazatelj povišanih vrednosti nitratov, nitritov in amonijaka v vodi, tretje pa so pogost vir toksinov in povzročajo alergije. Namen naših raziskav je bil tudi ugotavljanje okužb z enteričnimi virusi. V površinskih in pitnih vodah smo ugotavljali hkratno pojavljanje nekaterih bakterijskih pokazateljev fekalne onesnaženosti in enteričnih virusov, kot so virus hepatitisa A, norovirusi, astrovirusi in rotavirusi. Želeli smo ugotoviti smotrnost dodatnega testiranja vodnih virov za enterične viruse, s katerimi bi lahko vplivali na omejevanje epidemičnih izbruhov bolezni, ki jih le-ti povzročajo.

Prisotnost antibiotikov v okolju in s tem tudi v vodi, je posledica njihove vedno večje in nekontrolirane uporabe ter odstranjevanja v humani, veterinarski medicini, akvakulturi, kmetijstvu, farmaciji, itd. Na ljudi vplivajo tako, da povzročajo alergije, povzročajo tehnološke probleme v biotehnologiji, zlasti pa povzročajo razvoj proti antibiotikom zelo odpornih bakterij, ki predstavljajo zadnja leta velik problem v medicini, veterini in farmaciji. V našem projektu smo preskusili uporabnost in občutljivost presejalnih mikrobioloških in receptorsko-encimskih metod za ugotavljanje prisotnosti antibiotikov v vodi, katere se sedaj že uporabljajo za testiranje vzorcev različnih živil. Vzporedno pa smo preverjali še odpornost osamljenih bakterij iz vzorcev vode za antibiotike. Naš cilj je bil ugotoviti ali so antibiotiki prisotni tudi v naših vodah, v katerih vzorcih, kateri so ti antibiotiki, kakšne so njihove koncentracije in kako vplivajo na razvoj odpornosti prisotne mikroflore. Podatki nam bodo služili za iskanje izvora nekontroliranega ravnanja z antibiotiki, vplive le teh na organizme v vodni verigi, pri uporabi v bioloških čistilnih napravah, pri porabnikih te vode, na njihovo mikrofloro, itd.

Glede na predhodno izvedene študije v Sloveniji in monitoring pitne vode je razvidno, da so v Sloveniji z vidika toksičnosti problematične genotoksične snovi, med njimi

<sup>1</sup> Potrebno je napisati vsebinsko raziskovalno poročilo, kjer mora biti na kratko predstavljen program dela z raziskovalno hipotezo in metodološko-teoretičen opis raziskovanja pri njenem preverjanju ali zavračanju vključno s pridobljenimi rezultati projekta.

najpogosteje pesticidi in njihovi razgradnji produkti. Metode in samo vzorčenje je zamudno in drago. Zato smo želeli poiskati uporabno in hitro metodo za dokazovanje genotoksičnih snovi, ki bi jo lahko uporabili za presejalno testiranje vzorcev različnih virov vode.

Pričakovali smo:

- da bo mikrobiološka kakovost vode, ki jo porabniki uporabljajo iz svojih zajetij slabša, kot kakovost pitne vode iz kontroliranega vodovodnega sistema;
- pogostejšo prisotnost nitrifikacijskih, oziroma denitrifikacijskih bakterij ter pokazateljev fekalnega onesnaženja (enterokokov, koliformnih mikroorganizmov in vrste *E. coli*) v vzorcih vode iz zajetij, kot tudi v vzorcih površinskih voda zlasti v ruralnem območju s kmetijskimi zemljišči;
- pogosto prisotnost enteričnih virusov v vzorcih vode;
- razlike v mikrobiološki in fizikalno-kemijski kakovosti vzorcev različnih vrst vode (površinske, iz zajetij, pitne vode);
- razlike v mikrobiološki in fizikalno-kemijski kakovosti vode glede na sezono in območje,
- prisotnost antibiotikov zlasti v vzorcih odpadnih in površinskih voda;
- uporabnost in dovolj visoko občutljivost presejalnih mikrobioloških metod za ugotavljanje širšega spektra antibiotikov v vzorcih;
- pojav odpornih bakterijskih izolatov za tiste antibiotike, ki so najpogosteje uporabljeni v kmetijstvu, veterini, akvakulturi in medicini.

Prisotnost genotoksičnih snovi, zlasti v vzorcih površinskih voda

Rezultati:

V poskus smo zajeli skupno 134 vzorcev, od tega 70 vzorcev individualnih zajetij, 40 vzorcev površinskih vod in 24 vzorcev pitnih vod. Na istih odvzemnih mestih smo jemali vzorce v zimskem in poletnem obdobju. Za mikrobiološke preiskave smo uporabljali standardne mikrobiološke metode na različnih mikrobioloških gojiščih. Kar 25 % vzorcev pitne vode je bilo glede na normative Pravilnika o pitni vodi mikrobiološko oporečnih, ker so vsebovali koliformne mikroorganizme, enterokoke ali pa povečano skupno število mikroorganizmov. Bakterijo *Escherichia coli* smo zasledili v 12,5 % vzorcev.

Ob upoštevanju kriterijev mikrobiološke kakovosti za pitno vodo po Pravilniku o pitni vodi, je bilo skladnih le okrog 5 % vzorcev individualnih zajetij. Najpogostejši vzrok za neskladnost je bila prisotnost koliformnih mikroorganizmov (v 95 % preiskanih vzorcev) ali povečano skupno število aerobnih mezofilnih mikroorganizmov (v 55 % preiskanih vzorcev). Bakterija *E. coli* je bila prisotna v 33 % vzorcev. Tudi enterokoki in sulfit reducirajoči klostridiji so bili prisotni v 50, oziroma 53 % vzorcev, *P. aeruginosa* pa celo v 67 % primerov. V večini vzorcev smo našli tudi sporotvorne oblike vrst *Bacillus* ter plesni. Vsi pomurski vzorci so bili neskladni, tudi tu je bil najpogostejši vzrok prisotnost koliformnih bakterij (v 50 % vzorcev je bila prisotna tudi *E. coli*) in povečano število aerobnih mezofilnih mikroorganizmov. Skupno število mikroorganizmov je bilo v površinskih vodotokih po pričakovanjih visoko (nad 300/1 ml), v 47 % je bila prisotna *E. coli* in v 87 % enterokoki. V vseh vzorcih smo zasledili koliformne bakterije. Statistično značilnih sezonskih razlik v mikrobiološki kakovosti med vzorci, odvzetimi pozimi in poleti nismo zasledili.

Mikrobiološki nitrifikacijski procesi pogosto povzročijo v vodnih distribucijskih sistemih velike probleme. Nitrate in nitrite najpogosteje najdemo v odpadnih vodah, v tekočih vodah in podtalnici pa takrat, če je le-ta onesnažena. Nitrat je namreč vodni

onesnaževalec, ki nastane z oksidacijo amonijevega iona v procesu oksidacije (nitrifikacija) kateri sledi redukcija v elementarni dušik (denitrifikacija). Nitrat se lahko pretvori tudi v nitrit, le ta pa v karcenogene N-nitrozamine. Vsi ti biokemijski procesi potekajo s pomočjo nitrifikacijskih ali denitrifikacijskih bakterij v anaerobnih ali aerobnih pogojih. Te bakterije so torej pomemben pokazatelj onesnaženja voda z dušikovimi spojinami in se pojavljajo tudi pri nižjih temperaturah vode.

Nitrifikacijskih bakterije so bile v 45 % vseh vzorcev, od tega v 37 % vzorcev vode iz individualnih zajetij, 30 % vzorcev pitnih vod in 68 % vzorcev površinskih vod. Zanimivo je, da smo jih našli v kar 79 % zimskih in v le 27 % poletnih vzorcev.

Statistično značilne korelacije med prisotnostjo nitratov in amonija ter prisotnostjo nitrifikacijskih bakterij nismo zasledili. Kar 68 do 77 % vzorcev je po naših meritvah vsebovalo nitrate, od tega je presegala dovoljene vrednosti 50 mg/l v 22 % iz individualnih zajetij, najpogosteje v vzorcih iz Pomurja. Razlik med poletnim in zimskim obdobjem ni bilo, razen pri vzorcih površinskih voda, kjer smo v zimskem obdobju ugotovili nitrate dvakrat pogosteje kot poleti.

Testiranje za nekatere enterične viruse je potekalo skladno s predhodno optimizacijo metod koncentriranja in določanja virusov. Za individualna zajetja in vodovodne vode smo uporabili membransko filtracijo z ultracentrifugiranjem eluata, površinske vode pa smo koncentrirali z ultrafiltracijo in kasnejšim ultracentrifugiranjem koncentrata in eluata z ultrafiltra. Viruse smo določali z molekularnimi metodami, RT-PCR v realnem času. Za kontrolo postopka koncentriranja smo kot interno kontrolo uporabili mačji kalicivirus (FCV), predhodno namnoženega na celicah CRFK in kvantificiranega z določanjem TCID<sub>50</sub>/ml.

V individualnih zajetjih smo določili rotaviruse skupine A (RoV-A) v 35,6 %, noroviruse genske skupine I (NoV-GSI) v 3,4 %, noroviruse genske skupine II (NoV-GSII) in virus hepatitisa A (HAV) pa nismo določili. Največ vzorcev individualnih zajetij z dokazanimi virusi je bilo v celjsko-zasavski, prekmurski in ljubljanski regiji. V zimskem in pomladanskem obdobju smo v individualnih zajetjih viruse dokazali v 46,4 - 50,0 %, v poletnem obdobju pa se je ta delež znižal na 35,0 %.

V vzorcih pitne vode iz kontroliranega vodovodnega omrežja virusov nismo določili.

Pri testiranju površinskih vodotokov smo določili RoV-A v 17,4 %, NoV-GSI v 13,0 % in NoV-GSII v 43,5 % testiranih vzorcev. HAV do sedaj nismo določili, kar je pričakovan rezultat, saj je po podatkih Inštituta za varovanje zdravja Republike Slovenije incidenca obolenj s HAV v Sloveniji zelo nizka (0,8/100.000 prebivalcev).

Vzporedno z mikrobiološkimi preiskavami smo testirali občutljivost nekaterih presejalnih metod, ki se uporabljajo rutinsko za ugotavljanje antibiotikov v živilih, tudi na vzorcih vode. Izvedli smo več preliminarnih testov z vodnimi raztopinami, ki so vsebovale znane koncentracijami antibiotikov: penicilina G, kloksacilina in cefpiroma iz skupine beta-laktamskih antibiotikov, eritromicina iz skupine makrolidov, pefloksacina iz skupine

kinolonov ter kloramfenikola. Ti se najpogosteje pojavljajo v vodnih virih kot

onesnaževalci. Najbolj občutljiva metoda za vse preskušene antibiotike je bil Delvotest SP-NT. Najnižje koncentracije antibiotikov, ki smo jih zaznali z metodo Delvotest SP-NT so bile 2,5 µg/l penicilina in ampicilina, nad 40 µg/l kloksacilina, 3 µg/l cefpiroma, 150 µg/l eritromicina, 500 µg/l pefloksacina in 5000 µg/l kloramfenikola. Pri testu BR v epruvtkah je prišlo do reakcije po podaljšanem času inkubacije, antibiotike pa smo

raztopili v destilirani vodi in v hranljivem bujonu, da je omogočena sprememba redoks potenciala oz. vrednosti pH. Občutljivost metod je v območju MRL (Maximum Residue Limits) ki so predpisane v mednarodnih zahtevah za živila (mleko). Metodi sta občutljivi za širok spekter antibiotikov.

Penicilin smo z metodo Beta star zaznali v koncentraciji 25 µg/l ter tudi v koncentrirani raztopini s koncentracijo 2,5 µg/l. Predpostavljamo lahko, da so mejne vrednosti občutljivosti te metode za vodo malo pod 25 µg/l, saj smo tudi pri ampicilinu opazili pozitiven rezultat že pri testni raztopini s koncentracijo 16 µg/l. Kloksacilin smo s to metodo zaznali pri 10 µg/l, cefpirom pa že pri 3 µg/l. Pri vseh ostalih testiranih

antibiotikih smo dobili negativen rezultat, saj ne spadajo med β-laktamske antibiotike.

Difuzijski metodi z diski po Kundratu in z uporabo testne bakterije *Bacillus subtilis* nista bili tako občutljivi kot Delvotest SP in test BR, zato smo ju pri nadaljnjih testiranjih izpustili. Da bi povečali občutljivost uporabljenih metod, smo vzorce koncentrirali z liofilizacijo ter na ta način povečali občutljivost metod za 100 x. Na ta način smo se približali takšnim koncentracijam antibiotikov, ki jih za vode navajajo tuji avtorji v strokovnih člankih. Od 39 preizkušenih vzorcev površinskih voda smo v šestih (15,4 %) primerih zasledili zaviralne snovi, pri polovici od teh (7,7 %) smo z metodo Beta star potrdili prisotnost beta - laktamskih antibiotikov. Izmed 59 vzorcev vode iz vodnjakov, pa smo v 10 (16,9 %) vzorcih zasledili antibiotike, vendar ne beta-laktamskih. V vzorcih pitne vode nismo zasledili antibiotikov. Rezultati metode Delvotest SP in testa BR so se ujemale v 93 % primerov, nismo pa ugotovili tendence, da bi bil kateri izmed testov manj občutljiv od drugega. V tem obdobju smo uspeli dobiti le 8 vzorcev odpadnih vod iz različnih oddelkov zdravstvenih ustanov, v katerih smo v 50 % primerov ugotovili prisotnost antibiotikov, polovica od teh je vsebovala beta – laktamske antibiotike.

Iz vzorcev smo osamili 431 bakterijskih sevov in ugotavljali njihovo odpornost proti najpogosteje uporabljenim antibiotikom. Bakterijski sevi so večinoma pripadali družini *Enterobacteriaceae* (35 %), enterokokom (11,7 %), skupini *Pseudomonas/Aeromonas* (6,7 %), rodovom *Bacillus* (31,3 %), *Staphylococcus* (12,9 %) in *Streptococcus* (2,4 %). Najpogosteje so bili sevi odporni proti linkomicinu (96 %), klindamicinu (71,2 %), eritromicinu (77 %) in bacitracinu (55,8 %). Največ sevov je bilo občutljivih za gentamicin (7,8 % sevov). Okrog 76 % sevov je bilo odpornih proti trem ali več antibiotikom, večinoma so pripadali rodu *Enterococcus*. Statistično značilnih razlik v občutljivosti med sevi, osamljenimi iz pitnih, površinskih vod in vod individualnih zajetij nismo zasledili.

Za ugotavljanje genotoksičnih snovi smo uporabili metodo Protoxkit F TM Freshwater Toxicity Test, kjer je indikatorski organizem pražival *Tetrahymena thermophila*. Ta migetalkar je sestavni del mikroflore v vodah in sodeluje pri recikliranju organskih snovi v naravi. Metoda temelji na spektrofotometričnem merjenju optične gostote raztopine, ki se niža, če je pražival aktivna in absorbira hrano, kar dokazuje, da v vzorcu ni prisotnih genotoksičnih snovi. Tako kot pri določanju prisotnosti antibiotikov, smo tudi tu uporabili koncentrirane vzorce, da smo povečali občutljivost uporabljene metode. Da bi v šestih od enajstih do sedaj testiranih vzorcev smo v mejah občutljivosti uporabljene metode ugotovili genotoksične snovi. Najvišje koncentracije le-teh smo zasledili v Muri, Reki, Meži in Savi. Genotoksične snovi so v vodotokih pogosteje prisotne v poletnem obdobju.

**Zaključki:**

- Po pravilniku o pitni vodi je bilo neskladnih četrtnina vzorcev pitne vode in 95 % vode individualnih zajetij, katere lastniki uporabljajo tudi kot v ir pitne vode. Najpogosteje so bili prisotni mikroorganizmi indikatorji fekalne okužbe.

Ni bilo statističnih razlik v mikrobiološki kakovosti med zimskim in letnim obdobjem.

- Nitrifikacijske bakterije so bile prisotne v 30 do 68 % vzorcev, najpogosteje v površinskih vodah, prevladovale so v vzorcih, odvzetih v zimskem obdobju.

- Korelacije med prisotnostjo nitrifikacijskih bakterij in nitritov in nitratov nismo ugotovili.

Nitriti so presegali dovoljene vrednosti zlasti v vzorcih iz Pomurja, to je v intenzivnem ruralnem območju s kmetijskimi zemljišči;

-- v okrog polovici vzorcev vode individualnih zajetij ter površinskih vod smo ugotovili prisotnost rota- in norovirusov, nekoliko več jih je bilo v zimskem obdobju.

- nekatere presejalne mikrobiološke metode, ki se uporabljajo za ugotavljanje antibiotikov v živilih, so ob primerni predpripravi vzorca primerne tudi za presejalno ugotavljanje kemoterapevtikov v vodi.

- V območju občutljivosti uporabljenih metod smo ugotovili prisotnost antibiotikov v skupno 16 % vzorcev površinskih vod in vode individualnih zajetij.

- za kar tri četrtine bakterijskih sevov, izoliranih iz vzorcev vod, je bila značilna multipla rezistenca za najpogosteje uporabljene antibiotike.

- prisotne so bile genotoksične snovi, zlasti v vzorcih površinskih voda



### 3. Izkoriščanje dobljenih rezultatov:

3.1. Kakšen je potencialni pomen<sup>2</sup> rezultatov vašega raziskovalnega projekta za:

- a) odkritje novih znanstvenih spoznanj;
- b) izpopolnitev oziroma razširitev metodološkega instrumentarija;
- c) razvoj svojega temeljnega raziskovanja;
- d) razvoj drugih temeljnih znanosti;
- e) razvoj novih tehnologij in drugih razvojnih raziskav.

3.2. Označite s katerimi družbeno-ekonomskimi cilji (po metodologiji OECD-ja) sovpadajo rezultati vašega raziskovalnega projekta:

- a) razvoj kmetijstva, gozdarstva in ribolova - Vključuje RR, ki je v osnovi namenjen razvoju in podpori teh dejavnosti;
- b) pospeševanje industrijskega razvoja - vključuje RR, ki v osnovi podpira razvoj industrije, vključno s proizvodnjo, gradbeništvo, prodajo na debelo in drobno, restavracijami in hoteli, bančništvom, zavarovalnicami in drugimi gospodarskimi dejavnostmi;
- c) proizvodnja in racionalna izraba energije - vključuje RR-dejavnosti, ki so v funkciji dobave, proizvodnje, hranjenja in distribucije vseh oblik energije. V to skupino je treba vključiti tudi RR vodnih virov in nuklearne energije;
- d) razvoj infrastrukture - Ta skupina vključuje dve podskupini:
  - transport in telekomunikacije - Vključen je RR, ki je usmerjen v izboljšavo in povečanje varnosti prometnih sistemov, vključno z varnostjo v prometu;
  - prostorsko planiranje mest in podeželja - Vključen je RR, ki se nanaša na skupno načrtovanje mest in podeželja, boljše pogoje bivanja in izboljšave v okolju;
- e) nadzor in skrb za okolje - Vključuje RR, ki je usmerjen v ohranjanje fizičnega okolja. Zajema onesnaževanje zraka, voda, zemlje in spodnjih slojev, onesnaženje zaradi hrupa, odlaganja trdnih odpadkov in sevanja. Razdeljen je v dve skupini:
- f) zdravstveno varstvo (z izjemo onesnaževanja) - Vključuje RR - programe, ki so usmerjeni v varstvo in izboljšanje človekovega zdravja;
- g) družbeni razvoj in storitve - Vključuje RR, ki se nanaša na družbene in kulturne probleme;
- h) splošni napredek znanja - Ta skupina zajema RR, ki prispeva k splošnemu napredku znanja in ga ne moremo pripisati določenim ciljem;
- i) obramba - Vključuje RR, ki se v osnovi izvaja v vojaške namene, ne glede na njegovo vsebino, ali na možnost posredne civilne uporabe. Vključuje tudi varstvo (obrambo) pred naravnimi nesrečami.

---

<sup>2</sup> Označite lahko več odgovorov.

3.3. Kateri so **neposredni rezultati** vašega raziskovalnega projekta glede na zgoraj označen potencialni pomen in razvojne cilje?

rezultati nam kažejo:

- da je tudi podzemna voda, oz. voda iz vodnjakov velikokrat mikrobiološko oporečna in je potrebna previdnost pri uporabi le - te, kadar se uporablja kot pitna voda
- da je potrebna tudi kontrola malih vodonosnikov, ki oskrbujejo z vodo manjše število odjemalcev,
- da je potrebna strožja kontrola pri obdelovanju in gnojenju obdelovalnih površin, ki posledično vplivajo na onesnaževanje pitne vode,
- da so tudi v naših vodah prisotni kemoterapevtiki in druga zdravila, ki lahko kvarno vplivajo na človeški organizem,
- da je potrebno uvesti redno ali vsaj občasno kontrolo podzemnih vodonosnikov, pitne vode ali vodotokov na prisotnost kemoterapevtikov, pri tem pa se lahko uporabijo nekatere hitre, presejalne metode, s katerimi lahko ugotavljamo antibiotike v živilih,
- zaradi prenosa kemoterapevtikov iz mesta uporabe (medicina, farmacija, živinoreja) se pojavljajo za antibiotike odporne bakterije, ki predstavljajo vir za odpornost odgovornih genov in problem pri uporabi učinkovitih antibiotikov pri zdravljenju.

3.4. Kakšni so lahko **dolgoročni rezultati** vašega raziskovalnega projekta glede na zgoraj označen potencialni pomen in razvojne cilje?

Dolgoročni rezultati projekta se lahko pokažejo s treh vidikov:

- smernic k dopolnitvi zakonodaje, zlasti s področja predpisov vpeljave dodatnih preskusov, ki dajo širši pogled na kakovost vode in dopolnil pri kontroli ne samo pitne ampak tudi drugih izvorov vode (podzemne, površinske, odpadne), ki je zaradi kroženja tesno povezana z vodonosniki pitne vode. Potrebni so tudi strožji predpisi glede ureditve odpadkov in komunalne infrastrukture v ruralnem območju, zlasti pri rejcih domačih živali in lastnikih obdelovalnih površin.
- vpeljavi nekaterih rutinskih presejalnih metod za ugotavljanje ne samo patogenih in potencialno patogenih mikroorganizmov, ampak tudi nekaterih drugih skupin mikroorganizmov (virusov, bakterij, gliv, praživali), ki so za kakovost vode zelo pomembne. Za osvetlitev stanja voda je potrebno poseči tudi na področje ugotavljanja za človeka in ostala živa bitja nevarnih snovi, ki je sedaj zaradi težavnosti in visokih cen analitike zelo omejeno. Z uvedbo hitrih presejalnih testov, ki sicer niso zelo natančni in specifični, so pa dovolj informativni, da bi lahko dobili izbor podatkov in vzorcev za nadaljnja preskušanja na višjem nivoju.
- seznanitvi in ekološkemu osveščanju širše javnosti o problematiki onesnaževanja okolja, zlasti voda in konkretnih rešitvah, kako ravnati, da obdržimo in dosežemo čisto okolje v Sloveniji. Problematiko v tej smeri smo želeli osvetliti tudi s predstavitvijo našega projekta v okviru seminarja Raziskovalni dnevi Zdravstvene fakultete v decembru 2009.

3.5. Kje obstaja verjetnost, da bodo vaša znanstvena spoznanja deležna zaznavnega odziva?

- a) v domačih znanstvenih krogih;
- b) v mednarodnih znanstvenih krogih;
- c) pri domačih uporabnikih;
- d) pri mednarodnih uporabnikih.

3.6. Kdo (poleg sofinancerjev) že izraža interes po vaših spoznanjih oziroma rezultatih?

Zdravstvene inštitucije (bolnišnice), Zavodi za zdravstveno varstvo, Ministrstvo za okolje, inštitucije, ki so aktivne na področju kontrole in izvajanja ukrepov za izboljšanje kakovosti voda ter strokovnjaki s področja zdravstva, živilstva in ekologije.

3.7. Število diplomantov, magistrrov in doktorjev, ki so zaključili študij z vključenostjo v raziskovalni projekt?

3 diplomanti

#### 4. Sodelovanje z tujimi partnerji:

4.1. Navedite število in obliko formalnega raziskovalnega sodelovanja s tujimi raziskovalnimi inštitucijami.

1. Projekt COST929 – ENVIRONET »A European Network for Environmental and Food Virology«

V evropski mreži raziskovalnih inštitucij s področja okoljske virologije smo vključeni v delavno skupino razvoja in testiranja uspešnih metod za dokazovanje virusnih povzročiteljev bolezni v vodi in hrani. V delavni skupini smo s sodelujočimi raziskovalci poskušali ugotoviti najprimernejšo metodo za dokazovanje virusov v različnih vzorcih in s tem poenotiti metode, ki bi se uporabljale v ta namen. Metode mora odlikovati visoka občutljivost, zanesljivost in enostavna uporaba.

2. Bilateralni projekt z Bolgarijo (BI-BG/09-10-014) »Genetske raznolikosti rotavirusov: izziv za rotavirusno cepivo?«

Sodelovanje z: Nacional Institute for Infections and Parasitic Diseases, Prof.Dr. Neli Korsun in Dr. Zornitsa Mladenova

V bilateralnem projektu smo z bolgarskimi partnerji ugotavljali gibanje rotavirusnih genotipov pri ljudeh po uvedbi rotavirusnega cepiva in jih primerjali tudi z živalskimi genotipi za morebiten pojav zoonotskih prenosov. Hkrati smo v raziskavo vključili še analizo okoljskih vzorcev, vode in površin v bolnišnicah z namenom ugotavljanja kritičnih točk za prenose rotavirusov. Ugotovili smo, da se pri ljudeh pojavljajo sporadični primeri zoonotsko-prenešenih rotavirusnih sevov, ki se običajno pojavljajo redko in se ne razširijo v populaciji. Vpliv rotavirusnega cepiva v obdobju treh let ni bil zaznan, saj je verjetnejša razlaga gibanja genotipov posledica naravnega kroženja genotipov. Ugotovili smo še, da so površine v bolnišnicah lahko potencialni vzrok prenosa virusov in bolnišničnih okužb. Rotaviruse smo dokazali tudi v rekah in redkeje v pitnih vodah.

#### 4.2. Kakšni so rezultati tovrstnega sodelovanja?

V okviru projekta COST-ENVIRONET smo prispevali pomemben korak k razvoju okoljske virologije in hkrati promociji pomena virusnega onesnaženja hrane in pitnih voda v sanitarni mikrobiologiji in javnem zdravstvu. Pri bilateralnem prijektu z Bolgarijo smo povzeli uspešnost vpeljave virusnega cepiva.

#### 5. Bibliografski rezultati<sup>3</sup> :

*Za vodjo projekta in ostale raziskovalce v projektni skupini priložite bibliografske izpise za obdobje zadnjih treh let iz COBISS-a) oz. za medicinske vede iz Inštituta za biomedicinsko informatiko. Na bibliografskih izpisih označite tista dela, ki so nastala v okviru pričujočega projekta.*

#### 6. Druge reference<sup>4</sup> vodje projekta in ostalih raziskovalcev, ki izhajajo iz raziskovalnega projekta:

GODIČ TOROKAR, Karmen, ODER, Martina, FINK, Rok, ZORE, Anamarija. Antibiotic resistance of different groups of bacteria, isolated from drinking, stream water and water from individual wells. V: MARAVIĆ VLAHOVIČEK, Gordana (ur.). CESAR 2009 : programme and book of abstracts. Zagreb: Croatian Microbiological Society, 2009, str. 57. ŠEK, Monika, GODIČ TOROKAR, Karmen. Problematika ustreznosti vode individualnih zajetij v Pomurju. Trendi in izzivi v živilstvu, prehrani, gostinstvu in turizmu. Mednarodna strokovna konferenca, Biotehniški izobraževalni center, Ljubljana, 26. – 27. Oktober, 2010. (prijavljen članek).

<sup>3</sup> Bibliografijo raziskovalcev si lahko natisnete sami iz spletne strani:<http://www.izum.si/>

<sup>4</sup> Navedite tudi druge raziskovalne rezultate iz obdobja financiranja vašega projekta, ki niso zajeti v bibliografske izpise, zlasti pa tiste, ki se nanašajo na prenos znanja in tehnologije.

Navedite tudi podatke o vseh javnih in drugih predstavitev projekta in njegovih rezultatov vključno s predstavitvami, ki so bile organizirane izključno za naročnika/naročnike projekta.