

Univerza  
v Ljubljani  
Fakulteta  
*za gradbeništvo  
in geodezijo*

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



Univerzitetni program Vodarstvo in  
komunalno inženirstvo

Kandidatka:

**Lara Flis**

# **Vzpostavitev strukture sistema za analizo podatkov o kvaliteti vode in zdravju prebivalstva**

**Diplomska naloga št.: 79**

**Mentor:**

prof. dr. Boris Kompare

**Somentor:**

doc. dr. Primož Banovec

Ljubljana, 22. 3. 2007

## **ERRATA**

<b>Stran z napako</b>	<b>Vrstica z napako</b>	<b>Namesto</b>	<b>Naj bo</b>
-----------------------	-------------------------	----------------	---------------

## **IZJAVA O AVTORSTVU**

Podpisana **LARA FLIS** izjavljam, da sem avtorica diplomske naloge z naslovom:  
**»VZPOSTAVITEV STRUKTURE SISTEMA ZA ANALIZO PODATKOV O  
KVALITETI VODE IN ZDRAVJU PREBIVALSTVA«.**

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

Ljubljana, 7.3.2007

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

- UDK:** 614.7:628.19(043.2)
- Avtor:** Lara Flis
- Mentor:** izr. prof. dr. Boris Kompare
- Somentor:** doc. dr. Primož Banovec
- Naslov:** Vzpostavitev strukture sistema za analizo podatkov o kvaliteti vode in zdravju prebivalstva
- Obseg in oprema:** 161 str., 4 pregl., 11 graf., 34 sl.
- Ključne besede:** vodooskrba, pitna voda, kakovost vode, monitoring, hidrične epidemije, podatkovne baze, okolje in zdravje

### **Izveček**

Namen naloge je bil proučiti možnosti povezovanja podatkov pridobljenih z monitoringom vodnih teles, ki se jih odvzema za oskrbo, z monitoringom pitne vode, ter možnosti odkrivanja potencialnih vplivov na zdravje ljudi, ki to vodo uživajo. Ideja je povezati podatkovne baze o vodovodnih sistemih, kakovosti vode in hidričnih obolenjih z možnostjo georeferenciranja podatkov. S pomočjo povezovanja podatkovnih baz in s prostorsko obravnavo bi lahko ocenili izpostavljenost zaradi pitja onesnažene vode in vplive na zdravje ljudi. Nevarnost zaradi mikrobiološkega onesnaženja predstavljajo patogeni virusi, bakterije in praživali, ki se v vodnih telesih in v pitni vodi lahko pojavijo kot posledica fekalne kontaminacije. Mikrobiološko onesnaženje pitne vode lahko vodi do zdravstvenih problemov, ki so akutne narave in se pogosto kažejo kot prebavne težave. Pogostost obolevanja je odvisna od več dejavnikov, pri čemer je najpomembnejši stanje imunskega sistema. Da bi v prihodnje lahko dokazali povezavo med obolenji in vodooskrbnimi sistemi, v katerih voda ne ustreza mikrobiološkim kriterijem, se je potrebno osredotočiti na izboljšavo sistema za odkrivanje hidričnih obolenj. Podatki o hidričnih obolenjih najbrž ne odražajo dejanske pogostosti pojavljanja obolenj, odkrivanje, preiskave in poročanje pa zajamejo le majhen delež dejanskega števila primerov. Zato je že dalj časa prisotna želja po uskladitvi podatkovnih baz Ministrstva za okolje in prostor in Ministrstva za zdravje. Sistem povezave podatkov, predstavljen v nalogi, bi lahko nudil informacije o zdravju prebivalstva, podatke o kakovosti vode, ter omogočal geografsko povezovanje in sledenje poti onesnaženja v pitni vodi.

## **BIBLIOGRAPHIC – DOCUMENTALISTIC INFORMATION**

**UDC:** 614.7:628.19(043.2)  
**Author:** Lara Flis  
**Supervisor:** Assoc. Prof. Boris Kompare, Ph. D.  
**Cosupervisor:** Asist. Prof. Primož Banovec, Ph. D.  
**Title:** Establishment of a Database Structure for Drinking Water Quality and Public Health Analysis  
**Notes:** 161 p., 4 tab., 11 graph., 34 fig.  
**Key words:** drinking water, water supply, water quality, monitoring, waterborne disease, data bases, environment and health

### **Abstract**

The idea is to link the monitoring of the abstraction body, the monitoring of the drinking water supply, and to link the latter to the population served by the drinking water supply. The intention is to connect the data bases of water supply systems, water quality and waterborne diseases including geographical referencing, which was not done in the past. One of the underlying objectives of this inclusion of geographical referencing data is to facilitate both linkage with drinking water abstraction, and with health impacts. Microbial contaminants pathogenic viruses, bacteria, and protozoa can occur in water bodies and in drinking water due to fecal contamination of the abstraction body. Microbial contamination in drinking water leads to health related problems that are usually acute in nature with gastrointestinal symptoms. Severity of the attack depends on several factors with immune system health being the most important. It is worth focusing on improved surveillance of waterborne illness to demonstrate the link between the illness and supplies that don't comply with microbiological standards. Data probably do not reflect the actual incidence of outbreaks, and only a small fraction of the true number of outbreaks is detected, investigated and reported. That is why the connection of the databases of the Ministry of Environment and Spatial Planning and the Ministry of Health is necessary. In principle, the presented integration of information should serve the goal both of public information on the quality of water, geographically referenced, and traceability of contamination for drinking water.

## **ZAHVALA**

Za pomoč in usmerjanje pri izdelavi diplomske naloge se iskreno zahvaljujem mentorju izr. prof. dr. Borisu Komparetu ter somentorju doc. dr. Primožu Banovcu. Hvala vsem na Inštitutu za zdravstveno hidrotehniko za pomoč, nasvete in pozitivno vzdušje pri nastajanju diplomske naloge.

Za veliko pomoč in svetovanje pri izdelavi naloge se lepo zahvaljujem mag. Bernardi Podlipnik. Hvala članom Sektorja za javne službe varstva okolja za ideje in prijetno delovno vzdušje.

Hvala vsem, ki so posredovali podatke in mi nudili drugo strokovno pomoč.

Za razumevanje, pomoč in vzpodbude na študijski poti se lepo zahvaljujem mojim domačim in prijateljem.

## KAZALO VSEBINE

<b>1</b>	<b>UVOD</b>	<b>1</b>
1.1	Cilj diplomske naloge	1
1.2	Vsebina	2
<b>2</b>	<b>BAZE PODATKOV</b>	<b>5</b>
2.1	Baze podatkov o vodovodnih sistemih	5
2.2	Baza Ministrstva za okolje in prostor	7
2.3	Baza Inštituta za varovanje zdravja	8
2.4	Baza Agencije Republike Slovenije za okolje	10
2.5	Primerjava	12
<b>3</b>	<b>OSKRBA S PITNO VODO</b>	<b>15</b>
3.1	Zakonodaja in oskrba s pitno vodo	15
3.1.1	Zakon o varstvu okolja	15
3.1.2	Zakon o vodah in Pravilnik o oskrbi s pitno vodo	15
3.1.3	Zakon o lokalni samoupravi	17
3.1.4	Zakon o gospodarskih javnih službah	17
3.2	Stanje in strategija oskrbe s pitno vodo	18
3.3	Mali vodovodni sistemi	21
<b>4</b>	<b>SKRB ZA KAKOVOST VODE IN NADZOR KAKOVOSTI</b>	<b>24</b>
4.1	Skrb za kakovost	24
4.1.1	Ukrepi za zagotavljanje ustrezne vode	24
4.1.2	Postopki obdelave vode	28
4.2	Nadzor kakovosti vode	29
4.2.1	Monitoring kakovosti voda, ki se jih odvzema za oskrbo s pitno vodo	29
4.2.2	Državni monitornig pitne vode	30
4.2.3	Notranji nadzor	35

4.2.4	<b>Inšpekcijski nadzor</b>	<b>37</b>
4.3	<b>Mikrobiološke preiskave vode in metode za preiskavo vode</b>	<b>38</b>
4.3.1	<b>Preiskave</b>	<b>38</b>
4.3.2	<b>Indikatorski mikroorganizmi</b>	<b>40</b>
5	<b>HIDRIČNA OBOLENJA IN POVZROČITELJI</b>	<b>46</b>
5.1	<b>Splošno</b>	<b>46</b>
5.1.1	<b>Pregled in analiza</b>	<b>46</b>
5.1.2	<b>Povzročitelji</b>	<b>49</b>
5.2	<b>Bakterije</b>	<b>56</b>
5.2.1	<b>Bakterije, ki se lahko prenašajo z vodo</b>	<b>56</b>
5.2.1.1	<i>Salmonella</i>	<b>56</b>
5.2.1.2	<i>Yersinia</i>	<b>57</b>
5.2.1.3	<i>Campylobacter</i>	<b>58</b>
5.2.1.4	<i>Escherichia coli</i>	<b>59</b>
5.2.1.5	<i>Shigella</i>	<b>61</b>
5.2.1.6	<i>Vibrio cholerae</i>	<b>61</b>
5.2.1.7	<i>Clostridium perfringens</i>	<b>62</b>
5.2.2	<b>Bakterije, ki se lahko razmnožujejo v vodovodnih sistemih</b>	<b>63</b>
5.2.2.1	<i>Legionella</i>	<b>63</b>
5.2.2.2	<i>Aeromonas</i>	<b>65</b>
5.2.2.3	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	<b>66</b>
5.2.2.4	<i>Mycobacterium</i>	<b>67</b>
5.2.2.5	<i>Klebsiella</i>	<b>68</b>
5.2.2.6	<i>Leptospira</i>	<b>68</b>
5.2.3	<b>Novi potencialni patogeni</b>	<b>69</b>
5.2.3.1	<i>Heliobacter pylori</i>	<b>69</b>
5.2.3.2	<i>Burkholderia pseudomallei</i>	<b>70</b>
5.2.3.3	<i>Francisella tularensis</i>	<b>71</b>
5.3	<b>Virusi</b>	<b>71</b>



<b>5.3.1</b>	<b>Virusni gastroenteritis</b>	<b>73</b>
<b>5.3.2</b>	<b>Povzročitelji</b>	<b>74</b>
5.3.2.1	<i>Adenovirus</i>	75
5.3.2.2	<i>Rotavirus</i>	76
5.3.2.3	<i>Calici virus</i>	77
5.3.2.4	<i>Norovirus</i>	77
5.3.2.5	<i>Astrovirusi</i>	78
5.3.2.6	<b>Virus hepatitisa A (HAV)</b>	<b>79</b>
5.3.2.7	<b>Virus hepatitisa E (HEV)</b>	<b>79</b>
<b>5.4</b>	<b>Praživali</b>	<b>80</b>
5.4.1	<i>Gardia</i>	81
5.4.2	<i>Cryptosporidium</i>	81
5.4.3	<i>Cyclospora</i>	82
5.4.4	<i>Naegleria fowleri</i>	83
5.4.5	<i>Acanthamoeba</i>	83
5.4.6	<i>Entamoeba histolytica</i>	84
5.4.7	<i>Balantidium coli</i>	84
<b>6</b>	<b>SPREMLJANJE NALEZLJIVIH BOLEZNI</b>	<b>85</b>
6.1	<b>Predpisi</b>	<b>85</b>
6.1.1	<b>Zakon o nalezljivih boleznih</b>	<b>85</b>
6.1.2	<b>Pravilnik o prijavi nalezljivih boleznih in posebnih ukrepih za njihovo preprečevanje in obvladovanje</b>	<b>86</b>
6.2	<b>Spremljanje nalezljivih boleznih v Sloveniji</b>	<b>87</b>
6.3	<b>Spremljanje nalezljivih boleznih v Evropi</b>	<b>89</b>
<b>7</b>	<b>UKREPANJE</b>	<b>92</b>
7.1	<b>Ukrepanje v primeru pojava neustreznega vzorca</b>	<b>92</b>
7.2	<b>Ukrepanje v primeru pojava hidričnih obolenj</b>	<b>93</b>
7.3	<b>Ukrepanje v izrednih razmerah</b>	<b>95</b>

<b>8</b>	<b>EPIDEMIOLOGIJA IN GIS</b>	<b>96</b>
<b>8.1</b>	<b>Zgodovina epidemiologije</b>	<b>96</b>
<b>8.2</b>	<b>Razvoj metod epidemiologije</b>	<b>97</b>
<b>8.3</b>	<b>GIS v epidemiologiji</b>	<b>99</b>
<b>9</b>	<b>POVEZOVANJE PODATKOV OKOLJE IN ZDRAVJE</b>	<b>102</b>
<b>9.1</b>	<b>Okoljska epidemiologija</b>	<b>102</b>
<b>9.2</b>	<b>Skupni informacijski sistem zdravje in okolje v Evropi</b>	<b>104</b>
<b>9.3</b>	<b>Evropska strategija o okolju in zdravju</b>	<b>106</b>
<b>10</b>	<b>PREDLOG POVEZAVE SISTEMA</b>	<b>112</b>
<b>10.1</b>	<b>Današnja praksa</b>	<b>112</b>
<b>10.2</b>	<b>Predlog sistema</b>	<b>115</b>
<b>10.2.1</b>	<b>Baza</b>	<b>115</b>
<b>10.2.2</b>	<b>Sistem</b>	<b>117</b>
<b>10.2.3</b>	<b>Prostorsko podprta baza</b>	<b>119</b>
<b>10.3</b>	<b>Uporabljena orodja</b>	<b>120</b>
<b>10.3.1</b>	<b>GIS – ArcView</b>	<b>120</b>
<b>10.3.2</b>	<b>Epanet – hidravlični model omrežja</b>	<b>123</b>
<b>11</b>	<b>PRIMER UPORABE BAZE</b>	<b>125</b>
<b>11.1</b>	<b>Radovljica</b>	<b>125</b>
<b>11.2</b>	<b>Črna na Koroškem</b>	<b>143</b>
<b>12</b>	<b>ZAKLJUČEK</b>	<b>152</b>
	<b>VIRI</b>	<b>154</b>

## KAZALO PREGLEDNIC

<b>Preglednica 1: Minimalne frekvence vzorčenja pitne vode v vodovodnem sistemu</b>	<b>32</b>
<b>Preglednica 2: Delež mikrobiološko neustreznih vzorcev glede na število odvzetih vzorcev</b>	<b>34</b>
<b>Preglednica 3: Priporočena obdelava pitne vode, kjer se pojavlja tveganje za prisotnost virusov</b>	<b>73</b>
<b>Preglednica 4: Za človeka patogeni virusi, ki se lahko pojavijo v onesnaženi pitni vodi in bolezni, ki jih povzročajo</b>	<b>75</b>

## KAZALO SLIK

<b>Slika 1: Shema elementov oskrbe s pitno vodo</b>	<b>25</b>
<b>Slika 2: Mesta, kjer je potrebno odvzeti vzorce pitne vode za analizo pri majhnem vodovodnem sistemu</b>	<b>36</b>
<b>Slika 3: Mesta, kjer je potrebno odvzeti vzorce pitne vode za analizo pri velikem vodovodnem sistemu</b>	<b>36</b>
<b>Slika 4: Krog okužbe pri hidričnem obolenju</b>	<b>47</b>
<b>Slika 5: Ključni elementi pri fekalno-oralnem načinu prenosa bolezni</b>	<b>48</b>
<b>Slika 6: Oznake slojev</b>	<b>121</b>
<b>Slika 7: Atributna tabela za mesta vzorčenja</b>	<b>122</b>
<b>Slika 8: Atributna tabela za vodovod</b>	<b>122</b>
<b>Slika 9: Vodovodi, vodni viri, aglomeracije in mesta vzorčenja v občini Radovljica</b>	<b>125</b>
<b>Slika 10: Vodovod na levem bregu Save</b>	<b>126</b>
<b>Slika 11: Vodovod na desnem bregu Save</b>	<b>126</b>
<b>Slika 12: Shema hidravličnega modela vodovoda Radovljica</b>	<b>127</b>
<b>Slika 13: Sledenje vode iz vodnega vira Ovčja jama (Radovna)</b>	<b>128</b>
<b>Slika 14: Sledenje vode iz vodnega vira Draga</b>	<b>129</b>
<b>Slika 15: Starost vode v omrežju Radovljica po času 6 ur</b>	<b>130</b>
<b>Slika 16: Starost vode v omrežju Radovljica po času 24 ur</b>	<b>130</b>
<b>Slika 17: Lastnosti sistema Kropa</b>	<b>131</b>
<b>Slika 18: Starost vode v omrežju Kropa po času 24 ur</b>	<b>132</b>
<b>Slika 19: Starost vode v omrežju Kropa po času 48 ur</b>	<b>132</b>
<b>Slika 20: Prikaz rezultatov vzorčenja za dan 13.7.2005</b>	<b>134</b>
<b>Slika 21: Prikaz rezultatov vzorčenja za dan 26.10.1999</b>	<b>135</b>
<b>Slika 22: Prikaz rezultatov vzorčenja za dan 21.11.2005</b>	<b>136</b>
<b>Slika 23: Mesta vzorčenja, za katera so prikazani grafi ustreznosti vzorcev</b>	<b>137</b>
<b>Slika 24: Vodovodni sistemi na območju Črne, vodni viri z zajetji in aglomeracije</b>	<b>144</b>

<b>Slika 25: Shema hidravličnega modela sistema Črna na Koroškem</b>	<b>145</b>
<b>Slika 26: Lastnosti omrežja Črna</b>	<b>145</b>
<b>Slika 27: Starost vode v omrežju Črna po času 12 ur</b>	<b>146</b>
<b>Slika 28: Starost vode v omrežju Črna po času 24 ur</b>	<b>146</b>
<b>Slika 29: Starost vode v omrežju Črna po času 48 ur</b>	<b>147</b>
<b>Slika 30: Prikaz mest bivališč zdravih in bolnih v hidričnem izbruhu</b>	<b>148</b>
<b>Slika 31: Sledenje vode iz vodnega vira Kogelnik, stanje po času 12 ur</b>	<b>149</b>
<b>Slika 32: Sledenje vode iz vodnega vira Kogelnik, stanje po času 14 ur</b>	<b>149</b>
<b>Slika 33: Sledenje vode iz vodnega vira Kogelnik, stanje po času 24 ur</b>	<b>150</b>
<b>Slika 34: Sledenje vode iz vodnega vira Kogelnik, povezava z mesti obolenj</b>	<b>151</b>

## KAZALO GRAFIKONOV

<b>Grafikon 1: Primerjava rezultatov vzorčenj po letih</b>	<b>34</b>
<b>Grafikon 2: Prikaz rezultatov za vzorčevalno mesto Gostilna Kunstelj</b>	<b>138</b>
<b>Grafikon 3: Prikaz rezultatov za vzorčevalno mesto Slaščičarna Perc</b>	<b>138</b>
<b>Grafikon 4: Prikaz rezultatov za vzorčevalno mesto Pekarna Magušar</b>	<b>139</b>
<b>Grafikon 5: Prikaz rezultatov za vzorčevalno mesto Hotel Grad Podvin</b>	<b>139</b>
<b>Grafikon 6: Prikaz rezultatov za vzorčevalno mesto Gostilna Zvon Brezje</b>	<b>140</b>
<b>Grafikon 7: Prikaz rezultatov za vzorčevalno mesto Gostilna Tavčar Begunje</b>	<b>140</b>
<b>Grafikon 8: Prikaz rezultatov za vzorčevalno mesto OŠ Begunje</b>	<b>141</b>
<b>Grafikon 9: Prikaz rezultatov za vzorčevalno mesto zajetje Draga</b>	<b>141</b>
<b>Grafikon 10: Prikaz rezultatov za vzorčevalno mesto zajetje Kamen</b>	<b>142</b>
<b>Grafikon 11: Prikaz rezultatov za vzorčevalno mesto zajetje Sveti Peter</b>	<b>142</b>

## OKRAJŠAVE

ARSO	Agencija Republike Slovenije za okolje
CDC	Center for Disease Control and Prevention
CFU	Colony Forming Units
EC	European Commission
EEA	Evropska agencija za okolje
EHŠ	evidenca hišnih števil
ENHIS	Implementing Environmental and Health Information System in Europe
EPA	Environmental Protection Agency
EU	Evropska unija
EWN	Eurowaternet
DNA	deoksiribonukleinska kislina
GIS	geografski informacijski sistem
GJI	gospodarska javna infrastruktura
GURS	Geodetska uprava Republike Slovenije
HACCP	Hazard Analysis Critical Control Point
HAV	virus hepatitisa A
HE	hidrična epidemija
HEV	virus hepatitisa E
HIV	Human Immunodeficiency Virus
IJSVO	izvajalci javne službe varstva okolja
ISO	International Organization for Standardization
IVZ	Inštitut za varovanje zdravja
KKT	kontrolna kritična točka
KPK	kemijska potreba po kisiku
KT	kritična točka
MCC	Microbial Contaminants Control
MKGP	Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano
MOP	Ministrstvo za okolje in prostor

MZ	Ministrstvo za zdravje
RS	Republika Slovenija
SKOP	Skupni kmetijsko okoljski programi
SUSR	Statistični urad Republike Slovenije
UNICEF	United Nations Children's Fund
WFD	Water Frame Directive
WHO	World Health Organisation
WISE	Water Information System
ZIRS	Zdravstveni inšpektorat Republike Slovenije
ZGJS	Zakon o gospodarskih javnih službah
ZNB	Zakon o nalezljivih boleznih
ZVO	Zakon o varstvu okolja
ZZV	Zavod za zdravstveno varstvo



## 1 UVOD

### 1.1 Cilj diplomske naloge

Za potrebe seminarske naloge s ciljem priprave diplomske naloge sem pregledala obstoječe podatkovne baze vodovodnih sistemov in kakovosti vode ter s tem povezanih podatkov. Ugotovila sem, da so podatki razpršeni, njihova povezljivost pa je slaba. Inštitucije na podlagi svojih pravilnikov in za s pravilniki določen obseg dela in spremljanje stanja vzpostavljajo in vodijo podatkovne baze. Podatke zbirajo za svoje potrebe, ni pa povezovanja in izmenjave z drugimi inštitucijami, ki prav tako zbirajo take podatke. Glede na svoj pravilnik in obseg dela pripravijo vprašalnik, ki ga pošljejo v izpolnjevanje upravljavcem vodovodnih sistemov. Tako upravljavci vsako leto prejmejo kar nekaj vprašalnikov z različnimi vprašanji. Pri tem velja omeniti, da imajo včasih pojmi v vprašanjih posameznih inštitucij za isto stvar drugačno definicijo. Zaradi tega so odgovori upravljavcev različni, kar se kot posledica kaže v včasih velikih razlikah, ki sem jih ugotovila pri primerjavi podatkovnih baz. Zato je že dalj časa prisotna želja, da se na ravni države vzpostavi povezana baza, ki bi na enem mestu združevala vse podatke, vezane na oskrbo s pitno vodo, od podatkov o viru vode, vodovodnem sistemu, zadolženem upravljavcu in o kakovosti vode. Taka baza bi nudila dobro preglednost upravljanja in omogočala učinkovito izvajanje oskrbe s pitno vodo.

Podatke o vodovodih vodijo upravljavci vodovodov in občine, ki jih za potrebe vodenja na ravni države poročajo ministrstvu, na Statistični urad, Inštitutu za varovanje zdravja. Kakovost tako pridobljenih podatkov je neverificirana, saj gre ob poročanju za veliko količino podatkov, ki jih zberejo upravljavci in vseh ni mogoče preverjati na terenu. Zato je pomembna kakovost vprašalnika v smislu jasno postavljenih vprašanj in pričakovanju jasnih odgovorov. Pri pregledu sistema in baz se pokaže, da upravljanje vodovodov povsod ni dovolj učinkovito. Zato je v lanskem letu Pravilnik o oskrbi s pitno vodo (*Uradni list RS, št. 35/06*), na podlagi katerega bo do leta 2010 potrebno urediti oskrbo s pitno vodo, predpisal upravljanje vodovodov, ter vodenje podatkov. S tem se bo izboljšala tudi preglednost upravljanja.

Cilj diplome je bil preučiti možnosti vzpostavitve sistema za analizo podatkov o kakovosti vode in o zdravju prebivalstva kot posledici uživanja vode, s poudarkom na hidričnih obolenjih. Mikrobiološka kakovost vode je zaradi možnih resnih akutnih vplivov na zdravje in epidemioloških karakteristik ključnega pomena za zagotavljanje javnega zdravja. Podatke o kakovosti vode se pridobi iz notranjega nadzora, državnega monitoringa, ter tudi iz inšpekcijskega nadzora. Smiselno je, da se vsi ti podatki vodijo na enem mestu, v prostorski bazi, kjer so vneseni podatki o kakovosti vode na posameznih delih vodovodnega sistema. V povezavi s hidravličnim modelom posameznega vodovoda je možno ugotoviti poti širjenja onesnaženja, ter tako določiti ogrožene uporabnike. Tak sistem je dobrodošlo orodje za izvedbo epidemiološke preiskave v primeru pojava hidričnih obolenj. Če se tudi podatki o lokacijah obolelih, pridobljeni z anketnimi listi, oziroma iz zdravstvenih evidenc (nalezljive bolezni se namreč beležijo) vnesejo na karte, je možno spremljanje bolezni. Z anketnimi listi je potrebno pridobiti informacije o lokaciji prebivališča, delovnega mesta, šole, restavracije, ter lokacij drugih aktivnosti v času pred pojavom bolezni (morebitni pikniki, kopanje). Potem se te lokacije vnesejo na karte in se ob povečanem pojavu črevesnih nalezljivih obolenj išče presek lokacij, ter se tako določijo možne lokacije in možni viri okužbe ter poti njenega širjenja.

## **1.2 Vsebina**

V nalogi so opisane baze za spremljanje podatkov o vodovarstvenih območjih, vodnih virih, vodovodnih sistemih, porabnikih, zbirka podatkov o sistemih za oskrbo s pitno vodo in o skladnosti pitne vode. Podan je predlog njihovega združevanja oziroma usklajevanja.

Prvi del naloge obsega opis trenutnega stanja oskrbe s pitno vodo v Sloveniji. Posebnost so t.i. vaški vodovodi, ki so v lasti uporabnikov vodovoda, upravljavec pa je vaška skupnost ali vaški vodovodni odbor. Predstavljena sta nadzor in skrb za kakovost vode od vodnega vira pa do končnega uporabnika, ter normativne podlage za nadzor in varovanje. Trenutno je na ravni celotne države več baz, ki vsebujejo podatke o kakovosti vode, vodovodnih sistemih in vodnih virih. Baze med seboj še niso popolnoma usklajene. ZZV za spremljanje kakovosti vode in spremljanje gibanja (nalezljivih) bolezni še ne uporabljajo GIS-ov. Zaradi različnih

interpretacij Zakona o varovanju osebnih podatkov (*Uradni list RS, št. 59/99*) je delovanje ZZV na področju epidemiološkega raziskovanja omejeno, saj od prijaviteljev obolenj ne dobijo popolnih podatkov o obolelih, ter o poteku in širjenju bolezni, tako da epidemiološke preiskave pogosto ne morejo pripeljati do konca. V interesu varovanja javnega zdravja bi bilo, da v primeru, ko gre za nalezljive bolezni, pristojni posredujejo ustrezne podatke ZZV-ju, ki je kot javna zdravstvena institucija zavezan k varovanju osebnih podatkov.

Osrednji del naloge govori o hidričnih obolenjih ter o spremljanju in o ukrepanju v primeru pojava hidričnih obolenj. Opisane so glavne lastnosti in vrste mikroorganizmov, ki se do gostitelja lahko prenesejo preko pitne vode. Predstavljen je sistem spremljanja kakovosti vode in ukrepanja v primeru pojava neustreznega vzorca. Spremljanje gibanja nalezljivih bolezni, med katere spadajo tudi hidrična obolenja, je pomemben del zdravstvenega sistema. Povzročitelji bolezni, ki imajo pot prenosa do gostitelja preko pitne vode, ob pojavljanju v vodovodnem sistemu ogrožajo vse uporabnike vode. Zaradi izpostavljenosti velikega števila ljudi, je skrb za nadzor nad mikrobiološko kakovostjo pitne vode, ter hitro odkrivanje onesnaženosti, zelo pomembno za zagotavljanje javnega zdravja. Spoznanje, da se preko pitne vode lahko prenese povzročitelj bolezni, ter da sta za obolevanje pomembna vir in način oskrbe s pitno vodo, je staro več kot 150 let. Angleški zdravnik John Snow je ob izbruhu kolere v Londonu leta 1854 dokazal, da so za kolero obolevali ljudje, ki so pili vodo iz istega vodnjaka, ki je bil fekalno onesnažen. Do takrat še niso odkrili povzročitelja bolezni, vedeli pa so, da se bolezen prenaša preko vode. Za utemeljitev svoje teorije je Snow uporabil tudi kartiranje bolezni oziroma smrti zaradi kolere.

O povezovanju podatkov o okolju in zdravju ter o kartiranju pojavljanja bolezni govori tretji del naloge. Pomembno je zbiranje podatkov o lastnostih okolja ter njihovo prikazovanje na karti. Ko je človek raziskoval in odkrival svet, je podatke vnašal na papir in nastali so zemljevidi. Poznamo več različnih tematskih kart, ki prikazujejo lastnosti površja. Z razvojem računalniških orodij in programov so nastali geografski informacijski sistemi (GIS-i), ki omogočajo prekrivanje podatkovnih slojev, ter tako združevanje podatkov, kar omogoča lažjo interpretacijo. Tako je možno združevanje različnih podatkov o okolju ter podatkov o zdravju na enem mestu. Potreben je interes države, da predpiše zbiranje in spremljanje podatkov o

okolju, ter da se to izvaja povezano in pregledno. GIS se v zdravstvu uporablja že nekaj časa, njegovo uporabo priporoča tudi Svetovna zdravstvena organizacija. Vnos primerov obolenj na karto je pomemben predvsem pri spremljanju širjenja nalezljivih bolezni, saj se tako lahko določi okuženo in ogroženo območje, ter ugotovi pot širjenja bolezni. Se pa GIS uporablja tudi za spremljanje pojavljanja drugih bolezni, kot so rak, alergije. V povezavi s podatki o okolju se išče potencialne možne vzroke in morebitne povezave. Pri vodovodnem sistemu je vir okužbe znan, prav tako je s pomočjo hidravličnega modela mogoče določiti poti širjenja onesnaženja v vodovodnem sistemu. V Sloveniji zaenkrat še ni vzpostavljen tak sistem ugotavljanja in spremljanja hidričnih obolenj. Za njegovo vzpostavitev bi bilo najprej potrebno vzpostaviti sistem povezanih podatkovnih baz, za izvajanje pa zagotoviti dobro sodelovanje med upravljavci vodovodov in zavodi za zdravstveno varstvo (ZZV-ji).

Kot predlog sistema je v poglavju 11 za primer vzorčnega območja Radovljice prikazan primer združitve podatkov o vodnih virih, vodovodnih sistemih in o kakovosti vode po mestih vzorčenja. Na enem mestu so združeni podatki o vodovarstvenih območjih vodnih virov, zajetjih, pripravi pitne vode, razdelilnem omrežju in porabnikih ter o kakovosti pitne vode na posameznih mestih v vodovodnem sistemu, pridobljeni iz notranjega nadzora. Prikazan je tudi primer poteka hidričnega obolenja, za katerega je bil v okviru epidemiološke preiskave uporabljen prikaz obolenj na karti. Podatki o obolelih so bili pridobljeni s telefonskimi anketami, lokacije bivališč obolelih pa vnesene na karto. V obeh primerih je za območje dosegljiv tudi hidravlični model omrežja, izdelan s programom Epanet. Predstavljene so simulacije možnih poti širjenja onesnaženja, ter posledično okužb.

## **2 BAZE PODATKOV**

### **2.1 Baze podatkov o vodovodnih sistemih**

Vsak upravljavec vodovoda ima svojo bazo, v kateri vodi in zbira vse s pravilnikom določene podatke o vodovodnem omrežju. Podatke posreduje na Ministrstvo za okolje in prostor, Agencijo za okolje, Geodetsko upravo, Inštitut za varovanje zdravja in na Statistični urad. Da bi se izognili večkratnemu sporočanju istih podatkov na različne inštitucije, bi bilo potrebno povezati in uskladiti baze teh inštitucij. Najprej bi bilo treba doseči dogovor o vsebini podatkov v posamezni bazi in o načinu poročanja. Podatke si potem lahko inštitucije izmenjujejo med seboj. Za pridobitev čim bolj točnih zelenih podatkov je potrebno pripraviti dober vprašalnik z jasnimi in nedvoumno definiranimi vprašanji. Upravljavcem je potrebno nuditi pomoč, da bodo posredovani podatki pravilni in čimbolj točni. Cilj je poenotena baza, ki bo omogočala povezavo podatkov o kakovosti voda (površinske in podzemne vode) s podatki o vodnih virih ter o kakovosti vode v vodovodnih sistemih. Tako bo že po oceni stanja voda na določenem območju, ki so vir za pitno vodo ali te vire napajajo, možno sklepati na kakovost vode v vodovodu. S prepoznavanjem in evidentiranjem stanja ter s predvidevanjem potencialnega onesnaženja na posameznem območju bo mogoče optimalno določiti nabor parametrov za vzorčenje na vodnih telesih. Ko je znana kakovost vode na vstopu v sistem, se smiselno določi tudi parametre in pogostost za preskušanja na pipah uporabnikov. Pri porabnikih je smiselno redno ugotavljati skladnost vode v mikrobiološkem smislu, saj obstaja možnost naknadne kontaminacije vode, zaradi zastajanja v omrežju in s tem staranja vode, kakor tudi naknadne okužbe vode v ceveh zaradi del na cevovodih ali nastanku podtlakov, ki posrkajo morebitno okuženo vodo iz okolice v cevovod.

Področje oskrbe s pitno vodo spada pod pristojnost Ministrstva za okolje in prostor. Znotraj ministrstva Sektor za javne službe varstva okolja skrbi tudi za vodenje informacijskega sistema, vezanega na opravljanje javnih služb varstva okolja. Eden izmed sistemov je tudi informacijski sistem za vodovode. Kot organa v sestavi MOP-a delujeta Agencija RS za okolje (ARSO) in Geodetska uprava RS (GURS). ARSO opravlja kakovostni in količinski monitoring na površinskih in podzemnih vodah, vodi evidenco vodovarstvenih območij in

zajetij, izdaja vodna dovoljenja in vodne pravice ter vodi na to vezane evidence. Geodetska uprava vodi zemljiški kataster, ter tudi kataster gospodarske javne infrastrukture. Nadzor nad kakovostjo vode v smislu zdravstvene ustreznosti pitne vode kot živila je v pristojnosti Ministrstva za zdravje. Statistični urad RS (SURS) v okviru statističnega raziskovanja zbira in vodi podatke o porabi vode, kar je urejeno podobno kot v drugih državah evropske unije.

### **Geodetska uprava Republike Slovenije (GURS)**

31. december 2006 je bil rok, do katerega so morali upravljavci vodovodov posredovati podatke o objektih in o opremi vodovodov, s katerimi upravljajo, na Geodetsko upravo, kot to določa Pravilnik o oskrbi s pitno vodo (*Uradni list RS, št. 35/06*). Določba velja tako za javne kot za zasebne vodovode. Upravljavci zasebnih vodovodov so dolžni vzpostaviti in podatke na zahtevo posredovati upravljavcu javnih vodovodov v občini. Na podlagi tako zbranih podatkov se bo vzpostavil kataster komunalne infrastrukture za vodovode, kot temeljna evidenca, v kateri bodo evidentirani objekti gospodarske javne infrastrukture. Celotna evidenca bo služila za prikaz zasedenosti prostora z infrastrukturnimi objekti in bo omogočala racionalno urejanje prostora, varno izvajanje posegov v prostor ter pregledno upravljanje z infrastrukturo. Na podlagi take evidence bodo investitorji vedeli, katera zemljišča so opremljena z vodovodom. Ker bodo v evidenci opisani vsi objekti vodovoda, ter podani v koordinatah, se bo na tak način vzpostavila enotna evidenca, ki bo omogočala nadaljnje analize.

### **Statistični urad Republike Slovenije (SURS)**

S Statističnim uradom RS so v teku dogovori o skupnih vprašalnikih SURS-a in MOP-a, ki jih bodo izpolnjevali upravljavci vodovodov. Statistična raziskovanja voda sodijo med osnovna statistična raziskovanja na področju okolja in naravnih virov. V ta okvir sodi tudi javni vodovod, in sicer pod oznako VOD-V. S tem raziskovanjem zbirajo podatke o količinah vode, ki jo zajame vodovodni sistem iz posameznega tipa vodnega vira po porečjih, količinah vode dobavljene iz vodovodnega sistema po porabnikih in po naseljih ter o količinah vode, ki se izgubi med razdeljevanjem, o številu priključkov in o dolžini primarnega in sekundarnega vodovodnega omrežja. Na Statističnem uradu v področju zdravstva vodijo število prijavljenih nalezljivih bolezni. Te podatke jim posreduje IVZ. (Vir: SURS – spletne strani)

## 2.2 Baza Ministrstva za okolje in prostor (MOP)

Ministrstvo za okolje in prostor nadzoruje opravljanje javnih služb varstva okolja. V tem sklopu skrbi za zagotavljanje javnih služb in za javno infrastrukturo, za izvajanje operativnih programov vezanih na lokalne in državne javne službe, določanje oskrbovalnih območij, za vodenje informacijskega sistema vezanega na javne službe varstva okolja, informiranje lokalnih skupnosti v zvezi z zahtevami izvajanja javnih služb, ter za pripravo investicij obveznih lokalnih javnih služb. Za potrebe opravljanja teh nalog je bil vzpostavljen informacijski sistem, ki je dostopen na spletni strani [www.ijsvo.si](http://www.ijsvo.si). Vzpostavljene so štiri baze, poleg vodovodov, še za kanalizacijo, komunalne odpadke in za dimnikarsko službo. Baze so osnovane na podlagi aglomeracij, ki so se izkazale za učinkovito orodje za spremljanje stanja organiziranosti javnih služb in opremljenosti območja s potrebno infrastrukturo. Aglomeracije, kot strjena območja poselitve, kjer živi več kot 50 ljudi, so primerne prostorske enote, za določanje in spremljanje oskrbovalnih standardov javnih služb.

Baza, ki je dostopna na spletnem naslovu [www.ijsvo.si/vodovod](http://www.ijsvo.si/vodovod), je bila vzpostavljena na podlagi podatkov, pridobljenih iz enkratnega poročanja v letih 2004 in 2005. Poročilo je oddalo 50 upravljavcev javnih vodovodnih sistemov ter 194 občin. Podatki so bili zbrani na podlagi vprašalnika, ki je bil posredovan občinam in izvajalcem javne službe. Tako je bilo prvič natančneje ugotovljeno dejansko stanje oskrbe s pitno vodo v državi. Zbrani podatki so bili podlaga za pripravo Pravilnika o oskrbi s pitno vodo in Operativnega programa oskrbe s pitno vodo. Za spremljanje izvajanja določb pravilnika, prepoznavanje potrebnih investicij v infrastrukturo in za učinkovito izvajanje operativnega programa bo potrebna dopolnitev in razširitev baze. Zato se že pripravlja nov razširjen vprašalnik in v letošnjem letu bodo upravljavci vodovodov in občine ponovno pozvani, da posredujejo podatke.

Po podatkih ministrstva javno službo oskrbe s pitno vodo v Sloveniji opravlja 53 izvajalcev. Skupno število vodovodnih sistemov, s katerimi upravljajo, je 402. Možen je izpis za občine, ki prikaže seznam občin ter število aglomeracij, ki spadajo v občino. Skupno število aglomeracij, ki so vnesene v bazo je 4012. Pri izpisu za izvajalce javne službe uporabnik lahko izbira med pregledom vodovodnih sistemov ter aglomeracij, ki jih ti sistemi napajajo. Z

naraščanjem pomembnosti oskrbe s pitno vodo se je pokazala potreba po obdelavi in združevanju ne samo posamičnih podatkov, pač pa širših in obsežnih podatkovnih baz z zelo različno tematiko. Nov pristop omogoča povezovanje in uporabo podatkov tudi drugim sektorjem in uporabnikom prostora, kot so na primer prostorsko planiranje, nudi nadzor v izjemnih okoliščinah in analiziranje z zdravstvenega vidika. Pomembnost sistemov za oskrbo z vodo je zaradi njihovega pomena za življenje vedno imela poseben prostor v zakonodaji, predvsem pa je pomembno učinkovito upravljanje. V Sloveniji so vodovodni sistemi doživeli največji razvoj po letu 1980, ko je bilo pokritih skoraj 95% prebivalstva. S približevanjem EU se je spremenil sistem nadzora in način zbiranja podatkov o vodovodih. V slovensko zakonodajo je bilo potrebno implementirati evropske smernice, ki zahtevajo tudi poročanje o kakovosti vode. Vodooskrba je pridobila več pozornosti zaradi pogosto omenjanih ekoloških vidikov, deloma tudi zato, ker je bilo v preteklosti to področje deležno premalo pozornosti. Lokalne skupnosti, ki so pristojne za vodooskrbne sisteme, so primorane nadgraditi sisteme in načine upravljanja v luči novih smernic.

### **2.3 Baza Inštituta za varovanje zdravja (IVZ)**

Zavodi za zdravstveno varstvo in Inštitut za varovanje zdravja že dolga leta spremljajo kakovost pitne vode v državi. Za potrebe izvajanja monitoringa in spremljanja stanja so vzpostavili Zbirko podatkov o sistemih za oskrbo s pitno vodo in o skladnosti pitne vode. Zbirka je bila osnovana na podlagi podatkov, ki so jih imeli območni zavodi za zdravstveno varstvo in na podlagi vprašalnikov, ki so jih izpolnili upravljavci vodovodov. V zbirki vodijo podatke o sistemih za oskrbo s pitno vodo in o njihovih upravljavcih ter o oskrbovalnih območjih, ki so bila določena na podlagi pridobljenih podatkov. Upravljavci vodovodov, ki najbolj poznajo vodovodne sisteme, so, glede na zahtevo Pravilnika o pitni vodi (*Uradni list RS, št. 19/04*), določili mesta vzorčenja za državni monitoring vode. Na podlagi zbirke Inštitut določi program monitoringa pitne vode. Dobljeni rezultati se vpisujejo in vodijo v evidenci.

Zbirka je računalniško podprta in omogoča sprotno spremljanje izvajanja programa monitoringa, vnose rezultatov laboratorijskih preskušanj in terenskih meritev, vnašanje sprememb za vse vrste podatkov v zbirki. To je o sistemih, oskrbovalnih območjih,



upravljavcih, uporabnikih, mestih vzorčenja, izvidih, ter prikaze nekaterih zbirnih podatkov in možnosti obdelave podatkov. Za nadaljnjo obdelavo podatkov je urejen prenos v Excel. Za pravilnost podatkov, njihov vnos, spremembe in dopolnitve so odgovorni območni ZZV-ji in IVZ, kot pristojni za pitno vodo in kot izvajalci programa monitoringa. Podatke, ki se vežejo na oskrbovalno območje, mora ZZV pridobivati v sodelovanju z upravljavcem. Podatki o zdravstveni ustreznosti pitne vode so agregirani po javnih sistemih za oskrbo s pitno vodo, ki oskrbujejo 5.000 prebivalcev ali več, za območje Slovenije. Vir podatkov je zbirka podatkov, ki se na Inštitutu za varovanje zdravja RS vsako leto dopolnjuje in spreminja skladno s posredovanimi podatki območnih zavodov za zdravstveno varstvo in glede na zahteve za poročanje. (Vir: Poročilo o monitoringu pitne vode 2005)

Število vzorcev, ki jih je vsako leto potrebno odvzeti na posameznem oskrbovalnem območju, je določeno na podlagi Pravilnika o pitni vodi (*Uradni list RS, št. 19/04*). Tako zbirka podatkov vsebuje prikaz stanja kakovosti vode na posameznem oskrbovalnem območju in v posameznem sistemu za oskrbo s pitno vodo. Podatke o kakovosti pitne vode za celo državo ima, zaenkrat, samo Inštitut za varovanje zdravja in jih zaradi strogih notranjih pravil v celoti, kot zbirke, ne more posredovati. O rezultatih preiskanih vzorcev obvestijo upravljavce vodovodov. V poročilih o rezultatih monitoringa so podatki grupirani po območnih zavodih za zdravstveno varstvo in po velikostnih razredih oskrbovalnih območij. Rezultati so prikazani kot odstotki in števila ustreznih in neustreznih vzorcev za posamezne dele države. Iz poročila ni razvidno, kateri sistemi za oskrbo s pitno vodo in na katerih oskrbovalnih območjih so imeli neustrezne vzorce pitne vode, ter kateri ukrepi so bili storjeni za odpravo pomanjkljivosti na sistemu oziroma na viru. Poročilo za preteklo leto se objavi v maju. S strani Inštituta za varovanje zdravja ni drugega uradnega javnega poročila o skupnih rezultatih državnega monitoringa. Porabnikom morajo biti rezultati vzorčenj iz državnega monitoringa vedno na razpolago pri upravljavcu. O rezultatih vzorčenj iz notranjega nadzora pa morajo upravljavci porabnike redno seznanjati. Upravljavec mora v svojih internih dokumentih določiti pogostnost (vsaj enkrat letno) in način obveščanja uporabnikov o skladnosti. Upravljavci večjih vodovodnih sistemov (ki oskrbujejo več kot 5000 prebivalcev), pa morajo o rezultatih vzorčenj iz notranjega nadzora porabnike seznaniti v letnem poročilu.

## **2.4 Baza Agencije Republike Slovenije za okolje (ARSO)**

Agencija RS za okolje spremlja stanje slovenskih vodotokov, stoječih voda in podzemne vode. Poleg merjenja vodostajev in gladin, se opravljajo tudi kakovostni monitoringi voda. Za spremljanje stanja vode, namenjene odvzemu za oskrbo prebivalstva s pitno vodo, agencija v skladu z veljavnimi uredbami opravlja monitoring na teh vodah. ARSO del monitoringa opravlja sam, laboratorijske preizkuse pa opravljajo ZZV-ji oziroma IVZ. Količinski monitoring na površinskih in na podzemnih vodah opravlja agencija v okviru svojih služb. ARSO nima dostopa do podatkov o kakovosti pitne vode. Podatke o vodonosnikih na podlagi strokovnih podlag – predlogov upravljavcev pripravlja Geološki zavod RS. Program državnega monitoringa kakovosti voda vključuje površinske vodotoke, podzemne vode (podtalnico in izvire), jezera in morje.\* Vzpostavljena baza podatkov za vse našete monitoringe obsega podatke o spremljanju predpisanih fizikalno-kemijskih, kemijskih in saprobioloških parametrov. Monitoring gladin in količin podzemne vode se izvaja na podlagi letnih programov monitoringa. Hidrometrične postaje monitoringa gladin podzemnih voda oziroma količin izvirov so glede na namen organizirane v osnovno, dodatno in posebno hidrometrično mrežo. S sistematičnimi meritvami gladin podzemne vode na osnovni mreži opazovalnih vrtin in vodnjakov in z občasnimi meritvami na razširjeni mreži se spremlja režim nihanja gladin podzemnih voda ter sklepa na smeri podzemnega toka, hidravlične strmce toka in vire napajanja podzemnih voda. Rezultati meritev sestavljajo zbirko podatkov o režimu podzemnih voda za vse večje vodonosnike z medzrnsko poroznostjo v Sloveniji vse od leta 1952. (Vir: ARSO)

### **Mreže monitoringov kakovosti podzemne vode v Sloveniji**

V Sloveniji imamo za spremljanje kakovosti podzemnih voda različne tipe mrež in sicer:

1. Državno mrežo za spremljanje kakovosti podzemne vode – mreža za spremljanje kakovosti v daljših časovnih obdobjih, za ocenjevanje trendov in ugotavljanje vplivov nevarnih snovi na kakovost podzemne vode. Za opravljanje meritev je pristojen MOP.

---

\*Monitoring kakovosti površinskih vodotokov se izvaja od leta 1965, jezer od 1974, podtalnic od 1987, izvirov od 1992 in morja od leta 1970.

2. Mreže za kontrolo kakovosti virov pitne vode – ta mreža je vzpostavljena z namenom nadziranja vodnih virov, ki so namenjeni za preskrbo prebivalstva s pitno vodo. Za meritve so pristojna javna podjetja, ki opravljajo oskrbo prebivalstva s pitno vodo.
3. Lokalne mreže kakovosti podzemne vode – so organizirane s strani lokalnih skupnosti.
4. Mreže kakovosti podzemne vode obratovalnega monitoringa – stroške teh monitoringov nosijo onesnaževalci.

ARSO ima evidentirana vodovarstvena območja vodnih virov in zajetja. Podatki so dostopni v okviru interaktivnega naravovarstvenega atlasa, na spletni strani

<http://kremen.arso.gov.si/NVatlas/>. Poleg grafičnega prikaza vodovarstvenih območjih, razdeljenih na območja z režimi varovanja, in točk zajetij za posamezno območje in zajetje obstaja možnost prikaza atributnih podatkov. Podatki so zbrani na podlagi poročanja občin oziroma upravljavcev vodovodov, na podlagi veljavnih občinskih odlokov o zavarovanju vodnih virov in strokovnih podlag za zaščito virov. Baza še ni popolna in se bo dopolnjevala s sprejemanjem novih predpisov o zavarovanju. Register vodovarstvenih območij, ki ga na Agenciji RS za okolje vzpostavljajo od leta 2002, vodijo v obliki prostorske (geokodirane) računalniško vodene baze podatkov. Vsebuje podatke o prostorski razširjenosti posameznega vodovarstvenega območja in njegovih notranjih območjih, varovanih zajetjih, lokalni skupnosti, ki je posamezen odlok o varovanju sprejela, datumu sprejema odloka in uradnemu glasilu v katerem je objavljen. Poleg tega register vsebuje tudi druge podatke, kot so izdelovalec strokovnih podlag, upravljavec zajetja, viri zajema podatkov in podobno.

ARSO izdaja vodna dovoljenja in vodi evidenco izdanih vodnih dovoljenj. Vodna dovoljenja se izdajajo na podlagi prošnje zainteresirane stranke v skladu s Pravilnikom o oskrbi s pitno vodo. Vodno knjigo sestavlja evidenca o podeljenih vodnih pravicah in izdanih vodnih soglasjih ter zbirka listin. Vodni kataster sestavljajo popis voda in popis vodnih objektov ter naprav. V popis voda se vnašajo podatki o površinskih in podzemnih vodah, vodnih in priobalnih zemljiščih, vodnem in morskem dobru, varstvenih in ogroženih območjih (v skladu z Zakonom o vodah (*Uradni list RS, št. 67/02*)) in zavarovanih območjih v skladu z drugimi zakoni. V popis vodnih objektov in naprav se vnašajo podatki o vodni infrastrukturi in o vodnih objektih in napravah, namenjenih izvajanju vodnih pravic. Po uveljavitvi Pravilnika o

oskrbi s pitno vodo, je potrebno glede na nove določbe, vodna dovoljenja izdajati v primeru, ko vir oziroma vodovod, ki se iz njega napaja, oskrbuje več kot 50 prebivalcev na ime občine. Torej gre za spremembe v primeru vodovodov, ki so sedaj še zasebni, po novem, pa bodo postali last občin. V primeru, ko vodovod oskrbuje manj kot 50 prebivalcev, torej zasebni vodovod ali lastna oskrba s pitno vodo, se vodno dovoljenje podeli na ime vseh lastnikov hiš, ki so priključene na vodovod. Enako bo potrebno urediti vpis v zemljiško knjigo.

## 2.5 Primerjava

Ko želimo opisati stanje oskrbe s pitno vodo v Sloveniji in navesti podatke, ter jih predstaviti s številkami, pri pregledu obstoječih podatkovnih zbirk naletimo na različne informacije. Glede na vire, ki jih uporabimo, se ti podatki lahko tudi zelo razlikujejo. Na primer število vodovodnih sistemov (ki je po definiciji enako številu oskrbovalnih območij) je po podatkih Ministrstva za okolje in prostor 402, podatek Inštituta za varovanje zdravja o številu oskrbovalnih območij pa je 985 (podatek je za leto 2006). Vzrok za tako razliko je že v drugačnih definicijah, ki izhajajo iz področnih pravilnikov. Pri izdelavi povezanega sistema podatkov je namreč potrebno enolično definirati prostorske entitete, ki sistem sestavljajo. Primerjava podatkovnih sistemov IVZ (Zbirka podatkov o sistemih za oskrbo s pitno vodo in o skladnosti pitne vode) in MOP (Izvajalci javne službe) nam pokaže kar nekaj razlik. Glede na to, da sta bila podatkovna sistema vzpostavljena za različne namene (spremljanje kakovosti pitne vode v okviru državnega monitoringa ter spremljanje izvajanja javne službe oskrbe s pitno vodo), prihaja do razlik v poimenovanju in razdelitvi posameznih prostorskih enot. Tako bi bilo potrebno uskladiti definicije, ki izhajajo iz Pravilnika o pitni vodi in iz Pravilnika o oskrbi s pitno vodo.

### Pravilnik o oskrbi s pitno vodo (Uradni list RS, št. 35/06):

»**Sistem za oskrbo s pitno vodo** je sistem elementov vodovoda, kot so cevovodi, črpališča, vodohrani in čistilne naprave, ter oprema, kot so priključki in hidranti, ki pretežni del rednega obratovanja deluje kot samostojen vodovodni sistem, hidravlično ločen od drugih vodovodov. **Oskrbovalno območje** je eno ali več poselitvenih območij skupaj, ki ga s pitno vodo oskrbuje posamezni vodovod.«

Pravilnik o pitni vodi (Uradni list RS, št. 19/04):

»**Oskrbovalno območje** je zemljepisno določeno območje, ki se oskrbuje s pitno vodo iz enega ali več vodnih virov in znotraj katerega so vrednosti preskušanih parametrov v pitni vodi približno enake.«

Ne vsebuje posebne definicije, kaj je vodovodni sistem. Za njih je glavno merilo pri izvajanju monitoringa oskrbovalno območje in ne vodovodni sistem, ki ljudi oskrbuje. Pri tem velja opozoriti na nejasen oziroma nepravilen prevod direktive, ki jo pravilnik povzema.

Tabela B1, Direktiva o pitni vodi 98/83, ki jo vsebinsko povzema Pravilnik o pitni vodi:

»Note 1: **A supply zone** is a geographically defined area within which water intended for human consumption comes from one or more sources and within which water quality may be considered as being approximately uniform.« (Vir: Direktiva o pitni vodi 98/83)

»Opomba 1: **Črpališče** je zemljepisno opredeljeno območje, na katerem voda, namenjena za prehrano ljudi, prihaja iz enega ali več virov, znotraj katerega je lahko kakovost vode približno enotna.«

(Vir: uradni prevod, <http://europa.eu.int/eur-lex/sl/dd/docs/1998/31998L0083-SL.doc>)

Baza podatkov IVZ vsebuje več podatkov, tudi o upravljavcih vodovodnih sistemov, kjer ni vzpostavljena javna služba. IVZ že dolga leta opravlja vzorčenje vode in je v kontaktu z upravljavci. Prav tako ima preko območnih zavodov za zdravstveno varstvo boljši stik s posameznimi območji. Baza MOP je bila vzpostavljena na podlagi enkratnega poročanja. Torej gre za dva različna pristopa in za dve bazi. Uskladitev teh dveh baz bo nudila popoln pregled nad izvajanjem oskrbe s pitno vodo. Pozornost je potrebno posvetiti tudi kakovosti posredovanih podatkov, predvsem je potrebno upoštevati:

- napake,
- točnost podatkov,
- različni podatki različnih inštitucij – posledica različnega poročanja,
- primerjava števila uporabnikov,
- vir vode, lokacija in tip vira.

Za vzpostavitev sistema, kot smo si ga zastavili v nalogi, bi morala potekati dobra komunikacija in izmenjava podatkov med pristojnimi na pristojnih inštitucijah. Zato bi bilo najprej potrebno uskladiti način zbiranja podatkov in podatkovne baze. S tem ko je popravek Pravilnika o pitni vodi (*Uradni list RS, št. 92/06*) vse obveznosti komisije za pitno vodo prenesel na IVZ, je to v organizacijskem smislu dobro, saj je sedaj Inštitut v celoti pristojen za nadzor, svetovanje in odločanje. Izmenjava podatkov med MOP, ARSO in IVZ bo omogočala hitro prepoznavanje problemov ter pripomogla k njihovemu učinkovitemu reševanju. MOP bo lahko sredstva za investicije v komunalno infrastrukturo razporejal v vodovode, kjer prihaja do težav pri zagotavljanju zdravstveno ustrezne pitne vode.

### **3 OSKRBA S PITNO VODO**

#### **3.1 Zakonodaja in oskrba s pitno vodo**

##### **3.1.1 Zakon o varstvu okolja (*Uradni list RS, št. 41/04*)**

Zakon o varstvu okolja v 149. členu določa oskrbo s pitno vodo kot obvezno občinsko gospodarsko javno službo varstva okolja. Določa, da so objekti in naprave, potrebni za izvajanje javnih služb, javna infrastruktura lokalnega pomena. Občina ima v skladu s prostorsko zakonodajo tudi nalogo, da v svojih prostorskih aktih opredeli širjenje in razvoj naselja. Tako pripravi prostorski akt, v katerem je opredeljena tudi gradnja komunalne infrastrukture. Ministrstvo za okolje in prostor podrobneje predpiše vrste nalog, ki se izvajajo v okviru javnih služb ter metodologijo za oblikovanje cen, oskrbovalne standarde in tehnične, vzdrževalne, organizacijske ter druge ukrepe in normative za opravljanje javnih služb. Na podlagi zakona je bilo tako izdanih več predpisov, ki urejajo področje. Uredba o oblikovanju cen komunalnih proizvodov in storitev ureja področje določanja cen.

##### **3.1.2 Zakon o vodah (*Uradni list RS, št. 67/02*) in Pravilnik o oskrbi s pitno vodo (*Uradni list RS, št. 35/06*)**

Zakon ureja varovanje virov pitne vode in v 74. členu opredeli vodovarstvena območja. Da se zavaruje vodno telo, ki se uporablja za odvzem za javno oskrbo s pitno vodo, pred onesnaževanjem ali drugimi vrstami obremenjevanja, ki bi lahko vplivalo na zdravstveno ustreznost voda ali na njeno količino, vlada določi vodovarstveno območje. Določba, da vodovarstveno območje določi vlada, je bila novost v načinu varovanja vodnih virov, saj so pred tem pristojnost določanja vodovarstvenih območij in režimov imele občine. Določba in način varovanja izhajata iz smernice evropske direktive o vodah (WFD), ki skrb za varovanje vodnih količin in kakovosti vodi, daje na raven pristojnosti države. Trenutno, do sprejetja vladnih predpisov, so še vedno v veljavi občinski odloki o zavarovanju vodnih virov. Območje zajetja mora biti ograjeno in praviloma v lasti občine, zemljišča z vzpostavljenimi vodovarstvenimi režimi pa so lahko v privatni lasti. Zaradi omejitve rabe zemljišč v kmetijske

namene je v okviru Skupnih kmetijsko okoljskih programov (SKOP), posebna denarna postavka namenja za odškodnine kmetom lastnikom zemljišč z vzpostavljenimi vodovarstvenimi režimi. V okviru SKOP je določena dovoljena raba zemljišč na zavarovanih območjih. Zaradi interesa zaščititi in ohraniti kakovost vodnih virov bo na vodovarstvenih območjih potrebno prilagoditi načine kmetovanja v okviru dovoljenih dejavnosti. SKOP pripravi Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano (MKGP) v sodelovanju z Ministrstvom za okolje in prostor. Programi se pripravijo vnaprej za triletno obdobje.

Pravilnik o oskrbi s pitno vodo določa zahteve za oskrbo s pitno vodo, ki morajo biti izpolnjene pri opravljanju storitev obvezne občinske gospodarske javne službe varstva okolja oskrbe s pitno vodo in pri lastni oskrbi s pitno vodo. Občine so dolžne ministrstvu poročati podatke o upravljavcih vodovodov, upravljavci pa podatke o vodovodih. Pravilnik določa vsebino Operativnega programa oskrbe s pitno vodo, ki natančneje opredeli kategorije vodovodov ter določi roke in programe za izvedbo. Pravilnik vsebuje zahtevo obvezne priključitve na javni vodovod, kjer je to mogoče in hkrati prepoveduje lastno oskrbo s pitno vodo, če obstaja možnost priključitve na javni vodovod. Prav tako ni možna oskrba hkrati iz dveh virov – iz javnega vodovoda in iz lastnega vira. Upravljavci javnega vodovoda morajo vzpostaviti in začeti z vodenjem evidenc o naseljih, kjer zagotavlja storitve javne službe, stavbah, ki jih ne oskrbuje s pitno vodo na podlagi storitev javne službe, vodnih virih pitne vode, ki jih upravlja, celotni količini iz javnega vodovoda odvzete pitne vode zaradi opravljanja storitev javne službe, celotni količini in namenu porabe iz javnega vodovoda odvzete pitne vode za rabo pitne vode, za katero se ne zagotavljajo storitve javne službe, objektih in opremi javnega vodovoda in hidrantih in javnih hidrantnih omrežij. Upravljavec zasebnega vodovoda mora vzpostaviti in voditi evidence o naselju, kjer zagotavlja storitve, stavbah, ki so priključene na zasebni vodovod, vodnih virih pitne vode, ki oskrbujejo posamezni zasebni vodovod; količini in namenu porabe iz zasebnega vodovoda odvzete pitne vode, objektih in opremi zasebnega vodovoda in hidrantih in zasebnih hidrantnih omrežij.



### **3.1.3 Zakon o lokalni samoupravi (*Uradni list RS, št. 72/93*)**

Zakon določa dolžnosti in pristojnosti občin, kjer prihaja do kršitev ali neupoštevanja zakonov, ter nadzor državnih organov. Zakon določa, da občina za zadovoljevanje potreb svojih prebivalcev ureja, upravlja in skrbi za lokalne javne službe in opravlja druge dejavnosti varstva okolja, ureja in vzdržuje vodovodne ter skrbi za požarno varnost. Opravljanje lokalnih javnih služb občina zagotavlja na naslednje načine:

- neposredno v okviru občinske uprave,
- z ustanavljanjem javnih zavodov in javnih podjetij,
- z dajanjem koncesij,
- z vlaganjem lastnega kapitala v dejavnost oseb zasebnega prava.

Državni organi nadzorujejo zakonitost dela organov občin. V zadevah, ki jih na občine prenese država, pa opravljajo državni organi tudi nadzor nad primernostjo in strokovnostjo njihovega dela. Državni nadzor nad delom organa lokalnih skupnosti izvršujejo vlada in ministrstva. 88.a člen govori o nadzorstvu ministrstev nad zakonitostjo splošnih in posamičnih aktov občin v zadevah iz njihove pristojnosti. Ministrstvo mora zaradi opravljanja nadzorstva nad zakonitostjo dela organov občin zagotoviti ustrezno sodelovanje, medsebojno obveščanje in strokovno pomoč organom občin.

### **3.1.4 Zakon o gospodarskih javnih službah (*Uradni list RS, št. 32/93*)**

Z definicijo javne službe oskrbe s pitno vodo je določen odnos dejavnosti do ustreznih organov javne uprave, katerih naloga je opravljanje nadzora nad izvajanjem dejavnosti, določanje nalog izvajalcem ter urejanje sistema financiranja. Vpliv in poseganje države v dejavnost je utemeljen s prisotnostjo oziroma varovanjem javnega interesa, iz česar izhaja, da se sme vplivati na dejavnost le v obsegu in na način, ki zagotavlja izpolnjevanje javnega interesa. Za javno službo oskrbe s pitno vodo je značilno, da zagotavlja pitno vodo vsem uporabnikom vodovoda neprekinjeno in pod enakimi pogoji. Javna infrastruktura so po tem zakonu objekti, omrežja in naprave, ki so neposredno namenjeni izvajanju gospodarskih javnih služb.

Zakon o gospodarskih javnih službah (ZGJS) določa način in oblike izvajanja gospodarskih javnih služb. Gospodarske javne službe se financirajo s ceno javnih dobrin, iz proračunskih sredstev in iz drugih virov, določenih z zakonom ali odlokom lokalne skupnosti. Možne oblike zagotavljanja javnih služb so:

- režijski obrat,
- javni gospodarski zavod,
- javno podjetje,
- dajanje koncesij osebam zasebnega prava,
- vlaganje javnega kapitala v dejavnost oseb zasebnega prava.

### **3.2 Stanje in strategija oskrbe s pitno vodo**

Poselitveni vzorec Slovenije je odraz naravnih in zgodovinskih razmer. Zanj so značilni velika razpršenost in majhnost naselij v razmerju do števila prebivalcev ali površine države. V Sloveniji je 5961 majhnih naselij, od katerih jih ima kar četrtina manj kot 50 prebivalcev. Kar 90% naselij ima do 500 prebivalcev in le 7 mest več kot 20.000 prebivalcev. Značilna je zgoščena poselitev dolinskih in ravninskih delov. Razpršena poselitev prinaša tudi večje stroške, ki nastajajo zaradi strožjih zahtev na področju varstva okolja. Območja izseljevanja obsegajo že skoraj 40% površja slovenske države, saj prebivalstvo na teh območjih ne more več vzdrževati lokalne infrastrukture, kot tudi ne kulturne krajine. (Vir: Strategija prostorskega razvoja Slovenije)

Za opisano stanje gre iskati vzroke v preteklem času, ko so nastajala naselja. S širjenjem naselij se je povečevala potreba po vodi in širila so se tudi vodovodna omrežja, z višanjem življenjskega standarda se je povečevala poraba vode. Na podlagi takrat veljavnih predpisov so ljudje opremljali zemljišča za gradnjo in gradili infrastrukturo. Velike spremembe v politiki gospodarjenja z zemljišči in v prostorski zakonodaji, v strukturi lastništva objektov v zadnjih desetletjih so razlog, da razmere še niso povsem urejene. Mestna naselja so se širila po načrtih, pred gradnjo se je urejala infrastruktura. Na podeželju pa je bila gradnja večinoma samoiniciativna in ni bilo sprejetih prostorskih aktov, ki bi urejali gradnjo infrastrukture. Zato so ljudje samoiniciativno in z lastnimi sredstvi gradili tudi vodovode. Občine, krajevne

skupnosti so jim pri tem morda pomagale, finančno, normativno, ali pa tudi ne. Stanje se bo v celoti evidentiralo s poročanjem, ki je obvezno po Pravilniku o oskrbi s pitno vodo. Posledice se danes kažejo kot razpršena poselitev, veliko število majhnih naselij, kar skupaj s topografskimi značilnostmi močno vpliva na obseg in strukturo komunalne infrastrukture. Komunalne infrastrukture ni ali pa je razdrobljena, neučinkovita in ponekod zastarela. Problem predstavljajo predvsem vodne izgube na področju oskrbe z vodo in skromna priključenost prebivalcev na javno kanalizacijsko omrežje. Za Slovenijo je značilna tudi razdrobljenost upravljanja vodovodov, saj je upravljavcev več kot 70. Podjetja v večini primerov niso specializirana za dejavnost upravljanja z vodovodi, ampak opravljajo tudi druge dejavnosti s področja komunale in varstva okolja.

Nova znanja, nove metode in postopki so zvišali standarde oskrbe s pitno vodo in hkrati povečujejo zahtevnost upravljanja z vodovodi. Upravljavci vodovoda, ki nimajo strokovno usposobljenega kadra, ne morejo strokovno upravljati z vodovodom. Pri zasebnih vodovodih je problematično vzdrževanje, ni sistematičnega zbiranja sredstev za vlaganja v vodovod, ni preglednega poslovanja. Vodne pravice niso podeljene, ni urejeno plačevanje za rabo vode in plačevanje okoljske dajatve, ki se izračuna na podlagi porabljene pitne vode ali pavšala. Vsi vodovodi nimajo vgrajenega števca porabe, tam se poraba plačuje pavšalno. Ni pregleda, kako se porabljajo pridobljena sredstva, zbrana od uporabnikov vodovodov. Ni tekočega in investicijskega vzdrževanja. V takih primerih lahko hitro pride do sporov med uporabniki, saj niso določena pravila upravljanja in poslovanja. V takih primerih se potem pokaže želja uporabnikov, da vodovod v upravljanje prevzame izvajalec javne službe – komunalno vodovodno podjetje. Pojavljajo se tudi primeri, ko obstoječi uporabniki vodovoda, ki so tudi njegovi upravljavci ne dovolijo priklopa novih porabnikov. Kot razlog navedejo nezadostne količine vode za nov priklop ali da je vodovod njihov in preprosto ne želijo novih uporabnikov. Občina, ki predpiše pogoje za gradnjo, mora v takem primeru urediti razmerja z upravljavci vodovoda.

Vode so najpomembnejši vir za prostorski razvoj ter hkrati najbolj ranljiv obnovljiv naravni vir. Za prostorski razvoj Slovenije so najpomembnejši sistemi celinskih voda Savski hidrografski sistem z Ljubljano, Dravski, Murski in Soški hidrografski sistem, jezera in

morje. Z vodami iz teh sistemov se zagotavlja osnova za oskrbo z vodo ter za gospodarsko in rekreacijsko rabo. V okviru priprave prostorskih aktov se zagotavlja njihovo celovito obravnavo po povodjih in porečjih. Zaradi ranljivosti podzemnih voda, ki predstavljajo največje zaloge pitne vode v Sloveniji, in vodnih virov za oskrbo prebivalstva, se dejavnosti umešča v prostor v območja najmanjše ranljivosti ter s tako tehnološko prilagoditvijo rabe, da se kvaliteta podzemnih voda ali vodnih virov ne poslabšuje in njihova količina ne zmanjšuje. Prostorski razvoj dejavnosti se praviloma načrtuje tam, kjer je brez večjih prostorskih posegov možno zagotoviti ustrezno oskrbo prebivalcev s pitno vodo. V vododeficitarnih območjih se prioriteto zagotavlja urejeno oskrbo z vodo prebivalcem teh območij. Dejavnosti, ki bi pomenile izjemno povečanje potreb po vodi, se v vododeficitarnih območjih praviloma ne načrtuje.

Za zagotavljanje ustrezne oskrbe s pitno vodo je potrebno spodbujati obnovo in posodobitev vodooskrbnih sistemov ter njihovo povezovanje v bolj racionalne, učinkovite in strokovno nadzorovane sisteme. Sistem javne oskrbe s pitno vodo se bo razvijal v smeri zagotavljanja oskrbe na celotnih poselitvenih območjih. Za kakovostno zadovoljevanje potreb po pitni vodi se varuje vse obstoječe in potencialno pomembne vodne vire in spodbuja varčno in smotno rabo pitne vode. Kot vir tehnološke, požarne oziroma druge vode, ki ni namenjena pitju, se uporabi vire kot so padavinska voda, prečiščena odpadna voda in morska voda. Na vodovarstvena območja se usmerja dejavnosti, ki omogočajo prostorski razvoj in skladno z vodovarstvenim režimom ne ogrožajo kvalitete vodnih virov. Na obstoječih močno urbaniziranih ali kmetijskih območjih se v primeru ogroženosti vodnih virov uvaja ukrepe aktivne zaščite in umetnega bogatenja podzemne vode. Probleme vodooskrbe se prioriteto rešuje na vododeficitarnih območjih. V ta območja se ne usmerja novih velikih porabnikov vode, pri obstoječih pa se spodbuja uporabo najnovejših tehnologij in najboljših tehničnih rešitev pri pripravi in uporabi pitne in tehnološke vode. (Vir: Strategija prostorskega razvoja Slovenije)

### 3.3 Mali vodovodni sistemi

Po Pravilniku o oskrbi s pitno vodo (*Uradni list RS, št. 35/06*) za vodovodne sisteme, ki oskrbujejo 50 ali manj prebivalcev s stalnim prebivališčem oziroma distribuirajo manj kot 10m<sup>3</sup> vode na dan ali se nahajajo nad 1500 m nadmorske višine, ni potrebno da se oskrba s pitno vodo izvaja v obliki javne službe. Za vse večje vodovode pa pravilnik, glede na prehodno obdobje, predvideva da bodo do leta 2010 imeli strokovno usposobljenega upravljavca v okviru javne službe. Dejansko stanje danes je, da so nekateri, tudi večji, vodovodi v upravljanju vaških skupnosti, krajevnih vodovodnih odborov, celo ribiških in lovskih družin. Pri teh vodovodih oskrba ne poteka po načelih javne službe. Ti vodovodi oziroma ljudje, ki se iz njih oskrbujejo s pitno vodo v več pogledih niso izenačeni s tistimi, ki se jim oskrba vrši v okviru javne službe. Stroške ponavadi plačujejo pavšalno, po številu oseb, enkrat ali dvakrat letno, brez davka in okoljske dajatve, kar predstavlja neenakost. Okoljskih dajatev ter davkov ne plačujejo, ker te skupnosti ali odbori večinoma niso registrirani kot pravni subjekti in nimajo urejenih razmerij z državo. Če so registrirani, kot pravna oseba, bi za upravljanje potrebovali potrditev občinskega sveta.

V posameznih obdobjih je bila pristojnost upravljanja z vodovodi dodeljena takratnim komunalnim samoupravnim interesnim skupnostim, krajevnim skupnostim, vaškim vodovodnim odborom. Del tega se je, kljub spremembi predpisov, ohranilo do danes. Zato je v Sloveniji veliko vodovodov še vedno v upravljanju krajevnih skupnosti, vaških vodovodnih odborov, vodovodnih zadrug. Pravilnik o oskrbi s pitno vodo je za prenose upravljanja dal prehodno obdobje z rokom uveljavitve določb do leta 2015 za vodovode, ki oskrbujejo manj kot 15.000 prebivalcev. Pravilnik o pitni vodi iz leta 2004 je določil, da mora vsak vodovod imeti upravljavca, ki je odgovoren za oskrbo in kakovost vode. Če upravljavec ni določen, izvaja vse obveznosti upravljavca iz tega pravilnika lokalna skupnost. To pomeni, da je občina, v primeru ko upravljavec ni določen, odgovorna za kakovost vode. Občina mora skladno s Pravilnikom o oskrbi s pitno vodo določiti območja, kjer se opravlja oskrba s pitno vodo s storitvami javne službe, in območja, kjer se opravlja lastna oskrba prebivalcev s pitno vodo. Upravljavca zasebnega vodovoda je potrebno določiti v primeru, ko vodovod oskrbuje več kot pet stanovanjskih stavb, v katerih prebivajo prebivalci s stalnim prebivališčem, ali če

oskrbuje s pitno vodo stavbo ali več stavb, v katerih se izvaja gostinska, turistična ali živilska dejavnost. Za upravljavca zasebnega vodovoda občina potrdi pravno ali fizično osebo, s katero so lastniki zasebnega vodovoda sklenili pogodbo o upravljanju zasebnega vodovoda. Če med osebami, ki jih zasebni vodovod oskrbuje s pitno vodo v okviru lastne oskrbe prebivalcev s pitno vodo, ni doseženega soglasja o upravljavcu zasebnega vodovoda, občina za upravljavca zasebnega vodovoda določi izvajalca javne službe, ki oskrbuje sosednja poselitvena območja.

Pogled nekaj desetletij nazaj nam pokaže različne načine financiranja gradnje vodovodov, od samoprispevkov, gradnje z lastnim delom, prispevkov iz lastnih sredstev na podlagi sporazumov, komunalnih prispevkov ter financiranje iz občinskih proračunov. Danes bi bilo za nazaj težko vrednotiti in dokazovati deleže vloženih sredstev, porabljenega časa, materiala. Zakon o lokalni samoupravi je določil, da so objekti, ki služijo za izvajanje javne službe oskrbe s pitno vodo, postali last občine. Kjer se oskrba s pitno vodo izvaja v drugi obliki, lastniški deleži na omrežjih in napravah večinoma niso določeni. Če se smatrajo kot objekti, na katerih imajo pravico uporabe vsi zainteresirani, lahko rečemo, da so na nek način že javna last. Prenosi lastništva na občino z vzpostavitvijo javne službe naj v takih primerih ne bi bili problematični. Težave pa bi se lahko pojavile, kjer si posamezni lastniki zemljišč ali objektov, pripisujejo tudi lastništvo nad vodovodom. V takih primerih se že pojavlja problem pri priključevanju novih porabnikov. Na podlagi izračuna preteklih vlaganj je težko ovrednotiti in določiti višino prispevka za priključitev. Razmerja med upravljavci, ki niso uradno določeni, in občino so neurejena. V skladu s prostorsko zakonodajo občine določajo pogoje gradnje oziroma dajejo soglasja. Občine tudi odmerijo višino komunalnega prispevka, glede na opremljenost zemljišč za gradnjo. Vprašanje je, kako občine postopajo v primerih, ko niso lastnik infrastrukture. V primerih, ko vodovodna infrastruktura ni javna, komunalni prispevek ne sme vključevati plačila za vodovod, ampak se mora ta del plačati upravljavcu vodovoda. Slabo organizirani upravljavci, ki pogosto tudi nimajo urejenega načina pokrivanja stroškov v zvezi z vodovodom, strokovno usposobljenih oseb za upravljanje niti za ekonomsko poslovanje, težko določijo pogoje priklopa novih uporabnikov in višino plačila za priklop.

Pri takem načinu oskrbe lahko pogosto pride do nesoglasij, obenem pa tudi ni določb, kako jih reševati. Pojavljajo se primeri, kjer vsi porabniki niso enaki oziroma nimajo enakih pogojev, predvsem pri priključitvi novih objektov ali pri povečevanju zmogljivosti omrežja, saj medsebojna razmerja in obveznosti ponavadi niso natančno opredeljena. Vodovode so ljudje večinoma zgradili sami, z lastnim delom ali samoprispevkom, zato si pridržujejo lastninsko pravico. Vprašanje se postavlja glede vzdrževanja in posledično v kakšnem stanju so. Glede na povprečno starost teh vodovodov bodo v kratkem ali so že potrebna velika vlaganja v obnovo. Za te vodovode ni načrtov, pogosto niti podatkov o sistemih. Potrebno jih bo vzpostaviti ter jih vnesti v registre. Predajanje vodovodov v upravljanje javne službe, predstavlja velik finančni zalogaj za komunalna podjetja.

Pri vaških vodovodih pogosto ni strokovnega upravljanja in nadzora kakovosti vode. Ponekod imajo vzpostavljen nadzor po pogodbah z ZZV. Vprašanje je, kako se prevzema odgovornost v primeru neustrezne vode, vprašljivi so postopki in ukrepanje. Vprašanje je tudi, kako je urejen vodni vir, kako tak upravljavec izvaja vodovarstveni režim. Velikokrat taki viri nimajo določenega vodovarstvenega območja. Boljše je strokovno upravljanje, pravno in finančno urejeno, saj so tako ljudje kriti v primeru, da gre kaj narobe. V skladu s Pravilnikom o oskrbi s pitno vodo do sedaj zasebni vodovodi, ki oskrbujejo 50 ali več prebivalcev, pridobijo status javnega vodovoda. Njihovo upravljanje prevzame izvajalec javne službe oskrbe s pitno vodo, objekti in naprave do takrat zasebnega vodovodnega sistema pa pridobijo status javne infrastrukture v skladu z Zakonom o gospodarskih javnih službah. Upravljavci javnih vodovodov imajo izdelane načrte vodovodov in urejeno dokumentacijo. Vaški vodovodi nimajo urejene gradbene dokumentacije in niso vpisani v zemljiško knjigo. Grajeni so bili samoiniciativno, s strani lastnikov hiš, katere oskrbujejo z vodo. Potrebno bo vzpostaviti evidenco teh vodovodov, urediti gradbeno – tehnično in upravno dokumentacijo, ter vzpostaviti plačevanje vodarine ter okoljskih dajatev.

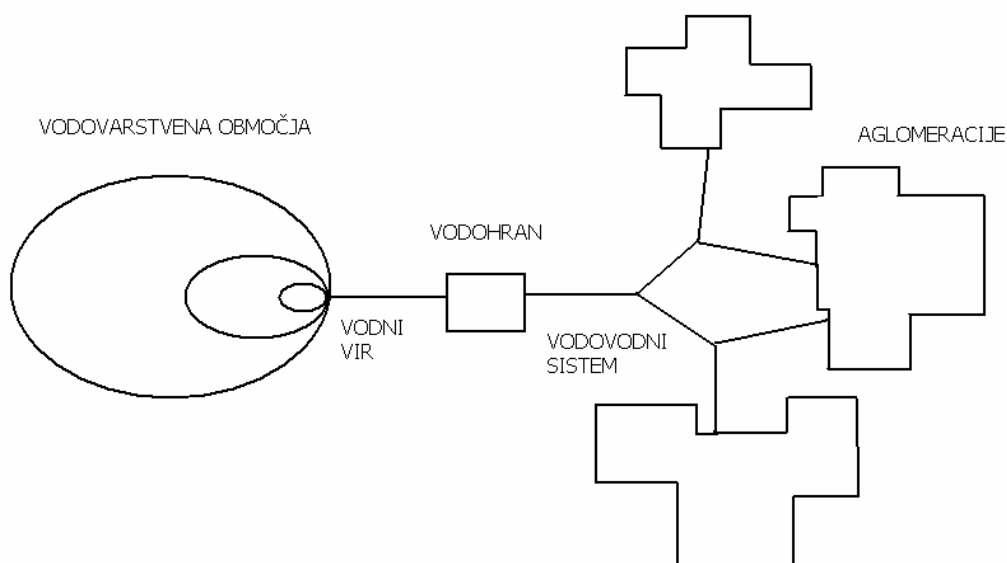
## **4 SKRB ZA KAKOVOST VODE IN NADZOR KAKOVOSTI**

### **4.1 Skrb za kakovost vode**

#### **4.1.1 Ukrepi za zagotavljanje ustrezne vode**

Proces oskrbe s pitno vodo obsega sklop elementov od zajetja vode do porabnika, shema je prikazana na Sliki 1. Ker se proces oskrbe s pitno vodo v posameznih primerih razlikuje, je potrebno podrobno analizirati vsak vodovodni sistem posebej. Ko spoznamo obseg in karakteristike elementov v vodovodnem sistemu, lahko identificiramo tudi vse potencialne nevarnosti in tveganja. Več kot polovica vseh vodovodnih sistemov v Sloveniji ima proces oskrbe s pitno vodo omejen le na črpanje in distribucijo vode v omrežje. V primerih, ko ni dodatne obdelave oziroma čiščenja vode, se postavlja vprašanje, ali je preventiva na območju vodnih virov dovolj zanesljiva in učinkovita za zagotavljanje kakovostne pitne vode. V Sloveniji imamo precejšen delež izvirov vode s kraškimi lastnostmi, za katere je značilna kakovost vode podobna površinski vodi ter zmanjšana ali odsotna možnost samočiščenja. V Veliki Britaniji in v ZDA so v zvezi s površinskimi vodami znani resni pojavi parazitnih obolenj, kar je botrovalo sprejetju posebnega pristopa, pri obravnavi vode z lastnostmi površinske vode. Ko voda predstavlja možnost prenosa nevarnih agensov, se dodatna varnost zagotavlja skozi niz barier čiščenja in dezinfekcije s ciljem zagotoviti zdravstveno ustrezno pitno vodo. Za lažjo identifikacijo vseh potencialnih nevarnosti v procesu se je potrebno natančno seznaniti z namenom in karakteristikami vsakega posameznega elementa, ki ga sistem vsebuje. Pri tem si pomagamo s shemo procesa oskrbe, ki vsebuje glavne faze procesa: zajetje s črpališčem, postopki čiščenja, dezinfekcija, shranjevanje in distribucija vode. Shema mora biti izdelana tako, da je možno vključiti dejavnike tveganja, poti prenosa in preventivne ukrepe. Ker je proces oskrbe v mnogih primerih odvisen predvsem od kvalitete surove vode, je treba pri analizi izhajati iz vrste vira pitne vode. (Vir: Gregorič, M. 2002)





Slika 1: Shema elementnov oskrbe s pitno vodo

Pomembno je, da je za vsak vodovodni sistem izdelana preventivna strategija od vodnega vira do porabnika. Zagotavljanje varnosti preko večjega števila barier je nedvomno najučinkovitejši način. Prispevno območje vodnega vira je primarna in najpomembnejša bariera nadzora s stališča zagotavljanja varnosti oskrbe, ki temelji na izvajanju režima na varovanih območjih. Intenzivno kmetijstvo, industrija, vremenske ujme, ter ekološke nesreče na prispevnem območju vodnih virov lahko povzročijo kemijsko ali mikrobiološko tveganje. Vodne vire varujemo z režimi na vodovarstvenih območjih. Obseg posameznih varstvenih območij ter razporeditev zaščitnih ukrepov oziroma omejitev lahko bistveno vpliva na učinkovitost varovanja. Pri njihovi določitvi je potrebno upoštevati geološke in hidrogeološke razmere, kakovost in izdatnost vira, tehnični način rabe ter vrsto in položaj zajetja. Glede na stopnjo tveganja so zaščitni ukrepi običajno razporejeni v tri varstvena območja, pri čemer se upošteva:

- omejevanje določenih dejavnosti,
- čas potovanja onesnaževala od mesta vnosa pa do mesta zajetja, kar velja le za organsko razgradljive snovi,
- stopnjo redčenja onesnažila.

Izvajanje zaščitnih ukrepov pomeni tudi določeno sanacijo obstoječega stanja. Pri tem nas izvajanje ukrepov zavezuje k opustitvi določenih dejavnosti, ki so že potekale na tem prostoru, tehnološkim izboljšavam, ter k omejevanju drugih dejavnosti. Za učinkovito izvajanje režima je potrebno redno spremljanje in evidentiranje aktivnosti ter posegov v vodovarstvena območja. Z evidentiranjem varovalnih posegov pri vodnih virih in ohranjanje primerne rabe prostora je mogoče zagotoviti podatke in pripraviti ukrepe za varovanje vodnih virov – načrt varovanja vodnih virov. Z evidentiranjem porabe fitofarmaceutskih sredstev ter gnojil in krajev uporabe lahko preprečimo nadaljnje onesnaževanje. Z vzpostavitvijo mreže merilnih mest lahko spremljamo kakovost površinskih in podzemnih voda, ki se uporabljajo kot vir pitne vode. Mreža merilnih mest nam pomaga pri identifikaciji virov onesnaženja in izvedbi ukrepanja. (Vir: Gregorič, M. 2002)

Skrb za kakovost vode se začne pri varovanju virov vode. V Sloveniji je prisoten problem prepletanja dejavnosti v prostoru. Značilne so ozke doline, kjer so pogosto vodonosniki, pojavljajo pa se tudi različne dejavnosti, poselitev, promet in kmetijstvo. V skladu s Pravilnikom o kriterijih za določitev vodovarstvenega območja (*Uradni list RS, št. 64/04*) je potrebno izdelati analizo tveganja, v kateri je potrebno določiti potencialno ogroženost za posamezen vodni vir (potencialni viri in načini onesnaženja). To bi lahko povezali v okviru baze vodovarstvenih območij na ARSO, kjer vodijo tudi evidenco onesnaževal (izpusti v reke, industrijsko onesnaževanje), ter povezali s podatki o kmetijski rabi zemljišč (MKGP) in o objektih (GURS). Pristop k vzpostavitvi varovanja virov bi bil lahko: ko se evidentira vodovodne sisteme, se v sklopu tega popiše tudi vse vodne vire. Vsak vodovodni sistem ima vsaj en vir (rezerve), za katere mora biti določen vodovarstveni režim. Na tak način bi se lahko dopolnila baza o vodovarstvenih območjih, ter bi lahko izdali akte o zavarovanju. Vzpostavljen sistem potencialnih onesnaževal bi služil v primeru, da gre kaj narobe in bi takoj vedeli, kako ukrepati.

Tudi v omrežju lahko pride do poslabšanja kakovosti vode. In sicer če je sistem predimenzioniran, na primer pri manjših vodovodih, ko je na vodovodu poleg pokrivanja potreb po pitni vodi še požarna voda. Boljša rešitev pri manjših sistemih so zato požarni bazeni, ki se lahko napajajo iz vodovoda.

### **Vododelnice ali točke najnižjega tlaka v vodovodnem omrežju**

V vodovodnem sistemu med zajetjem in črpališči na eni ter vodohrani in razbremenilniki na drugi strani, lahko pride do systemske vododelnice, ki tudi loči področje oskrbe s pitno vodo. Na vodovodnem sistemu nastanejo hidravlično pogojene vododelnice in sicer primarne, sekundarne in terciarne. Primarne vododelnice pogojuje vodovodni sistem, sekundarne in terciarne pa poraba vode. V področju vododelnice ali točk najnižjega tlaka hitrost toka pada proti nič, zato močno padejo vlečne sile in pride do sedimentacije transportnega materiala v cevovodu. Sedimentiran material v ceveh predstavlja pogoj za nastanek anaerobnega procesa ali procesa redukcije. To pa so procesi, ki predstavljajo potencialno nevarnost za onesnaženje pitne vode v vodovodu, česar ne more izničiti niti občasna šok klorinacija. Do vododelnice lahko pride zaradi karakteristične porabe vode tekom dneva, na vodovodnem omrežju pa se lahko prostorsko spreminja. Nastane ob veliki točkovni porabi, na primer zaradi defekta na omrežju ali zaradi gašenja požara. Vododelnica na cevovodu se pojavi v primeru, ko je poraba vode tako velika, da se proti mestu porabe ustvari dvostranski dotok vode. Sprejemljivi delež vodnih izgub znaša med 2-5% distribuirane vode, saj so defektna mesta na cevovodu potencialna nevarnost za onesnaženje. Da voda na mestu izgub le izteka iz cevi, drži samo v primeru hidrostatičnih razmer v vodovodu. Zaradi spremenljive porabe pitne vode pa se spreminja tudi tlak v sistemu. V primeru podtlaka lahko v omrežje pride zunanje onesnaženje. Zato je za popoln nadzor kakovosti vode potrebno jemati vzorce vode tako, da analize dajo pregled nad celotnim vodovodnim omrežjem in nad posameznimi vodovodnimi objekti. (Vir: Petrešin, E. 2002)

Za spremljanje razmer pa je prav tako pomembno, da je za vodovod izdelan hidravlični model, ki omogoča upravljavcu primerjavo izračunanih in izmerjenih vrednosti pretoka in tlaka. Na tak način lahko hitro prepozna morebitne napake v delovanju sistema ter odpravi njihove vzroke. Hidravlični modeli bi se morali vzpostaviti tako, da bi se vršila t.i. »on-line« kontrola stanja v vodovodnem sistemu. Na omrežju bi morale biti nameščene merilne naprave za kontrolo pretoka in tlaka, podatki pa bi se zbirali v centru, kjer bi jih primerjali z vrednostmi iz hidravličnega modela. (Vir: Peklaj, U. 2006)

#### 4.1.2 Postopki obdelave vode

Priprava vode je obdelava vode, s katero se zagotovi njena skladnost in zdravstvena ustreznost. Pri izbiri vode za oskrbo s pitno vodo ima prednost voda, za katero priprava ni potrebna. Vodi se ne sme dodati nobenih drugih snovi, razen snovi, ki so potrebne za pripravo. Snovi, ki se uporabljajo za pripravo, in nečistoče, ki jih te snovi vsebujejo, ne smejo biti v pitni vodi v višji koncentraciji, kot določa pravilnik in ne smejo, posredno ali neposredno, vplivati na zdravje ljudi. Kjer je razkuževanje del priprave ali distribucije pitne vode, mora upravljavec preverjati učinkovitost uporabljenega postopka in zagotoviti, da je vsako onesnaženje s stranskimi produkti razkuževanja kolikor mogoče na nizki ravni, ne da bi bil pri tem ogrožen učinek razkuževanja. Materiali in snovi, ki so v stiku s pitno vodo, ne smejo glede fizikalnih, kemijskih ali mikrobioloških lastnosti vplivati na skladnost pitne vode. (Vir: Pravilnik o pitni vodi (*Uradni list RS*, št. 19/04 ))

Glavno vodilo pri odločitvi o postopkih obdelave vode je kvaliteta surove vode in režim varovanja vodnega zaledja. Načini in postopki priprave se določajo na osnovi stanja v vodovarstvenem območju, značilnosti zajetja, ugotovitev laboratorijskih preiskav vode ter stanja drugih elementov oskrbe z vodo. Za pripravo pitne vode se lahko uporabljajo različni biološki, kemijski, fizikalni in membranski procesi oziroma kombinacije teh procesov. Za podtalnico v drobno peščenih naplavinskih vodonosnikih je naravna filtracija zadovoljiva tako v pogledu motnosti kot tudi v mikrobiološkem pogledu, saj prestreže marsikatero onesnaženje. V teh primerih, v kolikor ni drugih nevarnosti, ni potrebna dodatna obdelava vode. Do pojava parazitarnih obolenj prenesenih s pitno vodo je prevladalo mišljenje, da mikrobiološko onesnaženje vode ustrezno odstranimo s filtracijo na zadovoljivo kalnost ter z naknadno dezinfekcijo. V zadnjem desetletju je razvoj usmerjen v tehnično, tehnološko in ekonomsko učinkovito sonaravne fizikalne in biološke postopke priprave pitne vode brez uporabe kemikalij. V zadnje obdobju se tako vse bolj uveljavljajo membranski procesi, ki zagotavljajo uspešno odstranjevanje koloidno suspendiranih delcev, brez ostankov kemikalij v prečiščeni vodi.

Podzemna voda je v Sloveniji vir za približno dve tretjini vodovodnih sistemov. Pri tem se v polovici primerov vodo samo črpa in distribuira porabnikom, v drugi polovici pa je v uporabi še dezinfekcija, redno ali občasno, v treh primerih je postopek omejen le na filtracijo, ter v petih primerih na postopek filtracije in dezinfekcije. Pri površinskih vodah in pri vodah, ki prihajajo v stik s površinskimi (kraške vode), je značilna odsotnost ali zmanjšana možnost samočiščenja, kar pri njihovi obravnavi kot vira pitne vode zahteva poseben pristop. Te vode na svoji poti pobirajo onesnaženje in se bogatijo z glinenimi sedimenti, ki se pojavljajo kot koloidni delci (motnost) in slabijo učinek dezinfekcije. Predvsem je pomembno odstranjevanje parazitov, ki so odporni na delovanje dezinfekcijskih sredstev in so hkrati indikator učinkovitosti čiščenja (filtracije) pitne vode. V takih primerih je potrebno zagotoviti večstopenjsko čiščenje (multibarrier concept). Večstopenjsko čiščenje mora zadostiti najmanj klasični obdelavi vode z elementi koagulacije – flokulacije – sedimentacije – filtracije. S temi postopki bistveno omejimo motnost in zmanjšamo število mikroorganizmov, ki so prisotni v surovi vodi. Najpomembnejša bariera je dezinfekcija, ki v optimalnih okoliščinah zagotavlja najvišjo mikrobiološko varnost. Dobra tretjina vseh sistemov v Sloveniji se napaja vsaj iz enega vira, ki ima lastnosti površinske vode. Od tega ima le četrtina vodovodnih sistemov v proces vključeno eno ali več faz obdelave. (Vir: Gregorič, M. 2002)

## **4.2 Nadzor kakovosti vode**

### **4.2.1 Monitoring kakovosti voda, ki se jih odvzema za oskrbo s pitno vodo**

Za površinske vode veljata Pravilnik o imisijskem monitoringu kakovosti površinskih voda, ki se jih odvzema za oskrbo s pitno vodo (*Uradni list RS, št. 40/01*) in Uredba o kakovosti površinskih voda, ki se jih odvzema za oskrbo s pitno vodo (*Uradni list RS, št. 125/00*).

Nadzor kakovosti podzemne vode določa Pravilnik o imisijskem monitoringu podzemne vode (*Uradni list RS, št. 42/02*). V okviru tega monitoringa se izvaja tudi monitoring vodnih teles površinske vode, ki umetno ali naravno bogatijo vodonosnik in obsega merjenje enakih parametrov kot pri podzemni vodi. Uredba o kakovosti podzemne vode (*Uradni list RS, št.*

11/02) predpisuje ugotavljanje kemijskega stanja podzemne vode, standarde kakovosti podzemne vode, ter merila za dobro in slabo kemijsko stanje podzemne vode.

#### 4.2.2 Državni monitorinig pitne vode

Monitoring vključuje mikrobiološke in indikatorske parametre. Ne išče se povzročiteljev bolezni, ampak se na podlagi mikrobiološke slike vzorca ugotovi, ali je voda zdravstveno ustrezna (glede na kriterije iz pravilnika). Na podlagi rezultatov vzorčenja se ugotovi, če je voda fekalno onesnažena (če so prisotni *E. coli*, enterokoki). V takem primeru je prišlo do kontaminacije z odpadno ali površinsko vodo in obstaja potencialna nevarnost, da so v vodi tudi povzročitelji bolezni. Za preverjanje, ali pitna voda izpolnjuje zahteve Pravilnika o pitni vodi, ter zlasti zahteve za mejne vrednosti parametrov, je določeno spremljanje pitne vode (monitoring). Nosilec monitoringa je javni zdravstveni zavod, ki je ustanovljen za spremljanje izvajanja ukrepov za odkrivanje in odpravljanje zdravju škodljivih ekoloških in drugih dejavnikov za območje države in ga imenuje minister za zdravje. Pravilnik določa načine odvzema vzorcev, ter načine hranjenja in analiziranja.

Monitoring pitne vode je predpisan s Pravilnikom o pitni vodi (*Uradni list RS, št. 19/04 in 35/04*). Ministrstvo za zdravje sprejme letni program monitoringa pitne vode, v katerem določijo mesta vzorčenja, pogostost vzorčenja, vzorčevalce in laboratorije. Predlog programa monitoringa za pitno vodo 2006 je pripravil nosilec monitoringa v sodelovanju s Komisijo za pitno vodo, Zdravstvenim inšpektoratom RS, Uradom za kemikalije RS, Upravo RS za varstvo pred sevanji in predstavniki upravljavcev. Predlog programa obsega naslednje sklope, iz katerih so razvidna mesta vzorčenja, pogostost vzorčenja, vzorčevalci in laboratoriji, ki izvajajo preskušanje vzorcev:

- število oskrbovalnih območij, število rednih in število občasnih preskušanj po regijah in po velikosti oskrbovalnih območij,
- kriteriji za vzorčenje pitne vode v oskrbovalnem območju,
- kriteriji za nabor pesticidov,
- vzorčenje pitne vode.

Pri naboru pesticidov so upoštevani naslednji kriteriji: rezultati monitoringa pitne vode in drugih monitoringov v Sloveniji (ARSO, strokovni nadzori), evidenca prodaje fitofarmaceutskih sredstev (evidenca porabe se še ne vodi), zahteve Pravilnika o pitni vodi, priporočila avstrijskega pravilnika o pitni vodi, smernice Svetovne zdravstvene organizacije in Agencije za varstvo okolja ZDA (EPA). Zahteve po geografski določitvi nabora pesticidov zaenkrat ni mogoče upoštevati, saj bi bilo potrebno določiti pesticide za vsako oskrbovalno območje posebej glede na potencialno ogroženost. Za to so potrebni podatki o vodovarstvenih območjih za vsak vir. Zaenkrat sistematično zbranih podatkov o lokaciji uporabe posameznega sredstva ni in je zato program načrtovan enotno za celo Slovenijo. Povezana podatkovna baza podatkov IVZ in ARSO o vodnih virih, bi omogočila optimalen izbor parametrov za monitoring pitne vode. Pred vključitvijo novega vodnega vira v sistem za oskrbo s pitno vodo mora upravljavec najmanj eno leto spremljati skladnost vode vodnega vira. (Vir: Program monitoringa pitne vode 2006)

Glede obsega in frekvence vzorčenja mora biti program izdelan v skladu s pogoji pravilnika, ki predpisuje število vzorcev v odvisnosti od števila prebivalcev oziroma količine distribuirane vode na oskrbovalnem območju. Vzorčenje pomeni odvzem vzorca pitne vode za mikrobiološka in fizikalno-kemijska preskušanja vključno s terenskimi meritvami, na istem mestu vzorčenja in ob istem času odvzema vzorca. Vzorčenje za preskušanje na radioaktivnost se opravi hkrati z rednim ali občasnim vzorčenjem po dogovoru z Upravo RS za varstvo pred sevanji. Število vzorcev mora biti enakomerno razporejeno v času in prostoru, zato je pripravljen tedenski raspored izvajanja monitoringa pitne vode za redna in občasna preskušanja. Z rednimi preskušanja se zagotavlja osnovne informacije o pitni vodi, pa tudi informacije o učinkovitosti priprave pitne vode (še zlasti dezinfekcije), kjer se ta uporablja, z občasnimi preskušanja pa informacije o skladnosti pitne vode za vse parametre pravilnika. Vzorce se odvzema na posamezni pipi uporabnika. Pri geografskem razporejanju mest vzorčenja v oskrbovalnem območju se prednostno upošteva enakomernost geografske razporeditve oziroma razvejanost omrežja in gostoto prebivalstva. Število vzorcev se lahko zmanjša, če so vrednosti rezultatov v obdobju vsaj dveh zaporednih let stalne in znatno boljše od mejnih vrednosti in je verjetno, da ne bo noben dejavnik povzročil poslabšanja. Pogostost ne sme biti manjša kot 50% števila vzorcev, opredeljenih v pravilniku (Preglednica 1).

Preglednica 1: Minimalne frekvence vzorčenja pitne vode v vodovodnem sistemu

Število ljudi	Število odvzetih vzorcev na mesec
Manj kot 5000	1 vzorec
5000 – 100 000	1 vzorec na 5000 ljudi
Več kot 100 000	1 vzorec na 10 000 ljudi + 10 dodatnih vzorcev

Oskrbovalna območja so določili zavodi za zdravstveno varstvo skupaj z upravljavci. Kot mesta vzorčenja se praviloma določijo javni objekti, kot so vrtci, šole, gostilne, restavracije. Če v oskrbovalnem območju ni javnega objekta, se določi kot mesto vzorčenja stanovanjski objekt. V osmem členu Pravilnika o pitni vodi je določeno, da se vzorce za ugotavljanje skladnosti jemlje na pipah oziroma mestih, kjer se voda uporablja kot pitna. V prilogi pravilnika je navedeno, da se posamezni vzorci lahko vzamejo znotraj distribucijskega omrežja v posameznem oskrbovalnem območju, če se vrednosti parametrov ne spreminjajo do mesta uporabe. Količine distribuirane vode so izračunane kot povprečja v koledarskem letu. Namesto količine pitne vode se lahko za določitev minimalne pogostosti preskušanja uporabi število prebivalcev na oskrbovalnem območju, pri čemer se upošteva poraba vode 200 l/dan na prebivalca. Pri nadomestni oskrbi s pitno vodo s cisternami se mora pitna voda preskušati vsakih 48 ur.

Rezultate preiskav vzorcev pitne vode odvzetih v okviru državnega monitoringa posamezni vzorčevalni laboratoriji (ZZV) posredujejo na IVZ, kjer jih vnesejo v Zbirko podatkov o sistemih za oskrbo s pitno vodo. Na podlagi pridobljenih podatkov na IVZ v začetku leta pripravijo poročilo o monitoringu pitne vode za preteklo leto. Rezultate posameznih preiskav posredujejo upravljavcem vodovoda, ki so dolžni izvesti ukrepe, v primerih, ko je bil vzorec neustrezen. Potrebno je poiskati vzrok za preseganje parametra in ga odpraviti. Roki v katerih morajo biti rezultati terenskih meritev in preskušanj vzorcev v monitoringu pitne vode vneseni in potrjeni v Zbirki podatkov o sistemih za oskrbo s pitno vodo so:

- za vnos rezultatov terenskih meritev 2 dni ali v primeru vikenda 4 dni,
- **14 dni za redna in občasna mikrobiološka preskušanja,**
- **8 dni za redna kemijska preskušanja in**
- **30 dni za občasna kemijska preskušanja.**



Podatki o rezultatih laboratorijskih preskusov pitne vode, pridobljenih pri monitoringu, morajo biti uporabnikom vedno na razpolago pri upravljavcu. Upravljavci so dolžni IVZ najmanj enkrat letno sporočati podatke o sistemih za oskrbo s pitno vodo. Vrsto podatkov določi IVZ, ki tudi pripravi letno poročilo o pitni vodi za preteklo leto. Kadar se v okviru izvajanja notranjega nadzora ali monitoringa ugotovi, da pitna voda ni skladna, mora upravljavec nemudoma ugotoviti vzroke neskladnosti in izvesti ukrepe za njihovo odpravo. Ukrepi morajo upoštevati stopnjo prekoračitve mejne vrednosti parametra in potencialno nevarnost za zdravje ljudi. Če uporaba pitne vode predstavlja potencialno nevarnost za zdravje ljudi, mora upravljavec prenehati z dobavo vode oziroma sprejeti ukrep, ki je potreben za varovanje zdravja. Pravilnik določa, kako mora upravljavec postopati v takih primerih. (Vir: Program monitoringa za leto 2006 in Pravilnik o pitni vodi)

Pri primerjavi podatkov in poročil o monitoringu pitne vode se pokaže porast števila mikrobiološko neustreznih vzorcev glede na leti 2002 in 2005, kljub temu da so mejne vrednosti za parametre ostale nespremenjene (Preglednica 2, Grafikon 1). V letu 2004 je Pravilnik o pitni vodi nadomestil Pravilnik o zdravstveni ustreznosti pitne vode. Spremenile so se pristojnosti za izvrševanje nadzora kakovosti pitne vode. Preje so bile te pristojnosti na območnih ZZV, Pravilnik o pitni vodi pa je uvedel notranji nadzor, za katerega so zadolženi upravljavci posameznega vodovodnega sistema.

Težave s preseganjem mikrobioloških parametrov se pojavljajo po vseh državah članicah Evropske skupnosti v številnih vodovodnih sistemih, vendar ponavadi le majhen delež odvzetih vzorcev ne ustreza mejnim vrednostim iz direktive. V večini držav je ta delež manjši od 1%, manj kot 2% v Franciji, Grčiji in Belgiji, ter od 3 do 5% na Irskem in v Italiji.

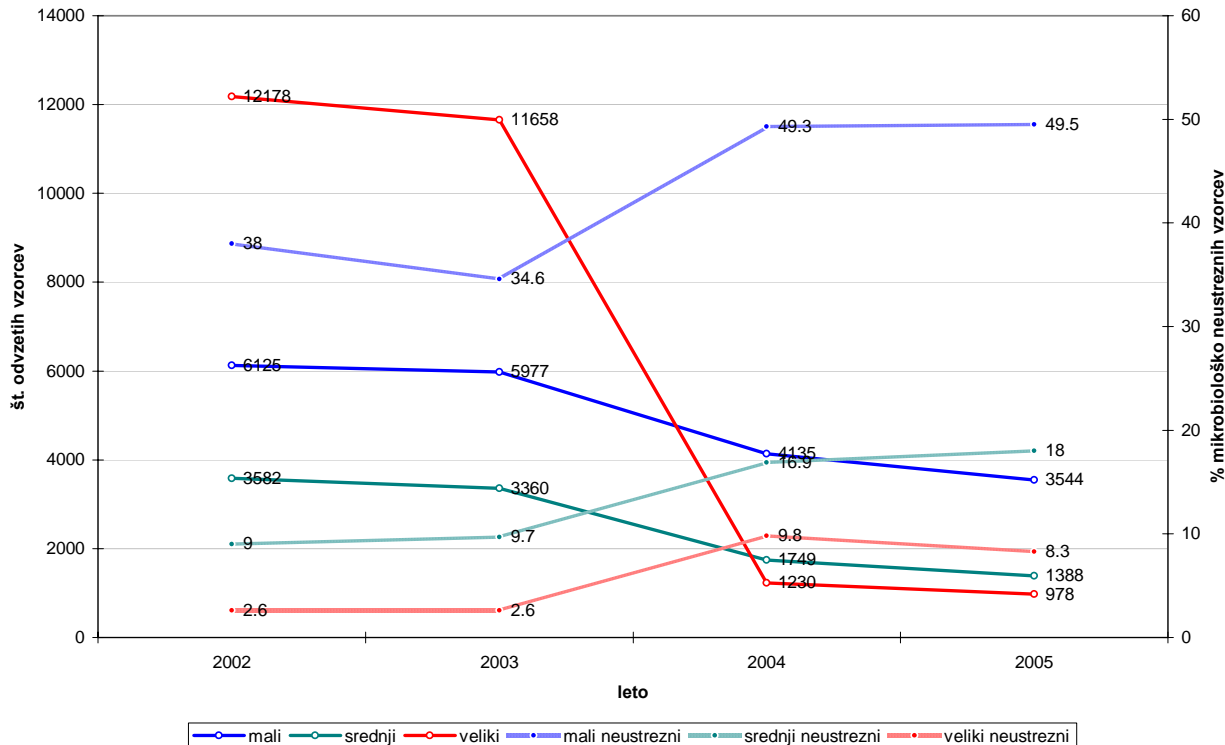
(Vir: Poročilo o pitni vodi v državah članicah EU za obdobje 1993-1995)

Če primerjamo z rezultati v Sloveniji, imamo večji delež v primerjavi z drugimi članicami EU. Za območja, za katera se poroča (to so oskrbovalni sistemi večji od 5000 PE), delež neustreznih mikrobioloških vzorcev znaša 10,5%. (Podatek je za leto 2005, vir podatkov Poročilo o monitoringu pitne vode za leto 2005.)

Preglednica 2: Delež mikrobiološko neustreznih vzorcev glede na število odvzetih vzorcev  
 (Vir podatkov: Poročilo o monitoringu pitne vode za leta 2002, 2003, 2004 in 2005)

mikrobiološko neustrezni vzorci [%]				
leto	2002	2003	2004	2005
MALI SISTEMI (50-1000)	38	34.6	49.3	49.5
SREDNJI SISTEMI (1001-10.000)	9	9.7	16.9	18
VELIKI SISTEMI (> 10.000)	2.6	2.6	9.8	8.3
<b>SKUPAJ</b>	<b>13.6</b>	<b>12.9</b>	<b>34.5</b>	<b>35.3</b>
odvzeti vzorci [število]				
MALI SISTEMI (50-1000)	6.125	5.977	4.135	3.544
SREDNJI SISTEMI (1001-10.000)	3.582	3.36	1.749	1.388
VELIKI SISTEMI (> 10.000)	12.178	11.658	1.23	978
<b>SKUPAJ</b>	<b>21.885</b>	<b>20.995</b>	<b>7.114</b>	<b>5.91</b>

Grafikon 1: Primerjava rezultatov vzorčenj po letih



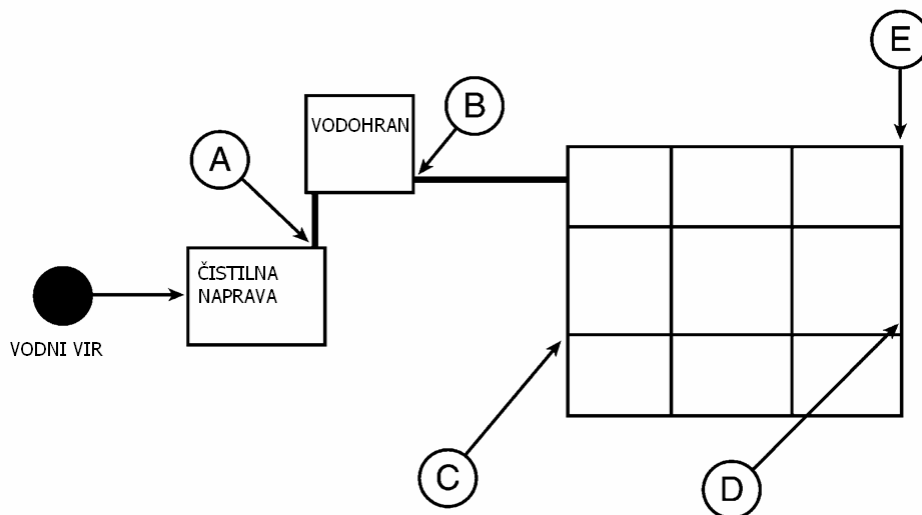
### 4.2.3 Notranji nadzor

Upravljevec mora izvajati notranji nadzor. Notranji nadzor mora biti vzpostavljen na osnovah HACCP sistema, ki omogoča prepoznavanje mikrobioloških, kemičnih in fizikalnih agensov, ki lahko predstavljajo potencialno nevarnost za zdravje ljudi, izvajanje potrebnih ukrepov ter vzpostavljanje stalnega nadzora na tistih mestih (kritičnih kontrolnih točkah) v oskrbi s pitno vodo, kjer se tveganja lahko pojavijo. HACCP načrt mora vsebovati tudi mesta vzorčenja, vrsto preskušanj in najmanjšo frekvenco vzorčenja. Notranji nadzor se izvaja v skladu s predpisi, ki urejajo zdravstveno ustreznost živil.

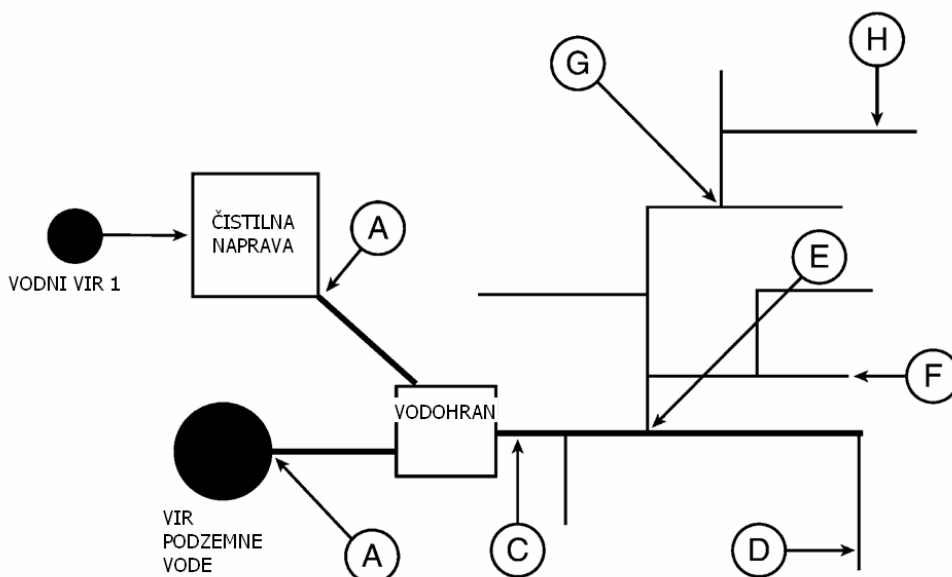
Zakon o zdravstveni ustreznosti živil in izdelkov, ki prihajajo v stik z živili (*Uradni list RS, št. 52/00*) vpeljuje obvezo notranjega nadzora po sistemu HACCP tudi na področju javne oskrbe s pitno vodo. Osnovo sistema HACCP predstavlja obvladovanje tveganj. Tveganje v tem primeru predstavlja verjetnost nastanka zdravju škodljivih posledic zaradi izpostavljenosti dejavnikom tveganja v biološkem, kemijskem in fizikalnem smislu. Analiza tveganj in kritične kontrolne točke sistema HACCP za celotni sistem oskrbe z vodo torej predstavljajo analizo na vodovarstvenih območjih, v objektih zajema, priprave in predelave vode ter na območju vodovodnega sistema vse do pipe potrošnika. Notranji nadzor tako predstavlja skupaj z imisijskim monitoringom voda ter kemijsko-fizikalnim in mikrobiološkim nadzorom pitne vode bistveni element za zagotavljanje varne oskrbe z vodo. (Vir: Peterman, M. 2002)

Kritično točko pri oskrbi s pitno vodo predstavlja vir vode, ki je izpostavljen vplivom iz okolja. Kritične točke se določi glede na ranljivost vira (ocenjene na podlagi hidrogeoloških lastnosti vodonosnika) in glede na njegovo ogroženost (ogrožajo ga lahko točkovni, linijski in ploskovni viri onesnaževanja). Voda se v sistemu ob pravilni dimenzioniranosti, vzdrževanju in delovanju sistema ne more onesnažiti. Kritične točke v vodovodnem sistemu lahko nastopijo ob nepravilni dimenzioniranosti sistema, in sicer, če je sistem predimezioniran in prihaja do zastajanja vode ali v primerih podtlakov v omrežjih, ko lahko ob hkratnem slabem tesnjenju, v cev prihajajo neželene snovi. Za popoln nadzor je tako potrebno določiti kritične kontrolne točke in tudi kontrolne točke, ki omogočajo kontrolno spremljanje stanja. Spremljanje stanja je potrebno izvajati po vnaprej pripravljenem programu. Z opisanim

sistemom nadzora se zagotavlja varnost vode predvsem z mikrobiološkega stališča. V praksi uvajanje HACCP sistema pomeni detekcijo točk, kjer lahko pride do mikrobiološkega onesnaženja in kot ukrep povečanje števila klorirnih naprav. Sliki 2 in 3 prikazujeta mesta v vodooskrbnem sistemu, kjer je, po priporočilih Svetovne zdravstvene organizacije, potrebno analizirati vzorce pitne vode.



Slika 2: Mesta, kjer je potrebno odvzeti vzorce pitne vode za analizo pri majhnem vodovodnem sistemu (Vir: WHO, Guidelines for drinking water)



Slika 3: Mesta, kjer je potrebno odvzeti vzorce pitne vode za analizo pri velikem vodovodnem sistemu (Vir: WHO, Guidelines for drinking water)

Upravljavec mora v svojih internih dokumentih določiti pogostnost in način obveščanja uporabnikov o skladnosti, ugotovljeni v okviru notranjega nadzora, s tem da pogostnost obveščanja ne sme biti opredeljena manj kot enkrat letno. Upravljavci sistemov za oskrbo s pitno vodo, ki oskrbujejo 5000 ali več uporabnikov, oziroma ki zagotavlja več kot povprečno 1000 m<sup>3</sup> na dan, pa morajo pripraviti tudi letno poročilo. Z letnim poročilom morajo seznaniti uporabnike preko sredstev javnega obveščanja. Poročilo, katerega vsebino določi IVZ, za preteklo leto morajo posredovati IVZ najpozneje do 31. marca.

#### **4.2.4 Inšpekcijski nadzor**

Inšpekcijski nadzor Zdravstvenega inšpektorata RS (ZIRS) je bil v letu 2005 usmerjen predvsem v preverjanje skladnosti notranjega nadzora in v spodbujanje upravljavcev, da bi vzpostavili čim bolj učinkovit notranji nadzor. Izkušnje iz tujine so pokazale, da je doseganje popolne skladnosti notranjega nadzora cilj, ki ga je možno doseči šele v nekaj letih. Zdravstveni inšpektorji so pri izvajanju uradnega nadzora upoštevali rezultate laboratorijskih preskusov vzorcev pitne vode, odvzetih v okviru letnega programa monitoringa pitne vode. Inšpektorjem so rezultati dostopni preko baze monitoringa pitnih vod, ki je na spletnem naslovu: <http://193.77.184.76/monitoring/monitoring-H2O/>. V program monitoringa niso bili zajeti javni objekti in objekti kjer se opravlja živilska dejavnost, ki imajo lastno oskrbo s pitno vodo. V teh objektih je ZIRS v letu 2005 odvzel skupaj 201 vzorec. Vzorci so bili analizirani v obsegu rednih preskušanj. Neskladnost je bila ugotovljena v približno 35% odvzetih vzorcev in sicer predvsem zaradi preseženih mejnih vrednostih mikrobioloških parametrov. ZIRS je v letu 2005 izvedel dve akciji vzorčenja vode na prisotnost legionel, skupaj je bilo odvzetih 50 vzorcev vode. (Vir: Poročilo o letnem delu ZIRS za leti 2004 in 2005)

Zdravstveni inšpektorat RS obravnava tudi primere izbruhov nalezljivih bolezni, kar je opisano v poglavju 6.2.

### 4.3 Mikrobiološke preiskave vode in metode za preiskavo vode

#### 4.3.1 Preiskave

Mikrobiološke preiskave zagotavljajo najbolj občutljivo, ne pa tudi najhitrejšo indikacijo fekalnega onesnaženja pitne vode. Gojišče, čas inkubacije ter standardno obvladan postopek pomembno vplivajo na izolacijo mikrobov. Zato je uporaba standardiziranih metod in postopkov pomembna, če hočemo, da so podatki v različnih laboratorijih primerljivi, optimalno objektivni in uporabni. Klasične metode, ki jih zdaj uporabljamo ne omogočajo hitrih informacij in niso uporabne za interni nadzor v HACCP-u. Veliki sistemi javne oskrbe z vodo bodo morali uporabljati metode, ki bodo hitre presejalne in seveda kar najbolj specifične in selektivne. Nekatero nove metode skrajšujejo čas do rezultata z uporabo fluorokromov, kromogenov, encimov v gojiščih. Reakcije z verižno polimerazo v naravnih matriksih, kot je voda, še vedno motijo minimalne vsebnosti organskih ali anorganskih snovi, pa tudi ločevanje celic med živimi in mrtvimi še ni jasno. (Vir: Klun, N. 2002)

Pitna voda ne sme vsebovati mikroorganizmov, parazitov in njihovih razvojnih oblik v številu, ki lahko predstavlja nevarnost za zdrave ljudi. Bakteriološka preizkušanja pokažejo obseg in stopnjo fekalne ali druge onesnaženosti pitne vode z mikroorganizmi. Fekalne bakterije (*E. coli*, enterokoki) imajo izvor v človeških ali živalskih iztrebkih. Rezultate ocenjujemo v povezavi z vrednostmi drugih parametrov. Indikatorske bakterije za ocenjevanje prisotnosti virusov so *Clostridium perfringens*, koliformne bakterije, število kolonij pri 22° in 37°C. Viruse in parazite določamo v posebnih primerih, kot so epidemiološke indikacije, ter pri raziskavah. Virusi, ki se prenašajo z vodo so tisti, ki se razmnožujejo v prebavnem traktu človeka in izločajo z blatom (enterični virusi). Čeprav se virusi zunaj celic gostitelja ne morejo razmnoževati, lahko preživijo v okolju in ostanejo infektivni. Virusi so bolj odporni na dezinfekcijska sredstva.

V splošnem uporabljene metode za preiskave kakovosti vode niso namenjene odkrivanju povzročiteljev bolezni, ampak nam predvsem dajejo oceno stanja vodooskrbnega sistema. Rezultati tovrstnih analiz služijo za odkrivanje in identifikacijo napak v vodovodnem sistemu.

## Virusi

Današnje laboratorijske metode ne opravičujejo rutinskega spremljanja virusov v pitni vodi. Direktna detekcija je upravičena ob epidemiološki indikaciji ali za oceno uspešnosti med testiranjem naprave za pripravo vode. Vendar pa negativni rezultati ne pomenijo nujno, da ni bilo virusov v vodi v času vzorčenja, niti da jih ni bilo v času, ko je bila populacija izpostavljena. Izolacija virusa iz vode pa sama po sebi ne dokazuje, da je bila voda pot prenosa bolezni, kaže pa na to, da tveganje obstaja. Najpomembnejši virusi, ki se prenašajo z vodo, so enterični virusi. V onesnaženi vodi so našli: adenoviruse, astroviruse, caliciviruse, enteroviruse (*polio*, *coxackie*, *echo*, *enterovirusi*), viruse hepatitisa A, hepatitisa E in rota viruse. Čeprav se zunaj celic gostitelja ne morejo razmnoževati, pa nekateri preživijo v okolju in ostanejo infektivni. O morebitni prisotnosti enteričnih virusov v pitni vodi, nam poleg drugih fekalnih indikatorjev govorijo predvsem enterokoki in spore *Clostridium perfringensa* ter epidemiološka situacija. V sladki vodi virusi lahko preživijo nekaj mesecev. Ker so vsi omenjeni virusi bolj odporni na dezinfekcijska sredstva kot *E. coli*, odsotnost *E. coli* ni zanesljiv pokazatelj odsotnosti ali prisotnosti virusov v pitni vodi. Zaradi večje rezistence so bili kot boljši indikatorji za prisotnost virusov v pitni vodi predlagani enterokoki in spore *Clostridium perfringensa*. V Pravilniku o pitni vodi virusi niso omenjeni, so pa zajeti v 3. členu, kjer je navedeno, da »je pitna voda zdravstveno ustrezna, kadar ne vsebuje mikroorganizmov, parazitov in njihovih razvojnih oblik v številu, ki lahko predstavlja nevarnost za zdravje ljudi«. (Vir: IVZ)

Ker je s higienskega vidika prisotnost enteričnih virusov v pitni vodi nedvomen dokaz fekalnega onesnaženja, taka voda brez ustrezne priprave, ni primerna za uporabo kot pitna voda. Glede ukrepov veljajo enake zahteve, kot pri drugih primerih fekalne kontaminacije, to je, da je do ureditve ustreznih postopkov priprave vode oziroma odprave vzrokov potrebno prekuhanje pitne vode pri uporabi za pitje, kuhanje in pripravo hrane (ukrep omejitve). Ugotavljanje skupnega števila mikroorganizmov ima manjši pomen, če gre za naravne izvire vode in večji, kadar gre za kontroliranje učinkovitosti priprave vode. Tovrstna mikrobiološka preiskava je pomembna, kadar se voda uporablja za pripravo hrane, pijače ali za embaliranje. Vsako nenadno povečanje skupnega števila mikroorganizmov je lahko zgodnji pokazatelj na primer sprememb v vodovodnem sistemu. Preprečevanje bolezni, ki jih povzročajo virusi s

prenosom preko pitne vode zajema preprečevanje kontaminacije na viru in med distribucijo ter ustrezno pripravo vode, vključno z dezinfekcijo. (Vir: IVZ)

#### 4.3.2 Indikatorski mikroorganizmi

V pitni vodi rutinsko ne iščemo povzročiteljev bolezni ampak mikrobiološki testi slonijo na indikatorskih organizmih. Spoznanje, da je fekalno onesnažena voda kriva za širjenje nalezljivih – hidričnih bolezni, je pripeljalo do razvoja občutljivih metod za odkrivanje, ali je pitna voda brez fekalnega onesnaženja. Čeprav veliko patogenih mikroorganizmov lahko odkrijemo s specialnimi metodami, so te metode zahtevne, drage in dolgotrajne. Patogeni pridejo v vodo (samo) preko okuženih ljudi in živali. Vode ni možno preiskovati na prisotnost vsakega povzročitelja posebej. Zato se išče prisotnost bakterijskih indikatorjev fekalnega onesnaženja, kar je indikator prisotnosti enteričnih patogenov. Pomembno je, da imajo indikatorji enako obstojnost v vodi in enako obstojnost po čiščenju in obdelavi vode kot patogeni mikroorganizmi, ter da se ne razmnožujejo v vodi. Indikatorski organizmi so ponavadi fekalnega izvora in morajo zadoščati naslednjim kriterijem:

- prisotni morajo biti tam kjer so prisotni patogeni organizmi;
- prisotni morajo biti v enakem ali višjem številu kot patogeni mikroorganizmi;
- specifični za fekalno onesnaženje ter vsaj tako odporni na naravne pogoje v vodi ter na čiščenje in procese dezinfekcije kot patogeni;
- morajo biti nepatogeni;
- lahke, hitre in poceni metode odkrivanja.

Če so v vodi presežene mejne vrednosti za mikrobiološke kriterije, to še ne pomeni, da bodo ljudje zboleli, obstaja pa večje tveganje, da so prisotni tudi povzročitelji bolezni.

Mikrobiološki parametri nam pokažejo obseg in stopnjo fekalne ali druge onesnaženosti pitne vode z mikroorganizmi. V pitni vodi se rutinsko določa fekalne bakterije (*Escherichia coli*, enterokoki), ki imajo izvor v človeških in/ali živalskih iztrebkih in indikatorske bakterije (*Clostridium perfringens* s sporami, koliformne bakterije, število kolonij pri 22°C in pri 37°C), v embalirani pitni vodi pa še bakterije *Pseudomonas aeruginosa*. Opis posameznih indikatorskih mikroorganizmov je v prilogi A (stran 42). Za monitoring pitne vode so kot



indikatorji fekalnega onesnaženja sprejeti mikroorganizmi, ki so sestavni del normalne črevesne flore. Izpolnjevanje kriterijev ne more biti zadovoljeno z ustrežanjem enega mikroorganizma. Najbolj merodajna je prisotnost *Escherichie coli* in hkrati termotolerantnih koliformnih bakterij. Rezultate je potrebno ocenjevati v povezavi z vrednostmi ostalih parametrov. Ker so enterovirusi in ciste posameznih parazitov bolj odporni na dezinfekcijo kot *E. coli* in koliformni organizmi, voda brez teh dveh ni nujno brez enteričnih virusov in razvojnih oblik *Cryptosporidia*, *Gardie*, amebe in drugih parazitov. Primernost indikatorjev je pogojena tudi s prisotnostjo v človeškem blatu. Nekateri rodovi, ki so detektirani z metodo štetja termotolerantnih in skupnih koliformnih bakterij imajo izvor v naravi in so običajno prisotni v prsti, vodi. Ker je prisotnost bakterij lahko vzrok akutnih zdravstvenih posledic, je treba včasih do ureditve razmer vodo tudi prekuhavati.

Število (aerobnih) mikroorganizmov, ki iz 1 mililitra vzorca vode na hranljivem agarju poraste pri 22 in 37°C, kaže predvsem na učinkovitost postopkov priprave in obdelave vode, pa tudi, odvisno od mesta odvzema, razmnoževanje v omrežju zaradi zastojev, povečane temperature, ascendentne kontaminacije, vpliva podtlaka, naknadne kontaminacije. Število pri 22°C ne pomeni vseh bakterij, ki so prisotne v vodi, ampak le tiste, ki so rasti sposobne in zato ta podatek ni velikega zdravstvenega higienskega pomena in vsekakor ne ogroža uporabnikovega zdravja. To so bakterije, ki so v vodi večinoma prisotne kot normalna flora, ki je včasih za posamezen vodni vir celo specifična. Podatek pomeni tudi izhodišče za higienko stanje celega sistema ali vsaj okolice omrežja, od koder je bil vzorec vzet. V Pravilniku o pitni vodi je vrednost tega parametra navedena kot »brez sprememb«, kar praktično pomeni, da mora vzorec vsebovati mikrobno floro, ki je v kvalitativnem in kvantitativnem smislu podobna tisti na izvoru pitne vode. (Vir: Klun, N.2002)

## Priloga A: Opis indikatorskih mikroorganizmov

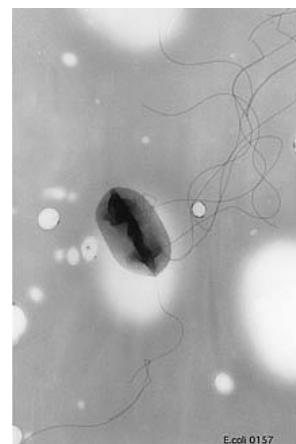
*E. coli* so bakterije, ki so vedno prisotne v človeškem blatu, posledično v vodah, onesnaženih s fekalijami (v fekalijah  $10^9$ /gram). Prisotne so v odpadnih vodah, pa tudi v naravi, kot posledica izločkov živali. Prisotnost *E. coli* v vodi vedno nakazuje na nevarnost fekalnega onesnaženja. Po Pravilniku o pitni vodi so bakterije *Escherichia coli* uvrščene v Prilogo I, del A, med mikrobiološke parametre; mejna vrednost je: 0 /100 ml.



Slika: *Escherichia coli* (Vir: CDC)



Slika: *Escherichia coli* O157  
(Vir: CDC)



### Število kolonij pri 22°C

S parametrom določamo število bakterij, ki so lahko v vodi prisotne kot normalna flora. Vsako nenadno povečanje v številu teh bakterij je lahko zgodnji pokazatelj motenj kjerkoli v celotnem sistemu za oskrbo s pitno vodo. Temperatura pomeni, pri kakšni temperaturi smo jih v laboratoriju inkubirali oziroma da gre predvsem za bakterije nefekalnega porekla. Po Pravilniku o pitni vodi je število kolonij pri 22°C uvrščeno v Prilogo I, del C, med indikatorske parametre. Mejna vrednost za število kolonij pri 22°C je določena »brez neobičajnih sprememb«. Mejna vrednost za rezultate iz monitoringa je za število kolonij pri 22°C dogovorjena kot: manj kot 100/ml.

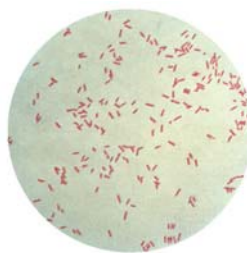
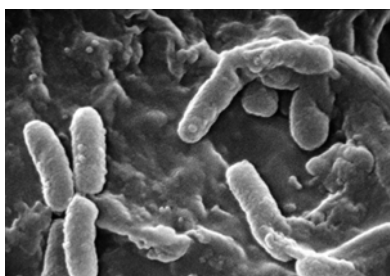
### Število kolonij pri 37°C

S parametrom določamo število bakterij, ki podobno kot število kolonij pri 22°C kažejo na učinkovitost postopkov priprave vode, na razmnoževanje v omrežju zaradi zastojev ali povečane temperature, naknadnega vdora bakterij v sistem. Podatek pomeni izhodišče za

oceno stanja celega sistema. V primerjavi s številom kolonij pri 22°C, število kolonij pri 37°C pomaga pri oceni, ali bi lahko šlo tudi za bakterije fekalnega porekla. Po Pravilniku o pitni vodi je število kolonij pri 37°C uvrščeno v Prilogo I, del C, med indikatorske parametre. Mejna vrednost za število kolonij pri 37°C je: manj kot 100/ml.

### ***Pseudomonas aeruginosa***

Rutinsko jih je potrebno kontrolirati v pitni vodi. *Pseudomonas* tvorijo biofilm in so odporne na dezinfekcijska sredstva. Služijo za oceno higienskega stanja vodovodnega sistema in možnosti preživetja in razmnoževanja bakterij. Njihova prisotnost v pitni vodi dokazuje primarno naselitev in odpornost na morebitno dodane biocide. Te bakterije so na splošno prisotne v okolju. Njihovo ugotavljanje je smiselno za ocenitev splošnega higienskega stanja vodovodnega sistema oziroma možnosti preživetja in razmnoževanja bakterij. Rutinsko jih iščemo v vodi namenjeni za pakiranje. Po Pravilniku o pitni vodi so bakterije *Pseudomonas aeruginosa* uvrščena v Prilogo I, del A, med mikrobiološke parametre za vodo namenjeno za pakiranje. Mejna vrednost za *P. aeruginosa* v vodi namenjeni za pakiranje je: 0/250 ml.



Slika: *Pseudomonas aeruginosa* (Vir: CDC)

### **Koliformne bakterije – skupni koliformi**

So po Gramu negativni bacili, ki rastejo v prisotnosti žolčnih soli ali drugih podobnih površinsko aktivnih snovi, ki fermentirajo laktozo pri 35°C do 37°C. Dolgo so jih priznavali kot ustrezne indikatorje kakovosti pitne vode, ker jih je lahko ugotavljati in šteti. Z oziroma na nova taksonomska spoznanja pa v to skupino spadajo tudi bakterije, ki se nahajajo tudi v okolju. Zato te skupine ne moremo več uporabljati kot pokazatelje fekalne kontaminacije v pitni vodi, je pa uporabna za presojo ustreznosti priprave vode, onesnaženja po pripravi, poškodovanosti in napak v omrežju ter prisotnosti hranil v vodi. Dolgo so veljali kot primeren mikrobiološki indikator kakovosti pitne vode, saj jih je v vodi enostavno odkriti in prešteti.

Če v vzorcu pitne vode hkrati ni bila potrjena tudi prisotnosti *E.coli* in/ali enterokokov, jih ne moremo uporabljati kot pokazatelje fekalnega onesnaženja. Preskus je uporaben za presajo onesnaženja z večjimi količinami organskih in anorganskih snovi iz okolja. Po Pravilniku o pitni vodi so koliformne bakterije uvrščene v Prilogo I, del C, med indikatorske parametre. Mejna vrednost za koliformne bakterije je: 0/100 ml.

Rast oziroma razmnoževanje termotolerantnih koliformov v omrežju se pojavi, če je prisotnih več organskih snovi, če je temperatura vode več kot 13°C in če ni prostega rezidualnega klora. V večini primerov so njihove koncentracije v korelaciji z *Escherichia coli*. Čeprav ne kažejo na direktno fekalno onesnaženje, je njihovo pristonost potrebno obravnavati resno in preveriti postopke priprave vode in stanje vodovodnega sistema. Skupina koliformnih bakterij vključuje rod *Escherichia* in manj razširjene bakterije, kot so *Klebsiella*, *Enterobacter* in *Citrobacter*, pri čemer je le *E. coli* vedno fekalnega izvora in je tako zanesljiva pokazateljica fekalnega onesnaženja.

### ***Clostridium perfringens***

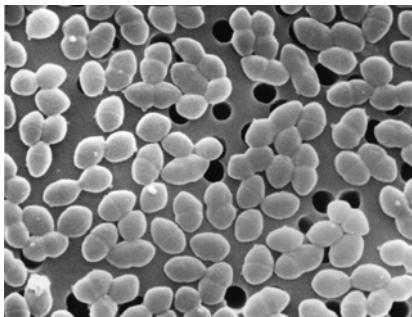
So sporogene bakterije, ki so običajno prisotne v blatu, vendar v manjšem številu kot *E. coli*. Njihov izvor je v okolju. Če se pojavljajo skupaj z *E. coli*, to nakazuje na svežo fekalno kontaminacijo, če so najdeni sami ali z enterokoki brez *E. coli*, je onesnaženje staro in urgentno manj pomembno. V filtrirani vodi kažejo na napake v postopku filtracije. Spore prežive v vodi dalj časa in so odporne na dezinfekcijska sredstva. Iščemo jih v pitnih vodah, ki imajo stik s površinskimi. Po Pravilniku o pitni vodi je *Clostridium perfringens* (vključno s sporami) uvrščen v Prilogo I, del C, med indikatorske parametre. Določena mejna vrednost za je: 0/100 ml.



Slika: *Clostridium perfringens* (Vir: CDC)

### **Enterokoki**

Bakterije, ki so prisotne v črevesju oziroma v blatu ljudi in živali. Upoštevamo jih kot zanesljive fekalne indikatorje. V vodi se ohranijo dlje časa kot *E. coli*, zato je njihova prisotnost v pitni vodi, v kateri ni bilo drugih bakterij, ocenjena kot starejše fekalno onesnaženje. Po Pravilniku o pitni vodi so enterokoki uvrščeni v Prilogo I, del A, med mikrobiološke parametre; mejna vrednost je: 0/100 ml.



Slika: *Enterococcus* (Vir: CDC)

## 5 HIDRIČNA OBOLENJA

### 5.1 Splošno

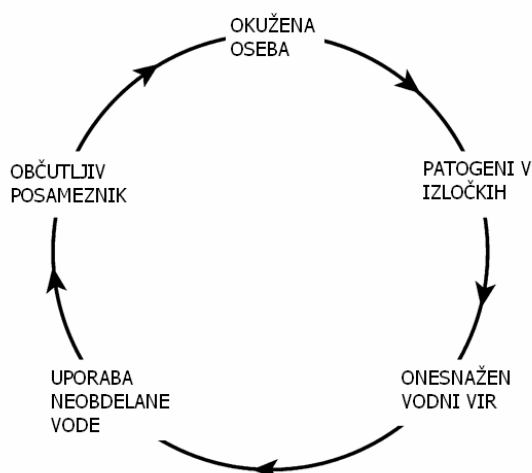
#### 5.1.1 Pregled in analiza

Voda oziroma pomanjkljiva (sanitarna) higiena je pri prenosu bolezni vedno imela pomembno vlogo. Hidrične bolezni se še vedno pojavljajo, povzročene so tudi z novimi mikroorganizmi, zato je stalen nadzor nad kakovostjo oskrbe s pitno vodo zelo pomemben. Pravočasno odkritje prisotnosti fekalnega onesnaženja v pitni vodi, in s tem zaznavanje povečanega tveganja za prenos okužbe s patogenimi mikroorganizmi, je pomemben vidik za varovanje pred nalezljivimi boleznimi, ki se lahko prenašajo z vodo. Kljub odkritjem znanosti (znanje o povzročiteljih nalezljivih bolezni, njihovih lastnostih in širjenju) in novih tehnologij (postopki čiščenja in obdelave vode), pitna voda lahko še vedno pomeni vir okužbe s posameznimi nalezljivimi boleznimi. Popolne varnosti v oskrbi s pitno vodo, zaradi kompleksnosti postopka, ni mogoče zagotoviti, vedno so prisotni dejavniki tveganja. Zato se uvaja sistem večkratnih zaščit vodnega vira, ki preprečuje onesnaženje na ali pred zajemom, in pa notranji nadzor, osnovan na kontroli kritičnih točk v sistemu. Sistem omogoča preprečevanje onesnaženja in hitro odkrivanje prisotnosti potencialno nevarnih snovi v vodi, ter s tem nudi kar največjo možno varnost uporabnikov.

Nalezljive bolezni, kot posledica uživanja vode se tudi v razvitem svetu še vedno pojavljajo. Mikroorganizmi so izredno prilagodljiva bitja in so se uspeli prilagoditi dezinfekciji vode in nanjo postali odporni. Z naraščanjem onesnaževanja se je tudi manjšala samočistilna sposobnost okolja. Mikroorganizmi so razvili odpornost na antibiotike, tudi zaradi pretirane in neupravičene uporabe (kot na primer v živinoreji za pospeševanje rasti živali, kar jim omogoča, da se nanje privadijo in postanejo odporni). Hkrati se zmanjšuje imunska odpornost ljudi zaradi povečevanja vplivov stresnih dejavnikov iz okolja, ter zaradi kroničnih bolezni. Staranje prebivalstva ter nove bolezni (aids) večajo število imunsko oslabljenih ljudi. Vse to poraja nove skupine ljudi, ki so bolj občutljivi in bolj dovzetni tudi za hidrična obolenja. Spremembe v človekovem vedenju in dovzetnosti za bolezni imajo pomembno vlogo.

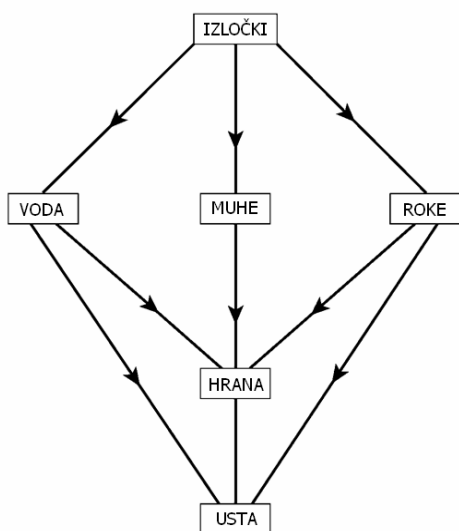
Imunski sistem predstavlja učinkovito obrambo pred infekcijami. V življenju posameznika se imunski sistem razvija, zori in sčasoma slabi. Ob rojstvu imunski sistem nudi le majhno zaščito pred infekcijo, a hitro razvija odgovore na dejavnike iz okolja, infekcijske organizme in na kontakt z drugimi ljudmi. Po nekaj letih se je telo sposobno boriti proti večini infekcij, na katere se je privadilo. Ko je človek starejši, pa odzivna sposobnost imunskega telesa slabi in je spet bolj dovzeten za infekcije. Poleg starosti pa na stopnjo odzivne sposobnosti telesa vplivajo tudi drugi dejavniki, kot so slaba prehrana in zdravstveno stanje, stres, preveliko izpostavljanje UV sevanju, ter nosečnost. Pa tudi ob nekaterih bolezenskih stanjih, kot na primer po transplantaciji organov, ko je potrebno dovajanje zdravil za preprečitev zavrnitve organa. Hidrična obolenja ponavadi prizadenejo celo družino, saj se povzročitelj lahko prenaša tudi med družinskimi člani, ki so podobno dovzetni za posamezna obolenja. Pozornost je potrebno posvečati bolj občutljivim skupinam ljudi, kot so otroci, starejši, bolniki.

Ljudje lahko zbolimo zaradi izpostavljenosti okužbam z vodo, ki je fekalno onesnažena, hrani oziroma živilom, ki so bila gojena (ribe, školjke), oskrbovana (namakanje in zalivanje zelenjave) z onesnaženo vodo. Okužbe z vodo zaradi prisotnosti mikrobov so največkrat akutne oblike, medtem ko obolenja zaradi prisotnosti kemičnih snovi v vodi potekajo večinoma kronično. Zato je strokovno utemeljeno, da je število odvzetih vzorcev zaradi ugotavljanja mikrobiološke kakovosti večje kot za kemične. V praksi je razmerje 1 kemijski vzorec – najmanj 2,5 mikrobioloških. (Vir: Klun, N. 2002)



Slika 4: Krog okužbe pri hidričnem obolenju (Vir: WHO, Guidelines for drinking water)

Z onesnaženo pitno vodo se lahko prenašajo različni patogeni mikroorganizmi, pot prenosa okužbe prikazuje Slika 4. Tveganje za okužbo se pojavi s povečanjem števila ljudi ali živali na nekem območju, s spremembo načina življenja, s povečanjem obsega potovanj in migracij ter zaradi selektivnega pritiska novih patogenov in mutacij že obstoječih. Tudi odpornost posameznikov se spreminja glede na starost, spol, zdravstveno stanje in življenjske pogoje. Za patogene, ki se prenašajo fekalno – oralno, je pitna voda le en način prenosa (Slika 5).



Slika 5: Ključni elementi pri fekalno-oralnem načinu prenosa bolezni (Vir: WHO, Guidelines for drinking water)

Hidrične epidemije se danes v večjem obsegu pojavljajo predvsem v nerazvitem svetu, kjer so higienski standardi nizki, ter še vedno predstavljajo vzrok za velik del smrtnosti. V razvitem svetu, se porajajo novi vidiki obravnavanja ter nova spoznanja: virusi in ciste parazitov so bolj odporna na dezinfekcijo kot bakterije, tudi bolj kot indikatorske bakterije. Zato se že postavljajo vprašanja o primernosti indikatorskih organizmov. Hidrična obolenja pri nas ne predstavljajo več grožnje za širše skupine prebivalstva, ter ne povzročajo več take obolevnosti in smrtnosti kot v prejšnjih stoletjih. Zagotovljena je visoka varnost vodooskrbe ter visok nivo sanitarne higiene. V ospredju pozornosti so druga nalezljiva obolenja, ki se prenašajo po drugih poteh. Zaradi vplivov na velike skupine prebivalstva, saj nas onesnažena pitna voda ogroža vse, na jih še vedno ne smemo pozabiti. Z razvojem medicine in mikrobiologije, ter odkritjem načinov inaktivacije mikroorganizmov ter napredkom v sanitarni hidrotehnik, hidrična obolenja v razvitem svetu ne predstavljajo večjega deleža obolenj.



Kljub temu pa se (v razvitih državah) pričakuje porast števila hidričnih obolenj zaradi naslednjih dejavnikov:

- novi patogeni mikroorganizmi, ki so dobro odporni na kemijsko dezinfekcijo, na čiščenje vode, ter tudi na antibiotike;
- manjša odpornost prebivalstva zaradi boljših sanitarnih pogojev in naraščanja števila imunsko oslabljenih posameznikov, ter s tem povečana dovzetnost ter tveganje za bolezen;
- novi materiali v vodovodnem sistemu, spremembe vsebnosti hranil v vodi, ki omogočajo rast mikroorganizmov, ustvarjanje pogojev za vektorske prenašalce bolezni;
- staranje in kvarjenje vodovodne infrastrukture predvsem v središčih mest;
- spremembe tehnike kmetovanja, gojenje živali v bližini urbanih središč, vodi do povečanja prenosa živalskih patogenov na ljudi.

### **5.1.2 Povzročitelji**

Povzročitelji so mikroorganizmi, ki si za pot prenosa do gostitelja izberejo pitno vodo. Nekateri patogeni mikroorganizmi v vodi lahko preživijo in se lahko prenesejo do gostitelja tudi preko pitne vode. Za večino patogenih mikroorganizmov je pitna voda le medij prenosa. Do leta 2001 je bilo znanih skupno 1415 vrst infektivnih organizmov, ki so patogeni za človeka. Od tega 217 virusov in prionov, 538 bakterij, 307 gliv, 66 praživali in 287 helmintov. Od teh jih je 66% zoonotičnih in 12% takih, ki povzročajo ponavljajoče se okužbe.

Najprej morajo biti izpolnjeni nekateri pogoji, da sploh lahko govorimo o možnosti hidrične epidemije:

- pojav povzročitelja, ki lahko takšno epidemijo začne, na območju vodovoda ali prispevnega območja,
- pogoji na vodovodnem sistemu - dotrajane cevi, nihanja pritiskov vode na sistemu, ni ustrezne priprave pitne vode glede na tip vira (paraziti – kraške, površinske vode),
- zadostno uživanje pitne vode s strani prebivalcev.

Mikroorganizmi v vodovodnem omrežju predstavljajo raznoliko in zapleteno združbo. Včasih mikrobno sestavo v omrežju lahko predvidevamo, saj jo pogojujejo stanje omrežja (material,

vzdrževanost), kemična in biološka sestava vode. Mikrobov v omrežju lahko razdelimo na avtohtone (endogene) in alohtone (eksogene). Vsak vodni vir ima nekaj svoje mikrobne flore, ki se potem lahko nahaja tudi v omrežju, mikrobi pa se v vodo sproščajo tudi iz notranjih biofilmov na pipah in ceveh, ali pa vstopajo v omrežje na druge načine. Do 50% mikrobne populacije v omrežju je v skupkih, ki so večji od 5  $\mu\text{m}$ , na notranji površini cevi pa se lahko nahaja več kot 100 bakterij na enem  $\text{cm}^2$ . Pri vodovodnih sistemih, kjer je v uporabi filtracija (ultrafiltracija, embalirana voda) lahko sklepamo, da je vsa mikrobna flora produkt omrežja. (Vir: Klun, N. 2002)

Hrana v vodovodnem omrežju za mikroorganizme je skromna, vendar se lahko prilagodijo na take razmere. Za ohranjanje populacije (razmnoževanje) zadostujejo že redki delci organske snovi, ki so lahko v vodi prisotni že na izvoru ali pa vstopajo v vodo iz materialov omrežja. Problemi v omrežju se pojavijo, ko se število mikrobov v 1 ml vode poveča, na primer zaradi:

- napak pri pripravi vode;
- kontaminacije pri popravilu omrežja;
- sekundarnega razmnoževanja zaradi zastoja vode v omrežju ali v primerih, ko je omrežje predolgo;
- pojava korozije v ceveh zaradi bakterij (železove bakterije);
- razpok v omrežju (zastarelo, poškodovano omrežje).

Poseben obrambni mehanizem za mikroorganizme v omrežju so biofilmi. Njihov nastanek je vedno povezan s prisotnostjo bakterij, najpogostjeje med njimi so vrste *Pseudomonas*, *Alcaligenes*, *Acinobacter*, *Moraxella*, *Agrobacterium*. Ko se bakterije odložijo in pritrdijo na cev, se nanje dokaj hitro pritrjujejo nove, ki vgrajujejo tudi druge snovi. Pritrjene žive celice se v biofilmu še razmnožujejo. Biofilm je dinamičen sistem, ki bakterijam omogoča zaščito pred biocidi in pred povišano temperaturo vode. V vodi sami je razmnoževanje bakterij zanemarljivo, kljub odsotnosti klora, intenzivno pa se razmnožujejo bakterijske združbe v biofilmih.

Voda, ki je onesnažena s človeškimi izločki, predstavlja glavno pot širjenja povzročiteljev kolere, tifusa, griže, hepatitisa, kot tudi driske, kjer povzročitelj ni dokazan. Neustrezna

sanitarna higiena in izpuščanje neprečiščenih komunalnih odplak v površinske vode ter neustrezne higienske navade so glavni vzroki za širjenje teh bolezni, zato mora biti največja pozornost namenjena prav izboljšanju stanja na tem področju. Sama prisotnost infektivnega agensa še ne pomeni tudi okužbe. Izpolnjeni morajo biti določeni predpogoji za okužbo. Med predpogoje štejemo aktivni rezervoar biološkega agensa, pot prenosa in vstop mikroorganizmov v občutljivega posameznika, infektivno dozo in virulenco živega povzročitelja ter občutljivost posameznika. Do okužbe lahko pride le, kadar je patogeni agens živ, prisoten v zadostnem številu in je uspešno prišel do občutljivega posameznika ter vanj prodrl skozi prava vrata. Zelo pogost je posreden način prenosa, preko vode, hrane ali tal. Potencialna nevarnost, da bi zaradi uživanja okužene vode prišlo do masovnega obolevanja, je ob ustrezni distribuciji in pripravi vode majhna, saj je možnost, da bi prišlo do okužbe vode ob uporabi postopkov predhodne priprave vode zmanjšana na minimum. Poleg tega je število bolezni, katerih povzročitelji se lahko prenašajo preko vode, sorazmerno nizko in je torej tudi potencialnih onesnaževalcev virov pitne vode manj. Verjetnost takega načina širjenja povzročitelja zmanjšuje tudi ustrezno zbiranje in čiščenje komunalnih odpadnih voda. (Vir: Eržen, I. 2003)

Patogeni mikroorganizmi, ki lahko povzročijo hidrična obolenja, so organizmi, ki imajo življenjski krog (pot do gostitelja) preko vode, kjer se tudi razmnožujejo (bakterije) ali pa jim voda samo nudi prostor za preživetje. To so patogeni, ki se lahko prenašajo od gostitelja do gostitelja na več različnih načinov (s kontaktom, s hrano), hidrični prenos je samo ena od možnih poti. Je pa s prisotnostjo patogenih mikroorganizmov ogroženo veliko število ljudi; vodo uživa in uporablja vsakdo, zato je obvladovanje mikroorganizmov v vodi velikega pomena za zdravje ljudi. Pomembno je število infektivnih enot posameznega patogenega mikroorganizma, ki povzroči obolenje. Odvisno je tudi od imunskega odziva gostitelja; lahko se razvije odpornost proti posameznim povzročiteljem, ki so stalno prisotni v vodi (to velja predvsem za viruse). Pomembno je, kako patogeni mikroorganizmi pridejo v sistem za oskrbo s pitno vodo: glede na tip surove vode, lastnosti zalednega omrežja, stanje vodovodnega sistema in hidravlične lastnosti. Potrebno je vedeti, katere vrste patogenih mikroorganizmov so v vodi in kakšni so najbolj optimalni načini dezinfekcije. Nekateri patogeni so bolj odporni na dezinfekcijska sredstva. Poznati moramo način, kako prepoznati in določiti potencialno

prisotne patogene. Zato je za monitoring in stalno spremljanje kakovosti pitne vode narejen izbor indikatorskih mikroorganizmov, ki je primeren zlasti za bakterije, virusi in praživali (oociste) so bolj odporni. Pomemben vidik v preprečevanju širjenja nalezljivih bolezni je spremljanje njihovega pojavljanja in iskanje povzročitelja, vira in poti prenosa.

### **Parazitizem kot oblika življenja**

Med parazite uvrščamo bakterije, viruse in praživalske parazite, ki za svoje življenje potrebujejo gostitelja. Za razliko od simbioze, gostitelju škodijo in ga lahko celo uničijo. Imajo različne življenjske cikle, poti do gostitelja, naravne rezervoarje (voda, živali, človek), ter potrebujejo različne pogoje, da se lahko razmnožujejo. Medsebojni vpliv med gostiteljem in patogenim mikroorganizmom je zapleten, vsak si želi zagotoviti uspeh vrste. Adaptacija ene vrste na novo okolje, bo povzročila, da bo tudi druga potegnila korist iz tega. Tako se nadaljuje prilagajanje med eno in drugo vrsto, ter zunanjem okoljem. To lahko sčasoma vodi do pojava novih patogenov, ki lahko povzročijo bolezen.

### **Vstopna vrata**

Človeško telo je pred vdorom patogenih mikroorganizmov zaščiteno s kožo. Obstaja malo možnih poti vhoda v telo, kot so sluznice (dihala, oči), prebavni trakt, rane. Pot vstopa bioloških agensov je tako največkrat preko vdihavanja, uživanja hrane in vode, lahko pa pride do okužbe tudi preko kože, zlasti če je poškodovana. Sluznice omogočajo izmenjavo snovi med organizmom in okoljem. Njihova zunanja zgradba je lahko le ena plast epiteljskih celic, zato so pogosto vstopno mesto za mikroorganizme. Mikroorganizmi se med ljudmi širijo aerogeno z vdihavanjem kapljic, ali pa je prenos s stikom.

### **Infektivna doza**

Infektivna doza mikroorganizmov je tisto število mikroorganizmov, ki je potrebno, da povzročijo klinično manifestacijo bolezni. Za večino bioloških agensov imamo podatke o številu povzročiteljev, ki povzročijo bolezen pri živalih, medtem ko je podatkov o infektivni dozi za ljudi zelo malo. Za večino črevesnih patogenov je bilo infektivno število namreč določeno na podlagi kliničnih preskušanj. Zato so številke bolj natančno določene za živali kot za človeka. Patogeni agensi so v pitni vodi široko razpršeni in razredčeni. Majhnemu

število patogenov bo izpostavljeno veliko ljudi, ki se razlikujejo v odpornosti, starosti, zdravstvenem stanju. Iz tega sledi, da je minimalna infektivna doza verjetno nižja kot v eksperimentalnih študijah in epidemioloških raziskavah. (Vir: Rupel, T. 2002)

### **Virulenca**

Patogene bakterije proizvajajo različne virulentne faktorje (eksotoksini), ki napadejo celice gostiteljskega organizma. Patogene bakterije proizvajajo virulentne faktorje, tako da lahko napadejo črevesne celice, to so encimi, ki omogočajo prodor v celico, toksini bakterij in drugi dejavniki, ki povzročajo bolezen. Uspešni patogeni proizvajajo cel niz teh faktorjev, nekateri so kritični. Na primer *V. cholerae*, ki proizvaja toksin – s toksinom je virulenten, brez pa nevirulenten. Virulentni dejavniki omogočajo bakterijam, da lahko preživijo v gostitelju.

Virulenca biološkega agensa je njegova sposobnost povzročiti bolezenske spremembe. Razlike v virulenci so med posameznimi mikroorganizmi izredno velike. Nekatere vrste mikroorganizmov so izredno patogene in povzročijo bolezen tudi pri povsem zdravem odraslem človeku. Druge vrste mikrobov, ki jih imenujemo tudi oportunistični mikroorganizmi, pa povzročijo bolezenske spremembe samo pri osebah, katerih obrambna sposobnost je zaradi drugih bolezni ali posebnega stanja, v katerem se nahajajo, zmanjšana. Oportunistični mikroorganizmi so naravno prisotni v okolju. Sposobni so povzročiti bolezen pri osebah z okvarjenimi lokalnimi ali splošnimi obrambnimi mehanizmi. Uživanje ali kopanje v vodi, ki vsebuje veliko število teh organizmov, lahko povzroči različne infekcije kože in sluznic oči, zunanjega sluhovoda, nosu in žrela. Te se pogosteje pojavijo v primeru kontakta, kot zaužitja kontaminirane vode. Med oportunistične mikroorganizme štejemo: *Pseudomonas aeruginosa* in rodovi *Flavobacterium*, *Acinetobacter*, *Klebsiella*, *Serratia*, *Aeromonas* in nekatere počasi rastoče mikobakterije. (Vir: Rupel, T. 2002)

### **Preživetje mikroorganizmov v vodi**

Obstojnost v vodi je merilo, koliko časa patogeni organizem preživi po tem, ko zapusti telo gostitelja. Ko patogeni mikroorganizmi in paraziti zapustijo telo gostitelja, postopno izgubljajo viabilnost in infektivnost. Na splošno število patogenih mikroorganizmov s časom eksponentno upada in po nekem času doseže zelo nizko vrednost. Patogeni organizem, ki

zunaj telesa gostitelja lahko preživi le kratek čas, mora hitro najti novega gostitelja. Zato za večino pot prenosa preko vodovodnega sistema ni najbolj ugodna, ugodneje je, če se lahko prenašajo tudi z osebe na osebo. Večina patogenih organizmov, ki se prenašajo z vodo, je tistih, ki so visoko infektivni ali so zelo rezistentni zunaj gostitelja. Obstojnost mikroorganizmov je odvisna od več dejavnikov, sončna svetloba in temperatura sta najpomembnejši.

Enterični virus lahko ostane do 9 mesecev pri temperaturi 10°C, medtem ko pri temperaturi 20°C ostane le do 2 meseca dolgo. V primeru, da mikroorganizem ni živ oziroma se ne more razmnoževati, se bolezen ne more razviti. Zunanje okolje ima pomemben vpliv na mikroorganizme in vpliva na njihovo preživetje. Dejavniki, kot so vlaga, temperatura, in hrana lahko pospešijo ali zavrejo propad mikroorganizmov. Njihova sposobnost preživetja v zunanjem okolju je različna. Virusi in mirujoče razvojne stopnje parazitov (ciste, oociste, jajčeca) se ne morejo razmnoževati v vodi. Nasprotno visoka koncentracija biorazgradljivih organskih snovi in višja temperatura vode omogočata rast, na primer organizmov, kot so *Legionella spp.*, *Naegleria fowleri*, *Acanthamoeba spp.*, *Pseudomonas aeruginosa* in *Aeromonas spp.* (Vir: Rupel, T. 2002)

Potrebno je poznati patogenost organizmov za človeka. Pri tem lahko ločimo organizme, ki povzročajo hidrična obolenja:

- patogeni, ki povzročajo prebavne bolezni; patogeni, ki povzročajo druge bolezni;
- patogeni, ki ogrožajo vse skupine; patogeni, ki ogrožajo imunsko oslABLjene;
- patogeni, ki se samo prenašajo z vodo; patogeni, ki se v vodi tudi razmnožujejo.

Bistveno je, da poznamo glavne lastnosti patogenih organizmov, kot so način prenosa, inkubacijska doba, čas preživetja izven gostitelja, infektivno število ter v boju proti nastanku hidričnih obolenj predvsem načine in učinkovitost dezinfekcije za posamezne vrste organizmov. Povzročitelje bolezni, ki se lahko prenašajo z vodo delimo na bakterije, viruse in praživalske parazite.

## **Bakterije**

Veliko bakterij živi znotraj našega prebavnega trakta, v našem telesu in v okolju s katerim dnevno prihajamo v stik, brez da bi povzročale kakšna obolenja. Gre za parazitske bakterije, ki normalno niso patogene, lahko pa okužijo osebe z oslabljenim imunskim sistemom. Iz vode je bilo izoliranih več rodov heterotrofnih bakterij in ugotovljeno je bilo, da lahko kolonizirajo vodovodni sistem. Nekatere bakterije se v neugodnih življenjskih razmerah (pomanjkanje hranil, vode, neugodna temperatura) preoblikujejo v spore, v procesu sporulacije. Spora je metabolno neaktivna, obdana pa je z debelo in trdno steno, ki ji omogoča veliko odpornost in obstojnost, saj jo ščiti proti vročini, izsušitvi in kemikalijam. Ko pride spora v ugodnejše okolje (tudi po več letih, desetletjih), se iz nje ponovno razvije metabolno aktivna bakterija. Sporulacija je značilna za rod *Clostridium*.

## **Virusi**

V pitni vodi ne sme biti enteričnih virusov, tako da ni tveganja za prenos in nastanek virusnih hidričnih obolenj. Vsaka izpostavljenost pitne vode fekalnemu onesnaženju predstavlja izpostavljenost uporabnikov virusnim obolenjem. Čeprav obstajajo metode za odkrivanje virusov v pitni vodi, so te drage, zahtevne in dolgotrajne, zato se ne uporabljajo za rutinski monitoring. Napredek predstavlja modeliranje, oceno in predvidevanje tveganja za nastanek hidričnih obolenj povezanih s pitjem vode, ki vsebuje različne koncentracije virusov in cist parazitov.

## **Paraziti**

Za patogene praživali, helminte in prostoživeče organizme ni možno podati priporočljivih vrednosti v pitni vodi, ker je za okužbo človeka potrebnih le nekaj organizmov. Analitične metode za odkrivanje patogenih praživali so drage in dolgotrajne in niso primerne za rutinsko uporabo. Standardizirane so metode za koncentriranje obstojnih razvojnih oblik *Giardie* in *Cryptosporidia* iz velikih količin vode.

## 5.2 Bakterije

### 5.2.1 Bakterije, ki se lahko prenašajo z vodo

#### 5.2.1.1 *Salmonella*

Slika: *Salmonella* (Vir: CDC)



Rod *Salmonella* je iz družine enterobakterij in obsega več kot 2000 različnih serotipov. Salmonele razdelimo v tri skupine, glede na prilagojenost na gostitelja:

1. salmonele prilagojene na človeka (*S. Typhi*, *S. Paratyphi A*, *B* in *C*),
2. salmonele prilagojene na nekatere živali,
3. salmonele, ki imajo lahko številne gostitelje.

Večina salmonel povzroča bolezni (salmoneloze) predvsem pri živalih (perutnina, prašiči, glodalci, govedo, domačih hišnih ljubljenskih (od želv do papig)), ki so zato vir okužbe za ljudi. Za ljudi so najpomembnejše *S. Typhi*, ki povzročajo nevarni trebušni tifus, ter *S. Enteritidis* in *S. Typhimurium*, ki povzročata enterokolitise. Ta dva serotipa povzročata polovico salmoneloz v razvitem svetu. Okužimo se z uživanjem onesnažene hrane ali vode. Onesnažena živila so različna, večinoma hitro pokvarljiva živila, kot so meso (perutnina, svinjina, redko govedina ali ribe), kokošja jajca (ki so eden glavnih virov okužb), mleko in mlečni izdelki ter tudi surova zelenjava in sadje, ki se je okužilo s salmonelami med pripravo obroka.

Salmonele so v naravi zelo razširjene. Njihovo naravno okolje so prebavila. Na človeka neprilagojene salmonele povzročajo **salmonelozo** – gastroenteritis. To je akutno nalezljivo črevesno obolenje, ki povzročajo številne živalske salmonele. Število teh okužb narašča zaradi farmske reje živali in industrijske predelave hrane. Okužba skoraj vedno nastane po oralni poti, običajno z okuženo hrano in vodo. Infektivni odmerek je  $10^5$  do  $10^{10}$  salmonel, pri *S. typhi* še manjši  $10^3$ . Po kratki inkubacijski dobi, to je od časa okužbe do pojava bolezenskih znakov, ki običajno traja od 6 do 72 ur, okuženi zbolijo, razvije se vročina, bolečine v trebuhu in driska. Bolezen traja nekaj dni do enega tedna. Poznanih je zelo veliko vrst, najbolj pogosto okužbo povzroči *Salmonella Enteritidis*. Normalno kisel želodčni sok salmonelam škoduje. Salmonele se razmnožujejo v črevesju.



**Trebušni tifus:** inkubacijska je 10 do 20 dni, lahko tudi 3 do 56 dni, odvisno od števila zaužitih mikrobov *S. typhi*. Pojavlja se predvsem v državah v razvoju. Nekateri ljudje tudi po preboleli okužbi izločajo salmonele še več mesecev in čeprav sami nimajo več bolezenskih znakov, predstavljajo možen izvor okužbe za druge ljudi, so klicenosci salmonel. Večina ljudi preboli salmonelozo brez zapletov v nekaj dneh. Pri zelo majhnih otrocih, pri starejših in kronično bolnih je salmoneloza lahko zelo resna bolezen.

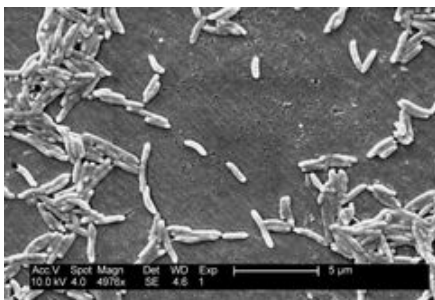
Hidrični izbruhi se ponavadi pojavijo zaradi *S. typhi* in redkeje zaradi *S. paratyphi B* ali drugih serotipov. Epidemiološke študije so pokazale, da lahko le nekaj celic *S. typhi* povzroči obolenje, medtem ko so preskusi na prostovoljcih pokazali, da je za druge serotipe salmonel potrebnih več milijonov celic. Hidrični izbruh kot posledica onesnaženja se ponavadi začne eksplozivno. Glavnina primerov obolelih se pojavi šele čez nekaj časa - po nekaj dneh. Središče obolenja geografsko sovпада z vodovodnim omrežjem. Salmonele se pojavljajo v izviri ali v onesnaženi površinski vodi, na pipi pa se jih najde redko in to bi pomenilo velike napake v delovanju sistema. Salmonele lahko v pitni vodi preživijo od nekaj dni pa do več kot 100 dni.

#### **5.2.1.2 *Yersinia***

Rod *Yersinia* je uvrščen v družino enterobakterij in predstavlja sedem vrst. Vprašanje prenosa *Yersinia enterocolitice* do gostitelja je bilo dolgo časa v razpravi. Rezervoar za *Yersinia enterocolitica* so lahko mnoge domače in divje živali, zaradi njene dobre sposobnosti izolacije iz posameznih virov. Glavni rezervoar za *Yersinia enterocolitica*, ki povzroča obolenje pri ljudeh, je prašič. *Yersinia enterocolitica* je bila izolirana iz različnih vzorcev, predvsem iz vode, a se iz okolja izolirani serotipi razlikujejo od tistih, ki povzročajo obolenja pri ljudeh. Za okužbo z *Yersinia enterocolitica* je več možnih načinov, najpogostejša pa sta uživanje okužene hrane in vode. *Yersinia enterocolitica* lahko pride v pitno vodo zaradi stika s površinsko vodo ali odplakami. Na splošno patogena *Y. enterocolitica* ni prisotna v obdelani ali neobdelani pitni vodi, če ta ni fekalno onesnažena. *Y. enterocolitica* se od drugih enterobakterij loči po počasni rasti.

Jersinioza je infekcija, ki jo povzroča bakterija iz rodu *Yersinia*. Bolezen spada med zoonoze in najpogosteje poteka kot gastroenterokolitis. Večinoma obolevajo majhni otroci, predvsem pozimi. V Evropi okužbe pri ljudeh povzročata predvsem serotipa O3 in O9, v Ameriki pa O8. V ZDA večino bolezni pri ljudeh povzroča samo ena vrsta, in sicer *Yersinia enterocolitica*, ki lahko povzroči različne okužbe. Okužba se najpogosteje pojavi pri majhnih otrocih, z naslednjimi simptomi: vročina, bolečine v trebuhu, driska, ki je pogosto krvava. Simptomi se tipično pojavijo po 4 do 7 dneh po okužbi in trajajo 1 do 3 tedne. Pri starejših otrocih in odraslih sta prevladujoča simptoma vročina in bolečina na desni strani trebuha, kar se pogosto zamenja z vnetjem slepiča. V nekaj primerih pa se lahko pojavijo komplikacije, kot so izpuščaji na koži, bolečine v sklepih, ali pa se bakterija razširi v krvni obtok. Infekcija se najpogosteje pojavi po zaužitju kontaminirane hrane, predvsem surove ali premalo kuhane svinjine. Pot okužbe je lahko tudi pitje nepasteriziranega mleka ali neobdelane vode. Občasno se obolenje lahko pojavi tudi po stiku z obolelo živaljo.

### 5.2.1.3 *Campylobacter*



Slika: *Campylobacter* (Vir: CDC)

Povečana pozornost v zadnjih letih je uvrstila *Campylobacter spp.* Med pomembne povzročitelje črevesnih obolenj, gastritisa in drugih. Termofilni *Campylobacter* se prenaša oralno. Je razširjen v okolju in se zelo pogosto nahaja v prebavnem traktu pri živalih, vključno pri pticah. Najpomembnejši rezervoar za *Campylobacter* so divje ptice in perutnina, ter tudi

druge domače živali kot so prašiči, govedo, psi in mačke. 95% vzrejenih piščancev je okuženih s *Campylobacter*, zato je perutnina pomemben vir infekcije. Divji ptiči prav tako predstavljajo dober medij za kolonizacijo. Tudi meso in mesni izdelki, ter mleko in mlečni izdelki so pomemben vir prenosa infekcij. Mleko se s *Campylobacter* lahko okuži že pri molži. Infektivna doza je nizka. Preiskave so pokazale, da odpadna voda vsebuje  $10-10^{15}$  termofilnih *Campylobacter* v 100 ml. Število se lahko zmanjša v procesih čiščenja odpadne vode. Število obolelih se giblje od nekaj primerov pa do več tisoč. *Campylobacter*, tako kot tudi druge patogene bakterije, je dobro obstojen pri nizkih temperaturah, kar nakazuje, da je hladna voda lahko dober medij za njegov prenos.

*Campylobacter jejuni* je v številnih državah najpogostejši povzročitelj bakterijskega gastroenteritisa. Bolezen imenujemo kampilobakterioza. To je zoonoza, ki je zelo razširjena po vsem svetu. Je najpogostejši vzrok za bakterijski gastroenteritis v Veliki Britaniji, *C. jejuni* pa najpogosteje izoliran organizem v teh primerih. *Campylobacter* je lahko izolirati iz vode, iz Velike Britanije pa poročajo kot o razlogu za številne izbruhe. Večinoma obolevajo otroci, največ obolenj pa se pojavi v poletnem času. Znaki bolezni nastopijo 1 do 3 dni po okužbi, začnejo pa se s slabostjo, krči v trebuhu, bruhanjem, drisko ter s povišano temperaturo. Bolezen traja do deset dni. Okužba se lahko prenese tudi preko človeka, ki nosi bacil v sebi (takih ljudi je pri nas zelo malo – 1%). Okužba je nevarna za starejše osebe in otroke. Nekateri bolniki izločajo bacile in ostanejo po končani bolezni bacilonosci še nekaj mesecev. Kot za preprečevanje ostalih črevesnih okužb, je tudi za preprečevanje kampilobakterioze potrebna dobra higiena; pravilna in ustrezna toplotna obdelava živil, še posebno mleka in mesa - nadzor nad pitno vodo; v primeru onesnaženja je potrebno uporabljati prekuhano oziroma klorirano pitno vodo. Možen je tudi prenos med ljudmi. Opisani so izbruhi v družinah in večje epidemije. V manj razvitih deželah zbolevalo predvsem otroci do 2 let, v razvitih pa mladi odrasli (18 do 45 let). Kampilobakteriji povzročajo tudi potovalne driske. V Sloveniji je *Campylobacter* na drugem mestu med bakterijskimi povzročitelji driske.

#### **5.2.1.4 *Escherichia coli***

*Escherichia coli* je bakterija, na kateri so preučili zgradbo, rast in metabolizem bakterijske celice. Povzroča okužbe prebavil in zunajčrevesne okužbe. *E. coli* je prvi opisal nemški zdravnik Escherich leta 1885. Nevirulentni sevi so del normalne črevesne flore. Da bi lahko ločili avirulentne seve od tistih, ki povzročajo drisko, so razvili shemo za serotipizacijo *E. coli*. Shema je osnovana na somatskih antigenih O in obsega skupine od O1 do O173. Določi se še antigena K in H.

*E. coli* je v velikem številu prisotna v blatu ljudi in skoraj vseh toplokrvnih živali in je zato dober indikatorski organizem kot pokazatelj fekalne kontaminacije. *E. coli* je običajen prebivalec črevesne flore in večina tipov je nepatogena. Izolacija *E. coli* iz vode je zanesljiva pokazateljica fekalnega onesnaženja. Je pa *E. coli* le ena iz družine enterobakterij. Nekateri

tipi imajo virulentne dejavnike in povzročajo gastroenteritis pri ljudeh z različnimi mehanizmi. Poznanih je sedem takih skupin, od teh so tri hidrične:

- **Enteropatogena *E. coli* (EPEC)** je povezana z izbruhi pri otrocih na otroških oddelkih bolnišnic in v vrtcih. Rod pripada serotipu O.
- **Enteroksigena *E. coli* (ETEC)** je pogost vzrok potovalne driske. Prepoznajo se po tvorbi toplotno stabilnih in toplotno labilnih toksinov.
- **VTEC (verocytotoxigenic *E. coli*)** povzroča resne prebavne bolezni s krvavo drisko in bolečimi trebušnimi krči.

Druge skupine *E. coli*, ki tudi lahko povzročajo okužbe prebavil:

- **Enterohemoragična *E. coli* (EHEC)**

Ta *E. coli* izdeluje Šigove toksine. Najbolj znan serotip iz te skupine je *E. coli* O157 : H7. Črevesne okužbe z *E. coli* O157 se uvrščajo med porajajoče se nalezljive bolezni.

- **Entroinvazivna *E. coli* (EIEC)**

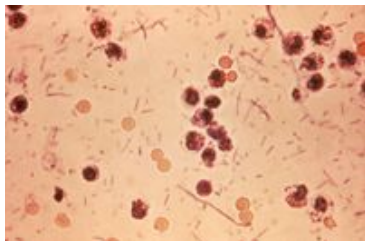
Povzroča drisko v državah v razvoju in potovalno drisko.

- **Enterogregativna *E. coli* (EAgg EC)**

Povzroča drisko pri otrocih v državah v razvoju.

Bacilarna griža je driska z vidno krvjo v iztrebkih. Povzročaj jo lahko različni mikrobi: šigele, *E. coli* O157:H7, *Campilobacter jejuni*, salmonеле, *Ethamoeba histolytica*. Črevesne okužbe z *E. coli* O157 se uvrščajo med porajajoče se nalezljive bolezni. Vir te bakterije so prebavila govedi in verjetno tudi drugih živali. Bolezen se prenaša s kontaminirano hrano, predvsem z izdelki iz mletega govejega mesa in z vodo. V razvitih državah je *E. coli* O157 povzročila številne epidemije, medtem ko so v manj razvitih državah opisali samo posamične primere. Umrljivost med epidemijami je bila od 3 do 35%. V Sloveniji so našli enterohemoragične seve *E. coli* iz skupin O157, O111 in O26.

### 5.2.1.5 *Shigella*



Slika: *Shigella* (Vir: CDC)

Šigele so bakterije, ki povzročajo drisko pri ljudeh. Imenujejo se po japonskem znanstveniku Kijošiju Šigi, ki je šigele prvi opisal pri obsežni epidemiji bacilarne griže na Japonskem leta 1890, ko je umrlo več kot 100.000 ljudi. Šigele so genetično zelo sorodne rodu *Escherichia*. Vse vrste šigel so patogene za ljudi in višje primare. Okužbe s šigelami se pojavljajo po vsem svetu in v vseh letnih časih, najpogosteje pri otrocih do 10 let starosti. Vir okužbe je človek, predvsem bolniki klicenosci. Infektivni odmerek je majhen od 10 do 200 bakterij. Večina primerov je posamičnih, prenos je predvsem fekalno-oralen. Epidemično se bolezen navadno prenaša z okuženo hrano ali vodo, šigele širijo tudi muhe. Šigele so odporne proti želodčni kislini.

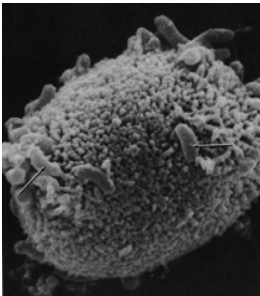
Šigelozna je črevesna okužba, ki jo povzročajo bakterije šigele. Širi se preko onesnaženih rok, okužimo se lahko tudi s pitno vodo, bolj poredko pa tudi z hrano. Šigele so pomembne povzročiteljice potovalne driske. Posebej nevarne so tistim osebam, ki so že sicer šibkega zdravja zaradi starosti ali kroničnih bolezni, kot so npr. oskrbovanci domov za ostarele oziroma majhni otroci, pri katerih zelo hitro nastopi življenjsko ogrožajoča izsušitev. Bolezen se začne nenadno. Najprej se pojavijo vročina, utrujenost, bolečine v trebuhu ter bruhanje, kmalu zatem pa še driska. Nezdravljena bolezen traja od 1 dne do 1 mesca, povprečno pa 7 dni. Čeprav glavna pot okužbe ni hidrična, pa so bili večji izbruhi bolezni povezani s prenosom prek vode. Izolacija *Shigelle* nakazuje na onesnaženje vode s človeškimi iztrebki. Z vidika izjemne patogenosti je obvladovanje organizma velikega pomena za javno zdravje.

### 5.2.1.6 *Vibrio cholerae*

Rod *Vibrio* sestavlja preko 30 vrst, med katerimi je najpomembnejši *V. cholerae*. Ta je razdeljen v 140 podskupin z oznako O, od katerih toksin proizvajata O1 in O139. V rodu

*Vibrio*, ki ga uvrščamo v družino *Vibrionaceae*, so številne vrste, ki povzročajo bolezni pri človeku in pri morskih živalih. Najbolj znan je *Vibrio cholerae*, ki povzroča kolero. Kolera je pandemična bolezen. V Indiji je endemična že tisočletja in se občasno širi v sosednje države. V 19. stoletju je prva pandemija t.i. azijske kolere dosegla Evropo. Angleški zdravnik John Snow je odkril (1854), da se bolezen širi z vodo. V času pete pandemije leta 1884 je Robertu Kochu uspelo izolirati in identificirati povzročitelja. Sedanja pandemija je sedma, začela pa se je leta 1961 v Aziji. *V. cholerae* se širi z okuženo vodo in hrano (morske živali, školjke). Zaradi potovanj z letali se povzročitelj kolere lahko hitro prenese na velike razdalje. Kolera je sezonska bolezen, največ primerov je v vročih poletnih mesecih. Za okužbo so dovzetnejši ljudje s krvno skupino 0 in tisti, ki imajo manj želodčne kisline.

Slika: *Vibrio cholerae* (Vir: CDC)



Kolera je akutna bolezen z vodeno drisko. Lahko poteka v blagi obliki in je podobna drugim akutnim driskam. Bolezenski znaki se pojavijo 6 ur do 5 dni po okužbi in se kažejo kot bruhanje in obilna vodena driska. V zgodovini je bila kolera ena glavnih pandemičnih bolezni. Izolacija *V. cholerae* O1 iz vode je velikega pomena za zdravje in je dokaz fekalnega onesnaženja. Druge skupine *V. cholerae* so lahko del normalne flore v nekaterih vodah. Vibirje se odstrani s klorom in običajno obdelavo vode.

### 5.2.1.7 *Clostridium perfringens*

Je sporogena bakterija, ki je prisotna v naši okolici v zemlji, v iztrebkih živali. Bacil tvori spore – spore so tako spremenjene bakterije, da so bolj odporne na neugodne vplive okolja. Običajno spore preživijo višje ali nižje temperature, bolj kislo ali bolj bazično okolje. Precej težje je uničiti spore kot same bakterije. *Clostridium perfringens* najbolj raste pri temperaturah od 43°C do 47°C. Naravno okolje klostridijev je živalsko in človeško črevesje, vegetativne oblike bacilov in spore pa najdemo v zemlji, prahu, vodah, na rastlinah in živilih. Klostridiji so heterogena skupina mikrobov, ki so večinoma saprofiti v zemlji, nekaj jih je tudi patogenih. Ti izdelujejo encime in toksine, ki povzročajo hude bolezenske znake. Okužimo se lahko z uživanjem govedine in perutnine, ki se je onesnažila z iztrebkom živali ali drugo

nesnago. *Clostridium* se pogosto nahaja v večjih kosih mesa, ki se po kuhanju počasi ohlaja. Spore se med kuhanjem ne uničijo. Ko temperatura živila oziroma mesa pade, se iz spor razvijejo bakterije, ki tvorijo toksine. Toksin uniči temperatura, višja od 75°C in kislina. Za infekcijo zadošča manj kot 10 oocist, teoretično že zaužitje ene oociste lahko povzroči infekcijo. *C. perfringens* s sporami je bil določen kot indikatorski organizem za parazite.

Spore *C. perfringens* najdemo v okolju, kjer je zemlja gnojena s hlevskim gnojem. Vegetativne oblike teh bacilov in njihove spore so v človeškem črevesju. Če zaidejo v rano, lahko nastane huda okužba. Klostridijske okužbe so povezane z vojnimi in drugimi nesrečami, kjer nastanejo obsežne in okužene rane. Gastroenteritis, ki ga povzroča *C. perfringens*, se pojavi, če je oseba zaužila več kot  $10^6$  vegetativnih celic bakterije *C. perfringens* v gramu živila. Če zaužijemo okuženo hrano, se v tankem črevesu začno iz vegetativnih oblik delati spore, pri čemer nastaja enterotoksin. Težave nastanejo po 8 do 20 urah kot nenadna driska z bolečinami v trebuhu. Drugi znaki, kot so povišana telesna temperatura in bljuvanje, se pojavijo redko. Obolenje v 12 do 24 urah mine samo po sebi.

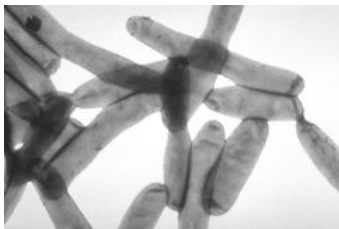
## **5.2.2 Bakterije, ki se lahko razmnožujejo v vodovodnih sistemih**

V tem delu so opisani patogeni, ki se lahko razmnožujejo v vodovodnih sistemih. Vsa pitna voda vsebuje organske snovi, ki omogočajo določeno bakterijsko rast.

### **5.2.2.1 Legionella**

Rod *Legionella* iz družine *Legionellaceae* šteje 40 znanih vrst in 61 serološko različnih skupin. Za približno polovico vrst so dokazali, da so za človeka patogene, čeprav jih je verjetno večina sicer sposobna povzročiti bolezen. Vrsta *L. pneumophila* je najbolj pogosto povezana s človekovimi boleznimi. Legionele so razširjene v naravnih vodah (potokih, jezerih, rekah), nahajajo pa se tudi v prsti. Infekcija je posledica vdihavanja aerosolov, ki so dovolj majhni, da prodrejo v pljuča. Legionele se v laboratoriju razmnožujejo pri temperaturah med 20 in 46°C. Pri temperaturah višjih od 46°C bakterija preživi, nad 60°C samo nekaj minut. V hladni vodi se lahko zadržujejo tudi do enega leta pri minimalnih

prehranskih razmerah in se začnejo razmnoževati ob ugodni temperaturi. So dokaj odporne proti kloriranju. So oportunistični patogeni, povzročitelji pljučnice pri ljudeh. Njihova značilnost je, da parazitirajo v praživalih, predvsem v amebah. Razvoj novih tehnologij (klima naprave, toplovodni vodovodni sistemi) in vse več ljudi z imunsko oslabelelostjo vodi v povečevanje okužb z legionelami. Bakterija se v vlažnem okolju razmnožuje do infektivnih koncentracij. Naprave, kot so ventilatorji, klimatske naprave in prhe, pa prenašajo aerosole z legionelo do primernega gostitelja. Vodovodno omrežje in klimatske naprave je potrebno načrtovati tako, da ne nastajajo slepi rokavi, kjer nastaja usedlina. V vodovodnih sistemih, predvsem v bolnišnicah, bi bilo potrebno en dan v tednu za 24 ur dvigniti temperaturo vode nad 60°C. Kloriranje vode ni učinkovito.



Slika: *Legionella*

(Vir: CDC)

*Legionello* so odkrili leta 1976, ko je v Filadelfiji za pljučnico zbolelo več kot 180 udeležencev ameriške legije, od katerih jih je 30 umrlo. Zato so to obliko pljučnice poimenovali legionarska bolezen, bakterijo, ki so izolirali iz pljuč umrlih legionarjev, pa *L. pneumophila*. Legionelna pljučnica se kot edina akutna

bakterijska pljučnica pojavlja v izbruhih. Izbruhi bolezní se lahko pojavijo sporadično ali v večjem obsegu kot epidemija oziroma endemija. Infekcija z *Legionello* se deli v dva tipa - legionarska bolezen in ne pljučna legionarska bolezen (Pontiac fever - pontiaška vročica).

**Legionarska bolezen** je oblika pljučnice z inkubacijsko dobo običajno med 3 in 6 dni. Pogosteje obolevajo moški kot ženske, večina primerov bolezní pa se pojavi v starostni skupini 40 – 70 let. Rizikni faktorji za nastanek bolezní so kajenje, alkohol, rak, diabetes, kronične bolezni dihal in ledvic, imunska oslabelelost. Smrtnost je pri teh primerih nekoliko višja (za 10%), bolezen pa se zdravi z antibiotiki. Poročajo o med 100 in 200 primerov letno v Angliji in Walesu, v Nemčiji in Franciji pa je število primerov višje in sicer preko 400. Epidemije pljučnic so pogostejše v poznem poletju in jeseni, ker se v topli vodi bakterije hitreje razmnožujejo.

**Pontiaška vročica** je bolezen podobna gripi. Inkubacija je zelo kratka, traja dan ali dva. Bolezen se začne z mrzlico, vročino, glavobolom in bolečinami v mišicah. Pojavijo se lahko še znaki okužbe zgornjih dihal, lahko tudi otrplost tilnika. Bolezen traja 2 do 7 dni. Okužb je največ poleti in zgodaj jeseni. Ozdravljenje je spontano in popolno.



### 5.2.2.2 *Aeromonas*

Mezofilni *Aeromonas* so bili dolgo znani kot patogeni za hladnokrvne živali, kot so ribe in dvoživke, v zadnjih treh desetletjih pa je bila posvečena večja pozornost na patogenost za ljudi. Rod je trenutno še uvrščen v skupino *Vibrionaceae*, vendar ga bodo zaradi novih spoznanj preuversili v *Aeromonas spp.* Vrsta *Aeromonas* je prisotna v okolju in se običajno pojavlja v prsti in v vodnih habitatih. Prisoten je po vsem svetu v vodnem okolju, in sicer v podzemni in površinski vodi, v pitni vodi (tudi v klorirani), v odpadni vodi ter v slani vodi. Prav se lahko nahajajo v hrani, predvsem v sveži zelenjavi, v surovem mesu, siru, mleku in pakiranih pripravljenih jedeh.

*Aeromonas* niso tipične fekalne bakterije, so pa prisotne v iztrebkih zdravih ljudi in živali, kot posledica uživanja hrane ali pitja vode, ki vsebujejo te organizme. V velikem številu so prisotne v odpadnih vodah, pred in tudi po čiščenju, ter so tako indikator onesnaženja površinske vode z odplakami. Morske rekreacijske vode predstavljajo potencialen vir okužbe za človeka. Izolirani so bili v pitni vodi v vseh predelih po svetu in lahko se razmnožujejo v vodovodnem sistemu. Razmnoževanje je povezano s prisotnostjo biofilma na notranjih površinah vodovoda, pomembni so vpliv temperature, dostopnost organskega ogljika in stopnja stagnacije. Biofilm se lahko akumulira v prisotnosti klora v koncentraciji 0,8 mg/l. *Aeromonas* so zmerno odporne na klor v omrežju. Pomanjkanje preostalega klora lahko povzroči razrast v omrežju. Čeprav so *Aeromonas* prisotni v vodovodnih sistemih, ni bilo točkovnih izbruhov zaradi uživanja, vdihavanja ali zaradi kožnega kontakta z vodo.

V študiji v severni Italiji je veliko izoliranih vrst vsebovalo virulentne faktorje in proizvajalo citotoksine. Vzorci odvzeti iz vodovodnih naprav v bolnišnicah v Londonu so *Aeromonas* vsebovali v 25% v poletnih in 7% v zimskih mesecih. Raziskanih je bilo več primerov infekcij zaradi *Aeromonas spp.*, ki je povzročil različna vnetja več organskih sistemov. Črevesne infekcije se pojavijo po preboleli kakšni drugi bolezni. Povzročajo drisko in okužbe mehkih tkiv. Zdravljenje črevesnih okužb običajno ni potrebno, sistemske okužbe pri imunsko oslabljenih bolnikih pa je treba zdraviti za antibiotiki.

### 5.2.2.3 *Pseudomonas aeruginosa*

*P. Aeruginosa* je iz družine *Pseudomonadaceae*. Razmnožuje se pri temperaturah med 41-42°C. Prepoznavna je po modrozelenem fluorescentnem pigmentu. Ponavadi se nahaja v fekalijah, prsti, vodi in odplakah, a se ne more uporabiti kot indikator fekalne kontaminacije, tudi zato ker se lahko razmnožuje v vodnem okolju. Bakterije iz rodu *Pseudomonas* najdemo po vsem svetu. Nekatere so rastlinski in živalski patogeni. V naravi jih najdemo v vodi, v zemlji in na rastlinah. Dobro rastejo v vlažnem okolju. *P. aeruginosa* je pomemben povzročitelj okužb v bolnišnicah.

*Pseudomonas aeruginosa* je ena najbolj pomembnih vrst za nadzor javnega zdravja, čeprav ne povzroča nobenih težav ob zaužitju. Odporna je na veliko antibiotikov in lahko povzroči resne bolezenske indikacije, če preide v organizem preko ran ali po intravenozni liniji. Število se spremlja v okviru nadzora ustekleničene vode. Učinkovito preprečevanje okužbe je nadzor nad prisotnostjo in dobra dezinfekcija, ter minimalna uporaba vode s pipe pri ogroženih bolnikih. Priporoča se prekuhavanje vode, ki pride v stik z imunsko oslabljenimi pacienti. Pri zdravih ljudeh je redko del normalne flore, v bolnišnicah pa kolonizira prebavila do 30% bolnikov. V bolnišničnem okolju ga lahko najdemo v pitni vodi, v napravah za dializo, v kopelih, v bazenih, na surovem sadju in zelenjavi. Prenaša ga lahko medicinsko osebje z okuženimi rokami in napravami.

Več vrst *Pseudomonas* je naravno prisotnih v okolju, kjer se običajno pojavljajo v prsti in vodi. Sposobne so se razmnoževati v okolju z nizko vsebnostjo hranil in se lahko razmnožujejo tudi v vodovodnem sistemu in na hišnih vodovodnih napravah. Kolonizirajo lahko pipe, ter rastejo na plastičnih materialih, kot so na primer plastične naprave za pripravo napitkov. *P. aeruginosa* lahko kolonizira bazene v toplicah in lahko povzroči okužbo pri ljudeh z odprtimi ranami. Previdnost je potrebna tudi pri uporabi korekcijskih očesnih leč, da voda iz pipe ne prenese povzročitelja na lečo, kar lahko povzroči očesno infekcijo. *P. aeruginosa* povzroča okužbe ran, opeklin in sečil, pljučnico ter sepso. Tudi zunaj bolnišnično lahko povzroči pljučnico in sepso pri imunsko oslabljenih osebah. Pri imunsko odpornih

osebah povzročča zunaj bolnišnično večinoma lokalne okužbe kože in zunanjega sluhovoda. Nastanejo po kopanju v okuženi vodi v kopališčih. Pri zdravih osebah obolenje poteka blago.

#### **5.2.2.4 *Mycobacterium***

Rod *Mycobacterium* ima 70 vrst. Večina mikobakterij živi v naravi in ne povzročča bolezni pri človeku. Bolezni, ki jih povzročajo mikobakterije, imenujem mikobakterioze, najpogostejša je tuberkuloza (povzročitelj *M. tuberculosis*, ni hidrični patogen). Za *Mycobacterie* je značilna počasna rast. Netuberkulozne mikobakterioze zasledimo pri imunsko oslabljenih ljudeh. Povzročajo jih atipične (netuberkulozne) bakterije. Nekatere od njih so patogene za živali (napr. *M. avium* za ptiče in prašiče; *M. marinum* za ribe). Ljudje se lahko okužimo od živali ali iz okolja, med ljudmi pa se atipične mikobakterije ne prenašajo. Ekologija oportunističnih mikobakterij v vodovodnih sistemih še ni popolnoma pojasnjena. Bakterije so že izolirali tudi iz obdelane vode, razmnožujejo pa se lahko tudi na pipi. Vir infekcije so lahko vroči tuši (širjenje z aerosolom), prav tako tudi uživanje vode ne more biti izključeno kot vir okužbe.

Kot bakterije na pipi so značilne *M. gordonae*. Razmnožuje se v pipah, pogosteje je izolirana pri višjih temperaturah (vročevodni sistem, centralno ogrevanje), pogosteje kolonizira starejše stavbe kot nove, večje razdalje transporta pitne vode prav tako povečajo število. *M. kansasii* so izolirali iz vodovodov na Češkem ter na Nizozemskem. Povečanja prisotnosti *M. avium* so zaznali tudi v ZDA. Povezava prisotnosti mikobakterij in pojavljanja obolenj je bila narejena le na podlagi posrednih dokazov po sklepanju iz okoliščin. *Mycobacterium xneopi* prav tako lahko povzroči hidrično obolenje pri bolnikih, ki okrevajo po operacijah hrbtenice. Porast števila imunsko oslabljenih ljudi in razširjenost netuberkuloznih mikobakterij v vodovodnem sistemu vodi do problema mikobakterijskih hidričnih okužb.

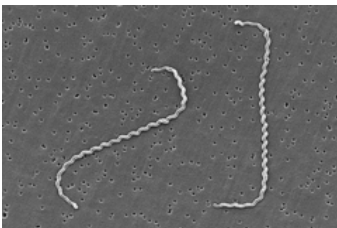
*Mycobacterium avium* in podobne vrste povzročajo infekcijo, najpogosteje pridejo v telo z zaužitjem ali vdihavanjem. *Mycobacterium avium* se lahko razraste v vodi v kateri ni dodanih hranil, procesa čiščenja vode kot sta koagulacija in filtracija zmanjšata njihovo število. Zato ni presenetljivo, da se organizem lahko razraste in kolonizira vodovodni sistem. Ne zazna se ga pri vsebnosti klora 1mg/ml. Pri zdravih ljudeh ponavadi ne povzroči bolezni, bolj občutljivi

pa so bolniki z aidsom. Zaenkrat je nevarnost hidričnega obolenja tako omejeno na obolele z aidsom. MAC (*Mycobacterium avium* complex) lahko kolonizira prebavni trakt in pa tudi dihala.

#### 5.2.2.5 *Klebsiella*

Proučevanje vrste *Klebsiella* izolirane v vodi v Nemčiji je pokazalo virulentne faktorje. Od odvzetih vzorcev površinske vode je bilo 53% pozitivnih na *Klebsiella pneumoniae*. *Klebsiella* je naravno prisotna v telesu – v prebavnem traktu, kjer ne povzroča bolezni. Lahko pa povzroči infekcije v urinarnem traktu, predvsem pri ženskah. Nekateri sevi imajo enterotoksin in povzročajo okužbe s hrano. V majhnem številu so lahko klebsiele prisotne v normalni črevesni flori zdravih ljudi. Bolezni pri človeku povzročata dve vrsti *K. pneumoniae* in *K. oxytoca*, ki sta pomembni povzročiteljici bolnišničnih okužb (sečil, dihal in ran).

#### 5.2.2.6 *Leptospira*



Slika: *Leptospira* (Vir: CDC)

Klinično sliko leptospiroze je prvi kot posebno bolezen opisal nemški zdravnik Adolf Weil leta 1886, imenovali so jo Weilova bolezen. Leptospiroza je zoonoza razširjena po vsem svetu. Z leptospirami so okužene številne vrste divjih in domačih živali (psi, mačke, svinje, goveda, konji, podgane, miši), glavni vir so glodalci. Okužene živali izločajo leptospire s sečem, po preboleli bolezni tudi vse življenje. Leptospire se ugnezdijo v ledvične tubule in se izločajo z urinom; izločanje lahko traja tedne, mesece, celo leta. Leptospire lahko preživijo več tednov v vlažni zemlji in v površinskih vodah. Tako se okužba prenese na druge živali. Okužba se prenaša z neposrednim stikom s krvjo, sečem, tkivi ali organi okužene živali ali neposredno z izpostavljenostjo kontaminiranemu okolju. Človek je končni člen v verigi okužb, prenos s človeka na človeka je izredno redek. Pri neposrednem kontaktu človeka z okuženo živaljo oziroma njenimi izločki, okuženo zemljo ali vodo, lahko leptospire vstopijo skozi kožne odrgnine ali rane. Najbolj ogroženi so ljudje zaposleni v kmetijstvu, delavci pri

kopanju jarkov in ribiči. Okužbe se pojavljajo vse leto, najpogostejše so v poletnih mesecih. Povprečna inkubacijska doba je 10 dni (od 4 do 19 dni).

Leptospiroza je akutna generalizirana infektivna bolezen, ki jo povzročajo spirohete iz rodu leptospir (*Leptospira sp.*). Bolezen poteka dvofazno. Prva faza se kaže kot akutno vročinsko stanje z mrzlico, glavobolom, bolečinami v mišicah in bruhanjem. Za drugo fazo so značilne krvavitve, odpovedi jeter in ledvic. Bolezen je razširjena po vsem svetu, z izjemo polarnih območij. V Sloveniji se pojavlja leptospiroza v endemični obliki v Pomurju, od koder je tri četrtine vseh prijavljenih primerov. V ostalih predelih Slovenije se pojavlja obolenje sorazmerno redko. Identificiranih je preko 200 različnih seroloških tipov. Pri nas sta najpogostejša povzročitelja *L. grippothyphosa* in *L. sejroelno*.

### **5.2.3 Novi potencialni patogeni**

Čeprav je večina poznanih patogenov pod nadzorom s sanitarnimi ukrepi in obdelavo vode, se pojavljajo nove bolezni in nova odkritja omogočajo razumevanje obstoječih kroničnih bolezni. Mnoga od teh odkritij so odprla vprašanja o možnem hidričnem prenosu povzročiteljev. Bakterije, ki se jim trenutno posveča največ pozornosti so *Heliobacter pylori*, *Mycobacterium*, *Burkholderia pseudomallei* in *Francisella tularensis*.

#### **5.2.3.1 *Heliobacter pylori***

Leta 1982 so v Avstraliji na bakterijskem gojišču vzgojili spiralno bakterijo, ki so jo izolirali pri bolniku z želodčnim ulkusom. Tako se je začelo razkrivanje pomena bakterije *H. pylori* in njene povezave z različnimi bolezenskimi spremembami na želodcu in dvanajstniku, ki pestijo mnoge odrasle in tudi otroke. Čeprav so bili organizmi spiralne oblike odkriti že pred mnogimi leti, pa do leta 1982 ni bil izoliran pri bolnikih z gastritisom. *H. pylori* je danes znan kot vzrok za večino želodčnih čirov. Ta bolezen lahko vodi tudi do rakavih obolenj v prebavilih. Čeprav prevladuje mnenje, da čir nastane predvsem zaradi vpliva hrane, kisline in stresa, je sedaj znano, da je glavni vzrok za čir *H. pylori*, saj povzroča 9 od 10 čirov. Akutna infekcija povzroča bolečine v trebuhu, hujšanje, bruhanje. Človek je edini znani rezervoar,

bakterija pa živi na steni želodca. Okužba s *H. pylori* vztraja desetletja, saj je izginotje bakterije iz želodca redko. Nekaterim ljudem okužba ne povzroča težav, pri drugih pa se pojavita gastritis in ulkusna bolezen.

Epidemiologija kaže na pot prenosa z osebe na osebe v prvih letih življenja. Epidemiološke študije kažejo fenomen pojavljanja v družinah. Predvideva se, da igra mama ključno vlogo pri prenosu na druge člane. Prenos s človeka na človeka še ni popolnoma znan, predvsem zato ker je organizem težko identificirati in vzgajati izven telesa. Pot prenosa pa je verjetno oralno-oralni in fekalno-oralni prenos. S človeka na človeka se verjetno prenaša s slino. Prenos je mogoč tudi z okuženo pitno vodo. *H. pylori* je bil najden v fekalijah.

*H. pylori* se pojavlja po vsem svetu, kjer je stopnja higiena nižja, je lahko prisoten tudi do 100%, v razvitem svetu pa so infekcije predvidoma med 30 in 60%. Rod *Helicobacter* združuje več kot 15 bakterijskih vrst. Z bakterijo *H. pylori* je okužena več kot polovica svetovnega prebivalstva. Ljudje v deželah v razvoju se okužijo že v zgodnji mladosti. Otroci v razvitih deželah se srečajo s *H. pylori* redkeje in pozneje. Naravni gostitelj za *H. pylori* je človek. Bakterija lahko na želodčni sluznici ostane dolgo časa, ne da bi povzročala bolezenske težave. Dokazali so jo tudi v zobni oblogi in v ustni votlini.

### **5.2.3.2 *Burkholderia pseudomallei***

*Burkholderia pseudomallei* je vzrok akutne pljučnice. Je patogena bakterija in povzroča kronično bolezen melioidozo. Najdemo jo v površinskih vodah ter na riževih poljih v jugovzhodni Aziji in severni Avstraliji. Organizem je razširjen v okolju in je bil prvič opisan v Rangoonu (Yangon – Myanmar (Burma)), pri ljudeh, ki so se okužili z vdihavanjem organizma. V telo lahko vstopi z okuženo vodo ali zemljo, preko inhalacije ali z neposrednim stikom skozi ranice na koži. Pojavlja se predvsem v jugovzhodni Aziji. Več narodov ga je preiskovalo kot biološko orožje, kot aerosol, ki sproži pljučnico. Študija v Bologni v Italiji je pokazala prisotnost v 7% od 85 vzorcev vode odvzetih v javnih in zasebnih objektih.

### 5.2.3.3 *Francisella tularensis*

Je bakterija, ki povzroča akutno infekcijsko bolezen tularemijo pri živali in ljudeh. Bolezen je tipična zoonoza. Bakterijo so prvič izolirali leta 1911 iz okuženih veveric v pokrajini Tulare Country (Kalifornija), po kateri je tudi poimenovana (*tularensis*). Natančnejše etiološke in epidemiološke študije ter opis bolezni, je opisal Edward Francis, po katerem so poimenovali rod (*Francisella*). Tularemija se pojavlja po vsej severni zemeljski polobli, od 30° do 70° razen v Veliki Britaniji. Izolirali so jo iz več kot 100 vrst divjih živali (zajcev, kuncev, veveric, krtov, podgan, bobrov), domačih živali (ovc, mačk, psov, goveda), ptic, rib, členonožcev, iz vode ter iz odplak. V ZDA so najpogostejši viri okužbe s *F. tularensis* zajci in klopi, v Skandinaviji pa glodalci in klopi.

Človek se najpogosteje okuži pri obdelovanju kože ali mesa okužene živali, z ugrizom okužene živali ali s pikom okuženih klopov in žuželk. Okužba je možna tudi z vdihavanjem aerosolnih delcev, ki vsebujejo bacile *F. tularensis*. Prenos okužbe s človeka na človeka je redek. Lahko se prenese tudi z uživanjem okužene vode. V živalski populaciji se včasih pojavijo epidemije in povzročajo odmiranje. Pri ljudeh se tularemija pojavlja le sporadično, vendar lahko pride do epidemije, če bakterijo prenašajo členonožci oziroma je okužena pitna voda. Primarno je tularemija bolezen lovcev in gozdnih delavcev. *F. tularensis* je invazivna bakterija in najpogosteje vstopi v telo skozi majhne ranice na koži ali sluznici. Tularemija se razvije po 3 do 4 dneh inkubacije z nenadno mrzlico, slabostjo, utrujenostjo in glavobolom. Potek je odvisen od načina okužbe. V Španiji je bila bakterija vzrok za hidrični izbruh. Na Kosovu so jo zaznali med zadnjo vojno. Organizem je bil raziskovan kot biološko orožje, ker so infektivne doze relativno nizke (10 organizmov).

## 5.3 Virusi

Virusi, ki lahko povzročajo hidrična obolenja, so tisti, ki se lahko razmnožujejo v človekovih prebavilih in so v velikem številu prisotni v izločkih obolelih. Čeprav se virusi ne morejo razmnoževati zunaj telesa gostitelja, pa nekateri enterični virusi lahko preživijo v okolju in ostanejo infektivni. Človeške fekalije predstavljajo glavni vir enteričnih virusov v vodnem

okolju. Z različnimi analitičnimi metodami lahko določimo število virusov v fekalijah, število pa niha glede na uporabljeno metodo. Čiščenje odplak lahko zniža število virusov, odvisno od postopkov čiščenja. Če v odvodnik spuščamo neprečiščeno odpadno vodo, virusi ostanejo (odvisno od T, stopnje do katere se absorbirajo v sedimente, globine do katere je voda osvetljena in drugih dejavnikov) in tečejo dolvodno. Enterične viruse lahko najdemo v vodi, ki jo uporabljamo kot pitno vodo (na vstopu v ČN za pitno vodo). Povezava med prisotnostjo enteričnih virusov v vodi in tveganju za zdravje še ni povsem jasna, zaradi številnih dejavnikov je še v proučevanju. Prav tako še ni povsem jasna infektivnost virusov v fekalno onesnaženih vodah za ljudi in povezava z obolenji. Znanih je malo metod za odkrivanje prisotnosti virusov v vodi, te so drage in zahtevne. Enterični virusi lahko povzročajo različne sindrome: izpuščaje, vročino, gastroenteritis, miokarditis, okužbe dihal in hepatitis. V splošnem so pogoste asimptomatične okužbe, zapleti pa so redki. Če je pitna voda onesnažena z odplakami, se lahko pojavita gastroenteritis in hepatitis v epidemičnih razsežnostih. Poleg tovrstnih infekcij, je malo ali ni dokazov, da bi bila ustrezno obdelana pitna voda lahko pot za prenos virusne infekcije. Priporočeno obdelavo pitne vode, kjer se pojavlja tveganje za prisotnost virusov prikazuje Preglednica 3. Viruse so izolirali iz surove in tudi iz obdelane pitne vode. Izolacija virusa iz vode **ne dokazuje**, da je bila pitna voda pot prenosa okužbe, čeprav nakazuje, da obstaja tveganje za tak prenos. Obdelava vode in dezinfekcija bi morali zagotavljati, da je pitna voda brez virusov. Epidemiološko dokazovanje, da je pot prenosa virusne bolezni hidrična, je zelo težko, ker simptomi niso nujno podobni tipičnim za hidrični izbruh. Nekatere bolezni imajo dolgo inkubacijsko dobo (na primer HAV), hidričen prenos okužbe je lahko v osnovi – v manjši meri, nadaljnje širjenje pa je po drugih poteh. Za viruse je namreč značilno hitro prehajanje s človeka na človeka. Hidrična pot prenosa okužbe je bila pojasnjena za virusa hepatitisa A in E, za rotavirus, norovirus, za katere so znana tudi eksplozivna epidemična širjenja okužbe. Za druge viruse iz Preglednice 4, je pot prenosa preko vode verjetna, ni pa natančno definirana. V onesnaženi vodi najdemo adenoviruse, astroviruse, caliciviruse, enteroviruse, rotaviruse, HAV, HEV. Njihov naravni rezervoar, razen za HEV smo ljudje. V sladki vodi lahko preživijo nekaj mesecev. Preprečevanje bolezni, ki jih povzročajo virusi preko pitne vode, je najučinkovitejše s sistemom večkratnih ovir (na viru, med distribucijo, priprava pitne vode).



Preglednica 3: Priporočena obdelava pitne vode, kjer se pojavlja tveganje za prisotnost virusov (Vir: WHO Guidelines for drinking water)

<b>Tip vodnega vira</b>	<b>Priporočena obdelava</b>
<b>Podzemna voda</b>	
Zaščiten, globok vir, brez fekalnega onesnaženja	Dezinfekcija
Nezaščiten, plitev vir, fekalno onesnaženje	Filtracija in dezinfekcija
<b>Površinska voda</b>	
Zaščiten površinska voda, brez fekalnega onesnaženja	Dezinfekcija
Nezaščiten površinska voda ali reka v zgornjem toku, fekalno onesnaženje	Filtracija in dezinfekcija
Nezaščiten reka v spodnjem toku, fekalno onesnaženje	Pred-dezinfekcija, filtracija, dezinfekcija
Nezaščiten povodje, močno fekalno onesnaženje	Pred-dezinfekcija, filtracija, dodatna obdelava in dezinfekcija
Nezaščiten povodje, zelo močno fekalno onesnaženje	Ni priporočljivo za vodooskrbo

### 5.3.1 Virusni gastroenteritis

Akutni gastroenteritis in prebavna obolenja so najbolj razširjena hidrična obolenja po vsem svetu. Virusni gastroenteritis je lahko povezan z različnimi povzročitelji. Običajno traja od 1 do 3 dni in se kaže kot slabost, bruhanje in driska. Prizadene občutljive posameznike vseh starosti, resnejši pa je pri majhnih otrocih in pri starejših ljudeh, pri katerih lahko hitreje pride do pomanjkanja tekočine in elektrolitov. Gastroenteritis pomeni vnetje želodca ter tankega in debelega črevesja. Pogosto je imenovan trebušna gripa, čeprav ni povzročen z virusom gripe. Gastroenteritis lahko povzroči veliko različnih virusov, vključno z rotavirusi, norovirusi, adenovirusi (tip 40 ali 41), saprovirusi in astrovirusi. Virusni gastroenteritis ni povzročen z

bakterijami (kot so salmonela ali *E. coli*) ali paraziti (kot je *Gardia*), ali zaradi zdravih oziroma iz drugih zdravstvenih razlogov, čeprav so simptomi lahko podobni. Gastroenteritis je resno obolenje, predvsem za ljudi, ki ne popijejo dovolj tekočine, da bi nadomestili izgubo zaradi driske in bruhanja. Dojenčki, majhni otroci in starejši, predstavljajo rizično skupino zaradi dehidracije, prav tako pa tudi osebe z oslabljenim imunskim sistemom, saj so podvrženi hujšim oblikam bolezni. Včasih je celo potrebna hospitalizacija in pravilno zdravljenje, da se prepreči dehidracija.

Virusni gastroenteritis je nalezljiva bolezen, virusi, ki ga povzročajo, se razširjajo s kontakti med okuženimi osebami. Okužimo se lahko z uživanjem okužene hrane ali pijače, na primer z lupinarji (ti se okužijo z odpadno vodo). Tudi pitna voda je lahko onesnažena z odpadno vodo in tako vir razširjanja virusov. Virusni gastroenteritis prizadene ljudi po vsem svetu. Vsak virus ima svojo sezonsko aktivnost. Tako se infekcije z rotavirusi in astrovirusi pojavljajo med hladnejšimi meseci (oktober do april), medtem ko se infekcija z adenovirusom pojavlja čez vse leto. Virusne okužbe lahko hitro izbruhnejo predvsem v večjih inštitucijah, kot so šole, otroški vrtci, domovi za starejše in se pojavijo v določenih okoljih, kot so gostilne, ladje, študentski domovi in kampi. Gastroenteritis lahko dobi vsakdo, ne glede na starost. Za nekatere viruse so bolj dovzetni ljudje v določenih starostnih obdobjih. Rotavirus in norovirus sta pogosteje vzrok za trebušna obolenja pri dojenčkih in malih otrocih pod pet let starosti. Adenovirusi prav tako pogosteje prizadenejo majhne otroke, obolevajo pa tudi starejši otroci in odrasli. Norwalk in norovirusi pogosteje prizadenejo starejše otroke in odrasle.

### **5.3.2 Povzročitelji**

O hidričnih izbruhih zaradi virusov poročajo tako iz razvitih držav kot tudi iz držav v razvoju. Enterovirusi so razširjeni po vsem svetu, obolenja se v zmernih klimatih pojavljajo predvsem v toplih mesecih. Epidemiologija nakazuje, da je fekalno-oralni prenos glavna pot za prenos okužbe. Obolenja, ki jih povzročajo različni enterični virusi, pa lahko narastejo do epidemičnega obsega, če se prenašajo z vodo. V Preglednici 5 so naštetih virusi, ki so v onesnaženi vodi in lahko povzročijo bolezni pri človeku. Adenovirusi so bili izolirani iz površinske vode, zato se sklepa, da lahko povzročijo hidrična obolenja. Rotavirusi so vzrok za

večino drisk pri majhnih otrocih in pri dojenčkih, povzročajo pa tudi gastroenteritis pri starejših. Norovirusi ponavadi povzročajo epidemije gastroenteritisa, ki traja od 1 do 2 dni. So zelo razširjeni in pogosto prizadenejo otroke v šolah. HAV in HEV sta bila zaznana v onesnaženi in v pitni vodi.

Preglednica 4: Za človeka patogeni virusi, ki se lahko pojavijo v onesnaženi vodi in boleznih, ki jih povzročajo (Vir: WHO Guidelines)

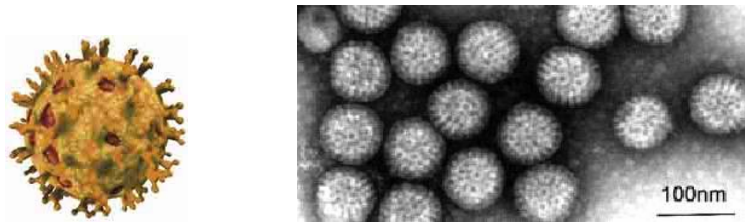
<b>družina</b>	<b>člani</b>	<b>bolezen</b>
<i>Picornoviridae</i>	<i>poliovirusi</i>	paraliza, meningitis, vročina
	<i>echovirusi</i>	meningitis, okužbe dihal, gastroenteitis, vročina
	<i>coxsackievirusi</i>	
	<i>enterovirusi</i>	meningitis, encefalitis, okužbe diha, vročina
	HAV	hepatitis A
<i>Reoviridae</i>	<i>reovirusi</i>	ni znano
	<i>rotavirusi</i>	gastroentritis, driska
<i>Adenoviridae</i>	<i>adenovirusi</i>	okužbe dihal, gastroentritis
<i>Parvoviridae</i>	<i>adeno - virusi</i>	latentna okužba, integracija DNA v celični genom
<i>Caliciviridae</i>	<i>calicivirusi</i>	gastroentritis pri dojenčkih in majhnih otrocih
	<i>norovirusi</i>	gastroentritis
	HEV ?	hepatitis E
neznana	<i>astrovirusi</i>	gastroentritis, enterokolitis
<i>Papovaviridae</i>	<i>papilomavirusi</i>	

### 5.3.2.1 Adenovirus

Adenovirusi najpogosteje povzročajo okužbe dihal, glede na tip virusa pa lahko tudi druga obolenja, kot so gastroenteritis, konjunktivitis, izpuščaje na koži. Čeprav so epidemiološke karakteristike adenovirusov različne, glede na tip, pa se vsi prenašajo z neposrednim kontaktom, fekalno-oralno in občasno hidrično. Izbruhi obolenj povzročeni z adenovirusi se pogosteje pojavljajo proti koncu zime, spomladi in v zgodnjem poletju, sicer pa preko celega

leta. Večina infekcij je blaga, zato zadostuje samo simptomatsko zdravljenje. V plavalnih bazenih, tudi ob zadostni količini klora, se lahko razširijo adenovirusi, ki povzročajo konjunktivitis (vnetje očesne veznice).

### 5.3.2.2 *Rotavirus*



Slika: *Rotavirus* (Vir: CDC)

*Rotavirus* je dobro viden pod elektronskim mikroskopom in je okrogle oblike (od tod tudi njegovo ime, *rota* v latinščini pomeni okrogel). Povzroča bolezen pri človeku in živalih (kravah, miših, prašičih, ovcah, psih, mačkah, perutnini in drugih). So zelo odporni virusi, saj preživijo različna razkužila ter tudi kloriranje, uničijo jih lahko alkoholi, fenoli in nekatere kisline. Pogosto so povzročitelji epidemij, ker se zelo hitro širijo. Rotaviruse so našli v odplakah, v jezerih in rekah, ter tudi v obdelani pitni vodi. Obolenja se ponavadi pojavljajo sporadično. Rotavirusi predstavljajo pomembno poglavje v javnem zdravstvu in so pogost vzrok za driske, predvsem pri majhnih otrocih. Razmnožujejo se v črevesju in dosega velika števila, še osem dni po okužbi jih je v blatu obolelega lahko tudi 1000.

Rotavirusna driska je zelo kužna bolezen, ki se zelo hitro prenaša. Osnovna pot prenosa bolezni je fekalno-oralno, lahko pa tudi aerogeno z vdihavanjem okuženega zraka. Ker je virus obstojen v okolju, se prenos lahko izvrši z zaužitjem onesnažene vode ali hrane in v kontaktu z onesnaženimi predmeti. V območju zmernih klimatskih razmer je sezona obolenj od novembra do aprila. Največ obolelih je med dojenčki in majhnimi otroci pod 2 let starosti. Zbolijo pa lahko tudi odraslih, pri njih pa je potek bolezni v milejši obliki. Zlasti pri odraslih lahko okužba poteka brez znakov. Najpogosteje pa se pojavi akutna driska, ki jo spremljata bruhanje in vročina, lahko pa se pojavijo tudi prehladni znaki. Bolezen traja povprečno 5 do 7 dni. Obolenje nastopi v času od 1 do 3 dni po okužbi. Okužba lahko poteka brez simptomov, s kliničnimi znaki akutnega ali kroničnega enterokolitisa. Pri osebah z normalno delujočim imunskim sistemom je gastroenteritis, povzročen z rotavirusom, bolezen, ki traja le nekaj dni

in se hitro pozdravi. Zdravljenje obsega predvsem preprečevanje dehidracije. Približno eden od 40 otrok bo potreboval hospitalizacijo zaradi intravenozne nadomestitve tekočine. Imunska odpornost po preboleli bolezni ni popolna, vendar vsaka nadaljnja okužba poteka v milejši obliki. *Rotavirus* je najpogostejši vzrok drisk predvsem pri otrocih in je razlog za hospitalizacijo okoli 55.000 otrok na leto v ZDA in povzroči več kot 600.000 smrti otrok po vsem svetu. (Vir. CDC)

### **5.3.2.3 *Calici virus***

*Calici virus* je virus, ki povzroča vnetje črevesja (gastroenterokolitis) in s tem povezano diarejo pri človeku. Nevšečnosti, ki se pojavijo pri okužbi s *Calici virusi* so še bruhanje, glavobol, slabost, bolečine v trebuhu, povišana telesna temperatura. Virus se izloča z blatom okuženih oseb in se prenaša fekalno-oralno (iz okuženega blata preko ne dovolj umitih rok v usta) ter po zraku z vdihavanjem virusnih delcev (aerogena pot prenosa). Virus je zelo kužen, zato je za okužbo potrebna zelo mala količina (manj kot 100). Ob epidemiji pride do obolenja drugih oseb v skupini ali družinskih članov.

*Calici virus* ne povzroča nevarne okužbe. Težave so običajno kratkotrajne, bolnik spontano ozdravi brez posledic. Okužbe s *Calici virusi* se pojavljajo predvsem v zimskih mesecih leta. Za okužbo z njimi so dovzetni ljudje vseh starostnih skupin. Prekuženost oseb s starostjo narašča. Odpornost po preboleli bolezni je kratkotrajna, ker pa obstaja več različnih tipov virusa, je možna nova okužba po preboleli bolezni zaradi okužbe z drugim tipom virusa. Izločanje virusov po preboleli okužbi je kratkotrajno, po virih tuje literature traja izločanje povprečno 72 ur po nastopu bolezenskih težav. Inkubacijska doba je običajno 24 do 48 ur.

### **5.3.2.4 *Norovirus***

Rod *Norovirus* iz družine *Calicivirusov* je skupina virusov, ki povzroča akutni gastroenteritis. *Norovirus* je ime za skupino virusov, ki so opisani kot *Norwalk-like viruses* (NLV). *Norwalk* virusi so mali okrogli virusi. *Norovirus* je novo skupno ime za skupino *Norwalk virusov*. *Norovirus* povzroča t.i. trebušno gripo ali gastroenteritis in je bil povezan z zadnjimi izbruhi

na križarskih ladjah. Najpogostejši prenos je preko okužene hrane, lahko pa tudi preko vode ali preko osebnega kontakta. Norovirusi se pojavljajo po vsem svetu, najdemo pa jih v vodnih virih onesnaženih s fekalijami. *Norovirus* je v zadnjih letih med najpogostejšimi povzročitelji virusnih črevesnih obolenj v svetu in tudi pri nas.

Simptomi: najpogostejši simptomi so bruhanje, driska, trebušni krči. Lahko se pojavijo tudi glavobol in rahlo povišana telesna temperatura. Simptomi se pojavijo po 1 – 2 dneh (lahko že po 12 urah) po okužbi in ponavadi izginejo po 2 – 3 dneh brez večjih zapletov. Norovirusi so zmerno odporni na dezinfekcijo. Vretje vode 1 – 3 minute uniči ali inaktivira noroviruse. Ker so tako majhni jih filtri na pipi ne odstranijo iz vode.

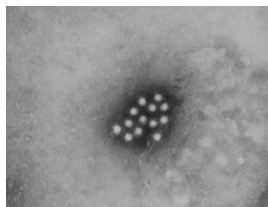
### **5.3.2.5 Astrovirus**

Astrovirusi so mali okrogli virusi, ki so bili odkriti leta 1975. Znanih je sedem različnih serotipov, ki povzročajo gastroenteritis pri ljudeh, predvsem pri otrocih, mlajših od 5 let, lahko pa tudi pri odraslih. Študije so pokazale, da ima 80% otrok med 5 in 10 let protitelesa proti astrovirusom. Bolezen se ponavadi hitro pozdravi, vrh pojavljanja doseže pozimi. Rod *Astrovirus* iz družine *Astroviridae* šteje osem vrst, ki lahko povzročijo bolezen pri človeku. Najpogostejši način širjenja je s kontaktom z osebo na osebo. Zadnje študije so pokazale, njegovo široko razširjenost po svetu, ter ga uvrstile na drugo mesto med povzročitelji drisk pri otrocih, takoj za rotavirusom.

O pojavljanju astrovirusa v okolju je malo informacij. V blatu okuženih se nahajajo velike količine virusov, ki so posledično prisotne tudi v odpadnih vodah. Ker pa se virusi izven telesa gostitelja ne morejo razmnoževati, njihovo število v okolju ne more narasti. Za odstranjevanje astrovirusov s postopki čiščenja odpadne vode ni podatkov. Podatki, pridobljeni s kulturami drugih virusov in bakterij, kažejo, da običajni postopki čiščenja odpadne vode (koagulacija, sedimentacija, filtracija in dezinfekcija) odstranijo viruse. Za dovzetnost astrovirusov na dezinfekcijo s klorom in ozonom ni podatkov.

### 5.3.2.6 Virus hepatitisa A (HAV)

Hepatitis je splošno ime za vnetje jeter, povzročajo pa ga lahko tipi virusa A, B, C, D in E. HAV in HEV sta bila zaznana v onesnaženi in v pitni vodi.



Slika: HAV



Slika: HEV (Vir: CDC)

Nalezljiva zlatenica tipa A je bolezen jeter, ki jo povzroča virus hepatitisa A. Izbruh boleznij je običajno nenaden in se prične s povišano telesno temperaturo, slabim počutjem, utrujenostjo, pomanjkanjem apetita. Bolezenski znaki niso pri vseh bolnikih enako izraziti. Klinična slika se spreminja od lahke, ki traja teden ali dva, do težke, ki traja nekaj mesecev. Bolezen se navadno pozdravi brez trajnih posledic, lahko pa preide v kronično vnetje jeter. Zlasti pri mlajših otrocih lahko poteka bolezen v zelo lahki obliki, tako da jo prepoznamo le s pomočjo ustreznih preiskav krvi. Do okužbe s povzročiteljem nalezljive zlatenice A pride lahko zaradi uživanja hrane ali vode, v kateri je povzročitelj. Najpogosteje pa se okužimo z rokami, na katerih imamo povzročitelja in smo ga pobrali nekje v okolici, največkrat na stranišču. Okužena oseba namreč izloča virus v okolico preko blata. Inkubacija je sorazmerno dolga. Bolezenski znaki se lahko pojavijo že 14 dni po okužbi, lahko pa preteče mesec ali več preden se bolezen razvije. Virus hepatitisa A ugotavljamo v blatu okuženih oseb lahko že tri tedne pred začetkom obolenja in še približno en teden po obolenju. Do okužbe pride najpogosteje med malimi otroci in šolarji, ki na eni strani še ne znajo povsem poskrbeti za pravilno umivanje rok, po drugi strani pa so neprekuženi, kar pomeni, da še niso bili v stiku s tem povzročiteljem. Odrasli, ki se okužijo in obolijo, imajo praviloma večje težave in so bolj prizadeti kot mali otroci.

### 5.3.2.7 Virus hepatitisa E (HEV)

Hepatitis E do leta 1980 ni bila poznan kot posebna bolezen. Bolezen povzroči virus tipa E. Naravni gostitelj virusa je človek, protitelesa pa so našli tudi pri primatih in pri nekaterih

drugih živalih. HEV se prenaša po fekalno-oralni poti. Hepatitis E je hidrično obolenje, največ izbruhov povzročita onesnažena voda in hrana. Uživanje fekalno onesnažene vode lahko vodi do epidemij, uživanje surovih ali premalo kuhanih školjk pa lahko povzroči sporadične ali endemične primere. Obstaja možnost prenosa virusa z živali na človeka; za okužbo so dovzetni tudi prašiči, krave, ovce, koze in glodalci. Rizični dejavniki za pojav bolezni so slaba higiena in pojavljanje povzročitelja v iztrebkih. Prenos z osebe na osebo ni običajen. Večji izbruhi bolezni se pojavljajo v regijah, kjer je slabši higienski standard, kar omogoča širjenje virusa. Predvsem tam, kjer je nizek standard oskrbe s pitno vodo in prihaja do fekalne kontaminacije. Inkubacijska doba traja od 3 do 8 tednov, v povprečju 40 dni. V splošnem hepatitis E ni nevarna okužba, oboleli okrevajo. Ponavadi ni kroničnega ponavljanja bolezni. Nevaren je lahko za nosečnice. Za hepatitis E ni posebnega zdravljenja, zato je pomembno preprečevanje - potrebna preventiva in dobra higiena. Visok standard javnih vodovodnih sistemov in čiščenje vode lahko zmanjšata infektivnost.

#### 5.4 Praživali

Z vodo se lahko prenašajo tudi številni praživalski paraziti. Tvorijo ciste oziroma oociste, ki so odporne na dezinfekcijo, nekatere je težko odstraniti tudi s filtracijo. Zelo dolgo preživijo v vodi. Zaradi večje odpornosti na dezinfekcijska sredstva odsotnost *E. coli* ni zanesljiva pokazateljica njihove odsotnosti. Boljši indikator prisotnosti so spore *Clostridium perfringens*. *Clostridium* je od parazitov, ki se prenašajo z vodo, najbolj odporen na kemično dezinfekcijo in najteže ga je odstraniti s filtracijo. Izbran je kot referenca za črevesne parazite, ki se prenašajo fekalno-oralno in z vodo. Če dosežemo cilje v zvezi s kakovostjo pitne vode za kriptosporidij, so doseženi tudi cilji za druge parazite v pitni vodi iz vodovoda. Rutinsko se določa, če je voda po poreklu površinska, ali če ta nanjo vpliva. O prisotnosti parazitov nam govorijo dejavniki tveganja, na tveganje vplivajo: število, tip kriptosporidijev, živost oocist in imunost izpostavljenih. Nizko tveganje za infekcijo je manj kot 1 oocista/100 ml vode.

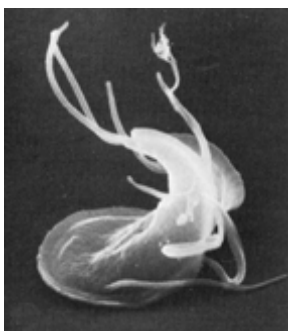
Pitna voda igra pomembno vlogo pri širjenju treh črevesnih praživali patogenih za človeka: *Gardia lamblia*, *Cryptosporidium parvum* in *Entamoeba histolytica*. Okužba z *Balantidium coli* ni tako pogosta, čeprav je parazit razširjen po vsem svetu. Okužimo se lahko, če okužen



predmet zanesemo v usta. Okužba z *Naeglerio fowleri* in *Achathamoeba spp.* je povezana predvsem z rekreacijo in vdihavanjem tople onesnažene vode in je redka.

#### 5.4.1 *Gardia*

Zelo majhen parazit *Giardai intestinalis* (poznani tudi kot *Gardia lamblia*) povzroča črevesno obolenje. Ko se oseba ali tudi žival okuži z *Gardio*, parazit živi v črevesju in se pojavlja v blatu. Parazit je zaščiten z zunanjim ovojem, kar mu omogoča, da lahko dolgo časa preživi izven telesa gostitelja. V zadnjih dveh desetletjih so v ZDA infekcije z *Gardio* postale ene najpogostejših hidričnih obolenj, tako zaradi pitnih kot rekreacijskih voda. *Gardio* najdemo v prsti, hrani, vodi ter na površinah, ki so bile onesnažene s fekalijami okuženih ljudi ali živali. Okužimo se z zaužitjem parazita, ne prenaša pa se kontaktno. Vretje vode 1-3 minute ubije ali inaktivira *Gardio*. Pri odstranjevanju lahko uporabimo filtre z velikostjo por 1 mikrometer ali manj ali reverzno osmozo.



Slika: *Gardia lamblia*

(Vir: CDC)

Simptomi pri obolenju so driska in trebušni krči. Pojavijo se 1 - 2 tedna po okužbi in lahko trajajo 2 - 6 tednov pri drugače zdravih posameznikih. Včasih simptomi lahko trajajo tudi dlje in vodijo do izgube teže in dehidracije. Pri nekaterih posameznikih se simptomi sploh ne pojavijo. Pri ljudeh z oslABLjenim imunskim sistemom (bolniki s HIV, rakom, po transplantaciji) in pri starejši ima infekcija lahko hujše posledice in povzroči težja obolenja ali celo smrt.

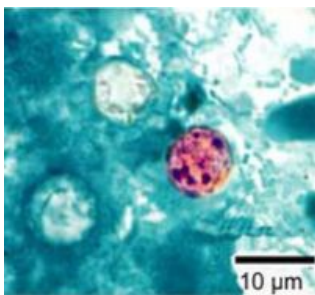
#### 5.4.2 *Cryptosporidium*

Kriptosporidioza je črevesno obolenje, ki ga povzroča mikroskopsko majhen parazit iz rodu *Cryptosporidium*. Ko se oseba ali tudi žival okuži, parazit živi v črevesju in se pojavlja v blatu. Obolevajo ljudje in živali (ptiči, ribe, plazilci, mačke, psi, govedo in ovce). Rezervoar povzročitelja bolezni so ljudje, govedo in druge domače živali. Parazit je zaščiten z zunanjim ovojem, kar mu omogoča, da lahko dolgo časa preživi izven telesa gostitelja in je zelo

odporen na dezinfekcijska sredstva na bazi klora. *Cryptosporidium* se nahaja tako v pitnih kot v rekreacijskih vodah, najdemo pa ga praktično po vsem svetu.

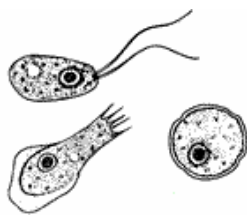
Simptomi: dehidracija, izguba teže, trebušni krči ali bolečine v trebuhu, vročina, bruhanje. Pojavijo se po 2 - 10 dneh, v povprečju po 7 dneh, po okužbi s parazitom. Pri zdravih ljudeh simptomi ponavadi trajajo od 1 do 2 tednov, do največ do 30 dni, pojavljajo se ciklično z vmesnim izboljšanjem stanja. Nekateri okuženi nimajo simptomov. *Cryptosporidium* najpogosteje napade tanko črevo, infekcija pa je možna tudi drugje v prebavnih ali dihalnih organih. Pri osebah z okvarjeno funkcijo imunskega sistema pa ima bolezen podaljšano trajanje in težjo obliko. Bolezen se prenaša fekalno-oralno, iz osebe na osebo, iz živali na človeka, pomembna pot prenosa je tudi preko okužene vode. Oociste lahko v zunanjem okolju v neugodnih razmerah živijo 2 do 6 mesecev. Pri ljudeh je možna avtoinfekcija. Natančna doba inkubacije ni znana. Običajno od okužbe pa do izbruha boleznimi mine 1 do 12 dni, povprečno pa 7 dni. Infektivna oblika je oocista, ki se izloča z blatom še več tednov potem, ko so znaki že minili.

### 5.4.3 *Cyclospora*



Slika: Cista *Cyclospora cayetanensis* (Vir: CDC)

*Cyclospora cayetanensis* je enocelični kokni parazit. *Cyclospora cayetanensis* je bila izolirana leta 1994 v Peruju. Pojavlja se predvsem v tropskih in subtropskih predelih. Prvi primer okužbe je bil prijavljen leta 1979, več primerov boleznimi pa je bilo v zgodnjih 80 letih prejšnjega stoletja. V zadnjih letih so bili zabeleženi izbruhi v ZDA in Kanadi. Simptomi se pojavijo kot prebavne težave, in sicer driska ter izguba teže.



#### 5.4.4 *Naegleria fowleri*

Slika: *Naegleria fowleri* - različne razvojne stopnje (Vir: CDC)

Amebe, ki so prisotne v okolju, lahko povzročajo vrsto okužb hidričnega izvora. *Naegleria fowleri* povzroči akutno, ponavadi smrtonosno, vnetje centralnega živčnega sistema, imenovano amebni meningoencefalitis. *N. fowleri* ima tri stopnje v življenjskem ciklu: cista, tropocit in flagelata (bičkar). Ciste so dokaj občutljive na klor, saj jih uniči pri običajnih koncentracijah. *Naegleria* se nahaja v sladkih vodah, prsti, ogrevanih plavalnih bazenih, odplakah. Je tipičen termofilni organizem, ki raste v vodi do 45°C. Ker je vrsta termofilna, se pojavlja po vsem svetu v površinskih vodah, ki jih ogreje sonce in v vodah, ki se uporabljajo kot hladilne vode ter tudi v toplih izviroh. Okužbe z *N. fowleri* so pogosteje povezane s kopalno kot pa s pitno vodo. O večini infekcij poročajo iz industrijsko razvitih dežel. V Avstraliji je bilo nekaj smrtnih primerov zaradi *Naeglerie* zaradi uporabe neprečiščene in neklorirane vode pri kopanju in tuširanju.

#### 5.4.5 *Acanthamoeba*

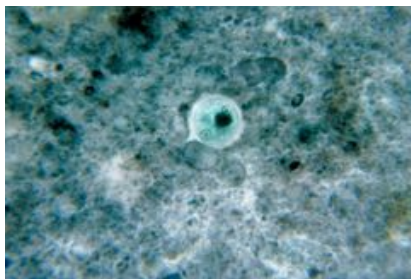
Amebe pripadajo rodovom *Acanthamoeba*, *Balamuthia* in *Naegleria*, ki so pomemben vzrok obolenj pri človeku in pri živalih. *Acanthamoeba* in *Balamuthia* sta oportunistični amebi, ki povzročata amebni encefalitis pri osebah z oslabljenim imunskim sistemom. Običajno je organizem najden v jezerih, plavalnih bazenih, v vodi iz pipe, v ogrevalnih in klima napravah. Medtem ko le ena vrsta *Naeglerie* lahko okuži človeka, je takih več vrst *Acanthamoeba*. Različne vrste iz rodu *Acanthamoeba* lahko povzročijo vnetje roženice, infekcije kože in dihal, ter amebni meningitis. Očesne okužbe pogosteje nastanejo zaradi pomanjkljive higiene oziroma dezinfekcije kontaktnih leč. *Acanthamoeba* ima dve razvojni fazi, in sicer tropocit in ciste, ki so izjemno odporne na klor. Posebnost ameb (tudi *Naeglerie fowleri* in *Acanthamoeba*) je, da v njihovih celicah lahko parazitirajo bakterije *Legionelle*. V ovoju ciste so dobro zaščitene pred klorom.

#### 5.4.6 *Entamoeba histolytica*

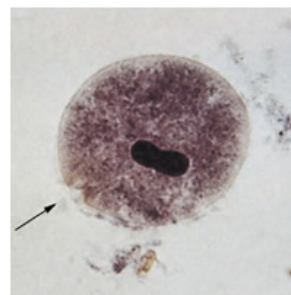
Nekatere praživali iz rodu *Entamoeba* okužijo človeka, a vse od njih ne povzročajo bolezni. *Entamoeba histolytica* je znana kot patogeno ameba, ki povzroča črevesne in nečrevesne infekcije in je najbolj razširjen črevesni praživalski parazit. Pojavlja se po vsem svetu, vendar pogosteje v državah v razvoju. Ima fazo tropocita in ciste, ki edino lahko povzročijo okužbo. Rezervoar za *Entamoeba histolytica* je človek. Pitna voda, ki je v stiku z odplakami, je lahko vir okužbe. Možnost hidričnega prenosa okužbe je večja v tropskih predelih, lahko pa se prenese tudi preko hrane, surove zelenjave ter s človeka na človeka. Ciste so zelo odporne na klor, pri temperaturi 50°C pa preživijo le 5 minut. Ciste *Entamoeba histolytica* ostanejo v vodi do 3 mesece, kužni odmerek je nizek (14 enot organizma). Inkubacijska doba je lahko od nekaj dni do nekaj mesecev ali celo let, običajno pa 2 - 4 tedne.

#### 5.4.7 *Balantidium coli*

*Balantidium coli* je praživalski parazit. Ciste so razvojna stopnja, ko se parazit širi. Prašiči so glavni živalski rezervoar. Tako faza tropocita kot ciste je lahko infektivna za človeka. Do gostitelja ponavadi pride preko okužene hrane ali vode. Večina primerov bolezni je asimptomatična. Klinična slika vključuje drisko, bolečine v trebuhu in izgubo teže.



Slika: *Entamoeba histolytica* - cista  
(Vir: CDC)



Slika: *Balantidium coli* - tropocit  
(Vir: CDC)

## 6 SPREMLJANJE NALEZLJIVIH BOLEZNI

### 6.1 Predpisi

#### 6.1.1 Zakon o nalezljivih boleznih (*Uradni list RS, št. 69/95*)

Spremljanje nalezljivih boleznih v Sloveniji določa Zakon o nalezljivih boleznih /ZNB/. Določa nalezljive bolezni, ki ogrožajo zdravje prebivalcev ter predpisuje ukrepe za njihovo preprečevanje in obvladovanje. Varstvo prebivalcev pred nalezljivimi boleznimi obsega splošne in posebne ukrepe za njihovo preprečevanje in obvladovanje. Zakon določa, da Ministrstvo za zdravje spremlja gibanje nalezljivih boleznih in o tem obvešča pristojne organe, ter sprejema programe, usklajuje delo in določa ukrepe za izvajanje programov na področju obvladovanja in preprečevanja širjenja nalezljivih boleznih in epidemij. Inštitut za varovanje zdravja RS in območni zavodi za zdravstveno varstvo spremljajo in proučujejo epidemiološke razmere nalezljivih boleznih.

Pojmi, po tem zakonu:

**Epidemija nalezljive bolezni** je pojav nalezljive bolezni, ki po času in kraju nastanka ter številu prizadetih oseb presega običajno stanje in je zato potrebno takojšnje ukrepanje.

**Okuženo območje** je območje, na katerem je ugotovljen eden ali več virov okužbe in na katerem so možnosti za širjenje okužbe. Epidemijo nalezljive bolezni ter okuženo ali ogroženo območje razglasi oziroma določi minister za zdravje.

**Ogroženo območje** je območje, na katero se lahko prenese nalezljiva bolezen z okuženega območja in na katerem so možnosti za širjenje okužbe.

**Epidemiološka preiskava** odkriva vire okužbe in poti prenašanja, ter obsega epidemiološko anketiranje, poizvedovanje in mikrobiološko diagnostiko.

Med ukrepe za preprečevanje in obvladovanje nalezljivih boleznih zakon uvršča tudi zagotavljanje zdravstveno ustrezne pitne vode. Zakon določa seznam boleznih, ki so nalezljive in za katere mora zdravnik, ki jih diagnosticira, podati prijavo o nalezljivi bolezni.

### **6.1.2 Pravilnik o prijavi nalezljivih bolezni in posebnih ukrepih za njihovo preprečevanje in obvladovanje (*Uradni list RS, št. 16/99*)**

Pravilnik podrobno predpisuje navodila za prijavo nalezljive bolezni in vsebuje navodila za ukrepanje za njihovo preprečevanje in obvladovanje. Nalezljive bolezni, ki se lahko prenašajo tudi preko pitne vode so večinoma uvrščene v skupino 2, kolera pa v prvo skupino med hitro nalezljive bolezni. Za skupino 2 velja, da jih mora zdravnik v treh dneh po postavitvi diagnoze prijaviti na ZZV, ter da mora biti diagnoza potrjena z mikrobiološko preiskavo. Zdravnik mora v roku treh do šestih ur po ugotoviti suma na epidemijo nalezljive bolezni obvestiti ZZV in sodelovati pri obvladovanju epidemije. ZZV o epidemiji takoj obvesti IVZ, določi ukrepe za obvladovanje nalezljive bolezni, ter sodeluje pri njihovem izvajanju.

Prijava nalezljive bolezni ali suma na nalezljivo bolezen, nosilstvo oziroma izločanje povzročiteljev nalezljive bolezni iz 2. skupine mora vsebovati naslednje podatke: EMŠO, ime in priimek, podatke o prebivališču, ime in naslov zaposlitve, področje dela, diagnozo, podatke o odvzetih vzorcih, povzročitelja, datum dogodka, kraj okužbe, način ugotovitve bolezni, način pojavljanja, identiteto kontaktov, podatke o cepljenju, podatke o hospitalizaciji, izolaciji, izvedenih ukrepih, datumu smrti, prijavitelju in datumu prijave. ZZV prijavo in odjavo epidemije posreduje IVZ pisno ali v elektronski obliki. V tej prijavi morajo biti naslednji podatki: kraj epidemije, vir prijave, datum prijave, datum začetka in datum konca epidemije, vrsta epidemije, klinična slika, število izpostavljenih okužbi, število in starost obolelih, število in starost sumljivih primerov in potrjenih primerov, število in starost hospitaliziranih in umrlih, povzročitelj, vir okužbe, poti širjenja, odvzeti vzorci, rezultati laboratorijskih analiz, izvedeni ukrepi. Prijave nalezljivih bolezni ZZV posreduje IVZ enkrat tedensko. Pisno prijavo epidemije posreduje najkasneje tri dni od začetka epidemije, odjavo epidemije pa najkasneje v sedmih dneh po prenehanju epidemije. Zdravstveni zavodi oziroma zasebni zdravniki so dolžni voditi evidenco prijavljenih nalezljivih bolezni, v katero vpišejo ime in priimek bolnika, diagnozo, povzročitelja, datum začetka obolenja, datum sporočanja ter prijavljanja nalezljive bolezni. Območni ZZV in IVZ mesečno analizirajo podatke, izdelujejo oceno stanja na posameznih območjih in v celotni državi, ter izdajajo prognozo. Preučevanje in obvladovanje nalezljivih bolezni je temeljna naloga službe za epidemiologijo.

Po Zakonu o nalezljivih boleznih zabeleži primere nalezljivih bolezni in ustvarja obsežen register o epidemiološki sliki v regiji.

## 6.2 Spremljanje nalezljivih bolezni v Sloveniji

Nalezljive bolezni, kljub temu, da se je že zdelo, da smo jih obvladali, še vedno predstavljajo svetovni zdravstveni problem. Do nedavnega je po svetu prevladoval občutek, da je bitka proti nalezljivim boleznim dobljena. Vendar je bil ta optimizem prehitel. Občutek varnosti, ki se je ob tem pojavil, je omogočil, da so se mnoge nalezljive bolezni zelo hitro razširile. Poleg tega se danes v svetu pojavljajo nove bolezni. V zadnjih 20 letih so prepoznali več kot 30 novih in zelo nalezljivih bolezni. Drugo pomembno grožnjo v boju proti nalezljivim boleznim predstavlja vse večja odpornost povzročiteljev nalezljivih bolezni proti antibiotikom (rezistenca). Zdravila, na katera smo se nekoč zanašali, da nas bodo ščitila, postajajo vse manj učinkovita, ker ne delujejo na mikroorganizme tako, kot bi si želeli. Nalezljive bolezni so svetovni problem, ki se širijo s hitrostjo najhitrejšega transportnega sredstva. (Vir: ZZV Celje)

Spremljanje pojavljanja, razširjenosti in epidemioloških značilnosti nalezljivih bolezni (NB), ki so po zakonodaji obvezne za prijavo, so ena izmed pomembnih nalog epidemioloških služb ZZV in IVZ v Sloveniji. Spremljanje vključuje:

- spremljanje gibanja nalezljivih bolezni (sistematično zbiranje in analiziranje podatkov o prijavljenih nalezljivih boleznih in o smrtih zaradi nalezljivih bolezni),
- epidemiološko raziskovanje in razreševanje epidemij (terensko poizvedovanje in izdelava poročil v primeru vsake epidemije ali suma na epidemijo ter pri nekaterih vrstah nalezljivih bolezni),
- laboratorijsko diagnostiko in identifikacijo povzročiteljev nalezljivih bolezni.

Primere izbruhov nalezljivih bolezni obravnava tudi Zdravstveni inšpektorat RS (ZIRS) v sklopu dodatnega nadzora. Inšpektorat o izbruhih nalezljivih bolezni praviloma obvesti območni zavod za zdravstveno varstvo. Ko inšpektor izve za izbruh, je dolžan takoj ukreniti vse potrebno, da se prepreči nadaljnje širjenje nalezljive bolezni in se povezati z epidemiologom krajevno pristojnega zavoda za zdravstveno varstvo, s katerim nemudoma opravijo skupni pregled. Epidemiološka služba ZZV opravi epidemiološko anketo –

poizvedbo, pomembno za ocenitev resnosti in razširjenosti problema, zdravstveni inšpektor pa opravi inšpekcijski pregled in odredi ustrezne ukrepe z namenom, da se prepreči nadaljnje širjenje nalezljive bolezni. Med dodatni nadzor spadajo tudi kontrolni pregledi po odrejenih ukrepih zdravstvenega inšpektorja ter obravnave prijav in pritožb strank.

### **Hidrične epidemije**

Hidrične epidemije v Sloveniji je potrebno prijaviti na Inštitut za varovanje zdravja, na oddelek za epidemiologijo, kot je določeno z Zakonom o nalezljivih boleznih. Tovrstne bolezni se lahko pojavljajo sporadično ali kot izbruhi - epidemično. Izbruhi se pojavljajo nenadoma, eksplozivno, prizadenejo prebivalstvo, ki uživa pitno vodo iz istega območja vodooskrbe, bolezen je prisotna pri vseh starostnih skupinah in se kaže s podobnimi kliničnimi znaki. Epidemije niso vezane na sezono, lahko nastanejo v vsakem letnem času, nanje pa lahko vplivajo na primer meteorološki pogoji (nalivi, taljenje snega), motnje v pripravi ali distribuciji.

V Sloveniji je število hidričnih epidemij majhno, enako tudi število obolelih. Ne glede na to si je potrebno prizadevati za reden strokovni in uradni nadzor vseh javnih sistemov za oskrbo s pitno vodo. Nadzor obsega zlasti mikrobiološka in fizikalno-kemijska preskušanja vzorcev pitne vode zaradi presojanja zdravstvene ustreznosti pitne vode in elementov sistema zaradi ugotavljanja varnosti oskrbe s pitno vodo. Problematici so »manjši« sistemi, ki oskrbujejo do 1000 prebivalcev. Ti javni sistemi so pretežno neurejeni (pomanjkljiva oprema, slabo vzdrževanje naprav, ne izvajajo se varstveni ukrepi v vodovarstvenih območjih) in nimajo upravljavca.

V današnjem času hidrična obolenja pri nas ne predstavljajo več grožnje za širše skupine prebivalstva, ter ne povzročajo več take obolevnosti in smrtnosti kot v prejšnjih stoletjih. Zagotovljena je visoka varnost vodooskrbe ter visok nivo sanitarne higiene. V ospredju pozornosti so druga nalezljiva obolenja, ki se prenašajo po drugih poteh. Zaradi vplivov na velike skupine prebivalstva, saj onesnažena pitna voda ogroža vse, na njih še vedno ne smemo pozabiti. Z razvojem medicine in mikrobiologije, ter odkritjem načinov inaktivacije



mikroorganizmov, ter napredkom v sanitarni hidrotehniko hidrična obolenja pri nas ne predstavljajo večjega deleža obolenj.

Kljub razvoju modernih tehnologij in napredku v znanosti problemi, povezani z mikrobiološko kakovostjo pitne vode, v svetu naraščajo. Stanje, ki ogroža vodne vire povzročajo človekovi nepredvidljivi posegi v okolje: industrializacija z uporabo umazanih tehnologij, odlagališča odpadkov, prenaseljenost in ogrožanje varstvenih območij za zaščito vodnih virov, posek gozdov, preusmerjanje rečnih strug, velike zaježitve, izsuševanja, veliki ulovi rib. V industrijsko razvitih deželah število hidričnih epidemij oziroma okužb z vodo upada ali vsaj stagnira. V deželah v razvoju pa gre za 80% obolevnosti in več kot tretjino smrti pripisati krivdo pitju in uporabi onesnažene vode. Tveganje, da se okužimo z vodo, narašča s povečano prisotnostjo patogenih dejavnikov v vodi, odvisno pa je tudi od infektivne doze in dovzetnosti gostitelja. Ker se voda lahko onesnaži na vsej svoji poti od zajema do končnega porabnika, je zelo pomembno, da so v preventivnem smislu obravnavani viri pitne vode, omrežje in vsa končna mesta (pipe). Pri pripravi vode pa morajo biti uporabljeni takšni postopki, ki zagotavljajo odsotnost patogenih mikrobov. (Vir: Klun, N. 2002)

Po podatkih iz ZDA, je predvsem v razvitem svetu premajhna pozornost posvečena odkrivanju hidričnih obolenj. Zato ta obolenja ostanejo premalo raziskana in se vzroki pripisujejo drugim dejavnikom. Morda bi bolj poglobljena analiza podatkov o kakovosti pitne vode in na drugi strani podatkov o zaznanih pojavih obolenj, ki bi lahko imela vzrok v pitni vodi, pripeljalo do višjega števila hidričnih obolenj. V literaturi namreč zasledimo, da je število hidričnih obolenj podcenjeno. Tudi porabniki vode so premalo poučeni o možnih nevarnostih, ki jih v primeru onesnaženja lahko predstavlja pitna voda. Zdravniki v praksi pa običajno niso dovolj seznanjeni z onesnaževali v pitni vodi, z vidiki onesnaževanja voda ter s postopki distribucije vode. (Vir: Physician On-line Reference Guide)

### **6.3 Spremljanje nalezljivih bolezni v Evropi**

BSN (Basic Surveillance Network) je evropska mreža za spremljanje nalezljivih bolezni. Prikazuje število posameznih primerov nalezljivih bolezni v posamezni državi EU. Mreža je

bila osnovana na pobudo Evropske komisije in je tehnično podprta na Švedskem Inštitutu za nadzor nad infekcijskimi boleznimi. Je ena izmed mrež na nivoju unije, v kateri zbirajo podatke o nalezljivih boleznih. V sistemu se zbirajo podatki o 40 različnih nalezljivih boleznih. Države poročajo o številu primerov posamezne bolezni, podatki se dopolnjuje vsak mesec. Baza je še v razvoju. Zbirajo se osnovni podatki, ki so dostopni tudi v nacionalnih bazah. Osnovni podatki, ki se zbirajo so podatki o državi, datum pojava bolezni, starost in spol obolelih, ne pa identiteta obolelih. Zaradi varovanja osebnih podatkov so edino nacionalni inštituti tisti, ki pojave bolezni vodijo v povezavi z osebno identiteto. Stran je dostopna na spletnem naslovu: <https://www2.smittskyddsinstitutet.se/BSN/>.

V bazo je vključenih vseh 15 starih članic EU, 10 novih članic ter tudi Islandija, Norveška in Švica. Zbrani podatki združujejo nacionalne baze posameznih držav. Nekatere države rutinsko spremljajo pojavljanje vseh bolezni iz baze BSN, medtem ko druge države spremljajo samo manjše število bolezni. Do začetka leta 2004 so v bazi zbrali omejeno število 14 »pilotnih« bolezni (med njimi so bile tudi hepatitis A, leptospiroza, salmoneloza, šigeloza in jersinioza). Z dopolnitvijo sistema se je število vseh bolezni povečalo na 40. Pravno podlago za BSN predstavlja Odločba evropske komisije s številko 2119/98/EC. Za dober nadzor nad nalezljivimi boleznimi, morajo zdravniki vse primere prijaviti na nacionalne inštitute. Za bolezni, ki so zelo nalezljive, pa je pomembno tudi širše spremljanje in obravnava. Nalezljive bolezni in njihova pogostost pojavljanja se razlikujejo od države do države. Med državami pa se tudi razlikuje, kdaj je nalezljiva bolezen potrjena. Nekatere države določajo, da ko je to dokazano z laboratorijskimi analizami, za druge zadošča, da diagnozo potrdi zdravnik. Zato ob primerjavi števila lahko pride do razlik. Slovenija je v letu 2006 poročala za naslednje bolezni: *Campylobacteriosis*, *Cryptosporidiosis*, *Giardiasis*, *HAV*, *Legionellosis*, *Leptospirosis*, *Salmonellosis*, *Yersinios*, *Shigellosis*.

Odločba št. 2119/98/ES evropskega parlamenta in sveta, z dne 24. septembra 1998, določa vzpostavitev mreže epidemiološkega spremljanja in obvladovanja nalezljivih bolezni v Skupnosti. Cilj te odločbe je vzpostaviti mrežo na ravni EU za pospeševanje sodelovanja in usklajevanja ukrepov med državami članicami, z namenom izboljšati preprečevanje in obvladovanje nalezljivih bolezni, navedenih v prilogi odločbe. Mreža se bo uporabljala za

epidemiološko spremljanje nalezljivih bolezni ter kot sistem zgodnjega obveščanja in odzivanja v primerih pojava nalezljivih bolezni. Za potrebe epidemiološkega spremljanja se s pomočjo ustreznih tehničnih sredstev in z določitvijo postopkov za posredovanje podatkov na ravni Skupnosti vzpostavi mrežo, ki bo omogočala stalne stike med Komisijo ter strukturami in organi, ki so odgovorni in pristojni na nacionalni ravni posameznih držav članic, ter zadolženi za zbiranje informacij o epidemiološkem spremljanju nalezljivih bolezni. Pri sistemu obveščanja in odzivanja za preprečevanje in obvladovanje nalezljivih bolezni je pomembno, da je omogočen stalen stik med komisijo, ki lahko vodi in koordinira ukrepe, in med pristojnimi organi na področju javnega zdravja v posamezni državi. Komisija skrbi za uskladitev mreže v sodelovanju z državami članicami.

Predpisi, ki urejajo področje vodenja evidenc na nivoju unije:

- Odločba Komisije z dne 19. marca 2002 o opredelitvi primerov nalezljivih bolezni za poročanje mreži Skupnosti v skladu z Odločbo št. 2119/98/ES Evropskega parlamenta in Sveta. Da bi lahko predložile podatke za epidemiološko spremljanje in obvladovanje nalezljivih bolezni v skladu z določbami odločbe, in zlasti členom 4 te odločbe, morajo države članice uporabiti opredelitve primerov, natančno opisane v Prilogi odločbe.
- Evropska direktiva 2002/253/EC določa definicije glede nalezljivih bolezni.
- Evropska direktiva 2000/96/EC vsebuje seznam bolezni, za katere je potrebna prijava.

Vzpostavljena je tudi evropska mreža IRIDE (Inventory of Resources for Infectious Diseases in Europe). <http://iride.cineca.org/>, ki je računalniško podprta baza za spremljanje nalezljivih bolezni in je dostopna »on-line«. Ponuja možnost za prikaz specifičnih lokacij, kontaktnih ustanov in postopkov v posameznih državah članicah EU in v drugih državah vključenih v sistem.

## 7 UKREPANJE

### 7.1 Ukrepanje v primeru pojava neustreznega vzorca

Pravno podlago predstavlja Pravilnik o pitni vodi (*Uradni list RS, št. 19/04*), v delu »Ukrepi za odpravo vzrokov neskladnosti in omejitve uporabe pitne vode«. Kadar se v okviru izvajanja notranjega nadzora ali monitoringa ugotovi, da pitna voda ni skladna, mora upravljavec nemudoma ugotoviti vzroke neskladnosti in izvesti ukrepe za njihovo odpravo.

»V kolikor ocenimo, da **gre** pri ugotovljeni bakteriološki neskladnosti za fekalno onesnaženje pitne vode, taka voda ogroža zdravje ljudi.« Brez ustrezne priprave voda ni primerna za uporabo kot pitna voda. Upravljavec mora čim prej ugotoviti vzroke neskladnosti preskušanega parametra in izvesti ukrepe za odpravo. S pregledom celega sistema za oskrbo s pitno vodo, mora preveriti njegovo stanje in ukrepati v skladu z ugotovitvami. Do ureditve ustreznih postopkov priprave vode oziroma odprave vzrokov neskladnosti je potrebno prekuhavanje pitne vode pri uporabi za pitje, kuhanje in pripravo hrane (ukrep omejitve). Upravljavec mora o ukrepu obvestiti uporabnike in jim posredovati navodilo o prekuhavanju pitne vode. Za omejitev uporabe vode – prekuhavanje se pristojni odločijo velikokrat. Ukrep stalnega prekuhavanja vode je bil v letu 2006 izrečen za kar 264 (27%) oskrbovalnih območij oziroma za 38.010 (2%) prebivalcev. Prekuhavanje je sicer ukrep, ki se uvede v izrednih primerih in za krajše časovno obdobje, ni pa primeren kot dolgotrajen ali stalen ukrep. Za stalno zagotavljanje varnosti sta primernejša čiščenje in dezinfekcija pitne vode. »V kolikor ocenimo, da pri ugotovljeni bakteriološki neskladnosti **ne gre** za fekalno onesnaženje pitne vode ali je to manj verjetno, potem na podlagi rezultata posameznega vzorca ne moremo predlagati ukrepa prekinitve ali omejitve uporabe pitne vode. Upravljavec mora takoj ugotoviti vzroke neskladnosti preskušanih parametrov pitne vode ter s pregledom celega sistema za oskrbo s pitno vodo preveriti njegovo stanje in ukrepati v skladu z ugotovitvami.« (Vir: IVZ)

Ravnanje ob preseganju mikrobioloških kriterijev obsega ukrepe, kot so prekuhavanje, izpiranje, dezinfekcija omrežja. Ustreznost izvedenih ukrepov mora upravljavec preveriti z

laboratorijskim preskušanjem vzorca vode. V primeru, ko gre za fekalno onesnaženje, so v vodi lahko prisotni tudi povzročitelji bolezni. Da se lahko predvidi, kateri organizmi bi lahko bili v vodi, je potrebno poznati epidemiološko sliko (katere nalezljive bolezni so bile pred kratkim prisotne na določenem območju), ter tudi veterinarsko varstvo in nadzor nad divjadjo (zoonoze). To je pomembno predvsem tam, kjer se uporablja neobdelana pitna voda. Vodni vir in zajetje morata biti ustrezno zavarovana. Preprečiti je potrebno, da pitna voda ne pride v stik z odpadno vodo. Zato Pravilnik o kriterijih za določitev vodovarstvenega območja (*Uradni list RS, št. 64/04*) natančno definira, katere dejavnosti so sprejemljive na določeni razdalji od zajetja ter pod kakšnimi pogoji. To predpisuje glede na tip vodonosnika. Ko se ugotovi neustrezen vzorec vode, je potrebno izvesti ukrepe na omrežju ali na vodovarstvenem območju, da se prepreči hidrična obolenja. Ključnega pomena pa je, da se vsi podatki o kakovosti vode, ne glede na to v okviru katere vrste nadzora so pridobljeni, zbirajo in vodijo na enem mestu in so na voljo, takrat in tistim, ki jih potrebujejo.

## **7.2    Ukrepanje v primeru pojava hidričnih obolenj**

Medtem ko se učinki kemijske kontaminacije vode v večini primerov pokažejo kot tveganje za zdravje šele čez določen čas, pa se mikrobiološka kontaminacija pitne vode zelo hitro pokaže na obolevanju ljudi, ki jo zaužijejo. V teh primerih govorimo o hidričnih izbruhih (epidemijah). Izbruh je omejen pojav nalezljive bolezni, ki po času in kraju nastanka ter številu prizadetih oseb presega običajno stanje na določenem omejenem območju. Svetovna zdravstvena organizacija definira hidrične izbruhe kot primer, ko dva ali več ljudi zbolita za isto boleznijo po zaužitju vode iz istega vira in kadar je jasna epidemiološka povezava z vodo kot virom bolezni. (Vir: IVZ) Ponavadi se pozno posumi na pitno vodo kot možen vir okužbe, ko so znaki in obolenja že v izvenevanju. ZZV je obveščen pozno, tako da so epidemiološke preiskave pričete pozno in ne zajamejo večine obolenj. Ob boljši sledljivosti in zbiranju podatkov, bi se sum na hidrično pot okužb lahko postavil preje in bi lahko pravočasno stekla epidemiološka preiskava z odvzemom potrebnih vzorcev. Poznati je potrebno okoliščine in vzroke pojava hidričnih okužb ter izvesti vse potrebne ukrepe. Poiskati je treba vzrok onesnaženja vode, predvideti, kje se povzročitelj nahaja in kam se lahko širi – določiti območje kontaminacije. Ključno je zavarovati (obvestiti) potencialno ogrožene ljudi

ter jim podati navodila za ravnanje (prekuhavanje vode, uporaba samo za sanitarne namene, ne za uživanje, previdnosti ukrepi, ogrožene skupine). Odgovornost in vlogo pri odkrivanju hidričnih obolenj nosijo:

- posameznik, ali gre v primeru obolenja k zdravniku,
- osebni zdravnik, ali pravilno diagnosticira in ugotovi vzrok bolezni ter ali bolezen prijavi,
- na ZZV dobijo prijave obolenj, ko opazijo povečano število podobnih okužb na nekem območju (laže, ko bo baza) lahko posumijo na širjenje povzročitelja preko pitne vode. Takrat pričnejo z epidemiološko preiskavo, anketiranjem in odvzemom vzorcev.

Ponavadi so pri hidričnem izbruhu poročila o primerih redka. Lažje je opazovanje manjših vodovodnih sistemov in pa zaznavanje v ustanovah kot so hoteli in pa v bolnišnicah. Odkrivanje hidričnih izbruhov moti tudi dejstvo, da je večina hidričnih infekcij endemična na posameznem območju. Ponavadi je hidričnih izbruh zaznan, ko se opazi splošno povečanje števila obolelih, ki ni značilno za tisti letni čas. Izbruh lahko definiramo kot pojavljanje dveh ali več podobnih primerov infekcije. Boljša definicija pa je porast števila primerov infekcij kot bi bilo normalno pričakovati. Odkrivanje potencialnih hidričnih izbruhov je postalo vprašanje porasta števila čimbolj zgodaj, ko se pojavi le nekaj primerov, kar omogoča hitro nadaljnje ukrepanje. Prepoznavanje hidričnih izbruhov ter verjetnost odkrivanja izbruhov sta odvisni od razpoložljivega znanja in materialnih možnosti. Hitro prepoznavanje izbruha temelji na hitrem začetku epidemiološke preiskave, kar omogoča zaježitev širjenja okužb. Več dejstev, ki kažejo na hidrični izbruh:

- pri rutinskem vzorčevanju pitne vode se ugotovi mikrobiološka neustreznost,
- pritožbe uporabnikov pri kvaliteti vode,
- porast števila obolelih s podobnimi težavami na posameznem območju, ki poiščejo zdravniško pomoč ali so hospitalizirani,
- porast števila laboratorijsko dokazanih možnih hidričnih patogenov.

Redni nadzor kakovosti pitne vode ne more preprečiti izbruha, lahko pa omogoči, da se zazna onesnaženje, ki lahko povzroča tveganje za zdravje. Dobro sodelovanje med vsemi odgovornimi ima glavno vlogo pri odkrivanju in preprečevanju izbruhov. Ko se smatra, da gre lahko za hidrični izbruh je odgovornost ustanov za zdravstvo, da izvedejo nadaljnje ukrepe.

Ukrepi morajo biti učinkoviti, tako da omejijo število obolelih ter zagotovijo, da se izbruh ne ponovi. Pomembna je dobra, pravočasna in natančna obravnava izbruha. Skrbno morajo biti zbrani podatki o nastopu obolenja, simptomih, geografskih lokacijah in mikrobioloških testih. Obravnavani morajo biti vsi primeri, čeprav se izkaže, da niso bili povezani z izbruhom. Prav tako je pomembna mikrobiološka diagnostika, da se z mikrobiološkimi laboratorijskimi testi dokaže povzročitelja obolenj. Zdravnike je potrebo vzpodbujati k večjemu številu laboratorijskih preiskav v primerih obolenj ter njihovo pogostejše prijavljanje. Naslednji korak je natančen opis izbruha, ki mora vsebovat naslednje podatke: ime, naslov, starost, spol, datum začetka obolenja, rezultate mikrobioloških preiskav in podrobne klinične informacije, ki omogočajo dober opis pojava. Priporočljivo je, da se navede kraj zaposlitve oz. šole, kraj prehranjevanja, s kom je bil v stiku v zadnjih dneh, morebitna potovanja. Te podatke se zbere z vprašalnikom. Na tej stopnji je že možno postaviti hipoteze izbruha. Na podlagi hipoteze se izvrši nadaljnje preiskave, na podlagi katerih se lahko hipotezo potrdi. Če je dokazano, da gre za hidrični izbruh, mora vodovodno podjetje izvršiti potrebne ukrepe obdelave vode oziroma obvestiti porabnike, naj vodo pred uporabo prekuhavajo. Lahko pa se dokaže, da je za izbruh drug vzrok. O poteku preiskave je potrebno izdelati poročilo. (Vir: Hojs, A. 2002)

### **7.3    Ukrepanje v izrednih razmerah**

Tudi v primeru izrednih razmer je za zagotavljanje kakovosti pitne vode iz vodovodnega sistema zadolžen upravljavec vodovoda. Pogosto so izpolnjeni pogoji za nastanek epidemij, ki so posledica izrednih razmer, hkrati pa večje epidemije že same po sebi predstavljajo izredne razmere. Najpomembnejši dejavniki, ki vplivajo na tveganje za nastanek epidemije v določeni populaciji, so trenutna raven bolezni, stopnja imunosti, stanje prehranjenosti, pretrgana preskrba z vodo, odpoved kanalizacijskega sistema. Za učinkovito varovanje pred nalezljivimi boleznimi ob naravnih nesrečah je potrebno najprej kritično oceniti način dela in stanje v normalnih pogojih. Eden pomembnejših elementov je sistem obveščanja, ki mora omogočati hiter in kakovosten pretok informacij. Metodologija preprečevanja in zatiranja nalezljivih bolezni ob naravni nesreči temelji na oceni bolezni, ki so se že pojavile, in možni modifikaciji njihovega širjenja v spremenjenih razmerah ter na določitvi občutljivih pokazateljev za odkrivanje virov okužbe in poti širjenja bolezni. (Vir: Kraigher, A. 1999)

## 8 EPIDEMIOLOGIJA IN GIS

### 8.1 Zgodovina epidemiologije

Kužnim boleznim smo ljudje že od nekdaj posvečali veliko pozornost. Za nalezljive bolezni je značilno, da izbruhnejo nepričakovano, se hitro in močno razširijo, prizadenejo veliko ljudi, lahko pa jih spremlja tudi velika smrtnost. To so epidemije. Že stari pisci so v svojih delih omenjali epidemije velikih razsežnosti. Čeprav so si močno prizadevali, še do nedavnega niso poznali vzroka za njihov nastanek, niti niso razumeli, kako se širijo in kako jih je mogoče nadzorovati. Prva poročila o epidemičnih boleznih so se ohranila kot religiozna sporočila in navodila v zvezi z varovanjem pred okužbami. V srednjem veku so se razmere v zvezi z razumevanjem nalezljivih bolezni še poslabšale, prav tako pa tudi higieniški standardi. Ker niso uporabljali vodovodov in kanalizacije, so se v mestih epidemije še okrepile. Šele konec 19. stoletja so odkrili povzročitelje nalezljivih bolezni – mikroorganizme, kar je omogočila iznajdba mikroskopa. Širjenje nalezljivih bolezni je omejilo odkritje cepljenja in antibiotikov, kar predstavlja prelomnico v borbi proti nalezljivim boleznim. Odkrivali so vedno nove povzročitelje bolezni in načine boja proti njimi. (Vir: Gubina, M., Ihan, A. 2002)

Pojavili pa so se mikroorganizmi, ki so se razvili v zanje izjemnih pogojih, skoraj sterilnih – bolnišnice. Ti so veliko bolj odporni na dezinfekcijska in sterilizacijska sredstva, kar jim omogoča preživetje v ekstremnih pogojih. Za te je značilno, da so bolj agresivne do drugih bakterij, ki v tako sterilnem okolju ne morejo preživeti. Prav tako si sledijo nova spoznanja o določenih povzročiteljih (*H. pylori*), ter spremenjene razmere v okolju. Raziskovanje zgodovinskih dejstev nam odkrije jasno povezavo med evolucijo ljudi in patogenih mikroorganizmov. Migracija ljudi je razširila infekcijske bolezni in pripeljala ljudi v stik z novimi patogeni. Globalne spremembe okolja so razširile obseg znanih mikroorganizmov in ustvarile pogoje za prvotne mikroorganizme, da so postali patogeni za človeka. Novi načini v živinoreji so ustvarili pogoje za širjenje zoonoz. Ker je danes znano, da se nalezljive bolezni lahko širijo s hitrostjo najhitrejšega transportnega sredstva, je še toliko bolj pomembno spremljanje njihovega pojavljanja in gibanja v prostoru. Pri tem je potrebno upoštevati, da ima varna vodooskrba ključno vlogo v boju proti širjenju nalezljivih bolezni.



## 8.2 Razvoj metod epidemiologije

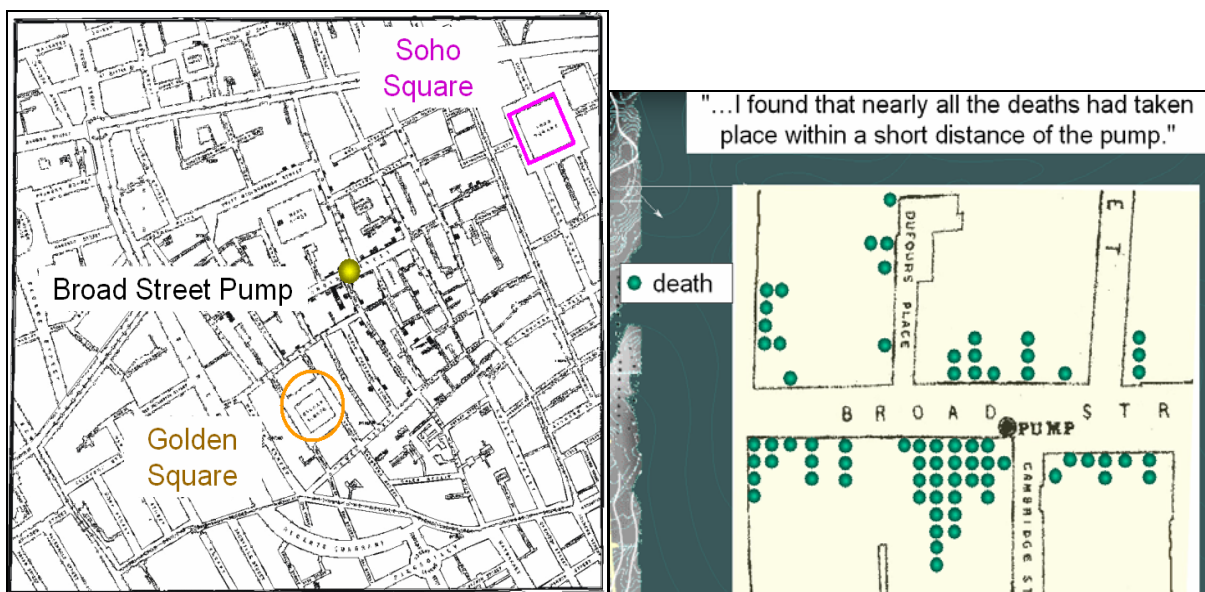
S pojavom industrijske revolucije v zahodni Evropi v sredini 18. stoletja se je povečevalo zanimanje za zdravje prebivalstva, saj so zaradi hitre rasti mest in slabih življenjskih pogojev epidemije nalezljivih bolezni potekale še posebej resno. Samo v epidemiji kolere, ki je izbruhnila v Londonu leta 1831, je umrlo 60 000 ljudi. Zelo pomembno prelomnico pomeni uvajanje registra smrti, kar je v veliki meri prispevalo k spoznavanju temeljnih zdravstvenih problemov takratnega prebivalstva, ter k uvajanju ukrepov za preprečevanje oziroma zmanjševanje obolevanja. Pomembno vlogo v razvoju klasične epidemiologije ima londonski zdravnik John Snow, ki je vodil vrsto klasičnih epidemioloških študij o kolери med letoma 1849 – 1854 in jih objavil v delu »*On the Mode of Communication of Cholera*« (Način širjenja kolere, 1855). V 19. stoletju je prva epidemija t.i. azijske kolere dosegla Evropo. John Snow je odkril, da se bolezen širi z vodo. V Londonu ni bilo kolere od konca leta 1849 pa do avgusta 1853. »Najhujši izbruh kolere, ki je kdaj koli prizadel to kraljestvo, je najverjetneje ta, ki se je pred nekaj tedni razširil na Broad Street, Golden Square in na sosednje ulice.« John Snow, september 1854.

V desetih dneh med 31. avgustom in 9. septembrom leta 1854 je za kolero umrlo približno 500 ljudi v župniji St. James, kamor je spadalo območje Golden Square v središču Londona. John Snow je pred izbruhom v četrti Golden Square preučeval kolero in oskrbo z vodo iz dveh različnih vodovodnih sistemov v južnem Londonu: v enem je bila voda čista, v drugem pa onesnažena z vodo iz kanalizacije. Preden se je lotil raziskovanja primera Golden Square, je s to nepopolno raziskavo že dobil podatke, ki so podpirali njegovo teorijo, da se kolera širi z onesnaženo vodo. Snow ni mogel analizirati izbruha bolezni, brez da bi za to uporabil karto. Na karto je vnesel tudi glavne lastnosti vodovodnega sistema. Ugotovil je, da je na območju 13 vodnjakov, ki vsi razen enega ne povzročajo težav. Z označevanjem prebivališča obolelih na karti je ugotovil, da so skoraj vsi, ki so umrli, živeli v bližini vodnjaka na Broad Street. Na karti je bila predstavljena povezava med smrtmi, ki jih je povzročila kolera, in vodnjaki v bližini ulice Broad Street. Kratka preiskava je pokazala, da je vseh triinosemdeset ljudi, ki so umrli na območju Golden Square, črpalo vodo iz vodnjaka v ulici Broad Street, namesto da bi uporabljali čistejšo vodo iz vodovodnega omrežja, ki je bila v tistem času sicer na voljo,

vendar ni bila tako priljubljena. 7. septembra je Snow priporočil odstranitev vodne črpalke v ulici Broad Street, kar je utemeljil s trditvijo, da ni kolere, razen med ljudmi, ki pijejo vodo, ki jo načrpajo v ulici Broad Street. Oblasti so naslednji dan odstranile ročico z vodnjaka in tako pripomogle k pospešenemu upadanju obolevnosti za kolero in preprečile nadaljnje okužbe iz tistega vira. (Vir: Haremoes, P. 2004.)

### Medicinsko kartiranje

Prostorske analize lahko pomagajo pri reševanju zdravstvenih problemov. Pojavi se ugotovitev, da lokacija lahko vpliva na zdravje. Snow je naredil karto Londona, ter nanjo vnesel podatke o razširjenosti bolezni. Označil je tudi potencialne vire onesnaženja in združil vse podatke na karti, na podlagi katere je podal zaključke in ugotovitve. Tako je Snow izdelal eno prvih epidemioloških kart bolezni in možnih virov okužbe (na spodnji sliki) in jo (4. decembra 1854) tudi predstavil Epidemiološkemu društvu v Londonu.



Slika: John Snow je s pomočjo kartiranja ugotovil, da je bila večina primerov smrti zaradi kolere v bližini vodnjaka na Broad Street.

### 8.3 GIS v epidemiologiji

Epidemiologi so že tradicionalno uporabljali karte za ugotovitev povezave med lokacijo, okoljem in boleznimi. GIS je za tovrstne analize zelo primerno orodje, saj omogoča prekrivanje podatkovnih slojev in tako dobre prostorske analize. Uporaba GIS-a v javnem zdravstvu je dokaj nov pojav, področje so poimenovali s kratico **Epi-GIS**. GIS je bil že uporabljen kot orodje za odkrivanje in spremljanje hidričnih obolenj in bolezni povezanih z določenimi dejavniki okolja, kot so modeliranje izpostavljenosti vplivom elektromagnetnih polj, ugotavljanje nevarnosti zaradi svinca v okolju, ter za analize in planiranje v javno zdravstvenih sistemih. V epidemioloških raziskavah lahko ugotovimo način širjenja bolezni, če proučujemo časovne vidike izbruha, lokacijo in skupine obolelih ljudi. Pogosto oboleli ljudje pripadajo neki skupini oziroma imajo isti kraj zadrževanja. S spremljanjem poteka bolezni v času in prostoru (kartiranje lokacij obolelih skupin prebivalstva) je lažje identificirati vir bolezni in njeno širjenje. Poznavanje teh dejavnikov lahko pomaga zdravnikom narediti plan, kako zaustaviti širjenje bolezni. Uporaba podatkovnih slojev v GIS-u pokaže združevanje podatkov. Če pogledamo za določeno časovno obdobje, napr. dveh tednov, lahko ugotovimo poti širjenja bolezni. Tako dobimo potencialno nevarna mesta za okužbo. Na primer pri gastroenteritisu so to lahko določene restavracije ali vodovod. Z uporabo analize s pomočjo GIS-a epidemiolog lahko poveže lokacije in skupine obolelih z ljudmi, kraji in aktivnostmi, ter tako kontrolno obvladuje širjenje bolezni.

Za izdelavo programov, upravljanje in spremljanje ukrepov zdravstvenega varstva, je pomembno, da so podatki dostopni tudi v prostorski obliki vsem nivojem v zdravstvenem sistemu. Ker vsak zdravstveni – bolezenski problem zahteva različne odgovore in politične odločitve, je potrebno da so dostopne informacije, ki omogočajo pravilno in hitro ukrepanje in odločanje. Pomembno je, da so zbrani podatki o lokacijah zdravstvenih ustanov, okoljskih dejavnikih tveganja, poselitvi in o potekih bolezni. GIS nudi idealne podlage za združevanje teh podatkov v povezavi s podatki o širjenju bolezni in o analizah. Primeren je za analizo epidemioloških podatkov, prepoznavanje trendov in povezav, ki jih samo s pomočjo podatkov v tabelah ne bi bilo možno odkriti. Povezava podatkov o okoljskih dejavnikih in o pojavu bolezni omogoča vizualizacijo problema in hitro odkritje možnih virov za bolezen. GIS

omogoča povezavo podatkov pridobljenih s pomočjo sistema GPS. Ti dve orodji skupaj nudita dobro osnovo za prikaz območij z veliko nevarnostjo za pojav bolezni in za nadzor nad pojavljanjem in širjenjem bolezni.

Uporabo GIS-a za spremljanje širjenja nalezljivih bolezni priporoča tudi WHO, ki uporablja GIS programe kot pomoč za načrtovanje sistema javnega zdravstva od leta 1993. Program je bil razvit v okviru sodelovanja WHO in UNICEF-a za povečanje učinka ob izkoreninjenju bolezni, ki jo povzroča gvinejski črv. Orodje je omogočalo vizualizacijo poteka bolezni, ter odkrivanje vasi, v katerih se je bolezen pojavila ter tako pomagalo pri določanju potencialno ogroženega prebivalstva. Na ta način so identificirali revne predele in vasi, ki so jih pestile tudi druge bolezni, ter ugotovili ali so bili prebivalci ogroženi pred njihovim pojavom. To je bil primer, kako z novimi tehnologijami kontrolirati eno bolezen in ob tem preprečevati še druge. Po tem uspešnem primeru je bil sistem uporabljen tudi za spremljanje pojavljanja drugih bolezni. V ZDA, v zvezni državi Maryland, je bila uporabljena kombinacija GIS-a in epidemioloških metod za odkrivanje in lociranje okoljskih rizičnih dejavnikov povezanih z limsko boreliozo. Geografski podatki (povodja, raba tal, tip prsti, geologija, zastopanost gozda) so bili zbrani in primerjani z naslovi obolelih za borelijo. Narejen je bil model v katerem so določili rizično območje, kjer je bila večja nevarnost za okužbo. Drug dober primer je iz leta 1985, ko se je v program vključila tudi NASA kot pomoč za vzpostavitev sistema WHO za nadzor malarije. Označiti je bilo potrebno vodotoke, jezera in druge vode, v bližini katerih se zadržujejo komarji. Tako so nastala območja 100 m od vodnih teles, za katere se predvideva gosta poseljenost s komarji.

GIS lahko omogoči prostorske analize v pomoč ugotavljanju razširjenosti raka. Register raka za Slovenijo (RR) je eden najstarejših populacijski registrov v Evropi. Ustanovljen je bil leta 1950 na Onkološkem inštitutu v Ljubljani kot posebna služba za zbiranje in obdelavo podatkov o incidenci raka in preživetju bolnikov z rakom. Raziskovalno delo službe Epidemiologija in registri raka obsega proučevanje bremena raka v Sloveniji, časovne trende, prostorsko razporeditev pojavljanja bolezni. Prostorska razporeditev je omejena na regije glede na pristojne ZZV. Za prepoznavanje določenih obremenitvenih dejavnikov okolja, ki vplivajo na zdravje ljudi, pa bi bilo potrebno poznati natančnejšo lokacijo pojavljanja večjega

števila obolenj, kar bi bilo vodilo k sanacijam predvsem na degradiranih območjih. Prav tako je GIS lahko uporaben v drugih zdravstvenih aplikacijah, kot so načrtovanje zdravstvene oskrbe, dostopnosti do zdravstvenih centrov. Bistvo sistema je vnesti naslove pacientov kot točke na karto, vizualizacija podatkov in raziskovanje, povezovanje podatkov, modeliranje, prostorska interakcija. Statistična analiza je koristna za iskanje predelov z večjo verjetnostjo za pojav bolezni. Ena glavnih aplikacij v epidemiologiji je identifikacija geografskih območij in skupin prebivalstva, ki predstavljajo večje tveganje in jim je zato potrebno nuditi boljše preventivno ali kurativno skrbstvo. Epidemiologija prav tako prepoznava dejavnike tveganja, ki povečujejo verjetnost za nastanek obolenj in niso nujno enako prisotni za vso populacijo. Prav tako se lahko določi skupino ljudi, ki kažejo enako dovzetnost za zdravstveno tveganje. To prepoznavanje nam omogoča zmanjševanje prisotnosti določenih dejavnikov tveganja v posameznem okolju. Predvideva se, da bo tehnologija na osnovi GIS-a široko uporabljena v zdravstvu. Uporaba GIS-ov pa bo poenostavila odločanje na ključnih ravneh odločanja v zdravstvenih sistemih.

## 9 POVEZOVANJE PODATKOV OKOLJE IN ZDRAVJE

### 9.1 Okoljska epidemiologija

Zdravstvena ekologija proučuje tiste vidike človekovega zdravja in kvalitete življenja, ki jih determinirajo fizikalni, biološki, socialni in psihološki dejavniki okolja. Obravnava teorijo in prakso ocenjevanja, spremljanja, ukrepanja in preprečevanja dejavnikov v okolju, ki lahko potencialno škodljivo delujejo na zdravje sedanje ali bodočih generacij. V okviru zdravstvene ekologije so obravnavani predvsem naslednji dejavniki okolja:

- biološki agensi, njihovi prenašalci in rezervoarji;
- fizikalni in kemični agensi v okolju, ki so neodvisni od človekovih aktivnosti in lahko poslabšajo zdravje, bodisi zaradi njihove prisotnosti (radio, UV žarki) ali zaradi njihovega pomanjkanja (jod, selen);
- škodljivi fizikalni in kemični dejavniki, ki jih v okolje vnaša človek (dušikovi oksidi PAH, prašni delci, plin, biomedicinski odpadki, radioaktivni odpadki);
- proučevanja socialno ekonomskih dejavnikov nam omogoča boljše razumevanje, kje so vzroki za te probleme in na kakšen način jih lahko zmanjšamo.

Končni vpliv neustreznega okolja je izredno velik. Vsako leto več 100 milijonov ljudi zbolijo zaradi bolezni dihalnih poti, ki jih povzročajo ali pa njihovo stanje poslabšajo, onesnažen notranji ali zunanji zrak. Več 100 milijonov ljudi je izpostavljenih nepotrebnim fizikalnim in kemičnim škodljivim dejavnikom na delovnem mestu in v bivalnem okolju. Po svetu umre vsako leto 4 milijone otrok zaradi diarealnih obolenj, ki so večinoma posledica onesnažene hrane ali pitne vode. Več 100 milijonov ljudi ima težave zaradi okužb s paraziti. Potencialno bi lahko vse te zdravstvene probleme preprečili. (Vir: Eržen, I. 2003)

Onesnaževanje okolja ni nov problem. Že v pradavnih časih so bila območja, kjer je človek bival in delal, onesnažena. Vendar so bile proizvodne enote majhne, zato je bilo tudi onesnaževanje okolja omejeno. O industrijskem onesnaževanju govorimo v zgodnjem devetnajstem stoletju, ko se je pričela industrijska revolucija. Uporaba novih tehnologij je vodila do izrednega porasta produktivnosti, ob enem pa je prišlo do takega onesnaževanja okolja, kot še nikoli prej. Ti problemi so bili najprej izraženi v Angliji, kmalu pa se je z

industrializacijo problem onesnaženja razširil tudi na druga evropska mesta, v severno Ameriko, ter na nekatera kolonizirana območja. Z onesnaževanjem okolja se je počasi porajala tudi skrb za okolje in za posledice vpliva na zdravje. Tako je eno področje v okoljski epidemiologiji spremljanje stanja okolja, drugo pa ugotavljanje stopnje izpostavljenosti prebivalstva. Merimo predvsem onesnaženost zraka, vode, hrane in tal. Večina tovrstnih merenj je opravljenih zaradi zaskrbljenosti za zdravje, nekatera pa tudi zaradi potreb industrije in kmetijstva. Pri oceni vpliva na zdravje je potrebno spremljati tudi trajanje izpostavljenosti (čas, ki ga oseba preživi na okuženem območju, količina zaužite škodljive snovi). Razumevanje načinov in poti, kako specifični faktorji okolja vplivajo na zdravje, je bistvenega pomena pri razvoju strategije za zmanjšanje vpliva škodljivih dejavnikov. Končni cilj proučevanja odnosov med škodljivimi dejavniki okolja in zdravjem je, da vpliv dejavnikov spremenimo, zmanjšamo ali celo odstranimo, zato pa moramo dobro poznati škodljive dejavnike. Proces, v okviru katerega ocenjujemo možne učinke na zdravje ljudi, imenujemo oceno tveganja. Postopek izdelave ocene tveganja sestavljajo štiri stopnje:

- **Identifikacija škodljivih dejavnikov** - Poteka na osnovi toksikoloških in epidemioloških raziskav. To lahko vključuje opis delovanja snovi v telesu na organski, celični ali molekularni ravni, lahko pa gre za določitev toksičnih učinkov pod eksperimentalnimi pogoji, do katerih bi lahko prišlo pri ljudeh.

- **Ocena odziva na dozo** - Tu proučujemo odnos med absorbirano dozo škodljive snovi in škodljivim učinkom na zdravje. Pri tem pogosto uporabljamo ekstrapolacijo podatkov (iz podatkov za visoke doze sklepamo na učinke nizkih doz, iz poskusov na živalih sklepamo na učinke pri ljudeh, iz kratkotrajnih sklepamo na dolgotrajne učinke). Pri raziskavah je treba navesti uporabljen metodo ekstrapolacije, argumentirati njeno uporabo in oceniti statistična ter biološka odstopanja teh metod.

- **Ocena izpostavljenosti** - Pri tem določamo izpostavljenost, treba je upoštevati vse načine vnosa škodljive snovi v telo in določiti izpostavljeno populacijo. Za oceno okolja so potrebne terenske meritve in nadzorni sistemi. V primerih, ko meritve niso možne, izpostavljenost izračunamo s pomočjo matematičnih modelov na podlagi podatkov o emisiji škodljive snovi v okolje.

- **Določitev tveganja** - Je združitev prvih treh stopenj postopka ocene tveganja. Ocena tveganja je lahko splošna (na podlagi pričakovane izpostavljenosti in hipotetičnih lastnosti populacije) ali specifična (kakšno je tveganje določene populacije v specifičnem okolju/času).

**Omejitev tveganja** - Ko smo ocenili tveganje, je treba izbrati ustrezne ukrepe, s katerimi bomo zmanjšali ali izničili škodljive dejavnike okolja. Pri tem je ponavadi več možnosti, pri izbiri je treba upoštevati ekonomske, socialne, politične in zdravstvene razmere. (Vir: Eržen, I. 2003 )

Spoznavanje škodljivih dejavnikov okolja je prva in izredno zahtevna stopnja pri oceni vrste in stopnje tveganj za zdravje. Za vsako snov posebej je potrebno preveriti stopnjo škodljivosti. Problem je v tem, da gre običajno za izsledke, ki temeljijo na eksperimentalnih raziskavah, največkrat na živalih. Pod določenimi pogoji je mogoče predpostaviti, da so učinki proučevanega dejavnika pri ljudeh podobni. Le redko pa obstajajo podatki o tem kako vpliva določena snov na človeka. Različne epidemiološke in toksikološke raziskave nam pomagajo pri pojasnjevanju stopnje škodljivosti določenih dejavnikov. Pri analizah zdravja v povezavi z okoljem naletimo na prepletanje več vidikov in vzrokov. Večina bolezni ima lahko različne vzroke, na primer kardiovaskularne bolezni so lahko posledica izpostavljenosti hrupu ali pa imajo več drugih vzrokov.

## 9.2 Skupni informacijski sistem zdravje in okolje v Evropi

Sodobne tehnike epidemiologije so bile razvite kot rezultat preiskav izbruhov nalezljivih bolezni v 19. stoletju. Okoljska epidemiologija ima dolgo zgodovino saj začetki segajo do rimske in grške civilizacije, ko so zdravniki iskali povezave med določenimi dejavniki okolja ter zdravjem in boleznijo. Doslej je bila za reševanje akutnih problemov okolja in preprečevanje njihovih posledic za zdravje sprejeta vrsta različnih ukrepov. Evropska agencija za okolje (EEA), WHO in številne nacionalne organizacije priporočajo še več ukrepov in raziskav za ugotavljanje okoljskih vplivov na zdravje, predvsem na nekatere kronične bolezni. Vpliv okolja na zdravje je ena od glavnih skrbi Evropejcev, saj po zadnjih raziskavah 89% prebivalcev posveča skrb okolju in morebitnim vplivom na njihovo zdravje. Nove



tehnologije, spremenjeni načini življenja, dela in življenjskih vzorcev včasih lahko nepričakovano vplivajo na okolje ter s tem tudi na naše zdravje.

Dober dostop do informacij je nujno potreben za načrtovanje preventive v varovanju zdravja: za identifikacijo kje so območja, kjer je ukrepanje najbolj potrebno; za identifikacijo novih nevarnosti in pravočasno ukrepanje; ter za oceno, kako učinkovito je naše ukrepanje. To so bili razlogi za sprejem Akcijskega plana za okolje in zdravje 2004 – 2010, ki vsebuje predlog informacijskega sistema Zdravje in okolje. Akcijski plan predvideva, da se zberejo vse potrebne informacije in analizirajo potencialni vplivi. Tako se lahko identificira območja, kjer so potrebni novi ukrepi. Prvi korak pri vzpostavljanju novega sistema je pregled že obstoječih sistemov. To pripomore pri optimalnem načrtovanju in razvoju, da so informacije dostopne in usklajene tudi v prihodnosti. Pri tem je potrebno analizirati specifične izpostavljenosti na eni strani, fizikalne stresorje kot sta hrup in sevanje, ter izkušnje pridobljene na področju sistemov okolja in javnega zdravja v ZDA. Osnutki dokumentov nove strategije so že pripravljene. Ti dokumenti so trenutno v obravnavi in nanje je možno poslati pripombe.

### **Vidiki okolja in zdravja – pitna voda (osnutek)**

Na nivoju EU se zbirajo podatki monitoringa pitne vode (poročanje držav članic vsaka tri leta), da se ugotovi stanje in po potrebi predpiše ukrepe. Poudarek je na ugotavljanju izpostavljenosti določenim snovem, njihovem vplivu na zdravje (ki je za mnoge snovi še vprašanje), ter posledice na zdravju ljudi, če so tovrstni podatki dosegljivi. Pozornost je posvečena pitni vodi, ki se uporablja neprečiščena in brez dezinfekcije. V nekaterih državah članicah je praksa, da vode načrpane iz globlin podzemnih vodonosnikov pred distribucijo v omrežje ne obdelajo. Zato priporočajo, da se ugotovijo potencialna tveganja, in sicer katere kemične in biološke snovi so lahko prisotne v vodi, ter v kakšnih koncentracijah. Na podlagi tega ugotovijo, katere snovi lahko predstavljajo potencialno nevarnost za zdravje. Če je potrebno, se odločijo, kateri postopki čiščenja vode so najprimernejši, ob tem pa upoštevajo tudi ceno čiščenja. Tako določijo najustreznejšo rešitev za zagotavljanje zdravstveno ustrezne pitne vode in za zaščito ljudi pred onesnaževali.

Ugotavljajo, da največje tveganje glede mikrobiološke kakovosti pitne vode predstavljajo sistemi, ki po Direktivi EU niso vključeni v redno spremljanje stanja. Tu gre predvsem za manjše vodovodne sisteme, ki oskrbujejo manj kot 50 prebivalcev in pa za počitniška nastanitvena območja (kampi). Ponavadi je obdelava vode v takih sistemih pomanjkljiva ali je sploh ni. O teh sistemih je malo informacij, prav tako pa o morebitnih hidričnih obolenjih, saj posamezni sistemi oskrbujejo majhno število ljudi. Priporočljiv bi bil nadzor tudi na teh območjih. Predlagani monitoringi:

- operativni monitoring - Poda informacije o stanju vodovodnega sistema, da se lahko odkrijejo možni načini kontaminacije ter se onesnaženje tako pravočasno prepreči.
- monitoring na končnih točkah – Monitoring na pipah porabnikov, da se spremlja kakovost vode, ki jo ljudje uživajo.
- monitoring izpostavljenosti – Določi se izpostavljenost populacije zaradi različnih snovi, ki so prisotne v pitni vodi.

### **9.3 Evropska strategija o okolju in zdravju**

Na področju držav Evropske skupnosti je bilo narejenega že veliko za izboljšanje kakovosti zraka, vode in prsti. Kljub temu je še vedno potrebno spremljati stanje vseh elementov okolja, ter zaznavati morebitne negativne vplive na zdravje ljudi. Evropska komisija je v letu 2003 sprejela Strategijo o okolju in zdravju, s katero skuša kar najbolj zmanjšati vplive okolja na zdravje. Strategiji je sledil Evropski akcijski plan za obdobje 2004 – 2010, ki predvideva tudi vzpostavitev informacijskega sistema o okolju in zdravju. Ta dokument je rezultat posvetovanj držav članic in nosilcev oblasti o informacijah o pitni vodi ter o reviziji zbiranja teh informacij. Evropska listina o okolju in zdravju, je bila sprejeta 8. decembra 1989 na prvi evropski konferenci Svetovne zdravstvene organizacije o okolju in zdravju v Frankfurtu ob Majni, v Nemčiji. Evropsko strategijo o okolju in zdravju je objavil Generalni direktorat za okolje, zdravje in raziskave. Raziskave pa potekajo v raziskovalnem centru JRC (Joint Research Centre) pod vodstvom Evropske komisije. Strategija temelji na dolgoletnem prizadevanju poiskati povezave med slabim zdravstvenim stanjem in okoljskimi problemi, ter tako zmanjšati obolevnost zaradi negativnih dejavnikov okolja. Temelji na zastavljenih ciljih komisije – šesti okoljski akcijski program. Glavni cilj tega plana je, da stopnja onesnaževanja

okolja v Evropi ne bi smela naraščati do škodljivih vplivov na zdravje ljudi in okolje. Za doseg tega cilja moramo razumeti in prepoznati zdravstvene probleme povezane z degradacijo okolja, kar nam bo omogočalo obvarovati se pred novimi škodljivimi vplivi na zdravje, povezanimi z onesnaževanjem okolja. Poseben poudarek je na varovanju najbolj občutljivih skupin v naši družbi. Implementacija te strategije bo izvedena v zaporednih ciklih, prva perioda bo 2004 – 2010, najprej na združevanju informacij o okolju, za kar je že pripravljen Evropski okoljski in zdravstveni akcijski plan (za obdobje 2004 – 2010). Kot sledi iz evropske Strategije o zdravju in okolju, ta akcijski plan zagotavlja uporabo znanstveno podprtih informacij za zmanjševanje določenih okoljskih vplivov na zdravje, ter predvideva boljše sodelovanje med odgovornimi v okoljskem, zdravstvenem in raziskovalnem sektorju. Ima tri glavne cilje: izboljšati informacijsko povezovanje, izboljšati znanje in uskladiti politike ter izboljšati komunikacijo. Ena izmed tem, ki jih akcijski plan obravnava posebej, je tudi področje pitnih in kopalnih voda.

Komisija za strategijo o zdravju in okolju zahteva sodelovanje med zdravstvenim, okoljskim in raziskovalnim sektorjem. Predlagala je informacijski sistemi o izpostavljenosti onesnaževal v okolju preko pitne in kopalne vode. Na podlagi zbranih podatkov se predvideva ugotovitev implementacije ter revizija Direktive 98/83, na podlagi ocene rezultatov in opažanj. Pri tem se ugotavlja predvsem oceno izpostavljenosti preko kopalne/pitne vode, porazdelitev virov izpostavljenosti glede poti vnosa onesnaževala ter oceno vpliva te izpostavljenosti na zdravje. Poudarek je na vodi, ki pred uporabo ni obdelana. Obravnava se predvsem majhne vodovodne sisteme, ki niso vključeni v Direktivo 98/83. Podatki za nadgradnjo sistema so upoštevani iz rezultatov projekta ENHIS\*. Končna analiza naj bi podala predloge rešitev, ki

---

\* Projekt ENHIS je raziskava o povezanosti onesnažene pitne vode in zdravjem, osredotočena predvsem na zdravje otrok. Raziskava je bila izvedena na podlagi podatkov zbranih v dvanajstih evropskih državah. Projekt je bil narejen na podlagi dostopnih evidenc in je vključeval poznane metode za povezovanje podatkov o kakovosti vode in številu posameznih obolenj, kot posledice uživanja take vode. Študija je vključevala biološko in kemijsko onesnaženje ter kalnost vode. Zaključna ugotovitev je bila, da bo v Evropi potrebnih še več tovrstnih študij o kakovosti pitne vode, ki bodo vključevale parametre, katerim smo prebivalci Evrope najbolj izpostavljeni. Namen projekta je razvoj metodologije zbiranja, obdelave in poročanja podatkov o zdravju in okolju, uporaba teh podatkov za določitev novih zdravstveno-okoljskih indikatorjev, ter združitvev okoljske in zdravstvene baze v enotno bazo, ki bo dala hiter odgovor o vplivih okoljskih dejavnikov tveganja na zdravje.

zagotavljajo najboljšo zaščito zdravja pred najbolj potencialnimi onesnaževali pri najnižjih stroških. Taka analiza tveganj mora biti vključena v načrte z oskrbo z vodo. Nadzor kakovosti vode se lahko preoblikuje v operacijski monitoring glede na prisotna tveganja, kar je uporabno predvsem pri mikrobioloških parametrih.

Mikrobiološka kvaliteta vode predstavlja posebno skrb glede na nacionalna poročila držav. Indikatorji mikrobiološkega onesnaženja so bili najpogosteje najdeni parametri v pitni vodi v državah z območja ENHIS. Direktiva 98/83 zavzema stališče, da se v pitni vodi povzročiteljev bolezni ne išče direktno, ampak priporoča uporabo mikrobioloških indikatorskih organizmov fekalne kontaminacije. Razlog za uporabo fekalnih indikatorjev je predvsem v nižjih stroških. Za posamezne patogene ni dobrih povezav med pozitivnimi rezultati fekalnih indikatorjev in pojavljanja patogenov v pitni vodi. To je pričakovano, ker so učinki dezinfekcije na fekalne indikatorje drugačni kot na patogene organizme. Na primer dezinfekcija (kloriranje) bo odstranila bakterijske indikatorje ne pa praživali kot je *Cryptosporidium*. Ta monitoring končnih točk na podlagi fekalnih indikatorjev ima zato omejeno vrednost. Monitoring posameznih patogenov na končnih točkah bi bil zelo drag, lahko pa bi zgolj dopolnil rezultate indikatorskih preskušanj, ne pa jih tudi zamenjal. Način izbora drugih indikatorjev za te patogene je na primer dokazati povezavo med motnostjo vode in tveganjem prisotnosti patogenov v pitni vodi. Poiskati bi bilo potrebno povezave med prisotnostjo motnosti, učinki dezinfekcije in pojavljanjem patogenov.

Operacijski monitoring na bazi tveganj je najboljši način za nadaljnji razvoj. WHO priporoča, da se v programe za oskrbo z vodo uvede nadzor nad kakovostjo vode po principu HACCP za odkrivanje onesnaženja na kritičnih točkah in določanje potrebne obdelave vode. Tako priporočilo bi po mnenju avtorjev morala podajati tudi Evropska Direktiva 98/83. Prav tako priporočajo uporabo principa večkratnih ovir za zagotavljanje ustrezne pitne vode. Monitoring končnih točk bi lahko glede na učinkovitost planov oskrbe s pitno vodo reducirail nekatere parametre ob spoznanju, da se večina vode že popije preden so na voljo rezultati monitoringa končnih točk. Avtorji priporočajo razvoj v smeri »real time« monitoring (pravočasni) predvsem za patogene mikroorganizme.

### **Identifikacija virov, ki povzročajo izpostavljenost ljudi**

Zakonodaja na področju varovanja vodnih virov je dokaj jasna, saj WFD članicam nalaga varovanje področij pitne vode. Ni pa posebnega predpisa za zagotovitev standardov. Dolžnost je ohraniti vodo take kvalitete, da na pipi zadošča standardom za pitno vodo, države članice pa to lahko zagotovijo z varovanjem vira kot tudi s čiščenjem pitne vode naknadno. Je samo obveza, da se kakovost vode ne sme slabšati, tako da je za pitje potrebna minimalna priprava. Za vsako vodno telo morajo države članice identificirati možne pritiske nanj, ter določiti vire potencialnega onesnaženja. Na podlagi tega potem izvajajo monitoring vodnega telesa. Ideja je, da bi bilo mogoče povezati podatke monitoringa vodnega telesa, monitoringa pitne vode v omrežju s podatki o zdravstvenem stanju populacije, ki se s to vodo oskrbuje. Namen je vključiti geografske podatke v zahteve poročanja, kar do sedaj še ni bilo storjeno. Glavni namen je vključiti geografsko povezovanje podatkov ter ustvariti povezavo s kakovostjo pitne vode na kraju odvzema s škodljivimi vplivi na zdravje.

Tak način poročanja bi bilo potrebno vključiti v bazo WISE (Water Information System), kjer se že zbirajo podatki iz drugih področij voda. Združevanje teh podatkov ima namen informirati javnost o kakovosti vode, geografsko referenciranje in sledljivost onesnaženja pitne vode, kjer je možna povezava z vodnim telesom. Implementacija mora seveda prepoznati osnovno nalogo direktive o pitni vodi, ki je varovati zdravje ljudi. Iskanje vira onesnaženja ne sme biti osredotočeno le na stroške za zagotavljanje, da je pitna voda, distribuirana porabnikom, varna. Načrti oskrbe s pitno vodo morajo zagotoviti nadaljnje informacije o možnem vplivu in tveganju kontrolnem merjenju, monitoringu in verifikaciji njihovega vpliva. Te informacije bi morale biti pravzaprav vključene v razvijajoči se sistem WISE.

### **Monitoring za ugotovitev izpostavljenosti**

Poglavju uskladitve monitoringa se posveča več pozornosti. Državam članicam se priporoča, da uporabljajo enake tipe monitoringa, nadzorujejo enake parametre kakovosti in prostorsko ter časovno združevanje rezultatov. Povsod so v uporabi metode preskušanja na podlagi ISO standardov. To omogoča primerljivost podatkov med posameznimi državami. Obstoječi monitoring na končnih točkah je omejen pri primerjavi s podatki biomonitoringa in pri

ugotavljanju ocene izpostavljenosti. Glavni problem predstavlja, da je monitoring osnovan na sporazumu in tveganju. Na primer število vzorcev, ki morajo biti vzeti na sistemu v posameznem oskrbovalnem območju, je določeno glede na količino dostavljene vode. Število vzorcev je lahko tudi nižje, če so rezultati dobri. To pa posledično pomeni manj podatkov za analize. Sta dve potencialni možnosti. Prva je, da posamezna država sama določi mejne vrednosti za parametre, česar kasneje ne poroča Evropski komisiji. Druga možnost pa je, da se monitoring optimizira glede na oceno izpostavljenosti v posameznem primeru. Podatki pridobljeni z monitoringom naj se vpisujejo v bazo, kar omogoča nadaljnje analize. Trende in stopnje onesnaževal v pitni vodi se kasneje lahko določi z uporabo statističnih orodij. Prav tako taka baza lahko služi za identifikacijo tveganj, ki niso izmerljiva z običajnimi metodami za merjenje strupenosti. Tak sistem bi morala osnovati vsaka država. Sistem WISE se razvija v to smer, da bo poročanje potekalo elektronsko, v okviru vodne zakonodaje. Hkrati bi se na tak način lahko zbirali podatki pridobljeni z monitoringom pitne vode. Odkriti je potrebno povezavo med možnimi viri onesnaženja ter izpostavljeno populacijo. To se lahko naredi z identifikacijo ciljnih substanc, identifikacijo ciljnih populacij ter z oceno izpostavljenosti populacije tem substancam. Cilj je boljša ocena izpostavljenosti ter tako stalen monitoring snovi, za katere se izkaže, da je to potrebno.

Za oceno izpostavljenosti kemičnim onesnaževalom je bilo narejenih že več študij. Ena izmed njih je o koproduktih dezinfekcije. Obstajata dve potencialni povezavi med dvema ciljema varovanja: kloriranje pitne vode zmanjšuje tveganje resnega mikrobiološkega onesnaženja, znano pa je tudi, čeprav povezava ni dokazana, da organski kloridi lahko vplivajo na zdravje ljudi (rak prebavil). Da se zmanjša izpostavljenost ostankom kloriranja, je potrebno spremljati vsebnost ostankov dezinfekcijskih sredstev ter pri tem paziti, da se ne zmanjša učinkovitost dezinfekcije. Tudi dezinfekcija z ozonom predstavlja potencialni problem, to je nastanek bromata. Čeprav je zdravstveno tveganje zaradi koproduktov dezinfekcije majhno v primerjavi z zdravstvenim tveganjem, ki ga predstavljajo hidrična obolenja, jih ne smemo zanemariti, saj gre za izpostavljenost velikega števila ljudi. Znano je, da smo nekaterim parametrom, ki jih spremljamo v okviru monitoringa pitne vode lahko izpostavljeni tudi preko drugih virov (navzkrižni vpliv). Za onesnaževala v pitni vodi je drugi glavni vir vnosa hrana.

Standardi za pitno vodo upoštevajo 10 do 20% dovoljenega dnevnega vnosa s pitno vodo. Avtorjem se zastavlja vprašanje ali je tak način obravnave zadovoljiv.

### **Ocena vpliva na zdravje**

Glede na rezultate raziskave ENHIS izhaja, da nadzor nad hidričnimi obolenji ne podaja pravega števila, ampak zajema samo majhen del resničnega števila izbruhov, ki pa niso zaznani, raziskani in o katerih ni poročil. Prav tako ni na voljo podatkov o sporadičnih izbruhih zaradi uživanja pitne vode. Kljub temu, da je bil ugotovljen vir onesnaženja, ni vedno poročila o onesnaženju pitne vode, ter o ukrepih in raziskavah. Ti podatki in zaključki se ujemajo z ugotovitvami Evropske okoljske agencije. Tam prav tako preiskujejo možnost povezave izbruhov bolezni s kakovostjo pitne vode, to pa jim onemogoča majhno število razpoložljivih podatkov. Težava je v tem, da je dejansko število obolevnosti populacije nizko, prav tako pa je nizko tudi število izbruhov. Zato je potrebno izboljšati nadzor nad hidričnimi obolenji, ter tako vzpostaviti povezavo med obolenji in vodooskrbo, ki ne izpolnjuje mikrobioloških standardov. Osredotočiti se je potrebno na območja, ki se oskrbujejo iz malih vodovodnih sistemov, ter so brez nadzora, ki ga določa Direktiva o pitni vodi. Na drugi strani pa se je potrebno zavedati, da je število ljudi, ki se oskrbujejo iz teh virov izjemno nizko. Pri tem je potrebno upoštevati raziskave narejene v Kanadi, ki nakazujejo na vpliv vodooskrbe na zdravje. Podobno študijo bi bilo potrebno izpeljati na področju EU, s katero bi lahko izpopolnili zahteve za mikrobiološke standarde.

### **Upravljanje s tveganji**

Razviti je potrebno način, kako najbolje obveščati zainteresirano javnost in porabnike o zdravstvenih tveganjih. Sistem mora biti dobro premišljen. Čeprav ni dokazov iz epidemioloških študij, tudi v Evropi obstaja vpliv na zdravje zaradi različne stopnje izpostavljenosti snovem v pitni. Avtorji priporočajo uporabo biomonitoringa v povezavi z drugimi monitoringi. Biomonitoring je posebej primeren za ugotavljanje skupne izpostavljenosti kemičnim parametrom. (Vir: Vidiki okolja in zdravja – pitna voda (osnutek))

## 10 PREDLOG POVEZAVE SISTEMA

### 10.1 Današnja praksa

Namen naloge je pripraviti strukturo podatkovnih baz o vodnih virih, zajetjih, pripravi pitne vode, razdelilnem omrežju in o porabnikih, ter te podatke smiselno povezati s podatki o kakovosti vode na posameznih mestih v vodovodnem sistemu in o hidričnih obolenjih. Ter na podlagi pregledane literature in v skladu z veljavno zakonodajo te podatke povezati v strukturo sistema v podporo odločanju o potrebnih ukrepih v primeru pojava hidričnih obolenj. Za vzpostavitev strukture sistema za analizo podatkov o kvaliteti vode in zdravju prebivalstva, je naprej potrebno dobro poznati pristojnosti in odgovornosti na obravnavanih področjih. Pristojnosti so določene z zakoni in pravilniki, kar je v nalogi že opisano. Podatki o vodnih virih, zajetjih, pripravi pitne vode in razdelilnem omrežju so že povezani v bazi Ministrstva za okolje in prostor. Uskladitev in povezava z bazo ARSO o monitoringu vodonosnikov bo služila predvsem v smislu spremljanja obremenjenosti vodonosnikov in s povezavo podatkov o kakovosti pitne vode omogočala ugotavljanje posledičnih vplivov na zdravje ljudi. Potrebno bo uskladiti tudi bazi MOP-a z zbirko podatkov IVZ. V želji, da bil lahko spremljali pojavljanje in širjenje hidričnih obolenj, bo treba prilagoditi način vodenja podatkov o kakovosti vode in pojavu obolenj na ravni države.

Glede na današnjo prakso ZZV-ji dobijo prijave o nalezljivih boleznih ter spremljajo gibanje bolezni. Ko zaznajo porast števila obolenj, pričnejo z epidemiološko preiskavo, ki obsega iskanje in dokaz povzročitelja, kar analizirajo s prisotnostjo v odvzetih vzorcih obolelih. Epidemiološka preiskava vključuje spremljanje obsega, števila, kraja obolelih, starostne skupine. Glede na časovne zamike pri prijavljanju nalezljivih boleznih, ki se pojavljajo glede na zakonski normativ, bi bilo smiselno voditi evidenco o obolelih »on time«. To velja predvsem za obolenja povzročena s pitno vodo glede na dinamiko širjenja povzročitelja. Poznati je potrebno hidravlične lastnosti vodovodnega sistema, da se lahko predvidi poti širjenja onesnaženja (s tem povzročitelja), ter se lahko določi okuženo in ogroženo območje. Prav tako rezultati vzorčenja niso objavljeni »on time«, saj sam postopek odvzema in preiskave vzorca terja kar nekaj časa. Večina vode, je tako res popita, še preden, so na voljo



rezultati vzorčenja vode. Vzorčenje pitne vode poteka po vnaprej pripravljenem programu, dodatni nadzor vode lahko odredi inšpektor. Sam postopek ni načrtovan tako, da bi bilo enostavno ugotavljati in dokazovati vzroke okužbe. Razvoj sanitarne hidrotehnike nam je prinesel varnost ter zadovoljiv nivo oskrbe. Primeri hidričnih izbruhov so redki, posamezna obolenja, ki se morda pojavijo kot posledica uživanja pitne vode, pa so ponavadi blaga in ne predstavljajo večjega zdravstvenega problema. Zdravstvena stroka posameznih hidričnih obolenj (zaenkrat) ne obravnava posebej, iz poročil pa tudi ni zaznati, da bi se v Sloveniji pogosto pojavljala. Na drugi strani rezultati vzorčenj monitoringa pitne vode kažejo na velik delež mikrobiološko neustreznih vzorcev. Torej tveganje za okužbo preko pitne vode je prisotno.

Odgovornost ali se pojav nalezljivih obolenj zazna, je naprej na posamezniku, ki gre k zdravniku. Zaradi manjših (prebavnih) težav ljudje ponavadi ne iščejo zdravniške pomoči. Naslednji v verigi je osebni zdravnik, ki je zadolžen za prijavo nalezljive bolezni. Tu gre za več vprašanj, in sicer ali postavi pravilno diagnozo ter odvzame vzorce za dokaz povzročitelja. Ko je povzročitelj dokazan lahko prijavi nalezljivo bolezen. Po podatkih ZZV zdravniki malo prijavljajo bolezni, povzročitelje pa iščejo v primeru, da zaznajo porast števila obolenj. Tako tudi za Slovenijo najbrž velja podatek, da je število prijavljenih nalezljivih bolezni podcenjeno. Prav tako ni praksa, da bi zdravnik iskal vzroke za obolenje posameznika. Za obolenja, ki so lahko posledica uživanja vode, je ponavadi pogostejši način okužba preko hrane oziroma so primeri bolezni pripisani temu vzroku.

### **Ravnanje v primeru hidričnih obolenj**

Na podlagi podatkov in zapisov s strani IVZ, ZZV in posameznih upravljavcev vodovodnih sistemov ugotovimo, da obstoječi sistem ne zagotavlja hitrega odkrivanja hidričnih obolenj. Vprašanje, ki se ob tem zastavi je, ali so vsa hidrična obolenja res zaznana, ali gre za veliko podcenjenost podatkov. To bi bilo mogoče ugotoviti s sistemom zajemanja podatkov ter identifikacije obolenj, kot je predlagano v nalogi. Omeniti velja nekaj **težav**, ki se pojavljajo pri odkrivanju in analiziranju hidričnih izbruhov. Nalezljive bolezni je potrebno prijaviti pisno, na predpisanem obrazcu in ga po pošti ali elektronsko poslati na ZZV. Pri tem se že pojavi časovni zamik, ki bi ga s takojšnjim vnosom v »on line« bazo odpravili. Ta baza bi bila

na vpogled tudi drugim zdravstvenim delavcem (drugim zdravnikom), ki bi tako laže zaznali porast števila obolenj v posameznem kraju.

Za odkrivanje hidričnih obolenj je potrebno dobro sodelovanje med upravljavcem vodovoda in ZZV, ter možnost hitre izmenjave podatkov. Spremenjen način delitve pristojnosti\* glede zagotavljanja zdravstveno ustrezne pitne vode terja tudi nov pristop in sodelovanje pri odkrivanju hidričnih obolenj. Podatke o vodovodnih sistemih posredujejo upravjalci vodovodov (vodovodna podjetja). Ti tudi izvajajo notranji nadzor pitne vode v sistemu. Določijo mesta odvzemanja vzorcev, ki morajo biti kritična mesta za pojav staranja vode (vododelnice, predimenzioniranje) ter pogostost odvzemanja vzorcev (glede na velikost omrežja, količino distribuirane vode). Vpeljava notranjega nadzora po principu HACCP je določila način jemanja vzorcev vode. S tem se je prenesla odgovornost za zagotavljanje kakovostne pitne vode na upravljavce. Preje so nadzor opravljali zavodi za zdravstveno varstvo, ki so vodili tudi podatke. S spremembo zakonodaje pa ZZV-ji niso več edini laboratoriji, ki lahko opravljajo preiskave. Ker je odgovornost in skrb za kakovostno pitno vodo sedaj na upravljavcih in zavodi lahko nudijo zgolj še laboratorij in svetovanje, tudi ni več poskrbljeno za prenos podatkov o kakovosti vode in morebitnem obolevanju. Odnosi med upravjalci vodovoda, ki so lahko tudi zasebni pravni subjekti in ZZV-ji, ki so javni zavodi, so spremenjeni. Ni dorečeno, kdo plača dodatne preiskave, ko se posumi na hidrično obolenje. Vodovodna podjetja skrbijo za nadzor kakovosti vode, ZZV-ji pa za javno zdravje. Tudi če se kasneje izkaže, da vzrok za obolevanje ni bilo vodovodno omrežje, stroški dodatnega nadzora ne bremenijo upravjalca. Ta mora na zahtevo inšpekcijskih služb dokazati, da ni kriva voda.

Zdravniki premalokrat posumijo na hidrično pot okužbe. Po podatkih, zdravniki ne prijavijo

---

\* S spremembami zakonodaje s področja javnega zdravstva je prišlo do nekaterih sprememb, kar je vplivalo na način in obseg dela zavodov za zdravstveno varstvo. Spremembe pri organizaciji dela so bile najbolj očitne v zadnjih letih, ob prilagajanju slovenskih predpisov zakonodaji Evropske unije. Približno do konca 80-ih let je delo zavodov na področju pitnih voda, poleg spremljanja kvalitete pitne vode z analizami vzorcev pitne vode, v veliki meri obsegalo tudi svetovanje pri sanaciji in načrtovanju vodovodov. Sledilo je obdobje, ko se je delo vedno bolj omejevalo na spremljanje kvalitete pitne vode in na svetovanje ter izdelavo strokovnih mnenj ob določeni problematiki posameznih vodovodov. S sprejetjem Pravilnika o pitni vodi v marcu 2004 je bila skrb za ustreznost pitne vode v celoti prenesena na upravjalce vodovodov.

vseh nalezljivih črevesnih bolezni. Nihče teh podatkov ne zbira in ne vodi ločeno, ter ne išče morebitnih povezav. Če gre za večji izbruh, se izvede epidemiološka preiskava, kjer se anketira obolele. Posameznih obolenj se ne obravnava. Ker iz poročil IVZ sledi, da so bili o sumu na hidrično obolenje opozorjeni prepozno, lahko sklepamo, da ni dobrega sodelovanja.

Pozornost je potrebna predvsem zaradi novih spoznanj o mikroorganizmih, porastu pojava hidričnih obolenj (povzročenih predvsem z virusi, paraziti – ZDA, Kanada) v razvitem svetu, ki povzročajo obolenje večjega števila ljudi (predvsem ogroženih skupin: otroci, starejši, nosečnice), predvsem:

- zaradi večje prilagodljivosti in odpornosti mikroorganizmov,
- zaradi eksistenčne odvisnosti od pitne vode,
- tudi zaradi ekonomskega vidika izpada delovnih dni zaradi bolezni,
- zaradi potrebe in interesa po povezovanju podatkov zdravje - okolje ,
- zaradi spoznavanja dejanske učinkovitosti sistema za oskrbo s pitno vodo, učinkovitosti priprave pitne vode (vzorčenje se izvede nekajkrat letno, ljudje pa vodo pijejo vsak dan, zato je tudi zdravstveno stanje prebivalcev lahko pokazatelj dejanske učinkovitosti in ustreznosti oskrbe s pitno vodo).

## **10.2 Predlog sistema**

### **10.2.1 Baza**

V bazo je potrebno vključiti evidence, ki že obstajajo v skladu z delitvami pristojnosti pri oskrbi s pitno vodo. To so podatki, ki jih imajo upravljavci in ki izhajajo iz zahteve po vzpostavitvi vodenja evidenc iz Pravilnika o oskrbi s pitno vodo. Za vse vodovode še ni podatkov v zahtevanem obsegu, ni hidravličnega modela, zato obravnava, kot je prikazana v nalogi, za vse sisteme še ni možna. Vsak upravljavec ima svojo bazo, v kateri vodi in zbira vse s pravilnikom določene podatke o vodovodnem omrežju. Da bi se izognili večkratnemu sporočanju istih podatkov na različne inštitucije, je potrebna povezava in uskladitev baz. Najprej je potreben dogovor o vsebini podatkov v posamezni bazi in o načinu poročanja. Podatke si potem lahko inštitucije izmenjujejo med sabo. Pri tem bi morali nuditi pozornost

oziroma pomoč upravljavcem, da bodo posredovani podatki pravilni in čimbolj točni. Baza bi morala vsebovati oziroma nuditi dostop do podatkov o:

- kar sledi iz pravilnikov – evidenca, ki jo morajo imeti upravljavci vodovodov;
- tudi hidravlični modeli sistemov, da se ve, kam in do kod teče voda iz posameznega vira, vodohrana;
- modeliranje kakovosti vode v sistemu, kar omogoča poznavanje dejanskih razmer v sistemu;
- podatke o porabniki (EHIŠ);
- podatki o kakovosti vode – povezava preko koordinat mest vzorčenja;
- hidrična obolenja – vnese se glede na stalno prebivališče obolelih in opombe, ki izhajajo iz anketnih listov, ter se išče presek, glede na lokacije.

Baza MOP je bila vzpostavljena na podlagi enkratnega poročanja izvajalcev javnih služb oziroma občin. MOP opravlja nadzor nad delom izvajalcev javnih služb oskrbe s pitno vodo, ter nad občinami, kako imajo organizirano javno službo. Potrebno bo dopolniti bazo s podatki o vseh vodovodnih sistemih, tudi tistih, ki še niso v upravljanju javne službe. IVZ ima drugačno razdelitev in evidentirane tudi manjše upravljavce, ki ne delujejo v okviru javne službe (krajevne skupnosti, vaški vodovodni odbori). Kot predvideva Pravilnik o oskrbi s pitno vodo, bodo tudi ti upravljavci do konca leta 2007 morali posredovati podatke o vodovodih, s katerimi upravljajo. Tako se bo evidenca dopolnila. Baza Ministrstva za okolje bi morala biti osnova, saj vsebuje največ podatkov o vodovodih (tehnične lastnosti), je povezljiva z bazo ARSO (o vodnih virih, vodonosnikih).

Baza IVZ se prilagodi tako, da je povezljiva z bazo MOP-a in podatke o kakovosti vode vodijo v tej novi bazi. Naloga Inštituta za varovanje zdravja namreč ni spremljanje stanja vodovodnih sistemov, opremljenosti in pokritosti ozemlja, ampak zgolj nadzor nad kakovostjo pitne vode. Naloga, da določi oskrbovalne standarde in oskrbovalna območja, je v pristojnosti MOP, ki bdi tudi nad kakovostjo okolja – tudi vodnega okolja (podzemne, površinske vode), ki se jih odvzema za oskrbo s pitno vodo. Prav tako ni naloga IVZ, da ugotavlja lastnosti vodovodov ter kdo je upravljavec, ampak mora te podatke pridobiti od MOP-a, ki je zadolžen za to. IVZ mora voditi podatke o kakovosti vode, ter o primerih pojava nalezljivih obolenj, ter na podlagi teh podatkov spremljati gibanje nalezljivih bolezni, ter ukrepati v primeru povečanja pojava določenih obolenj. Če se sumi, da se obolenja lahko

prenašajo tudi preko pitne vode, je potrebno takoj pričeti z ugotavljanjem in izvesti ukrepe za preprečitev širjenja. Pristojnosti morajo biti razdeljene, saj to omogoča učinkovitost sistema.

Ena pomembnih nalog javnega zdravstva je nadzor in spremljanje nalezljivih bolezni, ter ukrepanje v primeru njihovega pojava. Tako prevzame ta sistem ključno vlogo pri pojavu hidričnih obolenj, saj vodi, usmerja ukrepe, da tako skrbi za zdravje prebivalstva. Nalezljive bolezni se širijo hitro, zato je potrebno hitro prepoznavanje in učinkovito ukrepanje, da se prepreči njihovo širjenje. Naloga javnega zdravstva je varovati zdravje ljudi ter preprečevati pojavljanje in širjenje bolezni, ki bi se lahko pojavile ob morebitnem onesnaženju pitne vode. Sistem varovanja javnega zdravja je usmerjen v nadzor kakovosti vode, ugotavljanje tveganja v okolju (pitni vodi) in hitro obveščanje in tako učinkovito ukrepanje ob pojavu neustreznega vzorca.

Inštitut za varovanje zdravja kot najvišja organizacija za zagotavljanje javnega zdravja vodi podatke in spremlja stanje nalezljivih bolezni v celotni državi. IVZ dobi poročila o prijavih, izvedenih ukrepih in izvedenih preiskavah od območnih zavodov za zdravstveno varstvo. Prav tako vodijo podatke iz državnega monitoringa pitne vode. Smiselno bi bilo, da se nov način izvaja na območnih ZZV –jih. Območni zavodi so pristojni za spremljanje gibanja nalezljivih bolezni in zdravja prebivalcev v regiji. Podatke pridobivajo od zdravstvenih domov, o nalezljivih boleznih obvezno tedensko pisno poročanje. Pojav večjega števila ljudi s podobnimi bolezenskimi znaki se ob učinkoviti obravnavi lahko zazna preje in prej se prične epidemiološka preiskava. Z ustreznim pristopom in ustrezno obdelavo podatkov se epidemiološka preiskava lahko pripelje do konca.

### **10.2.2 Sistem**

Sistem, ki bi ga lahko vzpostavili za nadzor kakovosti vode ter spremljanje zdravja prebivalstva, bi deloval v sodelovanju več inštitucij. Informacije o neustreznem vzorcu bi morale biti dostopne zdravnikom, ki bi tako lahko vedeli, zaradi katerega vzroka imajo ljudje težave. Prav tako bi povratna informacija, da prihaja do povečanega števila obolenj na določenem območju, lahko pomagala upravljavcu vodovoda pri odkrivanju tveganj in napak v

omrežju. Če kot možen vir okužbe ni izključena voda iz vodovoda, je potrebno preiskati tudi to možnost. V okviru epidemioloških preiskav anketirajo in iščejo povzročitelja v primerih z večjim obsegom, vendar manj kot včasih. Pri tem predstavlja oviro Zakon o varovanju osebnih podatkov (*Uradni list RS, št. 59/99*), ki ne dovoljuje izdaje podatkov o zdravstvenem stanju posameznika. Pri epidemijah gre za širši družbeni interes z vidika zagotavljanja javnega zdravja, zato bi epidemiološke preiskave morale vključevati vse potrebne podatke. Čeprav gre za izbruh bolezni v omejenem obsegu, je zaradi neposredne in direktne izpostavljenosti vseh prebivalcev, ki uživajo vodo iz vodovodnega sistema, treba speljati preiskavo in ugotoviti povzročitelja ter lokacije, kjer je prisoten (območja, kjer so ljudje zboleli), z namenom, da se opozori in zavaruje vse izpostavljene prebivalce.

### **Dostopnost podatkov o kakovosti vode**

Kontrola kakovosti se izvaja tudi v okviru državnega monitoringa. Podatkov o rezultatih vzorčenj ZZV-ji oziroma IVZ ne posreduje za posamezen vodovod, ampak pripravi skupno letno poročilo, v katerem opišejo stanje oskrbe na splošno. Poročilo pripravijo za preteklo leto v pomladanskih mesecih. Ni pa sistema oziroma zbirke, v katerem bi bili na enem mestu združeni rezultati vseh vzorčenj, ne glede na to ali je bil vzorec odvzet v okviru notranjega, inšpekcijskega nadzora ali državnega monitoringa. Tako na primer za en vodovod, ki ima več različnih upravljavcev, ni podatkov na enem mestu. Prav tako se ne povezuje podatkov o kakovosti vode, ki iz enega vira napaja več vodovodov. Posamezni upravljavci vodijo podatke za svoje sisteme. Ni predpisa, ki bi določal, da podatke o vodooskrbi in o kakovosti vode vodijo od vodnega vira, v vodovodnem sistemu pa vse do porabnika, na enem mestu. Zato bi bilo potrebno vzpostaviti sistem, kjer bi se na enem mestu vodili vsi podatki.

S prevzemanjem evropskih pravnih norm se je Slovenija zavezala, da bo spoštovala pravice državljanov tudi glede obveščanja o stanju okolja, ter jim nudila dostop do informacij ter tako soodločanja. Zato bi bilo prav, da se predpiše vzpostavitev baze, ki bo združevala podatke o kakovosti vode, s povezljivostjo podatkov od vodnega vira do porabnika. Ko bo vzpostavljen kataster komunalne infrastrukture, bodo zbrani digitalizirani podatki o lokacijah vodovodnih sistemih ter tudi podatki o lastnostih sistema. Tako bodo zbrani tehnični podatki, na podlagi katerih se lahko naredi hidravlične modele omrežij. Podatke o porabi vode vodijo upravljavci,

s kontrolnim merjenjem pretokov in tlakov, pa se model umeri. Pravilnik o oskrbi s pitno vodo predvideva tudi občasno kakovostno modeliranje v vodovodnih sistemih. Pravilnik ima prehodno obdobje za izpolnitev vseh zahtev, do leta 2010 pa bo že potrebno, da bo za vse večje vodovode možno tudi to.

Podatki o vodovodih in vodnih virih se zbirajo na nivoju upravljavcev vodovodov in v bazah na ravni države. Preko spleta so javno dostopni podatki o lokacijah zajetij, vodohranov, včasih so bili tovrstni podatki tajni. Zaradi možnosti izrabe teh podatkov, bi bilo potrebo natančno definirati obseg javno dostopnih podatkov. Strani za javnost bi morale vsebovati podatke pomembne za uporabnike. To pa so na primer, kje gredo trase vodovodov, da se ve, katere parcele so zazidljive, dolžina priključka. Lokacije objektov zajema in hranjenja vode za uporabnika vode niso pomembne.

### **10.2.3 Prostorsko podprta baza**

Na podlagi dostopnih podatkov in z uporabo baz je možno določiti učinkovite ukrepe za ravnanje v primeru pojava hidričnih obolenj. Prostorsko podprta baza v katero se vnese posamezna obolenja, ter se tako spremlja širjenje in potek okužbe. Prostorsko podprta baza za spremljanje gibanja nalezljivih bolezni, bi omogočala boljšo sledljivost, identifikacijo, možno bi bilo hitro in učinkovito ukrepanje. Taka povezava je pomembna predvsem za ugotavljanje hidričnih epidemij, ki imajo vzrok v skupnem vodovodnem sistemu. V bazo se vnese vse primere nalezljivih črevesnih obolenj in lokacije potencialne okužbe (doma, šola, služba, gostilna). Nato se išče presek v povezavi z bazo kakovosti. Poznati je potrebno seznam povzročiteljev (nalezljivih) bolezni, ki se lahko prenašajo tudi s pitno vodo, ter njihove glavne lastnosti (odpornost na dezinfekcijo, inkubacijska doba, infektivno število). Prostorsko podprta baza podatkov za vnos primerov nalezljivih bolezni, bi omogočala lažje prostorsko sledenje pojavljanja primerov nalezljivih bolezni.

V literaturi in v poročilih IVZ zasledimo, da je hidrično epidemijo težko dokazati in da ponavadi obstaja samo sum oziroma določena verjetnost, da je šlo za hidrično epidemijo. Natančno sledenje kakovosti vode, poznavanje ukrepov, ki se izvajajo na vodovodnem

sistemu (kloriranje in na katerih delih omrežja), podatki o morebitnih okvarah ali izpadih delovanja sistema/delov sistema, ter hkratna povezava s primeri obolevnosti in dokaz povzročitelja v vodi in pri obolelih, bi omogočala potrditev, da je vir okužbe res bila pitna voda. V primeru pojava mikrobiološko onesnaženega vzorca pitne vode se ve, kateri uporabniki pijejo to vodo in so potencialno izpostavljeni okužbi.

Primere pojava (hidričnih) obolenj se vnese v bazo, če se pojavi večje število na nekem zaključnem območju, se s povezavo baz lahko ugotovi, ali oboleli pijejo vodo iz istega sistema in se lahko sklepa na način okužbe s pitjem vode. V takem primeru se na omrežju odvzeme vzorce vode za analizo, v primeru, da se potrdi, da je voda mikrobiološko onesnažena, se lahko postavi sum oziroma se dokaže, da je za obolevanje ljudi kriva voda iz vodovoda. Tak način zbiranja in obdelave podatkov bi omogočal hitro obveščanje uporabnikov o potencialnem tveganju ob uživanju vode, o ukrepih za preprečitev okužbe in na ta način preprečevanje nadaljnjega širjenja bolezni. Prav tako bi slika obolevnosti pomagala upravljavcem vodovoda pri lokalizaciji prisotnosti povzročitelja okužbe, da bi lahko izvedli potrebne dezinfekcijske ukrepe na delih omrežja, kjer je to potrebno.

### **10.3 Uporabljen orodja**

#### **10.3.1 GIS – ArcView**

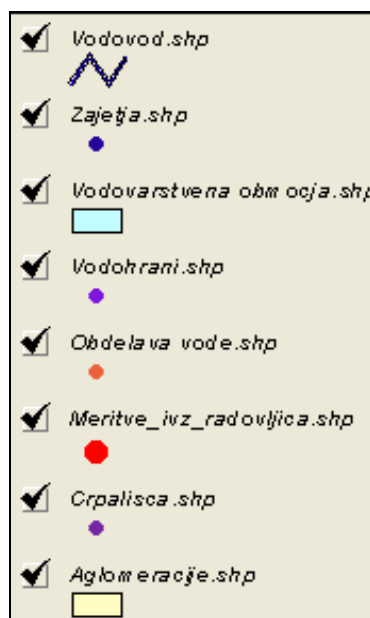
Program ArcView GIS omogoča vizualizacijo, raziskovanje, poizvedbe in analizo prostorskih podatkov. Grafični pristop pri povezovanju prostorskih entitet obsega področje analize prostorskih podatkov v GIS-u. Sistem prostorskih podatkov temelji na seriji tematskih plasti ali slojev, ki predstavljajo glavno sestavino prostorskih podatkov. Tematski sloji so navadno razdeljeni na podlagi objektnih tipov, ki so lahko osnovni oziroma enostavni ali sestavljeni objektni tipi. Osnovni objektni tipi so razdeljeni na točkovne, linijske in poligonske geometrične plasti, v sestavljenih objektnih tipov pa se geometrične plasti kombinirajo. S prekrivanjem slojev v GIS-u lahko ugotavljamo različne prostorske zveze med pojavnimi objekti. Kombinacija slojev tvori nove entitete, ki so uporabniku v podporo pri sintezi in interpretaciji. S pomočjo uporabe GIS-a lahko odkrijemo povezave, ki so bile v preteklosti



lahko spregledane ali še niso bile zadosti obravnavane. Splošni informacijski sloji so osnova za izdelovanje množice poizvedb. V tem primeru iz katerega vodnega vira in sistema se napaja določeno oskrbovalno območje, o kakovosti vode, ter kje so posledično oboleli ljudje.

Baza vsebuje naslednje sloje:

- aglomeracije
- vodovarstvena območja (poligona)
- zajetja
- črpališča
- vodohrane
- merilna mesta monitoringa
- merilna mesta notranjega nadzora (točke)
- vodovodni sistem (linija).

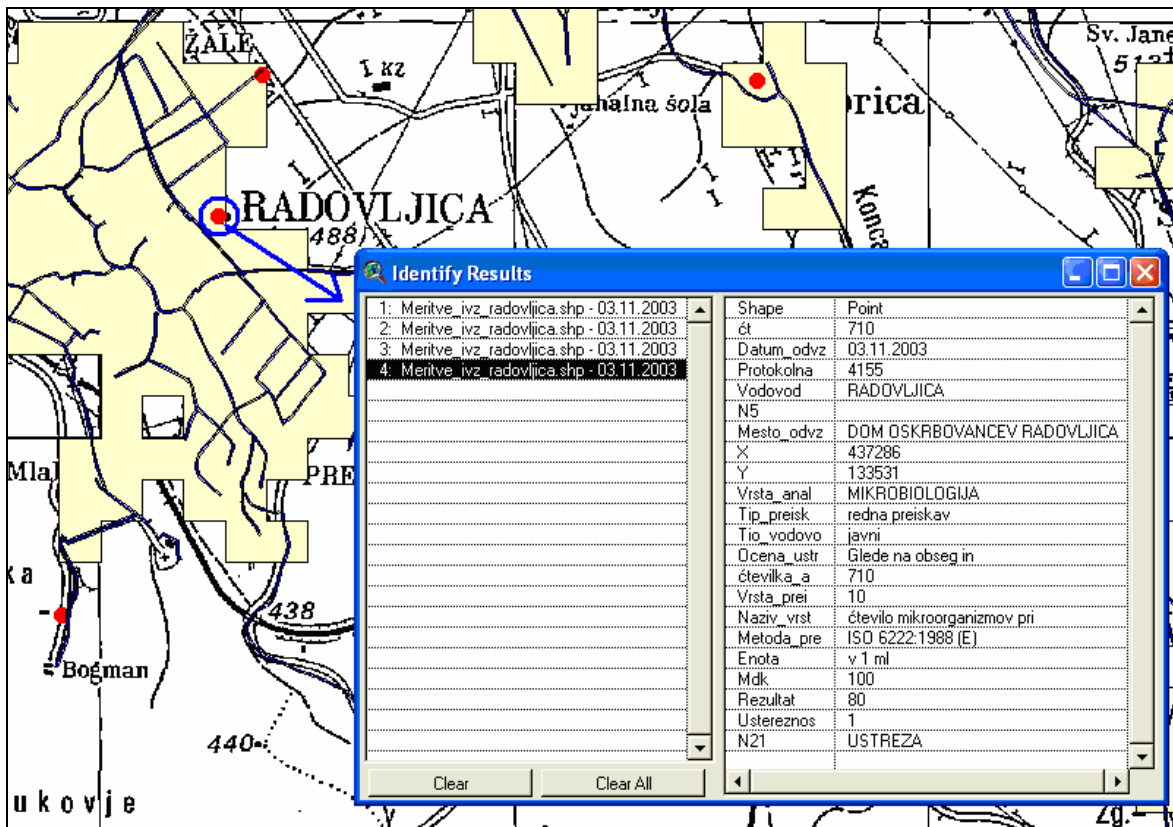


Slika 6: Oznake slojev

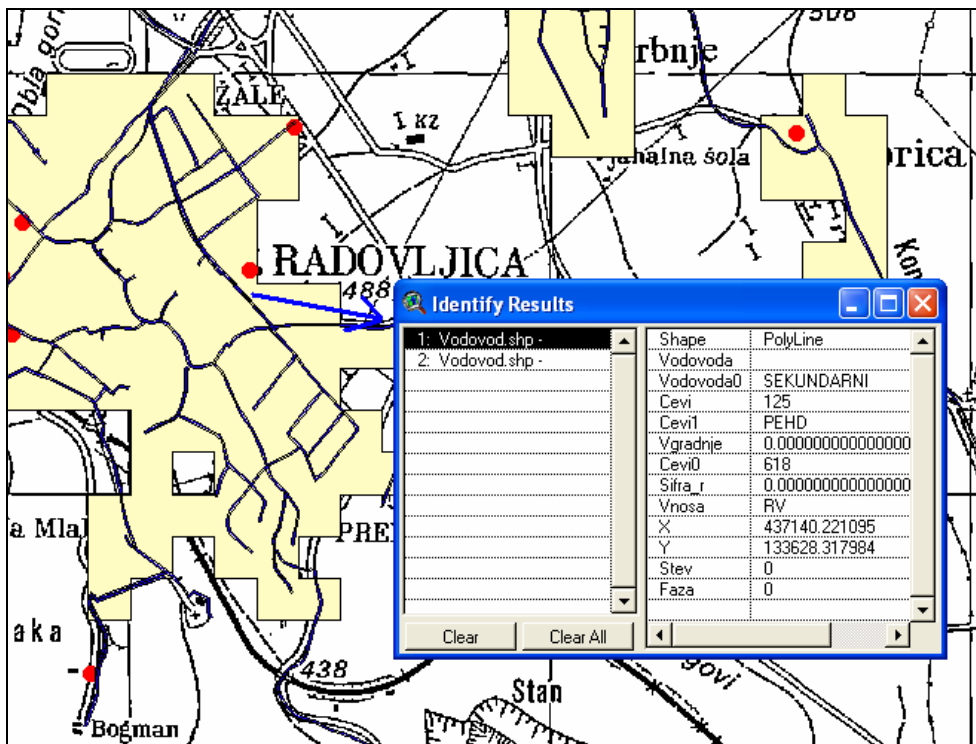
Oznake posameznih podatkovnih slojev (ki so prikazani na slikah v nadaljevanju) so prikazane na Sliki 6.

V tabelah so za posamezne podatkovne sloje zbrani atributni podatki za vse prikazane teme. Na naslednji strani sta prikaza tabel za mesto vzorčenja in tabel za vodovod (Sliki 8 in 9). Tudi spremljanje nalezljivih boleznih, bi lahko potekalo na prostorsko podprt način, in sicer v elektronski obliki za vnos bolezni, z določenimi podatki, v formatu, ki omogoča povezavo z ArcView, namesto pisnega sporočanja.

Programski dodatek DC Water Design Extension (ESRI GIS) k programu ArcView omogoča povezavo programov ArcView in Epanet. Z dodatkom je mogoče iz GIS podatkovnih baz preko ArcView pripraviti vse podatke za prenos v Epanet, kar omogoča hitro povezavo podatkov.



Slika 7: Atributna tabela za mesta vzorčenja



Slika 8: Atributna tabela za vodovod

### 10.3.2 Epanet – hidravlični model omrežja

Program Epanet 2.0 je računalniški program, s pomočjo katerega lahko simuliramo hidravliko vodovodnega sistema in tudi kakovost vode v omrežju, in sicer:

- **starost vode** → Epanet omogoča modeliranje sprememb starosti vode v sistemu. Starost vode je čas, ko se delec vode zadrži v vodovodnem sistemu. Program računa starost vode s časom, tako da se vsako sekundo starost vode poveča za eno sekundo. Na viru oziroma v vodohranu je voda starosti nič. Simulacija starosti vode omogoča oceno splošne kakovosti vode v sistemu, ter identifikacijo predelov, kjer prihaja do zastajanja vode.

- **sledenje** → Sledenje s časom, iz katerega vira ali vozlišča voda doseže določene dele omrežja. Vir za sledenje je lahko katerikoli vir, vodohran ali vozlišče. Epanet vir obravnava kot konstanten vir, kjer voda prihaja v omrežje s koncentracijo 100%. Sledenje je dobro orodje za analizo omrežja, v primeru, da sta dva ali več virov in želimo ugotoviti, kateri vir napaja določen del sistema. Simulacija prikaže kolikšen delež vode priteče s posameznega vira, kako se voda meša z drugimi viri in kako se napajanje spreminja s časom.

- **račun kemičnih koncentracij** → Z Epanet-om lahko simuliramo kopičenje ali razpad substanc v vodi, ko ta potuje po vodovodnem sistemu. Potrebno je poznati koncentracije snovi in kako reagirajo in razpadajo. Koncentracije lahko podamo v mg/l ali µg/l. Omogoča predvsem simulacijo širjenja in pojavljanja ostankov dezinfekcije (klora). Reakcija klora z organsko snovjo v vodi, ter korozija - oksidacija z železom iz cevi.

Pri Ameriški okoljski agenciji (EPA) razvijajo tudi orodje za kontrolo mikrobiološkega onesnaženja (MCC). Raziskave so še v začetnih fazah, predvidevajo pa, da bo mogoče kontrolirati dogajanje v vodovodnih sistemih v zvezi s patogenimi virusi, bakterijami in praživalmi, v povezavi s fekalno kontaminacijo. Pri raziskavi sodelujejo z ameriškim centrom za kontrolo nalezljivih bolezni (CDC). Uporabljajo pa tudi znanje in tehnike molekularne mikrobiologije in so osredotočeni predvsem na dogajanje v biofilmih.

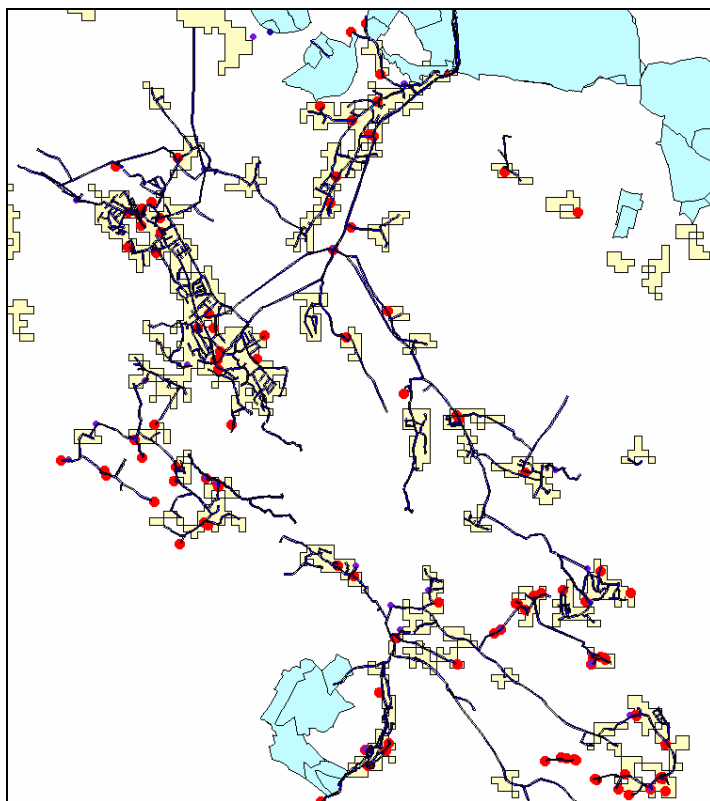
Za potrebe izdelave diplomske naloge so bili uporabljeni hidravlični modeli za vodovode Radovljica, Kropa in Črna na Koroškem. Narejene so bile simulacije staranja vode v omrežju, ter sledenje vode iz posameznega vira, ki napajajo sisteme. V primeru Radovljice in Kroke s pomočjo hidravličnega modela laže razumemo potek širjenja onesnaženja vode glede na mesta vzorčenja (poglavje 11.2). Za primer Črne pa simulacija sledenja vode iz vira Kogelnik jasno potrди domnevo, da je bila vzrok za obolevanje pitna voda iz tega vira. Območja obolevanja se povsem skladajo z območjem, ki ga napaja voda iz Kogelnika.

## 11 PRIMER UPORABE BAZE

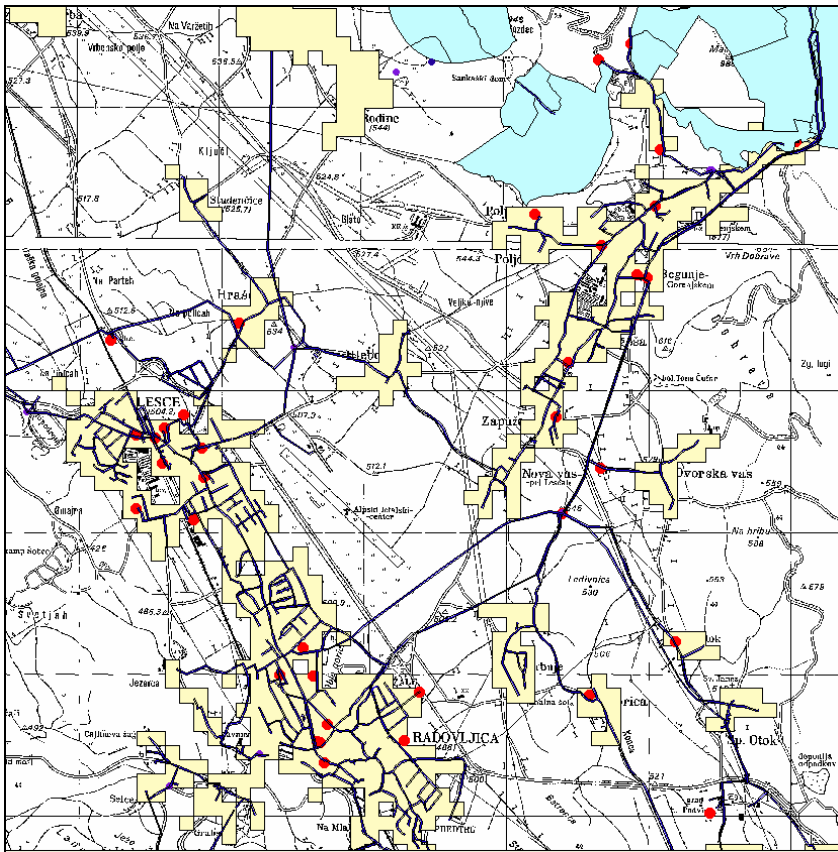
### 11.1 Radovljica

#### Vodovodni sistemi

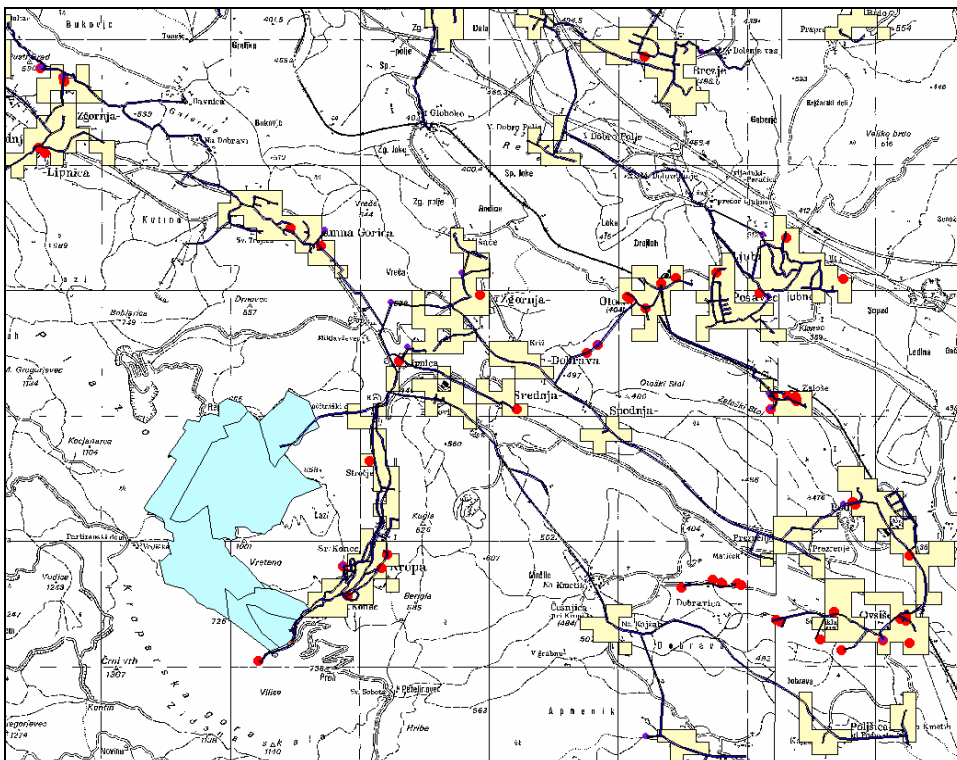
Za opravljanje javne službe oskrbe s pitno vodo v občini Radovljica je pooblaščen Komunala Radovljica. Vodovodni sistem je v osnovi razdeljen na širše območje mesta Radovljica in »desni breg Save«, to je širše območje Lipniške doline. Ti dve območji se delita na enajst zaključenih podsistemov, nekateri med njimi so povezani. Komunala Radovljica upravlja z osmimi javnimi vodovodnimi sistemi: Radovljica, Radovna (za območje Lesc in Radovljice), Lancovo, Kropa – Kamna Gorica, Dobravica, Ovsiše – Podnart, Zaloše in Otoče. Javni vodovodni sistem oskrbuje osemindvajset od dvainpetdesetih naselij na področju občine Radovljica. V oskrbo iz javnega vodovodnega sistema je tako vključeno približno 18.000 uporabnikov oziroma 6.800 gospodinjstev. Skupna površina aglomeracij, ki jih oskrbuje javni vodovodni sistem je 9,5 km<sup>2</sup>. Skupna količina dobavljene vode letno znaša 1.300.000 m<sup>3</sup>. Prikaz oskrbovalnih območij ter vodovodov v programu ArcView je na slikah 9, 10 in 11.



Slika 9: Vodovodi, vodni viri, aglomeracije in mesta vzorčenja v občini Radovljica

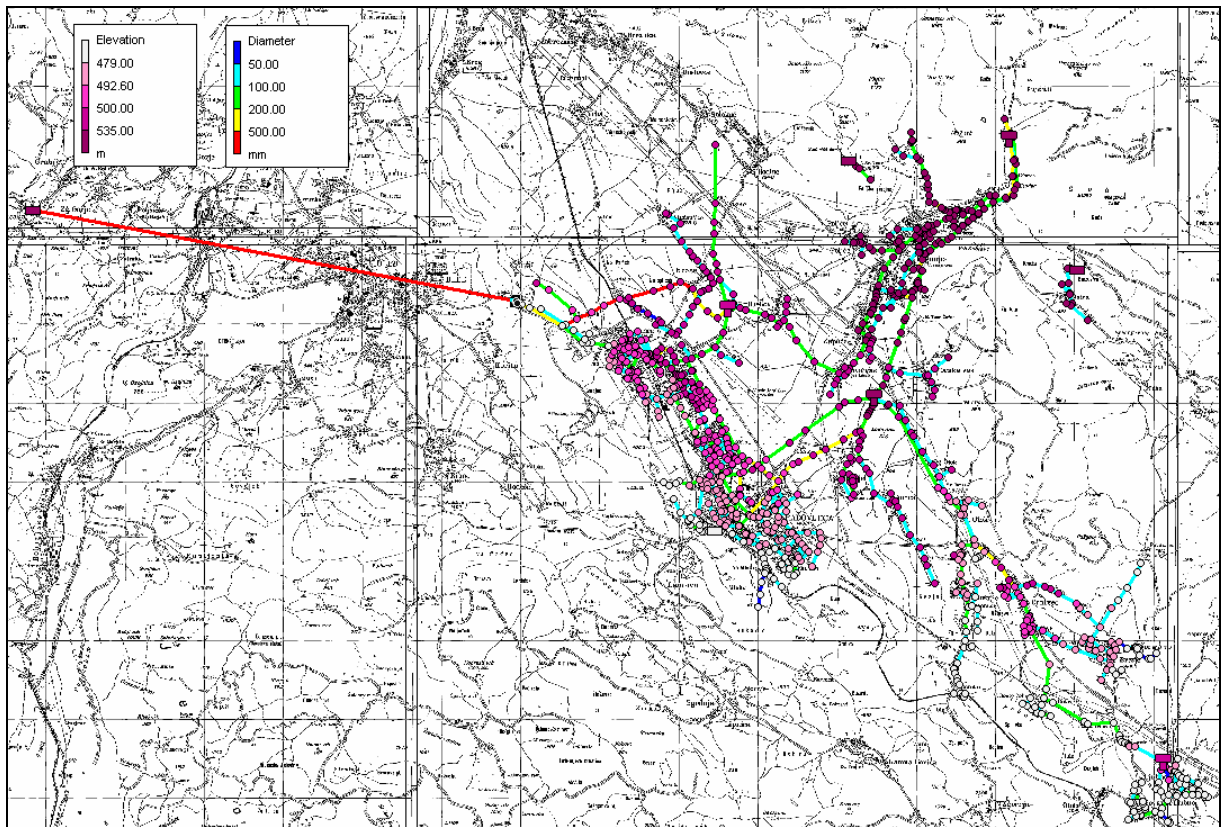


Slika 10: Vodovod na levem bregu Save



Slika 11: Vodovod na desnem bregu Save

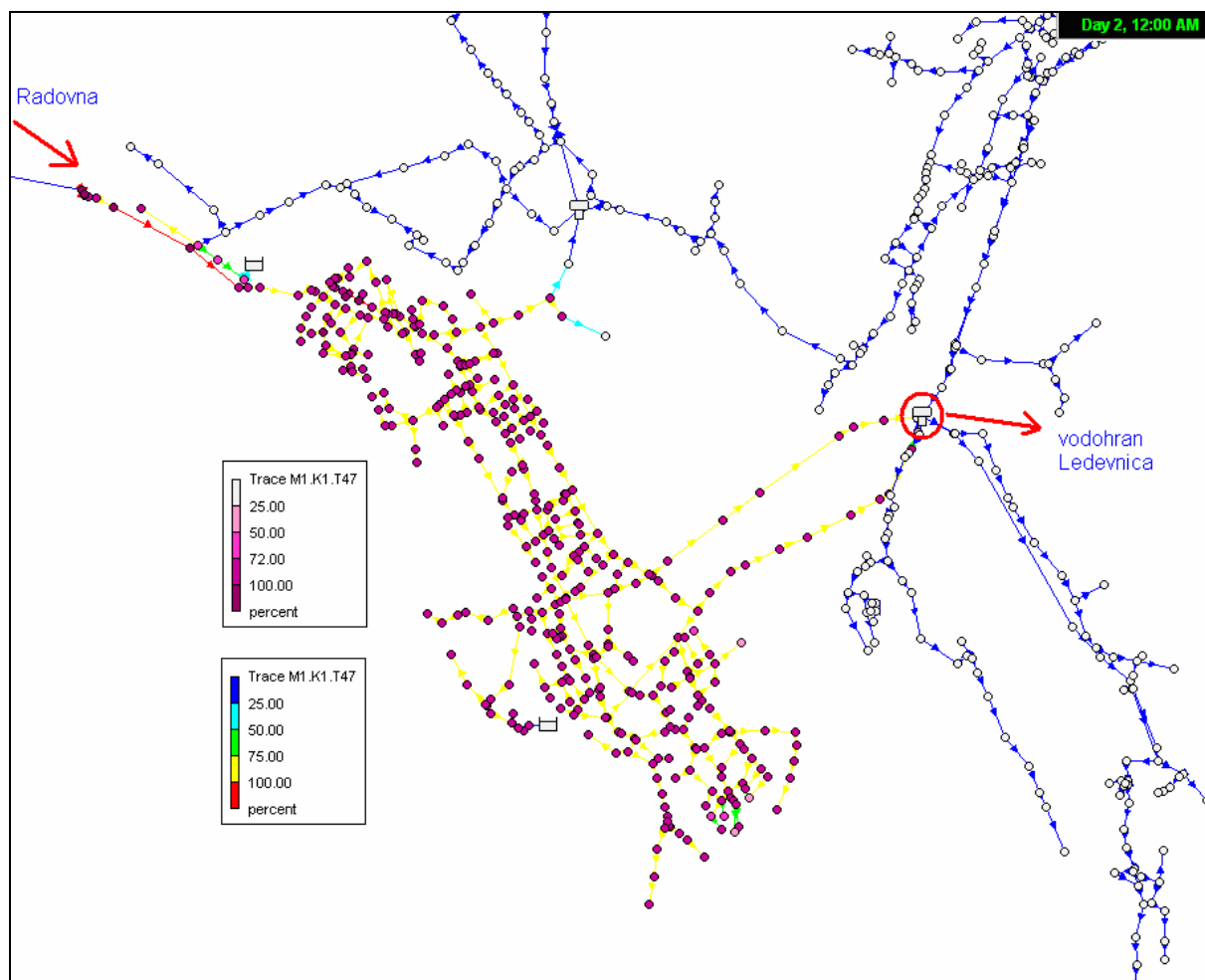
Za območje Radovljice in Kroke ima Komunala Radovljica izdelane hidravlične modele vodovodnih sistemov.



Slika 12: Shema hidravličnega modela vodovoda Radovljica

Na Sliki 12 je shematični prikaz hidravličnega modela vodovoda, ki napaja širše območje Radovljice. Legenda (barvna skala) prikazuje premere cevi in kote vozlišč. Sistem Radovna poteka čez dve drugi občini, to sta Gorje in Bled, tako da do občinske meje Bled – Radovljica cev vzdržuje Infrastruktura Bled d.o.o., ki skrbi tudi za vodni vir Ovčja jama. Razmerje je pogodbeno urejeno.

Območje se deli v dva dela: zahodni del, ki ga napaja vir Radovna ter vzhodni del, ki vodo dobiva iz Drage oziroma s Svetega Petra. Sistem gravitacijsko napajata dva glavna vira, dotok pa je odvisen od vodnatosti posameznega vira in niha glede na porabo. Voda se meša na območju med Lescami in Radovljico ter vodohranom Ledevnica. V nadaljevanju je prikaz sledenja vode, s pomočjo katerega se ugotovi, kateri vodni vir napaja katera območja.



Slika 13: Sledenje vode iz vodnega vira Ovčja jama (Radovna)

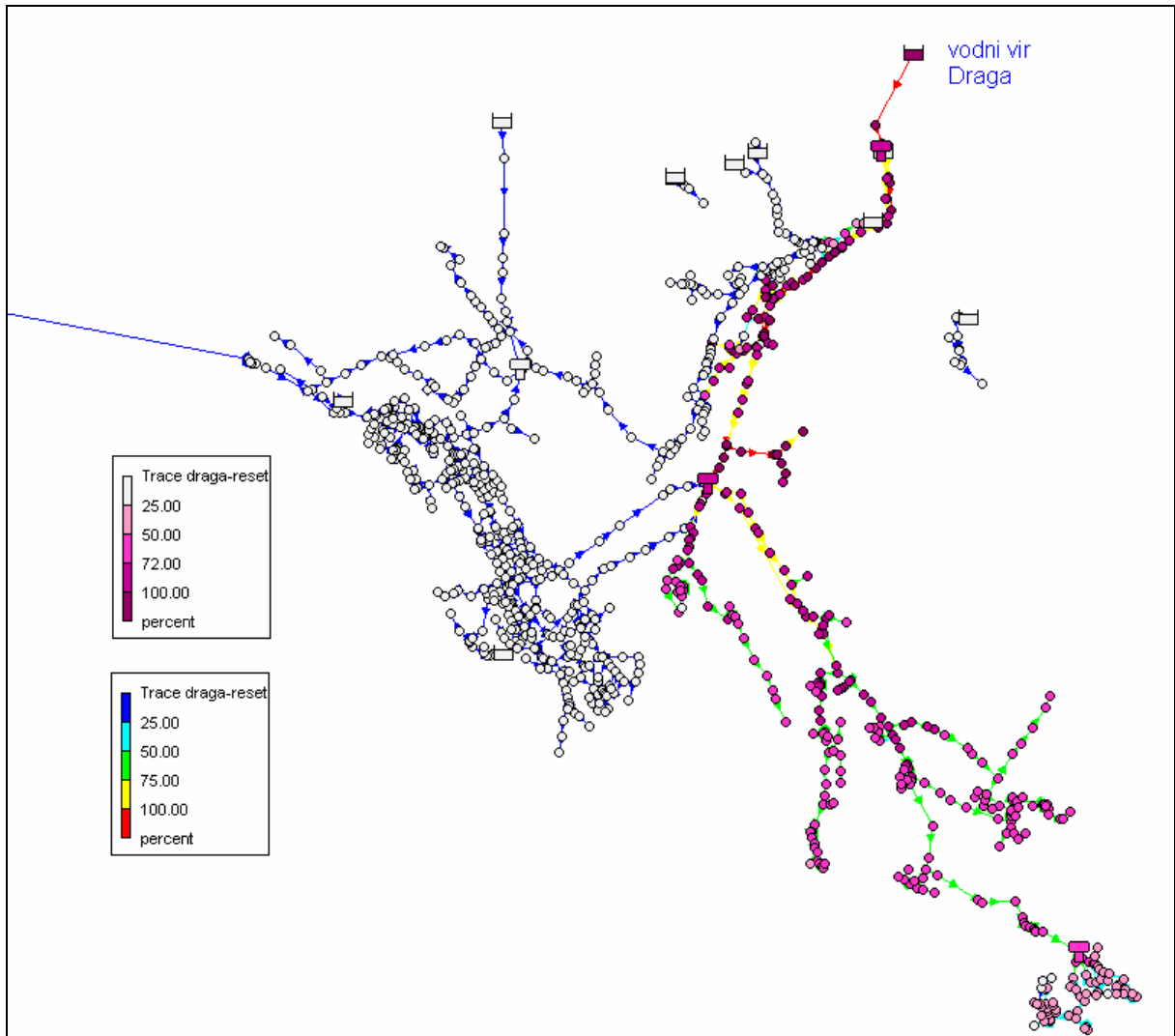
Slika 13 prikazuje rezultat sledenja vode iz vira Radovna po času 12 ur. Vidimo, da Radovna napaja območji Radovljice in Lesc, ter tudi vodohran Ledevnica.

### Vodni vir Draga

Sistem zajetja Draga je najizdatnejši vodni vir v občini Radovljica. Sistem drenažnega zajetja Draga nad Begunjami ima skupaj z umetnim bogatenjem maksimalno kapaciteto 75 l/s, osnovno drenažno zajetje brez bogatenja pa dosega maksimalno kapaciteto 35 l/s. Umetno bogatenje surove vode iz potoka Begunjščica že ob manjših nalivih, ko prične voda kaliti, ni možno. Tako v obdobju suše in občasnih močnih nalivov količina vode v sistemu zajetja Draga ne zadošča za nemoteno oskrbo. Sistem zajetja Draga ima primerno urejeno le pravno varovanje vodnega vira, tehnično varovanje je pomanjkljivo (ni zaščitne ograje, postavljene so le opozorilne table). Največjo oviro pri vzpostavitvi tehničnega varovanja in potrebne

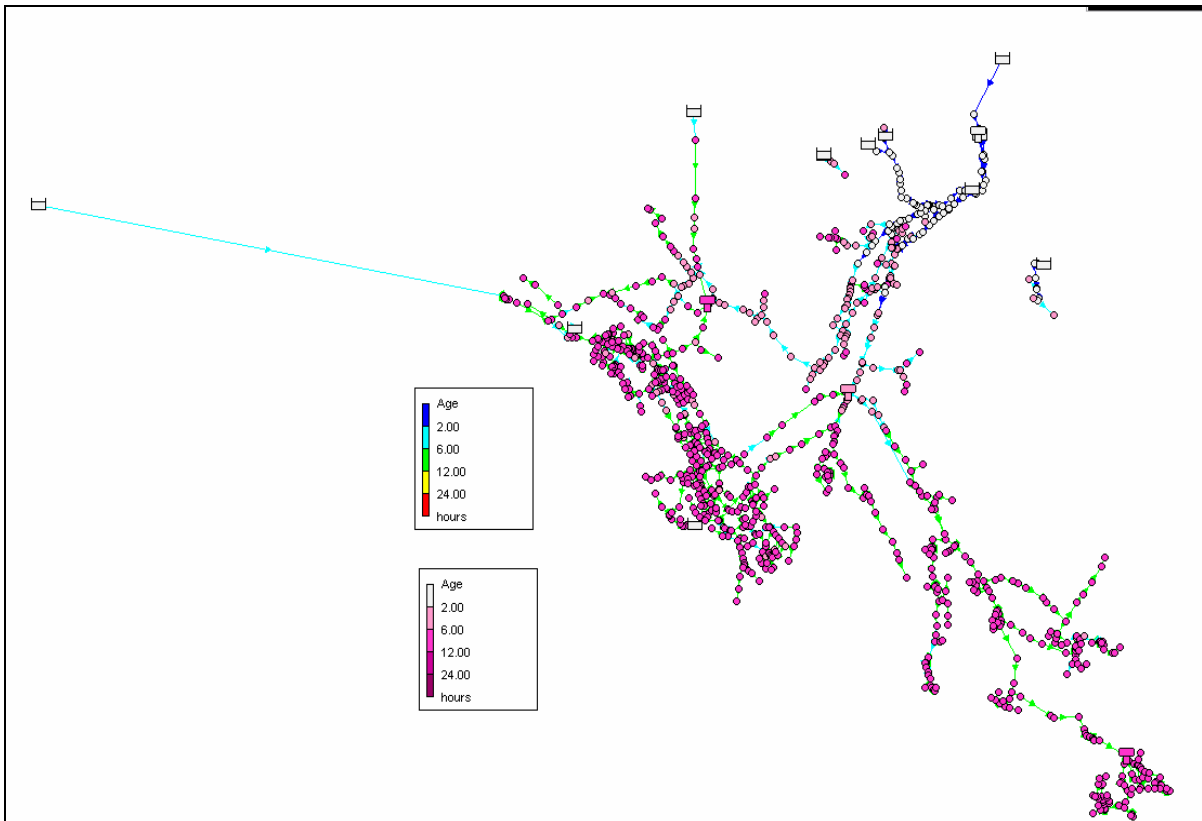


sanacije predstavlja neurejeno lastništvo zemljišč, na katerih je ožje vodovarstveno območje oziroma območje zajetja. Slika sledenja vode iz Drage (Slika 14) kaže, da vir napaja območja Begunj, Otoka in Brezij ter preko vodohrana Ledevnica tudi del Radovljice.

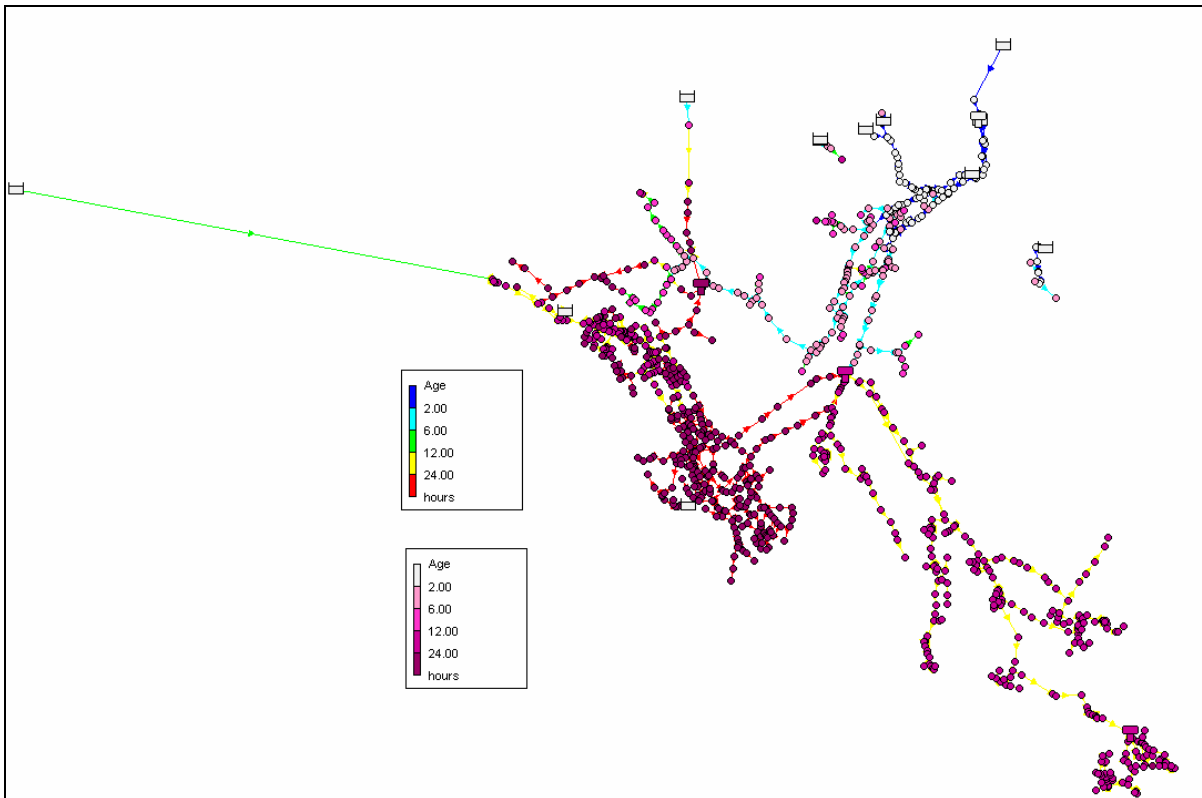


Slika 14: Sledenje vode iz vodnega vira Draga

Za ugotovitev lastnosti sistema je bila narejena simulacija staranja vode. Na slikah 15 in 16 je prikaz starosti vode po času 6 in 24 ur. Glede na obliko sistema voda najdalj časa potuje do končnih predelov vejičastega dela omrežja. Opaziti pa je tudi vododelnice, ki se pojavijo v ceveh, kjer se meša voda iz dveh virov (iz Radovne in Drage), kar niha glede na dnevno porabo.



Slika 15: Starost vode v omrežju po času 6 ur

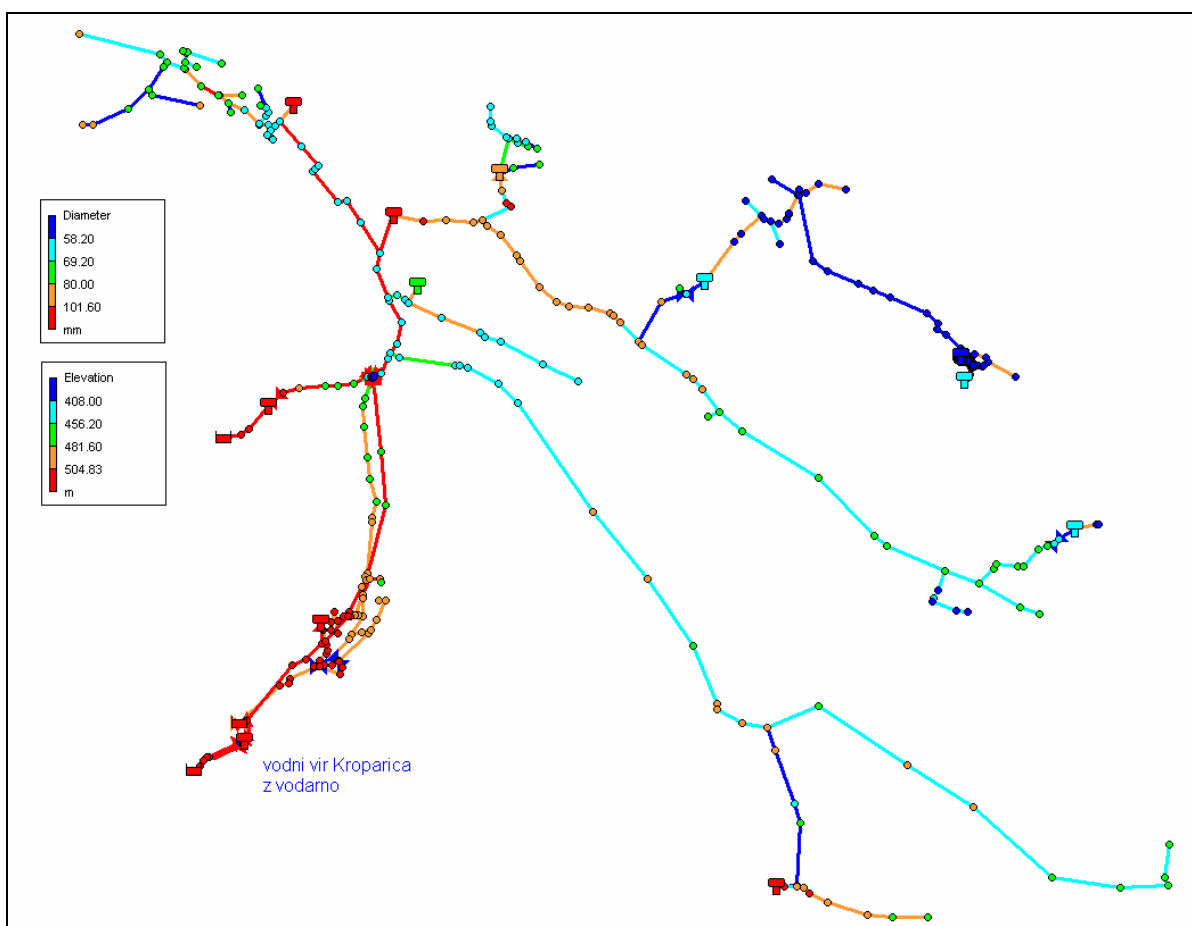


Slika 16: Starost vode v omrežju po času 24 ur

## Prikaz vodovodnega omrežja za Kropo

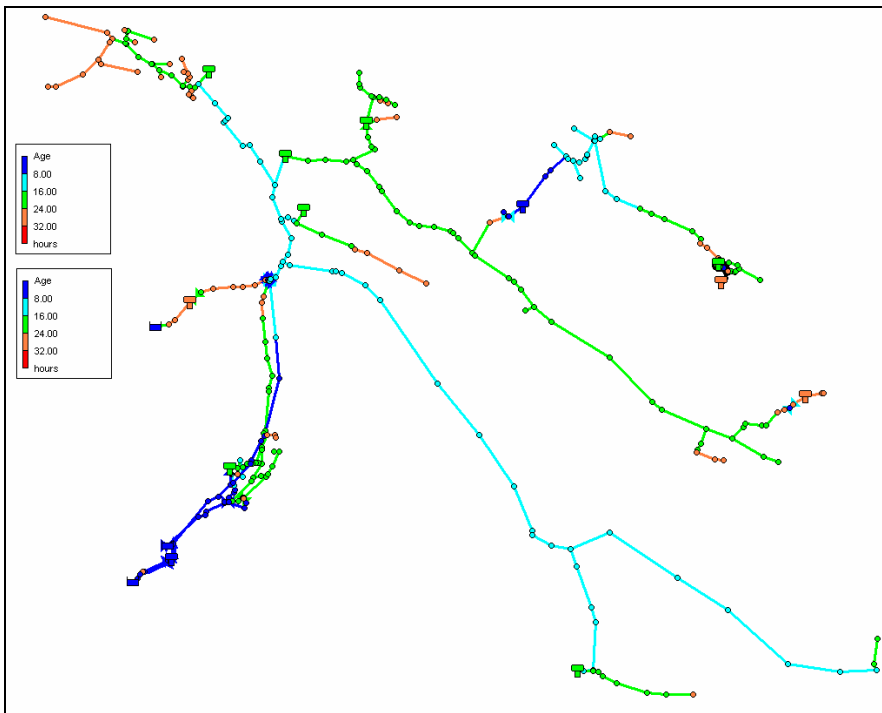
### Kroparica

Kakovost vode na izviru je pogojena z lastnostmi napajalnega območja, in sicer gre za kraški izvir, slabo raziskano zaledje (prispevno območje je območje Jelovice), hudourniško območje. Prispevno območje je veliko (5 do 9 km<sup>2</sup>), zato je učinkovita zaščita težko izvedljiva. Vodonosnik je kraško razpoklinski z nekaterimi dodatnimi kraškimi kanali, ki se pokažejo ob deževjih kot višje ležeči izviri. Kraški izviri so ponavadi zelo izpostavljeni onesnaženju, povečana pa je tudi motnost in kalnost vode, posebej ob deževjih. Zato od septembra 2004 deluje vodarna Kroparica, ki vključuje naslednje postopke čiščenja: odstranjevanje peska, flokulacija, hitri zaprti filtri, dezinfekcija vode s plinskim klorom.

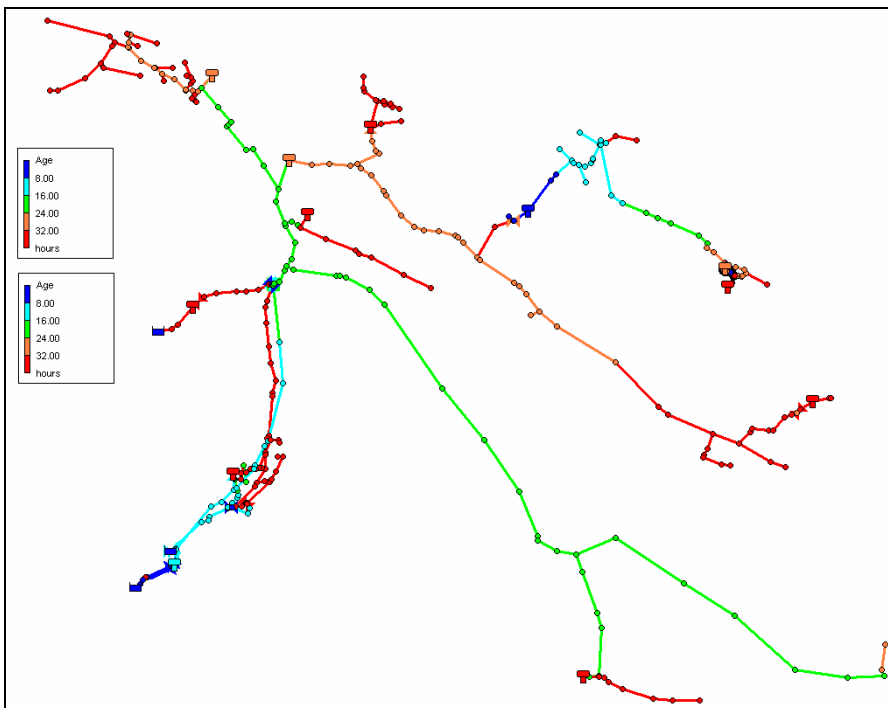


Slika 17: Lastnosti sistema Kropa

Slika 17 prikazuje premere cevi in kote vozlišč vodovodnega omrežja Kropa.



Slika 18: Starost vode v omrežju po času 24 ur



Slika 19: Starost vode v omrežju po času 48 ur

Sliki 18 in 19 prikazujeta starost vode v sistemu Kropa. Sistem je vejičast, tako da do staranja vode prihaja na krakih na koncih omrežja in pa v cevi, kjer potekata dve vzporedno iz vodarne.

Kakovost pitne vode je pod stalnim nadzorom, in sicer se vrši državni monitoring ter sistematski notranji nadzor po HACCP sistemu. Nadzor nad kakovostjo pitne vode opravlja Zavod za zdravstveno varstvo Kranj, ki tekom leta jemlje vzorce pitne vode za mikrobiološke in kemijske analize. Število odvzetih vzorcev je odvisno od količine distribuirane vode, poleg tega pa tudi od pričakovane kakovosti pitne vode. V letu 2005 je odvzetih 278 vzorcev pitne vode. Večina odvzetih vzorcev je ustrezala zahtevam Pravilnika o pitni vodi, od 241 vzorcev za mikrobiološko analizo je bilo 38 neustreznih vzorcev, od 37 vzorcev za kemijsko analizo pa so bili ustrezni vsi. Posamezna odstopanja od zahtev pravilnika so se pojavljala predvsem v povezavi z ekstremnimi vremenskimi razmerami. Izvedeni so bili vsi ukrepi, ki so bili izdani s strani ZZV Kranj za zagotovitev nemotene oskrbe z zdravstveno ustrezno pitno vodo. Na podlagi rezultatov vzorčenja je ZZV Kranj podal oceno, da je bila voda iz vseh osmih vodovodnih sistemov, ki so v upravljanju Komunale Radovljica, zdravstveno ustrezna.

#### **Prikaz mest vzorčenja in pogostost meritev**

Po vnosu koordinat mest vzorčenja iz podatkov o notranjem nadzoru kakovosti vode v upravljanju Komunale Radovljica, se je pokazalo, da v nekaterih aglomeracijah v petih letih ni bil odvzet niti en vzorec. Te aglomeracije se sicer oskrbujejo iz vodovodnega sistema, na katerem so bile redno opravljanje kontrole kakovosti vode, vendar bi bilo dobro občasno vzeti vzorce tudi na tistih delih omrežja. V strnjениh naseljih je bilo tudi v enem dnevu vzeti več vzorcev na istem delu omrežja. Namesto dveh vzorcev, odvzetih z enega dela bi lahko vzorec vzeli v drugi aglomeraciji in s tem preverili kakovost v drugem delu sistema. Opazno je, da je včasih v posamezni aglomeraciji vzeti preveč vzorcev.

#### **Analiza rezultatov notranjega nadzora**

Za celotno območje občine Radovljica sem za obdobje od leta 1995 do 2006 analizirala rezultate odvzetih vzorcev. Splošna ocena je dobra, saj je glede na veliko število vzeti vzorcev tudi velika večina ustreznih. Ni težav pri izpolnjevanju kriterijev za kemijske parametre, saj odvzeti vzorci večinoma ustrezajo kriterijem. Pri preseganju mejnih vrednosti gre tako za neustrežanje v mikrobiološkem smislu. Največkrat je vzrok pojav koliformnih bakterij. Sledi *Escherichia coli*, nato *Enterococcus spp.*, število mikroorganizmov pri 37°C in število mikroorganizmov pri 22°C, ter *Clostridium prefringens*. V odvzetem vzorcu vode je bilo tudi več kot 100 *Escherichia coli*, MDK je 0 v MPN/100 ml, izstopa pa tudi vzorec s

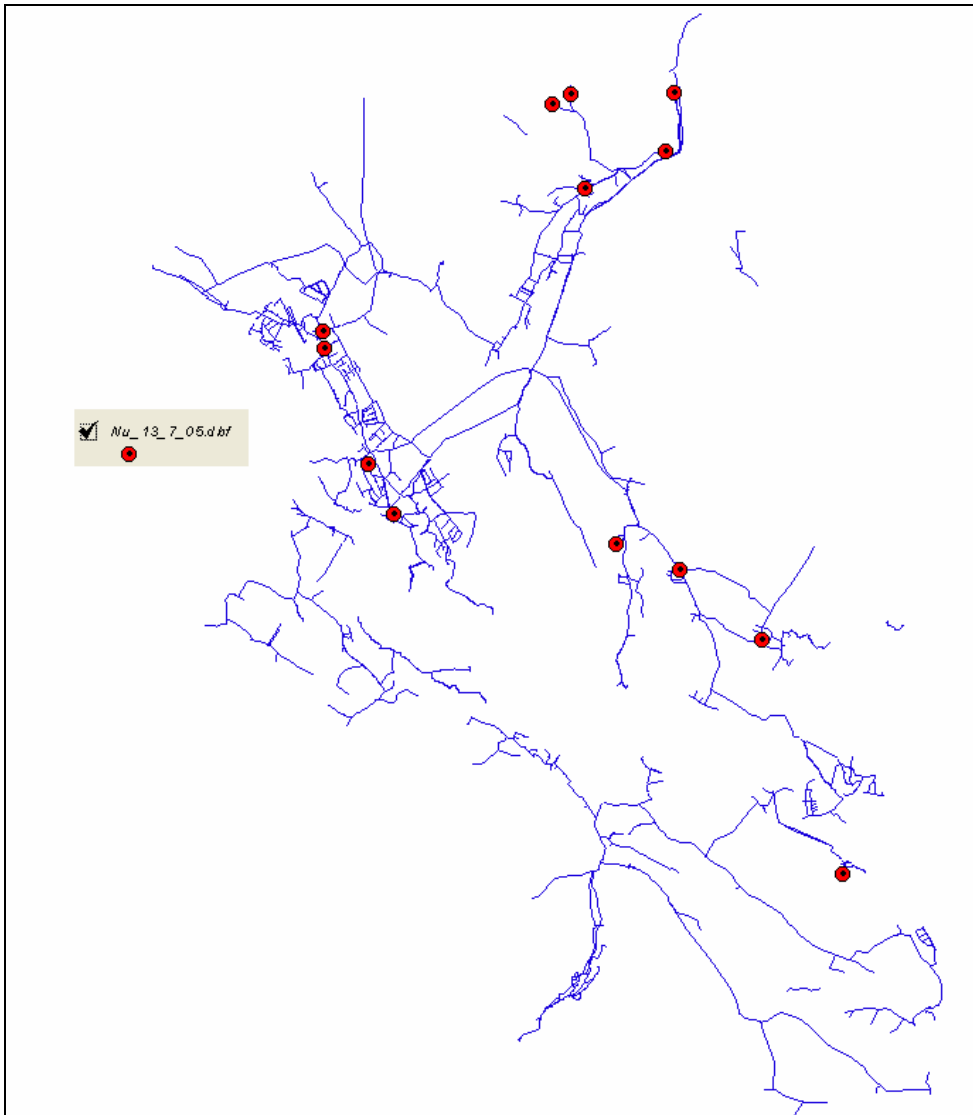
preseganjem števila mikroorganizmov pri 37°C MDK 100 v 1 ml, rezultat več kot 300. Prikazi za nekaj vzorčenj so v nadaljevanju.

### Prikaz lokacij vzorčenj

Prikaz lokacij vzorčenja s prikazom razporeditve neustreznosti vzorcev v vodovodnem sistemu. Lahko sklepamo na vir onesnaženja in ugotovimo poti širjenja.

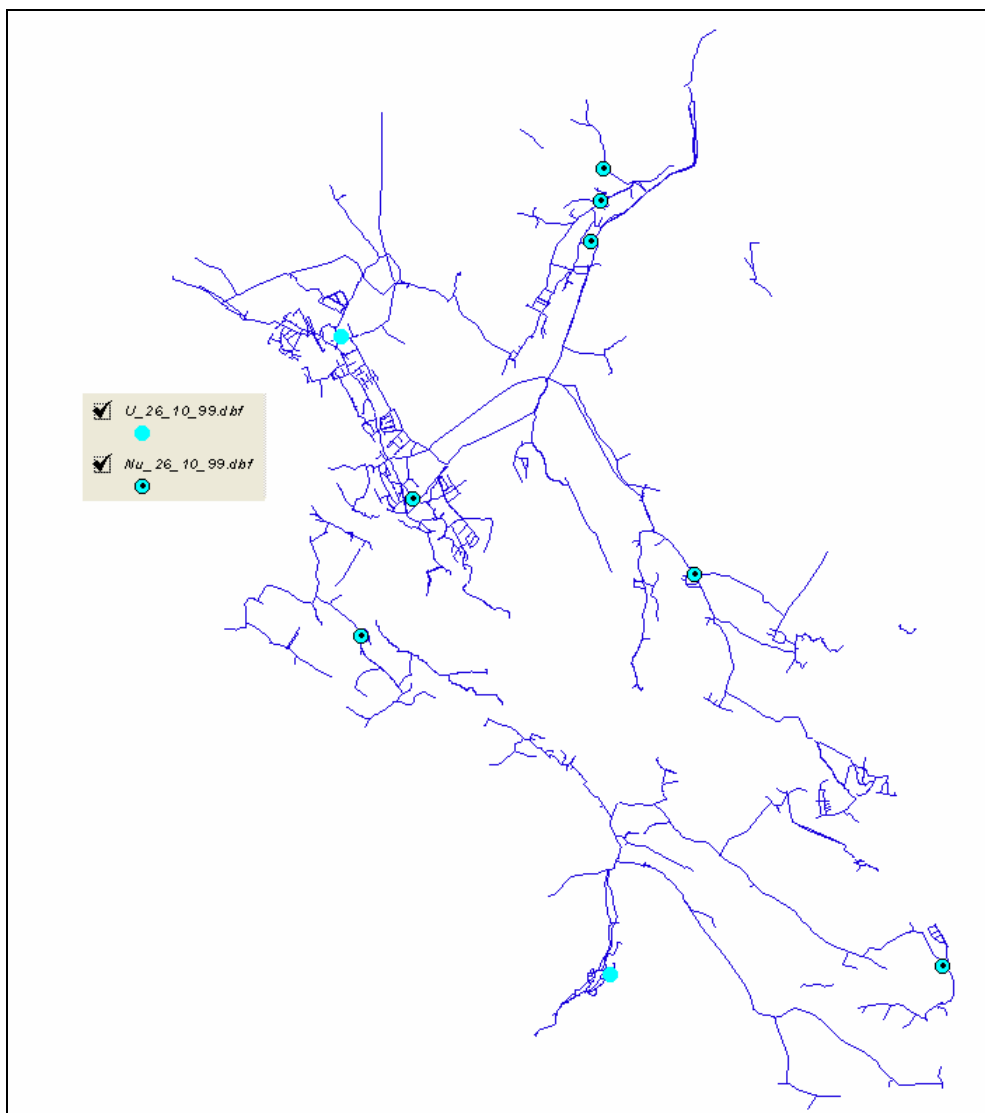
**U** – ustrezen vzorec → ○

**Nu** – neustrezen vzorec → ⊙



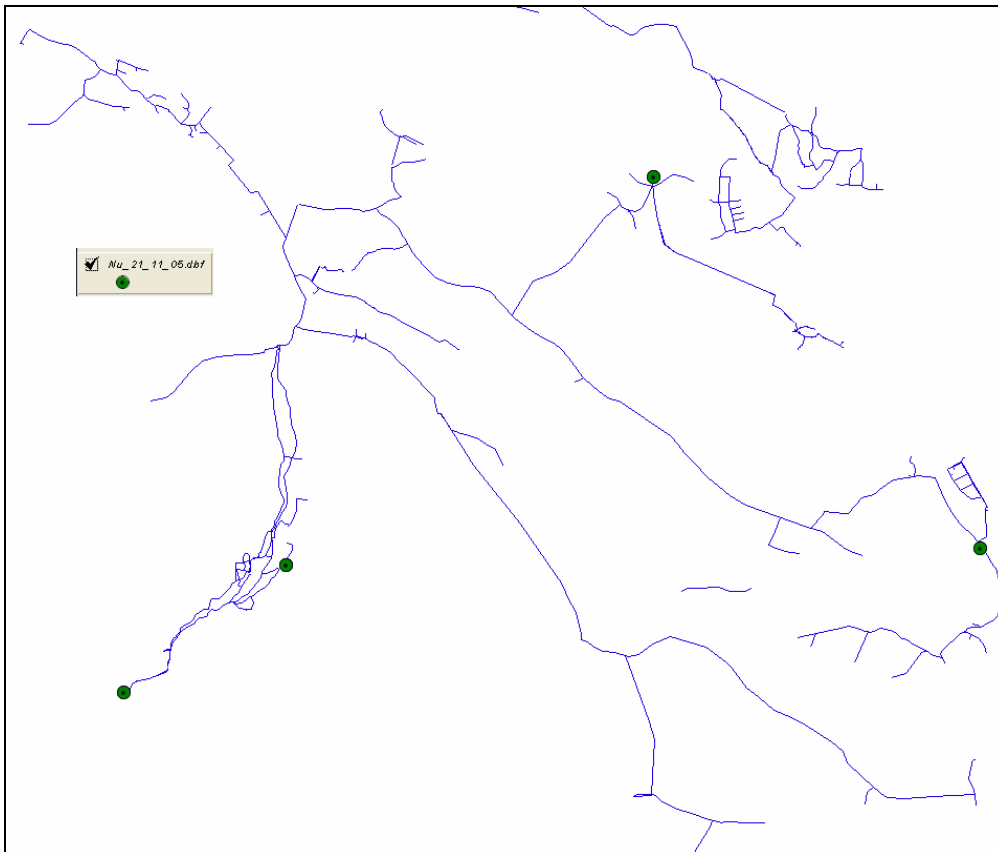
Slika 20: Prikaz rezultatov vzorčenja za dan 13.7.2005

Najbolj izstopajo rezultati vzorčenja dne 13.7.2005 (Slika 20), ko je bilo vzeti 14 vzorcev na različnih mestih in prav vsi vzorci so bili neustrezni v mikrobiološkem pogledu. V vseh odvzetih vzorcih so bile presežene vrednosti za *Escherichia coli* in število skupnih koliformnih bakterij. Število mikroorganizmov pri 37°C in število mikroorganizmov pri 22°C je v vseh vzorcih ustrezno.



Slika 21: Prikaz rezultatov vzorčenja za 26.10.1999

Neustrezni vzorci v Begunjah ter v delu sistema, ki se napaja iz virov Draga in Sveti Peter. S Slike 21 je razvidno, kako se je mikrobiološko onesnaženje razširilo po omrežju.



Slika 22: Prikaz rezultatov vzorčenja za dan 21.11.2005

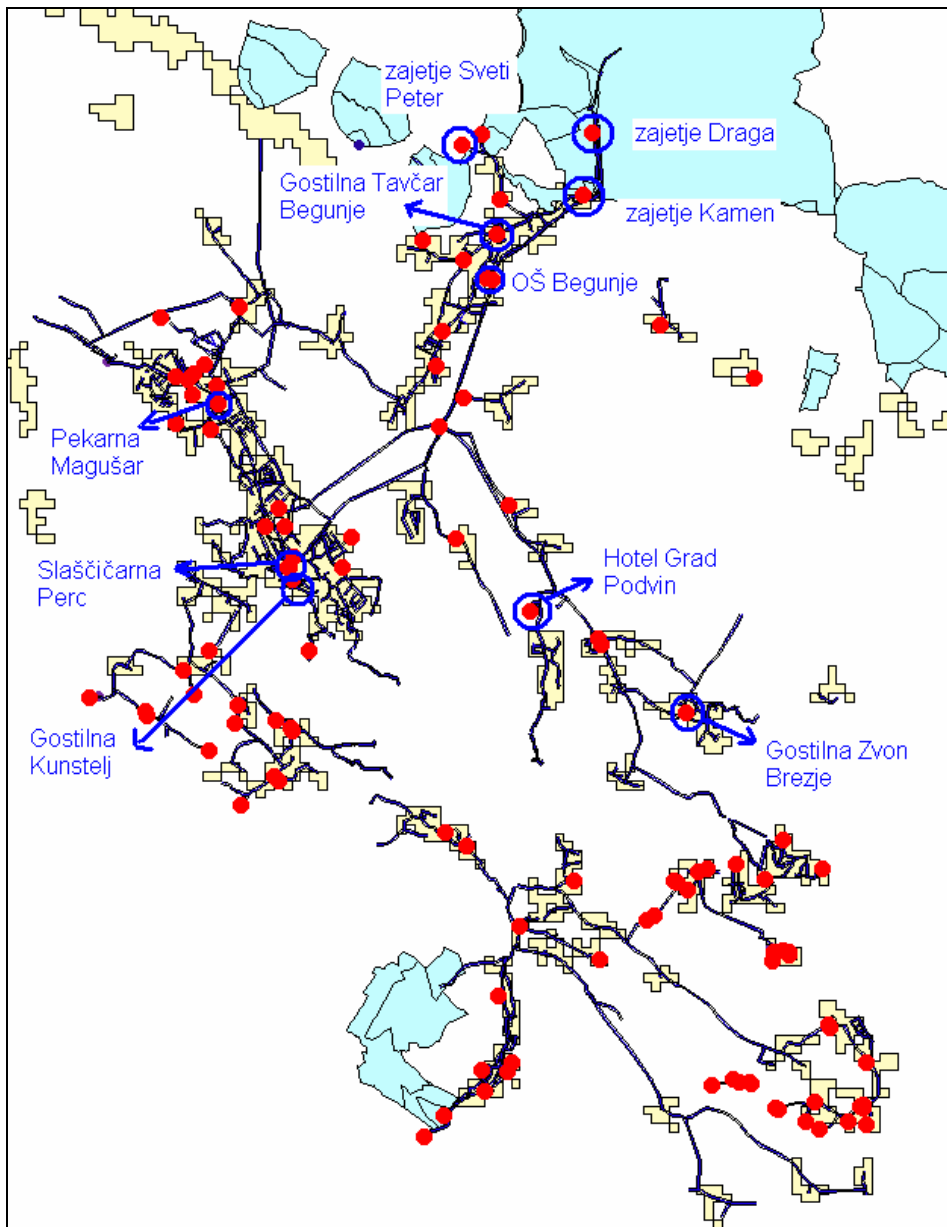
Slika 22 prikazuje rezultate vzorčenja v sistemu Kropa. Vzorec je bil neustrezen že na zajetju Kroparica in posledično tudi na treh odvzemnih mestih v omrežju.

Na posameznih vzorčevalnih mestih se neustrezni vzorci pojavljajo večkrat. Za nekaj mesta, kjer so večkrat odvzeti vzorci so rezultati ustrežanja prikazani na grafikonih (Grafikoni 2 -11). Prikazani so rezultati najpogostejših mest vzorčenj za obdobje med leti 1995 in 2006. Ustrezen vzorec je označen z vrednostjo 1, neustrezen pa z vrednostjo -1, kar prikazujejo rdeče črte na grafikonih (v nadaljevanju). Mesta vzorčenja, za katere so rezultati prikazani v grafikonih, so označena na Sliki 23.

### **Primerjava z bazo IVZ**

Baza podatkov IVZ vsebuje 8 oskrbovalnih območij in 6 sistemov za oskrbo s pitno vodo v občini Radovljica. Program državnega monitoringa za leto 2006 je predvidel odvzem vzorcev na 12 mestih vzorčenja.

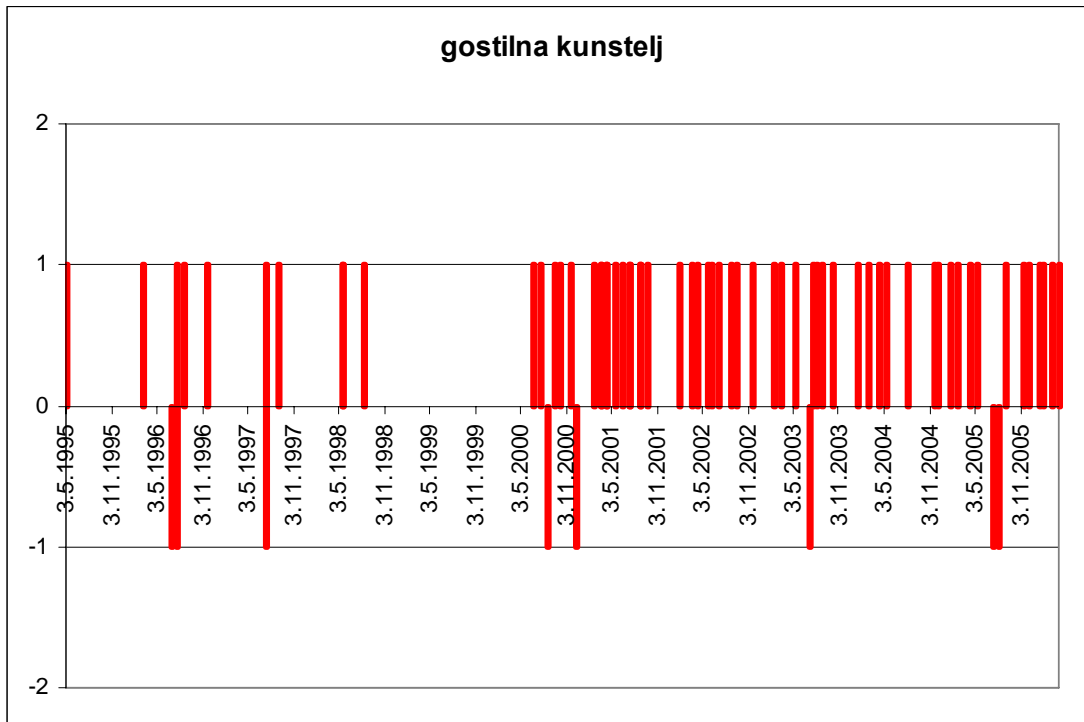




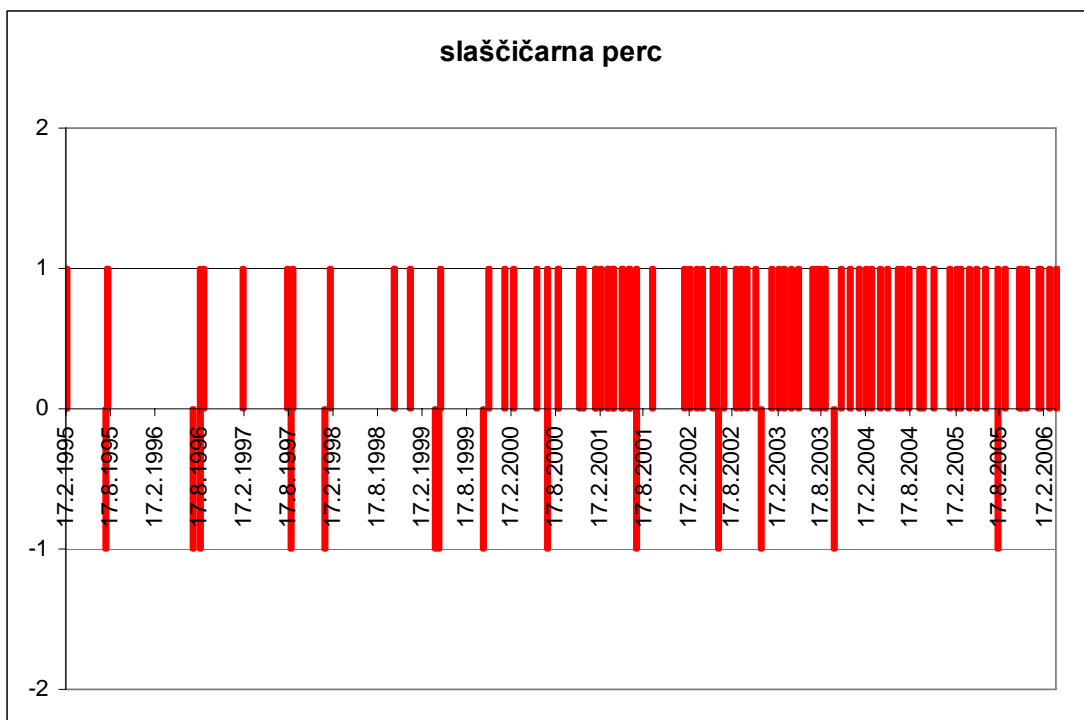
Slika 23: Mesta vzorčenja, za katera so prikazani grafi ustreznosti vzorcev

V nadaljevanju je poudarek na prikazu neustreznih vzorcev, ki jim je v analizah potrebno posvetiti več pozornosti, da se ugotovi in odpravi vzroke. Ker gre pri notranjem nadzoru za spremljanje stanja sistema, je več vzorcev vzeti na končnih mestih – pri porabnikih vode. Na zajetjih pa je bilo v posamezni analizi kontroliranih več različnih parametrov, predvsem kemijskih, katerih določanjem je smiselno na vstopu vode v sistem.

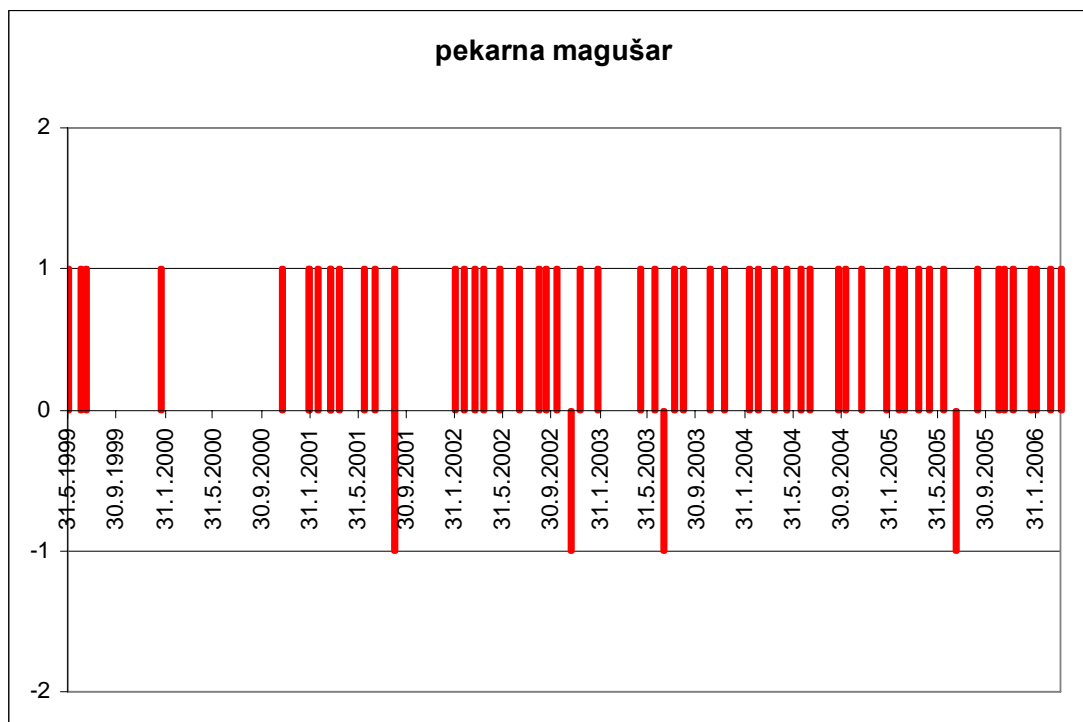
Grafikon 2: Prikaz rezultatov za vzorčevalno mesto Gostilna Kunstelj



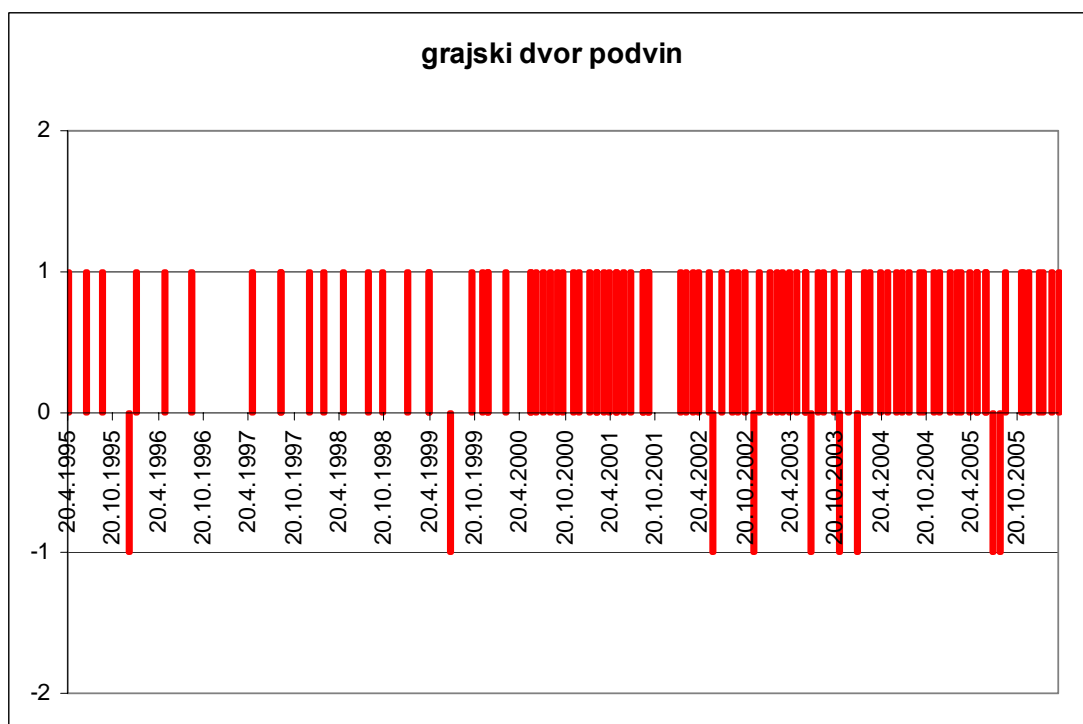
Grafikon 3: Prikaz rezultatov za vzorčevalno mesto Slaščičarna Perc



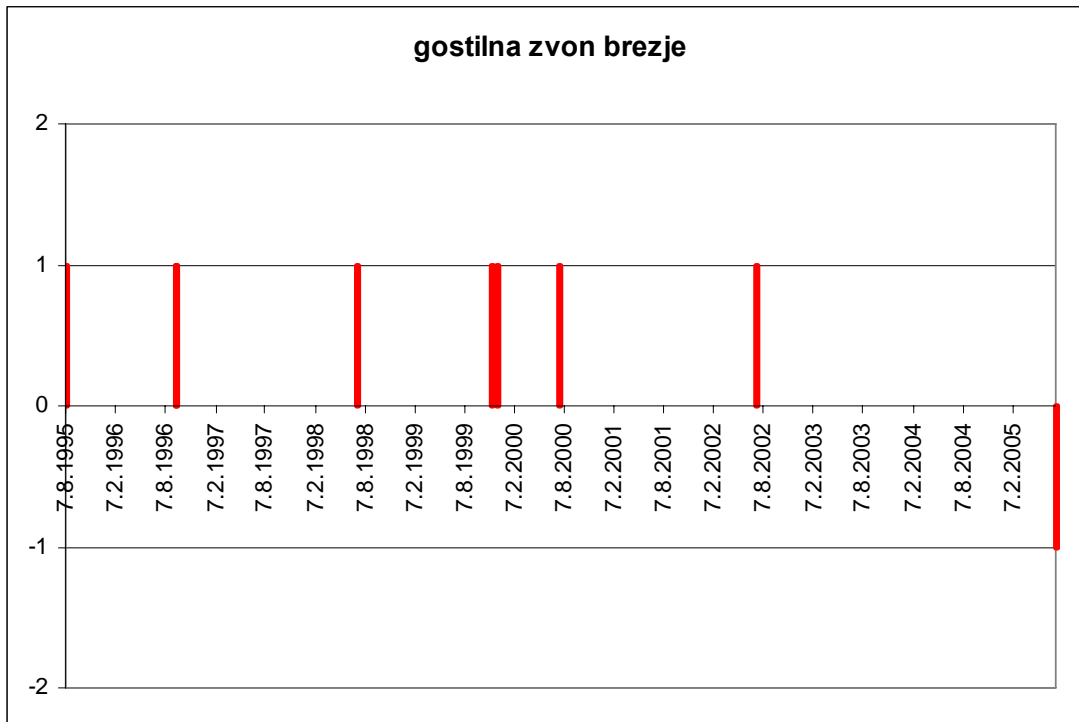
Grafikon 4: Prikaz rezultatov za vzorčevalno mesto Pekarna Magušar



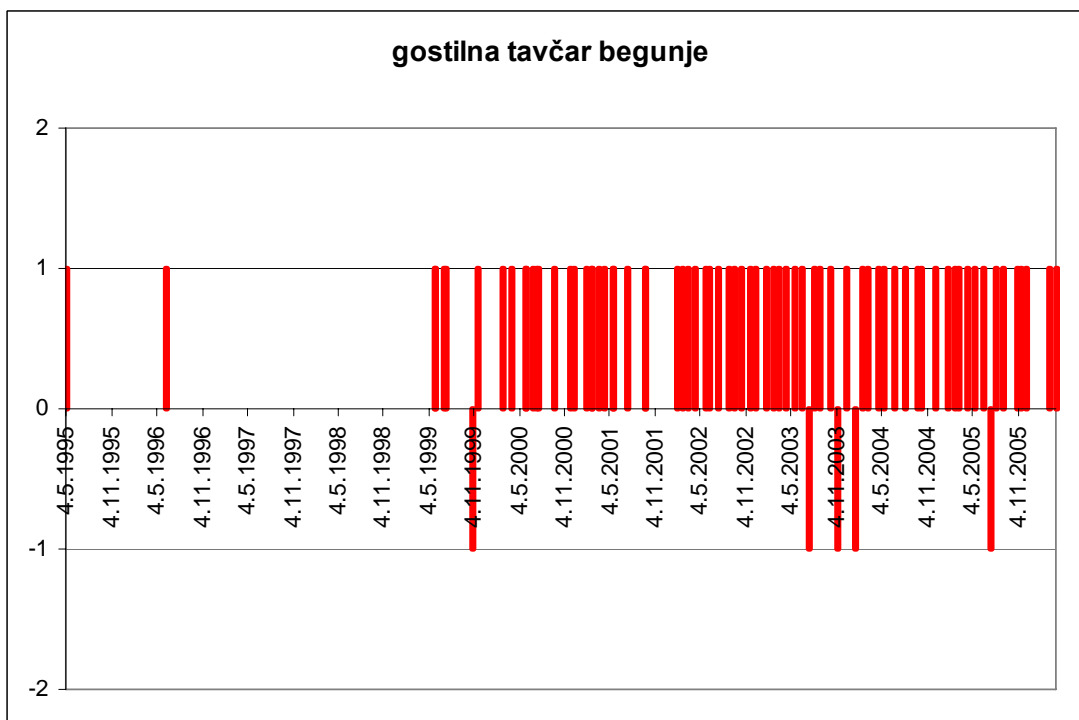
Grafikon 5: Prikaz rezultatov za vzorčevalno mesto Hotel Grad Podvin



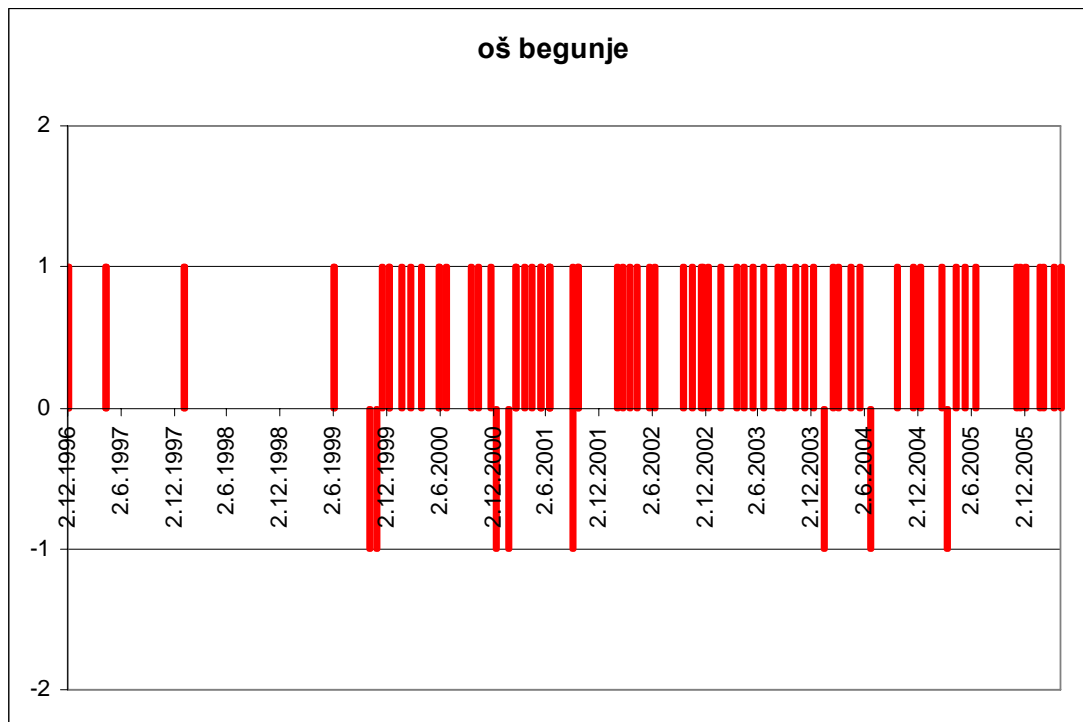
Grafikon 6: Prikaz rezultatov za vzorčevalno mesto Gostilna Zvon Brezje



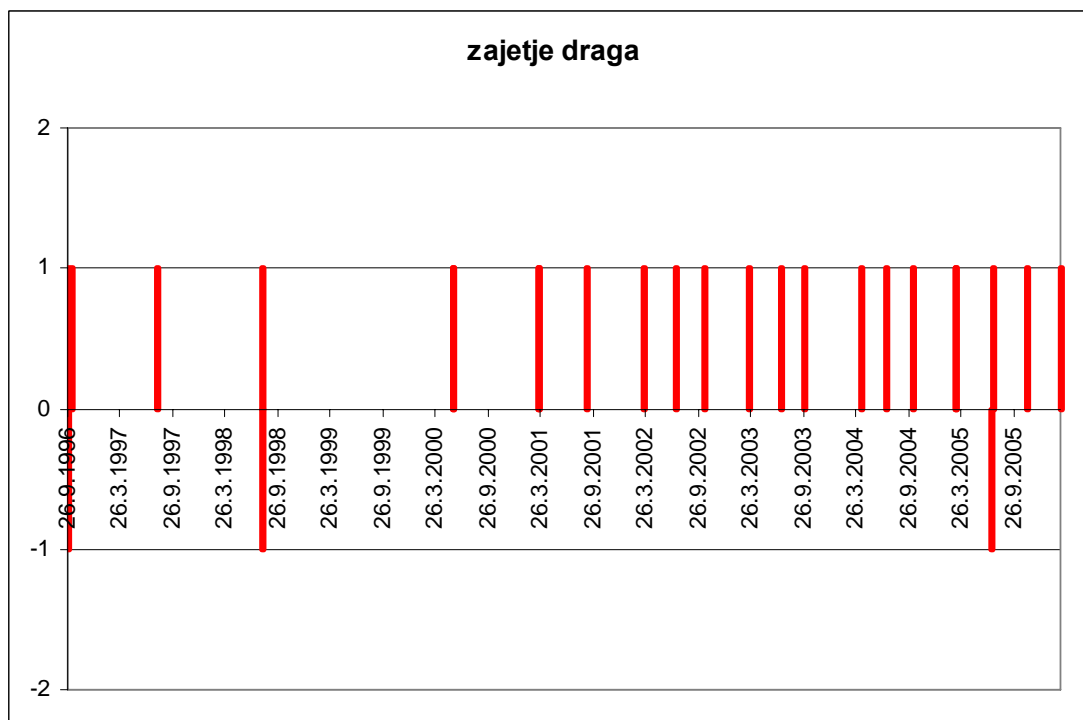
Grafikon 7: Prikaz rezultatov za vzorčevalno mesto Gostilna Tavčar Begunje



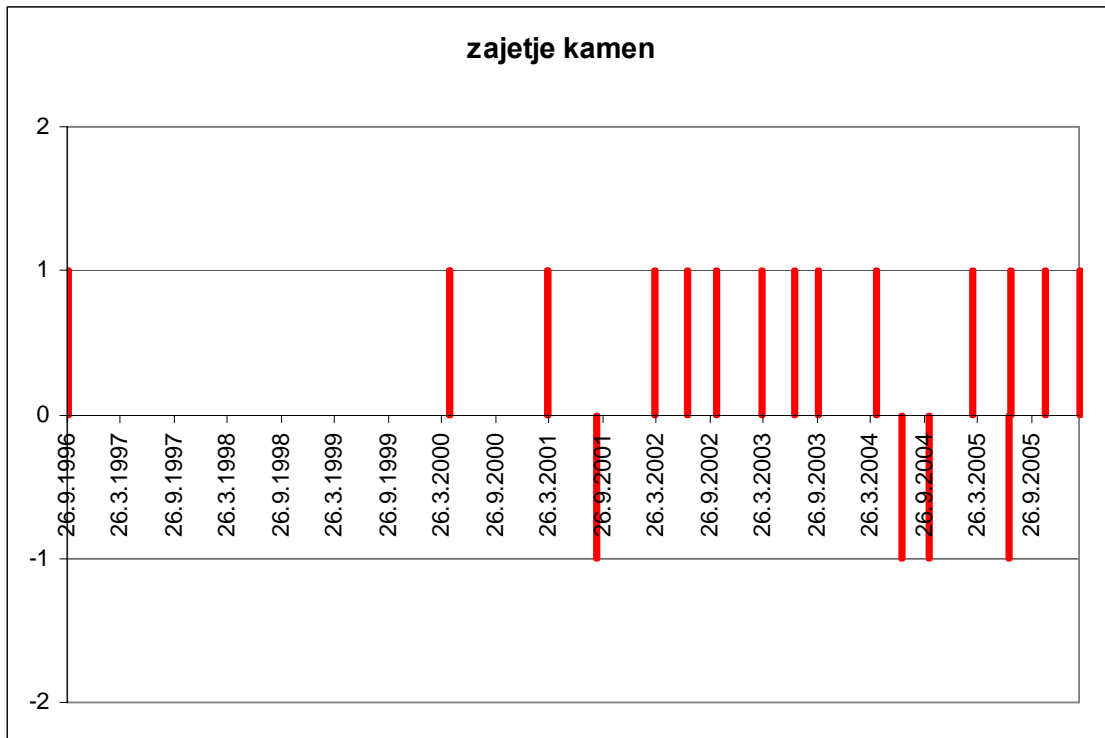
Grafikon 8: Prikaz rezultatov za vzorčevalno mesto Osnovna šola Begunje



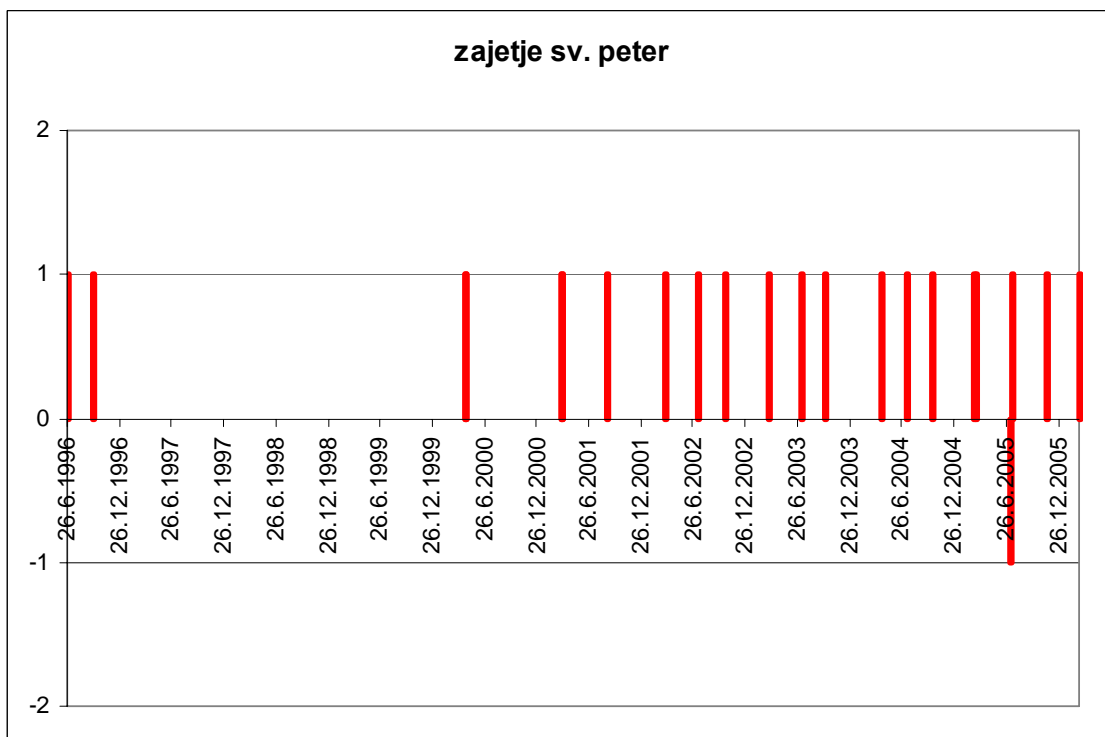
Grafikon 9: Prikaz rezultatov za vzorčevalno mesto zajetje Draga



Grafikon 10: Prikaz rezultatov za vzorčevalno mesto zajetje Kamen



Grafikon 11: Prikaz rezultatov za vzorčevalno mesto zajetje Sveti Peter



## 11.2 Črna na Koroškem

### Stanje vodooskrbe v občini Črna na Koroškem

Na javno vodovodno omrežje je vezanih približno 86 % prebivalcev občine. Naselje Črna na Koroškem se napaja iz treh vodnih virov in ima zaenkrat še dva ločena sistema. Vodooskrbni sistem oskrbuje 1920 krajanov. Poteka v obliki narobe obrnjene črke Y, od zajetja Kogelnik preko Pristave do Centra (krak A), od zajetja Kavšak preko Lampreč do Centra (krak B), oba skupaj potem preideta v krak C, ki napaja Rudarjevo in Mušenik. Zahodni del obsega manjši sistem, ki se napaja iz zajetij Pristava ter deloma iz zajetja Kogelnik. Centralni del naselja se napaja iz dveh zajetij in sicer Kogelnik, ki napaja večji del in Manjši vir Kavšak, ki napaja del Lampreče. Cevovod je povezan, nameščen je ventil, ki omejuje dotok vode iz Kavšaka naprej v naselje. Zaradi lastnosti terena, gre namreč za ozko dolino, sistem ne more pokriti potreb v višjem delu Lampreč. Zato je v sistem vključen tudi vir Kavšak, na katerem pa, po podatkih upravljavca, občasno prihaja do preseganja mikrobioloških parametrov. Kogelnik tako napaja večino omrežja. Skupna dolžina primarnega vodovodnega omrežja je približno 10 km. Pitna voda je občasno mikrobiološko onesnažena zaradi vplivov iz okolja. Fekalna onesnaženost se najpogosteje pojavlja v poletnih in jesenskih mesecih. Prikaz območja z aglomeracijami, vodovoda, vodnih virov in zajetij je na Sliki 24.

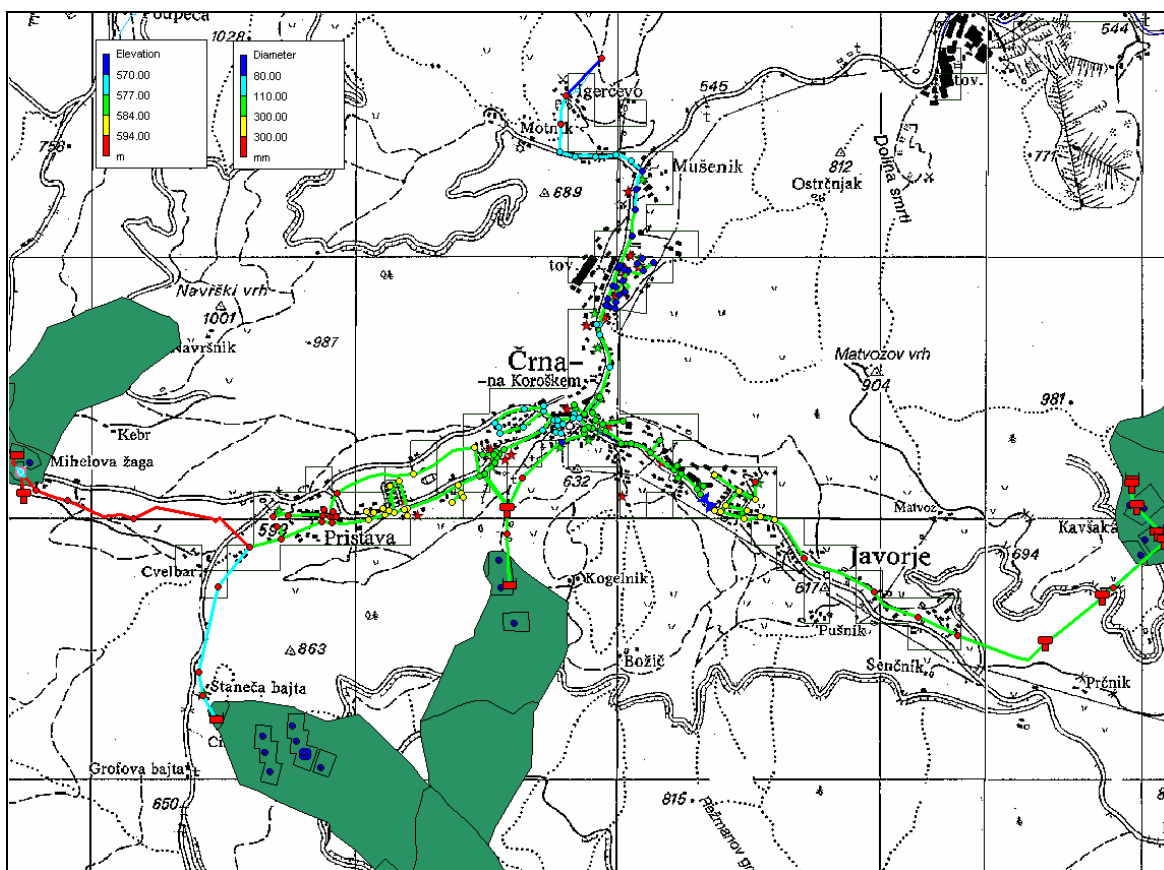
### Vodni viri

V občini je približno deset lokacij vodnih zajetij, najpomembnejša med njimi pa so:

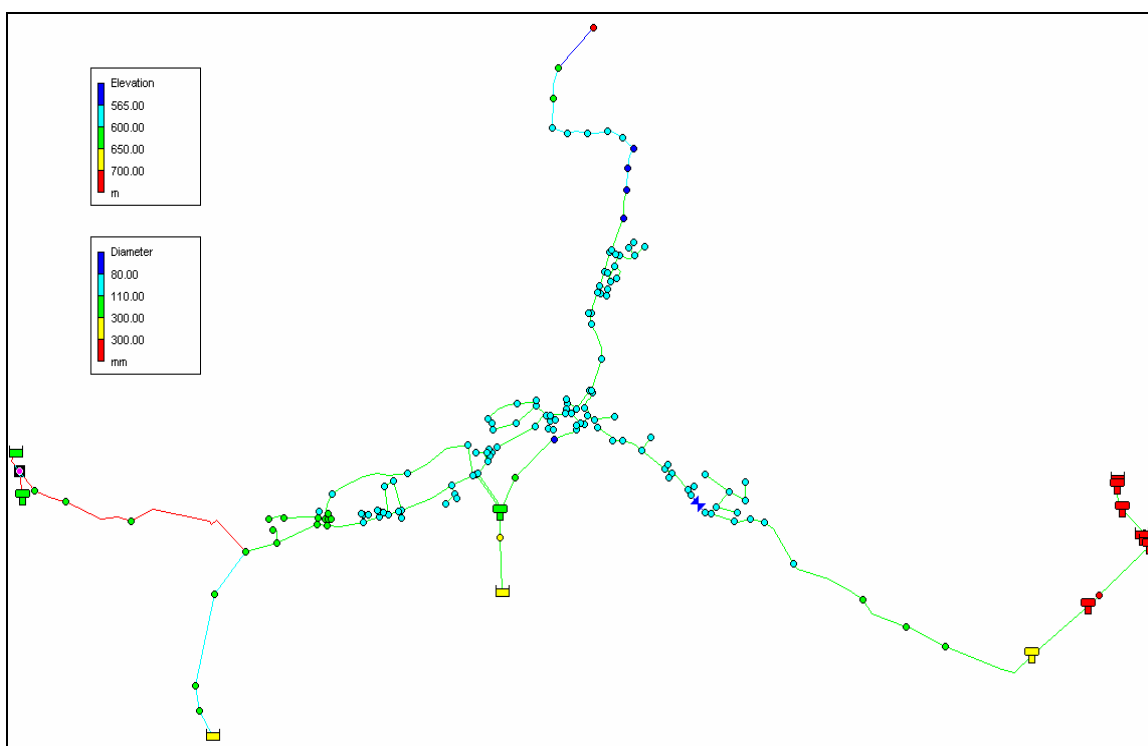
- sistem Kavšak: napaja vzhodni del Črne (Spodnje Javorje in Lampreče ter del centra Črne), višek vode se v razdelilnem sistemu pomeša z drugimi vodnimi viri. Cevovod je relativno dobro urejen, kakovost vode v sušnih obdobjih niha;
- sistem Kogelnik (smučišče): napaja centralni del Črne, v razdelilnem sistemu se pomeša z drugimi vodnimi viri. Ker se vodna zajetja nahajajo na območju smučišča in območju, kjer se vrši kmetijska dejavnost, je kakovost vode slabša;
- sistem Stane: zajetja so locirana zahodno od kmetije Stane. Voda iz teh zajetij je najboljše kakovosti, vendar vodna zajetja niso izdatna;
- črpališče Amerika: je najnovejše vodno zajetje, sestavljeno iz vrtin Pristava A1 in Pristava A2 ter črpalne postaje. Voda iz tega vira se vključi v sistem takrat, ko je v sušnih obdobjih





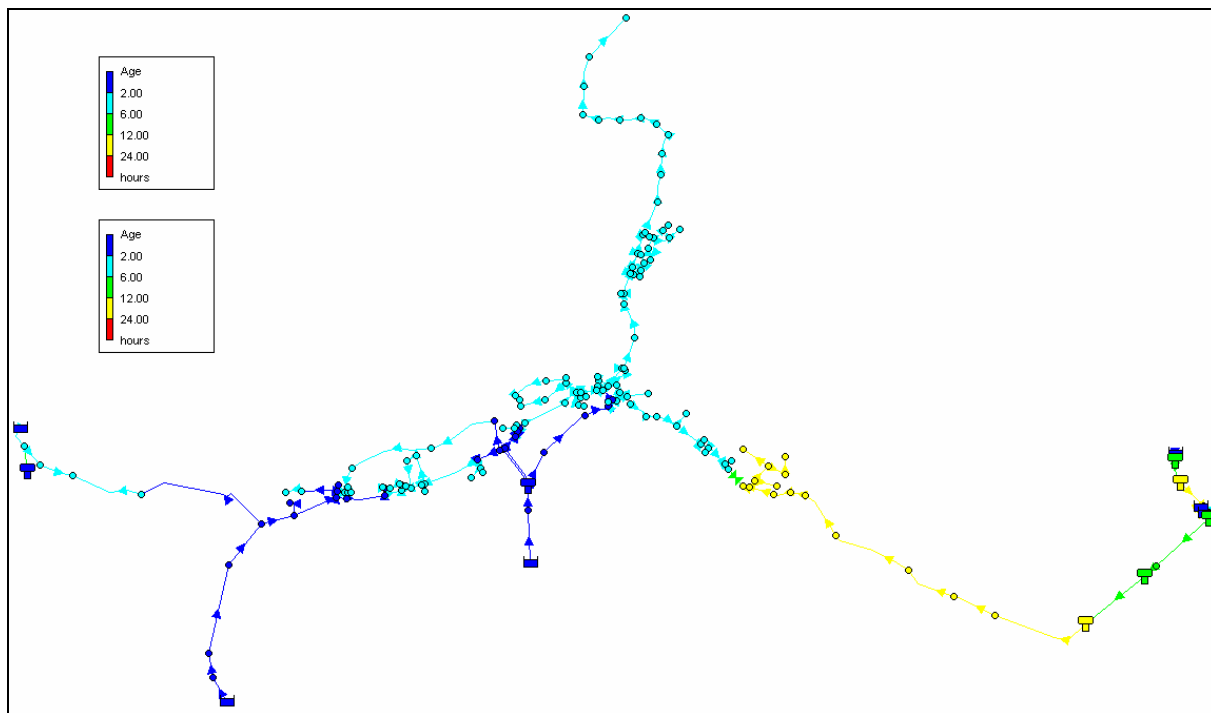


Slika 25: Shema hidravličnega modela sistema Črna na Koroškem

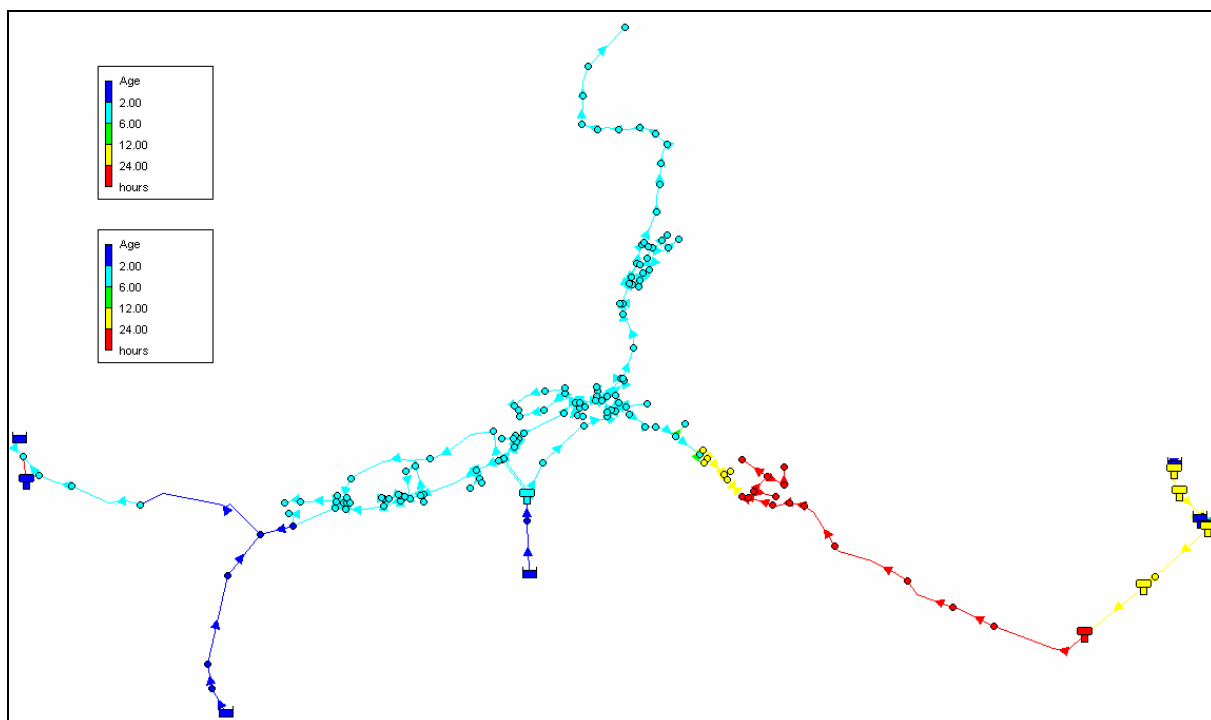


Slika 26: Lastnosti omrežja Črna

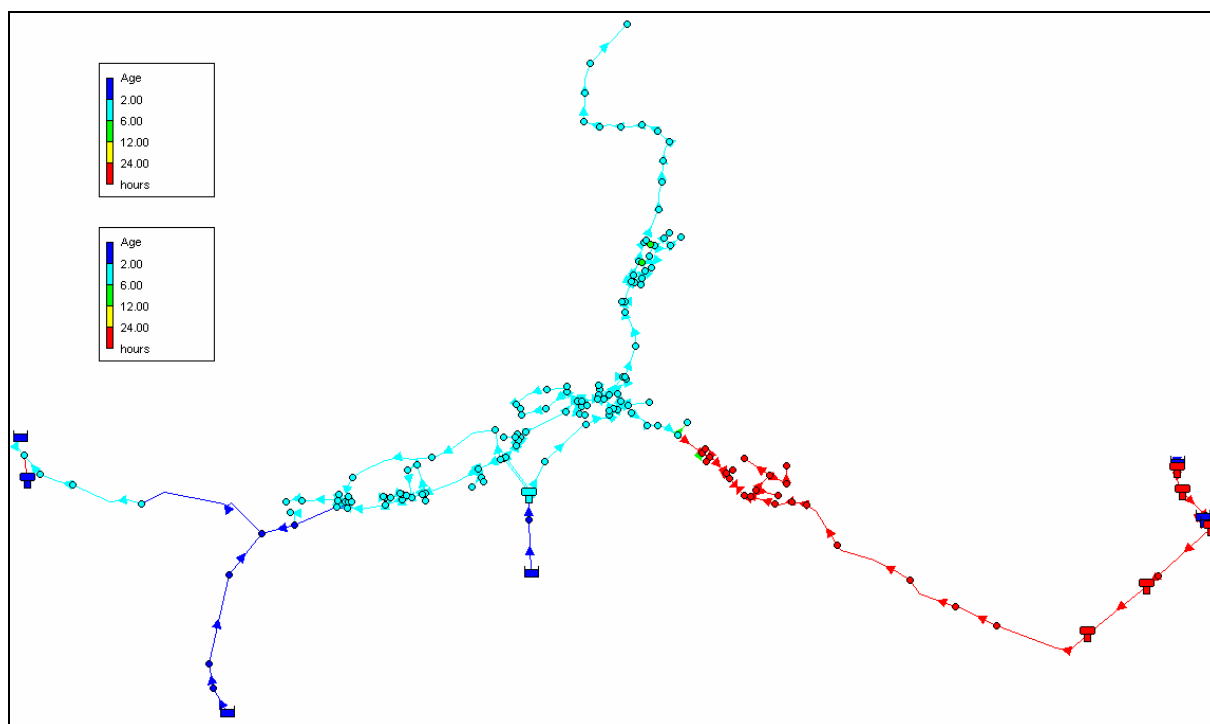
Simulacija staranja vode v omrežju prikazuje, na katerih delih omrežja se vodi s časom lahko poslabša kakovost. Na slikah 27, 28 in 29 je prikaz starosti vode po času 12, 24 in 48 ur.



Slika 27: Starost vode v omrežju po času 12 ur



Slika 28: Starost vode v omrežju po času 24 ur

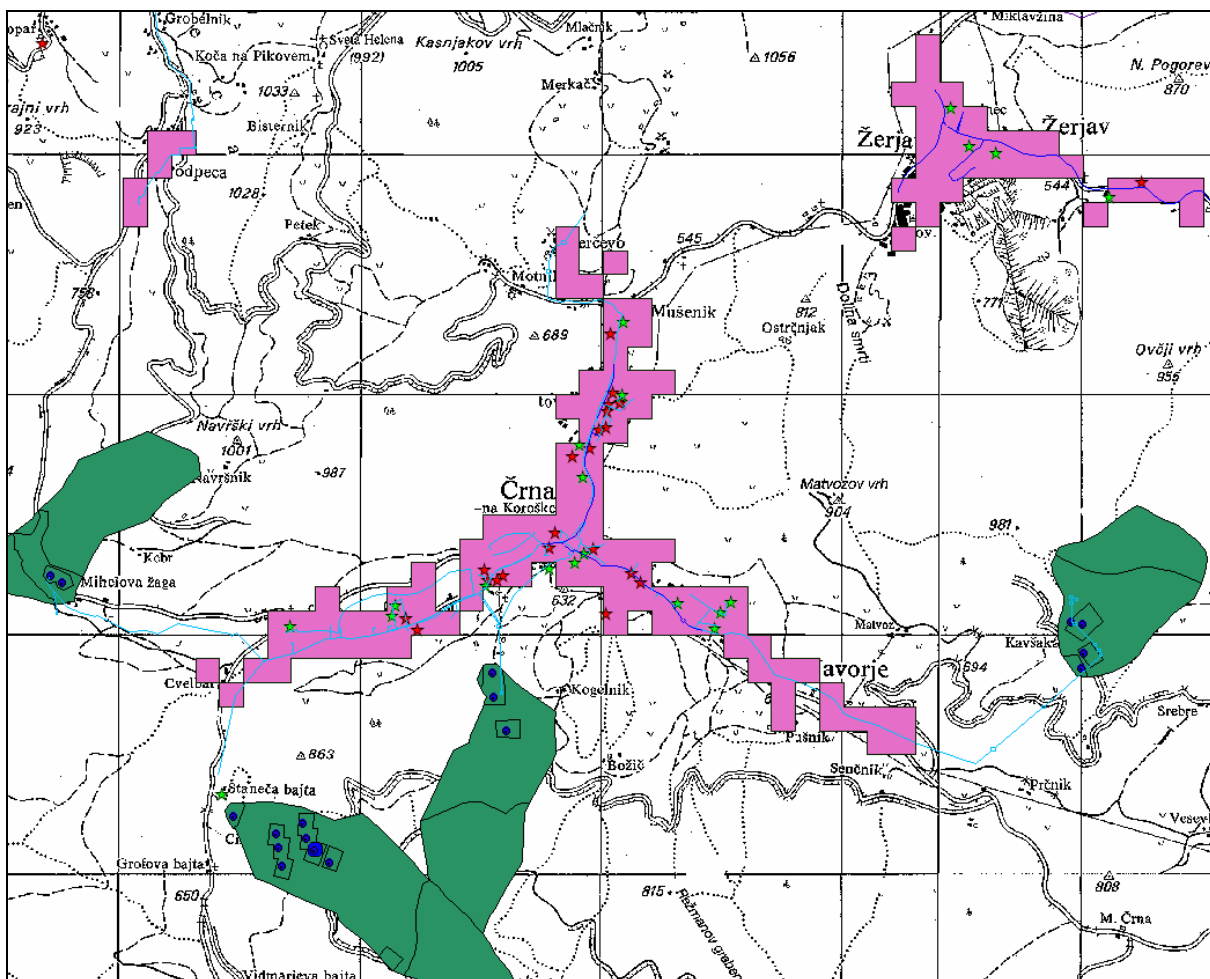


Slika 29: Starost vode v omrežju po času 48 ur

### Hidrični izbruh 2002

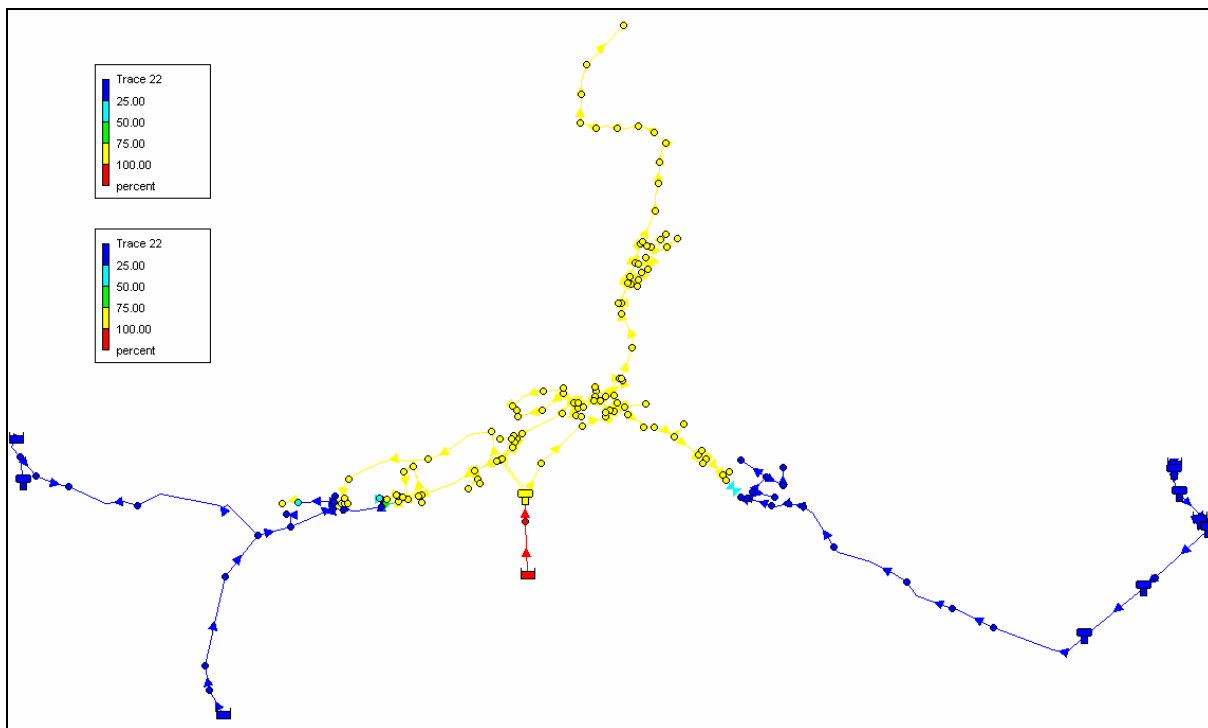
Izbruh se je pričel v zadnjih dneh junija 2002, največ ljudi je iskalo zdravniško pomoč med 24. in 26. junijem. Vzorci vode za analizo v času izbruha niso bili odvzeti. Od odvzetih vzorcev pitne vode do junija 2002 so bili 4 od 15 neustreznih, izolirane so bile samo koliformne bakterije brez fekalnih. Vzorci pitne vode (27.6. in 2.7.) so pokazali prisotnost koliformnih in fekalnih bakterij na pipi. 9.7. so bile prisotne samo še koliformne bakterije na pipi, za zajetja ni podatka o neustreznosti. Prav tako je bil vzorec na pipi odvzet 17.7. neustrezen. Pitne vode niso analizirali na prisotnost virusov, ki povzročajo črevesno nalezljive bolezni. Prisotnost bakterij fekalnega izvora v vzorcih na pipi in neoporečen vzorec na zajetju 9.7. navaja na domnevo kontaminacije omrežja s fekalijami kot možno pot prenosa okužbe. V letu 2001 je bilo sicer 10 od 38 odvzetih vzorcev vode neustreznih (2 na virih, 8 pri uporabnikih), v 5 primerih poleg koliformnih bakterij tudi prisotnost *E. coli*, v 2 primerih fekalni streptokoki. Fizikalno kemijske analize so bile neustrezne 3 od 11 (amonij, enkrat neustrezna barva in povečan KPK). V času pred izbruhom so opazili nekaj defektov na omrežju.

Na Sliki 30 so prikazana mesta obolenj. Zelena zvezdica na sliki prikazuje bivališča zdravih, rdeča pa bolnih prebivalcev. Mesta obolelih in zdravih so določili z anketiranjem v okviru epidemiološke preiskave. Večina obolelih je locirana v samem kraju Črna, dva sta vidna tudi zunaj kraja. Število zvezdic oziroma znakov na karti je manjše od dejanskega števila primerov, ker se nekateri naslovi prekrivajo. Žerjav in predel Lampreče sta bila manj obremenjena s pojavom večjega števila obolenj zaradi črevesno nalezljivih bolezni. Naselje Žerjav ima svoj vodooskrbni sistem, naselje Lampreče dobiva vodo iz zajetja Kavšak, ki zaradi zapiranja ventila oziroma višjega tlaka na kraku B vodooskrbnega sistema ne dobiva vode iz preostalega dela vodooskrbnega sistema.

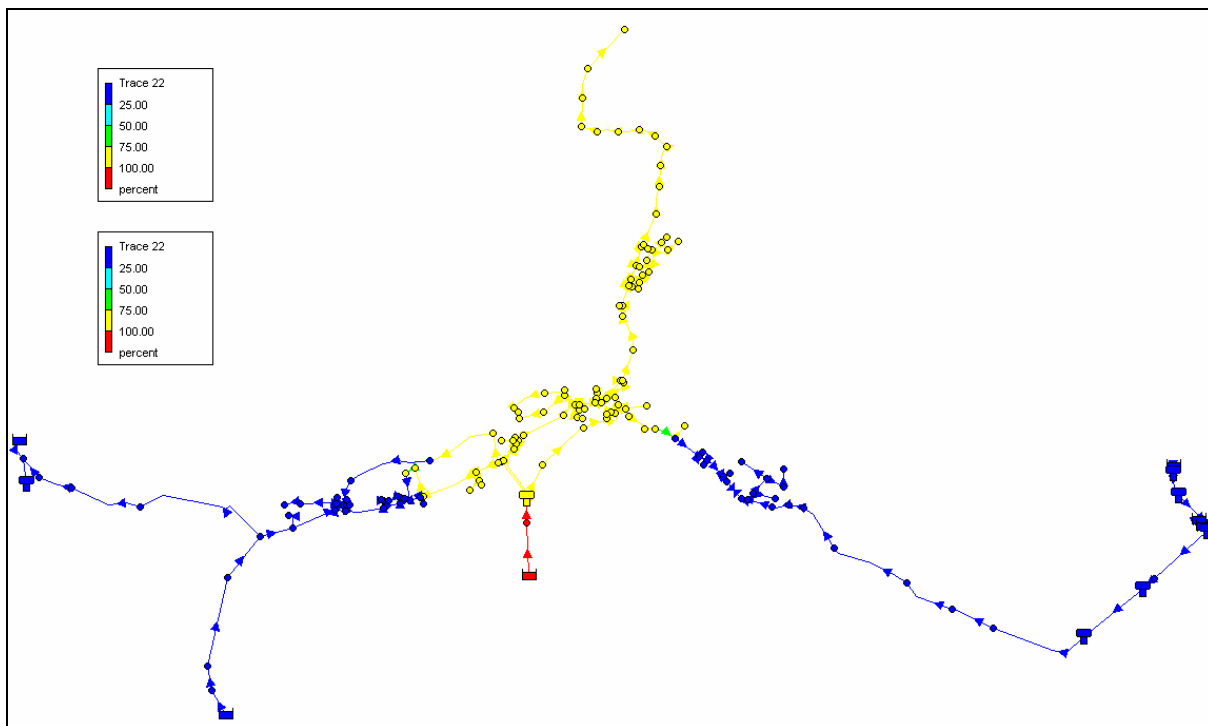


Slika 30: Prikaz mest bivališč zdravih in bolnih v hidričnem izbruhu

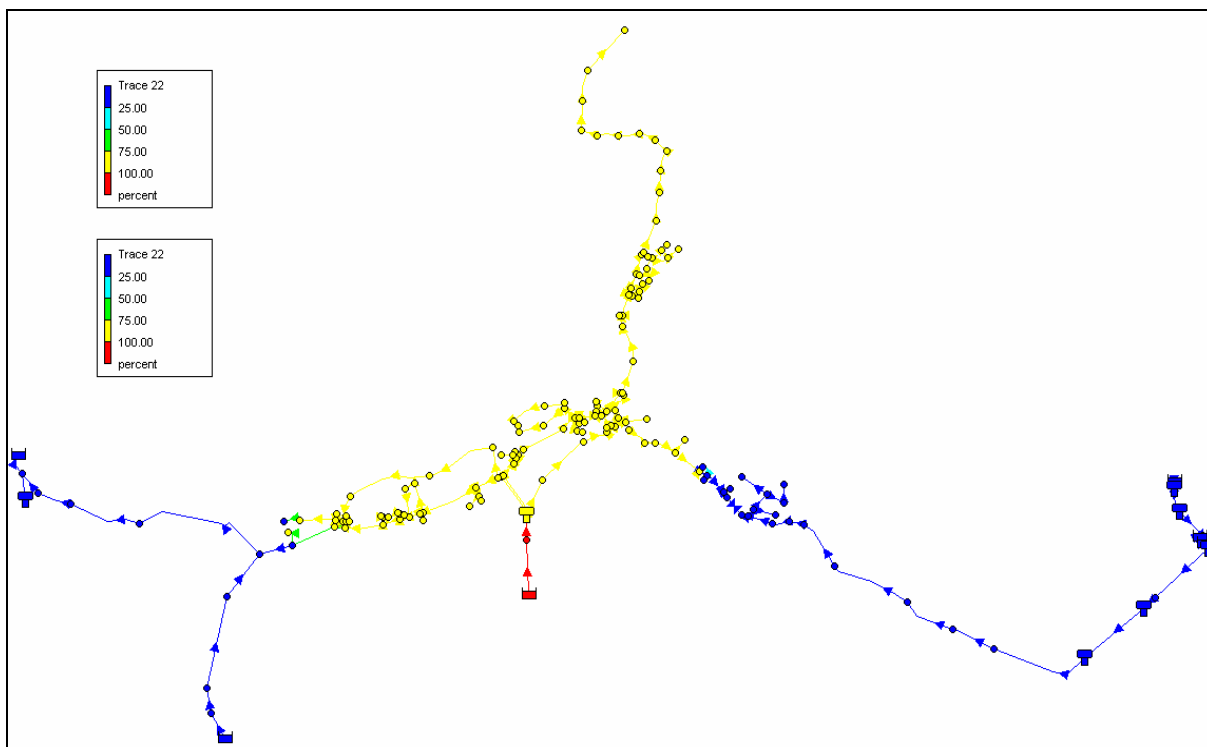
Na slikah 31, 32 in 33 je prikaz sledenje vode iz vodnega vira Kogelnik. Vidimo, da se ob različnih časih glede na porabo vode spreminja območje, ki se napaja iz tega vira.



Slika 31: Sledenje vode iz vodnega vira Kogelnik, stanje po času 12 ur

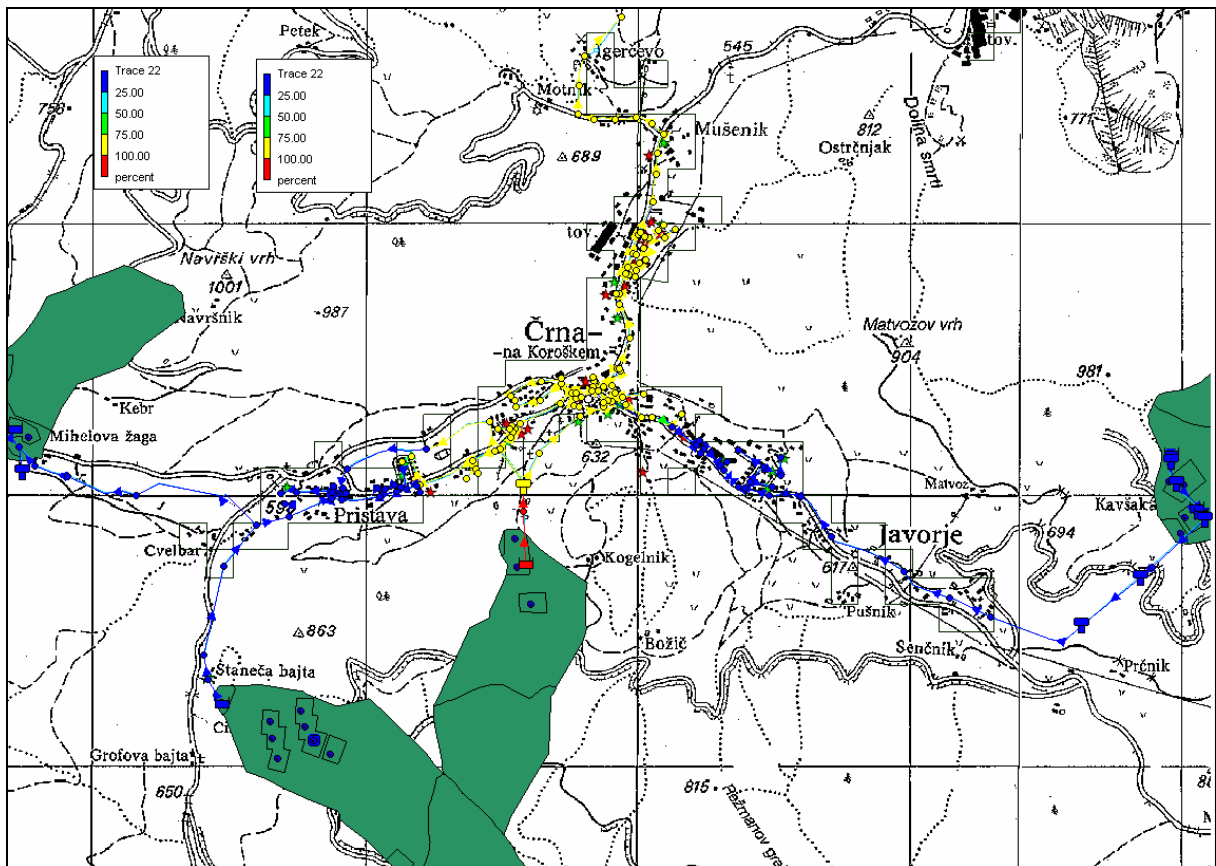


Slika 32: Sledenje vode iz vodnega vira Kogelnik, stanje po času 14 ur



Slika 33: Sledenje vode iz vodnega vira Kogelnik, stanje po času 24 ur

Na Sliki 34 so prikazana mesta obolenj, kar je povezano s podatki o vodovarstvenih območjih, zajetjih ter nadgrajeno s hidravličnim modelom vodovodnega omrežja. Po povezavi podatkov in analizi lahko zaključimo, da je najbrž šlo za mikrobiološko onesnaženje na vodnem zajetju Kogelnik. Če pogledamo, kje so locirani oboleli, vidimo, da je glavnina na delih sistema, ki se napajajo iz zajetja Kogelnik. Izven območja, ki se napaja iz vira Kogelnik, sta locirana samo dva primera obolenj, in sicer eden v Žerjavu, ter drugi v zaselku Stopar. To lahko pripišemo dejstvu, da je bila glavnina obolenj in torej vir okužbe voda v centru mesta, kjer so locirane dejavnosti, kot so šola, službe, restavracije. V delih sistema, ki se napajajo iz Pristave in iz Kavšaka, so glede na rezultate ankete, prebivalci bili zdravi. Izvedli so anketiranje obolelih po podatkih iz ambulante in naključnih prebivalcev kraja do skupnega števila 87 anket. Ugotavljali so relativno tveganje za obolevanje v primeru izpostavljenosti oziroma pitju vode, pri čemer je večina obolelih odgovorila, da uživa vodo iz vodovoda.



Slika 34: Sledenje vode iz vodnega vira Kogelnik, povezava z mesti obolenj

Po pregledu poročil in druge dostopne literature sem ugotovila, da je pojav izbruha v Črni na Koroškem eden bolj raziskanih primerov hiddričnega izbruha v Sloveniji v zadnjem obdobju (10 let). Na podlagi dostopnih podatkov pa je razvidno tudi, da je to (edini) primer, kjer so uporabili orodje GIS za določitev lokacij obolelih, ter s pomočjo kart ugotavljali vzrok in poti širjenja obolenja. Zaradi dobrih podatkov je bil ta primer tudi vključen v nalogo.

## 12 ZAKLJUČEK

Slovenija kot celota razpolaga z relativno zadostnimi količinami vode za nemoteno oskrbo prebivalcev s pitno vodo, vendar se na nekaterih območjih kaže, da občasno prihaja do pomanjkanja, na nekaterih območjih pa se predvideva, da bo oskrba s pitno vodo postala omejujoč dejavnik razvoja. Naraščajoče potrebe po pitni vodi v Sloveniji so deloma posledica gospodarskega razvoja, deloma doslej uveljavljene prakse po nenehnem vključevanju novih vodnih virov v sistem oskrbe s pitno vodo, namesto ukrepov za racionalizacijo porabe vode. Šele v zadnjih letih prihaja do preobratov v miselnosti ljudi in do oblikovanja drugačnih ciljev na področju varstva vodnih virov in reševanja oskrbe s pitno vodo. Vodooskrba sega pri nas na dva sektorja, in sicer zdravstveni vidik oskrbe s pitno vodo, ki je zadolžen za spremljanje kakovosti vode; ter infrastrukturni sektor, ki je odgovoren za izvedbo sistema, organizacijo delovanja in management. Zato je za analizo delovanja potreben večnivojski pristop. V oskrbi z vodo so definirani povezava vodnega kroga s povodjem v skladu z WFD, razvoj orodij spremljanja meritev in onesnaženja vodnih teles. Potrebno je vzpostaviti povezavo med vodnimi telesi in vodovodnimi sistemi, da so jasne povezave in snovni tok.

V Sloveniji še ni sistema, ki bi na enem mestu združeval podatke o vodnih virih, vodovodnih sistemih in o kakovosti pitne vode, ter omogočal povezavo z obolenji kot posledica uživanja vode. Odkrivanje hidričnih obolenj je težko in redko je dokazan povzročitelj. V današnjem času, ko tehnologija omogoča učinkovitejši pristop, bi jo bilo za obravnavo teh problemov potrebno uporabljati tam, kjer lahko pomeni poenostavitev postopkov. Cilj predstavljenega sistema je, da se podatki ene vrste vodijo na enem mestu, da so različne baze med seboj povezljive, podatki pa primerljivi. To bi hkrati pomenilo tudi zmanjšanje stroškov za občine in upravljavce, saj baze vodijo državne inštitucije v okviru svojih delovnih nalog, zato niso potrebne dodatne investicije za vzpostavitev drugih baz. Ni več potrebno, da ima vsaka občina svoj način prikaza, kar pomeni različne oblike prikaza, ampak je poenoteno in dostopno za celotno državo. Lažji je nadzor državnih organov, uporabnost je široka. Na primer pri načrtovanju prostorskega razvoja, pri projektiranju – gradnja, vzdrževanju, saj so vsi podatki dostopni na enem mestu.



Pitna voda danes, zahvaljujoč visokemu nivoju vodooskrbe, ne predstavlja vzroka za obolenje širših skupin prebivalstva. Zaradi pojava novih povzročiteljev, povečevanja deleža imunsko občutljivih skupin prebivalstva, vse večji odpornosti mikroorganizmov na dezinfekcijska sredstva in na antibiotike, ter dejstva, da je ob onesnaženju vode v vodovodu ogroženo veliko ljudi, pa moramo posvečati pozornost kakovosti vode in vplivu na zdravje prebivalstva. Poleg tega bo potrebno, zaradi novih snovi, ki se pojavljajo v vodi, ki jo pijemo, in imajo lahko potencialno tudi vpliv na naše zdravje, da bomo nekaj pozornosti namenili tudi temu področju. V nalogi je obravnavan vpliv na zdravje, ki ga imajo mikrobiološki patogeni, saj sta njihov vpliv na zdravstveno stanje posameznika in diagnostika prepoznavna. Prav tako jih je možno identificirati, tako iz vode, kot iz izločkov obolelih, ter tako dokazati, da so res povzročitelji obolenja. Kemične snovi pa, v majhnih koncentracijah, nimajo akutnega vpliva na zdravje. Lahko povzročajo vrsto kroničnih bolezni, morda kot glavni povzročitelj, pogosteje pa v interakciji z drugimi vplivi in dejavniki iz okolja, v katerem živimo.

Slovenija ima v primerjavi z drugimi državami članicami EU višji delež mikrobiološko neustreznih vzorcev, predvsem v manjših vodovodnih sistemih. Korak k izboljšanju tega stanja je prenos malih vodovodnih sistemov v upravljanje izvajalcu javne službe. V zadnjih letih je bilo kar nekaj sprememb na področju določb, ki urejajo oskrbo s pitno vodo. Spremenile so se tudi pristojnosti območnih zavodov za zdravstveno varstvo, upravljalci vodovodov pa so dobili nalogo za nadzor kakovosti vode.

Epidemiologi – okoljska epidemiologija išče povezave med stanjem okolja in vplivom na zdravje ljudi. Pri tem bi morali bolj uporabljati kartiranje primerov bolezni, tudi na mikrolokacije in ne zgolj po regijah, saj bi to lahko pomagalo pri odkrivanju vzrokov v okolju. Orodja, ki so bila razvita za spremljanje stanja v okolju, se lahko uporabi za povezovanje podatkov zdravje – okolje. Uporabo GIS-ov v zdravstvu priporoča tudi Svetovna zdravstvena organizacija in predvideva se, da bo do leta 2010 uporaba že zelo široka in bo nadomestila sedanje postopke spremljanja obolenj. Sistem, predlagan v nalogi, združuje vse pomembne podatke o vodooskrbi in je ena od možnih povezav vodenja podatkov o vodovodih in o kakovosti vode, ki hkrati omogoča tudi enostavno analizo in povezavo s primeri hidričnih obolenj.

## VIRI

A Consumer`s Guide To The Nation`s drinking water. 32 str.

<http://www.epa.gov/> (5.4.2006)

Banovec, P., McBean, E. A., et al. 2005. Security of Water Supply Systems: From Source to Tap. Dordrecht, The Netherlands, Springer: 182 str.

Bregar, R. 2002. Problematika organskih onesnaževalcev v pitni vodi. V zborniku seminarja: Varstvo in kvaliteta pitne vode, Terme Olimia Podčetrtek, 18. 04. 2002: 10 str.

[http://www.zzv-ce.si/raziskave\\_clanki/raziskujemo\\_clanki/problematika\\_organskih.php](http://www.zzv-ce.si/raziskave_clanki/raziskujemo_clanki/problematika_organskih.php)  
(10.4.2006).

Brenčič, M., Kranjc, S., Prestor, J. 2005. Pitna voda v Sloveniji – možnosti pridobivanja novih količin. V zborniku referatov: Vodni dnevi 2005, Portorož, 12.–13. oktober 2005: 7 str.

<http://sdzv-društvo.si/> (15.6.2006).

Brenčič, M. 2002. Ranljivost in ogroženost podzemnih virov pitne vode - odprta vprašanja in problemi. V zborniku seminarja: Varstvo in kvaliteta pitne vode, Terme Olimia Podčetrtek, 18. 04. 2002: 4 str.

[http://www.zzv-ce.si/raziskave\\_clanki/raziskujemo\\_clanki/podzemna\\_voda.php](http://www.zzv-ce.si/raziskave_clanki/raziskujemo_clanki/podzemna_voda.php) (10.4.2006).

Davison, A. et al. 2005. Water safety plans: Managing drinking – water quality from catchment to consumer. Geneva, World Health Organization: 232 str.

[http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health](http://www.who.int/water_sanitation_health) (30.4.2006).

ESRI, 1996. ArcView GIS, The Geographic Information System for Everyone. Environmental System Research Institute, New York, USA: 350 str.

Globevnik, L. 2002. Vodni viri in varstvo voda po povodjih. V zborniku seminarja: Varstvo in kvaliteta pitne vode, Terme Olimia Podčetrtek, 18. 04. 2002: 10 str.

[http://www.zzv-ce.si/raziskave\\_clanki/raziskujemo\\_clanki/varstvo\\_voda\\_popovodjih.php](http://www.zzv-ce.si/raziskave_clanki/raziskujemo_clanki/varstvo_voda_popovodjih.php)  
(30.5.2006).

Gregorič, M. 2002. Elementi sistemov za oskrbo s pitno vodo. Komunalna akademija: Zbornik HACCP v oskrbi s pitno vodo. Moravske Toplice, 12 -13. september 2002. Ljubljana, Združenje za varstvo okolja pri GZS: str. 23-32.

Gubina, M., Ihan, A. 2002. Medicinska bakteriologija z imunologijo in mikologijo. Ljubljana, Medicinski razgledi: 543 str.

Eržen, I. 2002. Kriptosporidioza- ocena tveganja za okužbo preko pitne vode. V zborniku seminarja: Varstvo in kvaliteta pitne vode, Terme Olimia Podčetrtek, 18. 04. 2002: 4 str.

[http://www.zzv-ce.si/raziskave\\_clanki/kriptosporidioza.php](http://www.zzv-ce.si/raziskave_clanki/kriptosporidioza.php) (30.5.2006).

Eržen, I., 2003. Epidemiologija okolja, skripta: 56 str.

<http://www.zzv-ce.si/raziskovalec/datoteke/> (20.11.2006).

Haremoes, P. ured., 2004. Pozne lekcije iz zgodnjih svaril: previdnostno načelo 1896 – 2000, Ljubljana, Ministrstvo za okolje in prostor: 218 str.

[http://www.arso.gov.si/poro%7Ecila/poro%7Ecila\\_o\\_stanju\\_okolja\\_v\\_Evropi/Pozne\\_lekcije.pdf](http://www.arso.gov.si/poro%7Ecila/poro%7Ecila_o_stanju_okolja_v_Evropi/Pozne_lekcije.pdf) (21.10.2006).

Hočevar Grom, A. et alt. 2006. Poročilo o monitoringu pitne vode 2005. Center za zdravstveno ekologijo, IVZ: 116 str.

<http://www.ivz.si/index.php?akcija=novica&n=115> (30.5.2006).

Hočevar Grom, A. et alt. 2005. Poročilo o monitoringu pitne vode 2004. Center za zdravstveno ekologijo, IVZ: 57 str.

<http://www.ivz.si/index.php?akcija=novica&n=115> (10.4.2006).

Hočevar Grom, A., Hojs, A., Vračko, P. 2005. Hidrični izbruhi v Sloveniji. V zborniku referatov: Vodni dnevi 2005, Portorož, 12.–13. oktober 2005: 5 str.

<http://sdzv-drustvo.si/> (15.6.2006).

Hojs, A. 2004. Hidrične epidemije v Sloveniji v letih 1981-2002. Zdravstveno varstvo 43: 29 – 37.

IVZ: Epidemiološko spremljanje nalezljivih bolezni v Sloveniji – poročilo za leta 1995, 1996, 1997, 1998, 1999, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004 in 2005.

<http://www.ivz.si/index.php?akcija=novica&n=798> (15.11.2006).

IVZ: Parametri, ki jih določamo v pitni vodi, Mikrobiološki parametri: 4 str.

<http://www.ivz.si/index.php?akcija=novica&n=851>. (28.4.2006).

Janet, E. 2002. Poročilo o povečanem številu črevesnih obolenj v Črni na Koroškem v mesecu juniju 2002. ZZV Ravne na Koroškem: 15 str.

Klun, N. 2002. Mikrobiologija pitne vode in kriteriji zdravstvene ustreznosti. Komunalna akademija: Zbornik HACCP v oskrbi s pitno vodo. Moravske Toplice, 12 -13. september 2002. Ljubljana, Združenje za varstvo okolja pri GZS: str. 13-23.

Kompare, B. 2005. Možnosti uporabe površinskih voda za pripravo pitne vode. V zborniku referatov: Vodni dnevi 2005, Portorož, 12.–13. oktober 2005: 9 str.

<http://sdzv-drustvo.si/> (15.6.2006).

Kompare, B., Ravnikar, J. 2005. Problematika dezinfekcije v pripravi pitnih voda. V zborniku referatov: Vodni dnevi 2005, Portorož, 12.–13. oktober 2005: 13 str.

<http://sdzv-drustvo.si/> (15.6.2006).

Kompare, B. 2002. Novi pogledi na vlogo in pomen zaščitnih pasov vodnih virov.

<http://fgg.uni-lj.si/voko/>. (30.4.2006).

Krajnc, M. 2002. Poročevalske obveznosti za pitno vodo po pridružitvi v evropsko skupnost. Zbornik seminarja: Varstvo in kvaliteta pitne vode, 18. 04. 2002 Terme Olimia, Podčetrtek: 4 str.

[http://www.zzv-ce.si/raziskave\\_clanki/poroceedvalske\\_obveznosti\\_pitna\\_voda\\_eu.php](http://www.zzv-ce.si/raziskave_clanki/poroceedvalske_obveznosti_pitna_voda_eu.php)  
(5.6.2006).

Kraigher, A. 1999. Nalezljive bolezni ob naravnih nesrečah. Ujma 13: 223 – 226.

Kraigher, A., Pahor, L. 2002. Značilnosti nalezljivih bolezni v Sloveniji v letih 1999 in 2000. Ujma 14 – 15, 175 – 178.

Krušič, M. 2005. Povezanost prostorskih podatkov o vodnih sistemih. Diplomaska naloga. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Oddelek za gradbeništvo, Hidrotehnična smer: 73 str.

Levi, Y. 2004. Minimizing potential for changes in microbial quality of treated water.

MOPE, 2004. Strategija prostorskega razvoja Slovenije.

[http://www.pososki-rc.si/sites/www/files/SPRS\\_260104\\_celota.pdf](http://www.pososki-rc.si/sites/www/files/SPRS_260104_celota.pdf) (21.11.2006).

Peklaj, U. 2006. Matematični model vodovodnega omrežja Dravljje. Diplomaska naloga. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Oddelek za gradbeništvo, visokošolski študij: 86 str.

Paayment, P., Robertson, W. 2004. The microbiology of piped distribution system and public health.

Peterman M. 2002. Izdelava HACCP načrta. V zborniku seminarja: Varstvo in kvaliteta pitne vode, Terme Olimia Podčetrtek, 18. 04. 2002: 5 str.

[http://www.zzv-ce.si/raziskave\\_clanki/](http://www.zzv-ce.si/raziskave_clanki/) (12.11.2006).

Petrešin, E. 2002. Vpliv vodovodnega sistema in vodnih izgub na poslabšanje kakovosti pitne vode. Zbornik referatov strokovnega seminarja »Vodni dnevi 2002«, Portorož, 3.– 4. oktober 2002. Slovensko društvo za zaščito voda, str: 60-78.

Petrovič, A., Gale, I. 2005. Kakovost pitne vode v Sloveniji. V zborniku referatov: Vodni dnevi 2005, Portorož, 12.–13. oktober 2005: 10 str.

<http://sdzv-drustvo.si/> (15.6.2006).

Petrovič, A. et alt. 2004. Poročilo o oskrbi s pitno vodo v Sloveniji v letu 2003, IVZ RS in Območni zavodi za zdravstveno varstvo: 50 str.

<http://www.ivz.si/index.php?akcija=novica&n=115> (15.6.2006).

Petrovič, A. et alt. 2003. Poročilo o oskrbi s pitno vodo v Sloveniji v letu 2002, IVZ RS in Območni zavodi za zdravstveno varstvo: 46 str.

<http://www.ivz.si/index.php?akcija=novica&n=115> (15.6.2006).

Prestor, J. 2002. Problematika določanja varstvenih pasov in razporeditve ukrepov za zaščito vodnih virov. V zborniku seminarja: Varstvo in kvaliteta pitne vode, Terme Olimia Podčetrtek, 18. 04. 2002: 7 str.

[http://www.zzv-ce.si/raziskave\\_clanki/dolocanje\\_varstvenih\\_pasov\\_1.php](http://www.zzv-ce.si/raziskave_clanki/dolocanje_varstvenih_pasov_1.php) (10.4.2006).

Roš, M. ured. 2002. Zbornik referatov strokovnega seminarja »Vodni dnevi 2002«, Portorož, 3.– 4. oktober 2002. Slovensko društvo za zaščito voda: 143 str.

Rupel, T. 2002. Nadzor nad boleznimi, ki se prenašajo z vodo. V zborniku seminarja: Varstvo in kvaliteta pitne vode, Terme Olimia Podčetrtek, 18. 04. 2002: 5 str.

[http://www.zzv-ce.si/raziskave\\_clanki/patogeni\\_mikroorganizmi\\_prenasajo\\_vodo.php](http://www.zzv-ce.si/raziskave_clanki/patogeni_mikroorganizmi_prenasajo_vodo.php)  
(28.4.2006).

Snow, J. 1855. On the Mode of Communication of Cholera: 89. str.

Stevens, M., Howard, G., et al. 2004. Risk management for distribution systems: 18 str.

[http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/dwq/en/piped7.pdf](http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/en/piped7.pdf) (10.11.2006).

Synthesis Report on the Quality of Drinking Water in the Member States of the European Union in the Period 1993-1995: 36 str.

[http://ec.europa.eu/environment/water/water-drink/pdf/report93\\_95.pdf](http://ec.europa.eu/environment/water/water-drink/pdf/report93_95.pdf) (11.11.2006).

Synthesis Report on the Quality of Drinking Water in the Member States of the European Union in the Period 1996-1998: 105 str.

[http://ec.europa.eu/environment/water/water-drink/pdf/report96\\_98.pdf](http://ec.europa.eu/environment/water/water-drink/pdf/report96_98.pdf) (11.11.2006).

WHO, 1997. Guidelines for drinking-water quality. Geneva, World Health Organization: 234 str.

WHO, 1996. Guidelines for drinking-water quality, Volume 2. Geneva, World Health Organization: 973 str.

#### **Direktive:**

Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000 establishing a framework for Community action in the field of water policy. Official Journal L 327, 22/12/2000 P. 0001 – 0073.

Directive 98/83/EC on the quality of water intended for human consumption. Official Journal L 330, 05/12/1998 P. 0032 – 0054.

#### **Zakoni:**

Zakon o vodah. UL RS št. 001-22-101/02.

Zakon o varstvu okolja. UL RS št. 001-22-49/04.

Zakon o gospodarskih javnih službah. UL RS št. 32/93.

Zakon o zdravstveni ustreznosti živil in izdelkov ter snovi, ki prihajajo v stik z živili /ZZUZIS/. UL RS št. 001-22-96/00, 001-22-38/02 , 001-22-89/04 .

Zakon o varovanju osebnih podatkov. UL RS št. 001-22-118/99.

Zakon o nalezljivih boleznih. UL RS št. 012-01/95-109.

### **Uredbe:**

Uredba o standardih kakovosti podzemne vode. UL RS št. 100-4531/2005, str. 10553.

Uredba o kemijskem stanju površinskih voda. UL RS št. 11/02: str. 818.

Uredba o spremembah uredbe o kakovosti površinskih voda, ki se jih odvzema za oskrbo s pitno vodo. UL RS št. 52/02.

Uredba o kakovosti površinskih voda, ki se jih odvzema za oskrbo s pitno vodo. UL RS št. 47 - 125/00.

Uredba o določanju statusa zaradi fitofarmaceutskih sredstev ogroženega območja vodonosnikov in njihovih hidrografskih zaledij in o ukrepih celovitih sanacije. UL RS št. 67 – 97/02.

### **Pravilniki:**

Pravilnik o oskrbi s pitno vodo. UL RS št. 35/06.

Pravilnik o pitni vodi. UL RS št. 19/04, 35/04, 26/06, 92/06.

Pravilnik o določitvi vodnih teles podzemnih voda. UL RS št. 82 - 63/05.

Pravilnik o določitvi in razvrstitvi vodnih teles površinskih voda. UL RS št. 81 - 63/05.

Pravilnik o kriterijih za določitev vodovarstvenega območja. UL RS št. 62/04.

Pravilnik o imisijskem monitoringu podzemne vode. UL RS št. 60 - 42/02.

Pravilnik o monitoringu kemijskega stanja površinskih voda. UL RS št. 59 – 42/02.

Pravilnik o imisiskem monitoringu kakovosti površinskih voda, ki se jih odvzema za oskrbo s pitno vodo. UL RS št. 52 – 40/01.

Pravilnik o prijavi nalezljivih boleznih in posebnih ukrepih za njihovo preprečevanje in obvladovanje. UL RS št. 16/99

Odredba o prvi razvrstitvi površinskih voda, ki se jih odvzema za oskrbo s pitno vodo. UL RS št. 64 – 56/02.



Operativni program oskrbe s pitno vodo, sprejet 24. avgusta 2006, spletne strani MOP:  
<http://www.mop.si> (10.9.2006).

### **Internetne strani:**

Agencija Republike Slovenije za okolje: <http://www.arso.gov.si>

CDC: <http://www.cdc.gov/>

EEA: [http://www.eea.europa.eu/main\\_html](http://www.eea.europa.eu/main_html) (3.4.2006).

EIONET: <http://nfp-si.eionet.eu.int/> (2.4.2006).

<http://eionet-si.arso.gov.si/kazalci> (2.4.2006).

[http://eionet-si.arso.gov.si/Dokumenti/GIS/voda/index\\_eng.htm](http://eionet-si.arso.gov.si/Dokumenti/GIS/voda/index_eng.htm). (2.4.2006).

Environment and Health:

[http://ec.europa.eu/environment/health/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/environment/health/index_en.htm) (30.10.2006).

<http://ec.europa.eu/environment/health/strategy.htm> (30.10.2006).

[http://ec.europa.eu/environment/health/action\\_plan.htm](http://ec.europa.eu/environment/health/action_plan.htm) (30.10.2006).

[http://ec.europa.eu/environment/health/pdf/drinking\\_water.pdf](http://ec.europa.eu/environment/health/pdf/drinking_water.pdf) (11.11.2006).

EPA: <http://www.epa.gov/> (3.4.2006).

EUROSTAT: <http://www.ec.eurostat.ec.europa.eu/portal> (3.4.2006).

FGG: <http://fgg.uni-lj.si/voko/>

Geodetska uprava RS: <http://www.gu.gov.si>

Inštitut za varovanje zdravja: <http://www.ivz.si>

Ministrstvo za okolje in prostor: <http://www.mop.gov.si>

Ministrstvo za zdravje: <http://www.mz.gov.si>

Physician On-line Reference Guide:

<http://www.waterhealthconnection.org/index.asp> (8.12.2006).

Statistični urad RS: <http://www.stat.si>

Zavod za zdravstveno varstvo Celje: <http://www.zzv-ce.si>

WHO: [http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health](http://www.who.int/water_sanitation_health) (3.4.2006).

[http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/dwq/en/](http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/en/) (3.4.2006).

<http://www.ijsvo.si/vodovod> (1.6.2006).

[http://www.gov.si/pitna-voda/prg/Program\\_monitoringa\\_pitne\\_vode\\_2005\\_1.pdf](http://www.gov.si/pitna-voda/prg/Program_monitoringa_pitne_vode_2005_1.pdf) (1.6.2006).