

Univerza
v Ljubljani

Fakulteta
za gradbeništvo
in geodezijo



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

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

To je izvirna različica zaključnega dela.

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

Žitek, T., 2014. Pojavljanje nitratov in pesticidov v vodovodnem sistemu Murska Sobota. Diplomaska naloga. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo. (mentor Steinman, F., somentor Uršič, M.): 58 str.

Datum arhiviranja: 03-07-2014

University
of Ljubljana

Faculty of
Civil and Geodetic
Engineering



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

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

This is original version of final thesis.

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

Žitek, T., 2014. Pojavljanje nitratov in pesticidov v vodovodnem sistemu Murska Sobota. B.Sc. Thesis. Ljubljana, University of Ljubljani, Faculty of civil and geodetic engineering. (supervisor Steinman, F., co-supervisor Uršič, M.): 58 pp.

Archiving Date: 03-07-2014

Univerza
v Ljubljani

Fakulteta za
*gradbeništvo in
geodezijo*



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

UNIVERZITETNI ŠTUDIJSKI
PROGRAM VODARSTVO IN
KOMUNALNO INŽENIRSTVO

Kandidat:

TOMAŽ ŽITEK

**POJAVLJANJE NITRATOV IN PESTICIDOV V
VODOVODNEM SISTEMU MURSKA SOBOTA**

Diplomska naloga št.: 233/VKI

**THE OCCURRENCES OF NITRATES AND PESTICIDES
IN THE WATER SUPPLY SYSTEM IN MURSKA
SOBOTA**

Graduation thesis No.: 233/VKI

Mentor:

prof. dr. Franc Steinman

Predsednik komisije:

izr. prof. dr. Dušan Žagar

Somentor:

asist. dr. Matej Uršič

Član komisije:

doc. dr. Andrej Kryžanowski

doc. dr. Simon Schnabl

Ljubljana, 30. 06. 2014

STRAN ZA POPRAVKE

Stran z napako	Vrstica z napako	Namesto	Naj bo

**II Tomaz, Ž. 2014 Pojavljanje nitratov in pesticidov v vodovodnem sistem Murska Sobota
Dipl. nal. – UNI Ljubljana, UL FGG, Študij Vodarstva in komunalnega inženirstva.**

IZJAVA O AVTORSTVU

Podpisani Tomaz Žitek , izjavljam, da sem avtor diplomskega dela z naslovom » Pojavljanje nitratov in pesticidov v vodovodnem sistemu Murska Sobota«

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

Izjavljam, da dovoljujem objavo elektronske različice v digitalnem repozitoriju.

Murska Sobota, 31. 3. 2014

Tomaz Žitek

BIBLIOGRAFSKO-DOKUMENTACIJSKA STRAN IN IZVLEČEK

UDK: 502.171:628.1(497.4 Murska Sobota)(043.2)

Avtor: Tomaž Žitek

Mentor: prof. dr. Franc Steinman

Somentor: asist.dr. Matej Uršič

Naslov: Pojavljanje nitratov in pesticidov v vodovodnem sistemu Murska Sobota

Tip dokumenta: diplomska naloga – univerzitetni študij

Obseg in oprema: 58 str., 23 pregl., 8 sl., 7graf.

Ključne besede: vodovodni sistem, črpališče, cevovod, vodne izgube, Komunala Murska Sobota, pitna voda, pesticidi, metolaklor, nitrati, kakovost pitne vode, onesnažilo, vodovarstveno območje, oskrba s pitno vodo Pomurja

Izveček

Vodovodni sistemi so v preteklosti močno vplivali na razvoj družbe v posameznih deželah, danes pa nam predstavljajo nenadomestljiv način oskrbe s pitno vodo. V diplomskem delu je predstavljeno delovanje vodovodnega sistema Murska Sobota. Opisani so objekti in naprave, ki zagotavljajo nemoteno oskrbo s pitno vodo v občinah Murska Sobota, Moravske Toplice, Puconci in Cankova. Ker na tem delu Pomurja prevladuje intenzivno kmetovanje, se pri oskrbi s pitno vodo pojavljajo problemi glede prisotnosti nitratov in pesticidov. Iz arhiva sem zbral podatke in jih prikazal v preglednih tabelah, da bi ugotovil dejansko stanje onesnaženosti podtalne vode na črpališčih in v vodovodnem sistemu. Iz podatkov je razvidno, da je voda v sistemu neoporečna. Nekaj problemov se pojavlja na črpališču Črnske meje, za katere sem podal nekaj predlogov za zmanjšanje onesnaženja. Voda se pred vstopom v vodovodni sistem meša iz vse vseh črpališč. Tako se zagotavlja ustrezna kvaliteta in količina pitne vode v sistemu. Trenutno stanje na sistemu je rezultat dobrega dela v preteklosti, zato si je potrebno prizadevati, da tudi v prihodnje ne bo težav z zagotavljanjem zadostne količine neoporečne pitne vode.

BIBLIOGRAPHIC DOCUMENTATION PAGE AND ABSTRACT

UDK: 502.171:628.1(497.4 Murska Sobota)(043.2)

Author: Tomaz Žitek

Mentor: prof. dr. Franc Steinman

Co-mentor: asist.dr. Matej Uršič

Title: The occurrences of nitrates and pesticides in the Water Supply System in Murska Sobota

Document type: Graduation Thesis – University studies

Extent and equipment: 58 pages, 23 tables, 8 images, 7 graphs.

Keywords: water supply system, pumping station, pipeline, water loss, Komunala Murska Sobota, drinking water, pesticides, metolachlor, nitrates, quality of drinking water, polluted, water protection area, drinking water supply of Pomurje

Abstract

Water supply systems in the past greatly influenced on the development of the society in various lands. However, today the water supply system represents an irreplaceable way of drinking water supply. This thesis presents the operation of the water system in Murska Sobota. It describes the facilities and equipment that ensure uninterrupted supply with drinking water in the municipalities of: Murska Sobota, Moravske Toplice, Puconci and Cankova. Because this part of Pomurje is dominated by intensive farming, there are some problems with the supply of drinking water regarding to the presence of nitrates and pesticides. I gathered data from the archive and displayed them in transparent tables to determine the actual state of pollution of groundwater pumping stations and water supply system. The data shows that the water in the system is clean. Some problems are occurring in the water supply station Črnska meja for which I have made several proposals for reduction of pollution. Before entering the water system the water mixes from all of water supply stations, thus ensuring adequate quality and quantity of drinking water in the system. Current state of the system is the result of good work in the past. Due to that it is necessary to continue to strive that in the future there will also be no difficulties in providing sufficient quantities of safe drinking water.

ZAHVALA

Zahvaljujem se mentorju prof. dr. Francu Stainmanu, za vodenje, pomoč in strokovne nasvete pri izdelavi diplomske naloge. Zahvala gre tudi somentorju asist.dr. Mateju Uršiču. Rad bi se zahvalil zaposlenim v podjetju Komunala Murska Sobota, ki so mi omogočili izdelavo diplomske naloge in mi pomagali pri pridobivanju podatkov, še posebej Boštjanu Zveru in Borisu Petricu.

Zahvaljujem se svojim staršem, sestri Danieli in puncu Anji, da so mi omogočili študij, me podpirali v težkih trenutkih in mi pomagali.

KAZALO

1.	UVOD.....	1
1.1.	Zgodovinski pregled razvoja vodovodnih sistemov	1
1.2.	Namen diplomske naloge	2
2.	TEORIJA	3
2.1.	Pitna voda	3
2.2.	Kemijsko tveganje	3
2.3.	Mikrobiološka kakovost pitne vode	4
2.4.	Mikrobiološko tveganje.....	5
2.5.	Indikatorji fekalnega onesnaženja	5
2.6.	Uporaba gnojil na vodovarstvenih območjih.....	6
2.7.	Veljavna zakonodaja na področju voda	8
2.7.1.	Odlok o zavarovanju vodnih virov Črnske meje, Krog in Fazanerija	8
2.7.2.	Izvajanje uredbe v kmetijski praksi gnojenja	9
2.7.3.	Usklajenost z normativi Evropske unije	9
2.8.	Kroženje dušika v naravi	10
2.9.	Uporaba fitofarmaceutskih sredstev na vodovarstvenih območjih.....	11
3.	PREDSTAVITEV VODOVODNEGA SISTEMA MURSKA SOBOTA	14
3.1.	Podatki o količini prodane vode	15
3.2.	Podatki o vodnih izgubah	16
3.3.	Število odjemnih mest	17
3.4.	Delež vodovodnega omrežja po občinah.....	17
3.5.	Delež vodovodnega omrežja po materialu	18
3.6.	Sistem HACCP.....	18
3.7.	Oskrba s pitno vodo Pomurja – sistem B.....	19
3.8.	Prikaz vodovarstvenih območij za vodna zajetja Krog, Fazanerija in Črnske meje.....	21

**Tomaž, Ž. 2014 Pojavljanje nitratov in pesticidov v vodovodnem sistem Murska Sobota
Dipl. nal. – UNI Ljubljana, UL FGG, Študij Vodarstva in komunalnega inženirstva. VII**

3.9.	Spremljanje koncentracij nitratov in pesticidov na vodovodnem sistemu Murska Sobota ...	24
3.10.	Ocena tveganja zaradi prisotnosti Metolaklora v vodovodnem sistemu Murska Sobota..	34
4.	OBDELAVA IN SINTEZA PODATKOV	36
4.1.	Nitrati na črpališčih	36
4. 1.1	Problemi gnojenja z gnojevko.....	37
4.2.	Rešitve za izboljšanje kvalitete vode na črpališču Črnske meje	38
4.3	Pesticidi na črpališčih.....	40
4. 4	Nitrati in pesticidi v vodovodnem omrežju.....	41
5.	ZAKLJUČEK.....	44
VIRI.....		45

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Mejne vrednosti letnega vnosa dušika na vodovarstvenih območjih (Sušín, 2001)	7
Preglednica 2: Prepoved gnojenja z gnojevko (Sušín, 2001)	7
Preglednica 3: Prepoved gnojenja njiv s hlevskim gnojem (Sušín, 2001).....	7
Preglednica 4: Prepoved gnojenja z mineralnimi gnojili, ki vsebujejo dušik (Sušín, 2001)	7
Preglednica 5: Podatki o vodnih izgubah (Komunala Murska Sobota).....	16
Preglednica 6: Podatki o vodnih izgubah (Komunala Murska Sobota).....	16
Preglednica 7: Prikaz sedanje opremljenosti po občinah (DRI Maribor).....	20
Preglednica 8: Vsebnost nitratov na vodnem zajetju Črnske meje izraženo v mg/l NO ₃ (Tomaž Žitek 2014).....	25
Preglednica 9: Vsebnost nitratov na vodnem zajetju Krog izraženo v mg/l NO ₃ (Tomaž Žitek 2014) 26	
Preglednica 10: Vsebnost nitratov na vodnem zajetju Fazanerija izraženo v mg/l NO ₃ (Tomaž Žitek 2014).....	27
Preglednica 11: Vsebnost nitratov na omrežju vodovod Murska Sobota izraženo v mg/l NO ₃ (Tomaž Žitek 2014)	27
Preglednica 12: Vsebnost Atrazina na vodnem zajetju Črnske meje (izraženo v µg/l) (Tomaž Žitek 2014).....	29
Preglednica 13: Vsebnost Desetil-atrazina na vodnem zajetju Črnske meje (izraženo v µg/l) (Tomaž Žitek 2014)	29
Preglednica 14: Vsebnost Atrazina na vodnem zajetju Fazanerija (izraženo v µg/l) (Tomaž Žitek 2014)	30
Preglednica 15: Vsebnost Desetil-atrazina na vodnem zajetju Fazanerija (izraženo v µg/l) (Tomaž Žitek 2014)	30
Preglednica 16: Vsebnost Atrazina na vodnem zajetju Krog (izraženo v µg/l) (Tomaž Žitek 2014) ...	31
Preglednica 17: Vsebnost Desetil-atrazina na vodnem zajetju Krog (izraženo v µg/l) (Tomaž Žitek 2014).....	31
Preglednica 18: Vsebnost Atrazina na omrežju vodovod Murska Sobota (izraženo v µg/l) (Tomaž Žitek 2014)	32
Preglednica 19: Vsebnost Desetil-atrazina na omrežju vodovod Murska Sobota (izraženo v µg/l) (Tomaž Žitek 2014).....	32

Tomaž, Ž. 2014 Pojavljanje nitratov in pesticidov v vodovodnem sistem Murska Sobota
Dipl. nal. – UNI Ljubljana, UL FGG, Študij Vodarstva in komunalnega inženirstva. IX

Preglednica 20: Vsebnost Metolaklora-ESA na omrežju Vodovod Murska Sobota (izraženo v µg/l) (Tomaž Žitek 2014).....	33
Preglednica 21: Vsebnost Metolaklora-OXA na omrežju Vodovod Murska Sobota (izraženo v µg/l) (Tomaž Žitek 2014).....	33
Preglednica 22: Izmerjene vrednosti Metolaklora OXA in ESA na vodovodnem sistemu Murska Sobota (ZZV-MB).....	34
Preglednica 23: Rezultati ocen tveganja za Metolaklor ESA (ZZV-MB).....	34

KAZALO SLIK

Slika 1: Prikaz kroženja dušika v naravi (wikipedia).....	11
Slika 2: Vodno zajetje Krog-glavni vodnjak med poplavljanjem reke Mure. (Komunala Murska Sobota)	15
Slika 3: Prikaz območja vodovodnega sistema B (DRI Maribor, 2013).....	19
Slika 4: Prikaz vodovarstvenih območij za črpališča: Krog, Črnske meje in Fazanerija (Tomaž Žitek 2014)	22
Slika 5: Prikaz vodovarstvenega območja za črpališče Krog, številke označujejo vodovarstvene pasove (Tomaž Žitek 2014).....	22
Slika 6: Prikaz vodovarstvenega območja za črpališče Fazanerija, številke označujejo vodovarstvene pasove(Tomaž Žitek 2014).....	23
Slika 7: Prikaz vodovarstvenega območja za črpališče Črnske meje, številke označujejo vodovarstvene pasove (Tomaž Žitek 2014).....	24
Slika 8: Prikaz spremembe in razširitve vodovarstvenega območja za črpališče Črnske meje, številke označujejo vodovarstvene pasove (Tomaž Žitek 2014).....	39

KAZALO GRAFIKONOV

Grafikon 1: Količina prodane vode po letih (Komunala Murska Sobota)	15
Grafikon 2: Število odjemnih mest po letih (Komunala Murska Sobota).....	17
Grafikon 3: Delež vodovodnega omrežja po občinah (Komunala Murska Sobota).....	17
Grafikon 4: Delež vodovodnega omrežja po materialu (Komunala Murska Sobota)	18
Grafikon 5: Gibanje koncentracij nitratov v vodnem zajetju Črnske meje po letih, (Tomaž Žitek 2014)	26
Grafikon 6: Gibanje koncentracij Desetil-atrazina v vodnem zajetju Črnske meje po letih (Tomaž Žitek 2014).....	40

**X Tomaz, Ž. 2014 Pojavljanje nitratov in pesticidov v vodovodnem sistem Murska Sobota
Dipl. nal. – UNI Ljubljana, UL FGG, Študij Vodarstva in komunalnega inženirstva.**

Grafikon 7: Vsebnost Metolaklora-ESA na omrežju vodovod Murska Sobota (Tomaz Žitek) 42

OKRAJŠAVE IN SIMBOLI

HACCP	Sistem zagotavljanja varnosti prehranskih proizvodov
METOLAKLOR EXA	Oksakislinska kislina
METOLAKLOR ESA	Etan-sulfonilna kislina
UV ŽARKI	Ultravijolični žarki
KPK	Kemijska potreba po kisiku
SWRT	Navodila za obdelavo površinskih vod
ZZV-MB	Zavod za zdravstveno varstvo Maribor
TDI	Dovoljen dnevni vnos
VVO	Vodovarstveno območje
N	Dušik
FFS	Fitofarmaceutvska sredstva
PE	Polietilen
NL	Nodularna litina
AC	Armafleks

1. UVOD

Brez vode ne bi bilo življenja na zemlji. Voda je potrebna za vse, kar je živo, za ljudi živali in rastline. Voda se uporablja za zadovoljevanje osnovnih fizioloških potreb, med katere sodijo pitje, priprava hrane, umivanje, pranje(perila, posode bivalnih prostorov, ulic, različnih predmetov), zalivanje, gašenje požarov, šport in rekreacijo (kopanje, plavanje, vodni športi), v industriji(za hlajenje strojev, pripravo pare, v različnih tehnoloških procesih ali kot sestavni del industrijskih proizvodov). Za razliko od rastlin in živali pa človek poleg osnovnih bioloških potreb izkorišča vodo še v druge namene. Potrebe po vodi se spreminjajo in so odvisne od različnih faktorjev, in sicer od podnebja, letnega časa, načina oskrbe z vodo, velikosti in tipa naselja, starostne sestave prebivalcev, življenjskih navad v naselju, predvsem pa od stopnje razvoja industrije in gospodarstva. Pri projektiranju in planiranju naselij in industrije je zelo pomembno, da je v bližini zadostna količina vode primerna za pitje in ostale potrebe. Pomembno je tudi, da je vodo mogoče na ekonomičen način privedi do porabnikov.

Medtem ko potrebe po neoporečni pitni vodi naraščajo, je le-te vse manj. Z višanjem življenjskega standarda prebivalstva na določenem območju se povečuje tudi onesnaževanje vodnih virov. Onesnaževanje je lahko tudi posledica ekoloških nesreč in intenzivne rabe kmetijskih zemljišč. V Pomurju so tri vodna telesa podzemne vode: Goričko, Murska kotlina in Vzhodne Slovenske gorice. V diplomski nalogi so obravnavani trije vodni viri, ki se nahajajo v Murski kotlini, na območju slovenskega dela aluvialnega prodnega zasipa reke Mure.

V Pomurju trenutno največji problem v pitni vodi predstavljajo pesticidi in nitrati. Med pesticidi najbolj izstopata atrazin in desetil atrazin ter metolaklor. Krivec za povišanje vrednosti teh onesnažil je človek, ki z vse bolj intenzivnejšo kmetijsko proizvodnjo vse bolj obremenjuje vodne vire.

Da bi zaščitili vodne vire, je potrebno zmanjšati vnos pesticidov in gnojil v kmetijska zemljišča oziroma jih uporabljati v skladu s predpisi. K varovanju vodnih virov in vodovarstvenih območij, je veliko pripomogla uvedba integrirane in ekološke kmetijske pridelave.

1.1. Zgodovinski pregled razvoja vodovodnih sistemov

Vodooskrbni sistemi kot jih poznamo danes so nastajali in se izpopolnjevali skozi tisočletja. Človek se je že v pradavnini naseljeval v bližini tekočih površinskih voda, kar dokazujejo ostanki naselij. V času bronaste dobe se pojavijo že prvi javni vodovodi, in sicer v Mikenah, nekoliko kasneje pa tudi na Kreti. V antični dobi so Grki in Rimljani gradili vodooskrbne sisteme – akvadukte. Iz teh časov so znani že tudi prvi predpisi o dobavi in porabi vode iz javnih vodovodov. V Egiptu so že v davni znanosti iz kalne vode dobili bistro vodo. V srednjem veku skrb za zdravo pitno vodo in osebno higieno preide skoraj v pozabo, kar pa privede do velikih epidemij in množičnih umiranj. Posledično se v času renesanse začnejo z vodo in njeno kvaliteto ukvarjati številni znanstveniki. Sir Francis Bacon je eksperimentalno tako s fizikalnimi kot tudi kemijskimi postopki. Preučeval je filtracijo, vretje, destilacijo in tudi koagulacijo. Italijanski zdravnik je prvi v svoji knjigi predstavil ilustracijo peščenega filtra, in sicer leta 1685. Leta 1856 je Henry Darcy v Angliji in Franciji patentiral peščene filtre. Prve peščene filtre so zgradili že v letih 1829–1839 inženirji v Glasgowu in Londonu. Harriete Chick med leti 1905–1910 objavi svojo teorijo o dezinfekciji. Uporaba dezinfekcije pitne vode vpliva na izredno izboljšanje javnega zdravja, saj je mikrobiološka kvaliteta pitne vode pomembnejša od vseh ostalih onesnaženj. Z razvojem industrije in večanjem števila prebivalstva, narašča tudi potreba po večjih

količinah pitne vode. Posledica tega je močno povečanje onesnaženosti voda. Zaradi tega lahko v prihodnosti pričakujemo bolj zahtevno izvedbo vodovodnih sistemov. Pričakujemo lahko predvsem bolj zahtevno čiščenje pitne vode, kot je bilo potrebno do sedaj. (Kompere, 2001)

1.2. Namen diplomske naloge

Voda je osnovna življenjska dobrina. Ker pa si vsak posameznik oskrbe z vode ne more zagotoviti sam, imamo razvite vodovodne sisteme, s katerimi upravljajo zato ustanovljena podjetja in družbe. Koliko pomeni imeti doma vodovodno pipo, iz katere teče zadostna količina kvalitetne vode, ugotovimo šele ko vode zmanjka oziroma je oporečna. Vodovodni sistemi predstavljajo zapletene sisteme oskrbe z vodo, za katere je potrebno imeti poleg vodnega vira tudi veliko objektov in naprav, s katerimi lahko to dejavnost izvajamo. Seveda je potrebno za izvajanje dejavnosti oskrbe s pitno vodo imeti izobražene in usposobljene ljudi, ki pri upravljanju s takšnimi sistemi predstavljajo nenadomestljiv člen.

Enega takšnih sistemov za oskrbo s pitno vodo predstavlja tudi Vodovodni sistem Murska Sobota. Javno podjetje Vodovod Murska Sobota d.o.o. je ustanovljeno z namenom izvajanja gospodarske javne službe oskrbe s pitno vodo. Ustanovitelj omenjenega podjetja je Mestna občina Murska Sobota. Vodovodni sistem Murska Sobota oskrbuje s pitno vodo Mestno občino Murska Sobota, Občino Cankova, Občino Moravske Toplice in Občino Puconci.

Diplomska naloga je namenjena predstavitvi vodovodnega sistema Murska Sobota in ugotovitvi dejanskega stanja obremenitve pitne vode z nitrati in pesticidi. Predstavil bom delovanje sistema in opisal objekte in naprave, ki se nahajajo na omenjenem vodovodnem sistemu. Predstavil bom veljavne zakone in odloke, ki veljajo na vodovarstvenih območjih okrog črpališč pitne vode na vodovodnem sistemu Murska Sobota. Na podlagi podatkov analiz o kvaliteti pitne vode od leta 1988 do leta 2013 bom prikazal trend gibanja koncentracij onesnažil, predvsem pesticidov in nitratov. Podatke bom prikazal za vsako črpališče posebej. Ker se voda pred vstopom v vodovodni sistem meša iz več črpališč, bom podatke pridobljene iz meritev na vodovodnem omrežju prikazal podrobneje, saj le-ti prikazujejo dejansko stanje na sistemu. Na podlagi obstoječih podatkov in analiz bom poizkušal napovedati, na katerih mestih in s katerimi onesnažili bo v prihodnosti največ težav. Predlagal bom rešitve za zaščito vodnih virov in možne načine odstranjevanja onesnažil pred uporabo vode.

2. TEORIJA

2.1. Pitna voda

V skladu z določili 2. člena Pravilnika o pitni vodi (Ur. List RS št. 19/2004, 35/2004, 26/2006, 92/2006 in 25/2009) je pitna voda:

- voda v njenem prvotnem stanju ali po pripravi, namenjena pitju, kuhanju, pripravi hrane ali za druge gospodinjске namene, ne glede na njeno poreklo in ne glede na to, ali se dobavlja iz vodovodnega omrežja sistema za oskrbo s pitno vodo, cistern ali kot predpakirana voda
- vsa voda, ki se uporablja za proizvodnjo in promet z živili

V skladu z določili 3. člena Pravilnika o pitni vodi je voda zdravstveno ustrezna, kadar:

- ne vsebuje mikroorganizmov, parazitov in njihovih razvojnih oblik v številu, ki lahko predstavlja nevarnost za zdravje ljudi
- ne vsebuje snovi v koncentracijah, ki same ali skupaj z drugimi snovmi lahko predstavljajo nevarnost za zdravje ljudi

V skladu z določili 8. člena Pravilnika o pitni vodi mora upravljalec vodovodnega sistema zagotavljati skladnost in zdravstveno ustreznost pitne vode:

- na pipah, oziroma mestih, kjer se voda uporablja kot pitna
- v objektih za proizvodnjo in promet z živili, na mestih, kjer se voda uporablja v proizvodnji in prometu z živili
- v objektih za pakiranje pitne vode, na mestu, kjer se pitna voda pakira
- v primeru oskrbe s pitno vodo s cisternami, na mestu iztoka iz cisterne

Pravilnik o pitni vodi v poglavju III. Ukrepi za odpravo vzrokov neskladnosti in omejitve uporabe pitne vode, čl. od 20 do 23 opredeljuje ravnanje za primere, ko se v okviru izvajanja notranjega nadzora ali monitoringa ugotovi, da pitna voda ni skladna.

Kadar se v okviru izvajanja notranjega nadzora ali monitoringa ugotovi, da pitna voda ni skladna mora upravljalec nemudoma ugotoviti vzroke neskladnosti in izvesti ukrepe za njihovo odpravo. Ukrepi morajo upoštevati stopnjo prekoračitve mejne vrednosti parametra in potencialno nevarnost za zdravje ljudi, o čemer poda mnenje komisija. Uspešnost ukrepov iz prejšnjega odstavka mora upravljalec dokazati z laboratorijskim preizkušanjem:

- v primeru neskladnosti, ugotovljenih pri izvajanju notranjega nadzora, v laboratorijih iz 16.člena tega zakona
- v primeru neskladnosti, ugotovljenih pri monitoringu in v laboratorijih iz 17. člena tega pravilnika

Ne glede na prvi odstavek tega člena, v primeru neskladnosti z mejnimi vrednostmi parametrov ali specifikacijami, določenimi v delu C Priloge I, upravljalec pridobi mnenje komisije, ali ta neskladnost predstavlja potencialno nevarnost za zdravje ljudi. Upravljalec mora sprejeti ukrepe za odpravo neskladnosti, kadar je to potrebno zaradi varovanja zdravja ljudi.

2.2. Kemijsko tveganje

Kemijsko tveganje je posledica uživanja kemijsko onesnažene pitne vode. Posledice za zdravje se običajno pojavijo po daljšem obdobju izpostavljenosti nižjim koncentracijam, zato v tem primeru govorimo o kroničnem tveganju. Takojšnje posledice se pojavijo le v primeru izpostavljenosti višjim koncentracijam. Pri kemijskem tveganju govorimo po navadi kot o posledicah dolgotrajne ali celo življenjske izpostavljenosti.

Pri vrednotenju kemijskih onesnažil na zdravje ljudi se najpogosteje uporabljata metodologija Svetovne zdravstvene organizacije (WHO). Ta je za nekatera onesnažila določila dovoljen dnevni

vnos (TDI), pri katerem naj nebi prišlo do zdravstvenih sprememb. Dovoljen dnevni vnos predstavlja sprejemljivo koncentracijo onesnažil v pitni vodi in je v glavnem določen na osnovi dolgotrajnih poskusov na živalih.

Ko povežemo toksikološke podatke o posameznih kemijskih onesnažilih s podatki o dnevni zaužiti količini le-teh preko pitne vode, ugotovimo kolikšna je verjetnost za nastanek zdravju škodljivih posledic. Za onesnažila, ki so možna, verjetna ali dokazano karcinogena pa varnega vnosa ni. V teh primerih govorimo o tveganju.

2.3. Mikrobiološka kakovost pitne vode

Zadnjih 20 let mikrobiološka kakovost vode spet dobiva večji poudarek. Uvedba dezinfekcij pred približno sto leti je odpravila skoraj vse bolezni, ki se prenašajo z vodo in tako odprla poglavje kemične kvalitete vode. Vendar so mikroorganizmi izredno sposobna in prilagodljiva bitja, saj so najstarejše oblike življenja na zemlji. Prav zaradi tega so se nekateri patogeni organizmi v zadnjih stotih letih uspeli prilagoditi kemičnim načinom predelave surove vode in so postali na dezinfekante bistveno bolj odporni kot nekoč. Ker pa narašča tudi onesnaževanje voda, zmanjšuje se pa samočistilna sposobnost okolja, prihaja do povečanja koncentracij mikroorganizmov v pitni vodi.

Ljudje lahko zbolimo zaradi izpostavljenosti okužbam z vodo, ki je fekalno onesnažena ali zaradi hranil oziroma živil, ki so bila gojena z onesnaženo vodo. Na raznos patogenih organizmov vplivajo tudi neugodne vremenske razmere kot so neurja, nalivi, potresi in poplave. Ogroženost vodnih virov pa povečujejo tudi človeški nepredvidljivi posegi v prostor kot so posek gozdov, preusmeritev rečne struge, velike zajezitve, izsuševanja, industrializacija, odlagališča odpadkov, veliki ulov rib, vnos gensko spremenjenih mikrobov. Ker se voda lahko onesnaži po vsej svoji poti od izvira do končnega porabnika, je zelo pomembno, da so vodni viri, omrežja in vsa končna mesta že preventivno zaščiteni pred morebitnim onesnaženjem. Pri pripravi vode morajo biti uporabljeni takšni postopki, ki nam zagotavljajo odsotnost patogenih mikroorganizmov. Metode ugotavljanja prisotnosti patogenih organizmov v vodi so različne. Problemi se pojavijo že pri vzorčenju. Rezultati so odvisni od hitrosti odvzema vzorca, od načina odvzema in od časa odvzema do začetka vrednotenja. Mikroorganizmi se lahko v 24 urah večkrat delijo in se namnožijo, nekateri pa lahko v tem času že poginejo. Zato je pri vzorčenju in vrednotenju števila mikroorganizmov v vodi potrebno biti posebej previden.

Mikrobiološke študije podtalnic so se intenzivnejše začele šele po letu 1970. Posebno težavo predstavlja pridobitev neonesnaženega vzorca podzemne vode iz globine 10 ali celo 100 metrov. Študije so pokazale, da se za posamezne vodonosnike in za posamezna vodna zajetja populacije vodnih mikroorganizmov razlikujejo. Mikroorganizmi predstavljajo zelo raznoliko in zapleteno družbo. Fiziološka raznovrstnost populacije v omrežju nastane zaradi mešanice zdravih, dormantnih, poškodovanih in poginulih mikrobov. Mikrobno sestavo pogojuje tudi stanje omrežja ter kemična in biološka sestava vode. Mikroorganizmi lahko v vodovodne sisteme vstopajo tudi zaradi poškodb vodovodnega omrežja.

Posamezni patogeni organizmi v vodi lahko preživijo zelo dolgo časa, čeprav so prehranske snovi v vodi v omrežju skromne. Zadostujejo že redki delci organske snovi, ki so lahko v vodi že prisotni ali pa vstopajo v vodo iz materialov omrežja, pri popravilih, vzdrževanjih, tesnjenjih ali mazanjih.

Problem z mikroorganizmi v vodovodnih sistemih se torej pojavljajo po navadi zaradi:

- napake pri pripravi vode
- kontaminacije pri popravilu omrežja

- sekundarnega razmnoževanja zaradi zastoja vode v omrežju ali če je omrežje predolgo (legionele)
- pojava korozije v ceveh zaradi železovih bakterij
- razpok v omrežju
- ascendentnega vstopa mikrobov iz odtočnih delov

2.4. Mikrobiološko tveganje

Mikrobiološko tveganje je povezano z uživanjem pitne vode, ki je kontaminirana z najrazličnejšimi povzročitelji okužb kot so bakterije, virusi in paraziti. Simptomi, ki so posledica uživanja mikrobiološko onesnažene vode, se pojavijo kmalu po uživanju take vode in so posledica trenutne izpostavljenosti, zato v tem primeru govorimo o akutnem tveganju. Najbolj tipične posledice mikrobiološke kontaminacije pitne vode so hidrične epidemije. Značilnosti hidričnih epidemij so, da se pojavijo nenadoma eksplozivno in prizadenejo prebivalstvo, ki uživa vodo iz istega vodnega vira. Bolezen je prisotna pri vseh starostnih skupinah in se kaže s podobnimi kliničnimi znaki. Hidrične epidemije se pojavljajo skozi vse leto, pogostejše pa so v poletnih mesecih.

V Sloveniji je število hidričnih epidemij majhno, ne glede na to pa si je treba prizadevati za redno strokovni nadzor vseh javnih sistemov za oskrbo s pitno vodo. Največje tveganje za pojav obolenj je takrat, ko je voda kontaminirana z živalskimi ali človeškimi fekalijami.

2.5. Indikatorji fekalnega onesnaženja

Mikrobiološko tveganje najlažje ocenjujemo z rednim spremljanjem **Escherichie coli** v pitni vodi, ki je zanesljiv dokaz fekalnega onesnaženja.

Lastnosti **Escherichie coli**, ki jih pri tem uporabljamo so:

- prisotna je v fecesu ljudi in toplokrvnih živali
- dokazujemo jo z relativno preprosto in hitro laboratorijsko metodo
- **ni naravno prisotna v vodi**
- je indikator prisotnosti najrazličnejših povzročiteljev okužb
- je indikator učinkovitosti postopkov kondicioniranja

Poleg *Escherichie coli* se redno spremlja tudi prisotnost koliformnih bakterij, fekalnih streptokokov in sulfitreducirajočih klostridijev. Zaradi zelo nizkih infektivnih doz velja splošno načelo, da pitna voda ne sme vsebovati mikroorganizmov in parazitov ter njihovih razvojnih oblik, ki lahko predstavljajo nevarnost za zdravje ljudi.

Lastnosti nekaterih najpomembnejših indikatorjev fekalnega onesnaženja.

Escherichia coli

Spada v družino enterobakterij, ima dva encima, ki ju uporabljamo pri razlikovanju od drugih vrst bakterij. Raste pri 44 do 45 stopinj Celzija. V človeškem in živalskem blatu je prisotna v velikem številu.

Termotolerantne koliformne bakterije

To je skupina bakterij, ki lahko fermentirajo laktozo pri 44 do 45 stopinj Celzija. Prisotne so pri razpadanju rastlinskih odpadkov, so pa tudi normalno prisotne v zemlji. Rast in razvoj termotolerantnih koliformnih bakterij se v omrežju pojavi, če je prisotnih dovolj organskih snovi, če so v stiku z vodo neprimerni materiali ali snovi, če je temperatura vode več kot 13 stopinj Celzija in če ni prisotnega prostega rezidualnega klora. Čeprav prisotnost teh bakterij ne kaže na

direktno fekalno onesnaženje, moramo njihovo prisotnost obravnavati kritično. Fekalnistreptokoki

To so streptokoki, ki so prisotni v vsebini intestinuma (črevesja) ljudi in živali, zato jih pri novejšem navajanju imenujejo tudi intestinalni streptokoki. V vodi se skoraj ne razmnožujejo in se ohranijo dlje časa kot *Escherichia coli* in Koliformne bakterije. Sulfitreducirajoči klostridiji

To so anaerobni, sporogeni bacili in so običajno prisotni v fecesu. Njihov izvor je lahko tudi v okolju, predvsem v zemlji. Spore preživijo dolgo časa in so odporne na dezinfekcijo. Njihova prisotnost torej lahko pomeni, da so prisotni v družbi drugih pokazateljev, je kontaminacija sveža, če so sami, je onesnaženje staro. V filtrirani vodi kažejo napake pri filtraciji.

2.6. Uporaba gnojil na vodovarstvenih območjih

Vodovarstvena območja so razdeljena na različna vplivna območja:

- blažji vodovarstveni režim, ki ga izvajamo na širšem območju (VVO III)
- strožji vodovarstveni režim, ki ga izvajamo na ožjem območju (VVO II)
- najstrožji vodovarstveni režim, ki ga izvajamo na najožjem območju (VVO I)

Uporaba gnojil na kmetijskih zemljiščih je v Sloveniji zakonsko regulirana ter usklajena z normativi Evropske unije. Zaradi varstva voda pred onesnaževanji z nitrati je celotno območje Slovenije uvrščeno v občutljivo območje, kjer je nevarnost onesnaževanja vodnih virov še toliko večja. Priporočeni odmerki hranil so zato na vodovarstvenih območjih nižji od priporočil za ostala območja.

Poznavanje osnovnih zakonitosti gnojenja je predpogoj za strokovno uporabo gnojil v kmetijstvu. Naloga kmetijske stroke je, da kmetovalce izobražuje v smeri pravilne uporabe gnojil, ob tem pa jih sproti seznanja z zakonskimi določili. To še posebej velja na vodovarstvenih območjih, saj je na teh območjih zaradi varovanja vodnih virov gnojila potrebno uporabljati še posebej preudarno. Uporaba gnojil je v Sloveniji natančno opredeljena predvsem v UREDBI o vnosu nevarnih snovi in rastlinskih hranil v tla, Ur. l. RS, 68, 1996, v UREDBI o spremembah in dopolnitvah uredbe o vnosu nevarnih snovi in rastlinskih hranil v tla, Ur. l. RS, 35, 2001 in v novejši UREBI o vodovarstvenem območju za vodno telo vodonosnika Apaškega polja Ur. l. RS, št. 59/07, 32/1, katera tudi velja za pomursko regijo in s tem tudi za vse vodne vire pomurskega vodovoda. Vse uredbe se med seboj dopolnjujejo, z izvajanjem dobre kmetijske prakse pa lahko v praksi uresničujemo navodila vseh uredb.

Na vodovarstvenih območjih je zaradi pogosto plitvih in skeletnih tal pri uporabi gnojil potrebna še posebna previdnost, in sicer zaradi nevarnosti izpiranja rastlinskih hranil, (predvsem nitratov) v vodna zajetja. Zaradi tega so omejitve pri uporabi gnojil precej strožje na vodovarstvenih območjih kot na ostalih kmetijskih zemljiščih.

Omenjeni uredbi opredeljujeta uporabo gnojil na vodovarstvenih območjih v Sloveniji. Opredeljujeta reguliran količinski in časovni vnos rastlinskih hranil v tla. Določila veljajo za vse vrste tal na območju Republike Slovenije.

Na vseh vodovarstvenih območjih je prepovedano gnojiti brez gnojilnega načrta.

Na VVO I je prepovedano uporabljati dušikova mineralna gnojila in organska tekoča gnojila. Dovoljena so gnojila za ekološko pridelavo. To so: organska gnojila ekstenzivne živinoreje, posušen hlevski gnoj, uležan hlevski gnoj, dehidriran piščančji gnoj, šota, glina, žaganje... Prepovedano je preoravanje trajnega travinja. Vsa zemljišča morajo biti vse leto prekrita z zeleno odejo.

Na VVO II je izjemoma dovoljeno gnojiti v skladu z določili za integrirano ali ekološko pridelavo, če niso presežene mejne vrednosti dušika na vodovarstvenih območjih.

Na VVO III je dovoljeno običajno gnojenje, če niso presežene mejne vrednosti dušika na vodovarstvenih območjih.

Količinske omejitve uporabe gnojil na vodovarstvenih območjih so opredeljene z mejnimi vrednostmi letnega vnosa dušika v tla za posamezne kmetijske kulture. Letni vnos se nanaša na koledarsko leto. Predpisan letni vnos dušika velja le v primeru, če je vsebnost mineralnega dušika v tleh manjša ali enaka 30 kg N/ha.

Preglednica 1: Mejne vrednosti letnega vnosa dušika na vodovarstvenih območjih (Sušin, 2001)

kmetijska kultura	kg N/ha
koruza, krmna pesa, krompir, travinje, zelje, hmelj	170
pšenica	150
ječmen	120
oves	80
oljna repica	50
grah, detelja	30
glavnata solata	45

Poleg mejnih vrednosti letnega vnosa dušika je na vodovarstvenih območjih z uredbo predpisana tudi časovna prepoved vnosa dušika v tla.

Preglednica 2: Prepoved gnojenja z gnojevko (Sušin, 2001)

lahka tla	Od 15.10. do 31.1.
težka in srednje težka tla	Od 15.11. do 15.1.

Preglednica 3: Prepoved gnojenja njiv s hlevskim gnojem (Sušin, 2001)

lahka tla	Od 1.1. do 15.2
težka in srednje težka tla	Od 15.10 do 31.1.

Preglednica 4: Prepoved gnojenja z mineralnimi gnojili, ki vsebujejo dušik (Sušin, 2001)

zemljišča z zeleno odejo	Od 15.10 do 31.1.
druga zemljišča	od spravila posevkov do 15.2.

2.7. Veljavna zakonodaja na področju voda

2.7.1. Odlok o zavarovanju vodnih virov Črnske meje, Krog in Fazanerija

Na podlagi 60. člena zakona o vodah, 19. člena zakona o varstvu okolja, zakona o zdravstvenem varstvu rastlin, 25. člena zakona o prekrških, 17. člena statuta Mestne občine Murska Sobota in 16. člena statuta Občine Tišina sta Mestni svet mestne občine Murska Sobota na 6. seji dne 18. maja 1999 ter Občinski svet občina Tišina na 11. seji dne 15. oktobra 1999 sprejela odlok o zavarovanju vodnih virov Črnske meje, Krog in Fazanerija.

Odlok določa zaščite (varstvene) pasove in ukrepe za zavarovanje omenjenih vodnih zajetij. Ukrepi za varovanje in sanacijo zaščitnih pasov vodnih virov v Občini Murska Sobota so določeni z dokumentacijo, ki jo je izdelal Zavod za ekonomiko in urbanizem Murska Sobota.

UKREPI ZA VAROVANJE IN SANACIJO POSAMEZNIH VARSTVENIH PASOV

A Najožji varstveni pas z najstrožjim režimom zavarovanja – cona I.

- najožji varstveni pas mora biti ograjen z žično ograjo, višine najmanj dva metra
- lastnik zemljišča v coni I je lahko le upravljalec vodnega vira in vodovoda
- neposredna okolica črpališča mora biti tlakovana z urejenim odtokom preko lovilcev maščob, ostala površina pa mora biti zatravljena in zasejana z nizkim drevjem in grmičevjem
- vzdrževanje trave in gozda je omejeno na košnjo in čiščenje. Uporaba gnojil in fitofarmaceutskih sredstev je prepovedana
- pomožni objekti, ki so potrebni za obratovanje črpališča, morajo biti odmaknjeni od vodnjaka nizvodno
- v cono I imajo dostop samo osebe, ki so zaposlene na črpališču in v inšpekcijskih službah, zdravstvena služba oziroma druge osebe, vendar z dovoljenjem upravjalca

B Ožji varstveni pas s strogim režimom zavarovanja cona II.

- v ožjem varstvenem pasu s strogim režimom zavarovanja je prepovedana gradnja, vseh vrst objektov, skladišč, cest, naftovodov, novih objektov za črpanje vode iz podtalja, talnih silosov, eksploatacija gramoza, odlaganje odpadkov...
- agrotehnični ukrepi gnojenja in uporabe fitofarmaceutskih sredstev so podrobno obdelani v pravilniku o gospodarjenju na kmetijskih zemljiščih
- dovoljena je pogozditev novih površin, sanacija obstoječih divjih odlagališč in gramoznic
- sanacija in rekonstrukcija cest
- ponikanje meteorne vode
- sanacija in adaptacija obstoječih rekreacijskih objektov in površin
- brez soglasja zdravstvene inšpekcije upravni organ ne more izdati dovoljenja za noben poseg v ožjem varstvenem pasu

C Širši varstveni pas s higiensko-tehničnim režimom varovanja – deljeno v cono III A in cono III B.

- prepovedano je graditi: nečiste industrijske obrate in industrije, ki rabijo veliko tekočih naftnih derivatov, energetske obrate na pogon s tekočimi naftnimi derivati, ponikalnice fekalnih vod, skladišča nevarnih in vodi škodljivih snovi
- prepovedano je odlagati odpadke
- omejeno je namakanje, uporaba fitofarmaceutskih sredstev in drugih vodi škodljivih snovi, gnojenje, odkopavanje tal in odvoz zemlje, odstranjevanje vegetacije ob potokih in gramoznicah

- pod posebnimi pogoji je dopustna gradnja stanovanjskih, gospodarskih, industrijskih, obrtnih in rekreacijskih objektov, in sicer pod pogojem, da je na območju gradnje urejena kanalizacija
- dovoljena je gradnja skladišč nafte do kapacitete cisterne 10 m³
- dovoljena je sanacija obstoječih divjih odlagališč in obstoječih gramoznic, vendar mora biti izvedena na podlagi ustreznih strokovnih podlag in pod strokovnim vodstvom
- na kanalizacijsko omrežje morajo biti priključeni tudi vsi začasni objekti in večja gradbišča

Ožji in širši varstveni pasovi se označijo z opozorilnimi tablamami. Table se postavijo na meji posameznega varstvenega pasu ob cestah in poteh. Table so pravokotne oblike, modre barve z belim napisom. Na tablah mora biti naveden še naslov oziroma telefonska številka organa in organizacije, ki jo je potrebno obvestiti v primeru nesreče. Table je dolžan postavljati in vzdrževati upravljalec črpališč.

Za kršitve so predvidene denarne globe po pravilniku. Nadzor nad izvajanjem tega odloka izvajajo pristojne inšpekcijske službe in organi policije.

2.7.2. Izvajanje uredbe v kmetijski praksi gnojenja

V praksi se je pokazalo, da se določila uredbe ne izvajajo tako kot bi se morala. Glavni pomisleki so usmerjeni v izvajanje časovne prepovedi uporabe živinskih gnojil na vodovarstvenih območjih. Večina kmetij nima namreč na razpolago tako velikih kapacitet za shranjevanje gnoja in gnojnice, ki bi zadostovale za obdobje prepovedi vnosa v tla. Ker se kapacitete v tem času napolnijo, morajo kmetje gnojne jame izprazniti in s tem kršiti določila uredbe.

Drugi problem, ki se v praksi gnojenja na vodovarstvenih območjih pojavlja, je usmerjanje gnojenja na podlagi meritev vsebnosti N_{min} v tleh. Meritve N_{min} je po določilih uredbe potrebno opraviti v skladu s predpisi o obratovalnem monitoringu, ki predpisujejo laboratorijske meritve vrednosti N_{min}. Obseg teh meritev je praktično zanemarljiv, saj so meritve opravljene le na približno 5 odstotkov površin, ki se nahajajo na vodovarstvenih območjih. Razlog za to so relativno drage analize, zamudno vzorčenje tal do globine 90 centimetrov ter pogosto predolgo čakanje na analize meritev.

Vsakršnemu izpiranju nitratov iz ornice v podtalnico se pri nas ni mogoče ogniti niti s popolnim opuščanjem kakršnegakoli gnojenja travnatega ali njivskega sveta. Na vodovarstvenih območjih se je treba držati smernic za strokovno utemeljeno gnojenje. Večina ukrepov na vodovarstvenih območjih je ne samo v korist kakovosti pitne vode, ampak tudi kmetovalcem. Če pa je treba vpeljati ukrepe, ki povečujejo ceno pridelave ali zmanjšujejo pridelek, potem je kmetovalec upravičen do ustrezne odškodnine.

2.7.3. Usklajenost z normativi Evropske unije

Zaščita vodnih virov je v pravnem redu Evropske unije regulirana s tako imenovano »Nitratno direktivo o varovanju voda pred onesnaževanjem z nitrati kmetijskega izvora.«

Direktiva ima dva cilja:

- zmanjšanje onesnaževanje voda, ki ga povzročajo ali lahko povzročijo nitrati kmetijskega izvora
- preprečevanje nadaljnega onesnaženja

Zakonodaja na področju gnojil na vodovarstvenih območjih v Sloveniji v celoti zajema predpise Evropske direktive in je v nekaterih pogledih še strožja, ker so značilnosti našega podnebja in tal take, da omogočajo izpiranje hranil na obdelanih površinah tudi v času rastne dobe.

2.8. Kroženje dušika v naravi

Kroženje dušika je cikel, pri katerem dušik neprestano kroži med zrakom, prstjo, rastlinami in živalmi. Dušik je prisoten v vsakem organizmu, saj je sestavni del in zato nujno potreben za sintezo aminokislin in nukleinskih kislin. Prisoten je tudi v drugih molekulah v procesih presnove. Čeprav je dušika (N_2) v atmosferi 78 %, je v tej obliki neuporaben za večino živih bitij. V tej obliki ga lahko uporabljajo le nekatere bakterije in alge. Da bi organizmi lahko uporabljali dušik, se mora le-ta pretvoriti v druge kemične oblike, v amonijev in nitratni ion. V takšni obliki rastline črpajo dušik iz prsti skozi korenine v svojo presnovo. Živali in rastline ga uporabljajo v prehranjevalni verigi ali pa le-te razpadejo. Živali proizvajajo odpadke oziroma organsko snov, ki jo bakterije pretvorijo nazaj v amonijeve soli in nitrate v prsti, kljub veliki aktivnosti dušikovega cikla. Pojavlja se vprašanje, ali je dušik še vedno eden od elementov, ki so nezadostni in omejujejo produktivnost mnogih ekosistemov. Ta problem je prisoten predvsem v intenzivnem kmetijstvu.

Leta 1903 je nemški fizik F. Haber iznašel proces za umetno sintezo amonijaka s spajanjem dušika in vodika. C. Bosch je leta 1909 postopek izpopolnil za množično proizvodnjo. Prvotno je bila proizvodnja amonijaka namenjena za vojaško industrijo, kasneje pa predvsem v kmetijski namene. Danes se 80 % sintetiziranega amonijaka uporablja za proizvodnjo umetnih gnojil.

KROŽENJE DUŠIKA SESTAVLJAJO ŠTIRJE PROCESI:

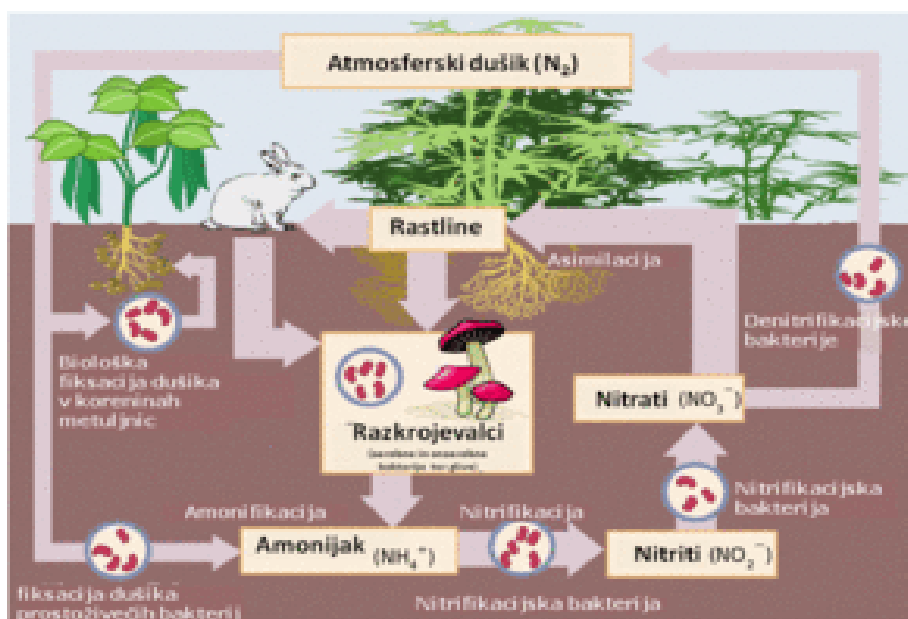
Fiksacija in asimilacija je pretvorba plinaste oblike v uporabno obliko, pretvorba N_2 nitrate in amoniak. Fiksiran dušik uporabljajo rastline za sintezo organskih spojin živih tkiv. Dušik v odmrlih tkivih ni dostopen rastlinam, ampak mora biti transformiran v dekompozitorji v anorgansko oziroma mineralno obliko.

Mineralizacija in amonifikacija je nastanek anorganske oblike dušika iz organske. Vir organskega dušika so proteini odmrlih rastlin, živali in bakterij. Proces imenujemo tudi amonifikacija, ker v večini primerov nastane amonijak. Za njegov nastanek so potrebni ekstracelularni in intracelularni encimi. Gonilna sila za mineralizacijo dušika je mineralizacija ogljika. Mikroorganizmi razgradijo organsko snov, pri tem pa se sprostijo tudi ostali elementi, tudi dušik. Dušik najdemo v različnih organskih in anorganskih oblikah. V sveži odpadni komunalni vodi je približno 60 % dušika v anorganski in 40 % v anorganski obliki. Organski dušik izvira iz aminokislin, beljakovin in uree, anorganski dušik izvira iz amonijevega iona.

Nitrifikacija je biološki proces pretvorbe ali oksidacije amonijevih ionov v nitrit in nato v nitratne ione. Nitrifikacija poteka z avtotrofnimi mikroorganizmi. Najprej se amonijak v procesu nitracije oksidira v nitrit s pomočjo bakterij Nitrosomonas, nato se nitrit v procesu nitracije oksidira do nitrata. Pomembno je, da se nitriti v čim večji meri pretvorijo v nitratne ione. Previsoka koncentracija nitrata v pitni vodi ima lahko škodljive posledice. Predvsem je znano, da vpliva na raven kisika v krvi pri dojenčkih.

Denitrifikacija je proces, pri katerem mikroorganizmi pretvarjajo nitrat v atmosferski dušik (N_2). Aktivni mikroorganizmi so večinoma heterotrofi, ki v procesu predelave porabljajo razpoložljiv atmosferski kisik ali pa ga črpajo iz nitrata. Pogoj za denitrifikacijo je predhodni proces nitrifikacije. V postopku denitrifikacije nastajajo tudi stranski strupeni produkti kot so nitrit, dušikov oksid in didušikov oksid. S procesom denitrifikacije se zaključi kroženje dušika v naravi, z vrnitvijo elementarnega dušika nazaj v ozračje. Denitrifikacije se uporablja kot nadzorovan postopek ekološkega čiščenja odpadne vode in odstranjevanja nitratov. Človeški vpliv na dušikov cikel je predvsem posledica gojenja stročnic in izdelava umetnih gnojil. Tako smo ljudje prispevali več kot dvojni letni prirastek dušika v naravni biološki sistem. Največ dušika se sprošča v gosto

naseljenih ter industrijsko in kmetijsko razvitih državah. Dušikov oksid ima škodljive učinke, saj v stratosferi uničuje atmosferski ozon. Tudi koncentracija amonijaka se je zaradi človeške dejavnosti v ozračju se je potrojila. Eden največjih onesnaževalcev pitne vode je dušik v obliki nitratov. Trenutna zakonska omejitev koncentracije nitratov v pitni vodi je 10 mikrogramov na liter vode. Posledica fiksnega dušika v vodnih sistemih se odraža kot evtrofna jezera, cvetenje morja, hipoksije in oceanske mrtve cone.



Slika 1: Prikaz kroženja dušika v naravi (wikipedija)

2.9. Uporaba fitofarmaceutskih sredstev na vodovarstvenih območjih

Uporaba pesticidov prinaša pri gojenju rastlin velike prednosti, vendar pa ostanki pesticidov v pitni vodi predstavljajo potencialno nevarnost za zdravje. Danes brez uporabe pesticidov več ne bi mogli pridelati zadostne količine hrane za vse svetovno prebivalstvo. Iz tega je razvidno, da je uporaba pesticidov nujna, vendar pa jih je treba uporabljati v skladu z navodili.

Težnja po povečevanju intenzivnosti kmetijske pridelave v preteklosti je hkrati vodila tudi k intenzivnejšemu varstvu rastlin. Čedalje večja uporaba fitofarmaceutskih sredstev je hkrati povečala možnost onesnaževanja okolja. Že v petdesetih letih so se tega začeli zavedati prvi raziskovalci. Pozneje so opravili prve raziskave, ki so pokazale, da se nekatera fitofarmaceutska sredstva razgrajujejo počasneje, kot jih vnašamo v tla. Ugotovili so torej, da se FFS akumulirajo v tleh.

Pred letom 1970 večina strokovnjakov vplivom FFS na tla in podtalnico ni pripisovala posebnega pomena. Bili so mnenja, da se bodo fitofarmaceutska sredstva, ki so v tleh pod vplivi naravnega okolja razgradila ali povsem izginila in da bo pronicajoča voda v podtalnico že povsem očiščena. Danes je povsem jasno, da pridelovalci rastlin z uporabo FFS onesnažujejo tla in podtalnico, zato je zelo pomembno, da temu posvečamo posebno pozornost.

Pesticidi ali fitofarmacevtska sredstva za varstvo rastlin so spojine, ki jih uporabljamo za zatiranje škodljivcev rastlin, mikroorganizmov, ki na njih povzročajo bolezni predvsem pa za zatiranje plevelov. Uporabljamo jih predvsem pri gojenih rastlinah, na poljih in travnikih, vinogradih, v manjšem obsegu pa tudi v gozdu. Fitofarmacevtska sredstva so po kemični sestavi anorganske (žveplova, bakrova) ali organske spojine. V zadnjem obdobju se večinoma uporabljajo umetno pridobljene organske spojine.

Fitofarmacevtska sredstva, ki se počasi razgrajujejo imenujemo persistentna sredstva. Njihova koncentracija se zmanjšuje zaradi postopne razgradnje s pomočjo specializirane skupine talnih mikroorganizmov, z izpiranjem v nižje plasti, predvsem v podtalnico in z izhlapevanjem. Pri razgradnji nastajajo metaboliti, ki so pri nekaterih pesticidih celo bolj toksični kot originalni pripravki. V podtalni vodi se tako pesticidi kot njihovi metabolni produkti dolgo zadržujejo, procesi razgradnje pa zaradi stabilnega puferskega okolja potekajo počasi. Izpiranje je odvisno predvsem od:

- pH vrednosti tal, pri čemer ni nujno, da je vpliv pri vseh FFS enak
- pKa vrednosti FFS, pri čemer velja, da pomeni večja pKa vrednost večje izpiranje
- količine vode, ki gre skozi talni filter
- temperature vode, izpiranje je večje pri višjih temperaturah

Na obstojnost FFS vplivajo poleg absorpcije in izpiranja tudi razgradnji procesi. Med temi je pomembna mikrobiološka razgradnja, ki je posledica delovanja prisotnih mikroorganizmov, ki jih najdemo v tleh. Za preprečevanje negativnih vplivov FFS je zato zelo pomembno, da imamo mikrobiološko čim bolj aktivna tla.

Glede na kemično sestavo delimo fitofarmacevtska sredstva v naslednje skupine: Triazinski pesticidi, Organoklorni pesticidi (so predvsem insekticidi, fungicidi in herbicidi), Klorfenoksi pesticidi, Organofosforni pesticidi (uporabljamo jih predvsem kot insekticide). Med FFS, ki jih danes najdemo v podtalnici in pitni vodi, so na prvem mestu herbicidi, ki jih uporabljamo pri pridelovanju poljščin, predvsem pri pridelovanju koruze, ki predstavlja skoraj polovico površin. Ostala FFS, insekticidi in fungicidi pa pri preverjanju podtalnic večinoma ni zaslediti.

Prepovedano je uporabljati fitofarmacevtska sredstva, ki vsebujejo aktivne snovi, katera so na seznamu prepovedanih, ki ga objavi pristojni organ. Prednost pred fitofarmacevtskimi sredstvi imajo nekemični, mehanski ukrepi za zatiranje plevela ali varstvo rastlin. Priporočljiva je uporaba tistih kemičnih ukrepov in fitofarmacevtskih sredstev, ki jih je dovoljeno uporabljati v ekološki pridelavi. Razen v izjemnih primerih, je prepovedana uporaba fitofarmacevtskih sredstev na neporaslih golih kmetijskih zemljiščih. Vsak uporabnik fitofarmacevtskih sredstev mora voditi natančno evidenco o uporabi fitofarmacevtskih sredstev. Upoštevati moramo navodila glede uporabe posameznih sredstev. Ukrepi za zmanjšanje koncentracije pesticidov v pitni vodi morajo biti usmerjeni primarno v izbiro in zaščito vodnega vira. Možna rešitev pri prevelikem onesnaženju je tudi zamenjava vodnega vira.

Osnovni vir pitne vode v Pomurju predstavlja podtalnica, ki se brez posebne obdelave črpa v vodovodna omrežja. Kvaliteto pitne vode določata Pravilnik o pitni vodi in notranja kontrola po sistemu HACCP. Skladnost pitne vode z veljavno zakonodajo kontrolira Zavod za zdravstveno varstvo Murska Sobota, ki v skladu z notranjo kontrolo (HACCP) odvzema vzorce za redne mikrobiološke in kemijske preiskave. Za redne bakteriološke preiskave se odvzame po en vzorec tedensko ter izmenoma po 1 oziroma 2 vzorca mesečno za redne kemične preiskave. Štirikrat letno se izvedejo razširjene bakteriološke in kemične analize, pri čemer je poseben poudarek namenjen prisotnosti nitratov in pesticidov. Nadzor nad kvaliteto vode se izvaja v okviru državnega monitoringa. Največji problem v pitni vodi v Pomurju predstavljajo nitrati in pesticidi. Med pesticidi je to zlasti atrazin, katerega uporaba ni več dovoljena, zato se njegove koncentracije že nekaj časa zmanjšujejo. Zamenjujejo ga drugi pripravki, zlasti na bazi metolaklor. Zaradi

zamenjave atrazina z metolaklorom v raznih fitofarmacevtskih sredstvih so predstavniki upravljalcev Pomurskih vodovodnih sistemov predlagali, da se metolaklor in njegovi metaboliki uvrstijo v nabor državnega monitoringa pitne vode v severovzhodnem delu Slovenije. Po pričakovanju so bile nato že leta 2008 v pitni vodi večine vodovodnih sistemov v Pomurju ugotovljene povišane koncentracije metolaklora in njegovih metabolitov. Nadzor nad metolaklorom in njegovimi metaboliti s Pravilnikom o pitni vodi ni eksplicitno določen.

Najpogosteje uporabljeni pesticid v Sloveniji je Atrazin, ki ga najdemo v večini talnih vod tudi drugod po svetu. Atrazin se ne akumulira v prehranjevalni verigi. V organizem ga vnašamo preko prebavil skoraj izključno z vodo. Poleg tega prihaja v organizem tudi preko dihal in kože.

Atrazin je triazinski neselektivni organski herbicid, ki so ga uporabljali za zatiranje širokolistnih plevelov v kmetijstvu, predvsem v koruzi. V Sloveniji je njegova uporaba prepovedana od leta 2003. Desetilatrazin in desizopropilatrazin sta relevantna metabolna in razgradnja produkta atrazina. Zanju veljajo enaki toksikološki zaključki in enake zahteve kot za atrazin.

Metolaklor je herbicid, ki se uporablja za zatiranje nekaterih plevelov v kmetijstvu, ob cestah in pri vzgoji okrasnih rastlin. V okolju ga lahko najdemo v zemlji, vodi in zraku. Ljudje, ki mu niso poklicno izpostavljeni, lahko pridejo v stik z metolaklorom preko zraka ali ostankov metolaklora v hrani in pitni vodi. V visokih koncentracijah prizadene različne organske sisteme.

Kot že omenjeno se metolakolor v pitni vodi pojavlja zaradi uporabe fitofarmacevtskih pripravkov, ki temeljijo na bazi metolaklora. Ker se na celotnem območju Pomurja v večini izvaja zelo intenzivno kmetovanje, je potrebno temu problemu posvečati posebno pozornost.

3. PREDSTAVITEV VODOVODNEGA SISTEMA MURSKA SOBOTA

Javno podjetje Vodovod Murska Sobota d.o.o. je bilo ustanovljeno na podlagi Odloka o ustanovitvi javnega podjetja Vodovod Murska Sobota d.o.o. (Uradni list R, št.79/01), z namenom izvajanja gospodarske javne službe oskrbe s pitno vodo. Primarno poslanstvo je zagotavljanje optimalne vodooskrbe. Vsa dela za izvajalca gospodarske javne službe oskrba s pitno vodo izvaja po posebni pogodbi javno podjetje Komunala d.o.o. Javno podjetje vodi poslovanje ločeno po občinah.

Vodovodni sistem Murska Sobota oskrbuje z vodo 29.000 prebivalcev, v štirih občinah, in sicer v Murski Soboti, Moravskih Toplicah, Puconcih in na Cankovi. Voda se črpa v treh zajetjih: Krog, Črnske meje in Fazanerija. Največ vode se načrpa v Krogu, zajetji Črnske meje in Fazanerija pa se uporabljata v večjih količinah samo v primeru večje porabe v letnem času. Vodno zajetje Krog se nahaja znotraj poplavnih nasipov, zato je ob večjem poplavljanju reke Mure okolica črpališča poplavljena, kar prikazuje slika 1.

V letu 2010 je bilo načrpano 2.372.911 m³ vode, od tega 61,6 % iz vodnega zajetja Krog, 28,0 % iz Črnskih mej in 10,4 % iz Fazanerije. Povprečna dnevna načrpana količina vode je bila 6.501 m³. Priprava vode se ne izvaja. Za dezinfekcijo s plinskim klorom sta v črpališčih Krog in Črnske meje klorirni napravi, ki se z minimalnim doziranjem klora (približno 0,1 mg/l) vzdržujeta za primere večjih del na omrežju, večjega bakteriološkega onesnaženja med poplavami in drugih nepredvidenih dogodkov. V črpališču Fazanerija je naprava za dezinfekcijo s tekočim klorom.

Na sistemu se nahajata dva vodohrama. V Murski Soboti je 34 m visok stolpni vodohram, s kapaciteto 600m³, ki pri realni porabi že dolgo ne zadošča več. Na Vaneči je talni vodohram s kapaciteto 500 m³.

Vodovodni sistem Murska Sobota ima več kot 300 km cevovodov različnih dimenzij. Najstarejši so stari več kot trideset let, zgrajeni pa so bili iz salonitnih cevi. Malo mlajši cevovodi večjih dimenzij so bili zgrajeni iz PVC cevi. Skupno je na vodovodnem sistemu izvedenih 7.361 priključkov in 8.383 odjemnih mest, od tega 1058 podjetij, 110 blokov z 2747 stanovanji in 6974 individualnih objektov. V letu 2010 je bilo v občine prodano 1.968.445 m³ vode, od tega gospodarstvu 921.220 m³ in gospodinjstvom 1.047.225 m³. Razlika med načrpano in prodano vodo za leto 2010 znaša 404466 m³, kar pomeni 17 % vodnih izgub.

Da bi se na oddaljenih in višjeležečih območjih (na Goričkem) zagotovila kvalitetna vodooskrba je bilo v različnih časovnih obdobjih zgrajenih več prečrpališč različnih kapacitet z napravami za dvigovanje tlaka v sistemu.

Delovanje vodovodnega sistema Murska Sobota v celoti spremlja, nadzira in upravlja računalnik, ki je povezan s pomočjo radijskih vez. Sistem kontrole in nadzora deluje popolnoma avtonomno tudi brez človeške prisotnosti. V skladu z zapisanimi algoritmi in programi skrbi za nemoteno in usklajeno delovanje vseh elementov in za obveščanje v primeru alarmnih stanj. Vse spremembe stanj se avtomatsko zapisujejo in shranjujejo. V primeru nenormalnih stanj – alarma (izpad električne energije, padec pritiska, vdor v objekt, voda v objektu...) nadzorni center preko posebnega programa v roku 10–15 minut pošlje ustrezna kratka obvestila na štiri različne mobilne številke. Vsi, ki sporočila prejmejo, se pokličejo in dogovorijo o potrebnih ukrepih. (Komunala Murska Sobota)

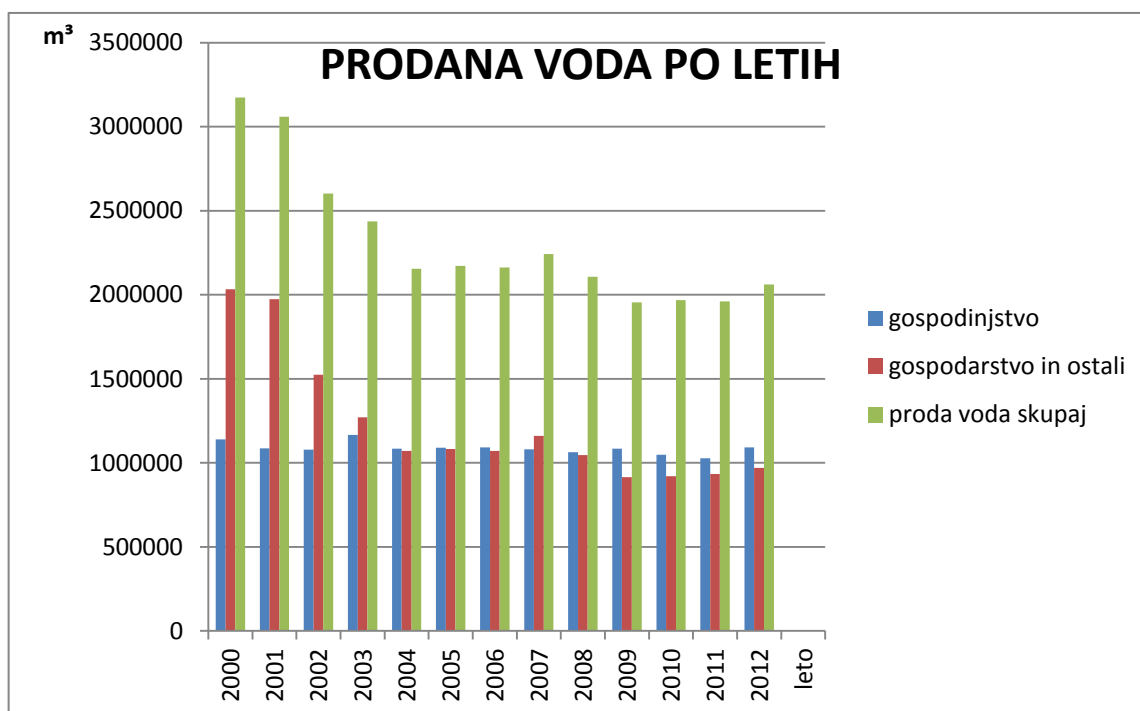


Slika 2: Vodno zajetje Krog-glavni vodnjak med poplavljanjem reke Mure. (Komunala Murska Sobota)

3.1. Podatki o količini prodane vode

Iz grafikona je razvidno, da se je količina prodane vode v obdobju 2001–2004 zelo zmanjšala. Vzrok za zmanjšanje količine prodane vode je predvsem v prepolovljeni porabi vode v industriji, ki je posledica stečajev nekaterih večjih podjetij, ki so bili porabniki pitne vode iz tega omrežja. Vzrok za upad prodane vode v industriji je tudi racionalizacija porabe vode. V letih 2004–2012 se je poraba dokaj ustalila. V prihodnjih letih pričakujemo porast porabe vode zaradi priključitev novih uporabnikov na vodovodni sistem Murska Sobota. Z realizacijo projekta »Oskrba s pitno vodo Pomurja sistem – B«, bo na sistem priključenih dodatnih 10.000 prebivalcev.

Grafikon 1: Količina prodane vode po letih (Komunala Murska Sobota)



3.2. Podatki o vodnih izgubah

Ker vodne izgube v nobenem letu ne presegajo 20 % in znašajo v obdobju 1999–2012 povprečno 15,5 %, je to v primerjavi z državnim povprečjem dobro. Povprečne vodne izgube na državnem nivoju znašajo namreč približno 30 %. Čeprav so nekateri deli sistema stari več kot trideset let in so dodrajani so vodne izgube v primerjavi z državnim povprečjem majhne.

Preglednica 5: Podatki o vodnih izgubah (Komunala Murska Sobota)

	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
prodana voda skupaj (m ³)	2967237	3173087	3058945	2602880	2437142	2155166	2171166
načrpana voda (m ³)	3685880	3874210	3663065	3134696	2791879	2512745	2630272
vodne izgube (m ³)	718643	701123	604120	531816	354737	357579	459026
vodne izgube (%)	19,5	18,1	16,5	17,0	12,7	14,2	17,5

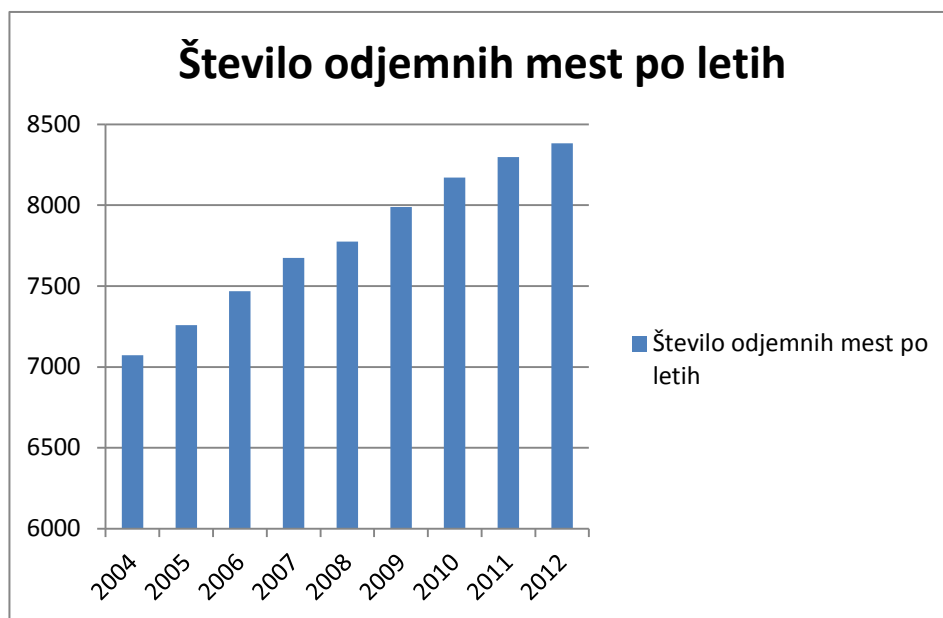
Preglednica 6: Podatki o vodnih izgubah (Komunala Murska Sobota)

	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
prodana voda skupaj (m ³)	2162783	2241259	2107693	1953614	1968445	1960798	2060856
načrpana voda (m ³)	2538535	2515253	2484181	2392428	2372911	2292197	2410487
vodne izgube (m ³)	375752	273994	376488	348814	404466	331399	349631
vodne izgube (%)	14,8	10,9	15,2	15,1	17,0	14,5	14,5

3.3. Število odjemnih mest

Število odjemnih mest narašča, kar je posledica širitev vodovodnega omrežja in novogradenj.

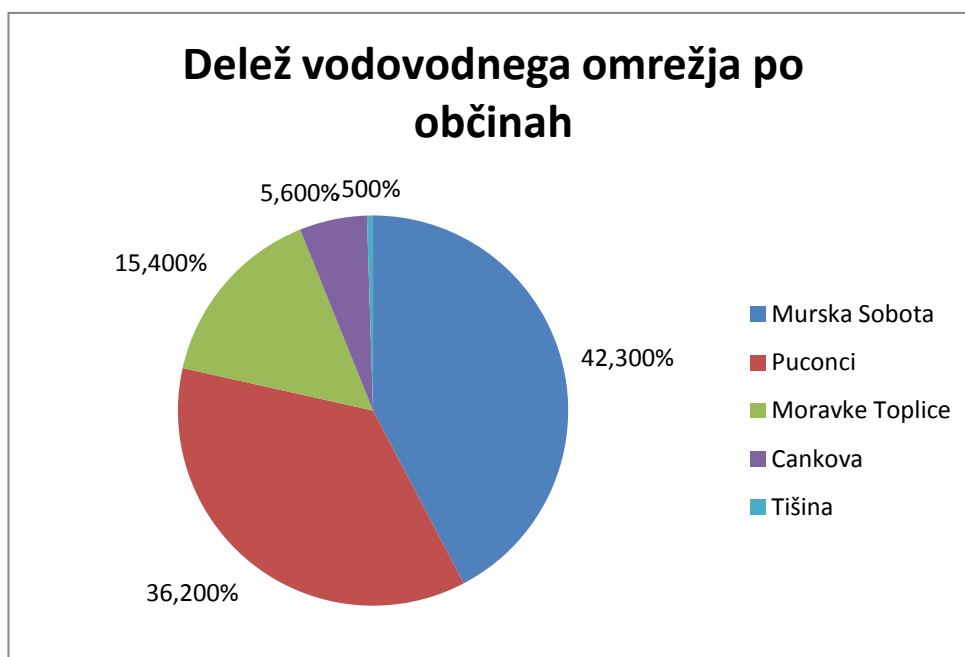
Grafikon 2: Število odjemnih mest po letih (Komunala Murska Sobota)



3.4. Delež vodovodnega omrežja po občinah

Največji delež vodovodnega omrežja, vodovodnega sistema Murska Sobota, je občina Murska Sobota. Ostale občine predstavljajo delež omrežja kot jih prikazuje grafikon. Z izgradnjo Sistema za oskrbo Pomurja s pitno vodo, ki je v fazi izgradnje se bodo deleži omrežja spremenili.

Grafikon 3: Delež vodovodnega omrežja po občinah (Komunala Murska Sobota)



3.5. Delež vodovodnega omrežja po materialu

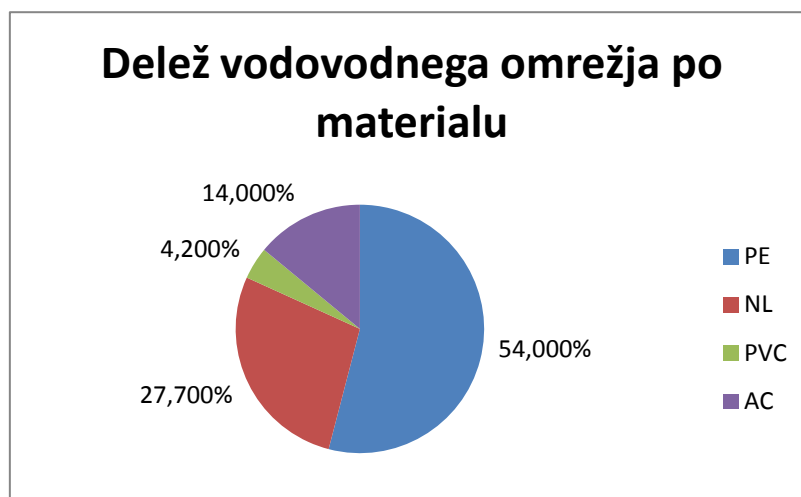
PE –Polietilen, predstavlja največji delež materiala, uporabljenega za vodovodne cevi na Vodovodnem sistemu Murska Sobota. Polietilen se uporablja za izdelavo cevi že približno 40 let. Uporablja se predvsem zaradi korozijske obstojnosti, široke kemične obstojnosti, obstojnosti na mehansko obrabo, časovne obstojnosti, fleksibilnosti in majhne teže cevovodov.

NL – nodularna litina, je siva litina s kroglastim grafitom. Nodularna litina ima izredno dobre mehanske lastnosti, prav tako pa ima tudi dobro livnost in cenenost.

PVC –Polivinilklorid, je termoplastični polimer, ki je zaradi preprostega oblikovanja, trdnosti in cenovne dostopnosti zelo pogosto uporabljen v vsakdanjem življenju. V vodovodnih sistemih uporabljamo taka cevi pri cevovodih večjih premerov.

AC –Armaflex, material je izdelan na bazi sintetičnega kavčuka.

Grafikon 4: Delež vodovodnega omrežja po materialu (Komunala Murska Sobota)



3.6. Sistem HACCP

Kvaliteto pitne vode določata pravilnik in notranja kontrola po sistemu HACCP. Sistem HACCP (Hazard Analysis Critical Control Points) omogoča identifikacijo, oceno, ukrepanje in nadzor nad morebitno prisotnimi agensi v živilih ali stanjih, ki lahko ogrožajo človeka. HACCP sistem je v svetu že dolgo poznan in priznan sistem zagotavljanja varnosti prehranskih proizvodov. Leta 1993 sta Codex Alimentarius Commission (WHO) in FAO v Codex Alimentarius prvič objavila smernice HACCP sistema za Evropo. Sistem HACCP temelji na obvladovanju tveganj v nekem procesu, v našem primeru varnost oskrbe s pitno vodo. Namen tega sistema je obvladovanje dejavnikov tveganj oziroma okoliščin, ki lahko povzročijo pojav tveganja. HACCP je dejansko usmerjen v nadzorovanje in obvladovanje tveganj v vseh fazah nekega procesa in to čim bližje njihovem viru nastanka. HACCP sistem se je izkazal kot najboljši pri obvladovanju tveganj v notranjem nadzoru oskrbe s pitno vodo.

Podjetje, ki sprejme HACCP načrt mora poznati njegove prednosti, imeti vizijo njegove uporabnosti. Bistvena je predvsem podpora vodstva. Za kvalitetno izvajanje HACCP je potrebno:

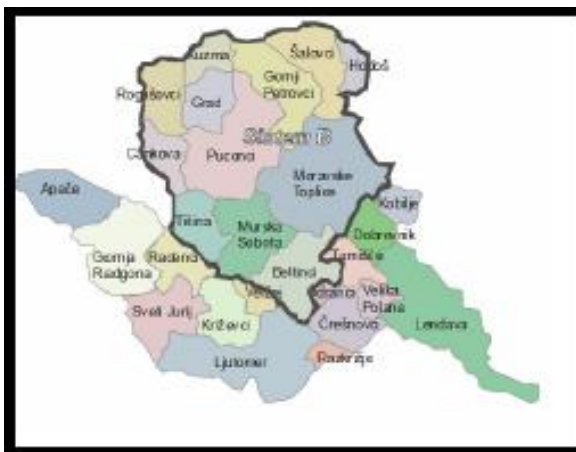
- uresničevati HACCP načrt na vseh nivojih
- vse procese stalno izvajati v skladu z dobro proizvodnjo in dobro higiensko prakso
- stalno izpopolnjevati in izobraževati zaposlene v smislu dobre higienske in proizvodne prakse
- zagotoviti sledljivost

- uporabiti način vodenja in shranjevanja zapisov v skladu s HACCP pravili

Na vodovodnem sistemu Murska Sobota potekajo vsa redna vzdrževalna dela, pregledovanje, čiščenje in odpravljanje napak po sistemu HACCP.

3.7. Oskrba s pitno vodo Pomurja – sistem B

Investitorji projekta »Oskrba s pitno vodo Pomurja – sistem B« so naslednje občine: Beltinci, Cankova, Grad, Gornji Petrovci, Hodoš, Kuzma, Moravske Toplice, Mestna občina Murska Sobota, Puconci, Rogašovci, Šalovci in Tišina. Po končani izvedbi projekta bo projekt v upravljanje prevzelo Javno podjetje Vodovod sistema B, d.o.o. Murska Sobota.



Slika 3: Prikaz območja vodovodnega sistema B (DRI Maribor, 2013)

3.7.1. Namen in cilj projekta

Projekt »Oskrba s pitno vodo Pomurja – sistem B« je namenjen zagotovitvi nemotene, varne in dolgoročne oskrbe s pitno vodo, na območju levega brega reke Mure. Z opustitvijo vodnih zajetij na območjih, namenjenih za pretežno kmetijsko dejavnost se bo voda črpala le v večjih ključnih zajetjih. Projekt vključuje tudi zaščito vodnih virov, s sanacijo vodovarstvenih območij in ustreznim odvajanjem in čiščenjem odpadne vode.

Neposredni cilji so:

- izboljšanje kvalitete pitne vode za 47.336 prebivalcev občin sistema B, ki so priključeni na obstoječi vodovodni sistem
- novi priključki za 10.180 prebivalcev
- centralizacija in s tem lažja kontrola vodnih virov ter posledično učinkovitejše zagotavljanje mikrobiološke in kemijske ustreznosti pitne vode
- izboljšanje hidravličnih razmer na obstoječem sistemu
- izboljšanje tlačnih pogojev
- izboljšanje požarne varnosti
- zagotovitev varne in dolgoročne oskrbe s pitno vodo na območju levega brega reke Mure
- naslonitev oskrbe s pitno vodo na manjše število večjih ključnih zajetij
- opustitev vodnih zajetij na območjih, namenjenih za pretežno kmetijsko dejavnost
- odprava pomanjkanja pitne vode v sušnih obdobjih
- ustrezna zaščita obstoječih in novih vodnih virov s sanacijo vodovarstvenega območja, ki vključuje tudi ustrezno odvajanje in čiščenje odpadnih vod

- zagotovitev urejenih javnih vodovodnih sistemov v nekaterih občinah-predvsem območje goriškega
- vzpostaviti ustrezno organizacijo upravljanja javnih vodovodnih sistemov, ki bo ustrezala sodobnim standardom in zahtevam

Investicija bo imela tudi več posrednih ciljev. Zaradi zagotovljene nemotene oskrbe s kvalitetno pitno vodo bo območje postalo bolj atraktivno za poselitev, turizem in gospodarstvo. Za dolgoročni razvoj področja je zelo pomembna nemotena oskrba s kvalitetno pitno vodo.

3.7.2. Obstoječe stanje

Celotna dolžina vodovodne infrastrukture je 560 km javnih vodovodov, poleg tega pa obratujejo še zasebni vodovodni sistemi. Glavna pomanjkljivost celotnega območja je vodovodno omrežje, ki je zgrajeno iz azbestno-cementnih cevovodov, ki so v povprečju starejši od 40 let. Posledica tega so 21 % vodne izgube in pogoste okvare. Poleg tega pa so še lokalni vodni viri pogosto obremenjeni z nitrati in pesticidi. Trenutno je v vodooskrbo vključenih 47252 prebivalcev, nepriključenih pa 11411 prebivalcev. Nepriključeni prebivalci trenutno pridobivajo vodo iz vaških vodovodov, ki pa je kakovostno in količinsko vprašljiva, še posebej v poletnih mesecih. Na nekaterih območjih so zaradi onesnaženosti vodnih virov ali zaradi pomanjkanje vode v poletnih mesecih občine prebivalce oskrbovale z vodo, pripeljana s cisternami ali z ustekleničeno vodo.

Preglednica 7: Prikaz sedanje opremljenosti po občinah (DRI Maribor)

občina	dolžina omrežja (m)	vodohrami (m ³)	vodni vir (l/s)
Beltinci	98700	100	40
Cankova	18351	0	0
Gornji Petrovci	0	400	2
Grad	65353	0	0
Hodoš	12288	132	2
Kuzma	48382	0	0
Moravske Toplice	85516	170	4
Murska Sobota	177130	600	145
Puconci	108155	500	0
Rogašovci	0	25	28
Šalovci	46000	315	56
Tišina	44806	0	0
Skupaj sistem B	704681	2242	227

Vodovodni sistem Murska Sobota trenutno oskrbuje prebivalce v občinah Murska Sobota, Moravske Toplice, Cankova in Puconci. Zato bom predstavil podrobnejše opise sedanje opremljenosti le v omenjenih občinah.

Murska Sobota: Obstoječ vodovodni sistem pokriva celotno občino in dele nekaterih sosednjih občin. Trenutno ga napajajo trije vodni viri, in sicer Krog, Črnske Meje in Fazanerija. Potrebno je izgraditi transportne vodovode kot navezave za oskrbo občin Tišina, Puconci in Moravske Toplice.

Moravske Toplice: Vodovodni sistem v občini Moravske Toplice je priklopljen na vodovodni sistem Vodovod Murska Sobota. Preko tega sistema se oskrbuje prebivalce v naseljih Martjanci, Moravske Toplice, Tešanovci, Sebeborci in Suhi vrh. Za oskrbo prebivalcev je potrebno zgraditi primarne in sekundarne vodovodne sisteme, za oskrbo sistema pa primarni transportni vodovod.

Cankova: V občini je v obratovanju regionalni vodovodni sistem, ki je v upravljanju Vodovoda Murska Sobota. Voda iz teh lokalnih virov je pogosto oporečna. Obstoječi vodovodni sistem oskrbuje naselja Skakovci, Domajinski Vrh in Cankova. Za nadaljnjo oskrbo z vodo v občini Cankova je potrebno zgraditi transportni vodovod, ki se nadaljuje v občino Rogašovci ter primarne in sekundarne vodovode.

Puconci: Občina Puconci ima razmeroma dobro razvito vodovodno omrežje, ki je sestavni del vodovodnega sistema Murska Sobota. Z vodovodom je pokrit predvsem osrednji in južni del občine. Izgraditi je potrebno vodovodno omrežje v severnem delu občine in sicer transportni cevovod skozi naselja Dankovci in Mačkovci ter vodovod za naselja Vadarci in Poznanovci.

3.7.3. Investicija

Predlagane so bile tri variante, in sicer varianta brez investicije, varianta minimalne investicije in varianta z investicijo, ki je bila tudi izbrana za najprimernejšo in izvedljivo.

Skupni investicijski stroški projekta »Oskrbe s pitno vodo Pomurja sistem – B« znašajo po ocenah 79.035.239 EUR z DDV. Potrebna sredstva bo potrebno zagotoviti iz občinskih proračunov, proračuna Republike Slovenije in Kohezijskega sklada. Na podlagi ekonomske analize so bili izračunani naslednji ekonomski kazalniki: neto sedanja vrednost znaša 17 mio EUR pri 7 % diskontni stopnji, interna stopnja donosa znaša 11,6 %, količnik relativne koristnosti pa znaša 0,97. Izdelana je bila tudi analiza občutljivosti, iz katere je razvidno, da je investicija ekonomsko upravičena, tudi v primeru povečanja investicijski stroškov za 20 %. Investicija je torej direktno ekonomsko upravičena. Investicija bo pozitivno vplivala na razvoj regije. Zaradi zagotovljene nemotene oskrbe s kvalitetno pitno vodo bo območje postalo bolj atraktivno za razvoj industrije in turizma. Pozitiven vpliv bo investicija imela tudi na zmanjševanje odseljavanja. Za dolgoročni razvoj področja je zelo pomembna nemotena oskrba s kvalitetno pitno vodo. Investicija se je začela izvajati v letu 2011 in bo predvidoma končana do leta 2018.

3.8. Prikaz vodovarstvenih območij za vodna zajetja Krog, Fazanerija in Črnske meje

V nadaljevanju so prikazana vodovarstvena območja za črpališča, ki se nahajajo na vodovodnem sistemu Murska Sobota.



Slika 4: Prikaz vodovarstvenih območij za črpališča: Krog, Črnske meje in Fazanerija (Tomaž Žitek 2014)

Slika 4 prikazuje geografsko lego vseh treh črpališč s pripadajočimi vodovarstvenimi pasovi.



Slika 5: Prikaz vodovarstvenega območja za črpališče Krog, številke označujejo vodovarstvene pasove (Tomaž Žitek 2014)

Črpališče Krog leži v neposredni bližini reke Mure, kar tudi prikazuje slika 5. Vodni vir Krog je glavni vodni vir, dopolnjujeta ga vodna vira Črnske meje in Fazanerija. Vodni vir napaja podtalnica, na gladino katere vplivajo padavine in gladina reke Mure. Črpališče leži znotraj poplavnega nasipa reke Mure, vendar je zgrajeno na brežinah, tako da tudi med poplavo črpalke delujejo neprekinjeno. Črpališče sestavljajo glavni vodnjak in dva pomožna vodnjaka. S svetlo vijolično barvo zasenčeno območje in označeno s številko 1 prikazuje VVO I, območje označeno s

številko 3 pa VVO III. Zaledje vodnega vira je obremenjeno z intenzivnim kmetijstvom in ponekod z neustrezno ali pomanjkljivo ureditvijo kanalizacijskega sistema na območjih poselitve. Voda iz vodnega vira Krog je bila v preteklih letih dobre kvalitete in je bila v skladu s pravilnikom. V zadnjem času pa so se v vodi pojavile prekoračene vrednosti pesticidov medtem ko mejne vrednosti nitratov nikoli niso bile presežene. Onesnaženje vode s pesticidi je posledica intenzivnega kmetijstva v bližini vodnega vira.



Slika 6: Prikaz vodovarstvenega območja za črpališče Fazanerija, številke označujejo vodovarstvene pasove(Tomaž Žitek 2014)

Črpališče Fazanerija leži na severozahodnem delu Murske Sobotice. Vodnjak se nahaja na obrobju parka Fazanerija in v neposredni bližini športnega parka Fazanerija. Skoraj polovico vodovarstvenega območja zajema park, kar močno vpliva na zmanjšanje onesnaževanja z nitrati in pesticidi. V neposrednem zaledju črpališča se nahajajo kmetijske površine, v širšem zaledju pa naselja. V naseljih, ki se nahajajo v zaledju črpališča je urejeno odvajanje in čiščenje odpadne vode. Vodovarstveno območje črpališča Črnske meje je najmanjše izmed vseh treh črpališč. Na območju prevladujejo ilovnata tla, kar pripomore k zmanjšanemu izpiranju nitratov v podtalnico. Kljub najmanjšemu vodovarstvenemu območju na vodnem viru Fazanerija nitrati ne predstavljajo problema glede onesnaženosti vodnega vira. V preteklosti so bile presežene nekatere vrednosti koncentracij pesticidov.



Slika 7: Prikaz vodovarstvenega območja za črpališče Črnske meje, številke označujejo vodovarstvene pasove (Tomaž Žitek 2014)

Črpališče Črnske meje leži med črpališčem Krog in med črpališčem Fazanerija. Od vseh treh črpališč na omenjenem vodovodnem sistemu ima črpališče Črnske meje največje vodovarstveno območje. Vodovarstveno območje sega vse do Goričkega. Ker v zaledju črpališča prevladujejo kmetijske površine, ki so namenjene intenzivni kmetijski pridelavi, je obremenjenost vodnega vira z nitrati in pesticidi največja izmed vseh treh črpališč. Črpališče se uporablja le v primeru večje porabe vode v poletnih mesecih. Voda se pred vstopov v vodovodni sistem meša še z vodo iz ostalih črpališč, tako se zagotovi ustrezna kvaliteta pitne vode v sistemu.

3.9. Spremljanje koncentracij nitratov in pesticidov na vodovodnem sistemu Murska Sobota

V nadaljevanju so prikazani zbrani podatki kemijskih analiz spremljanja koncentracij nitratov in pesticidov na vodovodnem sistemu Murska Sobota. Podatki so prikazani od leta 1988 do vključno z letom 2013. Tabele s podatki o koncentracijah nitratov in pesticidov v vodovodnem sistemu Murska Sobota sem izdelal na podlagi podatkov, ki sem jih pridobil iz arhiva podjetja Vodovod Murska Sobota. Podatke od leta 1997 naprej sem pridobil v elektronski obliki, vse ostale pa sem zbral iz poročil o analizah pitne vode, ki jih hranijo v arhivu. Podatke sem uredil v pregledne tabele, ki prikazujejo trend gibanja posameznih onesnažil po letih. Kot sem že povedal, je bil glavni namen diplomske naloge zbrati in prikazati podatke o koncentracijah nitratov in pesticidov v vodovodnem sistemu Murska Sobota. Za lažji pregled podatkov sem podatke predstavil tudi z grafi.

Od leta 1988 do 1997 so podatki o koncentracijah nitratov v vodi izraženi v mg N/l. Veljal je normativ po Pravilniku higienske neoporečnosti pitne vode, ki je dovoljeval koncentracije manjše od 10 mg N/l.

Od leta 1997 naprej so podatki o koncentracijah nitratov v vodi izraženi v mg/l NO₃. Velja normativ po Pravilniku o pitni vodi, ki dovoljuje koncentracije manjše od 50 mg/l NO₃.

Zaradi lažje interpretacije podatkov sem vse podatke prikazal po sedaj veljavnem načinu in normativu.

3.9.1. Nitrati

Nitrati se v telesu reducirajo v nitrite. Najbolj znan učinek nitratov oz. nitritov na zdravje je methemoglobinemija, ki nastane kot posledica oksidacije hemoglobina. Oksidiran hemoglobin – methemoglobin ne more prenašati kisika po telesu. Dodatno lahko poslabša methemoglobinemijo prisotnost bakterij v pitni vodi in okužba prebavil. Zaradi posebnosti v razvoju so najbolj ogroženi dojenčki do 6 mesecev starosti, predvsem zalivančki. Ogrožene so lahko tudi nosečnice in ljudje s pomanjkanjem nekaterih encimov. Opozarjajo na možnost škodljivega delovanja na otroka zaradi prehajanje nitratov v materino mleko.

Številne študije o pojavljanju drugih obolenj v povezavi z nitrati v pitni vodi niso dale enotnih rezultatov. Do sedaj zbrani podatki ne dopuščajo trdnih zaključkov o drugih vplivih na zdravje človeka. Ocena rakotvornosti nitratov, nitritov in endogenih nitrozaminov pri Svetovni zdravstveni organizaciji še poteka. Prav tako še ni trdnih zaključkov o vplivih mešanic nitratov z drugimi polutanti na zdravje. Če koncentracija nitratov v pitni vodi presega 50 mg/l, je potrebna nadomestna oskrba s pitno vodo za ogrožene skupine npr. s predpakirano (embalirano) pitno vodo (ZZV_MB)

Preglednica 8: Vsebnost nitratov na vodnem zajetju Črnske meje izraženo v mg/l NO₃ (Tomaž Žitek 2014)

	jan	feb	mar	apr	maj	jun	jul	avg	sep	okt	nov	dec
1988		13										
1989					10		8,5	18				
1990	34,5	45								57,5	41,5	
1991		39,5	46	47,5	49,5	43,5	44,5	48	7,5	55,5	35,5	59,5
1992	42,5	51	50	53			57,5		45			
1993	51	54,5	52	48	52,5	43			53	50	44,5	
1994	90,5	66		87,5	71	104	91,5	71	64	80	70,5	
1995		63,5	68		51	49	51		55		59,5	61,5
1996	70		60		65	59	67,5	66	71,5	55	55,5	56,5
1997	48,7			42,1	39,4	39	46,5			40		
1998								40				
1999						38	34				31,4	
2000					33,6	33,6	38,5		38	31,4		
2001			38							44,2		
2002		41,5	61,9	46,9	54	42	49,1	40,2	39,8		51,3	47,4
2003	65	47,7	50,4	48,2	57,9	42,9	45,1	41,1		48,6	46	
2004	42,4	52,2	49,5			11						57
2005					74			81		81	91	
2006	82	90	69	69	50	53	58	56	54	50		65
2007					59			51			58	50
2008	64		63	47		52	54		47	46		
2009	49		49		41	44	43		44	44		
2010	37		40	41		39	39			49		
2011	49		49	42		40	42		42	37; 38		
2012	38		41	42		31	42		38	38		
2013	39		49	49	53	53	53	39	44	9		

*normativ – 50 mg/l NO₃

V preglednici so prikazani podatki kemijskih analiz vsebnosti nitratov za črpališče Črnske meje. Vrednosti obarvane z rdečo so presegle normativ 50 mg/l NO₃.

Grafikon 5: Gibanje koncentracij nitratov v vodnem zajetju Črnske meje po letih, (Tomaž Žitek 2014)



Grafikon 5 prikazuje povprečne vrednosti koncentracij NO₃ v vodnem zajetju Črnske meje in njihove vrednosti v posameznem letu.

Preglednica 9: Vsebnost nitratov na vodnem zajetju Krog izraženo v mg/l NO₃ (Tomaž Žitek 2014)

	jan	feb	mar	apr	maj	jun	jul	avg	sep	okt	nov	dec
1988												
1989												
1990	5,5			2,5			6				8	
1991		9										
1992				6								
1993			14							19,5	25,5	13
1994						39,5	11					
1995			22,5									
1996			10,5									
1997							6,6					
1998												
1999							11	4,9				
2000												
2001												
2002		9,7										
2003		8,9									5,3	
2004			15								10	
2005						23				10	14	15
2006			16							12		
2007			9			9			6			
2008		12						6				
2009		15						11			8,4	
2010					14			8,4				
2011					16			12				
2012								8,9				
2013					15			13				

*normativ – 50 mg/l NO₃

Preglednica 10: Vsebnost nitratov na vodnem zajetju Fazanerija izraženo v mg/l NO₃ (Tomaž Žitek 2014)

	jan	feb	mar	apr	maj	jun	jul	avg	sep	okt	nov	dec
2000										18,1		
2001										5,7		
2002		15				13,7						
2003		4	8,8			8,8						
2004				4,4			14			6		
2005	18			38			6			18		
2006	9			16			10		28			
2007							8			23	31	
2008			27			5			18			16
2009			14			14			30			
2010			18			11			23			24
2011			22			13			7,5	7,1		15
2012			14			6,2						7,1
2013			5,8			10			14			23

*normativ – 50 mg/l NO₃

Na črpališču Krog in Fazanerija ni problemov s preobremenjenostjo vode z nitrati.

Preglednica 11: Vsebnost nitratov na omrežju vodovod Murska Sobota izraženo v mg/l NO₃ (Tomaž Žitek 2014)

	jan	feb	mar	apr	maj	jun	jul	avg	sep	okt	nov	dec
1988		10	14,5			31		12,5			12,5	18,5
1989	11,5											
1990			25,5			24,5			29			
1991			4	8,5	9			32,5				23,5
1992	19,5	15				42,5	10		36			
1994	12					23,5	17	21	16	20	18	
1995			57,5	62,5	19	19,5	16,5	23		22,5		34
1996						16,5	19,5			27	39,5	43
1997	23,5		15,1	13,3	23		20,8	16,3	12		9	8
1998				22			77	15,5				
1999						15	34					20,3
2000					12,8	18,1		14,1	15		32,3	
2001		16,5	30,5		23,9				18,6			22,1
2002		16,4			26,11			12,8	11,1		15,9	
2003	14,1	15,1	9,7	11,9		8,8	22,1	19,9	19,9	18,1	6,2	18,1
2004	15,9	15,9	23,9	16		8,7	11			10	30	26
2005			25	12	37	10	38	40	35	78	14	14
2006	15	18	18	35	16		39	12	24	32	12	12
2007	10	10	10	11	12	9	27	10	32	27	24	32
2008	32	23	25	36	26	25	23	10	27	19	16	16
2009	9,3	14	16	16	13	26	16	24	11	23	8,4	11
			19			27						
2010	10	12	14	30	19	15	24	18	25	31	14	11
2011	14	16	21	26	15	20	17	18	25	10	16	16
2012	8	11	7,1	14	10	21		19	5,8	16	8,4	17
2013	12	22, 2,3	5,8	44	19	23,33	23	23	15,29	16	31	30

*normativ – 50 mg/l NO₃

Voda se pred izpustom v vodovodni sistem meša iz vseh črpališč, saj se tako zagotavlja njena ustrezna kvaliteta. Iz preglednice je razvidno, da voda v sistemu ne presega normativa glede vsebnosti nitratov. Nekatere vrednosti, ki presegajo normativ, so lahko posledica točkovnega onesnaženja, večjih del na omrežju ali pa nepravilne meritve.

Pitna voda s koncentracijami nitratov nad mejno vrednostjo 50 mg/l predstavlja torej zdravstveni problem za dojenčke, nosečnice in doječe matere. Uživanje take vode zanje ni primerno in je potrebna omejitev uporabe. Prekuhavanje vode nitratov ne uniči, zaradi izhlapevanja vode, se njihova koncentracija lahko celo poviša.

3.9.2. Pesticidi

Atrazin se je pri nas uporabljalo do leta 2003, ko so njegovo uporabo prepovedali. Omejevalo se ga je že veliko prej, vendar je njegova uporaba bila še vseeno pogosta, saj ni bilo dovolj učinkovitega nadomestnega sredstva za zatiranje plevelov v koruzi. Ker so atrazin in njegovi razgradnji produkti zelo obstojni in zelo dobro topni v vodi, so skupaj s padavinami pronicali v podtalnico. Ko atrazin prispe v podtalnico, je njegov razpolovni čas tisoč dni ali več.

Pri mejni vrednosti 0,10 µg/l za večino pesticidov njihovih razgradnih, reakcijskih in metabolnih produktov gre za načelo previdnosti, ki izhaja iz predpostavke, da naj snovi iz skupine pesticidov v vodi, ki se uporablja kot vir pitne vode ali v pitni vodi, ne bi bilo. EU zastruje meje, ki jih dopušča SZO za posamezne pesticide, zaradi možnih, do sedaj nepoznatih učinkov na zdravje ljudi. Zahteva velja za vsebnosti, izmerjene na mestu uporabe pitne vode, to je npr. na pipi uporabnika (Council Directive 98/83/EC on the quality of water intended for human consumption).

Svetovna zdravstvena organizacija (v nadaljevanju: SZO) določa priporočene mejne vrednosti za pesticide v pitni vodi na podlagi rezultatov poskusov na živalih. Te vrednosti, ki jih SZO ocenjuje kot vrednosti, ki ne predstavljajo tveganja za zdravje ljudi, so v večini primerov bistveno višje od 0,10 µg/l (Pesticides. In: Guidelines for drinking-water quality, 2nd ed. Vol 2. World Health Organization Geneva, 1996: 586-787).

Na podlagi poskusov na živalih je SZO določila dopusten dnevni vnos (varen vnos) atrazina – 0.0005 mg/kg/dan in vrednost v pitni vodi 2 µg/l.

Po priporočilih SZO je sprejemljiv dovoljeni dnevni vnos atrazina 0,5 µg/kg za odraslo osebo. Tako je sprejemljiv dnevni vnos za 70 kg težkega človeka 35 µg. Ob predpostavki, da znaša vnos preko vode iz lokalnega vodnega vira 10 % celotnega vnosa, pomeni, da je dovoljen dnevni vnos preko vode za odraslega človeka 3,5 µg na dan. Izmerjene vrednosti atrazina v pitni vodi (največ 0,2 µg/l) povzročijo (ob zaužitju 2 litra vode dnevno – metodologija izračuna vnosa SZO) vnos 0,4 µg/dan, kar predstavlja približno osmino dovoljenega vnosa preko vode. Vrednosti v pitni vodi so daleč pod to mejo in tako, po sedaj znanih podatkih, ne predstavljajo nevarnosti za zdravje ljudi (Pesticides. In: Guidelines for drinking-water quality, 2nd ed. Vol 2. World Health Organization Geneva, 1996: 586-787).

Mednarodna organizacija za preučevanje karcinogenih snovi (International Agency for Research on Cancer – IARC) uvršča atrazin v tretjo skupino, v katero se sicer uvrščajo tiste snovi, za katere je premalo dokazov za uvrstitev med rakotvorne snovi (IARC. 1999. IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans: Some chemicals that cause tumours (SIC) of the kidney or urinary bladder in rodents and some other substances. Lyon, France: World Health Agency: International Agency for Research on Cancer). US Environmental Protection Agency uvršča atrazin v C skupino, kot možen karcinogen za človeka.

Desetilatratin, metabolit atrazina, toksikološko ni nevarnejši od atrazina.

S-metolaklor je herbicid za zatiranje enoletnih plevelov v koruzi idr. Razpolovna doba v vodi, na polju ter v vodi in sedimentu je 12 do 53 dni. V toksikoloških študijah na živalih je povzročal preobčutljivost kože, spremembo telesne teže, žariščne spremembe v jetrih. Ni genotoksičen, karcinogen, ne vpliva na reprodukcijo. Določen je bil sprejemljivi dnevni vnos ADI 0,1 mg/kg/dan (ADI – acceptable daily intake). V Pravilniku o pitni vodi (Ur. l. RS št.: 19/04, 35/04, 26/06 in 92/06) je S-metolaklor uvrščen v Prilogo I, del B, kjer je določena mejna vrednost v pitni vodi, 0,10 µg/l.

Ameriška agencija za okolje je določila, da je S-metolaklor podobno ali manj strupen kot metolaklor. Svetovna zdravstvena organizacija je glede tveganja za zdravje določila sprejemljivo mejno vrednost za metolaklor za pitno vodo, 10 µg/l, kar lahko upoštevamo tudi za S-metolaklor. Glavna metabolna produkta v zemlji, metolaklor ESA in metolaklor OXA, sta nerelevantna. Ukrepi za zmanjšanje koncentracije pesticidov v pitni vodi morajo biti usmerjeni primarno v izbiro in zaščito vodnega vira. (ZZV_MB

Spremljanje pesticidov iz skupine triazini na vodnem zajetju Črnske meje.

Preglednica 12: Vsebnost Atrazina na vodnem zajetju Črnske meje (izraženo v µg/l) (Tomaž Žitek 2014)

	jan	feb	mar	apr	maj	jun	jul	avg	sep	okt	nov	dec
1997						0,08					0,1	
1998												
1999											0,13	
2000			0,1			0,09					<0,05	
2001			<0,05					<0,03		<0,05		
2002		<0,03				<0,05				<0,03	<0,03	<0,03
2003		<0,03				<0,03					<0,03	
2004			<0,03			<0,03			<0,03			<0,03
2005		<0,05			<0,03			<0,03			<0,03	
2006		<0,03			<0,03			<0,03				
2007					<0,03			<0,03			<0,03	
2008	<0,03			<0,03		<0,03				<0,03		
2009	<0,03				<0,03		<0,03			<0,03		
2010	<0,05			<0,05			<0,05			<0,05		
2011	<0,05			<0,05			<0,05			<0,05		
2012	<0,05			<0,002			0,013			0,002		
2013	0,002			0,008			0,002			0,003		

*normativ 0.1 µg/l

Preglednica 13: Vsebnost Desetil-atrazina na vodnem zajetju Črnske meje (izraženo v µg/l) (Tomaž Žitek 2014)

	jan	feb	mar	apr	maj	jun	jul	avg	sep	okt	nov	dec
1997						0,07					0,4	
1998												
1999											0,3	
2000			0,28			0,22					0,26	
2001			0,3					0,23		0,22		
2002		0,18				0,2				0,18	0,2	0,17
2003		0,2				0,14					0,17	
2004			0,18			0,13			0,13			0,12
2005		0,12			0,1			0,1			0,07	
2006		<0,05			0,05			0,05				
2007					<0,05			0,06			0,05	
2008	0,05			<0,03			<0,05			0,05		
2009	<0,05				<0,03		<0,03			<0,05		
2010	<0,05			<0,05			<0,05			<0,05		
2011	<0,05			<0,05			0,05			<0,05		
2012	<0,05			<0,008			0,035			0,036		
2013	0,05			0,024			0,04			0,019		

*normativ 0.1 µg/l

Kot je razvidno iz preglednice so koncentracije Desetil-atrazina presegle normativ do leta 2005. Zaradi prepovedi njegove uporabe so se njegove koncentracije zmanjšale in so v skladu z normativom.

Preglednica 14: Vsebnost Atrazina na vodnem zajetju Fazanerija (izraženo v µg/l) (Tomaž Žitek 2014)

	jan	feb	mar	apr	maj	jun	jul	avg	sep	okt	nov	dec
1997							0,27				0,27	
1998												
1999			0,24									
2000			0,1			0,11				0,11		
2001			0,12					0,14		0,14		
2002		0,08				0,09				0,1		
2003		0,11	0,06			0,06					0,13	
2004				0,09			0,05			0,08		
2005	0,1			<0,03			0,08			0,05		
2006	0,07			0,06			<0,05		<0,05			<0,03
2007							<0,03			<0,03		<0,03
2008			<0,03			<0,03			<0,03			<0,03
2009			<0,03			<0,03			<0,03			
2010			<0,05			0,03			<0,05			<0,05
2011			<0,05			<0,05			<0,05			<0,05
2012			<0,05			0,01						0,013
2013			0,01			0,012			0,015			0,007

*normativ 0.1 µg/l

Od leta 1997 do 2003 so koncentracije Atrazina na črpališču Fazanerija presegale normativ. V začetku so bile koncentracije celo dvakrat višje od dovoljenih. Z omejevanjem uporabe atrazina so se koncentracije zmanjševale in so le malo presegale normativ. Kot je razvidno iz preglednice so se koncentracije Atrazina po letu 2003 zmanjšale in več ne presegajo normativa. Ker je uporaba Atrazina prepovedana, je pričakovati, da se koncentracije tega onesnažila v podzemni vodi več ne bodo povečevale. Smiselno bi bilo zmanjšati število meritev teh koncentracij oziroma meritve tega onesnažila zamenjati s pogostejšim spremljanjem, pesticidov, ki jih uporabljamo danes.

Preglednica 15: Vsebnost Desetil-atrazina na vodnem zajetju Fazanerija (izraženo v µg/l) (Tomaž Žitek 2014)

	jan	feb	mar	apr	maj	jun	jul	avg	sep	okt	nov	dec
1997							0,23				0,22	
1998												
1999			0,13									
2000			0,11				0,1			0,11		
2001			0,16					0,12		0,09		
2002		0,08				0,1				0,06		
2003		0,08	0,07			0,06				0,08		
2004				0,06			0,07			0,05		
2005	0,05			<0,05			<0,05			<0,05		
2006	<0,05			<0,05			<0,03		<0,03			<0,03
2007							<0,03			<0,03		<0,03
2008			<0,03			<0,03			<0,03			<0,03
2009			<0,04			<0,03			<0,03			
2010			<0,05			0,03			<0,05			<0,05
2011			<0,05			<0,05			<0,05			<0,05
2012			<0,05			0,008						0,019
2013			0,016			0,023			0,017			0,015

*normativ 0.1 µg/l

Preglednica 16: Vsebnost Atrazina na vodnem zajetju Krog (izraženo v µg/l) (Tomaž Žitek 2014)

	jan	feb	mar	apr	maj	jun	jul	avg	sep	okt	nov	dec
1997												
1998												
1999												
2000												
2001												
2002		<0,03										
2003		<0,03									<0,03	
2004					<0,03			<0,03			<0,03	
2005			<0,03			<0,03				<0,03		<0,03
2006			<0,03			<0,03						
2007			<0,03						<0,03			
2008		<0,03			<0,03			<0,03				
2009		<0,03		<0,03				<0,03			<0,05	
2010					<0,05			<0,05				
2011					<0,05			<0,05				
2012					<0,02			0,002				
2013					0,002			0,002				

*normativ 0.1 µg/l

Vodno zajetje Krog predstavlja najmanj onesnažen vodni vir na vodovodnem sistemu Murska Sobota. Kot je razvidno iz preglednice Atrazin ni nikoli predstavljal problemov glede onesnaženosti vodnega vira. Koncentracije so bile ves čas veliko manjše od normativa, zato ne predstavljajo tveganja za zdravje ljudi. Ker vodno zajetje Krog predstavlja najpomembnejši vodni vir, je zelo pomembno, da je voda na tem vodnem viru neoporečna.

Preglednica 17: Vsebnost Desetil-atrazina na vodnem zajetju Krog (izraženo v µg/l) (Tomaž Žitek 2014)

	jan	feb	mar	apr	maj	jun	jul	avg	sep	okt	nov	dec
1997												
1998												
1999												
2000												
2001												
2002		<0,03										
2003		<0,03									<0,03	
2004					<0,03			<0,03			<0,03	
2005			<0,03			<0,03				<0,03		<0,03
2006			<0,03			<0,03						
2007			<0,03			<0,03			<0,03			
2008		<0,03			<0,03			<0,03				
2009		<0,03		<0,03				<0,03			<0,05	
2010					<0,05			<0,05				
2011					<0,05			<0,05				
2012					<0,08			0,019				
2013					0,01			0,013				

*normativ 0.1 µg/l

Enako kot za Atrazin velja tudi za Desetil-atrazin. Koncentracije Desetil-atrazina v času meritev nikoli niso presegle normativa. Izmerjene koncentracije so skoraj da zanemarljive, saj so zadnjih nekaj leta kar desetkrat manjše od normativa.

32 **Tomaž, Ž. 2014 Pojavljanje nitratov in pesticidov v vodovodnem sistem Murska Sobota**
Dipl. nal. – UNI Ljubljana, UL FGG, Študij Vodarstva in komunalnega inženirstva.

Preglednica 18: Vsebnost Atrazina na omrežju vodovod Murska Sobota (izraženo v µg/l) (Tomaž Žitek 2014)

	jan	feb	mar	apr	maj	jun	jul	avg	sep	okt	nov	dec
1997											0,06	
1998												
1999												
2000									<0,03		0,07	
2001		<0,03			<0,03				<0,03	<0,03		<0,03
2002		<0,03			<0,03				0,12		<0,03	<0,03
2003		<0,03	<0,03						<0,03		0,08	
2004			<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,04	<0,03
2004M					<0,03						<0,03	<0,03
2005	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03
2005M					<0,03						<0,03	<0,03
2006	<0,03	<0,03	<0,05	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,05	
2006M					<0,03					<0,03		
2007	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03
2007M				<0,03						<0,03		
2008	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	0,05	<0,03	<0,03	<0,03		<0,03
2008M				<0,03							<0,03	
2009	<0,03	<0,03	<0,03		<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,05	<0,05	
2009M			<0,03<0,03							<0,05	<0,05	
2010	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,03	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
2010M				<0,03		<0,03						
2011	<0,05		<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
2011M					<0,05;		<0,05;		<0,05;			
2012	<0,05	<0,05	<0,05	<0,002	0,017		0,014	0,002	0,014	0,002	0,002	0,011
2012M						<0,002			<0,002			
2013	0,002	<0,002		0,009	0,002	0,002	0,002	0,002	0,007	0,002	0,002	0,002
2013M					<0,002					<0,002		

*normativ 0.1 µg/l

Preglednica 19: Vsebnost Desetil-atrazina na omrežju vodovod Murska Sobota (izraženo v µg/l) (Tomaž Žitek 2014)

	jan	feb	mar	apr	maj	jun	jul	avg	sep	okt	nov	dec
1997											0,09	
1998												
1999												
2000									0,1		0,23	
2001	0,13				0,07				0,09	<0,03		0,07
2002		<0,03			0,09				0,11		<0,03	0,05
2003		<0,05	<0,03						<0,05		<0,05	
2004			<0,03	<0,03	<0,03	0,08	<0,03	<0,05	<0,03	<0,03	0,05	<0,05
2004M					0,05							0,06
2005	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,05	<0,03	<0,03	0,05	<0,03	0,07	<0,03	<0,03
2005M					<0,03						<0,03	<0,05
2006	<0,03	0,03	<0,05	<0,03	<0,03	<0,03	0,03	0,03	<0,03	<0,05	<0,03	
2006M					<0,03					<0,03		
2007	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03
2007M				<0,03						<0,03		
2008	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	0,08	<0,03	<0,03	<0,03		<0,03
2008M				<0,03							<0,03	
2009	<0,03	<0,03	<0,03		<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,05	<0,05	
2009M			<0,03<0,03							<0,05	<0,05	
2010	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,03	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
2010M				<0,03		<0,03<0,03						
2011	<0,05		<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
2011M					<0,05;		<0,05;		<0,05;			
2012	<0,05	<0,05	<0,05	<0,008	0,035		0,026	0,023	0,032	0,023	0,025	0,026
2012M						<0,008			0,02			
2013	0,022	0,013			0,01	0,023	0,023	0,017	0,03	0,008	0,025	0,016
2013M					0,012					0,012		

*normativ 0.1 µg/l

Vrednosti, ki so označene z vijolično barvo in imajo pri letnici meritve oznako (M), so vrednosti dobljene na podlagi meritev državnega monitoringa

Čeprav so na nekaterih črpališčih bile presežene dovoljene vrednosti atrazina in njegovih razgradnjah produktov, so vrednosti dobljene iz meritev na vodovodnem sistemu v skladu z normativi.

Preglednica 20: Vsebnost Metolaklora-ESA na omrežju Vodovod Murska Sobota (izraženo v µg/l) (Tomaz Žitek 2014)

	jan	feb	mar	apr	maj	jun	jul	avg	sep	okt	nov	dec
2009												
2009M			0,28 0,12							0,30 0,20		
2010		0,33						0,13				0,05
2010M				0,48 0,71		0,31 0,26						
2011 (naročilo)								0,07; 0,05; <0,05				
2011M					0,35; 0,18		0,11; 0,09		0,07; <0,05			
2012					0,061	0,029						
2013		0,138				0,055						0,024

*normativ 0.1 µg/l

Preglednica 21: Vsebnost Metolaklora-OXA na omrežju Vodovod Murska Sobota (izraženo v µg/l) (Tomaz Žitek 2014)

	jan	feb	mar	apr	maj	jun	jul	avg	sep	okt	nov	dec
2009												
2009M			0,06 <0,05							<0,05 <0,05		
2010		<0,05						<0,05				<0,05
2010M				<0,05 <0,05		<0,05 <0,05						
2011 (naročilo)								<0,05; <0,05; <0,05				
2011M					<0,05; <0,05		<0,05; <0,05		<0,05; <0,05			
2012					0,022	0,02						
2013		0,028				<0,02						0,02

*normativ 0.1 µg/l

Po letu 2003, so pripravke na bazi Atrazina zamenjali pripravki na bazi metolaklora. Koncentracije metolaklora v podtalnici se redno spremljajo na podlagi meritev. Metolaklor se pojavlja na vseh črpališčih, ki se nahajajo na vodovodnem sistemu Murska Sobota. Probleme predstavlja predvsem Metolaklor –ESA, katerega koncentracije so v preteklosti presegale normativ. Po letu 2010 so se koncentracije zmanjšale in trenutno več ne presegajo normativa. Ker se pesticidi na bazi Metolaklora še vedno uporabljajo v skoraj da nezmanjšanem obsegu, je potrebno koncentracije tega onesnažila redno spremljati. Prizadevati si je potrebno za zmanjševanje uporabe pesticidov in uporabo pesticidov zamenjati z mehanskimi načini zatiranja plevelov

3.10. Ocena tveganja zaradi prisotnosti Metolaklora v vodovodnem sistemu Murska Sobota

Leta 2010 je Zavod za zdravstveno varstvo Maribor, Inštitut za varstvo okolja podal oceno tveganja za zdravje ljudi zaradi prisotnosti metolaklora in njegovih razgradnih produktov, v pitni vodi oskrbovalnega sistema Murska Sobota. V pitni vodi oskrbovalnega sistema Vodovod Murska Sobota, so bile v obdobju od februarja 2009 do julija 2010, izmerjene vrednosti metolaklora in njegovih metabolitov, ki jih prikazuje spodnja tabela.

Preglednica 22: Izmerjene vrednosti Metolaklora OXA in ESA na vodovodnem sistemu Murska Sobota (ZZV-MB)

parameter	izražen kot	mejna vrednost	izmerjena vsebnost			
			število podatkov	srednja vrednost	maksimalna minimalna*	95 percentilna vrednost
metolaklor	µg/l	0,1	30	<0,03	/	/
OXA ¹	µg/l	0,1	14	<0,05	0,06	0,06
ESA ²	µg/l	0,1	14	0,36	0,87	0,77

Metolaklor-OXA (oksakislinska kislina)

Metolaklor-ESA (etan-sulfonilna kislina)

Rezultate ocene tveganja za metolaklor ESA, katerih izmerjene vsebnosti v pitni vodi na pipi uporabnika presegajo mejne vrednosti določene v Pravilniku o pitni vodi, prikazuje spodnja tabela.

Preglednica 23: Rezultati ocen tveganja za Metolaklor ESA (ZZV-MB)

Populacijska skupina	Analizirana vsebnost- Srednja vrednost (µg/l)	Količina dnevno zaužite pitne vode (l)	Telesna Teža (kg)	Izpostavljenost (µg/kg/dan)	TDI* (µg/kg/dan)	%TDI	Dovoljen % TDI za pitno vodo	zaključek
Metolaklor ESA								
Odrasli	0,36	2	60	0,012	3,5	0,34	10	Tveganje je sprejemljivo
Otroci		1	10	0,036		1,03		Tveganje je sprejemljivo
Dojenčki		0,75	5	0,054		1,54		Tveganje je sprejemljivo

*Tolerable Daily Intake (sprejemljiv dnevni vnos)

Potrebni so ukrepi zniževanja vsebnosti metolaklora, vključno z njegovimi razgradnimi produkti, ki presegajo mejne vrednosti določene s Pravilnikom o pitni vodi. Ukrepi so potrebni zaradi doseganja

skladnosti s Pravilnikom o pitni vodi. Ugotovljene vrednosti so sicer višje od predpisanih, so pa precej nižje od priporočil svetovne zdravstvene organizacije, ki je za pitno vodo določila mejno vrednost 10 µg/l in temelji na dopustnem dnevnem vnosu 3,5 µg/kg telesne teže.

Glede na do sedaj znane in dostopne toksikološke podatke o vplivu pesticida metolaklora in njegovih razgradnih produktov metolaklora ESA in metolaklora OXA na zdravje ljudi, se ocenjuje da izmerjene koncentracije na pipi uporabnika in temu ustrezni posledični vnosi v organizem človeka v primeru oskrbe s pitno vodo na območju vodovoda Murska Sobota ne predstavljata akutnega ali dolgoročnega tveganja za zdravje ljudi, vključno z malimi otroci in dojenčki. Vnos ob upoštevanju srednjih vrednosti izmerjenih koncentracij na pipi uporabnika in izračun vnosa naštetih kemičnih substanc preko pitne vode v skladu z metodologijo WHO, ne preseže 10 % TDI za metolaklor. Kljub temu mora upravljalec vodovodnega sistema izvajati aktivnosti za zmanjševanje pogostosti in obsega obremenitve pitne vode z metolaklorom in njegovimi metaboliti. Upravljalec vodovodnega sistema mora izvajati tudi nadzor nad razmerami na geografskih območjih, ki lahko vplivajo na obremenitve podzemne vode in posledično na kakovost pitne vode z metolaklorom, oziroma pesticidi na osnovi metolaklora.

4. OBDELAVA IN SINTEZA PODATKOV

V tretjem poglavju so predstavljeni podatki o koncentracijah nitratov in pesticidov v vodovodnem sistemu Murska Sobota. Podatki so bili zbrani na podlagi kemičnih preiskav pitne vode. Kvaliteto pitne vode določata pravilnik o pitni vodi in notranja kontrola po sistemu HACCP. Zavod za zdravstveno varstvo Murska Sobota odvzema vzorce za redne mikrobiološke in kemijske preiskave. Za redne kemične preiskave se odvzame izmenoma po 1 oziroma 2 vzorca mesečno. Štirikrat letno se izvedejo razširjene bakteriološke in kemične analize. Nadzor nad kvaliteto pitne vode se izvaja še v okviru državnega monitoringa.

Namen preiskav je zagotavljanje ustreznosti kvalitete pitne vode in preprečevanje prekomernih koncentracij onesnažil v vodi v vodovodnem sistemu. V nadaljevanju je prikazano in opisano stanje koncentracij nitratov in pesticidov na posameznem črpališču in na vodovodnem sistemu. Predstavljeni so ukrepi za zmanjševanje onesnaževanja podzemne vode. Cilji ukrepov za zmanjševanje onesnaževanja in zavarovanja vodnih virov pred prekomernim onesnaževanjem, ki sem jih predstavil v nadaljevanju so:

- zagotavljanje ustreznosti količine pitne vode, saj so prekomerno onesnaženi vodni viri neuporabni,
- zagotavljanje ustreznosti kakovosti pitne vode, ki jo pripeljemo do pipe uporabnika
- preprečevanje prekomernega onesnaževanja, ki bi lahko predstavljalo posledice na kakovost pitne vode v prihodnjih letih
- varovanje vodnih virov za naše naslednike in
- ustreznosti metode pridelave hrane, ki čim manj obremenjuje okolje, hkrati nam pa omogočajo intenzivno pridelavo

4.1. Nitrati na črpališčih

Iz tabel, ki so prikazane v 3. poglavju je razvidno, da je med vsemi črpališči voda najbolj obremenjena z nitrati na črpališču Črnske meje. Na črpališču Krog in Fazanerija izmerjene vrednosti niso nikoli presegle mejne dovoljene koncentracije. Na črpališču Črnske meje koncentracije nitratov dosegajo vrednosti tudi do 70 mg/l NO_3 . Nekaj izmerjenih vrednosti je še višjih. Zadnjih nekaj let so se koncentracije zmanjšale in skoraj da več niso presegle mejne dovoljene koncentracije. V letu 2013 pa je nekaj izmerjenih vrednosti ponovno presevalo mejno dovoljeno koncentracijo. Po letu 1991 se je začelo urejanje zakonodaje na področju varstva voda. Na zmanjšanje koncentracij nitratov v podtalni vodi je pomembno vplival zakon o vodah, ki je začel veljati leta 1991. Kasneje je bilo sprejetih še več odlokov in zakonov, ki so omejevali uporabo gnojil na vodovarstvenih območjih. Rezultati omejevanja uporabe gnojil so vidni v preglednicah, ki prikazujejo koncentracije nitratov na posameznem črpališču. Razvidno je, da se koncentracije nitratov zmanjšujejo na vseh črpališčih. Uvedba integrirane pridelave je zelo pozitivno vplivala na zmanjšanje onesnaževanja podtalne vode z nitrati in pesticidi. Za integrirano pridelavo so izdelana navodila, ki jih je potrebno dosledno upoštevati. Najpomembnejši za varovanje vodnih virov je gnojilni načrt. Na podlagi analiz tal se izdelava načrt gnojenja za posamezno leto, odvisno od poljščine ki jo pridelujemo. V gnojilnem načrtu je določena maksimalna količina uporabe gnojil, ki jo rastlina lahko porabi. Ker se vsa hranila porabijo, ne bi smelo prihajati do izpiranja nitratov v podtalnico. Problem se pa pojavlja predvsem pri nadzoru gnojenja. Ker je vsako parcelo skoraj da nemogoče nadzorovati, prihaja še vedno do prekomernega gnojenja.

Navodila za integrirano pridelavo so zelo podobne navodilom za kmetovanje na vodovarstvenem območju. Kmetovanje na VVOI in VVOII je sicer bolj omejeno kot kmetovanje v integrirani pridelavi. Pri omejitvah kmetovanja na VVOIII pa skoraj da ni razlik z navodili za integrirano pridelavo. V obeh primerih je potrebno:

- gnojiti po izdelanem gnojilnem načrtu,
- upoštevati maksimalni enkratni in maksimalni letni vnos dušika v tla,

- upoštevati časovno prepoved gnojenja,
- skozi celo leto imeti površine ozelenjene,
- uporabljati fitofarmacevtska sredstva, ki jih navodila dovoljujejo in
- uporabljati mehanske ukrepe zatiranja plevelov in le v primeru, ko ti ukrepi ne zadostujejo uporabljati pesticide.

Prednost tega je, da se je z uvedbo integrirane pridelave povečalo varovanje vodnih virov in zmanjšalo onesnaževanje. Širša vodovarstvena območja (VVOIII) so se z integrirano pridelavo razširile na večji del obdelovalnih površin. Čeprav še vse obdelovalne površine niso vključene v integrirano pridelavo. V pripravi pa je zakon, ki bo določal, da konvencionalne pridelave več ne bo in da bo potrebno vse obdelovalne površine vključiti v integrirano pridelavo. Ker so vodovarstvena območja namenjena intenzivnejšemu varovanju vodnih virov, bi morale biti kmetovanje na teh območjih bolj omejeno, kot na vseh ostalih površinah. Na VVOIII bi bilo potrebno izvajati omejitve, ki sedaj veljajo na VVOII. (Tehnološka navodila za integrirano pridelavo poljščin, 2014)

4. 1.1 Problemi gnojenja z gnojevko

Od vseh načinov gnojenja predstavlja največji problem gnojevka. Uležan hlevski gnoj ali mineralna gnojila, se bolje vežejo na organske snovi v tleh in se zaradi tega veliko manj izpirajo. Upoštevanje časovne prepovedi gnojenja z gnojevko zelo zmanjša onesnaževanje. V času prepovedi od 15. novembra do 15. februarja rastline ne črpajo hranil, ker ni vegetacije, zato bi prihajalo do prekomernega izpiranja. Gnojevka predstavlja problem na večjih farmah, kjer nastaja velika količina gnojevke, površin na katerih bi pa lahko z gnojevko gnojili pa je premalo. Problem se pojavlja tudi pri premajhnih kapacitetah skladiščenja v času prepovedi. Ko se v času prepovedi gnojenja skladiščne jame napolnijo, se kmetje kljub prepovedi poslužujejo gnojenju. Velik problem predstavljajo tudi gnojne jame, ki so zastarele in se iz njih izceja gnojevka v podtalje. Gnojne jame so po navadi globoke 2–3 metre, v Pomurju pa se podtalna voda nahaja že na 5–6 metrov. Torej če se gnojevka izceja iz gnojne jame, jo do podtalne vode loči le 2 metra. Ker se na globini pod 2 metra v Pomurju nahaja večinoma prod, prihaja gnojevka takoj v podtalno vodo. Takšna točkovna onesnaženja močno vplivajo na koncentracije nitratov in patogenih organizmov v podtalni vodi. Nadzor nad takšnim onesnaževanjem je težko izvajati, ker vodotesnost gnojnih jam skoraj da ni mogoče kontrolirati. Z denarno pomočjo bi bilo potrebno stimulirati kmete, k izgradnji novih objektov za shranjevanje gnojevke. Obstajajo pa tudi načini predelave gnojevke, s katerimi zmanjšamo možnost onesnaževanja podzemne vode.

- aerobna obdelava gnojevke,
- anaerobna obdelava gnojevke in
- separatorji gnojevke.

Gnojevko se uporablja tudi v bioplinarnah, kjer se iz gnojeke proizvaja električna energija. Za manjše kmetije je najbolj primeren način obdelave gnojevke s separatorjem. Separator je naprava za ločevanje trdnih delcev iz gnojevke – pospešimo biološko obdelavo gnojevke.

S separiranjem zmanjšamo količino trdnih delcev v gnojevki, hkrati pa se sprošča manj smradu. Tako pridobljen material je primeren za kompostiranje. Kompost uporabljamo lahko tudi za steljo v hlevu ali pa kot kvalitetno organsko gnojilo. Ob uporabi polžnega separatorja so zbirni bazeni za gnojevko lahko manjši. Prednosti predelave gnojevke s separatorjem:

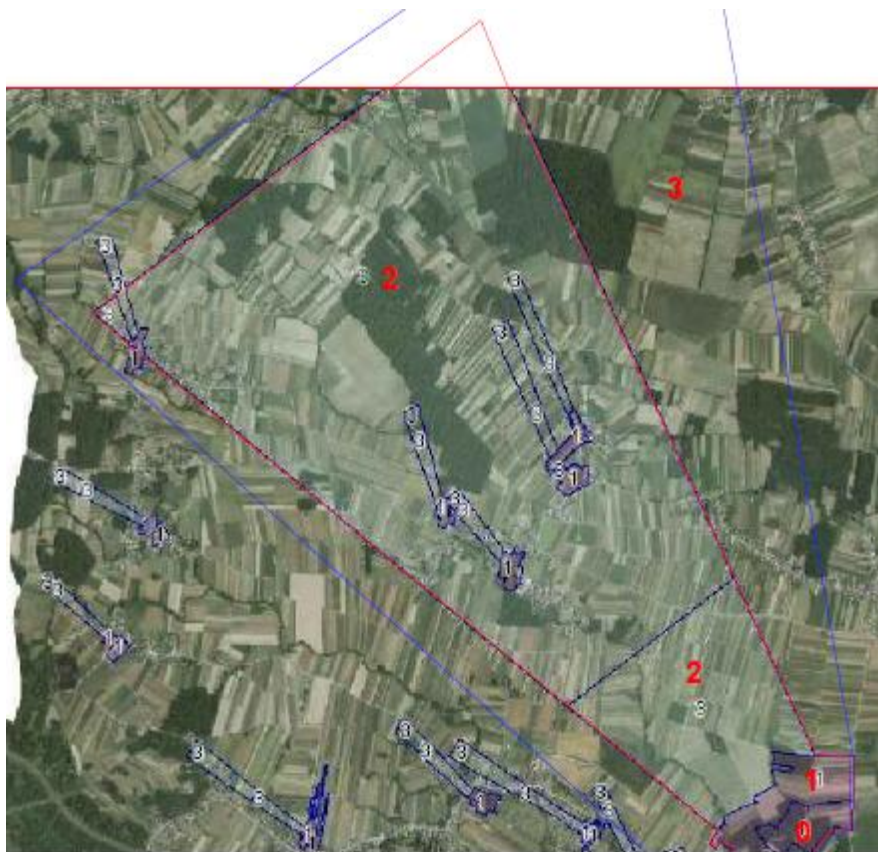
- bazeni za gnojevko so manjši,
- trdni delci iz gnojevke so primerni za kompostiranje,
- z zmanjšanjem količine trdnih delcev v gnojevki zmanjšamo smrad in
- pospešimo biološko obdelavo gnojevke.

(Tiba, 2014)

4.2. Rešitve za izboljšanje kvalitete vode na črpališču Črnske meje

Črpališče Črnske meje je staro okrog 35 let, katerega pomembnost in zmogljivost sta se z leti zmanjševali. Napaja ga podtalnica. Ima en centralni vodnjak s črpalno kapaciteto 60 l/s. Na isti lokaciji se nahaja računalniški center za avtomatsko nadziranje in opravljanje vseh funkcij delovanja vodovodnega sistema. Na črpališču je naprava za dezinfekcijo s plinskim klorom, ki se uporablja le v primeru večjih del na omrežju ali večjega bakteriološkega onesnaženja. Na črpališču Črnske meje se od skupne količine načrpane vode, načrpa približno 28 %. Kot že omenjeno je voda na črpališču Črnske meje od vseh treh črpališč najbolj obremenjena. Probleme predstavljajo predvsem nitrati. V preteklosti je probleme predstavljal tudi Atrazin, v zadnjem času pa se pojavlja Metolaklor.

Kot rešitev za zmanjšanje obremenjenosti vodnega vira Črnske meje z nitrati in pesticidi, je smiselna sprememba celotnega območja VVOIII v VVOII in razširitev območja VVOIII. Slika 7 prikazuje obstoječe vodovarstveno območje. Na sliki 8 sem prikazal predlog razširitve vodovarstvenega območja, pri čemer je smiselna predvsem sprememba vodovarstvenega območja VVOIII v VVOII. Zakon določa, da je na VVOIII dovoljeno običajno gnojenje, če niso presežene mejne vrednosti dušika. Na VVOII pa je dovoljeno gnojiti v skladu z določili za integrirano ali ekološko pridelavo, če niso presežene mejne vrednosti dušika. Uporaba gnojil v skladu z navodili integrirane pridelave, ki določa maksimalni letni in maksimalni enkratni vnos dušika v tla predstavlja prednost glede varovanja vodnih virov, kakor tudi za kmetovalce. Gnojenje na podlagi analiz tal in izdelanega gnojilnega načrta, naj nebi predstavljala nevarnosti za onesnaževanje podtalnice. Pridelovalcem pa takšno gnojenje omogoča, da z minimalnimi možnimi stroški glede uporabe umetnih gnojil dosegamo optimalne rezultate. Integrirana pridelava predpisuje tudi, da morajo vse kmetijske površine skozi celo leto biti pokrite z vegetacijo, saj se tako zelo zmanjša izpiranje nitratov in pesticidov v podtalnico. Razlika med VVOIII in VVOII je tudi pri omejevanju uporabe fitofarmaceutskih sredstev. Na VVOIII je namreč dovoljena uporaba nekaterih fitofarmaceutskih sredstev, ki jih na VVOII ne smemo uporabljati ali pa jih lahko uporabljamo v manjših koncentracijah. Ker se celotno vodovarstveno območje črpališča Črnske meje razteza na 17 km², bi dodatne omejitve, ki jih določa VVOII pomenile znatno zmanjšanje vnašanje nitratov in pesticidov v tla. Ker se nadomestila za kmetovanje na vodovarstvenih območjih izplačujejo samo za kmetovanje na vodovarstvenem območju VVOI za realizacijo omenjene rešitve nebi bilo dodatnih v finančnih stroškov. Problem bi se verjetno pojavil pri lastnikih kmetijskih zemljišč, ki bi jih vključili v VVOII brez ustreznih nadomestil na kmetovanje na vodovartsvnem območju. Za lastnike omenjenih kmetijskih zemljišč, bi sprememba bila sprejemljiva le v primeru ustreznih odškodnin ali nadomestil. Najboljši način za zagotavljanje kvalitetne pitne vode, je zmanjševanje onesnaževanja, zato se mi omenjena rešitev zdi najprimernejša za zmanjševanje koncentracij nitratov in pesticidov v vodi.



Slika 8: Prikaz spremembe in razširitve vodovarstvenega območja za črpališče Črnske meje, številke označujejo vodovarstvene pasove (Tomaž Žitek 2014)

Kot že omenjeno, je najboljša rešitev za zmanjšanje koncentracij onesnažil v vodi preventivna zaščita vodnega vira oziroma zmanjševanje vnosa onesnažil v tla in s tem posledično zmanjšanje izpiranja onesnažil v vodo. Kljub temu pa nekaj onesnažil, v tem primeru nitratov in pesticidov, vseeno prihaja v podtalno vodo. Če koncentracije onesnažil presegajo dopustno mejo, jih je potrebno odstraniti preden pride voda v vodovodni sistem.

Za črpališče Črnske meje je bilo izdelanih že nekaj predlogov za predpripravo pitne vode.

Možni načini odstranjevanja nitratov in pesticidov iz vode pred njeno uporabo so:

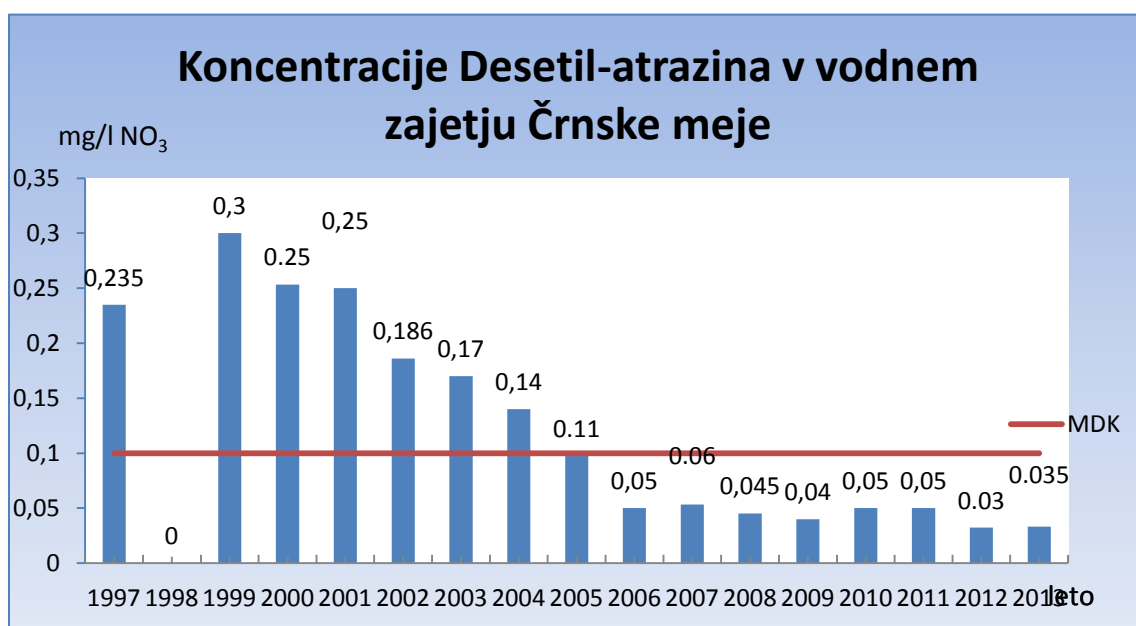
- tlačni ali gravitacijski filtri z aktivnim ogljem za odstranjevanje pesticidov,
- reverzna osmoza, za odstranjevanje pesticidov in nitratov,
- ionska izmenjava za odstranjevanje nitratov in
- hibridni membranski reaktorski sistem, za čiščenje z nitratnimi ioni onesnažene podtalnice

Ena izmen rešitev je tudi opustitev vodnega vira. Opustitev vodnega vira je smiselna v primeru, ko je vodni vir onesnažen do te mere, da voda več ni primerna za uporabo ali pa je čiščenje vode pred njeno uporabo predrago. Zaradi realizacije projekta «Oskrba s pitno vodo Pomurja– sistem B» pričakujemo v prihodnjih letih povečano porabo vode. Projekt namreč zavzema med drugim tudi priključitev 10.000 novih prebivalcev na obstoječi vodovodni sistem in opustitev manjših črpališč. V odloku o zavarovanju vodnih virov Črnske meje, Krog in Fazanerija, ki sem ga predstavil v 2. poglavju, je zapisano, da je na ožjem varstvenem pasu, VVOII prepovedana gradnja novih objektov za črpanje vode iz podtalja. To pomeni, da obstoječih črpališč ne moremo razširiti oziroma povečati njihove zmogljivosti, zato je opustitev vodnega vira Črnske meje skoraj da neizvedljiva. Problem se lahko pojavi, ko bo zavarovanje vodnega vira, ali predpriprava vode predraga. Z povečanjem obratovalnih stroškov, bi bilo potrebno povečati stroškovno ceno. (Plohl, 2008)

4.3 Pesticidi na črpališčih

Pesticidi ali fitofarmacevtska sredstva so kemični pripravki za varstvo rastlin pred pleveli, boleznimi in škodljivci. Uporabljamo jih predvsem na poljih, v manjšem obsegu pa na travnikih in gozdovih. Na črpališčih, ki se nahajajo na vodovodnem sistemu Murska Sobota, se spremljajo koncentracije Atrazina in Desetil- atrazina ter koncentracije Metolaklora OXA in Metolaklora ESA. Na začetku pesticidom niso pripisovali škodljivih učinkov na podtalno vodo, kasneje pa se je izkazalo, da so se koncentracije nekaterih pesticidov v tleh z leti kopičile. Atrazin je zelo obstojen in dobro topen v vodi, njegov razpolovni čas je tisoč dni ali več. Pesticidi na bazi Atrazina se je uporabljajo za zatiranje plevelov, predvsem v koruzi. Kot je razvidno iz preglednic, se je spremljanje koncentracij atrazina in Desetil-atrazina začelo leta 1997. Spremljanje koncentracij pesticidov se izvaja na podlagi notranje kontrole po sistemu HACCP in v okviru državnega monitoringa. Analize kažejo, da Atrazin in Desetil-atrazin na vodnem zajetju Krog nista do sedaj nikoli presejala mejne dovoljene koncentracije, ki dovoljuje koncentracijo 0.1 µg/l. Koncentracije so namreč daleč pod normativom, zato ne predstavljajo nobenega tveganja za zdravje ljudi. Tudi na črpališču Črnske meje Atrazin ni nikoli predstavljal problema. Izmed vseh meritev je le en vzorec presegal mejno dovoljeno koncentracijo. Problem glede onesnaženosti vodnega vira je predstavljal Desetil-atrazin. Do leta 2005 so vsi odvzeti vzorci presegali mejno dovoljeno koncentracijo. Koncentracije so bile tudi do trikrat višje od dovoljenih. Ker so uporabo Atrazina leta 2003 pri nas prepovedali, so se njegove koncentracije zmanjševale in po letu 2005 več niso presegale mejne dovoljene koncentracije. Na črpališču Fazanerija sta v preteklosti Atrazin in razgradnji produkt Atrazina Desetil-atrazin presegala mejno dovoljeno koncentracijo. Izmerjene vrednosti so bile le malo višje od mejne dovoljene koncentracije. Enako kot na črpališču Črnske meje, se je po omejevanju in prepovedi uporabe Atrazina, koncentracija tega onesnažila v vodi zmanjševala in že nekaj let ne presega mejne dovoljene koncentracije.

Grafikon 6: Gibanje koncentracij Desetil-atrazina v vodnem zajetju Črnske meje po letih (Tomaž Žitek 2014)



Grafikon prikazuje povprečne vrednosti koncentracij Desetil-atrazina za posamezno leto na črpališču Črnske meje. Iz grafa 6 je razviden trend zmanjševanja koncentracij Desetil-atrazina, ko se ga je leta

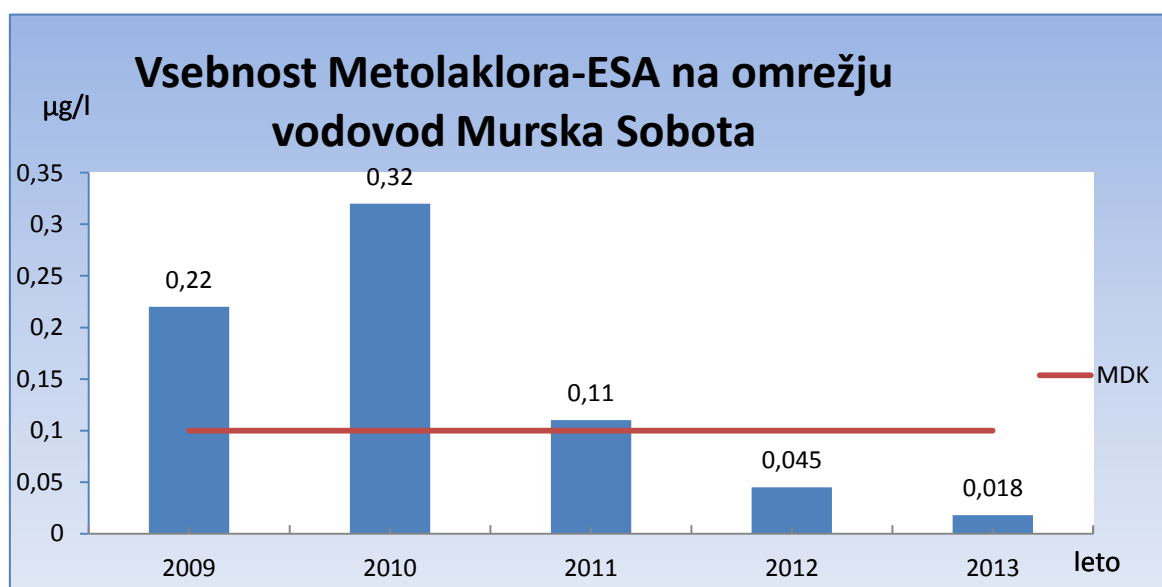
2001 začelo omejevat in nadomeščati z drugimi pripravki. Kot že omenjeno so njegovo uporabo leta 2003 prepovedali, vendar je zaradi njegove dolge razpolovne dobe še vedno prisoten v podtalni vodi. Ker so po letu 2003 pesticide na bazi Atrazina zamenjali pesticidi na bazi Metolaklora, so se nekaj let pozneje začele pojavljati presežene koncentracije Metolaklora-ESA in Metolaklora-OXA. Povišane koncentracije se pojavljajo na vseh črpališčih. Ker je pesticide iz vode težko odstranjevati, si je potrebno prizadevati za zmanjševanje onesnaževanja. Najboljši način za zmanjšanje onesnaževanje je zmanjševanje uporabe pesticidov. Integrirana pridelava poljščin narekuje, da je v vsaki kulturi potreben en mehanski ukrep zatiranja plevelov. Pri žitih se uporabljajo česala, pri okopavanjih kot so kuruza, buče, sladkorna pesa pa medvrstni okopalniki. Kljub temu, da pridelovalci uporabljajo mehanske načine zatiranja plevela še vseeno posegajo po kemičnih sredstvih. Z mehanskimi ukrepi ne moremo zatirati vseh plevelov, zato je za intenzivno pridelavi poljščin še vedno potrebno uporabljati pesticide za zatiranje plevelov. Zmanjšanje uporabe pesticidov lahko dosežemo tudi s prepovedjo sejanja monokultur. Najboljši način za varovanje okolja je ekološka pridelava, vendar pa ta način pridelave prinaša majhne pridelke v primerjavi z integrirano pridelavo. Ker v svetovnem merilu primanjkuje hrane, je nesmiselno in nemogoče na vseh kmetijskih površinah izvajati ekološko pridelavo. Potrebno bi bilo subvencionirati način pridelave, kjer bi lahko uporabljali pesticide, ki v manjši meri obremenjujejo okolje, prepovedano bi pa bilo uporabljati pesticide, ki najbolj obremenjujejo podtalno vodo. Evropska kmetijska politika je na področju varovanja voda naredila že veliko, vendar se še vedno pojavljajo določeni problemi, za katere bi bilo potrebno poiskati rešitve. Pesticidi so nujno potrebni za intenzivno kmetijstvo, vendar se nebi smeli uporabljati v vodovarstvenih območjih oziroma naj bi se prednostno registrirali razgradljivi pesticidi oziroma takšni, ki v podtalnico nebi prehajali.

4. 4 Nitrat in pesticidi v vodovodnem omrežju

Dejansko stanje kvalitete vode, katero porabljajo priključeni prebivalci na vodovodni sistem Murska Sobota, nam prikazujejo podatki analiz o kvaliteti pitne vode v vodovodnem sistemu. Seveda pa je v prvi vrsti potrebno vedeti, kakšne kvalitete je načrpana voda na posameznem črpališču. Voda iz tega črpališča je izmed vseh treh črpališč najbolj obremenjena z nitrat in pesticidi. Črpališče Fazanerija, se tako kot črpališče Črnske meje uporablja le v primeru večje porabe vode. Na črpališču Fazanerija se načrpa približno 10 % vode. Ker črpališče Krog vedno ne zadostuje porabi vode, se voda pred vstopom v vodovodni sistem meša še iz drugih dveh črpališč. Tako se zagotavlja zadostna količina kvalitetne pitne vode. Kot je razvidno iz preglednice 11 so koncentracije nitratov v vodovodnem omrežju le nekajkrat presegle mejno dovoljeno koncentracijo. Presežene vrednosti so lahko posledica točkovnega onesnaženja ali večjih del na omrežju. Do povečanih koncentracij nitratov v vodovodnem sistemu prihaja tudi v primeru, ko se iz črpališča Črnske meje črpa in spušča v sistem večja količina vode. Ker se črpališče Krog nahaja znotraj poplavnih nasipov reke Mure, prihaja med poplavljanjem, do povečanega izpiranja nitratov, kar vpliva na povečanje koncentracije nitratov na črpališču in tudi v vodovodnem sistemu. Črpališče je zgrajeno na umetni brežini in lahko tudi med poplavo reke Mure deluje nemoteno. Prav zaradi tega se mi zdi zelo pomembno, da bi med poplavljanjem reke Mure še posebej spremljali koncentracije nitratov in pesticidov, da voda ne bi v omrežju bila prekomerno obremenjena z temi onesnažili. Poostreno spremljanje bi bilo potrebno tudi po poplavi, ker se pesticidi in nitrat v podtalni vodi zadržijo dlje časa. Dosedanje študije so pokazale, da prisotnost nitratov v pitni vodi ne povečuje rakotvornosti. Najbolj znan učinek nitratov oz. nitritov na zdravje je methemoglobinemija, ki nastane kot posledica oksidacije hemoglobina. Pri tem so najbolj ogroženi otroci in nosečnice. Iz prikazanega lahko sklepamo, da nitrat v vodovodnem sistemu Murska Sobota ne predstavljajo večjih problemov, vendar si je potrebno še naprej prizadevati za zmanjšanje onesnaževanja vodnih virov. Med pesticidi se na vodovodnem sistemu spremljajo koncentracije

Atrazina in desetil-atrazina, ter Metolaklora ESA in Metolaklora OXA. Kot je razvidno iz preglednic koncentracije Atrazina nikoli niso presegale vrednosti normativa. Koncentracije Desetil-atrazina so nekajkrat presegale vrednost normativa. Vendar po letu 2003, ko so uporabo atrazina v Sloveniji prepovedali, ta več ni predstavljal problemov na črpališčih in posledično tudi ne na omrežju. Pesticide na bazi Atrazina so po letu 2003 zamenjali pesticidi na bazi Metolaklora. Metolaklor je herbicid in se uporablja za zatiranje plevelov v koruzi. Razpolovna doba metolaklora v vodi je 12 do 53 dni, kar je veliko manj od razpolovne dobe atrazina. Metolaklor se pojavlja na vseh treh črpališčih, vendar se njegove koncentracije zmanjšujejo in so večinoma v skladu z normativi. Na vodovodnem sistemu Murska Sobota metabolit Metolaklor OXA ne predstavlja problemov. Kot je razvidno iz preglednice 21, so vse dosedanje analize pokazale, da so koncentracije Metolaklora OXA na vodovodnem omrežju v skladu z mejno dovoljeno koncentracijo. Iz preglednice 20 je razvidno, da je Metolaklor ESA večkrat presegal mejno dovoljeno koncentracijo. Koncentracije so se sicer zmanjšale in v letu 2012 in 2013 več niso presegale mejne dovoljene koncentracije. Presežene vrednosti so posledica, pretirane uporabe pesticidov na bazi metolaklora.

Grafikon 7: Vsebnost Metolaklora-ESA na omrežju vodovod Murska Sobota (Tomaž Žitek)



Grafikon 7 prikazuje povprečne vrednosti Metolaklora-ESA na vodovodnem omrežju Murska sobota za posamezno leto. Razvidno je, da so vrednosti do leta 2012 presegale normativ, ki dovoljuje koncentracije $0.1 \mu\text{g/l}$. Študije so pokazale, da metolaklor ni genotoksičen, karcinogen in ne vpliva na reprodukcijo. Za pesticide velja predpostavka, da jih v pitni vodi naj nebi bilo, čeprav koncentracije, ki so pod predpisanim normativom naj nebi škodovali zdravju ljudi. Iz opisanega in prikazanega lahko sklenemo, da je voda v vodovodnem sistemu Murska Sobota neoporečna in je v skladu z normativi. Nekajkrat so vrednosti nitratov in pesticidov presegale normativ, vendar pa so zadnjih nekaj let v skladu z mejno dovoljeno koncentracijo. Čeprav so koncentracije nitratov in pesticidov v omrežju pod normativi, si je potrebno prizadevati, da bodo v prihodnjih letih koncentracije čim manjše oziroma, da jih nebi bilo. Če hočemo zmanjšati koncentracije onesnažil na omrežju, je potrebno zmanjšati koncentracije na črpališčih. Ker se največ vode načrpa na črpališču Krog (62 %), je potrebno ta vodni vir še posebej zaščititi. Voda iz črpališča Krog se uporablja za razredčenje vode iz ostalih dveh črpališč. Tako se zagotavlja, da je voda v sistemu v skladu z normativi. Če se bodo koncentracije

Metolaklora na črpališču Krog povečevale, bo prihajalo do povišanih koncentracij tudi v vodovodnem sistemu. Ker ostala dva vodna vira ne zadostujeta porabi, bi bilo potrebno kljub onesnaženosti vodnega vira Krog črpati skoraj da nespremenjene količine. Če se nam pa na drugih dveh črpališčih pojavijo povišane koncentracije onesnažil, je še vseeno možno vodo razredčiti iz črpališča Krog in tako zagotoviti ustrezno kvaliteto vode v sistemu.

Trenutno je v izgradnji projekt »Oskrba s pitno vodo Pomurja – sistem B«, ki bo dokončan predvidoma do leta 2015. Izvedba projekta bo pozitivno vplivala na kvaliteto vode na vodovodnem sistemu Murska Sobota. Pomembni ukrepi, ki jih projekt zajema so sanacija vodovarstvenih območij, razširitev obstoječih vodnih virov, med katerimi je tudi vodni vir Krog, izgradnjo objektov in naprav za odvajanje in čiščenje odpadne vode, izgradnjo novih črpališč, izgradnjo piezometrov, izgradnja objektov in naprav za predpripravo pitne vode. Opustitev manjših črpališč in povečevanje kapacitete večjih prinaša tako prednosti kot tudi pomanjkljivosti. Zaradi manjšega števila črpališč bo kontrola kvalitete vode lažja. V primeru večjega onesnaženja pomembnega vodnega vira pa se lahko zgodi, da bo veliko število prebivalcev ostalo brez pitne vode. Zaradi priključitve novih uporabnikov, ki so od črpališča oddaljeni tudi več 10 kilometrov, se bodo povečale transportne poti in transporti čas. S povečanjem transportnih poti se bo v poletnih mesecih povečala tudi temperatura vode v sistemu. Temperatura vode močno vpliva na kvaliteto vode in na razvoj mikroorganizmov v njej. Že povečanje temperature vode za nekaj stopinj Celzija lahko močno spremeni njeno mikrobiološko sestavo.

5. ZAKLJUČEK

Vodovodni sistemi služijo za zadovoljevanje človeških potreb po pitni vodi. Temeljni namen vodovodnega sistema je oskrba prebivalstva z zadostno količino kvalitetne pitne vode. Eden od vodovodnih sistemov v Pomurju je tudi Vodovodni sistem Murska Sobota. Ker v Pomurju še vedno nimajo vsi prebivalci zagotovljene oskrbe s pitno vodo ali pa je oskrba slaba glede kakovosti ali količine, poteka v tem času realizacija projekta »Oskrba s pitno vodo Pomurja«. Projekt je namenjen izgradnji novih vodovodnih sistemov in sanaciji dotrajanih.

Diplomska naloga zajema predstavitev delovanja Vodovodnega sistema Murska Sobota. Iz opisanega je razvidno, da so nekateri objekti in naprave na tem sistemu zastareli in dotrajani, nekateri pa zaradi povečane potrošnje ne zadostujejo potrebam. Vodni viri se nahajajo na območju intenzivnega kmetovanja, zato je spremljanje koncentracij nitratov in pesticidov v pitni vodi nujno potrebno. Pomembna je predvsem zaščita vodnih virov. V zadnjih letih se je na tem področju naredilo že veliko, predvsem glede integriranega kmetovanja in posebnih omejitev za kmetovanje na vodovarstvenih območjih. Problemi nastajajo predvsem pri kontroliranju teh omejitev in pri denarnih nadomestilih za kmetovanje na vodovarstvenih območjih. Pri ugotavljanju onesnaženja pitne vode so pomembni nekateri indikatorji, ki sem jih v tudi predstavil. Zelo pomembno je vedeti, kakšne posledice lahko prinese dolgoročno uživanje oporečne pitne vode. Uživanje oporečne pitne vode predstavlja kemično ali mikrobiološko tveganje za zdravje ljudi, odvisno od onesnažil, s katerimi je voda onesnažena.

Zaradi tega tveganja potekajo na vseh vodovodnih sistemih, kakor tudi na Vodovodnem sistemu Murska Sobota, kemijske in mikrobiološke preiskave pitne vode. Na podlagi podatkov kemijskih analiz o pojavljanju nitratov in pesticidov v vodovodnem sistemu Murska Sobota lahko zaključimo, da je voda v sistemu oziroma na pipi uporabnika neoporečna in je v skladu s pravilniki in normativi. Posamezne vrednosti, ki presegajo normative, so večinoma kratkotrajne. Problemi se pojavljajo na črpališču Črnske meje, za katere sem podal nekaj rešitev. Smiselno bi bilo vzpostaviti pred čiščenje pitne vode na vseh črpališč oziroma vsaj na črpališču Črnske meje. Glede na to, da vodovodni sistem Murska Sobota uvrščamo med večje vodovodne sisteme v Sloveniji, bi vodne vire bilo potrebno zaščititi na državnem nivoju. Okrog vsakega črpališča se v neposredni bližini nahajajo kmetijska zemljišča, ki bi jih lahko spremenili v gozd ali travnike in tako zmanjšali vnos onesnažil v tla. Lastnikom tem zemljišč bi ponudili v zameno zemljišča, ki so v državni lasti in so primerna za kmetovanje. Urediti bi bilo potrebno tudi plačilo nadomestil za kmetovanje na vodovarstvenih območjih. Zapleta se predvsem pri iskanju odgovornega organa za plačilo.

Opisane stvari bi se morale urejati na državnem nivoju in jih nebi smeli prelagati drug na drugega. Še naprej si je potrebno prizadevati za zmanjševanje onesnaževanja vodnih virov in redno spremljati kvaliteto podtalne vode na vodnih zajetjih in tudi drugod. Vprašamo pa se lahko ali so v pitni vodi v vodovodnih sistemih onesnažila, za katera ne vemo. Lahko, da nekatera onesnažila vplivajo na zdravje ljudi, mogoče samo na počutje. Ker pa se dandanes onesnažila pojavljajo že povsod v naravi, je voda le eden od možnih načinov vnosa onesnažil v telo.

VIRI

- DRI upravljanje investicij, Družba za razvoj infrastrukture d.o.o. 2013. Investicijski program za Oskrbo s pitno vodo Pomurja –sistem B.
<http://www.google.si/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=8&ved=0CFsQFjAH&url=http%3A%2F%2Fwww.beltinci.si%2Fobcina%2Ffiles%2FINVP%2520sistem%2520B-1.pdf&ei=xcjTUsP7CNCrhQf1ioCgAg&usg=AFQjCNGVzkMNR2NLOU7X2GGHVoni9HX6ag&sig2=YORxWRajpgtmJwpNLZUeTw&bvm=bv.59026428,d.ZG4> (Pridobljeno 23. 10. 2013)
- DRI upravljanje investicij, Družba za razvoj infrastrukture d.o.o. 2013. Predinvesticijska zasnova projekta Oskrba s pitno vodo Pomurja-sistem C.
<http://www.google.si/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=4&ved=0CEMQFjAD&url=http%3A%2F%2Fwww.obcina-krizevci.si%2Findex.php%2Fza-obcane%2Fobcinski-akti%2Fdatoteke-gradiva-za-obcinske-seje%3Fdownload%3D115%3Apiz-oskrba-s-pitno-vodo-pomurja-sistem-c&ei=rsrTUoKGHJSQhQfPw4D4Cg&usg=AFQjCNHjPPGm8clDCu7RXKOiRUc-194NLg&sig2=WiM8kWrhJTIQ3qL0Ov6RUQ&bvm=bv.59026428,d.ZG4> (Pridobljeno 23. 10. 2013)
- Gregorič, M., Krulec, A., Holobar, A. (ur.) 2002. Varstvo in kvaliteta pitne vode. Terme Olimia, 18.4. 2002. Zbornik seminarja, Ljubljana, Inštitut za sanitarno inženirstvo: str. 21-77
- <http://rkg.gov.si/GERK/viewer.jsp>
- Kmetijsko gozdarska zbornica Slovenije.
<http://www.google.si/url?sa=t&rct=j&g=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CC0QFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.kgzs.si%2FPortals%2F0%2FGradiva%2Fvodovarstveno%2520obmocje.pdf&ei=MsfTUqOpL8e6hAfKrYGYCg&usg=AFQjCNE2NhioLkG6JCTersYWzxOS8RtQrw&sig2=39AaWNimB2bXEI65deN4vw&bvm=bv.59026428,d.ZG4> (Pridobljeno 1. 10. 2013)
- Komac, M. (ur.), 2001. Kakovost pitne vode '01. Portorož, 1. in 2. oktober 2001. Zbornik predavanj, Ljubljana, Zavod za tehnično izobraževanje: str. 23-52, 103-116
- Komunala javno podjetje d.o.o. Murska Sobota, 2013. Kratka predstavitev vodovodnega sistema.
http://www.komunalams.si/sl/informacija.asp?id_meta_type=50&id_informacija=246 (Pridobljeno 1. 11. 2013) Dušica, M., 2012. Kmetovanje na vodovarstvenem območju.
- Komunala javno podjetje d.o.o. Murska Sobota, 2013. Letna poročila o skladnosti pitne vode.
http://www.komunalams.si/sl/informacija.asp?id_meta_type=50&id_informacija=236 (Pridobljeno 1. 11. 2013)
- Komunala javno podjetje d.o.o. Murska Sobota, 2013. Podatki o trdoti vode.
http://www.komunalams.si/sl/informacija.asp?id_meta_type=50&id_informacija=253 (Pridobljeno 1. 11. 2013)
- Komunala javno podjetje d.o.o. Murska Sobota, 2013. Poročilo o kvaliteti vode.
http://www.komunalams.si/sl/informacija.asp?id_meta_type=13&id_informacija=67 (Pridobljeno 1. 11. 2013)

- Komunala javno podjetje d.o.o. Murska Sobota, 2013. Vodovodni sistem.
http://www.komunalams.si/sl/informacija.asp?id_meta_type=50&id_informacija=200(Pridobljeno 1. 11. 2013)
- Matoz, H., 2009. Vodovarstvena območja. Ljubljana, Ministrstvo za okolje in prostor.
http://www.google.si/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=3&ved=0CDgQFjAC&url=http%3A%2F%2Fwww.uk.gov.si%2Ffileadmin%2Fuk.gov.si%2Fpageuploads%2Fpdf%2FVodovarstvena_obmocja__Matoz_.pdf&ei=4NzTUq_cHpKjhgeRxIHobw&usg=AFQjCNFG7as5Q_IpujsQLYpCNz1PM-FtsA&sig2=_XSTSoMiiQXBavyx--LkfA&bvm=bv.59026428,d.ZG4 (Pridobljeno 9. 10. 2013)
- Odlok o zavarovanju vodnih virov Črnske meje, Krog in Fazanerija (Ur.l. RS, št.34/17. 4. 2000)
- Pravilnik gospodarjenja na kmetijskih zemljiščih, kmetijah in posestvih na vodovarstvenem območju Črnske meje, Krog in fazanerija (Ur.l.RS,št.47/1. 6. 2000)
- Pravilnik o pitni vodi. (Ur. l. RS, št. 19/2004); Spremembe: Ur. l. RS, št. 35/2004, 26/2006, 92/2006, 25/2009
- Roš, M., Simonič, M., Šoštar Turk, S. 2005. Priprava in Čiščenje vod. Maribor, Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo:str. 1-25.
- SL CONSULT d.o.o. 2013. Oskrba s pitno vodo Pomurja- sistem A.
http://www.google.si/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=14&ved=0CD4QFjA DOAo&url=http%3A%2F%2Fwww.lex-localis.info%2Ffiles%2Fae7e1c94-d139-4a95-b7a3-852d8b5be528%2F635089594400000000_IP%2520Pomurje%2520sistem%2520A%252026.junij%25202013.pdf&ei=RMzTUsOUOomshQeslYD4AQ&usg=AFQjCNGc716PmvZy14hF_IcAHyKUjtOWYg&sig2=xglQP3lVFy4slurx_3IGrw&bvm=bv.59026428,d.ZG4 (Pridobljeno 23. 10. 2013)
- Stropnik, P. 2006. Hidravlična analiza vodovodnega sistema Šmartno ob Paki. Diplomaska naloga. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo (samozaložba P. Stropnik): str. 1,2,57.
- Vodovod Murska Sobota (arhiv)
- Vodovod Murska Sobota javno podjetje d.o.o. 2013. Letno poročilo za leto 2012. Murska Sobota.
- Zdravstvena ustreznost pitne vode in varnost oskrbe. 2001. Otočec ob Krki, 3. 4. 2001. Zbornik seminarja, Ljubljana, Inštitut za sanitarno inženirstvo: str. 3-17, 39-77