

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*



Podiplomski program Gradbeništvo
Hidrotehnična smer

Kandidat:

Miha Ulčar

Celovito upravljanje s tveganjem pri oskrbi s pitno vodo

Magistrska naloga št. 218

Mentor:

prof. dr. Franc Steinman

Somentor:

doc. dr. Nataša Atanasova

Ljubljana, 21. 4. 2011

Univerza
v Ljubljani
Fakulteta
*za gradbeništvo in
geodezijo*

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



PODIPLOMSKI ŠTUDIJ
GRADBENIŠTVA

MAGISTRSKI ŠTUDIJ
HIDROTEHNIČNE SMERI

Kandidat:

MIHA ULČAR, uni. dipl. ing. vki.

**CELOVITO UPRAVLJANJE S TVEGANJEM PRI OSKRBI S PITNO
VODO**

Magistrsko delo štev.:

INTEGRATED RISK MANAGEMENT IN WATER SUPPLY

Master of Science Thesis No.:

Mentor:

Prof. dr. Franci Steinman

Somentor:

dr. Nataša Atanasova

Ljubljana, 04.03.2011

IZJAVA O AVTORSTVU

Podpisani MIHA ULČAR izjavljam, da sem avtor magistrskega dela z naslovom
CELOVITO UPRAVLJANJE S TVEGANJEM PRI OSKRBI S PITNO VODO

Ljubljana, 04.03.2011

Ulčar Miha

IZJAVA O PREGLEDU NALOGE

Nalogo so si pregledali predavatelji hidrotehnične smeri:

BIBLIOGRAFSKO DOKUMENCIJSKA STRAN IN IZVLEČEK

UDK:	005:628.1(043.3)
Avtor:	Miha Ulčar, uni. dipl. ing. vki.
Mentor:	prof. dr. Franci Steinman
Somentor:	doc. dr. Nataša Atanasova
Naslov:	Celovito upravljanje s tveganjem pri oskrbi s pitno vodo
Obseg in oprema:	130 str., 25. pregl., 9 graf., 28 sl.
Ključne besede:	vodovodni sistem, upravljanje s tveganjem, ocena tveganja

IZVLEČEK

V magistrski nalogi je izdelana metoda celovitega upravljanja s tveganjem pri oskrbi s pitno vodo, ki večinoma temelji na lastnih raziskavah in izkušnjah iz prakse. Poleg pregleda znanstvene literature z obravnavanega področja je izpostavljena tudi problematika obstoječih metod upravljanja s tveganjem v Sloveniji in Evropski uniji. Za potrebe analize tveganja je bil vodovodni sistem razdeljen na različne podsisteme, gradnike in sestavne dele. Tovrstna razdelitev je omogočila izdelavo obsežne podatkovne zbirke nevarnosti, katere namen je pomagati upravljavcu pri prepoznavanju tveganj, ki ogrožajo količino in kakovost oskrbe s pitno vodo, od vodnega vira do končnega uporabnika. Zbirka je aplikativnega značaja in omogoča razmeroma enostavno posodabljanje. Metoda je bila uspešno validirana na vodovodnem sistemu Prežganje, saj je omogočila dober pregled nad tveganji ter enostavno nadgradnjo obstoječega in zakonsko predpisanega HACCP načrta. Na podlagi podatkovne zbirke nevarnosti in ocene tveganja so bili izdelani tipični preventivni in korektivni ukrepi, ki bodo pripomogli k obvladovanju tveganja in večji varnosti obravnavanega vodovodnega sistema.

BIBLIOGRAPHIC – DOCUMENTALISTIC INFORMATION

UDC: 005:628.1(043.3)

Author: Miha Ulčar, B. S. CE.

Advisor: Prof. Ph. D. Franci Steinman

Co-Advisor: Assist. Prof. Ph. D. Nataša Atanasova

Title: Integrated risk management in water supply

Notes: 130 p., 25 tab., 9 graph., 28 fig.

Key words: water supply system, risk management, risk assessment

ABSTRACT

The aim of the masters degree thesis was to develop the integrated risk management method which is mostly based on our own research and practical experiences. Beside scientific literature review from actual field of research, problematic of existing risk management methods in Slovenia and European union was exposed. Water supply system was divided in different sub-systems, parts and elements in order to simplify risk analysis. Based on system fragmentation, the database of potential hazards was established in order to help utility as a risk assessment tool for hazards, that threatens quality and quantity of drinking water from source to tap. Applicative character of database allows simplicity of maintenance and updating. Method was successfully validated on practical example of water supply system Prežganje and it enabled excellent risk picture. Integrated risk management approach was used as an upgrade of existing obligatory HACCP system. Based on hazard database and risk assessment, typical preventive and corrective measures were proposed, that will provide better risk management practice for the utility.

ZAHVALA

Za pomoč in spodbudo pri izdelavi magistrske naloge se iskreno zahvaljujem mentorju rednemu profesorju dr. Franciju Steinmanu, somentorici dr. Nataši Atanasovi, g. Tomažu Ružiču in celotnemu kolektivu sektorja Vodovod Javnega podjetja Vodovod-Kanalizacija d.o.o.

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1:	Primer HAZOP pred-definiranih izrazov (Rosen at all, 2007)	19
Preglednica 2:	Primer obrazca in analize HAZOP	21
Preglednica 3:	Primer (povzetek) HACCP analize za črpanje pitne vode (TECHNEAU, 2007)	36
Preglednica 4:	Enajst korakov metode celovitega upravljanja s tveganjem	54
Preglednica 5:	Vodovodni sistem, razdeljen na podsisteme	57
Preglednica 6:	Gradniki podsistemov vodovodnega sistema	59
Preglednica 7:	Določitev kategorij pogostosti in zmožnosti zaznave	74
Preglednica 8:	Matrika verjetnosti izrednega dogodka	75
Preglednica 9:	Kategorije verjetnosti izrednega dogodka	75
Preglednica 10:	Določitev kategorij trajanja in izpostavljenosti	76
Preglednica 11:	Matrika posledic izrednega dogodka	77
Preglednica 12:	Kategorije posledic izrednega dogodka	77
Preglednica 13:	Matrika tveganja izrednega dogodka	77
Preglednica 14:	Kategorije tveganja izrednega dogodka	78
Preglednica 15:	Primer ocene tveganja z uporabo matrik	80
Preglednica 16:	Izračun števila prioritete tveganja	80
Preglednica 17:	Izračun celotnega in kumulativnega deleža tveganja	81
Preglednica 18:	Določitev in validacija ukrepov obvladovanja tveganja	84
Preglednica 19:	Načrt izboljšanja kvalitete pitne vode (ukrepi in odgovornosti)	86
Preglednica 20:	Kratko in dolgo ročni obratovalni monitoring in korektivni ukrepi	87
Preglednica 21:	Odločitveno drevo za določitev KKT (Jamnik, Žitnik, 2009)	88
Preglednica 22:	Vrste podpornih programov, ki so lahko vključene v načrt upravljanja s tveganjem	91
Preglednica 23:	Izredni dogodki na VS Prežganje (2007-2009)	101
Preglednica 24:	Nevarnosti in nevarni dogodki z najvišjo stopno tveganja za VS Prežganje	106
Preglednica 25:	Letni načrt notranjega nadzora za VS Prežganje (JP VO-KA d.o.o., 2010)	116

KAZALO SLIK

Slika 1:	Proces analize tveganja	6
Slika 2:	Model sprejemanja odločitev pod negotovimi pogoji (Aven, 2003)	8
Slika 3:	Opis tveganja za dogodek A_1 in A_2 s pričakovanima vrednostma (Aven, 2008)	11
Slika 4:	Opis tveganja s štirimi kategorijami posledic (Aven, 2008)	11
Slika 5:	Prikaz tveganja z matriko tveganja (Aven, 2008)	12
Slika 6:	Prepoznavanje nevarnosti (Pham, 2003)	15
Slika 7:	Diagram poteka za HAZOP analizo (Rosen et al., 2007)	20
Slika 8:	Logični operatorji v diagramu odpovedi (IEC 1025, 1990)	23
Slika 9:	Diagram odpovedi za preliv vode iz rezervoarja zaradi prenapolnjenosti	25
Slika 10:	Primer drevesa dogodkov (Aven, 2008)	28
Slika 11:	Proces upravljanja s tveganjem (TECHNEAU, 2007)	32
Slika 12:	Ključna razmerja in cilj Bonske listine (IWA, 2004)	33
Slika 13:	Koraki vzpostavitve HACCP sistema (Codex, 2003)	35
Slika 14:	Pet osnovnih sklopov WHO smernic za pitno vodo	37
Slika 15:	Smernice za varno pitno vodo (WHO, 2005)	38
Slika 16:	Ključni koraki za vzpostavitev Varnostnega načrta za pitno vodo (WHO, 2004)	39
Slika 17:	Sistem več pregrad pri oskrbi s pitno vodo v Nemčiji (Sturm, 2006)	43
Slika 18:	Upravljanje s tehnično varnostjo in sistem tehničnih standardov (Sturm, 2006)	44
Slika 19:	Primerjava med procesom upravljanja s tveganjem in VNPV (TECHNEAU, 2007)	50
Slika 20:	Glavni gradniki celovitega upravljanja s tveganjem pri Varnostnih načrtih za pitno vodo (TECHNEAU, 2007)	53
Slika 21:	Predlagana sprememba strukture WSP (TECHNEAU, 2007)	53
Slika 22:	Prerejeni diagram poteka vodovodnega sistema	69
Slika 23:	Primer tehnične sheme razbremenilnika vode	70
Slika 24:	Pregled in struktura podatkovne zbirke nevarnosti	72
Slika 25:	Klasifikacija nevarnih dogodkov in nevarnosti	73
Slika 26:	Ukrepi obvladovanja tveganja	82
Slika 27:	Primer iz podatkovne zbirke kontrolnih ukrepov	83
Slika 28:	Poenostavljena tehnološka shema vodovodnega sistema Prežganje	96

KAZALO GRAFIKONOV

Grafikon 1: Primer Pareto diagrama za oceno tveganja za razbremenilnik vode	82
Grafikon 2: Vodna bilanca za VS Prežganje (2007-2009)	97
Grafikon 3: Rezultati analiz vzorcev pitne vode od 2007 do 2009 na VS Prežganje	100
Grafikon 4: Število tveganj glede na stopnjo tveganja – kakovost pitne vode	103
Grafikon 5: Pareto diagram stopnje tveganja za kakovost pitne vode	104
Grafikon 6: Pareto diagram deleža tveganja za kakovost pitne vode med objekti VS Prežganje	105
Grafikon 7: Število tveganj glede na stopnjo tveganja – količina pitne vode	109
Grafikon 8: Pareto diagram stopnje tveganja za količino pitne vode	110
Grafikon 9: Pareto diagram deleža tveganja za kakovost pitne vode med objekti VS Prežganje	111

KAZALO VSEBINE

1 UVOD	1
1.1 Cilj naloge.....	3
1.2 Struktura naloge.....	4
2 ANALIZA TVEGANJA IN SPREJEMANJE ODLOČITEV POD NEGOTOVIMI POGOJI.....	6
2.1 Sprejemanje odločitev pod negotovimi pogoji	7
2.1.1 Definicija tveganja.....	9
2.1.2 Definicija ranljivosti	9
2.1.3 Ovrednotenje in prikaz tveganja	10
2.2 Proces analize tveganja	12
2.2.1 Načrtovanje analize tveganja	12
2.2.2 Izbira metode analize tveganja.....	14
2.2.3 Ocena tveganja.....	15
2.2.4 Zmanjševanje ali odprava tveganja.....	16
2.3 Obstoječe metode analize tveganja	19
2.3.1 Analiza obratovanja in nevarnosti prekinitve delovanja sistema	19
2.3.2 Analiza možnih napak in njihovih posledic (FMEA)	21
2.3.3 Analiza drevesa odpovedi	23
2.3.4 Analiza drevesa dogodkov	27
2.3.5 Ostale metode za analizo tveganja	30
3 OBSTOJEČE METODE ZAGOTAVLJANJA VARNE OSKRBE S PITNO VODO .	32
3.1 Obstoječe smernice zagotavljanja varne oskrbe s pitno vodo.....	33
3.1.1 Bonska listina	33
3.1.2 HACCP sistem	34

3.1.3 Varnostni načrti za pitno vodo	36
3.2 Nacionalne smernice EU in zakonodaja s področja upravljanja s tveganjem	40
3.2.2 Varnost oskrbe s pitno vodo v Švici	42
3.2.3 Varnost oskrbe s pitno vodo v Nemčiji	42
3.2.4 Varnost oskrbe s pitno vodo v Veliki Britaniji	44
3.2.5 Varnost oskrbe s pitno vodo - Skandinavske države in Nizozemska	45
3.2.6 Oskrba s pitno vodo v Republiki Sloveniji	46
3.2.7 Primerjava opisanih smernic upravljanja s tveganjem in diskusija	48
4 UPRAVLJANJE S TVEGANJEM PRI OSKRBI S PITNO VODO	52
4.1 Vzpostavitev delovne skupine celovitega upravljanja s tveganjem	55
4.2 Opis vodovodnega sistema	56
4.2.1 Gradniki vodnega vira	60
4.2.2 Gradniki objektov za črpanje, prečrpavanje, pripravo in distribucijo pitne vode	60
4.2.3 Gradniki objektov za pripravo pitne vode	62
4.2.4 Gradniki vodovodnega omrežja	66
4.2.5 Gradniki interne hišne napeljave	68
4.2.6 Metode opisa vodovodnega sistema	69
4.3 Prepoznavanje nevarnosti in ocena tveganja za vodovodni sistem	71
4.3.1 Prepoznavanje nevarnosti za vodovodni sistem	71
4.3.2 Ocena tveganja za vodovodni sistem	74
4.4 Določitev in validacija kontrolnih ukrepov, ponovna ocena in določitev prioritete	82
4.4.1 Določitev in opis ukrepov kontrole tveganja	82
4.4.2 Validacija učinkovitosti kontrolnih ukrepov	84
4.4.3 Ponovna ocena tveganja	85
4.4.4 Določitev prioritetenih ukrepov	85
4.5 Izdelava, uporaba in vzdrževanje načrta izboljšav	85

4.6 Določitev obratovalnega monitoringa kontrolnih ukrepov	87
4.7 Potrditev učinkovitosti načrta upravljanja s tveganjem.....	89
4.8 Priprava upravljavskih postopkov	90
4.9 Razvoj podpornih programov	91
4.10 Program periodične revizije načrta upravljanja s tveganjem.....	91
4.11 Pregled načrta po izrednem dogodku	92
5 CELOVITO UPRAVLJANJE S TVEGANJEM ZA VS PREŽGANJE.....	94
5.1 Oblikovanje delovne skupine in ocena stroškov projekta	94
5.2 Opis delovanja VS Prežganje	95
5.2.1 Vodni vir Pečovje.....	95
5.2.2 Črpanje in priprava pitne vode v črpališču Prežganje	96
5.2.3 Distribucija pitne vode v VS Prežganje.....	97
5.2.4 Interna hišna napeljava uporabnikov VS Prežganje	99
5.2.5 Upravljanje in vzdrževanje VS Prežganje	99
5.2.6 Opis problematike VS Prežganje	100
5.3 Prepoznavanje nevarnosti in ocena tveganja za VS Prežganje.....	103
5.3.1 Tveganja v povezavi s kakovostjo pitne vode za VS Prežganje	103
5.3.2 Tveganja v povezavi s količino pitne vode za VS Prežganje.....	109
5.3.3 Povzetek ocene tveganja za VS Prežganje.....	112
5.4 Določitev in validacija kontrolnih ukrepov za VS Prežganje.....	112
5.4.1 Ukrepi za povečanje varnosti zagotavljanja ustrezne kakovosti pitne vode.....	113
5.4.2 Ukrepi za povečanje varnosti zagotavljanja ustrezne količine pitne vode.....	114
5.4.3 Validacija kontrolnih ukrepov za VS Prežganje in določitev prioritet.....	115
5.5 Načrt izboljšav za VS Prežganje	115
5.6 Določitev obratovalnega monitoringa za VS Prežganje.....	115
5.7 Potrditev učinkovitosti načrta upravljanja s tveganjem za VS Prežganje.....	116

5.8 Priprava upravljaljskih postopkov za VS Prežganje	117
5.9 Podporni programi	118
5.10 Plan pregleda načrta upravljanja s tveganjem za VS Prežganje	118
5.11 Ugotovitve in diskusija.....	118
6 ZAKLJUČEK.....	120
7 POVZETEK	123
8 SUMMARY	124
VIRI.....	125

1 UVOD

Vodni sektor je v svetovnem merilu soočen z velikim izzivom zagotavljanja varne oskrbe s pitno vodo v zadostnih količinah in ustrezne kakovosti. Klimatske spremembe, hitra rast prebivalstva v nekaterih državah, urbanizacija, pojav novih onesnaževal, staranje infrastrukture, slabšanje kakovostnega in količinskega stanje vodnih virov, so le nekatere izmed nevarnosti, ki bodo v bližnji prihodnosti odločilno vplivale na oskrbo s pitno vodo. Zaradi omenjenih problemov se je pojavila potreba po novi metodologiji, katera bo upravljavcem sistemov za oskrbo s pitno vodo (v nadaljevanju: upravljavec) omogočala celovito obvladovanje vseh tveganj, ki ogrožajo njihovo osnovno poslanstvo.

Za zagotavljanje zdravstveno ustrezne pitne vode so bile v preteklosti razvite številne metode nadzora in obvladovanja tveganja. V Sloveniji je najbolj uveljavljen (in zakonsko predpisan) HACCP sistem (Angl.: Hazard Analysis and Critical Control Point System), ki je bil razvit leta 1994. Je preventivni sistem, ki omogoča prepoznavanje, oceno, ukrepanje in nadzor nad morebitno prisotnimi dejavniki tveganja v živilih (voda je živilo), kateri lahko ogrožajo zdravje človeka. Cilj HACCP sistema je zagotoviti varna živila za potrošnika. Ta sistem je osredotočen na obvladovanje kritičnih kontrolnih točk (KKT), ki so definirane kot tiste stopnje proizvodnega postopka, na katerih se z ustreznim kontrolnim ukrepom potencialno nevarno tveganje prepreči, odstrani oz. zmanjša na sprejemljivo raven (IZVZ RS, 2004). Če izguba nadzora nad določeno točko ne pomeni tveganja za zdravje ljudi, potem se ta točka imenuje kontrolna točka (KT). Uporaba HACCP sistema pri oskrbi s pitno vodo je vprašljiva, saj je bil prvotno zasnovan kot metoda za živilske obrate - homogene objekte.

Svetovna zdravstvena organizacija (WHO, 2004) je v svojih smernicah za pitno vodo podala mnenje, da vzorčenje vode ne zagotavlja varne oskrbe s pitno vodo. Rezultati analiz vzorcev so znani šele po tem, ko je bila voda že zaužita oz. distribuirana v vodovodno omrežje, hkrati pa v določenih primerih ne podajo pravilne informacije, ali je analizirana voda zdravstveno neoporečna. Zato se je, zaradi zagotavljanja varne oskrbe s pitno vodo, razvil holističen način upravljanja s tveganjem (angl.: Risk Management) od vodnega vira do končnega uporabnika. WHO si prizadeva, da bi upravljavci sistemov za oskrbo s pitno vodo uporabili metodo, ki

temelji na oceni tveganja, imenovano Varnostni načrt za pitno vodo¹ (VNPV). Prednost tovrstnega upravljanja s tveganjem je integracija vseh delov sistema v celoto, ki je med seboj neločljivo povezana in odvisna (vzrok in posledice). Podoben princip priporoča tudi Bonska strategija (Bonn Charter Strategy, 2004). V letu 2008 je bila opravljena revizija Evropske direktive o pitni vodi (angl.: European Drinking Water Directive), ki je tudi prepoznala metodo upravljanja s tveganjem kot prihodnost zagotavljanja varne oskrbe s pitno vodo (IWA, 2008). Vsi upravljavci malih, srednjih in velikih sistemov za oskrbo s pitno vodo v Evropski uniji bodo morali v svoje delovanje vključiti varnostne načrte za pitno vodo in upravljati sisteme na podlagi ocene tveganja (Tuhovčak, 2008). Pregled obstoječih metod zagotavljanja varne oskrbe in nadzora nad zdravstveno ustrezno pitno vodo (HACCP, WSP) poda nekatera skupna izhodišča oz. cilje:

- Pitna voda je življenjskega pomena za ljudi in gospodarski razvoj družbe,
- dobavljena mora biti v zadostnih količinah in v ustrezni kakovosti,
- glavni poudarek je na preprečevanju/zmanjšanju tveganja za zdravje ljudi.

Obstoječe metode zagotavljanja zdravstveno ustrezne pitne vode so v glavnem osredotočene na kakovost pitne vode, medtem ko je problematika njene količine pogosto zanemarjena. Povezanost med količino in kakovostjo ni upoštevana. V praksi obstaja nevarnost, da se izvajanje zakonsko predpisanega HACCP sistema (ali WSP) omeji predvsem na nadzor kakovosti pitne vode oz. odvzem in analizo vzorcev, kar pa seveda ne zagotovi varne oskrbe s pitno vodo. Sistem za oskrbo s pitno vodo mora biti pravilno vzdrževan, ustrezno obnovljen in prilagodljiv, da se lahko sooči z izzivi današnjih in bodočih nevarnosti. Zato je bil v nalogi izdelan celovit koncept upravljanja s tveganjem (količina in kakovost pitne vode), ki pripomore k varnejšemu obratovanju in vzdrževanju sistema za oskrbo s pitno vodo.

Za lažje razumevanje opisa metod dela, so v Prilogi A podane razlage in slovar nekaterih osnovnih pojmov, v kontekstu celovitega upravljanja s tveganjem pri oskrbi s pitno vodo, kot jih navaja (Aven, 2008).

¹ Angl.: Water Safety Plans ali WSP

1.1 Cilj naloge

Celovito obvladovanje tveganja potrebuje metodologijo, katera dopušča racionalno in metodično analizo tveganja, ter določitev in uporabo ukrepov, ki bodo zagotovili potrebno zanesljivost oskrbe s pitno vodo. Zato je cilj naloge razvoj metodologije, ki bo pripomogla k varni oskrbi prebivalcev s pitno vodo v ustreznih količinah in primerne kakovosti. Razvit bo celovit koncept upravljanja s tveganjem pri običajnih pogojih delovanja sistema za oskrbo s pitno vodo², od vodnega vira do pipe uporabnika, ki bo uporaben za vsakega upravljavca. Metoda bo izdelana v skladu s slovensko zakonodajo, najnovejšimi evropskimi smernicami in mednarodnimi standardi ter validirana na enem izmed sistemov za oskrbo s pitno vodo, ki so v upravljanju Javnega podjetja Vodovod - Kanalizacija d.o.o. in bo služila kot nadgradnja obstoječega HACCP sistema oz. (v bližnji prihodnosti obveznih) varnostnih načrtov za pitno vodo. Kot podlago za izdelavo magistrske naloge sem uporabil strokovno literaturo oz. znanstveni tisk. Svoje znanje z obravnavanega področja sem nadgrajeval z obiskom številnih konferenc v Sloveniji in tujini ter z navezovanjem stikov z ostalimi strokovnjaki s področja upravljanja s tveganjem. Pri izdelavi magistrske naloge sem uporabil sledeče metode:

- induktivno metodo,
- deduktivno metodo,
- metodo analize in sinteze,
- metodo abstrakcije,
- komparativna metodo,
- metodo generalizacije,
- metodo deskripcije in
- metodo grafičnega prikazovanja.

Z uporabo znanstvenih metod sem, kot pomemben del magistrske naloge, izdelal podatkovno zbirko nevarnosti, ki služi kot dobra podlaga za izdelavo ocene tveganja in pomeni nadgradnjo obstoječih metod upravljanja s tveganjem. Podatkovna zbirka nevarnosti je nastala s pomočjo analize okvar, ki so se v preteklosti pojavile na vodovodnih sistemih v upravljanju

² Vsi pogoji delovanja sistema, vključno z okvarami posameznih sestavnih delov sistema, ki jih lahko upravljavec kontrolira (obvlada) z običajnimi postopki delovanja, vzdrževanja in organizacije.

Javnega podjetja Vodovod-Kanalizacija d.o.o. Za razliko od ostalih metod sem predhodno izdelal tudi podatkovni model vodovodnega sistema, s čimer sem omogočil, da se z analizo tveganja posamezne dele vodovodnega sistema poveže v izčrpno in ekonomsko učinkovito metodo obvladovanja tveganja ter se s tem zagotovi varno oskrbo s pitno vodo.

1.2 Struktura naloge

V drugem poglavju je podan pregled literature in obstoječih metod analize tveganja, ki predstavljajo osrednji del procesa upravljanja s tveganjem. Osnovni namen analize je pridobitev informacij o tveganju, katere se kasneje uporabi pri ovrednotenju tveganja in izvedbi ukrepov, ki tveganje zmanjšajo oz. odpravijo. Analiza tveganja je odvisna od posameznega sistema in vrste analiziranega tveganja. Lahko je količinska, kakovostna ali nekje vmes, kar je zopet odvisno od vrste tveganja.

V tretjem poglavju so podrobneje predstavljene obstoječe metode upravljanja s tveganjem v Evropski uniji in opredeljeni pravni okviri oskrbe s pitno vodo, s poudarkom na dolžnostih upravljalca sistema za oskrbo s pitno vodo do uporabnikov oz. odjemalcev pitne vode.

V četrtem poglavju je podrobneje opisana metodologija celovitega upravljanja s tveganjem. Vodovodni sistem je razdeljen na različne podsisteme (vodni vir, črpanje in priprava pitne vode, distribucija pitne vode, interna hišna napeljava), ki se naknadno delijo na posamezne gradnike (npr. vodohran) in sestavne dele (npr. vodna celica). Vsak posamezen sestavni del sistema za oskrbo s pitno vodo je podrobneje opisan in opredeljen z vidika običajnih pogojev delovanja sistema za oskrbo s pitno vodo.

Izdelana je tudi podatkovna zbirka vrst oz. virov nevarnosti, z namenom pomagati upravljalcu pri določevanju in izračunu tveganj, ki zadevajo sistem. Zbirka je aplikativnega značaja in omogoča razmeroma enostavno posodabljanje in računalniško obdelavo. Sistem je za potrebe izdelave seznama nevarnosti določen kot vse fizične in organizacijske strukture, ki služijo namenu oskrbe s pitno vodo oz. transportu vode od vira do uporabnika. Na nivoju gradnikov so podani najpomembnejši sestavni deli (npr. črpalka, zračni ventil, ipd.) v kombinaciji z opisom vzroka nevarnosti, vrsto nevarnosti in njenih posledic. Nevarnosti so

razdeljene glede na njihov izvor, medtem ko so posledice določene kot več dimenzijski vektor.

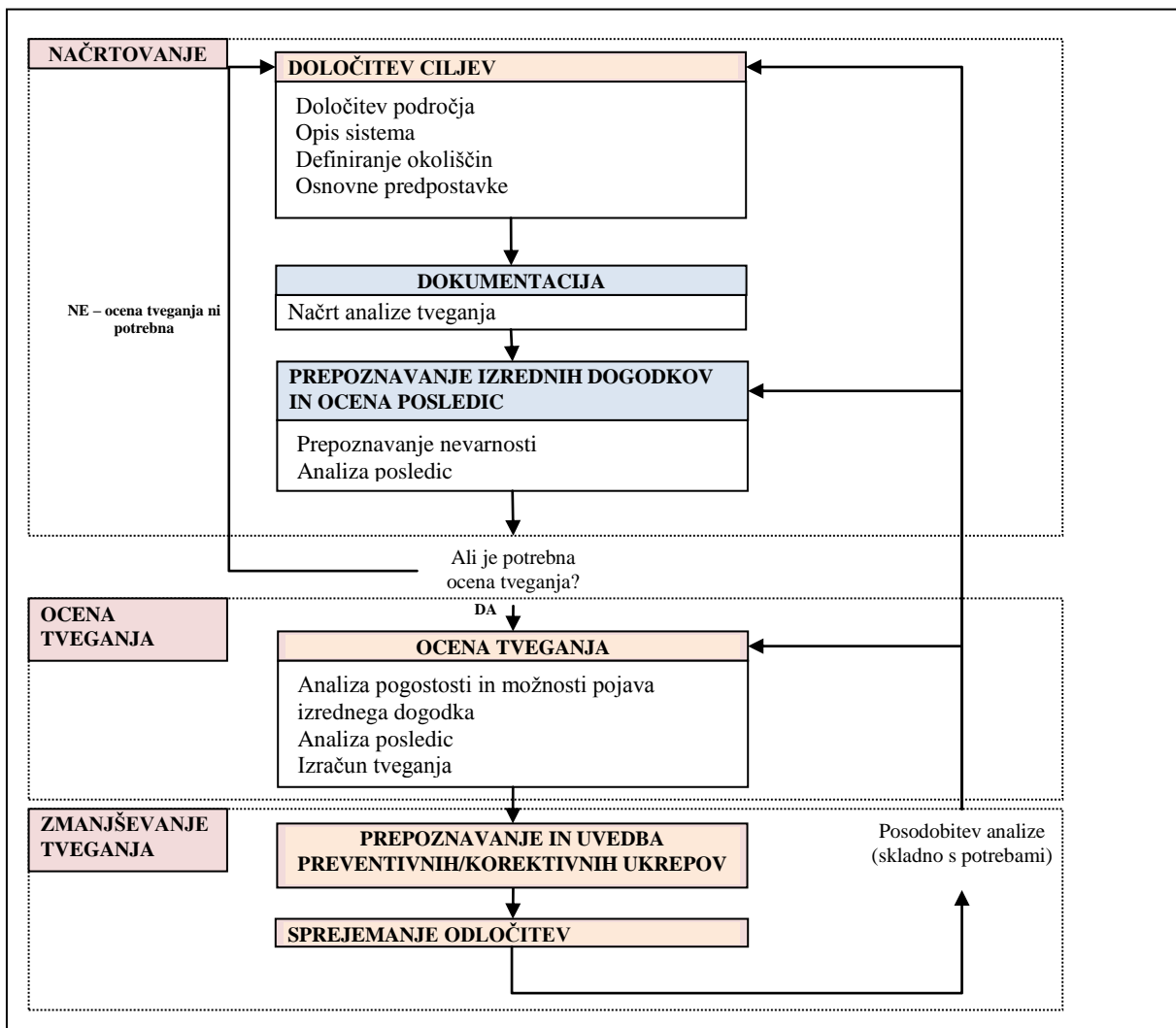
Posledice nevarnosti so povezane z vsemi nivoji sistema, zato je veriga vzrokov in posledic ocenjena skozi celoten postopek oskrbe s pitno vodo. Na podlagi seznama nevarnosti in analize tveganja so bili izdelani (splošni) preventivni in korektivni ukrepi ter opisan postopek vzpostavitve ukrepov nadzora, s katerim je tveganje obvladljivo. Ti ukrepi pripomorejo k obvladovanju tehnične in ekonomske problematike v času uporabe sistema, s ciljem doseganja predvidene kakovosti in varnosti oskrbe s pitno vodo, ob kar najmanjših skupnih stroških vzdrževanja v življenjskem ciklu vodovodnega sistema.

Načrt upravljanja s tveganjem je vključen kot enakovredna poslovna funkcija v procese podjetja, katerega poslanstvo je varna oskrba s pitno vodo. Načrt omogoča povezavo s sistemom kakovosti (standard ISO 22000:2005 - Sistem zagotavljanja varnih živil) in obstoječim HACCP (ali WSP) sistemom.

Za validacijo opisane metode je bil izdelan načrt celovitega upravljanja s tveganjem za vodovodni sistem Prežganje. Na podlagi podatkovne zbirke nevarnosti je bila narejena ocena tveganja ter so bili vzpostavljeni preventivni in korektivni ukrepi, s katerimi je oz. bo tveganje na omenjenem sistemu za oskrbo s pitno vodo postalo obvladljivo.

2 ANALIZA TVEGANJA IN SPREJEMANJE ODLOČITEV POD NEGOTOVIMI POGOJI

Analiza tveganja predstavlja osrednji del procesa upravljanja s tveganjem. Kot je prikazano na (Sliki 1), je prvi korak analize določitev področja in prepoznavanje nevarnosti oz. izrednega dogodka.



Slika 1: Proces analize tveganja

Fig. 1: The risk analysis process

Naslednji korak je ocena (stopnje) tveganja, ki izhaja iz možnega izrednega dogodka. Ta vključuje tako običajne analize/metode prepoznavanja vzrokov in frekvence pojava izrednega dogodka, kot tudi analize/tehnike za raziskovanje njegovih posledic tj. škodnega potenciala.

Tretji korak pomeni upoštevanje rezultatov analize tveganja pri ukrepih za zmanjševanje ali odpravo tveganja.

Osnovni namen analize je pridobitev informacij o tveganju, katere se kasneje uporabi pri ovrednotenju tveganja in uporabi ukrepov, ki tveganje zmanjšajo oz. odpravijo. Analiza tveganja je odvisna od posameznega sistema in vrste analiziranega tveganja. Aven (2008) razlikuje med tremi različnimi kategorijami analize tveganja: poenostavljene analize tveganja, standardne analize tveganja in analize tveganja, ki temeljijo na matematičnem modelu. Poenostavljene analize tveganja predstavljajo neformalne postopke, na podlagi katerih se pridobi ti. sliko tveganja³ z uporabo metod kot so »*brainstorming*«, itd. Tveganje se lahko predstavi opisno, kot npr.: majhno, srednje, veliko. Standardne analize tveganja pomenijo bolj formalizirane postopke in rezultati so ponavadi predstavljeni z matriko tveganja. Taka metoda je npr. HAZOP⁴ (Analiza delovanja in nevarnosti). Analize tveganja, ki temeljijo na matematičnih modelih so zahtevnejše in zahtevajo veliko znanja (Analiza drevesa dogodkov⁵, Markovi modeli, itd.).

2.1 Sprejemanje odločitev pod negotovimi pogoji

Upravljanje s tveganjem pogosto pomeni sprejemanje odločitev v okoliščinah, za katere je značilno visoko tveganje in velika negotovost, zato je v teh primerih težko predvideti posledice sprejetih odločitev. V splošnem proces odločanja vključuje sledeča vprašanja (Jensen, 1998):

1. Okoliščine odločitve:

- Katero odločitev je treba sprejeti?
- Ali obstajajo alternative?
- Kakšni so robni pogoji?
- Kdo nosi posledice sprejetih odločitev?
- Kdo sprejema odločitve in katero strategijo uporabiti, da se sprejme odločitev?

³ Angl. Risk picture

⁴ Angl.: HAZOP: Hazard and operability analyses

⁵ Angl.: Event tree analysis

2. Določitev ciljev in prioritete:

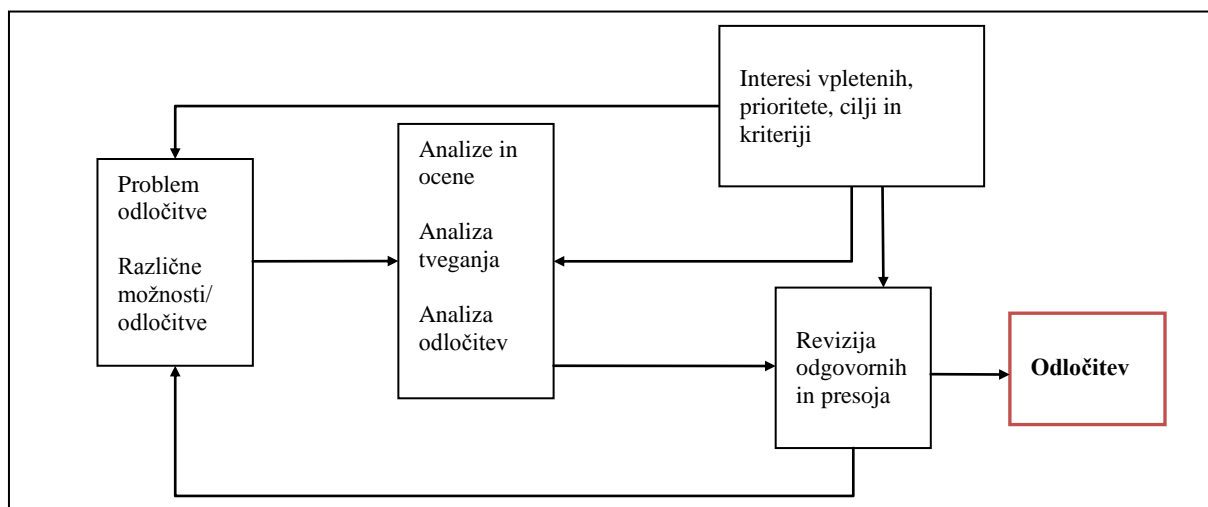
- Kakšni so interesi vpletenih strani?
- Kako vrednotiti pozitivne in negativne posledice?
- Kako ovrednotiti različne alternative?

3. Uporaba različnih analiz za podporo odločanju in presoja odločitev:

- Analize tveganja.
- Analize stroškov in koristi.
- Analize ekonomske učinkovitosti sprejetih ukrepov.

4. Presoja sprejetih odločitev. Odločitev.

Na (Sliki 2) je prikazan model sprejemanja odločitev, na podlagi postavljenih vprašanjih. Začetni korak predstavlja problem odločitve med različnimi možnostmi, ki vodijo do istega cilja oz. izpolnitve določenih zahtev.



Slika 2: Model sprejemanja odločitev pod negotovimi pogoji (Aven, 2003)

Fig.2: A model for decision making under uncertainty (Aven, 2003)

V začetni fazi modela oz. procesa, prikazanega na Sliki 2, se pretehta različne možnosti, ki morajo biti natančno definirane. Nato je treba pretehtati različne vrste analiz in se odločiti za najbolj primerno. Na koncu procesa tisti, ki sprejema odločitve (odgovorni) presodi različne alternative, pri čemer pretehta njihove prednosti in slabosti oz. omejitve ter sprejme odločitev.

2.1.1 Definicija tveganja

Za lažje razumevanje analize tveganja je treba tveganje natančno definirati in ga pravilno opisati oz. prikazati. Tveganje je povezano z bodočim dogodkom A in njegovimi posledicami C . Danes ne vemo ali se bo določen dogodek zgodil oz. kakšne bodo njegove posledice. Drugače povedano, obstaja negotovost U , ki je povezana z A in C . Možnost pojava A , ki bo imel določene posledice C , se lahko izrazi z verjetnostjo P , ki je ocenjena na podlagi preteklih izkušenj K .

Pri oskrbi s pitno vodo so tveganja najpogosteje povezana z zdravjem uporabnikov. V zdravstveni stroki se uporabljata izraza »izpostavljenost« in »vpliv na zdravje ljudi«. Izpostavljenost je povezana z biološkimi parametri (bakterije, virusi in paraziti v pitni vodi), kemijskimi parametri (pesticidi, fito-farmacevtska sredstva, ostanki zdravil) ter fizikalnimi parametri (radioaktivnost, motnost, itd.). Izredni dogodek A lahko pomeni, da je koncentracija enega izmed omenjenih parametrov v zaužiti vodi dosegla oz. preseгла mejno vrednost in je uporabnik zbolel. V tem primeru so posledice oz. vpliv na zdravje prebivalstva označene s C in lahko rezultirajo v obolenosti ljudi. V večini primerov je C neznana oz. negotova (U). Kolikšna je verjetnost P , da C povzroči obolenost ljudi in v kakšnem obsegu, se določi na podlagi preteklih izkušenj K .

Verjetnost P izraža negotovost U z ozirom na A in C . Pri tem se je treba zavedati, da so lahko določene negotovosti skrite v pomanjkljivih izkušnjah oz. znanju, ki jih označimo s K . Pri oskrbi s pitno vodo se npr. predvideva, da določena cev zdrži projektiran tlak. V realnih okoliščinah lahko pride do loma te cevi zaradi neprimerne vgradnje in posledica je daljša prekinitvev dobave pitne vode. V tem primeru verjetnost ni odražala opisane negotovosti.

2.1.2 Definicija ranljivosti

Pojem ranljivosti (oz. občutljivosti na posledice) se lahko definira na podlagi v poglavju 2.1.1 opisanega primera. Če določena oseba zboli zaradi zaužitja onesnažene vode (ti. zgodil se je dogodek A) so posledice negotove in odvisne od ranljivosti osebe (starost, oslavljen imunski sistem, itd.). Izraz ranljivost se uporabi, ko smo zaskrbljeni zaradi posledic, ki jih določen

dogodek (v tem primeru bolezen) lahko povzroči. Posledice so večinoma nepoznane in ranljivost je v tem primeru definirana kot kombinacija posledic in z njimi povezane negotovosti (ali C , U/A). Definicija ranljivosti sledi enaki logiki kot definicija tveganja.

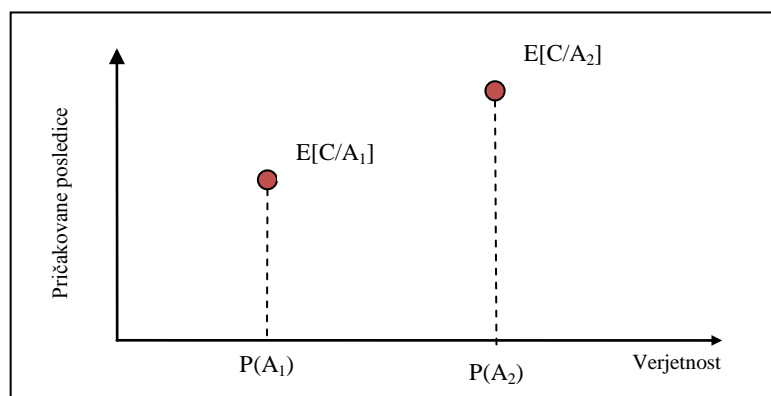
Negotovost in možnost različnih posledic se lahko opiše z verjetnostjo, npr: verjetnost, da oseba umre zaradi določene okužbe (bolezni). Opis ranljivosti je funkcija več spremenljivk: posledic (C), napovedi posledic (C^*), negotovosti (U), verjetnosti (P) in znanja oz. izkušenj (K), ki se nanašajo na dogodek (A). Izraz, da je sistem ranljiv pomeni visoko stopnjo ranljivosti sistema. Če je oseba, ki zaužije onesnaženo vodo kronični bolnik pomeni, da je bolj ranljiva. Zato obstaja velika verjetnost, da bo oseba umrla. Ranljivost predstavlja enega izmed aspektov tveganja, zato je analiza ranljivosti del analize tveganja.

2.1.3 Ovrednotenje in prikaz tveganja

Kot je bilo opisano v prejšnjem poglavju, definicija tveganja vsebuje sledeče komponente: C , C^* , U , P , K , ki jih je treba ustrezno ovrednotiti oz. prikazati. S tem namenom se najprej definira pričakovano vrednost EX neznane količine X . Kot primer bo navedeno število umrlih uporabnikov zaradi zaužitja onesnažene vode. Če ima lahko X tri določene vrednosti (npr. - 10, 20 in 100) s pripadajočimi verjetnostmi (0.1, 0.6, in 0.3), potem je pričakovana vrednost X enaka:

Vrednost pričakovane vrednosti predstavlja geometrijsko sredino verjetnostne porazdelitve in v tem primeru pomeni, da bo najverjetneje 43 ljudi umrlo zaradi zaužitja onesnažene vode. Pri dveh verjetnih dogodkih A_1 in A_2 (npr. dve različni vrsti onesnaženja) sta pričakovani dve vrsti posledic $E(C/A_1)$ in $E(C/A_2)$.

Za primerjavo teh dveh vrst posledic (pričakovanih vrednosti) se uporablja poenostavljen prikaz, kot ga priporoča Aven (2008):



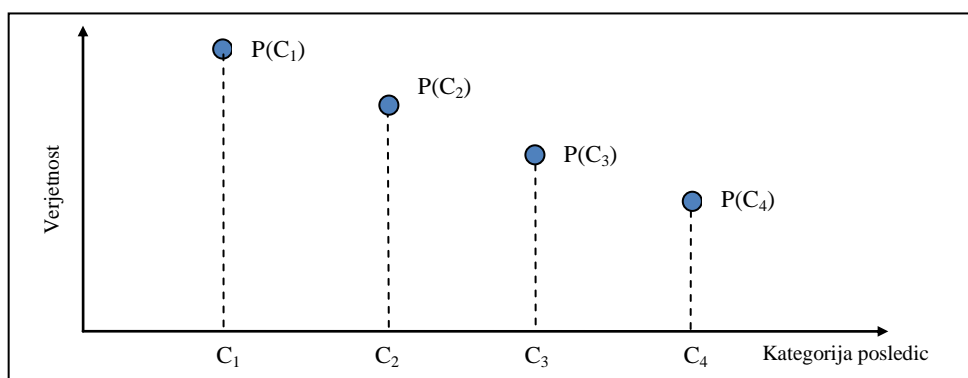
Slika 3: Opis tveganja za dogodek A_1 in A_2 s pričakovanimi vrednostma (Aven, 2008)

Fig. 3: Risk description for two events A_1 and A_2 with expected values (Aven, 2008)

Če je lokacija dogodka na skrajni desni diagrama (Slika 3), je tveganje visoko in nizko za levo stran. Tveganje se lahko namesto s pričakovano vrednostjo opiše tudi s kategorijami posledic. Za primer obolelosti osebe zaradi zaužitja onesnažene vode, se lahko določi npr. štiri kategorije posledic:

- C_1 : Oseba okreva v enem mesecu.
- C_2 : Oseba okreva v obdobju od enega meseca do enega leta.
- C_3 : Oseba nikoli ne okreva.
- C_4 : Oseba umre zaradi bolezni, ki jo je povzročilo zaužitje onesnažene vode.

Na podlagi kategorij posledic se lahko za bolezen (npr. dogodek A_1) prikaže diskretna porazdelitev tveganj, kot ga prikazuje (Slika 4):



Slika 4: Opis tveganja s štirimi kategorijami posledic (Aven, 2008)

Fig. 4: Risk description based on four consequence categories (Aven, 2008)

Izraz $P(C_1)$ pomeni verjetnost (Slika 4), da oseba zboli zaradi okužbe in okreva v enem mesecu ali $P(C_1)=P(A_1 \text{ in } C_1)$, itd. Opis tveganja s kategorijami posledic se lahko prikaže tudi z matriko tveganja, kot je prikazano na Sliki 5, kjer oznaka X v stolpcu C_1 pomeni, da je verjetnost posledic C_1 večja od 50 odstotkov. Slaba stran uporabe matrik je v razlikovanju med različnimi tveganji, saj so kategorije omejene na grobe vrednosti.

POSLEDICE → VERJETNOST ↓	C_1	C_2	C_3	C_4
Najverjetneje (<50%)	X			
Verjetno (10-50%)		X		
Srednje verjetno (10-2%)			X	X
Redko (<2%)				

Slika 5: Prikaz tveganja z matriko tveganja (Aven, 2008)

Fig. 5: Risk picture with risk matrix (Aven, 2008)

Kljub temu je uporaba matrike tveganja primerna za prikazovanje tveganj varne oskrbe s pitno vodo (Tuhovcak, 2006).

2.2 Proces analize tveganja

V tem poglavju bo podan splošni pregled procesa analize tveganja (Slika 1). V prvi fazi se izvede proces načrtovanja analize, v kateri se problem podrobneje definira in izbere metoda za izdelavo analize tveganja. V drugi fazi sledi ocena tveganja, ki se v tretji fazi z določenimi ukrepi zmanjša ali odpravi.

2.2.1 Načrtovanje analize tveganja

V prvem koraku analize tveganja se definira cilje analize, kateri ponavadi temeljijo na točno določenemu problemu. Pri določitvi ciljev je treba upoštevati omejitve, kot so pomanjkanje

zadostnega števila podatkov, časovni roki in finančni okviru. S tem se uravnoteži zapletenost problema z natančnostjo analize. Določi se tudi obseg analize, pogoje delovanja sistema (redno, izredno, ekstremno) in vzpostavi delovno skupino strokovnjakov z obravnavanih področij. Analiza tveganja se lahko nanaša na različna področja (zdravje, obratovanje, okolje, itd.), zato je treba definirati njihove medsebojne odvisnosti. Opredele se uporabo oz. vpliv analize pri sprejemanju končnih odločitev, kjer je treba upoštevati spremembo stopnje tveganja v odvisnosti od sprejetih ukrepov. Analiza tveganja lahko npr. pokaže, da določen ukrep zmanjša tveganje za 2%, medtem ko ga alternativen ukrep zmanjša za 10%, pri čemer so stroški obeh ukrepov enaki. V tem primeru analiza pomaga pri sprejemanju odločitev in oblikovanju strategije. Pomemben del vsakega projekta (tudi zmanjševanja tveganja) je analiza stroškov in koristi.

Analiza stroškov in koristi je temeljno orodje za ocenjevanje ekonomskih koristi projektov. Načelno je treba oceniti vse vplive, tj. finančne, ekonomske in družbene, vpliv na okolje, itd. Cilj analize je opredeliti in ovrednotiti vse morebitne vplive, saj so na ta način določeni stroški in koristi projekta. Rezultati se ugotavljajo kot celota (pričakovana neto korist ali $E[NPV]^6$), s sklepi pa se je treba opredeliti do tega, ali je projekt (ukrep) zaželen in se ga splača izvesti. Stroške in koristi je treba vrednotiti po pravilu diferenčnih vrednosti in sicer kot razliko med projekcijami »s projektom« in projekcijami »brez projekta«. Glavna naloga pretvorbe ciljev v denarne enote je ugotoviti, ali so uporabniki pripravljeni plačati za določeno stopnjo varnosti. Uporaba analize stroškov in koristi predstavlja tudi orodje za učinkovito financiranje določenih ukrepov, pri čemer se ugotovi najbolj racionalno porabo denarnih sredstev. Če je neto korist pozitivna ($E[NPV] < 0$), se ukrep lahko sprejme oz. financira.

Za določitev NPV (neto sedanja vrednost) je treba določiti tok denarnih sredstev v in iz projekta ter upoštevati bodoče finančne prilive oz. koristi. Za izračun neto sedanje vrednosti se uporablja formula, kot jo navaja Aven (2008):

⁶ Angl.: E[NPV]: Expected net present value (Aven, 2008)

Kjer so:

a_t Priliv denarja v času t

i Stopnja povrnitve stroškov zaradi vložka v projekt.

Stopnja povrnitve stroškov i predstavlja investitorjeve stroške, ki bi nastali zaradi investiranja v alternativne ukrepe (npr. zamenjava cevi namesto sprotnega odpravljanja okvar). Poleg analize stroškov in koristi se lahko uporabi oz. upošteva tudi kriterij sprejemljivosti tveganja. Če je izračunano tveganje manjše od pred-definirane vrednosti, potem je tveganje sprejemljivo; v nasprotnem primeru je treba ukrepati in zmanjšati tveganje.

ALARP⁷ princip po drugi strani določa, da mora biti tveganje zmanjšano do najmanjše mere, ki jo je še praktično mogoče doseči. Koristi sprejetih ukrepov zmanjševanja tveganja so ocenjene v povezavi s stroški ukrepov, kar pomeni, da morajo biti ukrepi implementirani, razen če je dokazana njihova neekonomičnost.

2.2.2 Izbira metode analize tveganja

Metodo analize tveganja se izbere na podlagi njenega cilja in pričakovanih rezultatov, saj so različne metode, ki bodo opisane v nadaljevanju, primerne za različna področja. Izbira je odvisna tudi od dostopnosti informacij, pomembnosti sistema, kompleksnosti sistema in ostalih faktorjev. Pogosto se izbere več metod analize tveganja, ki so izvedene zaporedno.

Enostavne analize tveganja se uporabi za prepoznavanje kritičnih sistemov, medtem ko se za detajlno obravnavo določenega kritičnega sistema uporabi standardno analizo tveganja ali analizo tveganja na podlagi matematičnega modela.

Pristop k izbiri metode analize tveganja se lahko začne s prepoznavanjem izrednih dogodkov in njihovih posledic (prelom vodovodne cevi – vdor fekalne vode v vodovodno omrežje – obolelost uporabnika) ali obratno, s prepoznavanjem možnih posledic (obolelost uporabnika – vdor fekalne vode v vodovodno omrežje – prelom vodovodne cevi).

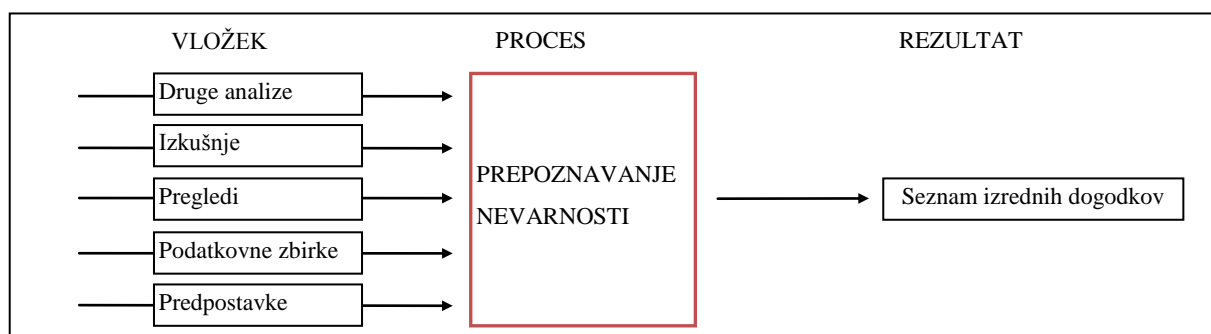
⁷ Angl.: As Low As Reasonably Practicable

Uporaba statističnih orodij lahko služi kot dopolnilo k analizi tveganja (Aven, 2008). Kot primer je podano letno število prelomov cevi na nekem vodovodnem sistemu. Število prelomov predstavlja pretekle dogodke in ne pomeni dejanskega tveganja. Če upravljavca vodovodnega sistema zanima število okvar v prihodnjem letu, je koncept tveganja s tem določen: izredni dogodki, posledice in z njimi določene negotovosti. Enostavna metoda analize tveganja, na podlagi pretekle statistike in izkušenj zaposlenih, rezultira v zmanjšanju števila lomov v prihodnosti. Za isti primer lahko standardna metoda analize tveganja poda 90% napovedni interval $[a, b]$ za število prelomov X v prihodnjem letu, kar pomeni, da je:

Tako lahko pričakovano število prelomov za naslednje leto temelji na statistiki preteklih let. Analize tveganja na podlagi matematičnih modelov lahko podajo enake rezultate kot standardne analize tveganja. Število prelomov na vodovodnem omrežju je lahko opisano z uporabo npr. Poissonove ali ostalih porazdelitev, kar omogoči izvajalcu analize sistematično proučevanje tveganja vplivnih faktorjev.

2.2.3 Ocena tveganja

Prvi korak pri oceni tveganja je prepoznavanje izrednih dogodkov oz. nevarnosti in je tudi najbolj kritičen. Če določena nevarnost ni prepoznana, se tveganje ne more zmanjšati ali odpraviti. Zato je pomembno, da prepoznavanje izrednih dogodkov poteka sistematično in strukturirano. Na (Sliki 6) je prikazano, kako se aktivnost izvede.



Slika 6: Prepoznavanje nevarnosti (Pham, 2003)

Fig. 6: Hazard identification (Pham, 2003)

Za prikazani proces prepoznavanja nevarnosti obstaja več različnih metod (FMEA, itd.), ki bodo podrobneje opisane v nadaljevanju. V procesu identifikacije je treba izredne dogodke pravilno izbrati in sicer tako, da:

- skupaj tvorijo celotno sliko tveganja,
- njihovo število ni preveliko in
- zaporedno modeliranje serije dogodkov služi cilju analize.

Pri oskrbi s pitno vodo se lahko analizira lom cevi kot izredni dogodek. Če se osredotočimo na celotno verigo vzrokov za prelom cevi, je število vzrokov veliko in upoštevanje vseh možnih scenarijev zelo zahtevno. Veriga posledic, npr. onesnaženje zaradi vdora fekalne vode, je v tem primeru pogojena z vsemi scenariji preloma cevi. Za onesnaženje vode kot posledice preloma ponavadi obstaja premalo podatkov za izvedbo relevantne analize tveganja vdora fekalne vode. Zato je bolj strukturirano in lažje začeti analizo z možnostjo vdora fekalne vode, kot z izrednim dogodkom (prelomom).

Če so izredni dogodki prepoznani in med seboj povezani v scenarije (veriga dogodkov) se je treba vprašati kakšna je verjetnost, da se dejansko zgodijo. Kot je bilo že omenjeno, se tveganje izrazi z verjetnostjo in pričakovano vrednostjo posledic. Verjetnost je ponavadi ocenjena glede na pretekle izkušnje, zato je tveganje treba ovrednoti z namenom sprejemanja odločitev o zmanjševanju tveganja.

2.2.4 Zmanjševanje ali odprava tveganja

V tem poglavju bo podrobneje opisano zmanjševanje in/ali odprava tveganja, ki poteka v dveh osnovnih korakih:

- Primerjava različnih možnosti, prepoznavanje primernih in ocena ukrepov ter
- presoja ukrepov in odločanje.

Obravnavanje tveganja je odvisno od strategije in organizacije podjetja. V prvi fazi se na podlagi analiziranega tveganja primerja različne možnosti. Če so alternative med seboj enake,

glede na npr. stroške ali učinek, poda analiza tveganja priporočilo za določen ukrep. Običajno je treba pretehtati med različnimi možnostmi. V tem primeru dodatna analiza stroškov in koristi omogoči primerjavo teh možnosti in poda povezavo med stroški in ukrepi. Pri tem se je treba zavedati, da imajo tovrstne analize nekatere slabosti, saj obstaja velik problem pretvorbe neekonomskih dobrin (človeško življenje, itd.) v denarno enoto. Poleg tega vrednost varnosti ni korektno upoštevana s tovrstnim pristopom. Vlaganja v varnost so upravičena z zmanjšanjem tveganja oz. nevarnosti pri čemer analize stroškov in koristi ne upoštevajo tveganja in negotovosti, pri izračunu pričakovane neto sedanje vrednosti. Podrobnejšo ponazoritev opisanega problema se lahko prikaže v sledečem primeru:

Upravljaec vodovodnega sistema ima možnost dveh ukrepov zmanjševanja tveganja (I in II). Za ukrep I (II) je izračunana pričakovana vrednost zmanjšanja smrtnih žrtev 1 (2). Stroški obeh ukrepov so popolnoma enaki. Analiza stroškov in koristi bo podala rezultat, da je primernejši ukrep II. Pri tem se predpostavi, da obstaja velika negotovost o dogodku in njegovih posledicah, ki bi vodile do smrtnih žrtev. Recimo, da je ukrep II podprt z najnovejšo tehnologijo. To dejstvo ne bi spremenilo rezultata analize stroškov in koristi, saj je le ta omejen striktno na pričakovano vrednost. Zato se lahko sklepa, da je treba razmišljati širše od pričakovane vrednosti oz. analize stroškov in koristi pri sprejemanju končnih odločitev.

Analiza tveganja predstavlja osnovo za sprejetje odločitve o ukrepih, ki tveganje zmanjšajo. Tovrstni ukrepi lahko zmanjšajo verjetnost pojava izrednega dogodka ali pa ublažijo njegove posledice. Z opazovanjem vpliva določenih faktorjev na spremembo stopnje tveganja se prepozna tista področja oz. faktorje, ki imajo največji vpliv na tveganje.

V kontekstu analize tveganja ponavadi ni na razpolago sistematičnega pristopa k podajanju predlogov za ukrepe zmanjševanja tveganja. Včasih ukrepi tudi ne zadostijo pričakovanjem saj lahko doprinesejo le majhne spremembe k zmanjševanju tveganja. Kot rešitev opisanega problema se lahko na osnovi obstoječih rešitev identificira ukrepe, ki zmanjšajo tveganja za npr. 10, 50, 90% ali specificira rešitve, ki pripomorejo k tem rezultatom. Rešitve problema in ukrepi morajo biti ovrednoteni preden se sprejme odločitev o njihovi uporabi.

Ukrepe se ovrednoti na podlagi metod, ki so podrobneje opisane v poglavju 2.1.3. V večini primerov imajo ukrepi pozitiven učinek (npr. povečana varnost), lahko pa imajo tudi kakšnega negativnega. Tako lahko zaradi zmanjševanja vodnih izgub pride do povečane varnosti zagotavljanja ustreznih količin vode, po drugi strani pa se zaradi povečanega zadrževalnega časa vode v cevovodu lahko poslabša njena kakovost. Pri sprejemanju odločitev je treba upoštevati tako pozitivno kot negativno stran ukrepov. Analize ponavadi podajo jasne zaključke, če temeljijo na indikatorjih, kot so npr. stroški na enoto rešenih človeških življenj ali stroški za zmanjšanje izgub vode na enoto kubičnega metra. Pri strategiji si je treba zastaviti natančno določene cilje, kot npr. ukrep bo sprejet, če se bodo izgube vode zmanjšale za 10%. Ukrep, ki ima pozitivno pričakovano vrednost, se lahko implementira takoj. Običajno zadoščajo grobi izračuni pričakovane vrednosti za odločitev do katere mere lahko omenjeni kriterij upraviči uporabo ukrepa pri čemer se izpustijo zahtevne ocene povezane z vrednostjo človekovega življenja in škodo za okolje. Potencialna strategija za oceno ukrepa se, kadar analiza pričakovanih vrednosti ni dala jasnih rezultatov, oblikuje s postavljanjem sledečih vprašanj (Aven, 2008):

- Ali obstaja visoko tveganje za zdravje zaposlenih ali za škodo okolju?
- Ali je velika negotovost, povezana s pojavom in njegovimi posledicami in bo ukrep zmanjšal to negotovost?
- Ali ukrep prispeva k boljši (enostavnejši) rešitvi problema?
- Ali ukrep temelji na najboljši razpoložljivi tehnologiji in ali obstajajo strateški pomisleki?

V praksi obstaja mnenje, da upravljanje s tveganjem zahteva formalna navodila ali kriterije za poenostavljanje končnih odločitev, kar lahko vodi v avtomatizacije procesa uporabe ukrepov. Pri tem se je treba zavedati, da so lahko pri sprejemanju odločitev glede na izračunane verjetnosti in pričakovane vrednosti, izpuščeni nekateri vidiki tveganja, stroškov in koristi.

2.3 Obstoječe metode analize tveganja

V tem poglavju bodo podrobneje predstavljene obstoječe metode analize tveganja, ki se danes uporabljajo v svetu na različnih področjih. Glede na zahtevnost obravnavanega sistema ter časovnih in finančnih omejitev je treba izbrati metodo, ki bo karseda najbolje služila svojemu namenu.

2.3.1 Analiza obratovanja in nevarnosti prekinitve delovanja sistema

Analiza obratovanja in nevarnosti⁸ predstavlja sistematičen pristop za prepoznavanje nevarnosti in problemov obratovanja nekega obrata (npr. objekt priprave pitne vode). Vsi deli sistema (objekta) so ocenjeni z vidika prepoznanih nevarnosti, izrednih dogodkov in njihovih posledic. Tovrstna analiza je posebej uporabna za predvidevanje nepredvidenih nevarnosti v sistemu, ki so posledica pomanjkanja podatkov, znanja ali sprememb oz. novosti v sistemu. Osnovni cilji analize so (Nolan, 1994; Wirth in Sieber, 2000)

- a) Celoten opis sistema ali procesa, vključno z bodočimi spremembami v delovanju oz. obratovanju.
- b) Identifikacija posledic sprememb v sistemu in
- c) opredelitev, ali lahko te spremembe vodijo do pojava izrednih dogodkov.

Preglednica 1: Primer HAZOP pred-definiranih izrazov (Rosen at all, 2007)

Table 1: Example HAZOP guidewords (Rosen at all, 2007)

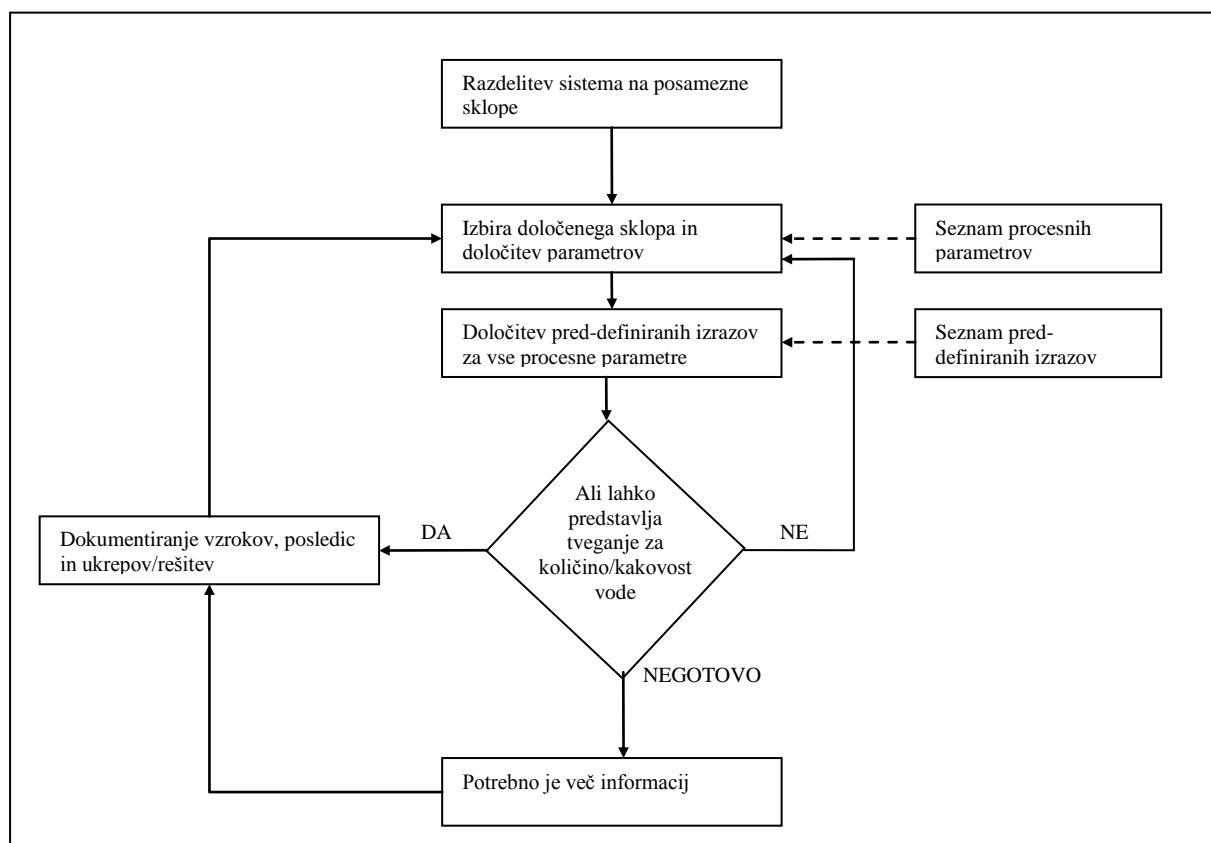
IZRAZ	DEFINICIJA
Ne	Noben del zelenega rezultata ni dosežen (npr. ni pretoka)
Več	Povečanje, količinsko (npr. visok tlak)
Manj	Zmanjšanje, količinsko (npr. nizek tlak)
Toliko kot	Povečanje, kakovostno (npr. dodaten material)
Del	Zmanjšanje, kakovostno (npr. samo ena izmed dveh komponent v mešanici)
Obratno	V nasprotni smeri (npr. povratni tok)
Drugo kot	Nič ni doseženega, zgodi se nekaj popolnoma drugega (npr. pretok ali napačen material)

V prvi fazi se razdeli sistem v sklope, ki se jih posamezno analizira. Za vsak posamezni sklop se določi procesne spremenljivke (npr. temperatura, tlak, pretok, mikrobiološki parametri

⁸ Angl.: HAZOP: Hazard and operability analysis

vode, itd.). Opisane parametre se opremi z pred-definiranimi izrazi z namenom sistematičnega pregleda obravnavanega sistema (npr. prepoznavanje možnih sprememb v omenjenih parametrih, ki lahko vplivajo na kakovost in/ali količino pitne vode). Primer pred-definiranih izrazov je prikazan v Preglednici 1.

Pred-definirani izrazi so povezani s procesnimi pogoji, aktivnostmi, materiali, časom in krajem. Analiza obratovanja in nevarnosti je proces, ki ga je treba izvajati v več korakih, kot jih prikazuje Slika 7.



Slika 7: Diagram poteka za HAZOP analizo (Rosen at all, 2007)

Fig 7: Flow diagram for the HAZOP analysis (Rosen at all, 2007)

Običajno se HAZOP analizo uporablja v fazi načrtovanja sistema. Za dokumentiranje odmikov (deviacij), vzrokov posledic in ukrepov (npr. za proces kloriranja pitne vode) se uporablja poseben obrazec, ki je prikazan v Preglednici 2.

Preglednica 2: Primer obrazca in analize HAZOP

Table 2: Example of worksheet and HAZOP analysis

PROCESNA ENOTA: Priprava pitne vode - kloriranje				
PROCESNI PARAMETER: Pretok				
PRED-DEFINIRANI IZRAZ	ODMIK	VZROK	POSLEDICA	UKREP
Ne	Ni pretoka	1. Zmanjkalo je klora 2. Prelom cevi ali puščanje iz rezervoarja 3. Okvara ventila v zaprtem stanju	Dezinficirana voda	
Več	Pretok je prevelik	1. Oprema je nekalibrirana	Visoka koncentracija klora v vodi	
Manj	Pretoka je manj	1. Omejena oskrba 2. Oprema je nekalibrirana	Dezinficirana voda	

Analiza HAZOP zahteva veliko časa in dela. Kljub temu je bila v preteklost uspešno uporabljena pri načrtovanju industrijskih procesov. Obrazec za HAZOP analizo in sama metoda je podobna FMEA analizi.

2.3.2 Analiza možnih napak in njihovih posledic (FMEA)

Analiza FMEA⁹ (Analiza možnih napak in njihovih posledic) je enostavna metoda predvidevanja okvar in njihovih posledic za celoten sistem. Metoda je induktivna: za vsak posamezni sestavni del sistema se predvidi, kaj pomeni njegova odpoved z vidika posledic za celoten sistem. Pri analizi se upošteva odpoved zgolj ene izmed komponent sistema, medtem ko se za ostale predvideva, da delujejo brezhibno. Analiza se prične z izbiro sestavnega dela na najnižjem nivoju sistema, za katerega so še razpoložljivi podatki. Na izbranem nivoju se kreira določene preglednice, ki opisujejo različne vrste okvar gradnikov sistema. Gradnike se posamezno analizira in posledice njihovih okvar se upošteva na višjih nivojih. Na ta način je sistem analiziran od spodaj navzgor. Za dosledno preučevanja sistema se uporablja specifičen FMEA obrazec, ki vsebuje naslednje stolpce:

1. **Gradnik sistema (identifikacija):** V tem stolpcu je določen ali opisan gradnik sistema z opisom ali številko. Stolpec se lahko navezuje na shemo sistema.
2. **Funkcija:** Kratak opis funkcije gradnika sistema, njegove naloge in stanje gradnika pri običajnem delovanju sistema.






⁹ Angl.: FMEA: Failure mode effects analysis

3. **Možne napake:** V tem stolpcu se opišejo vsi možni načini odpovedi oz. okvare gradnika sistema, pri čemer so vključene vrste odpovedi, ki so posledica zunanjih vplivov. Interne okvare se upoštevata kot vzrok za odpoved delovanja in so opisane v ločenem stolpcu. V določenih primerih je treba upoštevati tudi osnovne fizikalne pojave, ki lahko vodijo do okvare (mehanizmi okvare), kot je npr. korozija. Običajno se določi način odkritja okvare in tistega, ki je zato zadolžen.
4. **Vpliv na druge gradnike sistema:** V tem stolpcu se definira vpliv okvare določenega gradnika na ostale komponente v sistemu. Podrobneje se opiše tudi propagacijo okvare, ki ne sledi funkcijskem diagramu sistema (npr. vibracije ohišja črpalke lahko povzročijo okvaro motorja črpalke).
5. **Vpliv na sistem:** Opis vpliva okvare določenega gradnika na celoten sistem. Treba je oceniti stanje sistema po nastopu okvare.
6. **Preventivni ukrep:** Opis postopkov oz. ukrepov, ki lahko preprečijo ali ublažijo okvaro gradnika in njeno posledico za delovanje sistema.
7. **Korektivni ukrep:** Opis postopkov oz. ukrepov, ki se jih izvede za odpravo okvare in njenih posledic.
8. **Frekvenca odpovedi/okvare:** V tem stolpcu se oceni (ali izračuna) frekvenco (verjetnost) pojava okvare in njenih posledic. Namesto podajanja frekvenc za vsako vrsto okvare posebej, se lahko poda celotno frekvenco (verjetnost) za vse vrste okvar in relativno frekvenco (v procentih) za različne vrste okvar.
9. **Razvrščanje posledic okvare:** Okvara se rangira v skladu z izračunanim številom prioritete tveganja za posamezno okvaro/posledico.

Obliko in vsebino obrazca se lahko prilagaja potrebam analize za določeno področje. Pri tem je treba zagotoviti vse pomembne informacije o sistemu, ki so potrebni za analizo (Glej tudi poglavje 4).

2.3.3 Analiza drevesa odpovedi

Analiza diagrama (drevesa) odpovedi ali FTA¹⁰ temelji na risanju diagramov odpovedi, ki ponazarjajo odvisnost med odpovedjo delovanja sistema (oz. določenim izrednim dogodkom) in posameznimi okvarami sestavnih delov sistema. V korenu diagrama nastopa izredni dogodek, kateri povzroči nedelovanje ali degradirano stanje sistema. Kot »*listi*« v diagramu nastopajo posamezni dogodki, ki preko logičnih operatorjev (običajno IN, ALI, itd.) vodijo do izrednega dogodka (Slika 8).

SIMBOL	POMEN	OPIS/UPORABA
	IN	Do izhodnega dogodka pride (nad), če se zgodijo vsi vhodni dogodki (pod).
	ALI	Do izhodnega dogodka pride, če se zgodi vsaj eden izmed vhodnih dogodkov.
	OPIS DOGODKA	Simbol je nad logičnimi operatorji in osnovnimi dogodki.
	OSNOVNI DOGODEK	Dogodek na najnižji stopnji modela odpovedi.
	PREHOD	Uporabi se, ko se ista veja diagrama pojavi v različnih delih diagrama in/ali če diagram obsega več strani v dokumentu.

Slika 8: Logični operatorji v diagramu odpovedi (IEC 1025, 1990)

Fig 8: Logical operators in fault tree diagram (IEC 1025, 1990)

S temi simboli postane analiza diagrama odpovedi podobna logični enačbi. Če so podane verjetnosti za liste v sistemu (dogodke), je mogoče izračunati verjetnost izrednega dogodka. Verjetnosti listov izhajajo iz meritev na terenu v dobi koriščenja sistema ali iz faze testiranja. Cilj zanesljivega sistema je čim manj »*ali*« povezav in karseda veliko več-*vhodnih* »*in*« povezav.

Diagram dogodkov se gradi od spodaj navzgor. V listih nastopajo odpovedi opreme, človeške napake in zunanji vplivi (faktorji), kot so vreme, naravne nesreče, itd. Analiza poda pomembno informacijo o kombinaciji okvar, ki lahko rezultirajo v izrednem dogodku. Tovrstna kombinacija se imenuje podmnožica listov¹¹ in predstavlja zaporedje osnovnih dogodkov, kateri povzročijo korenski dogodek.

¹⁰ Angl.: FTA – Fault tree analysis

¹¹ Angl.: Cut set

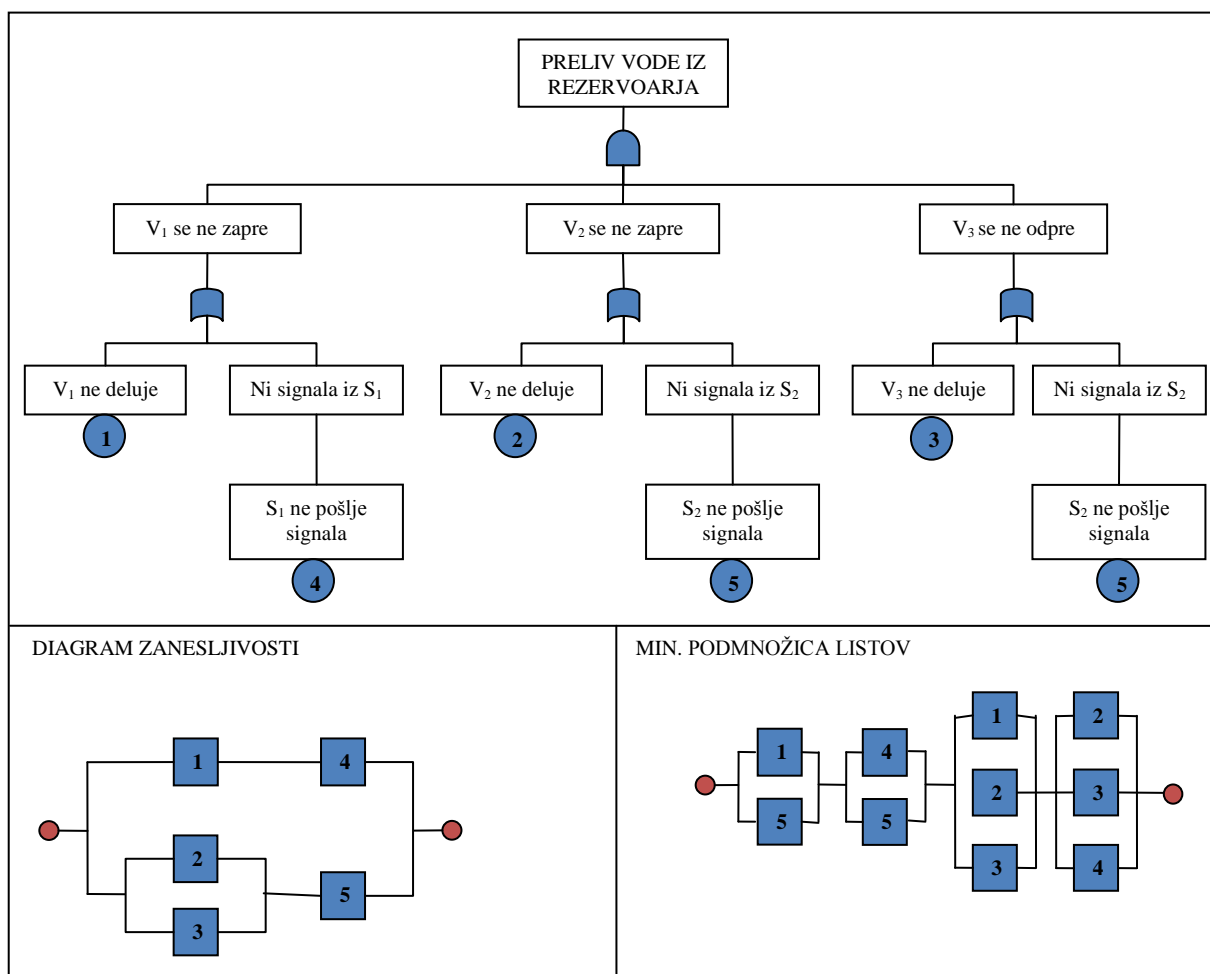
Minimalna podmnožica listov je v tem primeru definirana kot tista podmnožica, ki jo ni mogoče reducirati in v vsakem primeru lahko povzroči korenski dogodek. Analiza diagrama odpovedi se izvede v več korakih:

1. Določitev objektov opazovanja.
2. Določitev načinov odpovedi ($N \text{ odpovedi} = N \text{ FTA dreves}$).
3. Določitev N drevesnih struktur.
4. Analiza vseh drevesnih struktur.
5. Določitev celotne podmnožice listov, ki lahko povzročijo korenski dogodek – odpoved.

Analiza diagrama odpovedi je obsežen proces, saj je z enim diagramom možno analizirati le en način odpovedi. Pri analizi je treba zagotoviti več strokovnjakov iz istega področja, saj se s tem izniči vpliv subjektivnosti analitika. Izvedba statističnega dela analize je zelo zahtevna, pri čemer je treba poleg možnosti odpovedi opreme upoštevati tudi človeške napake in zunanje dogodke (Aven, 2008).

Za ponazoritev analize diagrama odpovedi je podan primer razbremenilnika vode (Glej tudi Sliko 23). Poraba vode v rezervoarju ni konstantna. Gladina vode je avtomatsko regulirana po naslednjem protokolu: ko gladina vode doseže določeno višino (običajna višina), se stikalo S_1 aktivira in pošlje signal za zaporo zasunu Z_1 . Dotok vode v rezervoar se ustavi. Če mehanizem ne deluje in se gladina vode dvigne nad običajno višino (kritična višina), potem stikalo S_2 pošlje signal za zaprtje zasunu Z_2 . Tudi v tem primeru je dotok vode v rezervoar prekinjen. V istem trenutku stikalo S_2 pošlje signal zasunu Z_3 , ta se odpre in izprazni rezervoar do običajne višine. Izpustna cev je večje dimenzije kot dotočna cev. Izdelan je diagram odpovedi (Slika 9) s korenskim dogodkom preliva vode iz rezervoarja, kot posledice odpovedi delovanja sestavnih delov sistema Z_1 , Z_2 , Z_3 , S_1 in S_2 . Minimalna podmnožica listov je določena neposredno iz diagrama in obsega dogodke (Slika 9):

Kvalitativna analiza diagrama odpovedi temelji na identifikaciji minimalnih podmnožic listov. Število dogodkov v podmnožici se imenuje zaporedje podmnožice listov.



Slika 9: Diagram odpovedi za preliv vode iz rezervoarja zaradi prenapolnjenosti

Fig. 9: Fault tree for the top event "overfilling the tank"

Minimalne podmnožice listov so rangirane glede na omenjeno zaporedje. Pri tem je treba poudariti, da so podmnožice listov, ki izhajajo iz enega dogodka nezaželene, saj lahko le ena okvara vodi do korenskega dogodka.

Tovrsten kvalitativen pristop pa je lahko zavajajoč. Večje podmnožice listov lahko podajo večjo verjetnost okvare kakor manjše, zato je priporočena tudi kvantitativna analiza (Aven, 2008). Pri običajnih okvarah en dogodek vpliva na več ostalih dogodkov v diagramu odpovedi (npr. prekinitev oskrbe z električno energijo povzroči nepravilno delovanje senzorjev v razbremenilniku vode).

Za kvantitativno analizo sistema je treba razpolagati z verjetnostjo pojava korenskega dogodka. Ponavadi se izračuna:

- Verjetnost pojava korenskega dogodka in
- pomembnost (kritičnost) osnovnih dogodkov v diagramu odpovedi.

Za izračun verjetnosti pojava korenskega dogodka se pogosto uporablja aproksimacijska metoda: za vsako minimalno podmnožico listov se izračuna verjetnost odpovedi. Temu sledi seštevanje verjetnosti vseh minimalnih podmnožic.

Za opisani primer razbremenilnika vode so verjetnosti dogodkov 1(2%), 2(2%), 3(2%), 4(1%) in 5(1%). Z uporabo diagrama minimalne podmnožice listov (Slika 9) dobimo, da je verjetnost pojava korenskega dogodka preliva vode iz rezervoarja približno enaka:

To pomeni, da je v primeru dviga gladine vode do vrhnjega roba rezervoarja približno 25 krat na leto, verjetnost preliva (letno) 0,75% ($25 \cdot 0,03$). Odstotna vrednost 0,75 pomeni indeks tveganja za omenjeno aktivnost. Seštevanje nezanesljivosti za 25 primerov je dovoljeno, ker je verjetnost pojava korenskega dogodka (dva ali večkrat na leto) zanemarljiva v primerjavi z 0,75%. Iz izračunane verjetnosti (Enačba 5) se lahko sklepa, da je stikalo S_2 najbolj pomembna komponenta z vidika zanesljivosti, zato bi izboljšanje njegovega delovanja največ pripomoglo k večji varnosti sistema.

Aproksimacijski postopek poda natančne rezultate, če je verjetnost korenskega dogodka majhna in so osnovni dogodki med seboj neodvisni. Pogoj za neodvisnost osnovnih dogodkov je ta, da verjetnost pojava osnovnega dogodka ni odvisna od enega ali več ostalih osnovnih dogodkov. Z uporabo tovrstne aproksimacijske metode je bila zanemarjena možnost, da sta dva ali več minimalnih podmnožic listov v stanju odpovedi oz. okvare (tj. da je s tem napaka narejena).

Kot alternativa omenjenem postopku se lahko izvede natančen izračun, pri čemer se vzame sistem kot kombinacijo zaporednih in vzporednih struktur. V tem primeru so komponente obravnavane neodvisno. Oznaka P_i pomeni verjetnost, da komponenta i deluje pravilno; $i = 1, 2$ in $Q_i = 1 - P_i$. Oznaki P_i in Q_i predstavljata zanesljivost in nezanesljivost komponente i . Komponenti 1 in 4 sta zaporedni (Slika 9), torej je zanesljivost pod-strukture enaka P_1P_4 . Komponenti 2 in 3 sta vzporedni, zato je nezanesljivost omenjene strukture Q_2Q_3 . Z kombinacijo te pod-strukture in komponente 5 dobimo vzporedno strukturo z zanesljivostjo $1 - (Q_2Q_3)P_5$. Zadnja struktura je ponovno vzporedna s strukturo komponent 1 in 4 in nezanesljivost sistema je enaka:

Enačba 5 poda enako nezanesljivost sistema kot enačba 6 in sicer 0,03%.

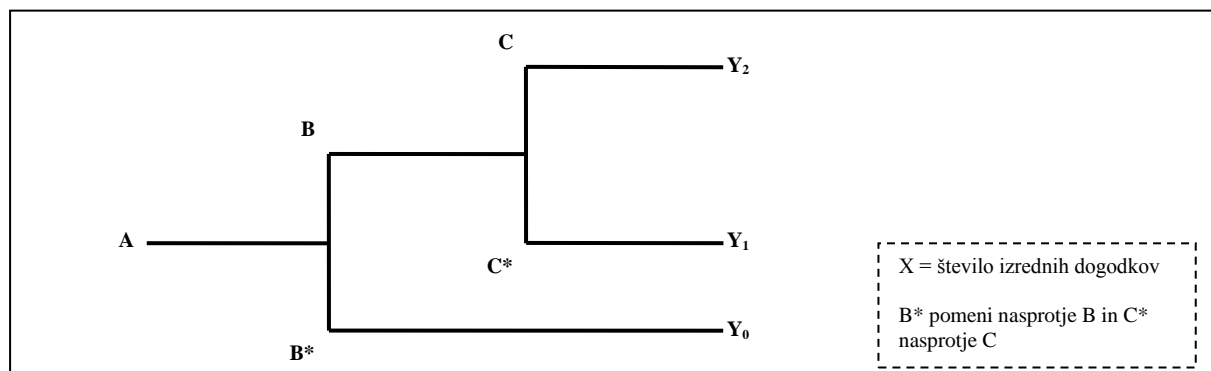
Razumevanje analize diagrama odpovedi je razmeroma enostavno, četudi oseba, ki jo izvaja nima predhodnega znanja o metodi. Ena izmed prednosti analize je zahteva po dobrem poznavanju sistema. V procesu izdelave se lahko odkrijejo in odpravijo številne slabosti sistema. Diagram odpovedi okvare poda statično sliko kombinacije okvar, ki lahko povzročijo izredni dogodek in ni primeren za analizo dinamičnih sistemov.

2.3.4 Analiza drevesa dogodkov

Analiza drevesa dogodkov¹² se uporablja za preučevanje izrednih dogodkov oz. odvisnosti med posledicami in različnimi sekvencami (kombinacijami) dogodkov. Metodo se lahko uporablja tako kvalitativno kot tudi kvantitativno.

Kvantitativna uporaba analize poda sliko možnih scenarijev. Posledice so povezane z različnimi scenariji dogodkov in njihovimi posledicami. Analizo se izvede s postavitvijo številnih vprašanj, na katera je odgovor *DA* ali *NE*. Za ponazoritev metode (Slika 10) bo podan primer preloma vodovodne cevi.

¹² Angl: Event tree analysis



Slika 10: Primer drevesa dogodkov (Aven, 2008)

Slika 10: Event tree example (Aven, 2008)

Drevo dogodkov (Slika 10) se lahko razveji na naslednji način: Lahko pride do nekontroliranega izpusta vode iz vodovodnega omrežja A in odvisno od dogodkov B (onesnaženje pitne vode s patogenimi organizmi) ter C (širša kontaminacija vodovodnega sistema) so posledice Y₀ (samo materialna škoda popravila) ter Y₁ in Y₂ (obolelost uporabnikov in smrtne žrtve). Število prelomov vodovodnega omrežja v določenem časovnem obdobju je označeno z X. Scenariji so naslednji:

- Pride do preloma A in dogodkov B in C. Število žrtev je Y₂.
- Pride do preloma A in dogodka B. C se ne zgodi; Število smrtnih žrtev Y₁.
- Pride do preloma A in B se ne zgodi. Posledica je zgolj materialna škoda Y₀.

Iz vej drevesa dogodkov se generira več scenarijev. Kot je bilo že predhodno omenjeno, se za posamezno vejo postavi vprašanje na katerega je mogoče odgovoriti z DA ali NE. Na ta način se pride do najbolj ugodnega scenarija na zgornji in najmanj ugodnega na spodnji strani diagrama (Slika 10).

Če je v drevesu veliko (vejnih) vprašanj, potem je treba analizirati mnogo različnih scenarijev dogodkov. Če so scenariji podobni, se jih lahko združi in obdela v nadaljevanju analize. Vprašanja so razdeljena v dve glavni kategoriji:

1. Vprašanja fizikalne narave (prelomi, potresi itd.) in
2. vprašanja povezana z omejitvami sistema (možnost odkrivanja okvare oz. okužbe).

Običajno analiza drevesa dogodkov pokriva obe kategoriji. V primeru uvajanja ukrepov za zmanjševanje tveganja je treba upoštevati drugo kategorijo.

V naslednjem koraku analize se izdelata dve matrike posledic, ki opisujejo posledice dogodkov. Na Sliki 10 so posledice omejene na število žrtev in ekonomsko škodo. Matriko se generira z vpeljavo kategorije posledic (izgub), ki je lahko določena v obliki celega števila (npr. 2), pričakovane vrednosti (npr. pričakovane vrednosti smrtnih primerov $E[Y_2/s]=1,5$) ali verjetnostne porazdelitve za možne posledice (npr. $P[Y_2=0/s]=0,10$, $P[Y_2=1/s]=0,30$ in $P[Y_2=2/s]=0,60$).

Če so verjetnosti določene za vsako vejo drevesa (vprašanje), potem se lahko določi verjetnost za vsak dogodek (scenarij) z zmnožkom zaporednih verjetnosti. Z ozirom na Sliko 10 velja:

— — — —

in brezpogojno:

—

Predpostavimo, da je $P(A)$ majhna in zato lahko zanemarimo možnost pojava dveh ali več A dogodkov v določenem časovnem intervalu. Če je frekvenca dogodka A večja, potem se lahko uporabi naslednja enačba (Aven, 2009):

Pri uporabi zgornjih enačb je treba upoštevati, da so vse verjetnosti odvisne od dogodkov, ki si sledijo zaporedno. Verjetnost dveh smrtnih žrtev v scenariju $A-B-C$ ni enaka verjetnosti pri zaporedju $A-B-C^*$. Za poenostavitev analize se lahko predpostavi rezultat za določen scenarij. V primeru preloma cevi je tako: $Y_2=2$, $Y_1=1$ in $Y_0=0$. Tovrstne predpostavke je treba

validirati. Analiza drevesa dogodkov za omenjeni primer poda (npr.) rezultat, da je verjetnost $P(B)=0,002$ (ne glede na uporabo metode; model ali pretekle izkušnje). Podobno se predpostavi tudi $P(C/B)=0,2$. Iz obeh verjetnosti lahko izračunamo porazdelitev negotovosti za število žrtev Y z uporabo aproksimacijskih enačb kot je:

—

Tovrstne enačbe omogočajo, da ima določen dogodek (npr. dve ali več onesnaženj na leto) zanemarljivo majhno verjetnost v primerjavi z drugim dogodkom (npr. eno onesnaženje na leto). Če predpostavimo, da je $EX=4$ in pričakovano število ur izpostavljenosti onesnaženju 8760^{13} (za dve osebi), dobimo $P(Y=2)=0,0016$ in $P(Y=1)=0,0064$. Pričakovano število smrtnih žrtev (FAR^{14}) je:

Analiza drevesa dogodkov določi verjetnost izrednega dogodka, glede na kronološko zaporedje ostalih dogodkov, ki vodijo do njega. Z analizo vseh možnih scenarijev se lahko izračuna odstotno verjetnost dogodkov, ki vodijo do želenega rezultata. Običajni pristopi k modeliranju odvisnosti v drevesu dogodkov z uporabo koherentnih aproksimacij pa lahko vodijo do napačnih rezultatov (Andrews, 2006). Za korektno izvedbo analize so potrebne izkušnje in dobro poznavanje analiziranega sistema.

2.3.5 Ostale metode za analizo tveganja

Poleg analize drevesa dogodkov, je za analizo tveganja pri oskrbi s pitno vodo možna tudi uporaba naprednejših metod. **Markovi modeli** omogočajo detajlno modeliranje sistema z upoštevanjem prehoda med različnimi stanji sistema (Rausand in Hoyland, 2004). **Bayesane mreže** upoštevajo razmerja med številnimi spremenljivkami v sistemu. Uporabljajo se za primere, kadar želimo ugotoviti kateri faktorji oz. spremenljivke povzročijo

¹³ Predpostavljeno letno število ur, ko uporabniki pijejo onesnaženo vodo

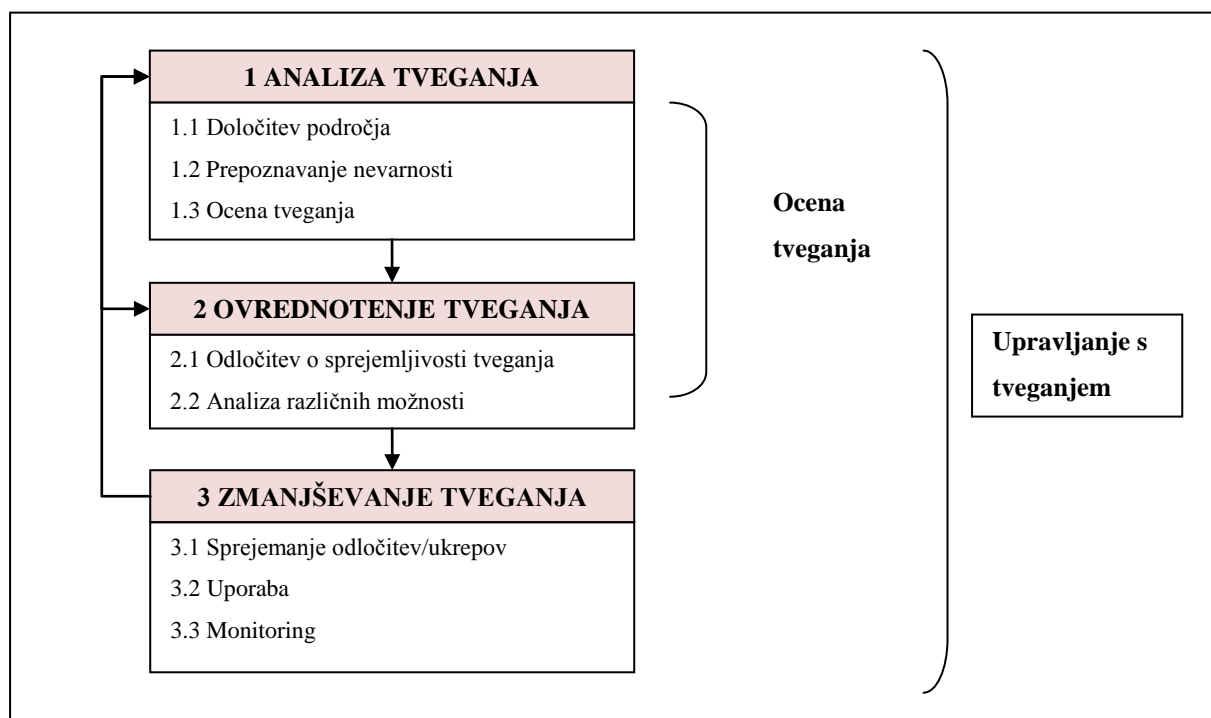
¹⁴ FAR: Angl: Fatal Accident Rate: Pričakovano število žrtev za izpostavljenost onesnaženju 100 milijonov ur.

pojav določenega izrednega dogodka (Singpurwalla, 2006). Metoda **Monte Carlo** simulira "obnašanje" kompleksnih sistemov, ki so podvrženi naključnim dogodkom. Z izvedbo številnih simulacij se pridobi srednje vrednosti preučevanih spremenljivk (Rausand in Hoyland, 2004).

Analiza tveganja je sestavni del procesa upravljanja s tveganjem. Pri oskrbi s pitno vodo imajo nekatere države Evropske unije dolgo tradicijo zagotavljanja varne oskrbe s pitno vodo, ki deloma temelji na metodah, opisanih v tem poglavju. V nadaljevanju bo podan povzetek različnih državnih smernic in metod upravljanja s tveganjem, ki se danes uporabljajo pri oskrbi s pitno vodo.

3 OBSTOJEČE METODE ZAGOTAVLJANJA VARNE OSKRBE S PITNO VODO

V kontekstu oskrbe s pitno vodo v Evropi je običajno tveganje definirano kot zmnožek verjetnosti pojava neke nevarnosti in posledic, ki jih ta povzroči, ker je bil nevarnosti izpostavljen premalo odporen oz. neodporen gradnik vodovodnega sistema (ISO, 2002). Kljub temu, da obstajajo določene razlike med raznovrstnimi metodami in nacionalnimi smernicami za zagotavljanje varne oskrbe s pitno vodo, ostajajo osnovna izhodišča oz. postopki upravljanja s tveganjem enaki. Prikazani so na Sliki 11.



Slika 11: Proces upravljanja s tveganjem (TECHNEAU, 2007)

Fig.11: The risk management process (TECHNEAU, 2007)

Cilj večine opisanih metod in nacionalnih smernic je nadzor, preprečevanje ali zmanjšanje izgube življenj(a), bolezni, poškodb, škode in negativnih vplivov na okolje. V začetni fazi procesa se ponavadi določi področje dela in prepozna možne nevarnosti. Sledi ocena tveganja na podlagi katere se sprejemajo odločitve o sprejemljivosti tveganja. Analiza različnih možnosti služi kot podlaga za sprejemanje pasivnih in aktivnih ukrepov, ki bodo tveganje zmanjšali ali odpravili. Najtežji del procesa je uporaba izbranih ukrepov v utečene postopke

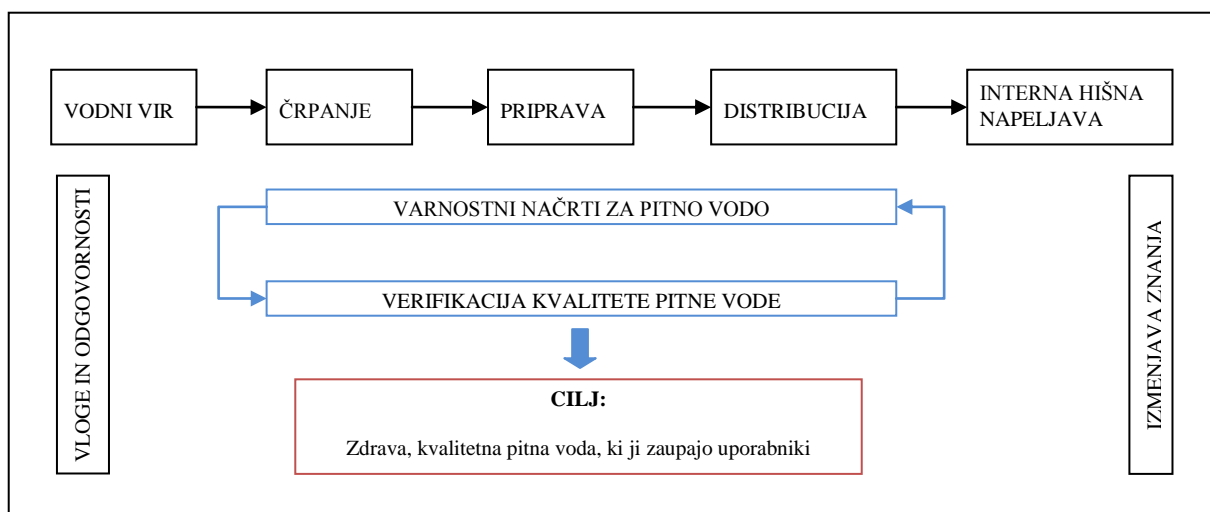
dela upravljavca vodovodnega sistema. Na koncu država vzpostavi monitoring oz. nadzor nad vpeljanimi ukrepi, ki služi za sprotno kontrolo pravilnosti izbranih in vpeljanih postopkov. Upravljanje s tveganjem je iterativen proces, podvržen nenehnim spremembam. V nadaljevanju bodo podrobneje opisane obstoječe metode in smernice, ki se trenutno uporabljajo v nekaterih državah Evropske skupnosti.

3.1 Obstoječe smernice zagotavljanja varne oskrbe s pitno vodo

Obstaja večje število metod in smernic s katerimi je mogoče obvladati tveganja pri oskrbi s pitno vodo. Na podlagi primerjave omenjenih metod bodo podane njihove podobnosti in razlike.

3.1.1 Bonska listina

Bonska listina¹⁵ za varno pitno vodo vsebuje ključne principe, ki predstavljajo osnovne zahteve za črpanje, pripravo in distribucijo pitne vode od vodnega vira do končnega uporabnika. Določi vlogo institucij v državi, njihovo odgovornost in razmerja, kot je prikazano v spodnji sliki.



Slika 12: Ključna razmerja in cilj Bonske listine (IWA, 2004)

Fig. 12: Key relationships and goals of Bonn Charter (IWA, 2004)

¹⁵ Angl: Bonn Charter For Safe Drinking Water (IWA, 2004)

Cilj načel, predstavljenih v listini, je zanesljiva in varna oskrba s pitno vodo, ki ji uporabniki zaupajo. Glede na vsebino je varna pitna voda temelj zdrave družbe in njenega ekonomskega razvoja. Pitna voda ne sme biti zgolj varna za uživanje, temveč mora imeti tudi dobro estetsko vrednost (brez barve, vonja in okusa). Pri analizi tveganja je treba upoštevati celoten vodovodni sistem, kar zahteva sodelovanje med upravljavcem, pristojnimi državnimi institucijami in neodvisnimi strokovnjaki (Slika 12). Bonska listina predstavlja tudi dopolnilo Smernicam za kvaliteto pitne vode Svetovne zdravstvene organizacije¹⁶ (WHO, 2004), kjer je poudarjena uporaba Varnostnih načrtov za pitno vodo, izdelanih na podlagi HACCP načel.

3.1.2 HACCP sistem

HACCP¹⁷ sistem je bil vzpostavljen leta 1960 z namenom varne dostave hrane za vesoljski program ameriške agencije NASA. Kasneje ga prevzame industrija prehrane, da zagotovi varno proizvodnjo hrane (Dewettinck, 2001). HACCP je preventivni sistem, ki omogoča identifikacijo, oceno, ukrepanje in nadzor nad morebitnimi prisotnimi dejavniki tveganja v živilih, ki lahko ogrožajo zdravje človeka. Cilj vzpostavljenega sistema je zagotoviti varna živila za potrošnika, kar je v glavnem doseženo z dobro higiensko prakso oz. spremljajočimi higienskimi programi.

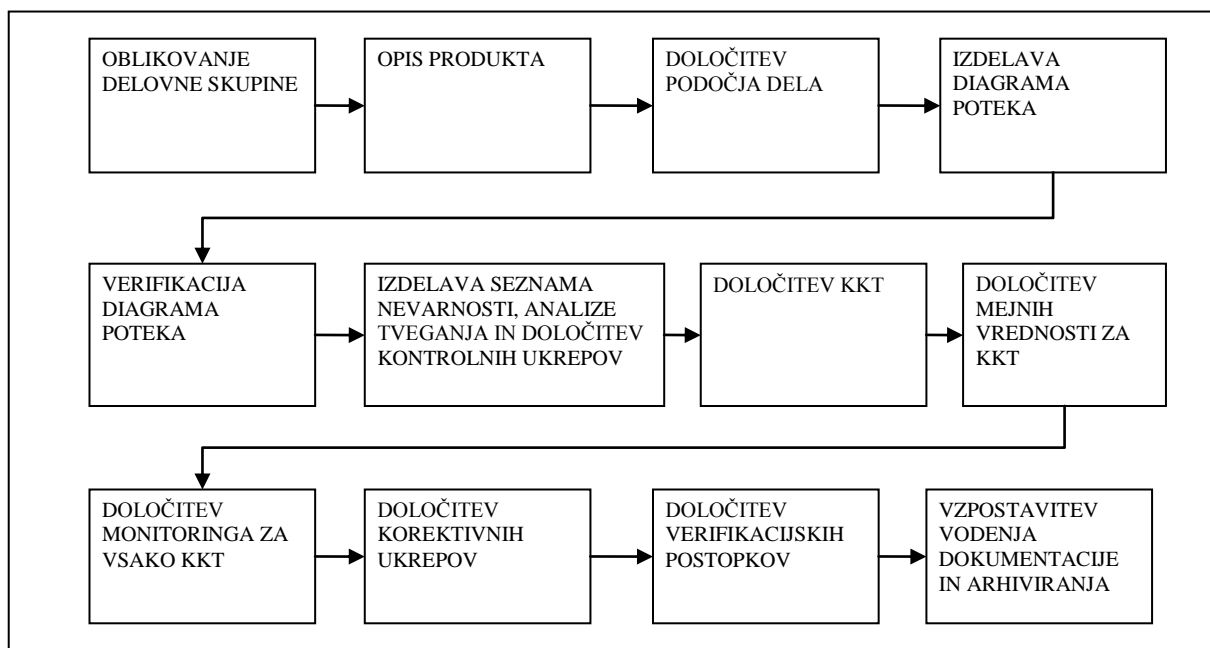
HACCP sistem je osredotočen na obvladovanje kritičnih kontrolnih točk (KKT), ki so definirane kot stopnje proizvodnega postopka, na katerih se z ustreznim kontrolnim ukrepom potencialno nevarno tveganje prepreči, odstrani oz. zmanjša na sprejemljivo raven (IZVZ RS, 2004). Če izguba nadzora nad določeno točko ne pomeni tveganja za zdravje ljudi, potem se ta točka imenuje kontrolna točka (KT).

Ključni koraki pri vzpostavitvi HACCP sistema so prikazani na Sliki 13. V prvem koraku se oblikuje delovno skupino. Pri tem je pomembno, da so v njej zastopani strokovnjaki iz vseh področij oskrbe s pitno vodo. V tem koraku se določi tudi področje dela oz. cilj vzpostavitve sistema. Opis produkta in njegova uporaba nimata tako velikega pomena pri oskrbi s pitno vodo, ko pri industriji hrane. Naslednji korak je izdelava diagrama poteka in njegova

¹⁶ Angl.: Guidelines for Drinking Water Quality (WHO, 2004)

¹⁷ Angl.: Hazard Analysis and Critical Control Points (Slovensko: Analiza nevarnosti in kritične kontrolne točke)

verifikacija glede na realen sistem. Vseh pet začetnih korakov predstavlja pripravo za upravljanje s tveganji. Za vsako področje vodovodnega sistema je treba izdelati seznam nevarnosti, ki se jih lahko realno pričakuje.



Slika 13: Koraki vzpostavitve HACCP sistema (Codex, 2003)

Fig. 13: Steps in the HACCP approach (Codex, 2003)

Cilj analize nevarnosti je prepoznati tiste nevarnosti, ki predstavljajo previsoko tveganje in jih je treba odpraviti ali zmanjšati na sprejemljiv nivo. V tem primeru je nevarnost definirana kot biološka, kemična ali fiziološka snov (agent), ki lahko zaradi zaužitja skupaj z živilom povzroči negativen učinek na zdravje človeka (Codex, 2003).

Za vsako nevarnost morajo biti določeni kontrolni postopki in kritične kontrolne točke (KKT). Če kontrolni postopki niso mogoči, je treba sistem spremeniti (modificirati) na tak način, da jih bo mogoče vzpostaviti. Za vsako KKT je treba:

- določiti robne pogoje, na podlagi katerih se ugotovi stanje sistema in
- vzpostaviti monitoring, na podlagi katerega se spremlja KKT oz. morebitno izgubo nadzora nad KKT.

Korektivni ukrepi morajo biti določeni in dokumentirani. Za zagotovitev pravilnega delovanja HACCP sistema se vzpostavijo verifikacijski postopki in način arhiviranja dokumentacije. V Preglednici 3 je prikazan primer HACCP analize črpanja podtalne vode.

Preglednica 3: Primer (povzetek) HACCP analize za črpanje pitne vode (TECHNEAU, 2007)

Table 3: Extract from a HACCP analysis of drinking water abstraction (TECHNEAU, 2007)

Postopek	Nevarnost	Preventivni ukrep	KKT?	Parametri KKT	Monitoring	Korektivni ukrep
Črpanje podtalne vode	Transport patogenih organizmov v vodnjak	Določitev vodovarstvenega območja in omejitev rabe površja	DA	Potovalni čas	Študije s sledili. Specifični patogeni organizmi	Odstranitev virov onesnaženja

Kljub temu, da je uporaba HACCP sistema v prehrabni industriji uspešna, pa obstaja vprašanje, če se ga lahko ustrezno priredi tudi za oskrbo s pitno vodo. Glede na Avstralske smernice za pitno vodo¹⁸ (NHMRC/NRMMC, 2004) je sistem ustrezen za proces priprave pitne vode, medtem ko je njegova uporaba za črpanje in distribucijo, zaradi kompleksnosti vodovodnega sistema, vprašljiva. Havelaar (1994) izpostavi, da je v vodovodnem sistemu treba upoštevati vse korake (in z njimi povezana tveganja) transporta vode od vira do uporabnika, če upravljavec želi zagotoviti ustrezno kvaliteto vode. Kritične kontrolne točke ni mogoče določiti za črpanje, distribucijo in področje interne hišne napeljave, zaradi premajhnega neposrednega nadzora nad omenjenimi procesi. Zato je bila kot poskus nadgradnje (priredbe) HACCP sistema za pitno vodo, predlagana metodologija varnostnih načrtov za pitno vodo.

3.1.3 Varnostni načrti za pitno vodo

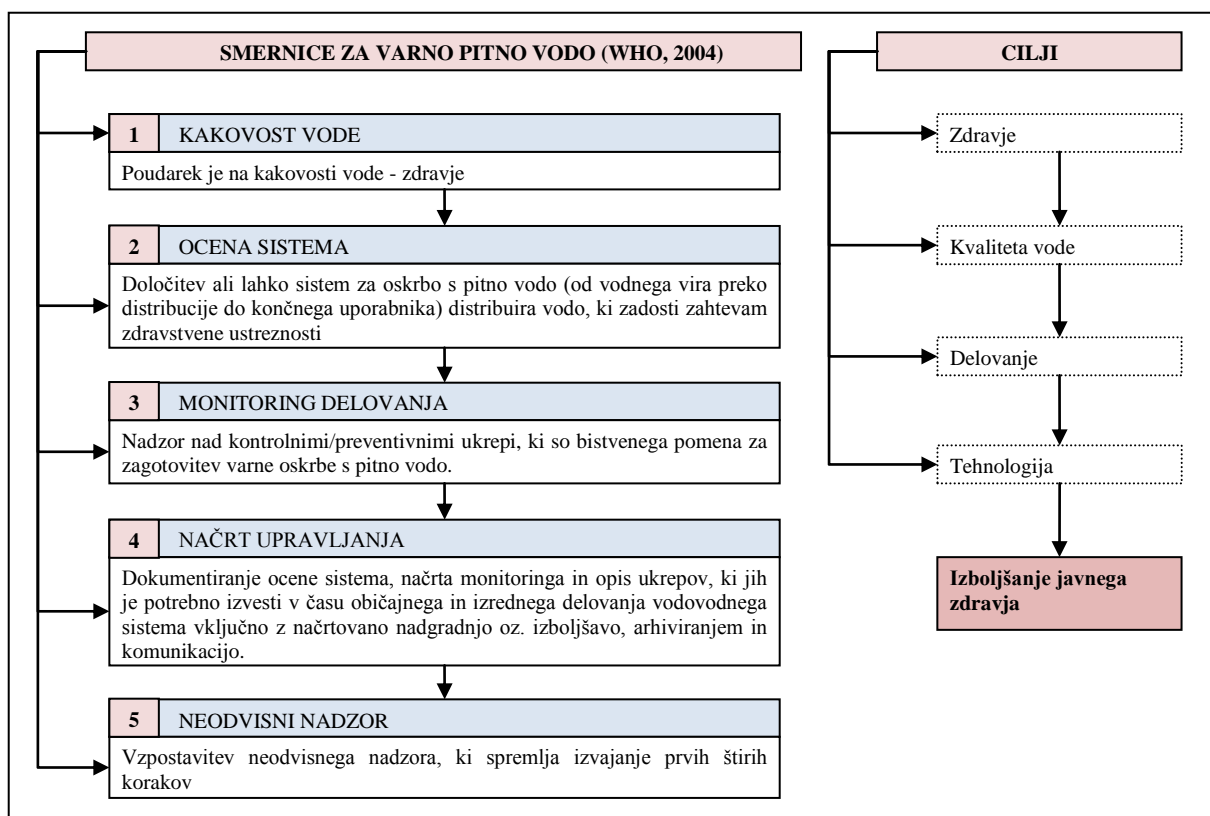
Leta 2004 je WHO¹⁹ (Svetovna zdravstvena organizacija) predstavila tretjo izdajo Smernic za kvaliteto pitne vode²⁰ (WHO, 2004). Cilj smernic je zaščita javnega zdravja in podpora razvoju strategij upravljanja s tveganjem (Slika 14). Varna pitna voda je definirana kot voda, ki ne predstavlja visokega tveganje zdravje uporabnika, če jo ta uživa skozi celotno življenjsko obdobje. Dostop do varne pitne vode je esencialnega pomena za zdravje in

¹⁸ Angl.: Australian Guidelines for Drinking Water

¹⁹ WHO: World Health Organisation

²⁰ Angl.: Guidelines for Drinking Water Quality

osnovna človekova pravica. Za zagotovitev varne pitne vode je razvit holističen način upravljanja s tveganjem, pri čemer je treba upoštevati celoten vodovodni sistem, od vodnega vira do pipe uporabnika. Svetovna zdravstvena organizacija je predstavila ti. *smernice za varno pitno vodo*²¹, ki so sestavljena iz petih glavnih sklopov, kot ji prikazuje Slika 14.



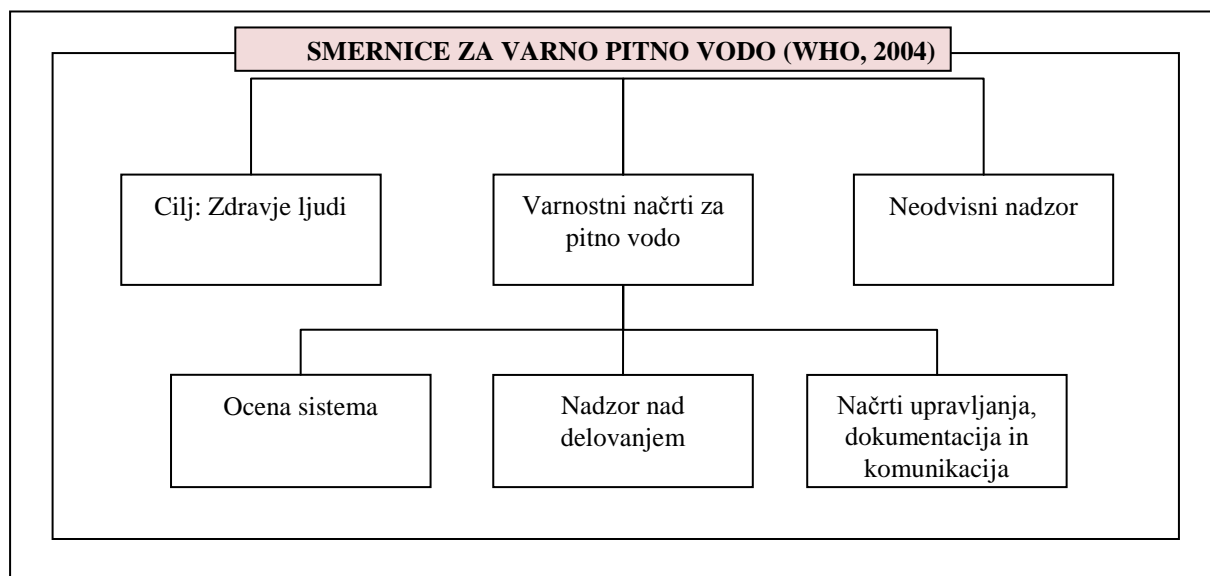
Slika 14: Pet osnovnih sklopov WHO smernic za pitno vodo

Fig.: 14: Five key components of WHO Framework for Safe Drinking Water

Za razliko od HACCP sistema, prikazane smernice za pitno vodo (Slika 14) težijo k temu, da varnost pitne vode ne temelji zgolj na preskušanju končnega produkta. Zdravstvena varnost pitne vode predstavlja osnovo za upravljanje vodovodnega sistema oz. nadaljnje delo in zato morajo biti pogoji varnosti vzpostavljeni na nivoju državnih institucij, v sodelovanju z upravljavcem in oskrbovanim prebivalstvom. Ko so postavljeni cilji zdravstvene varnosti, je treba določiti tudi tolerančne meje fizikalno-kemijskih in mikro-bioloških parametrov v pitni vodi.

²¹ Angl.: Framework for Safe Drinking Water

Ocena sistema, nadzor nad delovanjem in načrti upravljanja tvorijo ti. Varnostne načrte za pitno vodo (WSP)²². Vsebino omenjenih načrtov določajo zdravstveni cilji (kakovost), medtem ko je njihovo delovanje podvrženo nadzoru, kot je prikazano na Sliki 16.



Slika 15: Smernice za varno pitno vodo (WHO, 2005)

Fig. 15: Framework for safe drinking water (WHO, 2005)

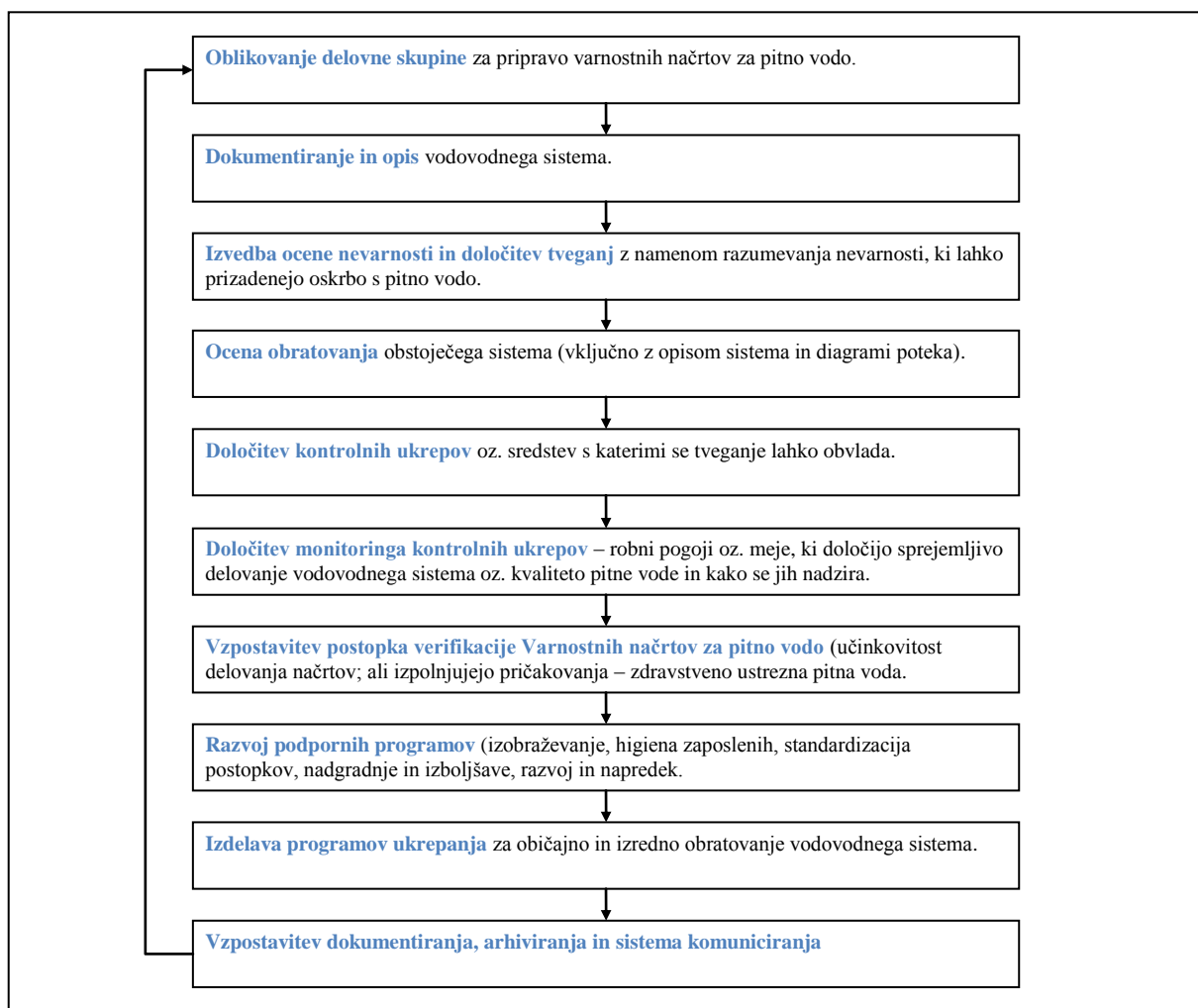
Neodvisni nadzor predstavlja kvalitativno kontrolno funkcijo delovanja upravljavca vodovodnega sistema. Nadzor izvaja neodvisna zunanja inštitucija in vključuje vse aspekte varnosti.

Varnostni načrti za pitno vodo so opisani kot sredstvo za zagotavljanje varnosti oskrbe s pitno vodo z uporabo ustrezne analize in upravljanja s tveganjem od vodnega vira do končnega uporabnika (WHO, 2004). Izdelani so po principu HACCP sistema in Sistema več pregrad²³. Ocena sistema poda informacijo ali lahko oskrba s pitno vodo zagotovi določeno mero zahtevane zdravstvene varnosti. Če je vodovodni sistem teoretično sposoben zagotoviti zahtevano stopnjo varnosti, se v naslednjem koraku vzpostavi monitoring. V nasprotnem primeru je treba vodovodni sistem ustrezno nadgraditi oz. spremeniti, da zadosti zahtevani stopnji varnosti. Analizo se izvede tako, da so vsi deli vodovodnega sistema zastopani

²² Angl.: Water Safety Plans

²³ Angl.: Multi barrier approach

enakovredno, pri čemer so upoštevane njihove interakcije oz. medsebojni vplivi (Batraam et al, 2009). Ključne korake vzpostavitve Varnostnega načrta za pitno vodo prikazuje Slika 17.



Slika 16: Ključni koraki za vzpostavitev Varnostnega načrta za pitno vodo (WHO, 2004)

Fig.16: Key steps in development a Water Safety Plan (WHO, 2004)

Obratovalni monitoring nadzira izvajanje kontrolnih ukrepov in zagotavlja pravilno delovanje vodovodnega sistema. Kontrolni ukrepi so v tem primeru definirani kot dejanja, ki služijo zmanjšanju ali odpravi onesnaženosti pitne vode in so določeni v sklopu ocene sistema. Izvajanje kontrolnih ukrepov pri upravljanju z vodovodnim sistemom zagotavlja skladnost in zdravstveno ustreznost pitne vode. Načrt upravljanja služi dokumentiranju in vzpostavitvi sistema komuniciranja, ki zadeva kvaliteto pitne vode. Načrt vključuje tudi informacije o

oceni sistema in obratovalnem monitoringu ter predpisuje ukrepe v primeru običajnega in izrednega delovanja vodovodnega sistema.

Definicija nevarnosti, ki jo uporablja WHO: »*biološka, kemična, fizikalna ali radiološka snov, ki ima potencial, da lahko povzroči škodo zdravju*«, je podobna definiciji nevarnosti po HACCP sistemu, kar je razumljivo, saj je metodologija Varnostnih načrtov za vodo izdelana po enakih principih kot HACCP sistem. Za postavljanje prioritet oz. razlikovanje med pomembnimi in manj pomembnimi nevarnostmi, WHO priporoča uporabo matrike tveganja, ki je prikazana na Sliki 5.

Uporaba matrike tveganja je razmeroma enostavna. V preteklosti se je izkazala kot zelo uporabno orodje za prikaz rezultatov ocene tveganja. Vsaka negotovost v kontekstu ocene tveganja, za katero upravljavec nima zadosti podatkov ali izkušenj, lahko poda previsoko stopnjo tveganja za določeno nevarnost, zato je v primeru pomanjkanja podatkov treba samo tveganje dodatno raziskati (DVGW, 2008).

Opisane metode upravljanja s tveganjem (Bonska listina, HACCP in WSP) služijo kot strokovne smernice, ki so jih v preteklosti povzele oz. vključile v zakonodajo s področja oskrbe s pitno vodo posamezne države Evropske unije. V nadaljevanju bodo predstavljeni osnovni pravni akti oz. nacionalne smernice, ki urejajo oskrbo s pitno vodo na nacionalnem nivoju posameznih držav Evropske unije.

3.2 Nacionalne smernice EU in zakonodaja s področja upravljanja s tveganjem

Evropska unija sprejema direktive, ki temeljijo na mednarodnih sporazumih in jih morajo upoštevati vse članice. V skladu z mednarodnimi predpisi²⁴ ima pravica do vode osrednjo vlogo. Dva izmed omenjenih predpisov, ki neposredno obravnavata pravico do vode sta Mednarodna humanitarna konvencija in Mednarodna konvencija o človekovih pravicah. Osnovna izhodišča, ki sledijo iz teh pravnih aktov so:

²⁴ Mednarodni zakon (Angl.: International Law) predstavlja skupek zakonov in sporazumov med državami (Ženevska konvencija, Mednarodni humanitarni zakon, itd.).

- Dostop do vode je osnovna človekova pravica, ki jo mora spoštovati vsaka država, tudi v humanitarni krizi.
- Vsaka oseba ima pravico do oskrbe s pitno vodo, ki mora biti zadostna, varna, sprejemljiva in fizično ter ekonomsko dostopna.
- Pravica do vode je neločljivo povezana z ostalimi človekovimi pravicami (pravica do zdravja, zadostne količine hrane, itd.). Pitna voda je esencialnega pomena za človeško življenje, zato je njena dostopnost nujna.

Iz temeljnih načel mednarodnih predpisov o oskrbi prebivalstva s pitno vodo izhajajo določena izhodišča, ki so upoštevana pri pripravi smernic in predpisov na nižjih nivojih upravljanja. V nadaljevanju bodo opisane metode, ki jih uporabljajo nekatere države Evropske unije in Švica, z namenom zagotavljanja varne oskrbe s pitno vodo.

3.2.1 Oskrba s pitno vodo v EU

Evropska skupnost oblikuje širši zakonodajni okvir, v katerega se umešča izvajanje oskrbe s pitno vodo v državah članicah. Skupnost je treba upoštevati kot nadzorni organ, ki sprejema poročila o načinu izvajanja določenih prednostnih nalog s področja oskrbe s pitno vodo. Na nivoju Evropske unije je bila izdana Vodna direktiva 2000/60/ES, ki predstavlja krovno direktivo in povezuje ostale direktive vezane na upravljanje z vodami. Dodatni namen te direktive se navezuje tudi na rabo vode za različne namene, pri čemer izstopa raba vode za zagotavljanje pitne vode. Direktiva določa številne naloge, ki jih je treba izvesti in so neposredno povezane z dejavnostjo oskrbe s pitno vodo.

Evropsko zakonodajo na področju pitne vode predstavlja Direktiva Sveta 98/83/ES o kakovosti vode, namenjene za prehrano ljudi. Ta direktiva ureja kakovost oz. zahteva zdravstveno ustreznost vode namenjene za prehrano ljudi. V skladu z direktivo morajo države članice sprejeti vse potrebne ukrepe za zagotovitev rednega spremljanja stanja vode namenjene za prehrano ljudi, katerega namen je zagotoviti potrošnikom ustrezno vodo, ki izpolnjuje zahteve iz te direktive. Predpisuje tudi način odvzema vzorcev, ki mora biti reprezentativen za kakovost vode na letni ravni. Države članice morajo sprejeti vse ukrepe, s katerimi se preverja učinkovitost priprave, črpanja in distribucija pitne vode z namenom

varovanja zdravja ljudi. Evropska komisija podpira tudi projekt razvoja metode za uporabo varnostnih načrtov za vodo²⁵ v evropsko območje.

V letu 2008 je bila opravljena revizija Evropske direktive o pitni vodi (angl.: European Drinking Water Directive), ki je prepoznala metodo upravljanja s tveganjem kot prihodnost zagotavljanja varne oskrbe s pitno vodo (IWA, 2008). Vsi upravljavci malih, srednjih in velikih sistemov za oskrbo s pitno vodo v evropski uniji bodo morali v svoje delovanje vključiti varnostne načrte za pitno vodo in upravljati sisteme na podlagi ocene tveganja (Tuhovčak, 2008). Evropska direktiva o pitni vodi vključuje temeljna izhodišča za pripravo zakonov na nivoju posamezne države članice Evropske unije.

3.2.2 Varnost oskrbe s pitno vodo v Švici

Varnost oskrbe s pitno vodo v Švici ureja zakonodaja s področja prehrane, ki predpisuje uporabo HACCP sistema v vsej prehrabni industriji. Leta 1995 je poleg HACCP sistema za upravljavca vodovodnega sistema obvezna tudi izdelava Varnostnih načrtov za pitno vodo. Švicarsko združenje za vodo in plin je izdelalo navodila za zagotavljanje ustrezne kakovosti pitne vode²⁶ (TECHNEAU, 2007).

3.2.3 Varnost oskrbe s pitno vodo v Nemčiji

V Nemčiji številni zakoni in odloki tvorijo zakonodajni okvir oskrbe s pitno vodo. Najpomembnejši so: Pravilnik o pitni vodi²⁷, Zakon o zaščiti pred infekcijami²⁸ in Odlok o upravljanju z vodami²⁹. Pravilnik o pitni vodi tvorijo splošna tehnična pravila in se neposredno nanaša na Nemške smernice Združenja za plin in vodo (DVGW³⁰). Poseben poudarek je na varovanju vodnih virov.

²⁵ Angl.: Support for the development of a framework for the implementation of Water safety plans in the European region (TECHNEAU, 2007)

²⁶ Prva izdaja 1997, druga izdaja 2003

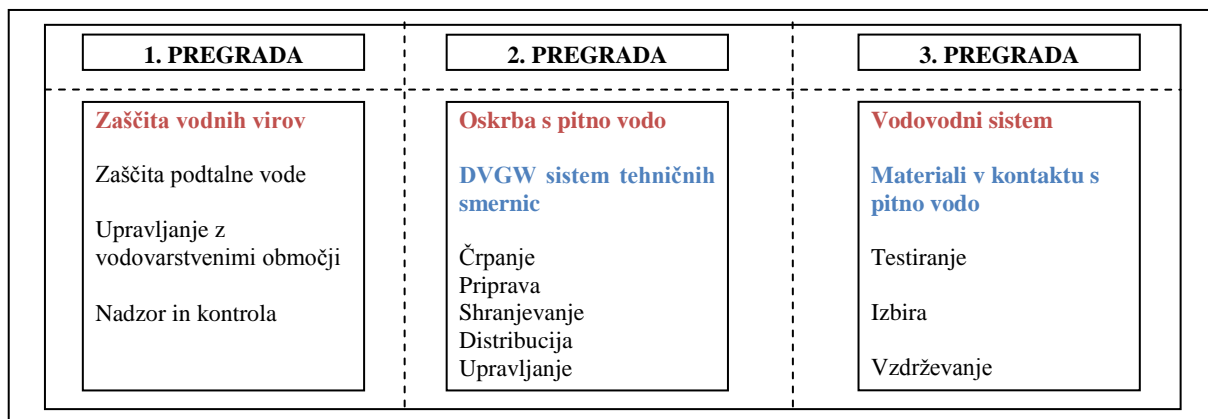
²⁷ Nem.: Trinkwasser-verordnung

²⁸ Nem.: Infektionsschutzgesetz

²⁹ Nem.: Wasserhaltsgesetz

³⁰ Nem.: Deutsche Vereinigung des Gas- und Wasserfaches

Oskrba s pitno vodo v Nemčiji ima dolgo tradicijo vrhunske pravne in tehnične (samo) regulative s področja higiene in kakovostnega upravljanja, ki temelji na preventivi. Njihov sistem temelji na principu več pregrad in sestoji iz varovanja vodnih virov z visokimi standardi tehnično-higienske prakse črpanja, priprave, hranjenja in distribucije pitne vode, kot je prikazano na Sliki 17.



Slika 17: Sistem več pregrad pri oskrbi s pitno vodo v Nemčiji (Sturm, 2006)

Fig. 17: Multi-barrier approach in German water supply (Sturm, 2006)

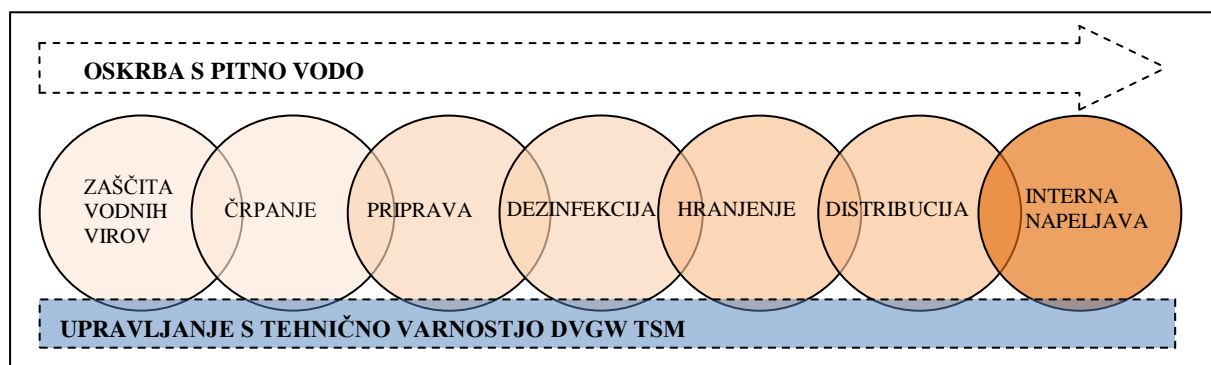
Nemško združenje za plin in vodo že desetletja izdaja praktične, znanstveno preizkušene smernice za vsa področja oskrbe s pitno vodo in jih priporoča upravljavcem za uporabo v njihovih postopkih dela oz. načrtovanja. Združenje pred objavo posreduje smernice v presojo strokovnjakom, upravljavcem in pristojnim državnim organom. Sistem tehničnih smernic vsebuje več kot 300 dokumentov (DVGW, 2009). Večina smernic je vključena tudi v nemške standarde, katere izdaja Nemški inštitut za standardizacijo (DIN³¹). Poleg omenjenih smernic in standardov, izdajajo smernice tudi ostala nacionalna združenja, ki so specializirana za določeno področje, kot je npr. Nemško združenje za pitno vodo, odpadno vodo in odpadke (DWA³²).

Omenjeni nemški standardi in smernice ne obravnavajo vsakega področja detajlno, kljub temu pa predstavljajo temeljna izhodišča in principe varne oskrbe s pitno vodo od vodnega vira do

³¹ Nem.: Deutsches Institut für Normung

³² Nem.: Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. v.

uporabnika. Sistem tehničnih standardov je dopolnjen s ti. upravljanjem s tehnično varnostjo³³, ki skrbi za pravilno uporabo tehničnih standardov (Slika 18)



Slika 18: Upravljanje s tehnično varnostjo in sistem tehničnih standardov (Sturm, 2006)

Fig.: 18: Technical Safety Management and the system of Technical Standards (Sturm, 2006)

Cilj upravljanja s tehnično varnostjo je podpora upravljavcu, da upravlja z vodovodnim sistemom skladno z zakonodajo. Za zagotovitev varne oskrbe s pitno vodo mora upravljavec imeti ustrezno organiziranost in izobrazbeno strukturo zaposlenih. Uporabo upravljanja s tehnično varnostjo ponavadi izvajajo zunanji svetovalci.

3.2.4 Varnost oskrbe s pitno vodo v Veliki Britaniji

Velika Britanija ima v številnih okoljskih in zdravstvenih predpisih poudarjeno ekonomsko oceno, kot osnovo za določanje prioritarnih ukrepov zagotavljanja varnosti oskrbe s pitno vodo (UK Treasury Green Book, 2003).

Vodovodne sisteme upravljajo različni upravljavci z različnimi pristopi in je oskrba s pitno vodo v privatnih rokah. V nadaljevanju bo podan primer Yorkshirskega vodovoda. Omenjeni vodovod upravlja Skupina Kelda³⁴, ki je znana v Veliki Britaniji in svetu po učinkovitem pristopu k upravljanju s tveganjem, kjer je ekonomska ocena upravljanja s tveganjem najpomembnejši dejavnik pri sprejemanju odločitev o vlaganjih v komunalno infrastrukturo. Podjetju Yorkshire Water je uspelo povečati varnost oskrbe s pitno vodo in hkrati zmanjšati

³³ Nem.: Technisches Sicherheitsmanagement

³⁴ Angl.: Kelda Group

ceno vode za uporabnike z izvedbo dobro strukturirane metode upravljanja s tveganjem, ki temelji na analizi stroškov in koristi. Odločitve o varnosti oskrbe sprejemajo z ozirom na stroške predvidenih vlaganj, ki bi določena tveganja zmanjšali, številom prizadetih ljudi in njihovo pripravljenostjo plačati večjo varnost oskrbe (Smith, 2005).

3.2.5 Varnost oskrbe s pitno vodo - Skandinavske države in Nizozemska

Dansko združenje za pitno in odpadno vodo (DANVA³⁵) je razvilo smernice za varnost oskrbe s pitno vodo na podlagi Varnostnih načrtov za pitno vodo in HACCP sistema (DANVA, 2006). Pristop vključuje celoten vodovodni sistem, od vodnega vira do interne hišne napeljave. Smernice imajo poudarek na enostavnosti in praktični uporabnosti, zato jih lahko upoštevajo tudi upravljavci manjših vodovodnih sistemov.

Švedsko združenje za vodo in odpadno vodo (SWWA³⁶) je v sodelovanju z njihovo Državno upravo za prehrano³⁷ pripravilo smernice za uporabo HACCP sistema v oskrbo s pitno vodo (SWWA, 2005). Namen pripravljenega dokumenta je, vključiti HACCP sistem (predvsem nadzorni del) v vsakodnevno obratovanje oz. upravljanje z vodovodnim sistemom.

Leta 2003 je interna raziskava na **Norveškem** pokazala, da v vodnem sektorju primanjkuje smernic za pravilno izvedbo analize tveganja in ranljivosti vodovodnega sistema. Zato so bile v letu 2006 izdane smernice, ki se osredotočajo na prepoznavanje izrednih dogodkov, njihovo razvrščanje v skladu s tveganjem in na ukrepe, ki tveganje zmanjšujejo oz. ga odpravijo. Omenjeni pristop neposredno ne temelji na HACCP sistemu ali Varnostnih načrtih za pitno vodo. Skladno z Norveško zakonodajo, mora upravljavec poskrbeti za interni nadzor nad kakovostjo vode in voditi potrebno dokumentacijo, podobno kot pri HACCP sistemu (Mattilsynet, 2006).

Na **Nizozemskem** je bil leta 2001 izdan nov Uredba o pitni vodi³⁸, ki predpisuje mejne vrednosti parametrov v pitni vodi. Za vodovodne sisteme, katerih vir pitne vode je površinsko

³⁵ Angl.: DWWA: Danish Water and Waste Water Association

³⁶ Angl.: Swedish Water and Wastewater Association

³⁷ Angl.: National Food Administration

³⁸ Angl.: Drinking Water Decree

zajetje ali podtalna voda, morajo upravljavci oceniti tveganje onesnaženja in dokazati, da voda po pripravi ustreza kakovostnim zahtevam, ki izhajajo iz omenjenega odloka. Načrtovano upravljanje z vodovodnim sistemom mora ustrezati določenim kriterijem, kar se predhodno zagotovi s strokovno revizijo in pilotnim projektom. Tovrstne revizije kakovosti načrtovanega upravljanja z vodovodnim sistemom so podobne tistim pri HACCP sistemu. Razlika je v tem, da se mora upravljavec osredotočiti na vsa možna tveganja (ne samo na KKT) ter na podlagi analize stroškov in koristi sprejeti ukrepe, da prepreči tudi tiste izredne dogodke, ki se zgodijo enkrat v povprečni življenjski dobi uporabnika. S tem namenom je bilo izdelano posebno orodje za zagotavljanje sistematične ocene tveganja in uporabo kontrolnih ukrepov, imenovano MaRiskA (TECHNEAU, 2007). Orodje omogoča analizo tveganja oz. odpovedi za vse elemente vodovodnega sistema. Za razliko od ostalih upravljavcev v Evropski uniji, morajo nizozemski upravljavci izdelati tudi analizo tveganja in oceno škode na objektih drugih, v primeru nekontroliranega izliva vode iz vodovodnega omrežja.

3.2.6 Oskrba s pitno vodo v Republiki Sloveniji

Odkar je Republika Slovenija članica Evropske skupnosti, Ministrstva na podlagi direktiv EU predlagajo zakone, ki jih sprejema Državni zbor ter podzakonske predpise, ki tvorijo državni nivo urejanja oskrbe s pitno vodo. Občinski oz. mestni svet sprejema odloke in predstavlja občinski nivo, medtem ko javno podjetje skrbi za distribucijo pitne vode in o svoji dejavnosti poroča občini in državi. Zakonodaja podrobneje določa dolžnosti upravljavca vodovodnega sistema izmed katerih je varna oskrba prebivalstva z zadostno količino zdravstveno ustrezne pitne vode osnovnega pomena. Zdravstvena ustreznost in količina pitne vode sta tudi v RS podvrženi tveganju, ki ga je treba obvladati znotraj pravnih okvirov.

Zakon o varstvu okolja (Ur. l. RS, št. 41/04 z dopolnili) opredeljuje oskrbo s pitno vodo kot obvezno občinsko gospodarsko javno službo varstva okolja. Javno službo oskrbe s pitno vodo je treba izvajati v skladu in na način, kot to določa Zakon o gospodarskih javnih službah (U. l. RS, št. 32/93 z dopolnili). Pravilnik o oskrbi s pitno vodo (Ur. l. RS, št. 35/06 z dopolnili), ki je bil sprejet v letu 2006, hkrati z Operativnim programom oskrbe s pitno vodo iz leta 2006 ureja izvajanje oskrbe s pitno vodo. Pravilnik definira javni vodovod kot

vodovod, ki je kot občinska gospodarska javna infrastruktura, namenjen opravljanju storitev javne službe. Zakon o zdravstveni ustreznosti živil in izdelkov ter snovi, ki prihajajo v stik z živilo (Ur. l. RS št. 59/00 z dopolnili) določa pogoje, ki jih morajo izpolnjevati živila, da so zdravstveno ustrezna. Po 2. členu tega zakona je voda iz javnih sistemov za oskrbo s pitno vodo živilo. V skladu s Pravilnikom o pitni vodi (Ur. l. RS št. 19/04 z dopolnili) je upravljavec dolžan zagotavljati skladnost in zdravstveno ustreznost pitne vode (7. člen). Glede na 10. člen tega pravilnika mora vzpostaviti notranji nadzor na osnovah HACCP sistema, ki omogoča prepoznavanje mikrobioloških, kemičnih in fizikalnih agensov, kateri lahko predstavljajo potencialno nevarnost za zdravje ljudi, izvajati potrebne ukrepe ter vzpostavljanje stalnega nadzora na tistih mestih (kritičnih kontrolnih točkah) oskrbe s pitno vodo, kjer se tveganja lahko pojavijo.

V skladu z 38. členom Pravilnika o oskrbi s pitno vodo mora izvajalec javne službe oskrbe s pitno vodo vzdrževati tudi objekte in opremo javnega hidrantnega omrežja, priključenega na javni vodovod ter zagotavljati vodo za primer požara. Pri tem mora upoštevati Zakon o varstvu pred požarom (Uradni list RS, št. 3/2007 z dopolnili), Pravilnik o tehničnih normativih za hidrantno omrežje za gašenje požarov (Ur. l. RS št. 30/1991 z dopolnili) in Pravilnik o preizkušanju hidrantnih omrežij (Ur. l. RS, št. 22/1995 z dopolnili). Skladno z 18. členom Pravilnika o oskrbi s pitno vodo je treba upoštevati, da ima oskrba prebivalstva s pitno vodo prednost pred rabo vode za druge namene. V drugi alineji tega člena je določeno, da če objekti in naprave javnega vodovoda ne morejo zagotavljati oskrbe s pitno vodo sočasno z zagotavljanjem pogojev hidrantnega omrežja, ki izhajajo iz veljavne zakonodaje s tega področja, je treba za oskrbo hidrantnega omrežja zagotoviti druge vodne vire, pri čemer morajo biti viri za oskrbo hidrantnega omrežja hidravlično ločeni od javnega vodovoda.

Predpisi s področja požarne varnosti se že dolgo niso spremenili. Uprava Republike Slovenije za zaščito in reševanja bi morala v skladu 49. členom Zakona o varstvu pred požarom sodelovati pri usmerjanju in usklajevanju razvojnih in strokovno tehničnih nalog na področju varstva pred požarom ter sodelovati pri pripravi standardov s tega področja. Ministrstvo za obrambo bi moralo posodobiti in predlagati nove podzakonske akte, ki bi bili usklajeni z moderno tehnologijo in s smernicami Evropske skupnosti. Te naloge oz. dolžnosti v preteklosti niso bile opravljene, zato so postali predpisi o požarni varnosti neusklajeni z

novejšimi predpisi, ki določajo področje oskrbe s pitno vodo. Posledica tega je delna nezdržljivost funkcij vodovodnega omrežja za potrebe požarne varnosti in oskrbe z zdravstveno ustrezno pitno vodo, ki jo določa Pravilnik o pitni vodi (Uradni list RS, 19/2004).

Možnosti za ureditev alternativnih vodnih virov za gašenje požarov so premalo izkoriščene, zato prihaja do predimenzioniranosti vodovodnega omrežja, kot posledica zahtev po količini požarne vode, in posledično dolgega zadrževalnega časa vode v ceveh, kar predstavlja eno izmed mnogih tveganj za mikro-biološko onesnaženje pitne vode.

Občinski odloki, ki so veljavni na območju posameznih lokalnih skupnosti, podrobneje urejajo in določajo pogoje oskrbe s pitno vodo na območju njihove pristojnosti. Razvoj javne komunalne infrastrukture, ki služi oskrbi s pitno vodo, mora potekati skladno s temeljnimi izhodišči splošnega razvoja in širitve komunalnih dejavnosti v lokalni skupnosti. Z namenom uskladitve in vzajemnega razvoja javne komunalne infrastrukture znotraj posameznih občin, upravljavec izdeluje različna poročila in programe kot podlag za odločanje občine, na osnovi katerih dosega zahtevan nivo kakovosti poslovanja.

Opisani zakonski in podzakonski akti določajo upravljavcu javnega vodovodnega sistema, kot pooblaščenca za izvajanje obvezne gospodarske javne službe oskrbe s pitno vodo, način in dolžnosti upravljanja. Predstavljajo zakonodajni okvir, znotraj katerega skrbi za vzdrževanje in obratovanje vodovodnih sistemov ter zagotavlja skladno in zdravstveno ustrezno pitno vodo. V Sloveniji do sedaj ni bilo s strani države izdelanih smernic za uporabo oz. vključitev HACCP sistema v dejavnost oskrbe s pitno vodo.

3.2.7 Primerjava opisanih smernic upravljanja s tveganjem in diskusija

Različne smernice oz. opisane strategije imajo nekatere točke. Večina smernic določa, da je pitna voda življenjskega pomena za človeka in ekonomski razvoj družbe, zato mora biti dostopna v primerni kakovosti in ustrezni količini. V Direktivi o pitni vodi (Direktiva Sveta 98/83/ES) in smernicah Svetovne zdravstvene organizacije (WHO, 2006) je varna (ustrezna) pitna voda določena kot voda, ki jo lahko ljudje uživajo skozi celotno življenjsko obdobje, brez kakršnih koli posledic za njihovo zdravje. Glavni cilj omenjenih smernic je zdravstvena

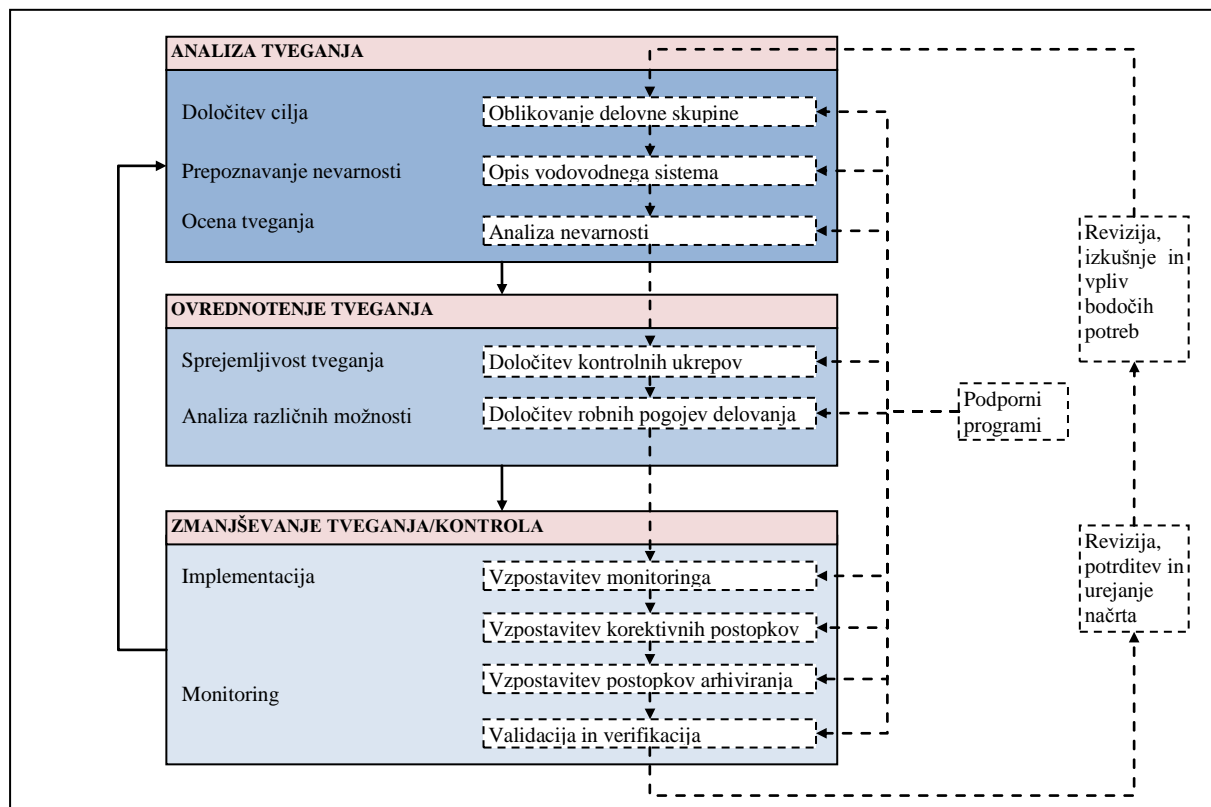
ustreznost pitne vode pri čemer mikrobiološko onesnaženje pitne vode predstavlja poglavitno tveganje za zdravje ljudi. Tveganja, ki so povezana s tehnologijo črpanja in distribucije vode ter zmožnostjo upravljavca dostaviti vodo uporabnikom, niso podrobneje razdelana oz. omenjena. Nemške sistem smernic DVGW in Direktiva o pitni vodi posvečata posebno pozornost varovanju vodnih virov.

Poleg ustrezne kakovosti in količine je v Bonski listini poudarjena tudi primerna estetska vrednost oz. okus pitne vode. To pomeni, da mora imeti pitna voda sprejemljiv izgled, vonj in okus. V večini smernic so omenjene tudi slabosti vzorčenja oz. monitoringa, ki naj služi kot dopolnilna dejavnost in ne kot osnovni ukrep zagotavljanja zdravstveno ustrezne pitne vode. Namesto preskušanja končnega produkta je priporočen holističen pristop k upravljanju s tveganjem od vodnega vira do pipe uporabnika. Pogosto je omenjen sistem več pregrad (HACCP, DVGW, WSP), ki se je v praksi izkazal kot primeren za rabo pri oskrbi s pitno vodo.

Na zakonsko predpisan HACCP sistem v Sloveniji so bili izraženi določeni zadržki za uporabo te metode pri oskrbi s pitno vodo. Kot pravi Havelaar (1994), so za zagotovitev varne oskrbe s pitno vodo potrebni številni ukrepi, kritične kontrolne točke pa ne morejo biti v celoti zgolj odgovornost upravljavca, predvsem zaradi pomanjkanja neposredne kontrole nad nekaterimi deli vodovodnega sistema. HACCP je primeren za proces priprave pitne vode, medtem ko je njegova uporaba pri distribuciji vprašljiva, kar omenja tudi Hrudey (2004). To pomeni, da bodo v bodoče nujne spremembe, ki bodo omogočile nadgradnjo HACCP sistema v celoten proces presoje tveganja pri oskrbi s pitno vodo.

Metodologija Varnostnih načrtov za pitno vodo (VNPV³⁹) je bila izdelana na podlagi HACCP sistema, zato se lahko Varnostne načrte opiše kot poskus modifikacije HACCP sistema za uporabo pri oskrbi s pitno vodo. Upravljanje s tveganjem pomeni sistematično uporabo politike upravljanja tj. poslovanja, postopkov in prakse za izvedbo analiz, ocene in kontrole tveganja v splošnem, medtem ko imajo Varnostni načrti za pitno vodo določeno področje uporabe.

³⁹ Angl: Water Safety Plans (WSP)



Slika 19: Primerjava med procesom upravljanja s tveganjem in VNPV (TECHNEAU, 2007)

Fig. 19: Comparison between the risk management process and WSP (TECHNEAU, 2007)

Primerjava med splošno metodo upravljanja s tveganjem in VNPV prikazuje (Slika 19). Prvi korak pri izdelavi VNPV je oblikovanje delovne skupine. Ta korak predstavlja predpripravo na delo in se ga lahko opiše kot nekaj, kar je storjeno preden se proces upravljanja s tveganjem začne, lahko pa so v tem sklopu že določeni osnovni cilji procesa. V delovno skupino morajo biti vključeni strokovnjaki z vseh področij oskrbe s pitno vodo. Določitev cilja ni vključena kot posamezen korak v VNPV, ker je cilj predhodno že določen: zdravstvena ustreznost pitne vode. Kljub temu je v tem primeru bolje ohraniti princip upravljanja s tveganjem in obdržati omenjeni korak, saj se s tem razširi področje uporabnosti metode (poleg kakovosti obravnavati tudi količino pitne vode).

Drugi korak v VNPV je opis vodovodnega sistema, ki se lahko opiše tudi kot del določitev ciljev in prepoznavanja groženj pri metodi upravljanja s tveganjem. Za prepoznavanje groženj

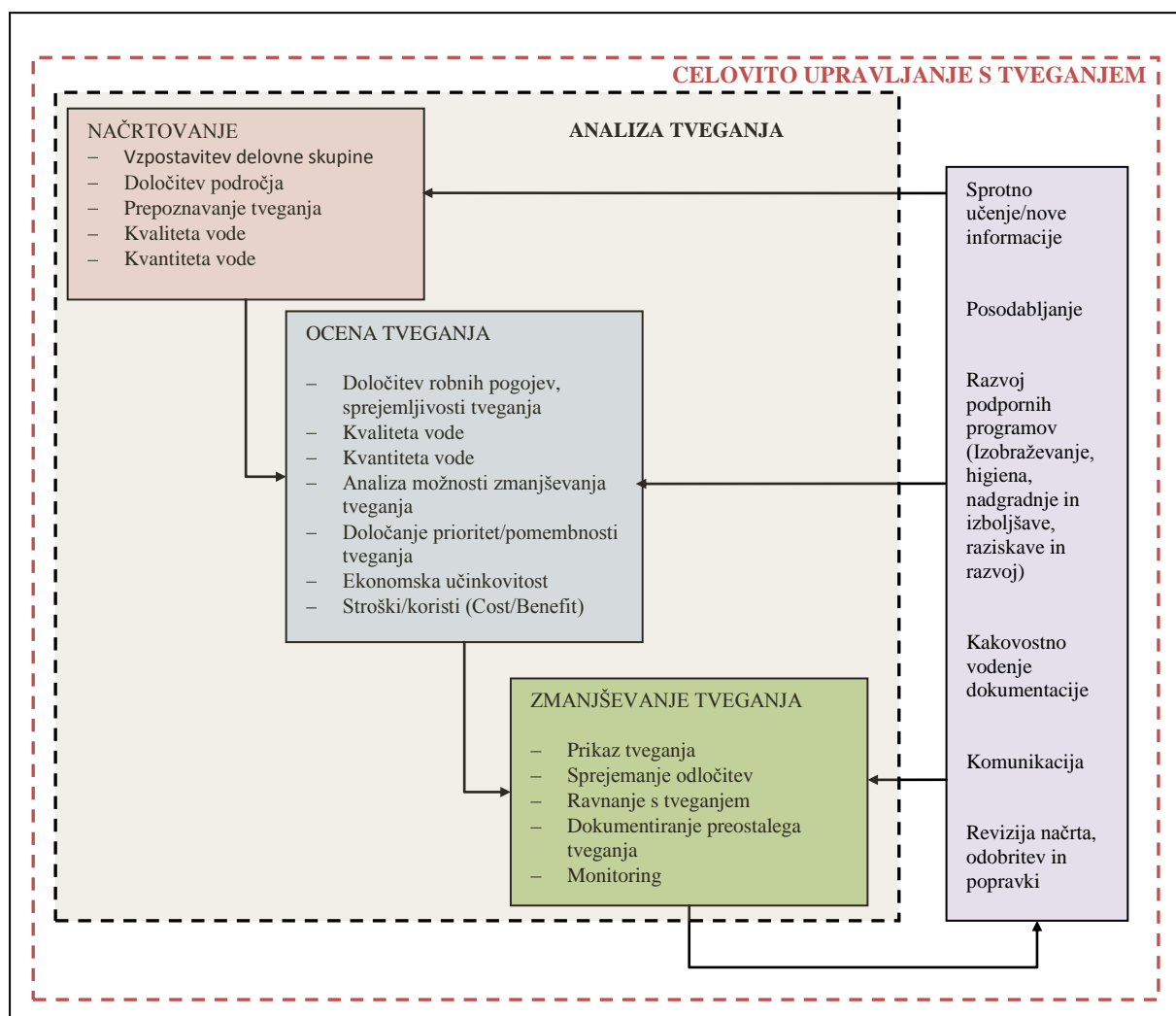
je treba razpolagati z dobrimi informacijami, zato se izdelava podroben opis vodovodnega sistema.

Analiza nevarnosti je podana kot tretji korak pri VNPV in vsebuje prepoznavanje nevarnosti in oceno tveganja. Izraza ocena nevarnosti in določitev stopnje tveganja na Sliki 16 pomenita analizo nevarnosti na Sliki 19. Delitev analize nevarnosti na oceno nevarnosti in določitev stopnje tveganja je bližje metodi upravljanja s tveganjem. Sprejemljivost tveganja najverjetneje ni del VNPV zato, ker so Varnostni načrti osredotočeni na zdravstvena tveganja. Odločitve o sprejemljivosti tveganja so namreč že sprejete, ko so cilji določeni.

Določitev kontrolnih ukrepov in definiranje robnih pogojev delovanja vodovodnega sistema (4. in 5. korak v VNPV) se lahko primerja z analizo različnih možnosti. Naslednji štiri koraki VNPV so izvedeni skupaj z uporabo in monitoringom. Med seboj jih je težko primerjati, vendar so na tem mestu z namenom, da zagotovijo regularnost delovanja vodovodnega sistema, saj v primeru izrednega dogodka zagotovijo, da se izvede pravilne korektivne postopke. Podporni programi pomagajo pri vseh korakih VNPV zato ta del ni posebej dodan v prikazu procesa upravljanja s tveganjem (Slika 16). Varnostni načrti za pitno vodo imajo tudi poudarjeno povratno zanko za revizijo sistema in ovrednotenje informacij v sistemu. Glede na to, da v Sloveniji do sedaj ni bilo s strani pristojnih inštitucij podane enotne metodologije upravljanja s tveganjem pri oskrbi s pitno vodo, je cilj magistrske naloge izdelava metodologije upravljanja s tveganjem, ki bo služila uporabi VNPV in bo poleg zdravstvene ustreznosti upoštevala tudi tveganja, ki ogrožajo zagotavljanje primerne količine pitne vode. Pripomogla bo k varni oskrbi prebivalcev s pitno vodo v ustreznih količinah in primerne kakovosti. Izdelan bo celoten koncept upravljanja s tveganjem pri običajnih pogojih delovanja vodovodnega sistema, od vodnega vira do pipe uporabnika. Pri tem bodo upoštevani principi VNPV in spoznanja dveh Evropskih projektov TECHNEAU in MICRORISK. Zato bodo v nadaljevanju podane teoretične osnove procesa upravljanja s tveganjem s poudarkom na analizi tveganja, ki predstavlja osrednji korak omenjenega procesa.

4 UPRAVLJANJE S TVEGANJEM PRI OSKRBI S PITNO VODO

Z razvojem metodologije celovitega upravljanja s tveganjem bodo osnovni trije koraki (načrtovanje, ocena tveganja in zmanjševanje tveganja/kontrola) prirejani za oskrbo s pitno vodo (Slika 20⁴⁰). Pristop, ki bo opisan v nadaljevanju, bo primeren za male (manj kot 5000 oskrbovanih prebivalce in velike vodovodne sisteme (več kot 5000 oskrbovanih prebivalcev).



Slika 20: Glavni gradniki celovitega upravljanja s tveganjem pri Varnostnih načrtih za pitno vodo (TECHNEAU, 2007)

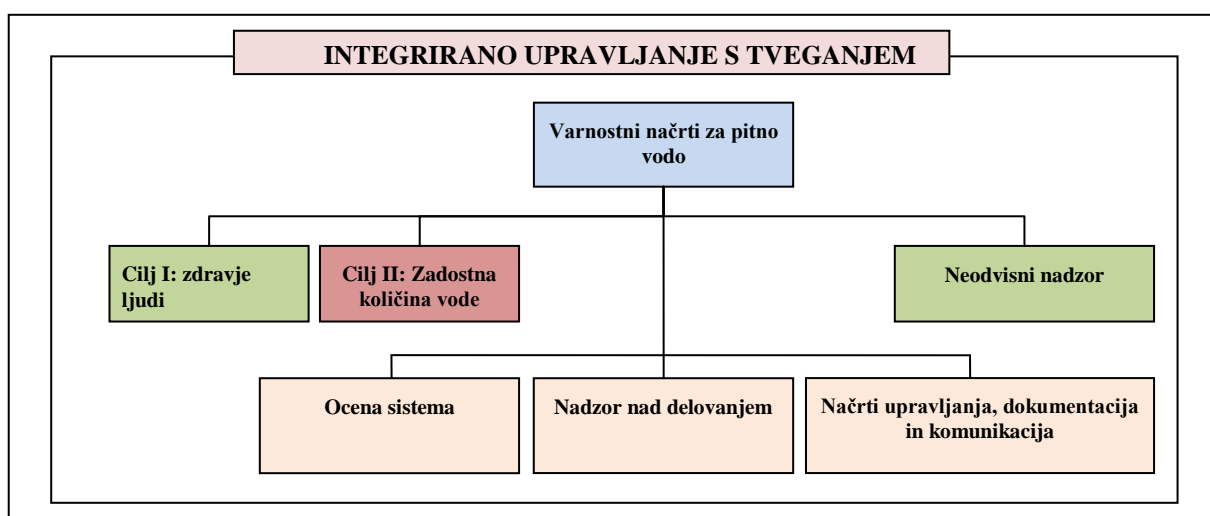
Fig. 20: The main components of the generic framework for integrated risk management in Water safety plans (TECHNEAU, 2007)

⁴⁰ Opomba: Kot podlaga za razvoj metode celovitega upravljanja s tveganjem je bila vzeta osnovna shema VNPV.

Analiza tveganja vsebuje tri korake: načrtovanje, oceno tveganja in ukrepe, ki tveganje zmanjšujejo. Analiza tveganja skupaj s podpornimi programi, vodenjem dokumentacije, itd. pa opisuje proces celovitega upravljanja s tveganjem, katerega namen je:

- Izboljšanje Varnostnih načrtov za pitno vodo in/ali obstoječega HACCP sistema,
- zaščita zdravja oskrbovanega prebivalstva,
- zaščita upravljavcev vodovodnih sistemov proti izrednim dogodkom in izboljšanje delovanja/upravljanja z vodovodnimi sistemi,
- oskrba s pitno vodo v ustrezni kakovosti in zadostni količini,
- pomoč pri racionalnem oz. ekonomičnem sprejemanju odločitev,
- zagotovitev transparentnosti delovanja oz. upravljanja z vodovodnimi sistemi,
- pospeševanje iterativnih postopkov nenehnega posodabljanja skladno z novimi spoznanji/informacijami in uvajanje sprememb (prilaganje trenutnim razmeram),
- povečanje zavedanja in znanja o tveganjih med osebami, ki sprejemajo odločitve, zaposlenimi in prebivalstvom,
- izboljšanje komunikacije in podpora med vpletenimi stranmi (država, občina, upravljavec, uporabnik).

Metoda celovitega upravljanja s tveganji bo za razliko od Varnostnih načrtov za pitno vodo in obstoječega HACCP sistema upoštevala tudi tista tveganja, ki ogrožajo zadostno količino vode. S tem namenom je predlagana sprememba osnovne sheme Smernic za varno pitno vodo (Slika 15), kot je prikazano na (Sliki 21).



Slika 21: Predlagana sprememba strukture WSP (TECNHEAU, 2007)

Fig. 21: Suggested modification of the WSP framework (TECNHEAU, 2007)

Metoda bo združljiva z Varnostnimi načrti za pitno vodo ali obstoječim HACCP načrtom. Uporabna bo za upravljavce, katerih vir vode je podzemna voda, površinsko zajetje ali morje. Proces upravljanja s tveganjem bo mogoče uspešno uporabiti za vse segmente vodovodnega sistema, kot so črpanje, distribucija in interna hišna napeljava.

Metoda bo namenjena upravljavcem vodovodnih sistemov, kljub temu, da določitev robnih pogojev ponavadi ni v domeni upravljavca; npr. kakovostni parametri pitne vode so določeni v Pravilniku o pitni vodi (Ur. l RS št. 19/04 z dopolnili). Na teh področjih je potrebna komunikacija med državo, občino in upravljavcem ter upoštevanje zahtev, ki izhajajo iz zakonodaje.

Namen magistrske naloge je integracija ocene tveganja posameznih sestavnih delov vodovodnega sistema v obširno metodo stroškovno učinkovitega upravljanja s tveganjem za oskrbo s pitno vodo, zato je treba izvesti analize tveganja na različnih nivojih:

1. Celotna analiza vodovodnega sistema.
2. Specifična analiza vodnega vira, priprave pitne vode, distribucije in interne hišne napeljave.
3. Specifična analiza gradnikov vodovodnega sistema.
4. Analiza posameznih sestavnih delov vodovodnega sistema.

Preglednica 4: Enajst korakov metode celovitega upravljanja s tveganjem

Table 4: Eleven steps in integrated risk management process

SKLOP	KORAK	OPIS
PRIPRAVA	1	Vzpostavitev delovne skupine
OCENA SISTEMA	2	Opis vodovodnega sistema
	3	Prepoznavanje nevarnosti in ocena tveganja
	4	Določitev in validacija nadzornih ukrepov, ponovna ocena, prioritete
	5	Razvoj, uporaba in vzdrževanje načrta izboljšav
OBRATOVALNI MONITORING	6	Določitev monitoringa kontrolnih ukrepov
VALIDACIJA	7	Potrditev načrta upravljanja s tveganjem
UPRAVLJANJE IN KOMUNIKACIJA	8	Priprava upravljavskih postopkov
	9	Razvoj podpornih programov
POVRATNE INFORMACIJE IN IZBOLJŠAVE	10	Plan periodične revizije načrta upravljanja s tveganjem
	11	Revizija načrta po izrednem dogodku

Končna odločitev o uporabljeni metodi analize tveganja je v celoti odvisna od namena analize in analiziranega objekta. Pri tem se je treba zavedati, da gre pri upravljanju s tveganjem za sprejemanje odločitev pod negotovimi pogoji, zato bo opisana metoda temeljila na principu FMEA analize⁴¹. Vodovodni sistem je sestavljen iz petih glavnih podsistemov: vodni vir, črpanje ali zajem pitne vode, priprava pitne vode, distribucija in interna hišna napeljava.

Vsak izmed omenjenih podsistemov, vključno z njihovimi gradniki in sestavnimi deli, je podvržen tveganju, da se njegovo delovanje ali stanje poslabša oz. preneha delovati. V nadaljevanju bo podrobneje opisana metoda upravljanja s tveganjem, ki poteka v 11 korakih, kot jih prikazuje Preglednica 4.

4.1 Vzpostavitev delovne skupine celovitega upravljanja s tveganjem

Vzpostavitev delovne skupine strokovnjakov z različnih področij predstavlja ključni korak za zagotovitev tehničnega znanja, potrebnega za izdelavo načrta celovitega upravljanja s tveganjem. Glede na sedanji, zakonsko predpisani HACCP sistem, je delovna skupina celovitega upravljanja s tveganjem enaka obstoječi HACCP skupini. Za uspešno izvedbo načrta je ključnega pomena sprotno seznanjanje vodstva podjetja s prednostmi uvajanja načrta in o dodatnih postopkih dela, ki izhajajo iz novih zadalžitev. Vodstvo naj podpira morebitne spremembe v obstoječem načinu dela ter zagotovi denarna sredstva. Delovna skupina ima vodjo, ki vodi in koordinira projekt ter po potrebi komunicira z zunanjimi sodelavci oz. ustanovami. Dolžnosti in odgovornosti morajo biti razdeljene med člane delovne skupine in zabeležene v delovnem dokumentu (Priloga E). Prav tako morajo biti na začetku določeni časovni okviri projekta. Glavni izzivi s področja vzpostavitve delovne skupine so:

- Poiskati in aktivirati izkušeno osebje,
- organizirati delo delovne skupine znotraj obstoječih delovnih procesov in vlog zaposlenih,
- prepoznati in vključiti zunanje sodelavce,
- ohranjati konsistenco skupine,
- motivirati skupino za konstruktivno komuniciranje z ostalimi zaposlenimi v podjetju.

⁴¹ Glej poglavje 2.3.2

Po vzpostavitvi delovne skupine je priporočljivo oceniti stroške projekta, ki naj obsegajo celoten proces izdelave in vzdrževanja načrta. Poleg stroškov dela zaposlenih v podjetju, je treba upoštevati tudi stroške zunanjih izvajalcev. Pregled stroškov projekta se opredeli v delovnem dokumentu, kot je prikazano v Prilogi H.

Poleg stroškov je treba prepoznati tudi zunanje, regulatorne, znanstvene in gospodarske subjekte, ki so povezani z zagotavljanjem oskrbe s pitno vodo (Priloga G). Sem spadajo ministrstva, inštituti, kmetijske zadruge, potencialni onesnaževalci (industrija), itd.

Prva naloga skupine za upravljanje s tveganjem je celovit in natančen opis vodovodnega sistema.

4.2 Opis vodovodnega sistema

V drugem koraku izdelave načrta sledi zbiranje podatkov (če niso na razpolago), ki bodo služili opisu in posledično razumevanju obnašanja vodovodnega sistema. Zbrani podatki bodo pripomogli k prepoznavanju šibkih točk sistema oz. podali odgovor na katerih mestih je sistem podvržen tveganju. V opis vodovodnega sistema morajo biti vključeni:

- Primerni standardi s področja kakovosti in količine pitne vode,
- vodni vir, vključno z napajanjem, črpanjem in alternativnimi (rezervnimi) vodnimi viri,
- poznane in možne spremembe vodnega vira v povezavi z vremenom in ostalimi dejavniki,
- kakršna koli povezanost vodnih virov z zunanjimi vplivi,
- podatki o dodatni uporabi (namenu) območja zajetja (kmetijstvo, industrija),
- podatki o hrambi pitne vode na točki odvzema,
- podatki o pripravi pitne vode (proces, tehnologija in snovi, ki se dodajajo pitni vodi),
- podatki o distribuciji pitne vode (omrežje, prečrpalnice, hidropostaje, vodohrani razbremenilniki),
- opisi materialov, ki prihajajo v stik s pitno vodo,
- podatki o končnih uporabnikih storitve in uporabi pitne vode,
- podatki o razpoložljivosti primerno usposobljenega osebja (zaposlenih),

- podatki o tem, kako dobro so obstoječi postopki dela dokumentirani.

Zaradi lažjega razumevanja delovanja vodovodnega sistema je le ta sistematično razdeljen na različne podsisteme (Preglednica 5). Razdelitev je bila narejena na podlagi različnih funkcij, ki jih opravlja posamezni podsistem.

Prvi izmed podsistemov je vodni vir. V kontekstu celovitega upravljanja s tveganjem je definiran kot tisto vodno telo, ki predstavlja vir za oskrbo prebivalstva s pitno vodo. V grobem se deli na površinska vodna zajetja in podzemna vodna zajetja.

Med površinska vodna zajetja spadajo reke, jezera, umetne akumulacije in morje, medtem ko med podzemna vodna zajetja spada voda, ki se nahaja pod zemljo (podtalnica).

Preglednica 5: Vodovodni sistem, razdeljen na podsisteme

Table 5: Water supply system divided into subsystems

OZN. (PODSIS.)	PODSISTEM	OZN. (TIP PODSIS.)	VRSTA PODSISTEMA
VOV	VODNI VIR	VZ	POVRŠINSKO VODNO ZAJETJE
		PZ	PODZEMNO VODNO ZAJETJE
CRP	ČRPANJE	VO	VODARNA
		CP	ČRPALIŠČE
PPV	PRIPRAVA PITNE VODE	PV	OBJEKT PRIPRAVE PITNE VODE
DIS	DISTRIBUCIJA	HP	HIDROPOSTAJA
		PP	PREČRPALNICA
		VH	VODOHRAN
		RV	RAZBERMENILNIK VODE
		RP	REDUCIRNA POSTAJA
		JA	JAŠEK
		OM	VODOVODNO OMREŽJE
		AR	ARMATURE VODOVODNEGA OMREŽJA
IHN	INTERNA HIŠNA NAPELJAVA	IH	INTERNA HIŠNA NAPELJAVA

Drugi podsistem predstavlja proces črpanja vode, ki se izvaja v črpališčih in vodarnah. To so objekti, v katerih se s pomočjo črpalnih agregatov vodo iz vodnega zajetja črpa v distribucijsko omrežje. Razlika med vodarno in črpališčem je v velikosti in kapaciteti objekta. Črpališče ima ponavadi en vodnjak, medtem ko predstavlja vodarna sistem več vodnjakov iz

katerih se hkrati (usklajeno) črpa voda. Če voda iz vodnega vira ne zadošča kriterijem pitne vode, jo je treba pred distribucijo do končnega uporabnika ustrezno pripraviti oz. obdelati. Obdelava vode obsega procese filtriranja, čiščenja in dezinfekcije vode iz vodnega vira, ki je namenjena oskrbi s pitno vodo (Ur.l. RS. 35/26 z dopolnili).

V distribucijo pitne vode so umeščeni objekti in naprave, ki služijo transportu pitne vode od objekta črpanja oz. priprave pitne vode do odjemnega mesta končnega uporabnika. Razlika med hidropostajo in prečrpalnico je v tem, da hidropostaja zvišuje tlak v omrežju, medtem ko prečrpalnica črpa vodo iz distribucijskega omrežja v vodohran. Vodohran je namenjen shranjevanju pitne vode, uravnavanju dnevnih nihanj porabe vode in zagotavljanju ustrezne količine vode za gašenje požarov. Sestavljen je iz armaturnega dela in ene ali več vodnih celic, iz katerih se vodo ponovno distribuira do nižje ležečih uporabnikov.

Če je tlak v omrežju previsok, se ga uravnava z razbremenilnikom vode ali reducirno postajo. Razbremenilnik vode je po svoji strukturi podoben vodohranu (voda iz območij s previsoko potencialno energijo gravitacijsko priteče v vodno celico), medtem ko je v reducirni postaji ponavadi nameščen reducirni zasun, katerega namen je nižanje tlaka na odseku za zasunom v vodovodnem omrežju. Reducirni zasuni so lahko, kot ostale armature vodovodnega omrežja, zaradi lažje dostopnosti nameščeni v jaških. Jašek je sestavljen iz cestnega pokrova, vstopne lestve in armirano betonskega ogrodja.

Med distribucijo pitne vode spada tudi vodovodno omrežje z vgrajenimi armaturami, ki služi transportu pitne vode od vodnega vira do interne hišne napeljave končnega uporabnika. Meja med vodovodnim priključkom in interno vodovodno napeljavo uporabnika je ponavadi spoj med obračunskim vodomerom in ventilom za obračunskim vodomerom. Med interno hišno napeljavo spadajo cevi, mesta odjema (pipe) in ostale vodovodne inštalacije, ki so v lasti končnega uporabnika.

Grobi delitvi vodovodnega sistema, ki je prikaza v Preglednici 5, sledi tudi delitev na gradnike opisanih podsistemov (Preglednica 6).

Preglednica 6: Gradniki podsistemov vodovodnega sistema

Table 6: Parts of subsystems of water supply system

OBMOČJE VODNEGA VIRA	GRADNIKI OBJEKTOV ZA ČRPANJE, PREČRPAVANJE PRIPRAVO IN DISTRIBUCIJO PITNE VODE	GRADNIKI OBJEKTOV ZA PRIPRAVO PITNE VODE	GRADNIKI VODOVODNEGA OMREŽJA	GRADNIK INTERNEGA VODOVODNEGA OMREŽJA
<ul style="list-style-type: none"> – Območje vodnega zajetja – Transport surove vode 	<ul style="list-style-type: none"> – Strojne napeljave – Elektro napeljave – Oprema za krmiljenje in prenos podatkov – Merilna oprema – Objekt - ostalo 	<ul style="list-style-type: none"> – Splošna oprema za pripravo pitne vode – Odstranjevanje trdnih delcev – Koagulacija, flokulacija – Hitra peščena filtracija – Dezinfekcija s klorom – UV dezinfekcija – Dezinfekcija z ozonom – Membranska filtracija – Počasna peščena filtracija – Filtracija z aktivnim ogljem 	<ul style="list-style-type: none"> – Vodovodno omrežje (cevovodi) – Zaporna armatura – Zračnik – Blatnik – Požarni hidrant 	<ul style="list-style-type: none"> – Odjemno mesto – Interno vodovodno omrežje

Gradniki se, glede na funkcijo, delijo v pet sklopov:

- Območje vodnega vira,
- gradniki objektov za črpanje, prečrpavanje, pripravo in distribucijo pitne vode,
- gradniki objektov za pripravo pitne vode,
- gradniki vodovodnega omrežja in
- gradniki internega hišnega vodovodnega omrežja.

Tovrstna delitev služi lažjemu razumevanju obratovanja vodovodnega sistema in je z vidika celovitega upravljanja s tveganjem razmeroma enostavna za vključitev v obstoječe procese dela upravljavca. Naknadna delitev gradnikov vodovodnega sistema na sestavne dela je bila izdelana na podlagi praktičnih izkušenj in je podana v Prilogi B. Kot sestavni deli posameznih gradnikov so izpostavljeni predvsem tisti elementi (oprema, armature), ki predstavljajo tveganja z vidika kakovosti in količine pitne vode. Tipi gradnika, gradniki in sestavni deli so šifrirani, kar omogoči tudi vključitev v informacijski sistem upravljavca. Vsakega izmed gradnikov in sestavnih delov je mogoče dodeliti posameznemu podsistemu (Preglednica 5 in Priloga B). Opisana delitev in šifriranje bosta naknadno služila za izdelavo podatkovne zbirke nevarnosti, katera je podrobneje predstavljena v poglavju 4.3. V nadaljevanju je podrobneje opisana delitev in funkcija posameznih gradnikov ter sestavnih delov vodovodnega sistema.

4.2.1 Gradniki vodnega vira

Vodni vir, ki je lahko površinsko ali podtalno vodno zajetje se deli na območje vodnega zajetja, kamor spadajo prispevno območje vodnega zajetja, podtalnica in morje ter na opremo, ki služi transportu surove vode (zbirni cevovod, zbirni rezervoar in vrtino). Prispevno območje vodnega zajetja je običajno manjši del vodozbirnega območja, zavarovan kot vodovarstveno območje, kjer veljajo omejitve in prepovedi rabe zemljišč z namenom zaščite napajalnega zaledja vodnega vira iz katerega se zajema vodo za potrebe oskrbe prebivalstva s pitno vodo. Podtalnica je v tem primeru definirana kot podzemna voda, ki se nahaja v zrnatem ali razpoklinskem prostoru pod zemeljskim površjem. Kot vir pitne vode se lahko uporabi tudi morska voda iz katere se, preprosto povedano, v procesu desalinacije izloči sol. Za transport vode od vodnega vira do črpališča se v primeru površinskega zajetja uporabljata zbirni cevovod in zbirni rezervoar, medtem ko so vrtine namenjene nadzoru nad količino (gladino) in kakovostjo podtalnice.

4.2.2 Gradniki objektov za črpanje, prečrpavanje, pripravo in distribucijo pitne vode

V drugi sklop gradnikov posameznih podsistemov vodovodnega sistema spada oprema, ki služi obratovanju objektov in naprav za črpanje, prečrpavanje, pripravo in distribucijo pitne vode. V omenjeni opremi so podani osnovni sestavni deli objektov vodovodnega sistema, ki zagotavljajo njegovo obratovanje.

a) Strojne napeljave

Prvi gradnik vsakega objekta predstavljajo strojne napeljave med katere spadajo črpalni agregati, reducirni zasuni, zaporne armature ter ostale strojne inštalacije v objektu. Črpalni agregat služi dvigu vode iz nižjega na višji nivo. Poleg tega je pravilno delovanje črpalke ključnega pomena za ustrezne tlačne razmere v vodovodnem omrežju. Naloga regulatorja tlaka je zmanjšanje ali izničenje tlaka tekočine dolvodno od ventila in je potreben povsod tam, kjer je tlak vode v cevi prevelik in bi lahko poškodoval objekte in omrežje vodovodnega sistema. Varnostni ventili služijo varovanju distribucijskega omrežja pred previsokim tlakom in varovanju črpalnih agregatov pred zagonom in vodnim udarom. Proti povratni ventil

preprečuje tok vode v obratni smeri (npr. onemogoča pretok vode iz distribucijskega omrežja skozi vodnjak v podtalnico). Med strojne inštalacije spadajo cevovodi, spojni elementi, zaporne armature, itd, ki so nameščeni v objektu.

b) Elektro napeljave

Elektro napeljave služijo za distribucijo električne energije v objektu. Transformatorske postaje so, podobno kot elektroenergetske omare, visokonapetostne inštalacije v zgradbah med katere spadajo vsi elektroenergetski postroji nazivne napetosti nad 1000 V. Glede na pretok električne energije, se jih v grobem deli na visokonapetostne dovode do transformatorskih postaj, visokonapetostne stikalne plošče v transformatorskih postajah (te obsegajo vodne, spojne, merilne in transformatorske celice), dovode do energetske transformatorjev iz visokonapetostnih stikalnih blokov in energetske transformatorje. Elektrorazdelilne omare spadajo med nizkonapetostne inštalacije v zgradbah. Sem sodijo vse električne inštalacije, napajane z izmenično napetostjo do vključno 1000 V in katere frekvenca ne presega 60 Hz, ter inštalacije enosmerne napetosti do vključno 1500 V. Električne inštalacije spadajo med nizko napetostne inštalacije in obsegajo stikala, luči, itd. Ozemljitve služijo kot zaščita objekta pred udarom strele.

c) Oprema za krmiljenje, nadzor in prenos podatkov

Procesi črpanja, prečrpavanja in hranjenja pitne vode so ponavadi avtomatizirani, tako da je delovanje objektov na lokalnem nivoju avtonomno. Vse zajete količine in podatki se iz objektov vodovodnega sistema preko radijskih zvez prenašajo v nadzorni center, kjer se prikazujejo in zapisujejo. Zato je potrebna oprema za krmiljenje in prenos podatkov, ki jo sestavljajo industrijski krmilniki s pripadajočimi I/O enotami in aplikativnimi programi krmiljenja (oprema za krmiljenje), radijske postaje, radijski modemi, optično omrežje, optične povezave (oprema za prenos) in oprema v nadzornem centru (oprema za nadzor). Oprema za nadzor je ponavadi sestavljena iz komunikacijskega krmilnika s komunikacijskim gonilnikom ter računalnikov z nadzorno opremo in programi za analizo podatkov v relacijski bazi.

d) Merilna oprema

Osnovna merilna oprema obsega tisto opremo, ki lahko vsak trenutek (on-line) izmeri lastnosti pretoka, kot so npr. merilniki tlaka, pretoka, motnosti in nivoja. Merilniki zajemajo obratovalne parametre objektov in jih preko opreme za prenos podatkov pošiljajo v nadzorni center.

e) Preostala oprema objektov

Med preostalo opremo objektov vodovodnega sistema so bili umeščeni tisti sestavni deli, ki služijo kot pomožna oprema za delovanje objekta in jih ni bilo mogoče uvrstiti med prve štiri tipe sestavnih delov. Sem spada oprema za tehnično varovanje objekta (alarmni sistem, ograja, itd), vodna celica v vodohranu in razbremenilniku vode, vodnjak, okolica objekta, prezračevalni sistem, pohoščeno, vrata, okna, itd.

4.2.3 Gradniki objektov za pripravo pitne vode

Gradniki objektov za pripravo pitne vode so podrobneje opisani v Prilogi B. Glede na to, da je priprava pitne vode tehnološko zahteven proces, bodo podani zgolj splošni opisi različnih tehnologij, katerih seznam je podan v Preglednici 6. Delitev objektov za pripravo pitne vode je prirejena zahtevam po vzdrževanju in izdelavi podatkovne zbirke nevarnosti, ki je podrobneje opisana v poglavju 4.3.

a) Splošna oprema za pripravo pitne vode in odstranjevanje trdnih delcev

Med splošno opremo za pripravo pitne vode spadajo priprave za kemikalije, ki se uporabljajo pri dezinfekciji pitne vode. Če gre za površinsko zajetje, je treba pred nadaljnjimi procesi priprave, surovo vodo očistiti večjih trdnih delcev. Zato je z vidika vzdrževanja in nevarnosti v tem začetnem procesu posebej izpostavljeno sito (vstopna rešetka).

b) Koagulacija in flokulacija

Koagulacija, flokulacija in sedimentacija predstavljajo običajne postopke predpriprave pitne vode. V procesu koagulacije se delci, vključno z mikroorganizmi, združijo v večje kosme s pomočjo koagulantov (železove, aluminijeve soli, polimeri), ki povzročijo razelektritev oz. nevtralizacijo istih nabojev. Pri flokulaciji gre za počasno mešanje, ki izboljša stik med delci in kosmiči ter olajša združevanje v večje kosme. Proces je vedno kombiniran s koagulacijo. Temu sledi usedanje, do katerega pride zaradi težnosti delcev. Na dnu ostane sediment oz. blato, ki ga je treba odstraniti. Opisane procese se lahko kombinira s prezračevanjem, kjer pride do izmenjave plinov. Z vnosom kisika se odstrani žveplovodik, ogljikov dioksid, itd. Proces koagulacije zahteva veliko znanja s področja kemije in dobro poznavanje parametrov surove vode. Čas koagulacije je ponavadi krajši od 10s, medtem ko je za flokulacijo potrebnih 20 do 45min (Montgomery W. H., 2005). Z vidika vzdrževanja (nevarnosti) naprav za koagulacijo in flokulacijo so bili posebej izpostavljeni mešalni in dozirni mehanizem, vpihovalo, nadzorni sistem, flokulant in usedalni bazen.

c) Hitra peščena filtracija

Pri hitri peščeni filtraciji gre za postopek ločevanja suspendiranih delcev iz vode, kjer se za filtrirni sloj uporablja pesek (granule). Hitrost filtracije je med 5 in 15 m/h. Višina običajnega peščenega filtrskega sloja je med 0,6 in 1,8m, pesek v njem pa je granulacije od 0,5 do 1,2 mm. Površina pod filtrskim slojem mora biti dobro drenirana, da ne prihaja do zastajanja vode, in opremljena s šobami za izpiranje. Čiščenje je potrebno takrat, ko je filter zapolnjen in se prepustnost zmanjša. Z regulacijo povratnega čistilnega toka, se pesek dvigne in razrahlja ter ponovno seseda. V primeru hitre peščene filtracije je obvezna predpriprava vode oz. koagulacija (Montgomery W. H., 2005). Peščeni filter je potrebno redno izpirati s povratnim tokom. Izpiranje podaljša življenjsko dobo filtra saj se z omenjenim postopkom odstrani nabrane delce oz. nečistoče in očisti pore filtra (EPA, 2001). Za potrebe opisa vodovodnega sistema in prepoznavanja nevarnosti so posebej izpostavljeni hidravlični sistem, peščeni filter, čistilni mehanizem in nadzorni sistem hitre peščene filtracije.

d) Dezinfekcija s klorom, klor dioksidom in natrijevo hipoklorovo kislino

Klor in klorove spojine se še vedno najpogosteje uporabljajo za dezinfekcijo. Klor se v vodi raztopi in hidrolizira v hipoklorovo kislino, ki je aktiven oksidant za pripravo pitne vode (Roš, 2005). Prednost klora in klorovih spojin je v rezidualnem učinku, saj za razliko od ostalih dezinfekcijskih sredstev ostane v vodi in omogoča dezinfekcijo tudi v vodovodnem omrežju. Slabost klora je njegova strupenost, zaradi česar je izredno pomembno natančno doziranje. Dezinfekcija vode se izvaja s klornimi postajami, katerih glavna naloga je natančno doziranje dezinfekcijskega sredstva. V pitni vodi lahko pride pri dezinfekciji z klorom, klor dioksidom in natrijevo hipoklorovo kislino tudi do tvorbe stranskih produktov dezinfekcije, kot so npr. trihalometani (THM). Tovrstne spojine so lahko rakotvorne in predstavljajo dodatno tveganje za zdravje uporabnikov (Montgomery W. H., 2005).

e) UV dezinfekcija

UV dezinfekcija se uporablja za inaktivacijo bakterij, virusov in parazitov v pitni vodi. Čeprav celica mikroorganizma ostane po izpostavljenosti UV svetlobi živa, se ne more razmnoževati in zato ni sposobna okužiti gostitelja – ni infektivna. Razlike v DNA sestavi povzročajo različno absorpcijo in s tem različno občutljivost mikroorganizmov za UV žarke. Ker kasneje na svetlobi ali tudi v njeni odsotnosti, bakterijska celica lahko okvaro popravi, je treba zagotoviti dovolj visoko dozo žarkov, da do tega ne pride (IVZ RS, 2010). Na učinkovitost UV dezinfekcije vpliva kakovost vhodne surove vode, npr.: prepustnost za svetlobo, motnost, delci, kemijska sestava, npr.: vsebnost železa in mangana. UV dezinfekcija kot samostojni način priprave pitne vode ni primerna, če motnost vhodne vode presega 1 NTU. V tem primeru je potrebna predpriprava vode. Kot kritičen del naprave za UV dezinfekcijo pitne vode je bila z vidika nevarnosti posebej izpostavljena UV žarnica, ki jo je potrebno redno čistiti oz. menjati (Guus, 2007)

f) Dezinfekcija z ozonom

Ozon je reaktivna in nestabilna kisikova spojina, katere se zaradi kratke razpolovne dobe ne more skladiščiti. Zaradi tega ga je treba proizvajati na mestu porabe, kar pomeni velike

stroške gradnje in vzdrževanja naprav za njegovo pridobivanje. Po ozoniranju lahko nastane veliko novih spojin, med katerimi so tudi mutagene in rakotvorne. Ozon je strupen plin, zato morajo ozonatorji delovati pri podtlaku (Gallard, 2010). Kot kritični deli naprave za ozoniranje so izpostavljeni kompresor zraka, ozonator, napeljava za distribucijo ozona, dozirni sistem, razpršilnik mehurčkov, sušilnik zraka, ozonacijska celica in ogljeni filter za uničenje prebitega ozona.

g) Membranska filtracija

Tehnologije membranskih filtracij se delijo glede na velikost por. Membrana je selektivna meja med dvema fazama in njena učinkovitost je določena s selektivnostjo in pretokom skozi membrano. Membrane so izdelane iz različnih organskih in anorganskih materialov. Glede na velikost por in dimenzijo delcev, ki jih zadržijo, ločimo mikrofiltracijo (MF), ultrafiltracijo (UF) in nanofiltracijo (NF) (Drev, 1998). Po enakem principu deluje tudi reverzna osmoza, le da MF, UF, in NF delujejo na koloide, medtem ko RO deluje na prave raztopine. V vseh primerih membrane zadržijo delce le fizično brez adsorpcije ali kemisorpcije (Drev, 1998). Opisani sestavni deli membranske filtracije so z vidika vzdrževanja in nevarnosti poenoteni, ne glede na velikost por membrane, saj gre v vseh primerih za podobno tehnologijo. Posebej so izpostavljeni membrana, izpustna cev, črpalni mehanizem in nadzorni sistem. Z vidika varnosti so kritična tudi trdota voda, ki maši membrano, biološka zarast por membrane, mehansko in kemijsko pranje, pri votlih membranah pa lahko pride do tudi do mašitve notranjosti, če se voda filtrira od znotraj navzven.

h) Počasna peščena filtracija

Počasna peščena filtracija je podobna tehnologiji hitre peščene filtracije. Razlika je v hitrosti toka vode skozi peščeni filter, ki je v tem primeru 0,05 – 0,2m/h. Višina običajnega peščenega filtrskega sloja je med 0,9 in 1,5m, pesek v njem pa je granulacije od 0,3 do 0,45mm (Montgomery W. H., 2005). Voda se čisti s fizikalno-kemičnimi in biološkimi procesi. Odstranitev suspendiranih delcev in mikroorganizmov poteka v zgornjih nekaj centimetrih filtra, kjer se zaradi razvoja biofilma vrši tudi mikrobna razgradnja (Dravec, 2002). V

podatkovni zbirki sestavnih delov vodovodnega sistema sta bila posebej izpostavljena peščeni filter in nadzorni sistem počasne peščene filtracije.

i) Absorpcija z aktivnim ogljem

Najbolj razširjeno absorpcijsko sredstvo za odstranjevanje nečistoč iz vode je aktivno oglje. Njegova velika specifična površina (600-1200 m²/g) in izredno porozna struktura je glavni vzrok za dobro absorpcijo (WHO, 2004). V aktivno oglje se absorbirajo praktično vse v vodi raztopljene organske molekule, pa tudi neraztopljene snovi (npr. oljne kapljice) in določene anorganske substance. Ne absorbira kovinskih ionov, absorbira pa njihove organske spojine. Aktivno oglje se običajno uporablja za vode z nižjo vsebnostjo nečistoč (npr. pri terciarnem čiščenju). Ko se aktivno oglje zasiti, ga je treba regenerirati ali zamenjati (Dravec, 2002). Absorbirane snovi ni več mogoče odstraniti s fizikalnimi postopki (kot prej s pranjem), ampak le s kemijskimi postopki (izpiranje s topilom), oz. žarjenjem, če so absorbirane organske snovi, ki pri žarjenju izgorijo. Kot kritični element je sta bila z vidika vzdrževanja in nevarnosti posebej izpostavljen ogljeni filter (regeneracija ali menjava oglenega filtra) ter predpriprava vode, ki odstrani organske snovi, katere bi omogočale rast mikrofilma na aktivnem oglju.

4.2.4 Gradniki vodovodnega omrežja

Vodovodno omrežje je sestavljeno iz vodovodnih cevi in vgrajenih armatur, katere opravljajo točno določeno funkcijo.

a) Vodovodno omrežje (cevovodi)

Cevovodi se glede na funkcijo, dimenzijo cevi in posledično količino pretoka delijo na transportne, primarne in sekundarne cevovode. Transportni cevovodi so namenjeni transportu vode na večje razdalje, od vodnih virov do primarnega cevovoda. Primarni cevovod predstavlja omrežje cevovodov večjih dimenzij, ki so namenjeni transportu pitne vode od enega ali več vodnih virov do sekundarnega cevovoda. Na transportnem in primarnem

cevovodu praviloma ni vgrajenih hidrantov in/ali priključenih končnih uporabnikov. Sekundarni cevovodi so namenjeni za neposredno priključevanje stavb na posameznem poselitvenem območju. Cevi so iz različnih materialov, izbranih glede na notranje in zunanje statične obremenitve, trajnost cevi, ceno, itd. Najpogostejši materiali cevi so: polietilen, duktil oz. nodularna litina, jeklo, pocinkano jeklo, poliester. V preteklosti pa sta bila pogosto uporabljena azbest cement in lito železo. Za prilagajanje vodovodnega omrežja terenu, izdelavo odcepov, spajanje cevi in vgraditev armatur, se uporablja fazonske kose, kot so cevi z obojko, spojni kosi s prirobnico, reducirni kosi itd. Fazonski kosi v opisu niso posebej izpostavljeni in so zajeti kot del vodovodnega omrežja. Priključek služi za priključitev posameznega ali skupine uporabnikov na sekundarni vodovod. Meja priključka in sekundarnega vodovoda je ponavadi določena z zakonodajo. Za potrebe opisa vodovodnega sistema je meja priključka vzeta med odcepom priključne cevi od sekundarnega vodovoda do obračunskega vodomera. Priključek je sestavljen iz (priključnega sklopa na sekundarno omrežje, dovodne cevi na odseku med javnim vodovodom in obračunskim vodomerom, ventila pred obračunskim vodomerom, čistilnega kosa (odvisno od nazivnega premera) in montažno demontažnega kosa ter obračunskega vodomera z nepovratnim ventilom Odlok o oskrbi s pitno vodo, Ur.l. RS 17/2006 z dopolnili). Transportni, primarni, sekundarni cevovodi in priključki tvorijo vodovodno omrežje v katerega so za potrebe vzdrževanja in kontrole vgrajene različne armature.

b) Zaporne armature

Naloga zapornih armatur je, da lahko v primeru okvare z zaprtjem izločimo posamezne dele cevovodov iz obratovanja (npr. na odcepih vgrajene hidrante, zračnike, blatnike). Na cevovodih manjših dimenzij se zasune vgrajuje v vodovodno omrežje neposredno z zasutjem, za večje premere cevovoda ($DN > 200/300$) pa se jih vgrajuje v armaturne jaške. Za zaporne armature do velikosti DN 200 se uporablja zasune z mehkim tesnjenjem, medtem ko se za zaporne armature večje od DN 200 vgradi prirobnične lopute z ekscentričnim zapiranjem.

c) Zračnik

Zračniki so elementi vodovodnega omrežja, ki so vgrajeni na vseh mestih, kjer se v cevovodu nabira zrak. To so predvsem najvišje točke cevovoda oz. mesta, kjer je tlak (merjen od tlačne

in ne hidrostatične črte) najmanjši. Služijo za odzračevanje cevovodov. Na vodovodnem sistemu se vgrajujeta dve vrsti zračnikov, in sicer izvedba v cestni kapi ter izvedba v jašku.

d) Blatnik

Blatnik oz. talni izpust služi za izpuščanje blata, ki se useda v ceveh, pa tudi za izpuščanje vode iz cevovodov pred popravili. Blatniki so vgrajeni na najnižjih točkah vodovoda oz. na mestih, kjer je tlak (merjen od tlačne in ne hidrostatične črte) največji. Pri vgradnji blatnika mora biti poskrbljeno za odvajanje vode v vodotok ali jarek, preko izpustne glave z žabjim poklopcem. V primerih, ko ni mogoče odvajati vode v bližnji vodotok lahko funkcijo blatnika opravlja hidrant blatnik, kjer se izpust spelje v jašek, od koder je možno črpanje vode s cisterno. Izprane vode ni priporočljivo odvajati v kanalizacijo (DVGW, 2001).

e) Požarni hidrant

Hidrant se uporablja za gašenje požara. Glede na vrsto vgradnje se hidrante deli na podtalne in nadtalne. Končni hidrant pa je vgrajena armatura na koncu sekundarnega vodovoda, ki lahko služi tudi za potrebe požarne varnosti, izvajanje meritev in izpiranje zaradi zagotavljanja ustrezne kakovosti pitne vode. Vgrajen je na tistih delih vodovodnega omrežja, ki jih ni mogoče zgraditi v obliki krožne zanke. Voda v slepih cevovodih zastaja in se zaradi tega segreva, kar lahko povzroči razvoj patogenih in ostalih organizmov, ki lahko ogrožajo zdravje uporabnikov oz. negativno vplivajo na fizikalno-kemijske parametre pitne vode, kot so barva, vonj in okus. Zato je treba cevovode, v katerih voda zastaja izpirati skozi končne hidrante in s tem preprečiti morebitno onesnaženje (staranje) vode.

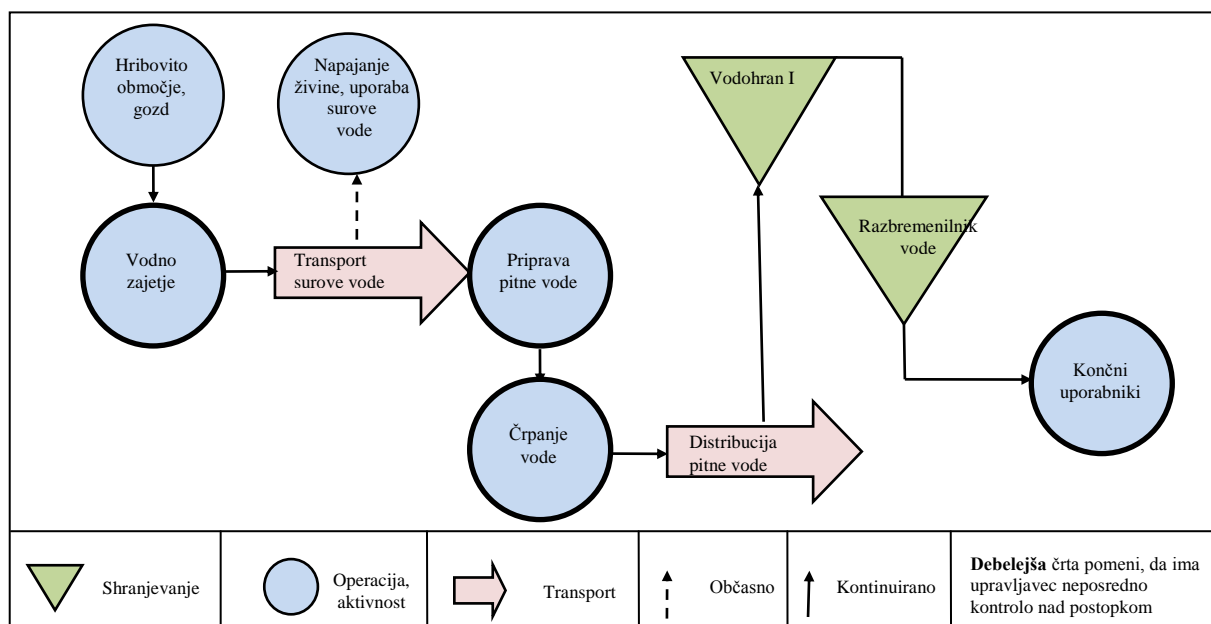
4.2.5 Gradniki interne hišne napeljave

Med interno hišno napeljavo spadajo cevi, armature in ostali elementi, ki so vgrajeni od ventila za obračunskim vodomero do mesta odjema (pipe) uporabnika. Sem spada tudi odjemno mesto, ki je definirano kot zunanji ali notranji talni jašek ali zidna niša, v katerem je vodomero (Odlok o oskrbi s pitno vodo (Ur.l. RS 17/2006 z dopolnili). Interna hišna napeljava je v lasti uporabnika, katerih je zadolžen tudi za njeno vzdrževanje. Z vidika opisa so bili

posebej izpostavljeni vodomer, katerega vzdrževanje spada pod pristojnost upravljavca vodovodnega sistema, interni cevovod, rezervoarji za pitno vodo v stavbi in odjemna mesta (pipe, pitniki, itd.). Kritično je tudi zastajanje pitne vode v slepih vodih.

4.2.6 Metode opisa vodovodnega sistema

Opis poteka na več nivojih in mora pokrivati celoten sistem od vodnega vira do končnega uporabnika. V prvi fazi se prepozna osnovne procese delovanja sistema (vodni vir, črpanje, priprava, distribucija pitne vode in interna hišna napeljava). V praksi so možne tudi različne kombinacije gradnikov kot npr. več vodnih virov, ki so preko distribucijskega omrežja povezani z enim objektom priprave pitne vode, itd. Vodovodni sistem se opiše s pomočjo podsistemov, gradnikov in sestavnih delov. Za večje vodovodne sisteme z velikim številom objektov se lahko uporabi diagram poteka s prirejeno simboliko (IWA, 2009), kot je prikazano na Sliki 22.



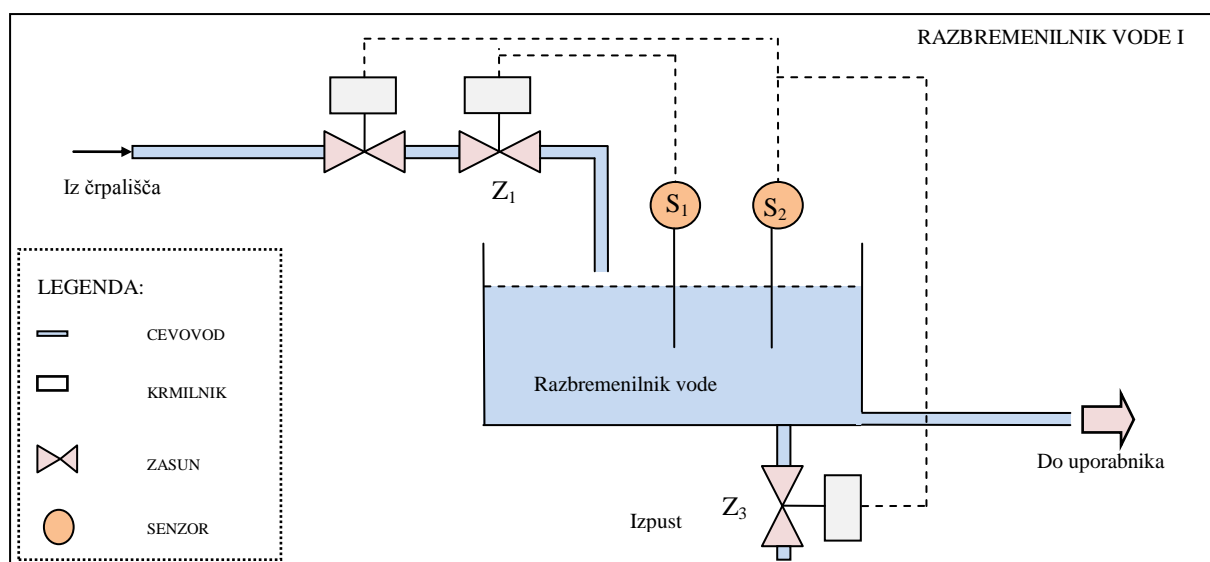
Slika 22: Prirejeni diagram poteka vodovodnega sistema

Fig. 22: Adjusted distribution system diagram for water supply system

Pri zapletenih sistemih z veliko aktivnostmi se izdelava diagram poteka od zgoraj navzdol, kjer vsak izmed glavnih korakov procesa poteka v smeri skozi vrh diagrama. Sekundarne

aktivnosti so navedene pod glavnimi koraki. V primeru večjih, kompleksnejših vodovodnih sistemov se lahko sistem razdeli na podsisteme (črpanje, priprava pitne vode, itd) in se te obdela v ločenih diagramih poteka, ki opisujejo posamezni gradnik (npr. objekt priprave pitne vode). Na koncu sledi presoja korektnosti diagrama procesa.

Poleg diagrama procesa se lahko za opis manjših vodovodnih sistemov izdela tudi tehnološko shemo (Slika 23), ki predstavlja detajlnejši prikaz sistema na nivoju gradnikov oz. sestavnih delov. Uporaba tehnoloških shem je priporočljiva za procese črpanja, priprave in distribucije pitne vode, ki predstavljajo ključne, pomembnejše postopke pri zagotavljanju varne oskrbe s pitno vodo ali pa so ti procesi prepoznani kot večja tveganja za pravilno delovanje sistema.



Slika 23: Primer tehnične sheme razbremenilnika vode

Fig 23: An example of technical water tank drawing

Če obstaja kataster vodovodnega sistema, se lahko z uporabo GIS tehnologije izdela pregledna karta, ki poleg samega sistema prikazuje tudi bližino kanalizacijskega omrežja, industrije, čistilnih naprav odpadne vode, greznic, itd. (Priloga I).

Tipični problemi pri izdelavi diagrama poteka, tehnološke sheme in karte sistema so predvsem pomanjkljiv kataster vodovodnega sistema, nezadostne informacije o uporabi zemljišč na območju vodovodnega sistema, pomanjkljivi podatki o industriji in ostalih

onesnaževalcih, prepoznavanje lokalnih in državnih subjektov s pomembnimi informacijami ali vlogami na tem področju, čas, ki je potreben za terensko delo in ne-ažurnost podatkov, postopkov dela in dokumentacije. Namen druge faze izdelave načrta celovitega upravljanja s tveganjem je ažurni opis vodovodnega sistema s pomočjo orodij kot so diagrami poteka, geografski informacijski sistemi in tehnološke sheme ter posledično razumevanje kvalitete oskrbe s pitno vodo, ki jo zagotavlja upravljavec. Vsi opisani gradniki podsistemov vodovodnega sistema so izpostavljeni nevarnostim, ki imajo lahko posledice v neustrezni kakovosti in/ali količini pitne vode.

4.3 Prepoznavanje nevarnosti in ocena tveganja za vodovodni sistem

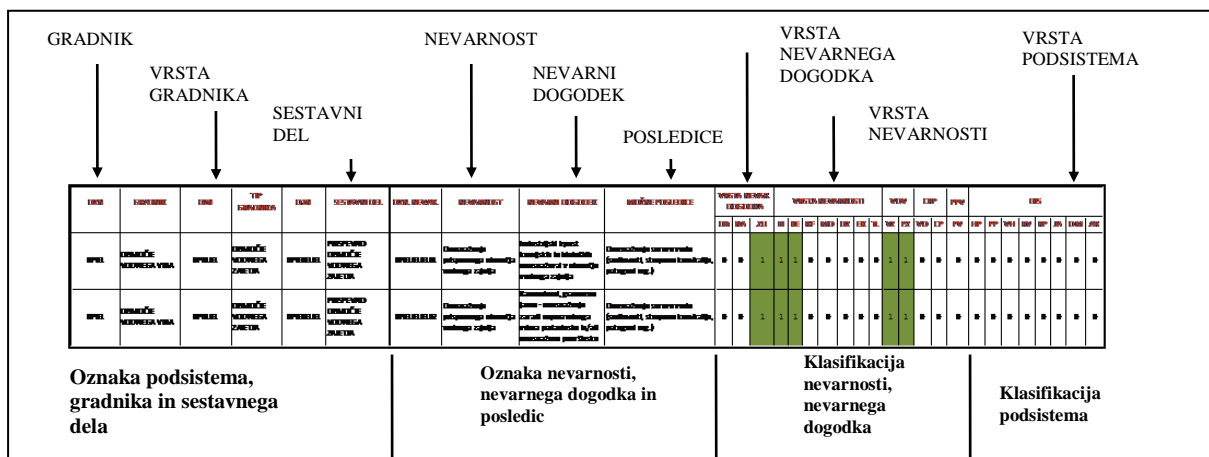
Ko je sistem opisan sledi prepoznavanje možnih nevarnosti. Ponavadi je ta aktivnost pogojena s skupino izkušenih strokovnjakov, ki dobro poznajo opisani sistem. Pri prepoznavanju nevarnosti se je treba osredotočiti na enega izmed gradnikov sistema in nevarnosti smiselno uvrstiti v kategorije. Zato bo v tem poglavju podrobneje predstavljena metoda za prepoznavanje vseh bioloških, fizikalno/kemijskih in mehanskih nevarnosti ter nevarnih dogodkov, ki lahko ogrozijo oskrbo s pitno vodo. Za vsak korak, ki je z diagramom poteka ali tehnološko shemo podan v opisu vodovodnega sistema, je treba prepoznati nevarnost in oceniti tveganje.

4.3.1 Prepoznavanje nevarnosti za vodovodni sistem

Prepoznavanje nevarnosti predstavlja enega izmed ključnih korakov pri celovitem upravljanju s tveganjem. Temelji na statističnih podatkih iz preteklosti, izkušnjah zaposlenih in dobremu poznavanju delovanja določenega vodovodnega sistema. Glavni problemi pri prepoznavanju nevarnosti so razmeroma velika verjetnost, da se katera izmed nevarnosti spregleda oz. ne upošteva, subjektivna presoja nevarnosti in pomanjkanje zadostne količine ustreznih podatkov.

Zato je bila, kot ena izmed ključnih nalog magistrske naloge izdelana podatkovna zbirka nevarnosti, katere namen je pomagati upravljavcu pri določevanju in izračunu tveganj. Vodovodni sistem je, za izdelavo seznama nevarnosti, obsegal vse fizične in organizacijske

strukture, ki služijo namenu oskrbe s pitno vodo oz. transportu vode od vira do potrošnika. V seznamu so podane tudi nevarnosti, ki zadevajo uporabo pitne vode na mestu odvzema (pri uporabniku). Podatkovna zbirka je aplikativna in omogoča razmeroma enostavno posodabljanje (Priloga C). Izdelana je glede na strukturo vodovodnega sistema, ki je prikazana v Preglednici 5, 6 in Prilogi I. Podatkovna zbirka je sestavljena iz štirih sklopov (Slika24):



Slika 24: Pregled in struktura podatkovne zbirke nevarnosti (glej Prilogo 3)

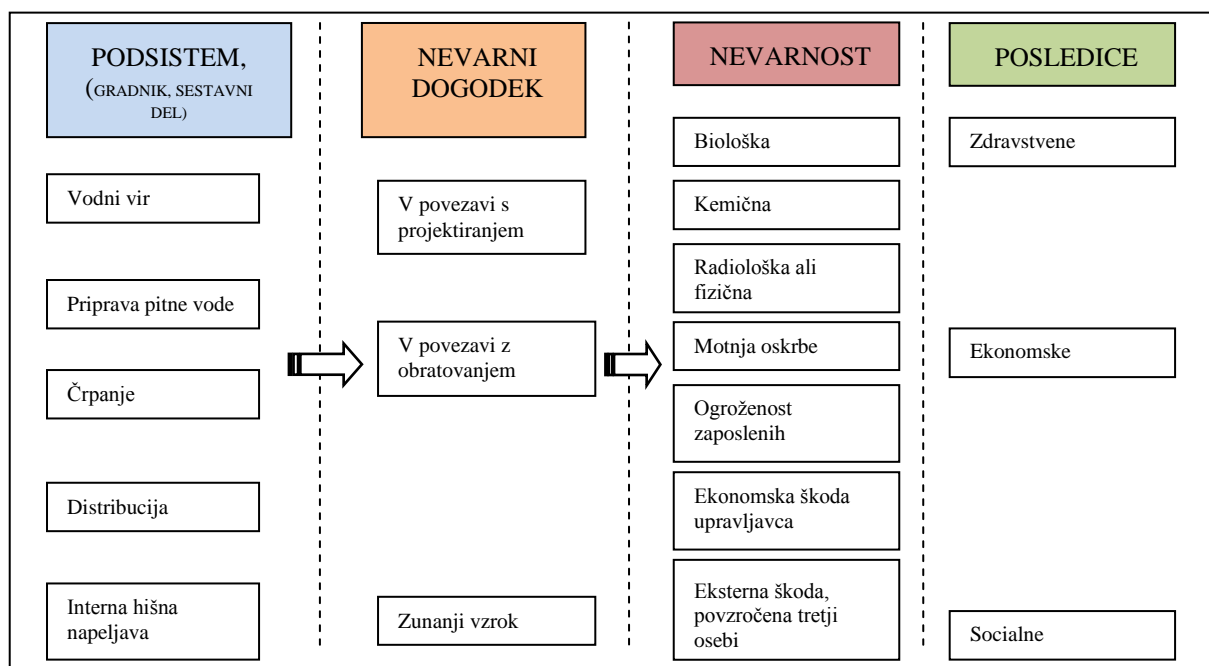
Fig. 24. Preview and structure of hazard database (see Annex 3)

V prvem sklopu je podana oznaka gradnika, ki ustreza določenemu podsistemu (npr. gradnik vodovodnega omrežja ustreza podsistemu distribucije pitne vode), tip gradnika (npr. zaporna armatura) in sestavnega dela (npr. zasun). Oznake gradnikov, tipov gradnikov in sestavnih delov so podane v Prilogi 2. Na nivoju gradnikov so prikazani le najpomembnejši sestavni deli v kombinaciji z opisom vzroka nevarnosti, vrsto nevarnosti in njenih posledic.

V drugem sklopu je definirana nevarnost⁴² (npr. okvara zasuna), nevarni dogodek (uporaba prevelike sile pri zapiranju zasuna) in posledica (npr. prekinitev oskrbe s pitno vodo zaradi sanacije okvare). Sledi klasifikacija nevarnega dogodka in nevarnosti (Slika 25).

Nevarni dogodki so lahko povezani z načrtovanjem (npr. napaka pri projektiranju), obratovanjem (nepravilno vzdrževanje) ali pa je njihov vzrok zunanji (sabotaža, naravne nesreče, itd.).

⁴² Opomba: Obsega posledic (ti. škodnega potenciala) v tej nalogi ne bomo obravnavali



Slika 25: Klasifikacija nevarnih dogodkov in nevarnosti

Fig 25: Classification of Hazardous events and Hazards

Nevarnosti so lahko biološko, kemijsko, in radiološko onesnaženje pitne vode, motnja ali prekinitev oskrbe in ogroženost zaposlenih. Nevarnosti oz. nevarni dogodki imajo lahko za posledico ogrožanje kakovosti in količine pitne vode ali pa povzročijo ekonomsko škodo upravljavcu vodovodnega sistema in/ali končnemu uporabniku. Na koncu je podana tudi oznaka vrste podsistema, na katero se določena nevarnost oz. nevarni dogodek nanaša. Vsi vnosi v podatkovno zbirko so ustrezno šifrirani. V tretjem in četrtem sklopu je z oznako 0 (NE) in 1(DA) označeno, v katero vrsto nevarnosti, nevarnega dogodka in podsistema spada določena nevarnost. Posledice nevarnosti so povezane z vsemi nivoji vodovodnega sistema zato mora biti veriga vzrokov in posledic mora biti ocenjena skozi celoten postopek oskrbe s pitno vodo. Na ta holističen način je preprečeno podcenjevanje nevarnosti do katerega pride, če se pri delu omejimo zgolj na posamezne gradnike (sestavne dele) vodovodnega sistema. Uporaba podatkovne zbirke je preprosta, saj omogoča enostavno selekcijo nevarnosti glede na vse nivoje vodovodnega sistema (podsistem – gradnik – sestavni del). V podatkovni zbirki nevarnosti niso zajete vse možne nevarnosti in nevarni dogodki, prav tako ni obdelana vsa tehnologija, ki se uporablja pri oskrbi s pitno vodo. Namen podatkovne zbirke je podati izhodišče za prepoznavanje nevarnosti, hkrati pa zbirka omogoča enostavno dopolnjevanje z dodatno prepoznanimi nevarnostmi.

4.3.2 Ocena tveganja za vodovodni sistem

Tveganje, ki je povezano z vsako izmed prepoznanih nevarnosti, je definirano kot zmnožek verjetnosti pojava neke nevarnosti in posledic, ki jih ta povzroči, ker je bil nevarnosti izpostavljen premalo oz. neodporen gradnik oz. sestavni del vodovodnega sistema. Posebno pozornost je treba nameniti nevarnostim, katerih posledice ogrožajo zdravje odjemalcev pitne vode. Namen ocene tveganja je ločiti pomembna in manj pomembna tveganja. S predlaganim postopkom se za vsak opisani sestavni del vodovodnega sistema prepozna ali izloči nevarnosti, ki so podane v podatkovni zbirki (Priloga C). V tukaj izdelani metodi bo podrobneje obdelan postopek ocene tveganja za kakovost in količino pitne vode, medtem ko se tveganja za ekonomsko škodo lahko doda naknadno po enakem postopku. Za postavljanje prioritet oz. razlikovanjem med pomembnimi in manj pomembnimi tveganji je treba določiti stopnjo tveganja. Kot je bilo že predhodno omenjeno, je tveganje definirano kot zmnožek verjetnosti izrednega dogodka in njegovih posledic. Najboljša metoda za določitev verjetnosti pojava izrednega dogodka je uporaba dejanskih podatkov o nevarnih dogodkih, ki so se pojavili v preteklosti. Če teh podatkov ni na razpolago se jih oceni. Poleg verjetnosti pojava, pa je treba upoštevati tudi zmožnost njegove zaznave. Če se nek izredni dogodek oz. nevarnost lahko pravočasno zazna, so posledice izrednega dogodka manjše, saj se jih ponavadi lahko prepreči oz. ublaži. Tako je verjetnost pojava definirana z zmnožkom pogostosti pojava in zmožnostjo njegove zaznave, kot je prikazano v Preglednici 7.

Preglednica 7: Določitev kategorij pogostosti in zmožnosti zaznave

Table 7: Determination of frequency and possibility of perception

VERJETNOST			
POGOSTOST (Kolikšna je pogostost izr. dogodka?)		ZMOŽNOST ZAZNAVE (Kolikšna je zmožnost zaznave izrednega dogodka?)	
OPIS	KATEGORIJA	OPIS	KATEGORIJA
od 1 dan do 1 teden	6	1 mesec do 1 leto	6
od 1 teden do 1 mesec	5	od 1 teden do 1 mesec	5
od 1 mesec do 0,5 leta	4	od 24h do 1 teden	4
od 0,5 leta do 1 leto	3	Od 6h do 24h	3
od 1 leto do 2 leti	2	od 1h do 6h	2
od 2 leti do →	1	takoj	1

Pogostost in zmožnost zaznave se določi za vsak izredni dogodek in njegove posledice posebej. Pri določevanju pogostosti se upošteva potencialni vzrok za izredni dogodek,

medtem ko je zmožnost zaznave ponavadi odvisna od tehničnih zmogljivosti (nadzora) sistema. Zato je treba analizirati nadzorne postopke (obratovalni monitoring, monitoring kakovosti pitne vode). Če ti niso vzpostavljeni je možnost detekcije zelo majhna (večja stopnja nevarnosti). Glede na kategorije, prikazane v Preglednici 7, se verjetnost pojava izrednega dogodka izračuna kot zmnožek pogostosti in zmožnosti zaznave po spodnji enačbi:

Kjer so:

P Verjetnost pojava

P_1 Pogostost pojava

Z Zmožnost zaznave

Glede na Preglednico 7 in Enačbo 12 dobimo 36 možnih vrednosti za verjetnost pojava izrednega dogodka. Vrednosti se vstavijo v matriko verjetnosti, prikazano v Preglednici 8.

Table 8: Matrika verjetnosti izrednega dogodka

Fig. 8: Probability matrix of hazardous event

P		POGOSTOST (P_1)					
		od 2 leti do →	od 1 leto do 2 leti	od 0,5 leta do 1 leto	od 1 mesec do 0,5 leta	od 1 teden do 1 mesec	od 1 dan do 1 teden
VERJETNOST		1	2	3	4	5	6
ZMOŽNOST ZAZNAVE (Z)	takoj	1	2	3	4	5	6
	od 1h do 6h	2	4	6	8	10	12
	od 6h do 24h	3	6	9	12	15	18
	od 24h do 1 teden	4	8	12	16	20	24
	od 1 teden do 1 mesec	5	10	15	20	25	30
	1 mesec do 1 leto	6	12	18	24	30	36

Matrika verjetnosti poda štiri kategorije verjetnosti pojava izrednega dogodka, ki so prikazane v Preglednici 9:.

Preglednica 9: Kategorije verjetnosti izrednega dogodka

Table 9: Probability categories of hazardous event

VERJETNOST	KATEGORIJA	OZNAKA
VELIKA	4	P4
SREDNJA	3	P3
MAJHNA	2	P2
ZELO MAJHNA	1	P1

Verjetnost izrednega dogodka je s tem definirana in je treba določiti tudi stopnjo njegovih posledic. Pri oceni stopnje posledic se upošteva trajanje (čas) posledic in izpostavljenost (število) končnih uporabnikov. Trajanje in izpostavljenost se lahko določi na podlagi preteklih izkušenj ali pa se ju oceni. Posamezna nevarnost ima lahko različne posledice in vsaka izmed posledic različno stopnjo (oceni se posledice in nevarnosti!). Za primer nevarnosti, ki imajo kot posledico onesnaženje pitne vode, je predlagana kategorizacija trajanja in izpostavljenosti, prikazana v Preglednici 10.

Preglednica 10: Določitev kategorij trajanja in izpostavljenosti

Table 10: Definition of duration and exposure

POSLEDICE			
TRAJANJE (Trajanje onesnaženja ali prekinitve oskrbe)		IZPOSTAVLJENOST (Št. oseb z moteno oskrbo)	
OPIS	KATEGORIJA	OPIS	KATEGORIJA
od 1teden →	6	od 1000 do →	6
od 3dni do 1teden	5	od 500 do 1000	5
od 1dan do 3dni	4	od 100 ljudi do 500 ljudi	4
od 6h do 1dan	3	od 50 ljudi do 100 ljudi	3
od 3h do 6h	2	od 10 ljudi do 50 ljudi	2
od 1h do 3h	1	od 1človek do 10 ljudi	1

Trajanje in izpostavljenost se določi za vsak izredni dogodek in njegove posledice posebej. Izpostavljenost je odvisna od velikosti oskrbovanega območja oz. dela vodovodnega sistema, ki ga prizadene izredni dogodek, medtem ko je trajanje deloma odvisno tudi od reakcijskega časa upravljavca in zmožnosti odprave posledic izrednega dogodka.

Glede na kategorije, prikazane v Preglednici 10, se posledice izrednega dogodka izračuna kot zmnožek trajanja in izpostavljenosti po spodnji enačbi:

Kjer so:

- C Posledice pojava
- T Trajanje pojava
- I Izpostavljenost uporabnikov

Kot v primeru določitve stopnje verjetnosti pojava, dobimo tudi glede na Preglednico 8 in enačbo 13, 36 možnih vrednosti za posledice izrednega dogodka. Pridobljene vrednosti se vstavi v matriko posledic, prikazano v Preglednici 11.

Preglednica 11: Matrika posledic izrednega dogodka

Table 11: Consequence matrix of hazardous event

C	TRAJANJE (T)						
	POSLEDICE	od 1h do 3h	od 3h do 6h	od 6h do 1dan	od 1dan do 3dni	od 3dni do 1teden	od 1teden →
		1	2	3	4	5	6
IZPOSTAVLJENOST (I)	od 1človek do 10 ljudi	1	2	3	4	5	6
	od 10 ljudi do 50 ljudi	2	4	6	8	10	12
	od 50 ljudi do 100 ljudi	3	6	9	12	15	18
	od 100 ljudi do 500 ljudi	4	8	12	16	20	24
	od 500 do 1000	5	10	15	20	25	30
	od 1000 do →	6	12	18	24	30	36

Matrika posledic poda štiri kategorije verjetnosti pojava izrednega dogodka, ki so prikazane v Preglednici 12.

Preglednica 12: Kategorije posledic izrednega dogodka

Table 12: Categories of consequences of hazardous event

POSLEDICE	KATEGORIJA	OZNAKA
ZELO VELIKE	4	C4
VELIKE	3	C3
SREDNJE	2	C2
MAJHNE	1	C1

Na podlagi izračuna oz. ocene stopnje verjetnosti pojava izrednega dogodka in njegovih posledic se s pomočjo matrike tveganja ocenijo razredi tveganja, kot je prikazano v Preglednici 13.

Preglednica 13: Matrika tveganja izrednega dogodka

Table 13: Risk matrix of hazardous event

TVEGANJE	C1	C2	C3	C4
P1	P1, C1	P1, C2	P1, C3	P1, C4
P2	P2, C1	P2, C2	P2, C3	P2, C4
P3	P3, C1	P3, C2	P3, C3	P3, C4
P4	P4, C1	P4, C2	P4, C3	P4, C4

Matrika tveganja poda tri kategorije oz. stopnje tveganja, ki so prikazane v Preglednici 14.

Preglednica 14: Kategorije tveganja izrednega dogodka

Table 14: Risk categories of hazardous event

TVEGANJE	KATEGORIJA	OZNAKA
VELIKO	3	R3
SREDNJE	2	R2
MAJHNO	1	R1

Uporaba matrik pri določitvi verjetnosti pojava, njegovih posledic in stopnje tveganja poda grobo sliko tveganja, ki je uporabna za določitev prioritete ukrepov zmanjševanja tveganja. Pri oceni tveganja kompleksnega vodovodnega sistema, za katerega je bilo prepoznano veliko število možnih nevarnosti in izrednih dogodkov, pa je včasih treba razlikovati dejansko stopnjo tveganja znotraj treh kategorij, ki so prikazane na Sliki 30. Če je prepoznanih npr. 20 tveganj s stopnjo *R3* in želimo znotraj te kategorije razlikovati med manj in bolj pomembnimi tveganji najvišje stopnje, je treba izračunati tudi število prioritete tveganja.

Število prioritete tveganja⁴³ (RPN) se izračuna z zmnožkom posledic (*C*) in verjetnosti (*P*) po naslednji enačbi:

Kjer so:

RPN Število prioritete tveganja
 C Verjetnost pojava izrednega dogodka
 P Posledice pojava izrednega dogodka

RPN se lahko izrazi tudi s faktorji verjetnosti in posledic (glej enačbi 12 in 13):

⁴³ Angl.: RPN: Risk priority number

Poleg RPN se izračuna tudi celotno število prioritete tveganja (TRPN⁴⁴), kot seštevek RPN vseh analiziranih komponent sistema. RPN predstavlja oceno ogroženosti sistema in se ga uporabi pri presoji preventivnih in korektivnih ukrepov. Po izvedbi ukrepov, se ponovno izračuna TRPN in se ga primerja s prejšnjim TRPN, tj. pred uporabo ukrepov.

Kjer so:

TRPN Celotno število prioritete tveganja

RPE_{1,i} Število prioritete tveganja za izredni dogodek n (i=1,2,...,n)

Poleg tega je treba opredeliti tudi kriterij sprejemljivosti tveganja, ki lahko temelji tudi na številu prioritete tveganja. Tako se glede na vrednost RPN določi prioritete znotraj posameznih kategorij tveganja, ki so bile določene z uporabo matrike tveganja. Izkušnje z uporabo različnih metod za analizo tveganja so pokazale, da 80 odstotkov vrednosti celotnega števila prioritete tveganja (TRPN) vsebuje zgolj 20 odstotkov posameznih možnih izrednih dogodkov in njihovih posledic (McDermott, 2009).

Za ponazoritev razlik med posameznimi nevarnostmi in njihovimi posledicami se lahko uporabi Pareto diagram, ki omogoča izdelavo natančne slike tveganja. Za prikaz ocene tveganja je v prvem koraku treba v preglednici prikazati rezultate ocene tveganja ter izračunati njihov celotni in kumulativni delež. Celotni delež se izračuna kot delež RPN posamezne nevarnosti glede na TRPN:

Kjer so:

C_X Celotni delež

RPN_X Število prioritete tveganja za izredni dogodek X

TRPN Celotno število prioritete tveganja

⁴⁴ TRPN: Total risk priority number

Kumulativni delež pa se izračuna kot vsota deleža določene nevarnosti in deležev nevarnosti, ki so po vrednosti pred določeno nevarnostjo v seznamu (glej tudi Preglednico 17).

Kjer so:

$K_X(n)$ Kumulativni delež

RPN_X Število prioritete tveganja za nevarnost X

n Število tveganj v seznamu pred tveganjem X

Za lažje razumevanje matrike tveganja, števila prioritete tveganja in Pareto diagrama, bo v nadaljevanju podan krajši praktični primer za razbremenilnik vode, ki je prikazan na Sliki 23. Za omenjeni razbremenilnik vode je bilo v oceni tveganja z uporabo matrik prepoznanih 5 nevarnosti z najvišjo stopnjo tveganja (Preglednica 15).

Preglednica 15: Primer ocene tveganja z uporabo matrik

Table 15: An example of risk assessment with use of matrix

NEVARNI DOGODEK	VERJETNOST			POSLEDICE			TVEGANJE
	ZMOŽNOST ZAZNAVE	POGOSTOST	STOPNJA VERJETNOSTI	TRAJANJE	IZPOSTAVLJENOST	STOPNJA POSLEDIC	
ND1	4	3	P2	5	3	C3	R3
ND2	4	5	P3	6	4	C4	R3
ND3	1	6	P2	6	6	C4	R3
ND4	6	5	P4	3	4	C2	R3
ND5	6	6	P4	6	6	C4	R3

Zaradi omejenih finančnih virov upravljavca vodovodnega sistema je treba določiti prioritete znotraj najvišje stopnje tveganja R3, zato se izračuna število prioritete tveganja.

Preglednica 16: Izračun števila prioritete tveganja

Table 16: Calculation of risk priority number

NEVARNI DOGODEK	VERJETNOST		POSLEDICE		RPN (Z x P ₁ x T x I)
	ZMOŽNOST ZAZNAVE (Z)	POGOSTOST (P ₁)	TRAJANJE (T)	IZPOSTAVLJENOST (I)	
ND1	4	3	5	3	180
ND2	4	5	6	4	480
ND3	1	6	6	6	216
ND4	6	5	3	4	360
ND5	6	6	6	6	1296
TRPN					2532

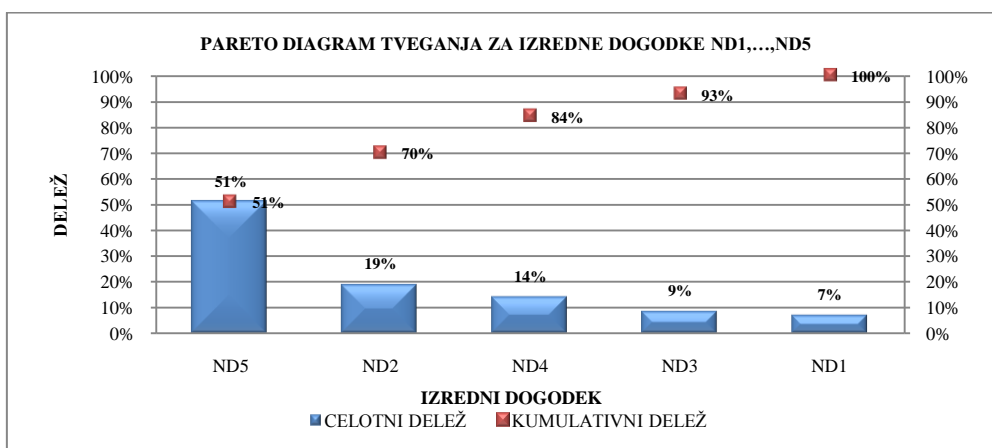
Izračun RPN je pokazal velike razlike v tveganju med petimi nevarnimi dogodki. Izračunano je bilo tudi celotno število prioritete tveganja po Enačbi 16. Za izračun deleža stopnje tveganja posameznega izrednega dogodka in prikaz slike tveganja na Pareto diagramu, je treba za vsako tveganje izračunati celotni in kumulativni delež (glej Enačbi 17 in 18). Pred izračunom je treba števila prioritete tveganja razdeliti od največjega do najmanjšega.

Preglednica 17: Izračun celotnega in kumulativnega deleža tveganja

Table 17: Calculation of total and cumulative percentage of individual risk

NEVARNI DOGODEK	RPN	CELOTNI DELEŽ	KUMULATIVNI DELEŽ
ND5	1296	51%	51%
ND2	480	19%	70%
ND4	360	14%	84%
ND3	216	9%	93%
ND1	180	7%	100%
TRPN	2532	100%	-

Rezultate izračuna celotnega in kumulativnega deleža se prikaže v Pareto diagramu, ki je prikazan v Grafikonu 1.



Grafikon 1: Primer Pareto diagrama za oceno tveganja za razbremenilnik vode

Graph 1: An example of Pareto chart for risk assessment for water reservoir

Na podlagi ocene tveganja je treba za posamezna tveganja določiti prioriteto. Prioriteto se določi glede na izračunano število prioritete tveganja (od večjega proti manjšem). Iz Pareto diagrama je razvidno, da izredni dogodek ND5 predstavlja kar 51% vsega tveganja za vzorčni primer razbremenilnika vode. Na ta način lahko upravljavec določi prioritete ukrepe, ki bodo

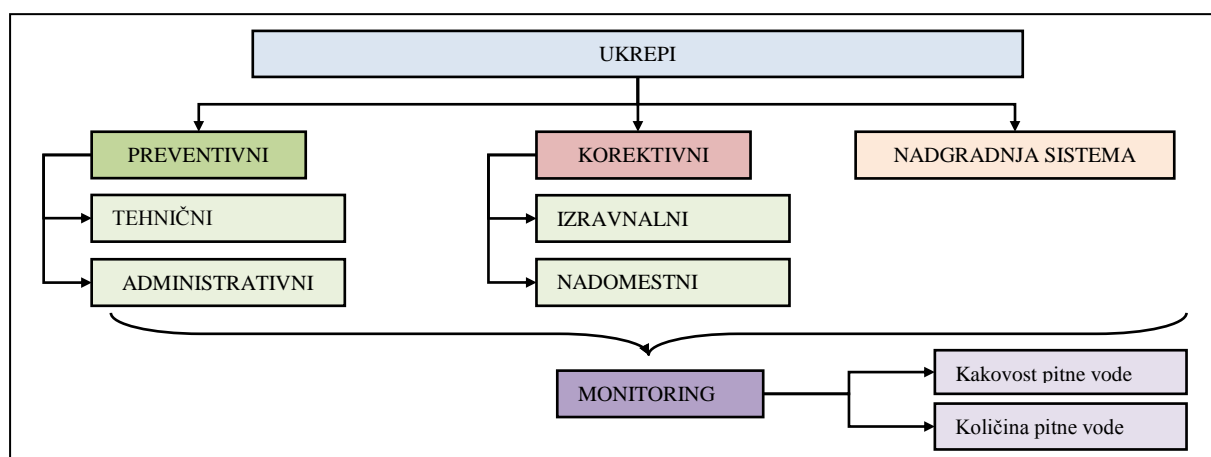
v prvi fazi odpravili oz. zmanjšali tveganje izrednega dogodka ND5. Opisano metodo ocene tveganja je možno prilagoditi željam in potrebam posameznega upravljavca vodovodnega sistema. Če je potreba po natančnejši sliki tveganja, se lahko razširi kategorije faktorjev verjetnosti in posledic ali pa se jih v nasprotnem primeru zmanjša.

4.4 Določitev in validacija kontrolnih ukrepov, ponovna ocena in določitev prioritet

Za vsako prepoznano nevarnost je treba določiti obstoječe postopke nadzora oz. kontrole tveganja. Manjkajoče kontrole (tiste, ki so potrebne in niso vzpostavljene) morajo biti dokumentirane. V procesu upravljanja s tveganjem se teži k temu, da so vsa tveganja odpravljena, kar pa ni vedno mogoče. V teh primerih se je treba osredotočiti na vse analizirane dejavnike tveganja (verjetnosti in pogostosti pojava okvare, stopnje njenih posledic in možnosti zaznave) ter z določenimi ukrepi zmanjšati stopnjo omenjenih dejavnikov. Ponavadi je najlažje povečati možnost zaznave okvare in/ali njenih posledic. Kadar so ogrožena človeška življenja, je treba reducirati stopnjo posledic nevarnosti.

4.4.1 Določitev in opis ukrepov kontrole tveganja

Ukrepi se delijo na preventivne in korektivne. Če pa takšni ukrepi ne zagotavljajo zadostne varnosti je treba sistem nadgraditi.



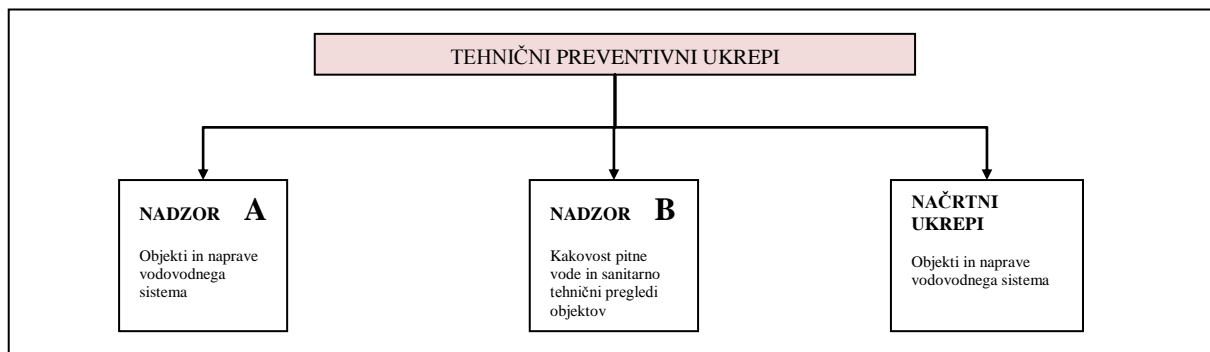
Slika 26: Ukrepi obvladovanja tveganja

Fig. 26: Risk control measures

Na koncu se vzpostavi (dopolnjeni) monitoring (Glej poglavje 4.7), ki zagotavlja podatke o uspešnosti ukrepov (Slika 26).

Kontrolni oz. preventivni ukrepi pomenijo preprečevanje in ne samo odpravljanje nevarnosti. Slonijo na dejstvu, da se ukrepi opravijo vnaprej (po načrtu), preden pride do nevarnega dogodka. Ta vrsta ukrepov zahteva mnogo kvalificiranih strokovnjakov in veliko opreme za kakovostno diagnosticiranje. Če obstajajo določila v kakšnih časovnih obdobjih je treba opraviti določen preventivni ukrep se ta imenuje periodičen ali tudi načrten ukrep. Pri tem se nekatere kritične elemente zamenjuje ne glede na njihovo dejansko izrabljenost.

Če gre za preventivne postopke vzdrževanja (tehnični ukrepi) se je treba zavedati, da vsak sestavni del oz. gradnik vodovodnega sistema dela pod različnimi pogoji in ima svoje optimalne stroške vzdrževanja. Proizvajalec predpiše dnevne, tedenske, mesečne in letne aktivnosti, s frekvenco in tehnologijo preventivnih pregledov za običajne obratovalne razmere.



Slika 27: Primer iz podatkovne zbirke kontrolnih ukrepov

Fig. 27: An example of control measures database

Elementi vodovodnega sistema običajno delujejo pod različnimi pogoji in so različno obremenjeni (npr. ene črpalke so bolj obremenjene od drugih), zato je treba pogostost preventivnih pregledov prilagoditi dejanskemu obratovanju, tako da bodo pravočasni, torej ne prepozni in ne prezgodnji. Prezgodnji pregledi ne pokažejo potrebe po posegih, zato so stroški vzdrževanja večji. Prepozni pregledi pa se odražajo predvsem na številu korektivnih posegov, kateri pa so ponavadi zelo dragi.

Tipično delitev preventivnih (tehničnih) ukrepov prikazuje Slika 27. V grobem se delijo na nadzor, ki predstavlja podporno funkcijo upravljanja s tveganjem in na načrtno vzdrževanje, kjer se izvajajo dela po vnaprej določenem planu. Celotna zbirka omenjenih ukrepov je podana v Prilogi D. Poleg preventivnih vzdrževalnih ukrepov se izvaja tudi administrativne preventivne ukrepe, kot so zakonska zaščita vodnega vira, komunikacija z lastniki zemljišč okoli vodnega vira, oz. ozaveščanje končnih uporabnikov, itd.

Med korektivne ukrepe spadajo ukrepi, ki se jih izvede po pojavu nevarnega dogodka. Tovrstnih ukrepov ni mogoče vnaprej časovno načrtovati, saj je natančen čas nastopa nevarnega dogodka neznan, zato so to ponavadi neplanirani ukrepi. Okvare ali onesnaženja so nenadne, posledice pa v posameznih primerih lahko tudi katastrofalne. Ukrepi so lahko tudi aktivni (redukcija nevarnosti oz. pojava, npr. tlačnega udara, ipd.) ali pasivni (povečanje odpornosti, ipd.).

4.4.2 Validacija učinkovitosti kontrolnih ukrepov

Validacija je proces pridobivanja dokazov, da so kontrolni ukrepi učinkoviti. Za večino ukrepov to pomeni, da je treba uporabiti razširjen program monitoringa za prikaz obratovanja sistema pod običajnimi in ekstremnimi pogoji delovanja⁴⁵. Učinkovitost vsakega kontrolnega ukrepa je treba oceniti z vidika celotnega vodovodnega sistema, saj ima lahko okvara enega sestavnega dela posledice na celoten vodovodni sistem. Validacija kontrolnih ukrepov ponavadi zahteva uporabo več različnih metodologij. Tako se lahko npr. rezervni vir električne energije validira tako, da se vključi, ko zmanjka električne energije in se hkrati izvede potrebne meritve za zagotovitev zadostne količino električne energije. Primer obrazca za prikaz in validacijo kontrolnega ukrepa je podan v Preglednici 18.

Preglednica 18: Določitev in validacija ukrepov obvladovanja tveganja

Table 18: Determination and validation of risk control measures

NEVARNOST	NEVARNI DOGODEK	P	C	M	R	KONTROLNI UKREP	UČINKOVITOST	OPOMBE
Mikrobiološka onesnaženost pitne vode	Živalski iztrebki v pitni vodi po obilnem deževju	3	5	2	30	Filtracija vode Ukrep prekuhanja vode če filtracija odpove	Odstranjevanje protozoe – garancija in testiranje proizvajalca glede na velikost membrane in oocit	Pojav z vodo prenosljivih boleznih v podobnih okoliščinah

⁴⁵ Tega se ne sme zamenjati z obratovalnim monitoringom, ki pokaže ali so validirani ukrepi učinkoviti.

Med validacijo je treba spremljati učinkovitost ukrepov kontrole tveganja glede na preddefinirane kritične meje, katere so lahko določene z zgornjo in spodnjo mejo vrednosti določenih parametrov. Če gre za kontrolni ukrep vzdrževanje reziduala klora v pitni vodi, se lahko kritično mejo izrazi z zahtevo, da je v vodi 0,2-0,5mg/l (DVGW, 2007) reziduala klora, Ph 6,5-9,5 (Pravilnik pitni vodi, Ur.l RS 19/04 z dopolnili) in motnost manjša od 1 NTU (glej tudi poglavje 4.6). Če so bili ukrepi pred uporabo načrta upravljanja s tveganjem že validirani, ponovna validacija ni potrebna.

4.4.3 Ponovna ocena tveganja

Po validaciji kontrolnih ukrepov je treba tveganje ponovno oceniti z upoštevanjem učinkovitosti izvedenih ukrepov. Poleg dolgoročne učinkovitosti je potrebno upoštevati tudi možnost nedelovanja oz. odpovedi posameznega kontrolnega ukrepa v krajšem časovnem obdobju (npr. redni tedenski pregled objekta ni mogoč zaradi letnih dopustov in posledično pomanjkanja delovne sile). Nevarnosti za katere obstaja visoko tveganje, kontrolni ukrepi pa zanje niso določeni, se izpostavi.

4.4.4 Določitev prioriteten ukrepov

Za preostala tveganja je potrebno določiti prioritete. Za visoka tveganja se poleg preventivnih in kontrolnih ukrepov lahko izvede tudi rekonstrukcija oz. nadgradnja sistema, ki pomnei obsežnejši poseg v obstoječi sistem (povečanje odpornosti sistema). Tovrstna nadgradnja sistema se izvaja praviloma iz varnostnih razlogov. V tem primeru se s predelavo celega sistema ali z zamenjavo njegovih sestavnih delov doseže večjo zanesljivost obratovanja.

4.5 Izdelava, uporaba in vzdrževanje načrta izboljšav

Če so obstoječe metode kontrole tveganja neučinkovite ali jih ni, je treba izdelati in implementirati načrt izboljšav oz. nadgradnje vodovodnega sistema. Tovrstna nadgradnja ne pomeni nujno večjih finančnih vložkov. V določenih primerih se lahko tveganju izognemo z

revizijo obstoječe dokumentacije in vpeljavo novih, dodatnih delovnih procesov (ukrepov). Načrt izboljšav lahko vključuje kratko, srednje in dolgoročne programe ukrepanja.

Za ukrepe, ki potrebujejo velika finančna vlaganja je potrebna natančna analiza in smiselno določanje prioritet. Načrte izboljšav se lahko poda v obrazcu, ki je prikazan v Preglednici 19.

Preglednica 19: Načrt izboljšanja kvalitete pitne vode (ukrepi in odgovornosti)

Table 19: Drinking water quality improvement plan (actions and accountabilities)

IZBOLJŠAVA	RAZLOG	IZVEDBA	ODGOVORNOST	ROK IMPLEM.	STATUS
Uporaba ukrepov za kontrolo tveganj v povezavi s paraziti	Cryptosporidium je bil prepoznan kot preostalo tveganje Iztrebki (živina) v bližini nezaščenega vodnjaka je lahko razlog za mikrobiološko onesnaženje pitne vode Trenutno ni nobenih dokazov, da je tovrstno tveganje pod nadzorom	Namestitev in validacija UV dezinfekcije. Validacija zahteva primerjavo teoretične učinkovitosti priprave in zahtevane za uničenje kriptosporidija	Vodja oddelka priprave pitne vode	(Skrajni datum izvedbe in uporaba ukrepa)	(v teku, se še ni začelo, itd.)

Uporabo načrta izboljšav je treba spremljati in validirati, kar potrjuje učinkovitost dodatnih ukrepov. Poleg tega se je treba zavedati, da uporaba novih ukrepov omejevanja tveganja lahko pomeni novo nevarnost vodovodnemu sistemu. Pri izdelavi načrta izboljšav je treba upoštevati (IWA, 2009):

- Različne možnosti zmanjševanja tveganja,
- določitev odgovornosti za izdelavo in uporabo načrta izboljšav,
- ceno in finančne vire,
- potrebno izobraževanje,
- dodatne procese dela,
- komunikacijo z javnostjo,
- raziskave in razvoj,
- izdelavo navodil v primeru izrednih dogodkov,
- komunikacijo in poročanje.

Glavni problemi pri izdelavi načrta izboljšav so ponavadi iskanje finančnih virov, pomanjkanje strokovne podpore in preprečevanje novih tveganj kot posledice izboljšav oz. sprememb na vodovodnem sistemu.

4.6 Določitev obratovalnega monitoringa kontrolnih ukrepov

Obratovalni monitoring vključuje določitev in validacijo monitoringa prvotnih kontrolnih ukrepov in izboljšav z namenom spremljanja učinkovitosti obratovanja vodovodnega sistema. Poleg tega je v tem koraku treba tudi definirati korektivne ukrepe za vse primere, ko kontrolni oz. preventivni ukrepi odpovejo ter pride do onesnaženja in/ali prekinitve oskrbe s pitno vodo. Število in vrsta kontrolnih ukrepov je odvisna od velikosti sistema in je pogojena z vrsto in frekvenco nevarnosti, ki ogrožajo vodovodni sistem. Monitoring kontrolnih točk služi kot ključna podpora upravljanju s tveganjem saj se z njim dokaže, da so kontrolni ukrepi učinkoviti. Po drugi strani pa monitoring zagotavlja, da se v primeru kakršne koli spremembe v sistemu, pravočasno ukrepa in prepreči morebitno onesnaženje in/ali prekinitve oskrbe s pitno vodo. Za vzpostavitev učinkovitega obratovalnega monitoringa je treba predhodno opredeliti sledeče:

- Kaj se bo spremljalo,
- kako se bo spremljalo,
- trajanje in pogostost monitoringa,
- kje se bo spremljalo,
- kdo bo spremljal (odgovornost),
- kdo bo izvajal analize podatkov (vzorcev)
- kdo bo prejel rezultate jih ovrednotil in interpretiral ter, če bo potrebno ukrepal.

Obratovalni monitoring običajno temelji na enostavnih meritvah, kot so merjenje pretoka, tlaka, motnosti vode, itd., kot je prikazano v Preglednici 20.

Preglednica 20: Kratko in dolgo ročni obratovalni monitoring in korektivni ukrepi

Table 20: Short and long term monitoring requirements and corrective action

KONTROLNI UKREP	KRITIČNA MEJA	KAJ	KJE	KDAJ	KAKO	KDO	KOREKTIVNI UKREP
Konstantno spremljanje koncentracije dezinf. sredstva	Doziran: do 1,2 mg/l Prosti rezidual: 0,10 – 0,50 mg/l	Konc. klora	Črpališče	Stalno - On line	Merilna naprava	Dispečer	Dvig ali spust koncentracije doziranega klora

Za določene kontrole je treba določiti kritične meje izven katerih varnosti oskrbe s pitno vodo ni mogoče zagotoviti. Odmik od teh meja pomeni takojšnje ukrepanje in obveščanje končnih

uporabnikov ter pristojnih državnih ogranov. Obratovalni monitoring in korektivni ukrepi morajo preprečiti zaužitje onesnažene vode. Zaradi čim krajšega odzivnega časa upravljavca, morajo biti korektivni ukrepi preddefinirani kjer koli je to mogoče. Pri tem pa je treba upoštevati:

- Ali so korektivni ukrepi pravilno dokumentirani,
- ali so določene odgovornosti za izvedbo ukrepov,
- ali so zaposleni ustrezno usposobljeni, imajo zadostna pooblastila in delovna sredstva,
- kakšna je učinkovitost korektivnih ukrepov in
- ali je mogoče preprečiti ponovno potrebo po korektivnem ukrepu.

Obratovalni monitoring je treba prilagoditi zahtevam zakonsko določenega HACCP sistema. V ta namen se določi kritične kontrolne točke, ki so definirane kot stopnja proizvodnega procesa, na kateri se z ustreznim kontrolnim ukrepom potencialno nevarni dogodek prepreči, odstrani oziroma zmanjša na sprejemljivo raven.

Preglednica 21: Odločitveno drevo za določitev KKT (Jamnik, Žitnik, 2009)

Table 21: Decision tree for determination of CCP (Jamnik, Žitnik, 2009)

VPRAŠANJE ŠT.	VSEBINA VPRAŠANJA	ODGOVOR	
1.	Ali obstaja visoko ali srednje tveganje v tej fazi procesa ?	NE – NI KKT	DA – Pojdi na vprašanje št. 2
2.	Ali tveganje lahko obvladamo ?	NE – NI KKT	DA – Pojdi na vprašanje št. 3
3.	Ali je proces vpeljan zato, da zmanjša tveganje ?	NE – POJDI NA VPRAŠANJE ŠT.4	DA – KKT
4.	Ali se kontaminacija pojavi ali poveča do nesprejemljive vrednosti ?	NE – NI KKT	DA – Pojdi na vprašanje št.5
5.	Ali naslednji proces odstrani ali zmanjša tveganje na sprejemljivo raven ?	NE – KKT	DA - NI KKT

Za določitev KKT (kritičnih kontrolnih točk) iz predhodno opravljene analize možnih tveganj se uporabi odločitveno drevo (Interno gradivo JP VO-KA d.o.o., 2010) (Preglednica 21). Odločitveno drevo je sosledje vprašanj, ki jih je treba oblikovati za vsako ugotovljeno tveganje v vseh fazah procesa oskrbe s pitno vodo. Namen odločitvenega drevesa je identifikacija KKT in njihova ločitev od običajnih kontrolnih ukrepov. Z določitvijo KKT se zadosti zakonskim zahtevam in implementira HACCP načela v načrt upravljanja s tveganjem. Tipični problemi pri izvajanju obratovalnega monitoringa so predvsem pomanjkanje

strokovnega znanja, finančnih virov (predvsem ti. on-line monitoring) in odklonilen odnos zaposlenih zaradi sprememb delovnih postopkov.

4.7 Potrditev učinkovitosti načrta upravljanja s tveganjem

Z izvedbo formalnega procesa potrditve načrta upravljanja s tveganjem se zagotovi, da načrt prinaša želene rezultate. Vsak kontrolni ukrep mora imeti natančno določen in opisan režim monitoringa, ki potrjuje njegovo učinkovitost (npr. parametri v pitni vodi so pod določeno mejo). Pogostost verifikacije je odvisna od zaupanja med upravljavcem in državnim regulatornim organom. Običajno se potrditev izvaja periodično (npr. enkrat na mesec) ali ob večjih spremembah v vodovodnem sistemu.

Za potrditev mikrobiološke kakovosti pitne vode se ponavadi spremlja indikatorske parametre⁴⁶. Najpogostejši indikatorski parameter je v tem primeru bakterija *E. coli*, katere prisotnost lahko pomeni fekalno onesnaženje pitne vode. V nasprotju z mikrobiološkimi parametri se pri kemijskih parametrih meri dejanske koncentracije določene snovi v vodi. Za večino kemijskih snovi v vodi je značilno, da se redko pojavijo v koncentracijah, ki bi lahko ogrozile človeška življenja. Zato se vsebnost mikrobioloških parametrov v vodi spremlja pogosteje kot vsebnost kemijskih parametrov. Poleg omenjenih parametrov je priporočljivo tudi spremljanje okusa in vonja vode pri uporabnikih, na mestih odjema. Pri vzpostavitvi rutinskega verifikacijskega monitoringa je potrebno (IWA, 2009):

- upoštevati veljavno zakonodajo s področja kakovosti pitne vode,
- določiti in razdeliti odgovornosti med zaposlene,
- izbrati akreditiran laboratorij za izvedbo analiz,
- pravilno določiti mesta odvzema vzorcev,
- določiti pogostost (periodo) odvzema vzorcev,
- zagotoviti pravilno interpretacijo rezultatov in
- vzpostaviti sistem poročanja o rezultatih vzorcev regulatornim organom.

Poleg analiz kakovosti pitne vode, verifikacija načrta upravljanja s tveganjem obsega tudi presojo korektnosti izvajanja preventivnih in korektivnih ukrepov. Revizijo načrta upravljanja

⁴⁶ Zakonodaja s področja kakovosti pitne vode je podrobneje opredeljena v poglavju 3.2.6

s tveganjem lahko izvajajo interni ali eksterni revizorji (npr. Ministrstvo za zdravje), ki zagotavljajo nadzor nad kvaliteto vode in tveganji. Poleg zunanjih regulatornih ustanov pa je treba upoštevati tudi mnenje uporabnikov (WHO, 2009).

V Republiki Sloveniji je notranji nadzor podrobneje opredeljen v Pravilniku o pitni vodi (Ur. l. RS 19/2004 z dopolnili). V 10. členu omenjenega pravilnika mora biti notranji nadzor vzpostavljen na osnovah HACCP sistema, ki omogoča prepoznavanje mikrobioloških, kemičnih in fizikalnih agensov, ki lahko predstavljajo potencialno nevarnost za zdravje ljudi ter izvajanje potrebnih ukrepov in vzpostavljanje stalnega nadzora na tistih mestih (kritičnih kontrolnih točkah) v oskrbi s pitno vodo, kjer se tveganja lahko pojavijo. Poleg ti. notranjega nadzora se izvaja tudi državni monitoring, ki služi preverjanju ali pitna voda izpolnjuje zahteve omenjenega pravilnika ter zlasti zahteve da niso presežene mejne vrednosti parametrov, določene v Prilogi I. Državni monitoring izvaja ministrstvo, pristojno za zdravje. Potrditev učinkovitosti načrta upravljanja s tveganjem v Republiki Sloveniji izvaja tako upravljavec kot tudi država.

4.8 Priprava upravljavskih postopkov

V tem koraku je treba določiti in dokumentirati postopke dela v običajnem in izrednem delovanju vodovodnega sistema. Preventivne in korektivne ukrepe, ki so bili podani v Poglavju 4.4, se podrobneje opiše in s tem se zagotovi njihovo pravilno izvajanje. Pomemben del celovitega upravljanja s tveganjem je razvoj korektivnih ukrepov, ki v primeru odmika od običajnega delovanja vodovodnega sistema zagotovijo čimprejšnjo odpravo nepravilnosti. Za primer, da se pojavi nepredviden izredni dogodek, katerega posledice so lahko katastrofalne, naj bo kot del načrta celovitega upravljanja s tveganji tudi splošni načrt ukrepanja v kriznih razmerah⁴⁷. Korektivni ukrepi so lahko določeni na nivoju vodovodnega sistema, podsistema, gradnika ali sestavnega dela. Za vsakega izmed ukrepov se izdelata načrt in opiše natančen postopek izvedbe. Poleg opisa postopkov dela, je treba vzpostaviti tudi sistem poročanja izvedenih del, vodenja evidenc okvar in izdelati oceno stroškov.

⁴⁷ V slovenski zakonodaji tovrstno problematiko obravnava predvsem Uredba o vsebini in izdelavi načrtov zaščite in reševanja Ur. l. RS, št. 3/2002 (17/2002 – popr., z dopolnili)

4.9 Razvoj podpornih programov

Podporni programi predstavljajo aktivnosti, ki pripomorejo k dodatnemu razvoju in usposobljenosti zaposlenih o metodi celovitega upravljanja s tveganjem. Programi ponavadi vsebujejo izobraževanja, raziskave in razvoj, katerih glavne naloge so:

- Določitev potrebnih podpornih programov za vključitev v načrt,
- pregled in revizija obstoječih programov,
- razvoj manjkajočih podpornih programov.

V načrt upravljanja s tveganjem so lahko vključene različne vrste podpornih programov, kot je prikazano v Preglednici 22.

Preglednica 22: Vrste podpornih programov, ki so lahko vključene v načrt upravljanja s tveganjem

Table 22: Types of supporting programs that could be included in risk management

PODPORNI PROGRAM	NAMEN	PRIMER
Izobraževanje in osveščanje	Zagotoviti, da zaposleni in zunanji izvajalci razumejo varnost oskrbe s pitno vodo in posledice njihovih dejanj oz. odločitev.	Predstavitve načrta upravljanja s tveganjem
		Določitev zahteve o kompetencah zunanjih izvajalcev
		Higiena pri delu
Raziskave in razvoj	Podpora odločitvam za izboljšanje kakovosti pitne vode.	Razumevanje možnih nevarnosti
		Raziskave za boljše zaznavanje onesnaženosti
		Uporaba hidravličnih modelov

Poleg razvoja in raziskav lahko podporni programi obravnavajo tudi druge tematike, kot so pravilna kalibracija merilne opreme, preventivno vzdrževanje in seznanjanje zaposlenih o pravnih vidikih oskrbe s pitno vodo (dolžnosti in pravice vzdrževalca sistema za oskrbo s pitno vodo).

4.10 Program periodične revizije načrta upravljanja s tveganjem

Naloga skupine za upravljanje s tveganjem so periodični pregledi načrta in njegovo posodabljanje v skladu s preteklimi izkušnjami. Revizija predstavlja pomemben korak pri celotni uporabi načrta in zagotavlja podlago za bodoče ocene tveganja, saj se pogoji delovanja

vodovodnega sistema z uporabo novih tehnologij hitro spreminjajo. Vse posodobitve načrta upravljanja s tveganjem je treba dokumentirati. Evidence naj vsebujejo:

- Datum zadnje revizije, posodobitve in sestanka,
- spremembe v sestavi skupine upravljanja s tveganjem,
- spremembe glede vodnih virov, črpanja, priprave in distribucije pitne vode,
- revizijo obratovalnih parametrov,
- validacijo novih kontrolnih ukrepov,
- revizijo verifikacije,
- interna in eksterna poročila o načrtu upravljanja,
- datum naslednje, predvidene revizije.

Glavni problemi pri periodični reviziji načrta so pomanjkanje časa in motivacija zaposlenih, vodenje evidenc o spremembah in zagotavljanje kontinuirane podpore načrtu s strani zaposlenih.

4.11 Pregled načrta po izrednem dogodku

Prednost izvajanja načrta upravljanja s tveganjem je zmanjšanje števila nevarnih dogodkov in njihovih posledic. Kljub temu pa lahko pride do pojava izrednega dogodka. Z analizo po dogodku se zopet izvede pregled načrta, katerega naloga je iskanje vzrokov in analiza učinkovitosti ukrepov, ki so bili izvedeni. Rezultat tovrstne analize je izčrpno poročilo o vzroku za izredni dogodek in predlog izboljšave načrta upravljanja s tveganjem z namenom preprečitve ponovne nesreče. Revizija naj odgovori na naslednja vprašanja:

- Kaj je bil vzrok za nesrečo?
- Ali je bil vzrok že prepoznan v oceni tveganja?
- Kako in kdaj je bil problem prepoznan?
- Kateri ukrepi so bili predvideni in kako so bili izvedeni?
- Ali so bili uporabniki pravočasno obveščeni in ustrezno zaščiteni?
- Ali so obstajali problemi v komunikaciji in kako so bili obravnavani?
- Kakšne so bile kratko in dolgoročne posledice nesreče?
- Kako se lahko izboljša ocena tveganja, ukrepe in komunikacijo?

Če gre za nevarnost, ki ni bila prepoznana v oceni tveganja, je treba izdelati načrt izboljšav, v katerem so opredeljena vsa potrebna sredstva za odpravo obravnavanega tveganja.

Metoda celovitega upravljanja s tveganjem, opisana v Poglavju 4, bo v nadaljevanju uporabljena kot podlaga za izdelavo načrta celovitega upravljanja s tveganjem za lokalni vodovodni sistem Prežganje, ki je v upravljanju Javnega podjetja Vodovod – Kanalizacija d.o.o. S tem želimo pokazati uporabnost in primernost izdelave metodologije, pomožnih preglednicin končne, skupne ocene tveganja.

5 CELOVITO UPRAVLJANJE S TVEGANJEM ZA VS PREŽGANJE

Lokalni vodovodni sistem Prežganje upravlja Javno podjetje Vodovod – Kanalizacija d.o.o. po pogodbi z Mestno občino Ljubljana. Za vodovodni sistem je že izdelan načrt ocene tveganj v skladu s HACCP načeli, katerih problematika je podrobneje opisana v poglavju 3.1.2.

Cilj uporabe načrta celovitega upravljanja s tveganjem za vodovodni sistem Prežganje bo predvsem izboljšanje obstoječega HACCP sistema in s tem zagotavljanje oskrbe s pitno vodo v ustrezni kakovosti in zadostni količini. Načrt bo omogočil večjo transparentnost obratovanja in pripomogel k racionalnem oz. ekonomičnem reševanju problemov. Metoda bo, za razliko obstoječega HACCP sistema, podrobneje upoštevala tudi tista tveganja, ki ogrožajo zadostno količino pitne vode. Uporaba metode bo potekala v enajstih korakih, kot je navedeno v Poglavju 4 (Preglednica 4).

5.1 Oblikovanje delovne skupine in ocena stroškov projekta

V delovno skupino za izdelavo načrta celovitega upravljanja s tveganjem so bili predlagani strokovnjaki s področja vodnih virov, črpanja, priprave in distribucije pitne vode (Priloga E). Vsi člani so zaposleni v podjetju in dobro poznajo problematiko zagotavljanja oskrbe s pitno vodo. Izbrani so bili na podlagi izkušenj, ki izhajajo iz njihovega dosedanjega dela. Skupina se deli na dva dela. V ožjem izboru so predvsem vodje služb in direktor sektorja Vodovod⁴⁸, kateri imajo možnost in pooblastilo za sprejemanje pomembnih odločitev na svojem področju.

Kot vodja skupine je predlagana zaposlena, ki opravlja funkcijo odgovorne osebe za skladnost pitne vode v skladu s Pravilnikom o pitni vodi (Ur.l. RS. št. 19/04 z dopolnili, 6. člen). Naloga avtorja magistrske naloge je tehnična pomoč pri izvedbi ocene tveganja in uporabi načrta v obstoječe poslovne procese podjetja. Poleg zaposlenih v Sektorju vodovod sta v ožjem izboru tudi predstavnika Razvojne službe in Službe za nadzor kakovosti pitne in odpadne vode iz Tehnično investicijskega sektorja.

⁴⁸ Sektor vodovod je razdeljen na tri službe in sicer Službo vzdrževanja vodarn (SVV), Službo vzdrževanja vodovodnega omrežja (SVVO) in Merilno službo (MS). Sanitarna služba spada pod Službo vzdrževanja vodarn.

Skupino se lahko, glede na potrebe, razširi z dodatnimi člani. V širši izbor so uvrščeni vodje posameznih oddelkov znotraj služb sektorja Vodovod. Njihovo delo je operativne narave in s svojim sodelovanjem lahko pripomorejo h korektnosti izvedbe ocene tveganja (Priloga F).

Kot zunanji subjekti so prepoznane državne in občinske institucije, katerih naloga je nadzor, priprava zakonodaje s področja oskrbe s pitno vodo in financiranje (Priloga G). Področje ministrstva za okolje in prostor so predpisi in nadzor črpanja in distribucije pitne vode, medtem ko Ministrstvo za zdravje predlaga zakonodajne akte, ki obravnavajo kakovost pitne vode. Naloga Inštituta za varovanje zdravja je predvsem ugotavljanja stanja o skladnosti in zdravstveni ustreznosti pitne vode. Mestna občina Ljubljana je lastnik vodovodnega sistema Prežganje in financira obnove in nadomestitve javne komunalne infrastrukture. Zavod za zdravstveno zavarovanje Maribor izvaja analize vzorcev internega nadzora nad kakovostjo pitne vode.

Glede na to, da so v skupini predvideni kot člani zgolj zaposleni v podjetju, ni bilo narejene ocene stroškov izdelave načrta upravljanja s tveganjem. V Prilogi H je podana zgolj poraba delovnih ur zaposlenih, ki imajo sedmo stopnjo izobrazbe. Ocenjeno je bilo, da je za izdelavo načrta upravljanja s tveganjem potrebnih skupno 262 ur dela.

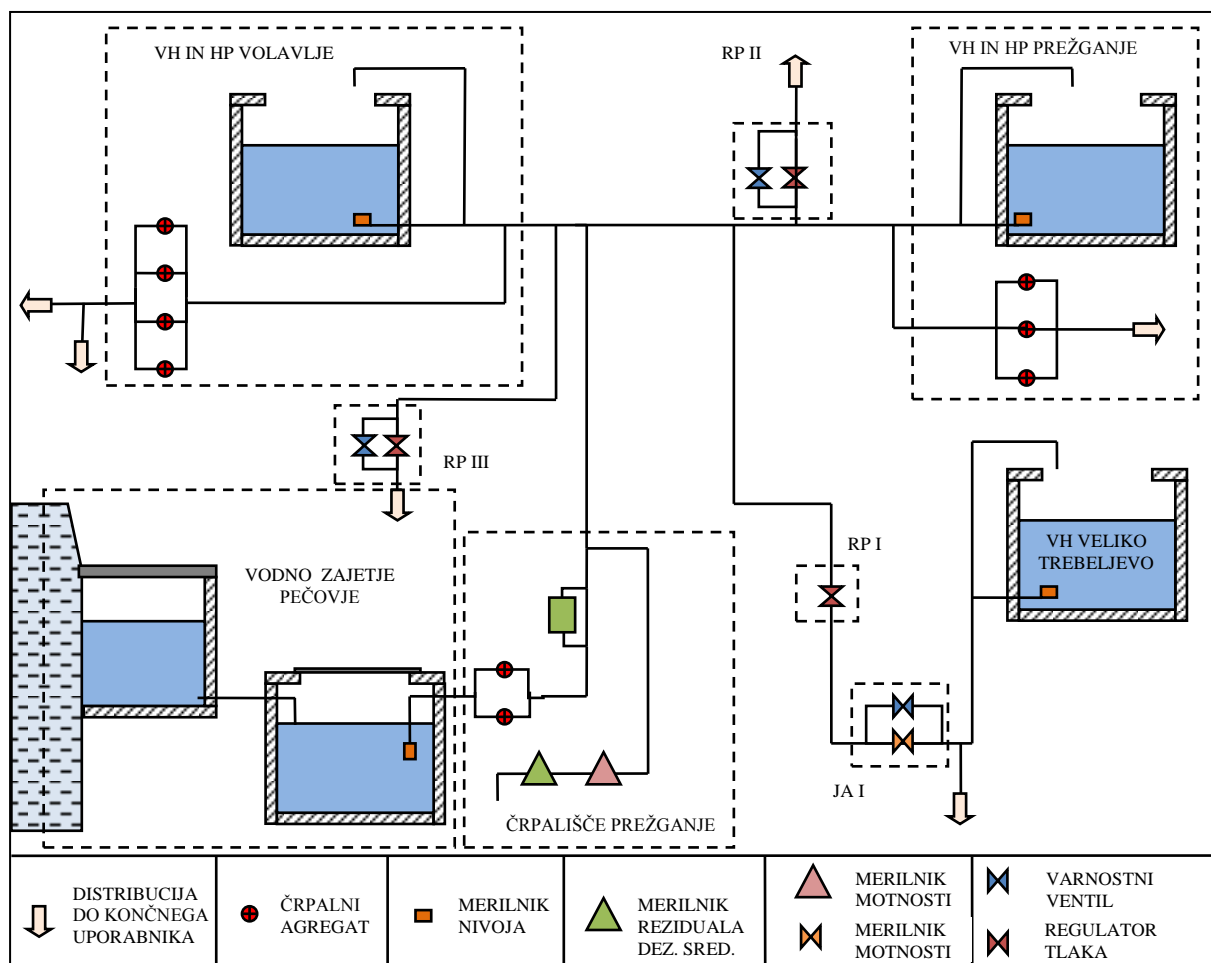
5.2 Opis delovanja VS Prežganje

Vodovodni sistem Prežganje oskrbuje s pitno vodo približno 600 prebivalcev naselij Prežganje, Malo Trebeljevo, Veliko Trebeljevo, Volavlje in del Zgornje Besnice. Leži vzhodno od Ljubljane na višini 500 m.n.m. Vodovodni sistem je bil zgrajen med letoma 1996 in 2007. Pregledna karta vodovodnega naselja in okolice je podana v Prilogi I.

5.2.1 Vodni vir Pečovje

Vodni vir je površinsko zajetje Pečovje, ki se nahaja v ozki grapi pod vasjo Prežganje (Priloga J). Neposredno zaledje nad zajetjem je pogozdeno, medtem ko je na grebenu vas Prežganje z njivami, vrtovi, rastlinjaki in neurejenimi gnojišči in greznicami. Zajetje je zgrajeno v globoko razpokanem triadnem plastovitem dolomitu z vložki skrilavca. Podzemna voda je

površinskega značaja in se napaja s padavinami, ki pronicajo skozi razpokan dolomit v globino (Interno gradivo Javnega podjetja Vodovod-Kanalizacija d.o.o., 2010). Vodni vir je zaščiten z Uredbo o vodovarstvenem območju za vodno telo vodonosnikov Ljubljanskega barja in okolice Ljubljane (Ur.l.RS, št. 115/2007 z dopolnili). Iz bližjega zajemnega objekta z volumnom 1m^3 voda gravitacijsko priteče v vodno celico črpalnišča Pečovje (5m^3), kot je prikazano na Sliki 28. Povprečna izdatnost vodnega vira je $0,25\text{l/s}$.



Slika 28: Poenostavljena tehnološka shema vodovodnega sistema Prežganje

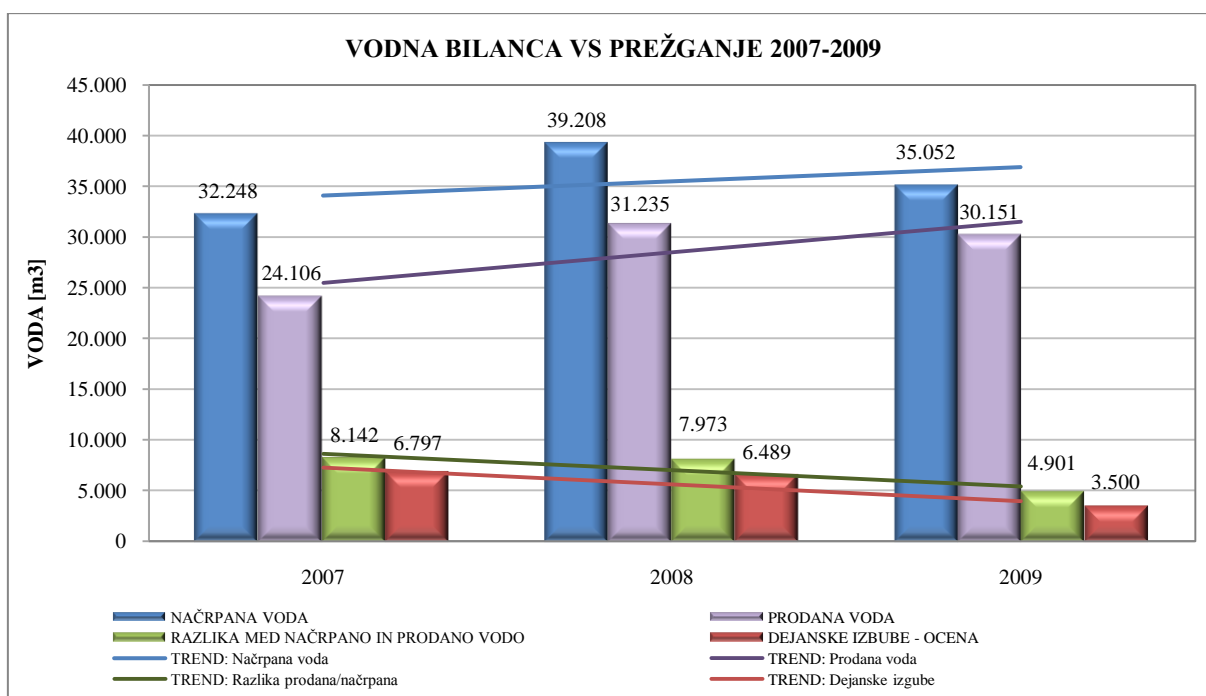
Fig. 28: Simple technological scheme of Water supply system Prežganje

5.2.2 Črpanje in priprava pitne vode v črpalnišču Prežganje

V črpalnišču Prežganje sta dva črpalna agregata proizvajalca Grundfos z nazivnim pretokom $4,5\text{l/s}$ in nominalno dobavno višino 150m . Na tlačni strani črpalnih agregatov je vgrajena dezinfekcijska naprava za doziranje natrijeve hipoklorove kisline proizvajalca Prominent z

maksimalno kapaciteto 10l/s. Na izhodu iz črpališča je povratni cevovod, na katerem sta nameščena merilnika motnosti in prostega dezinfekcijskega sredstva. V objektu je vgrajena oprema za nadzor, krmiljenje in prenos podatkov, ki omogoča spremljanje količine dodanega dezinfekcijskega sredstva, motnost vode in prisilni zagon oz. izklop črpalk na daljavo. Črpališče Prežganje je bilo zgrajeno leta 1996, medtem ko je bila naprava za pripravo pitne vode nameščena v letu 2009. V črpališču je vgrajen varnostni ventil s čistilnim kosom.

Letna količina načrpane vode je okoli 35.000m³, medtem ko je bilo prodane v letu 2009 približno 30.000 m³. Opazen je majhen trend povečanja načrpane in prodane vode. Trend vodnih izgub postopoma pada iz 25% v letu 2007 na 14% v letu 2009 (Grafikon 2).



Grafikon 2: Vodna bilanca za VS Prežganje (2007-2009)

Graph 2: Water balance for WSS Prežganje (2007-2009)

5.2.3 Distribucija pitne vode v VS Prežganje

Distribucija pitne vode v vodovodnem sistemu Prežganje poteka preko treh vodohranov, dveh hidropostaj, treh reducirnih postaj in vodovodnega omrežja z vgrajenimi armaturami.

a) Vodohrani in prečrpalnice

Iz črpališča Pečovje se voda črpa v vodohran Prežganje, kjer sta dve vodni celici s prostornino 50m^3 in hidropostaja s tremi črpalnimi agregati, ki služijo za oskrbo višje ležečih objektov v vasi Prežganje. V objektu je tudi oprema za krmiljenje, nadzor in prenos podatkov z merilniki tlaka, pretoka in nivoja. Iz vodohrana Prežganje voda gravitacijsko teče do vodohranov Volavljje in Veliko Trebeljevo. Vodohran Volavljje ima eno vodno celico s prostornino 50m^3 . V sklopu objekta je tudi hidropostaja s štirimi črpalnimi agregati, ki prečrpava vodo do višje ležečih objektov v naselju Volavljje. Na skrajnem jugu vodovodnega sistema je nad naseljem Veliko Trebeljevo vodohran Trebeljevo, ki ima eno celico z volumnom 50m^3 . Objekt nima opreme za krmiljenje, nadzor in prenos podatkov. Vodohran in hidropostaja Volavljje sta bila zgrajena l. 2007, vodohran Prežganje l. 1996 in vodohran Trebeljevo l. 2004.

b) Varnostni ventil in zaporni zasun v Jašku I ter reducirne postaje

Na sekundarnem cevovodu iz vodohrana Trebeljevo je vgrajen varnostni ventil, ki je vzporedno vezan z zapornim zasunom, katerega delovanje je povezano z nivojem gladine vode v vodohranu Trebeljevo. Zaradi razgibanega površja so v omrežju razmeroma visoki tlaki, zato so vgrajene tri reducirne postaje (glej Prilogo K). Dve od reducirnih postaj imata vgrajene tudi varnostne ventile.

d) Vodovodno omrežje vodovodnega sistema Prežganje

Skupna dolžina vodovodnega omrežja VS Prežganje je 1.361 m. Od tega je primarnega omrežja 3.822m in sekundarnega omrežja 9.239m. Vodovodno omrežje je bilo zgrajeno med leti 1996 in 2008. Večino omrežja je iz nodularne litine z dimenzijo DN100 za primarne vodovode in dimenzijami med DN32 do DN100 za sekundarne vodovode. V vodovodnem sistemu je 201 priključkov v skupni dolžini 6.507m. Zaradi zagotavljanja požarne varnosti je vgrajenih 93 hidrantov s premerom DN80. Od tega je 18 končnih hidrantov, ki poleg požarne varnosti služijo tudi izpiranju vodovodnega omrežja. Z enakim namenom je vgrajenih tudi 8 blatnikov s prostim iztokom in 21 hidrantov blatnikov. Odzračevanju vodovodnega omrežja

služi 31 zračnikov. V vodovodnem sistemu je bilo zgrajenih osem armirano betonskih jaškov. Skupno število zapornih armatur je 184.

5.2.4 Interna hišna napeljava uporabnikov VS Prežganje

Porabo pitne vode pri uporabnikih se meri z 263 obračunskimi vodomeri. Ostali podatki niso na voljo.

5.2.5 Upravljanje in vzdrževanje VS Prežganje

Vzdrževanje vodovodnega sistema Prežganje je vključeno v poslovne procese upravljavca in je povezano s sistemom kakovosti, ki predstavlja najvišji regulacijski krog vodenja v podjetju. Na ta način se obvladuje posamezne dele vodovodnega sistema na nivoju visoke zanesljivosti in s tem neprekinjene oskrbe s pitno vodo v zadostni količini in primerni kakovosti. Redno vzdrževanje predstavlja že vzpostavljene postopke kontrole tveganja, ki temeljijo na zakonskih določilih in načelih dobre prakse. Od vsakega dobavitelja opreme se v tehničnih prevzemnih pogojih zahteva, da pripravi podatke, ki se nanašajo na preventivno vzdrževanje in sicer z namenom, da se jih lahko uporabi v neposredni praksi. Vsakemu sestavnemu delu vodovodnega sistema (črpalni agregat, zasun, hidrant, itd.) se zaradi preglednosti pripne matično številko in se ga vključitev v načrt vzdrževanja.

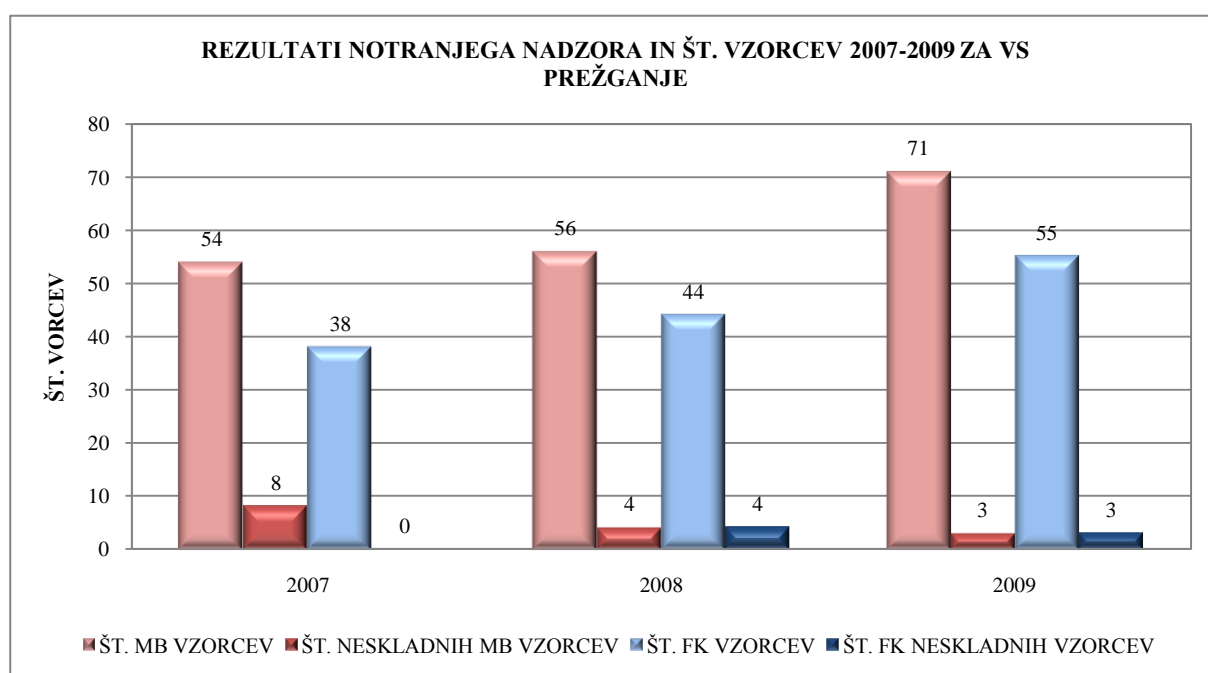
Z namenom opisa vzdrževanja vodovodnega sistema Prežganje so bili izdelani standardni postopki dela, ki so določeni na nivoju vodovodnega sistema, podsistema, gradnika ali sestavnega dela. Vsak standardni postopek dela vsebuje splošni opis, opis izvedbe dela, ocenjen čas dela, ki je lahko normiran ali določen za vsak primer posebej, letno periodo dela, število potrebnih delavcev z ustrežno izobrazbo (usposobljenost). Podani so v Prilogi M.

Izvedeno vzdrževalno delo oz. ukrep mora biti evidentiran z dokumentom (delovnim nalogom), ki vsebuje podatke o času izvedbe, izvajalcu dela, vrsti dela in sestavnemu delu sistema na katerem je bilo izvedeno. Za preventivna vzdrževalna dela na vodovodnem sistemu Prežganje je izdelan letni načrt z vso potrebno dokumentacijo za vsak gradnik in sestavni del vodovodnega sistema posebej, kot je prikazano v Prilogi N. Vsa dokumentacija o

izvedenih delih se preko delovnih nalogov vodi v poslovnem informacijskem sistemu upravljavca.

5.2.6 Opis problematike VS Prežganje

Največji problem vodovodnega sistema predstavlja vodno zajetje Pečovje, saj ob večjih nalivih pritečejo hudourniške vode, onesnaževala pa skupaj z odplakami, ki pritečejo po grapi v neposredni bližini zajetja in skozi razpokan dolomit vdirajo v zajetje.



Grafikon 3: Rezultati analiz vzorcev pitne vode od 2007 do 2009 na VS Prežganje

Graph 3: Drinking water samples test results from 2007 till 2009 for WSS Prežganje

Poleg povečane motnosti (fizikalno-kemijsko onesnaženje) se v pitni vodi pojavijo tudi mikrobiološka onesnaževala, kot so *E. coli*, *Clostridium perfringens* in koliformne bakterije. Število neskladnih vzorcev, ki so bili odvzeti v sklopu rednega notranjega nadzora med letoma 2007 in 2009, je razmeroma visoko (Grafikon 3).

Prikazani vzorci so bili odvzeti v objektih in omrežju vodovodnega sistema ter pri končnih uporabnikih. Razlog za fizikalno kemijsko neskladnost pitne vode je bila vedno povečana

motnost, ki je v določenih primerih preseгла 30NTU. V štirih vzorcih je bila prisotna *E. coli*, kar kaže na stik surove vode s fekalijami. Ostale mikrobiološke neskladnosti so bile posledica prisotnosti indikatorskih parametrov.

V črpališču Prežganje na nekaterih mestih odpada omet. Opazno je tudi rjavenje kovinskih delov. Zaradi prostorske stiske v objektu je merilna sonda za motnost postavljena za dezinfekcijsko napravo, kar pomeni, da se surovo vodo najprej dezinficira, potem pa se šele ugotovi, ali je bila voda primerna za dezinfekcijo.⁴⁹

V črpališču Prežganje in vodnem zajetju Pečovje je bilo evidentiranih v preteklih letih (2007-2009) tudi največ izrednih dogodkov, kot je prikazano v Preglednici 23.

Preglednica 23: Izredni dogodki na VS Prežganje (2007-2009)

Table 23: Hazardous events in WSS Prežganje (2007-2009)

NAZIV OBJEKTA	IZREDNI DOGODEK	ŠT. IZR. DOG.
VODNO ZAJETJE PEČOVJE	Okvara plovnega ventila	1
ČRPALIŠČE PREŽGANJE	Okvara zagona enega ali več črpalnih agregatov	2
ČRPALIŠČE PREŽGANJE	Merilnik pretoka ni bil kalibriran	1
ČRPALIŠČE PREŽGANJE	Okvara merilne sonde	1
PRIPRAVA PITNE VODE PREŽGANJE	Nečistoče iz dezinfekcijskega sredstva zamašile membrano na črpalki dozirnega sistema	2
VARNOSTNI VENTIL – JAŠEK 1	Okvara hitro izpustnega ventila	1
VODOHRAN PREŽGANJE	Zaradi udara strele poškodba modema in digitalno analognega pretvornika	2
VODOVODNO OMREŽJE VS PREŽGANJE	Okvara na priključku	1

V vodni celici vodnega zajetja Pečovje je prišlo do okvare plovnega ventila merilnika nivoja. Večji problem predstavljajo črpalni agregati v črpališču Prežganje, kjer je v dveh primerih prišlo do okvare zagona ene ali več črpalnik. Zabeleženo je bilo tudi nepravilno delovanje merilnika pretoka, zato je bila potrebna ponovna kalibracija. Podobno kot v vodnem zajetju je tudi v črpališču prišlo od okvare merilne sonde. Dezinfekcijska naprava za doziranje natrijevega hiperklorita je bila vgrajena v letu 2009. Naslednje leto sta bila evidentirana dva

⁴⁹ Voda je primerna za dezinfekcijo če motnost ne presega vrednosti 1NTU.

izredna dogodka, katerih posledica je bila prekinitev dezinfekcije surove vode. Razlog so bile nečistoče v dezinfekcijskem sredstvu, ki so zamašile membrano dozirne črpalke.

V jašku I (Slika 28) sta nameščena varnostni ventil in zasun vezan na nivo gladine vode v vodohranu Trebeljevo. Zaradi kamenja v cevovodu se varnostni ventil po izpustu vode ni zaprl, prišlo je do poplavitve jaška in posledično vodnih izgub. Pred varnostnim ventilom ni vgrajenega lovilca nesnage. Pokrov ne tesni, zato je jašek pogosto poplavljen. Skozi dve odprtini v steni tudi vdira voda.

V vodohranu Prežganje sta bili evidentirani dve okvari na opremi za prenos podatkov kot posledici udara strele. V prvem primeru je prišlo do okvare modema, medtem ko je v drugem primeru odpovedal digitalno analogni pretvornik. Strojni del vodohrana je s pregrado ločen od vodne celice. Za pregrado je opazno odpadanje ometa. Na površini vode v celici se nabira kalcijev karbonat. V vročih poletnih dneh se na bočni steni nabira kondenz, kar kaže na prevelika nihanja temperature v vodohranu.

Za vodohrana Trebeljevo in Volavljje ni bilo zabeleženih izrednih dogodkov. V vodohranu Trebeljevo so vhodna vrata narejena iz nerjavečega materiala. V spodnjem delu vrat je ozka, nezaščitena odprtina. V notranjem delu levo od vrat je prezračevalna rešetka, katere (razmeroma velike) odprtine niso zaščitene pred vdorom mrčesa in prašnih delcev. Stene vodohrana niso ustrezno obdelane in so pregrobe. Skozi steno na dveh delih zamaka voda.

Vodohran Volavljje je najnovejši objekt vodovodnega sistema Prežganje. V začetni fazi obratovanja objekta so bile opažene in odpravljene določene nepravilnosti, kot npr. manjkajoč žabji poklopec na izpustu. Voda v vodni celici zastaja, saj je protokol polnjenja neposredno vezan na gladino vode v vodohranu. Voda sprti doteka in celica se nikoli ne sprazni do konca, kar povzroča nevšečnosti tudi pri vzdrževanju oz. čiščenju vodne celice. Objekt ni tehnično varovan. Na vodovodnem omrežju ni bilo zabeleženih izrednih dogodkov razen ene okvare na hišnem vodovodnem priključku.

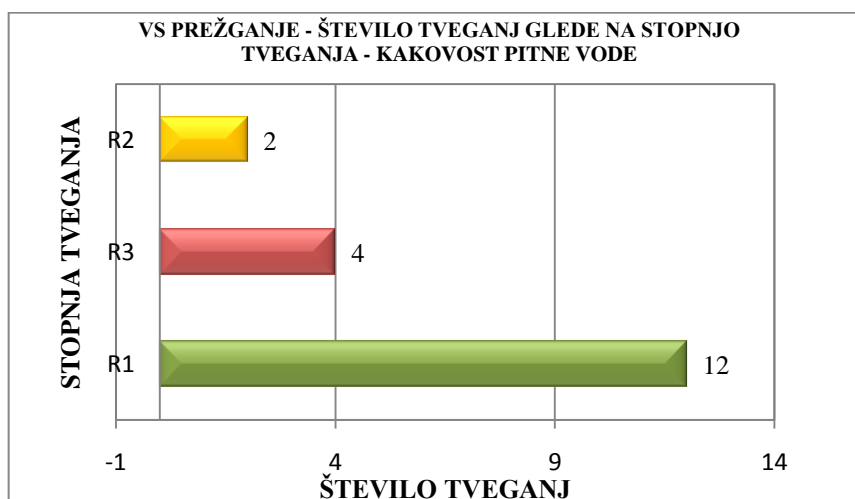
5.3 Prepoznavanje nevarnosti in ocena tveganja za VS Prežganje

Nevarnosti in izredni dogodki za vodovodni sistem Prežganje so bili prepoznani s pomočjo podatkovne zbirke groženj, ki je podrobneje opisana v Poglavlju 4.3 in na podlagi opisa vodovodnega sistema. Določeni so bili na nivoju sestavnih delov sistema.

Na podlagi prepoznanih nevarnosti in izrednih dogodkov je sledila ocena tveganja, kjer so bile upoštevane izkušnje iz preteklosti in podatki iz strokovnega gradiva. Skupno je bilo prepoznanih 18 izrednih dogodkov (tveganj), ki ogrožajo kakovost in 17 izrednih dogodkov (tveganj), ki zadevajo količino pitne vode. Tveganja so bila ocenjena na podlagi zmnožka verjetnosti pojava določene nevarnosti in njenih posledic. Slika tveganja je bila izdelana s pomočjo matrike tveganja in Pareto diagrama, ločeno za kakovost in količino pitne vode.

5.3.1 Tveganja v povezavi s kakovostjo pitne vode za VS Prežganje

Kakovost pitne vode ogroža skupno 18 tveganj⁵⁰. Od tega jih 4 predstavlja najvišjo stopnjo tveganja, 2 srednjo in 12 nizko stopnjo tveganja, kot je prikazano v Grafikonu 4.



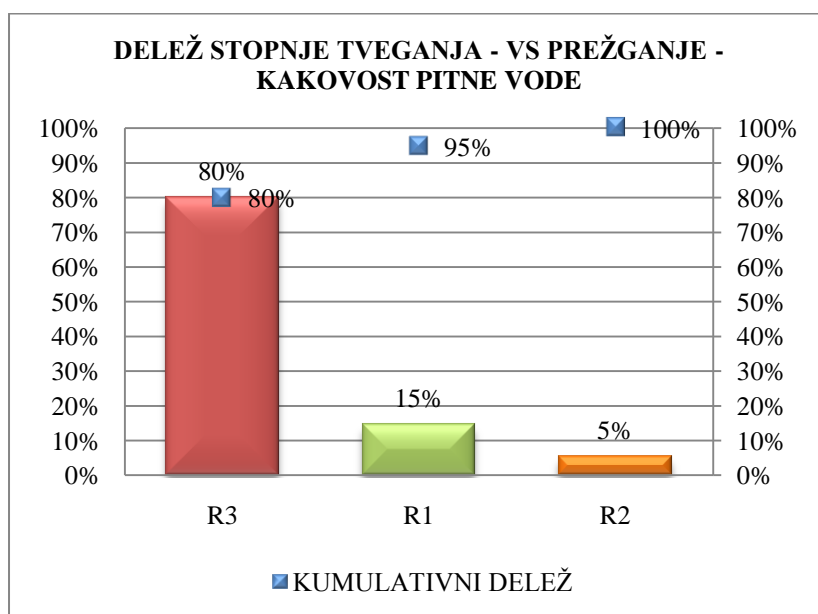
Grafikon 4: Število tveganj glede na stopnjo tveganja – kakovost pitne vode

Graph 4: Number of risk associated with level of risk – quality of drinking water

⁵⁰ Celotna slika posameznih tveganj za kakovost pitne vode je podana v Prilogi 15

Glede na število prioritete tveganja obsegajo nevarni dogodki z najvišjo stopnjo tveganja kar 80 odstotkov celotnega tveganja⁵¹. Nevarni dogodki, ki imajo srednjo stopnjo tveganja predstavljajo 5 odstotkov, medtem ko tisti z najnižjo stopnjo nevarnosti obsegajo 15 odstotkov celotnega števila prioritete tveganja.

Slika tveganja je, glede na celotni delež posamezne stopnje tveganja, prikazana v Grafikonu 5.



Grafikon 5: Pareto diagram stopnje tveganja za kakovost pitne vode

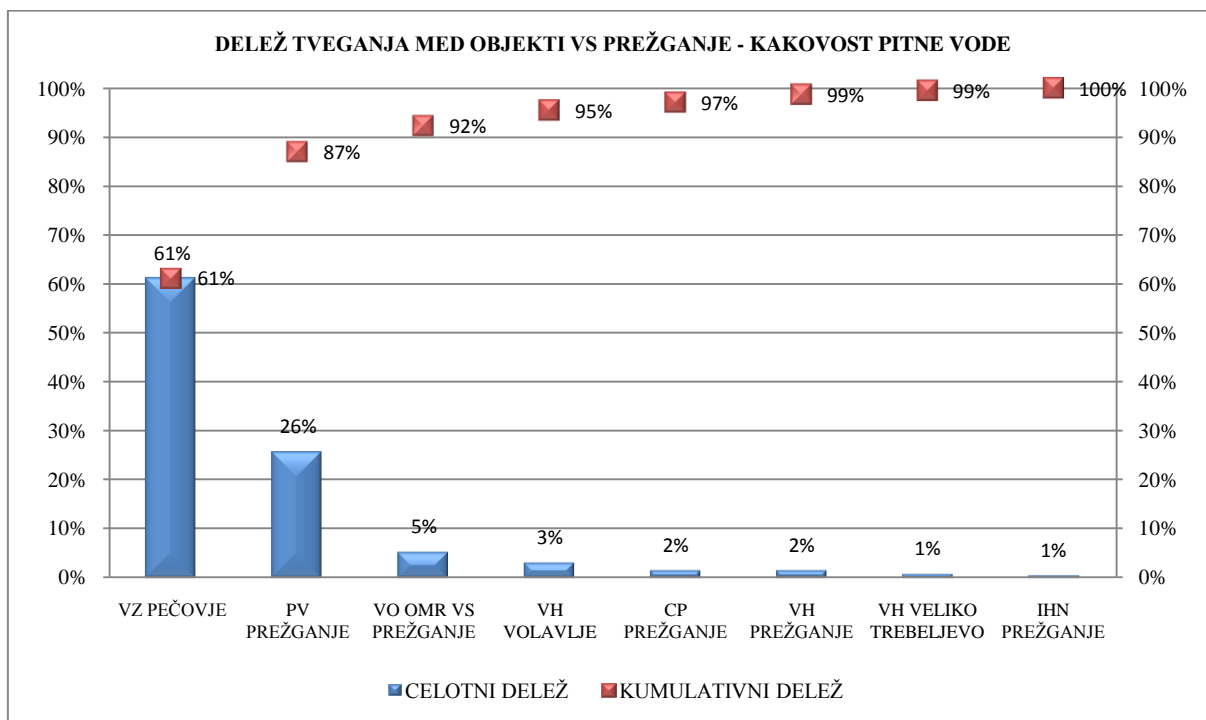
Graph 5: Pareto chart of risk level for quality of drinking water

Ocena tveganja je pokazala, da je bil kot najbolj tveganju izpostavljen vodni vir oz. vodno zajetje Pečovje, katerega delež je 61 odstotkov celotnega števila prioritete tveganja za kakovost pitne vode.

S 26 odstotki sledi priprava oz. dezinfekcija pitne vode, ki je zaradi razmeroma pogoste motnosti vode neučinkovita. Zaradi velikega števila sestavnih delov in velikih tlačnih razlik, obsega delež vodovodnega sistema 5 odstotkov celotnega tveganja.

⁵¹ To pomeni, da 10 nevarnosti oz. tveganj s stopnjo R3 predstavlja 57% celotnega tveganja kakovosti pitne vode za VS Prežganje.

Črpališče Prežganje, trije vodohrani in interna hišna napeljava prispevajo skupaj 9 odstotkov tveganja. Pareto diagram, ki prikazuje deleže tveganja med objekti vodovodnega sistema Prežganje, je podan v Grafikonu 6.



Grafikon 6: Pareto diagram deleža tveganja za kakovost pitne vode med objekti VS Prežganje
Graph 6: Pareto chart of risk distribution for water quality of WSS Prežganje

Namen ocene tveganja je, ločiti manj in bolj pomembna tveganja. Kot kriterij za omenjeno selekcijo je bila upoštevana stopnja tveganja, določena s pomočjo matrike tveganja. Največje tveganje predstavljajo nevarnosti, ki imajo najvišjo stopnjo tveganja *R3*, zato so podrobneje predstavljene v Preglednici 24.

a) Nevarni dogodki z najvišjo stopnjo tveganja

Razlogi za ogroženost vodnega vira so bili deloma podani že v opisu vodovodnega sistema. Glede na analize vzorcev, prikazane v Grafikonu 2 je razlog za neskladnost pitne vode predvsem pogosta motnost vode na vodnem viru. Motnost vode je pokazatelj prisotnosti delcev, velikosti od 1nm do 1µm. Delce tvorijo anorganske in organske snovi ter

mikroorganizmi (glineni delci, mulj, bakterije...). V Pravilniku o pitni vodi (Ur.l. RS št.:19/04 z dopolnili) je motnost uvrščena v Prilogo 1, del C, med indikatorske parametre, kar pomeni, da mejna vrednost ni določena na podlagi podatkov o nevarnostih za zdravje. Mejna vrednost oz. specifikacija zahteva, da je "motnost sprejemljiva za uporabnike in je brez neobičajnih sprememb". V primeru priprave pitne vode iz površinske vode motnost ne sme presegati 1,0 NTU, v vodi po izstopu iz naprave za pripravo pitne vode. Za vodno zajetje Pečovje je ocena tveganja pokazala, da predstavlja najvišjo stopnjo tveganja nevarnost onesnaženja vodnega zajetja, kot posledico dveh izrednih dogodkov in sicer vdora fekalne vode iz okoliških greznic (območje VS Prežganje nima urejene kanalizacije) in splakovanja padavinske vode v vodno zajetje z iztrebki živali, kot posledice živinoreje. Sama motnost neposredno ne ogroža zdravja ljudi, vendar so rezultati analiz vzorcev v preteklosti pokazali presežene vrednosti koliformnih bakterij in predvsem E-coli.

Preglednica 24: Nevarnosti in nevarni dogodki z najvišjo stopno tveganja za VS Prežganje

Table 24: Hazards and hazardous events with highest risk level for WSS Prežganje

OBJEKT	SESTAVNI DEL	NEVARNOST	NEVARNI DOGODEK	MOŽNE POSLEDICE	ST. TVEGANJA
VZ PEČOVJE	PRISPEVNO OBMOČJE VODNEGA ZAJETJA	Onesnaženje prispevnega območja vodnega zajetja	Vdor fekalne vode iz greznic; pronicanje skozi prepustna tla v izvirsko vodo	Onesnaženje surove vode (strupene kemikalije, patogeni org.)	R3
VZ PEČOVJE	PRISPEVNO OBMOČJE VODNEGA ZAJETJA	Onesnaženje prispevnega območja vodnega zajetja	Intenzivno kmetijstvo, gnojenje, živinoreja (živalski iztrebki)	Onesnaženje surove vode (strupene kemikalije, patogeni organizmi)	R3
PV PREŽGANJE	PLINSKI KLOR	Patogeni org. so odporni proti dezinfekcijskemu sredstvu	Patogeni org., ki so v sluzi, kosmih	Patogeni org. v dezinficirani vodi	R3
PV PREŽGANJE	OPREMA OBJEKTA ZA PPV - SPLOŠNO	Pomanjkljiva (pred) priprava pitne vode zaradi napačne tehnologije.	Parametri surove vode niso bili pravilno določeni v fazi načrtovanja, priprava pitne vode ni bila pravilno načrtovana	Zmanjšanja kakovost in/ali količina vode	R3

Bakterije vrste *Escherichia Coli* so vedno prisotne v človeškem in živalskem blatu ter posledično v odplakah in vodah, ki so onesnažene s fekalijami. Prisotnost E. coli v pitni vodi zanesljivo dokazuje, da je bila voda v vodnem viru Pečovje fekalno onesnažena. Po Pravilniku o pitni vodi (Ur.l. RS št. 19/04 z dopolnili) so bakterije *Escherichia coli* uvrščene v Prilogo I, del A, med mikrobiološke parametre.

Tehnologija priprave pitne vode v PV Prežganje ni bila pravilno načrtovana v fazi gradnje vodovodnega sistema, saj je bila omejena zgolj na dezinfekcijo pitne vode z natrijevim hiperkloridom. Parametri surove vode niso bili pravilno upoštevani, saj delci oz. motnost vode ščiti patogene mikroorganizme pred učinki dezinfekcije in večja porabo dezinfekcijskega sredstva. Kot posledica omenjene nepravilnosti je bila prepoznana nevarnost pomanjkljive priprave pitne vode zaradi napačne tehnologije in odpornosti patogenih organizmov na dezinfekcijsko sredstvo.

Kombinacija motnosti izvirske vode in onesnaženosti s fekalijami predstavlja najvišje tveganje za zdravje ljudi, ki se oskrbujejo s pitno vodo iz vodovodnega sistema Prežganje.

b) Nevarni dogodki s srednjo stopnjo tveganja

V procesu dezinfekcije pitne vode so bile s srednjo stopnjo tveganja⁵² ocenjene možnosti pojava kemikalij, saj sta v zadnjih dveh letih zabeležena dva izredna dogodka odpovedi delovanja dozirne črpalke, kot posledice nečistoč v kemikalijah in posledično zamašitve membrane dozirne črpalke. Poleg kemikalij v PV Pečovje je bila v vodohranu Volavljje prepoznana s srednjo stopnjo tveganja tudi nevarnost poškodbe objekta, kar je posledica odsotnosti opreme za varovanje objekta. Vodohran nima alarmnega sistema, zato je nemogoče pravočasno zaznati nepooblaščen vstop v objekt, katerega posledica je lahko namerno oz. nenamerno onesnaženje pitne vode ali poškodba objekta.

c) Nevarni dogodki z nizko stopnjo tveganja

Za vodno zajetje Pečovje je bila prepoznana ena nevarnost z nizko stopnjo tveganja in sicer divje odlagališče odpadkov na območju zajetja in posledično onesnaženje pitne vode. Nad grapo, ki se vzpenja nad območjem ograjenega zajetja je manjša makadamska cesta, skrita med gozdnatim pobočjem, kar predstavlja idealne pogoje za nedovoljeno odlaganje odpadkov.

⁵² Seznam tveganja s srednjo in nizko stopnjo je podan v Prilogi 14.

Pred vgradnjo nove naprave za dezinfekcijo vode je razmeroma pogosto prihajalo do okvare dozirnega sistema (v stari napravi), kot enega izmed najbolj kritičnih sestavnih delov sistema za dezinfekcijo. Razen odpovedi delovanja dozirne črpalke zaradi nečistoč v kemikalijah, z novo napravo ni teh težav, kljub temu pa je potrebna dodatna previdnost.

V vseh vodohranih (Prežganje, Trebeljevo in Volavljje) ter v črpališču Prežganje je bilo opaženo nabiranje kondenza na stenah in stropu vodnih celic, kar lahko vpliva na povečano rast mikroorganizmov in posledično povzroča probleme s kakovostjo pitne vode. Problem je v prezračevalnem sistemu, in prevelikem nihanju temperature v objektu. Problematične so tudi rešetke prezračevalnega sistema, ki so prevelikih dimenzij, kar lahko zopet vodi do problemov s kakovostjo pitne vode. V vodohranu Volavljje obstaja tudi tveganje onesnaženja pitne vode v vodni celici, saj je zaradi zagotavljanja požarne vode objekt predimenzioniran. Vodohran nima opreme za nadzor in daljinsko krmiljenje. Voda v vodni celici poleg predimenzioniranosti zastaja zaradi merilca nivoja, ki je nastavljen tako, da voda sproti doteka v vodohran (vodna celica se nikoli ne sprazni). Zastajanje vode lahko povzroči rast biofilma na stenah vodne celice in posledično mikrobiološko onesnaženje pitne vode.

Za vodovodno omrežje sta bili prepoznani dve nevarnosti z nizko stopnjo tveganja. Zaradi pogoste motnosti izvirske vode ni mogoče preprečiti distribucije delcev v vodovodno omrežje. Vodovodno omrežje se sicer periodično izpira, vendar se s tem ne odstrani biofilma, katerega rast dodatno spodbuja prisotnost delcev (motnost) v izvirski vodi. Pri ekstremni obremenitvi vodovodnega omrežja lahko pride do odlučanja oblog in posledično problemov s kakovostjo pitne vode.

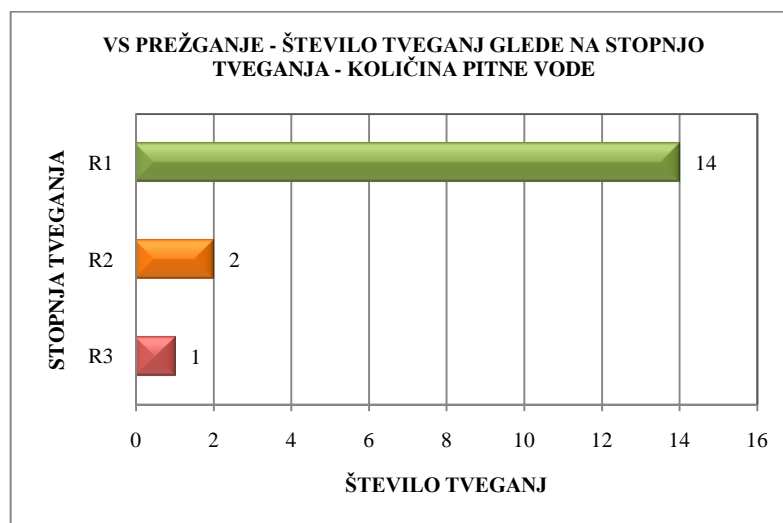
Zaradi predimenzioniranosti (požarna varnost) in razvejane gradnje vodovodnega omrežja voda najverjetneje zastaja v ceveh, zato se vodovodno omrežje preventivno izpira vsaj enkrat letno. Izpiranje se ponavadi izvaja skozi blatnike in končne hidrante. Pri procesu izpiranja končnih hidrantov je bilo opaženo, da delavec včasih zaradi naglice ne namesti hidrantnega nastavka na podtalni hidrant. Posledica je poplavitvev cestišča. Po končanem izpiranju se zapre zasun na odcepu za hidrant in voda iz poplavljenega cestišča izpere onesnaževala (živalske iztrebke, olja, itd.) v telo hidranta. Če zasun za hidrant ne tesni, lahko pride zaradi podtlaka v cevovodu do vdora onesnažene vode v vodovodno omrežje.

Zaradi lokalne narave, predstavlja interna hišna napeljava najmanjše tveganje z vidika vodovodnega sistema. Med dopusti pogosto prihaja do zastajanja vode v internem hišnem vodovodnem omrežju in posledica je ponavadi mikrobiološka oporečnost. Poleg tega so odjemna mesta (pipe) ponavadi nepravilno vzdrževana, saj uporabniki mrežice na koncu pipe ne čistijo redno.

Poleg tveganj, ki ogrožajo kakovost pitne vode, so bile v procesu ocene tveganja prepoznane tudi nevarnosti oz izredni dogodki, ki ogrožajo količino pitne vode, dovedene končnim uporabnikom.

5.3.2 Tveganja v povezavi s količino pitne vode za VS Prežganje

Kakovost pitne vode ogroža skupno 17 tveganj⁵³. Od tega ima eno tveganje najvišjo stopnjo, 2 srednjo in 14 nizko stopnjo tveganja, kot je prikazano v Grafikonu 7.



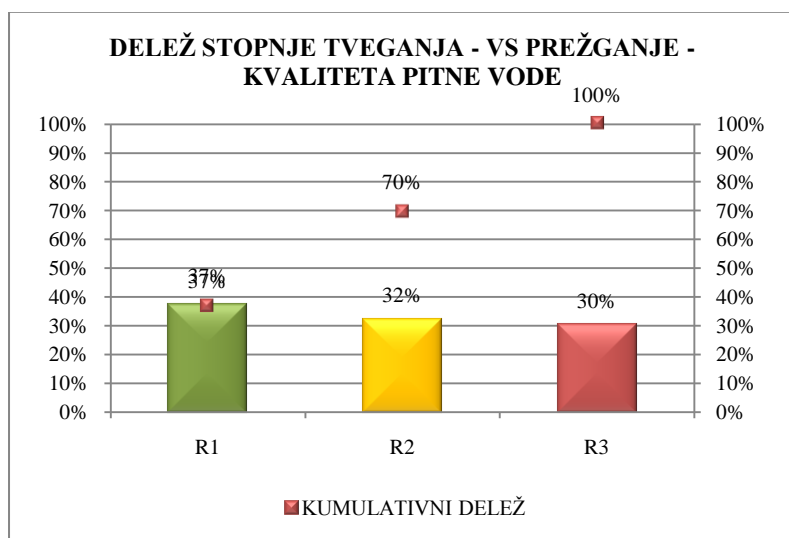
Grafikon 7: Število tveganj glede na stopnjo tveganja – količina pitne vode

Graph 7: Number of risk associated with level of risk – quantity of drinking water

Ocena tveganja je pokazala razmeroma enakomerno porazdelitev nevarnih dogodkov glede na stopnjo tveganja. Z vidika števila prioritete tveganja obsega nevarni dogodek z najvišjo

⁵³ Celotna slika posameznih tveganj za količino pitne vode je podana v Prilogi 15

stopnjo tveganja 30 odstotkov celotnega tveganja⁵⁴. Nevarna dogodka, ki imata srednjo stopnjo tveganja predstavljata 32 odstotkov, medtem ko tisti z najnižjo stopnjo nevarnosti obsegajo 37 odstotkov celotnega števila prioritete tveganja. Slika tveganja je, glede na celotni delež posamezne stopnje tveganja, prikazana v Grafikonu 8.



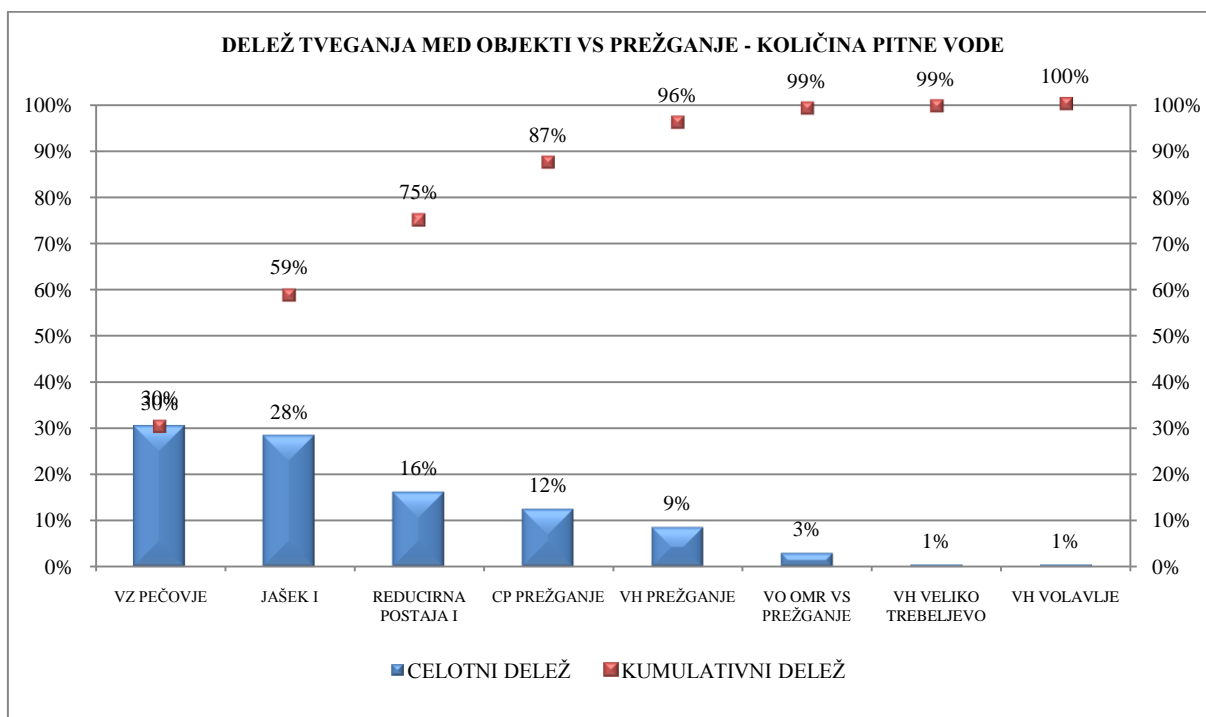
Grafikon 8: Pareto diagram stopnje tveganja za količino pitne vode

Graph 8: Pareto chart of risk level for quantity of drinking water

Podobno kot pri kakovosti pitne vode je tudi za količino tveganju najbolj izpostavljen vodni vir oz. vodno zajetje Pečovje, katerega delež je 30 odstotkov celotnega števila prioritete tveganja za količino pitne vode (Grafikon 8). Jašek I in Reducirna postaja I, zaradi neustreznega načrtovanja oz. gradnje obsegata 28 in 16 odstotkov celotnega tveganja. Sledijo črpališče Prežganje (12%), vodovodno omrežje (9%), ter trije vodohrani s skupnim deležem petih odstotkov.

Vodovodni sistem Prežganje razmeroma dobro obratuje, saj v preteklosti ni bilo zabeleženih prekinitev oskrbe s pitno vodo. Kot nevarni dogodek z najvišjo stopnjo tveganja je bila izpostavljena suša, ker je vodni vir zaradi majhne izdatnosti v sušnih obdobjih že presihal. Posledično je bil v tistem času razglašen ukrep varčevanja s pitno vodo. K visoki stopnji tveganja pripomore tudi odsotnost rezervnega vodnega vira.

⁵⁴ To pomeni, da eno tveganje s stopnjo R1 predstavlja 37% celotnega tveganja za količino pitne vode za VS Prežganje.



Grafikon 9: Pareto diagram deleža tveganja za kakovost pitne vode med objekti VS Prežganje
Graph 9: Pareto chart of risk distribution for water quality of WSS Prežganje

V jašku I sta nameščena motorni zasun, vezan na gladino vode v vodohranu Trebeljevo, in varnostni ventil, pred katerim ni vgrajenega čistilnega kosa. Lansko leto je bil zabeležen izredni dogodek, ko je kamenje prišlo pod zapiralo varnostnega ventila in ta se ni mogel zapreti. Sanacija morebitne poškodbe varnostnega ventila in ostalih strojnih ter elektro napeljav lahko povzroči krajšo prekinitev oskrbe s pitno vodo, zato je bilo tveganje ocenjeno s srednjo stopnjo (okvara ventila in poplavitve jaška). V primeru vdiranja vode v objekt skozi pokrov in dve odprtini v steni jaška, je bilo tveganje ocenjeno z nizko stopnjo ob predpostavki, da ne pride do poškodbe varnostnega in motornega zasuna. V času načrtovanja in gradnje vodovodnega sistema ni bilo predvidenega oz. vgrajenega varnostnega ventila vzporedno z reducirnim zasunom v Reducirni postaji I. Glede na tlake v vodovodnem omrežju je tudi v tem primeru tveganje za pojav vodnega udara ocenjeno s srednjo stopnjo nevarnosti.

V črpališču Prežganje je bilo prepoznanih šest izrednih dogodkov z nizko stopnjo tveganja. Oskrba z električno energijo je na tem območju konstantna, brez večjih prekinitev, zato dodatni vir električne energije ni potreben. Zabeležena sta bila tudi dva dogodka odpovedi

zagona črpalnih agregatov, ki pa nista povzročila motenj v oskrbi s pitno vodo, kar velja tudi za okvaro merilne opreme. V vseh objektih (črpališče Prežganje, trije vodohrani) prihaja do rjavenja kovinskih delov na strojnih napeljavah in lokalnega odpadanja ometa. Sanacija bo sčasoma sicer potrebna, vendar s pravilno koordinacijo del ne bo povzročila motenj v oskrbi s pitno vodo. V vodohranu Prežganje je bil z nizko stopnjo tveganja ocenjen tudi izredni dogodek udara strele, ki v najslabšem primeru povzroči poškodbo opreme za prenos podatkov. Na vodovodnem omrežju ni bilo zabeleženih izrednih dogodkov, razen okvare enega priključka, katerega posledice so bile izrazito lokalne, zato je bilo tveganje preloma ocenjeno z nizko stopnjo. Podrobnejši prikaz ocene tveganja za količino pitne vode je podan v Prilogi P.

5.3.3 Povzetek ocene tveganja za VS Prežganje

V oceno tveganja so bila vključena tista tveganja za vodovodni sistem Prežganje, ki so bila prepoznana na podlagi preteklih izkušenj in podatkov upravljavca. Skupno je bilo prepoznanih 35 izrednih dogodkov, ki zadevajo količino in kakovost pitne vode. Analiza je pokazala, da vodovodni sistem z vidika zadostne količine ni pretirano ogrožen, medtem ko predstavlja kakovost pitne vode visoko tveganje za zdravje oskrbovanega prebivalstva. Kot najbolj ogrožen je bil tako kakovostno, kot tudi količinsko izpostavljen vodni vir oz. vodno zajetje Pečovje.

V nadaljevanju bodo na podlagi ocene tveganja določeni ukrepi za omejevanje tveganja. Nekatera tveganja je mogoče obvladati z običajnimi ali dodatnimi postopki dela, medtem ko je za ostala potrebna nadgradnja vodovodnega sistema.

5.4 Določitev in validacija kontrolnih ukrepov za VS Prežganje

Na podlagi ocene tveganja so bili za vodovodni sistem Prežganje določeni preventivni ukrepi, ki določena tveganja zmanjšajo oz. odpravijo. Seznam ukrepov je podan v Prilogi R. Nekaterih tveganj pa s preventivnimi ukrepi ni mogoče obvladati, zato bo potrebna nadgradnja sistema.

5.4.1 Ukrepi za povečanje varnosti zagotavljanja ustrezne kakovosti pitne vode

Za vodno zajetje Pečovje je predlagana vzpostavitev nadzora območja vodnega zajetja, saj se s tem zaradi pravočasnega ukrepanja zmanjša verjetnost onesnaženja pitne vode zaradi divjih odlagališč odpadkov. Tveganja najvišje stopnje, ki ga predstavlja vdor fekalne vode iz greznic ter splakovanje gnojil in živalskih iztrebkov v območje zajetja, ni mogoče obvladati z običajnimi postopki kontrole tveganja, zato bo treba sistem nadgraditi. V oddaljenosti dveh kilometrov od naselja Veliko Trebeljevo je bila izvrtana vrtina z izdatnostjo 12 l/s (Priloga I). Dosedanji rezultati mikrobioloških in fizikalno-kemijskih preskušanj so izkazali skladnost in zdravstveno ustreznost izvirske vode. Predlagana rešitev je izgradnja črpališča nad vrtino in povezava nove vrtine z obstoječim vodovodnim sistemom. Obstoječe vodno zajetje se zaradi pomanjkljive tehnologije priprave pitne vode nadgradi s procesom flokulacije, koagulacije ter membranske filtracije in se ga ohrani kot rezervni vodni vir. Za obstoječi proces dezinfekcije vode je treba izboljšati postopek priprave kemikalij in uvesti dodatno kontrolo. Kemikalije se po potrebi pred uporabo filtrira.

V črpališču Prežganje in vodohranih Prežganje, Trebeljevo in Volavljje je treba urediti sistem prezračevanja, ki bo preprečeval nabiranje kondenza na stenah objektov. Vstop in izstop zraka v vodne celice je pomemben tudi iz stališča higiene in okusa. Načeloma zadostuje zračenje skozi dovolj velike, ves čas odprte obstoječe odprtine. Nanje pa bo treba namestiti tudi filter, izbran glede na pretok zraka. Za preprečitev prevelikih nihanj temperature v vodohranih bo treba objekte ustrezno toplotno izolirati. Ukrepi v zvezi s toplotno izolacijo vodohranov bodo morali biti prilagojeni krajevnim klimatskim pogojem in obratovalnim potrebam. Tako bo tudi kondenzacije v objektih karseda malo.

V vodohranu Volavljje bo treba poleg ureditve prezračevalnega sistema vgraditi tudi opremo za daljinski nadzor, krmiljenje in prenos podatkov. S tem bo dosežena avtomatizacija polnjenja in praznjenja vodne celice in preprečeno neprimerno zadrževanje vode. Vodohran bo nadgrajen z opremo za varovanje objekta. Vsak nepooblaščen vstop v objekt bo s tem takoj zaznan. Zaradi prepoznanega tveganja odlučanja oblog iz sten vodovodnih cevi bi bilo potrebno občasno mehansko čiščenje vodovodnega omrežja. Zaradi kompleksnosti

omenjenega postopka bo v prvi fazi treba najti ustrezno tehnologijo, ki bo omogočala čiščenje brez daljših prekinitev v oskrbi s pitno vodo.

Postopek izpiranja vodovodnega omrežja skozi končne hidrante bo nadgrajen z natančnimi navodili izvedbe dela na delovnih nalogih. Vzpostavila se bo tudi dodatna kontrola dela. S tem bo preprečeno izpiranje končnih hidrantov brez uporabe hidrantnih nastavkov in gasilskih cevi.

Ozaveščanje končnih uporabnikov o izpiranju vode iz priključne cevi in interne hišne napeljave bo potekalo preko obvestila, ki jim bo poslano hkrati z položnico za plačilo pitne vode, enkrat letno v obdobju pred letnimi dopusti. Obvestilo bo vsebovalo tudi napotke za vzdrževanje interne hišne napeljave in mest odvzema.

5.4.2 Ukrepi za povečanje varnosti zagotavljanja ustrezne količine pitne vode

Največje tveganje za prekinitev oskrbe s pitno vodo predstavlja suša. Problem bo rešen z ukrepom vzpostavitve nadomestnega vodnega vira, ki je podrobneje opisan v poglavju 5.4.1. V vseh objektih je potrebo odstraniti rjo s kovinskih delov in popraviti poškodovane stene, s čimer bo preprečeno nadaljnje odpadanje ometa. Dela se bodo izvajala načrtovano, saj bo s tem zagotovljena neprekinjena oskrba s pitno vodo. Upravljaavec razpolaga z mobilnimi agregati za proizvodnjo električne energije, zato bo morebitna prekinitev oskrbe z električno energijo obvladovana z običajnimi postopki dela. Vse merilne naprave bodo periodično kalibrirane v skladu z zakonodajo in navodili proizvajalca.

V Jašku I bo pred varnostnim ventilom vgrajen čistilni kos. Jašek bo treba tudi hidro izolirati, saj bo s tem preprečen vdor vode v objekt. V reducirni postaji I bo zaradi nevarnosti vodnega udara vgrajen varnostni ventil.

Za vodovodno omrežje VS Prežganje se izvajajo redne kontrole tesnosti omrežja preko meritev tlakov in pretokov v objektih vodovodnega sistema. Če je zaznano kakršno koli odstopanje minimalnih nočnih pretokov od običajnih vrednosti, sledijo dodatne kontrole omrežja z merilnim vozilom in zapisovalci šuma. Zaznana nekontrolirana iztekanja vode iz

vodovodnega omrežja se odpravi v najkrajšem možnem času. Dodatni ukrepi v tem primeru niso potrebni. Podrobnejši prikaz ukrepov kontrole tveganja je podan v Prilogi R.

5.4.3 Validacija kontrolnih ukrepov za VS Prežganje in določitev prioritete

Obstoječi ukrepi kontrole tveganja so validirani in zagotavljajo razmeroma visoko varnost obratovanja vodovodnega sistema Prežganje (glej poglavje 5.2.5). Novi ukrepi, ki bodo izvedeni, bodo morali biti validirani zaradi dokaza o njihovi učinkovitosti. Validacija novih ukrepov se bo izvajala sproti, z vzpostavitvijo vsakega novega ukrepa. Ko bo nov ukrep validiran, bo treba ponovno oceniti tveganje.

V naslednjem poglavju bodo poleg načrta izboljšav postavljene tudi prioritete, z upoštevanjem prednostnega zmanjševanja tveganj, ki ogrožajo zdravje uporabnikov.

5.5 Načrt izboljšav za VS Prežganje

V prvi prioriteti je potrebna priključitev nove vrtine na vodovodni sistem Prežganje. S tem se bo povečala varnost kakovosti in količine pitne vode. Ostali ukrepi so glede na prioriteto, razlog, izvedbo, odgovornost in rok uporabe, podani v Prilogi T.

5.6 Določitev obratovalnega monitoringa za VS Prežganje

Kot parametri obratovalnega monitoringa so bile izbrane meritve doziranega in prostega reziduala natrijevega hiperklorita, meritev motnosti izvirske vode in meritev minimalnega nočnega pretoka iz vodohrana Prežganje. Na podlagi HACCP načel sta bili prepoznani dve kritični kontrolni točki⁵⁵ v črpališču Prežganje (glej tudi Poglavje 4.6):

- Meritev motnosti in
- meritev dezinfekcijskega sredstva.

⁵⁵ Vir: Interno gradivo Javnega podjetja Vodovod – Kanalizacija d.o.o.

Za vsak parameter obratovalnega monitoringa so bile določene kritične meje in korektivni ukrepi, ki sledijo, če so bile omenjene meje presežene. Celoten načrt obratovalnega monitoringa je podan v Prilogi U.

5.7 Potrditev učinkovitosti načrta upravljanja s tveganjem za VS Prežganje

Za verifikacijo načrta upravljanja s tveganjem za VS Prežganje je vzpostavljen zakonsko predpisani notranji nadzor po načelih HACCP sistema, ki omogoča spremljanje mikrobioloških in fizikalno kemijskih parametrov pitne vode (glej tudi Poglavje 4.7). Na VS Prežganje so določene kontrolne točke, v katerih se z odvzemom in različnimi analizami vzorcev spremlja kakovostne lastnosti pitne vode, kot je prikazano v Preglednici 25:

Preglednica 25: Letni načrt notranjega nadzora za VS Prežganje (JP VO-KA d.o.o., 2010)

Table 25: Annual Verification plan for VS Prežganje (JP VO-KA d.o.o., 2010)

ZAP. ŠTEV.	VZORČEVALNO MESTO		VRSTA PRESKUŠANJA														SKUPAJ
	ODVZEMNO MESTO	NASLOV	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
1	CP Prežganje pred dezinfekcijo	-		3	1		3				1	1	1	1	1	1	13
2	CP Prežganje po dezinfekciji	-		12			12		1								25
3	Občan X	(Ni javni podatek)		12			12										24
4	Osnovna šola Prežganje	Prežganje 7		12			12	1									25
5	Slaščičarstvo Martina	Veliko Trebeljevo 5B		12			12										24
		SKUPAJ	0	51	1	0	51	1	1	0	1	1	1	1	1	1	111

Iz Preglednice 25 je razvidno, da se letno odvzame 111 vzorcev za različna preskušanja kakovosti pitne vode. Analize vzorcev izvajata upravljavec in zunanji izvajalec. Vrste preskušanj in detajlni opis parametrov preskušanj je podan v Prilogi V.

Poleg notranjega nadzora izvaja Ministrstvo za zdravje tudi državni monitoring in redne inšpekcijske nadzore nad ukrepi, povezanimi s kakovostjo pitne vode, v skladu z veljavno zakonodajo s tega področja.

5.8 Priprava upravljavskih postopkov za VS Prežganje

Postopki obratovanja in izvajanja preventivnih ukrepov so podrobneje opisani v poglavju 5.2.5. Celotna dokumentacija v zvezi z obratovanjem in vzdrževanjem vodovodnega sistema Prežganje se vodi v poslovnem informacijskem sistemu upravljavca. V primeru povečane motnosti nad dopustno mejo in/ali odkrite prisotnosti E-Coli v pitni vodi (ali katerega koli drugega parametra, ki ogroža zdravje ljudi) se na oskrbnem območju VS Prežganje uvede ukrep prekuhavanja vode. Uporabniki so o ukrepu obveščeni preko radijskih postaj, opozorilnih tabel in SMS sporočil.

Če pride do tako velikega odmika parametrov obratovanja, da ga ni mogoče obvladati z običajnimi ukrepi, je za vodovodni sistema Prežganje izdelan načrt za izredne razmere, v skladu z Uredbo o vsebini načrtov zaščite in reševanja (Ur.l. RS, št. 3/2002 z dopolnili). V načrtu se predvideva, da oskrbe z vodo v izrednih razmerah ne bo mogoče zagotavljati v polnem obsegu, zato bo treba pokrivati vsaj minimalne potrebe po vodi za osebno oskrbo prebivalstva. V skladu z navodili Inštituta za varovanje zdravja, je treba v izjemnih pogojih zagotoviti minimalno količino 7,5l pitne vode na osebo na dan. V teh pogojih je treba vzpostaviti učinkovito rabo minimalne količine 7,5l tudi za osnovno osebno higieno. Taka oskrba lahko traja le 2 – 3 dni. Količina se mora nato povečati na najmanj 20 l na osebo na dan, izjemoma na 15 l na osebo na dan.

Nadomestna oskrba za VS Prežganje je zagotovljena tako, da v prvem obdobju gasilci dovažajo vodo s cisternami. Za eno polnjenje vodohrana Prežganje je potrebno približno 15 voženj z gasilskim vozilom, če se predpostavi, da imajo cisterne povprečni volumen 6m³. Omenjena količina vode zadostuje za en dan, pri čemer se uvede ukrep prekuhavanja in varčevanja s pitno vodo. V tem primeru lahko zagotovimo dovolj vode za pitje in osebno higieno prebivalcev.

Če gasilci niso na voljo, se voda dobavlja v obliki mobilnih zabojnikov z volumnom 1060 litrov. Vodni vložki, katere se vstavi v zabojnik in napolni, so narejeni iz materiala, ki ustreza standardom EU za prehrabne namene. Zabojnike na lokacije distribucijskih centrov pripelje tovorno vozilo, s katerim razpolaga naše podjetje. Če se vzpostavi nadomestna oskrba z

mobilnimi zabojniki je izračunana količina vode, glede na razpoložljivo opremo, enaka 20 litrov dnevno na prebivalca, ob predpostavki, da se zabojnike polni dvakrat dnevno. Načrt zaščite in reševanja je obsežen dokument, zato so bili v tem poglavju podani zgolj povzeti.

5.9 Podporni programi

Podporni programi so vzpostavljeni na nivoju celotnega podjetja in niso omejeni na posamezni vodovodni sistem. Enkrat letno imajo vsi zaposleni, ki so v neposrednem (operativnem) stiku s pitno vodo, izobraževanje na temo osebne higiene. V sklopu tega izobraževanja se seznanijo tudi s tveganji, na katere morajo biti pozorni pri izvedbi različnih operativnih del na vodovodnih sistemih. Poleg omenjenega izobraževanja, podjetje omogoča tudi obiske različnih konferenc in sejmov v Sloveniji in tujini z namenom seznanjanja zaposlenih z najnovejšo tehnologijo in dognanji s področja oskrbe s pitno vodo.

5.10 Plan pregleda načrta upravljanja s tveganjem za VS Prežganje

Dokument se sproti posodablja v skladu s spremembami, ki se dogajajo na vodovodnem sistemu in vplivajo na oceno tveganja. V načrtu se dopolnjuje in ažurira tiste dele dokumenta, kjer so zaznane spremembe. Evidenca sprememb mora vsebovati podatke, ki so podrobneje opisani in podani v Poglavju 4.11.

Pregled načrta je potreben tudi po vsakem izrednem dogodku. Pri tem je treba poiskati vzroke za izredni dogodek in analizirati izvedene ukrepe (glej tudi Poglavje 4.11).

5.11 Ugotovitve in diskusija

Načrt upravljanja s tveganjem za vodovodni sistem Prežganje je služil kot praktični primer uporabe metode celovitega upravljanja s tveganjem, ki je podrobneje opisana v Poglavju 4. Ugotovljeno je bilo, da je izdelava načrta upravljanja s tveganjem timsko delo, kjer mora vsak zaposleni sodelovati v skladu s svojimi zmožnostmi in usposobljenostjo. To je edini način, da se zagotovi korektnost in uporabnost izdelanega načrta.

Najbolj zahteven del omenjene metode je bila zaradi zapletenosti različnih parametrov tveganja izdelava ocene tveganja, ki je temeljila na podatkovni zbirki nevarnosti. Analiza tveganja se je izkazala kot uporabno orodje za podporo odločitvam⁵⁶ o zmanjševanju (obvladovanju) tveganja, ki ga predstavljajo različni nevarni dogodki. Kljub temu da je ti. »slika tveganja« razmeroma zapletena, saj vsebuje tehnične, okoljske in človeške dejavnike tveganja, pa je prikaz s pomočjo Pareto diagrama in matrike tveganja omogočil preglednost nad tveganji. Metoda se je izkazala za uspešno in je omogočila enostavno nadgradnjo obstoječega HACCP načrta. To pomeni, da jo v skladu z zakonodajo lahko uporabljajo vsi upravljavci vodovodnih sistemov v Sloveniji. Obstoječi HACCP sistem je zagotavljal nadzor nad kakovostjo pitne vode od KKT do KT, medtem ko je metoda, z integracijo preventivnih ukrepov v procese vzdrževanja vzorčnega vodovodnega sistema, omogočila obvladovanje tveganj vse do končnega uporabnika.

Največji problem pri izdelavi analize tveganja je predstavljalo pomanjkanje ustreznih podatkov, na podlagi katerih bi lahko sklepali o verjetnosti pojava posameznega izrednega dogodka. Zato bi bilo v prihodnosti priporočljivo vzpostaviti skupno bazo nevarnih dogodkov (okvar, onesnaženj) na državnem nivoju, katere poudarek bi bil na pogostosti oz. verjetnosti pojava posameznega nevarnega dogodka.

⁵⁶ Angl.: Decision Making Tool

6 ZAKLJUČEK

Cilj magistrske naloge je bila integracija ocene tveganja posameznih gradnikov vodovodnega sistema v obsežno metodo upravljanja s tveganjem pri oskrbi s pitno vodo, od vodnega vira do pipe uporabnika.

V prvem delu naloge so bile podrobneje predstavljene obstoječe metode ocene tveganja, ki služijo kot podpora sprejemanju odločitev pod negotovimi pogoji. Ugotovljeno je bilo, da so enostavne analize tveganja uporabne za prepoznavanje kritičnih sistemov, medtem ko so za detajlno obravnavo njihovih podsistemov, gradnikov in sestavnih delov primernejše standardne analize tveganja. Analize tveganja na podlagi matematičnega modelov so pri oskrbi s pitno vodo še v razvojni fazi in zaenkrat presejajo zmožnosti upravljavcev.

V drugem delu so bile opisane različne smernice upravljanja s tveganjem pri oskrbi s pitno vodo v evropski uniji. Ugotovljeno je bilo, da imajo omenjene smernice določene skupne točke. Večina smernic določa, da je pitna voda življenjskega pomena za človeka in ekonomski razvoj družbe. Zato mora biti dostopna v primerni kakovosti in ustrezni količini. V Direktivi o pitni vodi (Direktiva Sveta 98/83/ES) in smernicah Svetovne zdravstvene organizacije (WHO, 2006) je varna (ustrezna) pitna voda določena kot voda, ki jo lahko ljudje uživajo skozi celotno življenjsko obdobje, brez kakršnih koli posledic za njihovo zdravje. Poleg ustrezne kakovosti in količine je v Bonski listini poudarjena tudi primerna estetska vrednost oz. okus pitne vode. To pomeni, da mora imeti pitna voda sprejemljiv vonj in okus. V večini smernic so omenjene tudi slabosti vzorčenja oz. monitoringa, ki naj zato služi kot dopolnilna dejavnost in ne kot osnovni ukrep zagotavljanja zdravstveno ustrezne pitne vode.

Glede v Sloveniji zakonsko predpisanega HACCP sistema so bili izraženi določeni zadržki za uporabo te metode pri oskrbi s pitno vodo. Kot pravi Havelaar (1994), so za zagotovitev varne oskrbe s pitno vodo potrebni številni ukrepi, zato obvladovanje tveganja za kritične kontrolne točke ne more biti v celoti odgovornost upravljavca, zaradi pomanjkanja neposredne kontrole nad določenimi deli vodovodnega sistema. HACCP je primeren za proces priprave pitne vode, medtem ko je njegova uporaba pri distribuciji vprašljiva, kar omenja tudi Hrudey (2004). To

pomeni, da bodo v bodoče nujne potrebne spremembe, ki bodo omogočile uporabo HACCP sistema tudi v oskrbo s pitno vodo.

V tretjem delu naloge je bila izdelana metode celovitega upravljanja s tveganjem, ki služi kot dopolnitev oz. nadgradnja HACCP sistema. Osnovni koraki metode so bili povzeti po metodologiji Varnostnih načrtov za pitno vodo in nadgrajeni s tveganji, ki ogrožajo količino pitne vode, podatkovno zbirko nevarnosti in ukrepi obvladovanja tveganja. V ta namen je bil vodovodni sistem razdeljen na podsisteme, gradnike in sestavne dele. Zato je bila, na nivoju sestavnih delov, kot ena izmed ključnih nalog magistrske naloge izdelana podatkovna zbirka nevarnosti, katere namen je pomagati upravljavcu pri določevanju in izračunu tveganj, ki zadevajo vodovodni sistem. Podatkovna zbirka je aplikativna in omogoča razmeroma enostavno posodabljanje.

Tveganje, ki je povezano z vsako izmed prepoznanih nevarnosti, je bilo definirano kot zmnožek verjetnosti pojava določene nevarnosti in posledic, ki jih ta povzroči, ker je bil nevarnosti izpostavljen premalo oz. neodporen gradnik oz. sestavni del vodovodnega sistema. Za potrebe ocene tveganja so bile izdelane kategorije verjetnosti pojava nevarnosti in njenih posledic. Verjetnost je bila definirana kot zmnožek pogostosti pojava nevarnosti in zmožnosti njene zaznave, medtem ko so bile posledice določene kot zmnožek trajanja izpostavljenosti (čas) in števila izpostavljenih oseb. Z namenom natančnejšega prikaza tveganja je bila poleg matrike tveganja predlagana tudi uporaba Pareto diagrama, ki je izdelan na podlagi izračuna števila prioritete tveganja. S tem je omogočeno razlikovanje tveganj znotraj enakih kategorij matrike tveganja.

Za vsako izmed tveganj so bili izdelani tudi tipični preventivni in korektivni ukrepi, ki tveganje zmanjšajo ali odpravijo. Predlagano je bilo, da se za visoka tveganja poleg preventivnih in korektivnih ukrepov lahko izvede tudi rekonstrukcija oz. nadgradnja sistema, ki pomenei obsežnejši poseg v obstoječi sistem. V metodi so bili predpisani tudi osnovni postopki obratovalnega monitoringa, ki vsebujejo določitev in validacijo monitoringa prvotnih kontrolnih ukrepov in izboljšav z namenom spremljanja učinkovitosti obratovanja vodovodnega sistema. Izdelan je bil tudi postopek formalne potrditve načrta upravljanja s tveganjem (verifikacija) s katerim se zagotovi, da bo načrt prinašal želene rezultate. Za

verifikacijo načrta se za potrditev mikrobiološke kakovosti pitne vode ponavadi spremlja indikatorske parametre pitne vode (npr. E coli), medtem ko se pri kemijskih parametrih meri dejanske koncentracije določene snovi v vodi. Metoda podaja tudi smernice za izdelavo upravljaljskih postopkov upravljavca vodovodnega sistema, kjer so opisani postopki dela v običajnem in izrednem delovanju vodovodnega sistema.

V končnih korakih metode so podani postopki razvoja podpornih programov načrta celovitega upravljanja s tveganjem, ki pripomorejo k dodatnemu razvoju in usposobljenosti zaposlenih.

Z namenom validacije metode je bil izdelan načrta celovitega upravljanja s tveganjem za vodovodni sistem Prežganje, ki ga upravlja Javno podjetje Vodovod – Kanalizacija d.o.o. V prvem delu izdelave načrta je bila vzpostavljena delovna skupina v katero so bili predlagani strokovnjaki s področja vodnih virov, črpanja, priprave in distribucije pitne vode. Temu je sledil podrobni opis vodovodnega sistema in obstoječih ukrepov obvladovanja tveganja. Prepoznavanje nevarnosti in ocena tveganja je bila izdelana na podlagi obstoječih podatkov in preteklih izkušenj. Skupno je bilo prepoznanih 35 tveganj, ki zadevajo tako količino, kot tudi kakovost pitne vode. Analiza je pokazala, da vodovodni sistem z vidika zadostne količine ni pretirano ogrožen, medtem ko predstavlja kakovost pitne vode visoko tveganje za zdravje oskrbovanega prebivalstva. Kot najbolj ogrožen je bil, tako kakovostno kot tudi količinsko, izpostavljen vodni vir oz. vodno zajetje Pečovje.

Uvedba predlagane metode celovitega upravljanja s tveganjem se je izkazala kot uspešna. Zaradi kombinacije dveh načinov prikaza tveganja (matrika tveganja, Pareto diagram), izdelane podatkovne zbirke nevarnosti in pregledne strukture vodovodnega sistema (sistem-podsistem-gradnik-sestavni del), metoda omogoča celovit pregled nad prepoznanimi tveganji in hkrati zagotavlja dobro podlago za sprejemanje ukrepov za zmanjševanje tveganja.

7 POVZETEK

Celovito obvladovanje tveganja potrebuje metodologijo, ki dopušča racionalne in metodične analize tveganja ter določitev in implementacijo ukrepov, ki bodo zagotovili potrebno zanesljivost oskrbe s pitno vodo. Zato je bil cilj magistrske naloge izdelava metode, ki bo pripomogla k varni oskrbi prebivalcev s pitno vodo. Za razliko od obstoječega HACCP sistema omogoča poleg ocene tveganj za ustrezno kakovost tudi oceno tveganj, ki ogrožajo količino pitne vode. V tem sklopu je bil s pomočjo znanstvene literature in praktičnih izkušenj razvit celoten koncept upravljanja s tveganjem, od vodnega vira do pipe uporabnika, ki bo uporaben za vsakega upravljavca javnega vodovodnega sistema. Metoda je izdelana v skladu s slovensko zakonodajo in najnovejšimi evropskimi smernicami ter bo omogočala nadgradnjo zakonsko predpisanega HACCP sistema. V nalogi so bila določena teoretična izhodišča celovitega upravljanja s tveganjem in opredeljeni pravni okviri oskrbe s pitno vodo s poudarkom na dolžnosti upravljavca vodovodnega sistema do uporabnikov oz. odjemalcev pitne vode. Vodovodni sistem je bil razdeljen na podsisteme, gradnike in sestavne dele. Na podlagi delitve je bila z namenom pomagati upravljavcu pri določevanju in izračunu tveganj, ki zadevajo vodovodni sistem, izdelana podatkovna zbirka nevarnosti. Baza aplikativnega značaja omogoča razmeroma enostavno posodabljanje in računalniško obdelavo. Vodovodni sistem je bil za potrebe seznama groženj določen kot vse fizične in organizacijske strukture, ki služijo namenu oskrbe s pitno vodo oz. transportu vode od vira do uporabnika. Na nivoju sestavnih delov so bili podani najpomembnejši sestavni deli (npr. črpalka, zračni ventil, itd.) v kombinaciji z opisom vzroka nevarnosti, vrsto nevarnosti in njenih posledic. Nevarnosti so razdeljene glede na njihov izvor, medtem kot so posledice določene kot več-dimenzijski vektor. Ponavadi upravljavcem za natančnejše statistične analize manjka zadostno število podatkov, zato je bila v tem primeru, kot podlaga za analizo tveganja, izbrana metoda FMEA (Failure Mode, Effect Analyse). Posledice nevarnosti so povezane z vsemi nivoji vodovodnega sistema in veriga vzrokov in posledic je ocenjena skozi celoten postopek oskrbe s pitno vodo. Metoda je bila uspešno validirana na vodovodnem sistemu Prežganje, saj je omogočila dober pregled nad tveganji ter enostavno nadgradnjo obstoječega in zakonsko predpisanega HACCP načrta. Na podlagi podatkovne zbirke nevarnosti in ocene tveganja so bili izdelani tipični preventivni in korektivni ukrepi, ki bodo pripomogli k obvladovanja tveganja in večji varnosti obravnavanega vodovodnega sistema.

8 SUMMARY

Integrated risk management requires method that allows rational and methodical risk analyses and determination and implementation of procedures, that will assure reliability of water supply. Therefore, the aim of the assignment was to develop the method, that will contribute to safe drinking water supply of sufficient quality. As an alternative to existing HACCP system, method deals with sufficient quantity as well. Whole concept of risk management was developed, from source to tap, that allows implementation for each water utility. Method was developed in accordance with slovenian law, modern european guidelines and allows simple upgrade of obligatory HACCP system. Review of scientific literature and theoretical description of integrated risk management were made and legal framework of water supply utility, with emphasis on utility obligation towards the customer, was determined. Water supply system was divided on sub systems, parts and elements. Database of all potential hazards that threaten water supply system was established. Its main purpose is to compute and determine quantity of risk. Applicative character of database allows simplicity of maintenance and updating. Water supply system was considered as all physical and organizational structures that serves the purpose of delivering potable water to consumer. On the level of parts, all the important elements were recognized (pump, air valve, etc.) in combination with description of cause for hazards, type of hazards and their consequences. Hazards were structured based of their origin, meanwhile the consequences were determined as multi-dimensional vector. Usually, water supply utility has no necessary data for complex statistical analysis, therefore FMEA (Failure Mode Consequence Analysis) was used. Consequences of hazards are connected with all levels of water supply system and chain of causes and consequences was evaluated through entire system. Method was successfully validated on practical example of water supply system Prežganje and it enabled excellent risk picture. Integrated risk management approach was used as an upgrade of existing obligatory HACCP system. Based on hazard database and risk assessment, typical preventive and corrective measures were proposed, that will provide better risk management practice for the utility.

VIRI

Adler, N. E., Koschorreck J., Rechenberg B. 2008. Environmental impact assessment and control of pharmaceuticals: the role of environmental agencies. *Water Science & Technology*. 57, 1: 91-97.

Alegre H. 2006. Performance indicators for water supply services. London, IWA Publishing: 312 str.

Alp, E. Atinson, D. Beatty, R. et al. 2004. Risk Assessment: Recommended Practices for Municipalities and Industry. Ottawa, Canadian Society for Chemical Engineering: 83 str.

Hunt. S. 2008. Surge analysis – System Design, Simulation, Monitoring and Control. Edinburg, BHR Group Limited: 571 str.

Aven, T. 2008. Risk analysis: assessing uncertainties beyond expected values and probabilities. Chichester, John Wiley & Sons: 204 str.

Aven, T., Jensen, U. 1999. Stochastic Models in reliability. New York, Springer-Verlag: 270 str.

Aven, T. 2003. Foundations of Risk Analysis: A Knowledge and Decision-Oriented Perspective. Chichester, John Willey & Sons: 206 str.

Batram, J., Corrales, L., Davison, A., Deere, D., Drury, D., Gordon, B., Howard, G., Rinehold, A. in Stevens, M. 2009. Water safety plan manual: step by step risk management for drinking-water suppliers. Geneva, World Health Organisation: 108 str.

Babnik, A., Globevnik, L. 2009. Stanje in perspektive ravnanja z vodo v Sloveniji .Celje, Društvo vodarjev Slovenije: 92 str.

Beuken, R. Strum, S., Kiefer, J., Bondelind, M., Astrom, J., Lindhe, A., Machenbach, I., Melin, E., Thorsen, T., Eikenbrokk, B., Niewersch, C., Kirchner, D., Kozisek, F., Gari, D.W in Schwartz, C. 2007. Identification and description of hazards for water supply systems: a catalogue of today's hazards and possible future hazards. Evropski projekt TECHNEAU: 78 str.

Beuken R.H.S., Pettersson, T.J.R. 2009. TECNEAU hazard database and risk reduction option database. V: Hoven, T., Kazner, C. V: TECHNEAU: Safe Drinking Water from Source to Tap. London, IWA Publishing: str. 217-227.

Bratko, I., Džeroski, S., Kompare, B. 1997. Analiza ekoloških podatkov z metodami strojnega učenja - načrtujemo zakonitosti, predvidevamo posledice. *Okolje*. 5: 26.

Brenčič, M., Prestor, J., Kompare, B., Matoz, H., Kranjc-Kušlan, S. 2009. Integrated approach to delineation of drinking water protection zones. *Geologija*. 52, 2: 175-182.

Cesar, A., Leštan, D., Kompare, B. 2008. Napredni oksidacijski postopki odstranjevanja fitofarmaceutskih sredstev pri pripravi pitne vode. V: ROŠ, Milenko (ur.). Vodni dnevi 2008, Portorož, 15.-16. oktober 2008: zbornik referatov. Ljubljana, Slovensko društvo za zaščito voda: str. 148-158.

Drev, D., Pražnikar, Š., Škarja, J., Panjan, J., Kompare, B. 2010. Dezinfekcija in odstranjevanje biofilma v notranjih inštalacijah za hladno in ogreto vodo v objektih s povečanim tveganjem za nastanek okužb z legionelo. V: ROŠ, Milenko (ur.). Vodni dnevi 2010, Portorož, 20.-21. oktober 2010. Ljubljana, Slovensko društvo za zaščito voda: str. 53-64.

Eikbrokk, B. 2009. Water treatment: optimisation with respect to what? V: TECHNEAU: Safe Drinking Water from Source to Tap. London, IWA Publishing: str. 266-280.

EPA. 2002. Filter Backwash Recycling Rule: Technical Guidance Manual: http://www.epa.gov/ogwdw000/mdbp/pdf/filterbackwash/fbrr_techguidance.pdf (23.03, 2011)

FAO/WHO. 2001. Codex Alimentarius Commission. Hazard analysis and critical control point (HACCP) system and guidelines for its application. <http://www.fao.org/docrep/005/y1579e/y1579e03.htm#fn2> (12.10. 2010)

Higgins, L., Mobley K. 2001. Maintenance Engineering Handbook. New York, The McGraw-Hill Companies: str. 1200.

Hrudey S. E., Hrudey E. J. 2007. A nose for trouble – the role of off-flavours in assuring safe drinking water. Water Science & Technology. 55, 5: 239–247.

Glover P. B. M. 2008. First do no harm – avoiding pressure surge solutions that make the problem worse. V: Hunt. S. Surge analysis – System Design, Simulation, Monitoring and Control. Edinburg, BHR Group Limited: str. 199-211.

IWA. 2004. The Bonn Charter. <http://www.iwahq.org/uploads/bonn%20charter/BonnCharter.pdf> (12.08.2010)

Kožišek, F., Paul, J., Weyessa, G., Tuhovčak, L., Pumann, P. 2009. Risk assessment case study 1: Breznice, Czech Republic. V: TECHNEAU: Safe Drinking Water from Source to Tap. London, IWA Publishing: str. 229-238.

Lilić N., Srećko Čurčić S., Radosavljević M. Risk Assessment and Managing Technical Systems in case of Mining Industry. 2009. Strojniški vestnik - Journal of Mechanical Engineering 55, 2: 119 – 13.

Lindhe, A., Rosen, O., Bergstedt, T., Norberg, T., Pettersson, T.J.R. 2009. Quantitative risk assessments of water supply systems from source to tap. V: TECHNEAU: Safe Drinking Water from Source to Tap. London, IWA Publishing: str. 203-217.

Mälzer, H.-J., Staben, N. A., Hein, A., Merkel, W. 2010. Identification, assessment, and control of hazards in water supply: experiences from Water Safety Plan implementations in Germany. *Water Science & Technology*. 61, 5: 1307-1315.

Madin, B., Austin, R. 2008. Design and modeling water hammer protection in water supply pipelines. V: Hunt. S. Surge analysis – System Design, Simulation, Monitoring and Control. Edinburg, BHR Group Limited: str. 227-234.

Malcom F., Trow S. 2003. Losses in Water Distribution Networks. Cornwall, IWA Publishing: str. 282.

Mons, M., Blokker, M., Wielen, J., Medema, G. 2005. Estimation of the consumption of cold tap water for microbiological risk assessment. Poročilo evropskega projekta MIKRORISK: http://www.microrisk.com/uploads/microrisk_tap_water_consumption.pdf (01.05. 2009).

MVH. Water Treatment: Principles and Design. 2005. New Jersey, John Willey & Sons: str. 1968.

Osterhaus, S. W. 2009. Corrosion and corrosion modeling. V: TECHNEAU: Safe Drinking Water from Source to Tap. London, IWA Publishing: str. 282-293.

Pedley, S., Bartram, J., Rees, G., Dufour, A. Cotruvo, J.A. 2004. Pathogenic Mycobacteria in Water: A Guide to Public Health Consequences, Monitoring and Management. London, IWA Publishing: str. 237.

Peterson T.J.R., 2009. International outlook on WSP tools and standards. V: TECHNEAU: Safe Drinking Water from Source to Tap. London, IWA Publishing: str. 199-201.

Pham, H. 2003. Handbook of reliability engineering. London, Springer-Verlag: 603 str.

Pond, K., Rueedi, J., Pedley, S. 2004. Pathogens in drinking water sources. Poročilo evropskega projekta MIKRORISK: http://www.microrisk.com/uploads/pathogens_in_drinking_water_sources.pdf (03.05. 2010).

Risebro, H., Miguel de Franca, D., Yip, H., Hunter P.R. 2005. Intestinal illness through drinking water in Europe. Poročilo evropskega projekta MIKRORISK: http://www.microrisk.com/uploads/microrisk_intestinal_illness_through_drinking_water.pdf (7.12. 2010)

Rosen, L., Hokstad, P., Lindhe, A., Sklet, S. in Rostum, J. 2007. Generic framework and methods for integrated risk management in water safety plans. Poročilo evropskega projekta TECHNEAU; <http://www.techneau.org/fileadmin/files/Publications/Publications/Deliverables/D4.1.3.pdf> (27.07. 2010)

Signor R. S., Ashbolt N.J. 2006. Pathogen monitoring offers questionable protection against drinking-water risks: a QMRA (Quantitative Microbial Risk Analysis) approach to assess management strategies. *Water Science & Technology*. 54, 3: 261–268.

Singpurwalla, N. 2006. *Reliability and Risk: A Bayesian perspective*. Chichester, John Wiley & Sons: 396 str.

Smeets, P., Rietveld, L. 2006. Efficacy of water treatment processes. Poročilo MIKRORISK; http://www.microrisk.com/uploads/microrisk_efficacy_of_water_treatment_processes.pdf (27.08. 2010)

Steinman, F., Gosar, L., Fortuna, I. 2004. Evidenca o objektih namenjenih za čiščenje in zadrževanje meteorne vode iz avtocestnih površin. V: Zbornik referatov 17. slovenskega kongresa o cestah in prometu. Portorož, 20. -22. oktober, 2004. Ljubljana, DRC-Družba za raziskave v cestni in prometni stroki Slovenije: str. 469-475.

Ternes T., Gunten, U. Emerging Contaminants in water: Occurrence, fate, removal and assessment in the water cycle (from wastewater to drinking water). *Water research*. 44, 2: 351 – 668.

Thornton, J., Sturm, R., Kunkel, G. *Water Loss Control*. New York, The McGraw-Hill Companies: 632 str.

Varbanets, P., Zurbrugg M., Swartz, C., Pronk, W. 2009. Decentralised system for portable water and the potential of membrane technologie. *Water Research*. 43, 2: 245 – 265.

Vreeburg, J.H.G., Menaia, J., Branco, L., Benoliel, M., Aprisco, P., Rebola, N., Cordeiro, B. 2009. Conceptual model for discolouration in drinking water systems: Whos to blame and what to do?. V: TECHNEAU: Safe Drinking Water from Source to Tap. London, IWA Publishing: str. 255 – 265.

WHO. Guidelines for Drinking Water Quality. 2004.
http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq3rev/en/index.html (07.07. 2010)

Willetts, J., Fane, S. Mitchell, C. 2007. Making decentralised systems viable: a guide to managing decentralised assets and risks. *Water Science & Technology*. 56, 5: 165–173.

Willson, A., Limnios, N., Keller-McNulty, S., Armio, Y., 2005. *Modern statistical and mathematical methods and reliability*. Santa Fe, World Scientific Publishing: 428 str.

Wylie, E.B., Street, V.L., Suo, L. 1993. *Fluid Transients in Systems*. Englewood Cliffs, Prentice Hall Inc: 269 str.

Ostali viri:

- Vodna direktiva: 2000/60/ES.
- Direktiva Sveta o kakovosti vode, namenjene za prehrano ljudi: 98/83/ES.

- Zakon o varstvu okolja. Ur.l. RS, št. 41/2004 (z dopolnili).
- Zakon o gospodarskih javnih službah. Ur. l. RS, št 32/93 (z dopolnili).
- Zakon o graditvi objektov. Ur.l. RS št. 110/02 (z dopolnili).
- Zakon o zdravstveni ustreznosti živil in izdelkov ter snovi, ki prihajajo v stik z živili. Ur. l. RS 59/00 (z dopolnili).
- Zakona o varstvu pred požarom. Uradni list RS, št. 3/2007 (z dopolnili).
- Pravilnik o oskrbi s pitno vodo: Ur.l. RS 35/06 (z dopolnili).
- Pravilnik pitni vodi Ur.l RS 19/04 (z dopolnili).
- Pravilnika o določitvi vodovarstvenega območja. Ur.l. RS, 64/2004 (z dopolnili)
- Pravilnik o tehničnih normativih za hidrantno omrežje za gašenje požarov Ur. l. RS št. 30/1991 (z dopolnili).
- Pravilnik o preizkušanju hidrantnih omrežij. Ur. l. RS, št. 22/1995 (z dopolnili).
- Uredba o vodovarstvenem območju za vodno telo vodonosnika Ljubljanskega polja. Ur.l. RS, št. 120/2004.
- Odlok o oskrbi s pitno vodo. Ur.l RS št. 17/06.
- Odloka o spremembah in dopolnitvah Odloka o oskrbi s pitno vodo. Ur.l RS 59/07.
- Program oskrbe s pitno vodo za leto 2011 (interno gradivo JP VO-KA D.O.O.).
- Ocena tveganja na osnovi HACCP načel za VS Prežganje (interno gradivo JP VO-KA D.O.O.).
- Vzdrževanje sistemov za oskrbo s pitno vodo (interno gradivo JP VO-KA D.O.O.).

PRILOGE

PRILOGA A	SLOVAR IN RAZLAGA IZRAZOV CELOVITEGA UPRAVLJANJA S TVEGANJEM
PRILOGA B (1)	GRADNIKI IN SESTAVNI DELI PODSISTEMOV VODOVODNEGA SISTEMA
PRILOGA B (2)	GRADNIKI IN SESTAVNI DELI PODSISTEMOV VODOVODNEGA SISTEMA
PRILOGA B (3)	GRADNIKI IN SESTAVNI DELI PODSISTEMOV VODOVODNEGA SISTEMA
PRILOGA C	PODATKOVNA ZBIRKA NEVARNOSTI
PRILOGA D	TIPIČNI (PREVENTIVNI) UKREPI KONTROLE TVEGANJA
PRILOGA E	ČLANI DELOVNE SKUPINE CELOVITEGA UPRAVLJANJA S TVEGANJEM – OŽJI IZBOR
PRILOGA F	ČLANI DELOVNE SKUPINE CELOVITEGA UPRAVLJANJA S TVEGANJEM – ŠIRŠI IZBOR
PRILOGA G	SEZNAM ZUNANJIH SUBJEKTOV
PRILOGA H	OCENA STROŠKOV PROJEKTA
PRILOGA I	VODOVODNI SISTEM PREŽGANJE
PRILOGA J	PODROBNEJŠI PRIKAZ VODNEGA ZAJETJA PEČOVLJE
PRILOGA K	TLAČNE RAZMERE VS PREŽAGNJE
PRILOGA L	TEHNIČNI PODATI O OBJEKTIH, OPREMI IN OMREŽJU VODOVODNEGA SISTEMA PREŽGANJE
PRILOGA M	STANDARDNI POSTOPKI DELA
PRILOGA N	LETNI PROGRAM PREVENTIVNEGA VZDRŽEVANJA (UKREPOV) ZA VS PREŽGANJE
PRILOGA O	PREPOZNAVANJE NEVARNOSTI IN OCENA TVEGANJA ZA VS PREŽGANJE – KAKOVOST PITNE VODE
PRILOGA P	PREPOZNAVANJE NEVARNOSTI IN OCENA TVEGANJA ZA VS PREŽGANJE – KOLIČINA PITNE VODE
PRILOGA R	SEZNAM PREVENTIVNIH UKREPOV ZA TVEGANJA, POVEZANA S KAKOVOSTJO PITNE VODE
PRILOGA S	SEZNAM PREVENTIVNIH UKREPOV ZA TVEGANJA, POVEZANA S KOLIČINO PITNE VODE
PRILOGA T	NAČRT IZBOLJŠAV ZA VODOVODNI SISTEM PREŽGANJE
PRILOGA U	OBRATOVALNI MONITORING ZA VS PREŽGANJE
PRILOGA V	VRSTE IN PARAMETRI PRESKUŠANJ

PRILOGA A: SLOVAR IN RAZLAGA IZRAZOV CELOVITEGA UPRAVLJANJA S TVEGANJEM

ANGLEŠKO	SLOVENSKO	RAZLAGA
Corrective measures	Korektivni ukrepi (Popravila)	Sem spadajo ukrepi, ki se jih opravi po nastopu okvare ali poškodbe.
Extreme operating conditions	Ekstremni pogoji obratovanja	Izredno delovanje sistema za oskrbo s pitno vodo pomeni okoliščine oz. pogoje delovanja sistema, ki jih upravljavec ne more obvladati z običajnimi postopki delovanja, vzdrževanja in organizacije.
Normal operating conditions	Običajni pogoji obratovanja	Vsi pogoji delovanja sistema, vključno z okvarami posameznih sestavnih delov sistema, ki jih lahko upravljavec kontrolira (obvlada) z običajnimi postopki delovanja, vzdrževanja in organizacije.
Preventive measures	Preventivni ukrepi	Pomenijo preprečevanje in ne samo odpravljanje okvar. Slonijo na dejstvu, da se izvedejo vnaprej, načrtovano, preden pride do okvare. Ukrepi so lahko aktivni (redukcija nevarnosti oz. pojava, npr. tlačnega udara, ipd.) ali pasivni (povečanje odpornosti, ipd.)
Resistance	Odpornost	Odpornost pomeni lastnost sistema ali njegovega dela (podistema, gradnika, sestavnega dela), da ne odpove, kadar je takšen element izpostavljen projektni obremenitvi oz. nevarnem dogodku.
Risk	Tveganje	Tveganje je v splošnem definirano kot zmnožek verjetnosti pojava neke nevarnosti in posledic, ki jih ta povzroči, ker je bil nevarnosti izpostavljen premalo oz. neodporen element. Posledice imajo negativen vpliv na kakovost in/ali količino pitne vode (oz. posledic ni, če je element na obremenitve/nevarnost odporen).
Risk Assessment	Ocena tveganja	Ocena tveganja pomeni sistematično upoštevanje predhodno pridobljenih podatkov o prepoznani nevarnosti, ki lahko prizadene sistem. V sklopu te analize se določi tudi verjetnost, da se nevarnost uresniči in posledice, ki jih povzroči. Odgovarja na tri bistvena vprašanja: - Kaj gre lahko narobe? - Kolikšna je verjetnost? - Kakšne so posledice?
Risk management	Upravljanje s tveganjem	Sistematična uporaba politike upravljanja, postopkov in prakse za izvedbo analiz, ocene in kontrole tveganja.
Vulnerability and Exposure	Ranljivost in izpostavljenost	Ranljivost pomeni lastnost sistema ali njegovega dela (podistema, gradnika, sestavnega dela), ki se bistveno poslabša oz. odpove, kadar je takšen element izpostavljen nevarnosti.

PRILOGA B(1): GRADNIKI IN SESTAVNI DELI PODSISTEMOV VODOVODNEGA SISTEMA

OZN	GRADNIK	OZN	TIP GRADNIKA	OZN	SESTAVNI DEL
OP01	OBMOČJE VODNEGA VIRA	OP0101	OBMOČJE VODNEGA ZAJETJA	OP010101	Prispevno območje vodnega zajetja
				OP010102	Podtalnica oz. razpoklinski vodonosnik
				OP010103	Morje
		OP0102	TRANSPORT SUROVE VODE	OP010201	Zbirni cevovod
				OP010202	Zbirni rezervoar
				OP010203	Vrtina
OP02	GRADNIKI OBJEKTOV ZA ČRPANJE, PREČRPAVANJE PRIPRAVO IN DISTRIBUCIJO PITNE VODE	OP0201	STROJNE NAPELJAVE	OP020101	Črpalni agregat
				OP020102	Regulator tlaka
				OP020103	Varnostni ventil
				OP020104	Proti povratni ventil
				OP020105	Ostale strojne armature
				OP020106	Strojne inštalacije
		OP0102	ELEKTRO NAPELJAVE	OP010201	Elektroenergetska omara
				OP010202	Transformatorska postaja
				OP010203	Elektrorazdelilna omara
				OP010204	Električne inštalacije in ozemljitve
		OP0103	OPREMA ZA KRMILJENJE IN PRENOS PODATKOV	OP010301	Oprema za krmiljenje
				OP010302	Oprema za nadzor
				OP010303	Oprema za prenos podatkov
		OP0104	MERILNA OPREMA	OP010401	Merilnik tlaka
				OP010402	Merilnik pretoka
				OP010403	Merilnik motnosti
				OP010404	Merilnik nivoja
				OP010405	Merilnik reziduala dezinfekcijskega sredstva
		OP0105	OBJEKT - OSTALO	OP010501	Oprema za tehnično varovanje objekta
				OP010502	Vodna celica
				OP010503	Vodnjak
				OP010504	Objekt - ostala oprema
				OP010505	Okolica objekta

PRILOGA B (2): GRADNIKI IN SESTAVNI DELI PODSISTEMOV VODOVODNEGA SISTEMA

OZN	GRADNIK	OZN	TIP GRADNIKA	OZN	SESTAVNI DEL
OP03	GRADNIKI OBJEKTOV ZA PRIPRAVO PITNE VODE	OP0301	SPLOŠNA OPREMA ZA PRIPRAVO PITNE VODE	OP030101	Oprema objekta za PPV - splošno
				OP030101	Kemikalije
		OP0302	ODSTRANJEVANJE TRDNIH DELCEV	OP030201	Sito
		OP0303	KOAGULACIJA, FLOKULACIJA	OP030301	Mešalni mehanizem
				OP030302	Dozirni sistem
				OP030303	Vpihovalo
				OP030304	Nadzorni sistem koagulacije oz. flokulacije
				OP030305	Flokulant
				OP030306	Usedalni bazen
		OP0304	HITRA PEŠČENA FILTRACIJA	OP030401	Hidravlični sistem
				OP030402	Hitri peščeni filter
				OP030403	Čistilni mehanizem
				OP030404	Nadzorni sistem hitre peščene filtracije
		OP0305	DEZINFEKCIJA S KLOROM, KLOR DIOKSIDOM, NATRIJEVIM HIPERKLORIDOM	OP030501	Dezinfekcijsko sredstvo
				OP030502	Dozirni sistem
		OP0306	UV DEZINFEKCIJA	OP030601	UV žarnica
		OP0307	DEZINFEKCIJA Z OZONOM	OP030701	Zračni kompresor
				OP030702	Generator ozona
				OP030703	Napeljava za distribucijo ozona
				OP030705	Dozirni sistem - ozon
				OP030706	Razpršilec mehurčkov
				OP030707	Dezinfekcija z ozonom - ostalo
				OP0308	MEMBRANSKA FILTRACIJA
		OP030802	Izpustna cev (iz membrane)		
		OP030803	Črpalna napeljava		
		OP030804	Nadzorni sistem membranske filtracije		
		OP0309	POČASNA PEŠČENA FILTRACIJA	OP030901	Počasni peščeni filter
				OP030902	Nadzorni sistem počasne peščene filtracije
		OP0310	ADSORPCIJA Z AKTIVNIM OGLJEM	OP031001	Filter aktivnega oglja

PRILOGA B (3): GRADNIKI IN SESTAVNI DELI PODSISTEMOV VODOVODNEGA SISTEMA

OZN.	TIP GRADNIKA	OZN.	GRADNIK	OZN.	SESTAVNI DEL		
OP04	GRADNIKI VODOVODNEGA OMREŽJA	OP0401	VODOVODNO OMREŽJE (CEVOVODI)	OP040101	Transportno vodovodno omrežje		
				OP040102	Primarno vodovodno omrežje		
				OP040103	Sekundarno vodovodno omrežje		
				OP040105	Hišni priključek		
		OP0402	ZAPORNA ARMATURA	OP040201	Zasun		
				OP040202	Loputa		
		OP0403	ZRAČNIK	OP040301	Podtalni zračnik		
				OP040302	Zračnik v jašku		
		OP0404	BLATNIK	OP040401	Blatnik s prostim iztokom		
				OP040402	Hidrant blatnik		
		OP0405	POŽARNI HIDRANT	OP040501	Hidrant		
				OP040502	Končni hidrant		
		OP05	GRADNIKI INTERNEGA VODOVODNEGA OMREŽJA	OP0501	ODJEMNO MESTO	OP040601	Vodomerni jašek
						OP040603	Vodomer
OP0502	INTERNO VODOVODNO OMREŽJE			OP050201	Interni cevovod		
				OP050202	Rezervoar za pitno vodo		
				OP050203	Odjemna mesta (pipe, pitniki)		

PRILOGA D: TIPIČNI PREVENTIVNI (TEHNIČNI) UKREPI

P01	NADZOR objektov in omrežja vodovodnega sistema	P02	NADZOR nad kakovostjo pitne vode	P03	NAČRTNO VZDRŽEVANJE objektov in omrežja vodovodnega sistema
P0101	DALJINSKI NADZOR PROCESA ČRPANJA, PRIPRAVE, PREČRPAVANJA IN HRANJENJA VODE	P0201	ODVZEM VZORCEV VODE NA VODOVODNEM SISTEMU	P0301	REDNI LETNI PREGLED OPREME ZA KRMLJENJE IN PRENOS PODATKOV PO OBJEKTIH
P0102	REDNI PREGLED OBJEKTOV IN NAPRAV V KATERIH SE ČRPA, PREČRPAVA ALI HRANI PITNA VODA	P0202	SANITARNO TEHNIČNI PREGLED OBJEKTA	P0302	REDNI LETNI PREGLED IN KALIBRACIJA MERILNE OPREME
P0103	REDNI PREGLED JAŠKOV VODOVODNEGA SISTEMA			P0303	REDNI LETNI PREGLED REGULATORJA TLAKA
P0104	PREGLED VODNJAKA			P0304	REDNI LETNI PREGLED DELOVANJA ČRPALNIH AGREGATOV IN OSTALIH STROJNIH NAPELJAV
P0105	PREGLED TOČNOSTI OZNAČEVALNE TABLICE			P0305	REDNI POLLETNI PREGLED NAPRAV ZA DEZINFEKCIJO VODE-UPORABA PLINSKEGA KLORA
P0106	PREGLED CESTNE KAPE			P0306	REDNI LETNI PREGLED NAPRAV ZA DEZINFEKCIJO VODE-NATRIJEVEGA HIPERKLORITA IN KLOR DIOKSIDA
P0107	PREGLED DELOVANJA ZAPORNIH ARMATUR - ZASUN			P0306	REDNI LETNI PREGLED TRANSFORMATORSKE POSTAJE
P0108	PREGLED DELOVANJA IN MAZANJE LOPUT			P0307	REDNI LETNI PREGLED TRANSFORMATORSKE POSTAJE
P0109	REDNI LETNI PREGLED POŽARNEGA HIDRANTA			P0308	REDNI LETNI PREGLED ELEKTRORAZDELILNE OMARE
P0110	PREGLED DELOVANJA ZRAČNIKOV			P0309	REDNI DVOLETNI PREGLED ELEKTRIČNIH INŠTALACIJ IN OZEMLJITEV
P0111	NADZOR TESNOSTI OMREŽJA - MERITVE PRETOKA NA IZOLIRANIH OBMOČJIH			P0310	ČIŠČENJE VODNE CELICE
P0112	NADZOR TESNOSTI OMREŽJA – UPORABA ZAPISOVALCEV ŠUMA			P0311	ČIŠČENJE ČRPALIŠČA IN VODARNE
P0113	NADZOR TESNOSTI OMREŽJA – MERILNO VOZILO			P0312	ČIŠČENJE HIDROPOSTAJE, PREČRPALNICE IN PRIPRAVE PITNE VODE
P0114	REDNI RAJONSKI NADZOR VODOVODNEGA OMREŽJA			P0313	ČIŠČENJE VODOHRANA IN RAZBREMENILNIKA VODE
P0115	PREGLED STANJA KOLEKTORJA			P0314	ČIŠČENJE POVRŠIN OKOLI OBJEKTOV
P0116	PREGLED VODOVODNEGA PRIKLJUČKA			P0315	REDNA DELA NA OBJEKTU
				P0316	IZPIRANJE KONČNIH HIDRANTOV
				P0317	IZPIRANJE BLATNIKOV
				P0318	PREIZKUS HIDRANTNEGA OMREŽJA

PRILOGA E: ČLANI DELOVNE SKUPINE CELOVITEGA UPRAVLJANJA S TVEGANJEM – OŽJI IZBOR

IME IN PRIIMEK	PODJETJE	ORAGNIZACIJSKA ENOTA	DELOVNO MESTO	PODROČJE DELA/VLOGA V SKUPINI	KONTAKTNI PODATI
Ime in priimek	Javno podjetje Vodovod-Kanalizacija d.o.o.	Sektor Vodovod	Direktor sektorja vodovod	Koordinacija in vodenje skupine. Predstavniki vodstva.	e-naslov: Tel:
Ime in priimek	Javno podjetje Vodovod-Kanalizacija d.o.o.	Tehnično investicijski sektor	Odgovorna oseba za pitno vodo	Vsebinsko vodenje skupine. Poznavanje problematike kakovosti pitne vode, vodni viri.	e-naslov: Tel:
Ime in priimek	Javno podjetje Vodovod-Kanalizacija d.o.o.	Sektor Vodovod - Sanitarna služba	Vodja sanitarne službe	Odvzem vzorcev vode, interpretacija analize vzorcev vode, obveščanje javnosti.	e-naslov: Tel:
Ime in priimek	Javno podjetje Vodovod-Kanalizacija d.o.o.	Sektor Vodovod - Sanitarna služba	Sanitarni referent	Izdelava programa verifikacije načrta, odvzem vzorcev vode.	e-naslov: Tel:
Ime in priimek	Javno podjetje Vodovod-Kanalizacija d.o.o.	Tehnično investicijski sektor - Služba za nadzor kakovosti pitne in odpadne vode	Analitik	Laboratorijska analiza pitne vode.	e-naslov: Tel:
Ime in priimek	Javno podjetje Vodovod-Kanalizacija d.o.o.	Sektor Vodovod - Služba vzdrževanja vodarn	Vodja službe vzdrževanja vodarn	Področje črpanja, prečrpavanja in shranjevanja pitne vode. Obratovanje vodovodnega sistema.	e-naslov: Tel:
Ime in priimek	Javno podjetje Vodovod-Kanalizacija d.o.o.	Sektor Vodovod - Služba vzdrževanja vodovodnega omrežja	Vodja službe vzdrževanja vodovodnega omrežja	Področje distribucije pitne vode, vodne izgube.	e-naslov: Tel:
Ime in priimek	Javno podjetje Vodovod-Kanalizacija d.o.o.	Sektor Vodovod - Merilna služba	Vodja merilne službe	Odjemna mesta, vodomeri.	e-naslov: Tel:
Ime in priimek	Javno podjetje Vodovod-Kanalizacija d.o.o.	Sektor Vodovod	Vodja organizacije in priprave dela	Uporaba načrta, ocena tveganja, priprava postopkov dela/ukrepov.	e-naslov: Tel:
Ime in priimek	Javno podjetje Vodovod-Kanalizacija d.o.o.	Tehnično investicijski sektor - Razvojna služba	Delavec v razvoju III	Razvoj vodovodnih sistemov, načrt izboljšav, projektiranje.	e-naslov: Tel:

PRILOGA F: ČLANI DELOVNE SKUPINE CELOVITEGA UPRAVLJANJA S TVEGANJEM – ŠIRŠI IZBOR

IME IN PRIIMEK	PODJETJE	ORAGNIZACIJSKA ENOTA	DELOVNO MESTO	PODROČJE DELA/VLOGA V SKUPINI	KONTAKTNI PODATI
Ime in priimek	Javno podjetje Vodovod-Kanalizacija d.o.o.	Služba vzdrževanja vodarn - Vzdrževanje strojnih napeljav	Vodja oddelka strojnega vzdrževanja	Strokovna pomoč pri oceni tveganja za strojne napeljave in naprave za dezinfekcijo pitne vode	<u>e-naslov:</u> <u>Tel:</u>
Ime in priimek	Javno podjetje Vodovod-Kanalizacija d.o.o.	Služba vzdrževanja vodarn - Vzdrževanje elektro napeljav	Vodja oddelka elektro vzdrževanja	Strokovna pomoč pri oceni tveganja za elektro napeljave	<u>e-naslov:</u> <u>Tel:</u>
Ime in priimek	Javno podjetje Vodovod-Kanalizacija d.o.o.	Služba vzdrževanja vodarn - Vzdrževanje opreme za krmiljenje in prenos podatkov	Vodja oddelka nadzora obratovanja vodovodnih objektov	Strokovna pomoč pri oceni tveganj za opremo za krmiljenje in prenos podatkov	<u>e-naslov:</u> <u>Tel:</u>
Ime in priimek	Javno podjetje Vodovod-Kanalizacija d.o.o.	Služba vzdrževanja vodovodnega omrežja - Nadzor	Vodja oddelka nadzora vodovodnega omrežja	Strokovna pomoč pri oceni tveganj v zvezi s okvarami na vodovodnem omrežju. Problematika požarne varnosti	<u>e-naslov:</u> <u>Tel:</u>
Ime in priimek	Javno podjetje Vodovod-Kanalizacija d.o.o.	Služba vzdrževanja vodovodnega omrežja - Tekoča iv večja vzdrževalna dela	Vodja oddelka vzdrževanja vodovodnega omrežja	Odprava okvar na vodovodnem omrežju, gradbena dela	<u>e-naslov:</u> <u>Tel:</u>

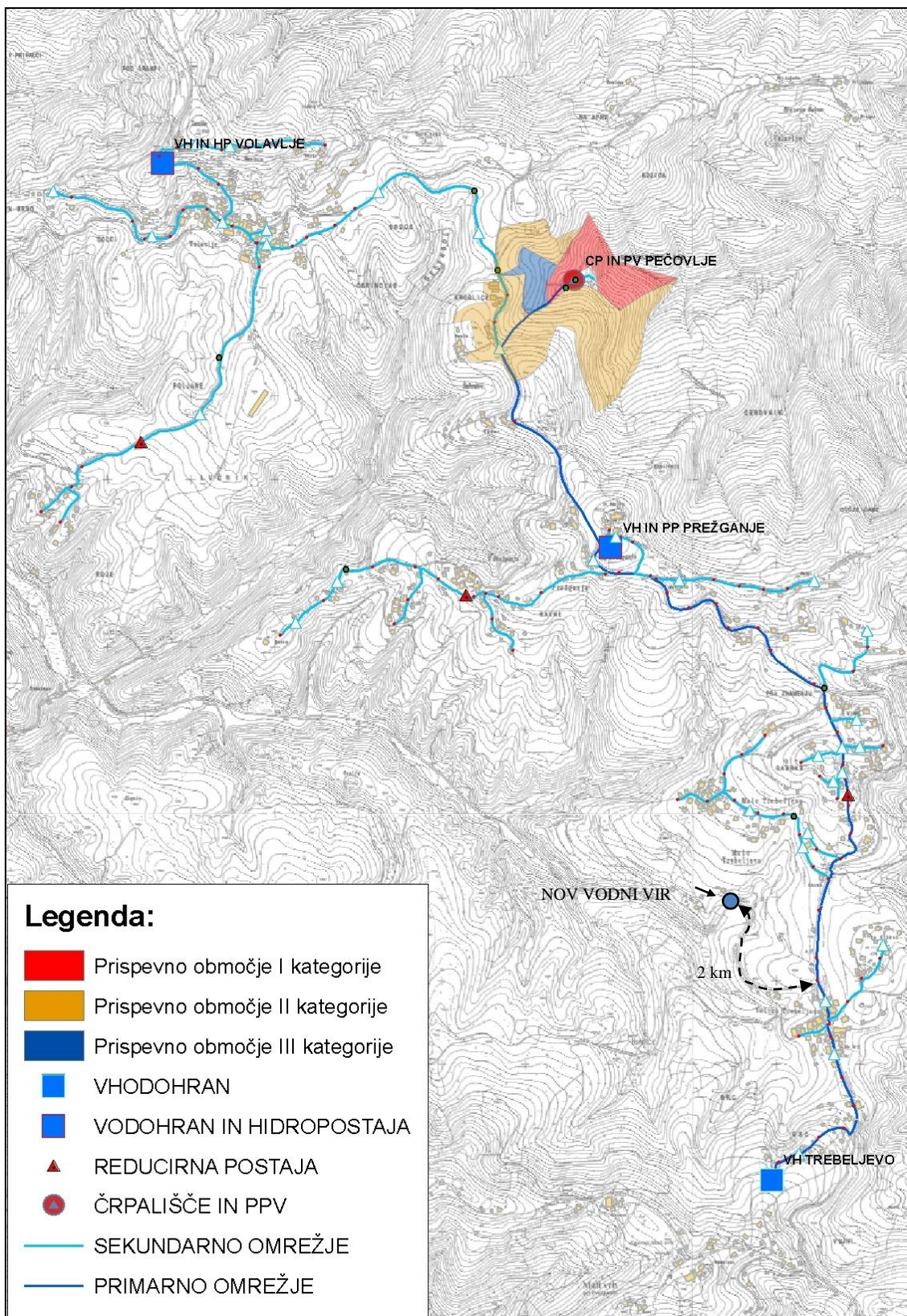
PRILOGA G: SEZNAM ZUNANJIH SUBJEKTOV

NAZIV	NALOGA	KONTAKT V SKUPINI	KONTAKTNA OSEBA	FREK. SODELOV.	IZDANI DOKUMENTI
Ministrstvo za okolje in prostor	Zakonodaja s področja oskrbe s pitno vodo	Ime in priimek	Ime in priimek	Po potrebi	Pravilnik o oskrbi s pitno vodo (Ur.l. RS, št. 35/2006 z dopolnili)
	Obdelava poročevalskih podatkov				Zakon o vodah (Ur.l. RS, št. 67/2002 z dopolnili)
Ministrstvo za zdravje	Zakonodaja s področja kakovosti pitne vode	Ime in priimek	Ime in priimek	Po potrebi	Pravilnik o pitni vodi (Ur.l. RS, št. 19/2004) z dopolnili)
	Inšpekcijski nadzor nad kakovostjo pitne vode	Ime in priimek			
	Državni nadzor (monitoring) nad kvaliteto pitne vode	Ime in priimek			
Inštitut za varovanje zdravja Republike Slovenije	Kakovost, skladnost pitne vode s predpisi. Podajanje mnenj.	Ime in priimek	Ime in priimek	Po potrebi	Mnenje o pitni vodi, dokumenti dostopni na: www.ivz.si
		Ime in priimek			
Mestna občina Ljubljana	Lastnik vodovodnega sistema Prežganje	Ime in priimek	Ime in priimek	Po potrebi	Odlok o oskrbi s pitno vodo (Ur.l. RS, št. 17/2006 z dopolnili)
	Nadgradnja in nadomestitev vodovodnega sistema				
Zavod za varovanje zdravja Maribor	Analiza vzorcev internega nadzora nad kakovostjo pitne vode	Ime in priimek	Ime in priimek	Tedensko	Poročilo o analizi vzorcev

PRILOGA H: OCENA STROŠKOV PROJEKTA

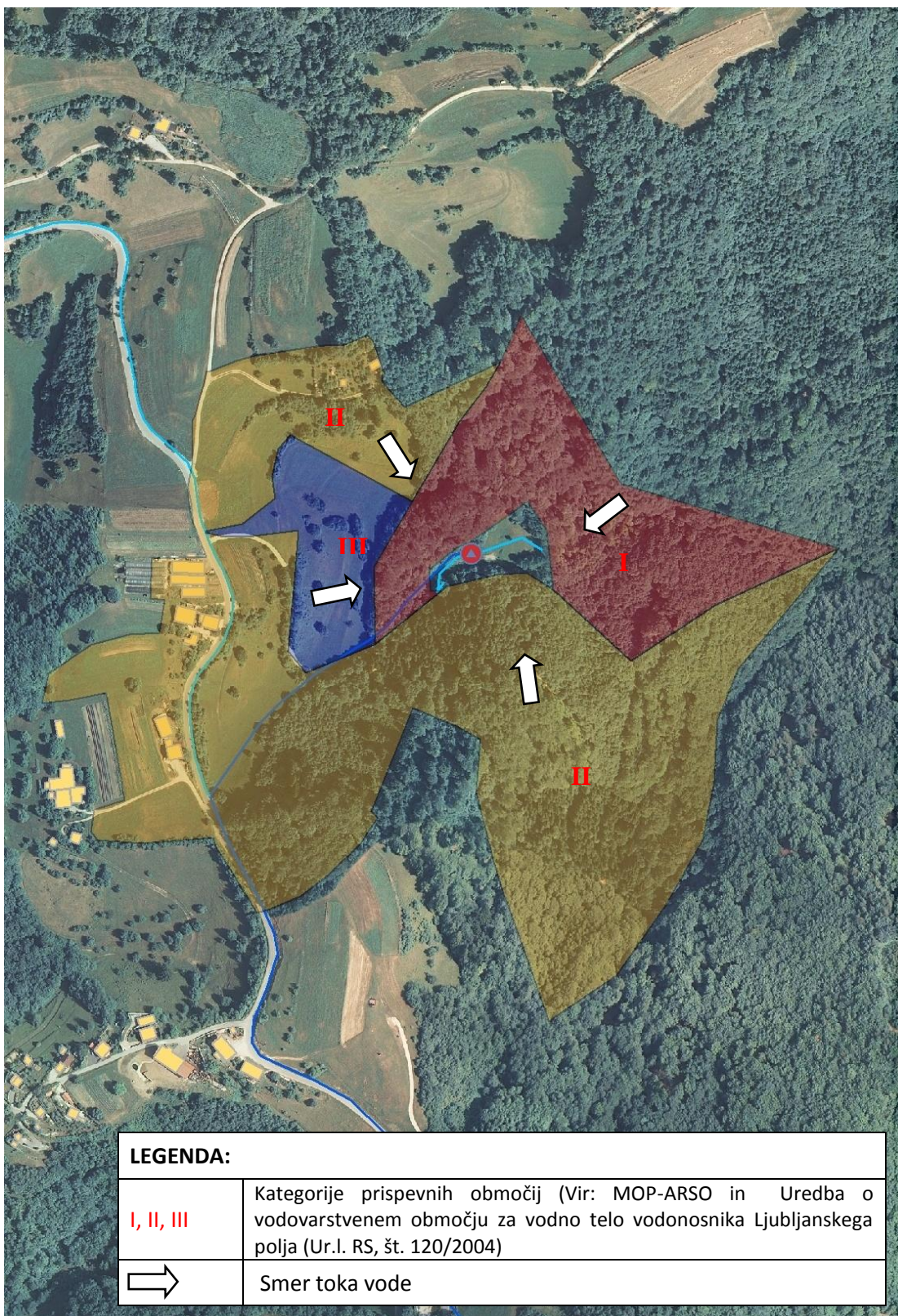
AKTIVNOST	PRORAČUN [€]	DELO ZNOTRAJ PODJETJA	ZUNANJE STORITVE	PREDVIDENA KOLIČINA DELA [h]
Vzpostavitev delovne skupine	- €	Organizacija in vodenje	-	10
Opis vodovodnega sistema	- €	Izdelava preglednih kart, tehnoloških shem	-	32
Prepoznavanje nevarnosti in ocena tveganja	- €	Uporaba podatkovne zbirke nevarnosti. Selekcija in izračun.	-	40
Določitev in validacija nadzornih ukrepov, ponovna ocena, prioritete	- €	Prepoznavanje nadzornih ukrepov, ponovni izračun tveganj	-	20
Razvoj, uporaba in vzdrževanje načrta izboljšav	- €	Izdelava načrta izboljšav	-	30
Določitev monitoringa kontrolnih ukrepov	- €	Vzpostavitev postopka in določitev zbiranja/analize podatkov	-	10
Potrditev načrta upravljanja s tveganjem	- €	Vzpostavitev verifikacijskega monitoringa	-	10
Priprava upravljaljskih postopkov	- €	Popis in ovrednotenje del	-	40
Razvoj podpornih programov	- €	Priprava gradiva za izobraževanje	-	20
Plan periodične revizije načrta upravljanja s tveganjem	- €	Vzdrževanje načrta	-	50
SKUPAJ [€]			SKUPAJ[h]	262

PRILOGA I: VODOVODNI SISTEM PREŽGANJE



Vir podatkov: Kataster JP VO-KA d.o.o.

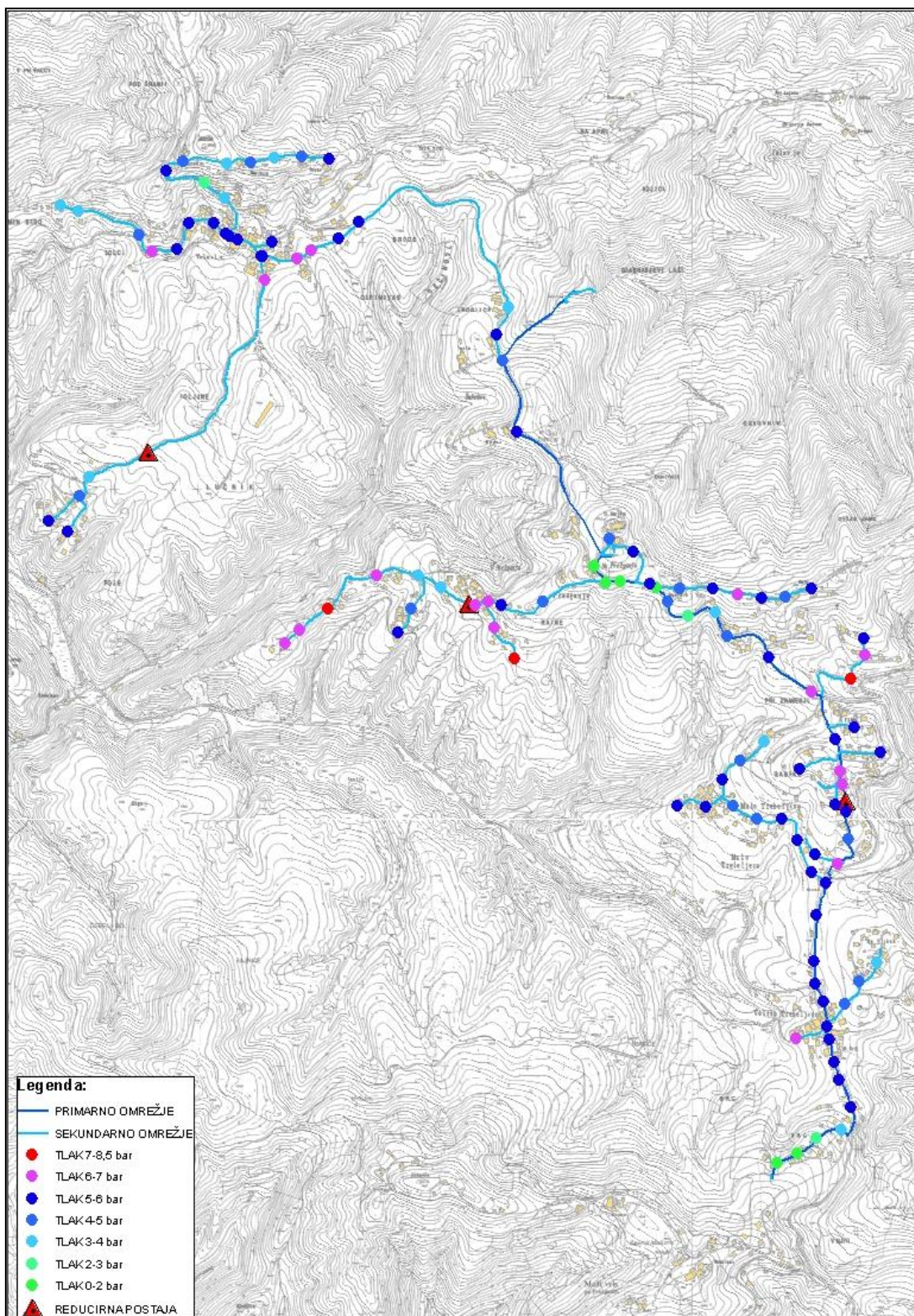
PRILOGA J: PODROBNEJŠI PRIKAZ VODNEGA ZAJETJA PEČOVLJE



Vir podatkov o VS: Kataster JP VO-KA d.o.o.

PRILOGA K: TLAČNE RAZMERE VS PREŽGANJE

(Meritve statičnega tlaka na hidrantih; podatki iz leta 2009)



PRILOGA L: TEHNIČNI PODATI O OBJEKTIH, OPREMI IN OMREŽJU VODOVODNEGA SISTEMA PREŽGANJE

(Podan je zgolj primer. Celotni tehnični podatki so podani v elektronski obliki kot priloga magistrski nalogi; Obseg: 3 strani velikosti A3)

NAZIV OBJEKTA	KLASIFIKACIJA SISTEMA			KLASIFIKACIJA GRADNIKA			KLASIFIKACIJA SESTAVNEGA DELA			OSNOVNI PODATKI		
	OZN	PODSISTEM	OZN	TIP PODSISTEMA	OZN	GRADNIK	OZN	TIP GRADNIKA	OZN	SESTAVNI DEL	KOLIČINA	ENOTA
VODNO ZAJETJE PEČOVJE	VOV	VODNI VIR	VZ	POVIŠINSKO VODNO ZAJETJE	0P01	OBMOČJE VODNEGA VIRA	0P0101	OBMOČJE VODNEGA ZAJETJA	0P010101	PRISPEVNO OBMOČJE VODNEGA ZAJETJA	20	ha
							0P0102	TRANSPORT SUROVE VODE	0P010201	ZBIRNI CEVOVOD	65	m
							0P0102	TRANSPORT SUROVE VODE	0P010202	ZBIRNI REZERVUAR	1	m ³
					0P02	GRADNIKI OBJEKTOV ZA ČRPANJE, PREČRPAVANJE PRIPRAVO IN DISTRIBUCIJO PITNE VODE	0P0201	STROJNE NAPELJAVE	0P020103	OSTALE STROJNE ARMATURE	1	kos
ČRPALEŠČE PREŽGANJE	CRP	ČRPANJE	CP	ČRPALEŠČE	0P02	GRADNIKI OBJEKTOV ZA ČRPANJE, PREČRPAVANJE PRIPRAVO IN DISTRIBUCIJO PITNE VODE	0P0201	STROJNE NAPELJAVE	0P020101	ČRPAJNI AGREGAT	2	kos
									0P020105	OSTALE STROJNE ARMATURE	1	kos
									0P020106	STROJNE INSTALACIJE	1	kos
									0P020103	VARNOSTNI VENTIL	1	kos
							0P0102	ELEKTRO NAPELJAVE	0P010203	ELEKTROVAZDELJUNA OMARA	1	kos
									0P010204	ELEKTRIČNE INSTALACIJE IN OZEMLJITVE	1	kos
							0P0103	OPREMA ZA KRMILJENJE IN PRENOS PODATKOV	0P010301	OPREMA ZA KRMILJENJE	1	kos
									0P010302	OPREMA ZA NAZOR	1	kos
									0P010303	OPREMA ZA PRENOS PODATKOV	1	kos
							0P0104	MERILNA OPREMA	0P010401	MERILNIK TLAKA	1	kos
									0P010402	MERILNIK PRETOKA	1	kos
									0P010404	MERILNIK NIVOJA	1	kos
									0P010403	MERILNIK MOTNOSTI	1	kos
									0P010405	MERILNIK REZIDUALA DEZINFEKCIJSKEGA SREDSTVA	1	kos
							0P0105	OBJEKT - OSTALO	0P010501	OPREMA ZA TEHNIČNO VAROVANJE OBJEKTA	1	kos
									0P010502	VODNA CELICA	5	m ³
									0P010504	OBJEKT - OSTALA OPREMA	1	kos
									0P010505	OKOLICA OBJEKTA	1	kos

PRILOGA M: SANDARDNI POSTOPKI DELA

(Podan je zgolj primer. Celotni standardni postopki dela so podani v elektronski obliki kot priloga magistrski nalogi; Obseg: 37 strani A4)

P0308	REDNI LETNI PREGLED ELEKTRORAZDELILNE OMARE				OP010203
Opis in namen dela:					
Elektrorazdelilne omare spadajo med nizkonapetostne inštalacije v zgradbah. Sem sodijo vse električne inštalacije, napajane z izmenično napetostjo do vključno 1000 V katerih frekvenca ne presega 60 Hz, ter inštalacije enosmerne napetosti do vključno 1500 V. Pregled se opravi enkrat letno na vseh objektih.					
OBJEKT	POSTOPEK IZVEDBE DELA	ČAS (h)	PERIODA (letno)	ŠT. DELAV.	IZOBRAZBA
VO	Začetek dela:	2	1	2	VKD
CP	Priprava orodja				
VH	Obvestilo dispečerja in varnostne službe o vstopu				
PP	Izvedba pregleda:				
HP	Pravilna izbira naprave				
PV	Kontrola poškodb na napravi				
RP	Kontrola zaščite pred neposrednim dotikom				
RV	Kontrola delovanja varnostne naprave				
RP	Kontrola naprave, ki razvija toploto				
	Kontrola izbire in nastavitve zaščitnih naprav				
	Kontrola delovanja varovalk, tokokrogov, stikal in sponk				
	Ugotavljanje, ali je vodenje naprav skladno s predpisi				
	Ugotavljanje ali so tokokrogi varnostne in zaščitne male napetosti ločeni od drugih tokokrogov				
	Kontrola male napetosti in električne ločitve				
	Izvedba glavnega izenačenja potenciala				
	Izvedba dodatnega izenačenja potenciala				
	Ugotavljanje prepoznavanja <i>n</i> in <i>pe</i> vodnikov				
	Ugotavljanje uporabe naprav razreda <i>ii</i>				
	Ugotavljanje dostopnosti za obratovanje in vzdrževanje				
	Zaključek dela:				
	Obvestilo dispečerja in varnostne službe o izstopu				
	Izdelava poročila				
OPOMBA: Čas dela velja za eno elektro razdelilno omaro.					

*OPOMBA: Glej tudi prilogo 14

PRILOGA N: LETNI PROGRAM PREVENTIVNEGA VZDRŽEVANJA (UKREPOV) ZA VS PREŽGANJE

(Podan je zgolj primer. Celotni načrt je podan v elektronski obliki kot priloga magistrski nalogi; Obseg: 4 strani velikosti A3)

VODOHRAN IN HIDRO POSTAJA PREŽGANJE	INT. ŠT. POSTOPKA	GRADNIK/SESTAVNI DEL	LETNA PERIODA	ČAS DELA (brez vožnje [h])	ŠT. POTREBNIH DELAVCEV	IZOBRAZBA	ČAS DELA (skupno št. ur na leto)
Daljinski nadzor procesa črpanja, priprave, prečrpavanja in hranjenja vode	P0101	-	konstantno spremljanje parametrov	59,20	1	SSI	59,20
Redni tedenski pregleda objekta	P0102	celoten objekt	38	0,25	1	SSI	9,50
Redni letni pregled opreme za krmiljenje in prenos podatkov	P0301	oprema za krmiljenje in prenos podatkov	1	3,00	2	SSI	6,00
Redni letni pregled in kalibracija merilne opreme (merilnik tlaka, pretoka, merilnik motnosti in tokovni pretvornik)	P0302	merilnik tlaka	1	0,50	2	SSI	3,50
	P0302	merilnik pretoka	1	0,50	1	SSI	
	P0302	merilnik motnosti	1	0,50	1	SSI	
	P0302	merilnik nivoja	1	0,50	1	SSI	
	P0302	tokovni pretvorniki	1	0,50	2	SSI	
Redni letni pregled elektro razdelilne omare	P0308	elektro razdelilna omara	1	2,00	2	VKD	4,00
Redni dvoletni pregled električnih inštalacij in ozemljitev	P0309	električne inštalacije	1/2	2,00	2	VKD	2,00
	P0309	ozemljitve	1/5	2,00	2	VKD	0,80
Redni letni pregled delovanja črpalnih agregatov	P0304	črpalni agregat (1)	4	1,00	2	VKD	8,00
	P0304	črpalni agregat (2)	4	1,00	2	VKD	8,00
	P0304	črpalni agregat (3)	4	1,00	2	VKD	8,00
Čiščenje vodne celice	P03010	1 vodna celica po 100 m ³	1	15,00	3	VKD	45,00
Čiščenje vodohrana*	P03011	celoten objekt	12	1,50	1	SSI	18,00
Čiščenje površin okoli objekta	P03014	košnja trave, čiščenje snega, vzdrževanje dostopne poti	2	3,00	2	VKD	12,00
Redna dela na objektu	P03015	celoten objekt	-	5,00	2	VKD	10,00

***OPOMBA: Glej tudi prilogo 14**

PRILOGA O: PREPOZNAVANJE NEVARNOSTI IN OCENA TVEGANJA ZA VS PREŽGANJE – KAKOVOST PITNE VODE

(Zaradi preglednosti priloga podana tudi v elektronski obliki; Obseg: 2 strani velikosti A3)

ŠT. TVEGANJA	OBJEKT	SESTAVNI DEL	NEVARNOST	NEVARNI DOGODEK	MOŽNE POSLEDICE	POGOSTOST	ŠKOD. ZARAVE	VERJETNOST	OCENA VERJETNOSTI	TRAJANJE	IZPOSTAVLJENOST	POSLEDICE	OZNAKA	TVEGANJE (PPE)	TVEGANJE - OZNAKA	CELOSTNI DELEŽ	KUMULATIVNI DELEŽ
N1	VZ PEČOVJE	PRISPEVNO OBMOROČJE VODNEGA ZAJETJA	Oncsaženje prispevnega območja vodnega zajetja	Vdri (ekalne vode iz gronit; pronicanje sazi prepusta ta v izvirsno vodo)	Oncsaženje sirove vode (stopnje kemikalije, patogeni organizmi)	5	6	30	P4	6	5	30	C4	900	R3	40%	40%
N2	VZ PEČOVJE	PRISPEVNO OBMOROČJE VODNEGA ZAJETJA	Oncsaženje prispevnega območja vodnega zajetja	Interaktivno kmetijstvo, grojenje, živinorej (hivski iztreški)	Oncsaženje sirove vode (stopnje kemikalije, patogeni organizmi)	2	6	12	P3	6	6	36	C4	432	R3	19%	59%
N3	PV PREŽGANJE	PLINSKI KLOR	Patogeni org. so odporni proti dezinfekcijskemu sredstvu	Patogeni org. ki so v sluz ali kosmih	Patogeni org. v delfinirani vodi	4	5	20	P3	3	5	15	C4	300	R3	13%	72%
N4	PV PREŽGANJE	OPREMA OBJEKTA ZA PV - SPUSNO	Pomažljive (pred) pripravne pitne vode zaradi neapadne tehnologije	Parametri sirove vode niso bili pravilno dobljeni v fazi načrtovanja, priprava pitne vode ni bila pravilno načrtovana	Značilna lakost in/ali kvaliteta vode	6	2	12	P3	3	5	15	C3	180	R3	8%	80%
N5	PV PREŽGANJE	KEMIKALIJE	Nečistoče v kemikalijah	Zamašitev dozirnega sistema, črpalke	Neustrezna priprava pitne vode, biokada filterov, oncsaženje pripravljene vode s kemikalijami	3	2	6	P2	2	6	12	C3	72	R2	3%	83%
N6	VH VOLAVLJE	OBJEKT - OSTALA OPREMA	Nečistoča, uničenje objekta (odpadine, oncsaženje pitne vode)	Sabotaža, vandalizem, terorizem	Oncsaženje pitne vode (stopnje kemikalije, patogeni organizmi)	1	4	4	P2	6	2	12	C2	48	R2	2%	85%
N7	VZ PEČOVJE	PRISPEVNO OBMOROČJE VODNEGA ZAJETJA	Oncsaženje prispevnega območja vodnega zajetja	Dvija odlagališča organskih in/ali kemičnih odpadkov na območju zajetja	Oncsaženje sirove vode (stopnje kemikalije, patogeni org.)	1	4	4	P2	3	4	12	C2	48	R1	2%	87%
N8	VO OMR.VS PREŽGANJE	PRIMARNO VODOVODNO OMREŽJE	Odlučanje oblog (na bludlin) s stene vodovodnega omrežja	Ekstremna obrumenitev, vodovodnega omrežja (požar, prlom)	Nečistoče v distribuirani vodi, zamašitev, poskodna vodotera	1	5	5	P1	3	3	9	C2	45	R1	2%	89%
N9	GP PREŽGANJE	VODNA CELICA	Oncsaženje pitne vode v vodni celici	Nabiranje kandiensa na stenah, stropu objekta, netesnanje objekta, vdor mrtisa	Poslabšanje kvalitete vode	1	3	3	P1	3	4	12	C2	36	R1	2%	91%
N10	VH PREŽGANJE	VODNA CELICA	Oncsaženje pitne vode v vodni celici	Nabiranje kandiensa na stenah, stropu objekta, vodne celice, netesnanje objekta, vdor mrtisa	Poslabšanje kvalitete vode	1	3	3	P1	3	4	12	C2	36	R1	2%	93%
N11	VO OMR.VS PREŽGANJE	KONČNI HIBRANT	Oncsaženje vode v vodovodnem omrežju zaradi neapadnih postopkov izpiranja	Za posledi pri izpiranju se uporabi hidrantna pastavka (povratni tok v vodovodno omrežje)	Oncsaženje pitne vode v vodovodnem omrežju in posledično obnova oncsaženje vode uporabljenom	2	1	2	P1	6	3	18	C3	36	R1	2%	94%
N12	VO OMR.VS PREŽGANJE	PRIKLUČEK	Zastajanje vode v priključni ceni	Delja odsatnost lastnikov objektov, npr. kole, vrtili (med področjama)	Oncsaženje pitne vode v priključni ceni in posledično oncsaženje pitne vode v interni hšni napeljavi	4	4	16	P3	2	1	2	C1	32	R1	1%	96%
N13	PV PREŽGANJE	DOZIRNI SISTEM	Okvara dozirnega sistema	Napaka v doziranju raztopine klora; prekinjeno doziranje	Patogeni org. v delfinirani vodi	2	1	2	P1	3	5	15	C3	30	R1	1%	97%
N14	VH VOLAVLJE	VODNA CELICA	Oncsaženje pitne vode v vodni celici	Predlagi zadrževalni čas vode v vodni celici, poslabšanje kvalitete vode	Poslabšanje kvalitete vode	1	1	1	P1	4	5	20	C3	20	R1	1%	98%
N15	VH VEIKO TREBELEVO	VODNA CELICA	Oncsaženje pitne vode v vodni celici	Nabiranje kandiensa na stenah, stropu objekta, vodne celice, netesnanje objekta, vdor mrtisa	Poslabšanje kvalitete vode	1	3	3	P1	3	2	6	C2	18	R1	0,8%	98,7%
N16	VH VOLAVLJE	VODNA CELICA	Oncsaženje pitne vode v vodni celici	Nabiranje kandiensa na stenah, stropu objekta, vodne celice, netesnanje objekta, vdor mrtisa	Poslabšanje kvalitete vode	1	3	3	P1	3	2	6	C2	18	R1	0,8%	99,5%
N17	INTERNA HŠ NAP. PREŽGANJE	INTERNI CEVOVOD	Mikroorganizmi	Zastajanje vode v notranji napeljavi	Mikrobiološko oncsaženje	1	3	3	P1	2	1	2	C1	6	R1	0,3%	99,7%
N18	INTERNA HŠ NAP. PREŽGANJE (HŠ)	ODJEJNA MESTA (PIPE, FITINGI)	Oncsaženje pitne vode na mestu odzema	Odjemna mesta niso ustrezno vzdrževana (gšženje, mrežič, nehligena, itd.)	Mikrobiološko oncsaženje pitne vode	1	3	3	P1	2	1	2	C1	6	R1	0,3%	100,0%
												SKUPNO TVEGANJE	TRPE	ZREB			

PRILOGA R: SEZNAM PREVENTIVNIH UKREPOV ZA TVEGANJA, POVEZANA S KAKOVOSTJO PITNE VODE

ŠT. TVEGANJA	OBJEKT	NEVARNI DOGODEK	MOŽNE POSLEDICE	TVEGANJE - OZNAKA	KONTROLNI UKREP	UČINKOVITOST	OPOMBE
N1	VZ PEČOVJE	Vdor fekalne vode iz greznic; pronicanje skozi prepustna tla v izvirske vodo	Onesnaženje surove vode (strupene kemikalije, patogeni organizmi)	R3	Potrebna bo nadgradnja sistema, uporaba alternativnega vodnega vira in ohranitev obstoječega, kot rezervnega vodnega vira z dodelavo postopka priprave pitne vode	Odstranjevanje motnosti, patogenih organizmov	Preostalo tveganje - potrebna nadgradnja sistema
N2	VZ PEČOVJE	Intenzivno kmetijstvo, gnojenje, živinoreja (živalski iztrebki)	Onesnaženje surove vode (strupene kemikalije, patogeni organizmi)	R3	Potrebna bo nadgradnja sistema, uporaba alternativnega vodnega vira in ohranitev obstoječega, kot rezervnega vodnega vira z dodelavo postopka priprave pitne vode	Odstranjevanje motnosti, patogenih organizmov	Preostalo tveganje - potrebna nadgradnja sistema
N3	PV PREŽGANJE	Patogeni org., ki so v sluzi, kosmih	Patogeni org. v dezinficirani vodi	R3	Potrebna bo nadgradnja sistema, uporaba alternativnega vodnega vira in ohranitev obstoječega, kot rezervnega vodnega vira z dodelavo postopka priprave pitne vode	Odstranjevanje motnosti, patogenih organizmov	Preostalo tveganje - potrebna nadgradnja sistema
N4	PV PREŽGANJE	Parametri surove vode niso bili pravilno določeni v fazi načrtovanja, priprava pitne vode ni bila pravilno načrtovana	Zmanjšanja kakovost in/ali količina vode	R3	Potrebna bo nadgradnja sistema, uporaba alternativnega vodnega vira in ohranitev obstoječega, kot rezervnega vodnega vira z dodelavo postopka priprave pitne vode	Odstranjevanje motnosti, patogenih organizmov	Preostalo tveganje - potrebna nadgradnja sistema
N5	PV PREŽGANJE	Zamašitev dozirnega sistema, črpalke	Neustrezna priprava pitne vode, blokada filtrov, onesnaženje pripravljene vode s kemikalijami	R2	Dodatna kontrola in izboljšanje postopka priprave kemikalij	Preprečevanje nečistoč v kemikalijah	Izboljšanje obstoječega postopka, ni potrebna nadgradnja sistema
N6	VH VOLAVLJE	Sabotaža, vandalizem, terorizem	Onesnaženje pitne vode (strupene kemikalije, patogeni organizmi)	R2	nadgradnja sistema z opremo za varovanje objekta	Takojšnja zaznava nepooblaščenega vstopa v objekt	Preostalo tveganje - potrebna nadgradnja sistema
N7	VZ PEČOVJE	Divja odlagališča organskih in/ali kemičnih odpadkov na območje zajetja ali v okolici VVO - vodozbirnih območjih.	Onesnaženje surove vode (strupene kemikalije, patogeni org.)	R1	Vzpostavitev periodičnih pregledov prispevnega območja vodovodnega sistema	Preprečevanje in sanacija divjih odlagališč	Izboljšanje obstoječega postopka, ni potrebna nadgradnja sistema
N8	VO OMR VS PREŽGANJE	Ekstremna obremenitev vodovodnega omrežja (požar, prelom)	Nečistoče v distribuirani vodi, zamašitev, poškodba vodomera	R1	Periodično mehansko čiščenje vodovodnega omrežja	Nadzorovano odstranjevanje biofilmov	Izboljšanje obstoječega postopka, ni potrebna nadgradnja sistema
N9	ČP PREŽGANJE	Nabiranje kondenza na stenah, stropu objekta, netesnenje objekta, vdor mrčesa	Poslabšanje kvalitete vode	R1	Potrebna je nadgradnja sistema. Ureditev prezračevalnega sistema	Preprečevanje nabiranja kondenza na stenah in onemogočen vdor mrčesa	Preostalo tveganje - potrebna nadgradnja sistema
N10	VH PREŽGANJE	Nabiranje kondenza na stenah in stropu objekta oz. v vodni celici, netesnenje objekta, vdor mrčesa	Poslabšanje kvalitete vode	R1	Potrebna je nadgradnja sistema. Ureditev prezračevalnega sistema	Preprečevanje nabiranja kondenza na stenah in onemogočen vdor mrčesa	Preostalo tveganje - potrebna nadgradnja sistema
N11	VO OMR VS PREŽGANJE	Zaposleni pri izpiranju ne uporabi hidrantnega nastavka (povratni tok v vodovodno omrežje)	Onesnaženje pitne vode v vodovodnem omrežju in posledično dobava onesnažene vode	R1	Dodatna kontrola dela, podrobnejša navodila za delo na DN	Delo je pravilno izvedeno	Izboljšanje obstoječega postopka, ni potrebna nadgradnja sistema
N12	VO OMR VS PREŽGANJE	Daljša odsotnost lastnikov objektov npr. šole, vrtci (med počitnicami)	Onesnaženje pitne vode v priključni cevi in posledično onesnaženje pitne vode v interni hišni napeljava	R1	Obveščanje uporabnikov v času letnih dopustov	Preprečitev zaužitja onesnažene vode	Izboljšanje obstoječega postopka, ni potrebna nadgradnja sistema
N13	PV PREŽGANJE	Napaka v doziranju raztopine klor; prekinjeno doziranje	Patogeni org. v dezinficirani vodi	R1	Dodatna pozornost; redni letni pregled, kot do sedaj.	Preprečevanje okvare dozirnega sistema	Izboljšanje obstoječega postopka, ni potrebna nadgradnja sistema
N14	VH VOLAVLJE	Predolg zadrževalni čas vode v vodni celici.	Poslabšanje kvalitete vode	R1	Vzpostavitev daljinskega nadzora nad objektom. Sprememba protokola polnjenja vodne celice	Preprečevanje zastajanja vode v vodni celici	Preostalo tveganje - potrebna nadgradnja sistema
N15	VH VELIKO TREBELJEVO	Nabiranje kondenza na stenah in stropu objekta oz. v vodni celici, netesnenje objekta, vdor mrčesa	Poslabšanje kvalitete vode	R1	Potrebna je nadgradnja sistema. Ureditev prezračevalnega sistema	Preprečevanje nabiranja kondenza na stenah in onemogočen vdor mrčesa	Preostalo tveganje - potrebna nadgradnja sistema
N16	VH VOLAVLJE	Nabiranje kondenza na stenah in stropu objekta oz. v vodni celici, netesnenje objekta, vdor mrčesa	Poslabšanje kvalitete vode	R1	Potrebna je nadgradnja sistema. Ureditev prezračevalnega sistema	Preprečevanje nabiranja kondenza na stenah in onemogočen vdor mrčesa	Preostalo tveganje - potrebna nadgradnja sistema
N17	INTERNA HIŠ. NAP. PREŽGANJE	Zastajanje vode v notranji napeljavi	Mikrobiološko onesnaženje	R1	Obveščanje uporabnikov v času letnih dopustov	Preprečitev zaužitja onesnažene vode	Izboljšanje obstoječega postopka, ni potrebna nadgradnja sistema
N18	INTERNA HIŠ. NAP. PREŽGANJE	Odjemna mesta niso ustrezno vzdrževana (čiščenje mrežic, nehigiena, itd.)	Mikrobiološko onesnaženje pitne vode	R1	Osvetljevanje uporabnikov o vzdrževanju interne hišne napeljave	Preprečevanje zaužitja onesnažene vode	Izboljšanje obstoječega postopka, ni potrebna nadgradnja sistema

PRILOGA S: SEZNAM PREVENTIVNIH UKREPOV ZA TVEGANJA, POVEZANA S KOLIČINO PITNE VODE

ŠT TVEGANJA	OBJEKT	NEVARNI DOGODEK	MOŽNE POSLEDICE	TVEGANJE	TVEGANJE - OZNAKA	KONTROLNI UKREP	UČINKOVITOST	OPOMBE
N1	VZ PEČOVJE	Suša	Nezadostna količina vode	180	R3	Potrebna bo nadgradnja sistema, uporaba alternativnega vodnega vira in ohranitev obstoječega, kot rezervnega vodnega vira z dodelavo postopka priprave pitne vode	Zgotavljanje ustrezne količine pitne vode	Preostalo tveganje - potrebna nadgradnja sistema
N2	JAŠEK I	Kamenje povzroči, da se regulator tlaka ne more zapreti. Pred regulatorjem ni nameščenega čistilnega kosa.	Vodni udar povzroči poškodbe opreme v objektu. Prekinitev oskrbe s pitno vodo	96	R2	Potrebna bo nadgradnja sistema. Vgradnja čistilnega kosa pred varnostnim ventilom	Preprečevanje okvare varnostnega ventila zaradi kamenja, vodnega kamna	Preostalo tveganje - potrebna nadgradnja sistema
N3	REDUCIRNA POSTAJA I	Ni varnostnega ventila	Uničenje strojnih napeljav in ostale opreme v objektu	96	R2	Potrebna bo nadgradnja sistema. Vgradnja varnostnega ventila s čistilnim kosom	Preprečevanje vodnega udara	Preostalo tveganje - potrebna nadgradnja sistema
N4	JAŠEK I	Vdor vode v objekt	Poškodba opreme objekta in posledično prekinitev oskrbe	72	R1	Zatesnitev objekta. Hidroizolacija	Preprečevanje vdora vode v objekt	Preostalo tveganje - potrebna nadgradnja sistema
N5	CP PREŽGANJE	Neustrezno vzdrževanje ostalih strojnih armatur. Rjavenje ohišij, umazanija ostalih strojnih armatur	Prepuščanje vode zaradi netesnosti, poplavitve objekta, poškodbe električnih napeljav in ozemljitev, opreme za krmiljenje in prenos podatkov, itd.	48	R1	Potrebno čiščenje rje	Preprečevanje rje in poškodb	Tveganje se odpravi v sklopu obstoječih postopkov vzdrževanja
N6	VH PREŽGANJE	Neprimerno vzdrževanje objekta	Prekinitev oskrbe s pitno vodo med sanacijo	18	R1	Popravilo poškodovanega ometa	Objekt je ustrezno vzdrževan	Tveganje se odpravi v sklopu obstoječih postopkov vzdrževanja
N7	VH PREŽGANJE	Neprimerno vzdrževanje objekta	Prekinitev oskrbe s pitno vodo med sanacijo	18	R1	Popravilo poškodovanega ometa	Objekt je ustrezno vzdrževan	Tveganje se odpravi v sklopu obstoječih postopkov vzdrževanja
N8	VO OMR VS PREŽGANJE	Nestrokovna montaža priključka, dotrajanost cevi	Vodne izgube, motena ali prekinjena oskrba	18	R1	Dodatni ukrep ni potreben	Priključek se menja ko je amortiziran	Tveganje se odpravi v sklopu obstoječih postopkov vzdrževanja
N9	CP PREŽGANJE	(Ni rezervnega vira elektrike). Prekinitev črpanja, prečrpavanja in priprave pitne vode	Prekinitev dobave pitne vode	12	R1	Dodatni ukrep ni potreben	Kontinuirana oskrba z električno energijo	Tveganje se odpravi v sklopu obstoječih postopkov vzdrževanja
N10	VH PREŽGANJE	Neustrezno vzdrževanje ostalih strojnih armatur. Rjavenje ohišij, umazanija ostalih strojnih armatur	Prepuščanje vode zaradi netesnosti, poplavitve objekta, poškodbe električnih napeljav in ozemljitev, opreme za krmiljenje in prenos podatkov, itd.	12	R1	Potrebno čiščenje rje	Preprečevanje rje in poškodb	Tveganje se odpravi v sklopu obstoječih postopkov vzdrževanja
N11	CP PREŽGANJE	Neprimerno vzdrževanje objekta	Prekinitev oskrbe s pitno vodo med sanacijo	6	R1	Popravilo poškodovanega ometa	Objekt je ustrezno vzdrževan	Tveganje se odpravi v sklopu obstoječih postopkov vzdrževanja
N12	CP PREŽGANJE	Neustrezno vzdrževanje črpalnega agregata. Rjavenje ohišja, umazanija, okvara sestavnih delov ohišja, zagona, rotorja, dotrajanost	Prekinitev oskrbe s pitno vodo	4	R1	Dodatni ukrep ni potreben	Neprekinjeno črpanje pitne	Tveganje se odpravi v sklopu obstoječih postopkov vzdrževanja
N13	VH PREŽGANJE	Udar strele	Prekinitev dobave pitne vode, poškodba opreme.	3	R1	Dodatni ukrep ni potreben	-	Tveganje se odpravi v sklopu obstoječih postopkov vzdrževanja
N14	VH VELIKO TREBELJEVO	Neustrezno vzdrževanje ostalih strojnih armatur. Rjavenje ohišij, umazanija ostalih strojnih armatur	Prepuščanje vode zaradi netesnosti, poplavitve objekta, poškodbe električnih napeljav in ozemljitev, opreme za krmiljenje in prenos podatkov, itd.	3	R1	Potrebno čiščenje rje	Preprečevanje rje in poškodb	Tveganje se odpravi v sklopu obstoječih postopkov vzdrževanja
N15	VH VOLAVLJE	Neustrezno vzdrževanje ostalih strojnih armatur. Rjavenje ohišij, umazanija ostalih strojnih armatur	Prepuščanje vode zaradi netesnosti, poplavitve objekta, poškodbe električnih napeljav in ozemljitev, opreme za krmiljenje in prenos podatkov, itd.	3	R1	Potrebno čiščenje rje	Preprečevanje rje in poškodb	Tveganje se odpravi v sklopu obstoječih postopkov vzdrževanja
N16	CP PREŽGANJE	Merilnik pretoka ni ustrezno kalibriran (ali vzdrževan)	Napačni podatki o o načrpani, iztečeni količini vode. Motnja oskrbe (hidropostaja, prečrpalnica preneha delovati, vodohran se izprazni ali preplavi). Nepravilna, pomanjkljiva priprava pitne vode	2	R1	Redna, periodična kalibracija merilnika pretoka	Merilna naprava podaja točne vrednosti	Tveganje se odpravi v sklopu obstoječih postopkov vzdrževanja
N17	CP PREŽGANJE	Merilnik nivoja ni ustrezno kalibriran (ali vzdrževan)	Napačen podatek o nivoju lahko povzroči preplavitev ali izpraznitev vodne celice. Poškodba ostale opreme v objektu ali prekinitev oskrbe s pitno vodo	2	R1	Redna, periodična kalibracija merilnika pretoka	Merilna naprava podaja točne vrednosti	Tveganje se odpravi v sklopu obstoječih postopkov vzdrževanja

PRILOGA T: NAČRT IZBOLJŠAV ZA VODOVODNI SISTEM PREŽGANJE

PRIORITETA	IZBOLJŠAVA/UKREP	RAZLOG	IZVEDBA	ODGOVORNOST	ROK IMPLEMENTACIJE
1	Zagotovitev dodatnega vira, boljše kakovosti in večje izdatnosti.	Pogosta motnost izvirske vode obstoječega vira, majhna izdatnost vodnega vira, razmeroma pogosta onesnaženja izvirske vode s fekalijami.	Priključitev nove vrtnice na vodovodni sistem Prežganje; izgradnja črpalnice in povezovalnega cevovoda v dolžini cca. 2 km.	Vodja Službe vzdrževanja vodam in vodja Službe vzdrževanja vodovodnega omrežja	do 01.02.2011
2	Izboljšanje prežračevalnega sistema v vodohranih Prežganje, Trebeljevo in Volavje.	Nabiranje kondenza in vdor mrčesa v objekt.	Termoizolacija in namestitve filtrov (mrežice) na odprtine objektov.	Vodja Službe vzdrževanja vodam	do 01.05.2011
3	Daljninski nadzor nad vodohranom Volavje in povečanje varnosti objekta.	Zastajanje vode v vodni celici. Objekt ni tehnično varovan zato ni mogoče pravočasno ukrepati v primeru nepooblaščenega vstopa v objekt.	Namestitve opreme za tehnično varovanje objekta in vzpostavitev daljinskega nadzora in krmiljenja objekta.	Vodja Službe vzdrževanja vodam	do 01.08.2011
4	Nadgradnja navodil za delo izpiranja končnih hidrantov.	Nepravilni postopki izpiranja končnih hidrantov. Možnost onesnaženja pitne vode v vodovodnem omrežju.	Izpis postopka na delovnem nalogu. Dodatna kontrola izpiranja s strani nadrejenih.	Vodja oddelka vzdrževanja vodovodnega omrežja	do 01.12. 2010
5	Boljšje ozaveščanje uporabnikov o vzdrževanju interne hišne napeljave.	Zastajanje vode v interni hišni napeljavi in priključku, mesta odjema niso pravilno vzdrževana.	Obveščanje uporabnikov z obvestili, poslanimi po pošti, skupaj s položnico za pitno vodo	Vodja Sanitarne službe	do 01.06.2011
6	Povečana varnost delovanja varnostnega ventila, preprečevanje vdora vode v Jašek 1	Tveganje okvare varnostnega ventila; vdiranje vode v Jašek 1 ob večjih nalivih	Namestitve čistilnega kosa pred varnostni ventil. Hidroizoliranje Jaška 1	Vodja Službe vzdrževanja vodam	do 01.08.2011
7	Zmanjšanje tveganja vodnega udara v Reducirni postaji I	Objekt ni zaščiten proti vodnem udaru	Vgradnja varnostnega ventila, vzporedno s reducirnim zasunom	Vodja Službe vzdrževanja vodam	do 01.08.2011
8	Boljšje stanje (vzdrževanost) črpalnice Prežganje in vodohranov Prežganje, Trebeljevo in Volavje).	Rja lahko povzroči okvare strojnih napeljav in posledično prekinitev oskrbe s pitno vodo.	Odstranitev rje s kovinskih delov in popravo poškodovanih sten objektov (črpalnice Prežganje, vodohrani Prežganje, Trebeljevo in Volavje).	Vodja Službe vzdrževanja vodam	do 01.03.2011
9	Implementacija postopkov mehanskega čiščenja vodovodnega omrežja.	Nabiranje biofilma na stenah vodovodnega omrežja. Možnost odlučanja in problemov s kakovostjo pitne vode v primeru ekstremnih obremenitev vodovodnega sistema.	Iskanje in uporaba primerne tehnologije čiščenja.	Vodja Službe vzdrževanja vodovodnega omrežja	do 01.01.2012
10	Vzpostavitev rezervnega vodnega vira	Povečana obratovalna varnost vodovodnega sistema	Nadgradnja sistema za pripravo pitne vode v črpalnici Prežganje; vodni vir Pečovje opravlja funkcijo rezervnega vodnega vira.	Vodja Službe vzdrževanja vodam	do 01.01.2012

PRILOGA U: OBRATOVALNI MONITORING ZA VS PREŽGANJE

(Vir: Prirejeno po internem gradivu Javnega podjetja Vodovod-Kanalizacija d.o.o.)

KONTROLNI UKREPI/MONITORING	KRITIČNA MEJA	KAJ	KJE	KDAJ	KAKO	KDO	KOREKTIVNI UKREPI
Konstantno spremljanje koncentracije doziranega in prostega reziduala natrijevega hipoklorita na črpališču	CLINA VREDNOST: Doziran: do 1,2 mg/l Prosti rezidual: 0,10 – 0,50 mg/l OPOZORILNA VREDNOST: 0,12mg/l < Prost rezidual < 0,50 mg/l E-coli = 0	Koncentracija natrijevega hipoklorita	Nadzorni center v Kličah	Stalna meritev (On-line)	Merilnik koncentracije dezinfekcijskega sredstva	Dispečer v nadzornem centru - Kliče	Dvig ali spust koncentracije doziranega in posledično prostega reziduala natrijevega hipoklorita
Občasno spremljanje koncentracije doziranega in prostega reziduala natrijevega hipoklorita na črpališču	CLINA VREDNOST: Doziran: do 1,2 mg/l Prosti rezidual: 0,10 – 0,50 mg/l OPOZORILNA VREDNOST: 0,12mg/l < Prost rezidual < 0,50 mg/l E-coli = 0	Koncentracija natrijevega hipoklorita	Pri rednih, tedenskih pregledih objektov kontrola pri odrejeni spremembi koncentracije prostega reziduala natrijevega hipoklorita Pri vzorčenju pitne vode za MB in FK preskušanje	Tedensko Po zaznani spremembi Mesečno	Merilnik koncentracije dezinfekcijskega sredstva	Rajonski tehnik Pobiralec vzorcev Pobiralec vzorcev	Dvig ali spust koncentracije doziranega in posledično prostega reziduala natrijevega hipoklorita
Kontrolno merjenje koncentracije prostega reziduala natrijevega hipoklorita na vodovodnem omrežju	Prosti rezidual od 0,03 – 0,40 mg/l E-coli = 0	Koncentracija natrijevega hipoklorita	Pri vzorčenju pitne vode za MB in FK preskušanje	Mesečno	Merilnik koncentracije dezinfekcijskega sredstva	Pobiralec vzorcev	Dvig ali spust koncentracije doziranega in posledično prostega reziduala natrijevega hipoklorita
Spremljanje motnosti na izhodu iz CP Prežganje	CLINA VREDNOST: Do 1 NTU OPOZORILNA VREDNOST: >0,8 NTU E-coli = 0	Motnost	Nadzorni center v Kličah	Stalna meritev (On-line)	Merilnik koncentracije dezinfekcijskega sredstva	Dispečer v nadzornem centru - Kliče	Dvig koncentracije doziranega in posledično prostega rezidualnega natrijevega hipoklorida DOZIRAN: do 1,20 mg/l, prosti rezidual do 0,50 mg/l Izrečno vzorčenje pitne vode na MB in FK preskušanje
Kontrolno merjenje motnosti v CP Prežganje po dezinfekciji v sklopu rednih preskušanj (merjenje se izvaja v laboratoriju)	Do 1 NTU E-coli = 0	Motnost	Laboratorij	Mesečno	Analiza vzorca	Pobiralec vzorcev; laboratorijski delavec	V PRIMERU POVEČANE MOTNOSTI: >1 NTU na izhodu iz VH Prežganje; če je rezidual prisoten se izvede vzorčenje za MB preskušanje
Kontrolno merjenje motnosti na vodovodnem omrežju	Do 1 NTU E-coli = 0	Motnost	Laboratorij	Mesečno	Analiza vzorca	Pobiralec vzorcev; laboratorijski delavec	V PRIMERU POVEČANE MOTNOSTI: večje od 1 NTU na izhodu iz VH Prežganje in portijne E-coli se izvede zaustavitev črpanja
Spremljanje minimalnega nočnega pretoka iz VH Prežganje – nadzor tesnosti vodovodnega omrežja	CLINA VREDNOST: 0,15 l/s OPOZORILNA VREDNOST: 0,25 l/s	Minimalni nočni pretok	VH Prežganje	Stalna meritev (On-line)	Merilnik pretoka	Dispečer v nadzornem centru - Kliče (italno) Vodja oddelka nadzora vodovodnega omrežja (Ljudevno)	V kolikor zaustavitev črpanja zaradi pomanjkanja vode ni mogoča se izvede obveščanje javnosti o prekuhavanju pitne vode Iskanje okvare na mikro nivoju. Popravilo okvare.

PRILOGA V: VRSTE IN PARAMETRI PRESKUŠANJ

(Parametri preskušanj so podani v elektronski obliki kot priloga magistrski nalogi; Obseg 4 strani velikosti A4; Vir: Prirejeno po internem gradivu Javnega podjetja Vodovod-Kanalizacija d.o.o.)

VRSTA PRESKUŠANJA	KAJ SE PRESKUŠA	KDO PRESKUŠA
1	Redno MB preskušanje	Zunanji izvajalec in JP VO-KA
2	Redno FK preskušanje (K1- brez nitrata in klorida)	JP VO-KA
3	Trdota vode	JP VO-KA
4	Izredno MB preskušanje na območju oskrbe vodarne Brest	JP VO-KA
5	Redno MB preskušanje + Clostridij perfringes s sporami	Zunanji izvajalec
6	Občasno MB in FK preskušanje	Zunanji izvajalec
7	Pesticidi in razgradni produkti, lahko-hlapni ogljikovodiki, nitrat	JP VO-KA
8	Stranski produkti dezinfekcije	Zunanji izvajalec
9	LHC1	JP VO-KA
10	Pesticidi in razgradni produkti	JP VO-KA
11	Kvantitativno določanje organskih snovi s plinsko kromatografijo in masno spektrometrijo	JP VO-KA
12	Fe –Železo	JP VO-KA
13	Cr 6+ -Šest valentni krom	JP VO-KA
14	K2, T1- Razširjeni kemični preskusi in težke kovine	JP VO-KA

OPOMBA:

FK: Fizikalno – kemijsko preskušanje pitne vode

MB: Mikro biološko preskušanje pitne vode