

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

MAGISTRSKI ŠTUDIJ
GRADBENIŠTVA
KOMUNALNA SMER

Kandidat:

ERVIN TOMAŽ SCHWARZBARTL,
univ.dipl.inž.stroj.

**ZASNOVA BAZE PODATKOV IN PREDLOG
METODOLOGIJE ZA DOLOČITEV PRIORITETE
OBNOVE KANALIZACIJSKEGA OMREŽJA**

Magistrska naloga št.: **217**

**DATABASE AND METHODOLOGY DESIGN FOR
DETERMINING REHABILITATION PRIORITIES
OF SEWER SYSTEM**

Master of Science Thesis No.: **217**

Mentor:

izr.prof.dr. Jože Panjan

Predsednica komisije:

izr.prof.dr. Maruška Šubic Kovač

Člani komisije:

izr.prof.dr. Jože Panjan, mentor

izr.prof.dr. Albin Rakar

doc.dr. Marijan Žura

Ljubljana, 26.5. 2010

STRAN ZA POPRAVKE, ERRATA

Stran z napako

Vrstica z napako

Namesto

Naj bo

IZJAVA O AVTORSTVU

Podpisani **Tomaž Ervin Schwarzbartl, univ.dipl.inž.stroj.**, izjavljam, da sem avtor magistrske naloge z naslovom: "**ZASNOVA BAZE PODATKOV IN PREDLOG METODOLOGIJE ZA DOLOČITEV PRIORITETE OBNOVE KANALIZACIJSKEGA OMREŽJA**".

Ljubljana, marec 2010

.....

BIBLIOGRAFSKO – DOKUMENTACIJSKA STRAN IN IZVLEČEK

UDK: 004.6:338.465:628.2:659.2:91(043.3)
Avtor: Tomaž Ervin Schwarzbartl
Mentor: izr. prof. dr. Jože Panjan, univ. dipl. inž. grad.
Naslov: Zasnova baze podatkov in predlog metodologije za določitev prioritete obnove kanalizacijskega omrežja
Obseg in oprema: 241 str., 14 pregl., 74 sl., 13 en.
Ključne besede: kanalizacijski sistemi, upravljanje s kanalizacijskim omrežjem, kanali, staranje, analiza tveganja, analiza stanja, ocena stanja, rehabilitacija, baza podatkov, strategija obnove, optimiranje obnove, geografski informacijski sistem, večkriterijsko odločanje, metoda z razmerno skalo, AHP metoda, benchmarking.

Izvodček

Namen naloge je zasnovati in preizkusiti model določanja optimalne obnove kanalizacijskega sistema. Model je zasnovan na teoriji minimalnega tveganja, pri čemer smo upoštevali zahteve po nemotenem obratovanju kanalizacijskega omrežja, vplivih na okolje in človeka ter stroške.

V teoretičnem delu magistrskega dela je predstavljena kompleksnost kanalizacijskih sistemov in vplivni faktorji, ki jih je potrebno poznati za njihovo upravljanje s poudarkom na obnovi omrežja. Predstavljene so strategije obnove in metode analize stanja in staranja kanalizacijskega sistema za kratko in dolgoročno planiranje obnove kanalizacijskega sistema z vidika rezervacije potrebnih sredstev, določitev prioritete in metod obnove.

V praktičnem delu naloge smo za posamezne kanalske odseke natančno opredelili nevarnosti (poškodbe, neželeni dogodki, netesnost) ter škodni potencial (stopnja onesnaženja, vpliv porušitve..), ki skupaj določata tveganje (ekološko, zdravstveno, stroškovno) za okolje in človeka. Zasnovali smo bazo podatkov v GIS in način zajema teh podatkov. Na osnovi skupnega tveganja, ki ga posamezni kanalski odsek predstavlja za okolje in človeka smo zasnovano metodo uporabili in določili prioritete obnove na testnem območju kanalizacijskega omrežja.

Z uporabo večkriterijske analize in metode primerjave z razmerno skalo (AHP) smo opredelili pet primerjalnih kategorij in na primeru treh različnih metod rehabilitacije določili optimalno metodo obnove kanalskega odseka za izbrane primere.

BIBLIOGRAPHIC-DOCUMENTALISTIC INFORMATION

UDK: 004.6:338.465:628.2:659.2:91(043.3)
Author: Tomaž Ervin Schwarzbartl
Supervisor: Assoc. Prof. dr. Jože Panjan
Title: Database and Methodology Design for Determining Rehabilitation Priorities of Sewer System
Notes: 241 p., 14 tab., 74 fig., 13 eq.

Key words: sewer systems, operation of sewer network, sewer, deterioration, risk analysis, analysis and assessment of the condition of the sewers, rehabilitation, rehabilitation strategy, optimisation, Multi-criteria decision, Analytic Hierarchy Process, AHP, Geographic Information System, benchmarking

Abstract

The purpose of this paper is to develop and test the model for determining optimal rehabilitation of wastewater system. As the basic tool the risk analysis was used considering undisturbed functioning of wastewater system, its influence on environment, man and costs. The theoretical part of the paper presents the complexity of wastewater systems and different factors considered in its management. We presented different rehabilitation strategies and methods for analyzing the condition and deterioration of sewers. Short and long term planning with respect to asset management and determining rehabilitation priorities and rehabilitation methods was introduced.

The practical part consists of identifying the probability of occurrence of undesired events and corresponding consequences defining the risk to environment and man. GIS data base design and data collecting was implemented. The priority sections of sewers that need rehabilitation were defined according to the total risk achieved. Designed method was implemented on the selected area of sewer system – model.

Multi-criteria decision-making was used for choosing the optimal rehabilitation method according to five criteria. We have constructed a decision-making tree, determined the criteria weights and expressed our preferences to alternatives and concluded with a synthesis of final values for selected cases.

ZAHVALA

Zahvaljujem se Marku Gspanu za spodbudo, Nataši Šušteršič za podarjeni čas, brez katerega ne bi bilo tega magistrskega dela in izred. prof. Jožetu Panjanu za podane pripombe in predloge.

Vsem trpečim pa je nagrada veselje ob dokončanju dela.

KAZALO VSEBINE

1 UVOD	1
1.1 Opis življenjskih faz kanalizacijskega sistema	1
1.2 Opredelitev problema	3
1.3 Namen in cilj magistrske naloge	4
1.4 Delovne hipoteze	5
1.5 Utemeljitev raziskave, predvideni prispevek k razvoju znanosti	5
1.6 Metode dela	5
2 TEORETIČNA IZHODIŠČA	6
2.1 Načrtovanje omrežja	6
2.1.1 Osnovne predpostavke in izhodišča:.....	7
2.2 Namen in funkcija kanalizacijskega sistema – zgodovinski razvoj	7
2.2.1 Funkcionalno delovanje kanalizacijskega sistema.....	12
2.2.2 Vrednotenje delovanja in upravljanje s tveganjem.....	16
2.2.3 Kanalizacijski sistem – opredelitev.....	21
2.2.4 Načrtovanje kanalizacijskega sistema.....	26
2.2.5 Določitev pogojev vgradnje.....	29
2.2.4 Fizikalno-tehnične karakteristike cevni materialov.....	30
2.2.5 Kontrola kakovosti.....	32
2.2.6 Stroški izgradnje kanalizacije.....	33
2.3 Širši okvir - upravljanje kanalizacijskih sistemov	33
2.3.1 Pregled aktualne zakonodaje s področja odvajanja odpadne vode.....	41
2.3.2 Različni pogledi na upravljanje.....	51
2.3.3 Upravljanje s kanalizacijskim sistemom kot poslovni proces.....	54
2.3.4 Informacije in upravljanje podatkov - zasnova baze podatkov in GIS.....	61
2.3.5 Obstoječa baza podatkov in digitalni kataster JP VO-KA.....	70
2.3.6 Tehnologija.....	72
2.3.7 Cena odvajanja in čiščenja odpadne vode.....	73
2.3.8 Celovito upravljanje kakovosti - možnost za izboljšanje poslovnega procesa.....	75
2.4 Staranje, strategije obnove, kriteriji za rehabilitacijo, načini nadzora kanalizacijskega omrežja – primer Ljubljane	80

2.4.1 Kanalizacijsko omrežje – Ljubljana z okolico.....	80
2.4.2 Podan je kratek opis osnovnih lastnosti za posamezne cevne materiale:	88
2.4.3 Predvidena življenjska doba cevovoda	92
2.4.4 Staranje in življenjska doba kanalizacijskega omrežja.....	96
2.4.5 Modeliranje staranja sistema	97
2.4.6 Zagotavljanje obratovalne sposobnosti kanalizacijskega omrežja	102
2.5 Strategije rehabilitacije kanalizacijskega omrežja.....	102
2.5.1. Strategija odpravljanja napak:	103
2.5.2. Strategija ohranjanja stanja	103
2.5.3. Strategija sredinskega stanja.....	103
2.5.4. Primerjava strategij rehabilitacije	103
2.5.5 Odločanje o najprimernejši strategiji rehabilitacije	107
2.5.6 Sodobna računalniška orodja in modeli simuliranja staranja kanalizacijskega omrežja	109
2.5.7 Kriteriji za odločanje o rehabilitaciji kanalizacijskega omrežja.....	111
2.5.8 Nadzor nad kanalizacijskim omrežjem.....	113
2.6 Ocena stanja kanalizacijskega omrežja.....	113
2.6.1 Ocena stanja kanalizacijskega omrežja na podlagi opravljenega TV pregleda s kamero	115
2.6.2 Ocena stanja kanalizacijskega omrežja na podlagi okvar - upravljanje s tveganjem ...	121
3 METODA NAJMANJŠEGA TVEGANJA – PODROBNEJŠA PREDSTAVITEV	123
3.1 Uvod	123
3.2 Raziskava vzrokov poškodb v kanalizacijskem sistemu	124
3.3. Raziskava tesnosti kanalizacije.....	125
3.4. Računalniški kriteriji za določitev prioritete obnove – sedanja praksa.....	129
3.5 Teorija tveganja in definicija pojmov:.....	132
3.5.1 Določitev vrednosti tveganja.	136
3.7 Statistika in dinamika okvar.....	143
3.7.1 Stopnja okvar – stopnja nevarnosti	143
3.7.2 Zmanjševanje okvar kanalizacijskega sistema – zmanjševanje potencialne nevarnosti.....	144
3.7.3 Stroškovni vidik rehabilitacije, infiltrirane vode in okvar.....	144

3.8. Določitev vrste rehabilitacije.....	147
3.8.1 Metode sanacije brez izkopa:.....	150
3.9 Določitev metode obnove.....	157
3.10 Vrednotenje investicije.....	158
3.11 Večkriterijska analiza - Metoda AHP:.....	159
3.11.1 Računalniški program Expert Choice.....	160

4 UPORABA METODE MINIMALNEGA TVEGANJA ZA DOLOČANJE

PRIORITETE OBNOVE NA OSNOVI STANJA KANALIZACIJSKEGA SISTEMA

4.1 Uvod.....	163
4.2 Vzpostavitev konceptualnega modela in baze podatkov.....	163
4.2.1 Podatki o omrežju.....	164
4.2.2 Podatki o inkasu in priključkih (atributni podatki).....	166
4.2.3 Podatki o stanju omrežja (okvare, korozija, nepravilnosti) – (atributni podatki).....	166
4.2.4 Podatki o projektih komunalnih vodov (vektorski grafični podatki - linije).....	167
4.2.5 Podatki o terenu in geologiji (vektorski prostorki grafični podatki – poligon).....	169
4.2.6 Podatki o nivojih in toku podtalnice in varovanih območjih (vektorski prostorki grafični podatki – poligon).....	170
4.2.7 Podatki o meritvah pretoka in obremenjenosti omrežja (atributni podatek).....	172
4.2.8 Podatki o večjih onesnaževalcih (atributni podatek).....	172
4.3 Analiza podatkov kanalizacijskega omrežja in ocena stanja – srednjeročno planiranje.....	173
4.3.1 Staranje omrežja.....	175
4.4 Analiza stanja omrežja na podlagi ocene stanja in okvar - določitev tehnično ekoloških prioritete obnove na osnovi izkazanega tveganja.....	185
4.4.1 Izbor kriterijev za proces optimizacije.....	185
4.4.2 Tveganje za onesnaženje okolja in zdravstvenega ogrožanja ljud:.....	187
4.4.3 Eksfiltracija onesnažene vode okolje zaradi netesnosti kanalizacijskega omrežja.....	190
4.4.4 Eksfiltracija – določitev količine iztečene vode.....	192
4.4.5 Onesnaženje podtalnice – širši vidik.....	195
4.4.6 Eksfiltracija onesnažene vode v podtalje.....	196
4.4.7 Prelivanje odpadne vode v odvodnik.....	200
4.5 Analiza stroškov rehabilitacije.....	201

4.5.1 Stroški obnove kanala.....	200
4.5.2 Stroški vezanih sredstev - investicija.....	206
4.5.3. Stroški amortizacije:	206
4.5.4 Stroški okvar	207
4.5.5 Stroški taks.....	207
4.5.6 Stroški popravil okvar.....	207
4.5.7 Skupni stroški okvar z vidika upravljavca	208
4.5.8 Posredni družbeni stroški zaradi posledic okvar.....	208
4.5.9 Stroški obnov – podatki o izvedenih projektih	209
4.5.10 Primeri podatkov in primerjave iz prakse.....	211
4.6 Izbor kriterijev za odločanje o vrsti rehabilitacije omrežja na operativni ravni odločanja – uporaba večkriterijske analize.....	215
4.6.1 Izbor načina obnove z metodo AHP	215
4.7 Implementacija izbranih kriterijev v zasnovanem geografskem informacijskem sistemu	221
4.7.1 Eksifiltracija in infiltracija vode – netesnost	223
4.7.2 Slabo stanje sistema	224
4.7.3 Nedelovanje – neželeni dogodki na sistemu.....	225
4.7.4 Hidravlična prevodnost.....	226
4.7.5 Predvidena obnova drugih komunalnih vodov	227
4.7.6 Že predvidena obnova kanala, obstoječa projektna dokumentacija	227
4.8 Uporaba geografskega informacijskega sistema za analize in odločanje – povzetek uporabljenih postopkov.....	228
4.8.1 Odločanje na operativni ravni.....	228
4.8.2 Kratkoročno in srednjeročno odločanje.....	229
4.8.3 Rangirane poškodbe glede na skupno vrednost tveganja.	229
4.9 Strateško odločanje.....	233
4.10 Ugotovitve in predlogi za nadaljnje delo	234
5 ZAKLJUČEK.....	237
6 POVZETEK	239

7 SUMMARY	240
VIRI.....	241
PRILOGE	252

KAZALO SLIK

Slika 1:	Življenjski krog kanalizacijskega sistema	1
Slika 2:	Vodni krog in vloga kanalizacijskega sistema	7
Slika 3:	Dolžina vodovodnega in kanalizacijskega omrežja ter število priključkov v obdobju 2003-2007 za mesto Ljubljana (letno poročilo 2007)	10
Slika 4:	Osnovni pogoji delovanja kanalizacijskega sistema	12
Slika 5:	Zaporedje korakov pri pripravi in obdelavi podatkov	16
Slika 6:	Shema upravljanja s tveganjem (prirejena po Romang, 2004)	18
Slika 7:	Parametri določitve tveganja (prirejeno po Đurovič & Mikoš, 2004)	18
Slika 8:	Določanje tveganja in zajem podatkov – prirejeno po Tuhovčák 2007	19
Slika 9:	Razmejitev hišnega priključka in javnega kanalizacijskega sistema	24
Slika 10:	Hišna kanalizacija za ločen kanalizacijski sistem	24
Slika 11:	Osnovne spremenljivke pri upravljanju z javnim kanalizacijskim sistemom	40
Slika 12:	Različni pogoji, zahteve in interesi, ki pogojujejo obnovo kanalizacije	53
Slika 13:	Medsebojne relacije med posegi na kanalizacijskem sistemu - Prirejeno po CARE-S D11	61
Slika 14:	Nekaj največ uporabljenih računalniških programov in obseg upravljanja, ki ga omogočajo	62
Slika 15:	Zasnova GIS sistema	67
Slika 16:	Življenjska spirala baze GIS	69
Slika 17:	Strukturna shema zajema podatkov iz skupne baze podatkov različnih služb v JP VO-KA	72
Slika 18:	Simboličen prikaz tipov podatkov v GIS	73
Slika 19:	Podatkovni tok digitalne baze podatkov GIS	74
Slika 20:	Ljubljanski kanalizacijski sistem	85
Slika 21:	Shema načelnih pristopov k načrtovanju obnove kanalizacije	110
Slika 22:	Shematski prikaz faktorjev tveganja na primeru poškodbe cevovoda	124
Slika 23:	Shema posegov na kanalizacijskem sistemu – obratovalna sposobnost	150
Slika 24:	Usklajevanje gradnje komunalnih vodov – zbirna karta komunalnih vodov	169
Slika 25:	Geološka sestava tal na območju ljubljanskega kanalizacijskega sistema.	170
Slika 26:	Nivoji podtalnice in smeri ter hitrosti podzemnih tokov	171

Slika 27: Lokacije večjih potencialnih onesnaževalcev – priključenih na javno kanalizacijsko omrežje	174
Slika 28: Območje obdelave modela - Šiška - Ljubljana– APUSS IRGO 2003	192
Slika 29: Tok podtalnice na območju modela kanalizacije - 2008	193
Slika 30: Potencialni onesnaževalci podtalnice	197
Slika 31: Prelivanje javne kanalizacije v reko Ljubljanico – meritve gladine reke in kanala	202
Slika 32: Uteži za različne kriterije in alternative –izbira optimalne obnove kanalizacije s programom ExpertChoice	218
Slika 33: Primerjava dveh alternativ po različnih kriterijih –izbira optimalne obnove kanalizacije s programom ExpertChoice	219
Slika 34: Grafični prikaz doseženih relativnih vrednosti posameznih metod obnove glede na določene kriterije –izbira optimalne obnove kanalizacije s programom ExpertChoice	220
Slika 35: Upoštewane uteži za različne kriterije –izbira optimalne obnove kanalizacije s programom ExpertChoice	221
Slika 36: Razred stanja kanalizacijskih odsekov – model Šiška 2008	223
Slika 37: Ocenjeno tveganje zaradi netesnosti kanalizacije	225
Slika 38: Ocenjeno tveganje zaradi slabega stanja cevovodov – model Šiška 2008	226
Slika 39: Ocenjeno tveganje zaradi neželenih dogodkov na kanalizacijskem sistemu – model Šiška 2008	227
Slika 40: Vrednotenje tveganja glede na vplivne faktorje izkazanih nevarnosti (še ni normiranih vrednosti)	231
Slika 41: Normirane vrednosti za izkazana tveganja na kanalizacijskem sistemu – model Šiška	232
Slika 42: Predlog prioritete obnove omrežja – na osnovi izkazanega skupnega tveganja za posamezne kanalske odseke	234

KAZALO PRIVZETIH SLIK

Privzeta slika 1	Potek sanacije sistemov za odvod vode po SIST EN 752-5	15
Privzeta slika 2	Shema mešanega kanalizacijskega omrežja (Stein, 2003)	25
Privzeta slika 3	Obrnjena piramida - zadolžitve in inovacije prihajajo iz baze (Woodhouse, 2007, str. 5)	56
Privzeta slika 4	Osnovni diagram operacij po sistemu PAS-55 -1:2004, BSI British Standards	58
Privzeta slika 5	Zgodovinski razvoj lastnosti cevovodov – (povzeto po Stein in Niederehe, 1987)	95
Privzeta slika 6	Primer poročila o TV pregledu v skladu s ATV – M 143-2, JP VO-KA	118
Privzeta slika 7	Primer poročila o TV pregledu po SIST EN 13508-2:2003 (tudi 2d) – IBAK, JP VO-KA	119
Privzeta slika 8	Določanje prioritete obnove - KOKAS – Berlin, Munchen, (Milojević, 2008, str. 13)	130
Privzeta slika 9	Določanje prioritete obnove - Stein & partners – INFOKAS, (Stein, 2006, str. 7)	130
Privzeta slika 10	Določanje prioritete obnove -: RERAU – Francija, (Mazry, 2007, str. 8)	131
Privzeta slika 11	Proces odločanja za izbiro gradbene rešitve (EN 752-5)	148
Privzeta slika 12	Točkovne sanacije – Gradnje Polak	150
Privzeta slika 13	Sanacija z robotom – Gradnje Polak	151
Privzeta slika 14	Oplaščenje – Impakta holding	152
Privzeta slika 15	Oplaščenje – v praksi – Gradnje Polak	153

Privzeta slika 16	Popolnoma porušene cevi saniramo z uvlačenjem nove cevi	154
Privzeta slika 17	Metoda Groundburst - shema	155
Privzeta slika 18	Metoda Groundburst v praksi – Vilkoograd	156
Privzeta slika 19	Metoda Grundocrack – shema – Vilkoograd	157
Privzeta slika 20	Obstoječi digitalni GIS kataster - kanalizacija JP VO-KA – shema relacijske baze podatkov	165
Privzeta slika 21	Princip delovanja eksfiltracije iz netesne kanalizacijske cevi – primer razpoka in tvorba čepa (Wolf, 2008)	193
Privzeta slika 22	Ocenjene vrednosti eksfiltracije, (Wolf, 2007)	199

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1:	Primer - investicijski stroški za različne strategije obnove kanalizacijskega omrežja	104
Preglednica 2:	Nevarnostni potencial, ki ga posamezni razred stanja kanala prinaša v prostor. Prirejeno po klasifikaciji razredov stanj VSA	119
Preglednica 3:	Primer Uteži U1 za Vodovarstvena območja za vodno telo vodonosnika ljubljanskega polja	139
Preglednica 4:	Kriteriji za določitev prioritete obnove kanalskih odsekov – določitev uteži	143
Preglednica 5:	Relacijske povezave podatkov uporabljenih v analizi stanja kanalizacijskega sistema	170
Preglednica 5:	Relacijske povezave podatkov uporabljenih v analizi stanja kanalizacijskega sistema	170
Preglednica 6:	Stroški izgradnje kanala po klasični metodi – različni premeri in pogoji vgradnje (dopolnjeno Schwarzbartl, 2004)	215
Preglednica 7:	Kriteriji za izbiro metode obnove v primeru statično še nosilnega cevovoda	216
Preglednica 8:	Stroški izvedbe obnove po metodi oplaščenja in s klasičnim izkopom glede na celotno predvideno življenjsko dobo – EUR/leto	217
Preglednica 9:	Stroški obnove po metodi s podvrtavanjem - Vilkoograd 2008	212
Preglednica 10:	Priporočeno ukrepanje na osnovi skupnega ugotovljenega tveganja za kanalski odsek	234

KAZALO PRIVZETIH PREGLEDNIC

Privzeta	Povprečne življenjske dobe kanalizacijskih naprav- ATV- 2005, LAWA	93
preglednica 1:	1993	
Privzeta	Povprečne življenjske dobe cevi- Quelle:Stein & Partner, (Bettina 2005)	94
preglednica 2:		
Privzeta	Poškodbe na kanalizacijskem omrežju in njihovi vzroki po raziskavi RAL	125
preglednica 3:	1996	
Privzeta	Ocena pogostosti pojavljanja različnih poškodb na kanalizacijskem	137
preglednica 4:	sistemu (Stein 2005, str. 40)	
Privzeta	Primer tabele poškodb po EN 13508 in njihova potencialna nevarnost za	137
preglednica 5:	ekfiltracijo (Stein, 2005, str. 18-20)	
Privzeta	Skala stopenj pomembnosti in preferenc pri AHP, (Čančer, 2003, str. 70)	160
preglednica 6:		
Privzeta	Vrednosti eksfiltracije ocenjene s strani različnih avtorjev (Rutsch, 2005)	198
preglednica 7:		
Privzeta	Cene izvedbe rehabilitacije po metodi Foreverpipe in klasičnem izkopu,	212
preglednica 8:	(Schwarzbartl 2004)	

KAZALO GRAFIKONOV

Grafikon 1:	Primerjava obsega izvedenih investicij novozgrajenega kanalizacijskega omrežja in obnovljenega obstoječega kanalizacijskega omrežja v MOL do leta 2009	35
Grafikon 2:	Pojav stroškov v odvisnosti od stopnje odpovedi na kanalskem cevovodu v odvisnosti od časa	80
Grafikon 3:	Grafični prikaz zastopanosti različnih cevni materialov v javni kanalizaciji mestnih občin Ljubljane in v Nemčiji (1996)(4)	83
Grafikon 4:	Delež materialov kanala za območje okolice Ljubljane za leto 2006	84
Grafikon 5:	Delež materialov cevi – mešan kanalizacijski sistem 2007	84
Grafikon 6:	Delež materialov cevi v testnem območju Šiške – mešan kanalizacijski sistem 2007	85
Grafikon 7:	Starost kanalov – mešan kanalizacijski sistem 2007	85
Grafikon 7:	Delež materialov cevi v testnem območju Šiške – mešan kanalizacijski sistem 2007	86
Grafikon 8:	Porazdelitev evidentiranih poškodb na testnem območju Šiške - 2007	86
Grafikon 9:	Porazdelitev poškodb za betonske kanalizacije cevi na testnem območju Šiške, pregled s TV kamero 2004	87
Grafikon 10:	Procent kanalizacijskih cevi v posameznem razredu stanja na območju pilotnega projekta – Šiška (2004)	87
Grafikon 11:	Krivulje staranja za betonske cevi – testni model – Šiška 2008	100
Grafikon 12:	Število poškodb v odvisnosti od % obnove omrežja – vodovodno omrežje Ljubljana	144
Grafikon 13:	Dolžina kanalskih odsekov glede na leto vgradnje – kanalsko omrežje Ljubljane	176
Grafikon 14:	Kumulativno dolžina vseh kanalov glede na leto izgradnje - kanalsko omrežje Ljubljane	177
Grafikon 15:	Vrsta materiala glede na leto vgradnje - kanalsko omrežje Ljubljane – 2008	177
Grafikon 16:	Sestava obstoječega kanalizacijskega sistema glede na DN – po letu vgradnje - kanalsko omrežje Ljubljane	178

Grafikon 17:	Sestava kanalizacijskega omrežja glede na premer cevovoda - kanalsko omrežje Ljubljane	179
Grafikon 18:	Starostna struktura kanalizacije za območje testnega modela Šiške	180
Grafikon 19:	Razredi stanj (Preglednica 3, str. 122)– glede na leto vgradnje – testno območje Šiške	181
Grafikon 20:	Razredi stanj – zastopanost glede na leto vgradnje –prikazani relativno za testno območje Šiške (2004)	182
Grafikon 21:	Predvidena potrebna denarna sredstva za obnovo kanalizacije (KA) za naslednje dolgoročno obdobje – izračun na osnovi realistične pričakovane življenjske dobe kanalizacijskih odsekov – testni model Šiška	177
Grafikon 22:	Predvidena potrebna denarna sredstva za obnovo kanalizacije za naslednje dolgoročno obdobje – izračun na osnovi pesimistične pričakovane življenjske dobe kanal. odsekov – upoštevana potrebna takojšnja obnova vseh netesnih kanal. Odsekov v – testno območje Šiška	183
Grafikon 23:	Predvidena dolžina kanalov potrebnih obnove - Ljubljansko kanalizacijsko omrežje – predvidena življenjska doba 60 let (manj strogi režim ocene glede na tesnost – optimistična varianta)	184
Grafikon 24:	Predvidena dolžina kanalov potrebnih obnove - Ljubljansko kanalizacijsko omrežje – predvideno življenjska doba 35 let (glede na zahtevo po tesnosti – strategija minimalnega tveganja)	185
Grafikon 25:	Razdelitev stroškov gradnje kanalskega odseka	204
Grafikon 26:	Podaljšanje življenjske dobe cevovoda zaradi izvedene obnove	215

KAZALO PRIVZETIH GRAFIKONOV

Privzeti grafikon 1:	Tipični možni prihranki vrednosti investicije v procesu izvajanja investicije (Milošev, 2005)	36
Privzeti grafikon 2:	Količina načrpane vode, zaračunane pitne vode in odvedene odpadne vode v obdobju 2003–2007 (Letno poročilo 2008, JP VO-KA)	74
Privzeti grafikon 3:	BCA za določanje optimalnega čiščenja vode, (osnove matematične analize)	78
Privzeti grafikon 4:	Funkcija prehoda iz razreda 2 v razred 1 - potrebna takojšnja obnova, (Bauer, 2000)	97
Privzeti grafikon 5:	Krivulja staranja za betonske cevi DN < 700, vgrajene po letu 1960 – mesto Berlin (Stein, 2007c)	99
Privzeti grafikon 6:	Primer krivulje staranja za betonske cevi vgrajene pred letom 1940, (Herz, 2000)	100
Privzeti grafikon 7:	Dolžine kanalov v različnih razredih stanj (Klasse: 1 - 6) – simulacija za daljše obdobje s programom Aqua-Wertmin 6.1 – (Herz, 2000)	101
Privzeti grafikon 8:	Preizkušanje vodotesnosti cevovodov – kanalizacija 1996 (povzeto po poročilu – Varinger, 1996)	126
Privzeti grafikon 9:	Preizkušanje vodotesnosti cevovodov – kanalizacija – 1997 (Varinger, 1998)	126
Privzeti grafikon 10:	Maksimalne dopustne obremenitve cevi iz betona – glede na debelino stene – (Stein, 2006)	139
Privzeti grafikon 11:	Cene izgradnje kanalizacije na tekoči meter kanala v EUR, (Schwarzbartl, 2001)	145
Privzeti grafikon 12:	Delež cene cevne materiala DN 250 v skupni ceni izgradnje kanala (Novelirane cene za leto 2004 za gradnjo v asfaltiranem cestišču – študija Schwarzbartl, 2001)	146
Privzeti grafikon 13:	Prikaz vrednosti celotnih stroškov izgradnje kanala v primerjavi s stroški na leto v času celotne življenjske dobe kanala (po metodi SVNP), (Študija Schwarzbartl 2001)	147
Privzeti grafikon 14:	Primerjava stroškov na tekoči meter obnove kanala pri uporabi različnih metod obnove – Gradnje POLAK s.p.	158
Privzeti grafikon 15:	Ocena velikosti eksfiltracije pri različnih velikostih razpoke – laboratorijski testi (AISUWRS, W8, D20, 2005)	194

Privzeti grafikon 16:	Prikaz zmanjševanja pretoka eksfiltracije iz kanalske cevi čez daljše obdobje – ločeno za suho in deževno obdobje, (Blackwood, 2003).	194
Privzeti grafikon 17:	Vrednosti eksfiltracije na osnovi meritev na testnem modelu (Wolf, 2007)	195
Privzeti grafikon 18:	Odvisnost stroškov gradnje kanala od globine vkopa, (Halbach, 2000)	204
Privzeti grafikon 19:	Odvisnost stroškov gradnje od vrste zemljine BKL, (Halbach, 2000)	205
Privzeti grafikon 20:	Odvisnost stroškov gradnje od oddaljenosti revizijskih jaškov, (Halbach, 2000)	206

KAZALO PRILOG

Priloga A: Uporabljeni podatki za določitev prioritete obnove na osnovi izkazanega stanja kanalskega odseka v skladu s standardom EN 13508

- A1: Kanalski odsek
- A2: Evidentirana nepravilnost
- A3: Pregled s TV kamero
- A4: Ranljivost podtalnice
- A5: Vrsta zemljine
- A6: Komunalni vodi
- A7: Vir onesnaženja

Priloga B: Primer preglednice evidentiranih nevarnosti in škodnega potenciala – TV pregled s kamero v skladu s priporočili ATV 149

SEZNAM KRATIC IN OKRAJŠAV

AHP	Analytic Hierarchy Process
AISUWRS	Assessing and improving sustainability of urban water resources and systems
APUSS	Assessing infiltration and exfiltration on the performance of urban sewer systems
ATV	Abwassertechnische Vereinigung
AWA	American Water Association
B	Beton
BCA	Benefit-cost analysis
BDP	Bruto domači proizvod
BSI	British Standards Institution
CAD	Computer Aided Design
CARE-S	Computer Aided Rehabilitation of Sewer Networks
CCTV	Closed-circuit television
COST	European Cooperation in Science and Technology
DDV	Davek na dodano vrednost
DIN	Deutsche Industrie Norm
DSS	Decision Support System
DVGW	Deutsche Vereinigung des Gas- und Wasserfaches
DWA	Deutscher Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall
EC	European Community
EN	European norm
EU	European Union
FAILNET	Failure Forecasting Models
FPR	Funkcija prehoda razreda
GIS	Geographic Information System
GPS	Global Positioning System
GRP	Cevi iz armiranih steklenih vlaken
ID	Identifikacijska številka
ISD	Interna stopnja donosa

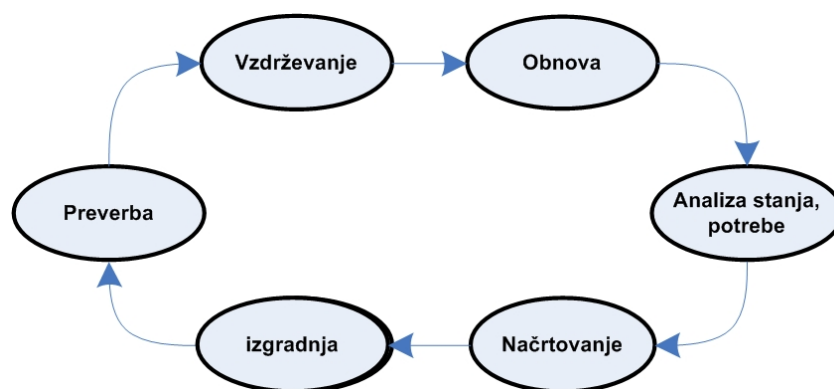
ISO	International Organization for Standardization
IWA	International Water Association
KANEW	Software zur Analyse von Erneuerungsstrategien für Infrastrukturnetze
KS	Kanalizacijski sistem
LAN	Local Area Network
LAWA	Länderarbeitsgemeinschaft Wasser
LESAM	Leading Edge Conference on Strategic Asset Management
MCD	Multi Criteria Decision
MOL	Mestna občina Ljubljana
NL	Nodularna litina
NSV	Neto sedanja vrednost
OGJSP	Oddelek za gospodarske javne službe in promet
ÖVGW	Österreichische Vereinigung für das Gas- und Wasserfach
PAS - 55	Optimal management of physical assets
PE	Polietilen
PE-HD	Polyetilen – High density
PiMS	Pipeline integrity Management System
PVC	Polivinilklorid
RAL	Deutsches Institut für Gütesicherung und Kennzeichnung
SAP	Systems Application Products
SCADA	Supervisory control and data acquisition
SHAPE	Abstraktni pojem, ki definira lastnosti ploskovnih likov v GIS
SIST	Slovenski inštitut za standardizacijo
SITEF	The Foundation for Scientific and Industrial Research at the Norwegian institute of technology
SRS	Slovenski računovodski standardi
SURS	Statistični urad Republike Slovenije
TQM	Total Quality Management
URBEM	Urban river basin enhancement methods
WFD	Water Framework Directive
WSAA	Water Services Association of Australia

ZGJS	Zakon o gospodarskih javnih službah
ZGO-1	Zakon o graditvi objektov
ZON	Zakon o ohranjanju narave
ZUREP-1	Zakon o urejanju prostora
ZV	Zakon o vodah
ZVO-1	Zakon o varstvu okolja

1 UVOD

1.1 Opis življenjskih faz kanalizacijskega sistema

Vse onesnažene odpadne vode je potrebno pred vračanjem v okolje očistiti do te mere, da to za okolje in človeka ne predstavlja večjega tveganja. Zaradi ekonomike, tehnične možnosti izvedbe in priročnosti se zato onesnažene vode zbira in odvede na čistilne naprave – preko kanalizacijskega omrežja. Z izgradnjo kanalizacijskega sistema se začne odvijati naslednja faza življenjskega kroga kanalizacije – staranje in posledično zmanjševanje funkcionalne sposobnosti cevovoda kot je razvidno iz spodnje slike:



Slika 1: Življenjski krog kanalizacijskega sistema

Fig. 1: Sewer system life cycle

Vse faze v delovanju kanalizacijskega sistema so med seboj povezane in se logično dopolnjujejo. Vsaka faza ima dolgoročen vpliv na to, kdaj in kako bo potrebno kanal obnoviti, kdaj in kako bo njegova tehnična življenjska doba potekla, kakšna bo predvidena življenjska doba in kakšni bodo celotni stroški v času njegovega delovanja, kar zahteva celosten pristop in upravljanje.

V tem magistrskem delu se bomo osredotočili na fazo obnove kanalizacijskega sistema. Vendar, če želimo pravilno oceniti potek staranja in napovedovati odpoved posameznega odseka, moramo poznati njegovo zgodovino staranja. Ta je bila načrtovana že v fazi analize stanja in pridobivanja bazičnih podatkov, ki so osnova za projektantsko odločitev o izbiri primerne materiala cevi in načina vgradnje v zemljinu.

Upravljanje s kanalizacijskim sistemom ima velike finančne in dolgoročne posledice, odločitve pa se sprejemajo s precejšnjo mero nezanesljivosti, ki je posledica nepoznavanja stanja sistema in dejanskega delovanja sistema. Zato vsaka odločitev vsebuje določeno tveganje netočnosti spremenljivk, nepopolnega znanja in posledično tveganja, ki ga ima nepravilno delovanje sistema na okolje in človeka. Da bi to tveganje čim bolj zmanjšali, se pri načrtovanju obnove in enako tudi pri načrtovanju gradnje, pregledovanju in vzdrževanju obstoječega kanalizacijskega omrežja poslužujemo različnih metod pridobivanja zanesljivih podatkov, ocen stanja in napovedovanja obnašanja sistema v prihodnje. Kanalizacijski sistem želimo upravljati tako, da bo tveganje neželenih učinkov in posledic ter stroški za izvedbo oz. upravljanje minimalni.

Za dolgoročno ohranjanje kanalizacijskega sistema je potrebno določiti osnovne smernice delovanja in sicer:

- določitev stopnje obnove, ki mora biti določena tako, da zagotovi ohranjanje dobrega stanja sistema (vrednosti sistema) in njegovo funkcionalno delovanje na dolgi rok (minimalen riziko odpovedi) ob minimalnih vloženi sredstvih v skladu z veljavnimi zakoni in predpisi,
- določitev obsega obnove in primernih tehničnih rešitev za posamezne primere tako, da bo izpolnjen predhodni pogoj,
- izračun stroškov in prihrankov, ki bodo z obnovo povzročeni,
- zagotovitev in razporeditev potrebnih denarnih sredstev v skladu s prvo alinejo.

Sistem načrtovanja mora omogočati in zagotavljati, **da bodo ob pravem času zamenjani pravi kanalski odseki z uporabo pravilne metode obnove ob minimalnih celotnih stroških** - preden se pojavi kritična napaka na sistemu (CARE – S, AISUWRS). Z drugimi besedami – kanalski odsek mora biti zamenjan preden nastopi nedopustna stopnja tveganja zaradi možnosti njegovega nepravilnega delovanja. Določeni morajo biti kanalski odseki, ki so potrebni obnove, časovni roki izvedbe obnove posameznega odseka na osnovi poznanih enotnih prioritete in stroški, ki bodo ob tem nastali.

Na ta način se izognemo prehitrim obnovam, ki še niso potrebne in s pravočasno obnovo ali zamenjavo preprečimo pojavljanje poškodb na sistemu in posledičnih stroškov popravil, odškodnin in odpravljanja tako nastale škode ter onesnaženje okolja. Seveda morajo biti za takšno načrtovanje izpolnjeni vsi zgoraj navedeni pogoji.

Stroški obnove sistema so zelo visoki, razpoložljiva sredstva pa strogo omejena. Zato je potrebno natančno določiti prioriteto (potrebo) obnove posameznega odseka.

1.2 Opredelitev problema

Osnova za načrtovanje obnove kanalizacijskega sistema je **poznavanje stanja sistema**, kar je dinamičen proces, saj se stanje sistema stalno spreminja. Brez teh osnovnih podatkov je vsako načrtovanje zgolj ugibanje in možna špekulacija, porabljanje omejenih denarnih sredstev pa najverjetneje vsaj dolgoročno gledano neekonomično in ekološko vprašljivo.

Poleg poznavanja samega sistema je potrebno točno definirati funkcijo in robne pogoje delovanja sistema tako, da so znani kriteriji in dejanski vplivi delovanja sistema tako na okolje, človeka kot na stroške, ki se z obnovo pojavljajo (Stein, 1998).

Pri določanju teh robnih pogojev moramo računati na določene netočnosti podatkov in metod.

V JP VO-KA zbirajo podatke o kanalizacijskem sistemu (v nadaljevanju KS) in upravljanju različne službe, ki med seboj funkcionalno niso povezane ne informacijsko ne preko skupne baze podatkov. Podatki v posameznih službah se zbirajo na način, ki omogoča delovanje določene službe, ne omogoča pa uporabe pridobljenih podatkov v drugih službah JP. Podatki o stanju sistema so zapisani na osnovi pregleda kanalskih odsekov s TV kamero, ovrednoteni po enotni klasifikaciji v skladu s predpisi ATV 143, podana je ocena stanja kanalskega odseka kot celote. Trase nekaterih pregledov so bile v letu 2007 vrisane v svojo digitalno sliko v ACAD - .dwg formatu. Ta praksa se je z nabavo nove strojne opreme in novejših programske opreme, ki že omogoča vpis in obdelavo s TV kamero pridobljenih podatkov po novih standardih in predpisih SIST EN 13508-2:2003 ukinila. Podatki o stanju kanalskih cevi so tako v ločenih poročilih in niso bili nikjer zbrani na enem preglednem in dostopnem mestu. Ker podatki niso enostavno dostopni, niso bila izdelana ali uporabljena nobena orodja za analizo in ovrednotenje teh podatkov s katerimi bi bilo mogoče stanje sistema analizirati in napovedati obnašanje sistema v prihodnje tako glede potrebnih obnov, določitev prioritete obnove kot glede ovrednotenja in napovedi delovanja različnih izvedb kanala skozi čas in ocene potrebnih finančnih sredstev v kratkoročnem in dolgoročnem obdobju. Prav tako ni omogočeno povezovanje informacij o stanju KS z drugimi bazami podatkov, ki jih uporabljajo in upravljajo druge službe v JP, kar ima za posledico, da ti podatki niso ovrednoteni, medsebojni

vplivi niso upoštevani ali pa so ocenjevani na osnovi subjektivne ocene posameznikov, ki pripravljajo različna poročila in planske predloge za potrebe posameznih služb JP.

1.3 Namen in cilj magistrskega dela

Namen magistrskega dela je :

Opredeliti potrebne podatke o obstoječem kanalizacijskem sistemu in določiti metode ter postopke, da bo v prihodnosti mogoče izvajati:

- Izdelavo analize stanja kanalizacijskega sistema,
- Izdelavo prognostičnih analiz sistema - krivulje staranja sistema, krivulje predvidenih poškodb, krivulje preostale življenjske dobe,
- Določiti vplivne dejavnike, ki so odločilni za funkcionalno delovanje kanalizacijskega sistema z vidika tehničnega delovanja in vpliva na okolje in prostor,
- Povezovati bazo podatkov o kanalizacijskem sistemu z bazami drugih vplivnih parametrov, ki so odločilni pri določitvi prioritete obnove posameznega odseka,
- Upoštevanje hidravličnih modelov pri načrtovanju obnove sistema glede na predvidene spremembe in potrebe ter načrtovano širjenje omrežja,
- Določiti izbor nujnih in kritičnih odsekov na osnovi več različnih kriterijev in določiti prioritete obnov kanalizacijskega omrežja,
- Določitev strategije obnove sistema, določitev priorit et in ovrednotenje potrebnih vlaganj v obnovo sistema - gledano dolgoročno,
- Določitev primerne in najugodnejše metode obnove sistema,
- Analizo socialno ekonomskega in okoljskega tveganja v primeru nedelovanja oz. poškodb kanalizacijskega sistema,
- Predlagati ustrezno zakonodajo in predpise, da bodo le ti usklajeni s stroko in stanjem na terenu.

Za izdelavo in izvedbo vseh naštetih nalog je potrebno zasnovati (v smislu določitve vplivnih parametrov) zanesljivo bazo potrebnih podatkov, ki se zbirajo čez čim daljše obdobje (statistične metode zanesljivosti napovedi) in določiti kazalnike in metode ovrednotenja pridobljenih podatkov (Baur, 2001).

1.4 Delovne hipoteze

Na podlagi analize stanja kanalizacijskega sistema, opredelitve medsebojnih vplivov med kanalizacijskim sistemom, okoljem in ekonomsko političnimi dejavniki je mogoče določiti optimalni obseg in časovno razporeditev obnov posameznih kanalizacijskih odsekov. Dokazali bomo, da je dolgoročno planiranje obnove ob ustrezno pripravljene bazi podatkov in ustrezni analizi ter vrednotenju teh podatkov, okolju najbolj prijazno in stroškovno najcenejše gledano na celotno življenjsko dobo posameznega kanalizacijskega odseka in omrežja kot celote.

1.5 Utemeljitev raziskave, predvideni prispevek k razvoju znanosti

V Sloveniji se v okviru komunalnega gospodarstva, ki upravlja z lokalnimi kanalizacijskimi sistemi, relativno slabo načrtuje in optimira obnova kanalizacijskih sistemov zaradi slabega poznavanja samih kanalizacijskih sistemov, staranja sistema, vplivov na okolje in prostor, ter ne upoštevanje ekonomskih vidikov potrebnih za optimalno zasnovan sistem rehabilitacije kanalizacijskega sistema. V nalogi želimo združiti vse relevantne a sedaj nepovezane sklope in določiti potrebne podatke, medsebojne relacije, metode vrednotenja in kriterije, ki bodo omogočali določitev optimalnega poteka obnove kanalizacijskega sistema.

1.6 Metode dela

V prvem delu magistrskega dela smo na osnovi preučitve strokovne literature, drugih virov in lastnih izkušenj določili prametre za nemoteno delovanje kanalizacijskega sistema, določili vplivne parametre kanalizacijskega omrežja na okolje in človeka ter sedanjo prakso in stanje znanosti pri določanju prioritete obnove kanalizacijskih sistemov. Definirali smo relacije med posameznimi podatki.

V drugem delu smo analizirali vplivna področja in opredelili ter zožili obseg raziskave na vplivno, a ne dovolj raziskano in upoštevano področje – stanje kanalizacijskega sistema, medtem, ko smo področja, ki so že poznana (kot na primer hidravlični preračun omrežja), upoštevali le kot vplivne faktorje in jih nismo podrobneje raziskovali.

V tretjem koraku smo razvili metodo vrednotenja vplivnih parametrov in določitev kriterijev za njihovo primerjavo na osnovi načel trajnostnega razvoja, okoljskega vidika, ekonomskega in sociološkega vidika.

Vsa tako pripravljena analitična orodja smo nato testirali na vzorčnem modelu kanalizacijskega sistema in ovrednotili metode in rezultate analiz ter podali smernice za njihovo uporabo in nadaljnji razvoj.

2.0 TEORETIČNA IZHODIŠČA

2.1 Načrtovanje delovanja in obnove omrežja

Načrtovanje delovanja in obnove omrežja prizadeva celotno podjetje tako z vidika pridobivanja potrebnih podatkov kot njihovega vrednotenja in postavljanja kriterijev za določanje prioritete.

Podatki o cevovodih, stroških izvedbe, o reklamacijah strank, o sanaciji poškodb na sistemu, o odkrivanju infiltracije in eksfiltracije vode, o vzdrževanju objektov, hidravličnih lastnosti sistema - vsi ti podatki vplivajo na odločitev o potrebni obnovi in načinu izvedbe le te. Zato je toliko bolj pomembno, da so ti podatki dostopni vsem, ki sistem načrtujejo, in da so podatki med seboj povezani, točni, enoznačno definirani in se nanašajo na iste ID v skupni bazi podatkov.

Upravljevec komunalnega omrežja žanje rezultate vlaganja v obnovo in vzdrževanje sistema šele v daljšem časovnem obdobju. Zato je pomembno, da se sistem stalno ohranja v dobrem stanju. Dolgoročne posledice premajhnih ali nepravilnih vlaganj v sistem je namreč težko in drago odpravljati, saj so za to potrebna velika finančna sredstva, ki jih upravljavcu morda že v predhodnem obdobju ni uspelo zagotoviti. Vedno pa bi predvidene obnove morale izhajati iz ocene stanja omrežja.

Ocena stanja omrežja in določitev tistih delov omrežja, ki so potrebni obnove, je kontinuiran proces, ki ga izvaja upravljavec omrežja. Mnogokrat se pri takšnem izboru in določitvi potrebnih posegov v obstoječe omrežje (sanacija, obnova) opiramo na znanje, izkušnje in ugotovitve dolgoletnih delavcev v podjetju in podatkov, ki so bili sistematično zbrani v preglednicah. Tako se pri izboru določijo prioritete obnov, ki so utemeljene kot odseki v najslabšem stanju, najstarejši odseki, odseki z največ reklamacij strank glede kvalitete delovanja, s posegi drugih komunalnih gradenj na območju. Pri pripravi končnega izbora in opravičevanju pomembnosti posamezne obnove in določanju prioritete izhajajoč iz poslovne ekonomike lahko običajno vplivamo le s prikazom največjih povzročenih stroškov in možnostjo pridobitve vseh potrebnih soglasij za izvedbo obnove. Vse takšne ocene slonijo na subjektivnih ocenah in nepopolnih podatkih ali segmentih podatkov in ne pokrivajo omrežja kot celote.

Glede na nizka razpoložljiva sredstva za obnovo omrežja, ki so bila nekaj desetletij "podhranjena" se je za obnovo določevalo kritične odseke omrežja, ki so izrazito odstopali od normalnega stanja in tiste kanalizacijske odseke, ki so bili starejši, se niso mogli varovati in so

se obnavljali hkrati z obnovo vodovodnega omrežja, oz. je bil strošek obnove prenesen na zunanega investitorja. Prioriteto za izvedbo so imeli tudi tisti projekti, ki so bili tik pred tem, da jim poteče gradbeno dovoljenje (zaradi zastaranja) in tisti za katere so bila pridobljena vsa potrebna soglasja za izvajanje gradnje, se je gradnja že začela ali so bila pridobljena denarna sredstva za gradnjo.

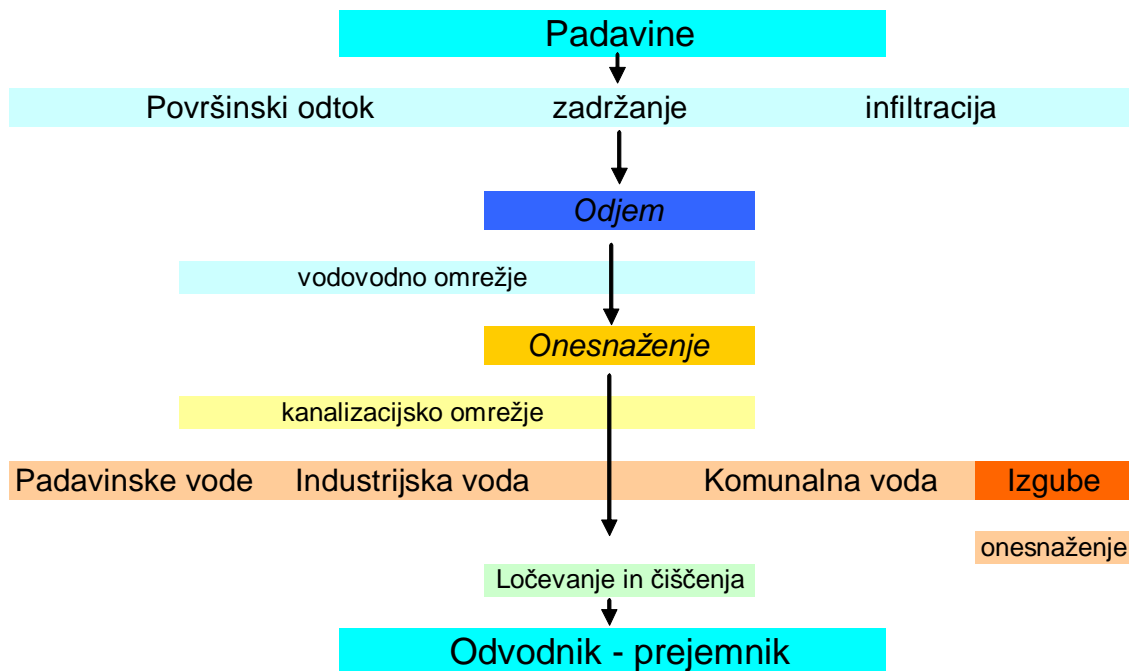
2.1.1 Osnovne predpostavke in izhodišča:

Navedene predpostavke bom v nadaljevanju podrobneje razložil in utemeljil saj so ključ do zelenih sprememb, ki vodijo v višjo kakovost oskrbe in varovanja zdravja ljudi in okolja:

- Kanalski sistem in hišni priključki so neločljiva celota, podvrženi procesu staranja in zgubljanju funkcionalnosti,
- Izvajani standard komunalne oskrbe in zaščite okolja je pogojen z ustrežno zakonodajo in predpisi, ekonomsko močjo uporabnikov storitve ter ozaveščenosti širšega kroga ljudi,
- Določanje prioritete obnove posameznih kanalskih odsekov mora vedno izhajati iz (poznavanja) dejanskega stanja kanalizacijskega sistema in odgovarjajočih vplivnih faktorjev potencialne nevarnosti in škodnega potenciala - skupnega tveganja,
- Dejanske količine iztečene in dotečene vode ter vplivi netesne kanalizacije na podtalje niso točno evidentirani (merjeni), zato lahko govorimo le o oceni in posledično o potencialni ogroženosti (tveganju onesnaženja npr. podtalnice, oz. obolevanja prebivalcev).
- Na stanje kanalizacijskega omrežja in njegovo delovanje v skladu s pričakovanji in zahtevami lahko vplivamo s preventivnim delovanjem - pravočasno izvedbo vzdrževanja, sanacij in obnov.

2.2 Namen in funkcija kanalizacijskega sistema – zgodovinski razvoj

Namen kanalizacijskega omrežja je odvajati odpadne vode z mesta nastanka na lokacijo, kjer za ljudi ni več tako moteča (zdravstveni in poplavni vidik) oz. je ustrezno očiščena in ob njenem izlitju v naravno okolje ne predstavlja več prekomerne obremenitve. Pri samem transportu odpadne vode, pa ne sme onesnaževati okolja (podtalne vode in vodotokov – ekološko sanitarni vidik). Pri mešanem kanalizacijskem sistemu pa hkrati z odpadno komunalno vodo odvajamo tudi odpadne padavinske vode, ki jih ni mogoče ponikati. Te vode so odvisne od vremenskih razmer.



Slika 2: Vodni krog in vloga kanalizacijskega sistema

Fig. 2: Sewer system role in water cycle

V primerjavi z vodovodnim sistemom je kanalizacijski sistem v »slabšem« položaju, morda zaradi dejstva, da se ljudje obnašajo po liniji najmanjšega napora – Želim imeti vodo, to je prioriteta, onesnažena voda mora odteči nekam stran, kam in kako, pa me več ne briga. Zato je potrebno, da se urejanje kanalizacijskega omrežja ureja v skupno dobro sistematično, zakonsko urejeno in pod nadzorom uradnih institucij ter upravljavca.

Podobno kot pitna voda se tudi onesnažena voda razlikuje od vseh drugih dobrin in virov in zahteva poseben pristop pri upravljanju in urejanju.

Izgradnja kanalizacije je postala nujna v velikih naseljih že pred več kot 6000 leti. Sužnjelastniški odnosi so takrat omogočali izvedbo velikih in dragih investicij v dobro "lastnikov in svobodnjakov". Tako so bile relativno dovršena kanalizacijska omrežja izvedena v mestih stare Grčije, Rima, Perzije, v Pakistanu ... S propadom teh starih civilizacij so za daljši čas izginile tudi možnosti in znanje za gradnjo ter zavedanje o potrebnosti takšnih komunalnih vodov. Obstoječe vode so koristili novi prebivalci, kjer pa te zgodovinske dediščine ni bilo, so se problemi z onesnaženjem pojavili ob večji koncentraciji prebivalstva.

Neurejeno odvajanje blata in splošna onesnaženost so imeli za posledico redne izbruhe epidemij (Panjan, 2005). Za prelomnico v modernem načinu gradnje kanalizacijskih omrežij predstavlja leto 1830, ko je v Londonu izbruhnila velika epidemija kolere. Da bi preprečili nadaljnje pojavljanje nevarne nalezljive bolezni, so na osnovi ugotovitev, da so bila višja bolj suha območja Londona manj prizadeta kot bolj vlažna, začeli graditi javno kanalizacijsko omrežje in odpadne vode odvajati v reko Temzo. Kmalu je bila tudi reka dovolj onesnažena, da je bilo potrebno sprejeti nov varovalni režim. In tako smo preko učenja na lastni koži Londončanov počasi prišli do sodobno zasnovanega kanalizacijskega omrežja (Maleiner, 1998).

Organizirano zbiranje in odstranjevanje odpadkov iz človekove bližine je nujno povsod, kjer človek stalno živi in dela. Ta potreba narašča z večanjem koncentracije prebivalstva in z razvitostjo potrošnje ter proizvodnje.

Človek je s svojim posegom v prostor in izkoriščanjem naravnih bogastev svet spremenil in spreminja. Poleg izrabe in zgleda krajine je s svojim delovanjem posegel tudi v vodni krog (Slika 2). Razpoložljive količine "čiste" padavinske vode porablja delno kot živilo, v veliko večji količini pa v sanitarne namene in kot element industrijske produkcije. Čisto vodo se umaže, čistilna sposobnost naravnega prejelnika pa ni več dovolj velika, da bi lahko vso onesnaženo vodo očistila po naravni metodi, poleg tega določenih elementov onesnaženja niti ne more izničiti - zato je potrebno onesnaženo vodo pred iztokom v naravni prejemnik ustrezno očistiti. Čiščenje industrijsko onesnažene vode je povezano z znatnimi denarnimi vložki, ki bremenijo dobiček industrije, pri običajnih komunalnih odpadnih vodah pa je prispevek posameznika k onesnaženju relativno majhen in se ga rešuje na organiziran način v urbanem okolju.

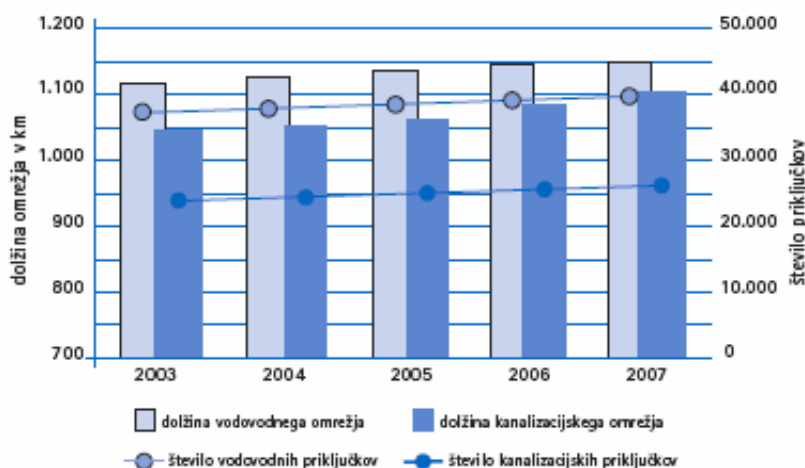
Javno kanalizacijsko omrežje, kot del komunalne infrastrukture, predstavlja del dobrin v splošni rabi. Značilnost dobrin v splošni rabi pa je poleg tega, da so namenjene slehernemu uporabniku (pod zakonsko določenimi pogoji), tudi, da na njih ni mogoče pridobiti lastninske pravice in niso v pravnem prometu, pod posebnimi pogoji, ki jih določa zakon, je mogoče pridobiti le pravico do njihove posebne rabe (Rakar, 2008)

Naravne značilnosti onesnažene odpadne vode, ki vplivajo na ekonomijo so:

- gibanje vode v hidrološkem krogu,
- topljivost različnih snovi v vodi (kakovost vode),

- globoke povezave med posameznimi uporabniki voda (večinoma se voda vrača v hidrološki krog s spremenjeno kakovostjo in na drugi lokaciji ter tako vpliva na kakovost življenja in stroške drugih uporabnikov),
- gospodarjenje z vodo zahteva ekonomiko velikih posegov (zajem, odvod, čiščenje vode dajejo prednost velikim posegom, ki zmanjšujejo stroške na enoto proizvoda),
- temelji na naravnem monopolu,
- zaradi svojih lastnosti je škodljiva za človeka in okolje (je odpadek), in lahko onesnaži tudi zaloge pite vode, ki je nujno potrebna za kakovostno preživetje,
- težko je določiti njene vplive in širjenje, če ni točno nadzorovano,
- nihče je ne želi imeti »na svojem vrtu«, zato so ljudje pripravljeni plačati, da se odvede
- pripravljenost ljudi, da plačajo tudi za vrednote, ki morda ne prinašajo njim neposrednih koristi – varovanje podtalnice, čisto okolje,
- način oskrbe je lokalno pogojen in se tudi lokalno rešuje (odvodniki, padavine, poseljenost, industrija, vrsta tal..).

Kazalec, ki kaže na urejenost urbanega okolja z vidika odvoda odpadnih komunalnih voda je tudi procent s kanalizacijo opremljenega deleža registriranih vodovodnih priključkov (slika 3). Delež vseh prebivalcev Ljubljane, ki so priključeni na javni kanalizacijski sistem, je



Slika 3: Dolžina vodovodnega in kanalizacijskega omrežja ter število priključkov v obdobju 2003-2007 za mesto Ljubljana (letno poročilo JP VO-KA 2007)

Fig. 3: Total length of sewer and water system and number of connections for the city Ljubljana during 2003 – 2007 period

Od ekonomske moči in ozaveščenosti prebivalstva v urbanem okolju je odvisna tudi stopnja izvajanja in način urejanja ter dela z odpadnimi vodami.

Odvod odpadne vode je povezan s precejšnjimi stroški, sam sistem pa podvržen različnim možnostim nedelovanja. Problemi pri obstoječih cevovodih za odvod odpadne vode in kanalih so pogosto med seboj povezani. Zaradi tega so ukrepi za izboljšanje stanja sistema istočasne rešitve več različnih problemov. Raziskovanje in načrtovanje ukrepov za izboljšave je zato razširjeno na celotno prispevno območje in so tako upoštevani vsi problemi celovito v skladu s standardom SIST EN 752-5.

Osnovne zahteve pri obratovanju sistema za odvod odpadne vode so po standardu SIST EN 752-5 sledeče:

- a) obratovanje brez zamašitev,
- b) omejitev pogostosti preplavitve na predpisano vrednost,
- c) varovanje javnega zdravja in življenj,
- d) preobremenitev naj bi ne prekoračevala predpisanih vrednosti,
- e) varovanja zdravja in življenj obratovalnega osebja,
- f) varovanje vodotokov pred onesnaževanjem v okviru predpisanih omejitev,
- g) izključitev ogrožanja obstoječih, na oskrbovalne naprave meječe objekte, s strani kanalizacije,
- h) doseganje zahtevane življenjske dobe in ohranitev stanja,
- i) vodotesnost kanalizacije za odpadno vodo ustrezno zahtevam preskušanja,
- j) preprečitev nastajanja smradu in strupenih snovi,
- k) zagotovitev primerne dostopnosti za vzdrževanje.

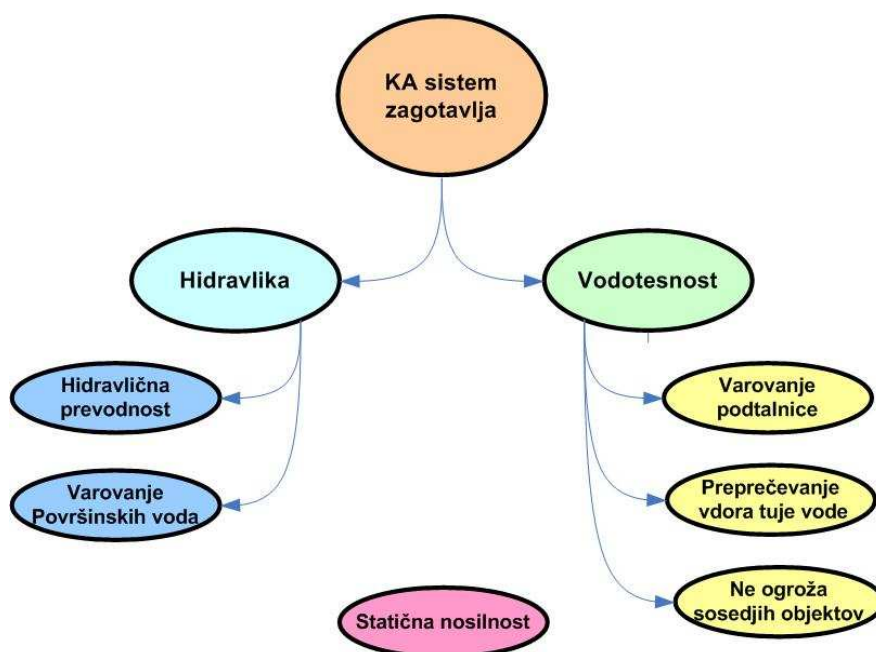
Vplivi sistemov za odvod vode na vodotoke morajo izpolnjevati zahteve predpisov. Prav tako morajo biti izpolnjeni predpisani pogoji varstva okolja.

Pri izbiri kriterijev za hidravlično dimenzioniranje padavinske in mešane kanalizacije se mora upoštevati običajni postopek izračuna. V vsakem slučaju naj bo upoštevana možnost preplavitve.

Sodelovanje z drugimi upravljavci komunalnih vodov je nujno tako z vidika hkratne obnove, kot medsebojnega vpliva na delovanje sistemov – vodotoki, zaledne vode, melioracijski jarki speljani v javno kanalizacijsko omrežje povzročajo preobremenitev omrežja in nedelovanje čistilnih naprav itd ...

Kanalski sistem kot vsako drugo grajeno dobro zapade sistemu staranja in prenehanja delovanja. Določen del kanalizacijskega omrežja vsako leto propade do stopnje, ko funkcionalno ni več sposobno opravljati svoje funkcije, del omrežja je ekonomsko neupravičeno popravljati zaradi predvidenih ponovnih poškodb in zmanjševanja zanesljivosti omrežja ter s tem povečanimi stroški točkovnih sanacij.

V najslabšem primeru ima neupoštevanje naštetih funkcij kanalizacijskega sistema lahko zelo življenje ogrožajoče posledice, njihovo reševanje pa je vedno zelo neprijetno in zelo drago.



Slika 4: Osnovni pogoji delovanja kanalizacijskega sistema

Fig. 4: Basic conditions for sewer system operation

2.2.1 Funkcionalno delovanje kanalizacijskega sistema

Sam kanalizacijski sistem mora zadostiti nekaterim pogojem delovanja, da lahko trdimo, da deluje v skladu s pričakovanji. Osnovni pogoji delovanja so prikazani na sliki 4.

Pri tem imamo v mislih javni kanalizacijski sistem, interni kanalizacijski sistem, objekte na kanalizaciji (jaški, revizijski objekti (tu niso mišljeni objekti s strojno opremo (ČN, ČP..) in hišne priključke. Vsak posamezni del mora delovati v skladu s predpisi in njegovo delovanje mora biti ustrezno pregledovano in vzdrževano. Predpisi bi tu morali upoštevati predvideno stopnjo tveganja, ki ga posamezni objekt lahko povzroča.

Posamezne postavke lahko opredelimo s tako imenovanimi PI-ji (Performance Indicator / kazalec učinkovitosti delovanja), s katerimi lahko ugotavljamo želeno stanje sistema ali posameznega kanalizacijskega odseka in stopnjo odklona od zelene vrednosti (CARE-S). Za spremljanje posameznih PI-jev je potrebno sistematično beleženje zahtevanih podatkov. Spremljanje vrednosti PI-jev nam omogoča tudi primerjavo učinkovitosti delovanja podjetja v primerjavi z drugimi podjetji, ki izvajajo enako dejavnost – benchmarking.

Za primerjavo uspešnosti izvajanja in delovanja se izvajanje benchmarkinga – primerjave uspešnosti dela med posameznimi upravljavci omrežij v zadnjih letih vedno bolj uveljavlja.

Ko sistema ni več smotrno vzdrževati oz. ohranjati v funkciji s popravili in sanacijami, ker je riziko nepravilnega delovanja prevelik in ogrožanje človeka in okolja zelo verjetno, stroški popravil in sanacije pa visoki, je potrebno dotrajane kanalske odseke zamenjati z novimi.

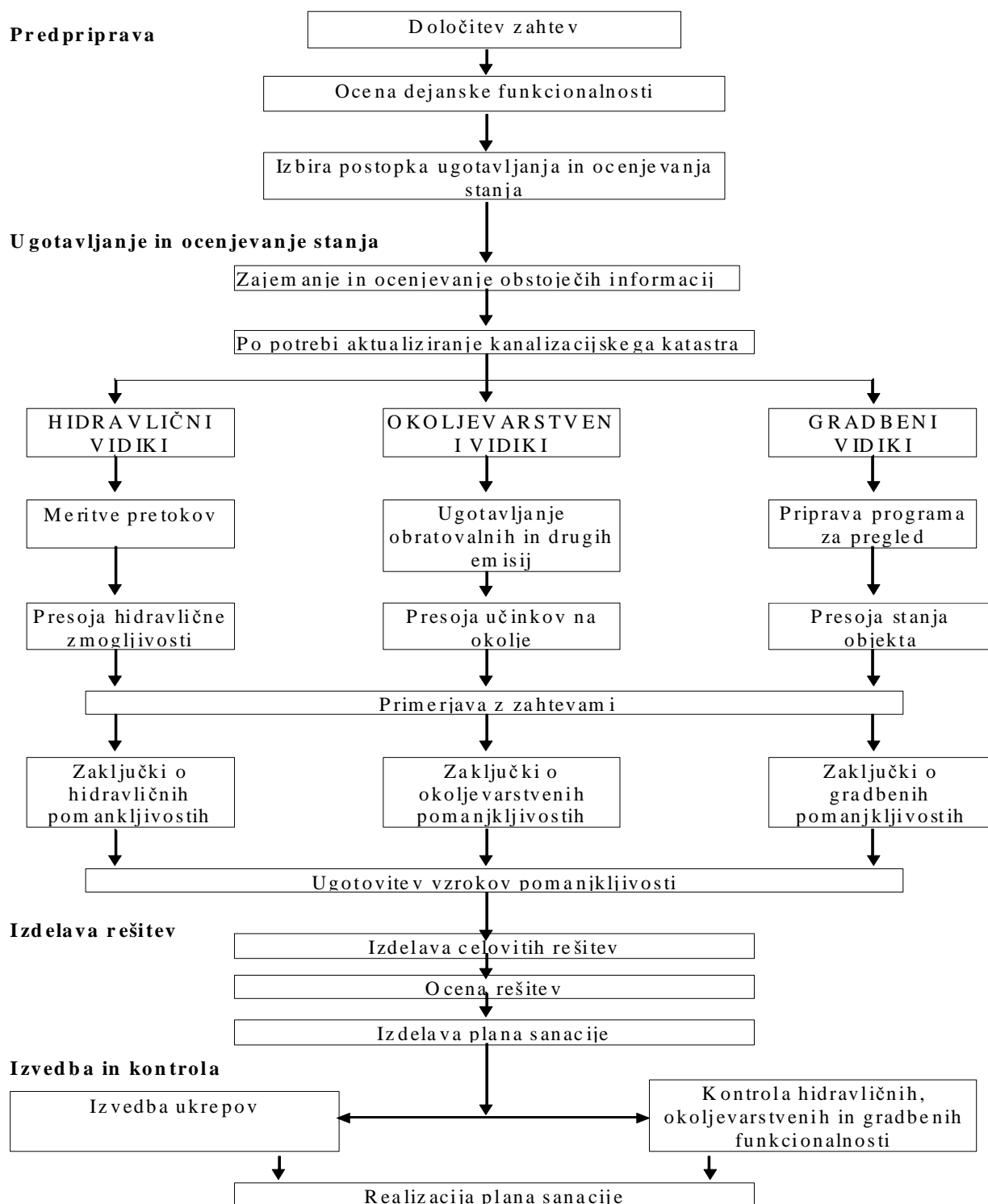
Velika izkazana potreba po obnovi javnega kanalizacijskega omrežja v Ljubljani ima za posledico visoke izkazane stroške za sanacijo obstoječega kanalizacijskega omrežja. Ocenjeno je, da je cca. 20 % (optimistična ocena) obstoječega kanalizacijskega omrežja potrebnega takojšnje obnove, kar bi v praksi pomenilo obnovo 200 km kanalizacijskega omrežja oz. pri povprečni ceni 220 EUR/m zgrajenega kanala skupaj 44 mio. EUR. Glede na sedanje stanje je možnost obnove kanalizacije ob upoštevanju vseh pravnih postopkov, pridobivanja projektne dokumentacije, pridobivanja soglasij, uskladitve z ostalimi komunalnimi vodi, zapor cest itd. omejena na 20 km/leto. Potrebna sredstva za obnovo na letni ravni so tako cca. 4 mio EUR. Čeprav izgledajo ta sredstva relativno majhna, jih v zadnjih letih ni bilo možno zagotoviti iz prihodkov kanalščine. Da bi zbrana finančna sredstva lahko ekonomično porabili, je potrebno sistematično uporabiti procedure za razvoj strategije obnove. Strategije obnove morajo upoštevati zakonodajo in ekonomsko učinkovitost. Ekonomska učinkovitost je zagotovljena, če sistem deluje v skladu z zahtevami, če se vrednost omrežja ohranja (medgeneracijska zaveza) in če so stroški minimalizirani. Potrebna sredstva se določa dinamično glede na izkazane in predvidene potrebe v celotnem življenjskem krogu za posamezni kanalski odsek.

Predvidena sredstva za upravljanje s kanalom so sestavljena iz optimalnih delov za vzdrževanje, popravila, sanacijo in končno obnovo.

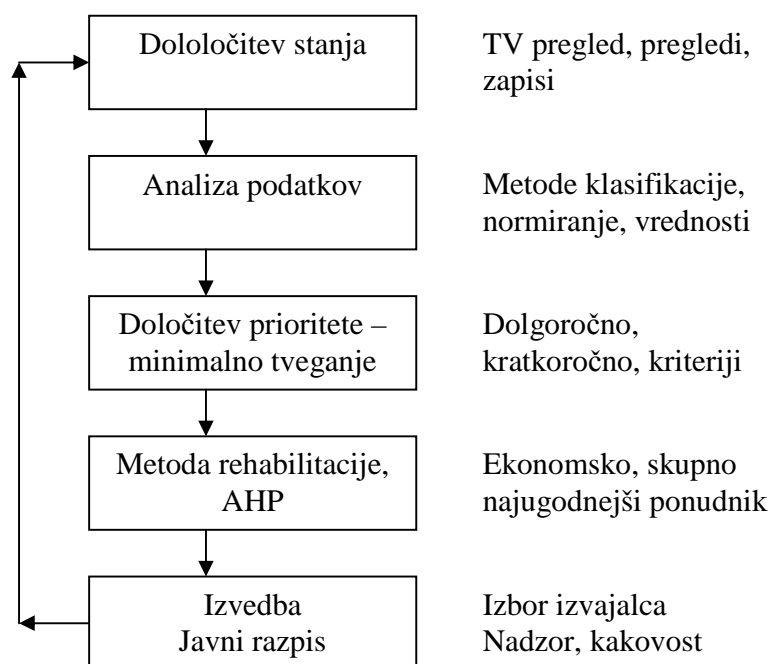
Ugotavljanje dejanske funkcionalnosti kanalizacijskega sistema je zelo sistematično podano v SIST EN 752-5, kot je razvidno iz slike poteka sanacije sistemov za odvod vode na strani 15.

V tej magistrski nalogi smo se osredotočili na okoljevarstveni in gradbeni vidik, ki sta relativno slabo upoštevana pri sedANJI stopnji upravljanja s kanalizacijo. **Pri navajanju določanja prioritete obnove imamo zato v nadaljevanju vedno v mislih le ožji segment določanja prioritete obnove, ki se nanaša na diferenciacijo na osnovi ugotovljenega stanja kanalizacijskega sistema z okoljskega in gradbenega vidika in v povezavi s tem izkazanim tveganjem.** Hidravlični vidik se upošteva kot končni rezultat hidravlične analize sistema in izkazane potrebe (velikost, stopnja nujnosti) po povečanju posameznih odsekov kanalizacijskega sistema ali drugih predvidenih ukrepov. Pri določanju hidravličnih parametrov je potrebno upoštevati predvideno dotečeno vodo ob upoštevanju dodatnih prispevnih površin zaradi novogradenj in obstoječe stanje, ki je ugotovljeno z meritvami pretokov v različnih vremenskih in časovnih situacijah. V ta namen uporabljamo računalniški program MOUSE (DHI) s katerim se izvede tudi hidravlično preverjanje za vse večje predvidene kanalske odseke. Obstaja tudi veliko drugih računalniških programov, ki omogočajo hidravlično modeliranje in računanje pretokov v kanalizacijskem sistemu. Ker se kanalizacijsko omrežje načrtuje za daljše časovno obdobje, se pri dimenzioniranju omrežja običajno upošteva precejšnja rezerva v prevodnosti, ki upošteva predvideno in nepredvideno povečanje pretokov zaradi poselitve ali drugih dotokov (lahko tudi neželene) vode v kanalizacijski sistem.

Za optimalno določitev obnove smo pripravili baze podatkov in metode dela za posamezne sklope kot so v poenostavljeni shemi prikazani na sliki 5, str 16.



Privzeta slika1: Potek sanacije sistemov za odvod vode po SIST EN 752-5
 Adopted Fig. 1: Sewer system rehabilitation scheme according to EN 752-5



Slika 5: Shema zaporedja korakov pri pripravi in obdelavi podatkov

Fig. 5: Sequences of data preparation steps

Da lahko ugotovimo stanje kanalizacijskega sistema, je potrebno pridobiti informacije iz različnih virov. Te informacije lahko razvrstimo v tri skupine:

- zahteve,
- nevarnosti,
- posledice.

Za pridobitev relevantnih informacij – baze podatkov – moramo najprej definirati:

- potrebe po informacijah,
- obstoječe informacije,
- dodatne potrebne informacije,
- ocenjevanje kvalitete pridobljenih informacij.

2.2.2 Vrednotenje delovanja in upravljanje s tveganjem

Za lažje vrednotenje vseh navedenih elementov, ki nastopajo pri določanju funkcionalnosti kanalizacijskega sistema, smo uporabili metodo **upravljanja s tveganjem – metoda**

najmanjšega tveganja s pomočjo katere smo v zaključku določili prioritete obnove na osnovi ugotovljenega stanja kanalskih odsekov, ki predstavljajo največje skupno tveganje tako glede delovanja kanalskega sistema kot vplivov na okolje in človeka. Metoda še ni bila uporabljena za upravljanje s kanalizacijskim sistemom in smo jo prilagodili za namensko uporabo.

Vsako večje mesto na svetu je reševalo upravljanje z odpadno vodo na svoj način. Tako je nastalo veliko med seboj podobnih metodologij in strategij upravljanja s kanalizacijskim sistemom. Nekateri so se uveljavili tudi preko različnih standardov, ki pa so zelo široki in nakazujejo le načelne pristope in cilje. Metoda najmanjšega tveganja se uporablja že nekaj desetletij v panogi varovanja podtalnice, varovanja ljudi pred naravnimi katastrofami, v zadnjih letih pa se je začela uporabljati tudi pri načrtovanju obnov vodovodnih sistemov. Metoda še ni razvita za kanalizacijske sisteme, čeprav se že pojavljajo prve napovedi za njeno implementacijo tudi za kanalizacijski sistem (Tuhovčák 2007).

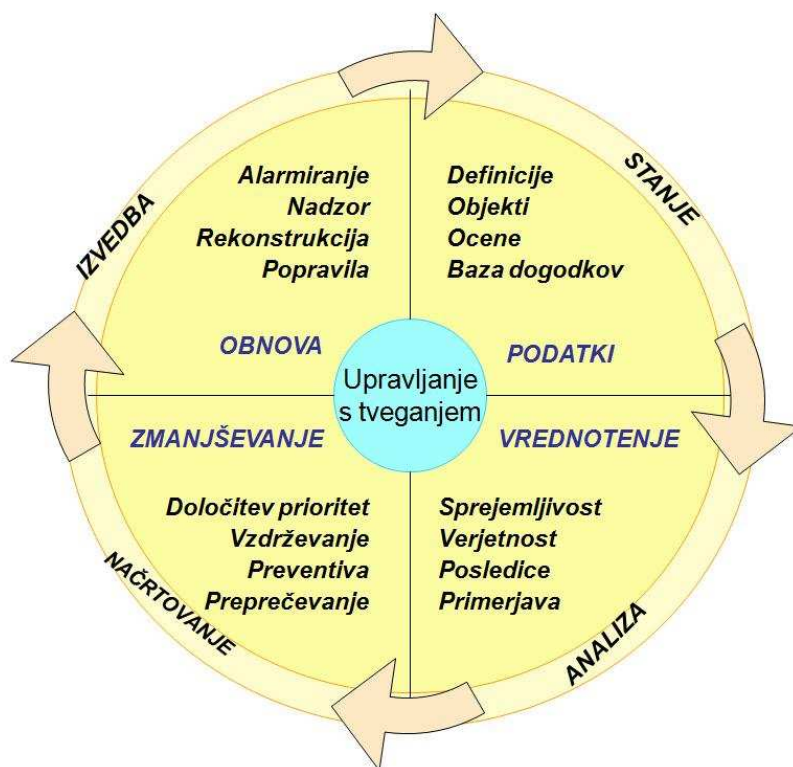
Pri zasnovi metodologije upravljanja z rehabilitacijo sistema smo upoštevali naslednja dejstva iz prakse:

Glavna omejitev za dobro izvedbo projektov v praksi je običajno:

- Čas (dodatno opravilo),
- Pomanjkanje razpoložljive delovne sile (motivacija, plačilo, kadri in usposobljenost).

Zato je morala biti metoda zasnovana kot časovno čim manj potratna in enostavna za uporabo.

Osnovna shema upravljanja s tveganjem prirejena za kanalizacijski sistem ja prikazana na sliki 6.



Slika 6: Shema upravljanja s tveganjem (prirejena po Romang, 2004)

Fig. 6: Risk management (Romang, 2004)

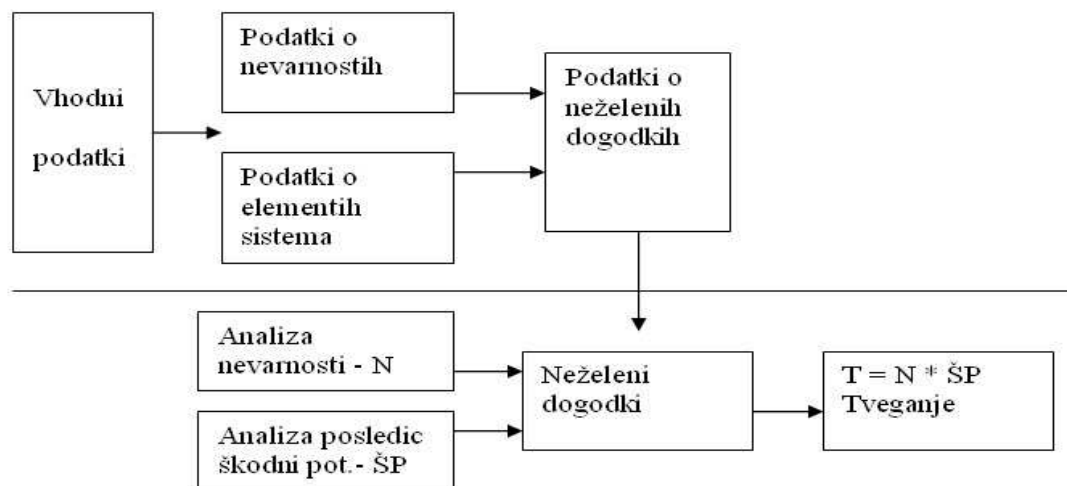


Slika 7: Parametri določitve tveganja (prirejeno po Đurovič & Mikoš, 2004)

Fig. 7: Risk determination parameters (Đurovič & Mikoš, 2004)

Določitev parametrov tveganja lahko enostavno predstavimo, kot presek med nevarnostnim in škodnim potencialom kar je shematsko prikazano na sliki 7.

Določitev prioritete obnove poteka po osnovni shemi določanja največjega tveganja, ki potrebne podatke zajema v skupni bazi podatkov o elementih sistema, evidentiranih nevarnostih, ocenjenem škodnem potencialu ter njihovem vrednotenju (slika 8):



Slika 8: Določanje tveganja in zajem podatkov – (prirejeno po Tuhovčák, 2007)

Fig. 8: Data base for risk estimation (Tuhovčák, 2007)

Ovrednotenje tveganja, ki ga iz pridobljenih podatkov dobimo, je pogojeno s politiko določanja državnih in lokalnih prioritete glede standarda ohranjanja okolja in varnosti prebivalcev. Na osnovi ugotovljenega tveganja, se določi **ukrepe** za zniževanje tveganja in vzpostavljanja zelenega stanja sistema.

Pri izdelavi modela določanja prioritete obnove smo ločili kratkoročno planiranje in dolgoročno planiranje obnove kanalizacijskega omrežja, ker se je izkazalo, da so podatki, ki so za posamezno obdobje in širino posega potrebni različni in se stopnja natančnosti močno razlikuje. Pri dolgoročnem planiranju smo dali poudarek na predvideno staranje kanalizacijskega sistema in določanje strategije obnove na daljši rok in na določanje oz. rezervacij potrebnih sredstev za njihovo realizacijo.

Pri kratkoročnem planiranju smo dali poudarek na določanje prioritete obnove tistih kanalizacijskih odsekov, ki so predstavljali največje skupno tveganje in jih je najhitreje potrebno obnoviti.

Zahteve za predvideno rehabilitacijo izhajajo iz zahtev zakonodaje kot je:

- Tesnost kanalizacijskega sistema,
- Hidravlična prevodnost,
- Okoljsko nevtralen sistem,
- Nobenega vpliva na okoliške objekte.

Nevarnosti smo za uporabo po metodi minimalnega tveganja razdelili na tri sklope skladno s standardom EN 752 – 5 (slika str. 16):

- **Netesnost** (razpoke, premiki cevi, napačni priključki ...) – ogrožanje (onesnaženje) podtalnice - eksfiltracija, infiltracija (ČN),
- Slabo stanje sistema (korozija, porušitev, staranje ...) – predvidena življenjska doba,
- Nedelovanje (blokade, sifoni, posedanje, sedimenti, korenine, preplavitve...) – neželeni dogodki.

Posledice izhajajo neposredno iz nevarnosti in so lahko v grobem:

- Onesnaženje – eksfiltracija onesnažene vode (netesnost),
- Razlivanje onesnažene vode (blokade, zamašitve),
- Poškodovanje ljudi in okoliških objektov (porušitev..),
- Infiltracija – vdor tuje vode v kanalizacijski sistem (netesnost).

Kot je razvidno že iz sheme določitve tveganja so posamezni sklopi nevarnosti in posledic opredeljeni še z njihovo frekvenco pojavljanja in možno oz. izkazano intenziteto na določeni točki v sistemu. Npr. onesnaženje okoliške zemljine in posredno podtalnice je odvisno od dejanske količine iztečene vode (netesnost), od stopnje onesnaženosti odpadne vode, in od frekvence pojavljanja iztekanja (lega poškodbe in nivo napolnjenosti kanala), od okoliške zemljine (prepustnost – glina – prod), nivoja podtalnice (globina pod, nad nivojem kanala) in dejanske koriščenosti podtalnice (vodovarstveni pasovi, zajetje pitne vode...). Za vsako nevarnost mora zato biti izdelana strokovna ocena tveganja, ki pa je vedno odvisna od

strokovne usposobljenosti in izkušenj ocenjevalca in je zato vsaj nekoliko subjektivna in podvržena napakam.

2.2.3 Kanalizacijski sistem – opredelitev

Zanesljivost delovanja kanalizacijskega sistema je odvisna od veliko faktorjev tako od stanja kanalizacijskega sistema, kot od onesnaženosti odpadne vode in njenega čiščenja pred izpustom v okolje. Če želimo oceniti tveganje, ki ga posamezni kanalski odsek predstavlja moramo poznati vse elemente, ki predstavljajo nevarnostni in škodni potencial.

Osnovne karakteristike kanalizacijskega sistema lahko opredelimo tako (Maurer 2007):

- Kanalizacijski sistem je neviden (pod zemljo),
- Ima dolgo življenjsko dobo (30 – 100 in več let),
- Močno medsebojno odvisnost – drevesna struktura,
- Sistem je zelo neobčutljiv – robusten – z visoko toleranco za napake,
- Napake so zelo redko katastrofalne (v primerjavi z npr. plinom..),
- Nepravilno delovanje ima lahko dolgoročne in obsežne posledice.

Poškodbe v kanalizacijskem sistemu lahko izkazujejo posledice tako na kratki (porušitve, preplavitve..), kot na dolgi rok (eksfiltracija, onesnaženje..) in sčasoma s svojim delovanjem prerastejo minimalno tveganje začetne napake. Potencialna nevarnost je seveda odvisna od več različnih vplivnih faktorjev in seveda stanja ter lokacije kanalskega odseka.

Z vidika vzdrževanja in posledično stanja sistema ter ocene tveganja je zato pomembno, da poznamo zgodovino nastanka posameznega kanala, izhodišča, ki so bila osnova za projektiranje in zahteve, ki jim mora kanal zadostiti, da opravlja svojo funkcijo. Zahteve do kanala so različne in se s časom spreminjajo glede na namen, tehnične zahteve vgradnje in predvidene obremenitve cevovoda.

Kateri kanalizacijski odsek pa je bolj potreben obnove je odvisno od dejanske oz. potencialne nevarnosti obremenitve okolja ogrožanja zdravja ljudi ali možnosti nedelovanja (porušitve, premajhna hidravlična prevodnost..)

Za določitev prioritete obnove je potrebno poznavanje vplivnih faktorjev. Nekateri so izmerljivi, večino pa lahko le ocenimo. Pri praktični uporabi in analizi se držimo načela enostavnosti in se osredotočimo na tiste dejavnike tveganja, ki povzročajo največje tveganje, in za eventualno za tiste za katere je mogoče enostavno pridobiti zanesljive podatke.

Vrsta kanalizacije se določi glede na potrebe in zahteve območja, kjer se bo kanalizacija gradila oz. zamenjevala. Na osnovi hidravličnega izračuna so podane vrednosti o hidravličnih lastnostih in potrebni pretočni količini kanala. Glede na način onesnaženja delimo odpadno vodo na komunalno odpadno vodo, tehnološko (industrijsko) odpadno vodo in padavinsko odpadno vodo.

Javni kanalizacijski sistem je sklop objektov, naprav in omrežja, ki so namenjeni zbiranju, odvajanju in čiščenju odpadnih voda.

Glede na vrsto komunalne rabe se delijo kanalizacijski sistemi na:

- javne kanalizacijske sisteme,
- interne kanalizacijske sisteme.

Glede na vrsto odpadne vode delimo javni kanalizacijski sistem na:

- mešani sistem – po istem kanalizacijskem sistemu se odvaja komunalna odpadna in padavinska odpadna voda skupaj,
- ločeni sistem – komunalna odpadna voda se odvaja po kanalizacijskem sistemu za odvod komunalne odpadne vode, padavinska odpadna voda se odvaja po kanalizacijskem sistemu za odvod padavinske odpadne vode.

Glede na način odvoda odpadne vode ločimo:

- gravitacijsko kanalizacijo,
- tlačno kanalizacijo in
- podtlačno ali vakuumsko kanalizacijo.

2.2.3.1 Kanalizacijski priključki

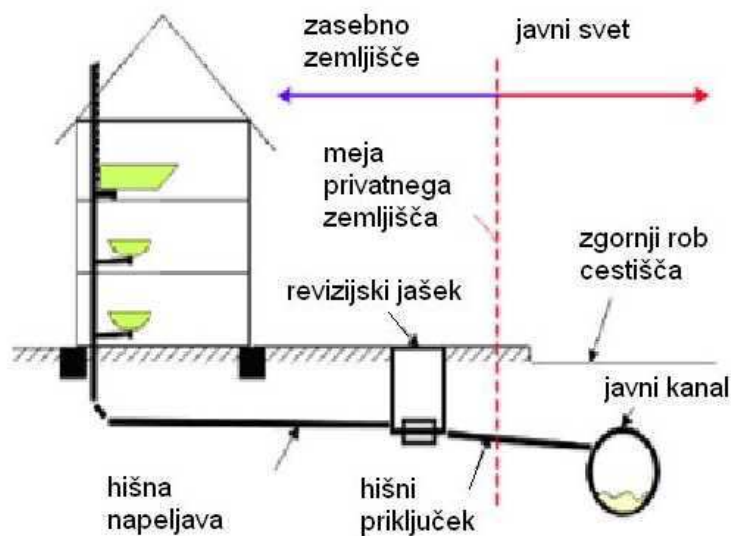
Neločljivi del kanalizacijskega sistema so tudi **kanalizacijski priključki**. Kot primer navedimo zahtevo v Odloku o odvajanju in čiščenju komunalne in padavinske odpadne vode (Ur.list.RS št. 14/06) – MOL, da na stroške lastnika priključka upravljavec redno kontrolira stanje interne kanalizacije in kanalizacijskega priključka do vstopa v stavbo. To je vsekakor pravi korak pri upravljanju s kanalizacijskim sistemom kot celoto, ki pa se žal še ne izvaja v praksi.

Ocenjeno je, da hišni priključki predstavljajo približno enako dolžino omrežja, kot sam javni kanalizacijski sistem. Za primer Ljubljane to pomeni dodatnih cca. 1000 km cevovoda, ki ga je potrebno poznati – pregledati in za katerega skrbi zelo razpršena skupina upravljavcev – lastnikov priključkov. Za primerno delovanje kanalizacijskega sistema je potrebno zagotoviti tudi tesnost hišnih priključkov. Hišni kanalizacijski priključek zaradi praktičnih razlogov običajno obnovimo pri zamenjavi obstoječega kanala do prvega revizijskega jaška za parcelno mejo.

Specifika hišnih priključkov glede na javni kanalizacijski sistem:

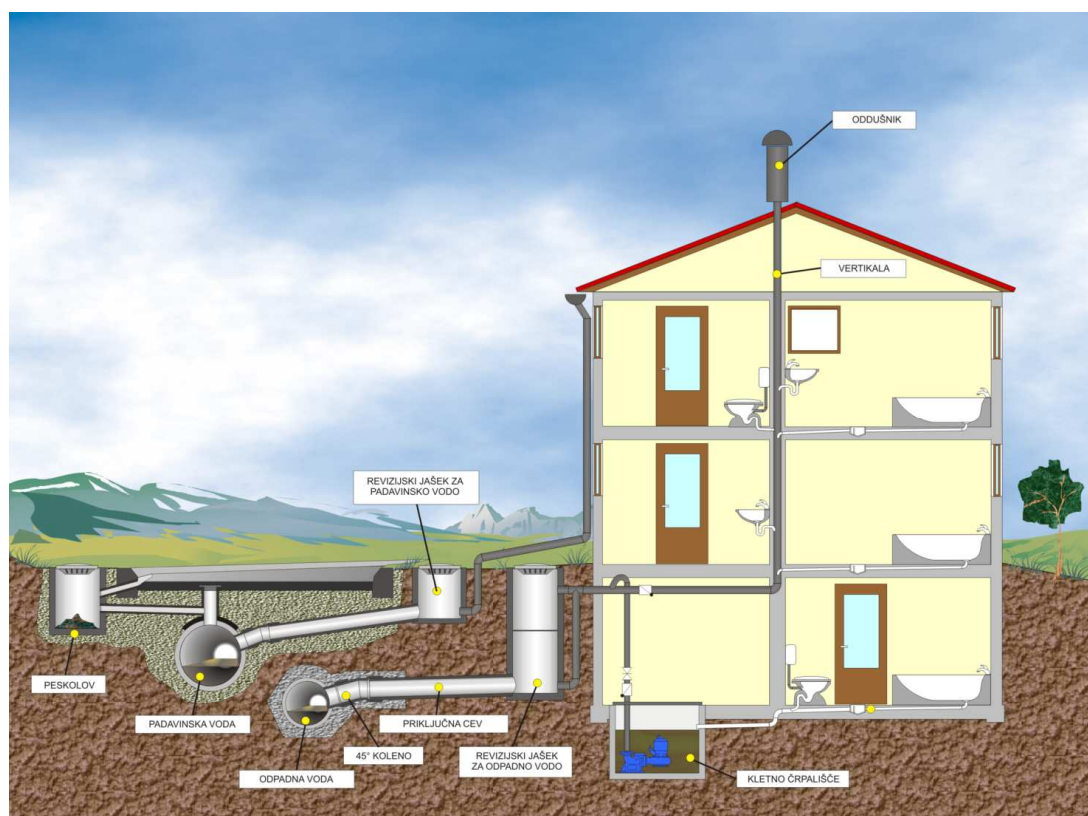
- So na privatnem zemljišču in v privatnem upravljanju,
- Dostop je otežkočen, potrebno je soglasje lastnika,
- Potek in lega priključka običajno ni poznana (starejši priključki) – ni vrisana v kataster,
- Ogled s TV kamero je zahteven, potrebna posebna oprema,
- Ni predpisane regulative za vzdrževanje in rehabilitacijo priključkov,
- Relativno majhen vpliv netesnosti cevovoda na okolje za stanovanjske objekte, drugače pa je za industrijske in obrtniške priključke,
- Ne izvaja se še pregled stanja, čeprav je sedaj to zahtevano z odlokom,
- Velika verjetnost napačnih priključkov (tudi namernih),
- Z obnovo javnega kanala se obnovi le del hišnega priključka do prvega revizijskega jaška za parcelno mejo, ki pa ga pri starejših gradnjah sploh ni, oz. je nedostopen,
- Posledično je velik delež hišnih priključkov netesen – ocena 40 – 80 % netesnih hišnih kanalizacijskih priključkov (Wirtsch 2005).

Razmejitev hišnega priključka in javnega kanalizacijskega sistema je določena z občinskim odlokom in prikazana na sliki 9.



Slika 9: Shema razmejitve hišnega priključka in javnega kanalizacijskega sistema

Fig. 9: Boundary line between sewer connection and public sewer system



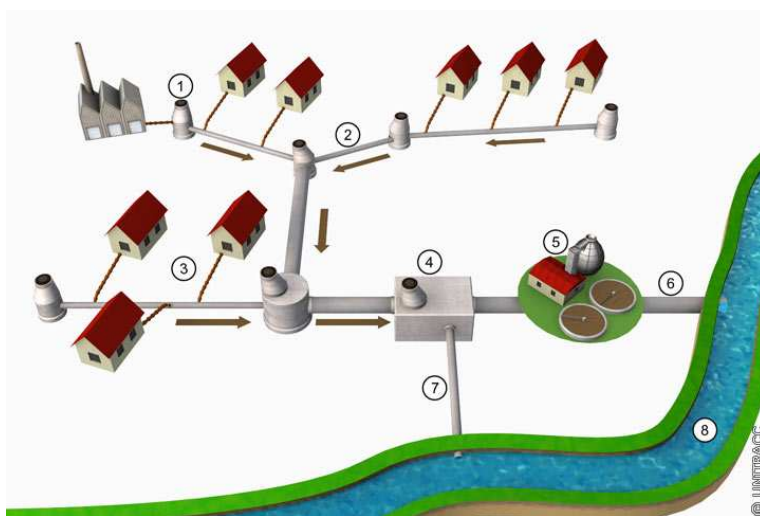
Slika 10: Hišna kanalizacija za ločen kanalizacijski sistem

Fig. 10: House sewer canalization for separated sewer system

Hišno kanalizacijo (slika 10) lahko običajno na javni kanalizacijski sistem priključujemo v skladu s pravilniki, ki dovoljujejo priključevanje odpadne vode s stavb gravitacijsko, če leži hišna napeljava nad koto terena, oz. preko hišnega črpališča za vse nižje ležeče dele stavb. Različna odpadna voda se priključuje na ustrezno javno kanalizacijsko omrežje, izvaja se ponikanje čistih padavinskih voda, kjer je to mogoče.

2.2.3.2 – Javni kanalizacijski sistem - omrežje

Kanalizacijski sistem lahko stopi v polno funkcijo šele takrat, ko vse zbrane odpadne komunalne vode odvedemo s kraja nastanka do mesta, kjer jih očistimo in »predamo« v vodni krog očiščene do te mere, da omogočajo vključitev v obsegu, ki ga naravni vodotok zmore s svojo samočistilno funkcijo absorbirati. Tam, kjer je možno čiste padavinske vode (s streh, nadstreškov, teras...) ponikati, se jih ponika in tako bogati podtalnica, vse ostale onesnažene padavinske vode se odvede v odvodnik.



Privzeta slika2: Shema mešanega kanalizacijskega omrežja (Stein, 2003)
Adopted Fig. 2: Mixed sewer system (Stein, 2003)

Kanalizacijske sisteme sestavljajo (zgornja slika):

- omrežje (primarno – 2, 6, 7; sekundarno; interno),
- objekti na omrežju (revizijski jaški - 1, kaskadni jaški, umirjevalni jaški, drče, cestni požiralniki, peskolovi, lovilci lahkih tekočin, lovilci maščob in olja, črpališča, razbremenilniki - 4, združitevni objekti, zadrževalni bazeni),
- čistilna naprava -5,
- naprave za prenos podatkov in nadzor obratovanja (telemetrijske postaje, nadzorni centri, upravljavci),

- kanalizacijski priključki -3.
- vodotok – odvodnik -8.

Javni kanalizacijski sistemi bi morali biti ocenjevani in analizirani kot celota, upoštevajoč vse dele sistema. Zaradi kompleksnosti sistema ne obstaja le ena najboljša rešitev, zato je potreben sistematičen pristop, dolgoročno planiranje in načrtovanje investicij in finančnih tokov. Pri tem naj bi upoštevali stroške, koristi in tveganje, ki v posameznem sklopu nastajajo. Ob običajnem postopku CBA (Cost Benefit Analysis) bi bilo modro upoštevati tudi analizo tveganja, ki bi zagotovo izkazovala drugačne vrednosti neto sedanjih stroškov, če bi upoštevali tudi socialne in ekološke vidike delovanja kanalizacijskega sistema. Ekstremna primera bi lahko opisali kot varianta z velikim rizikom in nizkimi stroški, in varianta z malim tveganjem in velikimi stroški izvedbe. Obstajajo dileme – ali naj se najprej dogradi čistilna naprava ali obnovi dotrajano kanalizacijsko omrežje ali zadrževalni bazeni ob obstoječem kanalu itd. Za vse takšne kompleksne primerjave, je potrebno poznati vrednosti spremenljivk, ki v njih nastopajo.

V magistrski nalogi se bom omejil le na kanalizacijsko omrežje in hišne priključke ter enostavne objekte kanalizacijskega omrežja. Predmet podrobnejše obdelave magistrske naloge je še ožji – faza rehabilitacije kanalizacijskega omrežja. Vsi večji objekti in naprave s strojno opremo so predmet objektov na kanalizacijskem omrežju in so zaradi svoje specifičnosti grajeni in vzdrževani po drugačnih kriterijih kot kanalizacijsko omrežje in niso predmet obravnave.

2.2.4 Načrtovanje kanalizacijskega sistema

Kanalizacijska mreža mora biti projektirana in zgrajena tako, da zagotavlja optimalen odvod komunalne odpadne in padavinske vode ob minimalnih stroških izgradnje, vzdrževanja in obratovanja v celotni življenjski dobi kanala. Te podatke moramo poznati tudi v času obnove sistema – izhodiščni podatki in nastale spremembe, ki pogojujejo nujnost obnove glede na funkcijo kanala in eventualne posledice njegovega nedelovanja. Pri oceni stanja kanalizacije strokovnjak z izkušnjami in znanjem omejeno upošteva vse v nadaljevanju naštetе dejavnike ob pomoči primerno pripravljenih in urejenih podatkov. Seveda pri takšnih ocenah prihaja do subjektivnih sodb in napak, ki pa se jim tudi z računalniško obdelavo podatkov in različnimi metodami optimiranja ne moremo povsem izogniti. Poizkušali bomo navesti čim širši nabor faktorjev, ki pogojujejo delovanje sistema v nadaljevanju pa bomo naredili ožji izbor faktorjev, ki odločilno vplivajo na funkcionalnost kanalizacijskega sistema oz. odločilno

vplivajo na dejansko tveganje, ki ga njihovo neizpolnjevanje predstavlja. Projektantska rešitev določa tudi enostavnost vzdrževanja sistema in možnost obnove, ko bo ta potrebna.

2.2.4.1 Opredelitev cilja in variant (prirejeno po TIDD01, JP VO-KA)

a) Pri načrtovanju in projektiranju kanalizacijskih sistemov je potrebno opredeliti:

- namen in cilj projekta,
- vrsto sistema in način odvoda,
- prispevno območje (na podlagi prostorskih načrtov, predvidenih posegov v prostor, katastra kanalizacije in že izdelanih načrtov kanalizacije),
- količino in kvaliteto odpadne vode glede na poselitev in vrsto dejavnosti,
- način odvoda padavinske vode (ponikanje ali priključitev na javno kanalizacijo),
- opredelitev kritičnega odtoka,
- v primeru variantnih rešitev izdelati ekonomsko primerjavo variant.

b) Osnovni podatki za načrtovanje in projektiranje:

- podatki o obstoječi in/ali predvideni pozidavi,
- podatki o javnih površinah (trase cest, dostopnih poti),
- geodetski posnetek terena in predvidena višinska regulacija,
- podatki o sestavi in koeficientu prepustnosti tal,
- podatki o obstoječih in predvidenih komunalnih vodih

c) Vse projektne rešitve morajo biti izdelane tako, da je zagotovljeno:

- ustrezna hidravlična prevodnost,
- ustrezen padec na vseh odsekih, tako da je preprečeno usedanje trdnih delcev,
- predpisani odmiki od objektov in ostalih komunalnih vodov,
- dostopnost za pregledovanje, čiščenje in vzdrževanje kanalov, objektov in naprav s strojno opremo brez povzročitve škode,
- varnost obratovanja

d) Načrtovanje kanalizacijskih sistemov:

Pri zasnovi in izbiri kanalizacijskega sistema se upošteva:

- vrsto obstoječega kanalizacijskega sistema,

- način odvoda padavinske vode obstoječih objektov,
- vrsto in sestavo temeljnih tal,
- topografijo terena,
- lokacijo čistilne naprave.

e) Z geotehničnimi raziskavami je potrebno pridobiti kolikor mogoče natančne podatke o:

- nevarnosti zdrsnin,
- pričakovanih naknadnih posedkih,
- gibanju finih delcev (izpiranju),
- nabrekanju v glinenih slojih,
- toku in gladini podtalnice,
- vplivnem območju bližnjih objektov in cest,
- možnost gradnje z alternativnimi vrstami gradnje,
- temeljenju kanalov in objektov,
- možnostih uporabe vrste cevi,
- možnostih uporabe posteljice cevi,
- agresivni zemljini ali podtalnici.

Trase kanalov je potrebno načrtovati tako, da omogočajo varno, preprosto in gospodarno obratovanje in vzdrževanje ob nizkih stroških.

Pri izbiri tras kanalov in lokacij objektov se upošteva potek prometnih poti, topografske značilnosti, dostopnost s strojno opremo, lastnosti tal, prostorski red in urbanistične načrte, omejitve zaradi varstva kulturne in naravne dediščine, obstoječo pozidavo, zemljiško-lastniške razmere itd.

Izogibati se je potrebno območjem z nestabilnim in problematičnimi tlemi (plazovita pobočja, območja večjih posedanj, rečna obrežja, poplavna območja). Zaradi ekonomske učinkovitosti je smiselno koordinirano načrtovanje in sočasna izvedba komunalne infrastrukture (vodovod, kanalizacija, plin, elektrika, daljinsko ogrevanje, telekomunikacije).

Tako načrtovano kanalizacijsko omrežje omogoča dolgoročno delovanje sistema kot celote in njegovo minimalno potrebno popraviljanje do prenehanja funkcionalnega delovanja – izkazane potrebe po obnovi.

V pričujočem magistrskem delu bomo obravnavali le načrtovanje obnove kanalizacijskega omrežja skupaj z revizijskimi jaški in hišnimi priključki, objekti na omrežju, kot so razbremenilniki, zadrževalni bazeni, črpališča, čistilne naprave pa bodo pri tem upoštevani zgolj kot funkcionalna celota, ki se načrtuje in obnavlja v skladu s strategijo obnove objektov na kanalizacijskem omrežju.

2.2.5 Določitev pogojev vgradnje

Pri izboru primerne materiala za cevi in ostale dele kanalizacije je potrebno upoštevati veliko število različnih tehničnih, kemičnih, gospodarskih, okoljevarstvenih, higienskih in drugih odločitvenih parametrov, ki pogojujejo tveganje za nastanek poškodbe oz. Potencialne škode. Pri analizi pogojev vgradnje je potrebno upoštevati celotno projektirano življenjsko dobo kanala. Pogoji vgradnje so:

- hidravlična primernost
- pričakovana zunanja in notranja obremenitev
- krajevno pogojeni pogoji gradnje v zemljini
- korozijska obremenitev okoliške zemljine
- kemični in abrazijski vplivi odpadne vode
- urbanistična urejenost in ekološka zaščitenost okolja
- že uporabljeni materiali in izvedbena praksa
- enostavnost vgradnje in zanesljivost spojev
- enostavnost vzdrževanja in življenjska doba
- propustnost cevi in spojev

Različni cevni materiali in njihove specifične lastnosti določajo primernost za uporabo pri različnih pogojih vgradnje. Nevarnost nastanka poškodbe je večja, če izbrani material cevi ne ustreza zahtevam pod danimi obremenitvami. Nove izvedbe tesnjenja in izdelave, dodatne zunanje in notranje zaščite ter nove tehnike vgradnje omogočajo vedno širšo uporabo nekoč na ozko področje uporabnosti omejenih cevni materialov. Izbira cevne materiala je podrobneje obdelana v točki 2.4.3.

Za vse vrste kanalizacije se zahteva **vodotesnost** kanalizacije po standardu EN 1610, tako za mešani sistem kot za meteorne in sanitarne kanale pri ločenem kanalizacijskem sistemu.

Ker predstavlja sam cevni material le manjši del stroškov celotne investicije izgradnje kanalizacije, je potrebno pri načrtovanju upoštevati predvsem celotne stroške izgradnje in **življenjsko dobo** cevi. Minimalna zahtevana življenjska doba kanala znaša 50 let.

Velik pomen ima **nadzor** nad izvedbo gradnje in preizkus vodotesnosti. Stroški sprotnega nadzora so veliko manjši kot stroški sanacije do katere pride zaradi nepravilno izvedene vgradnje (materiali, prevezave, utrditev terena, pravilnost izvedbe...).

Pogoji vgradnje pogojujejo tudi obnašanje cevi in vplivajo na življenjsko dobo cevovoda. Opredelimo jih kot:

Splošni pogoji vgradnje:

- Gradnja v zemljišču s prometno obtežbo in brez prometne obtežbe,
- Stabilnost brežin izkopa – groba delitev na nosilna tla in na nenosilna tla,
- Nivo podtalnice - visoka podtalnica, nizka podtalnica,
- Poplavna območja - v poplavnem območju, izven poplavnega območja,
- Lega glede na varstvena območja virov pitne vode - v zaščitenem območju (katere vodovarstveno območje), v nezaščitenem območju,

Pogoji vgradnje glede na cevovod in vrsto odpadne vode:

Kanalizacija je lahko izvedena kot:

- mešan sistem
- odpadna komunalna kanalizacija
- odpadna padavinska kanalizacija

Vrsta kanalizacije (onesnaženost komunalne vode):

- Za odvod odpadne komunalne (gospodinjska, kmetijska, industrijska) vode
- Odvod odpadne padavinske vode
- Odvod industrijske vode

Način transporta po ceveh

- težnostna kanalizacija

- tlačna kanalizacija
- podtlačna kanalizacija

Izvedba posteljice in zasipa

- premer cevi
- material cevi
- material, debelina in zbitost posameznih plasti
- zasipni material - zbitost in granulacija
- obtežba in porušna trdnost na temenski pritisk (obbetoniranje, izvedba ...)
- mejna višina kritja (izvedba polaganja cevi in vrsta materiala)

Tehnični pogoji:

- hidravlika (koeficient hrapavosti)
- statična nosilnost
- vodotesnost (cevi in spojev)
- odpornost na udarce (krhkost)

Investicijsko tehnični pogoji

- cena/m cevi
- cena/m vgradnje
- enostavnost izvedbe
- **življenjska doba**

2.2.4 Fizikalno-tehnične karakteristike cevni materialov

Specifične lastnosti različnih cevni materialov med seboj niso primerljive in se preizkušajo po standardih točno določenih za vsak material posebej. Naštete so osnovne fizikalno-tehnične predpostavke:

- posamezne cevne materiale lahko razdelimo na toge in fleksibilne. Za toge cevi je merodajna maksimalna temenska trdnost T_p , za fleksibilne cevi pa maksimalna dopustna deformacija. Ta delitev izhaja iz fizikalnih principov vgradnje. Pri fleksibilnih ceveh nosi del obremenitve okoliški material (deformacija cevi), zato je tu posebno pomemben način in kvaliteta vgradnje - zbitost posteljice in zbitost materiala ob straneh cevi,

- življenjska doba cevi je odvisna od mehanske in kemične obremenitve - torej tudi od vrste kanalizacije in od obremenitve zemljišča v katerega je položena,
- hidravlična primernost je odvisna od gladkosti notranje površine ta pa posredno od trdote (Shore), natezne trdnosti, abrazijske in oksidacijske odpornosti, staranja materiala in kemične odpornosti materiala cevi,
- dovoljena globina vkopa se manjša z večanjem premera cevi,
- dovoljeni in primerni načini čiščenja so odvisni od cevne materiala,
- cena cevne materiala predstavlja 3-40% cene celotne izvedbe vgradnje - odvisno od izbranega materiala in pogojev vgradnje.

Pri slabo nosilnih tleh predpostavljamo, da je mogoča izvedba klasične gravitacijske kanalizacije le na do trdne osnove pilotirani armiranobetonski nosilni konstrukciji, ki je za vse cevne materiale enaka (barje), oz. alternativna izvedba v podtlačni ali tlačni izvedbi kanalizacije.

2.2.5 Kontrola kakovosti

Kontrola kakovosti vgrajenega materiala in same vgradnje je najpomembnejši faktor za dobro delovanje kanalizacijskega omrežja. Tu ugotavljamo investicijske prihranke v času uporabe kanala – življenjska doba kanala je močno odvisna od kvalitete oz. pravilnosti vgradnje cevi v zemljinu. Glavne prednosti so:

- manjši dodatni stroški (sanacije),
- boljše varovanje človeka in naravnega okolja (podtalnica),
- visoka varnost odvodnjavanja in dolga življenjska doba sistema.

Vse strožji naravovarstveni predpisi in zahteve po ekonomičnosti bodo zahtevali spremembe tudi na področju vzdrževanja javne kanalizacije. Kanalske cevi iz različnih materialov so izdelane po ustreznih standardih, ki pa ne določajo tudi optimalnega delovanja v različnih pogojih vgradnje. Različna združenja izdelovalcev posameznih cevne materialov (v tujini) postavljajo dodatne zahteve tako glede vodoneprepustnosti, tesnjenja, kakovost izdelave itd. ki močno presegajo standarde. Tako preprečujejo nelojalno konkurenco in varujejo uporabnike ter izboljšujejo celotno raven kakovosti izdelkov. Cevovodi, ki bodo v danih pogojih gradnje in delovanje izkazovali najdaljšo življenjsko dobo brez poškodb in z minimalnimi stroški popravil in vzdrževanja, bodo za investitorje in upravljavce ustrežnejši.

2.2.6 Stroški izgradnje kanalizacije

Stroške izgradnje kanalizacije lahko določimo računsko, veliko bolj natančen pa je obračun dejanskih stroškov izgradnje, ki jih dobimo po končni bilanci stroškov izgradnje posameznega kanalskega odseka. Pri tem ne moremo neposredno primerjati stroškov med posameznimi odseki, temveč moramo upoštevati vplivne faktorje, ki najbolj vplivajo na dejansko ceno izgradnje.

Stroške izgradnje kanalizacije moramo poznati, da lahko med seboj primerjamo stroške popravil, obnove in stroške rehabilitacije posameznih odsekov in določimo ekonomsko upravičenost posega oz. optimiramo ohranjanje sistema.

Stroški izgradnje kanalizacije so v največji meri odvisni od naslednjih faktorjev: in vplivni faktorji na višino teh stroškov so podrobneje razloženi in prikazani v poglavju 4.4.

2.3 Širši okvir - upravljanje kanalizacijskih sistemov

Kanalizacijski sistem je le eden od komunalnih sistemov, ki se umeščajo v prostor komunalno opremljenega zemljišča, oz. urbano urejenega okolja mesta ali naselja. Od vse komunalne infrastrukture je prav kanalizacijski sistem prostorsko najzahtevnejši. Kanali so najgloblja in največja javna komunalna infrastruktura, ki je s svojimi spremljevalnimi objekti, kot so razbremenilniki in zadrževalnimi bazeni vezani na okoliške vodotoke (vezana posoda) in ima neposreden vpliv na vodno okolje, tako količinsko kot kakovostno. Kanalizacijsko omrežje je potrebno zgraditi, in nato vzdrževati. Potrebna finančna sredstva namenjena izgradnji novega kanalizacijskega omrežja in sredstva potrebna za vzdrževanje obstoječega in novozgrajenega kanalizacijskega omrežja morajo biti zagotovljena ločeno (amortizacija), kot je tudi predpisano z zakonodajo. Vendar ja vedno lažje zagotoviti začetni kapital za izgradnjo nujno potrebne komunalne infrastrukture, za njegovo vzdrževanje pa običajno zmanjka denarja in volje ali pa se celo za obnovo namensko zbrana sredstva amortizacije porabljajo za druge namene – kot je izgradnja čistilnih naprav in drugih objektov načeloma vsaj povezanih s kanalizacijskim omrežjem, saj se slabšanje sistema kot celote izkazuje zelo počasi in sistem prenese precejšnje zadolževanje na račun prihodnjih rodov. Še slabše je, če se predvidena sredstva za ohranjanje substance – vrednosti kanala - sploh ne odvajajo (amortizacija – kot je sedaj slučaj za odpadno padavinsko vodo v MOL).

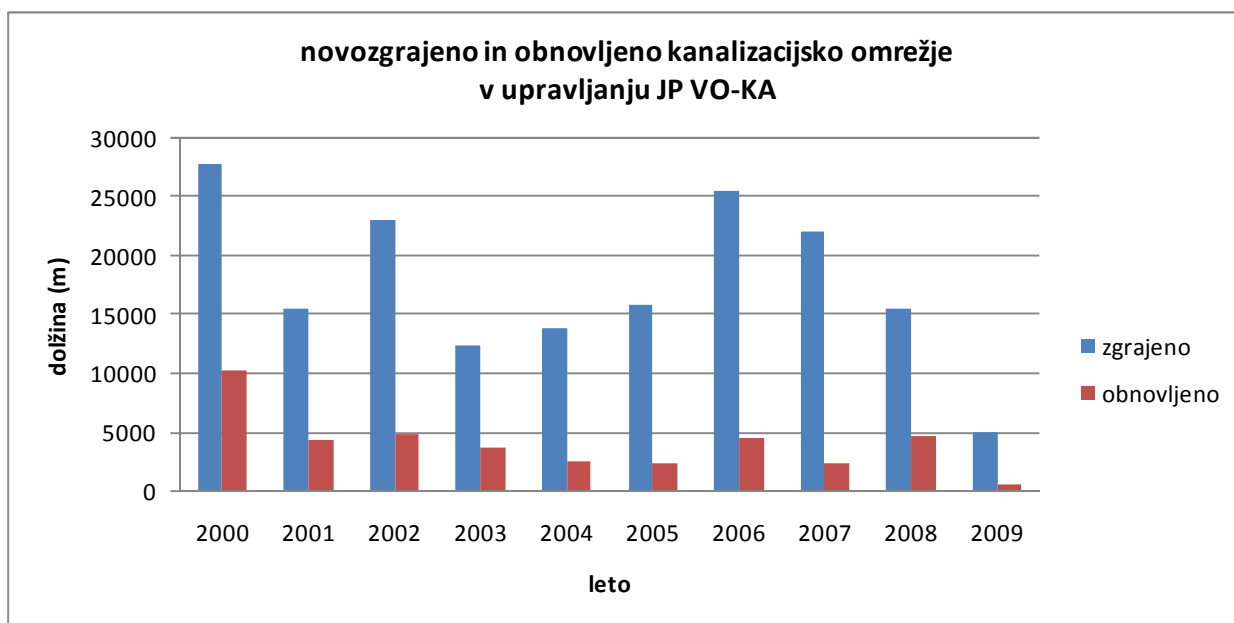
Prihodki upravljavca, oz. lastnika omrežja so določeni s količino prodane pitne vode in ceno odvedene vode.

Povprečno ceno odvedene vode, ki znaša 0,83 EUR/m³ (dec. 2008), sestavljajo naslednji obračunski deleži:

- 29 % cene je plačilo odvajanja odpadne vode,
- 63 % cene je plačilo čiščenja odpadne vode,
- 8 % cene je plačilo DDV.

Iz diagrama izvedenih investicij v JP VO-KA v obdobju 2000-2006 (grafikon 1) lahko vidimo, da je v zadnjih letih odstotek obnovljenih kanalov znašal pod 5‰ (5 promilov) celotnega obstoječega kanalizacijskega omrežja. Če bi upoštevali stopnjo obnove kot oceno pričakovane življenjske dobe kanala vidimo, da bi morala biti predvidena življenjska doba vsaj 220 let. Dejanska ocenjena življenjska doba kanalov iz betonskih cevi vgrajenih po letu 1960 je od 45 do 65 let. Odstotek obnovljene kanalizacije ne omogoča ohranjanja vrednosti (substanc) kanalizacijskega omrežja v prihodnosti.

Premajhen obseg obnove je posledica prenizkih cen za odvod odpadne vode, ki so regulirane s strani države in nekaterih drugih vzrokov.



Grafikon 1: Primerjava obsega izvedenih investicij novozgrajenega kanalizacijskega omrežja in obnovljenega obstoječega kanalizacijskega omrežja v MOL do leta 2009.

Graph 1: Comparison between new building and rehabilitation of Ljubljana sewer system

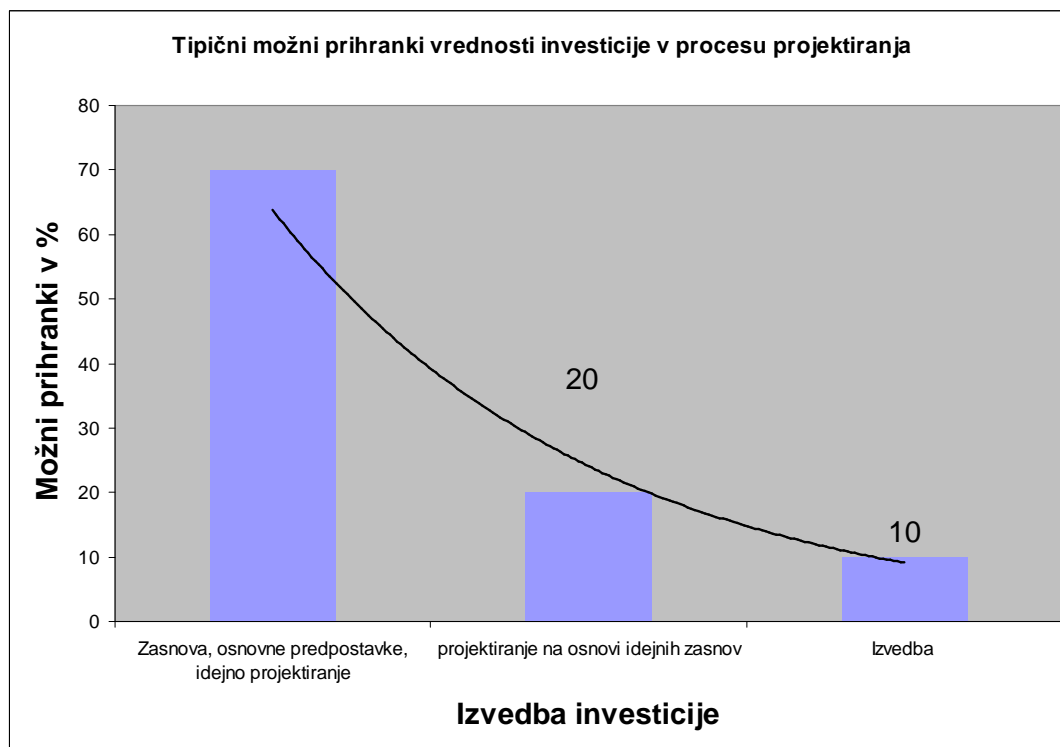
Z vlaganjem v izgradnjo novega kanalizacijskega omrežja, kar je delno posledica operativnega programa opremljanja s kanalizacijo in delno pozidave novih večjih območij ter njihovega komunalnega opremljanja se povečuje tudi obseg potrebnega vzdrževanja kanalizacijskega omrežja.

Ureditev formalnih odnosov z ustanoviteljem in lokalnimi skupnostmi je vitalnega pomena za uspešno izvajanje strategij poslovne politike podjetja. Ne glede na to, ali bo podjetje tudi v bodočnosti izvajalo obvezni gospodarski javni službi v obliki javnega podjetja ali pa se bodo te dejavnosti izvajale v katerikoli drugačni obliki, katere predvideva ZGJS (IV. točka), bo nujno izdelati strokovne podlage izvajanja komunalnih dejavnosti.

Pri obnovi obstoječega kanalizacijskega omrežja je potrebno upoštevati dejstvo, da je najdražje obnavljati kanalski odsek, ki ga v resnici še ni potrebno obnoviti (napačna izbira, obnova zaradi drugih vzrokov..). Zato je toliko bolj pomembno določiti prioritete obnove kanalskih odsekov in določiti vrsto in metodo obnove, da bo obnovljeni kanal dolgoročno in ekonomsko optimalno služil svojemu namenu. Koliko je mogoče vplivati na dejanske prihranke pri investiciji v obnovo kanalizacije je prikazano na grafikonu na strani 36.

Največjo možnost vplivanja na dejanske skupne končne stroške investicije in celotne stroške, ki se pojavijo v času delovanja kanala imamo v fazi planiranja in zasnove. Projektant je zavezan, da pri projektiranju primerja možne variante (npr. klasični izkop, izgradnja brez izkopa...) izvedbe projekta in jih oceni tako glede tehnične primernosti, kot glede na celotne stroške izvedbe in vzdrževanja v predvideni življenjski dobi kanala. Enako velja za uporabo dobre prakse in najboljših tehničnih rešitev, ki so trenutno poznane na trgu.

Ker je začetna faza projektiranja in določanja prioritet obnove bistvenega pomena za ekonomičnost poslovanja upravljavca je potrebno definirati stopnje dopustnega tveganja in način upravljanja s tveganjem.



Privzeti grafikon 1: Tipični možni prihranki vrednosti investicije v procesu izvajanja investicije (Milošev, 2005)

Adopted Graph 1: Possible savings during the investment (Milošev, 2005)

Ker je začetna faza projektiranja in določanja prioritete obnove bistvenega pomena za ekonomičnost poslovanja upravljavca je potrebno definirati stopnje dopustnega tveganja in način upravljanja s tveganjem.

Pri tem imam v mislih preventivno delovanje z namenom preprečitve škode in neželenih dogodkov. Odločitve o obnovi namreč sprejemamo na podlagi dveh med seboj povezanih vidikov (podrobneje opisano v točki 2.5.4 in 2.5.5):

- Na osnovi ugotovljene okvare, in iz poznavanja verjetnosti nastopa poškodbe na osnovi analize preteklih dogodkov
- Na osnovi preventive, s katero znižujemo stroške vzdrževanja, tako z vidika frekvence pojavljanja okvar (pogostost, vrsta, stroškovni prag..), kot z vidika zagotavljanja nemotenega delovanja omrežja in nastanka neželenih dogodkov.

Podatke o stanju sistema dobimo s pregledom cevovodov. Zbrane podatke nato uporabimo in analiziramo z namenom vzdrževanja, sanacije in obnove omrežja.

Za uspešno upravljanje s kanalizacijskim omrežjem je potrebno določiti okvire delovanja in želeno stanje omrežja.

Najprej je potrebno izdelati strokovna izhodišča in jasno opredeliti in določiti:

- natančen obseg aktivnosti oziroma javnih pooblastil, ki jih mora podjetje opraviti v okviru izvajanja obveznih lokalnih gospodarskih javnih služb,
- finančne vire za izvajanje dogovorjenih aktivnosti,
- standarde oskrbe porabnikov komunalnih storitev za posamezna oskrbna območja,
- normativne okvire izvajanja komunalnih dejavnosti,
- izhodiščne upravičene lastne cene za obračun porabe komunalnih storitev in
- določiti druge vire financiranja dejavnosti vodooskrbe ter odvajanja in čiščenja komunalnih odpadnih voda.

Vrednost infrastrukture kanalizacijskega sistema za odvajanja odpadne komunalne vode in odpadne padavinske vode je v sedanjem sistemu vrednotenja ocenjeno za MOL na cca 220 mio EUR. Ohranjanje vrednosti substance za celotno omrežje je pomemben vidik upravljanja z omrežjem.

Za zagotavljanje teh osnovnih zahtev je potrebno pravilno izvajati aktivnosti v vseh petih korakih življenjskega kroga kanalizacijskega odseka – analiza stanja, načrtovanje, izgradnja, vzdrževanje in končno tudi zamenjava - obnova.

Strategija dolgoročnega načrtovanja stanja sistema je ciljna naloga podjetja, in je določena kot končni rezultat v postopku načrtovanja:

Namen takšne strategije je običajno:

- Znižati stroške obratovanja sistema
- Zvišati nivo zanesljivosti in varnosti
- Maksimalno povečati vrednosti premoženja (asset)
- Izogniti se poškodbam, infiltraciji in eksfiltraciji vode v in iz sistema

Da lahko te cilje dosežemo, je potrebno poznati stanje, potrebe in načine za realizacijo potrebnih korakov. V pomoč so lahko naslednja vprašanja, ki so običajna v podjetniškem svetu kjer se upravljanja s premoženjem:

- Kakšen je naš kanalizacijski sistem? (podatki o sistemu, GIS, preveritev na terenu)
- Kolikšna je njegova vrednost? (vrednost objektov in kanala, zmanjševanje vrednosti, amortizacija..),
- Kakšno je stanje sistema? (pregled s TV kamero, pregled stanja kanalizacije, ocene stanja glede na podatke iz prve točke, hidravlično modeliranje..),
- Kaj moramo narediti? (obnova, saniranje, izboljšanje vrednosti sistema, benchmarking...),
- Kdaj na kaj naredimo? (prioritete, plani, investicijski plani),
- Koliko bo to stalo? (ocena izgradnje, operativni in upravljavski stroški..),
- Kako bomo zagotovili potrebna sredstva – financiranje? (prihodki, inflacija, obresti, dolgovi, viri financiranja...).

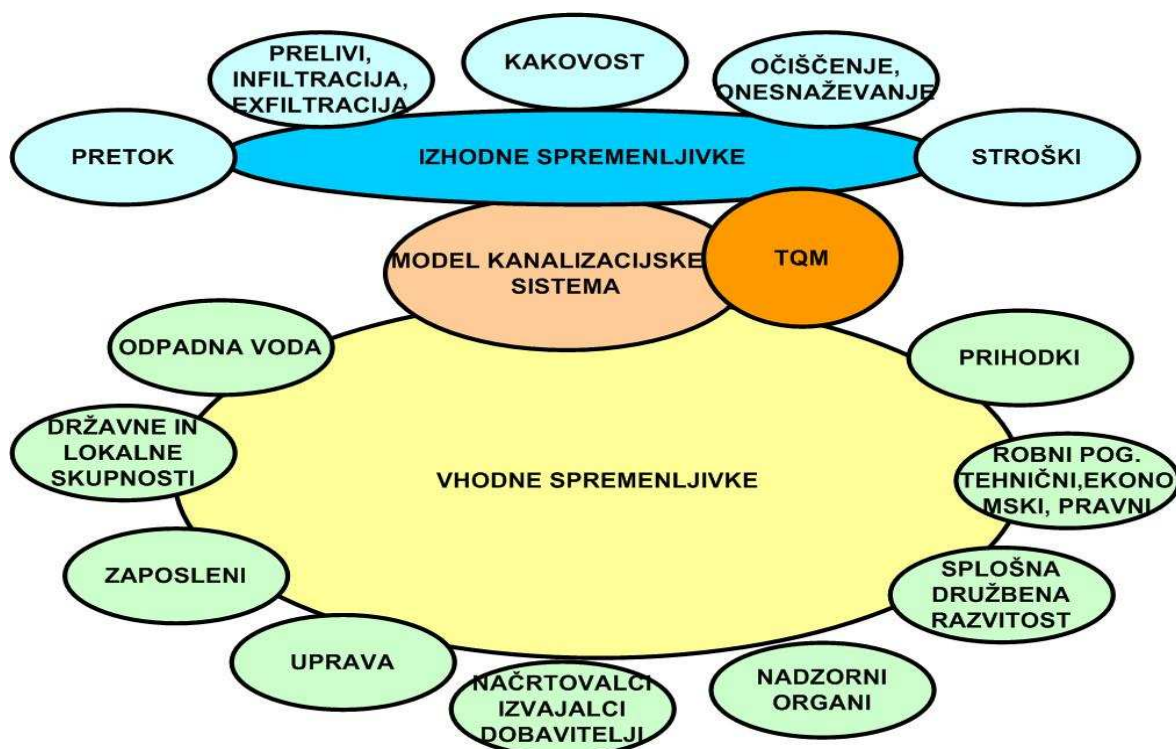
Za uspešno načrtovanje in optimiranje obnove kanalizacijskega omrežja moramo poznati odgovore na vsa zastavljena vprašanja.

Ovisno od vrste kanalizacijskega sistema je potrebno upoštevati predvideno količino dotečene vode in s tem pogojeno hidravlično dimenzioniranje kanalizacije.

Na globalnem trgu onesnaževalcev in porabnikov denarja namenjenega ohranjanju narave – eko denarja, ima tudi kanalizacijsko omrežje kar nekaj tekmecev, ki se borijo za svoj delež »pomembnosti« pri ogrožanju okolja. Dokler kanalski sistem prevaja - odvaja predvidene količine odpadne vode in ne ogroža okolice zaradi morebitne porušitve cevovoda – opravlja svojo sanitarno funkcijo - ostane prednost za okoljsko pogačo, ki je posledica premajhne ozaveščenosti prebivalstva, prenizkega standarda komunalne oskrbe in ekološkega varovanja naravne dediščine itd. na strani ekološko bolj prodornih in promoviranih onesnaževalcev.

Kakšno je z vidika družbe optimalno onesnaženje okolja? Zagotovo lahko zaključimo, da življenje brez onesnaženje ni opcija. S svojim delovanjem in delom in načinom življenja okolje onesnažujemo. Želimo si, da bi bilo onesnaženja čim manj.

Rivalstvo na globalnem trgu porabnikov EKO denarja pa ni edini konkurent namenskem denarju za obnovo kanalizacijskega omrežja. Vsaj ne v ne tako daljni zgodovini načrtovanja delovanja kanalizacijskega omrežja. Zbrana finančna sredstva iz kanalščine so bila namenjena za načrtovane novogradnje, vzdrževanje in amortizacijo omrežja. Vendar cena odvoda onesnažene vode, ki je tako velika dobrina, da mora biti dostopna skoraj vsem ob minimalnih izdatkih ni pokrivala vseh stroškov, ki so bili izkazani za nemoteno delovanje kanalizacijskega sistema. Najlažje je bilo predvideno amortizacijo s katero naj bi se obnavljal dotrajani kanalizacijski sistem pretopiti v denar za novogradnjo, ki je bila veliko bolj urgentna z vidika uporabnikov in prikazov uspešnosti določenih javnih struktur. Porabljena amortizacija v druge namene, ni bila nikoli evidentirana, kot še ne amortizirano omrežje – ampak se je sistem z vsakim takšnim prelivanjem staral brez obnavljanja in tako delal dolg in hipoteko prihodnjim generacijam. Novogradnje – vzdrževanje – obnova – vsaka od teh postavk ima svoj finančni vir, ki se med seboj ne smejo neevidentirano prelivati, vsi prelive pa morajo biti evidentirano poravnani. Kratkoročno so takšni prelive lahko celo koristni, dolgoročno pa morajo biti namsnka sredstva porabljen skladno z namenom..



Slika 11: Osnovne spremenljivke pri upravljanju z javnim kanalizacijskim sistemom
Fig. 11: Main factors in sewer maintenance

Sistem je skupek funkcionalno povezanih elementov, ki so v vzajemni interakciji usmerjeni k uresničitvi cilja. Kanalizacijski sistem je funkcionalna celota, sestavljena iz različnih elementov, kot so: objekti, naprave in omrežje.

Sodobni kanalizacijski sistemi postajajo vse večji in bolj zapleteni z različnimi tipi omrežij (ločeni, mešani, podtlačni, tlačni.), črpališči, čistilnimi napravami, ponikovalnicami, prelivni, zadrževalnimi objekti in tisoči kilometrov omrežja ter stotisoči uporabnikov. Postopki zajema, čiščenja, transporta vode in nadzora nad kanalizacijskimi sistemi zahtevajo interdisciplinaren način upravljanja, zato v njih sodeluje mnogo ozko specializiranih strokovnjakov in podjetij ugotavlja, da bo v prihodnosti upravljanje s kanalizacijskimi sistemi še zahtevnejše zaradi ostrejših zakonodaj, potreb po poznavanju novih tehnologij, informacijskih sistemov, zaščite vodnih virov pred onesnaženji z novimi onesnaževali, novih tehnologij čiščenja vode, večje moči in znanja potrošnikov, hitrih sprememb na področju globalne industrije, novih izzivov socialne politike in rastočih cen vode (Gspan 05).

Upravljanje s kanalizacijskim sistemom je kompleksen proces (slika 11), kar pomeni, da vanj vstopa in izstopa veliko spremenljivk, ki se s časom naglo spreminjajo. Zato ga je težko obvladovati. Slabo upravljanje je posledica dejstva, da vseh procesov ne poznamo dovolj dobro, jih ne znamo ali ne moremo optimizirati po celotnem prostoru rešitev, oz. zato nimamo dovolj razpoložljivih sredstev (Gspan 05).

Pri sprejemanju odločitev o zagotovitvi finančnih sredstev za obnovo obstoječega kanalizacijskega sistema je zato pomembno tudi sklicevanje na zakonske obveze in ohranjanje dobrega stanja omrežja kot »doto« naslednji generaciji uporabnikov. Tako znižujemo tveganje odpovedi sistema in ne izvajamo zadolževanja. Financiranje mora biti seveda primerno (v dovolj visokem znesku) in sistemsko urejeno.

Spremljanje delovanja in načrtovanje obnove omrežja prizadeva **celotno podjetje** tako z vidika pridobivanja potrebnih podatkov kot njihovega vrednotenja in postavljanja kriterijev za določanje prioritete.

Vedno pa morajo predvidene obnove izhajati iz ocene stanja omrežja!

Samo načrtovanje mora biti poleg poznanega stanja kanalizacijskega omrežja - posameznih kanalskih odsekov in obajektov - usklajeno tudi z velikim številom vplivnih faktorjev: zakonodajo, standardi, pravilniki, odloki, poslovnim načrtom, strokovno literaturo, razpoložljivimi denarnimi in drugimi sredstvi, stanjem tehnike, interesi drugih strank...

2.3.1 Pregled aktualne zakonodaje s področja odvajanja odpadne vode

Zakonodaja:

- Zakon o varstvu okolja (ZVO-1-UPB1) (39/06)
- Zakon o vodah (Ur. l. RS št. 67/02)
- Uredba o emisiji snovi in toplote pri odvajanju odpadnih vod v vode in javno kanalizacijo (Uradni list RS, št. 47/05, dop. 45/2007)
- Uredba o spremembah in dopolnitvah Uredbe o emisiji snovi in toplote pri odvajanju odpadnih vod v vode in javno kanalizacijo (Ur.l.RS št. 45/07) + Priloge
- Uredba o emisiji snovi pri odvajanju padavinske vode z javnih cest (Uradni list RS, št. 47/05)
- Uredba o okoljski dajatvi za onesnaževanje okolja zaradi odvajanja odpadnih voda – čistopis (Uradni list RS, št. 123/04, 142/04, 68/05)
- Pravilnik za izvajanje dobre kmetijske prakse pri gnojenju (Uradni list RS, št. 130/04)
- Pravilnik o nalogah, ki se izvajajo v okviru obvezne občinske gospodarske javne službe odvajanja in čiščenja komunalne in padavinske odpadne vode (Ur.l.RS 109/07)
S pravilnikom je podrobno urejena izgradnja kanalizacije, tako časovni okvir gradnje glede na velikost naselij ter občutljivost prostora, oddaljenost objektov, do katere so se le-ti dolžni priključiti na javno kanalizacijo, kot tudi obveze javne službe. Izvajalec javne službe je dolžan vzpostaviti evidenco objektov, ki so priključeni na kanalizacijsko omrežje, objektov, ki imajo lastne male čistilne naprave oz. odvajajo vodo v pretočne ali nepretočne greznice, ter hkrati pripraviti operativni plan odvoza in čiščenja odpadne vode in blata iz pretočnih in nepretočnih greznic ter malih čistilnih naprav, ki niso del javne kanalizacije, na stroške njihovih lastnikov.
- Uredba o oblikovanju cen komunalnih storitev (Ur.l.RS št. 41/08)

- Uredba o vodovarstvenem območju za vodno telo vodonosnika Ljubljanskega polja (Ur.l. RS, št.: 120/04) in spremembe (7/06)
- Občinski odloki o odvajanju odpadnih voda
- Odlok o odvajanju in čiščenju komunalne in padavinske odpadne vode (Ur.list.RS, št. 14/06) – MOL
- Odlok o spremembah in dopolnitvah Odloka o odvajanju in čiščenju komunalne in padavinske odpadne vode (Ur.l.RS št. 59/07)-MOL

V novem odloku je potrebno opozoriti na bistveno spremembo pri odgovornosti za upravljanje hišnih priključkov – kar prinaša veliko še nedorečenih problemov pri sami sanaciji in obnovi kanalizacijskega sistema kot celote.

Po Odloku o odvajanju in čiščenju komunalne in padavinske odpadne vode (Ur. list RS, št. 14/2006) je priključek (odsek od javnega kanala do prvega revizijskega jaška za parcelno mejo oz. zunanje stene stavbe) del internega kanalizacijskega omrežja in v lasti uporabnika, zato ga je le – ta dolžen vzdrževati in sanirati na svoje stroške, v **18. členu** pa obvezuje izvajalca - JP - da na stroške uporabnika priključka redno kontrolira stanje interne kanalizacije in kanalizacijskega priključka do vstopa v stavbo. V praksi to pomeni, da se v času obnove javne kanalizacije obnavlja tudi vse kanalizacijske priključke na stroške lastnikov hišnih priključkov pri čemer mora seveda lastnik priključka skleniti svojo pogodbo z izvajalcem obnove na osnovi njihovega predračuna. Odlok je vsaj začasno povzročil precejšnjo zmedo med uporabniki predvsem z vidika pravočasnega obveščanja o nameravanih obnovah javnega kanalizacijskega omrežja in HP ter s tem povezanimi precejšnjimi stroški, saj so lastniki priključkov običajno slabo obveščeni o novih predpisih in pričakujejo, da bodo tudi njihovi hišni priključki obnovljeni na stroške upravljalca javnega kanala JP VO-KA kot je bila to do sedaj praksa.

Operativni program za odvajanje in čiščenje komunalne odpadne vode izhaja iz Nacionalnega programa varstva okolja na področju politike varstva voda (Ur.list, RS št. :83/99) ter zahteve po izdelavi implementacijskega programa iz 6. člena direktive Sveta ES 91/271/EEC o čiščenju komunalne odpadne vode in je usklajen s skupnimi stališči EU do pogajalskih izhodišč na področju okolja (CONF- SI11/01).

Ker sam operativni program posega neposredno v komunalno opremljanje obstoječih zemljišč – res samo z kanalizacijskim omrežjem, v povezavi z oskrbo s pitno vodo (v skladu s

operativnim programom oskrbe s pitno vodo – ki je v pripravi) pa tudi z vodovodnim omrežjem, je potrebno vse predvidene izgradnje kanalizacijskega in vodovodnega omrežja opredeliti v programih opremljanja ali v ustrezni drugi projektni dokumentaciji.

RS – MOP je pripravil Operativni program odvajanja in čiščenja komunalne odpadne vode. Ta občine zavezuje, da v določenih rokih in po določenih kriterijih poskrbijo za ustrezno odvajanje in čiščenje odpadnih voda na svojem območju. Občine so ali pripravljajo občinske načrte in se pri tem soočajo z nezmožnostjo realizacije tega programa na svojem območju, najprej predvsem s stališča zagotovitve finančnih sredstev. Operativni program sicer ocenjuje stroške in navaja finančne vire, občine pa ob tem ugotavljajo, da bodo ob opremljanju naselij s kanalizacijo soočene z bistveno višjimi zneski, ki jih bodo morale ob tem zagotoviti. Ob izgradnji kanalizacije za komunalne odpadne vode je glede na smotrnost izrabe prostora in racionalizacijo stroškov, treba sočasno poskrbeti tudi za obnovo skoraj praviloma dotrajane obstoječe kanalizacije in vodovodne napeljave, za odvod meteornih voda, obnovo cest z javno razsvetljavo in izgradnjo druge načrtovane javne infrastrukture (običajno še plinovod).

Uveljavitev pravnega reda Evropske unije na področju odvajanja in čiščenja komunalne odpadne vode se nanaša na implementacijo določb direktive Sveta ES 91/271/EGS o čiščenju komunalne odpadne vode ter na podlagi skupnih stališč EU do pogajalskih izhodišč na področju okolja (CONF- SI11/01).

Ne glede na določbe direktive Sveta ES 91/271/EGS in roke za prilagajanje k tej direktivi, ki veljajo za Republiko Slovenijo, pa je treba z ukrepi odvajanja in čiščenja komunalne odpadne vode zagotoviti tudi naslednje obveznosti, ki izhajajo neposredno iz krovne vodne direktive Parlamenta in Sveta ES 2000/60/ES in iz direktiv, ki so združene v njen okvir:

- izpolnjevanje zahtev v zvezi z doseganjem dobrega kemijskega stanja površinskih in podzemnih vodah do leta 2013,
- izpolnjevanje zahtev glede predpisanih standardov kakovosti površinskih in podzemnih voda, če so namenjene oskrbi prebivalstva s pitno vodo,
- preprečevanje pojava evtrofikacije površinskih voda na občutljivih območjih in
- izpolnjevanje zahtev glede okoljskih standardov kakovosti za površinske vode, ki veljajo za kopalne vode.

Ureditev odvajanja in čiščenja komunalne odpadne vode je za Republiko Slovenijo glede na višino potrebnih vlaganj največja okoljska investicija, ki je dolgoročna in za katero je pričakovati, da se ji bodo v obdobju do leta 2013 zastavili novi robni pogoji tako glede rokov izvedbe, predvsem pa glede stopnje varstva, ki jo morajo posamezni ukrepi odvajanja in čiščenja komunalne odpadne vode zagotoviti.

Operativni program odvajanja in čiščenja komunalne odpadne vode je program koordiniranih ukrepov države in lokalnih skupnosti za postopno doseganje ciljev varstva okolja pred obremenjevanjem zaradi nastajanja komunalne odpadne vode, ki je že v izvajanju.

S tem programom so dana izhodišča za normativno razporejanje, tako v času kot kraju, ter smotrno porabo finančnih sredstev, ki so trenutno na voljo za investicije in investicijsko vzdrževanje na področju komunalnega opremljanja za namene odvajanja in čiščenja komunalne odpadne vode.

Poglaviten cilj tega programa je, da se v Republiki Sloveniji izpolnijo zahtevani okoljski cilji, ki so v Evropski uniji harmonizirani na podlagi direktiv v okviru krovne vodne direktive 2000/60/ES, s finančnimi sredstvi, ki v letnem povprečju v obdobju izvajanja tega programa v obdobju od 2005 do 2017 ne bodo presegala višine sredstev, ki so bila v letu 2003 na voljo investicijam in investicijskemu vzdrževanju objektov javne kanalizacije.

S tem operativnim programom so namreč določena območja naselij ali delov naselij, ki morajo biti opremljena z javno kanalizacijo in za katera je treba načrtovati in izvesti investicije ali **investicijsko vzdrževanje objektov javne kanalizacije** v okviru enega in tako v času kot v prostoru enotnega programa opremljanja z objekti javne kanalizacije.

Kot je iz zapisanega možno razbrati, bo za izvedbo operativnega programa poskrbljeno z zagotovitvijo finančnih sredstev in pravnih podlag za izvedbo na terenu, kar bo odpravilo veliko sedaj nerešenih problemov na lokalni ravni zaradi neizdelanih in sprejetih urbanističnih načrtov. V praksi pa bo seveda potrebno veliko dogovarjanja in usklajevanja na lokalni ravni saj bo potrebno urediti mnogo lastniških vprašanj, ki še niso rešena ali so v lasti posameznikov, ki se z načrtovanimi spremembami ne bodo strinjali oz. bodo uveljavljali svoje interese. Prve negativne izkušnje v izvajanju operativnega programa se že kažejo.

Državni zbor Republike Slovenije na seji dne 24.11.2005 sprejel **resolucijo o nacionalnem programu varstva okolja 2005–2012 (ReNPVO)**, ki je osnovni strateški dokument na

področju varstva okolja, katerega cilj je splošno izboljšanje okolja in kakovosti življenja ter varstvo naravnih virov.

Prostorski red Slovenije

V pomoč pri načrtovanju prostora, ki se sedaj zelo stihijsko ureja različno za posamezno lokalno skupnost je **Prostorski red Slovenije** (v nadaljevanju: PRS).

To je prostorski dokument s katerim želi Slovenija uveljaviti sodobne rešitve pri urejanju prostora in zagotavljati določeno raven urejanja prostora. PRS bo podajal zgolj okvirna napotila, osnovne usmeritve, napotke, ki bodo omogočali kakovostne rešitve v konkretnem prostoru. Povečevanje kakovosti bivalnega okolja, uveljavljanje javnega interesa, racionalna raba prostora, zagotavljanje kakovosti okolja, ohranjanje narave, krepitev prostorske identitete, varstvo kulturne dediščine so prednostne usmeritve Politike urejanja prostora in pomembni cilji Strategije prostorskega razvoja Slovenije. PRS mora zato določiti kriterije kakovosti bivalnega okolja, merila za določanje javne koristi, merila za usklajevanje razvojnih potreb in varstvenih zahtev, obvezne vsebine in metodologijo priprave temeljnih strokovnih podlag, minimalne elemente urejanja naselij, infrastrukture in krajine ipd. Izhodišča PRS so predvsem iz prostorskega vidika določiti pravila ki:

- zagotavljajo enotno izvajanje ZUreP-1.
- zagotavljajo minimalno kakovost/urejenost prostora tako, da se uveljavlja javno korist,
- izboljša kakovosti bivanja, racionalno rabo prostora ter ohranjanja prostorske vrednote.
- zagotavljajo spoštovanje enkratnosti vsakega posameznega dela slovenskega prostora.
- prvenstveno obravnavajo zadeve javne koristi ter državnega interesa in pristojnosti, zadeve na lokalni ravni pa v obsegu pristojnosti države na lokalni ravni.
- so zapisane v obliki določil in usmeritev. Pravila v obliki določil so neposredno zavezujoča pri pripravi prostorskih aktov ter načrtovanju in izvajanju prostorskih ureditev in gradnji. Pravila v obliki usmeritev se smiselno upoštevajo glede na posebnosti posameznih prostorskih ureditev in območij.

Druge zakonske obveznosti lokalnih skupnosti

Naloge lokalnih skupnosti in lastništvo javne infrastrukture kot izhajajo iz zakonskih aktov:

Nacionalni program varstva okolja (Ur.list RS, št. 83/99),

Zakon o gospodarskih javnih službah (Ur.list RS, št. 32/93, 127/2006-ZJZP):

- (3.,6. in 7.člen) načini in oblike organiziranja obveznih javnih služb

Zakon o vodah (Ur.list RS, št. 67/02, 110/2002-ZGO-1, 2/2004, 41/2004-ZVO-1, 57/2008)

- (55.člen) vsebina načrta upravljanja z vodami,
- (64.-68.člen) prepovedi in omejitve,
- (74 ,75 in 76 člen) vodovarstvena območja.

Zakon o lokalni samoupravi v 21.členu govori o nalogah lokalne skupnosti na področju varstva okolja.

Zakon o javnih financah opredeljuje Načrte razvojnih programov iz katerih izhajajo tudi načrtovane investicije v komunalno infrastrukturo. Načrti razvojnih programov se pripravljajo za obdobje štirih let.

Zakon o javnih naročilih natančno opredeljuje obveznosti investitorjev za pripravo investicije oziroma pogoje za začetek investicije.

Zakon o urejanju prostora (Ur.list RS, št. 110/02, Ur.l. RS, št. 58/2003-ZZK-1, 33/2007-ZPNačrt) pa v poglavju "Opremljanje zemljišč za gradnjo "(143.-146. člen) opredeljuje obveznosti lokalne skupnosti in posameznih investitorjev iz naziva izgradnje komunalne infrastrukture.

Občina je na podlagi **Zakona o gospodarskih javnih službah** postala lastnica infrastrukturnih objektov in naprav oziroma omrežij in mobilnih sredstev namenjenih za izvajanje gospodarskih javnih služb na lokalni ravni. S prevzemom lastništva je prevzela tudi odgovornost za gospodarjenje s premoženjem, kar pomeni, da je dolžna zagotavljati tudi vire za enostavno reprodukcijo na področju komunalne infrastrukture, za njen razvoj, rekonstrukcije objektov in naprav in nove investicije na tem področju. Da bi občina te svoje pristojnosti lahko izvajala ima organizirane svoje strokovne službe, ustanavlja pa lahko tudi javna podjetja ali podeli koncesijo za opravljanje lokalnih gospodarskih služb. Javna podjetja in koncesionarji, ki izvajajo javne gospodarske službe so torej izvajalci gospodarskih javnih služb, ki imajo nalogo, da skladno z zakonom izvajajo naloge, ki jim jih z odloki zaupa občina – so upravljavci občinskega premoženja.

Lastnik celotnega vodovodnega in kanalizacijskega omrežja za naš konkreten primer je po novem zakonu o javnih gospodarskih službah mesto Ljubljana. Za izvajanje različnih tehničnih, organizacijskih in razvojnih nalog na področju gospodarskih javnih služb je bil ustanovljen leta 1994 Holding mesta Ljubljane. V okviru Holdinga upravljanje z obstoječim

vodovodnim in kanalizacijskim omrežjem v mestu Ljubljana izvaja Javno Podjetje Vodovod - Kanalizacija Ljubljana, ki poleg skrbi za nemoteno oskrbo s pitno in požarno vodo ter za odvod sanitarne in meteorne vode, izvaja tudi za načrtovanje in širitev tako vodovodnega kot kanalizacijskega omrežja.

Komunalna infrastruktura je ena izmed lokalnih zadev javnega pomena in se financira v skladu z zakonom iz prihodkov poslovanja upravljavca komunalne infrastrukture in iz prihodkov proračuna.

Zakon o varstvu okolja (ZVO-1-UPB1) (Ur.l. RS, št. 39/06-ZVO-1-UPB1, 49/06-ZMetD, 66/06-Odl.US, 33/07-ZPNačrt, 57/08-ZFO-1A in 70/08) v nadaljevanju: ZVO) načelno opredeljuje poseg v okolje kot ravnanje ali opustitev ravnanja, ki vpliva na okolje tako, da škoduje človeku ali drugim organizmom, in se nanaša na rabo naravnih dobrin, onesnaževanje okolja, gradnjo, uporabo objektov, dejavnosti, potrošnjo izdelkov ter njihovo dajanje na trg. Povzročitelj obremenitve je definiran kot pravna ali fizična oseba, ki neposredno ali posredno, izključno ali hkrati onesnažuje okolje, rabi naravne dobrine ali povzroča tveganje za okolje ali povzroči okoljsko nesrečo ali okoljsko škodo. V 26. členu opredeljuje oskrbo prebivalstva s pitno vodo kot obvezno lokalno gospodarsko javno službo, odvajanje in čiščenje komunalne in padavinske odpadne vode pa kot obvezne občinske gospodarske javne službe varstva okolja (149. Člen). Način opravljanja in druge z opravljanjem gospodarskih javnih služb povezane zadeve ureja **Zakon o gospodarskih javnih službah** (Uradni list RS, št. 32/93, 127/2006-ZJZP, v nadaljevanju: ZGJS). Določitev vodovarstvenih območij, potrebnih za oskrbo prebivalstva s pitno vodo in način pridobitve pravice za rabo vode za oskrbo s pitno vodo (vodno dovoljenje) pa ureja **Zakon o vodah** (Uradni list RS, št. 67/02, v nadaljevanju: ZV-1).

Urejanje odvajanje odpadne komunalne in padavinske vode je opredeljeno v **Pravilniku o nalogah, ki se izvajajo v okviru obvezne občinske gospodarske javne službe odvajanja in čiščenja komunalne in padavinske odpadne vode** (Ur.l.RS 109/07).

Ta pravilnik določa zahteve odvajanja in čiščenja komunalne in padavinske vode, ki morajo biti izpolnjene pri opravljanju storitev obvezne lokalne javne službe odvajanja in čiščenja komunalne odpadne in padavinske vode.

Pomembna sta člena 4 in 7, ki eksplicitno nalagata obveznost opremljanja zemljišč z javnim kanalizacijskim omrežjem:

4. člen

Naselje ali del naselja, v katerem je letna obremenitev zaradi nastajanja komunalne odpadne vode, preračunana na 1 ha zemeljske površine, večja od 20 PE, mora biti opremljeno z javno kanalizacijo za odvajanje komunalne odpadne vode, če celotna obremenitev, ki tam nastaja, presega 50 PE.

Na vodovarstvenem območju ali na občutljivem območju mora biti naselje ali del naselja, v katerem je letna obremenitev zaradi nastajanja komunalne odpadne vode, preračunana na 1 ha zemeljske površine, večja od 10 PE, opremljeno z javno kanalizacijo za odvajanje komunalne odpadne vode, če celotna obremenitev, ki tam nastaja, presega 50 PE.

7. člen

Komunalno in tehnološko odpadno vodo iz posameznega dela naselja, ki je opremljeno z javno kanalizacijo, je treba odvajati v primarno omrežje naselja, če:

- je letna obremenitev odvedene komunalne in tehnološke odpadne vode, preračunana na 1 m dolžine kanalskega voda, ki ga je treba zagotoviti za odvajanje odpadne vode iz posameznega dela naselja v primarno omrežje naselja, večja od 0,1 PE, ali

- je dolžina kanalskega voda, ki ga je treba zagotoviti zaradi čiščenja komunalne in tehnološke odpadne vode v komunalni ali skupni čistilni napravi posameznega dela naselja, večja od dolžine kanalskega voda, ki ga je treba zagotoviti za odvajanje komunalne in tehnološke odpadne vode iz posameznega dela naselja v primarno omrežje naselja.

Če se komunalna in tehnološka odpadna voda iz posameznega dela naselja ne odvaja v primarno omrežje naselja, se mora čistiti v komunalni ali skupni čistilni napravi, ki je namenjena čiščenju odpadne vode tega območja.

Pri tem bi poudarili samo še to, da je potrebno pri vseh odpadnih vodah upoštevati tudi **uredbo o emisiji snovi in toplote pri odvajanju odpadnih voda iz virov onesnaževanja**, ki določa zahtevano predhodno stopnjo očiščenosti odpadne vode pred priključitvijo na javno kanalizacijo. To je pomembno predvsem z vidika samočiščenja v KS in čiščenja dospele odpadne vode na čistilnih napravah, ki lahko delujejo le v omejenih količinah dotečene vode in njene onesnaženosti kot tudi z vidika potencialne nevarnosti eksfiltracije v okoliški teren pri netesnem kanalizacijskem sistemu. Pravilno je tudi, da se prekomerno onesnažene vode

očistijo na mestu nastanka onesnaženja in se za nedovoljene snovi, ki so strupene za okolje oz. kvarno vplivajo na kanalski cevovod zaradi svoje kemične ali abrazivne narave poskrbi na za to primeren in varen način.

Pri tem niso izvzeta gospodinjstva, ki lahko veliko prispevajo k boljšemu delovanju kanalizacije tako, da v kanalski sistem ne odmetavajo stvari, ki tja ne sodijo kot npr. vate, palčke za čiščenje ušes, las (problemi s strojno opremo) in odpadnih olj, kemikalij, strupov in drugi škodljiv snovi. Čiščenje odpadnih voda namreč sloni na biorazgradnji, torej na živih organizmih, ki jih naveden nečistoče lahko uničijo.

Navajam še pomembnejše projekte, ki so bili izvedeni na temo upravljanja in delovanja kanalizacijskih sistemov v EU. Rezultati in poročila so javno dostopna na spletnih straneh. Zaključki raziskav in meritev na terenu so bili velik vir informacij tudi za to magistrsko delo.

CARE – S Computer Aided REhabilitation of Sewer Networks - EU raziskovalni projekt ima namen prispevati k trajnostnemu upravljanju in kvaliteti voda. Obravnava vse vrste in dimenzije kanalizacijskih sistemov. Obsega problematiko tako glede staranja, strukturnih napak, infiltracije in eksfiltracije, hidravlike in nepretočnosti zaradi nepravilnosti v kanalu. Poleg tega obdeluje tudi onesnaževanje vodotokov in podtalnice, probleme delovanja čistilnih naprav in ne nazadnje stroške delovanja sistema.

Glavni cilj projekta je razviti programska računalniška orodja, ki bi omogočala upravljanje sistema (vzdrževanje in rehabilitacijo) na ekonomsko optimalen način ob zagotavljanju nemotene delovanja sistema in zagotavljanju vseh zahtev glede človeka, okolja, zdravja in ekonomije.

Glavni problemi upravljavcev, ki naj bi bili rešeni z načrtovanim orodjem so:

- Obdržati komunalne in padavinske odpadne vode kot vir vod za ponovno uporabo,
- Zmanjšati infiltracijo čiste vode v sistem in njen slab vpliv na delovanje ČN,
- Zmanjšati onesnaževanje lokalnih vodnih sprejemnikov, kot vseh vodotokov in podtalnice,
- Preprečitev preplavitev objektov in prometnih poti,
- Preprečitev porušitev objektov, ki vplivajo na delovanje sistema in prometa,
- Preprečitev onesnaženja vodovodnega sistema

(ta projekt ima skoraj enake cilje in naloge kot pričujoča magistrska naloga, vendar je projekt po mojem mnenju zašel v preveč znanstveno široko in zakomplicirano zasnovo, tako da obljubljenih

orodij, ki so bila tako in tako pobrana od drugih izvajalcev iz vseh vetrov, še vedno ni izdelanih in možno vsaj testirati)

APUSS (Assessing infiltration and exfiltration on the Performance of Urban Sewer Systems – ocena vplivov eksfiltracije in infiltracija na učinkovitost delovanja javnih kanalizacijskih sistemov)

Raziskovalni projekt, ki je bil izveden v sklopu EU financiranih projektov je potekal v letih 2001 – 2004. Projekt je poizkušal odgovoriti na vsa vprašanja povezana z infiltracijo in eksfiltracijo kanalizacijskih sistemov. Razdeljen je bil v tri glavna delovanja področja: razvoj novih metod za izvajanje meritev in analiziranje oz. določitev točnosti teh, 2. uporaba modelov in računalniških programov za integracijo vseh polj raziskave vključujoč ekonomske vidike in operativno izvajanje na terenu, 3. določitev PI –jev preverjenih na modelnih študijah. Elaborati in poročila so javno dostopna na internetu.

AISUWRS (Assessing and Improving the Sustainability of Urban Water Resources and Systems – Ocenitev in izboljšanje trajnostnega/ celostnega delovanja) Ta Evropsko Avstralski projekt - je razvojno raziskovalni projekt modeliranja onesnaženja podzemne vode na območjih mest s pomočjo GIS-a in programov za modeliranje. To naj bi omogočilo mestom oceniti vpliv, ki ga imajo netesni kanalizacijski sistemi na podzemno vodo in posredno določiti (ne)varnost obstoječih zalog podzemne vode pred onesnaženjem. Izdelan model odločanja bo omogočal celostno najboljše upravljanje s komunalno infrastrukturo z namenom minimiranja onesnaženja zalog pitne vode.

COST C18 – projekt Evropske znanstvene fundacije: Ocena učinkovitosti mestnih upravljavcev infrastrukture: oskrba z vodo in odvodom onesnažene vode.

Glavni namen delovanja je povečati ozaveščenost in znanje upravljavcev komunalne infrastrukture pri uporabi učinkovitih, znanstveno trdnih in dobro zasnovanih metod za odločanje, ki izhajajo iz uporabe PI-jev - indikatorjev učinkovitosti.

COST C19 - projekt Evropske znanstvene fundacije: proaktivno upravljanje z javno infrastrukturo. Glavni namen projekta je poiskati in definirati trenutne pomanjkljivosti in ranljivosti komunalnih omrežij in njihovo delovanje v primerih različnih kriznih situacijah. Določiti želijo postopke za njihovo odpravo in zmanjšanje tveganja za njihov nastanek in posledice, ki iz njih izhajajo.

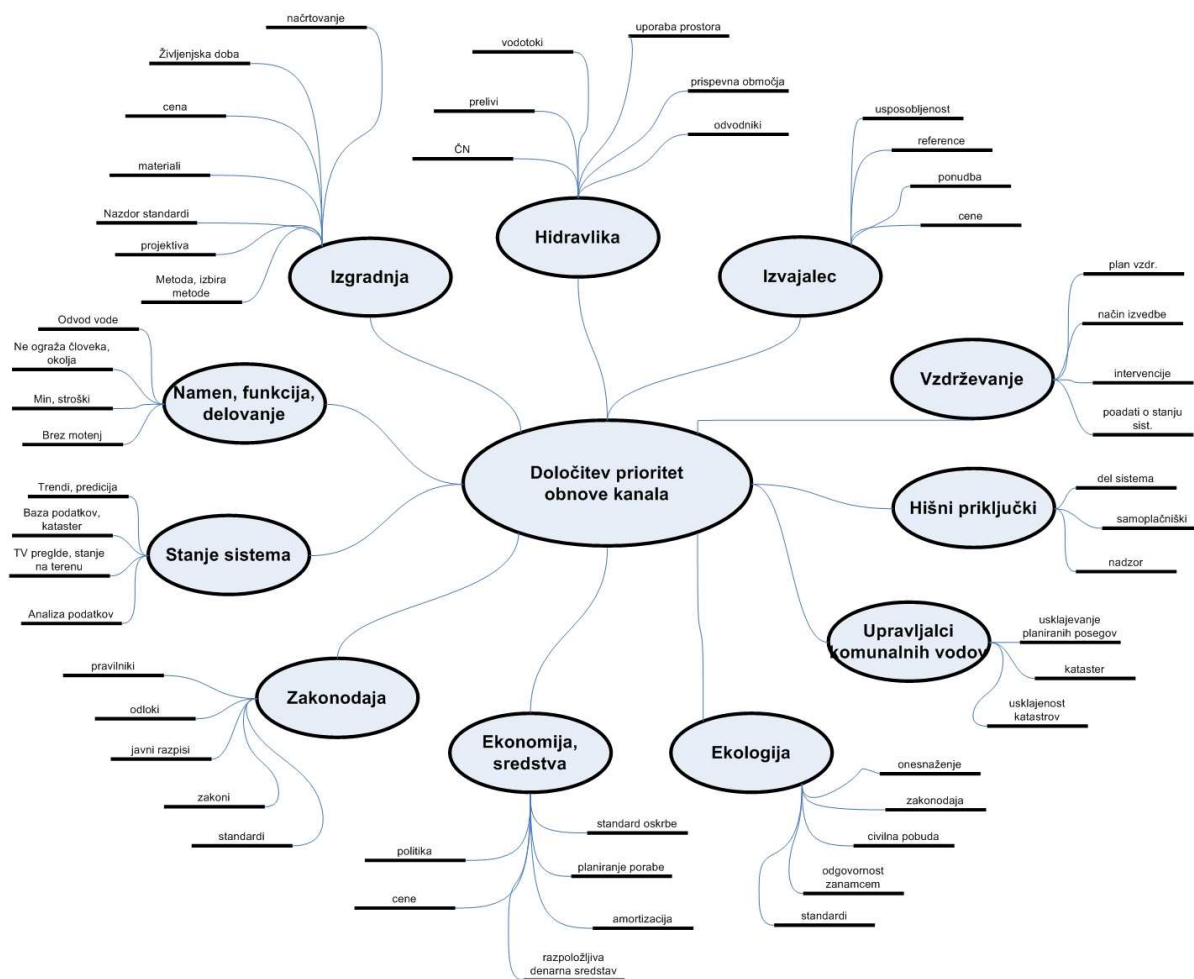
URBEM - Cilj mednarodnega projekta URBEM (Urban River Basin Enhancement Methods) ki ga financira Evropska komisija v okviru 5. okvirnega programa za implementacijo WFD (Directive 2000 / 60 / EC), je razvoj orodij, ki bi pripomogla k hitrejšemu in učinkovitejšemu načrtovanju rehabilitacijskih posegov na urbanih vodotokih z upoštevanjem antropogeno spremenjene dinamike fluviomorfoloških procesov.

IWA – International water association je združenje poklicnih strokovnjakov s področja znanosti, raziskav, tehnologije in prakse pri upravljanju z vodo in odpadno vodo. Preko 10.000 članov in 400 podjetij iz 130 držav sodeluje pri različnih projektih, s poudarkom na oskrbi s pitno vodo. Redno izhajanje publikacij, strokovne literature in izobraževalnih srečanj ter kongresov prinašajo vedno najnovejše in preizkušene rešitve ali pobude za vse, ki imajo opravka z vodo.

2.3.2 Različni pogledi na upravljanje

Na upravljanje s kanalizacijskimi sistemi vplivajo nenehni zunanji pritiski: zakonodaja, politika, regulativa, okoljske agencije, ekološka gibanja, potrošniki, lastniki in notranji pritiski: korporacijska politika, zahteve po izboljšanju učinkovitosti vloženih sredstev, zmanjšanju fiksnih stroškov, izboljšanju delovnih razmer itd. Upravljanje otežujejo različni pogledi na odločanje (slika 12):

- tehnični vidik (analitični pristop, linearni ali nelinearni modeli, določanje optimalnih rešitev),
- organizacijski vidik (vodstvo, odnosi med oddelki, zaposleni, izkoriščenost zmogljivosti, uspešnost poslovanja),
- osebni vidik (subjektivni interesi: varnost zaposlitve, pridobivanje veljave in materialnih ugodnosti),
- politični vidik (splošne moralne vrednote in prevladujoči pogledi v družbi)
- lokalni, državni, naravovarstveni, socialni, društveni... vidiki.



Slika 12: Različni pogoji, zahteve in interesi, ki pogojujejo obnovo kanalizacije
 Fig. 12: Different conditions, demands and interests influencing sewer rehabilitation

Zakonodajalec se v 6. členu Zakona o varstvu okolja zaveda navzkrižja interesov pri upravljanju z vodo, zato spodbuja načelo sodelovanja pri sprejemanju politik, strategij, programov, planov in načrtov, ki se nanašajo na varstvo okolja med državo, občino, povzročitelji obremenitve, izvajalci storitev obveznih občinskih gospodarskih javnih služb varstva okolja (ZVO-1, Ur. l. RS št. 41/2004) in javnosti. Pri podjetjih, ki se ukvarjajo z dejavnostjo oskrbe z vodo, je v ospredju javni, lahko tudi zasebni interes (odvisno od oblike organiziranosti). Na področju varovanja in gospodarjenja z vodnimi viri prevladuje državni interes (ZVO-1 Ur. l. RS št. 41/2004, ZV Ur. l. RS št. 67/2002, 110/2002, 2/2004, ZON 56/1999, 31/2000, 110/2002, 119/2002, 22/2003, 41/2004), pri upravljanju s prostorom in obvezami zagotavljanja oskrbe s pitno vodo prevladuje občinski interes (ZGJS Ur. l. RS št. 32/1993, 30/1998, ZGO-1 Ur. l. RS št. 110/2002, 55/2003, 97/2003, 47/2004, 102/2004), kar

pogosto pripelje do različnih pritiskov in zahtev, ki so lahko lokalne ali politične narave, plod strateških nacionalnih interesov, kritik in želja javnosti ali določenih interesnih skupin. Večje so razlike interesov, težje je upravljanje s sistemom. Gspan (2005) povzema, da je upravljanje z vodo uspešno le, če se vse skupine, ki si delijo isti vodni vir, zavedajo, da so del ekosistema in se njihovi interesi pri upravljanju upoštevajo in tudi uresničujejo.

Zaradi različnih pogledov in interesov so odločitve večinoma plod kompromisov. Vse naštetu zahteva od upravljavcev kanalizacijskih sistemov načrtovanje procesov, hitro prilagajanje spremembam, izboljševanje procesov, merjenje učinkov in učinkovito porabo razpoložljivih sredstev. Zato lahko kot poglobitve probleme trajnostnega razvoja vodovodnih sistemov opredelimo:

- iskanje in zagotavljanje primernih načinov financiranja za vlaganja v komunalno infrastrukturo in obnovo sistemov,
- vzpostavitev sodelovanja in razumevanja med strokovnimi- (odgovornimi za vodne vire, gospodarjenje z zemljišči, komunalno politiko...), socialnimi-, ekonomskimi- in političnimi sistemi,
- okoljsko izobraževanje in ozaveščanje ljudi o vodi kot omejeni naravni dobrini.

Različne strategije rehabilitacije kanalizacijskega omrežja:

- Ohranjanje vrednosti premoženja (Substanzwertstrategie),
- Strategija stanja omrežja,
- Minimalni riziko,
- Strategija območij,
- Strategija večih strank,
- Strategija gašenja požarov,
- Funkcionalno usmerjena strategija,

(Dwa – m 143-14, str26– verschiedene Sanierungsstrategien).

Za trajnostno uravnateženo (sustainable) delovanje sistema kot celote se danes poslužujemo kombinacije različnih strategij in tako omogočamo sinergetične učinke in optimalno delovanje, ki je prirejeno posameznim specifičnim možnostim (Milojevic 2008).

2.3.3 Upravljanje s kanalizacijskim sistemom kot poslovni proces

Dobro in napredno upravljanje komunalne infrastrukture (v nadaljevanju KI) nam prinese veliko koristi:

- Izboljšan nadzor in zanesljivost dela in same infrastrukture,
- Povečane usluge in zadovoljstvo strank,
- Boljše obvladovanje tveganja,
- Izboljšano finančno učinkovitost in stanje,
- Celovitejše in bolj dolgoročno uporabne odločitve,
- Boljšo operativno učinkovitost,
- Trajno okoljsko naravnost – ekološko,
- Verjetnost sinergetskih učinkov.

Ključni elementi upravljanja z infrastrukturo so naslednji:

- Celovit pristop ob upoštevanju celotnega življenjskega cikla,
- Dolgoročno stroškovno učinkovite upravljavske strategije,
- Zagotavljanje in izvajanje natančno določenih nivojev oskrbe in nadzorovanje izvajanja,
- Zdržna poraba razpoložljivih sredstev,
- Upravljanje s tveganjem nastanka nesreče oz. poškodbe (minimiranje tveganja),
- Stalno izboljševanje upravljanja,

Koraki, ki nam omogočajo izvedbo pa so naslednji:

- Poznavanje infrastrukture, osebja, znanja in sredstev,
- Določiti prioritete za upravljanje – določitev ciljev in kritičnih postavk,
- Izdelati plan upravljanja,
- Plan upravljanja uporabiti in izvesti,
- Pregledati in oceniti uspešnost plana upravljanja s KI.

Ko so osnovni koraki in principi določeni se začne reševanje in določanje podkorakov na operativni ravni, kot na primer:

Nivo oskrbe stranke – kako bo stranka oskrbovana – primer: maksimalno dopustno število prelivanj v kletne prostore v primeru 10 letnega naliva za hišne priključke zgrajene pred letom 1978, ki nimajo vgrajenega žabjega poklopa – 1 primer na leto

Tehnični nivo oskrbe (je lahko predpisan tudi samo z zakoni in predpisi, ali pa z internimi standardi, ki so višji) – primer: kako bo naše podjetje izvajalo oskrbo: pregled s TV kamero obstoječega kanal se izvede za vsak hišni priključek, ki leži na varovanem območju vodnega vira vsaj vsakih 15 let, preizkus vodotesnosti pa po 30 letih delovanja.

Pri izvajanju službe po v naprej definiranih pravilih in stopnji oskrbe je potrebno tesno sodelovanje z predstavniki stranke – uporabniki storitev – to je z mestno upravo na vseh nivojih in pri vseh korakih izvajanja javne službe, saj so v končni fazi prav nepoznavanje problematike in pomanjkljive informacij vzrok za neprimerne ali neoptimalne odločitve političnih teles, ki se odločajo na osnovi ekonomije in trenutnih populističnih učinkov in ne celovito dolgoročno v dobro vseh prebivalcev mesta.

V podjetju pa je potrebno poleg upravljanja z samim kanalskim sistemom in objekti upoštevati tudi druge oblike »kapitala« s pomočjo katerega lahko uspešno in strokovno ter učinkovito delamo - PAS 55 – (Woodhouse 2007):

- Človeški kapital kadri in kadrovanje– znanje, delo, izkušnje, ideje – motivacija, komunikacija, vloge in odgovornosti, vodenje, timsko delo...,
- Informacijski kapital – baze podatkov, cilji, naloge, zakonodaja, učinki dela, rezultati, aktivnosti, stroški, priložnosti...,
- Drugi kapital: ugled, prepoznavnost, morala, zadržki, socialni vpliv,
- Finančni kapital – stroški življenjskega cikla, kriteriji investiranja, stroški obratovanja, cene storitev, popravila...

Prav človeški kapital je glavna gonilna sila učinkovitega upravljanja. Običajno so v prav pri komunalni upravi ti viri zelo zapostavljeni in neizkoriščeni. Večina praktičnih rešitev za delovanje in upravljanje prihaja iz vrst delavcev na nivoju operative, ker imajo ti najbolj stik z realnim stanjem, vsi višji nivoji pa so običajno že zelo vpreženi v birokracijo (privzeta slika 3).



Privzeta slika 3: Obrnjena piramida - zadolžitve in inovacije prihajajo iz baze (Woodhouse, 2007, str. 5)

Adopted Fig. 3: Inverting the pyramid (Woodhouse, 2007, str. 5)

Razmik med sedanjo prakso in zmogljivostjo ter tisto potrebno, da izkoristiš največ in najboljše kar delavci znajo in zmorejo je zelo velika. Že samo na področju motivacije lahko enostavne stvari, kot na primer zavedanje koliko stroškov povzroča nedelovanje stroja, ali kako bodo uporabljeni podatki, ki se zbirajo, spremenijo učinkovitost, zainteresiranost, inovativnost in delovno vnemo operaterjev in tehnikov (gornja slika). Učni program na fakultetah običajno obsega le 10-15% dejansko potrebnega znanja na delovnem mestu običajnega inženirja, opozarja Woodhouse, (2007).

V realnem okolju javnih podjetij običajno ni določenega nosilca naloge upravitelja premoženja. To delo opravlja običajno nekdo, ki mu je to delo dodeljeno kot sezonsko opravilo v manjših podjetjih pa »deklica za vse«. Ker je odnos do celostnega pristopa k rehabilitaciji omrežja takšen (kljub prepričanju nekaterih, da se veliko vlaga v načrtovanje obnove) tudi rezultati ne morejo biti optimalni.

Pri upravljanju z infrastrukturo lahko sredstva s katerimi delamo razdelimo v tri sklope glede na to, kakšen je naš vpliv na ta sredstva oz. kako bodo uporabljena:

Prvi sklop, na katerega ne moremo veliko vplivati (danost), **je pa prisoten ali potreben za delo** (Maurer, 2007):

- Voda in odpadna voda,
- energija (zunanji dobavitelji),
- konstrukcijski materiali, potrošni material, delovna sredstva,
- zemljišča in podzemlje.

Velik vpliv imamo na:

- priključke,
- denar (stranke),
- znanje (izučeni delavci, smernice, postopki, svetovalci).

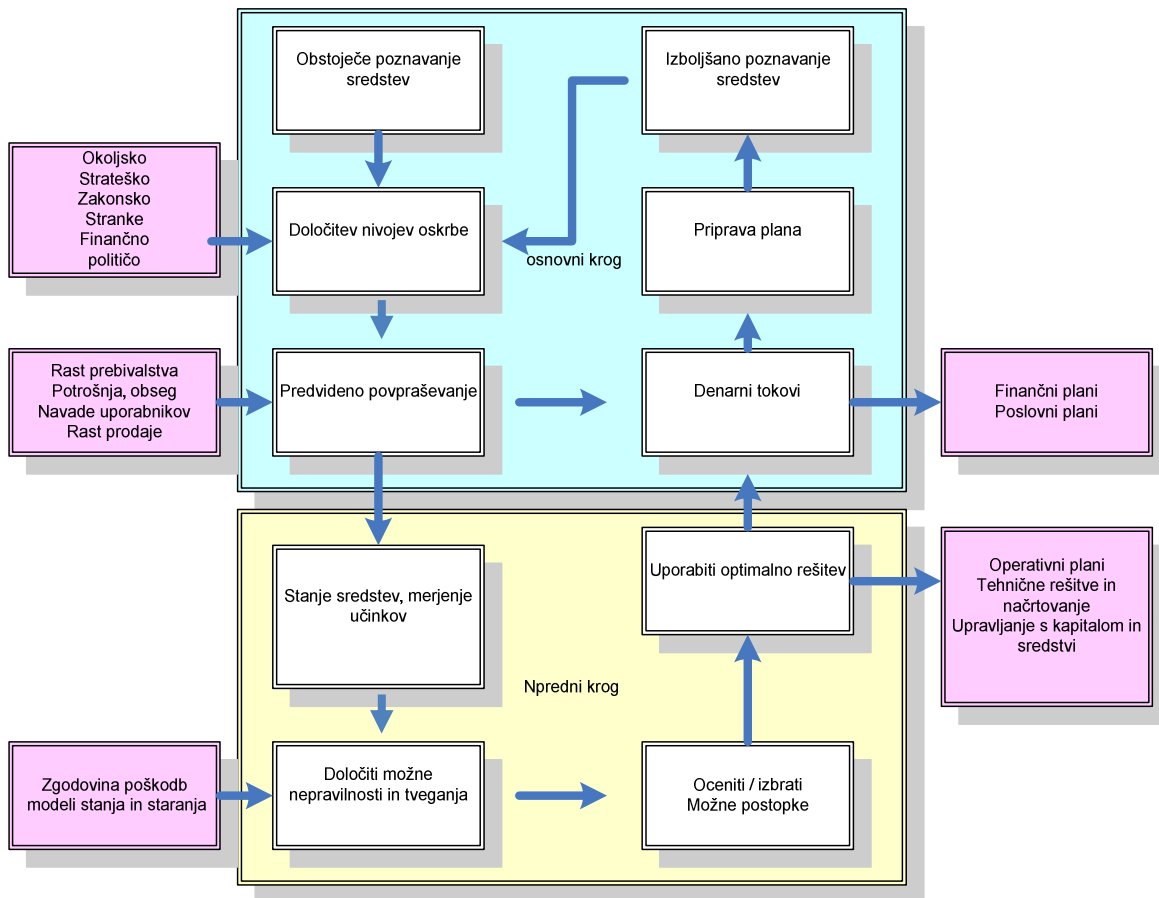
Te pa upravljamo in z njimi delamo – primarna naloga:

- infrastruktura,
- informacije in podatki,
- organizacijska struktura.

Vse vire moramo poznati in z njimi upravljati. Važno pa je, da se glavni poudarek nameni tistim virom, na katere lahko vplivamo in nam prinašajo ob naših vložkih največjo korist.

Krog delovanja podjetja lahko razširimo z izboljšanjem poznavanja sistema in njegovim boljšim upravljanjem. Na spodnji sliki je predstavljena osnovna shema delovanja kot je opisana v PAS-55.

PAS-55 je UK projekt, ki ga izvaja IAM (Institute of Asset Management) in UK nacionalni inštitut za standarde. Razvit je bil prvi javno dostopni sistem določil, celoten optimiran in trajnosten način upravljanja s premoženjem. Sestavljen je iz 21 točk preglednega seznama zahtev. Osnovna shema je predstavljena na sliki na strani 58.



Privzeta Slika 4: Osnovni diagram operacij po sistemu PAS-55 -1:2004, BSI British Standards
Adopted Fig. 4: PAS-55 basic operations diagram according to BSI British Standards

Definicije pojmov pri upravljanju kanalizacijskega sistema:

Gospodarska življenjska doba obstoječega kanala v primerjavi z novim kanalom je omejena z nastankom skupnih stroškov (kapitala, obratovanja, vzdrževanja, stanja –tveganja onesnaženja, okužbe..).

Tehnična (tudi dejanska) življenjska doba kanala je omejena s tehničnimi pogoji oskrbe z vodo. Tehnična življenjska doba je dosežena, ko je kljub zaporednim vzdrževalnim ukrepom možnost uporabe omejena oz. ni več mogoča (Herz, 1987). Tehnična življenjska doba kanala je navadno daljša od gospodarske.

Funkcionalna sposobnost je varen odvod vode brez onesnaževanja okolja, brez hidravličnih prelivanj in ustrezno očiščene vode pred izlivom v sprejemnik.

Nadzor je redni (načrtovan) pregled obratovanja in stanja naprav. Redni nadzor kanalizacijskega omrežja je potreben zaradi higienskih, pravnih, gospodarskih, tehničnih in ekoloških vzrokov. Nadzor je izvajanje ukrepov za ugotavljanje in presojo stanja kanalizacijskega omrežja, kot npr.: vodotesnosti omrežja in objektov, prelivanj, mehanskih poškodb, pravilnega delovanja.

Posege na kanalizacijskem omrežju pa običajno delimo po shemi na sliki 14. Določena območja se medsebojno prekrivajo, lahko bi rekli da gre za mehke cone, saj se uporabljajo enake metode in postopki za rehabilitacijo omrežja. Najenostavnejša ocena, pa izhaja iz zahtevnosti posameznega postopka in njegove obsežnosti.

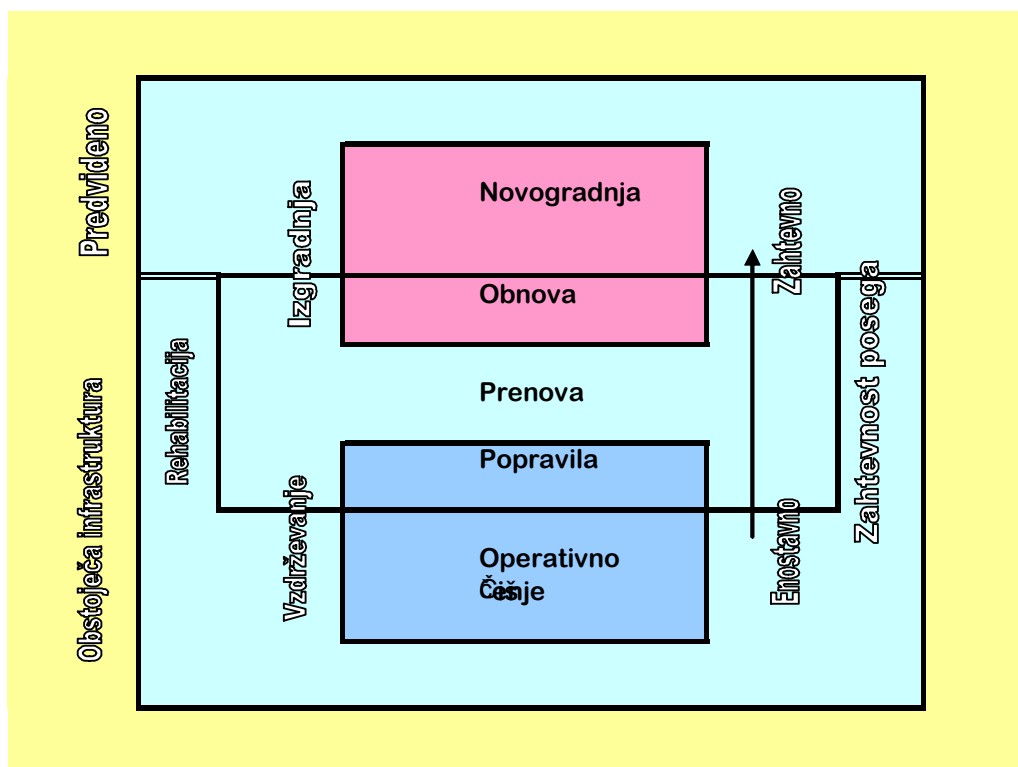
Vzdrževanje je stalno izvajanje ukrepov za ohranjanje funkcionalne sposobnosti oz. zelenega stanja. Vzdrževanje lahko poteka periodično, načrtovano, ali pa je posledica nepričakovanih dogodkov (okvar). Vzdrževanje je zagotavljanje: preglednosti in dostopnosti, prevodnosti, vodotesnosti in funkcionalnosti kanalizacijskega omrežja.

Rehabilitacija so ukrepi (čiščenje, sanacija in obnova) za ohranjanje ali izboljšanje funkcionalnega stanja kanalizacijskega omrežja.

Izgradnja obsega vsa gradbena dela, ki so potrebna za gradnjo novega kanala (novogradnja) ali zamenjavo obstoječega kanala z novim (obnova).

SIST EN 752-5 opredeli rehabilitacijo kot tri možne posege:

- **Popravila** so enkratni ukrepi za odpravo okvar omejeni na lokalno omejeno nevarnost
- **Prenova** je učvrstitev obstoječega voda z nenosilno oblogo ali notranjo cevjo z namenom zagotoviti vodotesnost in podaljšanje tehnične dobe delovanja osnovnega cevovoda
- **Obnova** je nadomestitev obstoječega cevovoda z novim, oz. vzpostavitev v stanje ekvivalentno novemu.



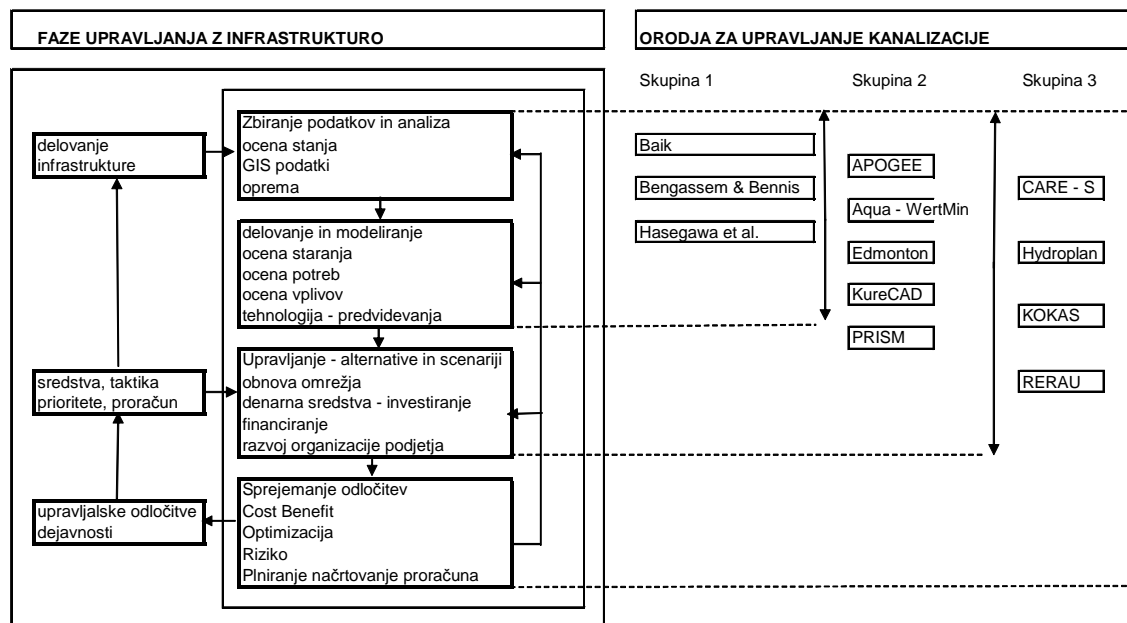
Slika 13: Medsebojne relacije med posegi na kanalizacijskem sistemu - Prirejeno po CARE-S D11.

Fig. 13: Relations between different operations on sewer system

Zavedati se moramo, da so posamezni sklopi del pri izvedbi vzdrževanja, sanacij in obnove kanalizacijskega omrežja med seboj povezani in se lahko tudi prekrivajo – slika 13.

Pri uporabi podatkov in vodenju različnih dejavnosti v okviru upravljanja kanalizacijskega omrežja si pomagamo z različnimi računalniškimi programi, ki omogočajo zajem podatkov, njihovo obdelavo in analizo, določanje kritičnih odsekov, spremljanje stanja odsekov in predvidevanje tehnične sposobnosti v prihodnje, določanje stroškov oz. potrebnih finančnih sredstev za njihovo obnovo itd.

Na sliki 14 je predstavljeno nekaj največ uporabljenih računalniških orodij za upravljanje s kanalizacijskim sistemom. Različni programi omogočajo različen obseg dela, uporabljene so tudi različni modeli in metode analize podatkov.



Slika 14: Nekaj največ uporabljenih računalniških programov za upravljanje s kanalizacijskim sistemom v Evropi in obseg upravljanja, ki ga omogočajo

Fig. 14: Most commonly used computer programs for sewer management and level of management they support

Katere podatke potrebujemo, za kaj jih bomo uporabljali, v kakšni obliki jih moramo zbrati, kako zanesljivi morajo biti viri podatkov - se določi že pri zasnovi baze podatkov, predvsem pa je pomembno, katere podatke želimo imeti oz. uporabiti. Za potrebe vrednotenja stanja obstoječega kanalizacijskega sistema smo uporabili obstoječe baze podatkov, ki smo jih smiselno povezali in ovrednotili. Določili smo potrebne podatke in kriterije za njihovo ovrednotenje.

2.3.4 Informacije in upravljanje podatkov - zasnova baze podatkov in GIS

Geografski informacijski sistem lahko različno definiramo, uporabili bomo splošno definicijo Fischerja in Nijkampa: "GIS je informacijski sistem, ki bazira na uporabi računalniške tehnologije in poizkuša zajeti, spraviti, upravljati, analizirati in prikazati prostorsko določene in z atributi povezane podatke za reševanje kompleksnih raziskovalnih, načrtovalnih in managerskih problemov".

Podobno definira GIS tudi največji izdelovalec GIS računalniških programov - ESRI:

GIS je organizirana zbirka strojne in programske opreme, uporabniških programov, prostorskih geokodiranih podatkov, uporabnikov in ljudi, ki so sposobni zajemati, shranjevati, uporabljati, analizirati in prikazovati vse vrste prostorskih informacij.

Geografski informacijski sistemi (v nadaljevanju GIS) so nastali kot rezultat povezovanja sistemov za računalniško kartografijo in tehnologije sistemov za upravljanje baz podatkov (DBMS). GIS je namenjen predvsem analizi prostorskih podatkov in podpora pri sprejemanju odločitev. Človek pridobi več kot 80 % vseh informacij preko vidnega zaznavanja. To je tudi razlog, zakaj je vizualizacija rezultatov, ki jih dobimo s pomočjo GIS tehnologije, tako pomembna.

Uporaba GIS zahteva, da se pred dejansko uporabo končnega uporabnika vzpostavi velika prostorska baza podatkov, nabavi ustrezna strojna in programska oprema, razvijejo uporabniške aplikacije, se vse instalirane aplikacije integrirajo in testirajo.

Vpeljava GIS v delo organizacije zato ni vedno enostaven in hiter proces. Pojavi se lahko več problemov, na katere je potrebno računati in jih upoštevati kot normalen del procesa uvajanja GIS. Najpogostejši problemi so:

- Končni uporabniki ne razumejo popolnoma nove tehnologije brez ustreznega izobraževanja
- Čas razvoja in uvajanja se močno razlikuje od dejanskih potrebnih časov delovnih nalog
- Velika negotovost glede celotnih dejanskih stroškov
- Velika verjetnost, da bodo potrebne spremembe programske narave v razvojni fazi

Predvidevanje teh težav nam pomaga, da jih z ustreznimi ukrepi čim hitreje rešimo. Nova tehnologija prinaša tudi čisto nov način razmišljanja in dela z podatki. Podatki niso več stvar posameznika in morajo biti zajeti le enkrat in nato dani v uporabo vsem, ki jih morajo in smejo uporabljati. Osnova za takšno delo pa je ena skupna baza podatkov. Prednosti takšne baze podatkov so, da imajo vsi uporabniki hiter in enostaven dostop do najnovejših podatkov in da se baza podatkov gradi na najefektivnejši možni način. Tako tudi ni potrebe po podvajanju podatkov in vodenje evidenc na individualnih računalnikih. Učinkovita baza podatkov zahteva sodelovanje vseh uporabnikov, tako za zbiranje in vnos podatkov kot razvijanja aplikacij za njihovo uporabo. To lahko začasno vodi v delno znižanje storilnosti določenih dejavnosti,

vendar gledano s stališča celotne firme, je skupna korist mnogo večja. Mnogo večji poudarek mora biti posvečen na pridobivanje visoko kakovostnih podatkov in pomoči uporabnikom zato, da se izravna zaznana izguba kontrole, ki spremlja skupno uporabo prej individualnih podatkov v različnih delih organizacije.

Za uspešno vzpostavitev GIS je nujno potrebna **podpora in angažiranje vodstva** na vseh nivojih delovanja podjetja. Obstaja več ključnih faktorjev za uspešno izvedbo GIS projekta:

- Poudarjene morajo biti prednosti uporabe GIS vsem posameznim uporabnikom,
- Zahtevana je visoka stopnja usposobljenosti vseh udeležencev,
- Zagotovljena mora biti visoka stopnja podpore in osebne odgovornosti vodilnih delavcev na vseh nivojih delovanja podjetja,
- Potrebna je udeležba v različnih delovnih skupinah znotraj in med različnimi oddelki,
- Zagotovljena vsej minimalna potrebna kakovost podatkov in dostopnost vsem uporabnikom,
- Potrebna je razvojna skupina, ki zastavi realistična pričakovanja,
- Čim krajši čas med določitvijo uporabniških potreb in razpoložljivostjo uporabnih proizvodov,
- Pozitivna naravnost za načrtovano spremembo v podjetju,
- Zagotovljena mora biti zadostna stopnja tehnologije za predvidene namene uporabe,
- Opazen in uspešen pilotski projekt.

2.3.4.1 Izmenjava podatkov

Izmenjava podatkov z drugimi organizacijami je nujnost če želimo dolgotrajno uspešno delo z GIS. Vendar je potrebno biti previden pri pridobivanju drugih podatkov. Potrebno je najti odgovore na naslednja vprašanja:

- Kateri so viri za posamezne podatke,
- Kako bo urejena izmenjava, nakup?, licenca?, drugače,
- Kdo bo lastnik podatkov,
- Kako bodo tako pridobljeni podatki uporabni oz. vgrajeni v obstoječih bazah podatkov (pravni vidiki),
- Kdo bo odgovoren za posodabljanje podatkov,
- Kako bodo razdeljeni stroški za vodenje in pridobivanje podatkov,

- Kako in kdo bo zagotovil dostop do podatkov,
- Kdo bo odgovoren za arhiviranje in hranjenje podatkov – originalov in kopij.

2.3.4.2 Pričakovane koristi pri uporabi GIS

Večino potreb in uporabe GIS lahko razdelimo na naslednje naloge GIS-a:

- redno zagotavljati veljavne karte – podloge – situacije,
- izvajati prostorska poizvedovanja in prikazovati rezultate,
- izvajanje kompleksnih prostorskih analiz.

Nekatere naloge so se že izvajale ročno, vendar je to delo veliko hitreje opravljeno z uporabo GIS, obsežnejše naloge pa brez uporabe GIS-a sploh niso izvedljive. Koristi od uporabe GIS-a lahko tako razvrstimo v dve kategoriji: zvečanje zmogljivosti in izboljšanje učinkovitosti.

Obstoječa ročna opravila so izvedena hitreje kar vodi v občutne časovne prihranke. Čas potreben za odgovor oz. za poizvedovanje se skrajša. Učinkovitost težko merimo, še posebno tam, kjer se sedaj izvajajo dela, ki ročno sploh niso bila izvedljiva. Na splošno jih opisujemo kot boljše načrtovanje, boljše sprejemanje odločitev... Vse to nam omogoča učinkovitejšo izrabo sredstev še posebno tam, kjer majhne izboljšave in točnejši podatki v skupnem prinesejo velike prihranke. Hkrati pa GIS omogoča tudi učinkovito komunikacijo in predstavitev problemov in rešitev širši javnosti in drugim zainteresiranim strankam.

2.3.4.3 Potrebni viri za uvedbo GIS

Uvajanje GIS zahteva investicije v pet področij: računalniško strojno opremo, programsko opremo, grafične podatke, postopke in izučeno osebje. Običajno ni največji strošek strojna oprema ampak vzpostavitev baze podatkov, ki lahko znaša od 60 – 80% celotnih stroškov uvajanja GIS. Ne smemo pozabiti na dodatne stroške za vzdrževanje baze podatkov, ko je ta že vzpostavljena.

2.3.4.4 GIS – spirala razvoja

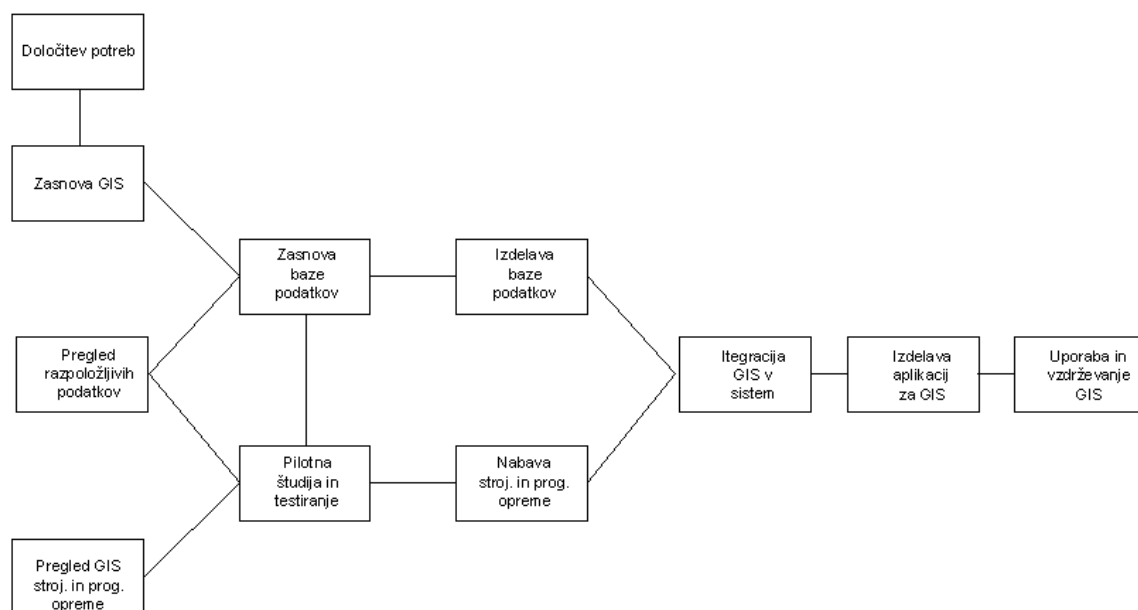
Razvijanje GIS-a v podjetju ni samo nabava programske in strojne opreme. Najpomembnejši in hkrati najzahtevnejši element pri razvijanju GIS-a je vzpostavitev baze podatkov. Gradnja baze podatkov zahteva največ časa, denarja in zahteva največje načrtovalne in organizacijske napore.

Spirala razvoja in vpeljave GIS-a se začne z določitvijo potreb, kjer se določijo funkcije – namen GIS-a in potrebni geografski podatki. Te podatke pridobimo od potencialnih uporabnikov GIS-a. Pomembno je, da potencialni uporabniki sodelujejo v vseh fazah razvoja GIS-a. Koristi takšnega sodelovanja je več:

- Opisali bodo svoje potrebe upravljavcu baze podatkov,
- Naučili se bodo katera opravila GIS dejansko omogoča izvajati,
- Razumeli bodo potek razvoja GIS-a – tako glede potrebnega časa, kot povzročenih stroškov.

2.3.4.5 Naloge potrebne pri izvedbi GIS-a

Spirala razvoja GIS-a je sestavljena iz enajstih korakov, ki morajo biti izvedeni in zaključene v samem procesu razvoja in kasneje vzdrževanja GIS-a. Na kratko bomo opisali vsak posamezni korak, zaradi sistematičnega pristopa in že uvodoma nakazanih slabosti in posledic izpuščenih ali slabo izvedenih posameznih korakov vzpostavljanja GIS-a. Spirala razvoja GIS-a izhaja iz predpostavke, da najprej določimo oz. vemo kaj naj bi z GIS-om delali in šele nato kako bomo to z GIS-om izvedli. Pri takšnem pristopu so najprej opisane potrebe, nato razpoložljivi viri (podatkov, strojne opreme, programske opreme, osebja, financ ...), predhodna zasnova in testiranje in šele nazadnje se pridobi vsa potrebna oprema in zgradi baza podatkov. Vrstni red posameznih korakov je prikazan na sliki 15.



Slika 15: Zasnova GIS sistema

Fig. 15: GIS system design

Slika 15 prikazuje tudi razvojni proces izgradnje GIS, ki je sestavljen iz enajstih glavnih aktivnosti. Preden se začne z delom na posameznih aktivnostih je dobro če so vsi ključni in odgovorni nosilci nalog informirani in poučeni o osnovah GIS (uvodni seminarji, delavnice, predstavitve..).

Širitev obstoječega GIS sistema poteka po enakih fazah dela, le da je potrebno pri tem upoštevati že obstoječe baze in jih širiti na način, ki ohranja prvotno funkcionalnost. Dobro je, če je možnost širitve sistema že vgrajena v zasnovi sistema GIS.

2.3.4.6 Določitev potreb:

Določitev potreb za GIS mora zagotoviti dve vrsti informacij:

- Popis vseh potrebnih opravil, ki bodo potrebna pri delu z GIS
- Glavni popis vseh potrebnih geografskih podatkov

Ti dve informaciji sta pridobljeni iz popisa vseh potrebnih aplikacij za GIS, popisa vseh pomembnih podatkov in iz opisa organizacijskega poteka dela. Rezultati pogovorov s končnimi uporabniki se pridobijo kar z uporabo standardnih popisnih obrazcev. Informacije,

ki jih pridobimo v fazi ocene potreb se uporabijo kot vhodni podatki pri konceptualni zasnovi GIS.

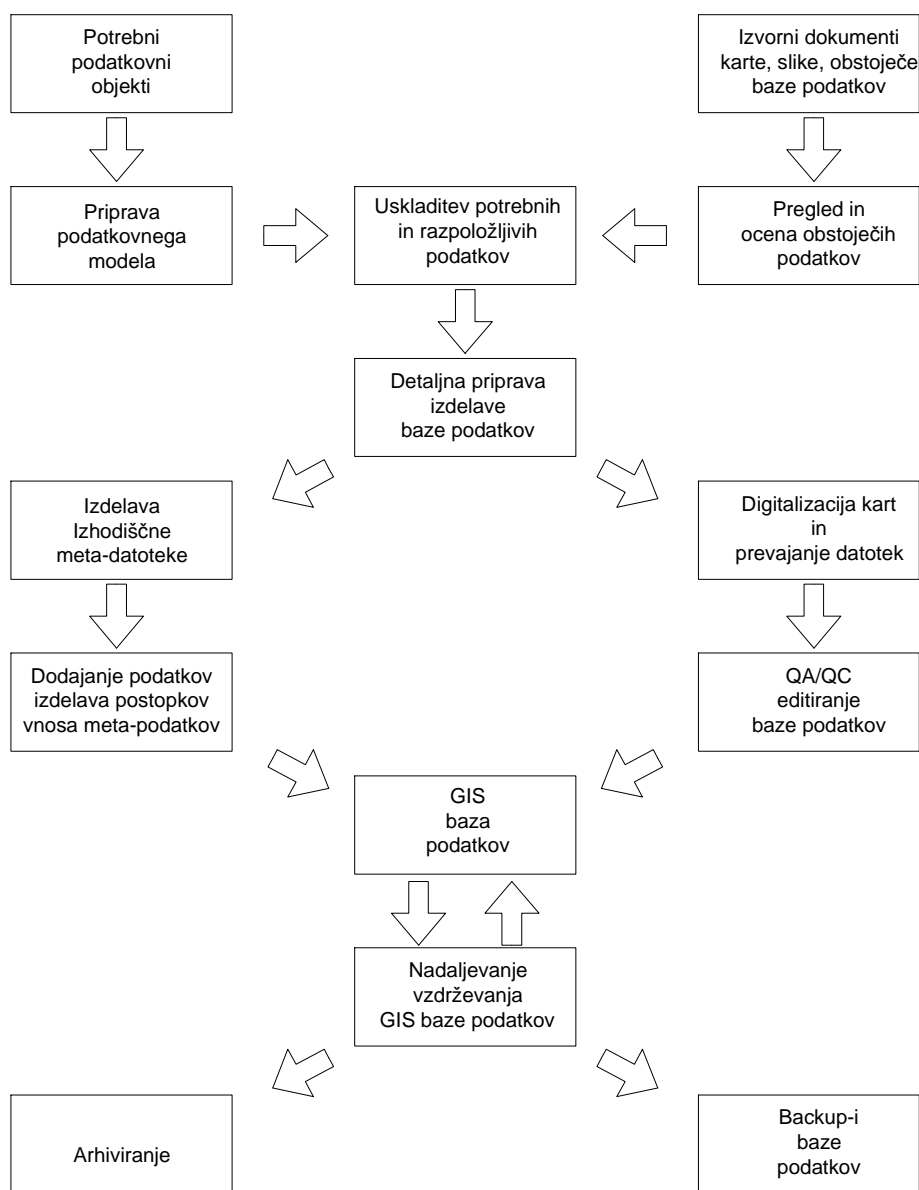
2.3.4.7 Konceptualna zasnova GIS sistema:

Bistvo zasnove je vzpostavitev baze podatkov, ki vključuje osnovno modeliranje (priprava baze podatkov) predvidene baze podatkov in začetne faze načrtovanja baze podatkov. Načrtovanje baze podatkov je najpomembnejši element razvoja GIS. Začne se z ugotovitvijo potrebnih podatkov, vključitev podatkov v podatkovni model, izdelava metadatoteke, zbiranje in vstavljanje podatkov v bazo, posodabljanje in vzdrževanje baze podatkov in končno shranjevanje podatkov po predpisanem postopku. Celotno načrtovanje lahko poimenujemo kar življenjska spirala baze podatkov in je prikazana na sliki 16. Končni rezultat konceptualnega načrtovanja je model baze podatkov, ki v grobem določi FIS bazo podatkov in omogoča nadaljnjo detajlno obdelavo. V Slovenskem prostoru in tudi širše ni predpisano, katere in v kakšni obliki naj bodo podatki npr. digitalnega katastra vodeni, zato vsak upravljavec uporablja svojo lastno bazo podatkov (Sever, 2004)

V tej fazi je potrebno tudi določiti osnovno GIS strukturo glede strojne in programske opreme, predvideti uporabo in oceniti obseg GIS sistema. Vse to je izdelano skladno z obstoječimi delovnimi okolji in programi, ki bodo vključeni v GIS (slika 16).

2.3.4.8 Pregled razpoložljivih podatkov

Pregled razpoložljivih podatkov lahko izvedemo, ko je bila izvedena faza ugotavljanja potrebnih podatkov. V tem koraku bodo pregledani in dokumentirani kartografski, datotečni in digitalni podatki v samem podjetju, kot tudi tisti, ki so razpoložljivi iz drugih virov. V ta popis lahko pridejo tudi tuji GIS sistemi iz katerih lahko pridobimo potrebne podatke, zato je potrebno raziskati vse možne potencialne vire podatkov. Dokumentacija, ki bo zbrane v tem koraku bo zadoščala za oceno vseh potencialnih virov podatkov za GIS. Zbrani podatki bodo tvorili tudi del meta-datoteke za končno bazo podatkov.



Slika 16: Življenjska spirala baze GIS

Fig. 16: Life spiral of GIS development

Ta korak je namenjen predstavitvi in ugotavljanju funkcionalnosti GIS – drugače povedano – kaj ponujeni GIS programski paket lahko izvede. Zelo koristno je, da vemo, kaj je izvedljivo s programskim orodjem, hkrati pa lahko tudi že določimo izhodne podatke obdelave s pomočjo GIS.

Kreiranje baze podatkov

Kreiranje baze podatkov je proces izgradnje digitalne baze podatkov iz izvornih podatkov – kart in obstoječih tabelarnih podatkov. Ta proces je bil pripravljen in načrtovan v predhodnih korakih. V Sedaj je glavni poudarek na izpeljavi aktivnosti in zagotavljanju zahtevane kakovosti in natančnosti konvertiranih podatkov. Ta konverzija je običajno dana v izdelavo specializiranim firmam in vključuje velike količine bazičnih kart in dokumentov. Natančen in učinkovit nadzor konvertiranja je ključni faktor za uspešno izvedbo tega koraka.

Integracija GIS sistema

Za razliko od običajnih programov, ki delujejo samostojno, je potrebno v GIS pridobiti veliko različnih komponent v skladu z dokumentiranimi specifikacijami. Baza podatkov mora biti zgrajena previdno in organizirano. Ko so pridobljene vse potrebne komponente morajo biti sestavljene, integrirane in testirane. Končni uporabniki morajo biti uvedeni v sistem, po potrebi dodatno usposobljeni, na voljo mora biti zadostna pomoč na začetku uporabe. Deli GIS-a morda delujejo dobro vsak zase, vendar v povezavi povzročajo probleme. Upravljalci GIS sistema morajo te napake odpraviti preden lahko končni uporabniki začnejo z uporabo GIS.

Izdelava aplikacij za GIS

Aplikacija je splošen izraz za vse dejavnosti, ki se odvijajo v GIS. Prve so gotovo aplikacije na bazi podatkov. To so vse operacije, ki so potrebne za kreiranje, editiranje, grajenje in vzdrževanje baze podatkov in so običajno izvede s strani upravljalca GIS. Nekateri uporabniki imajo nalogo posodabljanja določenih delov podatkovne banke, vendar je celotna baza podatkov pod nadzorom upravljalca baze podatkov. Druge aplikacije označimo kot aplikacije za končne uporabnike. Že v osnovnem paketu programske opreme je običajno vključenih veliko enostavnih aplikacij za lažje delo uporabnikov (prikazovanje kart, povpraševanja, označevanje..). Kompleksnejše aplikacije ali posebej prirejene aplikacije za posameznega uporabnika pa morajo biti izdelane z uporabo programskega jezika. Večina GIS sistemov ima programske jezike za izdelavo aplikacij že vgrajeno (AML – Arc-info, Avenue – ArcView). Vse te aplikacije so bile opisane in določene že v koraku določevanja potreb na ustreznih obrazcih za določitev potrebnih aplikacij.

2.3.4.9 Uporaba GIS in vzdrževanje sistema

Izgradnja GIS sistema je bila veliko delo, vendar moramo sedaj opozoriti, da je sedaj potrebno nameniti skoraj enako pozornosti in skrb tudi uporabi in vzdrževanju GIS. Večina GIS baz podatkov je zelo dinamična in se spreminja skoraj dnevno. Poleg tega uporabniki odkrivajo vedno nove potrebe po razvijanju dodatnih aplikacij. Obvezno je potrebno uvesti formalne poti za posodabljanje podatkov, in vseh aktivnosti, ki so potrebne, da baza podatkov nemoteno deluje.

2.3.4.10 Povzetek

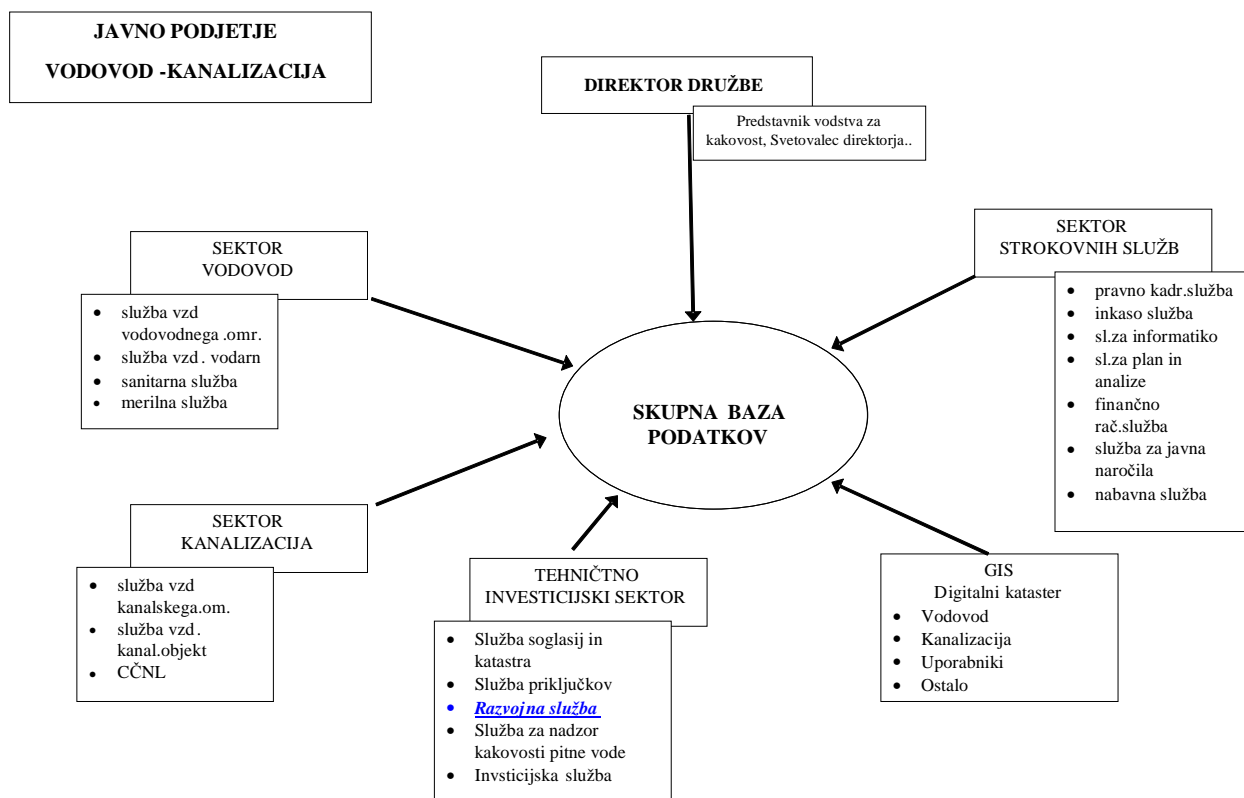
Na kratko smo podali pregled procesa razvoja GIS, s poudarkom, na izdelavi baze podatkov oz. dopolnitve obstoječe baze podatkov z vidika stanja kanalizacijskega omrežja. V nadaljevanju bomo po korakih pregledali obstoječi sistem v razvojni službi in uporabil razpoložljive sheme za konkretizacijo ugotovitev. Stalno se moramo zavedati, da je načrt GIS dokument, ki je namenjen komunikaciji in posredovanju potreb uporabnika upravljavcu GIS. Zato morajo biti tu obsežene:

- Opisi vseh aplikacij, ki jih bo razumel končni uporabnik
- Logičen prevod uporabniških zahtev v sistemske specifikacije
- Podroben opis, ki je primeren za razvijanje sistema.

Seveda obstaja še veliko drugih dejavnikov, ki lahko kljub sledenju in dobro izvedenim korakom povzročijo, da GIS ne bo deloval dobro, vendar je s sistematičnim pristopom ta možnost kar najmanjša. Pri izvedbi GIS pa moramo gledati tudi na to, da bo naša baza podatkov ostala odprta in kompatibilna tudi z drugimi razpoložljivimi bazami podatkov, tako, da je mogoča izmenjava podatkov in sistem ostaja odprt tudi navzven.

2.3.5 Obstoječa baza podatkov in digitalni kataster JP VO-KA

Obstoječa baza podatkov v JP VO-KA (slika 17) je zgrajena iz podatkov, ki se zbirajo v različnih službah. Podatki bi morali biti podani v tolikšnem obsegu in v takšni obliki, da je možna takojšnja izmenjava med vsemi službami. Veliko je standardnih podatkov, ki se uporabljajo tudi v različnih poročilih znotraj in zunaj podjetja. Vsi ti postopki naj bi bili avtomatizirani, kar bi prihranilo veliko časa in omogočalo preglednost delovanja.



Slika 17: Strukturna shema zajema podatkov iz skupne baze podatkov različnih služb v JP VO-KA

Fig. 17: Data base use by different departments in JP VO-KA

Za načrtovanje obnov kanalizacijskega omrežja potrebujemo veliko podatkov – osnovno shemo prikazuje slika 18.



Slika 18: Simboličen prikaz tipov podatkov v GIS

Fig. 18: Different data types in GIS

Glede na tipe podatkov, ki se zbirajo v GIS-u, lahko v le te v osnovi razdelimo na dve vrsti:

- lokacijski (grafični) podatki,
- opisni podatki.

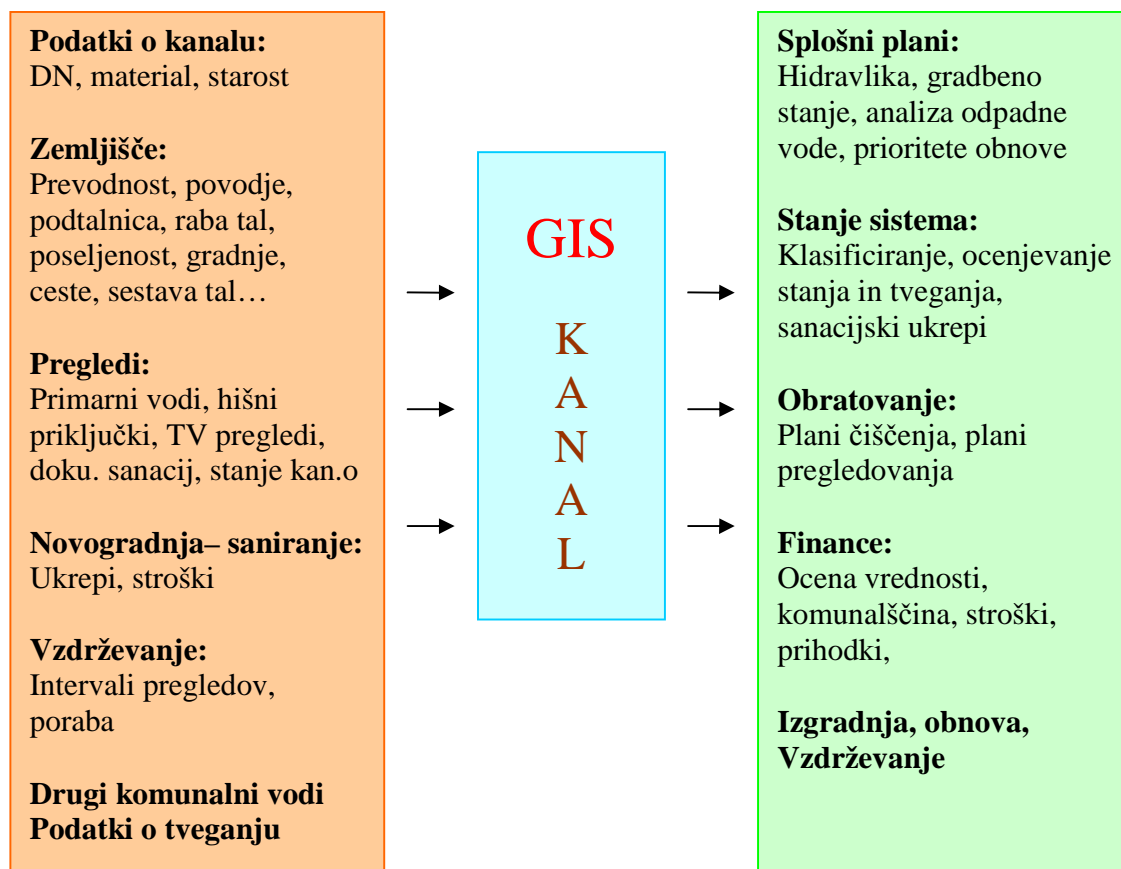
Lokacijski podatki predstavijo prostorsko (2d ali 3d) grafično sliko prostora – razporeditev geografskih objektov v prostoru.

Opisni podatki podajajo tematske lastnosti geografskih objektov. Običajno so shranjeni v relacijskih bazah podatkov. Vrstica v tabeli, predstavlja posamezen pojav objekta oziroma podatke o objektu, stolpci pa so njegovi atributi.

V spodnjem diagramu (Slika 19) je prikazan podatkovni tok v in iz baze podatkov GIS za kanalizacijski sistem – z vidika ohranjanja njegovega dobrega stanja. Zbrani podatki se urejajo in nato kontrolirano uporabljajo za različne namene. Podatki, ki so ključnega pomena pri določanju prioritete obnove so podatki o stanju kanalizacijskega odseka – evidentirane nevarnosti in podatki o škodnem potencialu – podatki o možnih posledicah in obsegu teh posledic. Nekatere podatke lahko določamo prostorsko z GIS orodji (varovana območja podtalne vode), druge določamo atributno glede na ugotovljene vrednosti (%korozijske na betonskih ceveh).

2.3.6 Tehnologija

Pri izboru tehnologije obnove je potrebno ločiti postopke, ki vsi podaljšujejo čas tehnične življenjske dobe – funkcionalne operativnosti – redna popravila, sanacije in obnova kanalizacijske cevi oz. jaška. Več je podano v točki metode obnove kanalizacije in v dokumentu CARE-S – DP21 – kjer je podana klasifikacija in določitev več kot 120 različnih tehnoloških rešitev za obnovo ali sanacijo kanalizacijskega omrežja.



Slika 19: Podatkovni tok digitalne baze podatkov GIS

Fig. 19: Data flow in digital GIS data base

2.3.7 Cena odvajanja in čiščenja odpadne vode

Pri določitvi cene, ki jo plača uporabnik, ki je priključen na javno kanalizacijsko omrežje, je potrebno upoštevati vse stroške, ki nastanejo pri izvajanju javne službe. To pomeni, da poleg neposrednih stroškov obratovanja (elektrika za pogon črpalk, delovanje ČN, zapornice itd.), tekočega vzdrževanja in popravil, upoštevamo tudi posredne in splošne stroške.

- stroške električne energije,
- stroške vzdrževanja naprav,
- stroške zavarovanja objektov in opreme,
- stroške dela delavca,
- stroške amortizacije objektov in naprav,
- stroške odvoza blata,
- stroške čiščenja ,

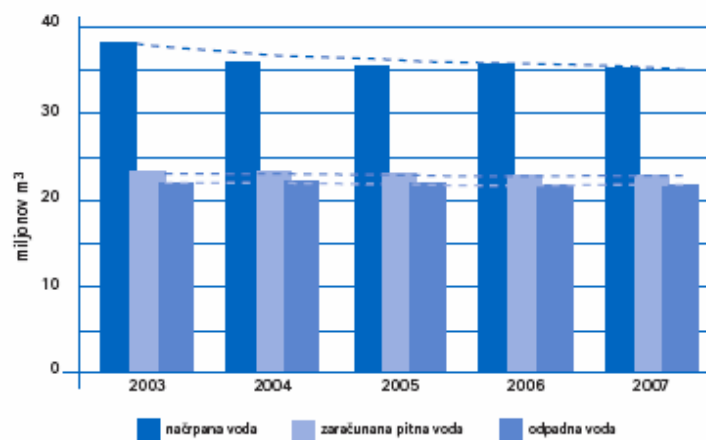
- stroške potrebnih analiz,
- ostale stroške in neproizvodne storitve (administracija, razvoj, investicije),
- odhodke financiranja.

V naši nalogi bomo predstavili stroške povezane z ohranjanjem funkcionalnosti in substance omrežja in nakazali možne prihranke pri dolgoročnem vlaganju sredstev v obnovo omrežja pri pravilno zastavljeni zasnovi strategije obnove celotnega kanalizacijskega omrežja v primerjavi s strategijo »gašenja požarov«, ki je v uporabi sedaj.

Cena odvajanja in čiščenja odpadne vode je določena s strani države – kot eden od faktorjev inflacije v državi (velja za mesto Ljubljana). Umetno določena cena storitve ne odraža dejanskega stanja in potrebe oz. ekonomske cene delovanja. Na ta način se zmanjšuje želeni standard komunalne oskrbe glavnega mesta Ljubljane z vsemi posledicami, ki jih pomanjkljiva oskrba prinaša.

Kljub temu, da iz omejenih finančnih sredstev izhaja način dela in upravljanja s kanalizacijskim sistemom, želimo zagotoviti vsaj minimalne standarde oskrbe z zmanjševanjem rizika ni minimalno mogočo mejo po principu: maksimalno z razpoložljivi sredstvi.

Dodatno zmanjšanje prihodkov podjetja povzroča trend zniževanja porabe vode, saj se plačilo kanalščine obračunava na osnovi porabljene pitne vode (privzeti grafikon 2).



Privzeti grafikon 2: Količina načrpane vode, zaračunane pitne vode in odvedene odpadne vode v obdobju 2003–2007 (Letno poročilo 2008, JP VO-KA)

Adopt. Graph 2: Quantity of pumped, distributed drinking water and discharged wastewater

2.3.8 Celovito upravljanje kakovosti - možnost za izboljšanje poslovnega procesa

Kakovost pomeni izpolnjevanje vseh zahtev in pričakovanj odjemalcev in je osnovni pogoj, za kakovostno in dobro delo vsakega podjetja, tako tudi v monopolnem javnem podjetju, kot je JP VO-KA. Zaradi potrebe po nenehnem izboljševanju kakovosti in zniževanju stroškov – vendar ne na račun zmanjševanja zmogljivosti in varnosti – so nastali sistemi celovitega upravljanja (oz. vodenja) kakovosti (Total Quality Management – TQM), ki obsegajo vsa področja v podjetju, povezana s procesi, izdelki ali storitvami. TQM je način razmišljanja in dela povezanega s pričakovanji uporabnikov (kupcev), zmanjševanjem odpadkov, zmanjševanjem napak oz. odstopanj od zadanih ciljev ter spremljanjem proizvodnih procesov z namenom doseganja želene kakovosti in stalnih izboljšav. Kakovost (izdelka ali storitve) na koncu procesa je odvisna od kakovosti (surovine, polizdelka), ki v proces vstopa, in od dogajanja na vsakem koraku poti, ki vodi do končnega izdelka.

Po DIN ISO 8402:1995 temelji sistem vodenja kakovosti (TQM) na sodelovanju vseh udeleženi v organizaciji s ciljem doseganja kakovosti in zadovoljstva potrošnikov, dolgoročnega poslovnega uspeha in koristi za udeležence in družbo.

Sistem vodenja kakovosti (TQM) povezuje vse komponente modela vodovodnega sistema: množico vhodnih spremenljivk (surovine, udeležence v procesih odločanja, dela in nadzora...), množico izhodnih spremenljivk (zahteve po lastnostih izdelka, stroške) in mora obvladovati vse dele poslovnega procesa.

Namen sistema kakovosti podrobneje opredeljujejo standardi skupine ISO 9000, ISO 10000 (npr. ISO 10007:2003). Razvoj standardov skupine ISO 9000 poteka (Potočnik, 2004) od začetnega dokumentiranja procesov (ISO 9001:1987), preko vzpostavljanja, merjenja in vzdrževanja procesov (ISO 9001:1994) SIST do analize in nenehnega izboljševanja sistema vodenja kakovosti (Novak, 2001) ter povečevanja zadovoljstva odjemalcev (SIST ISO 9001:2000). Poleg standardov kakovosti skupine standardov DIN-EN-ISO 9000 morajo v Nemčiji izpolnjevati podjetja s področja dejavnosti oskrbe z vodo in odvoda onesnažene vode tudi minimalne standarde kakovosti, ki jih podrobneje opredeljuje DVGW W 1000 (1999).

Praktične izkušnje s sistemom kakovosti ISO 9001:2000 so v Javnem podjetju VODOVOD-KANALIZACIJA d.o.o. ugodne. Sodobna informacijska tehnologija omogoča vsakemu zaposlenemu, v vsakem trenutku, vpogled in dostop do vseh delovnih dokumentov, navodil za delo in pravilnikov. Hitrost dostopa do informacij, natančen opis delovnih procesov in opredeljene odgovornosti udeležencev procesov povečujejo učinkovitost posameznika in

podjetja. Pridobitev certifikata ISO 9001 je potrdilo, da je podjetje izboljšalo upravne in proizvodne procese, zmanjšalo možnosti napak, ugodno pa vpliva tudi na podobo podjetja v javnosti. Sistem kakovosti ISO 9001:2000 ne glede na vložen trud, čas in napore vseh sodelujočih ne vodi v pravilno delovanje sistema in določanje optimalnih odločitev temveč omogoča le sledljivost procesov in določanje nosilcev in odgovornosti za posamezna opravila. Pravilnost odločitev in strateški razvoj dejavnosti pa je naloga vodstva in vseh strokovnih sodelavcev za kar so potrebna drugačna – manegerska znanja upravljanja.

Doseženo stopnjo učinkovitosti delovanja sistema, ki smo jo tudi z uporabo orodij za kakovostno vodenje in upravljanje procesov dosegli se danes ugotavlja s postopki Benchmarkinga. **Benchmarking** kot sistematičen in nepretrgan proces ocenjevanja in primerjanja organizacijskih procesov s poslovnimi procesi, ki jih uporabljajo druga uspešna podjetja enake dejavnosti in podobnega obsega dela. S primerjavo izbranih pokazateljev uspešnosti poslovanja in delovanja podjetja se pokažejo specifike delovanja ter šibke in močne točke posameznega podjetja ter posledično možnosti za izboljševanje delovanja podjetja kot celote. Več o Benchmarkingu je podano v točki 2.5.7 na strani 114.

Optimiranje poslovnih in okoljskih procesov

Optimizacija je beseda, ki jo kot magično uporablja pri reševanju nasprotujočih si zahtev, vendar le redki razumejo, kaj to pomeni v praksi. Uravnotežen program obnove nima z optimumom nobene veze in je že v osnovi napačno imenovan. Ne iščemo uravnotežene rešitve, ker uravnoteženost predpostavlja enakost vplivov, pritiskov ali rezultatov. Optimizacija na drugi strani poizkuša najti najbolj zeleno kombinacijo (vsoto) vseh navzkrižnih interesov v smislu največjega skupnega učinka, ki ga je dolgoročno mogoče udejanjiti kot na primer – visoki stroški ob minimalnem tveganju ali pa ravno obratno. Optimiranje je vedno vezano na interese in zahteve interesnih skupin. To so v primeru upravljanja s kanalizacijskim sistemom lahko upravljavci in uporabniki, lahko pa so tudi posamezne manjše interesne skupine, ki jih družijo finančni, politični, naravovarstveni ali kakšen drug interes.

Kaj je optimalno delovanje kanalizacijskega omrežja z vidika stroškov in tveganja?

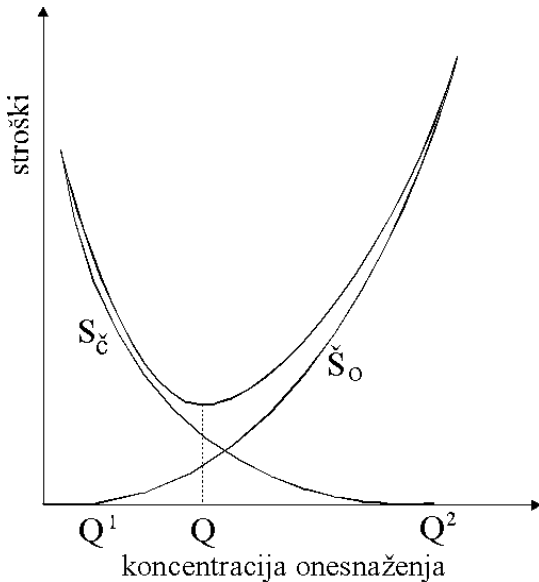
Določiti točne vrednosti je precejšen izziv. Negotovost glede dejanskega obnašanja npr. Kanalizacijskega omrežja v času, prihodnje zahteve in potrebe, ki se bodo pokazale, želeni in

zagotovljeni učinki, stroški in dohodki predstavljajo različna tveganja v skupni enačbi. Poleg tega je podjetje kot celota razdeljeno na oddelke, ki so specializirani za izvajanje svojih nalog. V razvojni službi se načrtuje in dimenzionira (maksimalna zanesljivost, upoštevanje vseh robnih pogojev iz prejšnjih točk...), v investicijski službi se vrši nadzor in organizira izvedbo izgradnje (minimalni stroški, najkrajši časi), v finančnih službah zagotavljajo finančna sredstva za izvedbo, v službi vzdrževanja omrežja želijo imeti kar najmanj opravka s sistemom, ki naj deluje 100 let brez posegov (to morajo upoštevati ostale službe pri svojem delu..). Le glavni direktor ima morda interes optimirati delo vseh služb tako, da bo skupni iznos največji in stroški najmanjši. Organiziranje v službe glede na dejavnosti je administrativno zelo priročno, vendar tako izgubimo sliko nad celoto. Zato je zelo pomembno da se uvajanje enotnega pristopa in skupne baze podatkov lotimo celovito.

Onesnaženje okolja je posledica proizvodnje in porabe dobrin. Surovine, ki jih za potrebe proizvodnje odvezamemo iz okolja se prej ali slej v obliki odpadkov vračajo v okolje. Tako nam okolje daje surovine in prevzema odpadke naše dejavnosti. Odpadke spuščamo v vode, sežigamo in spuščamo v atmosfero ali pa odlagamo v odlagališča na površini zemlje. Ne glede na način odlaganja odpadkov so le-ti prej ali slej v stiku z vodo in začnejo krožiti v hidrosferi. Zmanjševanje onesnaženja je predmet javne politike, ki s svojimi odločitvami vpliva na točkovno onesnaženje in ne točkovno onesnaženje.

Pri zahtevah po zmanjševanju onesnaženja se politika srečuje z nasprotujočimi se stališči. Zmanjševanje onesnaženja na ničelno stopnjo zahteva ogromna sredstva in prenehanje proizvodnje nekaterih onesnaževalcev. Za rešitev problema je predlagano veliko rešitev. Ena od bolj poznanih je model zasnovan na ekonomskih izhodiščih (Združene države, Anglija). Model je prikazan na privzetem grafikonu št. 4, kjer so prikazani na ordinati stroški in na abscisi koncentracija onesnaženja, ki ga izpuščamo v okolje. Onesnaženje lahko zmanjšamo s čiščenjem odplak, kar pa zahteva stroške, ki naraščajo z zmanjševanjem količine onesnaženja (krivulja S_c). Škoda, ki jo onesnaženje povzroča narašča s koncentracijo onesnaženja (krivulja S_o). Celoten strošek onesnaženja je seštevek vloženih sredstev v čiščenje in škode (krivulja \check{S}_o+S_c) z značilnim minimumom pri onesnaženju Q_* . Rešitev je kompromis med onesnaževalcem, ki mu odgovarja izpust onesnaževanja Q_2 brez stroškov in javnostjo oziroma dejavnostmi, ki trpijo škodo in bi želeli izpuščanje onesnaženja brez škode s koncentracijami Q_1 . Model zasluži dosti kritike zaradi škode, ki jo onesnaženje povzroča vsem oziroma tretjim

partnerjem in ni v skladu z osnovnim moralnimi izhodišči socialno tržne ekonomije - položaj posameznega udeleženca se ne sme izboljšati na račun drugih. (Brily, 2002)



Legenda:

S_c – stroški čiščenja odpadne vode

S_o – stroški povzročene škode

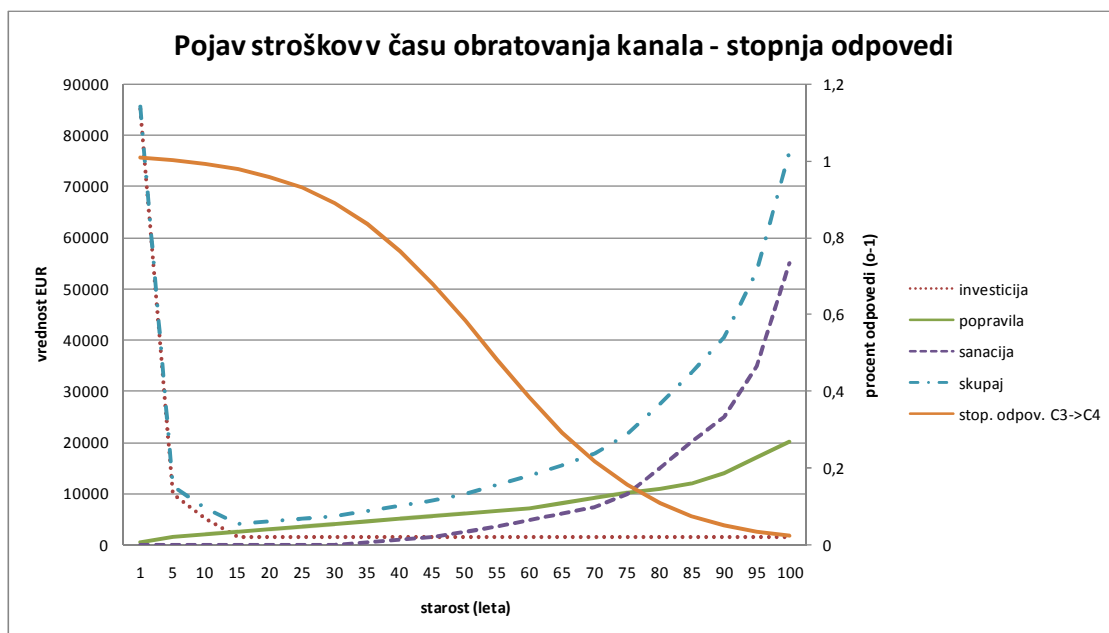
Q – koncentracija onesnaženja

Privzeti grafikon 3: BCA za določanje optimalnega čiščenja vode, (osnove matematične analize)

Adopted Graph 3: Finding optimum for clearing polluted water with BCA (Benefit Cost Analysis – basic math)

Uprave za varstvo okolja se srečujejo s situacijo ko veliko neodvisnih udeležencev (proizvajalci, uporabniki, državne uprave ipd.) s svojo dejavnostjo vplivajo na stopnjo onesnaženja okolja. Uprava se trudi prisiliti udeležence, da pri obnašanju delujejo v nasprotju z lastnimi trenutnimi interesi. Uprava tudi ne nadzoruje celotnega položaja, ker je emisije posameznih onesnaževalcev lahko samo ocenjujemo.

Pri upravljanju kanalskega sistema moramo imeti pred očmi tudi življenjski cikel kanalskega odseka in stroške, ki pri tem nastajajo. Po začetni investiciji in eventualnih popravilih slabe izgradnje, ki so še v garanciji, drugih strokov kot je sprotno vzdrževanja oz. čiščenje s kanalom ni. V procesu staranja, pa se v rang 50 in več let začnejo pojavljati poškodbe in neželeni dogodki, ki so posledice staranja in odpovedi kanala. S tem pa nastajajo tudi stroški popravil in rehabilitacije.



Grafikon 2: Pojav stroškov in stopnja odpovedi na kanalskem cevovodu v odvisnosti od časa
Graph 2: Cost and deterioration appearance on sewer during time

Krivulja stopnje odpovedi nam daje statistično verjetnost odpovedi kanalskega odseka določene vrste (material, DN, pogoji vgradnje) v odvisnosti od starosti. S spremljanjem nastalih stroškov in poznavanjem vrednosti investicije za obnovo kanalskega odseka ter tveganja, ki ga za okolje in človeka predstavlja slabo delujoč kanal, lahko iščemo optimalni čas obnove tako z vidika ekonomike, kot izkazanega tveganja. Nasprotje interesov med upravljavcem in lastnikom (mestom) oz. prebivalci lahko tukaj vodi v konflikt.

Podaljševanje življenjske dobe kanalizacijskega odseka se izvaja najprej s popravili nato s sanacijami. Ko takšne rehabilitacije niso več ekonomsko smiselne se pristopi k obnovi kanala.

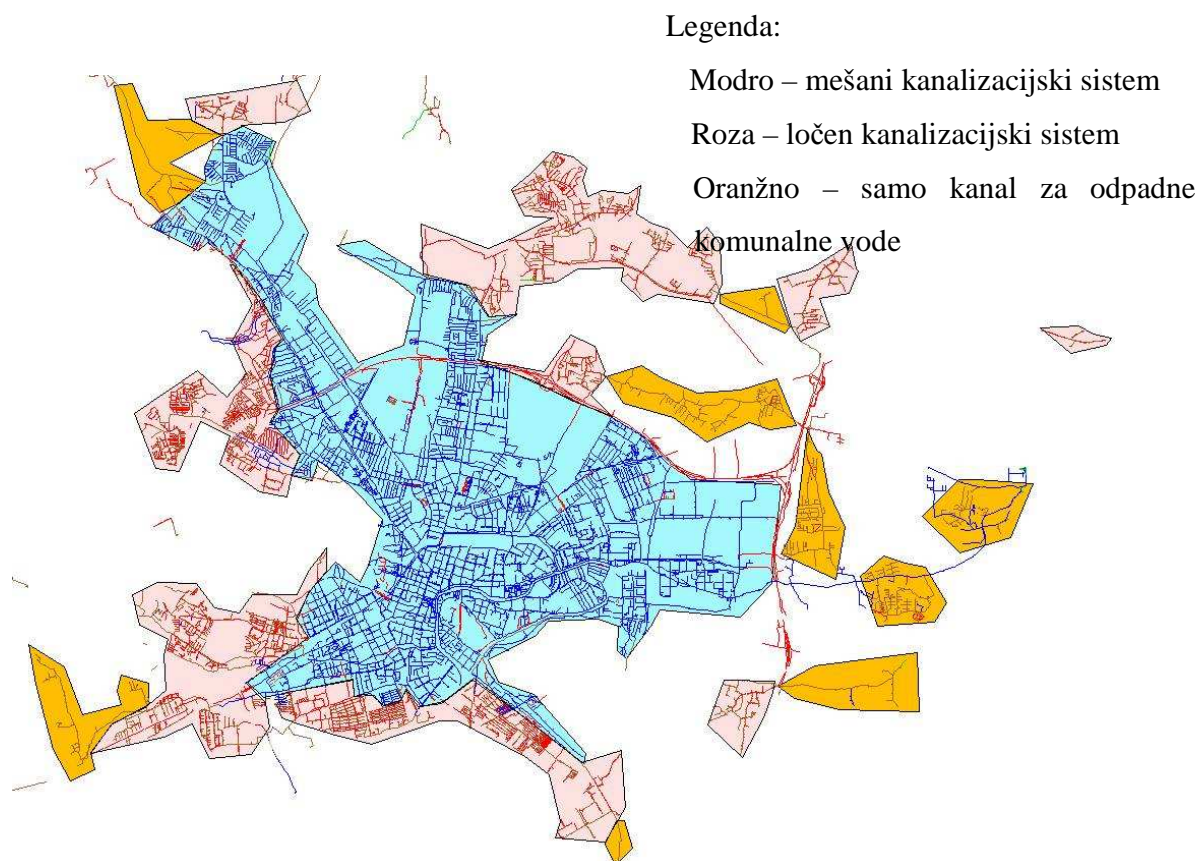
2.4 Staranje, strategije obnove, kriteriji za rehabilitacijo, načini nadzora kanalizacijskega omrežja – primer Ljubljane

2.4.1 Kanalizacijsko omrežje – Ljubljana z okolico

Skoraj tretjina vseh objektov, ki so priključeni na javno vodovodno omrežje še vedno ni priključena na javno kanalizacijsko omrežje. Celotna kanalizirana površina obsega 5600 ha. Dolžina celotnega centralnega kanalizacijskega omrežja je 1063 km. Kanalizacijski sistem je zgrajen delno kot mešani kanalizacijski sistem (590 km), in delno kot ločeni kanalizacijski sistem (473 km). Na kanalizacijskem omrežju je vgrajenih 25.000 revizijskih jaškov. Vseh evidentiranih priključkov je 21.000. Ker vseh odpadnih in meteornih voda ni mogoče odvajati gravitacijsko, je zgrajenih 41 črpališč, ki odpadno vodo prečrpavajo. Večina odpadne vode je napeljana v centralno čistilno napravo v Zalogu, kamor priteče 3300 m³/h odpadne vode v sušnem obdobju, v deževnem obdobju pa preko 9000 m³/h. V primestnih naseljih se odpadna voda čisti na 15 malih lokalnih čistilnih naprav. Ostale danosti na območju delovanja kanalizacijskega omrežja so relativno enakomerna višina terena na ljubljanskem polju, ter slabo nosljiv teren z visoko podtalnico na območju ljubljanskega barja, kjer je tudi premalo naravnega padca terena za daljšo gravitacijsko odvodnjo odpadne vode.

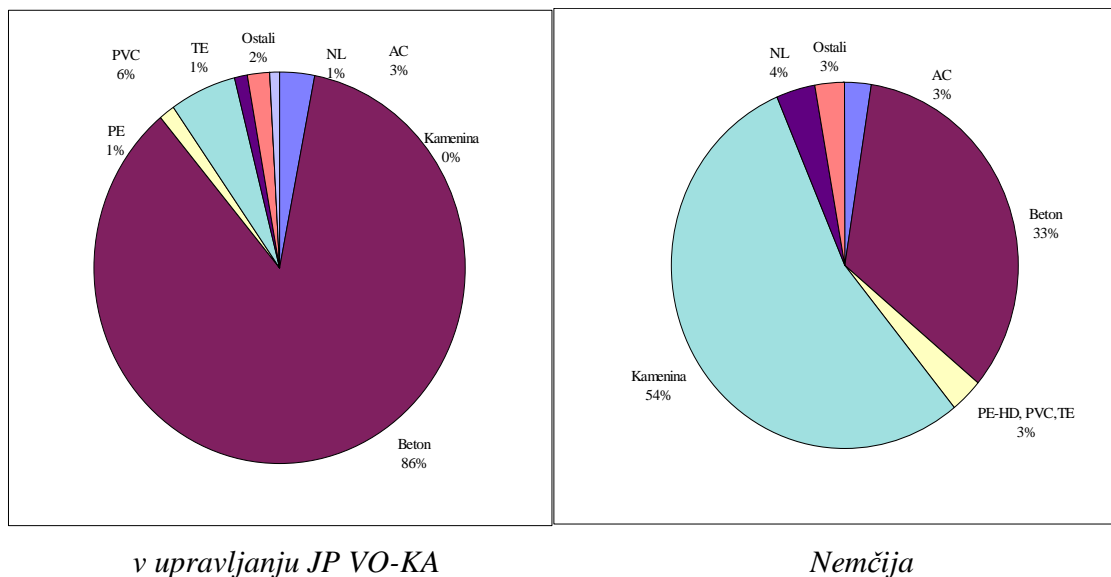
Obstoječa struktura cevni materialov uporabljenih pri izgradnji kanalizacijskega omrežja Ljubljane je prikazana na grafikonu 3, za primerjavo pa je prikazana enaka struktura tudi za Nemčijo. Razvidno je, da se je tako pri nas (86%) kot v Nemčiji (33%) veliko uporabljalo cevi iz betona, v Nemčiji pa še več kot betonske cevi iz keramike (54%)- predvsem pri manjših profilih. Pri nas je opazno več kanalizacije iz umetnih materialov (8%), ki se v Nemčiji niso uspeli tako močno uveljaviti. Novi trendi v izboru kanalizacijskih cevi pri nas (v asfaltiranih cestiščih) pa so razvidni iz raziskave tesnosti kanalizacijskih cevi. Za primerjavo je zanimiv podatek, da se v skandinavskih deželah cevi iz umetnih mas uporabljajo za gradnjo kanalizacije skoraj v 50%, v ZDA pa za gradnjo kanalizacije v nekaterih državah uporablja kar v 80% cevi iz umetnih snovi.

Na sliki 20 je prikazana groba delitev ljubljanskega centralnega kanalizacijskega omrežja glede na vrsto odpadne vode, ki jo le ta odvaja z mesta nastanka.



Slika 20: Ljubljanski kanalizacijski sistem:

Fig. 20: Ljubljana sewer system



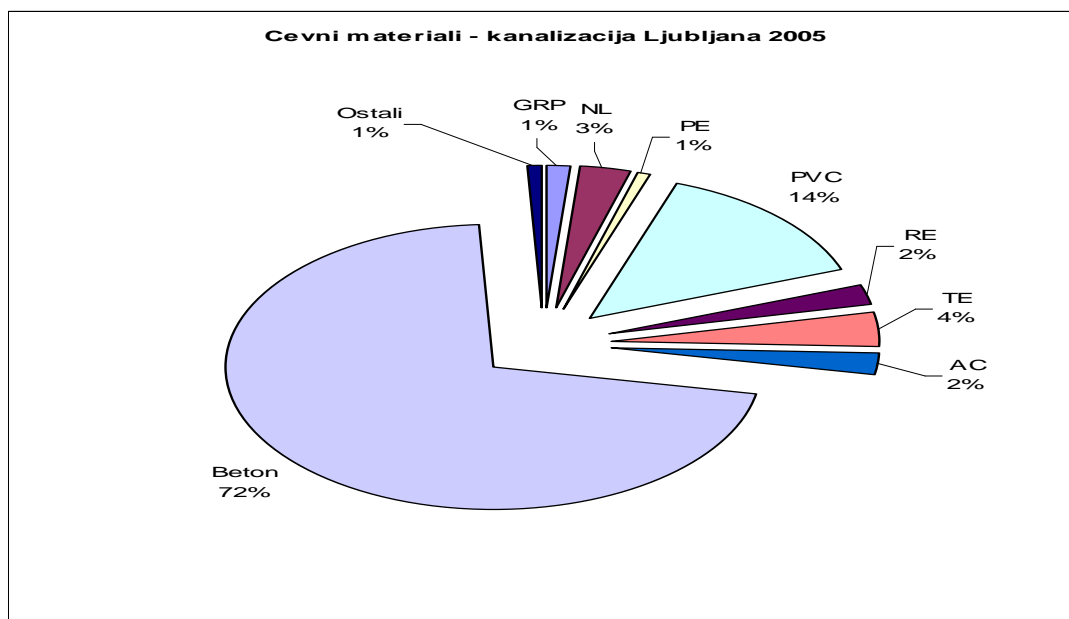
Grafikon 3: Grafični prikaz zastopanosti različnih cevni materialov v javni kanalizaciji mestne občine Ljubljane in v Nemčiji (1996)

Graph:3: Sewer pipeline material shares used in Ljubljana public sewer system and in Germany

Stanje kanalizacijskega sistema je deljeno na podatke o vrsti kanalizacijskega sistema in o njegovem stanju, ki se v času spreminja. Potek staranja in spreminjanja funkcionalnosti je tesno povezano z vrsto kanalizacijskega sistema in njegovi karakteristikami.

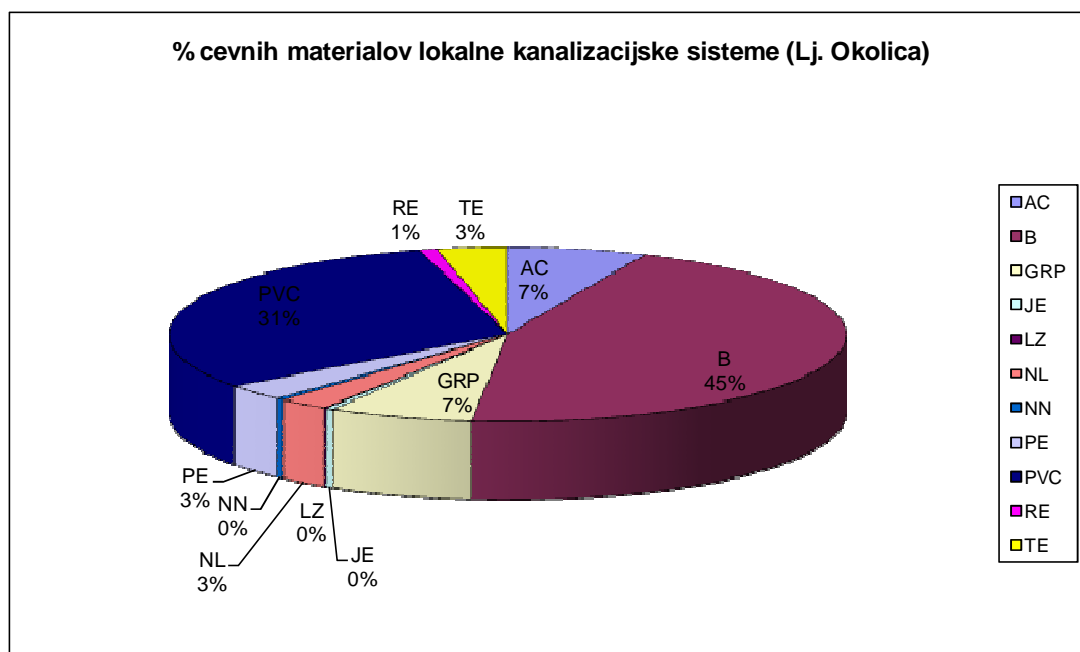
Leta 2006 je stanje nekoliko drugačno. Zmanjšal se je delež kanalov zgrajenih iz betona in azbest cementa, povečal pa se je delež kanalov zgrajenih iz PVC-ja, tesala in nodularne litine, kot je razvidno iz grafikona 4.

Okrajšave materialov cevi: AC – azbest cement, B – beton, GRP – armirani poliester, JE – jeklo, NL – nodularna litina, LZ – lito železo, PE – PE High density, PVC – polivinil klorid, RE – notranje oplačenje (relining), TE – armirani poliester (Tesal)



Grafikon 4: Delež materialov kanala za območje Ljubljane za leto 2006

Graph 4: Sewer pipeline material shares for central Ljubljana sewer system in 2006

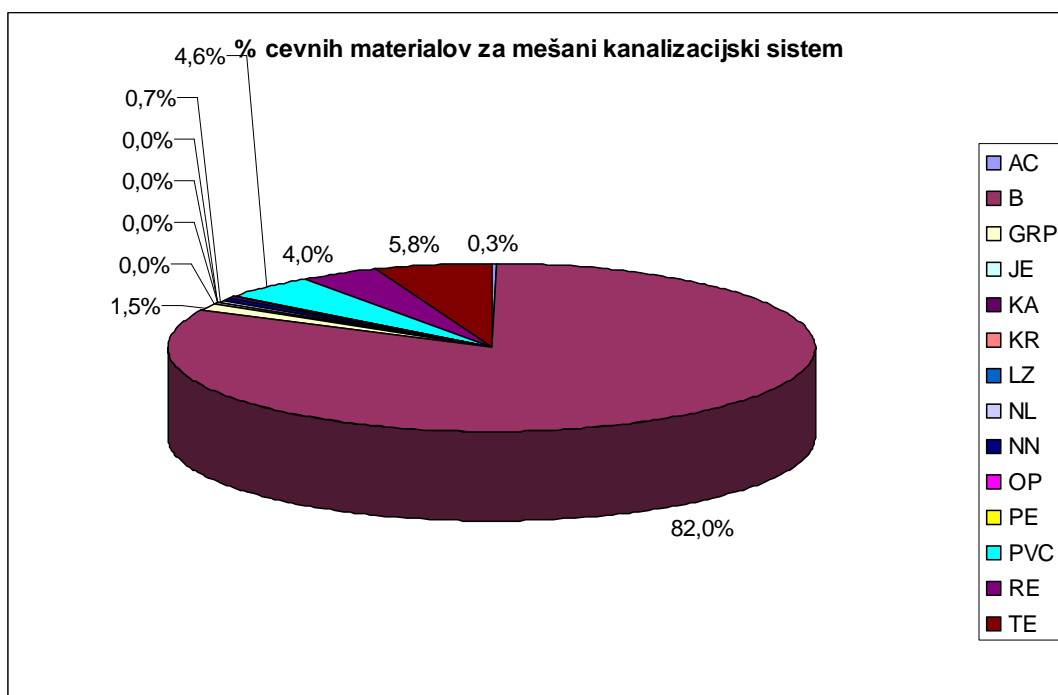


Grafikon 5: Delež materialov kanala za območje okolice Ljubljane za leto 2006

Graph 5: Sewer pipeline material shares for central Ljubljana surroundings sewer system in 2006

Razlika v uporabljenem cevem materialu za gradnjo javne kanalizacije v okolici Ljubljane in tistim v samem mestu Ljubljana je predvsem v deležu kanalov iz najcenejšega materiala – PVC, ki je tukaj uporabljen kar v tretjini primerov, betonskih cevi pa je že pod 50%. Stanje bi bilo bolj transparentno, če bi poznali tudi starostno strukturo kanalov, ker bi lažje razbrali, v katerem obdobju so se posamezni material začeli bolj množično uporabljati (grafikon 5). Podrobnejša analiza je predstavljena v točki 4.3.1 na strani 174. Izkazane poškodbe in razred stanja kanalizacije na tesnem območju Šiške so prikazani v grafikonu 7 in 9.

Primernost cevni materialov za posamezne vrste kanalizacije in njihova cena se odraža tudi na grafikonu 6, ki prikazuje deleže materialov cevi za mešane kanalizacijske sisteme v Ljubljani.

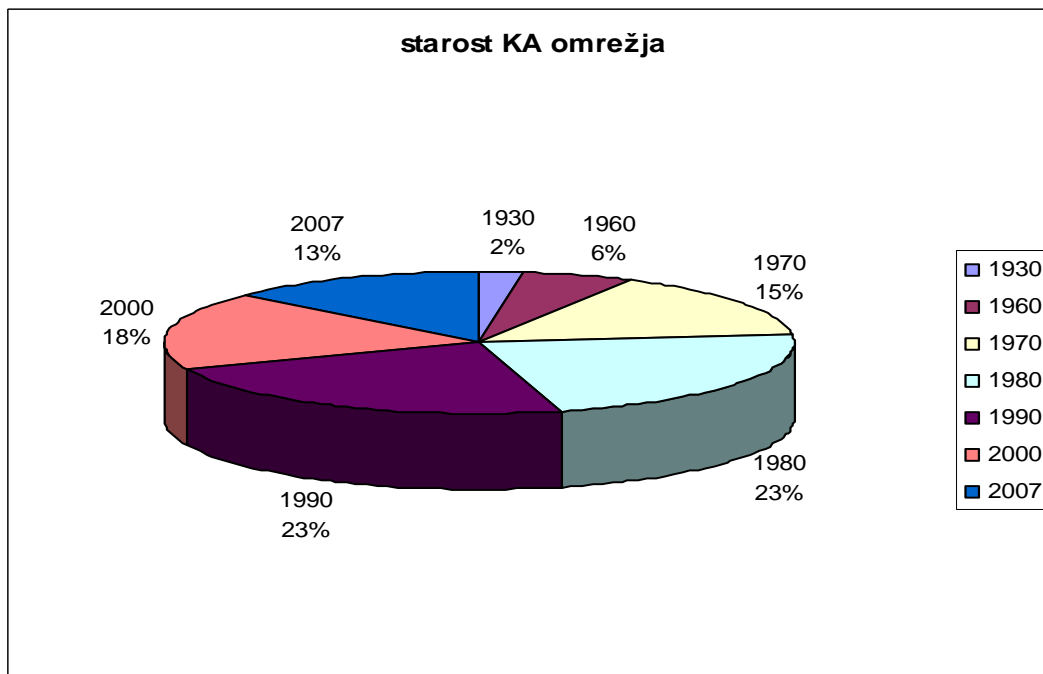


Grafikon 6: Delež materialov cevi – mešan kanalizacijski sistem 2007 (legenda – glej okrajšave str.82)

Graph 6: Sewer pipeline material shares for central Ljubljana mixed sewer system in 2007

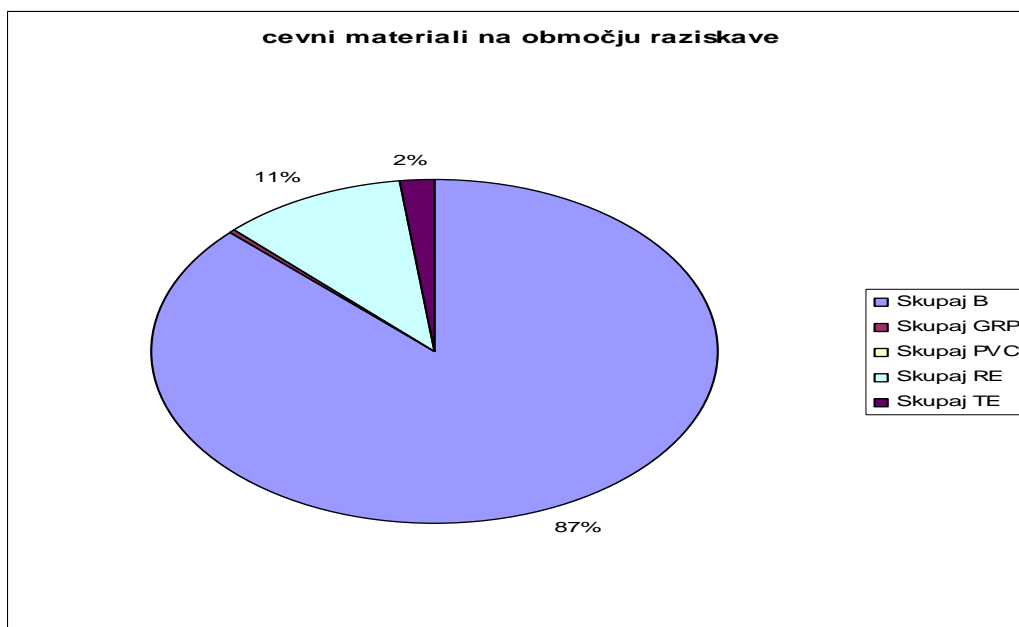
Tu je opazno, da je več cevovoda zgrajenega iz betonskih cevi, predvsem zaradi večjih dimenzij, ki jih imajo ti kanali in relativno cenenegega cevnege materiala. Slabosti betonskih

cevi starejše generacije so predvsem spoji. Več o cevni materialih in njihovi uporabi pa je opisano v točki 2.4.2. Starostna razporeditev cevodovodov je razvidna iz grafikona 7.



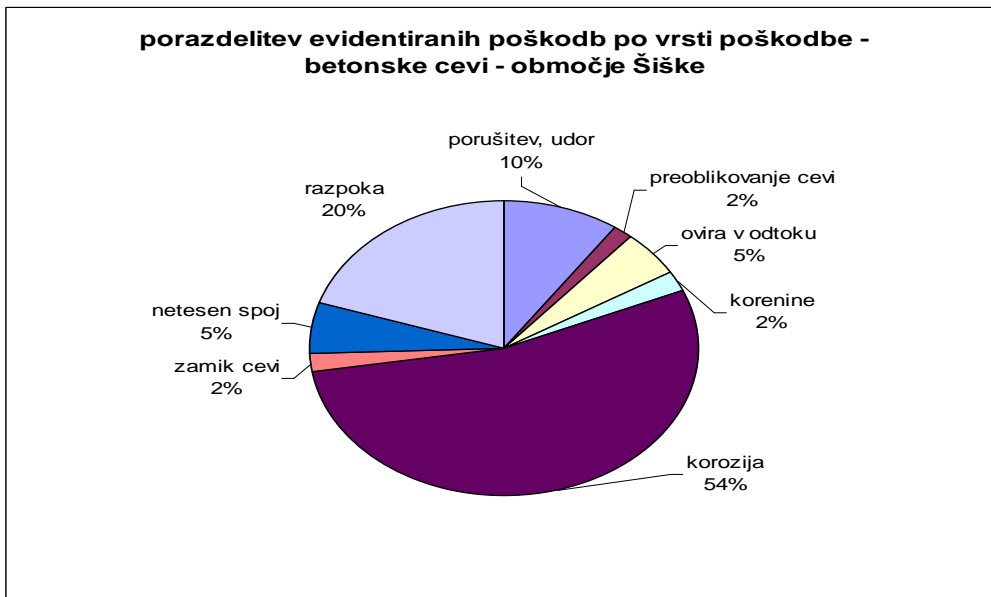
Grafikon 7: Starost kanalov – mešan kanalizacijski sistem Ljubljane v letu 2007

Graph 7: Sewer ages for Ljubljana mixed sewer system in 2007



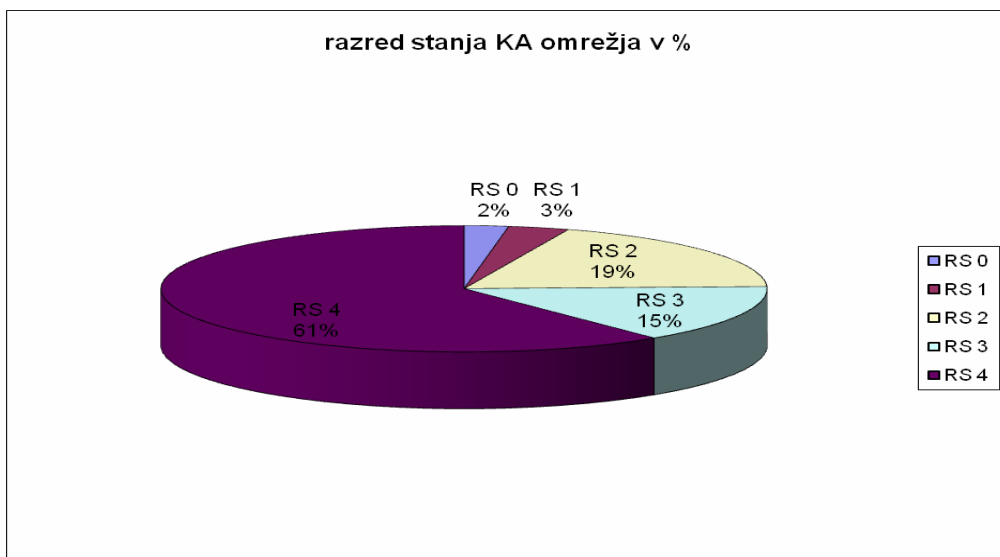
Grafikon 8: Delež materialov cevi v testnem območju Šiške – mešan kanalizacijski sistem (2007)

Graph 8: Sewer pipeline material shares for mixed sewer system in model area (2007)



Grafikon 9: Porazdelitev poškodb za betonske kanalizacijske cevi na testnem območju Šiške, pregled s TV kamero 2004

Graph 9: Shares of sewer damages on concrete pipes in Šiška model area – CCTV inspection in 2004



Grafikon 10: Procent kanalizacijskih cevi v posameznem **razredu stanja (RS)** na območju pilotnega projekta – poročilo o TV pregledu kanalizacijskega sistema – območje Šiška (2004)

Graph 10: Deterioration levels of sewer system in Šiška model area, CCTV inspection in 2004

Več o vrednotenju podatkov, napakah, klasifikaciji in načinu pridobivanja je opisano v točki 3.2.1.

Lastnosti cevni materialov posamezne veje izdelave (beton, keramika, PVC, PE-HD, armirani poliestri, nodularna litina..) so se v času spreminjale. Spremembe so bile običajno k boljšim karakteristikam materiala, posebej novih materialov, ki so imeli začetne pomanjkljivosti (PVC), lahko pa tudi na slabše (beton v določenih obdobjih izdelave v SFRJ, je bil bistveno slabše kvalitete kot stari betoni izpred druge svetovne vojne...). Praviloma je veljalo tudi to, da so uvoženi materiali v času stare Jugoslavije bili praviloma kvalitetnejši, kot tisti iz domače proizvodnje. Zato je potrebno vedeti iz katerega obdobja je posamezni cevni material pri določanju tveganja nastanka poškodbe oz. izdelave krivulj staranja.

Pri novogradnjah imamo danes veliko širši izbor možnih cevni materialov, vendar smo glede na izvedeno primerjavo celotnih stroškov vgradnje in pričakovano življenjsko dobo cevovoda sedaj za izgradnjo mešane in kanalizacije za odpadno komunalno vodo v JP VO-KA zadnja tri leta (2004 – 2007) uporabljamo skoraj izključno cevi iz armiranega poliestra, za odvod onesnaženih padavinskih komunalnih voda pa cevi iz betona, na območju okolice Ljubljane tudi cevi iz PVC-ja in delno na zahtevnejši gradbiščih tudi GRP.

Pri izboru cevnega materiala se moramo vprašati o:

- Robnih pogojev – določeni v tehnični dokumentaciji,
- Hidravlični prevodnosti in hrapavost,
- Pogojev vgradnje (zemljina, obremenitve..),
- Izvedbi vgradnje (odprt izkop, brez izkopa, uvlačenje..),
- Pogojev obratovanja (vzdrževanje, popravila, korozija, abrazija..),
- Zahteve po kvaliteti izvedbe (standardi, potrdila, reference..),
- Ekonomičnost (Skupni stroški izvedbe, obratovanja, življenjska doba..),
- Samočistilni sposobnosti.

Osnovni kriteriji za izbor vrste cevnega materiala so:

- Statična in dinamična nosilnost,
- Tesnost,
- Odpornost na onesnaženo vodo,
- Enostavnost vgradnje,
- Življenjska doba,

2.4.2 Podan je kratek opis osnovnih lastnosti za posamezne cevne materiale:

V opisu smo podali osnovne karakteristike cevne materiala, fizikalno tehnične karakteristike in poznane izkušnje iz praktične uporabe. Ker imamo v grajene cevi iz različnih materialov, ki so bile proizveden v različnih časovnih obdobjih, je potrebno vedeti, kako je potekal razvoj tehničnih karakteristik različnih cevne materialov v preteklosti. Lahko trdimo, da je razvoj prinesel velik napredek pri vseh cevne materialih in se lastnosti le teh še vedno izboljšujejo.

Betonske cevi - B:

Splošno: Beton je kljub večjim pomanjkljivostim doslej največ uporabljen material pri javni kanalizaciji (86%). Kvaliteta betonskih cevi domačih proizvajalcev je v preteklosti zelo nihala, zato se je pri manjših DN, kjer ni potrebna velika temenska nosilnost vedno, več uporabljale PEHD cevi (delno PVC). V zadnjih letih je kakovost proizvodnje betonski cevi narasla po zaslugi največjega proizvajalca betonskih cevi pri nas – Nivo Celje.

Temenska obremenitev in vgradnja: Slaba lastnost betonskih cevi je njihova velika teža, majhna dolžina posameznega kosa in velik radij krivljenja zavoja. Cevi brez notranje armirane mreže so občutljive na trde udarce – pokanje pri nabijanju z večjimi nabijalnimi stroji. Izredno velik delež, ki ga zavzemajo betonske cevi v celotnem kanalizacijskem omrežju je posledica njegove velike trdnosti in odpornosti na temenske obremenitve, robustne in enostavne vgradnje, nizke cene, neupoštevanja poškodb in neizvajanja meritev vodotesnosti obstoječih kanalov, ki bi bili potrebni sanacije.

Kemična in abrazijska odpornost: Močno je občutljiv na ogljikovo kislino in sulfate, ki zaradi kemičnega procesa rušijo beton. Prav tako je pri nekvalitetnih betonih neodporen na abrazijo in grobo mehansko čiščenje, ki močno zmanjša njegovo življenjsko dobo.

Tesnjenje: Pri betonskih ceveh se težko zagotavlja vodoneprepustnost in tesnjenje na spojih do katerih prihaja pri posedanju terena. Te težave se rešujejo z novejšimi izvedbami spojev, boljšimi tesnili in neprepustnimi premazi oz. prevlekami iz umetnih mas, smol ali keramike. Spoji med cevmi morajo biti izvedeni s tesnilnimi gumicami in primerno sidrani. Za dobro naleganje je potrebna tudi natančna izdelava v okviru predpisanih toleranc. Prevleke izboljšajo tudi hidravlične lastnosti kanala. Glede na tehnologijo izdelave se betonske cevi ločijo po trdnosti in vodoprepustnosti. Le kvalitetni betoni ne prepuščajo vode na daljši rok. Vodotesnost betonskih cevi se v glavnem serijsko preverja že pri izdelovalcu.

Cena: Beton je najcenejši cevni material.

Hišni priključki: fazonski kosi, možna izvedba z gumijastimi tesnili, obbetoniranje za betonske cevi, velika verjetnost da spoji s časom ne tesnijo več.

Za: nizka cena, enostavna in robustna vgradnja, visoka dopustna temenska obremenitev, ni potrebno varovanje proti vzgonu, zelo ugodne razmere za samočiščenje odpadne vode (biofilm).

Proti: slabo tesnjenje spojev, togi spoji, kratka dolžina cevi, poroznost, krajša življenjska doba (v agresivnih odpadnih vodah), občutljivost na udarce, zamiki v spojih pri posedanju materiala, slabo tesnjenje pri prehodu na cevi iz drugih materialov, vprašljiva sanacija ugotovljenih netesnosti, velika teža na m cevi

Uporabno: meteorne vode, mešan sistem, dobro nosljivi tereni, kjer je mogoč enostaven in hiter izkop, vgradnja v obremenjena cestišča le za kvalitetne betonske cevi.

PVC :

Splošno: Umetni materiali se uporabljajo v kanalizaciji šele od petdesetih let naprej. Zelo pomembna je izvedba vgradnje, ki predstavlja večji del investicijskih stroškov (granulacija in predpisana zbitost obsipnega materiala). Običajno cevi ni potrebno obbetonirati razen pri večjih temenskih obremenitvah (teh. preračun predv. obr.). Potrebno pa je varovanje na vzgon pri sami vgradnji. Plastične cevi starajo in s časom izgubljajo svoje mehanske lastnosti (temperatura in dinamične obremenitve hitrost staranja še povečujeta)

Temenska obremenitev in vgradnja: Velika pomanjkljivost vseh cevi iz plastičnih mas je majhna dovoljena temenska obremenitev oz. dopustna začetna deformacija cevi. Občutljive so tudi na točkovne obremenitve – pokanje. Tako so cevi iz plastičnih mas pri večjih premerih (DN > 300) manj primerne za gradnjo kanalizacije, zaradi možne velike deformacije - sploščitve profila, ki je posledica nezadovoljive zbitosti posteljice in obsipa ali posedanja materiala. Zaradi nizke teže na tekoči meter cevi in spajanja s pomočjo obojk je vgradnja teh cevi zelo enostavna.

Kemična in abrazivna odpornost: Primerne so za kemično in abrazivno agresivno odpadno vodo ter tam, kjer je okoliška zemljina zelo agresivna (ni korozije).

Tesnjenje: Tesnjenje je zelo dobro

Cena: Cevi iz plastičnih mas spadajo v spodnji cenovni razred

Hišni priključki: enostavno navrtanje in dobro tesnjenje, fazonski kosi.

Za: nizka cena, nizka specifična teža, enostavno polaganje in stikanje s spojki, dobre hidravlične lastnosti

Proti: potrebna zelo natančna vgradnja, varovanje proti vzgonu, možnost deformacije pri večji temenski obremenitvi, staranje, skladiščenje na terenu

Uporabno: sanitarne in meteorne vode pri manjših premerih in neobremenjenih trasah

PE-HD

Splošno: PE-HD cevi imajo podobne dobre lastnosti in pomanjkljivosti kot PVC cevi.

Temenska obremenitev in vgradnja: Zaradi možnih deformacij je potrebno cevi iz PE-HD vgrajevati zelo natančno in po navodilih izvajalca (zbitost posteljice in obsipa). Cevi so lahke, vgradnja je enostavna in hitra.

Kemična in abrazijska odpornost: Cevi iz PE-HD so abrazijsko in kemično zelo odporne.

Tesnjenje: PE-HD cevi se spajajo z varjenjem in zagotavljajo popolno tesnjenje.

Cena: srednji cenovni razred

Vsekakor je potrebno omeniti posebno izvedbo kanalskih cevi: rebrasta cev z dvojno steno za odpadne vode. Dvoslojne cevi omogočajo relativno veliko temensko obremenitev, velik zamik cevi pri polaganju, 100% vodotesnost varjenih spojev, predpripravljene jaške in priključke, ki so prav tako 100% vodotesno zavarjeni v celoto. Tudi morebitne poškodbe pri vgradnji ali izdelavi priključkov težko poškodujejo notranjo cev, po kateri teče odpadna voda.

Hišni priključki: enostavno navrtanje, možno varjenje, dobro tesnjenje.

Za: nizka specifična teža, enostavno polaganje brez kolen in odlično tesnjenje v sklopu celote (jaški), odlične hidravlične lastnosti

Proti: potrebno varjenje na terenu, pazljiva vgradnja, varovanje proti vzgonu pri sami vgradnji v območju podtalnice, omejen maks. dobavljivi DN cevi (1000)

Uporabno: sanitarne in meteorne vode pri premerih do DN 1000

Cevi iz nodularne litine :

Splošno: Cevi iz nodularne litine visoko presegajo potrebne vrednosti in standarde za večino karakteristik pomembnih za kanalsko mrežo. Največja pomanjkljivost teh cevi je njihova visoka cena, ki lahko presega tudi 40% celotnih investicijskih stroškov. Cevi iz NL je potrebno ustrezno varovati pred korozijo.

Temenska obremenitev in vgradnja: Cevi iz NL zaradi svoje visoke dopustne temenske obremenitve in žilavosti trdnostno najboljše odgovarjajo na vse obremenitve, ki se pri gradnji in v rednem obratovanju pojavljajo na kanalskem omrežju. Vgradnja je enostavna z obojčnimi

spoji. Zasutje cevi je mogoče z izkopanim materialom ob ustrezni zunanji zaščiti cevi (izbor vrste cevi).

Kemična in abrazijska odpornost: Kljub vedno novim zaščitnim sredstvom in premazom je korozija še vedno glavni krivec za večino poškodb cevovodov iz NL. Zunanja zaščita je občutljiva na grob obsipni material, agresivno zemljino, kisline in sulfate v zemlji. Obstajajo posebne izvedbe zunanje zaščite (PE, beton) cevi iz nodularne litine, ki omogočajo zasip položenih cevi z grobim izkopanim materialom in so hkrati tudi zaščita proti blodečim tokovom. . Do poškodb notranjega zaščitnega sloja lahko pride pri močno abrazivnih ali kemično agresivnih vodah, kar lahko vodi v korozijo. Enaka nevarnost obstaja tudi ob grobem mehanskem čiščenju kanala. Obstajajo posebne izvedbe notranje zaščite cevi, ki so primerne tudi za močno agresivne in abrazivne vode (notranja zaščita z poliuretanom dopušča uporabo pri odvodnjavanju odtočnih medijev s pH vrednostmi od min 4 do 12 in hitrostih medija od 7-10 m/s - Pont-A-Mousson, PH 1)

Tesnjenje: Po rezultatih preizkušanja tesnosti kanalizacije laboratorija Varinger, so cevi iz NL v samem vrhu glede tesnosti položene kanalizacije.

Cena: Cevi iz NL sodijo v najvišji cenovni razred

Hišni priključki: pri sami gradnji v že izdelane priključne fazonske kose, dodatno - zahtevno navrtanje in posebne objemke.

Za: enostavno in zanesljivo spajanje z obojko, vgradnja v vseh terenih, dopustna visoka temenska obremenitev, zasutje z izkopanim materialom, ni potrebno varovanje na vzgon, dobro tesnjenje

Proti: velika teža na tekoči meter cevi, visoka cena, potrebna zaščita proti koroziji

Uporabno: sanitarne in meteorne vode pri vseh premerih v vseh pogojih vgradnje, primerni tudi za zelo zahtevne vgradnje (velika temenska obremenitev, 100% tesnjenje v vodovarstvenih območjih, težek izkop zaradi gostote komunalnih vodov in velike globine vkopa v mestnih jedrih...)

Cevi iz poliestrskih smol - ojačane z vlakni in polnili

Splošno: Cevi iz poliestrskih smol

Temenska obremenitev in vgradnja: Majhna teža in enostavnost spajanja s spojki omogočata hitro vgradnjo. Pri praktični izvedbi gradnje je večkrat prihajalo do poškodb cevne materiala. Ker so cevi iz poliestrskih smol fleksibilne jih je potrebno vgrajevati zelo natančno in po predpisih proizvajalca, pomembna je natančna vgradnja in predpisana zbitost

posteljice in zasipnega materiala v predpisani granulaciji. Kljub temu so pri večjih premerih cevi možne deformacije ob večjih temenskih obremenitvah, ki so predvsem posledica staranja materiala in izgubljanja začetnih trdnostnih lastnosti.

Kemična in abrazijska odpornost: Visoka odpornost na različne kemikalije in snovi v območju pH 1-9, visoka odpornost proti abraziji

Tesnjenje: Odlično tesnjenje (spajanje s spojkami)

Cena: Cevi iz Armiranega poliestra sodijo v najvišji cenovni razred

Hišni priključki: priključki so lepljeni, enostavna izvedba, dobro tesnjenje.

Za: nizka specifična teža, 100% tesnjenje, odlične hidravlične lastnosti, odlična kemična in abrazijska odpornost

Proti: potrebna natančna vgradnja, visoka cena, poškodbe pri ponovnem izkopu in navezovanju priključkov

Uporabno: sanitarne in meteorne vode pri vseh razpoložljivih premerih

Kameninaste cevi

Splošno: Kameninaste cevi so zelo obstojne in trajne (dolga življenjska doba). Primerne so za industrijske obrate z zelo agresivnimi odpadnimi vodami.

Temenska obremenitev in vgradnja: Kameninaste cevi so občutljive na udarce, posamezni kosi cevi so kratki (2-2.5 m), velik radij krivljenja.

Kemična in abrazijska odpornost: Odporne so na vse vrste kemikalij in so abrazijsko zelo odporne.

Tesnjenje: Spoji so izdelani natančno in tesnjenje je dobro.

Cena: Kameninaste cevi so iz zgornjega cenovnega razreda.

Hišni priključki: fazonski kosi, navrtavanje in vmesni tesnilni element.

Za: odlične hidravlične lastnosti, odpornost na kemikalije in abrazijo

Proti: majhni premeri cevi, občutljivost na udarce, kratke cevi

Uporabno: za posebne primere industrijskih odpadnih voda, industrijske cone, kjer zadostujejo manjši premeri cevi.

2.4.3 Predvidena življenjska doba cevovoda

Predvidena življenjska doba kanalizacijskih cevi in objektov, je bistvena kategorija, pri določanju ekonomičnosti in upravljanju rehabilitacije kanalizacijskega sistema. Priporočena vrednosti so običajno podane s strani organizacij, ki skrbijo za doseganje čim višjih

standardov izvedbe (LAWA, ATV). Minimalne vrednosti so določene z EU standardi in običajno znašajo za cevovode 50 let.

V spodnji tabeli (ATV 2005) so podane vrednosti povprečnih pričakovanih življenjskih dob za kanalizacijske objekte kot jih podajata neuradni ustanovi za standarde v Nemčiji – ATV in LAWA.

Privz. preglednica 1: Povprečne življenjske dobe kanalizacijskih naprav- ATV- 2005, LAWA 1993, Vir: Forschungsinstitut für Wasser- und Abfallwirtschaft an der RWTH-Aachen e.V.

Adopted Table 1: Average expected life length for sewer pipelines and objects – ATV -2005

Vrsta voda	Povprečna življenjska doba v letih
Kanal (novogradnja, obnova)	50 - 80
Kanal (popravilo)	2 - 15
Kanal (obnova - Renovierung)	25 - 40
Revizijski jašek (novogradnja, obnova)	50 - 80
Drugi objekti	
- objekt	50 - 70
- strojna oprema	5 - 20
Črpališča	
- objekt	25 - 40
- črpalke (odvisno od vrste črpalk.)	8 - 40
Ponikovalni sistemi za odp. Padav. vodo	20 - 30

V naslednji privzeti preglednici št. 2, pa so podane povprečne življenjske dobe cevi, kot so bile ugotovljene pri analizi kanalizacijskega omrežja v Nemčiji (Bettina 2005).

Privz. preglednica 2: Povprečne življenjske dobe cevi- Quelle: Stein & Partner, (Bettina 2005)

Adopted Table 2: Average expected life length for sewer pipelines, (Bettina 2005)

Cevni material	Življenjska doba v letih		
	KVR - smernice	Ocene proizvajalcev	V praksi ugotovljene
Beton /armirani bet.	50 – 80 (100)	> 100	> 100
Keramika		> 100	> 100
Lito železo		> 100	> 100
Armirani poliester		50-80 (100)	cca. 50
PVC – U		> 100	cca. 50
PE-HD		> 100	cca. 50
PP		100	cca. 50

Pregled zgodovinskega razvoja cevni materialov glede na material cevi:

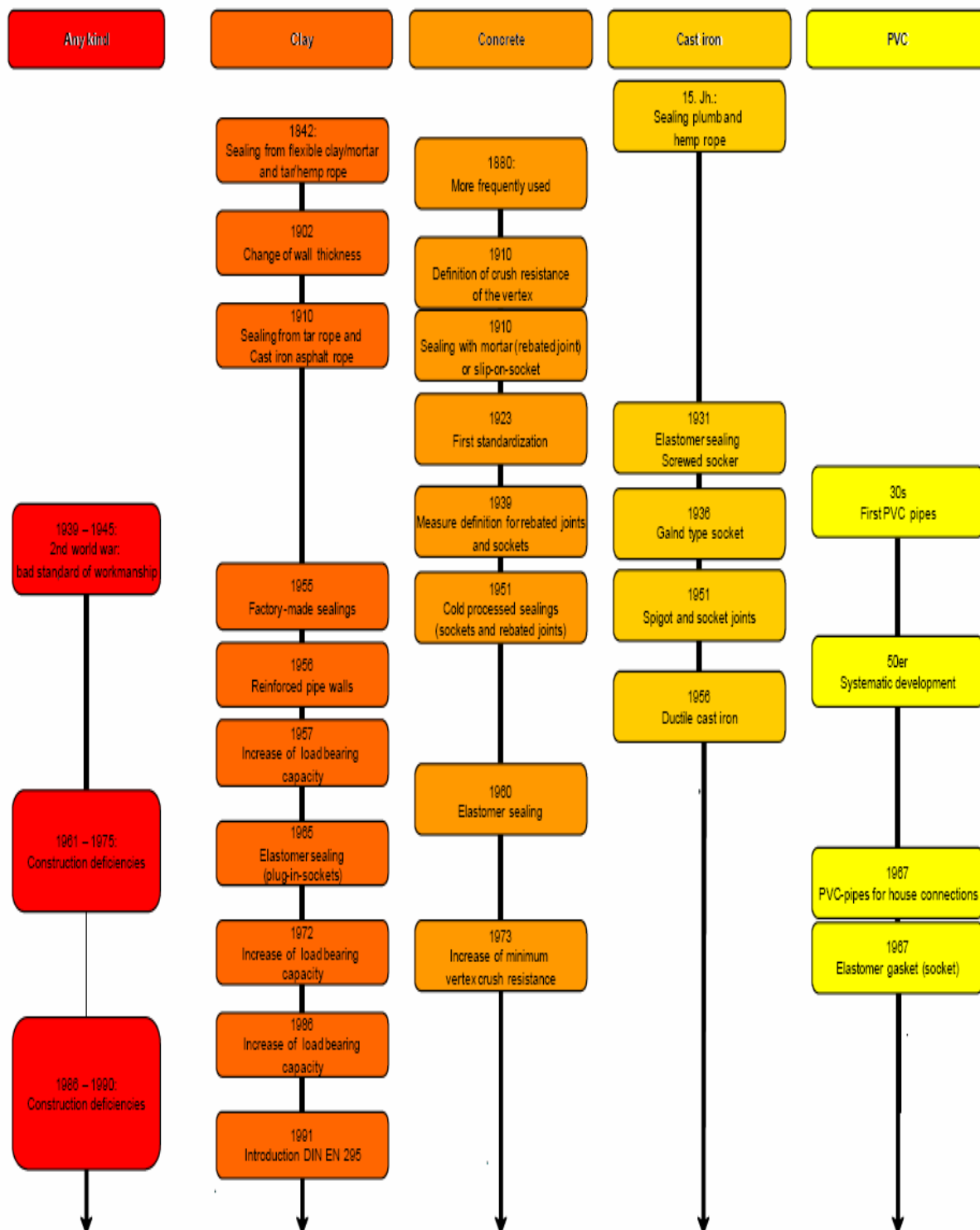
Herz (1999) in Hofer (1994) poudarjata, da je treba upoštevati pri napovedi pričakovane življenjske dobe oz. pri določanju funkcije preživetja določenega kanalizacijskega omrežja dejansko doseženo starost posameznih skupin kanalov istega materiala, ki temelji na statističnih podatkih konkretnega omrežja, saj nanjo vplivajo specifični obratovalnimi pogoji. Upoštevati je treba torej podatke o vgrajenem materialu, starosti, okoliščinah vgradnje, vplivu okolja in obratovalne razmere o konkretnem omrežju, saj so ti podatki pri različnih omrežjih različni, zato je tudi pričakovana življenjska doba posameznih omrežij različna.

Po navedbah Schmidta (2003) je treba pri optimistični oceni življenjske dobe upoštevati, da se zaradi daljše življenjske dobe s starostjo omrežja povečuje tudi stopnja okvar in s tem povezani stroški.

Konec življenjske dobe naznanjata po standardih vodenja kakovosti DIN 55350 (ISO 3534, 1993):

Opozorilna meja (warning limit):

Je vrednost (najvišja ali najnižja), pri prekoračitvi katere je zahtevan povečan nadzor procesa. Navadno upoštevamo velike specifične dejanske vodne izgube ali visoko stopnjo okvar.



Privzeta slika 5: Zgodovinski razvoj lastnosti cevovodov – (povzeto po Stein in Niederehe, 1987)

Adopted Fig. 5: Historical development of sewer pipelines, (Stein and Niederehe, 1987)

Meja posega (action limit):

Je vrednost (najvišja ali najnižja), pri prekoračitvi katere je zahtevan določen poseg. Mejo posega določa z vidika odvoda odpadne vode tehnično dopustna stopnja okvar ali gospodarsko dopustna stopnja okvar [št. okvar/(km·leto)]. Odločilna je najnižja vrednost.

Po navedenih mednarodnih standardih se življenjska doba kanalov v konkretnih primerih določi le na podlagi dveh kriterijev:

- analize gospodarnosti in
- upoštevanja zanesljivosti delovanja (tveganja).

Življenjska doba - preostanek življenjske dobe:

Pri pojmu življenjska doba je potrebno razlikovati med:

- ekonomsko življenjsko dobo, ki je določena s knjižno vrednostjo kanala in se določi glede na amortizacijsko dobo investicije in upošteva pri ugotavljanju knjigovodske vrednosti infrastrukture,
- tehnično življenjsko dobo, ki se konča, ko kanal preide v stanje, da funkcionalno ne more več opravljati svoje funkcije, ali obstaja visok riziko, da pride do okvare, ki bodo imele za posledico takojšnjo intervencijo in popravilo, ali pa je obnova kanala nujno potrebna zaradi varnosti delovanja sistema.

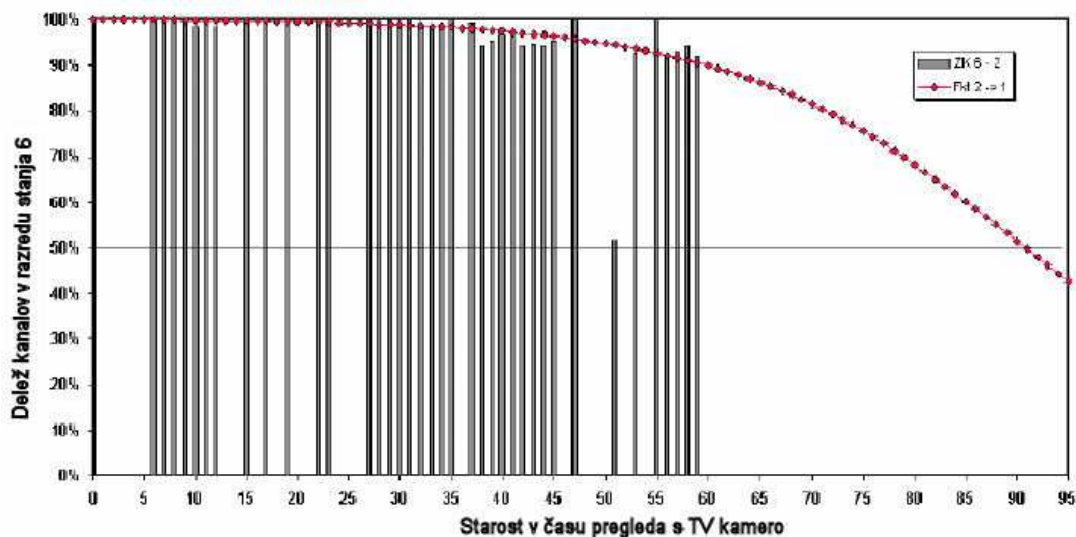
Ekonomska in tehnična življenjska doba naj bi bili med seboj usklajeni, a običajno nista, ker so različni interesi v medsebojnem neskladju. Običajno se zato za posamezni odsek vodi ločeno tehnično življenjsko dobo in dobo amortizacije.

2.4.4 Staranje in življenjska doba kanalizacijskega omrežja

Stanje kanalizacijskega omrežja želimo določiti iz podatkov. Za pridobivanje podatkov je vzpostavljen sistem nadzora in pregledov. V skladu z EN 752-5 je potrebno za ugotavljanje stanja – oz. izpolnjevanja zahtevanih pogojev delovanja kanalizacijskega sistema, uporabiti vse dostopne informacije. Stanje sistema se nato določi na osnovi zbranih podatkov, kjer podatkov ni, se lahko pristopi k modeliranju in simulaciji dogajanja v kanalizacijskem sistemu, vendar je v tem primeru verjetnost napake večja. Hitrost staranja je pogojena z materialom cevovoda in pogoji vgradnje.

2.4.5 Modeliranje staranja sistema:

Določanje poteka staranja omrežja oz. prehajanja iz posameznega razreda stanja v drugega lahko določimo s statističnim ovrednotenjem sprememb v obstoječem sistemu in upoštevanjem verjetnosti, da se bodo posamezni kanalski odseki v bodočnosti enako starali. Matematično lahko to popišemo z uporabo tako imenovanih funkcij staranja. (Herz, 2000). V konkretni uporabi za opis uporabimo tako imenovano funkcijo prehoda razreda (FPR). FBR nam za posamezni kanalski odsek na osnovi njegovega razreda stanja dejansko da funkcijo staranja odseka glede na prehajanje iz enega razreda v drugega.



Privzeti grafikon 4: Funkcija prehoda iz razreda 2 v razred 1 - potrebna takojšnja obnova, (Bauer, 2000)

Adopted Graph 4: Survival function related to successive deterioration states from state 2 to state 1, (Bauer, 2000)

V nadaljevanju so prikazane še ostale funkcije prehodov iz posameznih razredov stanja v naslednje razrede:

Funkcija preživetja prikazuje, kakšen delež kanalov v določenem razredu stanja je glede na začetno stanje v določenem trenutku še prisoten v kanalizacijskem omrežju - je razlika med začetnimi stanjem (1 oz. 100%) in časovnim integralom funkcije preživetja (enačba 1-3), ki matematično popisuje potek prehoda stanj, kot je ugotovljen pri TV pregledu s kamero.:

$$1 - F(t \leq c) = 1 \quad (1)$$

$$1 - F(t > c) = \frac{(a + 1)}{(a + \exp[b \cdot (t - c)])} \quad (2)$$

$$1 - F(t = \infty) = 0 \quad (3)$$

Oznake simbolov:

t – starost v letih

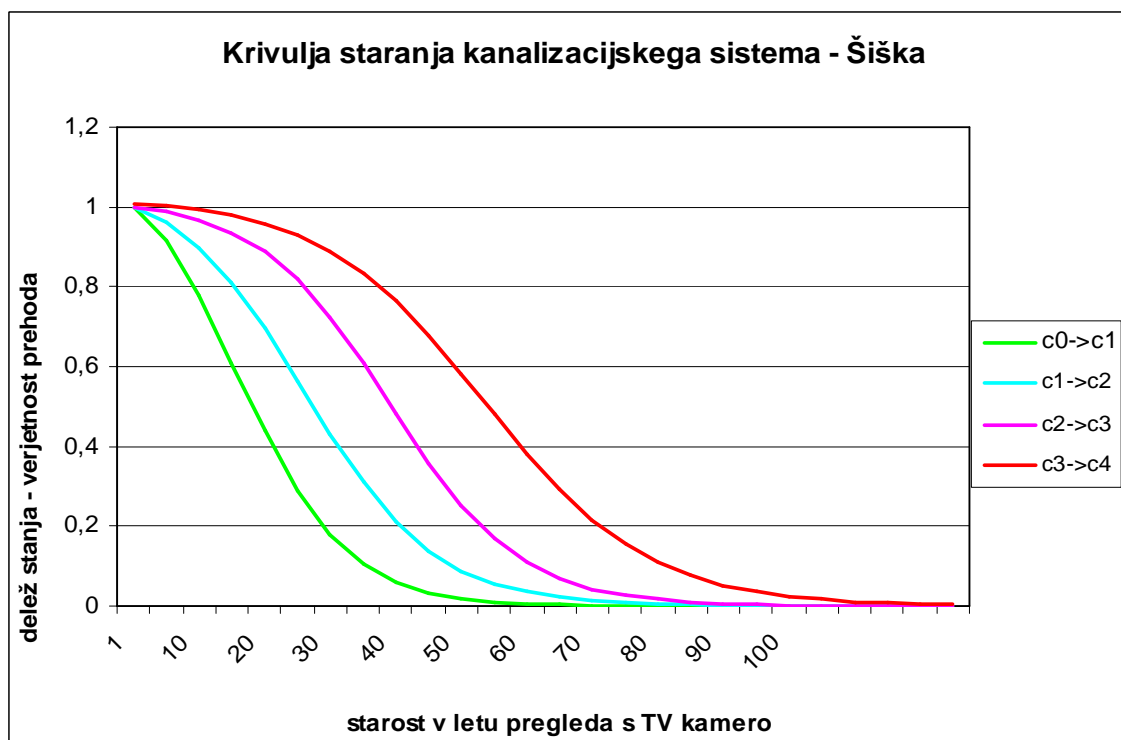
a – faktor staranja (določa, kako hitro nastopi proces staranja)

b – faktor izpada (določa hitrost procesa staranja)

c – faktor odpornosti (določa obdobje, v katerem še ne prihaja do okvar)

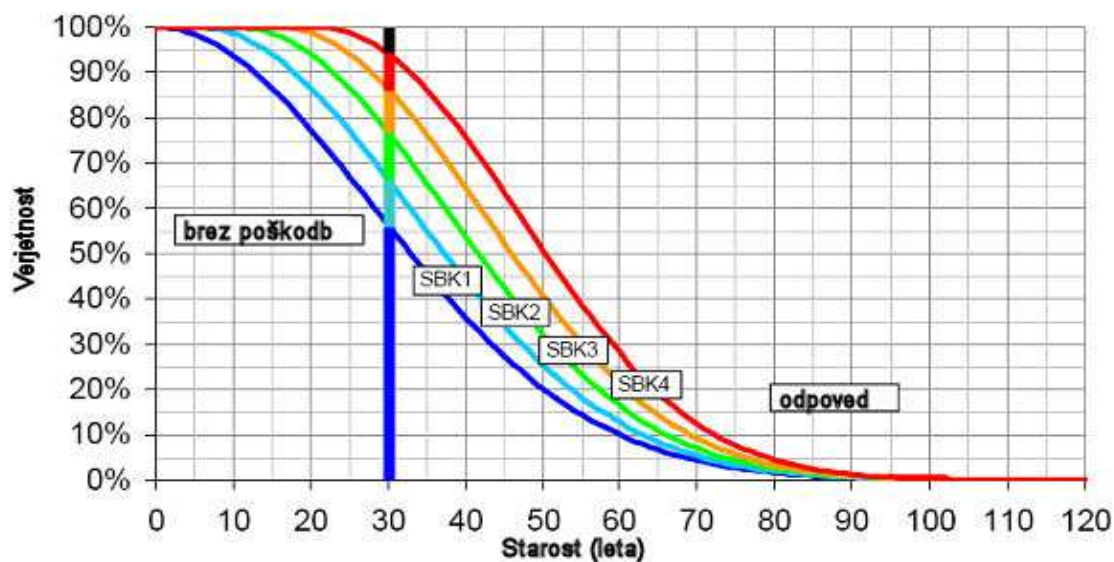
Ocenjena vrednost prehoda stanj je določena na osnovi pregledanega vzorca istih kanalskih odsekov v različnih obdobjih njihovega življenjskega cikla. Ker smo na Ljubljanskem kanalizacijskem sistemu do sedaj izvedli le en pregled kanalizacijskega omrežja za posamezen kanalizacijski odsek, in se bo naslednji krog pregledov začel izvajati šele v naslednjih letih, ne moremo izhajati iz dejanskih podatkov o spremembah na omrežju. Za oceno krivulje staranja smo zato uporabili podatke pridobljene pri nemških raziskovalcih in jih glede na leto pregleda za naše vzorčno območje primerjali in prilagodili vrednosti, kot je razvidno iz grafikona 11.

Za primerjavo je podan primer betonskih kanalskih cevi za mesto Berlin in osnovne krivulje staranja betonskih cevni materialov, kot jih je pionirsko uvedel v modele ocene stanja v Nemško govorečih pokrajinah Herz (stran 100).



Grafikon 11: Krivulje staranja za betonske cevi DN 250-400 – testni model – Šiška 2008

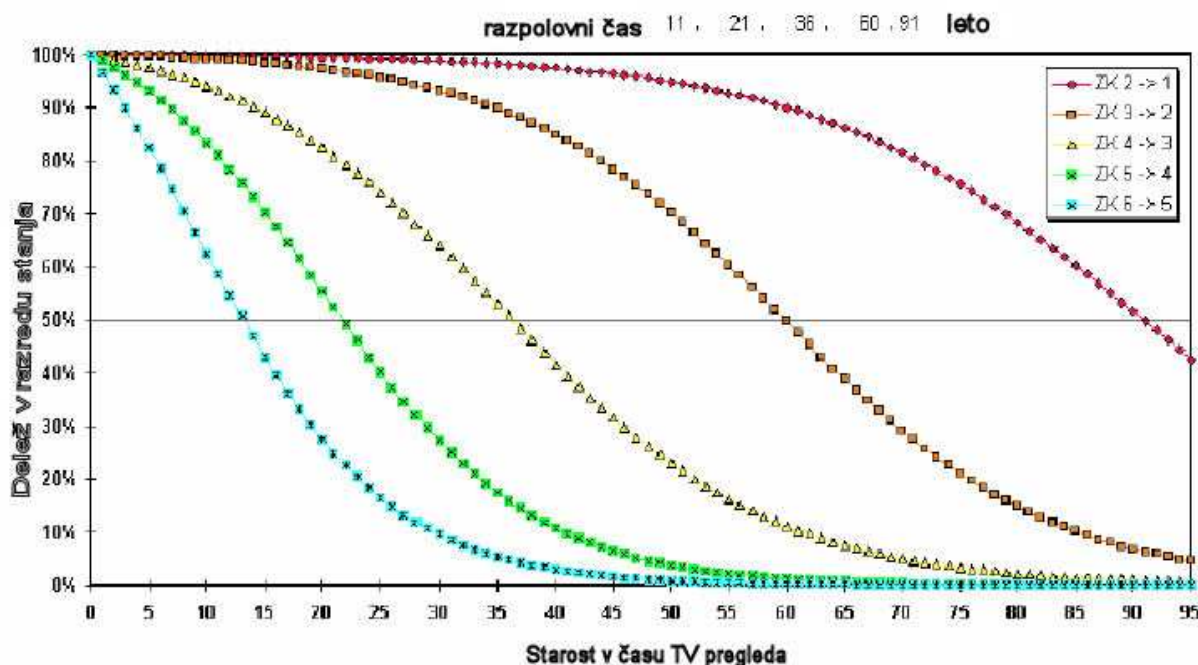
Graph 11: Survival functions for concrete pipelines – Šiška model 2008



Privzeti grafikon 5: Krivulja staranja za betonske cevi DN < 700, vgrajene po letu 1960 – mesto Berlin (Stein, 2007c)

Graph: Survival functions for concrete pipelines DN <700, built after 1960, Berlin (Stein, 2007c)

Glede na izkušnje v Nemčiji (privzeti grafikon 5) je življenjska doba betonskih cevi za mešano kanalizacijo 50 let (pri teh letih je že 50% vseh kanalskih cevi potrebnih takojšnje sanacije)



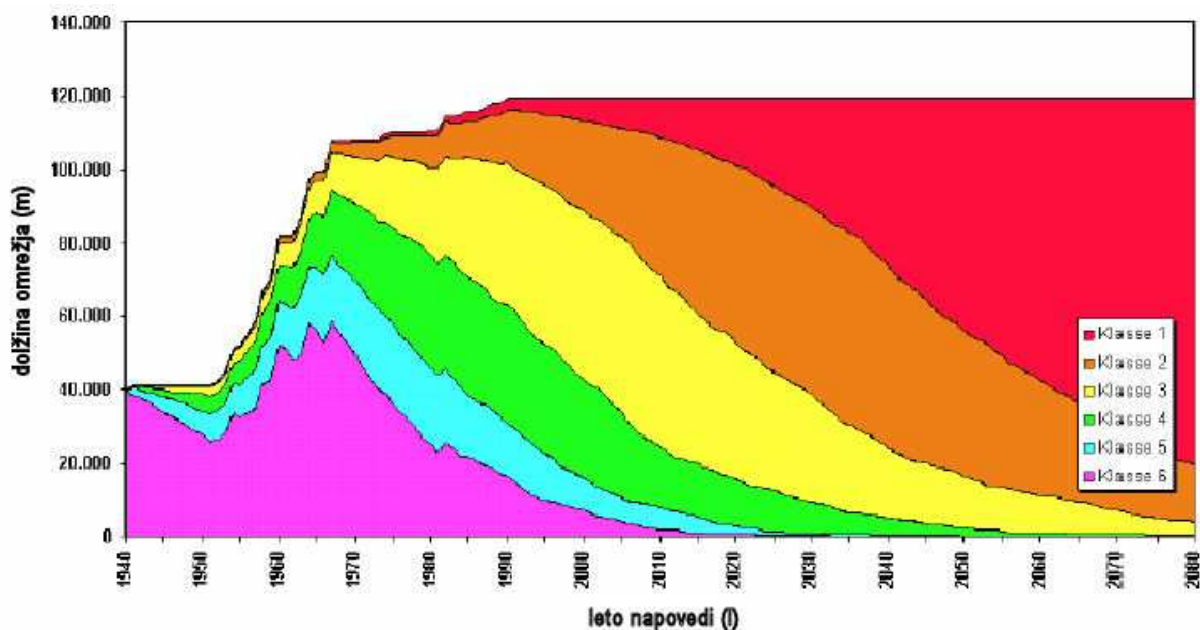
Privzeti grafikon 6: Primer krivulje staranja za betonske cevi vgrajene pred letom 1940, (Herz, 2000).

Adopted Graph 6: Survival functions for concrete pipelines built before 1940, (Herz, 2000)

Ob predpostavki, da se bo kanal staral v skladu z do sedaj zabeleženo hitrostjo staranja, lahko napovemo obnašanje kanalskega odseka tudi v prihodnosti, oz. določimo lahko predvideno življenjsko dobo kanala. Seveda so posamezne karakteristike funkcije prehoda podobne le za enake cevne materiale in enake pogoje vgradnje. Tako tvorimo skupine podobnih cevovodov, katerih lastnosti lahko opišemo z enako krivuljo staranja. Z metodo staranja sistema ne moremo določevati točne prioritete obnove za točno določen odsek. Rezultati analize nam le v določeni stopnji zanesljivosti omogočajo napoved trendov obnašanja sistema v prihodnosti in splošno oceno stanja cevovodov.

Iz poznavanja celotnega stanja omrežja z vidika razreda stanja in predvidenega staranja lahko predvidimo staranje omrežja in ocenimo potrebe po obnovi za sistem in posredno omogočamo določitev strategije obnove sistema. V primeru da omrežja ne vzdržujemo in popravljamo bo stanje omrežja s časom pokazalo nekakšno takšno sliko (spodnja slika). Sistem se postara, posledično se zmanjšuje razred stanja sistema – (delež še dobro delujočih kanalov), ki počasi

preidejo v nedelujoč sistem, ki ga je potrebno stalno popravljati oz. ni več v prvotni funkciji delovanja:



Privzeti grafikon 7: Dolžine kanalov v različnih razredih stanj (Klasse: 1 - 6) – simulacija za daljše obdobje s programom Aqua-Wertmin 6.1 – (Herz, 2000)

Adopted Graph 7: Pipeline lengths in different deterioration states – simulation for longer time period with program Aqua-Wertmin 6.1 – (Herz, 2000)

Rezultati analize so povzeti iz testnega modela računalniškega programa Aqua-Wertmin. Uporabljenih je 6 razredov stanj za razliko od naših 5 razredov stanj po ATV - DWA sitemu klasifikacije. Ker za sistem ljubljanske kanalizacije še nimamo digitaliziranih dovolj podatkov, da bi lahko izdelali bilanco posameznih stanj kanalizacijskega omrežja, smo uporabili podatke za kanalski sistem mesta Rheine v Nemčiji.

Da se popoln razpad omrežja prepreči je potrebno sistematično načrtovati obnovo omrežja. Pri tem lahko omrežja obnavljamo na več različnih načinov - strategij.

Vsekakor je pomembno poznavanje vhodnih podatkov, ki so potrebni za izdelavo analize:

- Stroški za odpravo poškodb v posameznem razredu stanja
- Življenjska doba kanala - in življenjska doba obnovljenega kanala – preostala življenjska doba
- Stroški izgradnje novega kanala.
- Stroški kapitala

2.4.6 Zagotavljanje obratovalne sposobnosti kanalizacijskega omrežja

Minimalni kriteriji za obratovalno sposobnost kanalizacijskega omrežja so podani že v obstoječi zakonodaji, ki pa je kljub temu, da je bila popravljan v letu 2006 še vedno ne določa dovolj natančno določenih vidikov delovanja kanalizacijskega sistema medtem, ko v drugih primerih zahteva preveč togo ravnanje in s tem zavezuje upravljavca k nesmotni uporabi svojih razpoložljivih delovnih sredstev in človeških virov

Osnovne funkcije sokot je bilo že uvodoma ugotovljeno:

- Nemoten odvod dotečene vode v omrežje na lokacijo, kjer se očisti in spusti v odvodnik
- Med transportom onesnažena vode ne sme uhajati v okolje oz. tuja voda ne sme vdirati v sistem.

2.5 Strategije rehabilitacije kanalizacijskega omrežja

Predstavili bomo tri osnovne strategije obnove omrežja ki slonijo na odločitvi o želenem stanju sistema in predvidenih skupnih stroških za rehabilitacijo in vzdrževanja omrežja. V praksi uporabimo kombinacijo različnih strategij, ki so v določenem času oz. obdobju realno izvedljive glede na razpoložljiva denarna sredstva, ob upoštevanju dodatnih stroškov, ki jih posamezna strategija prinaša. Primer simulacije za predstavitev strategije na osnovi staranja omrežja in porabljenih denarnih sredstev je bila izvedena s pomočjo programa AQUA-Wertmin 6.1 – testna različica, na priloženi vzorčni bazi podatkov za manjše mest v Nemčiji, ker potrebnih podatkov o poškodbah in cenah odprave poškodb za ljubljanski kanalizacijski sistem še nimamo. Simulacijo predstavljam, ker zelo jasno in eksplicitno predstavi rezultate različnih strategij obnove v normalnih pogojih delovanja podjetja in tako omogoča vpogled in razumevanje nastanka stroškov pri upravljanju kanalizacijskega omrežja skozi daljše časovno obdobje. Seveda rezultati simulacije niso neposredno prenosljivi na drugo kanalizacijsko omrežje, kar je v nadaljevanju tudi opisano. Predstavljene so tri specifične možne različice najprej opisno, nato pa tudi z grafikoni, ki so vzeti neposredno kot rezultati izvedeni simulacije s programom AQUA-Wertmin 6.1 glede na predvidene investicijske stroške, stroške amortizacije in stroške popravil oz. rehabilitacije kanalskih odsekov v njegovi življenjski dobi.

2.5.1. Strategija odpravljanja napak:

Strategija poznana kot strategija gašenja požarov, pri kateri obnavljamo vedno samo tiste kanale, ki so nujno potrebni obnove zaradi ogrožanja varnosti delovanja sistema, ljudi ali materialne vrednosti. Ne zamenjajo ali obnavljajo se celi odseki, zato tudi ni nobene porabe investicijskih sredstev - v analizi stanja odgovarja temu načinu dejanje - nič narediti. Stalno poslabšanje stanja omrežja povzroča vedno večje stroške odprave poškodb.

2.5.2. Strategija ohranjanja stanja

Pri takšni strategiji načrtujemo porabo sredstev tako, da ostaja vrednost omrežja nespremenjena. Tako ne poslabšujemo stanja omrežja vendar ga tudi ne izboljšujemo.

2.5.3. Strategija sredinskega stanja

Izhajamo iz obstoječega stanja omrežja, ki ni v najboljšem stanju. Želimo stanje omrežja izboljšati in obdržati na takšnem nivoju, da v omrežju ne bo več kanalov v stanju razreda 1 in 2. Temu tudi priredimo porabo investicijskih sredstev v začetnem obdobju, ko stanje omrežja izboljšujemo - obnavljamo.

2.5.4. Primerjava strategij rehabilitacije

V prikazani simulaciji so bile upoštevane naslednje vrednosti investicijskih stroškov za obnovo kanalizacije za predstavljene tri strategije obnove sistema s programom AQUA-Wertmin 6.1 – testni model – preglednica 1:

Preglednica 1: Primer - investicijski stroški za različne strategije obnove kanalizacijskega omrežja glede na predvideno stanje omrežja v prihodnosti

Table 1: Investment costs for different sewer system rehabilitation strategies

Obdobje: / Investicijski stroš.	2000-2009 (EUR/leto)	2010-2080 (EUR/leto)
Strategija 1 – odprava okvar	0	0
Strategija 2 - ohranjanje	200.000	170.000
Strategija 3 - izboljšanje	400.000	350.000

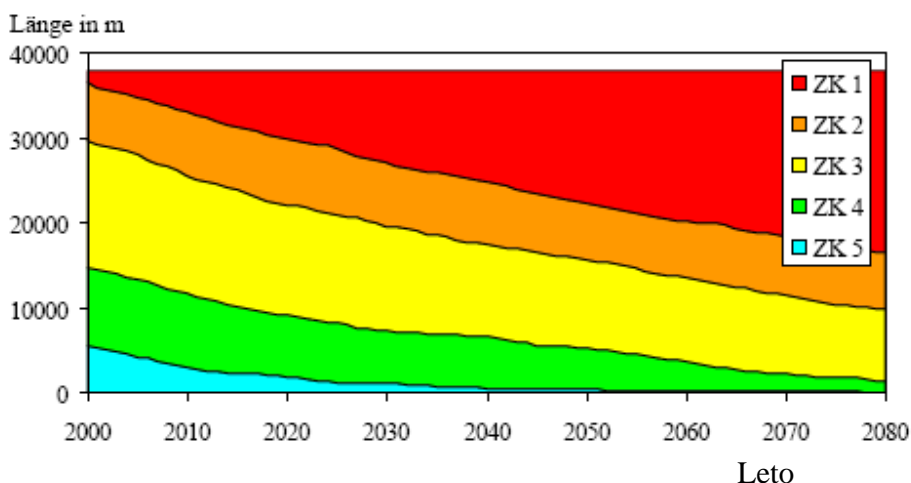
Simulacija podaja le tri različne pristope, seveda pa je možno izvajati tudi vse vmesne stopnje strategij odvisno od želja in zmožnosti upravljavca oz. lastnika infrastrukture. V nadaljevanju so predstavljeni rezultati simulacij predvidenega stanja kanalizacijskega omrežja, ki ga

hipotetično obnavljamo v skladu s tremi različnimi predstavljenimi strategijami obnove (AQUA-Wertmin 6.1 – testni model).

A: Predvideno stanje omrežja:

Strategija 1: odprava okvar - predvideno stanje omrežja glede na razrede stanj:

Dolžina (m)

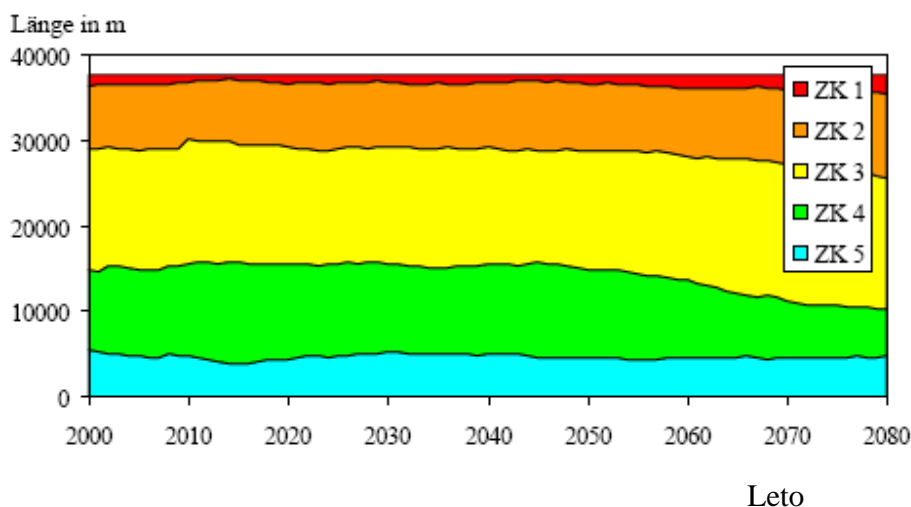


Grafikon: AQUA-Wertmin 6.1 – testni model - odprava okvar

Stanje omrežja se s časom slabša, vse do razpada sistema.

Strategija 2: ohranjanje sedanje vrednosti:

Dolžina (m)

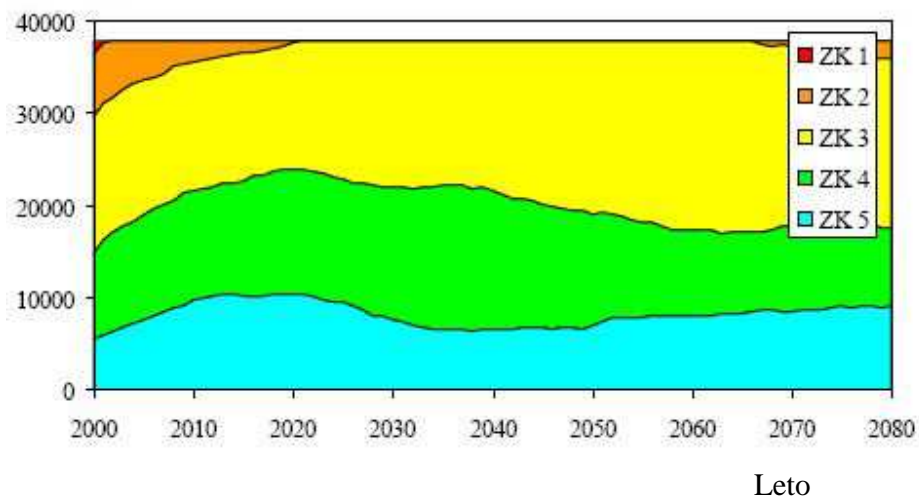


Grafikon: AQUA-Wertmin 6.1 – testni model - ohranjanje sedanje vrednosti

Stanje sistema se ohranja na nivoju zatečenega stanja.

Strategija 3: zagotovitev srednje vrednosti:

Dolžina (m)

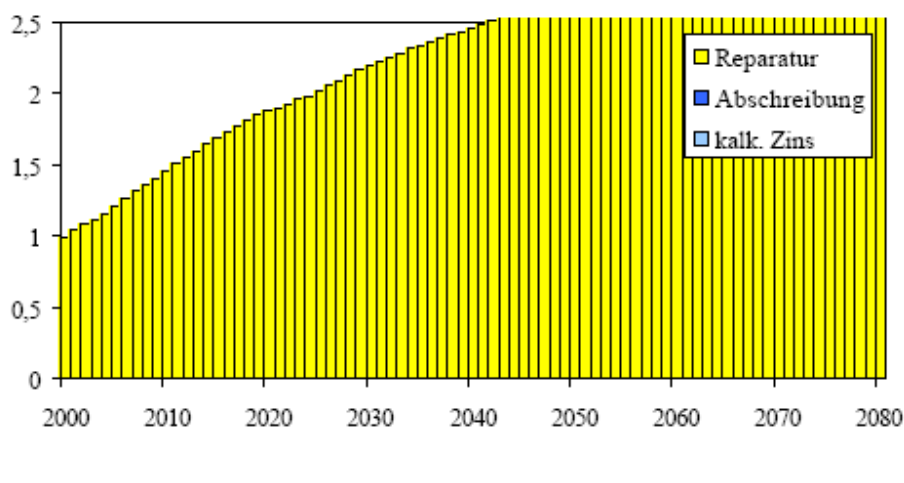


Grafikon: AQUA-Wertmin 6.1 – testni model - zagotovitev srednje vrednosti
Stanje sistema se s časom izboljšuje.

B: Letni stroški popravil, amortizacija, obresti za posamezno strategijo:

Strategija 1: Odprava okvar:

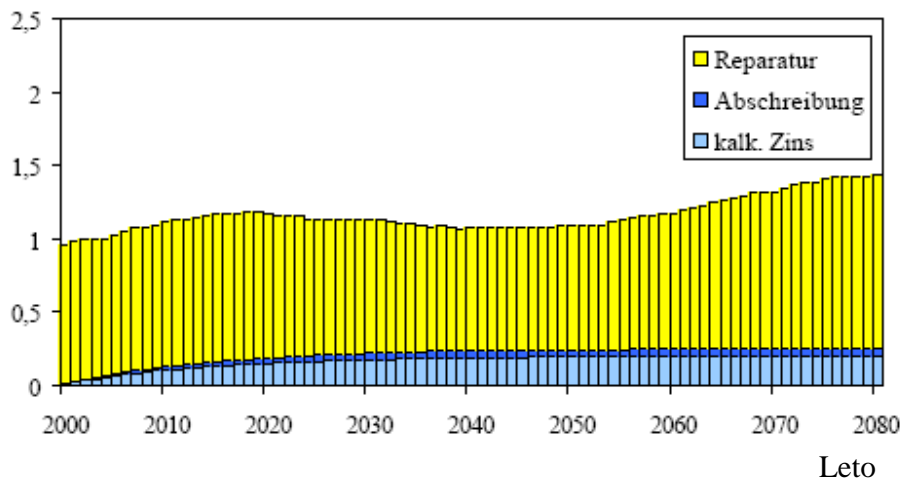
Mio EUR/leto



Grafikon: AQUA-Wertmin 6.1 – testni model - odprava okvar
Stroški za okvare s časom naraščajo. Drugih stroškov ni.

Strategija 2: ohranjanje sedanje vrednosti:

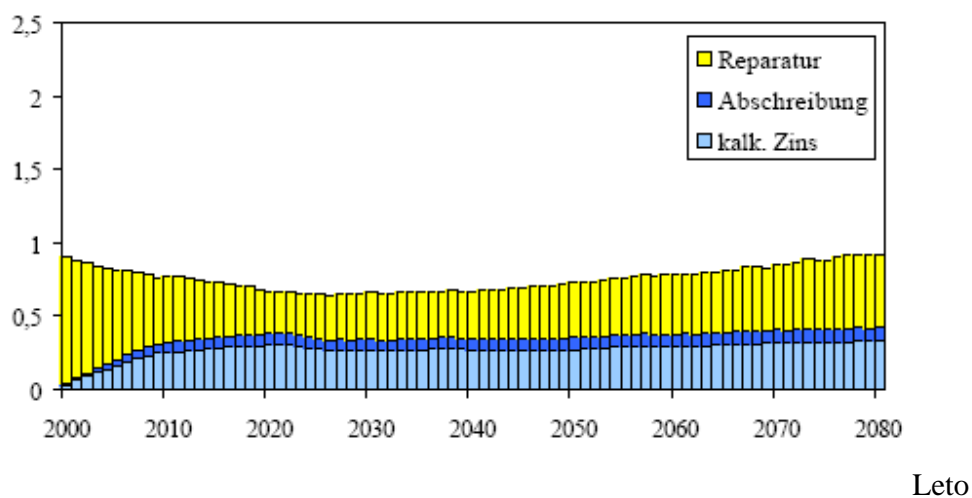
Mio EUR/leto



Grafikon: AQUA-Wertmin 6.1 – testni model - ohranjanje sedanje vrednosti

Strategija 3: zagotavljanje srednje vrednosti:

Mio EUR/leto



Grafikon: AQUA-Wertmin 6.1 – testni model - zagotavljanje srednje vrednosti

Kot je razvidno iz predstavljenih grafov se pri strategiji gašenja požarov stroški kontinuirano povečujejo iz leta v leto, medtem ko stroškov za investicije ni. Pri ostalih dveh strategijah se stroški za odpravljanje poškodb znižujejo v večji meri kot so vložena sredstva za obnovo omrežja. Predvsem pri strategiji 3 se stroški za odpravo poškodb na sistemu močno znižajo ob relativno nizkem (glede na strategijo 2) povišanju sredstev za obnovo sistema (osnovna investicija).

Primerjava med predstavljenimi strategijami nam daje naslednje zaključke:

Kljub najvišjim investicijskim vlaganjem pri strategiji srednje vrednosti lahko poleg celotnih najnižjih stroškov vzdrževanja omrežja zagotovimo tudi občutno izboljšanje stanja omrežja. Glede na trenutne cene na trgu lahko s posameznimi variantami določimo trenutno najugodnejšo strategijo. Strategije se s pridobivanjem novih podatkov o sistemu in novimi robnimi pogoji spreminjajo, zato tudi tu velja načelo dinamičnega prilagajanja, kar lahko privede do delnega nasprotja v interesih posameznih služb v podjetju oz. je načrtovanje predvidenih denarnih sredstev potrebno gledati dolgoročno in celostno z vidika celotnega podjetja, ter tako tudi interese uskladiti ter interpretirati. Za Ljubljansko kanalizacijsko omrežje je trenutno (2008) značilno le majhno število interventnih posegov, zato je strategija gašenja požarov, podprta s slabim nadzorom inšpekcijskih služb, ki ne preverjajo tesnosti kanalizacijskega sistema zelo uspešna. Dolgoročno gledano je to lahko usodno za celoten kanalizacijski sistem.

Zavedati se moramo, da je analizo staranja omrežja in stroškov za vzdrževanje omrežja **potrebno narediti za posamezne kanalske odseke na osnovi izvedenih analiz za posamezne skupine podobnih kanalskih odsekov** glede na material, način vgradnje, stroške odprave okvar, teren...

Glede na izvedeno analizo stanja kanalizacijskega sistema Ljubljana ugotavljam, da je strategija gašenja požarov za zadnje srednjeročno obdobje uspešna gledano s strani upravljavca in sedanjih najnižjih stroškov, saj je glede na strukturo in starost kanalov ter nepoznavanje dejanskega stanja sistema bilo do sedaj pričakovati le malo poškodb, ki bi bile potrebne večjih intervencij (slika 53, 64). Vendar gledano dolgoročno to ni dobra priprava na predvideni porast potrebnih obnov v naslednjih desetletjih.

2.5.5 Odločanje o najprimernejši strategiji rehabilitacije

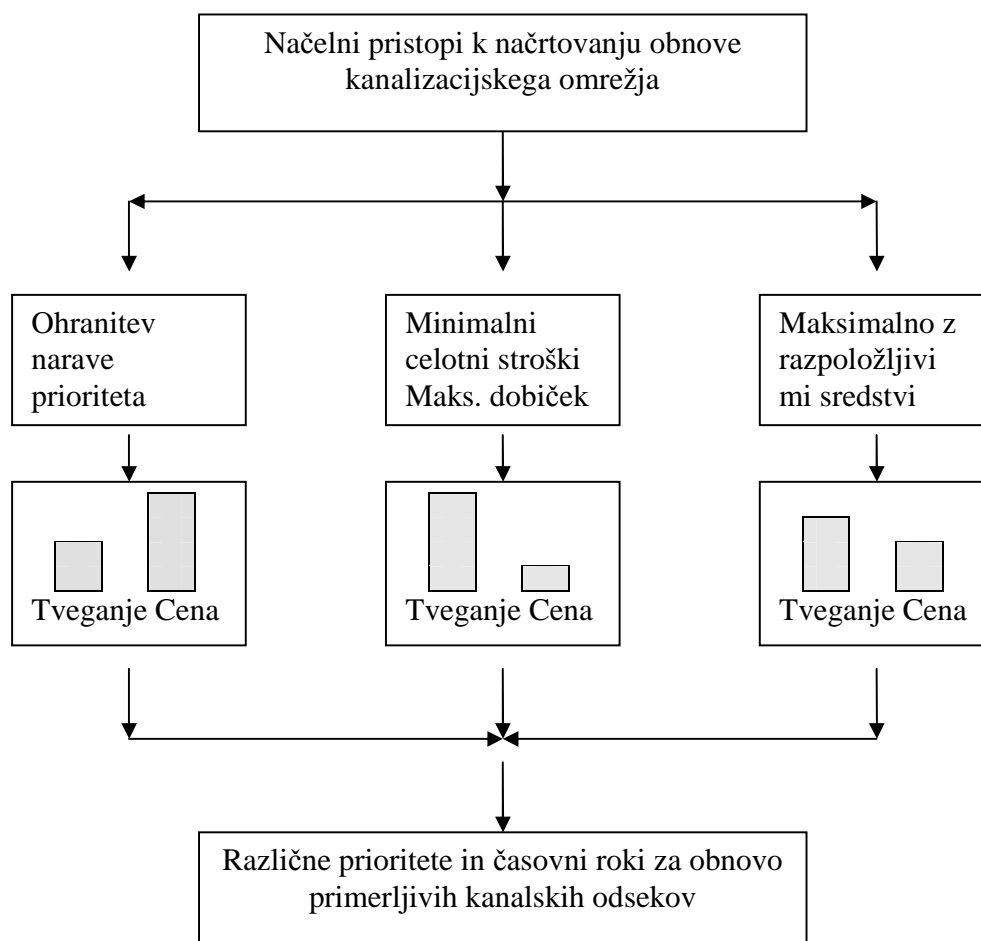
Strategija rehabilitacije nam določa, temeljno odločitev, kaj želimo s postopki, ki jih bomo sprovajali doseči – kam želimo kanalizacijski sistem privedi. Pri določanju strategije vedno izhajamo iz določitve stanja, določitve zelenega stanja, ugotavljanja potrebnih resursov in človeškega potenciala ter finančnih sredstev, ki bodo potrebna za njeno izvajanje ter preverjanja in ocenjevanja izvedbe.

Strategijo rehabilitacije kanalizacijskega omrežja določajo naslednji argumenti (DWA ATV 143 – 14):

- zahtevano stanje (cilji – kaj doseči),
- letni proračun (finančne možnosti – s kakšnimi sredstvi do cilja),
- metoda sanacije (tehnične možnosti – kako cilj doseči).

Čeprav je zakonodaja za celotno EU na področju varovanja okolja in delovanja kanalizacijskega sistema enotna, je vendar sama izvedba v praksi posameznih dežel raznolika in specifična za posamezno državo. Praksa je pogojena s kulturo naroda, predhodno prakso in z vodilnimi imetniki znanja, ki svoje ideje posredujejo upravljavcem in širši javnosti. Ogleдали si bomo tri različne pristope (slika 21) in jih ovrednotili glede na stanje kanalizacijskega sistema v upravljanju JP VO-KA.

Posledice različnih praks so seveda jasne. Pri pristopu 100% varovanja okolja in človeka so posledično cene vzdrževanja in obnove kanalizacijskega omrežja izredno visoke, v praksi pa prihaja do določenih odmikov pri realizaciji in kontroli zakonsko predpisanih norm – primer Nemčija. Pri pristopu maksimalnega dobička in minimalnega vlaganja v infrastrukturo z iskanjem rizičnega optimuma npr. ali je ceneje obnoviti cevovod ali plačati ekološke takse in čistiti onesnaženo vodo za potrebe oskrbe s pitno vodo (ki verjetno nikoli več ne bo pitna na mestu odvzema) je tveganje za onesnaženje okolja zelo visoko. Model, ki je bil precej uveljavljen v Angliji in ZDA je zaradi zanemarjanja obnove na račun maksimiranja trenutnih dobičkov pripeljal do slabega stanja omrežja in zahteva sedaj, ko je omrežje postarano velike finančne vloške za njegovo obnovo. Podobna situacija je nastala tudi v Sloveniji, čeprav iz drugačnega razloga. Način dela v Sloveniji je sicer temeljil na osnovi varovanja narave, vendar zato potrebnih sredstev komunalno gospodarstvo ni uspelo zagotoviti in se je sredstva iz amortizacije porabljal za samo delovanje in pokrivanje variabilnih stroškov upravljavca javne infrastrukture. Ta trend se nadaljuje tudi v zadnjih letih. Pristop maksimalno z razpoložljivi sredstvi je lahko tudi dvorezen meč. V kolikor sredstev ni dovolj niti za enostavno reprodukcijo, ta metoda odpove, ker brez finančnih virov ni mogoče vzdrževati infrastrukture.



Slika 21: Shema načelnih pristopov k načrtovanju obnove kanalizacije

Fig. 21: Fundamental principles of planning sewer rehabilitation

2.5.6 Sodobna računalniška orodja in modeli simuliranja staranja kanalizacijskega omrežja

Matematična orodja s katerimi so snovalci popisovali proces staranja omrežja in napovedovanja odpovedi posameznih kanalskih odsekov je veliko. Trenutno lahko rečemo, da so prevladali trije načini, ki se uporabljajo v več variantah. Če odmislimo, Herzove krivulje staranja, ki se še vedno uporabljajo zaradi velikega števila podatkov, ki omogočajo njihovo dokaj natančno uporabo, so vendar nove metode zanimive s stališča napovedovanja ob relativno malih vzorcih in nekontinuiranih podatkih.

Kratka predstavitev matematičnih modelov:

a. Analiza relativnega tveganja (Relative risk based analysis)

Analiza relativnega tveganja (RRBA) je zanimivo orodje za oceno tveganja (definirano, kot konvolucija med verjetnostjo in posledicami) nedelovanja v skladu z zahtevami, če vemo, da imamo zelo malo podatkov (TV pregledov) in še ti so izvedeni na malem % omrežja (10%).

b. Model Markovih verig (Markovian process (MP))

Model Markovih verig oceni verjetnost prehoda zato, da opiše proces staranja med dvema sosednjima stanjema. V običajnem Markovem modelu je verjetnost prehoda ocenjena:

- Z uporabo relativne frekvence prehoda razredov stanj brez povezave z vplivnimi faktorji za posamezne odseke (nas ne zanima od kod izhaja)
- Ali pa jih pridobi z uporabo modela tveganja na osnovi faktorjev z omejenim številom stanj na 2.

Z namenom, da poveže podatke s pregledov kanalizacije z razlikami uradnih parametrov in parametrov okolja in se pri tem truditi, da ne bi zmanjšal natančnosti ocene verjetnosti z Markovo transformacijo, je proces staranja formuliran z eksponencialnim modelom tveganja.

Ta način, ki so ga prvič uporabili za oceno staranja mostnih konstrukcij (Tsuda and all.), ima sposobnost modeliranja več stanj staranja čeprav predpostavljamo, da so verjetnosti prehoda neodvisne od starosti posamezne sekcije. V bistvu modeliramo vzorec in si pri tem pomagamo z metodo fuzzy logike.

c. Model verjetnostnih nevronske mreže (Probabilistic neural network (PNN))

Tretji pristop (PNN) je postal pogosto uporabljen kadar je bila povezava med vhodnimi podatki

(v našem primeru faktorji in ugotovljene poškodbe na posameznem odseku) in izhodni podatki (delovanje odseka) zelo kompleksna in slabo poznana. Modeli z nevronske mreže izhajajo iz medsebojnih povezav med seti nelinearno povezanih enot – »neuronov«, pri čemer ima vsak »neuron« svojo enostavno nalogo.

Strokovna javnost in uporabniki (Echachi, Alaegre, forum 2008), so enotnega mnenja, da so ekspertne metode določevanja prioritete kanalizacijskih sistemov še vedno na stopnji zanesljivosti enostavnih metod določitve prioritete, ki so bile zasnovane ne metode stanja

kanala in ocene poškodb. Seveda temu odločno nasprotujejo ponudniki posameznih celovitih rešitev, ki so prepričani, da je določanje stanja in ocena dobljena s pomočjo računalniških simulacij naprednejša in bolj zanesljiva. (RERAU, KANAL++, SYSTEM). Pri pregledu različnih metod in ugotavljanju nepravilnosti v avtomatskem procesu določanja prioritete so jasna nekatera dejstva:

Pri avtomatskem računalniško vodenem določanju prioritete, uporabnik nima več nadzora nad dogajanjem - Ocena pravilnosti rezultata je nemogoča, ker toka odločitev ni mogoče slediti. Za strokovnjaka so zato intuitivne metode, ki slonijo na logičnih povezavah veliko bližje. Pri preverjanju dela avtomatskega odločanja in odločitev, ki so jih sprejeli strokovnjaki so ugotovljene precejšnje razlike. Vzroki za odstopanja so bili tako v napačno vnesenih podatkih v sistem, kot različno (subjektivno) vrednotenje človeka v podobnih situacijah. V naši nalogi smo zato odločili za vrednotenje stanja in določanja prioritete obnove na osnovi ocene tveganja upravljavca kanala.

2.5.7 Kriteriji za odločanje o rehabilitaciji kanalizacijskega omrežja

Izbor kriterijev oz. prioritete je bistvenega pomena ob predpostavki, da so podatki na osnovi katerih se izbor izdelava zanesljivi, pravilni in zbrani v dovolj velikem številu, ki omogoča njihov prenos z vzorca na posamezni primer. Pri izboru smo upoštevali naslednja merila:

- Podatki morajo biti rutinsko dostopni, enoznačni in zanesljivi,
- Za analizo uporabljamo le najpomembnejše kazalce – tiste, ki predstavljajo največjo nevarnost in se nahajajo na območju največjega škodnega potenciala – potencialno pomenijo največje tveganje,
- Zbiranje podatkov mora biti enostavno,
- Baza podatkov se lahko vedno dopolnjuje in spreminja,
- Omogočena mora biti uporaba podatkov iz različnih virov in oblik (opisni, numerični, slikovni..) .

Do vzpostavitve katastra poškodb in izvedene analize za posamezne sklope cevni materialov se pri določitvi prioritete obnove upošteva naslednje faktorje:

- ustrezna hidravlična prevodnost odseka,
- vrsta odpadne vode - padavinska, stopnja onesnaženosti komunalne vode,
- starost odseka,

- razred stanja kanalskega odseka,
- število in velikost poškodb glede na klasifikacijo po ATV 143,
- vodovarstvena območja,
- območja z visoko podtalnico,
- število oskrbovanih strank,
- preplavitve, zastoji, prelivi v vodotoke,
- Glede na ocenjeno količino infiltrirane, oz. eksfiltrirane vode (in opis poškodbe),
- Zunanji naročniki (investitorji), ki zaradi novogradnje menjavajo obstoječe starejše omrežje,
- Možnost pridobitve vseh potrebnih soglasij, služnosti oz. gradbenega dovoljenja,
- Pobude strank, občin in večjih predvidenih porabnikov ,
- Nadaljevanje že začelih gradenj v predhodnem koledarskem letu,
- Časovna uskladitev izvajanja obnov dotrajanih odsekov vodovoda in kanalizacije z drugimi komunalnimi vodi in ureditvami cestišč,
- Dokončanje nalog, za katere so že zagotovljena finančna sredstva.

Posamezne kriterije se uporabljajo v skladu z obstoječo zakonodajo, tehničnim pravilnikom in konkretno situacijo na terenu - komu in čemu je vodovod, kanal namenjen, kje se nahaja, kakšni so predvideni stroški izgradnje in vzdrževanja in ne nazadnje, kdo bo zagotovil finančna sredstva.. Vse te pogoje se je ocenjevalo po občutku in iz izkušenj s precejšnjim faktorjem subjektivne ocene. Ocena eksperta je seveda potrebna, in ostaja tudi pri računalniško podprtem določanju prioritete, le da je tu veliko manj možnosti za napako, omogočen je veliko bolj celostni pregled in pristop, možna je izdelava variantnih rešitev in njihova primerjava, sama izdelava analiz pa je občutno hitrejša in zanesljivejša. Kriteriji pri GIS podprtem določanju prioritete obnove po metodi največjega tveganja so na prvi pogled skoraj identični, le da je za izbor po teh kriterijih potrebno zahtevane podatke pridobiti v digitalni obliki in primerno urejene ter strokovno ocenjene tako, da je mogoča računalniška obdelava, ki v primeru dobro zastavljene in zanesljive baze podatkov omogoča primerjavo kanalskih odsekov med seboj in tako določanje realne prioritete obnove, ki ima veliko prednosti pred obstoječo prakso dolgega in mukotrpnega dela določanja prioritete obnove brez ustreznih podatkov, polne napak zaradi časovnih pritiskov in pomanjkanja kadrov. Ker baze podatkov za analizo ni, je seveda toliko bolj vprašljivo določanje prioritete obnove na osnovi

subjektivne ocene, ki prav tako sloni na skopih podatkih izpostavljenih kanalskih odsekov, ki so na robu propada.

Benchmarking - primerjanje - definira Watson (1993) kot sistematičen in nepretrgan proces ocenjevanja in primerjanja organizacijskih procesov s poslovnimi procesi, ki jih uporabljajo druga svetovno uspešna podjetja za pridobivanje informacij, ki bodo organizaciji pripomogle k izboljšanju njene učinkovitost in uspešnosti. V okviru delovne skupine IWA – (Alegre et. all., 2000) je bil izdelan katalog PI-jev (Performance Indicators for Wastewater Services (v nadaljevanju PI-WS) – indikatorji uspešnosti delovanja) in nato na osnovi rezultatov uporabe v praksi izdelan priročnik najboljše prakse kot nadgradnja osnovnega dokumenta – (Matos et. all., 2003). Predlagane indikatorje iz kataloga PI- WS IWA smo klasificirali in naredil izbor PI-jev primernih za vrednotenje stanja kanalizacijskega omrežja. Na osnovi izbora zelenih PI-jev smo naredili ožji izbor PI-jev, za katere je realno mogoče zbrati podatke in nekaj takšnih, za katere bi bilo priporočljivo podatke začeti zbirati v obliki, ki omogoča določanje PI-jev in njihovo vrednotenje.

V Sloveniji je bil v letu 2008 izveden benchmarking podjetij za oskrbo s pitno vodo pod okriljem ministrstva za okolje in prostor, na področju odvajanja in čiščenja odpadne vode, pa v Sloveniji podobnih primerjav še ni bilo izvedenih.

2.5.8 Nadzor nad kanalizacijskim omrežjem

Nadzor nad stanjem kanalizacijskega omrežja je predpisan že v pravilniku. Nikjer pa ni določeno katere in na kakšen način ter v kakšni obliki je potrebno podatke zbirati, urejati oz. kako jih uporabiti. Podatki, ki se zbirajo za razna poročila o delovanju in stanju kanalizacijskega omrežja, ki jih zahteva država, velikokrat nimajo nobene prave povezave z realnim stanjem kanalizacije ali delovanjem objektov.

2.6 Ocena stanja kanalizacijskega omrežja

Kazalniki stanja kanalizacijskega sistema gledano generalno za celotno kanalizacijsko omrežje nam pomagajo pri dolgoročnem načrtovanju obnove in rezervaciji potrebnih finančnih sredstev za njihovo realizacijo. Ugotavljanje in ocena stanja kanalizacijskega sistema je zahtevana že v standardu EN 752-5 – ki zahteva, da se v ta namen uporabi vse razpoložljive in

pomembne informacije, ki so osnova za planiranje vseh nadaljnjih ukrepov. Pri tem priporoča ATV-DVWK-M 143-1 [2], oz. novi standard SIST EN 13508-2:2003, da se vse pridobljene podatke kritično analizira in oceni z ozirom na aktualnost, zanesljivost, popolnost, natančnost, opisno moč itd. . Kanalizacijsko omrežje Ljubljane je bilo sistematično pregledovano s TV kamero od leta 1994. Uporabljala se je klasifikacija stanja v skladu s priporočili ATV 143, ATV M 149. Od leta 2008 smo tudi v JP VO-KA pristopili k novi metodologiji zapisa pregledov s TV kamero v skladu s standardom SIST EN 13508-2:2003. Nov zapis nam omogoča boljšo klasifikacijo, lažje vrednotenje kanalskih odsekov glede na izkazano tveganje, ki ga kanalski odsek predstavlja za svoje okolje, saj je opis poškodbe prilagojen lažjemu vrednotenju intenzivnosti napake. Podatke lahko nato koristimo za takojšnje ukrepanje (vzdrževanje, sanacija) in preventivno delovanje (Muller 2005).

Osnova za vsa ta načrtovanja je kot že omenjeno v predhodnih poglavjih – poznavanje razreda stanja kanalizacijskega sistema in digitalni kataster evidentiranih in klasificiranih poškodb.

Ocena stanja se določi na dva načina:

- S preveritvijo tesnosti kanalizacijskega odseka (voda, zrak – EN 1610, Wasserdruckprüfung gemäß ATV-DVWK M 143 Teil 6)
- Z vizualnim oz. TV pregledom posameznega odseka

S prvim načinom ugotovimo da netesnost obstaja, z natančnim pregledom cevovoda pa kaj je vzrok netesnosti oz. kje se poškodba nahaja. Glede na izkazane poškodbe se v nadaljnjem postopku odločanja določi način in čas obnove.

Hišni kanalizacijski priključki:

Enako lahko pregledamo hišne kanalizacijske priključke s primerno prirejeno ali posebno opremo. Pri hišnih priključkih običajno preverimo še pravilnost priključitve v primeru da je ločen kanalizacijski sistem oz. je predvideno ponikanje odpadnih padavinskih voda. To najlažje ugotavljamo z dimljenjem, oz. z barvanjem vode. Ker so lastniki hišnih kanalizacijskih priključkov sedaj tudi finančno odgovorni za izvedbo rehabilitacije in ugotavljanje stanja hišnega priključka, ustreznih vzvodov za izvajanje zakonskih obvez pa v praksi ni, ostaja ta del kanalizacijskega omrežja siva cona. Lastniki priključkov so slabo obveščeni o svojih obveznostih, odloki niso objavljani na dostopen način, lastnik prvič zve za svoje obveznosti, ko jih mora sam izvesti. Lastnik priključka si takrat običajno postavi naslednja vprašanja:

- Zakaj naj dam pregledati kanalski priključek – saj v redu dela,
- Ekološki riziko, ki ga povzročam (bolj ozaveščeni),
- Kdo je pristojen za to, in kdo zna to izvesti,
- Kakšne so posledice, če ne izvedem pregleda,
- S kakšnimi stroški moram računati,
- Kdo mora stroške poravnati,
- Kdo nudi posamezna usluge,
- Kako do več primerljivih ponudb.

Dokler ne bo jasnih dogovorov, ugodnih in cenениh rešitev za vprašanja, ki si jih lastnik priključka postavi, ko se od njega zahteva pregled hišnega priključka s strani javnega upravljavca omrežja ter temeljitega nadzora ustreznih služb s pooblastili za kaznovanje, zasnovani sistem ne bo deloval, kljub zakonskim obvezam.

2.6.1 Ocena stanja kanalizacijskega omrežja na podlagi opravljenega TV pregleda s kamero

Pregled s TV kamero (prirejeno po CGS - Krašovec-hidrospeleo)

Korekten pregled cevni sistemov s TV kamero je pomembna faza nadzora pred začetkom uporabe, med uporabo in ob vzdrževalnih posegih na kanalizacijskem sistemu. Pokriva konstrukcijski, hidravlični in okoljski vidik ustreznosti cevne sistema.

Za obravnavani cevni sistem se v okviru vsakega pregleda posname vse jaške in cevne odseke.

2.6.1.1 Tehnologija in način snemanja

Snemanje naj se izvede skladno s standardom SIST EN 13508-2:2003 in skladno z nemškimi smernicami ATV-M 143-2 – do sedaj po ATV.

- Pred pričetkom snemanja se stene kanalov in jaškov očisti z vodnim curkom pod visokim tlakom,
- Usedline se izčrpa,
- Snemanje se izvaja z robotsko kamero, ki video posnetke zapiše v digitalni format in hkrati samodejno beleži dolžine in naklon pregledanih odsekov. Snemanje se izvaja dovolj počasi, da je možno opaziti vse relevantne posebnosti oz. značilnosti. Kamera

mora imeti vrtljivo glavo, da je možno bližnje (pravokotno) snemanje problematičnih mest. Kamera pa se premika naprej po cevi le, ko je leča obrnjena v smer cevi,

- Vsa opažanja se sproti zapisujejo,
- Po pregledu se izdela poročilo,
- Pregledi se izvajajo nad nivojem terena, pod nivojem terena, lahko pa tudi pod vodo.

Kakšni naj bodo in kaj obsegajo zbrani podatki snemanja?

Obsegati morajo:

- Film trase cevne sistema z detajlnim pregledom cevnih odsekov, priključkov in jaškov,
- sprotne vpise vseh ugotovitev (lokacije, vrste poškodb, posebna opažanja, ovire toku, pripombe); klasifikacijo poškodb v slovenskem jeziku in usklajeno s standardom SIST EN 13508-2:2003. To standardizirano kodiranje vseh opažanj snemanja omogoča primerjavo opažanj snemanj,
- avtomatski kontinuiran zapis razdalje od startne točke snemanja,
- avtomatski kontinuiran zapis trenutnega nagiba cevne vode.

Pristnost oz. kredibilnost podatkov snemanja zagotavljajo tudi naslednji zaščitni ukrepi:

- Program izdela avtorsko zaščiteno digitalni zapis, ki onemogoča kasnejše spreminjanje podatkov,
- Koordinate vstopnih jaškov (pričetka snemanja) se preko sistema GPS zapišejo na video posnetek.

Zbrani digitalni podatki snemanja morajo omogočati, da jih uporabnik kasneje lahko uvozi v svoje aplikacije, npr. za izdelavo in dopolnjevanje katastrov cevne sistema in sicer:

- Za zajem manjkajočih odsekov, jaškov in priključkov,
- Za popravek oz. točnejše preciziranje položaja jaškov (GPS meritev, natančnost pozicije do 1 cm),
- Za prenos podatkov v GIS,
- Za zapis kopije podatkov snemanja v bazo infrastrukturnih objektov,
- Za dostop do podatkov snemanja s pomočjo GIS pregledovalnika.

Arhiviranje podatkov

- Filmi naj bodo urejeni po posameznih odsekih, podatkih o poškodbah, poročilih in drugih dokumentih,
- Istočasno naj bo možen pregled katastrof, načrtov, skenogramov, ortofoto posnetkov,
- Možna naj bo integracija podatkov z obstoječimi poslovnimi aplikacijami,
- Zagotovljen mora biti programski del rešitve in vsa orodja za vzdrževanje in arhiviranje banke podatkov.

Izvajalec snemanja

Izvajalec snemanja mora predhodno predložiti reference vsaj 10 snemanj v zadnjih treh letih (z referenčnimi pismi citiranih naročnikov).

Vsak snemalec mora imeti potrdilo o šolanju snemanja s TV kamero, izdano s strani dobavitelja snemalne opreme.

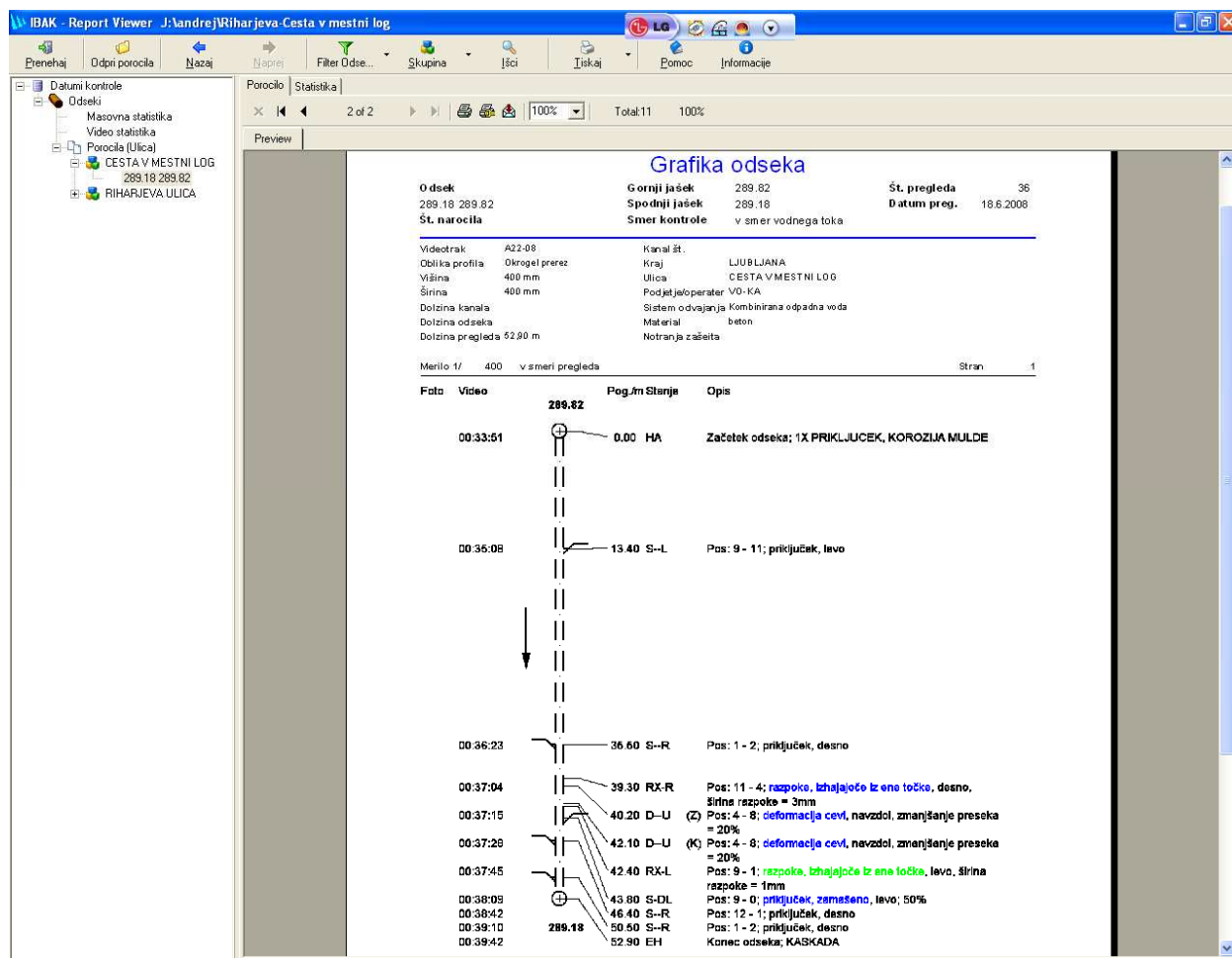
Pri izvajanju pregleda s TV kamero se je do sedaj uporabljalo standard ATV, sedaj pa se pregledi izvajajo v skladu z novimi EN standardi.

ATV – M 143-2 Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall:
Optični pregled kanalizacij

SIST EN 13508-2:2003 Standard za ugotavljanje stanja drenažnih in kanalizacijskih sistemov
zunaj stavb – 2.del: Sistem za vizualni nadzor in kodiranje

Razred stanja se je do sedaj določal po smernicah ATV. V spodnji preglednici smo podali opis posameznih razredov stanj in dodal oceno tveganja, ki ga posamezni razred stanja kanalizacijskega odseka predstavlja za človeka in okolje, na sliki pa je podan primer izdelanega poročila o pregledu s TV kamero.

Vsa zbrana dokumentacija o stanju kanalizacijskega omrežja, ki je bila pridobljena s TV pregledi kanalizacije Ljubljanskega kanalizacijskega omrežja do leta 2008 je bila izdelana v skladu z ATV priporočili.



Privzeta slika 7: Primer poročila o TV pregledu po SIST EN 13508-2:2003 (tudi 2d) – IBAK, JP VO-KA

Adopted Fig. 7: CCTV report according to SIST EN 13508-2:2003 classification- IBAK, JP VO-KA

Nazoren prikaz lege in vrste poškodb glede na dejansko pozicijo v kanalskem odseku je v veliko pomoč pri vrednotenju in oceni stanja kanalskega odseka in o odločanju o potrebnih ukrepih za odpravo pomanjkljivosti (zgornja slika – IBAK).

2.6.1.2 Stroški pregledov in pričakovane koristi:

Vpliv faze planiranja pri izgradnji kanalizacijskega omrežja je premalo upoštevan. Če se zavedamo, da v se v fazi planiranja, kamor spada tudi zajem podatkov o sistemu, odloča o kar 65% vse vrednosti investicije lahko hitro ugotovimo, da je natančno poznavanje stanja kanala

zelo pomembno. Stroški čiščenja, pregleda, in ocene stanja znašajo po oceni 2.5% (5 EUR/m) vseh stroškov izkazanih pri izgradnji kanalizacijskega odseka ,

Nezanesljivi in slabi podatki kot osnova za načrtovanje obnove sistema imajo lahko za posledico:

- napačno načrtovanje,
- dodatne stroške,
- pomanjkljivo izvedbo,
- neprimeren izbo materiala cevi,
- nestrokovno izvedbo priključkov,
- probleme s statičnimi in dinamičnimi obremenitvami,
- neprimerno delovanje in vzdrževanje kanala,
- neprimerno rehabilitacijo – skrajšana življenjska doba kanala.

2.6.1.3 Zanesljivost in natančnost pridobljenih podatkov opravljenih s pregledom kanala s TV kamero

Od pridobljenih podatkov (običajno s pregledom s TV kamero) zahtevamo:

- popolnost,
- kompatibilnost,
- točnost,
- prikladno merilo,
- konsistentnost podatkov,
- aktualnost,
- verodostojnost.

Izkušnje kažejo, da je ponovljivost podatkov pridobljenih s pregledom s TV kamero zelo slaba, in zelo variira glede na izvedenca, ki posnetek izdelata, in okoliščine v katerih je bil posnetek izdelan. Zato lahko podatke o pregledu s TV kamero ocenimo kot relativno nezanesljive in subjektivne. Kljub tej oceni so ti podatki zelo pomembni in v bistvu edini, ki so na razpolago, zato jih uporabljamo in pri tem upoštevamo stopnjo nezanesljivosti.

Osnova za ugotavljanje stanja kanalizacijskega omrežja in posledičnega planiranja in načrtovanja vzdrževanja in obnove so vsi razpoložljivi podatki je navedeno v EN 752-3 in

ATV-DVWK-M 143-1. Kvaliteta podatkov pridobljenih s pregledom je odvisna od usposobljenosti, izkušenj in motivacije pregledovalca. Sistem ocene je dokaj zahteven in hitro lahko pride do nepravilnega vnosa oz. ocene stanja. Dodatno vplivajo na kvaliteto poročil tudi očiščenost kanala, dnevna višina odpadne vode v kanalu. Velja ocena (Stein 2005), da je netočnih ali napačnih podatkov nekje med 10 in 20%! Po raziskavi RTHW Aachen pa celo 40%. Ne pričakujemo izboljšanja stanja, saj je tukaj faktor človeška napaka, in relativno velik pritisk na količino pregledanega sistema za posameznega pregledovalca.

Kljub temu je potrebno pridobljene podatke vzorčno preverjati in ugotavljati njihovo zanesljivost (ponovitev pregleda na vzorčnem obsegu). Po ATV-DVWK-M143-1 je potrebno preveriti:

- formalno pravilnost podatka
- logično pravilnost podatka
- ujemanje starih in novih podatkov

Na tak način zagotovimo zmanjšanje napak v katastru poškodb in povečanje njihove zanesljivosti.

Kanalski sistem naj bi bil v skladu z odlokom v celoti pregledan vsakih 10 let. Praksa je običajno drugačna. Za primer naj navedem, da je v letu 2007 bilo pregledanega 78 km od 1130 km ljubljanskega kanalizacijskega sistema, pregledi hišnih priključkov po novem odloku se še niso začeli izvajati – kar pomeni, da brez dodatnih kapacitet za pregledovanje stanja omrežja s TV kamero omrežja ne bo mogoče pregledati prej kot v cca. 15 letih. Alternativa je metoda selektivnega pregledovanja kanalizacijskega omrežja (pregled podobnih kanalov z vzorčnimi odseki...), vendar takšen način v odloku ni predviden, zahteva pa dobro organiziranost in načrtovanje pregledov. S pomočjo GIS tehnologije je to danes relativno enostavno izvedljivo.

2.6.2 Ocena stanja kanalizacijskega omrežja na podlagi okvar - upravljanje s tveganjem

S časom cevni material iz katerega je zgrajen kanal utрпи različne poškodbe in zmanjšanje prvotne tesnosti. Posledica je, da začne prihajati do infiltracije (vdora okoliške vode)/eksfiltracije (izliv onesnažene vode v okolico kanala) vode. Princip oz. osnovni vplivni faktorji na velikost infiltracije so identični faktorjem, ki imajo vpliv na ekxfiltracijo in so v osnovi odvisni le od nivoja podtalnice in koeficienta pretočnosti okoliške zemljine. Seveda pa obstajajo tudi drugi viri tuje vode – napačni priključki, in prepovedane povezave npr. zalednih

ali strešnih voda. V mešanem kanalizacijskem sistemu se v primeru nalivov prevelika količina dotečene odpadne vode preliva (v bližnji odvodnik), pri čemer, naj bi bil prvi najbolj onesnaženi val zadržan v zadrževalnem bazenu, in nato, prečrpan nazaj v kanalizacijski sistem, da se očisti na ČN. Zaradi tega je dejansko infiltracijo v sistem nemogoče natančno oceniti, saj meritev pretokov ni (prelivi v Ljubljano npr. so začeli izvajati šele oktobra 2008). Tudi če bi bile, pa ne moremo z gotovostjo določiti, kolikšen delež vode je infiltriran zaradi netesnosti kanalizacijskega omrežja. Ker je tuja voda v kanalizacijskem sistemu velik problem za ČN (Horjul, Šujica, IG..) in njeno dobro delovanje, želimo seveda tujo vodo omejiti v čim večji meri. Dotok tuje vode se tako poizkuša ugotoviti pri pregledih s TV kamero in pregledi na terenu. Dejanski vdor podtalne vode v sistem pa je mogoč le v območjih z visoko podtalnico (Ljubljansko barje).

Vplivni faktorji U_i zaradi nevarnosti infiltracije pri določanju prioritete obnove zvišujejo izkazano tveganje pri ugotovljenih poškodbah na kanalizacijskem sistemu.

3.0 METODA NAJMANJŠEGA TVEGANJA – PODROBNEJŠA PREDSTAVITEV

3.1 Uvod

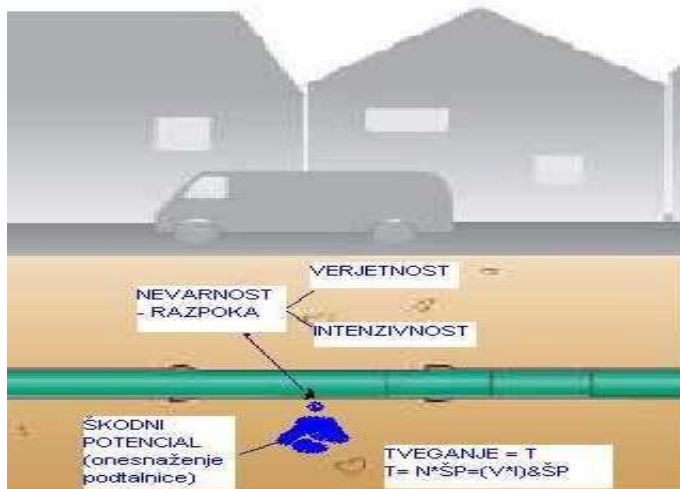
Za določanje prioritete obnove obstaja veliko različnih modelov, ki vsak po svoje določa prioriteto obnove. V grobem lahko delimo modele na:

- a) modele ki prioriteto določajo na osnovi krivulj staranja in predvideni odpovedi, ki izhajajo iz starejših standardov za klasifikacijo poškodb in oceno stanja kanalizacije (npr ATV 149),
- b) modele, ki izhajajo iz stanja evidentiranih poškodb, in njihovega vrednotenja, ti modeli so hote ali nehote sovpadli z novimi evropskimi standardi ocene oz. klasifikacije poškodb kanalizacijskih cevi po EN 13508.

Model najmanjšega tveganja še ni bil izdelan za kanalizacijsko omrežje, je pa bil izdelan podoben model za določanje kritičnih odsekov na vodovodnem omrežju.

Pri modelih na principu a) se odloča o sanaciji ali obnovi kanalizacijskega omrežja na podlagi ocene stanja in modeliranja staranja omrežja. Strategija temelji na teoriji verjetnosti in na predpostavki, da je mogoče na podlagi različnih matematičnih verjetnostnih porazdelitev napovedovati prenehanje življenjske dobe tehničnih naprav ter na tej osnovi načrtovati najprimernejše obdobje za rehabilitacijo. Slabosti te metode so v njeni statistični naravi – za zanesljivo napovedovanje je potrebno imeti dovolj velike vzorce enakih primerov cevovodov, ki so podrobno raziskani in nato njihovo statistično popisano delovanje prenesti na večji obseg kanalizacijskega omrežja. Ker je metoda relativno nezanesljiva in ugotavlja predvsem trende ne upošteva pa lokalnih posebnosti in dejanskih vrednosti smo princip dela uporabili pri strategiji srednjeročnega načrtovanja obnove omrežja.

Pri modelih tipa b), pa izhajamo iz dejanskega stanja cevovoda, vendar ne vemo, kam nas bo le to pripeljalo. Najboljša kombinacija je upoštevanje obeh metod, ker pa ima za posledico višje zahteve po času, višje stroške načrtovanja, zbiranja podatkov in izdelovanja analiz.



Slika 22: Shematski prikaz faktorjev tveganja na primeru poškodbe cevododa

Fig. 22: Risk parameters on example of damaged pipeline

Izdelana je baza podatkov o dogodkih nevarnostih, in škodnem potencialu, ki se uporablja pri analizi z ArcView programom.

EN 752 – 5 zahteva , da se mora pri načrtovanju rehabilitacije uporabiti vse razpoložljive podatke! Ta zahteva postavlja pred upravljavca dokaj zahtevno nalogo, če želi korektno zadostiti zahtevam. Na razpolago je namreč veliko raznovrstnostih podatkov, v različnih vrstah zapisov in oblikah datotek, veliko podatkov je na papirju itd. Postavlja se vprašanje kako vse te podatke vključiti v enoten sistem – skupno bazo podatkov, ki bo omogočal enotno in uniformirano vrednotenje – To problematiko smo upoštevali pri zasnovi metode vrednotenja z minimalnim tveganjem.

Pri zasnovi sistema smo izhajali iz vrste in vzrokov poškodb, ki se na kanalizacijskem sistemu pojavljajo.

3.2 Raziskava vzrokov poškodb v kanalizacijskem sistemu

Izbor ustreznega materiala vpliva na ekonomičnost, primernost in življenjsko dobo kanalizacije predvsem pa na nevarnosti, ki jih k skupnemu tveganju doprinese stanje cevododa . Pri vseh teh kategorijah igrajo pomembno vlogo poškodbe na kanalizacijskem omrežju.

Dejansko se lahko s pravilno izbiro materiala izognemo le nekaterim poškodbam kanalizacijskega omrežja, saj imajo ob pravilni vgradnji vse cevi, ki so izdelane po

uveljavljenih standardih (EN, DIN), zadovoljivo veliko trdnost in vodoneprepustnost. Od posameznih proizvajalcev pa je odvisno, koliko prekoračujejo posamezne standarde. Vendar pa imajo različni materiali različno stopnjo tveganja v specifičnih pogojih polaganja cevovoda. Spodnja preglednica nam prikazuje vzročne povezave med poškodbami in njihovimi vzroki v Nemčiji (RAL, 1996):

Privzeta preglednica 3: Poškodbe na kanal. omrežju in njihovi vzroki po raziskavi RAL 1996
Adopted Table 3: Damages and causes on sewer pipelines results from RAL research

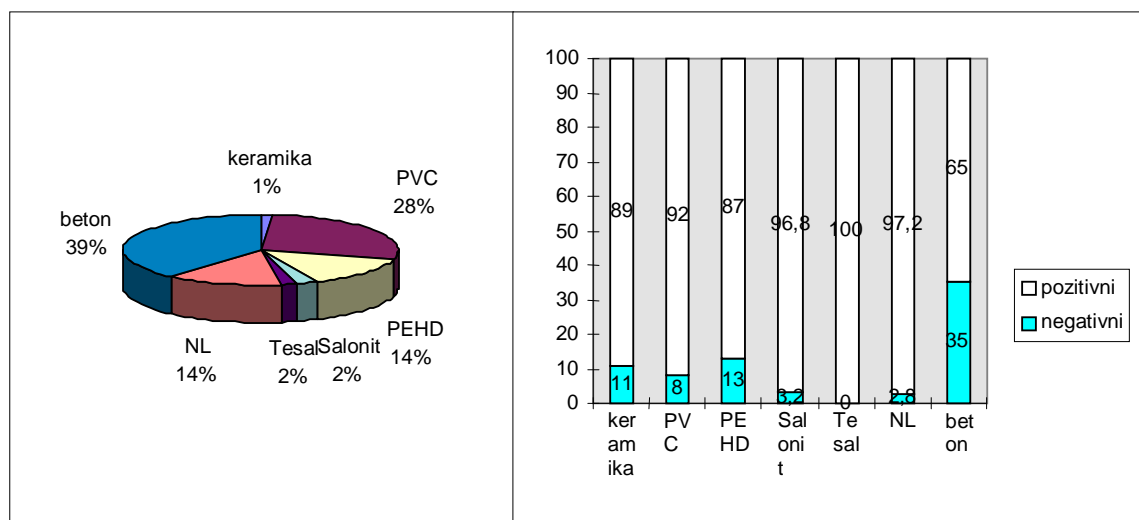
Poškodba	rel.% pošk.	najpogostejši vzrok poškodbe		
		nepravilna izvedba	napačen, nekva- liteten material,	drugi vzroki
prelomi	1.7	√		
ovire, usedline	5.6			√
korenine, obloge	12.3			√
poškodbe spojev	21.4	√		
odklon od nivoja	13	√		
obraba	5		√	
korozija	0.7		√	
deformacija	0		√	
razpoke	37	√		
napačni priključki	3.2	√		

Iz tabele je razvidno, da je napačen izbor materiala vzrok le za slabih 6% poškodb na cevem materialu. Večina poškodb je posledica nepravilne ali površne vgradnje.

Na testnem območju šiške nam analiza poškodb na kanalizacijskem omrežju da nekoliko drugačno sliko, kar kaže na specifično vsakega posameznega območja kanalizacije, ki je pogojena od zunanjih (zemljina, teren, odpadna vode) in notranjih (material cevi, DN, globina vkopa, starost) dejavnikov.

3.3. Raziskava tesnosti kanalizacije

Na izbiro materiala vpliva tudi dejansko obnašanje cevi pri vgradnji. V spodnjih dveh preglednicah so podani rezultati preizkušanja tesnosti novozgrajenih cevovodnih odsekov slovenskih cest in avtocest iz različnih materialov in njihov delež pri preizkusih v letu 1996 v Sloveniji:

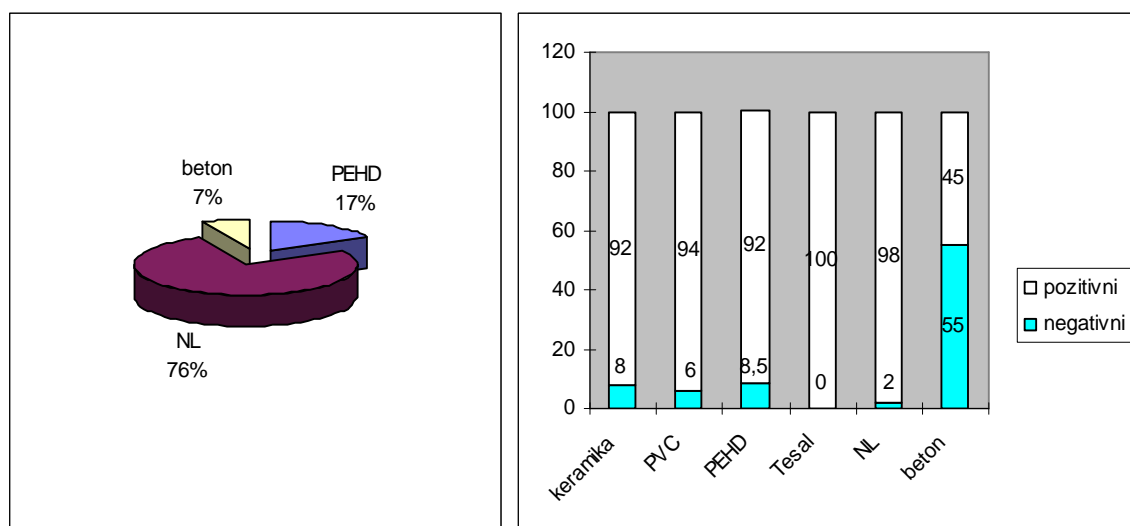


Delež preizkušenih cevovodnih odsekov iz različnih materialov

Rezultati preizkušanja tesnosti novozgrajenih odsekov iz različnih materialov

Privzeti grafikon 6: Preizkušanje vodotesnosti cevovodov – kanalizacija 1996 (povzeto po poročilu – Varinger, 1996)

Adopted Graph 6: Watertightness investigation of sewer pipelines, (Varinger, 1996)



Delež preizkušenih cevovodnih odsekov iz različnih materialov – slov. avtoceste *Rezultati preizkušanja tesnosti novozgrajenih odsekov iz različnih materialov – cela Slov.(95'-97')*

Privzeti grafikon 7: Preizkušanje vodotesnosti cevovodov – kanalizacija – 1997 (Varinger, 1998)

Adopted Graph 7: Watertightness investigation of sewer pipelines, (Varinger, 1997)

Na privzetem grafikonu št. 7, pa so prikazani rezultati preizkušanja tesnosti novozgrajenih cevovodnih odsekov iz različnih materialov in njihov delež pri preizkusih v letu 1997 v Sloveniji

Pričujoči tabeli nam kažeta na veliko vlogo nadzora in izvedbe vgradnje za posamezen cevni material saj bi teoretično morali biti vsi odseki 100% tesni. Najbolj niha kvaliteta cevi iz betona, izvedba hišnih priključkov pri PEHD ceveh ter netesnosti zaradi poškodb keramičnih cevi po vgraditvi in zasipu. Velika zastopanost PVC in PEHD cevi je posledica nihanja kvalitete betonskih cevi in relativno težkega zagotavljanja tesnosti (spoji), povečan delež cevi iz NL pa strogih zahtev na območju vodovarstvenih pasov ljubljanskih obvoznic in novih trendov pri gradnji kanalizacije na ostalih avtocestah. Novejših podatkov od izvajalca nismo uspeli pridobiti.

Stanje tesnosti novozgrajenih kanalizacijskih cevi se je v zadnjih letih močno izboljšalo in se še izboljšuje ravno zaradi uvedene kontrole tesnosti posameznih kanalskih odsekov pred prevzemom v obratovanje. Kljub temu je potrebno vedeti, da se tesnost po ugotovljenem zadovoljivem stanju tesnosti ne preverja več ponovno v nekem časovnem zamiku (5, 10 let), kar ustreza predvsem betonskim cevovodom, ki po določenem .

Vzroki netesnosti so lahko zelo različni, običajno pa so posledica neke mehanske poškodbe ali pomanjkljive izvedbe.

Pri ugotavljanju vzrokov poškodb so nam bili v pomoč evidentirani neželeni dogodki in njihovi vzroki ter posledice, ki so hkrati tudi parametri tveganja in nastopajo ob:

- poplavih,
- zamašitvah,
- porušitvah kanalov,
- boleznih, poškodbah, smrtnih slučajih vzdrževalnega osebja,
- boleznih, poškodbah, smrtnih slučajih drugih oseb,
- poškodb kanalov,
- upoštevanju pogojev na vtokih in izpustih v in iz sistema za odvod vode,
- pregledih kanalov s TV kamero,
- pritožb o širjenju smradu,

- hidravličnih preverb,
- delovanju mehanskih in električnih naprav,
- rezultatih tlačnih preskusov,
- delovanju in stanju regulacijskih naprav,
- preobremenitvah.

Vzroki poškodb na omrežju so predvsem:

- pomanjkljiva, nepravilna izvedba,
- staranje materiala,
- pomanjkljivo vzdrževanje,
- uporaba neprimernih materialov slabe kakovosti,
- agresivna tla in podtalnica,
- korozija pri metalnih vodovodih zaradi nezadostne zunanje in notranje antikorozijske zaščite, zaradi blodečih tokov železnice in železobetonskih temeljev sodobnih zgradb,
- posledice mehanskih obremenitev in zarezni učinkov pri plastičnih vodovodih,
- kakovost vode (korozivnost ali tvorba notranjih oblog),
- prodor korenin v cevovod,
- zmrzovanje tal,
- vibracije in premiki tal zaradi prometa, gradbenih del,
- poškodbe zaradi gradbenih del v bližini cevovodov (posredne ali neposredne obremenitve, posedki).

Za določitev informacij o stanju kanalizacijskega omrežja, je nujno poznati posledice nepravnosti. Preveriti je potrebno predvsem naslednje:

- Posedanje (vzrok, intenzivnost, bližina ogroženih objektov)
- Prelivanje (kje se nahaja, kje se razliva, uporaba prelitega zemljišča, čas trajanja preplavitve)
- Onesnaženje podzemne vode in zemlje (prepustnost zemljine, oddaljenost od drugih podzemnih vodov, sposobnost filtracije zemljine, vrste in sestave odpadne vode)
- Onesnaženje površinskih voda (kvaliteta površinskih voda, onesnaženost odpadne vode, pretokih in času trajanja onesnaževanja)
- Zmanjšana stopnja čiščenja (neprimerna sestava odpadne vode – nedovoljene substance, ali preveč razredčena voda)

Druge posledice so lahko:

- neposredni stroški (npr. stroški za sanacijo ali povečani stroški energije zaradi infiltracije),
- posredni stroški (npr. škode na objektih in inventarju),
- socialno nezadovoljstvo,
- posledice za javno zdravstvo in varnost,
- druga škoda za okolico (npr. smrad, hrup ali poškodbe)

Možnostim za nastanek okvar se moramo že vnaprej izogniti:

- s kakovostnim načrtovanjem,
- s pravilnim izborom materiala za specifične pogoje vgradnje,
- s kakovostjo izbranega materiala z ustrezno življenjsko dobo,
- z izborom izvajalcev, ki svojo kakovost dokazujejo s certifikati in referencami,
- z natančnim nadzorom pri izvedbi,
- z analizami vrst in vzrokov okvar.

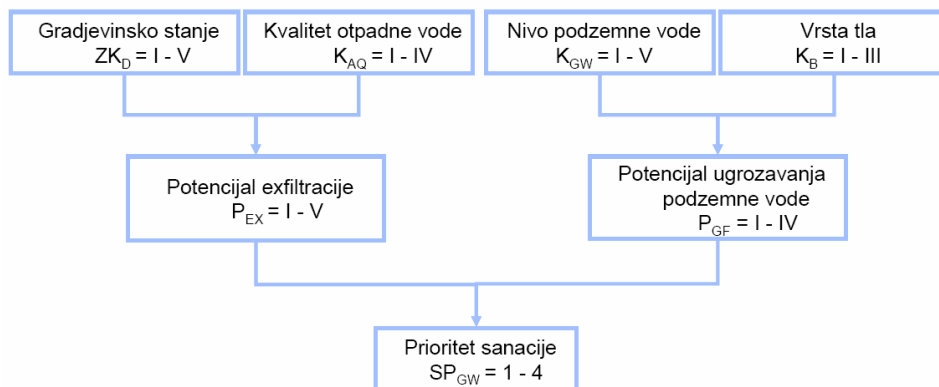
Na podlagi vrste okvar pa lahko sklepamo o lastnostih materiala in o tem, ali je bil za dane razmere, ki so odvisne od fizikalnih in kemijskih lastnosti tal in vode, mehanskih obremenitev itd. uporabljen primeren material. Najpogostejše vrste okvar so vzdolžni in prečni prelomi, razpoke, točkovne okvare, korozija, okvare tesnilnih in spojnih elementov. Tako lahko načrtujemo in optimiramo izbiro materiala in pogojev vgradnje in predvidevamo razvoj in pojavljanje poškodb v bodoče. Poznavanje poškodb in stanja kanalske cevi pa je ključni element določitve tveganja, saj brez izkazane nevarnosti, tudi tveganja ni.

3.4. Računalniški kriteriji za določitev prioritete obnove – sedanja praksa

Različne metode podprte z računalniško obdelavo podatkov za izbor in določitvijo prioritete obnove, uporabljajo različne kriterije ali pa le te uporabijo na različne načine pri določanju skupne končne vrednosti oz. vrstnega reda pri razvrščanju v prioritete obnove. Nekaj principov z navedbo programskih orodjih, ki so v Evropi največ uporabljani, je predstavljenih v nadaljevanju.

KOKAS:

Program KOKAS obsega veliko različnih modulov, med drugim tudi določanje prioritete obnove.



Privzeta slika 8: Določanje prioritete obnove - KOKAS – Berlin, Munchen, (Milojević, 2008, str. 13)

Adopted Fig. 8: Rehabilitation priorities decision chart used in KOKAS software, (Milojević, 2008, pg. 13)

Glavni kriterij pri programu KOKAS je netesnost kanalizacije in posledično ogrožanje podtalnice.

INFOKAS:

Programsko orodje eno bolj promoviranih in veliko uporabljenih v Nemčiji.

		RAZRED OBRABE					
		SK0	SK1	SK2	SK3	SK4	SK5
RAZRED STANJA	ZK0						
	ZK1						
	ZK2						
	ZK3						
	ZK4						
	ZK5						

: brez posegov
 : popravilo
 : sanacija
 : obnova

Privzeta slika 9 Določanje prioritete obnove - Stein & partners – INFOKAS, (Stein, 2006, str. 7)

Adopted Fig. 9: Rehabilitation priorities decision chart used in INFOKAS software, (Stein, 2006, pg. 7)

V programu INFOKAS je poudarek na razredu stanja in razredu obrabe posameznega kanalskega odseka. Glede na klasifikacijo razredov stanj, je posredno vključena tudi stopnja netesnosti samega sistema. Klasifikacija se izvaja z algoritmi po Fuzzy logiki in uporabo Markovnih verig.

RERAU:

The image shows two 4x4 decision matrices for RERAU software. Each matrix has 'ranljivost' (vulnerability) on the y-axis (1-4) and 'nevarnost' (danger) on the x-axis (1-4). The cells are colored based on a scale from yellow (low priority) to red (high priority).

		nevarnost			
		1	2	3	4
ranljivost	1	Yellow	Light Orange	Orange	Red
	2	Yellow	Light Orange	Orange	Red
	3	Yellow	Light Orange	Orange	Red
	4	Light Orange	Orange	Red	Red

		nevarnost			
		1	2	3	4
ranljivost	1	Yellow	Yellow	Light Orange	Light Orange
	2	Light Orange	Light Orange	Light Orange	Orange
	3	Light Orange	Light Orange	Orange	Red
	4	Light Orange	Red	Red	Red

Privzeta slika 10: Določanje prioritete obnove -: RERAU – Francija, (Mazry, 2007, str. 8)

Adopted Fig. 10: Rehabilitation priorities decision chart used in RERAU software, (Mazry, 2007, pg. 8)

Po metodi RERAU se prioriteta določa glede na tveganje, ki ga s pomočjo štirih razredov ranljivosti in poškodb določijo iz ocene stanja za posamezni kanalski odsek. Klasifikacija se izvaja z uporabo Fuzzy logike s programom Electre III. Na sliki sta prikazana dva primera za klasifikacijo, ki se za iste podatke o sistemu razlikujeta glede na vrednost uteži za ranljivost.

Posamezni programi osnovno metodo nadgrajujejo in kombinirajo z drugimi ocenami in korekcijami ter upoštevanjem dodatnih faktorjev.

Pri zasnovi metode najmanjšega tveganja, smo poizkušali združiti različne vidike in metode ovrednotenja, ki se že uporabljajo v praksi in jih nadgraditi tako, da bo metoda kar najbolj univerzalna in zanesljiva ter prijazna uporabniku.

3.5 Teorija tveganja in definicija pojmov:

Konfliktna območja se matematično gledano pojavijo na preseku dveh površin (površine območja nevarnostnega potenciala in površine območja škodnega potenciala in jih je treba obravnavati z vidika družbeno-socialnih in ekonomskih vrednosti.

Pri določevanju tveganja in določevanju prioritete obnove ločimo dva tipa tveganj. Ločimo lahko tveganje, da bo prišlo do neželenih škodnih posledic (Đurovič in Mikoš, 2004):

- a) v okolju – vezano na lokacijo (ekološko, sociološko, zdravstveno, stroškovno – odpravljanje posledic povzročene škode in so delno funkcija zemljine in hidroloških danosti na terenu in predvidene rabe zemljišča oz. podtalne vode, ki se na lokaciji nahaja)
- b) na cevovodu - lokacijsko in časovno determinirano (da bo prišlo do eksfiltracije oz. infiltracije – tu lahko dogodke tudi časovno opredelimo oz. napovedujemo verjetnost v časovnem intervalu – glede na poznavanje staranja materiala in posledično nastajanja poškodb, glede na obremenitve materiala (pritisk, vibracije, sestava odpadne vode... ki so različni za različne cevne materiale in različne pogoje vgradnje.

Obe sta med seboj neločljivo povezani, a izhajata iz dveh povsem različnih baz podatkov.

Za potrebe določitve skupnega tveganja, ki ga za okolje predstavlja kanalizacijski odsek smo združili dejavnike obeh sklopov tveganj. Tveganje je odvisno od treh dejavnikov in ga matematično lahko opredelimo tako:

$$T = N * R * V \tag{4}$$

T (*tveganje*): Pričakovane izgube (onesnaženje podtalnice, zastrupitve, okužbe, škoda na premoženju in motnje v ekonomski dejavnosti) zaradi določene nevarnosti in za neko površino ter referenčno obdobje. Na podlagi matematičnih izračunov je tveganje zmnožek nevarnosti, ranljivosti in vrednosti ogrožene stvari.

N (*nevarnost*): Dogodek ali fizikalno stanje, ki je potencialen vzrok onesnaženja, škode na premoženju, škode na infrastrukturi, izgub poljščin, okoljskih škod, prekinitve poslovanja ali drugih vrst poškodb ali izgub. Magnituda pojava, verjetnost njegovega nastopa in razsežnost

ter jakost njegovega učinka lahko variirajo, čeprav jih je v številnih primerih mogoče predvideti ali oceniti (tv pregled s kamero, geologija tal, krivulje staranja).

R (*ranljivost*): Značilnost okoliškega terena in njegova dovzetnost za učinke npr. izlivanja onesnažene vode iz cevovoda. Enako velja za značilnosti cevnega materiala oz. cevovoda kot celote, tehničnih in fizikalnih okolij, ki opisuje stopnjo dovzetnosti (ali odpornosti) učinkom npr. Tehničnim obremenitvam. Ranljivost je določena s kombiniranjem poznavanja nevarnosti, stanja infrastrukture, javne politike in administracije in organizacijske moči pri obvladovanju neželenih dogodkov. Pomanjkanje denarnih sredstev je pri mnogih upravljavcih komunalne infrastrukture eden glavnih vzrokov ranljivosti.

Sklepamo lahko, da se znotraj členov N in R nahajata tudi dva verjetnostna parametra, ki sta lastna nevarnostnemu in škodnemu potencialu. Gre za:

- *verjetnost nastopa nevarnosti določene magnitude* P_M na mestu objekta ter
- *verjetnost prisotnosti objekta* I_v na tem istem mestu (ki pa je za komunalno infrastrukturo vedno poznana in je vrednosti 1).

Torej določa *verjetnost kolizije* K nevarnost in ogroženost, možnost interakcije med obema, nevarnostnim in škodnim potencialom ter pogojuje nastanek konfliktnega območja in s tem tudi tveganja:

$$K = N (P) I_v \quad (5)$$

Produkt nevarnosti in ranljivosti iz enačbe 1 je specifično tveganje ali ogroženost (Crosta et al., 2001):

$$OG = K * R \quad (6)$$

Opazimo, da je *izpostavljenost* I_v ogroženca obravnavana ločeno od ranljivosti ogroženca, čeprav bi jo morda lahko šteli tudi k temu kompleksu dejavnikov (npr. Konstrukcijski materiali, starost, vzdrževanost ...). Bistvena dejavnika, ki določata nevarnost, sta poleg njene časovno-prostorske razsežnosti njena magnituda in verjetnost nastopa na mestu infrastrukture.

V (*Vrednost*) povzročena škoda - je stvar ocene (kakovost življenja se spremeni, če morajo občani piti očiščeno vodo, in ne več naravno filtrirano podtalnico) ali objektivnega ekonomskega vrednotenja (stroški obnove poškodovane lastnine...) enako velja za vrednost infrastrukture in stroške za njeno rehabilitacijo.

Produkt ranljivosti in vrednosti imenujemo *škodni potencial* ŠP, torej je tveganje (Romang, 2004):

$$T = OG * V \quad (7)$$

Oziroma

$$T = K * \check{S}P \quad (8)$$

Tako kot je lahko nevarnost za dve lokaciji enaka, pa ni nujno da je enaka tudi njuna ogroženost in še manj škodni potencial, ki ga poizkušamo zmanjšati. Ta enačba nam omogoča upoštevanje staranja sistema in napovedi povečevanja tveganja v prihodnje. Vpliv staranja smo rešili na »klasičen« način, kjer imamo zbranih in urejenih veliko podatkov tudi v tuji literaturi (Stein 06, Hertz 99, Hertz 05) – kot krivulje staranja, ki se lahko uporabijo tudi za določanje verjetnosti nastanka novih nevarnosti oz. spremembe razreda stanja.

V primeru, da izhajamo iz zatečenega stanja – že poznanih – evidentiranih poškodb, je torej verjetnost nastopa poškodbe znana ter ima vrednost 1, ki je za vse evidentirane dogodke enaka. Tako lahko enačbo (5) poenostavimo in zapišemo:

$$T = N * \check{S}P \quad (9)$$

Pri čemer upoštevamo, da je nevarnost določena z vrsto nevarnosti N_v in verjetnostjo njenega nastopa ter predvideno intenzivnostjo I_n .

$$N = N_v * I_n \quad (10)$$

Rešitev, ki je v skladu s konceptom trajnostnega in celovitega reševanja problemov na konfliktnih območjih, je zmanjševanje škodnega potenciala znotraj konfliktnih območij (cevovoda). Iz enačbe (6) je razvidno, da je za zmanjšanje tveganja treba zmanjšati bodisi nevarnost ali škodni potencial bodisi oboje hkrati. Optimizacija teh razmerij je odvisna od stopnje sprejemljivega tveganja T_{dop} , ki pa je močno odvisna od vrednostnega sistema posameznika (strokovnjaka upravljavca) ali interesne skupine posameznikov, ki tveganje ocenjujejo in ga določamo znotraj procesa vrednotenja tveganja (potrebnih denarnih sredstev za izvedbo – stroški – doseženo stanje in riziko).

Torej, če je $T > T_{dop}$,

je z zmanjšanjem členov N , R in/ali V treba izničiti razliko $\Delta T = T - T_{dop}$. Limitni postopek $\Delta T \rightarrow 0$ imenujemo *preventivno obvladovanje tveganja!*

Obvladovanje tveganja

Po Kienholzu (1998) se *obvladovanje tveganja* lahko izvaja:

- **preventivno** (z zmanjšanjem verjetnosti ali škod na nivo sprejemljivega tveganja – zagotovitev ustrezne gradnje, predimenzioniranje, kakovostni materiali, nadzor.. in ustrezno strategijo obnove),
- **reaktivno** (z ukrepanjem ob ugotovljenem nedopustnem stanju – intervencije, obnove po metodi gašenja požarov) in
- **neaktivno** (s preprosto ohranitvijo in nadzorom statusa quo – npr. dotečena tuja voda, ki je posledica sistemskih napak na kanalizacijskem sistemu, napačnih priključkov.. in potrebuje celovito rešitev in ne le hitre enkratne posege, ki so dolgoročno opredeljeni kot potrebni rekonstrukcije...).

Cilj obvladovanja tveganja pa je najvišja možna učinkovitost (mera za stopnjo doseženosti cilja, brez upoštevanja porabe sredstev) in učinkovitost (razmerje med doseženim delovanjem ukrepa in porabljenimi sredstvi). Optimiramo enostavno enačbo, ki pogojuje zmanjševanje tveganja s povečevanjem stroškov. Reaktivno in neaktivno obvladovanje tveganja, ki sta sedaj običajna praksa dela, nikakor nista primerna načina reševanja problema, če želimo celoten sistem optimirati tako glede zanesljivosti delovanja kot minimalnih stroškov. Res je, da reaktivni pristop k obvladovanju tveganja upravičeno uporabimo ob nastopih izjemnih

dogodkov, ki imajo zanemarljivo verjetnost nastopa, torej ob zelo redkih (nepredvidenih) nevarnostih (porušitev cevovoda zaradi slabe izvedbe in predhodne porušitve, ki je posledica prevelike obremenitve zaradi povečanja prometa..); pasivno obvladovanje pa izvajamo na monitorinški način, ki ohranja in nadzira obstoječe stanje (poročila, zapiski itd). Pri obeh pristopih je težko govoriti o dejavnem obvladovanju tveganja, ampak gre bolj za področje delovanja služb, ki so zadolžene za ukrepanje ob nesreči (intervencija) ter za sistem monitoringa in pravočasnega opozarjanja, ki je ravno tako tesno povezan s temi službami. Preventivno obvladovanje tveganja je učinkovitejša in dolgoročno tudi cenejša oblika varovanja oz. ohranjanja sistema v delovanju, kar kaže tudi vedno bolj uveljavljena praksa v večjih komunalnih podjetjih po celotni Evropi. Če želimo preventivno delovati pa to pomeni, da moramo poznati tveganje (stanje sistema), ki se pojavlja, ga znati napovedati in ustrezno pravočasno ukrepati, da tveganje zmanjšujemo in s tem seveda tudi potencialno povzročeno škodo.

Pasivno obvladovanje je v obliki monitoringa in zbiranja podatkov lahko tudi že del aktivnega obvladovanja tveganja, če seveda te podatke namensko in sistematično zbiramo in koristimo za nadaljnje ukrepe.

3.5.1 Določitev vrednosti tveganja.

Za določanje tveganja smo zato uporabili osnovno formulo (6), za določanje vrednosti nevarnosti in škodnega potenciala. Za posamezne specifične primere iz prakse, pa smo morali opredeliti dodatne metode oz. klasifikacije, kot je navedeno v nadaljevanju. Velikost evidentirane nevarnosti ocenimo glede na vrednosti iz posameznih tabel, vse tako dobljene vrednosti nato normirano na maksimalno vrednost 10 točk.

3.5.1.1 Netesnosti:

Določitev škodnega potenciala za onesnaženje podtalnice, smo uporabili modificirano metodo uporabljeno in preizkušeno v svetu imenovano DRASTIC. S pomočjo modificirane metode predlagane s strani CARE-S projekta delovni paket 3.3. , ki smo jo še dodatno prilagodili potrebam ocenjevanja škodnega potenciala, smo določili območja z določenim škodnim potencialom, ki se upošteva glede na lego oz. položaj kanala v zemljini. V enačbi ni upoštevana stopnja ekfiltracije, ker je ta faktor že upoštevan pri določitvi stopnje nevarnosti zaradi ekfiltracije.

Privzeta preglednica 4: Ocena pogostosti pojavljanja različnih poškodb na kanalizacijskem sistemu (Stein 2005, str. 40)

Adopted Table 4: Frequency of different damages found on sewer pipelines, (Stein 2005, pg. 40)

Data to Figure 38		Material	
		Rigid pipes	Flexible pipes
Defect Type	Intruding connection (BAG)	2.5 def./100m	1.2 def./100m
	Defective connection (BAH)	1.3 def./100m	
	Fissure/ Break (BAB/ BAC)	3.4 def./100m	1.7 def./100m
	Obstacles (BBA/ BBB/ BBC/ BBE)	6.9 def./100m	4.5 def./100m
	Deformation (BAA)		4.1 def./100m
	Surface damage (BAF)	3.5 def./100m	2.2 def./100m
	Displaced joint (BAJ)	3.9 def./100m	3.7 def./100m
	Infiltration (BAI/ BBF)	3.0 def./100m	7.7 def./100m

Privzeta preglednica 5: Primer tabele poškodb po EN 13508 in njihova potencialna nevarnost za ekfiltracijo (Stein, 2005, str. 18-20)

Adopted Table 5: Possible damage potential for checked hazard potential according to EN 13508 classification, (Stein, 2005). 18-20)

BAB-Fissure					
A	Never				
B	Likely	Very small	Very big	Very small	Small
C	Always	Small	Very big	Big	Very big
BAC-Break/Collapse					
A	Always	Medium	Very big	Medium	Big
B	Always	Small	Very big	Big	Big
C	Always	Very big	Very big	Very big	Very big
BAD-Defective Brickwork or Masonry					
A	Likely	Very small	Very big	None	Medium
C	Always	Medium	Very big	None	Very big
D	Always	Very big	Very big	None	Very big
B	A	Indefinable			
	B	Always	Medium	Very big	None

Pogostost pojavljanja napak nam da približno sliko o stanju omrežja oz. pričakovanem delovanju ter primerjanju različnih cevovodov, vendar je močno odvisna od starosti in vrste kanala (privzeta preglednica 4).

Nevarnost – stopnjo ekfiltracije smo določili v skladu z ugotovitvami EU raziskovalnega projekta (Stein 2005) - spodnja preglednica, kjer so opredeljene verjetnosti ekfiltracije glede na vrsto poškodbe:

Vrednosti dejanske iztečene količine onesnažene vode pa so določene v skladu s preglednico na strani 197 – Rutsch 2005, in grafikonom na strani 193 – Blackwood 2006 ter glede na oceno vrednosti ekfiltracije podane za posamezne velikosti poškodb v raziskavi Dr. Wolf-a (2007), stran 198. Kot je v nadaljevanju razloženo (poglavje 3.3.5.2) absolutnih vrednosti ne moremo z gotovostjo določiti, pomembnejša za določitev prioritete obnove so relativna razmerja med posameznimi poškodbami.

Škodni potencial se določi po enačbi:

$$\mathring{S}P_{eks} = 4 * NP + 3 * Z \quad (11)$$

ŠP – škodni potencial (ranljivost)

NP – nivo podtalnice

Z – vrsta zemljine

Koriščenje podtalnice se določi z Utežjo U_1 (varovana območja), kot je razloženo v nadaljevanju (primer Preglednica 3).

Preglednica 3: Primer Uteži U_1 za Vodovarstvena območja za vodno telo vodonosnika ljubljanskega polja:

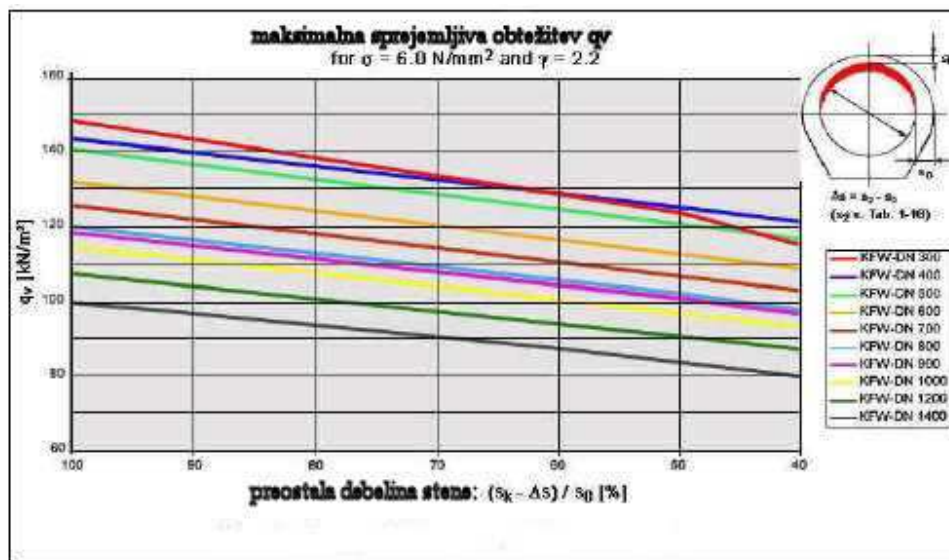
Table 3: Weights U_1 for Ljubljana water protection cones

Vodovarstveno območje	Utež U_1 - tesnost
VVO I	2
VVO II A	1.8
VVO II B	1.4
VVO III	1.2

3.5.1.2 Stanje in nosilnost:

Za statično nosilnost kanalizacijske cevi je pomembna obtežba, stanje cevi in vrsta poškodbe, ki je evidentirana. Za vsako vrsto cevne materiala so izdelane krivulje nosilnosti tudi za

primer staranja materiala, saj se trdnost materiala in druge lastnosti s časom spreminjajo na slabše.



Privzeti grafikon 8: Maksimalne dopustne obremenitve cevi iz betona – glede na debelino stene – (Stein, 2006)

Adopted Graph 8: Max. admissible load for concrete pipelines – different DN and thickness of pipeline wall (Stein, 2006)

Za primer betonskih cevi, kjer je prisotna tudi korozija in posledično tanjšanje stene cevovoda lahko nevarnostni potencial (verjetnost nevarnosti) določimo tudi s pomočjo tabel nosilnosti.

Določitev škodnega potenciala za predvideno porušitev oz. statično nosilnost je določena glede na mesto poškodbe (cestišče, raščen teren, bližina objekta, DN).

3.5.1.3 Neželeni dogodki:

Neželeni dogodki so običajno posledica slabe izvedbe ali načrtovanja kanala. Usedline, prelivanje, vraščanje korenin, posedanje, sifoni.. Nevarnostni potencial se določi na osnovi njihove vrste in intenzivnosti ter frekvence pojavljanja. Škodni potencial pa glede na lego in ogroženost okoliških objektov in ljudi.

3.5.2 Vrednotenje in določitev normiranih vrednosti tveganja za kanalski odsek

Določitev tveganja za posamezno ugotovljeno nevarnost na kanalskem odseku določimo po formuli:

$$T_{k=1-3}(j) = \sum_{t=1}^n N_t(j) * \check{S}P_t(j) \quad (12)$$

$T_{k=1-3}$ = tveganje

1-3 – sklopi nevarnosti:

1 – eksfiltracija, infiltracija

2 – porušitev, statična nosilnost

3 – dogodki, nedelovanje

N – evidentirana nevarnost t na odseku j

ŠP – določen škodni potencial na območju nahajanja odseka j za napako t

Pri tem je potrebno opozoriti, da smo omejili maksimalno vrednost točk, ki jih posamezna nevarnost lahko dobi pri točkovanju na 10. Dejanske vrednosti, ki so bile izračunane ali ocenjene in uporabljene pri analizi poškodb, stopnji infiltracije, resnosti ovire itd. so zaradi omogočanja primerljivosti posameznih sklopov nevarnosti med seboj normirane na maksimalno vrednost 10 točk, razlike med posameznimi sklopi nevarnosti pa so upoštevane z utežjo U.

$$TOC(j) = \sum_{k=1}^3 U_k(j) * T_k(j) \quad (13)$$

TOC – skupna vrednost tveganja za kanalski odsek j

U – utež za posamezno vrsto nevarnosti k na območju nahajanja cevovoda j

T – skupno tveganje določeno iz predhodnih izračunov glede vseh evidentiranih nevarnosti n in škodnega potenciala na kanalskem odseku j

Uteži se določajo prostorsko (GIS), ali glede na vrsto poškodbe (ocena strokovnjaka):

$$U_s = \prod_{i=1}^l U_i(j) \quad (14)$$

U_s - skupno utež po izvedenem upoštevanju faktorjev uteži drugega reda izračunamo kot produkt vseh uteži izkazanih za posamezen kanalski odsek v skladu s preglednico 4 (stran 142).

Dolžina kanalskega odseka – določa tveganje na tekoči meter (m) kanala - normirano veličino, ki jo lahko med posameznimi kanalskimi odseki primerjamo. Kanalske odseke določimo običajno v dolžini 25 – 50 m (razdalja med dvema revizijskima jaškoma).

Ocenjeno skupno vrednost tveganja smo pripisali posameznim kanalskim odsekom s pomočjo GIS programskega orodja ArcView. Primerljivost podatkov zajetih v različnih časovnih obdobjih (zajem s TV kamero vsakih cca. 10 let) se simulira in popravlja z uporabo krivulj staranja, kjer se običajno upošteva povečanje tveganja za 2-3% na leto (mešan kanalizacijski sistem, betonske cevi, starostno obdobje cevovoda od 10 do 50 let).

Izvedeno vrednotenje izkazanega tveganja za evidentirane nevarnosti na kanalskem odseku je prvi korak določanja prioritete obnove, ki skupaj z oceno obstoječe in potrebne hidravlične prevodnosti kanalskega odseka predstavlja tehnični del vrednotenja. Temu sledi še netehnični del vrednotenja, kjer se upošteva tudi »zunanje« faktorje v skladu s preglednico 4. Opozoriti velja, da so določeni izkazani pogoji lahko hkrati tudi že zadostni pogoji, za takojšen pristop k rehabilitaciji kanalskega odseka ali njenemu nadaljevanju.

Preglednica 4: Kriteriji za določitev prioritete obnove kanalskih odsekov – določitev uteži

Table 4: Criterion for rehabilitation sewer pipelines – defining weights

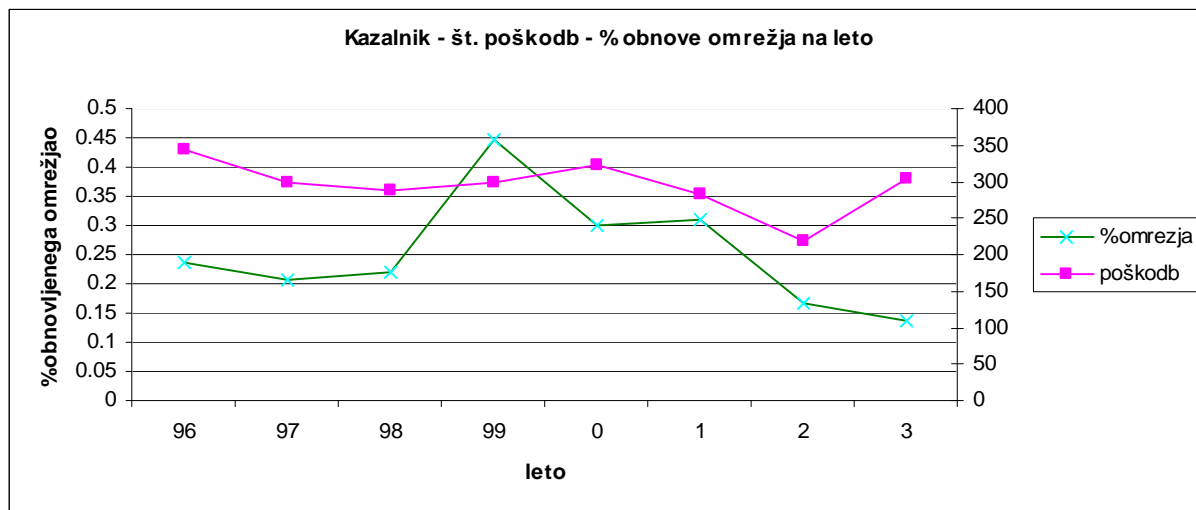
Kriteriji za rehabilitacijo kanalizacijskih odsekov	Tveganje	Utež U_i Max. vrednost
1.0 Tehnični kriteriji – prioriteta obnove		
1.1 Netesnost	ogrožanje podtalnice, VOV, višina	2
1.2 Statična in dinamična nosilnost	možnost porušitve	2
1.3 Neželeni dogodki	ogrožanje človeka, okolja in lastnine, neposredni stroški, moteči dejavniki	2
1.4 Zahteve hidravlike	Preplavitve, prelivanje	5
2.0 Ekonomski kriteriji		
2.1 Omejen dostop zaradi poznejših gradbenih posegov	Otežena izvedba rehabilitacije, kontrole	1.2
2.2 Ogroženi kanali zaradi teh. neskladnosti	Možnost nedelovanja, poškodbe, dostopa	
2.3 Že začete gradnje, zagotovljena finančna sredstva	Povečana verjetnost dokončanja del, izvedbe, plačila	ZP
2.4 Število oskrbovanih strank	Število potencialno ogroženih strank	1.2
3.0 Zunanji kriteriji (tudi ekonomski)		
3.1 Obnova, izgradnja drugih komunalnih vodov - v isti trasi (skupen izkop) - v drugi trasi	Možnost nedelovanja, poškodbe Ni možno varovanje	2
3.2 Obnova cestišča - poseg v spodnji ustroj - poseg v gornji ustroj	Otežena obnova v naslednjih 10-tih l.	1.5 1.1
3.3 Možnost pridobitve soglasij, GD, služnosti	Možnost realizacije	*ZP
3.4 Izgradnja novih objektov		ZP
3.5 Prestavitve, povečanje kapacitete		
3.5 Nezavarovani kanali v tujem zemljišču - zahteva za prestavitev - brez zahteve za prestavitev	Pravni spori, lastništvo, uporaba zemljišča	ZP 1.1
4.0 Ekološki kriteriji		
Varovanje podtalnice,	Že upoštevani v točki 1.1, 1.4	
Večji onesnaževalci, kakovost odpadne vode	Že upoštevani v točki 1.1, 1.4	
5.0 Dodatni kriteriji		
5.1 Ugled podjetja v javnosti - pogoste, naraščajoče pritožbe potrošnikov - daljše prekinitve pri odvajanju odpadne vode	Javna podoba, pritožbe strank Možnost onesnaženja in okužbe	1.2 1.5 1.8
hrup, onesnaževanje zraka - materialna škoda kot posledica okvar	Materialna škoda, nezadovoljstvo Materialna škoda	2 1.4
5.2 Obnova kanalskih priključkov, objektov..	Skupen izkop, delo	1.6

ZP – zadosten pogoj – za realizacijo

Določeni kriteriji se upoštevajo šele, če je izkazano predhodno ugotovljeno slabo stanje kanalskega odseka (*ZP - pridobitev gradbenega dovoljenja – predpogoj je zelo slabo stanje kanalizacijskega odseka npr.)

3.7 Statistika in dinamika okvar

Okvare predstavljajo nevarnost za okolje in človeka. Za določitev tveganja je pomembno poznati vrsto okvare, njeno intenziviteto. V kombinaciji s predvidenim škodnim potencialom lahko določimo stopnjo tveganja, ki ga posamezna okvara na kanalizacijskem sistemu predstavlja.



Grafikon 12: Število poškodb v odvisnosti od % obnove omrežja – vodovodno omrežje Ljubljana

Graph 12: Number of damages in dependence with % of rehabilitated water supply system

Pri takšni oceni okvare govorimo o trenutnem stanju in trenutni ogroženosti. Za načrtovanje obnove omrežja je potrebno poznati tudi trende in širše kazalce stanja. Na grafikonu 12 je prikazan trend porasta poškodb v odvisnosti od obnove omrežja za vodovodni sistem (Schwarzbartl, 2000), kjer je bila ugotovljena relativno dobra korelacija. Predvidevam, da obstaja podobna povezava tudi v primeru kanalizacijskega omrežja.

Splošni kazalniki nam dajejo vpogled v omrežje kot celoto, ne omogočajo pa primerjave med posameznimi cevovodi in določitev prioritete. Zato je potrebno določiti specifične kazalnike o stanju kanalizacijskih odsekov in na osnovi teh primerjav določiti prioritete naloge.

3.7.1 Stopnja okvar – stopnja nevarnosti

Nevarnosti so logična posledica staranja in zmanjševanja funkcionalne sposobnosti kanala kot infrastrukturnega objekta. Vsaka okvara, poškodba, pomanjkljivost predstavlja določeno nevarnost. Kolikšno je tveganje zaradi te nevarnosti je pogojeno s karakteristikami te nevarnosti in odgovarjajočim škodnim potencialom, ki je na določeno nevarnost vezan.

3.7.2 Zmanjševanje okvar kanalizacijskega sistema – zmanjševanje potencialne nevarnosti

Zmanjševanje okvar - nevarnosti dosegamo na dva načina –z zmanjševanjem nevarnosti (popravilo, sanacija, obnova) in / ali – z zmanjševanjem škodnega potenciala. Medtem, ko je zmanjševanje škodnega potenciala lahko le administrativni ukrep – npr. določeno območje vodnega vira ukinjamo oz. vpeljemo drugačen način ali stopnjo varovanja, je v zmanjševanje nevarnosti vedno vključeno tudi opravilo, ki ga je potrebno izvesti na konkretnem kanalskem odseku.

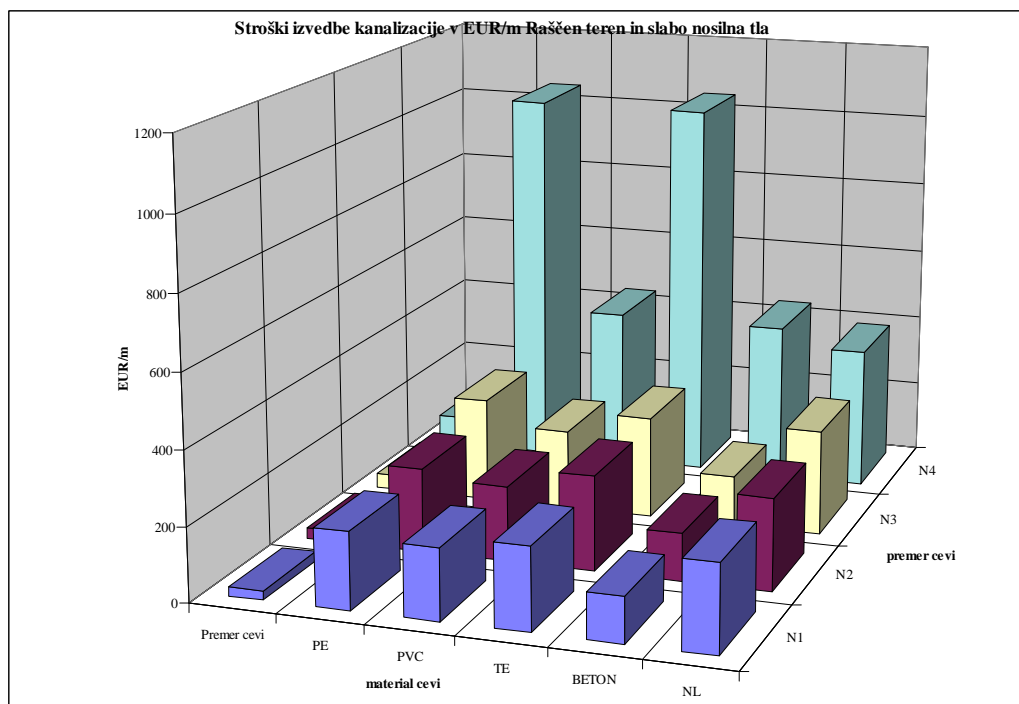
3.7.3 Stroškovni vidik rehabilitacije, infiltrirane vode in okvar

Stroški so posledica nepravilnega delovanja kanalizacijskega omrežja, ki ima za posledico :

- Onesnaženje (zajetja pitne vode, podtalnice, okolice, vodotokov...),
- Materialno škodo (poplavitve, udor, porušitev...),
- Vtok čiste vode v kanalizacijsko omrežje – obremenitev omrežja in porušitev delovanja ČN.

Dejanske stroške onesnaženja lahko le ocenimo, enako velja za povračila škode zaradi npr. preplavitve objekta (kleti), saj to običajno ni neposredni strošek upravljavca. Zaradi slabšega delovanja ČN se poveča taksa za obremenjevanje okolja, ki se nato zaračunava vsem lastnikom priključkov katerih odpadne vode se čistijo na določeni ČN. Kolikšen je % tuje dotečene vode lahko ponovno le ocenimo.

Na grafikonu na strani 144 (Schwarzbartl 2004), je prikazan graf cen izgradnje kanalizacije na tekoči meter kanala v EUR za različne materiale cevovoda in različne premere DN cevi. Primer je povzet iz študije Schwarzbartl 2001, (Novelirane cene za leto 2004) kjer so podrobneje razdelani različni primeri vgradnje v odvisnosti od vrste zemljine (raščen, asfaltiran teren), nosilnosti zemljine (dobro nosilna zemljine, slabo nosilna barjanska tla) in premera kanala (DN 250, 300, 400, 800).



Privzeti grafikon 9: Cene izgradnje kanalizacije na tekoči meter kanala v EUR, (Schwarzbartl, 2001)

Adopted Graph 9: Building costs per running meter in EUR, (Schwarzbartl, 2001)

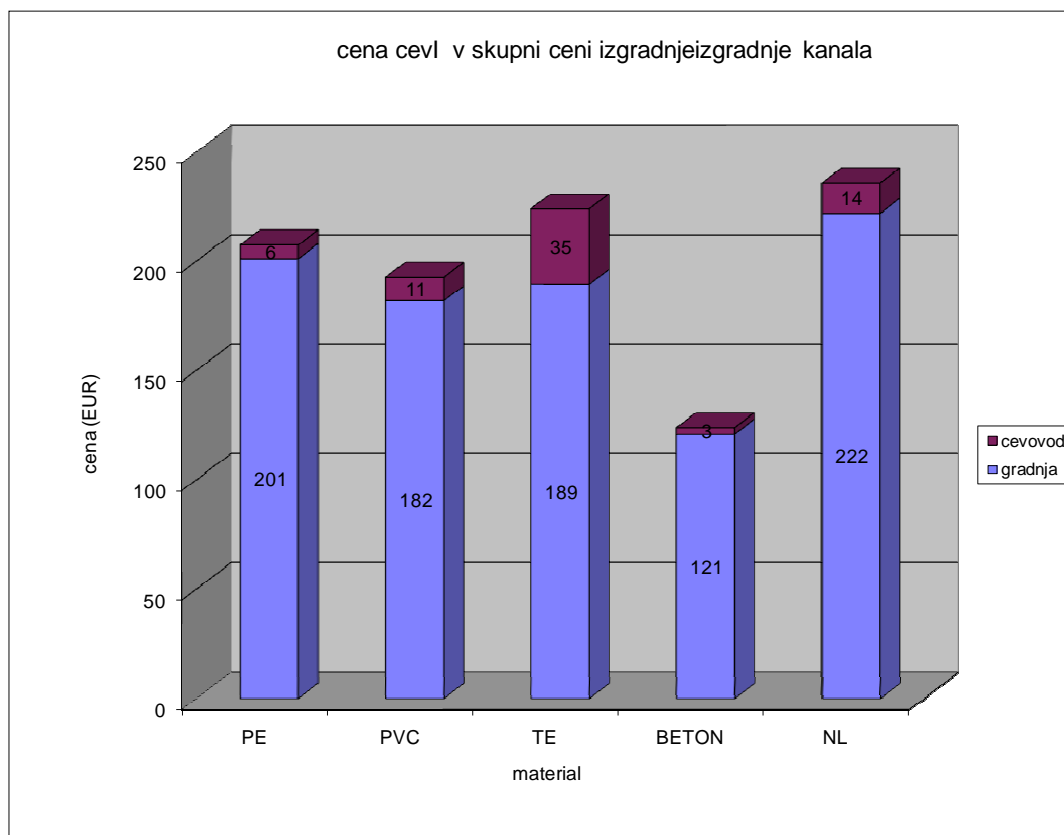
Preglednica 5: odstotek cene v skupni vrednosti stroškov izgradnje kanala (Schwarzbartl, 2004)

Table 5: percent of pipe cost in total pipeline building costs for different pipe materials, (Schwarzbartl, 2004)

%	PE	PVC	TE	BETON	NL
gradnja	97	94	85	98	94
cevovod	3	6	15	2	6

Ugotovljeno je, da izbira materiala cevovoda za izgradnjo kanalizacijskega omrežja ne predstavlja velike možnosti prihranka stroškov investicije, saj cena cevovoda predstavlja le 5 do 20% cene celotne izgradnje kanalizacijskega odseka. Glede na zelo različno predvideno življenjsko dobo vgrajenega cevovoda, pa je priporočljivo vgrajevati le najbolj kvalitetne cevi, ki zagotavljajo nemoteno delovanje kanalizacijskega sistema na zelo dolgi rok (minimalno 50 let – pričakovana življenjska doba 100 let).

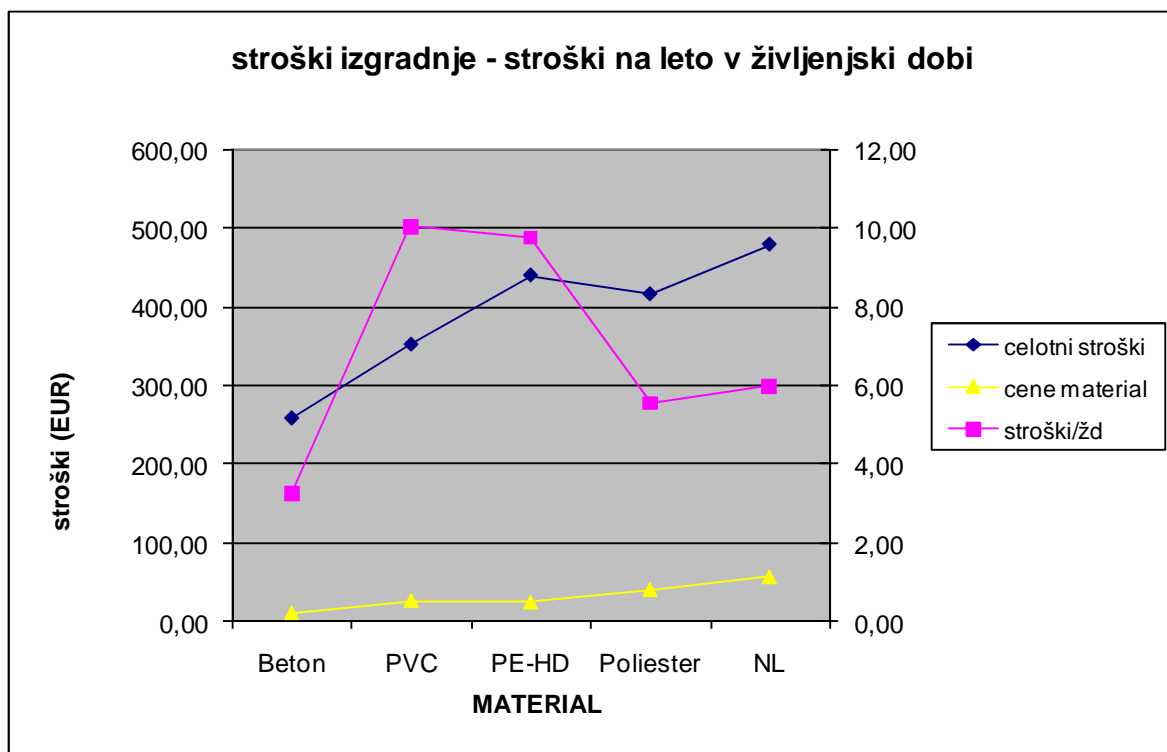
Privzeti grafikon 10 prikazuje delež cene materiala cevovoda v skupnih stroških izgradnje kanala za različne cevne materiale pri premeru cevi DN 250.



Privzeti grafikon 10: Delež cene cevne materiala DN 250 v skupni ceni izgradnje kanala (Novelirane cene za leto 2004 za gradnjo v asfaltiranem cestišču – študija Schwarzbartl, 2001)

Adopted Graph 10: Share of pipe cost in total pipeline DN 250 building costs in asphalt road for different pipe materials, Schwarzbartl, 2001, updated to prices in 2004)

Začetna investicija v izgradnjo ali obnovo kanala nam ne pove veliko, če ne poznamo dejanske oz. vsaj predvidene življenjske dobe kanala. Ker je življenjska doba ključni faktor pri določanju ekonomičnosti investicije, saj so cenovne razlike med cevni materiali relativno majhne, enako velja tudi za stroške celotne izgradnje kanalskega odseka, je potrebno celotno strategijo rehabilitacije zasnovati tako, da se to dejstvo upošteva že pri zasnovi in načrtovanju rehabilitacije. To pomeni v prvi vrsti, da naj se izgradnja kanala in vodovoda načrtuje za delovno dobo 100 let, in se posameznih odsekov ne menjava ločeno, za posamezne odseke, razen, če je seveda izkazana nepravilnost oz. dovolj veliko tveganje nepravilnega delovanja kanala. Na spodnjem privzetem grafu 11 je prikazana razlika med vrednotenjem investicije glede na skupne stroške in glede na predvideno življenjsko dobo kanala ob upoštevanju časovne vrednosti denarja (SVNP, $i = 3\%$)



Privzeti graf 11: Prikaz vrednosti celotnih stroškov izgradnje kanala v primerjavi s stroški na leto v času celotne življenjske dobe kanala (po metodi SVNP), (Študija Schwarzbartl 2001)

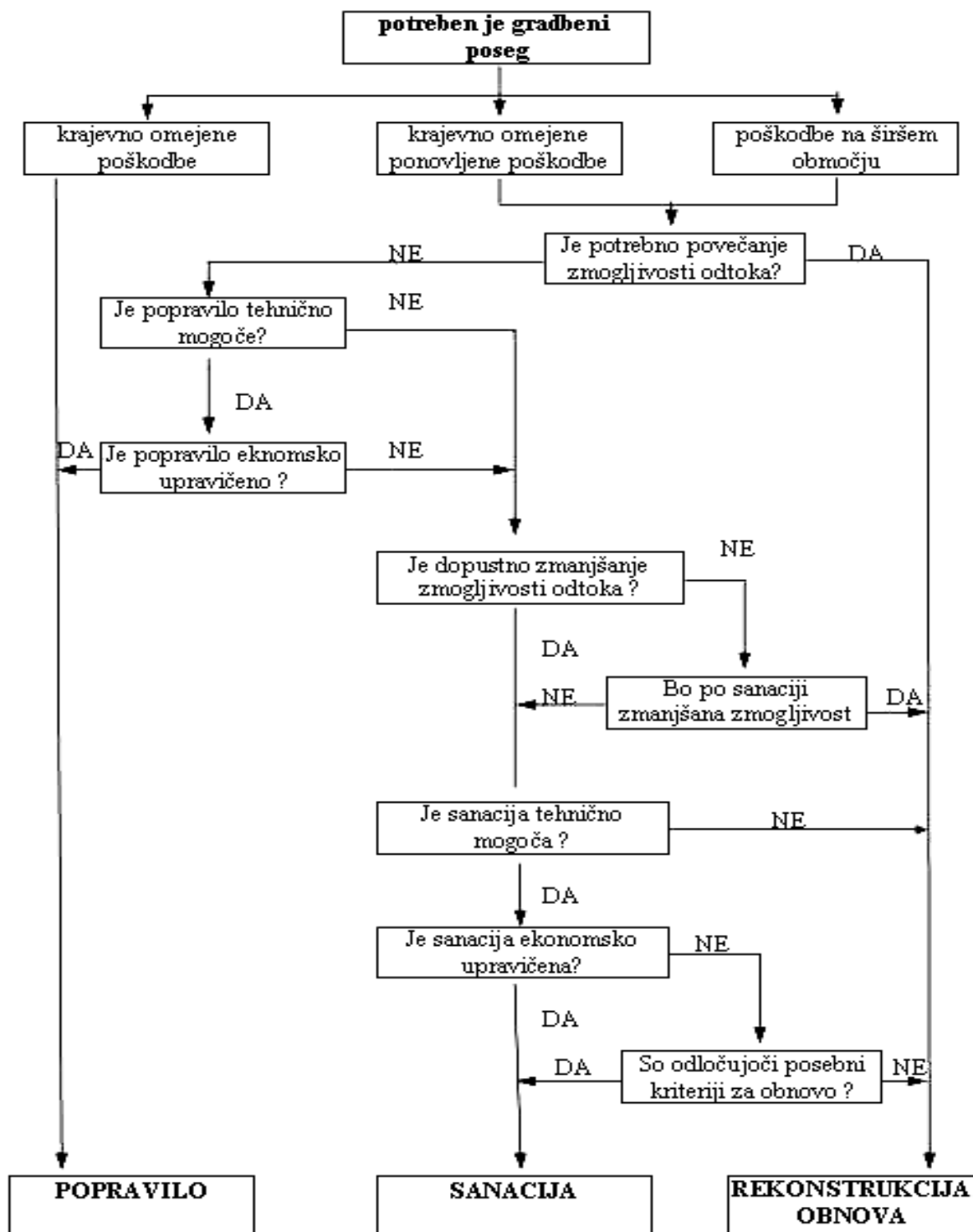
Adopted Graph 11: Total pipeline building costs for different pipe materials (left Y axis) and considering total predicted pipeline lifetime (right Y axis)

Leva Y os - vrednost celotnih stroškov v EUR na tekoči meter zgrajenega kanala.

Desna Y os - vrednost stroška cevovoda v EUR za tekoči meter na leto v celotni predvideni življenjski dobi kanala.

3.8. Določitev vrste rehabilitacije

Odločitev za izvedbo rehabilitacije se pripravi v več korakih. Uporabili smo kar proces odločanja o vrsti rehabilitacije kot jo predlaga in zahteva standard EN 752-5 in je shematsko prikazan na privzeti sliki 11.

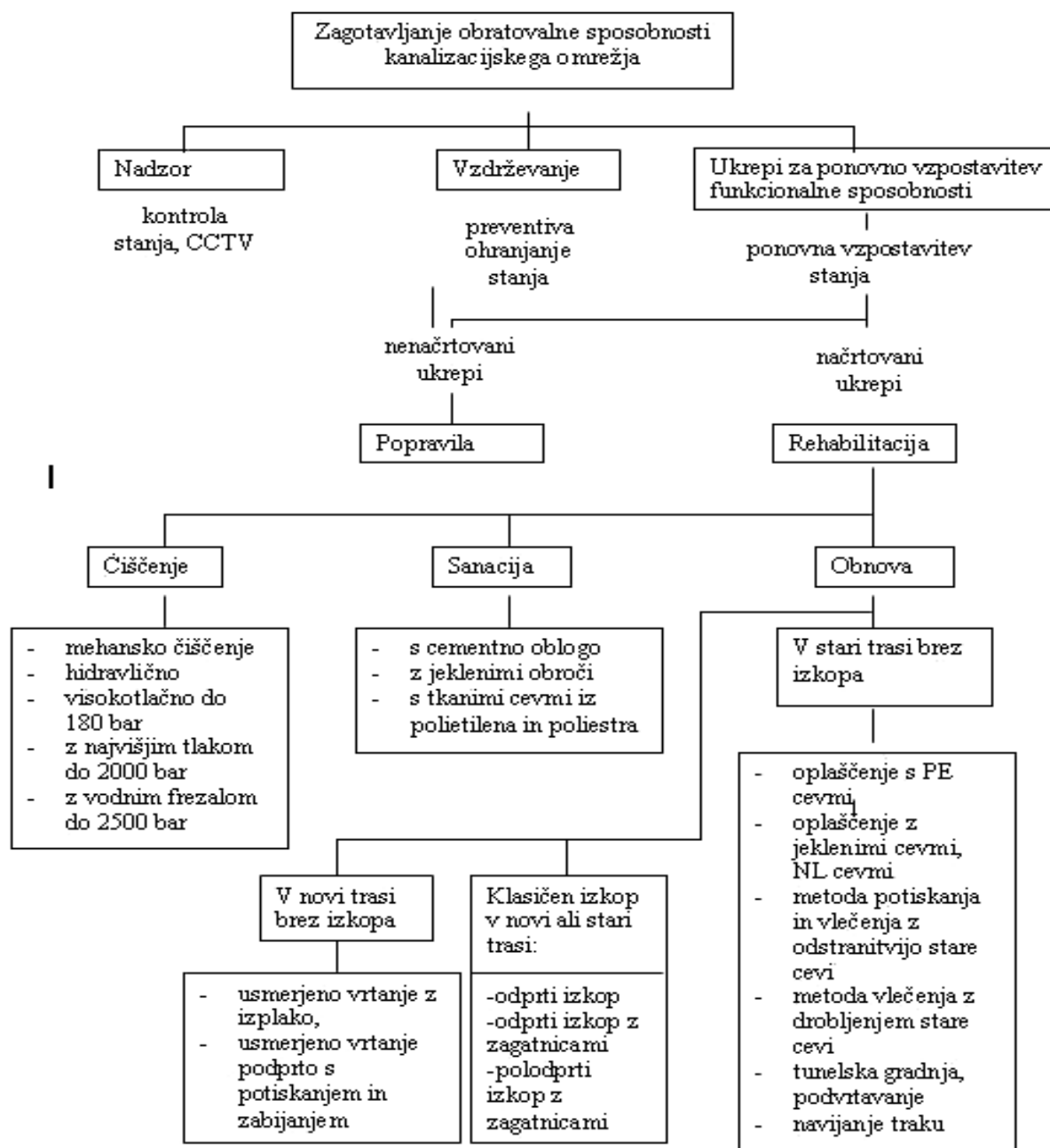


Privzeta slika 11: Proces odločanja za izbiro gradbene rešitve (EN 752-5)

Adopted Fig. 11: Decision process for choosing right rehabilitation method according to EN 752-5

Na osnovi določitve obsega potrebne rehabilitacije in vrste rehabilitacije se določi metodo obnove.

Obstoječa praksa in tehnične možnosti izvedbe obnove kanalizacije so shematsko prikazane na sliki 23..



Slika 23: Shema posegov na kanalizacijskem sistemu za zagotavljanje obratovalne sposobnosti

Fig. 23: Wastewater rehabilitation technology survey

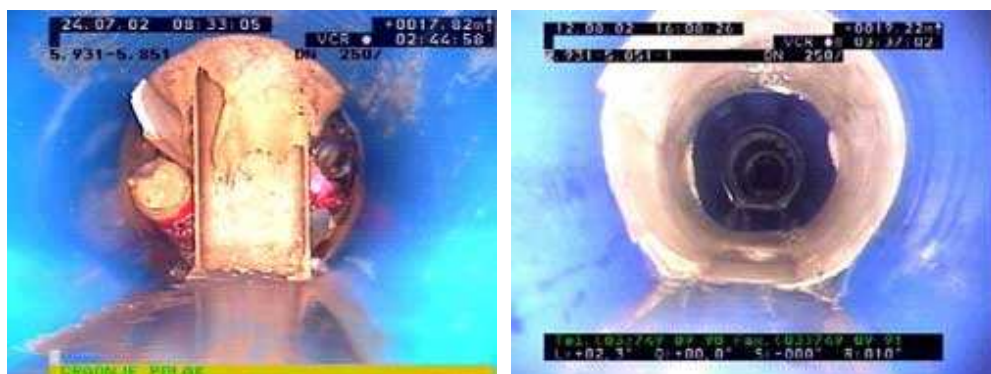
Obnova kanala in hišnih kanalizacijskih priključkov s klasičnim izkopom je osnovna in najpogostejša metoda obnove kanalizacije. Z razvojem tehnologije gradnje in obnov kanalizacije so se pojavile mnoge nove metode obnove, kot je razvidno s slike 23, oz. je podrobneje opisano v poročilu EU projekta CARE S – DP 22. Vseh v svetu poznanih metod rehabilitacije kanalskega odseka v Sloveniji ne izvajamo zaradi premajhnega trga in posledične neekonomičnosti ter nezmožnosti dosega enakega učinka z izvedbo po razpoložljivi, dostopni in zato cenejši metodi slovenskega ponudnika storitve. Predstavil bom le nekaj primerov metod rehabilitacije brez izkopa, ki se izvajajo na območju Slovenije.

3.8.1 Metode sanacije brez izkopa:

Predstavitev najpomembnejših in uporabljenih metod obnove kanalov in kanalskih priključkov po metodah brez izkopa, ki se izvajajo v Sloveniji.

3.8.1.1 Točkovne sanacije cevovodov

Postopek uporabljamo za sanacijo krajših odsekov cevovodov premera od 150 mm do 1200 mm. Na površino »valjastega balona« namestimo tkanino iz steklenih vlaken, ki je prepojena z dvokomponentno smolo. Ob razširitvi balona v cevi se tkanina popolnoma prilagodi površini poškodovane cevi. Z nastavitvijo ekspanzijskega pritiska je mogoč iztek dela smole iz cevi in njen vnos v razpoke cevovoda, tako, da cementira in utrdi površino. Po zaključku procesa strjevanja tkanine iz balona izpustimo zrak ter ga izvlečemo iz cevi. Na saniranem mestu ostane popolnoma gladka notranja prevleka, ki minimalno zoži prvotni notranji presek. Namesto tkanine lahko uporabljamo tudi nerjavečo pločevino.



Privzeta slika 12: Točkovne sanacije – Gradnje Polak

Adopted Fig. 12: Point rehabilitation techniques – Gradnje Polak

Tako se zagotovi:

- odlične mehanske lastnosti saniranih delov,
- obnavljanje statične kontinuitete cevi,
- hidravlično tesnjenje.

Sanacija obstoječih jaškov

Kanalizacijski jaški so ravno tako kot cevi izpostavljeni različnim vplivom. Deformacije najpogosteje nastopajo zaradi tehnološkega staranja oz. slabe izvedbe del v fazi izgradnje. Za doseganje vodotesnosti kanalizacijskih jaškov uporabljamo kakovostne in obstojne premaze, ki jih nanašamo direktno na plašč jaška. V odvisnosti od področja uporabe in stanja kanalizacijskih jaškov uporabljamo različne cementne oz. plastificirane premaze.

3.8.1.2 Sanacija z robotom

Za vzdrževanje krajših odsekov cevovodov uporabljamo daljinsko voden robot. Celoten postopek upravljamo s pomočjo računalniške opreme v mobilni enoti in nadzorujemo z video kamero, ki omogoča natančno pozicijo ter napredovanje dela. Z uporabo različnih priključkov robota popravljamo slabo tesnjene spoje, odstranjujemo različne tujke v cevi, vstavljamo krajše dele cevi ter v steno deformirane cevi injiciramo različne komponente za doseganje tesnjenja cevovoda.



Privzeta slika13: Sanacija z robotom – Gradnje Polak

Adopted Fig. 13: Robotic repairs - Gradnje Polak

Odločitev o načinu sanacije cevovodov je odvisna od tehničnih in ekonomskih kriterijev. Slednje narekuje vzdrževanje cevovodov na najvišjem kakovostnem nivoju. Z uporabo postopkov sanacije cevovodov brez izkopov lahko saniramo cevovode v urbanih prostorih brez večjih motenj prometa in v proizvodnih objektih, kjer lahko v relativno kratkem času

zaključimo vzdrževalne posege brez motenj proizvodnje. Ravno zaradi tega je za lastnika oz. vzdrževalca infrastrukture bistvenega pomena seznanitev z dejanskim stanjem cevovoda. Dolgoletno delo in izkušnje na področju izgradnje in obnove različnih vrst cevovodov so nas vseskozi vodile k izboljšanju obsega in kakovosti naših storitev ter k ponudbi celovitih, cenejših rešitev za naše poslovne partnerje.

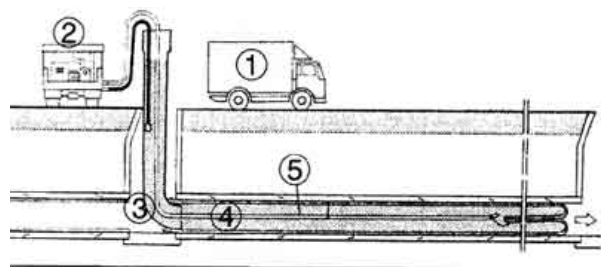
3.8.1.3 Oplaščenje (relining) - "cev v cevi"

Izvajanje: Impakta holding, Gradnje Polak s.p.

S to metodo je mogoča izvedba sanacije vseh oblik in vrst cevovodov in sicer od premera 100mm do 1200mm. Postopek »cev v cevi« zagotavlja popolno združitvev oziroma prilagoditev nove cevi na steno obstoječe. Zaradi brezšivne konstrukcije in posebnih karakteristik nove cevi se le-ta popolnoma prilagodi in prekrije vse deformacije obstoječe cevi.

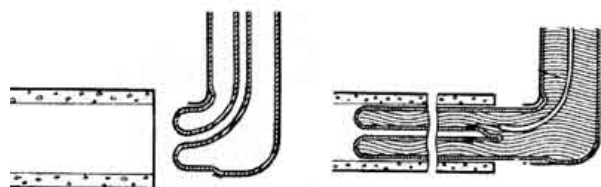
primer – Cevasti vložek – vnos cevi v obliki nogavice:

Vložek iz posebne dvojne in brezšivne polietilenske tkanine se predhodno prepoji s polimerno smolo. Tako impregniran vložek se vstavi v poškodovani cevovod, se ga na obeh koncih zatesni in nato razširi z vnosom vroče vode ali pare. Vložek se zaradi visokega pritiska vode ali pare razširi do stene obstoječe cevi. Celoten proces je računalniško nadzorovan in upravljan preko komandne plošče v mobilni enoti, iz katere so razvidni vsi parametri v fazi strjevanja polimernih smol (pritisk, čas, temperatura,...). Po zaključku procesa pridobi sanirana cev strukturo, ki je povsem odporna proti statičnim obremenitvam in obenem zagotavlja tudi hidravlično tesnjenje. Vse priključke odpremo z notranje strani ter jih obdelamo s pomočjo različnih priključkov robota ter kamere, ki ju upravljamo v mobilni enoti.



Legenda

1. mobilna enota z opremo
2. grelna enota
3. inverzijska cev
4. impregniran vložek
5. cev za dovod vode



Privzeta slika 14: Oplaščenje – Impakta hold.

Adopted Fig. 14: Relining - Foreverpipe

To je zelo učinkovita tehnologija pri kateri dodatno ne obremenjujemo okolja. Celoten postopek sanacije je hiter in neodvisen od vremenskih razmer, negativni vplivi zaradi izkopavanja odpadejo, ker novo cev uvlečemo preko obstoječih jaškov. Možna je sanacija krajših razdalj med posameznimi jaški ter daljših odsekov do dolžine 500m.

Ta postopek je še posebej uporaben za sanacijo plinovodnih in industrijskih cevovodov, preko katerih se pretakajo tudi agresivni mediji različnih temperatur. Uporabljamo različne smole, kar je odvisno od vrste cevovoda, temperature, pritiska in kemičnih lastnosti medija, ki se po njem pretaka .



Privzeta slika 15: Oplaščenje – v praksi – Gradnje Polak

Adopted Fig. 15: Sliplining technique in practice - Gradnje Polak

Obstaja še več različnih metod sanacij oplaščenja - »cev v cevi. Običajno jih poznamo pod komercialnimi imeni kot npr.: – **Troling** – vnos plastične cevi in zalitje s cementno malto, **Flexron** – vnos dvostenske fleksibilne cevi, **NU**-postopek – vnos zvite cevi v obliki črke U, nanosi različnih oblog na notranjo stran cevovoda itd. Vsi ti postopki le delno izboljšujejo statično nosilnost osnovne cevi, izboljšajo pa vodotesnost. Pomanjkljivost teh postopkov je, da se hkrati z obnovo javnega kanal ne obnovijo tudi hišni priključki. V kolikor želimo obnoviti tudi te, se stroški obnove močno povečajo in ekonomičnost postopka močno pade še posebej če gledamo z vidika celotnih stroškov v predvideni življenjski dobi cevovoda.

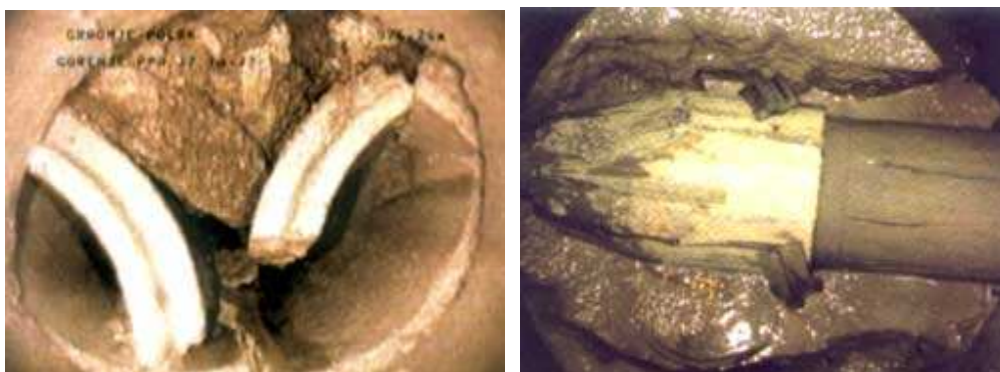
3.8.1.4 Uvlačenje cevi - pipebursting

Postopek uvlačenja nadomestne cevi uporabljamo v primerih popolne porušitve obstoječega cevovoda oziroma kjer ni možna uporaba drugih metod sanacije brez izkopa.

To je specialni postopek, pri katerem v obstoječo cev vodimo posebej prirejeno kalibrirno glavo, ki jo poganja stisnjen zrak. Pri tem »kalibrirna glava« staro cev zdrobi, ostanke pa odrine v okoliško zemljino. Sočasno se uvleče nova cev enakega ali večjega premera. Morebitni prazni prostori se lahko zapolnijo s vtiskavanjem tiksotropne mešanice bentonita in cementa. Uporaba tega postopka je možna v primerih, ko je obstoječa cev iz betona, sive litine PVC.

Postopek je še posebej primeren:

- pri sanacijah cevovodov, ki so dotrajani ali porušeni in statično ne morejo prenašati obremenitev,
- pri odstranitvi starega cevovoda ter vgraditvi novega v isto traso,
- kadar želimo zadržati ali povečati premer obstoječe cevi,
- kadar ni možnosti klasičnega izkopa, na razpolago pa imamo obstoječo cev.



Privzeta slika 16: Popolnoma porušene Prehod rušilne glave metoda uvlačenja - Vilkoograd
cevi saniramo z uvlačenjem nove cevi

Adopted Fig. 16: Pipe bursting method - Vilkoograd

Uporabljamo posebne plastične cevi, ki so odporne proti udarcem, drgnjenju in razenju. Notranjost cevi je gladka, zato ne prihaja do izgub, sedimentacije ali tvorbe oblog. Sestavljene so iz osnovne cevi (jedra) in zaščitne cevi (plašča). Zaradi ekstrudirnega plašča jih ostro kamenje in ostanke starih cevi iz različnih materialov ne morejo poškodovati. Cevi so obstojne pri uporabi agresivnih pretočnih medijev in v tleh obremenjenih s škodljivimi snovmi, polagati pa jih je možno direktno oz. brez peščene posteljice v zemlji.

3.8.1.5 Sanacija cevovodov po tehnologiji groundburst

Izvedba sanacije kanalizacije z uvlečenjem nove cevi.

Obstoječi, porušeni, oziroma dotrajani vodi se nadomestijo s kvalitetnimi polietilenskimi, polipropilenskimi ali drugimi cevmi, na katere je možno izvesti vse potrebne priključke. Pri rekonstrukciji kanalizacije je možno obnoviti zgolj cevi, jaški pa ostanejo nepoškodovani. Pri sami izvedbi je možno zamenjati cevi s cevmi manjšega, istega ali večjega premera



Privzeta slika 17: Metoda Groundburst - shema

Adopted Fig. 17: Groundburst method

Obstoječi, porušeni, oziroma dotrajani vodi se nadomestijo s kvalitetnimi polietilenskimi, polipropilenskimi ali drugimi cevmi, na katere je možno izvesti vse potrebne priključke. Pri rekonstrukciji kanalizacije je možno obnoviti zgolj cevi, jaški pa ostanejo nepoškodovani. Pri sami izvedbi je možno zamenjati cevi s cevmi manjšega, istega ali večjega premera



Privzeta slika 18: Metoda Groundburst v praksi – Vilkgograd

Adopted Fig. 18: Groundburst method in the field

Metoda je namenjena zamenjavi starih, dotrajanih vodovodnih, plinskih ali kanalizacijskih cevi. Je statična metoda. Za izvedbo potrebujemo minimalno gradbeno jamo na vhodni in izhodni strani. Izvedba obnove cevovoda je zelo ekonomična ter hitra. Kot nove cevi lahko vgrajujemo polietilenske cevi, kovinske cevi, polipropilenske cevi, poliestrske ter duktilne cevi.. Metoda ne povzroča vibracij ter hrupa med izvedbo.

S to metodo je mogoče obnavljati:

- vse vrste cevi (beton, železo, plastika, polietilen, duktil, poliester,

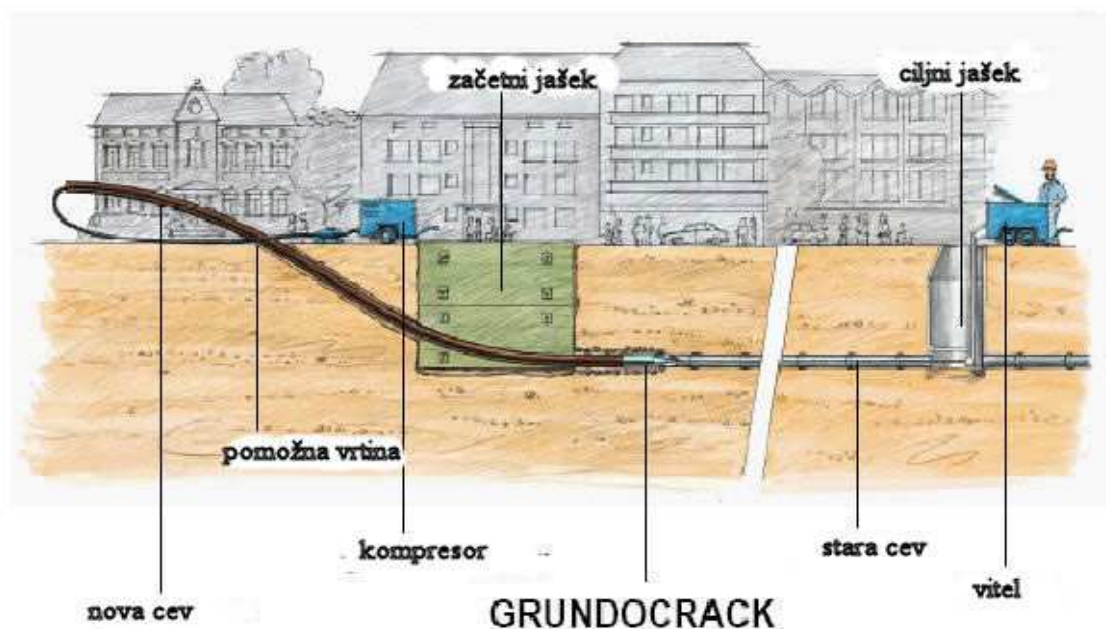
- uvlačiti nove cevi manjšega, večjega ali istega premera,
- premera od fi 40 mm do 1200 mm,
- dolžine do 500 m v enem kosu,
- vstavljati nove cevi brez gradbene jame.

Metoda je namenjena zamenjavi starih, dotrajanih vodovodnih, plinskih ali kanalizacijskih cevi. Je statična metoda. Za izvedbo potrebujemo minimalno gradbeno jamo na vhodni in izhodni strani. Izvedba obnove cevovoda je zelo ekonomična ter hitra. Kot nove cevi lahko vgrajujemo polietilenske cevi, kovinske cevi, polipropilenske cevi, poliestrske ter duktilne cevi.. Metoda ne povzroča vibracij ter hrupa med izvedbo.

3.8.1.6 Sanacija kanalizacije po tehnologiji grundocrack

Grundo Crack je dinamični način uvlačenja cevi in je primeren za sanacijo:

- kanalizacijskih cevi iz betona, plastike, poliestra....,
- premeri cevi od fi 100 mm do 800 mm,
- dolžine sanacij v kosu do 100 m,
- uvlečenje novih cevi iz polietilena, polipropilena, duktila, itd.



Privzeta slika 19: Metoda Grundocrack – shema – Vilkoograd

Adopted Fig. 19: Grundocrack method - Vilkoograd

Tehnologija se že nekaj časa uporablja v zahodni Evropi, sedaj tudi v Sloveniji. Obstoječi, porušeni, oziroma dotrajani vodi se nadomestijo s kvalitetnimi polietilenskimi, polipropilenskimi ali drugimi cevmi, na katere je možno izvesti vse potrebne priključke. Pri rekonstrukciji kanalizacije je možno obnoviti zgolj cevi, jaški pa ostanejo nepoškodovani. Pri sami izvedbi je možno zamenjati cevi s cevmi manjšega, istega ali večjega premera.

Za obnovo hišnih priključkov niso primerne vse predstavljene metode

3.9 Določitev metode obnove

Določitev metode izvedbe obnove je pogojena v prvi vrsti s ceno, tehnično možnostjo izvedbe in posebnimi zahtevami (možnost pridobitve zapore za zelo prometno cesto..). Na osnovi razpoložljivih metod, s katerimi je mogoče izvesti zahtevano obnovo in izkazane cene izvedbe ter predvidene življenjske dobe obnovljenega kanalskega odseka izračunamo povprečne stroške obnove na leto.

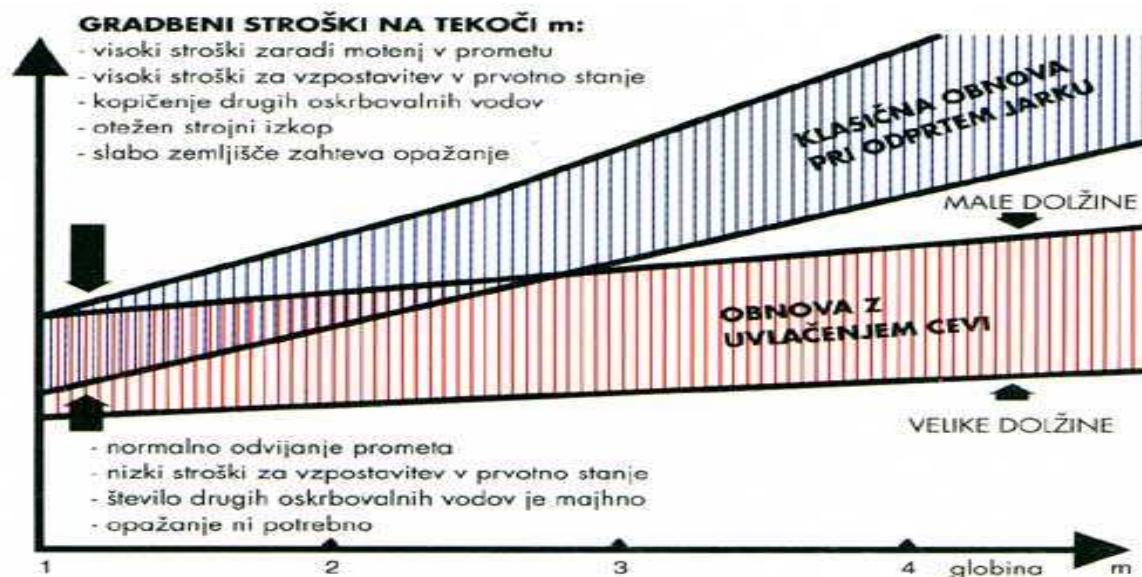
Kdaj uporabiti metodo brez izkopa, kot alternativo obnovi po klasičnem načinu z izkopom?

Metode se med seboj razlikujejo in so primerne za različne načine rehabilitacije. Načeloma pa velja, da je metoda brez izkopa primerna v naslednjih primerih:

- Izkopi so nemogoči ali predragi (posebni pogoji gradnje),
- Premostitev naravnih ovir (reke, varovana območja...),
- Premostitev komunalne in prometne infrastrukture,
- Pogojevanje odškodnin za poseg na zemljišču,
- Potrebna hitra izvedba,
- Je želeno omejevanje motenj v urbanem okolju,
- Iščemo okoljsko prijazne rešitve.

Praktični primeri odločanja o načinu obnove kanalizacijskega odseka:

Graf stroškov prikazan na privzetem grafikonu 14 nas lahko hitro zavede. Stroški obnove so namreč odvisni od več različnih faktorjev, ki pa v »osnovni različici« niso upoštevani. Podrobnejša analiza ekonomičnosti posamezne metode rehabilitacije kanalizacijskega odseka je izvedena in prikazana v točki 4.6.



Privzeti grafikon 14: Primerjava stroškov na tekoči meter obnove kanala pri uporabi različnih metod obnove – Gradnje POLAK s.p.

Adopted Graph 14: Price comparison between different rehabilitation methods

3.10 Vrednotenje investicije

Pri določanju najugodnejše metode rehabilitacije kanalskih odsekov, smo uporabili podatke iz različnih virov. Ker tudi različnega časovnega razporeda stroškov in koristi investicij ne moremo obravnavati s statičnimi metodami vrednotenja investicij, smo uporabili eno izmed dinamičnih metod vrednotenja investicij in sicer metodo neto sedanje vrednosti.

Metoda neto sedanje vrednosti (NSV)

Neto sedanja vrednost je razlika med diskontiranim tokom vseh prilivov (sedanjo vrednostjo prihodkov) in diskontiranim tokom vseh odlivov (sedanjo vrednostjo odhodkov) naložbe (enačba 11).

$$NSV(S) = \sum_{t=0}^n a^t \cdot S_t = \frac{S_0}{(1+d)^0} + \frac{S_1}{(1+d)^1} + \frac{S_2}{(1+d)^2} + \dots + \frac{S_n}{(1+d)^n} \quad (15)$$

NSV – neto sedanja vrednost projekta (investicij)

S_t – finančni tok virov (priliv ali odliv v letu t)

t – leto, v katerem nastanejo prilivi in odlivi

n – trajanje časovnega obdobje (let), v katerih nastajajo prilivi in odlivi

a – diskontni faktor

d – diskontna stopnja

3.11 Večkriterijska analiza - Metoda AHP:

Z metodo AHP (Analytic Hierarchy Process) združujemo sodbe in osebno vrednotenje na logičen način. AHP nam kaže, kako povezati elemente ene strani problema s tistimi na drugi strani, tako da dosežemo celovit izid. To je proces, v katerem je potrebno identificirati, razumeti in določati interakcije za sistem kot celoto.

Metoda analitični hierarhični proces temelji na načelih hierarhičnosti, postavljanja prioritete in logične doslednosti. Omogoča celostno obravnavanje problema (Čančer 2003, 59).

Metoda AHP je ena najbolj znanih in najbolj popularnih metod večparametrskega odločanja. Komponent večparametrskega modela ne zajema neposredno ampak uporablja neposredni način primerjave po parih. Uteži pri AHP določimo posredno tako, da paroma primerjamo parametre, vsakega z vsakim. Pri zajemanju osnovnih koristnosti alternativ pri AHP določimo z medsebojno primerjavo alternativ.

Prednosti in slabosti metode AHP so sledeče: pri AHP uporabljamo koncept hierarhije parametrov, kar pomeni, da nimamo težav z odločitvenimi problemi, pri katerih nastopa veliko število parametrov. Način, s katerim zajemamo podatke o alternativah, nam omogoča, da se izognemo neposrednemu zajemanju osnovnih koristnosti alternativ. Tako povsem enakovredno obravnavamo numerične (kvantitativne) ali simbolične (kvalitativne) parametre. Cena, ki jo plačamo za to, je razmeroma visoka: alternative je treba primerjati po parih, pri čemer število zahtevanih primerjav hitro narašča s številom alternativ. Zato so primerjave po parih uporabne le pri omejenem in razmeroma majhnem številu alternativ (ne več kot 8 do 10 alternativ). Slabost metode AHP so tudi razmeroma zahtevne računske operacije. Teh praktično ne moremo opraviti brez ustrezne programske opreme. Dobra stran pa je v tem, da je teh programov veliko in so lahko dostopni (ponudba na internetu).

Izražanje sodb izvajamo, da dobimo prioritete za kriterije glede na cilj in za alternative glede na vsak atribut. V preglednici na strani 159 je zapisana skala osnovnih stopenj pomembnosti glede na nadkriterij ali preferenc glede na attribute. Te uporabimo pri metodi AHP za primerjanje po parih. Uporabljamo pa lahko tudi vrednosti med osnovnimi stopnjami (Čančer, 2003, str. 70).

Privzeta preglednica 6: Skala stopenj pomembnosti in preferenc pri AHP, (Čančer, 2003, str. 70)

Adopted Table 6: Importance values expressed verbally in AHP methodology, (Čančer, 2003, str. 70)

Numerično izražena stopnja	Verbalno izražena stopnja
1	Kriterija sta enako pomembna, alternativni sta enako zaželeni.
3	Kriterij je zmerno pomembnejši od primerljivega kriterija, alternativni dajemo zmerno prednost.
5	Kriterij je močno pomembnejši od primerljivega kriterija, alternativni dajemo močno prednost.
7	Kriterij je zelo močno pomembnejši od primerljivega kriterija, alternativni dajemo zelo močno prednost.
9	Kriterij je ekstremno pomembnejši od primerljivega kriterija, alternativni dajemo ekstremno prednost.

3.11.1 Računalniški program Expert Choice

Za razvrščanje alternativ po metodah z razmerno skalo lahko uporabljamo različne računalniške programe. V našem primeru smo se odločili za AHP specializiran računalniški program Expert Choice, ki ga je razvila delovna skupina avtorjev metode AHP. Expert Choice je vodilni na svetu med kolaborativnimi računalniškimi programi na področju sprejemanja odločitev (Expert Choice 2007). Expert Choice je program, ki ga lahko uporabljamo kot pomoč pri izboru najugodnejše alternative. To alternativo izbiramo iz končne množice alternativ glede na več med seboj konfliktnih kriterijev hkrati. Program sestavljata dva dela. Prvi del se imenuje **Structuring**. Namenjen je strukturiranju problema. Drevo odločanja z globalnim ciljem kot izhodiščem ter hierarhijo podkriterijev in alternativ kot listi je rezultat tega dela programa. Drugi del programa se imenuje **Evaluation and Choice** in je kreiran na osnovi metode AHP.

Namenjen je za:

- določanju uteži, s katerimi se meri pomembnost kriterijev glede na preference odločevalca ali odločevalcev,
- vrednotenju alternativ glede na podkriterije nižjega nivoja,
- izračunu končnih vrednosti alternativ z upoštevanjem vzajemne preferenčne neodvisnosti kriterijev,
- različnim analizam občutljivosti vrednosti alternativ glede na spremembe preferenc odločevalcev.

Na vsakem koraku pa se meri konsistenca odločevalca.

Določene metode so pogojene s tehničnimi zahtevami in robnimi pogoji dela – npr. zagatnice v nestabilni zemljini, varovanje obstoječih komunalnih vodov...), ali pa pogojene s ceno.

Cene različnih metod brez izkopa so odvisne od več različnih faktorjev, ki jih je potrebno upoštevati pri ugotavljanju tehnične možnosti izvedbe in ekonomičnosti izvedbe izgradnje oz. pri primerjavi metod obnove med seboj:

- Premer cevi DN,
- Dolžina odseka, ki je potreben rehabilitacije ,
- Vrsta okvar na cevovodu,
- Globina vkopa in sprememba višine vkopa,
- Dostopnost revizijskih jaškov,
- Število dodatnih delovnih jam, ki jih je potrebno izkopati,
- Števila in lokacije drugih komunalnih vodovod, ki se jim želimo izogniti ,
- Zagotovitev obvoda vode,
- Števila hišnih priključkov, ki jih je potrebno priključiti (obnoviti, zatesniti, obrezati...),
- Število sprememb smeri.

Če želimo posamezne metode primerjati med seboj je priporočljivo upoštevati naslednje vplivne faktorje :

- Možnost izvedbe (glede na pogoje obstoječe infrastrukture),
- Cena izvedbe (skupni stroški rehabilitacije),
- Cena izvedbe na leto v pričakovani življenjski dobi (predvidena življenjska doba),
- Ekološki – (hrup, zaščita okolja),
- Tehnični – (čas izvedbe, maks. DN, material cevi, možni zapleti, min. št. jaškov, drugi komunalni vodi),
- Sociološki – (vpliv na prebivalce, promet, družbeni stroški).

Določitev metode obnove je lahko odvisna tudi od postavljenih prioritete in zahtev, ki jih ne moremo zaobiti, kot na primer – varovanje dreves v neki ulici, prepoved prometne zapore v zelo prometnem cestišču, nemogoča zapora mednarodnega železniškega primeta, velika gostota komunalnih vodov, ki še niso potrebni obnove, velika globina vkopa, nedostopnost z

gradbenimi stroji... V takšnih posebnih primerih se seveda odločamo tudi o drugačnih metodah obnove (ne klasičnih) obstoječega kanala ne glede na ekonomičnost izvedbe s tehničnega vidika – preferiramo drugačne uteži in kriterije kot v normalnih pogojih dela. Po metodi AHP smo izvedeli primerjavo med tremi različnimi postopki rehabilitacije ob upoštevanju zgoraj naštetih kriterijev. Za metodo smo se odločili, ker omogoča primerjavo vplivnih faktorjev, ki imajo različne numerične (kvantitativne) ali simbolične (kvalitativne) parametre, med seboj.

4.0 UPORABA METODE MINIMALNEGA TVEGANJA ZA DOLOČANJE PRIORITETE OBNOVE NA OSNOVI STANJA KANALIZACIJSKEGA SISTEMA

4.1 Uvod

Aplikacijo navedene teorije smo razdelili na štiri sklope.

- V prvem sklopu (4.1) predstavili koncept baze podatkov, ki izhaja iz zahtev in potreb za izvedbo analiz in sprejemanje odločitev tako kratkoročnih kot dolgoročnih,
- V drugem delu (4.2) smo predstavili analizo trendov in osnove za preventivno odločanje pri dolgoročnem načrtovanju rehabilitacije omrežja,
- V tretjem sklopu (4.3) smo prikazali uporabo zasnovanega modela minimalnega tveganja za določitev prioritete obnov posameznih kanalskih odsekov,
- V četrtem sklopu (4.4) pa je podana metodologija izbora optimalne metode izvedbe obnove za odseke, ki so bili določeni kot prioritetni odseki za obnovo.

Aplikacija je bila izvedena na delu kanalizacijskega omrežja mesta Ljubljane – model Šiška. Območje Šiške obsega 4.7 % celotnega kanalizacijskega omrežja Ljubljane in je bilo izbrano, ker:

- So bili na razpolago novejši pregledi s TV kamero za celotno območje ,
- Območje je zgrajeno v mešanem kanalizacijskem sistemu, ki predstavlja večji del obstoječega kanalizacijskega omrežja,
- Omogočeno je bilo ugotavljanje vpliva netesne kanalizacije na podtalje (AISUWRS 2003).

4.2 Vzpostavitev konceptualnega modela in baze podatkov

Ustrezno pripravljenih podatkov je malo. Določiti je potrebno vse obvezne podatke, kdo in kje jih zajema, ter v kakšni obliki pripravi. Vedeti moramo, kaj želimo narediti, kaj želimo vedeti in na osnovi želenih končnih produktov pripraviti ustrezno bazo podatkov, ki bo omogočala njihovo izvedbo. Za izdelane modele se izdeluje variantne rešitve, ki se kalibrirajo s pomočjo dejanskih podatkov o sistemu.

Možnost izvoza podatkov za nadaljnje analize z drugimi orodji

Ker podatki prihajajo iz različnih baz podatkov v različni obliki, je potrebno, kot je bilo že nakazano v poglavju o zasnovi GIS sistema zagotoviti izmenljivost pridobljenih podatkov. V

osnovi velja, da najbolj osnovno obliko zapisa najlažje uvažamo za potrebe obdelave v različnih programskih orodjih. Pri zasnovi baze podatkov smo se posluževali enostavne tabele, z georeferenciranim točkovnim podatkom in klasifikacijo - ena točka vsi potrebni podatki. Relacijske baze podatkov omogočajo večjo diferenciacijo in klasificiranje, vendar otežujejo preglednost podatkov na osnovnem nivoju.

Grafični prikaz in grafična analiza podatkov

Pridobljeni podatki so zbrani in urejeni tako, da jih je možno prikazati grafično to je v prostoru, kar je glavni namen GIS. Z vzpostavitvijo GIS baze podatkov omogočimo tudi GIS analizo podatkov – prostorsko analizo podatkov glede na različne ravnine kjer so sklopi podatkov zbrani. Računalniško orodje Arc-view in Arc GIS omogočata analizo prisotnosti podatka v prostoru, kot računanje in zbiranje sklopov podatkov po kriterijih, filtrih, skupnih lastnostih, bližini itd. Več o zasnovi in uporabi GIS baze podatkov je podano v točki 2.3.4.

V nadaljevanju so predstavljeni podatki, ki jih uporabljamo pri analizi stanja in določanju prioritet obnove kanalskega odseka.

4.2.1 Podatki o omrežju

Podatki o omrežju so izhodiščni podatki iz katerih izhajajo vse nadaljnje odločitve o potrebnih obnovah in napovedi stroškov, ki bodo z obnovo nastali – kar je pomembno za panko rezervacijo sredstev, ki se običajno rezervirajo in planirajo vsaj za eno leto naprej – kratkoročno planiranje.

Podatke o omrežju delimo na podatke o cevovodu, ki so statični in na podatke o stanju omrežja, spojev in objektov na omrežju, ki s časom spreminjajo. Osnovni podatki o kanalskem cevovodu, ki jih spremljamo v JP VO-KA so naslednji:

- Vrsta kanalizacijskega sistema (pomembno z vidika vrste odpadne vode, ki se v njem pretaka, in na predvidene količine odpadne vode, ki jo mora cevovod odvesti),
- Material cevovoda,
- DN – premer cevovoda,
- Starost – datum vgradnje,
- Že izvedena rehabilitacija.

Preglednica 5: Relacijske povezave podatkov uporabljenih v analizi stanja kanalizacijskega sistema

Table 5: Relational database structure used in sewer analysis

Kanalski odsek						
ID_KA	DN	Leto_vgradnje	Sistem	Material	xy_zacetni	xy_koncni
2435554	400	1967	MS	B		

Pregled s TV kamero						
ID_TV	ID_KA	DATUM	ST_POSNE	ID_Poskodba_EN	Ocena_stanja	
335	2435554	11.2.2004	407	113454	4	

EN_klasifikacija_poškodbe						
ID_Poskodba_EN	klasifikacija	u1_tesnost	u2_nosilnost	u3_dogodki	xy_poskodbe	
113454	BOA	80	0	0		

Posameznemu kanalskemu odseku je pripeta relacija s podatki o TV pregledu. Evidentirane poškodbe pri posameznem snemanju so relacijsko povezane z bazo evidentiranih poškodb klasificirane v skladu s standardom EN 13580.

4.2.2 Podatki o inkasu in priključkih (atributni podatki)

Inkaso služba vodi evidenco o vseh hišnih kanalizacijskih priključkih in objektih, ki so in tisti, ki še niso priključeni na javno kanalizacijsko omrežje. Evidence o stanju hišnih priključkov ni, baza je namenjena izključno obračunu kanalščine. Količina odvedene vode se določi na osnovi porabe pitne vode.

4.2.3 Podatki o stanju omrežja (okvare, korozija, nepravilnosti) – atributni podatki

Podatki o omrežju so pridobljeni z vizualnim pregledom stanja pohodnih kanalov oz. s pregledom s TV kamero vseh kanalov manjšega premera. Do letošnjega leta so se ti podatki zbirali v obliki poročil na papirju, stanje kritičnih odsekov se je sporočalo v ostale službe, kjer se na njihovi osnovi izvede izdelava projektne dokumentacije in nato obnova kanalizacijskih odsekov. To je klasičen primer metode »gašenja požarov«, ki je posledica neprimerno zajetih podatkov, ki niso sistematično pregledani in analizirani ter ustrezno predstavljeni za celotno omrežje.

Na osnovi izvedenih pregledov kanalskih odsekov s TV kamero in njihovega vnosa v bazo poškodb kanalizacijskega sistema smo vzpostavili prvo resno možnost ocenitve dejanskega

odtoka onesnažene vode v podtalje. Vse evidentirane poškodbe smo dodatno klasificirali glede na potencialno možnost eksfiltracije oz. infiltracije v kanalski sistem.

Kot primerne smo izbrali naslednje kazalnike, ki predstavljajo nevarnost za okolje in človeka:

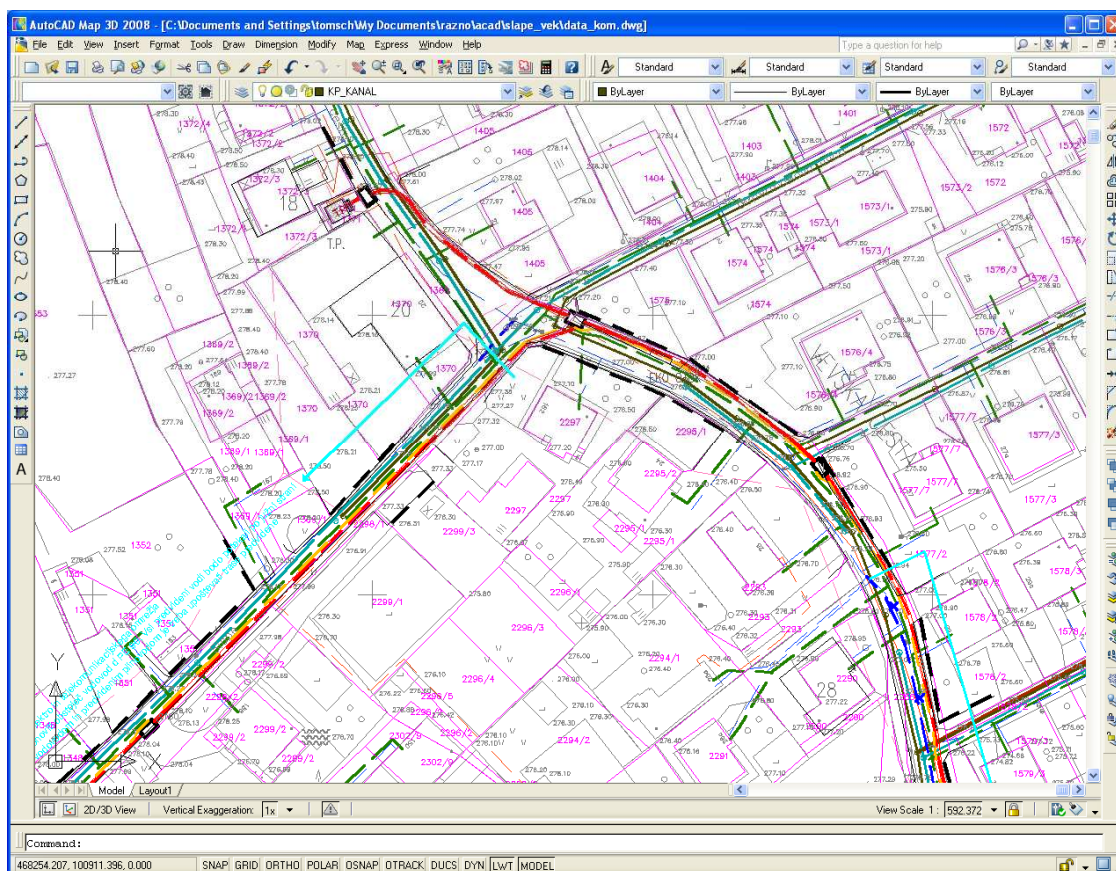
- Velikost, vrsta poškodbe (po klasifikaciji ATV 149, EN 13508),
- Mesto poškodbe - dno, stene, vrh, XY koordinata,
- Nivo odpadne vode in pretoki v kanalu (kjer je bilo mogoče),
- Kemična sestava odpadne vode (upoštevanje večjih onesnaževalcev v omrežju – galvana, mlekarne, pivovarna, obrati, tovarne..).

Kazalci, ki vplivajo na velikost škodnega potenciala za izbrane okvare (nevarnosti) pa so:

- Stopnja varovanja podtalnice glede na vodovarstvena območja,
- Nivo podtalnice v odvisnosti od globine kanala,
- Vrsta zemljine okoli kanala,
- Zamašitvene in samo zapiralne sposobnosti razpoke in okolice.

4.2.4 Podatki o projektih komunalnih vodov (vektorski grafični podatki - linije)

V JP VO-KA vodimo GIS kataster izdelane projektne dokumentacije za izgradnjo vodovodnega in kanalizacijskega omrežja (slika 24). Zavedeni so vsi izdelani projekti kot idejno projekti (IP), projektne naloge (PN), in projekti PGD ter PZI. V katastru so podane približne trase predvidenih vodovodov, leto izdelave projektne dokumentacije in številka ter naslov dokumentacije kot je zavedena v arhivu JP VO-KA, kjer je možno dobiti tiskano verzija projekta. V GIS kataster obstoječe dokumentacije se vnaša tudi predvidene trase drugih komunalnih podjetij, ki jih uspemo pridobiti – predvsem trase v planih izgradnje plinovodnega in toplovodnega omrežja in večjih kinet elektro, telekoma ter optičnih povezav – Gratel. Predvidene obnove ali novogradnje je potrebno medsebojno usklajevati predvsem zaradi rezervacije tras, skupnih manjših stroškov investicije, kadar se v cestišče hkrati polaga več oz. vsi predvideni komunalni vodi, manjše motnje okolja in ljudi zaradi enkratnega posega. Prednosti je veliko, vendar praksa kaže, da je za takšno usklajevanje potrebno veliko napora in medsebojnega usklajevanja različnih služb, ki načeloma niso imele v kratkoročnih planih predvidene obnove svojih vodov in imajo načelno drugačne interese (plinovod – nove stranke, kanal – čim daljšo življenjsko dobo).

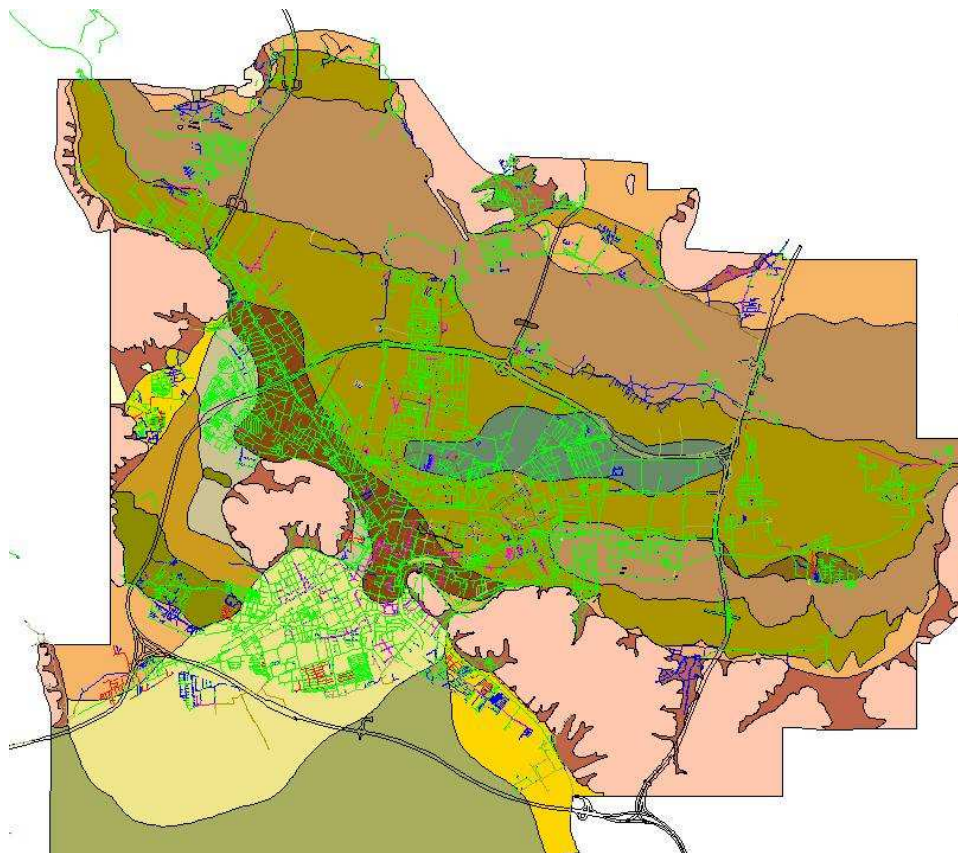


Slika 24: Usklajevanje gradnje komunalnih vodov – zbirna karta komunalnih vodov

Fig. 24: Reconciliation of building and rehabilitation of different municipal utilities

Izdelava projektne dokumentacije in pridobitev gradbenega dovoljenja na osnovi PZI projektne dokumentacije zaradi pridobivanja soglasij traja od 6 mesecev do 3 let. Usklajevanje gradbenih posegov na določenem območju (ulici) med vsemi upravljavci komunalnih vodov je zato projekt srednjeročnega značaja. Kljub dogovorom o skupni gradnji pri večjih posegih pa še vedno prihaja do tega, da zaradi tržno orientiranih interesov (npr plin in toplovod, optične povezave) določen upravljavec komunalnega voda ne čaka na skupen poseg – izgradnjo v skupnem izkopu, temveč na osnovi usklajenega zbirnika in izdelane projektne dokumentacije izvede poseg v prostor samostojno. To ima za posledico višje stroške izgradnje in oteženo gradnjo naslednjih komunalnih vodov, ki so tam predvideni.

4.2.5 Podatki o terenu in geologiji (vektorski prostorski grafični podatki – poligon)



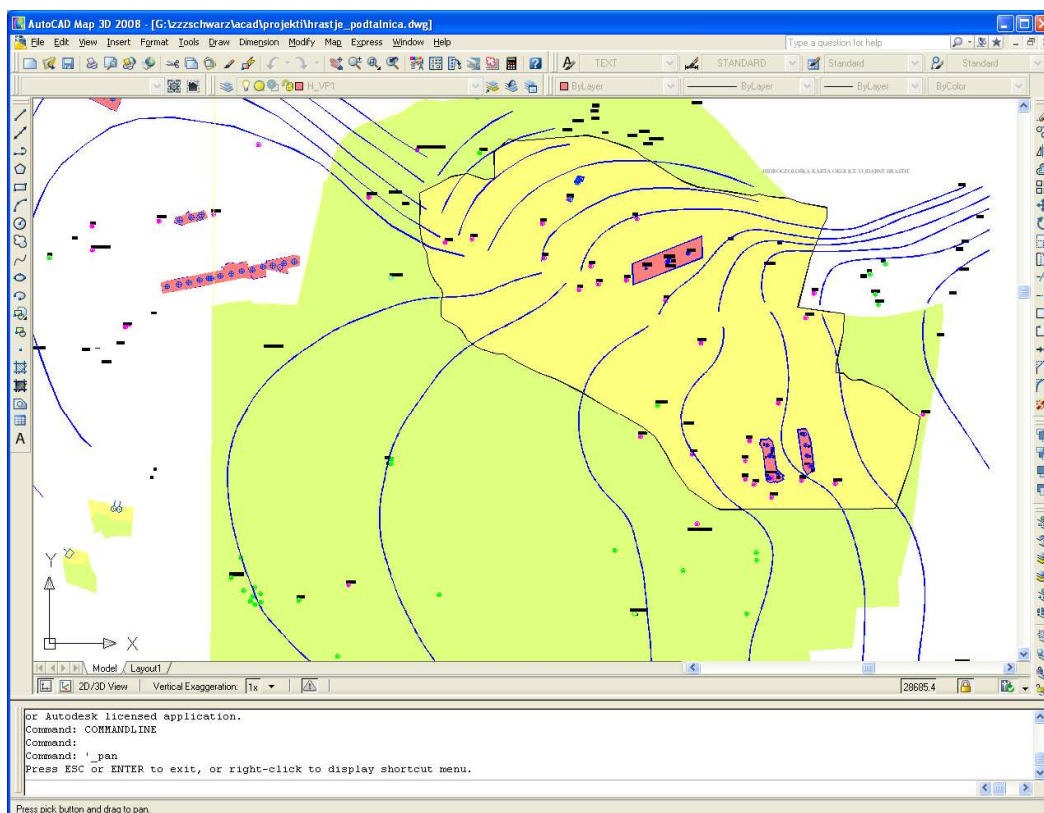
Slika 25: Geološka sestava tal na območju ljubljanskega kanalizacijskega sistema.

Fig. 25: Geological ground survey for Ljubljana sewer system

Geološko sestavo tal na območju Ljubljanskega kanalizacijskega omrežja lahko v grobem razdelimo v dve »geološki« coni – severni del - ljubljansko polje s prodnimi naplavinami rek in potokov in v južni del – ljubljansko barje s slabo nosljivim barjanskim terenom in relativno kislo zemljinjo.

Pogoji vgradnje in delovanje kanalizacijskega sistema so v prodnem materialu (gramozu) bistveno boljši kot v barjanskem terenu. Upoštevati je potrebno tudi nivo podtalnice, in posebno pozornost nameniti varovanju vodnih virov, ki so določeni z vodovarstvenimi območji vodonosnikov, kot je podrobneje predstavljeno v naslednjem poglavju.

4.2.6 Podatki o nivojih in toku podtalnice in varovanih območjih (vektorski prostorski grafični podatki – poligon)



Slika 26: Nivoji podtalnice in smeri ter hitrosti podzemnih tokov – primer za Ljubljansko polje
Fig. 26: Underground water levels and flow in Ljubljana field

Nivoji podtalnice in hitrost podvodnih tokov ter uporaba podtalne vode je eden od ključnih faktorjev pri določanju prioritete obnove kanalizacijskega omrežja (slika 26). Vodovarstvena območja imajo zaradi svojega strateškega in praktičnega pomena za oskrbo ljudi s čisto pitno vodo izvedene posebne varovalne ukrepe in omejen način dela. Zahtevana je 100% vodotesnost javnega kanalizacijskega omrežja in poostren režim kontrole stanja kanalizacijskega omrežja.

Tveganje onesnaženja podzemne vode, ki je vir pitne vode, je zaradi izkazane nevarnosti na določeni lokaciji odvisna od danih geoloških, hidrogeoloških in hidroloških pogojev (Veselič, Petauer, 1997) –, ki med drugim določajo velikost škodnega potenciala.

Postopek ocenjevanja ogroženosti okolja vodnega vira obsega:

- kazalce količinske in kakovostne analize okolja,
- oceno regeneracijskih in nevtralizacijskih sposobnosti okolja,
- oceno dosežene stopnje skupne obremenjenosti okolja,
- ceno še sprejemljivega obsega obremenjevanja okolja,
- skupno oceno ogroženosti okolja in predlog stopnje varovanja okolja vodnega vira.

Naravni pogoji, ki določajo ranljivost in ogroženost vodonosnika so:

- tip vodonosnika,
- nivo podtalnice,
- prepustnost krovne plasti,
- prepustnost in lastnosti nenasičene cone,
- smer toka podzemne vode (upoštevani v določitvi varstvenih pasov vodnih virov).

Regeneracijske in nevtralizacijske sposobnosti okolja vodnega vira dobimo z vrednotenjem v Metodologiji (Veselič, Petauer, 1997) in Študiji ranljivosti (Brečko, 1999) predlaganih in z razredi opredeljenih elementov, ki označujejo lastnosti vodonosnika in podtalnice. Višji razred pomeni manjše regeneracijske sposobnosti okolja in obratno, nižji razred pa večje regeneracijske sposobnosti okolja.

V oceni regeneracijske sposobnosti okolja vodnega vira je upoštevana debelina vodonosnika, hitrost obnavljanja podtalnice, ki je odvisna od pronicanja rečne vode in padavin, tok podtalnice in dotoki iz sosednjih vodonosnikov ter lastnosti krovne plasti (Brečko, 1999).

Na osnovi zbranih podatkov iz literature (Blackwood, 2005; Wolf, 2008) smo ocenili iztok in stopnjo onesnažene vode v podtalnico in jo primerjal z ugotovljeno stopnjo onesnaženja (Sveinung, 2006).

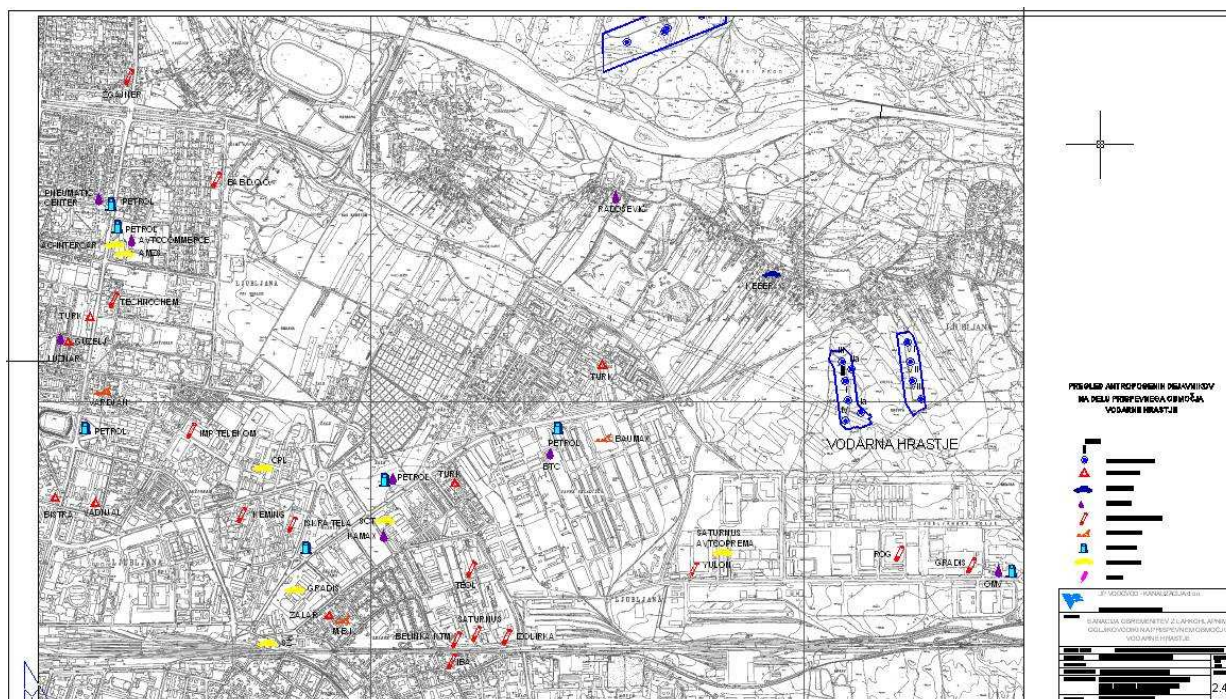
Problem netesne kanalizacije še vedno ostaja predvsem kot potencialna nevarnost vnosa visoko toksičnih snovi preko netesne javne kanalizacije v podtalje, ki je zaradi svoje precejšnje prevodnosti in hitrosti toka podzemne vode lahko usodno tudi za zdravje ljudi, predvsem pa za nemoteno oskrbo prebivalcev s pitno vodo.

4.2.7 Podatki o meritvah pretoka in obremenjenosti omrežja (atributni podatek)

Dejanski pretoki v kanalizacijskem sistemu se ne merijo stalno. V času brez padavin imamo merjene pretoke prečrpane vode v večjih črpališčih, kjer se odpadna voda dviguje na višji gravitacijski nivo. Merjena je dotečena voda na čistilne naprave, ni pa merjen preliv pred čistilnimi napravami, kot tudi ne na razbremenilnikih ob vodotokih. Izdelan je plan preureditve razbremenilnih mest na obeh bregovih reke Ljubljanice, ki se bo predvidoma realiziral v naslednjih nekaj letih. Predviden je dvig prelivnih robov tako, da bo frekvenca prelivanja zmanjšana na 10 letne vode, izvedeno bo avtomatsko merjenje pretokov prelite vode preko razbremenilnikov. Ti podatki bodo zelo koristni za poznavanje hidravličnega delovanja sistema in načrtovanje nadaljnjih ukrepov na glavnih zbiralnih kanalih mešane odpadne vode in s tem zmanjševanja onesnaženja odvodnikov z onesnaženo odpadno komunalno vodo. Razmere bodo delno izboljšane tudi z izgradnjo predvidenih zadrževalnih bazenov ob glavnih kanalskih kolektorjih.

4.2.8 Podatki o večjih onesnaževalcih (atributni podatek)

Določeni proizvajalci imajo zaradi narave dela večje tveganje za odvod onesnažene vode, ki ne ustreza predpisom glede temperature, toksičnosti ali vnosa nedovoljenih koncentracij škodljivih snovi v javno kanalizacijsko omrežje (galvane, kovinsko predelovalna industrija, mlekarne, bolnišnice...). Za takšno proizvodnjo je predpisan nadzor in odvzem vzorcev, v posebnih primerih pa tudi zahtevo po pridobitvi IPPC dovoljenja. Na mestih priključitve takšnega kanalizacijskega priključka se običajno lastnosti komunalne vode bistveno poslabšajo, lahko tudi samo občasno. S poslabšanjem kakovosti odpadne vode, pa se poveča tudi tveganje za onesnaženje okolice zaradi netesnosti kanalizacijskega omrežja, da ne omenjamo težav, ki nastajajo pri čiščenju odpadne vode na čistilni napravi. Primer evidentiranih potencialnih večjih izpustov onesnažene odpadne vode v javno kanalizacijsko omrežja je podan na sliki 27.



Slika 27: Lokacije večjih potencialnih onesnaževalcev na javnem kanalizacijskem omrežju

Fig. 27: Possible pollution points (overdose) on Ljubljana sewer system

4.3 Analiza podatkov kanalizacijskega omrežja in ocena stanja – srednjeročno planiranje

Za celostno in kontinuirano načrtovanje obnove kanalizacijskega sistema je poleg zanesljivih in natančnih podatkov potrebno uporabiti tudi zanesljiv model ocenjevanja dejanskega in predvidenega stanja. Pri tem želimo upoštevati poznane podatke (obstoječe baze podatkov), ki opisujejo dejansko stanje kanala – poškodbe in stopnjo obrobe – in iz teh podatkov pridobiti kar največ izhodnih informacij o sistemu. Upoštevati moramo seveda tudi netočnosti v sami bazi podatkov in jih v modelu upoštevati tako, da zaradi njih ne bo prišlo do večjih nepravilnosti v rezultatu, gledano na celoto. Zastavljeni problem ne more biti zadovoljivo rešen z običajnimi metodami ocenjevanja, ki večinoma temeljijo na Boolovi logiki klasificiranja glede na poškodbo ali oceni stanja, zato se pri vrednotenju in klasificiranju podatkov uporablja različne metode.

Proces staranja in krivulje staranja so bile opisane v točki 2.4.2 – Staranje in življenjska doba kanala. Tam so podane tudi ocene življenjske dobe posameznik kanalskih cevovodov. Izvedli smo analizo stanja kanalizacijskega omrežja za omrežje v upravljanju JP VO-KA. Staranje

omrežja in predvideni časi odpovedi nam podajajo okvirne trende in približne ocene stanja kanalizacijskega omrežja. Na osnovi analiz trendov je mogoče v primeru, da imamo na razpolago dovolj zanesljive podatke, določati tudi preventivno obnovo omrežja za konkretne odseke z namenom zniževanja tveganja nedelovanja, kar pa za kanalizacijski sistem Ljubljane ni primer. Zato smo rezultate trendne analize uporabili le za dolgoročno planiranje z vidika poznavanja sistema in načrtovanja porabe sredstev.

Strokovna ocena stanja celotnega omrežja in poudarki za sanacijo so seveda drugačni, kot za posamezne cevovode. Glede na izkušnje in poznavanje kanalizacijskega sistema ugotavljamo, da je kljub pospešeni zamenjavi kanalizacijskega omrežja v zadnjih letih omrežje tako na centralnem sistemu kot na lokalnih sistemih še vedno v slabem stanju. Na kratko lahko opišemo splošno stanje in problematiko ljubljanskega kanalizacijskega sistema tako:

- visoka povprečna starost glavnih kolektorjev,
- vgrajeni so različni materiali in profili,
- na omrežje je priključena tehnološka odpadna voda iz industrije brez predčiščenja le-te,
- vdiranje rečne vode v kanalizacijski sistem preko razbremenilnikov ob visokih vodah Ljubljanice,
- neenakomerno posedanje kanalov in posledična tvorba sifonov predvsem na barjanskih tleh,
- priključevanje zalednih voda ob vznožju Gradu in Golovca na kanalizacijski sistem in s tem vnos sedimentov – velikih količin peska in mulja,
- nepravilno priključevanje hišnih priključkov, predvsem na območjih ločenega kanalizacijskega sistema – vtok padavinske vode,
- velika infiltracija čiste vode zaradi nevodotesnosti cevi in neurejeno – neprimerno priključevanje vodotokov na javno kanalizacijsko omrežje.

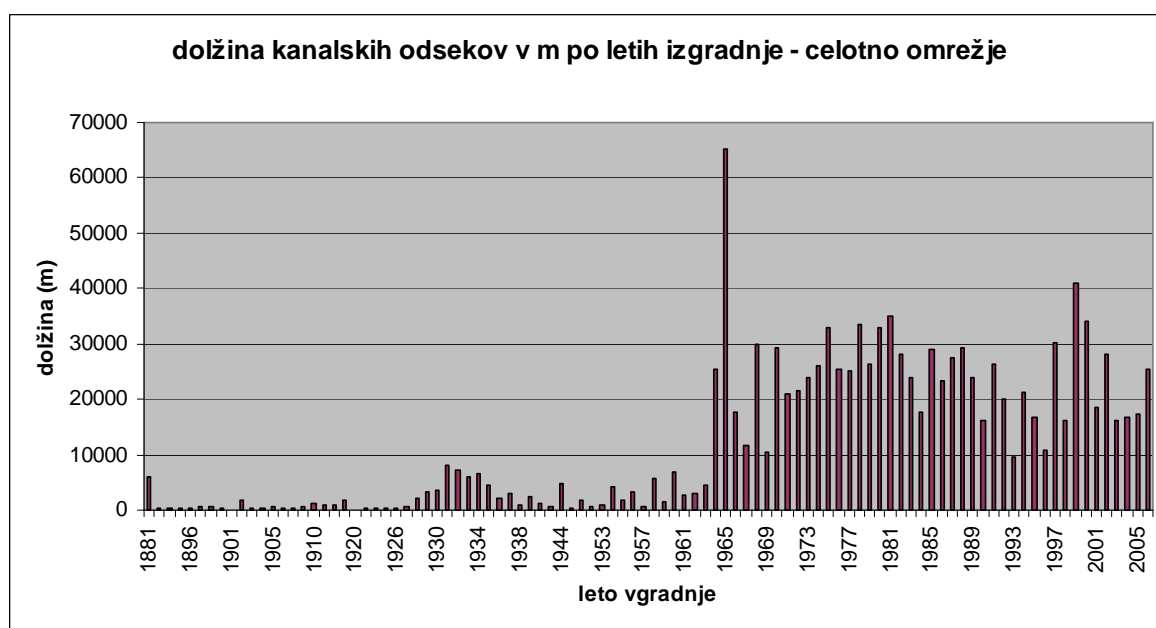
Del problematike je tesno povezan s stanjem kanalizacijskih odsekov, delno pa so rešitve odvisne od sistemskih in projektantskih rešitev zasnove kanalizacije.

Z vidika tveganja moramo ločiti nevarnosti in škodni potencial, saj se lahko nanašata na isto tveganje.

4.3.1 Staranje omrežja

Pomemben element pri dolgoročnem načrtovanju omrežja je upoštevanje staranja omrežja.

Osnovni podatki o starosti posameznih kanalskih odsekov so zbrani v digitalnem katastru kanalizacije. Kljub dostopnosti podatkov, pa do sedaj še ni bila izvedena analiza teh podatkov z vidika predvidenih trendov potrebne obnove oz. stanja vrednosti (substanzwert) omrežja, ki naj bi se z vidika medgeneracijske odgovornosti ohranjal oz. eventualno povečeval nikakor pa ne zmanjševal. Na grafikonu 13 je prikazana dolžina vseh kanalskih odsekov določene starosti, ki so v upravljanju JP VO-KA Ljubljana.

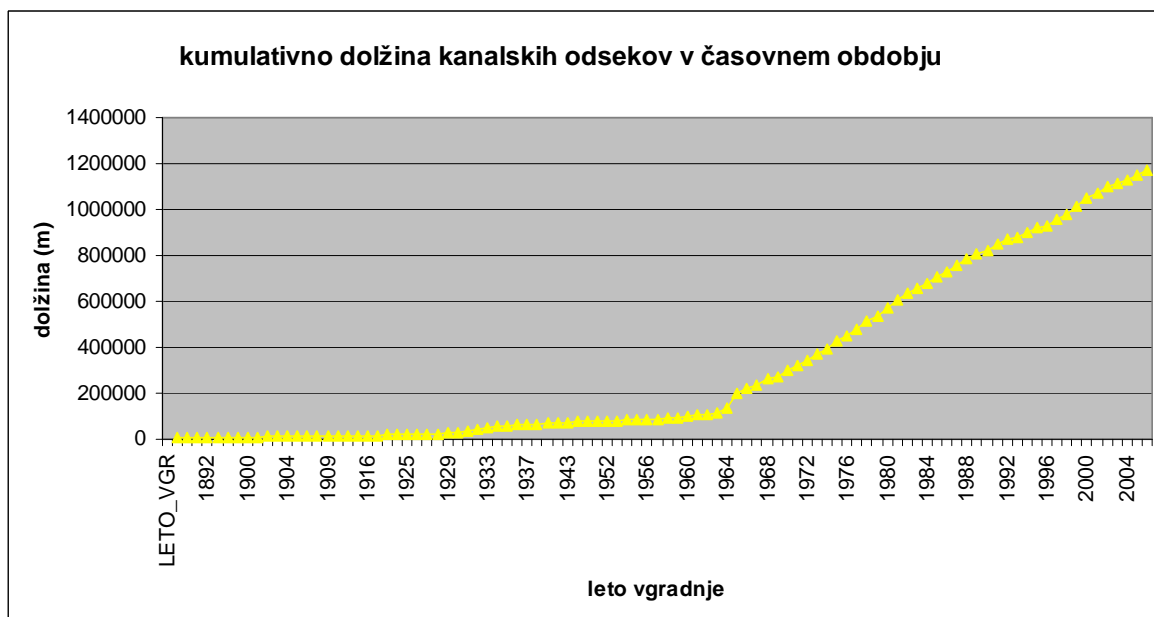


Grafikon 13: Dolžina kanalskih odsekov glede na leto vgradnje – kanalsko omrežje Ljubljane

Graph 13: Sewer system length of different age on time axis – Ljubljana sewer system

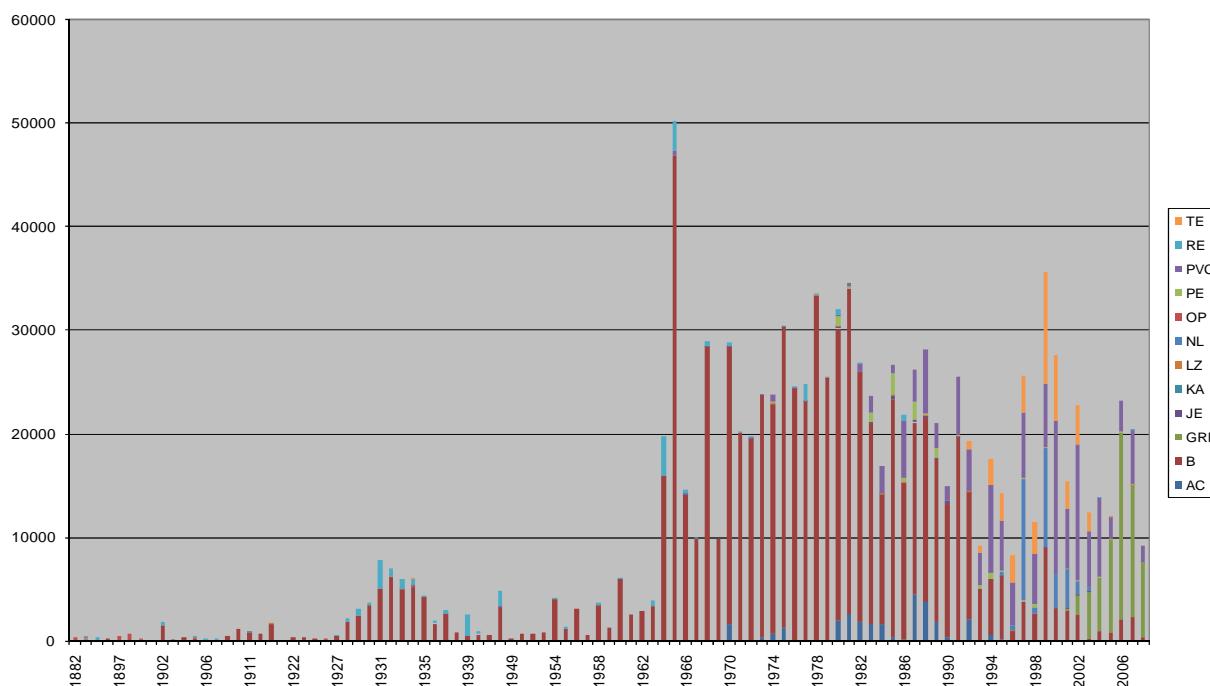
Prikaz vseh obstoječih kanalskih odsekov po starosti nam pokaže trend izgradnje kanalizacije v preteklosti in omogoča grobo oceno trendov staranja omrežja v prihodnje.

Na grafikonu 14 je prikazan še kumulativni diagram obsega (dolžine) kanalizacijskega omrežja mesta Ljubljane. Iz grafa je razvidno, da se je gradnja kanalizacije začela pospešeno izvajati po letu 1965 in se nato približno v enaki vrednosti nadaljevala vse do leta 2000.



Grafikon 14: Kumulativno dolžina vseh kanalov glede na leto izgradnje - kanalsko omrežje Ljubljane

Graph 14: Cumulative length of Ljubljana sewer system on time axis

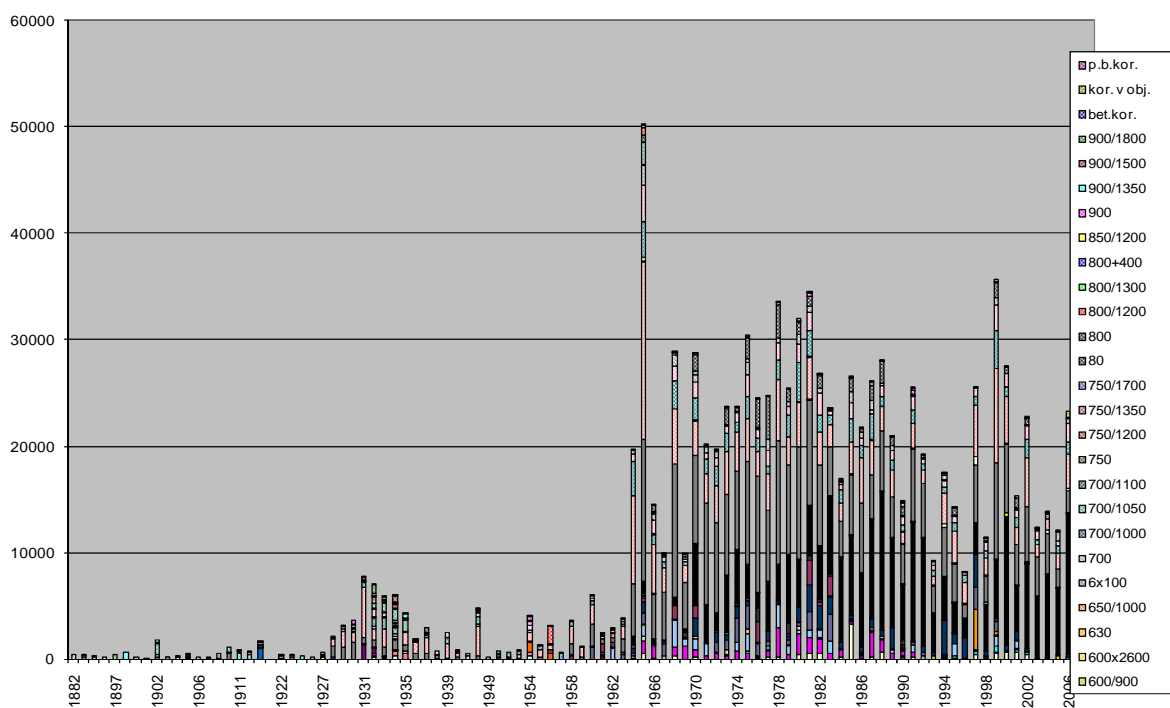


Grafikon 15: Vrsta materiala glede na leto vgradnje - kanalsko omrežje Ljubljane – 2008.

Graph 15: Pipe material use for building sewer pipelines in Ljubljana

Sestava obstoječega kanalizacijskega omrežja glede na vgrajeni material po letih izgradnje nam kaže zanimive trende. Opazimo lahko, da se pri starejših gradnjah pojavlja del kanalov, ki

je bil saniran z oplasčenjem – relining - (rumeno – RE). Življenjska doba teh kanalov je podaljšana, vendar so ti kanali v bistvu že del izvedene rehabilitacije (pomanjkljivost obstoječe baze podatkov za kanalizacijsko omrežje je bilo v onemogočeni sledljivosti obnovljenih kanalskih odsekov – kateri kanal je bil zamenja, v kateri starosti, vzrok zamenjave, ker je bil obstoječi odsek zamenjan z novo vrednostjo atributa za obnovljeni odsek, sedaj se je ta pomanjkljivost odpravila). V letih od 1970 do 1992 je prisoten delež cevovoda zgrajena iz AC (azbest cementnih cevi), ki so po letu 1994 niso več vgrajevale. Po letu 1985 je opazen trend zgrajenih kanalov iz PVC cevi, in od leta 1994 povečan trend kanalov iz cevi Tesal – TE- armirani poliester, ki ga je v letu popolnoma zamenjal armirani poliester GRP – Hobas (proizvodnja Tesal cevi je bila ukinjena) – grafikon 15.

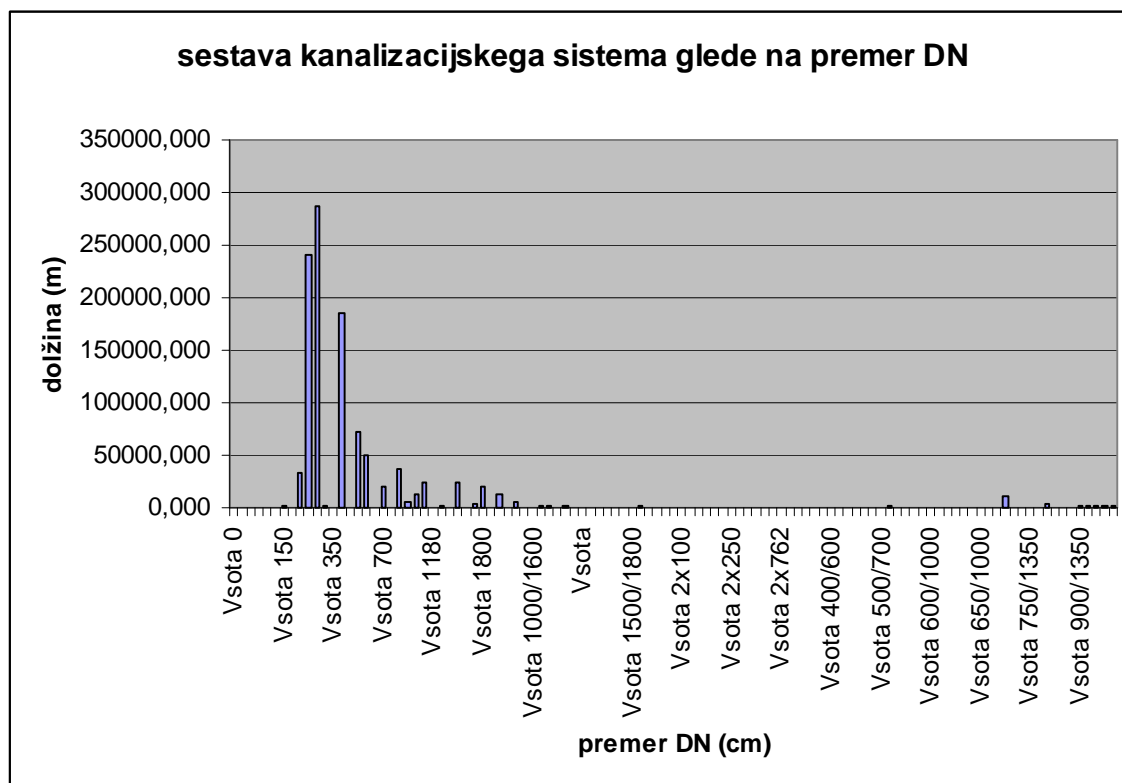


Grafikon 16: Sestava obstoječega kanalizacijskega sistema glede na DN – po letu vgradnje - kanalsko omrežje Ljubljane

Graph 16: Structure of pipelines in Ljubljana sewer system according to pipeline diameter DN on the time Axis

Zanimiv je tudi graf, ki prikazuje delež posameznih profilov – DN – v celotnem kanalizacijskem omrežju (grafikon 16). Največ je cevovodov profila DN 250, 300 in 400 to je manjših premerov cevovodov, ki so običajni za sekundarno omrežje in povezovalne kanale. Sestava obstoječega kanalizacijskega sistema glede na premer cevovodov po letih vgradnje

nam kaže kdaj so bili zgrajeni največji zbiralni kanali, in kdaj preostalo omrežje. V kombinaciji s hidravličnim izračunom, pa lahko ocenjujemo predviden čas obnove.



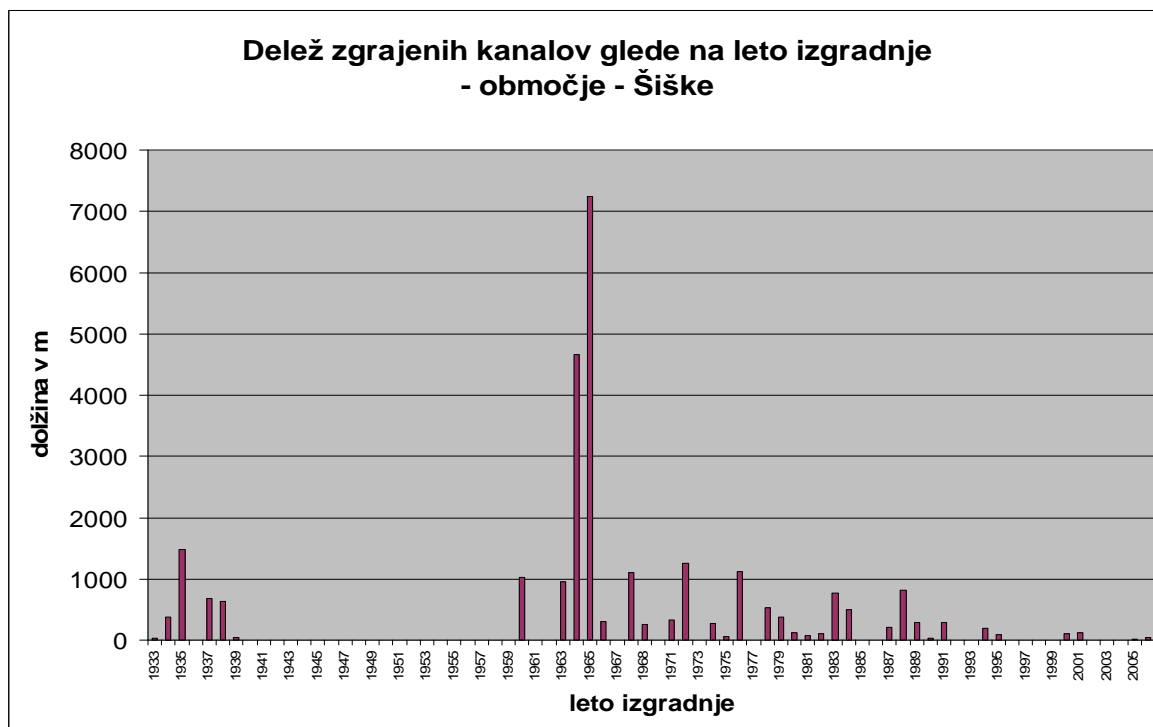
Grafikon 17: Sestava kanalizacijskega omrežja glede na premer cevovoda - kanalsko omrežje Ljubljane

Graph 17: Structure of pipelines in Ljubljana sewer system according to pipeline diameter DN

S staranjem omrežja je povezano tudi povečevanje števila poškodb na omrežju in objektih in splošno stanje omrežja. Ob upoštevanju stanja omrežja po ATV 143 - klasifikaciji, ki smo jo uporabljali tudi pri oceni stanja s TV pregledom kanalizacije v našem podjetju so posamezni kanalski odseki razporejeni v razrede od 0 (velike poškodbe) do - 4 (brez poškodb) – novi standard – EN- 13508 razrede stanj ukinja, saj pripravlja klasifikacijo, ki je manj subjektivna in veliko bolj določna ter tako omogoča natančnejšo in bolj ciljno analizo pridobljenih podatkov, vendar zaradi možnosti hitre primerjave z obstoječimi podatki o stanju kanalizacije le to še vedno določimo.

Podrobnejšo analizo stanja kanalizacijskega omrežja pa smo naredili za vzorčno območje Šiške, ki smo ga uporabili kot testni model za preverjanje in aplikacijo modela minimalnega

tveganja pri določanju optimalne rehabilitacije kanalizacijskega sistema v praksi. Na sliki 50 je prikazana struktura obstoječega kanalizacijskega sistema na območju testnega modela glede na dolžino zgrajenega kanala v časovni skali.

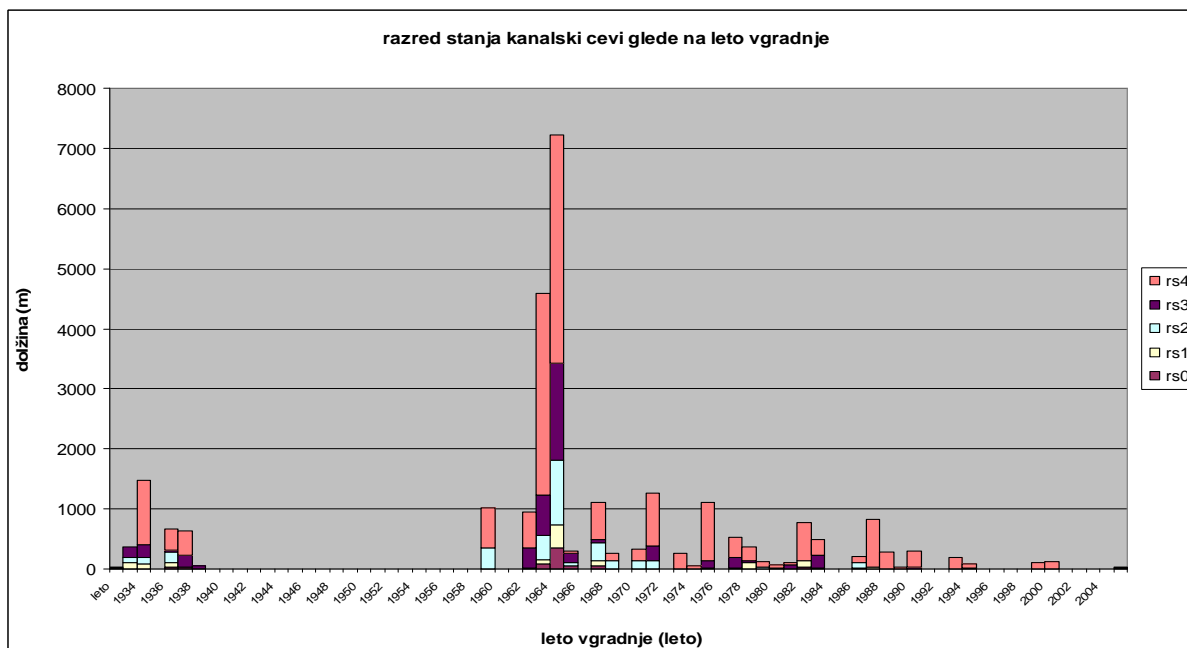


Grafikon 18: Starostna struktura kanalizacije za območje testnega modela Šiške

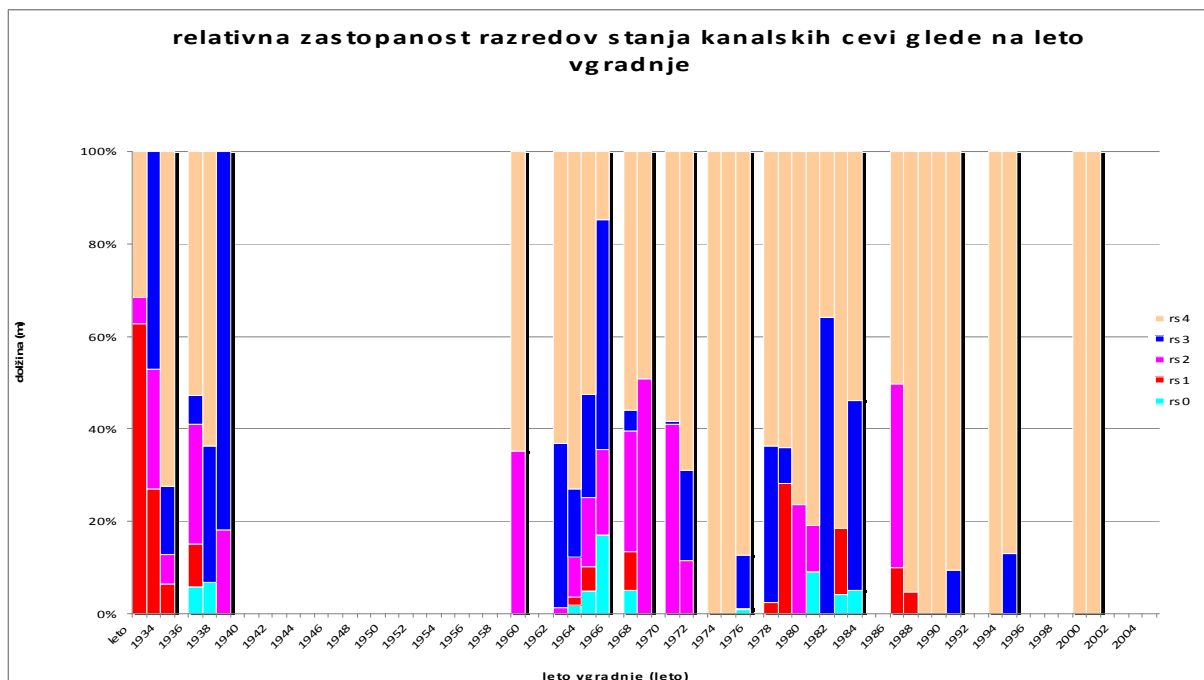
Graph 18: Age distribution of built sewer pipelines for Šiška test model area

Osnovni podatek je poznavanje starosti posameznih odsekov in njihovo stanje po enotni klasifikaciji (grafikon 18). Grafikon 18 prikazuje dolžine posameznih razredov stanj po ATV – M 149 klasifikaciji v različnih letih izgradnje za obstoječe kanalizacijsko omrežje na območju modela Šiške – Ljubljana – v letu 2004.

Če podatke prikažemo relativno - glede na delež posameznega razreda dobimo takšno sliko (grafikon 19):



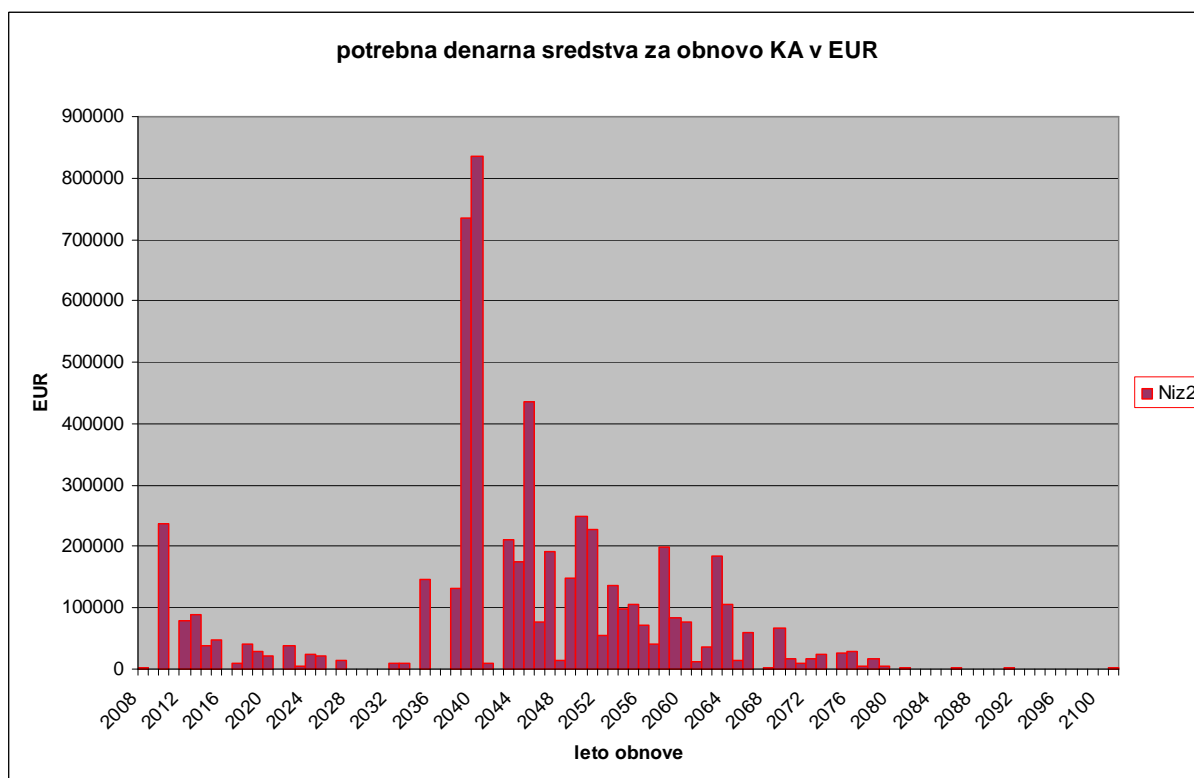
Grafikon 19: Razredi stanj (preglednica 3, str. 122) – glede na leto vgradnje – test. obm. Šiške
 Graph 19: Deterioration states (table 3, page 119) of built sewer pipelines for Šiška test model area



Grafikon 20: Razredi stanj – zastopanost glede na leto vgradnje – prikazani relativno za testno območje Šiške (2004)

Graph 20: Relative deterioration states distribution of built sewer pipelines on Šiška test model area

Opazno je, da je pri novejših kanalskih odsekih praviloma večji delež dobro ohranjenih (razred stanja 4). Slika se spreminja z vsakim novim pregledom omrežja in novo pridobljenimi podatki o sistemu, zato obravnavamo stanje sistema kot dinamičen proces in kot takšne tudi zaključke izvedenih analiz. Razredi stanja se z novim načinom ocenjevanja stanja kanalizacijskega omrežja po EN 13508 ne ocenjujejo več, vendar je zaradi kontinuitete dela in opazovanja trendov v JP VO-KA interno dogovorjeno, da se ta praksa nadaljuje iz dveh razlogov – zaradi lažjega nadaljevanja tradicije gašenja požarov, do izdelave baze podatkov o stanju kanalizacijskega omrežja v GIS za celotno omrežje, zaradi usposobljenosti in znanja delavcev na terenu, ki ocene stanja podajajo in zaradi možnosti, ki jih tak sistem nudi za oceno trendov staranja kanalizacijskega omrežja v prihodnje.



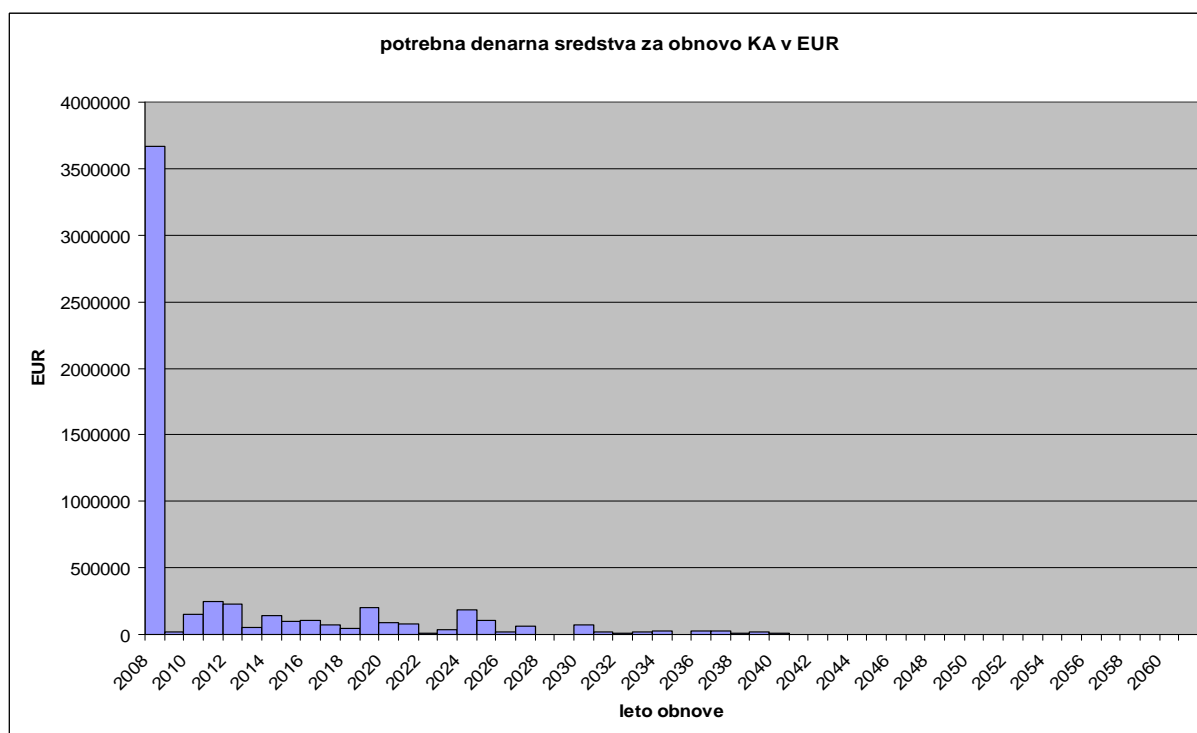
Grafikon 21: Predvidena potrebna denarna sredstva za obnovo kanalizacije (KA) za naslednje dolgoročno obdobje – izračun na osnovi realistične pričakovane življenjske dobe kanalizacijskih odsekov – testni model Šiška

Graph 21: Needed funds for rehabilitation of sewers in Šiška model area according to realistic scenario

Na grafikonu 21 je prikazan trend potrebnih obnov izračunan na osnovi ugotovljenega stanja kanalizacijskih odsekov pri pregledu s TV kamero (varianta – samo za pilotno območje Šiška)

ob upoštevanju predvidene življenjske dobe kanala 95 let (optimistična varianta!!! – ob dopuščenih določenih netesnostih) in ocenjenih razredov stanj (zamik prehodov iz razreda v razred do odpovedi). Vrednosti sredstev za obnovo so izračunane iz povprečnih vrednosti že izvedenih projektov obnove kanalizacije v preteklih letih in dolžin posameznih kanalskih odsekov potrebnih obnove. V primeru da je predvidena življenjska doba 40 let krajša (izpolnjevanje »vseh« zakonov in pravilnikov) se vrednosti na x osi predstavijo za 40 let! Kar pomeni, da z obsežnejšo obnovo že zamujamo – grafikon 22.

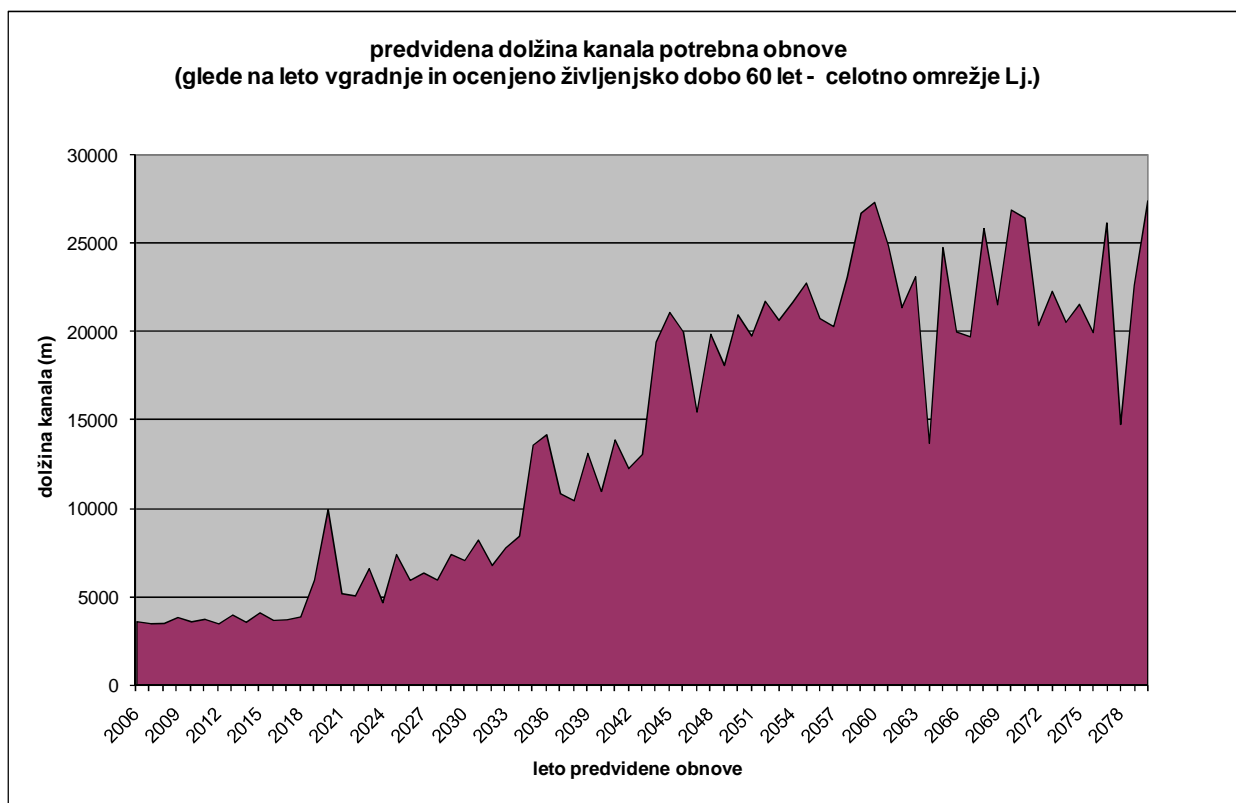
Upošteevamo dejstvo, da se dejanskega stanja kanalov ne spomnimo več – stara poročila o TV pregledu so bila uporabljena za takojšnje ukrepanje – »gašenje požara«, kaj se je s preostalim kanalom dogajalo zadnjih 10 let pa “nikogar” ne zanima oz. ni vodene evidence ali napovedi.



Grafikon 22: Predvidena potrebna denarna sredstva za obnovo kanalizacije za naslednje dolgoročno obdobje – izračun na osnovi pesimistične pričakovane življenjske dobe kanal. odsekov – upoštevana potrebna takojšnja obnova vseh netesnih kanal. Odsekov v – testno območje Šiška.

Graph 22: Needed funds – long term pessimistic prediction assuming that all pipelines must be tight

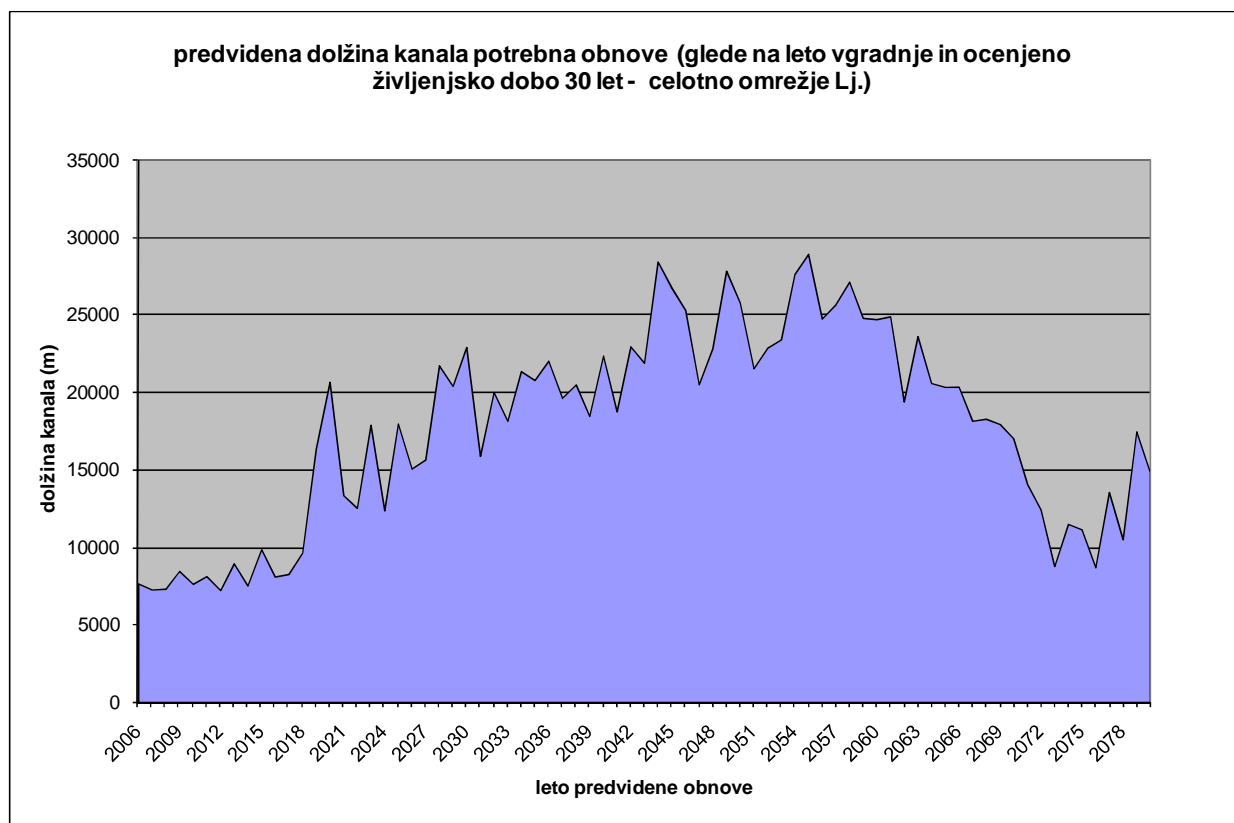
Glede na visoke potrebe po denarnih sredstvih za zagotavljanje netesne kanalizacije, si zatiskamo oči in dovoljujemo določeno stopnjo netesnosti – toleranco tveganja zvišujemo z namenom sedanjih nižjih vlaganj denarnih sredstev v infrastrukturo.



Grafikon 23: Predvidena dolžina kanalov potrebnih obnove - Ljubljansko kanalizacijsko omrežje – predvidena življenjska doba 60 let (manj strogi režim ocene glede na tesnost – optimistična varianta), računsko dobljeni vrhovi še niso razporejeni na daljše časovno obdobje – zato opazne špice.

Graph 23: Estimated length of sewers that needs to be rehabilitated – optimistic variant assuming average lifetime is 60 years

Enak model upravljanja s tveganjem in razpoložljivimi sredstvi se ponavlja pri upravljanju obnove celotnega sistema javne kanalizacije. S tega vidika je nepoznavanje stanja sistema za lastnika omrežja celo zaželeno, saj brez podatkov tudi nepravilnosti ni mogoče ugotavljati. Ocenjene vrednosti potrebne za obnovo celotnega javnega kanalizacijskega omrežja smo izračunali iz povprečne vrednosti že izvedenih obnov kanalskih odsekov, starosti obstoječih kanalskih odsekov in predvidene življenjske dobe kanala. Predvidena dolžina kanalov potrebnih obnove za različne variante je predstavljena na grafikonih 24 in 25.



Grafikon 24: Predvidena dolžina kanalov potrebnih obnove - Ljubljansko kanalizacijsko omrežje – predvideno življenjska doba 35 let (glede na zahtevo po tesnosti – strategija minimalnega tveganja).

Graph 24: Estimated length of sewers that needs to be rehabilitated – pessimistic variant assuming average lifetime of sewer pipeline is 35 years

Pri izračunu smo upoštevali naslednja dejstva in posplošitve:

- Povprečna vrednost za obnovo kanala je preračunana na kanal DN 250 – 400, ki predstavlja 95% vseh vgrajenih kanalov v omrežju,
- Vgrajeni material je GRP, ki se največ uporablja pri gradnji v zadnjih 5-tih letih,
- Dolžina vsega kanalskega omrežja je obstoječe javno kanalizacijsko omrežje v upravljanju JP VO-KA kar zanaša 1130 km,
- Kot osnova je uporabljena je strategija ohranjanja sedanje vrednosti kanalizacijskega omrežja, variante se računajo na to osnovo,
- Starostna razporeditev obstoječega kanala je osnova za predvideno odpoved kanala – prehod v stanje razreda 0 – potrebna takojšnja obnova, zamiki zaradi delov kanala v drugačnem stanju kanala – se upošteva kot zamik po segmentih glede na delež kanalov

v posameznem razredu stanja (vrednosti so ocenjene glede na ocenjeno in prirejeno krivuljo staranja omrežja za mesto München saj analiza stanja celotnega Ljubljanskega kanalizacijskega omrežja še ni izvedena).

V preteklosti se je omrežje že premalo obnavljalo (cca. 2000 m / leto), glede na predvideno oz. zahtevano in pričakovano življenjsko dobo vgrajenega kanala. Ocenjena je potreba po 4800 m obnovljenega kanalizacijskega omrežja na leto ob predpostavljani življenjski dobi vsakega vgrajenega kanala 60 let. Kar je bolj zaskrbljujoče je nakazani trend, ki kaže na naraščanje potrebnih obnov v naslednjih 50 letih do faktorja od 4 do 5 x-ne sedanje vrednosti. Ker je cena obnove kanala vezana linearno na dolžino kanalskega odseka (cena /m) dobimo identičen graf tudi za potrebna denarna sredstva za izvedbo obnove kanalizacije.

4.4 Analiza stanja omrežja na podlagi ocene stanja in okvar - določitev tehnično ekoloških prioritete obnov na osnovi izkazanega tveganja

4.4.1 Izbor kriterijev za proces optimizacije

Pri oceni delovanja kanalizacijskega sistema si pomagamo z indikatorji delovanja (IWA - PI – performance indicators). Različni raziskovalci in različne ustanove uporabljajo in predlagajo uporabo različnih PI, ki jih je potrebno izbrati glede na specifičnosti posameznega kanalizacijskega sistema. Predstavil bom običajne PI, v nadaljevanju pa še ožji izbor PI – ki smo jih izbrali za oceno stanja in delovanja kanalizacijskega sistema po metodi KISS (keep it simple stupid) – naredi kar najbolj enostavno – za osebe, ki podatke pripravlja, kot tudi za obdelavo podatkov in njihovo analizo ter predstavitev rezultatov analize.

Kriteriji ki smo jih izbrali za določitev prioritete in načrtovanje obnove omrežja so:

Tehnični:

- Hidravlika: nivo vode v kanalu (meritve samo na zbirnih kanalih, podatki namenjeni hidravličnemu umirjanju),
- Razmerje med maks. pretokom v suhem in deževnem vremenu,
- Hitrost vode v cevovodih (minimalne, maksimalne),
- Število odkritih prepek v kanalu,

- Stanje kanalskega odseka.

Okoljski:

- Koncentracija onesnaženosti vode in njihova sestava,
- Količina prelite odpadne vode in število prelivnih robov (merilna mesta so v izdelavi, poskusno delujejo tri),
- Septičnost hišnih in individualnih sistemov,
- Vrsta zemljine in prepustnost tal,
- Višina podtalnice in bližina vodnih virov.

Strukturni:

- Število poškodb na kanalu, stanje kanalizacijskih cevi in objektov Vodne izgube - ključni dejavnik za načrtovanje obnove (tako strukturni kot okoljski).

Ekonomski:

- Stroški vzdrževanja sistema, stroški za odpravo poškodb in sanacije (interventne),
- Stroški za porabljeno energijo,
- Stroški skupne gradnje z ostalimi komunalnimi vodi.

Socialni:

- Motnje v cestnem prometu (vpliva tudi na odločitve o metodi predvidene obnove),
- Pritožbe javnosti, smrad, hrup.

Podatki pomembni pri kratkoročnem planiranju:

- Pomembnost kanala glede na DN, vrsto odpadne vode,
- Lega in globina,
- Zemljina in podtalnica,
- Starost, konstrukcija in material,
- Dosedanje poškodbe in sanacija,
- Hidravlična obremenjenost,
- Vrsta poškodbe,
- Mesto poškodbe,
- Velikost poškodbe,

- Število poškodb / km (enak material in DN).

Delovanje sistema = f (vrste dogodka, frekvenca ponavljanja na istem ali bližnjem mestu evidentiranja, vpliv na delovanje glede na kanal, glede na celoten sistem, dejanski stroški zaradi povzročene škode, dejanski stroški za odpravo oz. popravilo kanala)

- Porušitev,
- Ranljivost.

Netesnosti = f (vrsta, velikost, položaj, višina podtalnice, pretok odpadne vode v kanalu – polnitev)

- Podtalnice,
- Vrsta zemljine,
- Nivo podtalnice,
- Kemična sestava odpadne vode.

4.4.2 Tveganje za onesnaženje okolja in zdravstvenega ogrožanja ljudi:

Osnovna izhodišča

Delovanje kanalizacijskega sistema in posameznih kanalskih odsekov v skladu s pričakovanji oz. zahtevami mora upoštevati tudi okolje in prostor v katerem deluje. Ker tu prihaja do več nivojev interakcije v zelo konkretnih medsebojnih vplivih, ki so posledica pojavljanja na istem območju in v istem času si pogledimo najprej načelna izhodišča, ki nam določajo polje delovanja:

- a) Vse nekam gre. (Everything must go somewhere) Nič se samo od sebe ne izgubi. Snovi se presnavljajo, spreminjajo obliko, so lahko bolj ali manj strupene, ne moremo jih pa popolnoma uničiti. Ko jih odložimo v vode, jih le te nekam odnesejo v jezero ali morje, tudi če izhlapijo jih dež prej ali slej vrne na zemljo.
- b) Vse je med sabo povezano (Everything is connected to everything else). V naravi so vsi procesi med seboj povezani. Odnosi so izredno kompleksni in jih skoraj nemogoče v celoti dojeti.
- c) Nič ni zastoj. Vse kar naredimo ima posledice. (There is no such thing as a free lunch). Kar koli naredimo ima na nek način lahko negativne posledice. Vprašanje je

kako delovati in povzročiti čim manj škode. Ukrepa brez posledic ni. Tudi če nič ne naredimo ima to neko posledico. Ukrepi za zaščito imajo svojo ceno. Obstoječe rešitve in praksa z izvedenimi negativnimi ukrepi za okolje so posledica predvsem favoriziranja ekonomike z želenimi minimalni stroški in slabo necelovito prostorsko načrtovanje (Brilly, 2000).

Če navedena dejstva konkretiziramo na polju onesnaževanja, ki je najbolj moteče z vidika prebivalcev na določenem območju, moramo opredeliti izvor in vrsto nevarnosti, ki jo onesnažena voda predstavlja.

Onesnaženo vodo lahko delimo na:

- komunalne odpadne vode, te vsebujejo le mikrobiološko razgradljive snovi (npr. živilska industrija),
- industrijske odpadne vode, te pa vsebujejo predvsem anorganske spojine in težko razgradljive ali pa sploh ne razgradljive organske snovi (npr. kovinska in papirna industrija).

Pri industrijskih odpadnih vodah je razpon porabe vode na enoto proizvoda (običajno na 1 tono) zelo različen, zato v grobem ločimo industrijo v dve skupini:

- obrate s tehnološkimi postopki, ki potrebujejo veliko vode, drugače jim rečemo tudi mokra industrija,
- obrate in tehnološke postopke, ki potrebujejo malo vode - suha industrija.

Vse odpadne vode iz živilske industrije imajo visok odstotek predvsem organskih spojin, torej močno zvišan BPK5. Omembe vredna je tudi povečana količina fosforja in kalija, posebno v tistih predelavah, kjer imamo opravka s celičnim sokom kot dodatek - na primer predelava krompirja...

V tekočo vodo in podtalnico lahko pridejo tudi kemikalije, ki jih uporabljamo v kmetijstvu, in se izpirajo v vode z agrarnih površin. Običajno gre za ostanke raznih herbicidov, insekticidov, fungicidov in mineralnih gnojil (N, P, K,...).

Problemi pri obstoječih cevovodih za odvod odpadne vode in kanalih so pogosto med seboj povezani. Zaradi tega so ukrepi za izboljšanje stanja sistema istočasne rešitve več različnih

problemov. Raziskovanje in načrtovanje ukrepov za izboljšave bodo zato razširjeni na celotno prispevno območje in tako upoštevani vsi problemi celovito v skladu s SIST EN 752-5.

Ločimo dva vplivna področja onesnaževanja s strani kanalizacijskega omrežja glede na območje izkazanih posledic in odgovarjajočega škodnega potenciala:

a. Podtalnice

b. Reke, jezera in drugi odvodniki oz. prejemniki onesnažene vode

a. Podtalnico potencialno ogrožajo (nevarnosti):

- Netesni hišni priključki,
- Netesne greznice,
- Nepravilno izvedene gnojne jame, gnojišča,
- Netesna kanalizacija - eksfiltracija v okoliško zemljinu,
- Točkovno omejeni izlivi industrijskega ali drugačnega značaja v odprte jame in zemljinu,
- Onesnaženi vodotoki, ki podtalnico napajajo,
- Odvod onesnažene vode s cestišč in javnih površin.

b. Reke, jezera in drugi odvodniki so ogroženi od (nevarnosti):

- Prelivi iz javne kanalizacije,
- Neočiščene vode iz naselij in industrije,
- Pomanjkljivo očiščena odpadna voda iz čistilnih naprav, ali brez ČN,
- Izlivi onesnaževala neodgovornih posameznikov,
- Vtok iz onesnažene podtalnice,
- Odvod onesnažene vode s cestišč in javnih površin.

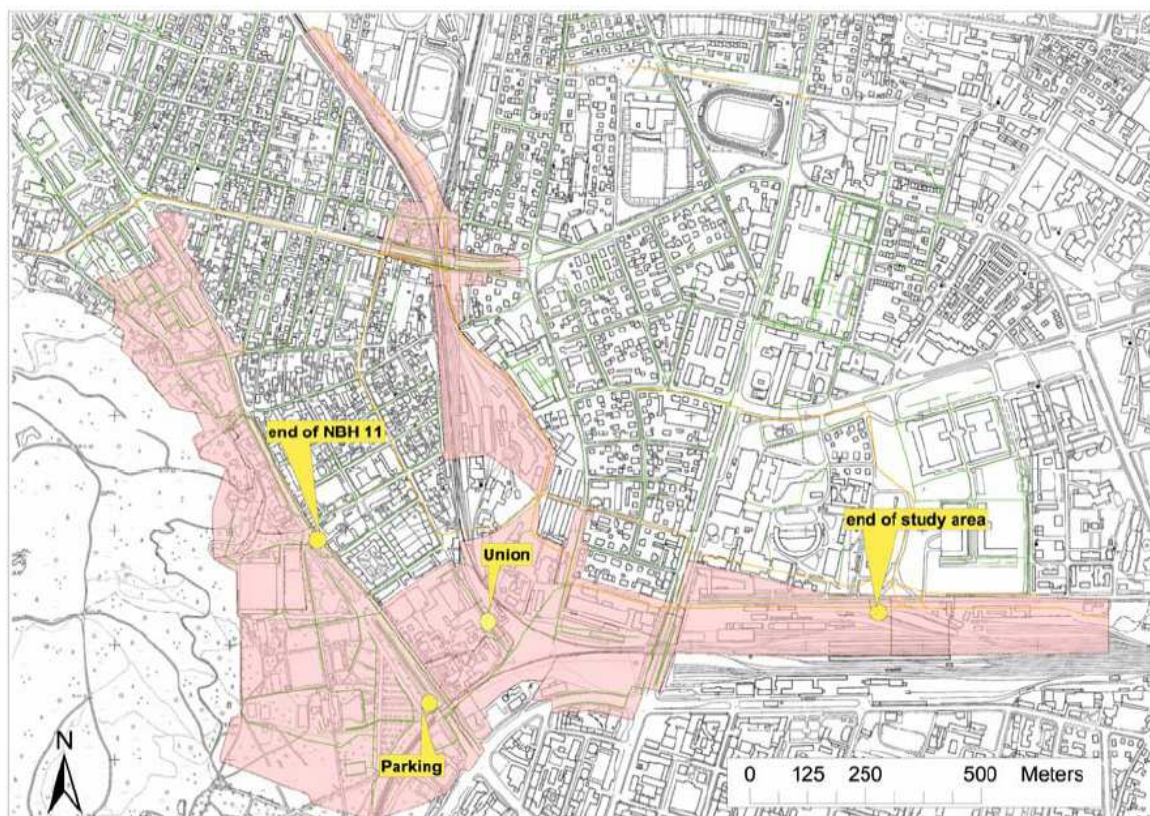
S strani kanalizacijskega omrežja pa je potrebno še opozoriti na **infiltracijo** vode v sam kanalizacijski sistem, ki običajno sicer ne ogroža funkcioniranja samega kanalizacijskega omrežja, čeprav ga tudi hidravlično obremenjuje, povzroča pa težave pri obratovanju čistilnih naprav in zvišuje stroške čiščenja odpadne vode. V določenih delih naselja in manjših naseljih prav infiltrirane oz. dotečene odpadne padavinske vode (potoki..), infiltrirane vode (podtalnica, deževni vtok skozi netesne spoje, razpoke..) povzroča izpiranje aktivnega balata iz sistema ČN kar ima za posledico slabše čiščenje onesnažene vode na ČN.

4.4.3 Eksfiltracija onesnažene vode v okolje zaradi netesnosti kanalizacijskega omrežja

V tem poglavju bomo poizkušali oceniti vpliv posameznih dejavnikov in tveganje, ki ga za onesnaženje predstavlja vsak posamezni dejavnik. Tako bomo ocenili dejanski in relativni vpliv, ki ga v prostor, kot vir onesnaženja, doprinese sam kanalizacijski sistem. Na osnovi ocene tega vpliva se bomo lažje odločali o vrednosti in priorit eti posameznega dejavnika, pri čemer ne smemo pozabiti, da je to le groba ocena stanja namenjena boljši umestitvi problema rehabilitacije samega kanalizacijskega sistema v širši kontekst.

Razporeditev stanja kanalizacijskega omrežja (razred 0-4 – ATV klasifikacija) v absolutnih dolžinah glede na leto vgradnje in opisom poškodb, nam poda osnovni vpogled v stanje kanalizacijskega sistema. To za podrobnejšo analizo ni dovolj podatkov. Tudi simulacija in ocena eksfiltracije odpadne vode iz kanalizacije v okoliško zemljino je le približna ocena. Različni raziskovalci so in še prihajajo do močno različnih ocen dejanske eksfiltracije, ki se je na terenu ne da izmeriti. Meritev onesnaženosti zemljine pod izkazanimi poškodbami, ki eksfiltracijo omogočajo, v Ljubljani še nismo izvedli, čeprav je pobuda že bila podana. Pripravljen je bil predlog za odvzem vzorcev na štirih globinah ob cevni h spojih pri obnovi obstoječega kanala z dokazano netesnostjo cevni h spojev. Vzorc i naj bi se jemali v neposredni bližini netesnega spoja, 20cm, 50 cm in 100 cm pod spodnjim robom kanalske cevi. Analiza in odvzem vzorcev je bila prestavljena za nedoločen čas zaradi pomanjkanja finančnih sredstev. Dejansko onesnaženje podtalnice lahko ugotovimo le z meritvami onesnaženja le te. Pilotno območje obdelave podatkov o stanju kanalizacijskega omrežja (model Šiška) leži na vplivnem območju toka podtalnice skozi območje analize stanja podtalnice, ki ga je v okviru AISUWRS projekta ugotavljanja vplivov urbanizacije na podtalnico izdelal IRGO (Souvent 2005).

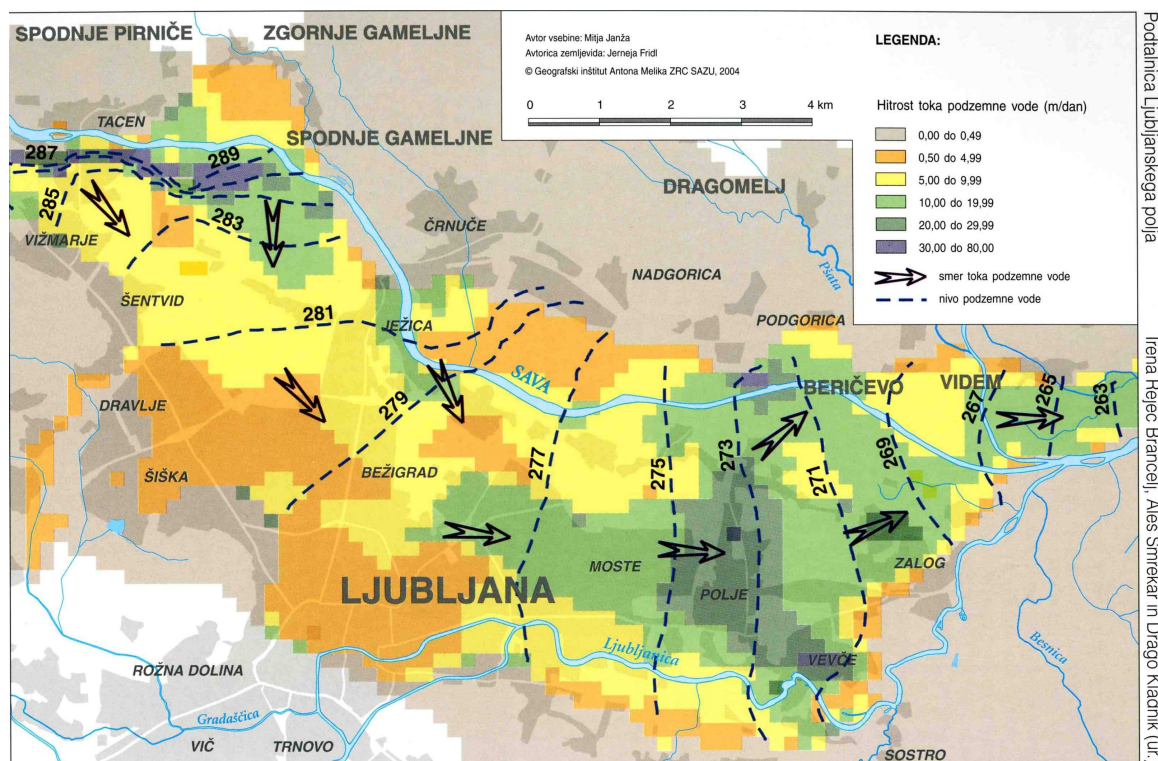
Za osnovo smo privzeli vzorčni model 24 urnih meritev na štirih lokacijah mesta Ljubljana. Meritve pretokov so bile izvajanje na lokaciji pivovarne Union z umerjenim venturi merilcem pretoka in na izhodu iz vzorčnega območja po metodi hitrost/površina. Analiza vzorcev odpadne vode in analiza vzorcev podtalnice je bila uporabljena za kalibracijo UVQ modela in primerjavo medsebojnega vpliva. Območje vpliva stanja kanalizacijskega omrežja na onesnaženost podtalnice na obravnavanem območju smo določili glede na tokovnice podtalnice na območju obdelave (slika 62) in rezultatov izvedene analize vzorcev onesnažene vode in podtalnice.



Slika 28: Območje obdelave modela - Šiška – Ljubljana – AISUWRS - IRGO (Souvent, 2005)

Fig. 28: Ljubljana model area - AISUWRS - IRGO (Souvent, 2005)

Pri ugotavljanju vpliva stanja kanalizacijskega omrežja na podtalnico smo v raziskavi upoštevali izsledke raziskav ekfiltracije kanalizacijskih sistemov (Blackwood 2003, Wolf 2008), in oceno vplivov drugih okoljskih vplivnih dejavnikov na podtalnico ter primerjavo z evidentiranim stanjem podtalnice pod drugimi urbanimi območji.



Slika 29: Tok podtalnice na območju modela kanalizacije – MIKE SHE simulation 2006

Fig. 29: Ljubljana underground water flow model - MIKE SHE simulation 2006

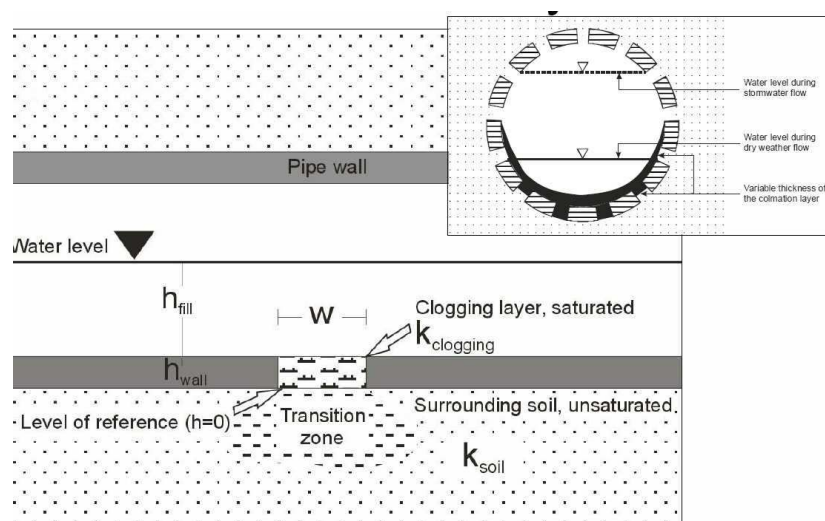
Za samo območje testnega modela, smo se pri oceni dejanskega vpliva na podtalje naslonili na izsledke raziskave AISUWRS – IRGO (Souvent, 2005). Na osnovi izvedenih raziskav v preteklosti so bile podane ugotovitve, da glavni problem onesnaževanja vodonosnika podtalnice za mesto Ljubljana ni vpliv urbanega delovanja ali industrije temveč kmetijskega obdelovanja in točkovnih vnosov nečistoč v podtalje. Vpliv onesnaženja s strani kanalizacijskega sistema je opazen le v sledovih in v zelo nizkih koncentracijah. Tudi ta vpliv pa je delno možno pripisati gnojiščnim jamam, ki so še vedno prisotne tudi v mestu Ljubljana. Gledano s tega vidika, bo vlaganje v rehabilitacijo netesnega kanalizacijskega omrežja imelo večjo vlogo pri varovanju podtalnice in posredno čiste pitne vode šele v dolgoročnem obdobju in na območjih, kjer se v odpadno vodo vnašajo v naravi nerazgradljive snovi – ostanki zdravil, kemikalije, težke kovine.

4.4.4 Eksfiltracija – določitev količine iztečene vode

Glavno tveganje, ki za okolje in človeka predstavlja kanalizacijski sistem je netesna kanalizacija. Določitev dejanskega vpliva netesne kanalizacije na podtalnico in posredno na

zalogo pitne vode je težko določiti. Osnovni principi so bili razdelani v okviru evropskega projekta APUSS in AISUWRS. Kratek povzetek ugotovitev te in podobnih raziskav je podana v nadaljevanju.

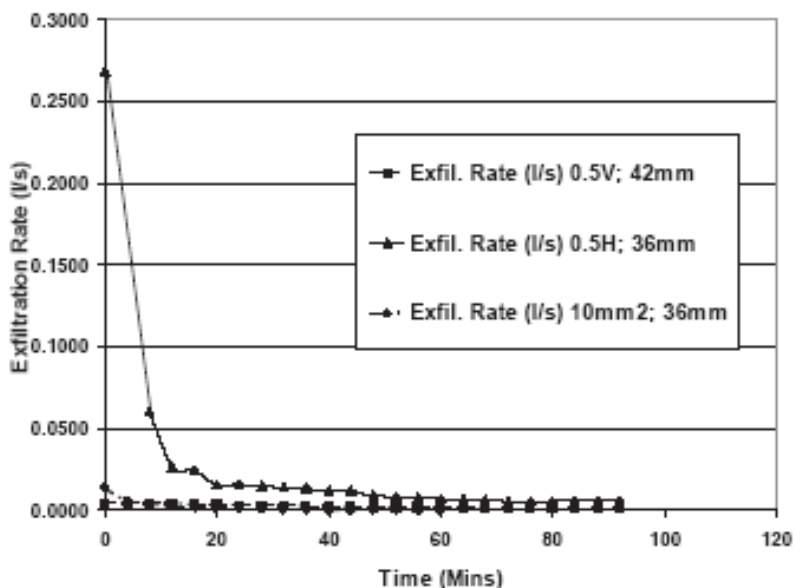
Eksfiltracija – izliv vode iz cevododa v okolico je mogoč zaradi netesnosti v kanalski cevi je shematsko prikazan na privzeti sliki 21. Manjše netesnosti se lahko samodejno zatesnijo z nastankom tako imenovanega čepa. Tvorba čepa, ki zavira hitrost eksfiltracije je vedno prisotna, in pri mirnem toku lahko popolnoma zamaši netesnost. Lastnosti čepa in njegova rušitev so odvisni od različnih faktorjev, kot je polnitev cevododa, okoliška zemljina, vrsta netesnosti, onesnaženost odpadne vode itd.



Privzeta slika 21: Princip delovanja eksfiltracije iz netesne kanalizacijske cevi – primer razpoka in tvorba čepa (Wolf, 2008)

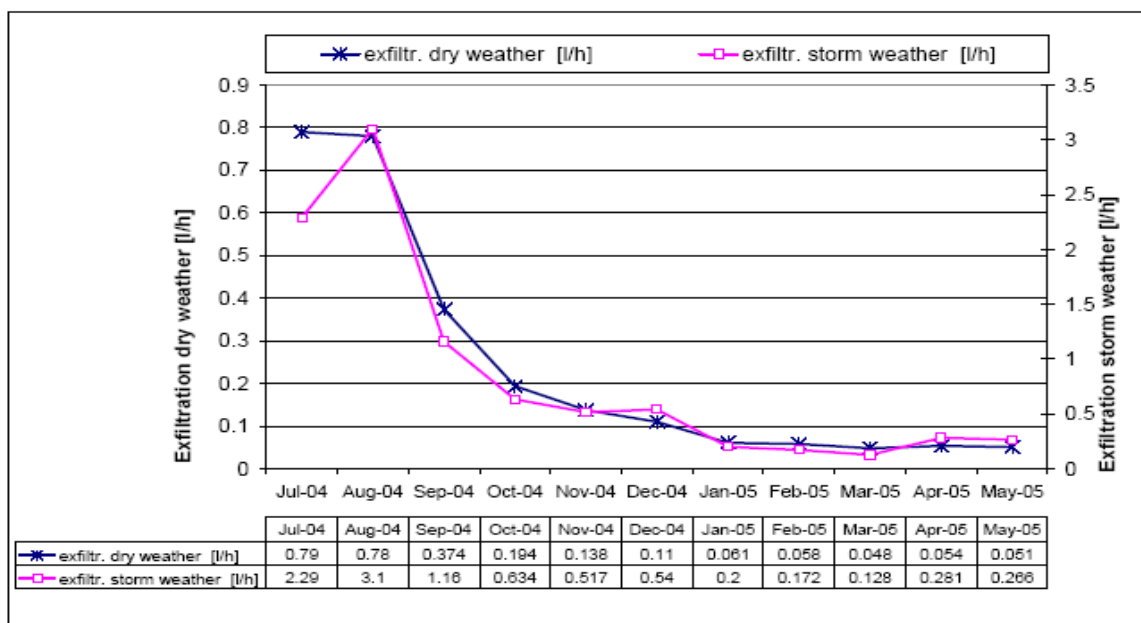
Adopted Fig. 21: Exfiltration from Sewer and formation of colmation layer, principle sketch

Večina raziskovalcev je enotnega mnenja, da se eksfiltracija s časom zmanjšuje prav zaradi tvorbe čepa, različne pa so ocene o dejanski količini eksfiltracije iz sistema oz. netesnosti.



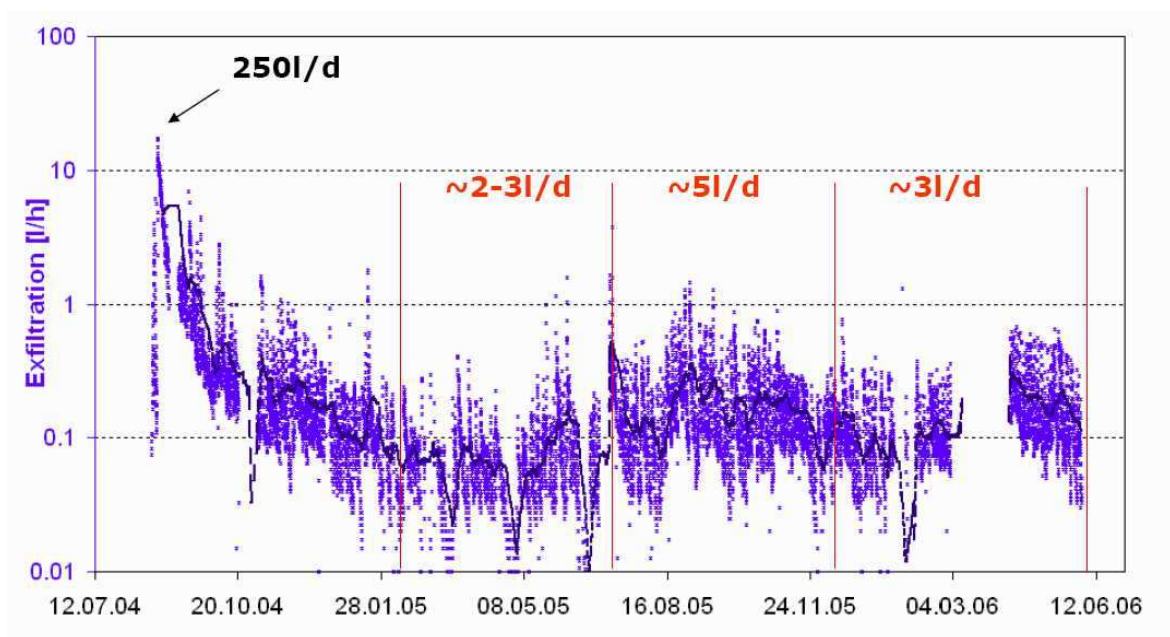
Privzeti grafikon 15: Ocena velikosti eksfiltracije pri različnih velikostih razpoke – laboratorijski testi (AISUWRS, W8, D20, 2005)

Adopted Graph 15: Leakage exfiltration rates at different sizes of defects, (AISUWRS W8, D20, 2005)



Privzeti grafikon 16: Prikaz zmanjševanja pretoka eksfiltracije iz kanalske cevi čez daljše obdobje – ločeno za suho in deževno obdobje, (Blackwood, 2003)

Adopted Graph 16: Leakage rates decrease in time, (Blackwood, 2003)



Privzeti grafikon 17: Vrednosti eksfiltracije na osnovi meritev na testnem modelu (Wolf , 2007)

Adopted Graph 17: Measured leakage rates - model tests, (Wolf , 2007)

Ocene eksfiltracije odpadne komunalne vode v okolico so zelo različne. Tudi laboratorijske raziskave, ki so bile do sedaj izdelane ne dajejo enotne ocene o količini iztečene vode in samem dogajanju na mestu eksfiltracije. Glede na dobljene podatke iz raziskav o velikosti eksfiltracije in podatkov o stanju kanalizacijskega sistema smo ocenili vrednosti eksfiltracije v okoliško zemlino glede na optimistično, realistično in pesimistično varianto v skladu s podatki, ki jih je zbral Wolf (2007). Večji nalivi lahko povzročijo delno porušitev zatečenega zmanjšanja eksfiltracije zaradi tvorbe eksfiltracijskega čepa, vendar se ta ponovno vzpostavi. Določitev vrednosti eksfiltracije je podana v privzeti tabeli 7 in v privzeti sliki 22 s prikazom ocen eksfiltracije.

Korelacije med stanjem kanalizacije in eksfiltracijo onesnažene vode iz cevovoda ni mogoče izvajati, saj podatki o eksfiltraciji izhajajo oz. so izpeljani iz podatkov o stanju kanalskih cevi – evidentiranih poškodb. Več je o količinah eksfiltracije podano še v točki 3.3.5.2.

4.4.5 Onesnaženje podtalnice – širši vidik

Tveganje onesnaženja podtalnice (kot vodnega vira za pitno vodo) v nekoliko širši kontekst vseh večjih potencialnih onesnaževalcev podtalnice:

Štiri večja evidentirana onesnaženja podtalnice na območju varovanih vodnih virov v zadnjih 20 letih so bila vsa točkovnega izvora – odlagališča odpadkov (Brest), industrijski odtok galvana – Cr (kleče), onesnaženje v vodarni Hrastje leta 2005 (povzročitelj še ni bil dokazano določen), splošno večje onesnaženje na Ljubljanskem polju pa je imelo izvor v poljedelstvu – škropiva (Antracin) in gnojne jame. Ceste onesnažujejo podtalnico predvsem s soljo, in delno z oljem – predvsem obstaja potencialna nevarnost razlitja tovornjaka-cisterne s toksičnimi tekočinami. Potencialni viri onesnaženja so tudi industrijski objekti in galvanice ter netesne greznice in gnojne jame kot je razvidno iz slike 30.



Slika 30: Potencialni onesnaževalci podtalnice

Fig. 30: Ground-water pollutants

Vplive ločimo glede:

- okoljskih disciplin (zemlja, voda, zrak, biosfera ipd.),
- dobrih in slabih vplivov (pozitivni ali negativni vplivi),
- lokalni vplivi ali vplivi širšega pomena,
- kratkoročni in dolgoročni vplivi,

- občasni ali stalni,
- direktni ali indirektni (primarni ali sekundarni oziroma posredni ali neposredni),
- povratni ali nepovratni.

V okviru Evropskega raziskovalnega projekta AISUWRS je bilo v izvedbi inštituta IRGO izvedeno tudi vzorčenje in analiza podtalnice na delu mesta Ljubljane. Vzorčenja so potekala na štirih odjemnih mestih na treh ali dveh različnih globinah štirikrat na leto v letu 2003. V prvotni interpretaciji rezultatov je bilo ugotovljeno, da v vzorcih ni bilo večje koncentracije onesnaževal, ki bi bili povezani z netesno kanalizacijo, saj je bila evidentirano mikrobiološko onesnaženje na enem vzorčnem odjemnem mestu pripisano napaki pri jemanju vzorca. V nadaljnjih interpretacijah in člankih (na iste rezultate) pa se interpretacija spreminja. Tako ugotavljajo, da je prisotnost nitratov enaka kot v okoliških kmetijskih zemljiščih, koncentracija se z globino zmanjšuje, enako velja tudi za mikrobiološko onesnaženje. Zaznano je bilo tudi onesnaženje antropološkega izvora (zdravila, kemikalije).

Največje onesnaženja je bilo izkazano s strani prometa – soljenje cest, prisotno pa je bilo tudi onesnaženje s težkimi kovinami.

Glede na poročila in izsledke raziskav lahko v grobem zaključimo, da so bili zaznani dokazi prisotnosti onesnaženja v mestnem vodonosniku tudi z izvorom onesnaževala v netesni javni kanalizaciji. Takšno onesnaženje se do sedaj ni spremljalo oz. niti ni kontroliralo s strani javnih služb predvsem ne v smislu stalnega spremljanja dogajanja na dolgi rok. Nedavna večja onesnaženja podtalnice, ki so ogrozila delovanje ene od vodarnih mest Ljubljana, so imele za posledico tudi podrobnejšo raziskavo vseh parametrov, ki lahko eventualno vplivajo na onesnaženje podtalnice. Pri tem konkretnem primeru je bilo dokaj nedvoumno ugotovljeno, da vir onesnaženja ni prihajal iz javne kanalizacije, temveč je moral biti točkovno povzročen, z izlivom v podtalje.

4.4.6 Eksfiltracija onesnažene vode v podtalje

V privzeti preglednici 7 so zbrane ocenjene vrednosti eksfiltracije iz kanalizacijskega sistema iz različnih virov v literaturi (Blackwood, 2005). Ocene so podane tako na osnovi terenskih meritev kot meritev v laboratorijih. Obstajajo dve osnovni vrsti ocene eksfiltracije.

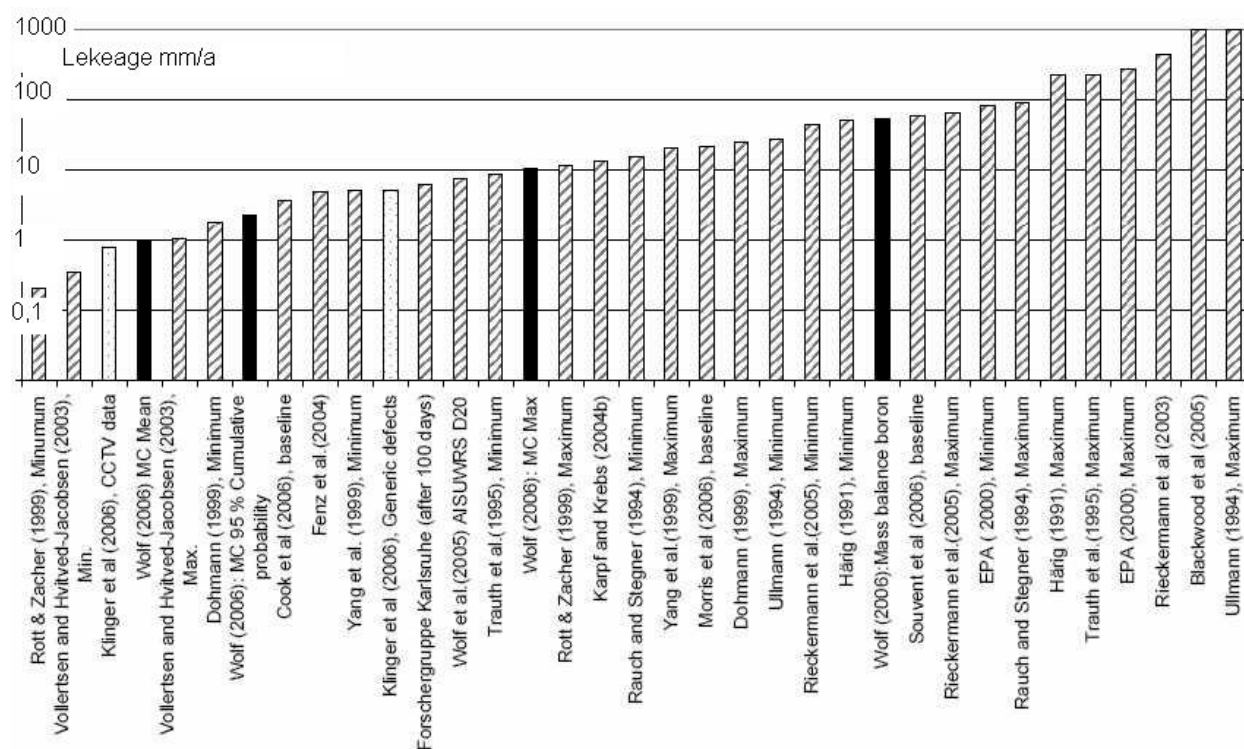
Prevzeta preglednica 7: Vrednosti eksfiltracije ocenjene s strani različnih avtorjev (Rutsch, 2005)

Adopted Table 7: Compilation of the methods currently used for estimating exfiltration (Rutsch, 2005)

Study	Method	Aim	Result	Assessment of Uncertainty	Data needs	Decision support potential
Yang et al. (1999)	Groundwater flow modelling, solute balances (catchment scale)	Spatial and temporal amounts of urban recharge	10 mm/year ($\pm 100\%$)	Sensitivity of target solute concentrations to changes of mains and sewer recharge	Time series of groundwater flow and quality	low
Barrett et al. (1997)	Groundwater sampling (catchment scale)	Spatial and temporal amounts of urban recharge	Qualitative statement on sewer leakage	-	groundwater flow and quality, sewage flow and quality, rainfall, river flow and quality, and mains water flow and quality	low
Fenz et al. (2004)	Groundwater flow modelling, solute balances (catchment scale)	Identification and quantification of exfiltration	1% dwf	-	groundwater flow and quality	low
Wolf (2004)	Link of pipe information, hydrogeology, and solute balances (catchment scale)	Quantification, feasibility of marker species	Significance of exfiltration proved	-	CCTV data, groundwater flow and quality, hydrogeological data	medium
Trauth et al. (1995)	Balancing time series (catchment scale)	Quantification of ex- and infiltration	0.018-0.46 l/s/km	-	Sewage flow and drinking water consumption, rain data	low
Karpf and Krebs (2004)	Balancing time series (catchment scale)	Quantification of exfiltration	2.8% dwf	-	Long time series of sewerage flow and drinking water consumption, groundwater levels	medium
Ullmann (1994)	Pressure tests, soil and groundwater sampling (pipe scale)	Quantification, inspection and rehabilitation planning	0-9.66 l/d/joint 0- l/d/m	-	CCTV data, groundwater quality	high
Dohmann et al. (1999)	Pressure tests with clean water (pipe scale)	Quantification, Correlation exfiltration-damage	0.04-1.1 l/d/cm ²	-	CCTV data	high
Rieckermann et al. (2005)	Balance of artificial tracer load (reach scale)	Quantification and assessment of uncertainty	11% dwf ($\pm 2\%$)	Monte Carlo simulations, Gaussian error propagation	Experimental data (tracer, flow, laboratory analysis) for uncertainty analysis	high
Rutsch and Krebs. (in prep. 2005)	Balance of artificial tracer load (reach scale)	Quantification and assessment of uncertainty	5-20 % dwf ($\pm 30\%$) 7-150 l/d/cm ²	Monte Carlo simulations, Gaussian error propagation	Experimental data (tracer, flow, laboratory analysis) for uncertainty analysis	high
Vollertsen and Hvirved-Jacobsen (2003)	Circling waste water through leaky pipe (laboratory scale)	Quality and Quantity of exfiltrating water	0.02-0.06 l/d/cm ²	-	-	none
Blackwood et al. (2005)	Circling waste water through leaky pipe (laboratory scale)	Quantification and effects of bedding	100-10 l/d/cm ²	-	-	none
Rauch and Stegner (1994)	Flowing waste water through leaky pipe (laboratory scale)	Process description, quantification of exfiltration	0.87-5.2 l/d/cm ²	-	-	none

Prva ocenjuje eksfiltracijo splošno za sistem oz. odsek – litrov na km na dan npr. Drugi način določi količino eksfiltracije glede na vrsto in velikost poškodbe oz. netesnosti. Pri tem ločimo terenske meritve in ocene ter laboratorijske meritve in teste, ki se med seboj močno razlikujejo.

Glede na podane vrednosti Blackwood-a (2005) in Wolf-a (2007), lahko določimo približno oceno eksfiltrirane komunalne vode iz kanalizacijskega omrežja v okolje, ki je osnova za določitev tveganja evidentirane nevarnosti. Čeprav nas v tem primeru bolj zanima le razmerje in primerjava med posameznimi evidentiranimi nevarnostmi iz sklopa netesnosti, nam ocena vrednosti eksfiltracije pomaga oceniti tudi relativno težo potencialnega onesnaženja z izvorom v javnem kanalizacijskem omrežju glede na ostale možne onesnaževalce. Ocena pa je pomembna tudi za določitev faktorja vplivnosti tveganja zaradi netesnosti pri določanju uteži za posamezne sklope nevarnosti pri določanju prioritete obnove na osnovi metode največjega tveganja (poglavje 2.6.3).



Privzeta slika 22: Ocenjene vrednosti eksfiltracije, (Wolf, 2007)

Adopted Fig. 22: Estimated exfiltrations from different authors, (Wolf, 2007)

Dejansko onesnaženje se lahko ugotavlja le z neposrednimi meritvami onesnaženosti podtalne vode, ki se zajema v vrtnah kot odjemnih mestih za vzorčenje. Na osnovi ugotovljenih vrednosti onesnaženja, lahko posredno sklepamo na izvor onesnaženja glede na primerljive vsebnosti onesnaževala v odpadni vodi in vzorčeni podtalnici.

Ocena vrednosti eksfiltracije je pomembna z vidika dejanske vrednosti, ki jo netesnost cevovoda doprinese k skupnemu tveganju (netesnost, porušitev, nedelovanje sistema). Ocenjena količina eksfiltracije glede na vrsto in velikost evidentirane netesnosti nam da velikostni razred nevarnosti, ki jo posamezna netesnost predstavlja. Skupaj z ugotovljenim škodnim potencialom pa tako določimo tveganje, ki ga takšna netesnost predstavlja. Ko tako določena tveganja še normiramo na maksimalno skalo 10 enot, lahko tako ugotovljeno tveganje, ki ga za okolje in človeka predstavlja kanalizacijski odsek zaradi netesnosti, vrednotimo z ostalimi ugotovljenimi in normiranimi tveganji kanalizacijskega odseka.

V svojih raziskavah Blackwood (2005), Rutsch (2006) in Wolf (2008) ugotavljajo, da mehanizem delovanja in dejanski vplivi netesne kanalizacije na podtalnico še niso dovolj raziskani, da bi lahko na osnovi rezultatov podajali zanesljive (absolutne vrednosti) in zaključke. Kljub dejstvu, da onesnaženja podtalnice na ljubljanskem vodonosniku, namenjenemu zajemu pitne vode, s strani javne kanalizacije še ni mogoče izmeriti (zaradi nizkih stopenj onesnaženja), ostaja dejstvo velike potencialne nevarnosti onesnaženja, ki se bo s časom še povečevala (točkovni vir nedovoljenega onesnaženja, staranje sistema in poslabševanje stanja cevovoda - časovni potencial).

4.4.7 Prelivanje odpadne vode v odvodnik

Kanalizacija je lahko večji povzročitelj onesnaženja, predvsem pri mešanih sistemih v času padavin, ko sistem preliva velike količine dotečene vode v vodotok. To so posebni primeri onesnaževanja vodotoka, ki nastajajo občasno in na točno določenih točkah - prelivih. V ljubljanskem kanalizacijskem sistemu smo letos začeli z avtomatskimi meritvami pretokov na 5-tih prelivnih robovih na kolektorju ob reku Ljubljanici. Primeri meritve je na sliki 31. Meritve in analiza vzorcev iztečene vode, nam bodo dali oceno dejanskega onesnaženja vodotoka in omogočila primerjavo z ostalimi viri onesnaženja ter tako omogočili postavljanje priorit et sanacije okolja bolj celostno kot do sedaj. Pri sami oceni stanja kanalizacijskega cevovoda pa te vrednosti nimajo nobene vloge, saj so pomembne le za hidravlično modeliranje in posledično ukrepanja na sistemu. Prelita voda v vodotok, po sedanjih izkušnjah nima zaznavnega vpliva na vodonosnik, kar pa ne velja za sam vodotok.



Slika 31: Prelivanje javne kanalizacije v reko Ljubljanico – meritve gladine reke in kanala ter količini prelite odpadne vode v v dotok, JP VO-KA, 2008

Fig. 31: Waste-water overflow to Ljubljanica River from Ljubljana sewer system

4.5 Analiza stroškov rehabilitacije

Izvedba rehabilitacije je realizacija vseh zasnovanih ukrepov. Predpostavljamo, da smo določili odseke, ki so najbolj potrebni obnove in izbrali najboljšo metodo obnove.

4.5.1 Stroški obnove kanala

Stroški obnove oz. izgradnje kanalizacije so pomembni za primerjavo posameznih izvedenih projektov izgradnje med seboj

Pri ekonomskem vrednotenju projektov je te stroške treba poznati in uporabiti. Stroškovni analizi izgradnje kanalizacijskih odsekov za posamezno leto je zato potrebno dodati vsaj naslednje parametre za pravilno ovrednotenje in možnost primerjave stroškov izvedbe med posameznimi projekti:

- Cevni material,
- DN,
- povprečna globina vkopa,
- vrsta zemljine

in za posamezne obnovljene odseke navesti teh. dokumentacijo po kateri je bil projekt izveden in odsek cevovoda, ki je bil obnovljen oz. zgrajen - v skladu z digitaliziranim katastrom.

Stroški se v času investicije spreminjajo. Običajna praksa je veljala, da cevovod zamenjamo, ko postanejo stroški na leto zaradi poškodb večji od stroškov potrebnih za obnovo, saniranje ali zamenjavo oz. po metodi gašenja požarov – ko je cev ne ustreza več tehničnim zahtevam – velika verjetnost, da se bo porušila. Pri uporabljenem konceptu prioritete obnove je ta ekonomski vidik le eden od faktorjev pri določanju prioritete obnove, saj se stroški in potencialni stroški, ki so posledice neželenih dogodkov izkazujejo tudi na drugih področjih tveganja.

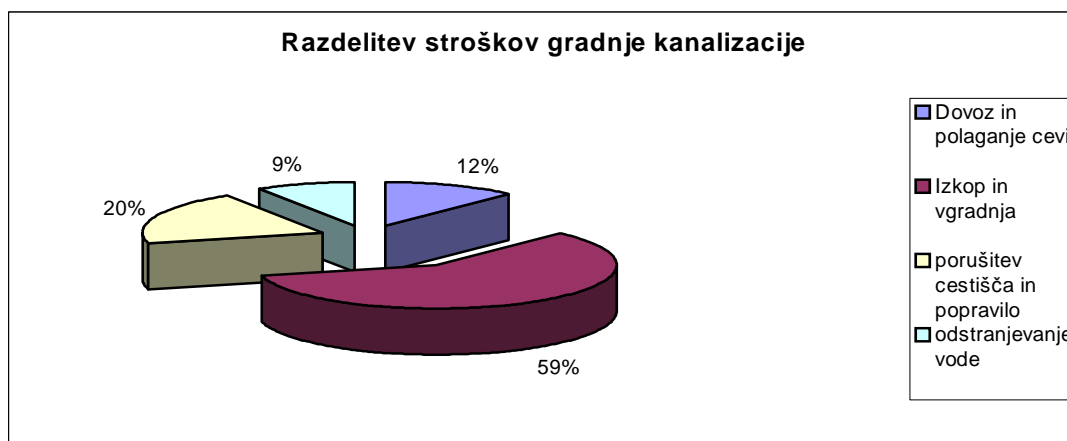
Funkcija stroškov izgradnje kanalizacije je odvisna od veliko različnih faktorjev.

V splošnem lahko funkcijo stroškov izgradnje kanalizacijskega odseka zapišemo:

$S(\text{kan}) = f$ (premera cevi (DN), metode izgradnje kanalizacijskega odseka, globine vkopa, nosilnosti tal (pogojuje način izkopa), lokacije kanalizacije (v asfaltiranem cestnem telesu, polje, makadamska cesta, lastništvo...), predpisanega načina vgradnje cevi (posteljica, obbetoniranje, zbitost zasipnega materiala...), oddaljenosti revizijskih jaškov, nabavne vrednosti cevne materiala in vseh spojnih elementov, posebnih pogojev dela (varjenje, črpanje podtalnice...), drugih dodatnih stroškov), prisotnosti drugih komunalnih vodov, ki jih je treba varovati...

Struktura stroškov same gradnje kanalizacije po klasični metodi z izkopom je v grobem prikazana na grafikonu 25. Diagram je povzet za povprečne stroške gradnje kanalizacije na globini 2,5 do 4,5 m. Posamezne vrednosti so odvisne od globine vkopa in premera kanala in specifičnih pogojev terena. Pri vrednotenju investicij smo upoštevali celotne stroške investicije za posamezne projekte. Odstopanja v ceni posredno vključujejo zahtevnost tehnologije izvedbe, ki jo lahko ocenimo, če poznamo vse ostale pogoje gradnje. Predpostavili

smo, da razlika v ceni pri enakih ostalih pogojih gradnje izkazuje prav tehnološko zahtevnost gradnje.



Grafikon 25: Razdelitev stroškov gradnje kanalskega odseka

Graph 25: Sewer building cost shares

Tem osnovnim stroškom izvedbe, ki so časovno pogojeni zaradi vrednosti vloženega kapitala moramo dodati še stroške obratovanja in vzdrževanja za posamezno leto, da lahko ocenimo celotne skupne stroške za obratovanje kanala v njegovi življenjski dobi. Ker so ti stroški običajno pogojeni z različnimi zunanjimi pogoji obratovanja kanala, jih pri primerjavi ekonomičnosti gradnje upoštevamo zelo omejeno.

Tako pridobljeni podatki nam služijo tudi za določitev optimalnega časa za izvedbo sanacije oz. obnove dela omrežja. Osnova za določitev časa obnove je primerjava skupnih letnih stroškov med novogradnjo oz. saniranim cevovodom ob upoštevanju predpostavljene življenjske dobe novega oz. saniranega cevovoda npr. po Anuitetni metodi.

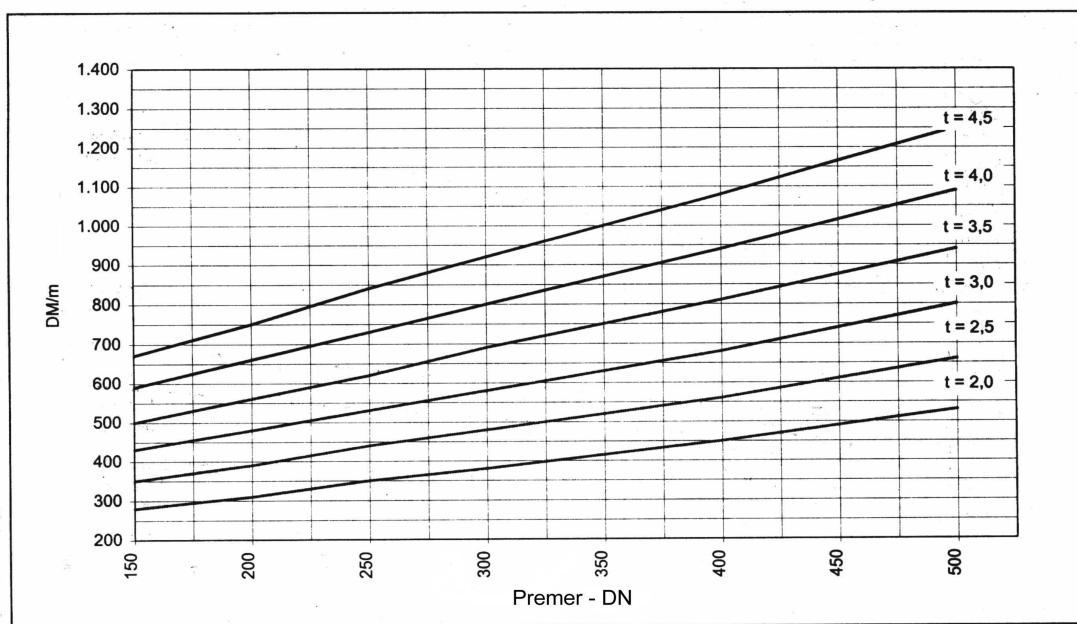
V primeru eksfiltracije ali prelivanja se pojavijo določeni stroški za popravila, stroški odškodnin in sanacije onesnaženja okolja. Dodatno so tu še stroški zaradi večje porabe energije in vzdrževanja črpalk v primeru infiltracije vode v kanalizacijski sistem ter eventualni stroški za zagotovitev vodnih virov (sanacija vodovarstvenega pasu, čiščenje vode, nadomestni vodni viri).

Dodatni administrativni stroški za urejanje pritožb, in nižanje ugleda firme se običajno nikjer ne evidentirajo in upoštevajo.

Odvisnost stroškov gradnje pri klasični gradnji z izkopom od najpomembnejših pogojev vgradnje, ki niso odvisni od hidravličnih parametrov (ne pogojujejo premera cevi), so prikazani na spodnjih grafih (vsi grafi so zaradi lažje primerjave in velikosti vzorca – št izvedenih projektov - privzeti iz raziskave Abwasserkosten 2000^{ref2} (Halbach, 2000).

4.5.1.1 Odvisnost stroškov gradnje od globine vkopa:

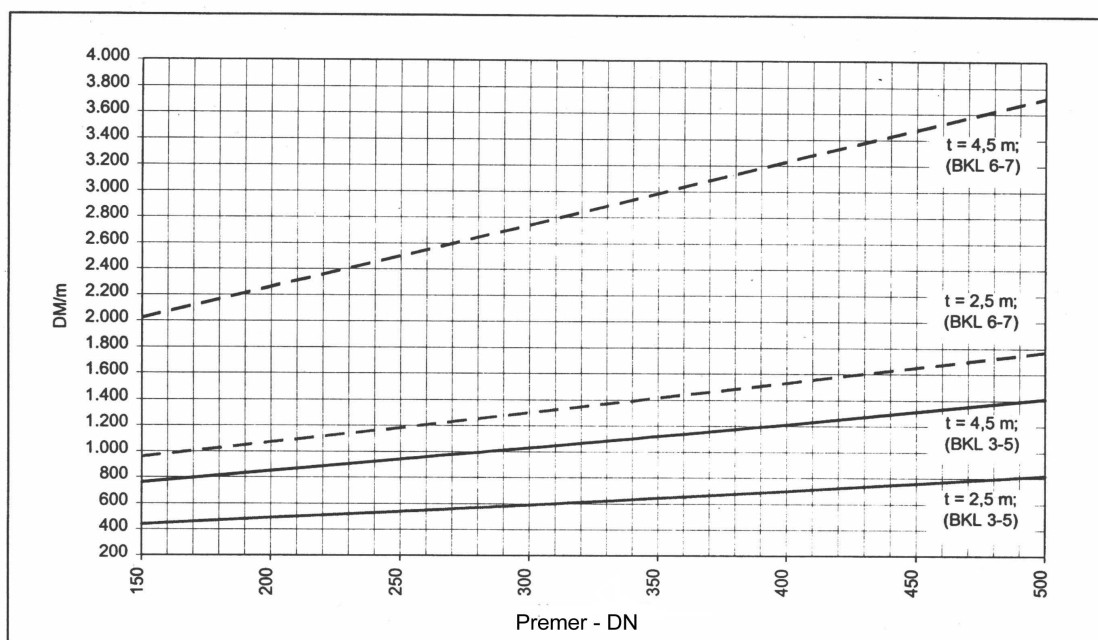
Globina vkopa kanalizacije se pri posameznem projektu spreminja odvisno od poteka trase in zahtevane globine na posameznih odsekih. Za analizo stroškov v odvisnosti od globine vkopa je potrebno voditi evidenco stroškov za odseke glede na globino vkopa, kar pa se v praksi pri vodenju investicije ne dela. Razlika v ceni izgradnje kanalskega odseka med plitvim in globokim kanalom je lahko tudi za faktor velikosti 3 (privzeti grafikon 18).



Privzeti grafikon 18: Odvisnost stroškov gradnje kanala od globine vkopa, (Halbach, 2000)

Adopted Graph 18: Dependence of sewer building costs on the digging depth, (Halbach, 2000)

4.5.1.2 Odvisnost stroškov gradnje od vrste zemljine:



Privzeti grafikon 19: Odvisnost stroškov gradnje od vrste zemljine BKL, (Halbach, 2000)

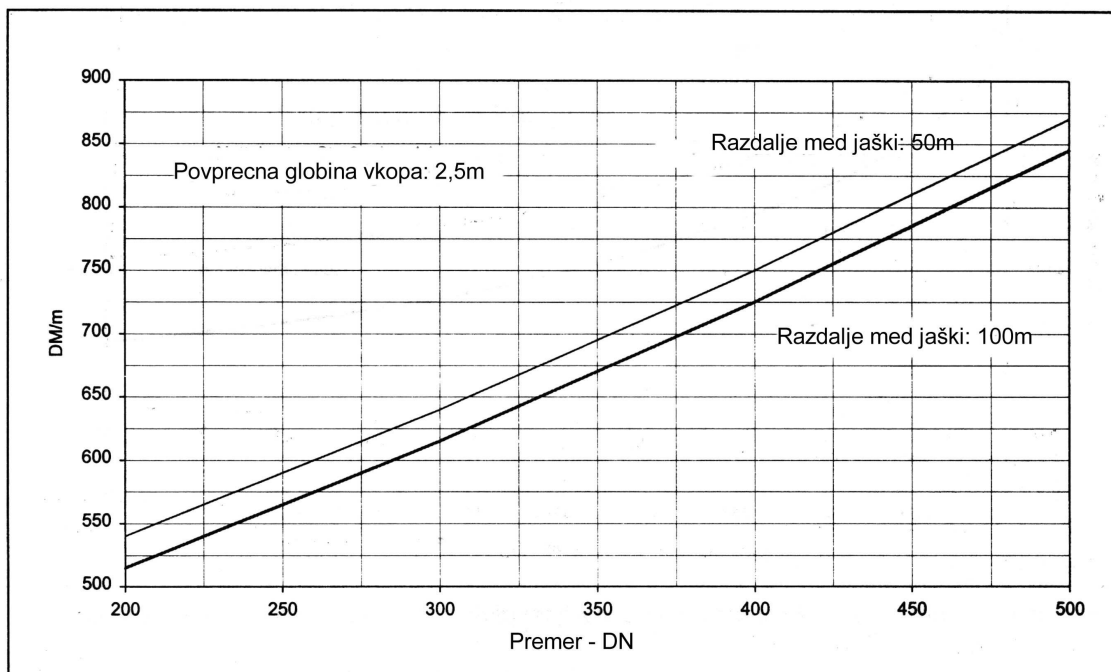
Adopted Graph 19: Dependence of sewer building costs on the type of soil, (Halbach, 2000)

Črtkane črte v privzetem grafikonu 19 prikazujejo porast cene gradnje kanalizacije v slabših pogojih vgradnje zaradi neustrezne (zahtevnejše) vrste zemljine (BKL – Bodenklasse - ÖNORM B 2205 Erdarbeiten) v katero se vrši izkop pri dveh različnih globinah izkopa. Izgradnja v zahtevnejši zemljini je lahko za faktor 3 večja od enake gradnje v zahtevnejši zemljini.

4.5.1.3 Odvisnost stroškov gradnje od oddaljenosti revizijskih jaškov

Tudi razdalje med revizijskimi jaški so pomemben faktor pri stroških gradnje kanalizacije, saj lahko izničijo že tako relativno male razlike med cenami posameznih cevni materialov, kot je razvidno iz privzetega grafikona 20.

Poznavanje navedenih pogojev gradnje je ključnega pomena za pravilno ovrednotenje stroškov za izgradnjo kanalizacije in izvedbo ekonomske primerjave na osnovi pridobljenih podatkov. Podatke za različne cevne materiale pri različnih premerih cevi smo povzeli iz analize izvedenih obnov kanalizacijskih odsekov (Schwarzbartl 2004). Primerjava je bila izvedena za cevovode z približno enako globino vkopa (1.6 – 2.3 m), različne premere cevi DN in za štiri različne nosilnosti tal.



Privzeti grafikon 20: Odvisnost stroškov gradnje od oddaljenosti revizijskih jaškov, (Halbach, 2000)

Adopted Graph 20: Dependence of sewer building costs on the distance between shafts, (Halbach, 2000)

4.5.2 Stroški vezanih sredstev - investicija

So stroški vezanih denarnih sredstev, ki so bila uporabljena za izvedbo investicije. Ta sredstva imajo svojo vrednost, dokler so vložena kot denarni ali drugačen vložek z določenim prinosom. Če ta sredstva porabimo, izgubimo mogočo dodano vrednost. Vrednost denarja smo upoštevali z uporabo vrednotenja investicij po metodi neto sedanje vrednosti.

4.5.3. Stroški amortizacije:

Za obnovo kanalizacijskega omrežja se odvajajo amortizacijska sredstva, ki se načeloma uporabijo za sanacijo oz. obnovo posameznega kanalizacijskega odseka. V praksi prihaja do dveh velikih napak – amortizacijska sredstva niso namensko uporabljena, ali pa se amortizacije sploh ne odvajata kot je primer za odpadni padavinski kanal v MOL.

4.5.4 Stroški okvar

Stroški okvar izkazani v preteklih letih so relativno nizki, spremljanje dejanskih stroškov po odsekih pa za zdaj še ni izvajano, zato teh podatkov ni bilo mogoče pridobiti. V letnem poročilu sektorja za vzdrževanje kanalizacijskega omrežja VO-KA – Ljubljana je zabeleženo, da so povprečni letni stroški popravil za zadnja tri leta znašali okvirno 100.000 EUR. Ta številka je relativno majhna v primerjavi s predvidenimi potrebnimi zneski za obnovo kanalizacije, ki znaša 4 mio. EUR. Dejanski stroški okvar so še veliko nižji, saj pod to postavko na sektorju vodijo vse stroške, ki so nastali interventno in niso nujno vezani na poškodbe kanalizacije ali hišnih priključkov. Takšna raven stroškov zaradi okvar je nekako pričakovana, saj je iz grafa starostne razporeditve obstoječega kanalizacijskega omrežja (ki sicer ne upošteva vrste materiala in premera ter predvidene življenjske dobe) lahko razberemo, da je predvideni porast poškodb pričakovati šele v letih 2020 in naprej, ko se bodo glede na predvideno življenjsko dobo kanalizacijskega omrežja cca. 80 let začelo pojavljati vse večje število okvar zaradi starosti in dotrajanosti kanalizacijskega sistema. S primerno strategijo sanacije, ki je cenejša od same obnove, pa bi lahko čas potrebne obnove določenih odsekov premaknili v prihodnost in tako bolj enakomerne razporedili potrebna sredstva za obnovo kanala čez daljše obdobje. .

4.5.5 Stroški taks

Takse se obračunavajo le za obremenjevanje okolja, zbrani denar pa se lahko namensko uporabi le za vlaganje v novogradnje in opremljanje ne pa tudi za obnovo obstoječe infrastrukture (kar je seveda prav, saj ima le ta že določen vir financiranja). Iz naslova taks zato ni dodatnih stroškov, ki bi bili neposredno vezani na delovanje kanalizacijskega sistema, ali njegovega slabega stanja. Taksa se plačuje le na stopnjo očiščenja zbrane odpadne onesnažene vode na ČN.

4.5.6 Stroški popravil okvar

Stroški popravil okvar so bili v zadnjih petih letih približno konstantni in so znašali v povprečju 90.000 EUR letno. V letu 2006 je bilo evidentiranih 12 večjih interventnih posegov, ki jih za javno podjetje izvaja zunanji izvajalec. Interventni ukrep vključuje izkop zamenjavo cevi in vzpostavitev v prvotno stanje, oz. vstavitve jeklenega ali poliestrskega obroča na mesto poškodbe. Letna rezervirana sredstva v proračunu znašajo 100.000 EUR.

4.5.7 Skupni stroški okvar z vidika upravljavca

Skupni stroški z vidika upravljavca so stroški, ki jih mora plačati upravljavec, brez skritih družbenih stroškov in stroškov odškodnin ali stroškov lastnikov zaradi nastale škode na imetju.

Upravljavec je zavezan, da zagotavlja nemoteno delovanje kanalizacijskega sistema. Pri tem ni mišljen le odvod odpadne vode z mesta nastanka, temveč tudi zagotavljanje tesnosti kanalizacijskega sistema. Stroški, ki s popravili sistema nastajajo, so del rednega dela upravljavca in so kot takšni vkalkulirani v stroške dela in materialnih sredstev. Stroški upravljavca so stroški uradnih evidenc poslovanja podjetja.

4.5.8 Posredni družbeni stroški zaradi posledic okvar

Kanalizacijsko omrežje je ne glede na tesnost cevovoda odprt sistem glede na uporabnike. Način prejema in odvoda ter sama izvedba v neposredni bližini objektov in cestišč narekuje to odprtost in posledično medsebojno vplivanje. Različne poškodbe in nedelovanje sistema kot tudi izvajanje različnih del za odpravo le teh in samo vzdrževanje sistema ima posledice na osebe, imetje, dejavnosti, ki ne prizadevajo le upravljavca omrežja. Za določene posledice je lahko upravljavec kazensko odgovoren, za večino pa ne, in dodatne stroške za zunanje stranke ne prizadevajo javnega podjetja – te bom imenoval družbeni stroški zaradi posledic okvar d5 – CARE-S.

Ločimo lahko dolgoročno nastajajoče stroške (onesnaževanje podtalnice skozi netesno kanalizacijo) in stroške, ki so posledica posameznih dogodkov in nastanejo v kratkem času (preplavitev po nalivu, porušitev cestišča zaradi udara kanala, prometni zastoji zaradi del na cesti....)

Dodatno lahko ločimo stroške nastale zaradi nastopa dogodka (za neko nevarnost – s svojo verjetnostjo nastopa in intenzivnostjo) in stroške nastale zaradi odprave posledic dogodka (popravila, obnova, rehabilitacija).

V večini primerov lahko te stroške le ocenjujemo na osnovi ocene stroškov kot same verjetnosti nastopa posameznega dogodka.

Popis možnih dogodkov, ki vplivajo na 1. - okolje (v mestu) in na 2. – prebivalce, je zelo detajlno zbral Ait Aissa že leta 1997. Vsi dogodki so popisani glede na oba vpliva za direktne

dogodke, kot na primer ogrožanje otrok, starejših, pešcev..., poškodba cestišča, zmanjšanje razpoložljivih parkirnih mest itd, ter zunanje vplive kot na primer motnje v prometu, dostopnost vozil v primeru nesreče, zmanjšanja prodaje okoliških prodajaln, poškodbe na objektih in avtomobilih, onemogočeno izvajanje redne dejavnosti itd...

Na družbene dogodke vpliva tudi čas trajanja dogodka oz. popravila in čas motnje glede na dnevni in nočni čas, kjer se po metodi CARE-S upošteva vpliv hrupa, prahu, neizvajanje komunalne službe, motnje v prometu in izguba zaradi zmanjšane prodaje (Sveinung, 2006).

Pri oceni vplivnih faktorjev zaradi odprave posledic izvajanja rehabilitacije ali odprave neželenega dogodka so se za najpomembnejše vplivne faktorje izkazali naslednji:

Motnje v prometu:

- Stroški zakasnitve,
- Povečana poraba goriva.

Podana je ocena teh stroškov glede na gostoto prometa na mestu dogodka, in glede na izbrano tehniko obnove oz. odprave posledic dogodka.

Stroški so omembe vredni v primeru dogodkov na prometnejših cestah, ki ne omogočajo obvoza, oz. se z obvozom ne more preusmeriti celoten prometni tok v približno enaki prometni prepustnosti ceste (Sveinung, 2006).

4.5.9 Stroški obnov – podatki o izvedenih projektih

Predvidene stroške obnove smo določili na osnovi podatkov o stroških izvedenih investicij v JP VO-KA v letu 2004. Uporabljene podatke za primer obnove v asfaltiranem zemljišču in premere DN 300, DN 400 smo novelirali iz rezultatov analize (Schwarzbartl1, 2004), primer je podan v preglednici 6. Za takšen način določanja stroškov investicije smo se odločili zaradi specifične izbora izvajalca gradnje z javnim razpisom, in ugotovljenih precejšnjih razlik med projektantskim predračunom in dejanskimi ponodbami ter končnimi cenami izvedenih investicij.

Preglednica 6: Stroški izgradnje kanala po klasični metodi – primer tabele za različne premere in pogoje vgradnje (Schwarzbartl, 2004, - novelirano na leto 2006)

Table 6: Sewer building costs by conventional open cut technique, (Schwarzbartl 2004)

leto 2004

Asfaltni teren in slabo nosilna tla DN 300	Enota	Beton	PVC	PE-HD	Poliester	NL	Opombe
		vrednost		ekonomske	veličine		
r-obrestna mera	%	3	3	3	3	3	
življenjska doba - (amortizacija)	leta	40	20	20	40	50	
življenjska doba - (analiza)	leta	35	40	40	60	55	
dobiček-stroški	SIT	79.302,25	119.385,25	129.476,80	122.586,46	136.911,55	
dobiček - konstanta	SIT	1.140,00	1.140,00	1.140,00	1.140,00	1.140,00	
cena materiala	SIT	2.364,00	4.200,00	3.749,00	3.749,00	3.749,00	
cena vgradnje	SIT	75.726,00	110.205,00	120.267,00	116.569,50	131.203,50	
cena sanacij in vzdrževanja	SIT	400,00	400,00	400,00	400,00	400,00	Razlika od povpreč.
amortizacija	SIT	1.952,25	5.720,25	6.200,80	3.007,96	2.699,05	vrednosti v %
stroški skupaj	SIT	80.442,25	120.525,25	130.616,80	123.726,46	138.051,55	48,54
stroški skupaj	EUR	335,18	502,19	544,24	515,53	575,21	
SVNK	SIT	-6.895,05	-9.039,39	-9.796,26	-6.186,32	-7.530,08	10,31
SVNK / žd -amortizacija	SIT	-172,38	-451,97	-489,81	-154,66	-150,60	119,49
stroški izgradnje / žd - (amortiz.)	SIT	2.011,06	6.026,26	6.530,84	3.093,16	2.761,03	110,66
SVNK / žd -analiza	SIT	-197,00	-225,98	-244,91	-103,11	-136,91	78,09
stroški izgradnje / žd - (analiza)	SIT	2.298,35	3.013,13	3.265,42	2.062,11	2.510,03	45,76
Rang ABC vrednotenja							
Stroški skupaj		1	2	4	3	5	
SVNK / žd - (amortizacija)		3	4	5	2	1	
stroški izgradnje / žd - (amortiz.)		1	4	5	3	2	
SVNK / žd - (analiza)		3	4	5	1	2	
stroški izgradnje / žd - (analiza)		3	4	5	1	2	

leto 2004

Asfaltni teren in slabo nosilna tla DN 400	Enota	Beton	PVC	PE-HD	Poliester	NL	Opombe
		vrednost		ekonomske	veličine		
r-obrestna mera	%	3	3	3	3	3	
življenjska doba - (amortizacija)	leta	40	20	20	40	50	
življenjska doba - (analiza)	leta	35	35	35	60	55	
dobiček-stroški	SIT	84.424,38	114.169,90	143.816,65	134.268,90	153.849,16	
dobiček - konstanta	SIT	1.140,00	1.140,00	1.140,00	1.140,00	1.140,00	
cena materiala	SIT	2.828,00	6.580,00	6.038,00	9.965,00	13.840,00	
cena vgradnje	SIT	80.259,20	102.858,00	131.635,00	121.751,00	137.718,00	
cena sanacij in vzdrževanja	SIT	400,00	400,00	400,00	400,00	400,00	Razlika od povpreč.
amortizacija	SIT	2.077,18	5.471,90	6.883,65	3.292,90	3.031,16	vrednosti v %
stroški skupaj	SIT	85.564,38	115.309,90	144.956,65	135.408,90	154.989,16	54,56
stroški skupaj	EUR	356,52	480,46	603,99	564,20	645,79	
SVNK	SIT	-7.334,09	-9.883,71	-12.424,86	-6.770,45	-8.453,95	63,01
SVNK / žd -amortizacija	SIT	-183,35	-494,19	-621,24	-169,26	-169,08	138,10
stroški izgradnje / žd - (amortiz.)	SIT	2.139,11	5.765,50	7.247,83	3.385,22	3.099,78	118,05
SVNK / žd -analiza	SIT	-209,55	-282,39	-355,00	-112,84	-153,71	108,74
stroški izgradnje / žd - (analiza)	SIT	2.444,70	3.294,57	4.141,62	2.256,82	2.817,98	63,01
Rang ABC vrednotenja							
Stroški skupaj		1	2	4	3	5	
SVNK / žd - (amortizacija)		3	4	5	2	1	
stroški izgradnje / žd - (amortiz.)		1	4	5	3	2	
SVNK / žd - (analiza)		3	4	5	1	2	
stroški izgradnje / žd - (analiza)		2	4	5	1	3	

Ugotovljena je bila 30 %-na razlika v stroških celotne investicije izvedene z javnim razpisom in investicij izvedenih s strani zunanjega investitorja. Razliko v ceni smo pripisali več različnim dejavnikom, glavni razlogi pa so po našem mnenju:

- z javno kanalizacijo se sedaj opremlja predvsem tiste odseke in ulice, ki so zaradi težje ali zahtevnejše izvedbe bile do sedaj »na čakanju«,
- obnavljalo se je relativno veliko mestnih ulic, kjer je obnova kanala zaradi gostote drugih komunalnih vodov in njihovega varovanja zahtevnejša in posledično dražja, privatne investicije pa so potekale predvsem kot komunalno opremljanje novih zazidljivih zemljišč, kjer je gradnja zaradi sočasnosti in prvega posega lahko tudi več kot 25 cenejša,
- omejen izbor stalnih ponudnikov na javnem razpisu, dviguje cene.

Podatke o stroških izgradnje kanala na tekoči meter, ki so podani v preglednici 6, smo uporabili pri analizi ekonomičnosti izgradnje kanala s klasičnim izkopom in z obnovo po metodi z oplášenjem.

4.5.10 Primeri podatkov in primerjave iz prakse

Običajno v praksi obstaja dilema v primeru netesne kanalizacije, kjer je osnovna cev še v trdnostno dobrem stanju, ali naj se rehabilitacija izvede z oplášenjem, ali z obnovo (običajno klasičen izkop). Odločitev je zasnovana na naslednjih kriterijih, ki so podani v preglednici 7.

Preglednica 7: Kriteriji za izbiro metode obnove v primeru statično še nosilnega cevovoda

Table 7: Criterion for evaluation of rehabilitation method of statically still supporting pipeline

Vplivni faktor	oplášenje	Klasičen izkop
Globina vkopa (večja – sovpada s ceno, zahtevnost)	+	-
Ščitenje obstoječih kom. vodov	+	-
Življenjska doba - predvidena	-	+
Cena izvedbe	+	-
Dostopnost, dolžina odseka, št. jaškov, zahtevnost	+	-
Stanje obstoječega kanala (korozija, statična nosilnost)	-	+

Ker predvidena življenjska doba in cena izvedbe investicije določata skupen strošek na leto v predvideni življenjski dobi, sta običajno ti dve postavki najmočnejše upoštevani. Odločitev je odvisna od teže vplivnih faktorjev in se določi za vsak primer posebej. Za običajen primer smo izdelali primerjalno tabelo na osnovi ugotovljenih stroškov izvedenih projektov v JP VO-KA za leto 2006 (privzeta preglednica 8).

Privzeta preglednica 8: Cene izvedbe rehabilitacije po metodi Foreverpipe in klasičnem izkopu, (Schwarzbartl 2004)

Adopted Table 8: Cost of sewer rehabilitation by trenchless method – Foreverpipe, and open cut, (Schwarzbartl 2004):

Metoda brez izkopa - oplaččenje - Foreverpipe - izvedeni projekti 2006					
DN	Ulica (obnova 200)m	SIT	EUR/m	odstpanje od povp. vred	
Metoda brez izkopa - oplaččenje - Foreverpipe					
300	TOP	62,7	1.570.000	104,77	34,36
	VER	214,6	11.000.000	214,47	-34,36
	Povprečno:			159,62	
400	KAM	265,5	20.988.000	330,76	-12,30
	KOR	166,1	12.069.000	304,02	-3,23
	KOR	138,4	14.536.000	439,45	-49,21
	VER	152,8	10.646.000	291,52	1,02
	TOP	79,5	2.030.000	106,84	63,72
	Povprečno:			294,52	
500	TOP	149,4	15.994.000	447,93	/
	Povprečno:			447,93	/
600	Poizvedba - Foreverpipe			650	/

Klasičen izkop 2004 - revaloriziran na leto 2006	2004	2006
300 povprečne vrednosti za projekte izvedene v letu	515	545,9
400 povprečne vrednosti za projekte izvedene v letu	564	597,84

Opomba: v letu 2006 in 2007 ni bila izvedena oz. zaključena nobena investicija – ni dostopnih podatkov, pri revalorizaciji je bila upoštevana obrestna mera 3%.

Cena izvedbe obnove po metodi z oplaččenjem in s klasičnim izkopom – podatki za leto 2006 – so prikazani v zgornji preglednici.

Pri tem smo upoštevali predpisane oz. uporabljene vrednosti in ocene, ki so sedaj uporabljene v praksi in izkušnjah v JP VO-KA. Vidimo lahko da je oplaččenje cenovno ugodnejše od klasičnega izkopa v primeru cevi premera DN 300 in skoraj enako v primeru cevi premera DN 400.

Preglednica 8: Stroški izvedbe obnove po metodi oplaščenja in klasičnem izkopu glede na celotno predvideno življenjsko dobo – EUR/leto po metodi neto sedanje vrednosti (pogl.: 3.10).

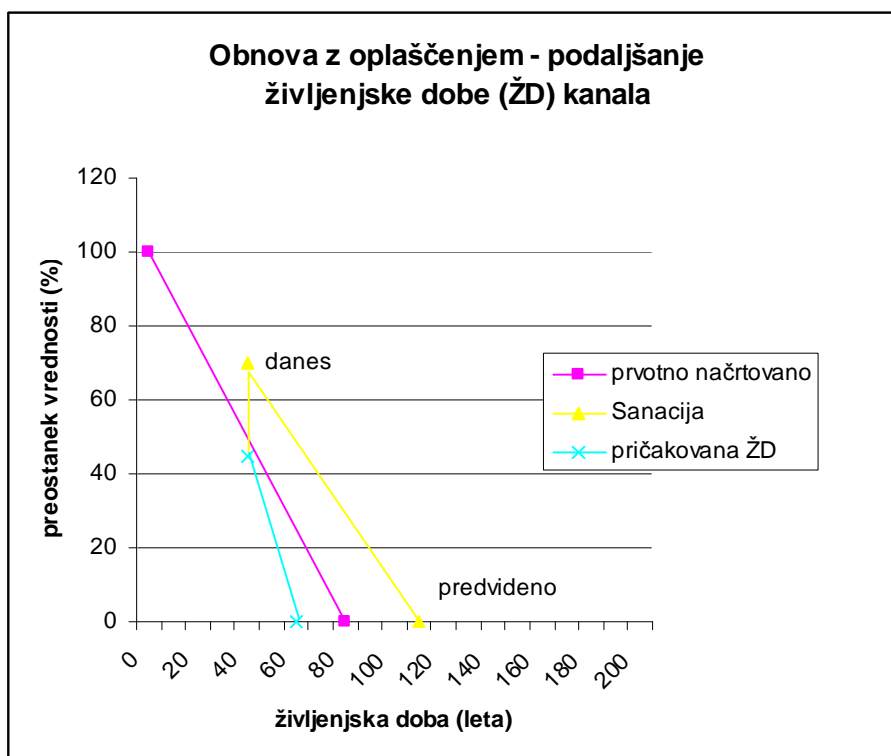
Table 8: Cost comparison between relinig and classical renewal method in lifetime of pipe

Primerjava stroškov na leto glede na predvideno življenjsko dobo infrastrukture						
Metoda / DN	EUR / m	EUR/m/žd	EUR/m/amort	SVN/m - v žd	Življenska	Amortizacija
Metoda brez izkopa - oplaščenje - Foreverpipe				obr st. = 4%	leta	leta
300	159,62	5,320666667	7,981	- 638,48 €	30	20
400	294,52	9,817333333	14,726	- 1.178,08 €	30	20
Klasičen izkop						
300	545,9	8,398461538	13,6475	- 2.183,60 €	65	40
400	597,84	9,197538462	14,946	- 2.391,36 €	65	40

Pri večjih profilih je oplaščenje že dražje v kolikor niso globine kanala zelo velike. Kljub temu poenostavljenemu izračunu, pa moramo upoštevati še naslednje:

- Oplaščenje se lahko izvaja le enkrat na obstoječi kanalizacijski cevi, potem je običajno potrebna obnova,
- Če gre v izgradnjo več komunalnih vodov so stroški obnove kanalizacije po klasičnem izkopu cca. 25- 30% nižji kot običajno. V tem primeru tudi želimo, da bodo življenjske dobe vseh vgrajenih komunalnih vodov vsaj približno enake, kar pogojuje vgradnjo novih cevi,
- Cena izgradnje je odvisna od vseh faktorjev opisanih v točki te magistrske naloge, upoštevati je potrebno dejansko ceno rehabilitacije za vsak specifičen primer posebej,
- Podane posebne zahteve naročnika (brez razkopavanja ceste, varovanje objekta..),
- Pri metodi z oplaščenjem se hišni priključki ne obnovijo!

Izhodiščni podatki se načelno ujemajo z analizo izvedenih gradenj v diplomski nalogi Brglezove (2007).



Grafikon 26: Podaljšanje življenjske dobe cevovoda zaradi izvedene obnove
Graph 26: Extended expected lifetime of pipeline after applied rehabilitation

Podoben primer je prikazan v grafični obliki – grafikon 26. Prikazano je podaljšanje življenjske dobe kanala zaradi izvedene rehabilitacije – oplaščenje notranje stene kanala po sistemu Foreverpipe. Kanal je izkazoval večje poškodbe in slabše stanje kot je bilo prvotno načrtovano. Z izvedeno obnovo in vložkom 35% prvotne vrednosti investicije se je pričakovana življenjska doba kanala podaljšala za 83%. Takšni primeri so redki in so možni le ob določenih ugodnih pogojih rehabilitacije, kot je opisano na strani 213.

Če klasičen izkop ni mogoč ali je takšna gradnja tehnično prezahtevna in predraga je običajno možno izvesti obnovo po metodi brez izkopa. Katera metoda brez izkopa je najprimernejša in ekonomsko najugodnejša lahko določimo na osnovi primerjave ponudb za posamezni primer. V Sloveniji zaenkrat obstajata le dva ponudnika takšne gradnje – Polak s.p. in Vilkoograd d.o.o. (več o metodah obnove brez izkopa – opisano v poglavju 3.8.1). Ker dovolj podatkov iz prakse v JP VO-KA nimamo, smo uporabili rezultate analize izvedene v Zagrebu – (Adamović, 2005).

Za potrebe določitve najprimernejše metode rehabilitacije smo na osnovi zbranih podatkov in podanih strokovnih ocen uporabili metodo AHP - Analytic Hierarchy Process, katere namen in uporaba je opisana v poglavju 3.11.

4.6 Izbor kriterijev za odločanje o vrsti rehabilitacije omrežja na operativni ravni odločanja – uporaba večkriterijske analize

Po določitvi prioritete obnove v skladu s predhodno navedeno metodologijo največjega tveganja, z namenom odprave evidentiranih nevarnosti, ki izhajajo iz ugotovljenih poškodb, je potrebno določiti način oz. metodo izvedbe rehabilitacije. Čeprav so tu možni prihranki najmanjši (glede na celoten potek investicije) so še vedno lahko veliki glede na zahtevano realizacijo gradnje.

4.6.1 Izbor načina obnove z metodo AHP

Primerjava metod rehabilitacije:

Pri določanju najboljše metode obnove po metodi AHP smo med seboj primerjali najpogosteje uporabljene metode obnove kanalizacijskih odsekov, kot je to običajen primer iz prakse. Primerjali smo **tri različne postopke rehabilitacije**, ki so možni za izvedbo na klasičnem kanalizacijskem odseku:

- Klasičen izkop,
- Obnova po metodi s podvrtavanjem (Vilkograd),
- Oplaščenje – relining (Foreverpipe),

Kot **primerjalne kategorije** smo v analizi upoštevali naslednje parametre:

- Cena izvedbe (skupni stroški rehabilitacije),
- Pričakovana življenjska doba,
- Ekološki – (hrup, zaščita okolja, onesnaženje),
- Tehnični – (čas izvedbe, možnost izvedbe, maks. DN, material cevi, možni zapleti, min. št. jaškov, drugi komunalni vodi),
- Sociološki – (vpliv na prebivalce, promet, neevidentirani družbeni stroški).

Primerjava je bila izvedena za kanalske cevi DN 300 in 400 (zaradi razpoložljivih podatkov) ob naslednjih predpostavkah:

- Obnova poteka v asfaltiranem zemljišču,
- Možna je izvedba z vsemi postopki (statična nosilnost, dostopnost..),
- Variante so bile izdelane za različne zahteve glede tehnične primernosti in socioloških dejavnikov in posledično spreminjanja cene izvedbe.

Podatki uporabljeni pri analizi so povzeti iz različnih virov, predvsem iz analize izvedenih projektov v JP VO-KA, revalorizirani na skupni datum. Ocene kvalitativnega značaja smo podali na osnovi zbranih izkušenj in mnenj vodij investicij v JP VO-KA. Ocene vplivov in neevidentiranih stroškov smo ocenili na osnovi tuje literature (Care-S) in ocen pridobljenih na internetu.

Za določitev cene izvedbe za klasičen izkop in obnovo z oplaščenjem smo uporabili iste kot v analizi ekonomičnosti rehabilitacije v poglavju 3.5.7, cene izvedbe s podvrtavanjem (preglednica 9) pa smo pridobili od izvajalca del – Vilkoograd (za 70 m odsek – vstopni in izstopni izkop, vstavljanje armirane poliestrske cevi Hobas, SN 10000 (brez stroškov vodenja projekta in nepredvidenih stroškov, ki so bili upoštevani pri ostalih izvedenih projektih – ocena 15% investicije):

Preglednica 9. Stroški obnove po metodi s podvrtavanjem - Vilkoograd 2008

Table 9: Renovation costs for trenchless drilling technique – Vilkoograd 2008

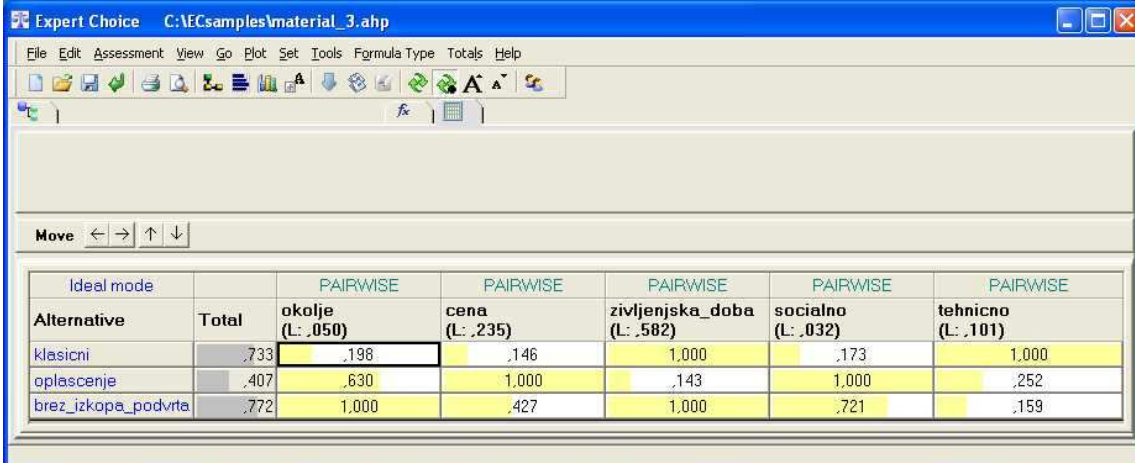
Premer DN	podvrtavanje	GRP SN 10000	izkop jaški, zapora	skupaj EUR /m
cm	EUR / m	EUR / m	EUR / m	EUR / m
300	230	56,7	15	301,7
400	290	77,4	15	382,4

Pri oceni povečanja stroškov izvedbe glede na zahtevnost gradnje smo upoštevali podatke izvedenih projektov pri JP VO-KA za leti 2003, 2004 (v letih 2006 in 2007 ni bilo izvedenih dovolj referenčnih projektov) in mnenje strokovnjaka pri vodenju investicij izgradnje kanalizacije. Opozoriti je potrebno na dejstvo, da so investicije, ki so vodene s strani javnega podjetja preko javnih razpisov dražje od izvedenih investicij gradnje kanala s strani privatnih investitorjev, ki so javno infrastrukturo gradili v sklopu komunalnega urejanja zemljišča namenjenega gradnji objektov. Razlika v ceni je od 25 do 50 % (Schwarzbartl, 2002). Iz navedenih dejstev lahko sklepamo, da so cene za klasičen izkop (preko javnih naročil)

previsoke in obstaja tu še rezerva pri izvajalcih, opazen je tudi lobističen pristop. Trenutno je ceneje graditi s tunelsko gradnjo, kot po klasični metodi (velja za asfaltirana zemljišča), vendar se zaradi narave izdelane projektne dokumentacije tega načina gradnje ne poslužuje, omejen je tudi obseg del, ki ga lahko izvedejo izvajalci.

Prikazali bomo primer določitve primernejše tehnologije obnove glede na opisane kriterije v programu Expert Choose:

Določitev uteži za posamezne parametre se avtomatsko izračuna na osnovi primerjalnih tabel:

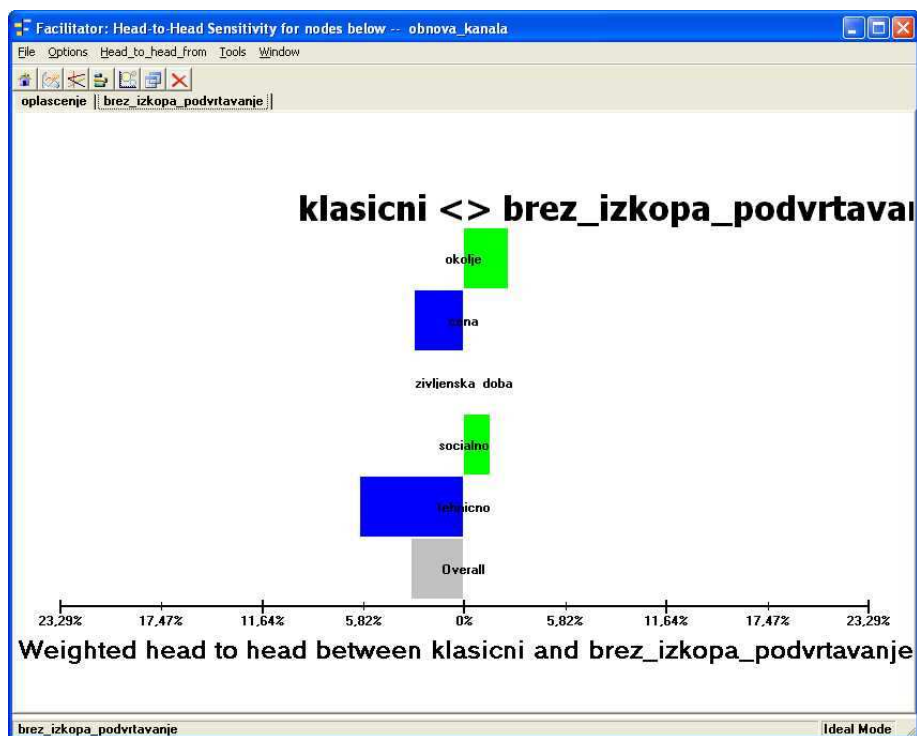


Ideal mode		PAIRWISE	PAIRWISE	PAIRWISE	PAIRWISE	PAIRWISE
Alternative	Total	okolje (L: .050)	cena (L: .235)	zivljenjska_doba (L: .582)	socialno (L: .032)	tehnicno (L: .101)
klasicni	.733	.198	.146	1,000	.173	1,000
oplascenje	.407	.630	1,000	.143	1,000	.252
brez_izkopa_podvrta	.772	1,000	.427	1,000	.721	.159

Slika 32: Uteži za različne kriterije in alternative pri izbiri optimalne obnove kanalizacije s programom ExpertChoice

Fig. 32: Ponders for chosen criterions for ExpertChoice analysis of best rehabilitation technique

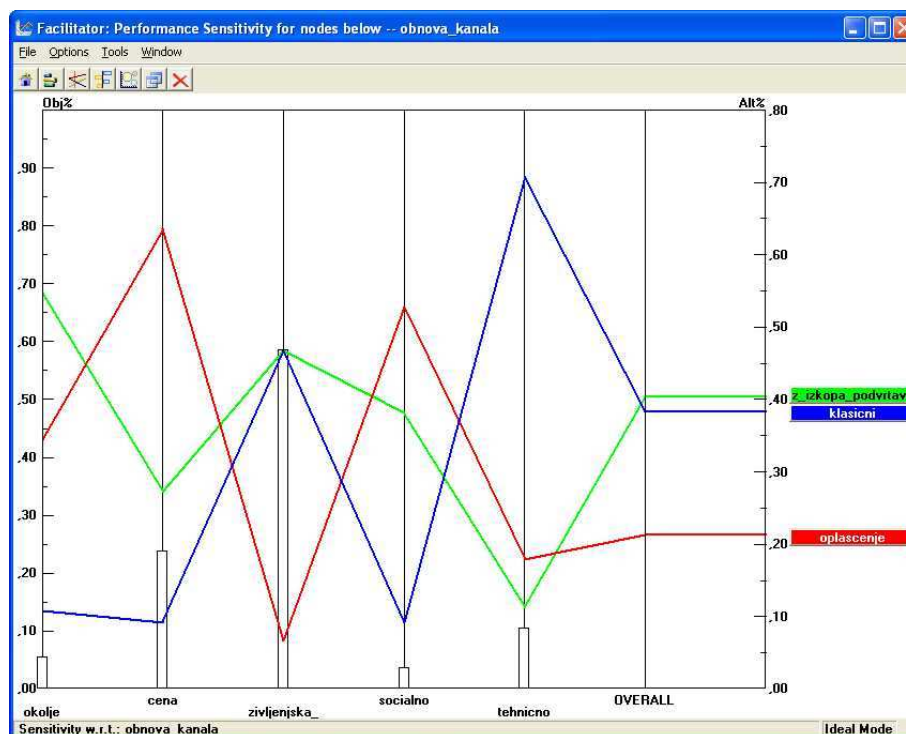
Primerjamo oz. ocenimo vsa razmerja med ocenjevanimi kriteriji in posameznimi alternativami obnove. Prikaz upoštevanih vrednosti v primerjalni tabeli za dva primerjana artikla - slika 33:



Slika 33: Primerjava dveh alternativ po različnih kriterijih –izbira optimalne obnove kanalizacije s programom ExpertChoice (

Fig.33: Comparison between two alternatives according to six different criterions

Na osnovi s strani izvajalca primerjave tako strokovno določenih vrednosti primerjave za vse možne kombinacije, program izračuna dejansko vrednost in prednostno listo ocenjevanih postopkov:

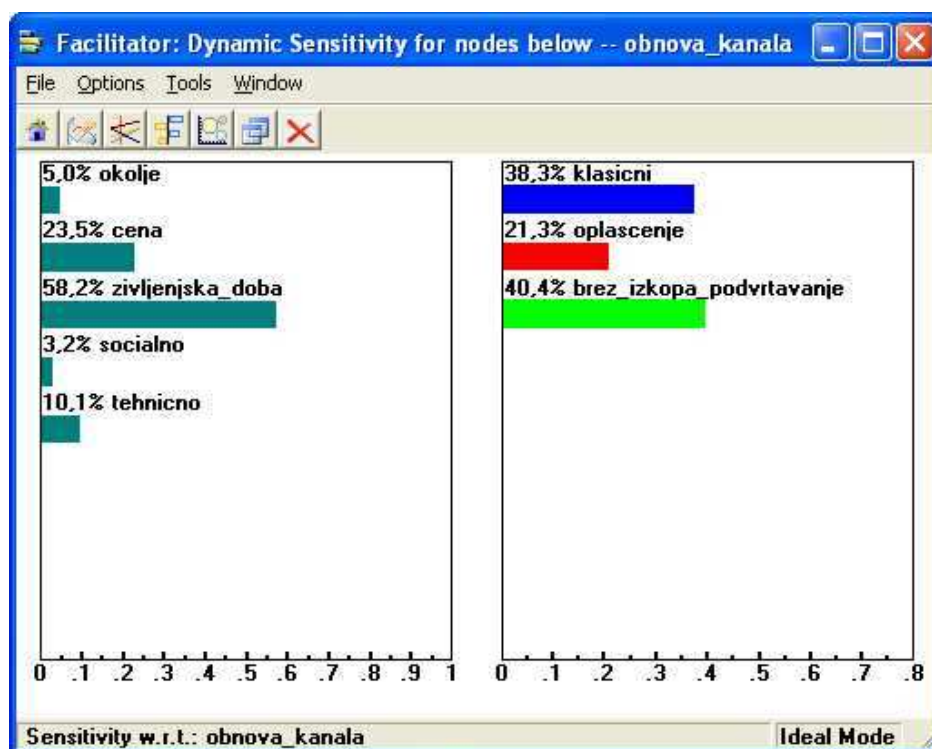


Slika 34: Grafični prikaz doseženih relativnih vrednosti posameznih metod obnove glede na določene kriterije –izbira optimalne obnove kanalizacije s programom ExpertChoice

Fig. 34: Presentation of gained values for three alternatives and six criterions

Za različne primere dobimo različne vrednosti celotne uspešnosti posamezne metode obnove kanala. Seveda je metoda v določenem delu še vedno subjektivna, saj družbene stroške težko ocenjujemo, bilanca pa je odvisna tudi od tega, kdo postavlja prioriteto – npr.:

Upravljalavec želi minimalne stroške izvedbe zaradi likvidnostnih težav, zato mu je nizka cena najpomembnejša, nasprotno pa občan, ki živi na območju predvidenih del, želi čim manj motenj v prometu, malo hrupa in predvsem nemoteno delo in dostop do objekta. Interesi so si tu nasprotujoči, rezultati točkovanj različni. Ker poizkušamo kar najbolj upoštevati vse izkazane interese, se lahko izdelata tudi več variant ocene za posamezni primer. Tako je izbira metode obnove vedno določena za posamezni primer oz. kanalski odsek predviden za obnovo. Na sliki 35 je prikazan končni rezultat AHP analize, ki je izračunan na osnovi podanih ocen in primerjav za vse upoštevane kriterije konkretnega obravnavanega primera.



Slika 35: Upoštevane uteži in rezultati vrednotenja na osnovi upoštevanih kriterijev za izbiro optimalne obnove kanalizacije s programom ExpertChoice

Fig. 35: Used ponders and evaluation results for AHP analysis with ExpertChoice program

4.7 Implementacija izbranih kriterijev v zasnovanem geografskem informacijskem sistemu – predstavitev rezultatov

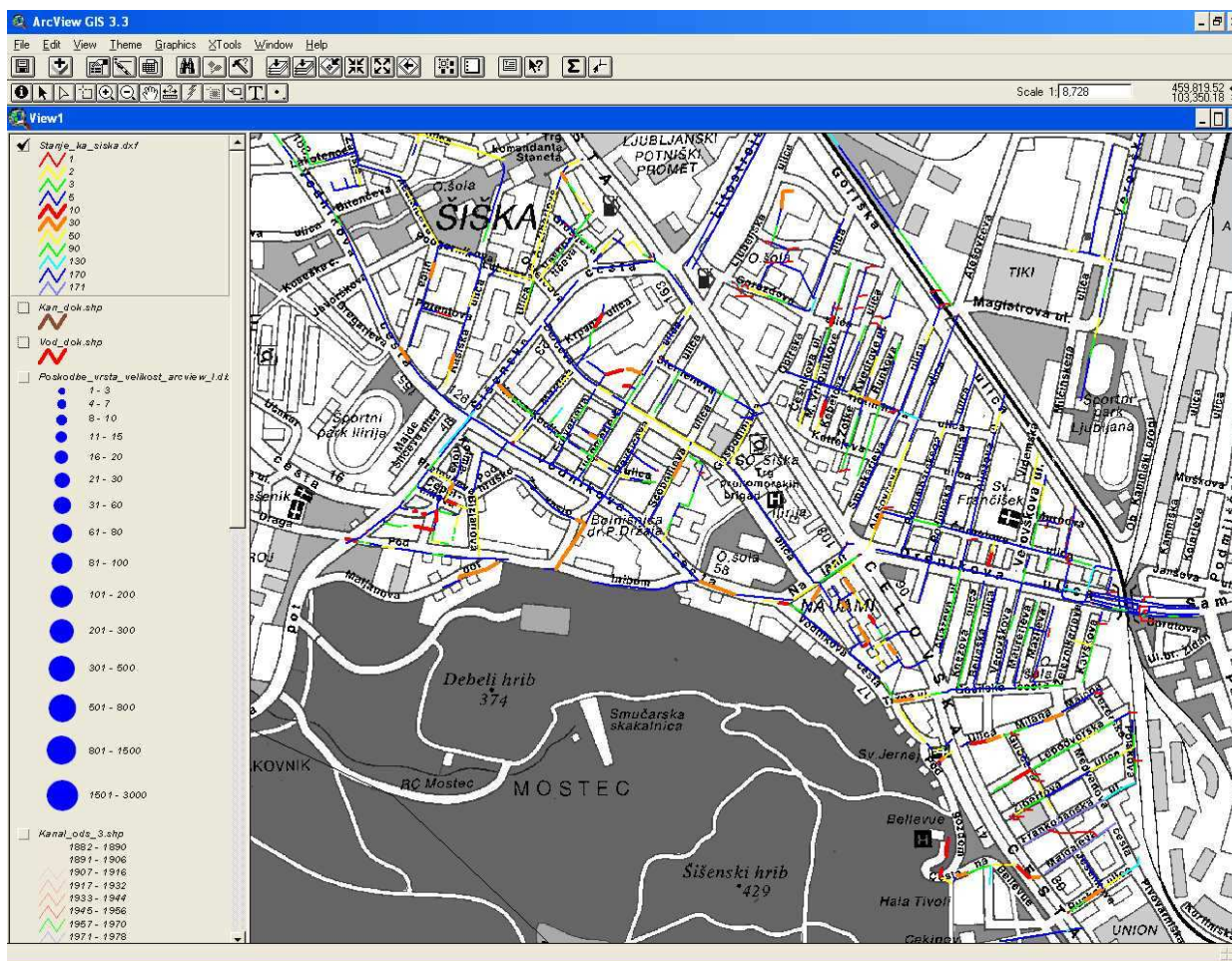
Podatke o ugotovljenih nevarnostih in škodnem potencialu smo vnesli v bazo podatkov o kanalizacijskem sistemu. Posameznim kanalskim odsekom smo pripojili ugotovljeno tveganje na tekoči meter kanala. Preverili smo ujemanje med računalniško določeno stopnjo prioritete za kanalske odseke in razredom stanja, ki je bil določen pri pregledu s TV kamero. Ujemanje je bilo izkazano v rangi enega razreda stanja natančno. To seveda ni merilo uspešnosti metode, je pa lahko kazalec za umerjanje uteži pri vrednotenju potencialne nevarnosti in posredno tveganja, ki ga poškodbe kanalizacije ustvarjajo v prostoru.

Za analizo in določanje prioritete smo uporabili računalniški program ArcView 3.2a. Za izračun vrednosti tveganja, ki je bil eden od vhodnih podatkov pa program Excel. Primer baze podatkov o evidentiranih poškodbah na osnovi TV pregleda kanalizacijskih odsekov (po ATV metodologiji) za določitev tveganja je podan v prilogi – priloga št. 1.

Postopek izvedbe določitve prioritete obnove za kanalizacijske odseke je opisan v nadaljevanju.

Osnovni podatki, ki so uporabljeni v analizi tveganja:

Razred stanja kanalizacijskih odsekov je bil določen ob pregledu s TV kamero (slika 36). Pomembno se je zavedati, da se razred stanja s časom spreminja, in posameznih razredov stanj ne moremo neposredno primerjati med seboj, če so bili posnetki oz. ocene izdelani v različnih časovnih obdobjih. Razrede stanj lahko ocenimo in normirano na skupni čas z upoštevanjem krivulj staranja sistema (poglavje 2.4.2).



Slika 36: Razred stanja kanalizacijskih odsekov – model Šiška 2008

Fig. 36: Sewer condition state – Šiška model 2008

Razredi stanj kažejo dejansko ocenjeno stanje kanalizacijskih odsekov v času pregleda kanalizacijskega odseka s TV kamero. Ker se ponovni pregled kanalizacijskega odseka načrtuje v obdobju 10 – 15 let, je mogoče v vmesnem obdobju simulirati predvideno degradacijo stanja kanala glede na krivulje staranja, ki nam za podobne sklope kanalskih cevovodov in enake pogoje vgradnje. Sklope določamo na osnovi podatkov iz digitalnega katastra kanalizacijskega omrežja, ki jih upoštevamo tudi pri določanju prioritete obnov kanalizacijskega sistema kadar drugih podatkov ni na razpolago:

- Starost,
- DN,
- vrsta materiala.

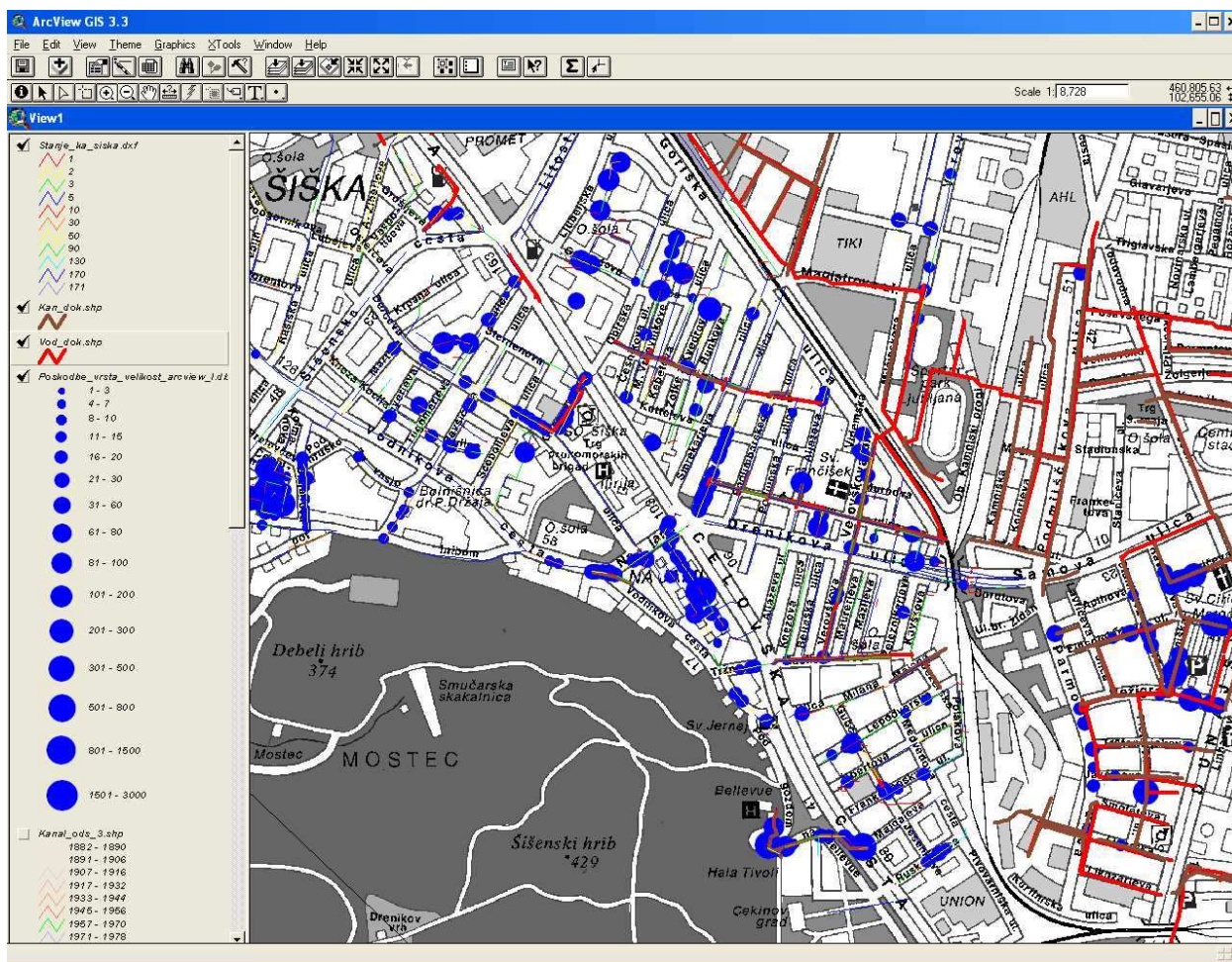
Ti podatki o kanalizacijskem omrežju so osnovni podatki digitaliziranega katastra kanalizacije, ki je sestavni del baze podatkov GIS. V GIS bazi podatkov imamo še podatke o že izdelani **projektni dokumentaciji** tako za kanalizacijsko kot vodovodno omrežje ter predvidene gradnje plinovodnega in toplovodnega omrežja. Ločena ravnina v GIS nam določa območja s posebnim **vodovarstvenim režimom**. Geološka karta vrste tal in karta nivojev podtalnice ter smeri tokov podzemne vode so naslednji podatki, ki jih upoštevamo pri določanju prioritete obnove. Vsi ti podatki so upoštevani pri izračunu izkazanega tveganja za posamezne evidentirane nevarnosti v skladu z metodo minimalnega tveganja, ki je podrobneje razložena v poglavju 2.6.3.

Pri oceni stanja smo določili dejansko ocenjeno vrednost npr. – eksfiltracije (Wolf, 2008), ali možnosti porušitve (Stein, 2005).. in jo točkovali po enotnem kriteriju. Šele v naslednjem koraku smo tako dobljene vrednosti normirali na maksimalno vrednost 10 točk.

Predstavitev rezultatov analize v GIS okolju – ugotovljeno stanje kanalizacijskega sistema po različnih kriterijih je predstavljeno po posameznih korakih v nadaljevanju.

4.7.1 Eksfiltracija in infiltracija vode – netesnost

Eksfiltracijo vode v okolje smo določili glede na izhodišča podana v točki 4.4.3 - eksfiltracija. Ocenjena vrednost (slika 37) je bila določena na osnovi ocene eksfiltracije v raziskavi Blackwood-a (2006) in Wolf-a (2008). Sama velikost ocene (absolutna vrednost) v tem primeru ni igrala posebne vloge, saj smo vse evidentirane poškodbe ocenjevali po enakem kriteriju, in vrednosti kasneje normirali na skalo z vrednostmi od 1 do 10 (relativna vrednost), tako da je bilo možno izvesti primerjavo in vrednotenje z ostalimi normiranimi vrednostmi tveganja, ki so bile ugotovljene za druge sklope nevarnosti. Kot je bilo že omenjeno se dejansko težo eksfiltracije na celotno tveganje določi z utežmi, pri končnem izračunu tveganja za posamezno izkazano poškodbo in cevovodni odsek kot celoto (slika 41).



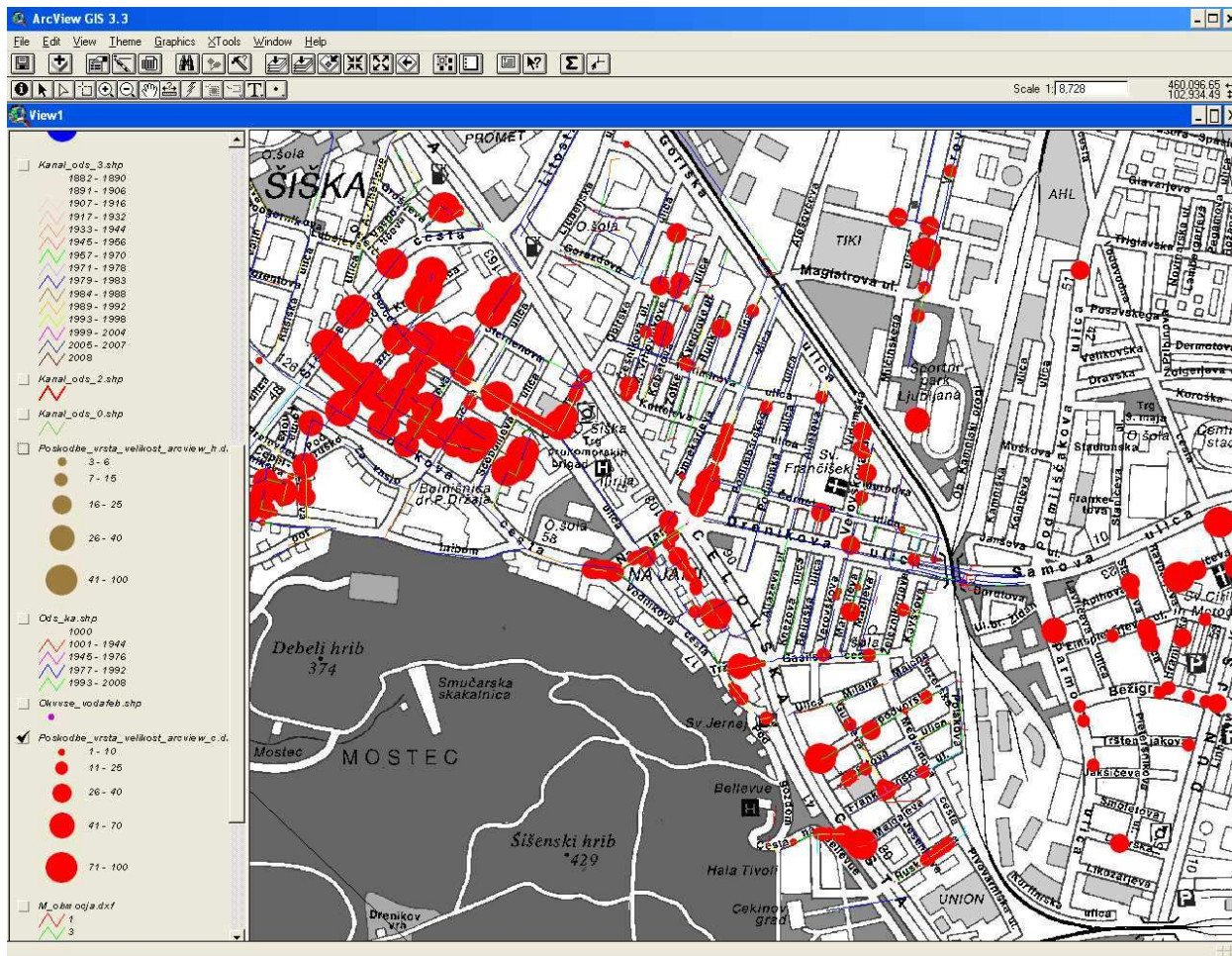
Slika 37: Ocenjeno tveganje zaradi netesnosti kanalizacije - model Šiška 2008

Fig. 37: Evaluated risk for non-tight pipelines – Šiška model 2008

4.7.2 Slabo stanje sistema

Slabo stanje sistema ima lahko za posledico sesutje cevovoda, zmanjšanje hidravlične prevodnosti, predvsem pa kaže na kratko preostalo življenjsko dobo kanala. Zelo pomemben parameter je % korozije za betonske cevi. Netesnosti, ki so sicer upoštevane pri nevarnostih onesnaženja zaradi posledic netesnosti, imajo lahko neposredno povezavo s stanjem sistema, če so vzroki netesnosti razpoke, odkrušen material itd. Ker nismo želeli iste evidentirane napake dvakrat točkovati, smo v primeru dvojne nevarnosti določili netesnost kot prioriteto. To dejstvo upoštevamo pri določitvi uteži za posamezne vrste okvar. Večja skupna nevarnost – višja utež, ki se uporabi za primerjavo med vrstami nevarnosti. Škodni potencial je bil tu

enak za vse kanalske odseke, ki so potekali v javnem cestišču, z izjemo dveh odsekov, ki sta potekala v neposredni bližini obstoječih starejših objektov.

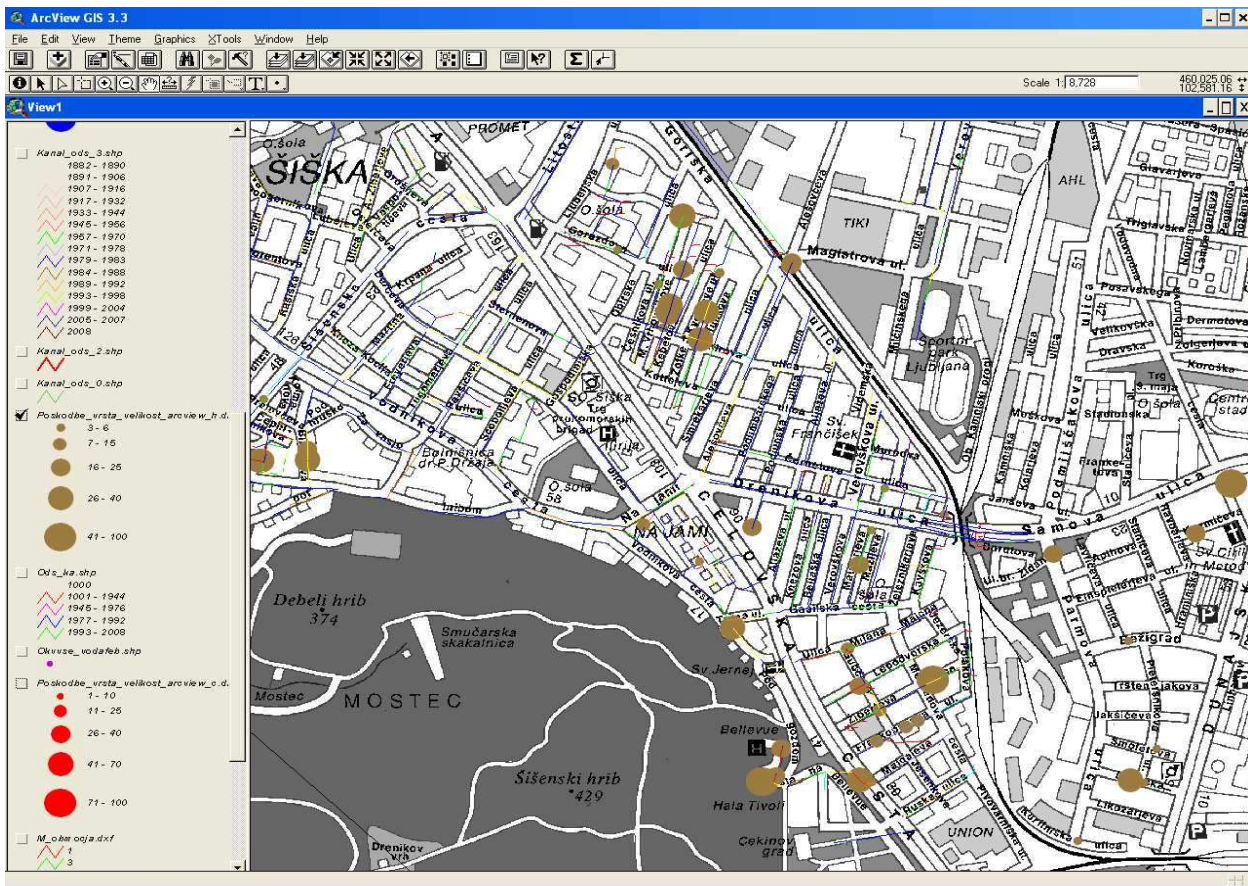


Slika 38: Ocenjeno tveganje zaradi slabega stanja cevovodov – model Šiška 2008

Fig. 38: Evaluated risk because of sewer pipelines bad condition – Šiška model 2008

4.7.3 Nedelovanje – neželeni dogodki na sistemu

Neželeni dogodki, kot so vraščanje korenin v cevovod, sifoni, sploščitve, zastajanje materiala, odlaganje maščob ... običajno povzročajo zmanjšanje hidravlične prevodnosti ali pa nakazujejo konstrukcijske napake, ki so posledica napačnega izbora materiala ali slabe izvedbe (kot na primer slabo utrjen, zbit obsip kanalske cevi pri vgradnji). Škodni potencial je bil določen glede na globino vkopanega kanala in možnostjo vtoka onesnažene odpadne komunalne vode v kletne prostore priključenih objektov. Primer je prikazan na sliki 39.



Slika 39: Ocenjeno tveganje zaradi neželenih dogodkov na kanal. sistemu – model Šiška 2008

Fig. 39: Evaluated risk because of unwanted events – Šiška model 2008

4.7.4 Hidravlična prevodnost

Prevodnost kanalizacije se ugotavlja s hidravličnim izračunom. Ker pa se kanalski sistem spreminja, tako glede obremenitve, kot realne prevodnosti cevovoda, se stanje ugotavlja tudi pri pregledu oz. beleženju neželenih dogodkov na omrežju (preplavitve). Rezultati hidravličnega izračuna se upoštevajo neposredno pri izdelavi projektne dokumentacije, zato se kriterij izdelane dokumentacije delno pokriva s prioriteta določenimi s hidravličnim izračunom. Medsebojno sovpadanje eliminiramo. Zadnji hidravlični izračun za celotno kanalizacijsko omrežje mesta Ljubljana je bil noveliran leta 2001. Posamezni odseki, se hidravlično preverjajo redno ob nastalih težavah oz. pri predvidenih novogradnjah objektov in sosešk. Predvidena je novelacija in kalibriranje kanalizacijskega sistema z novim programskim orodjem MIKE URBAN CS – SWMM, DHI 2006 v letu 2009 – 2011.

4.7.5 Predvidena obnova drugih komunalnih vodov

Zaradi časovnega usklajevanja gradbenih posegov in nižjih stroškov gradbenih del smo pri odločanju o rehabilitaciji kanalizacijskega omrežja upoštevali predvideno izgradnjo in obnovo kanalizacije na tistih odsekih, kjer bi bilo zaradi gradnje kanalizacije prizadeto tudi vodovodno omrežje. Predpostavljamo, da v vplivnem območju predvidene kanalizacije, ki jo obnavljamo na klasični način, ležijo vsi tisti vodovodni odseki, ki so od osi kanala oddaljeni do 1,5 m. S programom ArcView smo izbrali tiste vodovodne odseke, ki od predvidene kanalizacije niso oddaljeni več kot 1,5 m. Globino vkopanega kanala tu nismo upoštevali, je pa predvideno, a se tudi to upošteva v prihodnje. Določen faktor uteži drugega reda je tu upoštevan kot 1.2 (je v bližini) ali 1 (izven vplivnega območja). Za ostale predvidene komunalne vode (plinovod, elektrika visoka napetost, elektrika nizka napetost v kinetah, Ptt. v kinetah, toplovod), ki zasedejo več prostora v zemljišču se določi prioriteta obnove glede na dejanski vpliv – prečenje, varovanje obstoječega cevovoda.. – v skladu s točko 2 in 3 preglednice 4, str. 142. Upoštevana je tudi možnost vpliva izgradnje ali obnove drugih komunalnih vodov na obstoječi kanalizacijski odsek. V kolikor obstoječega voda ni mogoče varovati ali kasneje obnoviti, se oobnovi kanalskega odseka odloči glede na njegovo stanje in starost.

4.7.6 Že predvidena obnova kanala, obstoječa projektna dokumentacija

Pri odločanju o obnovi kanalizacijskega omrežja smo upoštevali tudi že izdelano projektno dokumentacijo za obnovo kanalizacije. Zgolj izdelana projektna dokumentacija sicer ne more vplivati na to, ali bomo določen kanalski odsek obnovili ali ne, vendar je tudi projektna dokumentacija izdelana le za tiste odseke, za katere je bilo ugotovljeno dejansko slabo stanje kanala. Postopki od izdelave projektne dokumentacije, pridobitve vseh soglasij in dovoljenj ter zagotovitve potrebnih finančnih sredstev so dolgotrajni, saj mine od zasnove do začetka gradbenih del tudi več kot 10 let. Z vidika hitrosti gradnje in možnosti usklajevanja obnove kanala z drugimi komunalnimi vodi torej ni nepomembno, ali so izvedbeni projekti že pripravljeni in lahko relativno hitro začnemo z gradnjo. Ta kriterij je bil upoštevan v drugem koraku izbora (uteži drugega reda), ko je bil znan rang tveganja posameznih kanalizacijskih odsekov. Že izdelana projektna dokumentacija namreč zvišuje verjetnost izvedbe v krajšem časovnem obdobju.

4.8 Uporaba geografskega informacijskega sistema za analize in odločanje – povzetek opisanih postopkov

Geografski informacijski sistem je nepogrešljiv pripomoček za strokovno podprto načrtovanje primerne strategije nadzora in vzdrževanja ter rehabilitacije kanalizacijskega omrežja. Na podlagi shranjene zgodovine dogodkov, ki je z vzpostavljenim geografskim informacijskim sistemom hitro dostopna, pa lahko učinkovitost nadzora, vzdrževanja in rehabilitacije kanalizacijskega omrežja periodično ocenjujemo, izboljšujemo in prilagajamo danim razmeram na različnih ravneh. Vizualna predstavitev podatkov je zelo pomemben element pri oceni stanja in lažjem odločanju ter primerjanju podatkov med seboj.

Vseh ugotovljenih okvar in nepravilnosti kanalizacijskega omrežja ni moč odpraviti naenkrat, niti to ne bi bilo smiselno, zaradi omejenih proračunskih možnosti lastnika oz. upravljavca ter omejenih zmogljivosti usposobljenega osebja in delovnih sredstev. Zato je treba rehabilitacijske ukrepe določiti selektivno v skladu z razpoložljivimi sredstvi.

Pri tem nam je nudil učinkovito podporo vzpostavljen geografski informacijski sistem, s katerim lahko:

a) analiziramo in ocenjujemo stanje:

- celotnega kanalizacijskega sistema,
- posameznih delov sistema (prispevna območja),
- posameznih tipov kanalov (glede na vrsto materiala, premer, starost, pogostost okvar...),
- posameznih odsekov.

b) odločamo o kratkoročnih ukrepih:

- pogostosti nadzora kanalizacijskega omrežja,
- nujnih vzdrževalnih ukrepov,

c) analiziramo stroške povezane z okvarami,

d) na podlagi izbranih kriterijev odločamo o srednjeročnih in dolgoročnih rehabilitacijskih ukrepih in predvidenih potrebnih sredstvih za izvedbo teh ukrepov.

4.8.1 Odločanje na operativni ravni

Na operativni ravni smo uporabili zasnovan informacijski sistem za odločanje o prihodnjem nadzoru in vzdrževanju kanalizacijskega omrežja. Podali smo konkretne predloge o pogostosti

nadzora in prednostni odpravi izgub na najbolj kritičnih merilnih območjih. Predloge je mogoče takoj udejanjiti.

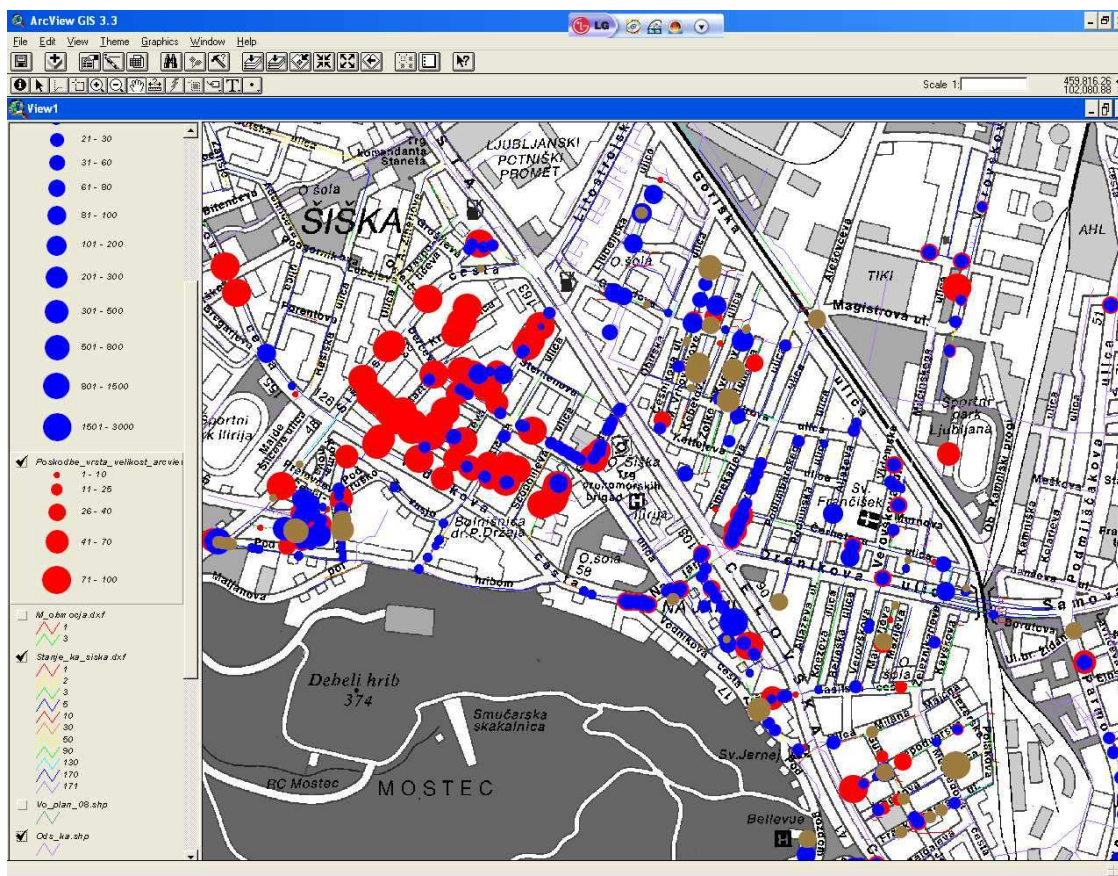
4.8.2 Kratkoročno in srednjeročno odločanje

Zasnovan informacijski sistem vsebuje vse tiste podatke, ki so nujni za kratkoročno in srednjeročno odločanje o rehabilitaciji kanalizacijskega omrežja. Implementacija izbranih kriterijev v obravnavani geografski informacijski sistem pa nam omogoča, da odločanje o rehabilitaciji optimiramo. V konkretnem primeru smo pomen vseh izbranih kriterijev ovrednotili in točke tveganja ovrednotili z normiranim sistemom točkovanja ter jih s programskim orodjem ArcView pripisali posameznim kanalskim odsekom.

4.8.3 Rangirane poškodbe glede na skupno vrednost tveganja.

Velikost posameznega kroga, ki je atributni podatek (slika 71), prikazuje absolutno ocenjeno vrednost evidentirane poškodbe npr: iztok 200 ml/dan onesnažene komunalne vode za ugotovljeno netesnost – moder krog, ali npr.: korozija 70% stene in odkrušen spoj za vrednost 150 enot za ugotovljeno strukturno poškodbo... V kombinaciji z izkazanim škodnim potencialom, ki je lahko določen na osnovi sovpadanja v območje nekega poligona – npr vodovarstvenega območja, določimo dejansko vrednost tveganja. Tako izračunane vrednosti nato kalibriramo z utežmi za posamezne sklope nevarnosti. Te absolutne vrednosti nato normiramo na skupni imenovalec in maksimalno vrednost 10. Za tako normirane vrednosti izkazanega tveganja nam posamezne barve krogcev predstavljajo skupno doseženo stopnjo tveganja (slika 41) in ne več vrsto in velikost nevarnosti (slika 40). Skupno tveganje za kanalski odsek (vsota vseh ugotovljenih normiranih tveganj na kanalskem odseku - tveganje/m) nam da v naslednjem koraku rang (št. doseženih točk) posameznih kanalskih odsekov potrebnih obnove.

Kanalizacijskih odsekov, ki glede na izbrane kriterije dosegajo 0-7 točk, v bližnji prihodnosti še ne bo treba obnoviti, čeprav že predstavljajo tveganja za okolje in človeka. Odseke, ki so zbrali od 7 do 10 točk pa bo potrebno čim prej obnoviti. Za odseke, ki so dosegli nad 10 točk je optimalni čas za obnovo že potekel in jih je treba nujno obnoviti (preglednica 10). Na podlagi navedenih ugotovitev smo izdelali predlog obnove kanalizacijskega omrežja, kot je prikazan na sliki 42, v katerem smo najbolj kritične odseke že smiselno povezali (ulica).



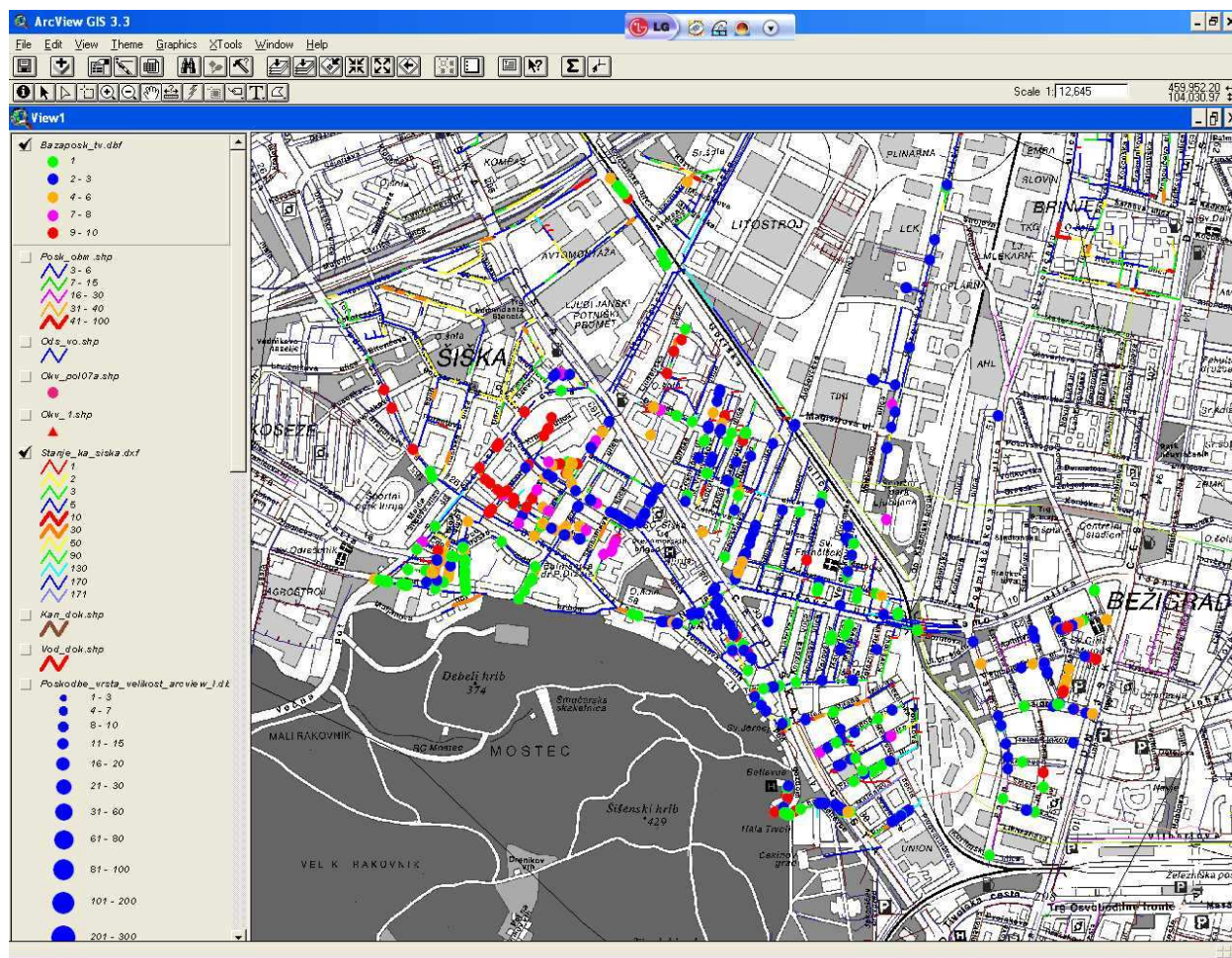
Slika 40: Vrednotenje tveganja glede na vplivne faktorje izkazanih nevarnosti (še ni normiranih vrednosti)

Fig. 40: Estimated risk calculated for three different estimated fields

Preglednica 10: Priporočeno ukrepanje na osnovi skupnega ugotovljenega tveganja za kanalski odsek

Table 10: Recommended actions based on evaluated total risk for sewer pipe

Javna kanalizacija - orientacijske vrednosti tveganja		
Obseg tveganja	točkovanje	Predlog obravnave
nizko tveganje	< 7	ohranjati stanje
srednje tveganje	7 do 10	izboljšanje stanja
visoko tveganje	> 10	nujen poseg

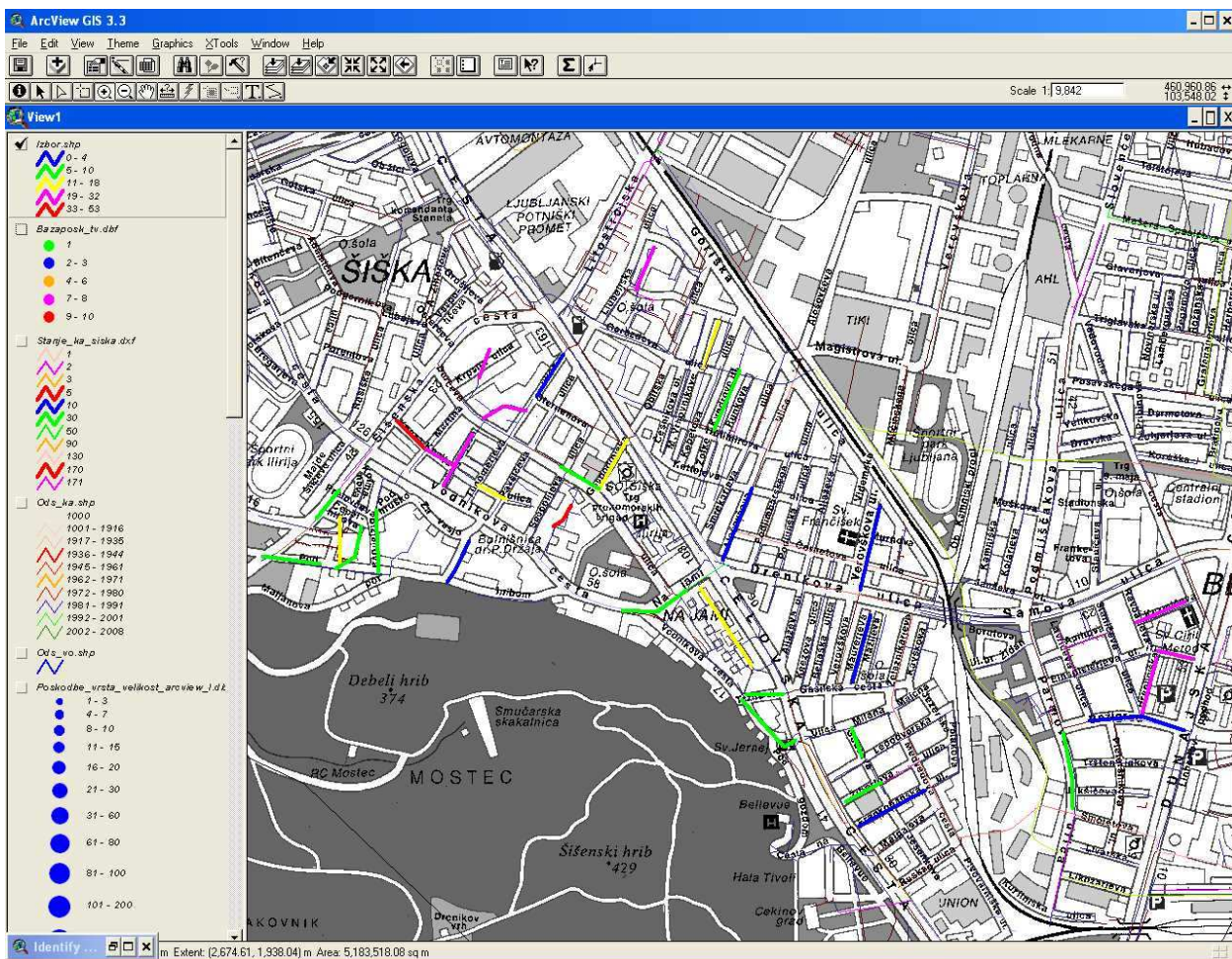


Slika 41: Normirane vrednosti za izkazana tveganja na kanalizacijskem sistemu – model Šiška
Fig. 41: Normalised risk values for Šiška sewer model 2008

V nadaljnjem procesu optimizacije in določanja dodatnih kriterijev prioritete obnove v skladu s tabelo 6, bo treba s hidravličnim modelom še preveriti, kako nujno je treba premere izbranih odsekov spremeniti (hidravlični izračun ja tudi samostojen kriterij določanja prioritete obnove), kakšen je najustreznejši način za rehabilitacijo izbranih odsekov (AHP klasifikacija) in zagotoviti finančne sredstva in planske okvire za obnovo izbranih odsekov.

Če primerjamo izbrane odseke z določeno najvišjo prioriteto obnove in odseke z ocenjenim najnižjim razredom stanja vidimo, da se odseki ne ujemajo najbolje. Za predvideno obnovo v srednjeročnem obdobju 5 let so izbrani enaki odseki, le prioritete so določene drugače. Pri metodi minimalnega tveganja so odseki, ki izkazujejo tveganje za onesnaženje okolja višje rangirani, kot le odseki, kjer je izkazana visoka stopnja korozije ali razpoke po temenu (razred stanja v skladu s smernicami ATV višje rangira slabo stanje cevovoda).

Kdaj je obnova kanalskega odseka smotrna z ekonomskega vidika je še vedno težko določiti, ker imajo ocenjeni podatki zelo širok razpon vrednosti in možnih zelenih učinkov. Govorimo lahko o kategorijah ocene tveganja – pesimistična, realistična in optimistična ocena tveganja in posledično o višini potencialnih stroškov v primeru havarije (onesnaženje, porušitev, preplavitve). Z vidika zakonodaje je nedvoumno zahtevano, da je potrebno ohraniti kanalizacijski sistem v tesnem stanju zaradi potencialno možnega onesnaženja.



Slika 42: Predlog prioritete obnove omrežja – na osnovi izkazanega skupnega tveganja stanja za posamezne kanalizacijske odseke

Fig. 42: Suggested priorities for sewer rehabilitation according to total maximum evaluated failure risk per meter of pipeline sections

Z doslednim upoštevanjem z zakonom določenih zahtev po tesnosti, so upravljavci kanalizacijskega sistema v vsakem primeru primorani v obnovo kanalskega cevovoda že pred

možno dejansko iztrošenostjo cevovoda kot objekta, ki se lahko poruši. Po drugi strani, pa je dejansko eksfiltracijo nemogoče točno določiti, in lahko z obnovo kanalizacije odlašamo, dokler ne pride do bolj »opaznih« in motečih poškodb (porušitev cestišča nad porušenim kanalom, zalitje kletnih prostorov poslovnih stavb zaradi zamašitve kanalizacije...).

4.9 Strateško odločanje

Vzpostavljen geografski informacijski sistem omogoča tudi strateško odločanje, saj poleg ocene trenutnega stanja omrežja omogoča zajem podatkov, spremljanje in analiziranje trendov za daljša časovna obdobja. Trenutne omejitve pri strateškem odločanju so:

- dokumentirani podatki o okvarah so dostopni šele od leta 1994,
- podatki niso urejeni v digitalni obliki, primerni za uporabo v GIS,
- kataster kanalizacijskega omrežja v digitalni obliki je bil vzpostavljen leta 2003, podatki o nekaterih kanalih niso popolni (letnica vgradnje, vrsta materiala, ni sledljivosti starih kanalskih odsekov, ko se le ti obnovijo..),
- realni upad prihodkov in omejeni finančni viri za rehabilitacijo kanalizacijskega omrežja.

Z vzpostavljenim informacijskim sistemom lahko preverjamo pravilnost preteklih odločitev in izboljšujemo prihodnje odločitve. Kakovost odločanja o rehabilitaciji kanalizacijskega omrežja na strateški ravni bo z leti vedno boljša, saj bo baza podatkov vedno bolj zanesljiva in obsežna. Analizirati bo mogoče nize podatkov za vse daljša časovna obdobja, kar bo izboljšalo kakovost in zanesljivost napovedovanja dogodkov kot npr.:

- določanje krivulj staranja za različne cevne materiale,
- določanje stroškov za odprave okvar, če ne pride do rehabilitacije omrežja, predvsem pri tistih materialih, kjer se stopnja tveganja najhitreje povečuje,
- naraščanja ogroženosti vodnih virov, če ne pride do intenzivnejše odprave okvar ali rehabilitacije kanalizacijskega omrežja.

Na podlagi navedenih analiz in napovedi bo mogoče natančneje določiti življenjsko dobo posameznih vrst kanalizacijskih materialov, oceniti možnosti in načine rehabilitacije (čiščenje, sanacija, obnova po klasični metodi ali po metodah brez izkopa), potreben obseg rehabilitacije kanalizacijskega omrežja za daljše časovno obdobje in za to potrebna sredstva. Vzpostavljen informacijski sistem omogoča optimalno odločanje o rehabilitaciji kanalizacijskega omrežja

glede na upoštevane kriterije in na razpoložljiva finančna sredstva na kratkoročni, srednjeročni in dolgoročni ravni odločanja.

Načrtovanje rehabilitacijskih ukrepov mora biti del strateškega načrta lastnika oz. upravljavca kanalizacijskega omrežja z namenom določiti dolgoročno nujno potreben obseg rehabilitacijskih ukrepov in z njimi povezanih stroškov investiranja. Stroški investiranja so v tržno vodenih podjetjih odločilnega pomena za ohranjanje konkurenčnosti, v komunalnih podjetjih pa vplivajo predvsem na stanje (propadanje) komunalne infrastrukture in posledično generacijskega dolga. V obeh primerih sprejem napačnih investicijskih odločitev močno finančno obremenjuje podjetja, posledice takih odločitev so dolgoročne, zaradi časovne odmaknjenosti je težko ugotavljati, in dokazovati objektivno odgovornost posameznikov in popravljati ugotovljene napake. Rehabilitacijski ukrepi morajo biti vključeni v srednjeročni in dolgoročni finančni načrt podjetja. Iz finančnega načrta morajo biti jasno razvidni viri, način financiranja in dinamika izvedbe ukrepov, sicer še tako dobro strokovno utemeljene, tehnično in ekonomsko pretehtane rešitve v praksi niso izvedljive.

4.10 Ugotovitve in predlogi za nadaljnje delo

Ugotovitve

- a) Z zasnovanim konceptualnim modelom povezovanja podatkov na osnovi ocene tveganja smo zasnovali metodo učinkovitejšega odločanja pri nadzoru, vzdrževanju in rehabilitaciji kanalizacijskega omrežja. Model smo aplicirali na konkretnem geografskem informacijskem sistemu – testno območje Ljubljana - Šiška.
- b) Na podlagi statističnih podatkov o okvarah, starosti kanalov, vrstah materiala in premerov cevi so ugotovljene skupine kanalov, pri katerih se okvare najpogosteje pojavljajo. Za ljubljanski kanalski sistem smo izdelali model napovedovanja stopnje okvar za posamezne skupine kanalov glede na starost, vrsto materiala in premer cevi.
- c) Analizirali smo stroške obnove na dolžinsko enoto (m) kanalizacijskega omrežja za različne materiale in premere kanalskih cevi na mestnem in primestnem območju in vpliv izbora materiala na skupni strošek gradbenih del. Ocenili smo delež prihranka, če bi uporabili najcenejše materiale kanalizacijskih cevi namesto najdražjih. Trenutni prihranki zaradi izbora cenejših materialov pa lahko pomenijo pogostejše okvare v prihodnosti oz. krajšo pričakovano življenjsko dobo kanala in višje stroške vzdrževanja ter posledično višje celotne stroške investicije v življenjski dobi kanala.

- d) S prenosom podatkov o nevarnostih in škodnih potencialih v digitalno bazo podatkov smo z geografskim informacijskim sistemom analizirali in prikazali odseke z različnimi stopnjami tveganja za okolje in človeka. Določili smo najbolj kritične odseke, ki jih je treba zaradi zelo visoke stopnje tveganja prednostno obnoviti. Določili smo prioritete obnove kanalizacijskih odsekov.
- e) Prikazali smo, da omogoča vzpostavljen geografski informacijski sistem implementacijo priznanih strokovnih kriterijev in najnovejših metod za rehabilitacijo kanalizacijskega omrežja in na njihovi osnovi tudi srednjeročno in strateško načrtovanje rehabilitacijskih ukrepov.
- f) Z analizo trendov staranja omrežja in napovedovanja odpovedi v prihodnje smo ocenili predviden obseg obnov in potrebna razpoložljiva sredstva za obnovo obstoječega kanalizacijskega omrežja v naslednjem srednjeročnem obdobju.
- g) Z uporabo večkriterijske analize (metoda AHP) smo določili optimalno metodo obnove za izbrane kanalske odseke in tako optimirali izvedbo obnove.
- h) Z uporabo zasnovanega modela načrtovanja rehabilitacije kanalizacijskega omrežja smo nakazali šibke točke in neekonomičnosti dosedanje prakse ter podali smernice za optimalno načrtovanje rehabilitacije tako z vidika nižanja obratovalnih in vzdrževalnih stroškov sistema, kot z vidika zmanjševanja tveganja nastopa neželenih dogodkov in nedelovanja sistema.

Predlogi

Z namenom, da bi zmanjšali pogostost okvar v prihodnosti, predlagamo, da se uporaba prikazanega modela preseli v redno prakso. Za pomoč pri optimalnem odločanju o načinih rehabilitacije kanalizacijskega omrežja bo potrebno na osnovi testnega modela pristopiti k izgradnji baze podatkov za celotno kanalizacijsko omrežje in na osnovi pridobljenih podatkov izdelati analizo stanja in izvesti določitev prioritete rehabilitacije.

Poleg tega predlagamo še:

- Beleženje neželenih dogodkov na sistemu – vzpostaviti GIS bazo podatkov,
- Načrtovanje selektivnih pregledov s kamero – za bolj ažurno sliko stanja omrežja, ustrezno prirediti pravilnike in uredbe, da bo to omogočeno – novejša kanala pregledovati z nižjo frekvenco in samo vzorčnimi pregledi, starejše in kritične odseke bolj pogosto,

- Na krajša časovna obdobja stalno pregledovati vzorčne – referenčne kanalske odseke za določanje trendov in krivulj staranja omrežja,
- Beleženje in določanje kritičnih odsekov za delovanje kanalizacijskega omrežja (konstrukcijske napake, slabe tehnične rešitve, nedelovanje, preobremenjenost) in jih povezati z bazo GIS o stanju sistema,
- Izvesti analizo onesnaženosti okoliške zemljine pri evidentiranih poškodbah ob izvedbi rehabilitacije oz. obnove v različnih globinah od vira onesnaženja (ugotavljanje dejanskega vpliva na podtalje – evidentirane nevarnosti),
- Izdelati orodja za avtomatsko klasificiranje TV pregledov kanalskih odsekov v skladu s standardom EN 13508 – po metodi minimalnega tveganja,
- Ugotoviti korelacijo med posameznimi lastnostmi kanalizacijskega odseka in evidentiranimi poškodbami.

5.0 ZAKLJUČEK

Upravljanja današnjih kanalizacijskih sistemov si zaradi kompleksnosti problematike ne moremo več zamišljati brez uporabe sistemov vodenja kakovosti, računalniško podprtih metod vrednotenja in klasificiranja ter izvajanja primerjanja z najboljšimi na področju odvoda odpadne vode, stalnih izboljšav ter optimizacije procesov. S komunalnim sistemom lahko učinkovito upravljamo in gospodarimo samo, če dobro poznamo delovanje posameznih delov sistema in sistema kot celote, stanje njegovih sestavnih delov in povezav med njimi.

Kanalizacijski sistem je v funkcionalnem smislu nedeljiva celota, kar pomeni, da del sistema ne more obratovati samostojno brez povezave z drugimi deli (črpališča, omrežje, čistilne naprave). Hkrati pa kanalizacijski sistem ni homogen, saj je sestavljen iz različnih elementov, ti pa so iz različnih materialov, različne starosti in kakovosti. V nalogi smo prikazali, da je stanje posameznih delov kanalizacijskega omrežja zelo različno. Heterogenost zahteva zato različen, dejanskemu stanju prilagojen pristop k nadzoru, vzdrževanju in rehabilitaciji omrežja, če želimo, da bo upravljanje s sistemom učinkovito in ekonomično.

Dogajanja na področju rehabilitacije kanalizacijskih in vodovodnih omrežij se v svetovnem merilu naglo razvijajo, zato smo pripravili pregled razvojnih smernic in prikazali način, kako bi bilo mogoče na konkretnem primeru te novosti tudi postopoma uvesti v prakso. Razvili smo svoj model analize stanja kanalskega sistema po metodi minimalnega tveganja.

Z nalogo smo dokazali, da je zasnovan konceptualni model za podporo odločanja na področju nadzora, vzdrževanja in rehabilitacije kanalizacijskega omrežja zelo uporaben in predstavlja ključno orodje za analizo in oceno stanja ter uspešno in učinkovito rehabilitacijo kanalizacijskih sistemov. Model združuje podatke različnih podatkovnih virov, omogoča osveževanje in nadgrajevanje sistema z novimi parametri, kar povečuje njegovo kakovost in uporabnost za različne uporabnike. Odprta zasnova modela omogoča uvoz in izvoz podatkov v druge programe za podrobnejše statistične, grafične in ekonomske analize ter napovedovanje dogodkov.

Osrednji del modela je baza podatkov v geografskem informacijskem sistemu, ki nudi možnosti prostorske analize podatkov in odnosov med njimi ter odpira poti do novih spoznanj o kanalizacijskem sistemu. Z geografskim informacijskim sistemom smo izluščili iz množice podatkov konkretna območja in odseke, ki izstopajo po številu okvar, izkazanem tveganju za okolje in človeka in drugih značilnostih.

Analizirali in ocenili smo stroške vzdrževanja, rehabilitacije, odprave okvar in posrednih družbenih stroškov. Prikazali smo, kako ti stroški naraščajo v odvisnosti od stopnje okvar in velikosti premera kanala. Uporabili smo metodo AHP za izbor najprimernejše metode rehabilitacije kanalskih odsekov na operativni ravni odločanja.

Na praktičnem primeru modela kanalizacijskega omrežja na področju Šiške – Ljubljana, smo prikazali, kako lahko uporabnik na podlagi izbranih kriterijev za rehabilitacijo kanalizacijskega omrežja načrtuje in sprejema optimalne rehabilitacijske ukrepe. Konkretni rezultati naloge omogočajo prehod od strategije gašenja požarov in načina nadzora omrežja k učinkovitejšemu dinamičnemu načinu rehabilitacije in ohranjanja vrednosti substance cevovodov, temelječem na analizi dejanskega stanja kanalizacijskega omrežja in izkazanega tveganja nepravilnega delovanja.

Predstavljeni model se je delno v praksi že pokazal za učinkovito analitsko orodje, ki postavlja nove temelje za povečanje učinkovitosti pri upravljanju rehabilitacije kanalizacijskega omrežja ter strateškem odločanju o rehabilitaciji omrežja. Zasnovani model nudi močno podporo pri sprejemanju in utemeljevanju zahtevnih odločitev o obnovi posameznih kanalskih odsekov s tehničnega in ekonomskega vidika. Naloga povzema najnovejše ugotovitve stroke in dobre inženirske prakse, jih dopolnjuje z lastnimi izkušnjami in rešitvami ter jih aplicira na konkretnem primeru.

6.0 POVZETEK

Novi pristopi na področju rehabilitacije kanalizacijskih in vodovodnih omrežij se v svetu naglo razvijajo in spreminjajo. Obstaja veliko različnih metod in strategij obnove kanalizacijskega omrežja, ki se med seboj razlikujejo. Za potrebe rehabilitacije Ljubljanskega kanalizacijskega sistema in določanja prioritete obnove smo zasnovali metodo določanja prioritete obnove na osnovi ugotovljenega tveganja, ki ga kanalski odsek predstavlja za človeka in okolje ter prikazali način, kako bi bilo mogoče na konkretnem primeru, te novosti tudi postopoma uvesti v prakso.

Z nalogo smo dokazali, da je zasnovan konceptualni model za podporo odločanja na področju nadzora, vzdrževanja in rehabilitacije kanalizacijskega omrežja zelo uporaben in predstavlja ključno orodje za analizo in oceno stanja ter uspešno in učinkovito rehabilitacijo kanalizacijskih sistemov. Metoda ocene tveganja uporablja podatke iz različnih podatkovnih virov, omogoča osveževanje in nadgrajevanje sistema z novimi parametri, kar povečuje njegovo kakovost in uporabnost za različne uporabnike. Odprta zasnova modela omogoča uvoz in izvoz podatkov v druge programe za podrobnejše statistične, grafične in ekonomske analize ter napovedovanje dogodkov.

Osrednji del modela je geografski informacijski sistem, ki nudi možnosti prostorske analize podatkov in odnosov med njimi ter odpira poti do novih spoznanj o kanalizacijskem sistemu. Z geografskim informacijskim sistemom smo izluščili iz množice podatkov konkretna območja in odseke, ki izstopajo po številu okvar, izkazanem tveganju za okolje in človeka in drugih značilnostih.

Analizirali in ocenili smo stroške vzdrževanja, rehabilitacije, odprave okvar in posrednih družbenih stroškov. Prikazali smo kako ti stroški naraščajo v odvisnosti od stopnje okvar in velikosti premera kanala. Uporabili smo metodo AHP za izbor najprimernejše metode rehabilitacije kanalskih odsekov na operativni ravni odločanja.

Na praktičnem primeru smo prikazali, kako lahko uporabnik na podlagi izbranih kriterijev za rehabilitacijo kanalizacijskega omrežja načrtuje in sprejema optimalne rehabilitacijske ukrepe. Konkretni rezultati naloge omogočajo prehod od strategije gašenja požarov k učinkovitejšemu dinamičnemu načinu rehabilitacije in ohranjanja vrednosti kanalizacijskega sistema, temelječem na analizi dejanskega stanja kanalizacijskega omrežja in ugotovljenega tveganja njegovega nepravilnega delovanja.

7.0 SUMMARY

New approaches for rehabilitation of sewer and water distribution systems are developing fast in the world. There exist many different methods and strategies. For defining priorities of Ljubljana sewer rehabilitation needs, we developed methodology based on risk estimation of sewer sections according to potential damage that unsufficiently working sewer section can cause to the human and environment. On Šiška test model was this concept successfully used.

With this thesis we proved, that for decision process in control, maintenance and rehabilitation of sewer system, developed methodology is very useful and represents the key tool for analysis and effective rehabilitation of sewer system. Data from different sources and structure can be used and the database can be expanded as needed, thus improving its usefulness and quality for enduser. Basic part of method is GIS based database and GIS tools enabling spatial analysis of data.

With help of GIS system and ArcView software we selected sections of sewer system that proved greatest risk. We analysed and evaluated cost of maintenance, repair, rehabilitation and socio-economic consequences. On practical example of Šiška model we demonstrated how can user, on the base of evaluated data, make an optimal decision for sewer system rehabilitation.

Practical results have established ground for moving from responding strategy to more effective pro-active rehabilitation strategies. This is possible due to sewer system state knowledge and estimated influence on environment and human. Additionally AHP multicriterion evaluation method was used to determine best possible optimal rehabilitation technique.

VIRI

Adamović, P., Dunović Č., Nahod M.M. 2007. Expert Choice Model for choosing appropriate trenchless method for pipe laying. Zagreb, Tehničko veleučilište u Zagrebu, Stručni studij graditeljstva: 17 str.

Aidan, A.C., Rueedi J., Taylor R. 2005. The Effects of sewer leakage on urban groundwater systems. Guildford, Robens Centre for Public and Environmental Health, University of Surrey: 34 str.

AISUWRS - Assessing and Improving the Sustainability of Urban Water Resources and Systems.

http://cordis.europa.eu/data/PROJ_FP5 (4.6.2006).

Alegre, H. 2006. The role of performance assessment in decision support tools. Cost C18 WG2 Seminar. Lisbona, Laboratório Nacional de Engenharia Civil: 18 str.

Arras, U., Voett U., Wittland C. 2005. Sustainability and Socio-Economic Analysis of Urban Water Systems - Case Study Report for the City of Ljubljana. Wutha-Farnroda, GKW Group, Futuretec GmbH: 65 str.

ATV. 2001. Sanierungsstrategien für öffentliche Kanäle. Arbeitsbericht der ad-hoc-Arbeitsgruppe der ATV. Hennef, GFA Verlag: 23 str.

ATV-DVWK-Regelwerk, Arbeitsblatt ATV - A 133. 1996, Erfassung, Bewertung und Fortschreibung des Vermögens kommunaler Entwässerungseinrichtungen. Hennef, GFA Verlag: 38 str.

ATV-DVWK-Regelwerk, Arbeitsblatt ATV - M 149. 1999. Zustandserfassung klassifizierung und bewertung von Entwässerungssystemen außerhalb von Gebäuden. Hennef, GFA Verlag: 40 str.

Baur, R. 2001. Selektive Inspektionsplanung und prognostische Sanierungsstrategien für Abwassernetze. Dresden, Technische Universität Dresden: 89 str.

Baur, R., Hörold S. 2001. Verbesserte Inspektionsplanung durch Alterungsprognose von, Abwasserkanaltypen. Dresden, Technische *Universität* Dresden: 7 str.

<http://www.aqua-ingenieure.de> (6.7.2007)

Baur, R., Zielichowski W., 2004. Statistical Analysis of Inspection Data for the Asset Management of Sewer Networks. EU project – CARE-S. Dresden, Technische Universität Dresden,: 21 str.

Bettina, F. 2005. Nutzungsdauer von Abwasserkanal-Systemen. Bonn, Fachvereinigung Betonrohre und Stahlbetonrohre (FBS): 8 str.

Blažo, Đ., Matjaž M. 2004. Preventivno obvladovanje tveganj zaradi naravnih, nevarnosti – postopki v alpskih državah in Sloveniji. Ljubljana, Acta hydrotechnica 22/36: 19 str..

Brancelj, I. R., Smrekar A., Kladnik D., (ur.). 2005. Podtalnica Ljubljanskega polja. Ljubljana, Založba ZRC: 251 str..

Breysee, D., Vasconcelos E., Le Gauffe P. 2007. Decision making in sewer maintenance strategies: simulation as a practical tool. International Journal on Risk Assessment and Maintenance Bordeaux. Bordeaux , Université Bordeaux: 15 str.

Brglez, N. 2007. Sodobne metode vzdrževanja in sanacije kanalizacijskih sistemov. Diplomski naloga. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Oddelek za gradbeništvo, Komunalna smer: 97 str.

Brilly, M., Jamnik, B., Bračič-Železnik, B. 2002. Zaščita vodnih virov in vizija oskrbe s pitno vodo v Ljubljani. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo: 208 str.

Burkhard, R., Lakehal Gonzales S. 2006. Sewer rehabilitation planning – priority and cost planning using GIS. Water Practice & Technology Vol 1 No 1. London, IWA Publishing: 9 str.

Burkhard, R., Zemp C. 2006. GIS-basierte Mehrjahresplanung zur Werterhaltung des Kanalnetzes der Stadt Zürich. Zürich, Universität Zürich-Irchel: 15 str.

Butler, D., Davies J. 2000. Urban Drainage. New York, F & FN Spon, str.: 366 – 372.

CARE – S - Computer Aided Rehabilitation of Sewer Networks –Evropski raziskovalni projekt.

<http://care-s.unife.it> (5.6.2009)

Coelho S. T., Loureiro D. 2007. Public private partnership models for developing water utilities. IWA, LNEC - LESAM Leading Edge Asset Management. London, IWA Publishing: 17 str.

Coelho. 2007. Sustainable implementation of network analysis decision-making tools. 2nd Leading Edge Conference on Strategic Asset Management. London, IWA Publishing.: 15 str.

http://lesam2007.lnec.pt/pdfs/apresentacoes/dia19/topic6/Coelho_Loureiro_Alegre.pdf
(3.9.2009)

COST C18 – Performance assesment of urban infrastructure services: the case of water supply, wastewater and solid waste. Evropski raziskovalni projekt.

[http:// www.costc18.org](http://www.costc18.org). (14.2.2010)

COST C19 – Proactive Crisis Management of Urban Infrastructure, Evropski raziskovalni projekt.

http://simba.ifak-md.de/cost_c19. (14.2.2010)

Čančer, Vesna 2003. Analiza odločanja: Izbrana poglavja. Maribor, Univerza v Mariboru, Ekonomsko poslovna fakulteta: 65 str.

Čedo, M., Tejada-Guibert, J. A. 2001. Frontiers in Urban Water Managenet. London, IWA Publishing: 416 str.

Elachachi, M. 2007. Sewer assets maintenance management by three approaches: relative, risk based analysis, Markov process and probabilistic neural networks. International Forum on Engineering Decision Making, Third IFED Forum. Port Stephens, Australia, NSW: 15 str.

EPA, 2008. Draft guidelines for risk assesment of wastewater discharges to waterways.

Melbourne Victoria, EPA – VICTORIA Publication: 24 str.

[http://epanote2.epa.vic.gov.au/EPA/publications.nsf/2f1c2625731746aa4a256ce90001cb5/b1ee1266b6b0025eca25739a0001b5ee/\\$FILE/1209.pdf](http://epanote2.epa.vic.gov.au/EPA/publications.nsf/2f1c2625731746aa4a256ce90001cb5/b1ee1266b6b0025eca25739a0001b5ee/$FILE/1209.pdf) (2.2.2010)

Ernst, B. 2006. Langfristige Investitionsplanung, Handbuch zum Investitionsplanungstool, Version 3.0. Zollikon, Ernst Basler & Partner AG: 26 str.

http://www.eawag.ch/about/personen/homepages/maurer/infra/exercises/Handbuch_IPTool_Version_3_0.pdf (2.2.2009)

Fuchs, D. 2008. Instandhaltungsmanagement Wasserrohrnetze – Entscheidungsfindung Reparatur / Rehabilitation. Symposium Instandhaltung von Trinkwasser- und Abwasserleitungen. Graz, Institut für Siedlungswasserwirtschaft und Landschaftswasserbau TU Graz: 9 str.

<http://portal.tugraz.at/portal/page/portal/Files/i2150/download/Aktuelles/Symp.Reha/Folder%20Symposium%20Instandhaltung.pdf> (2.2.2009)

Girod, S. 2000. Kostenreduzierungen im Kanalbau durch innovative Herstellungstechnologien von Steinzeugrohren. Köln, Steinzeug Abwassersysteme GmbH: 5 str.

http://www.fitr.de/site/rohrbau_kongress/rohrbau_PDFs/II2_Girod_00.pdf (2.2.2009)

Graw, K. U. 2000. Erfahrungen im Umgang mit der Sanierungsplanung bei alter einheitlicher Bausubstanz. Leipzig, Universität Leipzig, Professur Grundbau und Wasserbau: 145 str.

Gruschwitz, C. 1999. Sanierungsplanung von Abwassernetzen - "ganzheitliche Betrachtung" der Vorgehensweise. Diplomska naloga. Leipzig, Wirtschaftswissenschaftliche Fakultät Universität Leipzig: 99 str.

Gspan, M. 2003. Tehnično ekonomska analiza stanja in predlog rehabilitacije vodovodnega omrežja. Magistrsko delo. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo: 141 str.

Halbach, U. 2000. Abwasserkosten 2000 für ostdeutsche Kommunen und Verbände.

Werdau, Institut für Abwasserwirtschaft Halbacht: 67 str.

Herz, R. 2000. Sanierungsbedarf und Sanierungsstrategien für Abwassernetze. Saarbrücken, AQUA-Ingenieure: 22 str.

Hommel, S. 2008. Das Grafische informations systems. Sachse, IRS-Sachsen: 7 str.

Hrovatin, N., (ur.). 2002. Strategija razvoja lokalnih gospodarskih javnih služb v Sloveniji. Ljubljana, Svetovalni center, d.o.o.:175 str.

Imhoff, K. 1999. Taschenbuch der Stadtentwässerung. 29. verbesserte Ausgabe. München, Verlag von R. Oldenbourg: 472 str.

Jansen, K. 2003. Strukturierung, Ermittlung und Ziele langfristiger Sanierungsstrategien nach ATV-DVWK M143/Teil 14. Hennef, GFA Verlag: 14 str.

Kienholz, H. 1998. Begriffsdefinitionen Naturgefahren. Bern, Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL): 74 str.

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

Kolar, J. Rismal, M., Skoberne, P. 1988. Kako deluje?: Človekovo okolje. Ljubljana, Tehniška založba Slovenije: 606 str.

Korving, H., Parkhi R.S. 2003. Coping with uncertainty in sewer system rehabilitation. Delft, Netherlands, Delft University of Technology, Department of Civil Engineering: 9 str.

Kristiansen, P., Hafskjold, L.F., Skaug, T., Sægrov, S. 2007. Strategic selection of materials for wastewater networks. 2nd Leading Edge Conference on Strategic Asset Management, LESAM. Lisbon, Portugal, LESAM: 15.

Lawa. 2005. Leitlinien zur Durchführung dynamischer Kostenvergleichsrechnungen (KVR-Leitlinien), 7. Auflage. Berlin, Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA), Kulturbuchverlag: 5 str.

Maleiner, F. 1998. Kanalizacijski sistemi in njihovo projektiranje. Seminarsko gradivo – skripta. Ljubljana: 34 str.

Matos R., Cardoso, A., Ashley, R., Duarte, P., Molinari, A., Schulz A. 2003. Performance Indicators for Wastewater Services. London, IWA Publishing: str. 192.

Matthew, J. M. 2003. Assessment of Groundwater Quality and Quantity impacts from sewer area expansion in Opewell township. Mercer county, New Jersey, Hopewell Township Committee: 96 str.

Maurer, M. 2007. Water Infrastructure Management. ETH- FS08. Eawag, Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology: 18 str.

Mazri, C., Nedelec, B., Deust C. 2007. A decision aid approach for risk assessment of dangerous goods logistics. First Decision Deck workshop. Luxembourg, Applied Mathematics Unit of the University of Luxembourg: 15 str.

Milojevic, N. 2008. Model saniranja kanalizacije za zaščito podzemnih voda. Simpozij Vodni dnevi 2008 - Portoroz, 15. - 16. Oktober 2008, Ljubljana, SDZV: 19 str

Mirkovič, N., Vižintin G. 2005. Ocena razmer v podzemni vodi Ljubljanskega polja in barja. Poročilo. Maribor, Zavod za zdravstveno varstvo Maribor, Inštitut za varstvo okolja, Ljubljana, Univerza Ljubljana, Naravoslovnotehniška fakulteta: 34 str.

Muller, K.P. 2005. Strategien zur Zustandserfassung von Kanalisationen. Doktorska disertacija. Aachen, Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule Aachen: str. 315.

Otterpohl, R. 2007. Wissenschaftliche Wirtschaftlichkeitsberechnung für ein dezentrales Abwasserbeseitigungskonzept der Gemeinde Welper, Hamburg. Hamburg, Technische Universität Hamburg, Institut für Abwasserwirtschaft und Gewässerschutz: 36 str.

Palaske, T. 2008. Lebensdauer von Kanalsanierungen. München, UmweltBau 3 | 08: str. 88 – 89.

Panjan, J. 1998. Temelji geografskega informacijskega sistema za vodovode in kanale v Sloveniji (za varstvo pred naravnimi in drugimi nesrečami), Ljubljana, Ujma, št. 12: str.

133-135.

Panjan, J. 2002. Odvodnjavanje onesnaženih voda : študijsko gradivo. Ljubljana, FGG, Inštitut za zdravstveno hidrotehniko: 91 str.

Panjan, J., 2005. Osnove zdravstveno hidrotehnične infrastrukture : vodovod in čiščenje pitnih voda, odvod in čiščenje onesnaženih voda in komunalni odpadki. univerzitetni učbenik, 2. izd.. Ljubljana, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo: 289 str.

Panjan, J., Rakar A. Vahtar M. 2002. Komunalni sistemi in prostorski razvoj Slovenije. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, FGG, Inštitut za zdravstveno hidrotehniko: 121 str.

Panjan, J.1999. Osnove zaščite voda: študijsko gradivo. Ljubljana, FGG, Inštitut za zdravstveno hidrotehniko: 93 str.

Peskin, H. M., Seskin E. P. 1975. Cost-Benefit Analysis and Water Pollution Policy. Washington, The Urban Institute: 370 str.

Poslovni načrt JP VO-KA za leto 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, Ljubljana, JP VO-KA

Rakar, A. 2008. Komunalno gospodarstvo in gradbena zakonodaja: študijsko gradivo. Ljubljana, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo: 45 str.

RAL, 1996. Die wirtschaftliche Bedeutung des Guteschutzes beim Bau von Abwasserkanalen. Sankt Augustin, RAL: 37 str.

RAL, 2009. Gütesicherung & Qualitätsmanagement, Gütesicherung & Qualitätsmanagement, reklamni oglas. Sankt Augustin, RAL: 3 str.

Reinhard, F. S., Bertha-von-Suttner-Weg. 2007. Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen zur nachhaltigen Sanierung abwassertechnischer Anlagen. Symposium zur Nachhaltigkeit von abwassertechnischen Anlagen, CPC SYMPATA 07 –1. Bochum, Planegg: 19 str..

Robert, S., Burgess E. 2003. Exfiltration in Sewer Systems. Cincinnati, EPA, National Risk Research Laboratory Cincinnati: 86 str.

Romang, H. 2004. Wirksamkeit und Kosten von Wildbach-Schutzmassnahmen.

Geographica bernensia G 73. Bern, Geographisches Institut der Universität Bern: 211 str.

Rutsch, M. 2006. Assessment of sewer leakage by means of exfiltration measurements and modelling tests. Doktorska disertacija. Dresden, Fakultät Forst- Geo- und Hydrowissenschaften der Technischen Universität Dresden: 204 str.

Rutsch, M., J. Rieckermann J., Cullmann J., Ellisd J.B., J. Vollertsene J., P. Krebsa P. 2008. Towards a better understanding of sewer exfiltration. Dresden, Institute for Urban Water Management, Dresden University of Technology: 10 str.

Schmidt D. 2003. Strategische Rehabilitationsplanung von Wasserrohrnetzen unter besonderer Berücksichtigung von Releiningverfahren. 27. Wassertechnisches Seminar Sanierung, Berichte aus Wassergüte - und Abfallwirtschaft Nr. 177. München, Technische Universität München: 9 str.

Schönbäck, W. 1999. Umweltgerechte und wirtschaftliche Beschaffung kommunaler Investitions und Verbrauchsgüter. Wien, Institut für Finanzwissenschaft und Infrastrukturpolitik, Technische Universität Wien: 166 str.

Schwarzbartl, T. E. 2004. Analiza obnov in nadomestitev komunalnih vodov, ki so v upravljanju JP Vodovod-Kanalizacija v primerjavi s stroški tekočega in investicijskega vzdrževanja v smislu optimalnega koriščenja (plasiranja) razpoložljivih denarnih sredstev. Analiza. Ljubljana, JP Vodovod – Kanalizacija Ljubljana: 82 str.

Schwarzbartl, T.E. 2001. Izbira materiala cevi za gradnjo kanalizacijskega omrežja pri različnih pogojih vgradnje. Študija. Ljubljana, JP Vodovod – Kanalizacija Ljubljana: 63 str.

Sever, D. 2004. Vsebina relacijske podatkovne baze za GIS - orodje za vodenje katastra vodovoda in kanalizacije JP komunala Metlika, d.o.o.. Diplomaska naloga. Ljubljana, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo: 103 str.

Souvent, P., Čenčur B., Vižintin, G. Moon, B. 2005. Field Investigations - Ljubljana case-study. AISUWRS D4 Work package 4. Ljubljana, IRGO: 64 str.

Souvent, P., Moon B. 2005. Assessing and Improving Sustainability of Urban Water Resources and Systems. AISUWRS work package 10 (D27), UVQ Report for Ljubljana.

Ljubljana, IRGO: 26 str.

Srđević B. Srđević S. 2004. Vrednovanje kriterijuma i strategija korišćenja regionalnog hidrosistema «NADELA» pomoću analitičkog hijerarhijskog procesa. Novi Sad, Poljoprivredni fakultet Novi Sad: 56 str.

Steel, E. W., 1953. Water Supply and Sewerage. Tretja izdaja. New York, McGraw-Hill Book Co. Inc.: 582 str.

Stein D., Niederehe W. 1987. Instandhaltung von Kanälen. 1. Auflage. Berlin, Ernst & Sohn: 653 str.

Stein, D. 1998. Instandhaltung von Kanalisationen. Tretja izdaja. Berlin, Ernst & Sohn Verlag: 941 str.

Stein, D. 2005a. European study of the performance of various pipe systems, respectively pipe materials for municipal sewage systems under special consideration of the ecological range of effects during the service life. Bochum, Stein & Partners: 67 str.

Stein, D. 2006, Ingenieurhonorare bei der Kanalsanierung. JTK Seminar. Lindau, JTK: 6 str.

Stein, D., Alvarez R. T. 2006. Condition assessment and failure analysis of sewers and mains using fuzzy-logic. Bochum, Stein & Partners: 5 str.

Stein, D., Alvarez R. T. 2005. Qualitätssicherung der Inspektions- und Bestandsdaten von Entwässerungssystemen durch analytische Plausibilitätsprüfungen. Gütersloh, TIS - Tiefbau, Ingenieurbau, Straßenbau, Št. 1 -2: str. 32 - 35.

Stepkes, H., Hüben S. 2006. Grundstücksentwässerung - Erkenntnisse über Kosten der Inspektion und Sanierung. JTK Seminar. Lindau, JTK: 12 str.

Sveinung S. (ur.). 2006. Computer Aided Rehabilitation of Sewer and Storm Water Networks. CARE-S. London, IWA Publishing: 140 str.

Šauperl, I., Eržen, Z. 1996. Preizkusni laboratorij: Tesnost kanalizacijskih sistemov in objektov na področju Slovenije v letu 1996. Maribor, Varinger: 16 str.

TIDD01, 2005. Projektiranje, tehnična izvedba in uporaba javnega kanalizacijskega sistema, interni procesni dokument JP Vodovod Kanalizacija d.o.o. Ljubljana, Ljubljana, JP Vodovod Kanalizacija d.o.o. Ljubljana: 17 str.

Tuhovčák, Ručka J. 2007. Hazard identification and risk analysis of water supply systems. LESAM 2007 - 2nd Leading Edge Conference on Strategic Asset Management, Lisbon, Portugal, 17 – 19 oktober. London, IWA Publishing: 17 str.

Urbanc, J., Brigita J., Medić M. 2007. Ugotavljanje antropogenih vplivov v podzemni vodi Ljubljanskega polja z izotopskimi metodami, Ljubljana, Geološki zavod Slovenije, JP Vodovod – Kanalizacija: 96 str.

Veselič, M., Petauer, D. 1997. Metodologija določevanja zaščitenih območij podzemnih voda, Ljubljana, IRGO, GEOKO d.o.o.: 13 str.

Watson, G. H. 1993. Strategic Benchmarking, New York, John Wiley and Sons: 269 str.

Wirtsch, Seidel K.H. 2005. Strategien der Inspektion und ihre künftige praktische Umsetzung. JTK Seminar. Lindau, JTK: 17 str.

Wolf L., Klinger J., Held I., Eiswirth M., Hötzl H. 2004. Leakage Rates. AISUWRS D20 2004, Work package 8, Deliverable D20. Karlsruhe, Karlsruhe University, Department of Applied Geology: 74 str.

Wolf, L. 2007. Quantifying mass fluxes from urban drainage systems. Berlin, Springer Berlin: 11 str.

Wolf, L. 2008. Leaking sewers as a long term test case for wastewater infiltration: Combining screening programs for micropollutants and integrated model systems. CSIRO - Land & Water Seminar Series. Perth, CSIRO: 22 str.

Wolf, L., Eiswirth M., Hötzl H. 2003. Assessing sewer-groundwater interaction at the city scale based on individual sewer defects and marker species distributions. Karlsruhe, Department of Applied Geology, Karlsruhe University: 9 str.

Woodhouse J. 2006. PAS-55 - Asset Management: concepts & practices by John Woodhouse. TWPL IMC-2006 - December 5-8, 2006. Daytona Beach, Florida, The Woodhouse Partnership: 11 str.

http://reliabilityweb.com/index.php/articles/asset_management_concepts_practices
(1.2.2010)

Woodhouse, J. 2006. Putting the total jigsaw puzzle together: PAS 55 standard for the integrated, optimized management of assets. London, The Woodhouse Partnership Ltd.: 9 str.

Žurga G. 2004. Projektivni menedžment kot del menedžmenta v javni upravi. Ljubljana, Založba Hermina K.: 101 str.

Privzeta slika 12: Točkovne sanacije Gradnje Polak:
<http://www.gradnje-polak.com/kanalizacija/tockovna.htm> (2.2.2009)

Privzeta slika 14: Oplaščenje – Impakta hold:
<http://www.impaktaholding.si/dejavnosti/Cevovodi/Dejavnost%20podjetja> (2.2.2009)

Privzeta slika 16: Popolnoma porušene cevi saniramo z uvlačenjem nove cevi:
<http://www.vilkograd.com/vilkograd.asp?p0=3&p1=5&p2=1> (2.2.2009)

Privzeta slika 19: Metoda Grundocrack – shema – Vilkograd:
<http://www.vilkograd.com/vilkograd.asp?p0=3&p1=5&p2=2> (2.2.2009)

252 Schwarzbartl, T. E. 2010. Zasnova baze podatkov določitev prioritete obnove kanalizacijskega omrežja. Magistrsko delo, Ljubljana. UL, FGG, Oddelek za gradbeništvo, Komunalna smer.

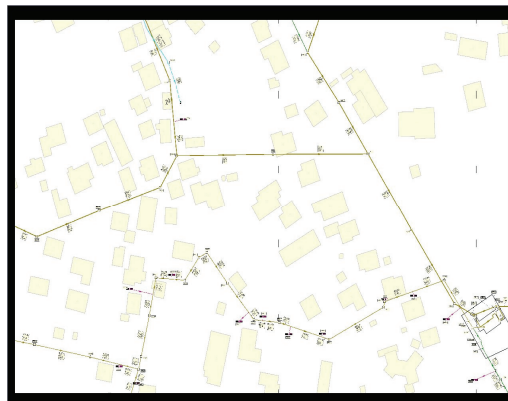
PRILOGE

Priloga A: Uporabljeni podatki za določitev prioritete obnove na osnovi izkazanega stanja kanalskega odseka

Annex A: Data used for determining rehabilitation priorities of sewer

Priloga A1: Kanalski odsek

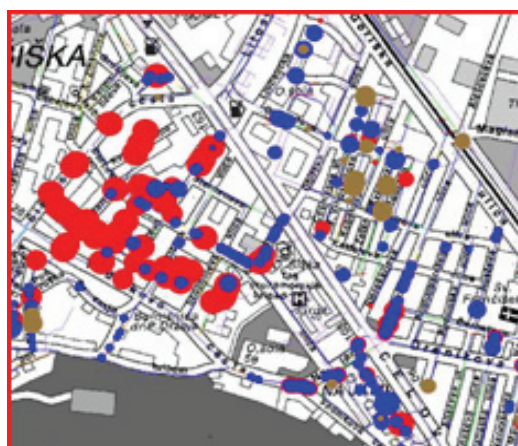
Annex A1: Sewer section



Kanalski odsek						
Ime	Dodatna imena	Komentar	Tip	Oblika	Formula / R ID	Primer
Odsek	ID_ODS			Number		5666545
dolzina	ODS_KAN	m		Number		29,45
začetna točka	zac_ODS			Number		3453445
končna točka	kon_ODS			Number		3453785
material	ODS_MAT			String		B
premer	ODS_DN			String		300
leto_vgradnje	ODS_LETO			DateTime		nov.98
Leto zamenjave	Ods_zam			DateTime		jan.06
Vrsta kanalizacije	Ods_vrst_ka			String		komunalna

Priloga A2: Evidentirana nepravilnost

Annex A2: Registered anomaly



Ugotovljena nepravilnost						
Ime	Dodatna imena	Komentar	Tip	Oblika	Formula / R ID	Primer
Nepravilnost	ID_NEP					
Ocena_poskodb_abs	NEP	EN 13508		Number		230
normirana vrednost poskodb	NEP_NORM			Number		9
vrsta poškodbe netesnost	NEP_vrsta_3			String		Netesnost
Vrsta poškodbe vrednost	NEP_vrednost_3			Number		2,3

Priloga A3: Pregled s TV kamero
Annex A3: TV sewer inspection



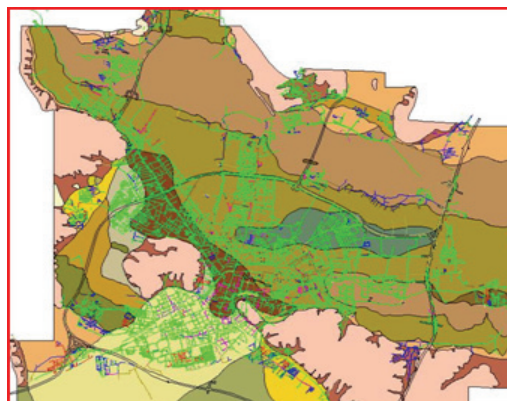
Pregled s TV kamero						
Ime	Dodatna Imena	Komentar	Tip	Oblika	Formula / R.ID	Primer
TV_pregled	ID_tv					
datum PREGLEDA	DATE_TV			DateTime		12.4.2004
začetni jašek	ZJ			Number		jh4533
končni jašek	KJ			Number		jh4534
odsek_id	ID_ods			Number		887976
ugotovljena_nepravilnost	ID_NEP	EN 13508		String		BOC
starost poškodbe	POSK_STAR	leta		Number		15
razred stanja	RS	ATV 149		Number		4
dolžina odseka	DOL_ODS	m		Number		24,45
število točk na tekoči meter	st_tock_koncno			Number	NEP_NORM/DOL	5,3

Priloga A4: Ranljivost podtalnice
Annex A4: Underground water vulnerability



Ranljivost podtalnice						
Ime	Dodatna Imena	Komentar	Tip	Oblika	Formula / R.ID	Primer
Podtalnica	PODTAL_ID					
Nivo_podtalnice	pod_nivo	maks m.n.m.		Number		273.23
Vodovarstveno območje	VVO			String		VVO II B

Priloga A5: Vrsta zemljine
Annex A5: Soil type



Vrsta zemljine						
Ime	Dodatna imena	Komentar	Tip	Oblika	Formula / R ID	Primer
Zemljina	ZEM_ID					
Vrsta zemljine	ZEM_VRST			String		glineni nanos
Nosilnost zemljine	ZEM_NOS			String		dobro nosilna
Prepustnost zemljine	ZEM_PREPUST			String		neprepustna

Priloga A6: Komunalni vodi
Annex A6: Municipal utilities



Komunalni vodi						
Ime	Dodatna imena	Komentar	Tip	Oblika	Formula / R ID	Primer
komunalni vodi	KOM_VOD					
vrsta komunalnega voda	KOM_VRSTA			String		plinovod
status komunalnega voda	KOM_STAT			String		predviden
Planirana izgradnja	KOM_DATE			Date		maj.10

Priloga A7: Vir onesnaženja
Annex A7: Pollution sources



Vir onesnaženja, toksičnost, koncentracija onesnaževala						
Ime	Dodatna imena	Komentar	Tip	Oblika	Formula / R-ID	Primer
onesnaževalec	ONS_ID					LJ. Mlekarne
lokacija				String		Slovenčeva cesta
poročilo				Number		HL-132
onesnaževalo				String		N
kanalski odsek				Number		544657
Vrsta odpadne vode	ODP_voda_vrsta			String		industrijska
Ocena onesnaženosti	ODP_ONESN			Number		4

Priloga B: Primer preglednice evidentiranih nevarnosti in škodnega potenciala – TV pregled v skladu s ATV 149

Annex B: Example of data table for registered damages found during TV inspection - according to ATV 149 rules

1	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
	indx_dam	indx_kanal	od_file_name	date_inspection	video_num	DN_n	DN	MAT	damage_vrst	X	Y	IN_EX	vrsta_pos	abs_velik	normiran	SK_POT
2	1832	44360312	DRABOSNJAKO	15.6.2004	438	300	300	BETON	(HDG) 40%	460908	104132		H	40	4	1,4
3	17	34070912	FRANKOPANSKI	17.2.2004	417	400	400	BETON	(HDS)10%	461488	102047		H	10	1	1,4
4	22	34080912	FRANKOPANSKI	17.2.2004	417	400	400	BETON	(HDS)10%	461557	102084		H	10	1	1,4
5	126	30760912	MAURERJEVA	2.2.2004	416	250	250	BETON	(HDS)15%	461443	102507		H	15	2	1,4
6	211	34020912	ZIBERTOVA	16.3.2004	430	400	300/400	BETON	(HDS)15%	461610	102200		H	15	2	1,4
7	966	29510912	VEROVSKOVA	29.6.2004	448	400	400	BETON	1mm	461467	102776		L	10	1	1,2
8	474	1030812	PARMOVA	19.10.2004	472	500	500	BETON	20% KORENIN	461902	102533		H	20	2	1,4
9	928	28940912	RUNKOVA	17.6.2004	446	400	400	BETON	2mm	461072	102990	I	L	20	2	1,2
10	987	29450912	VIDEMSKA	29.6.2004	448	300	300	BETON	2mm	461469	102932	I	L	20	2	1,2
11	210	34020912	ZIBERTOVA	16.3.2004	430	400	300/400	BETON	80% PROD	461618	102205		H	80	8	1,4
12	821	30370912	KNEZOVA	29.6.2004	448	300	300	BETON	BA-100cm2	461362	102711	E	L	100	10	1,2
13	1216	26610912	FREYERJEVA	20.2.2004	422	400	400	BETON	BC- 20cm2	460338	102975	E	L	20	2	1,2
14	1708	54400312	VODNIKOVA	24.5.2004	443	600	600	BETON	BC-100cm2	459954	103202	E	L	100	10	1,2
15	1597	56750312	TUGOMERJEVA	26.2.2004	422	300	300	BETON	BC-10cm	460522	103150	E	L	10	1	1,2
16	268	9480812	EINSPILERJEVA	11.10.2004	470	300	300	BETON	BC-10cm2	462290	102482	E	L	10	1	1,2
17	1051	25270912	BIZJANOVA	24.3.2004	426	400	400	BETON	BC-10cm2	460129	102858	E	L	10	1	1,2
18	1486	25500912	POD HRIBOM	19.3.2004	426	300	200/300	BETON	BC-10cm2	460035	102794	E	L	10	1	1,2
19	1613	56750312	TUGOMERJEVA	26.2.2004	422	300	300	BETON	BC-10cm2	460495	103158	E	L	10	1	1,2
20	1064	25280912	BIZJANOVA	24.3.2004	426	400	400	BETON	BC-20cm2	460129	102875	E	L	20	2	1,2
21	1381	29870912	NA JAMI	11.5.2004	442	300	300	BETON	BC-20cm2	461012	102591	E	L	20	2	1,2
22	238	9330812	BEZIGRAD	19.10.2004	472	400	400	BETON	BC-300cm2	462253	102297	E	L	300	10	1,2
23	998	59240312	ZOFKE KVEDRI	16.6.2004	446	400	400	BETON	BC-300cm2	461103	103233	E	L	300	10	1,2
24	1590	55260312	TUGOMERJEVA	23.2.2004	422	400	300/400	BETON	BC-3cm2	460616	103266	E	L	3	1	1,2
25	404	1700812	KUZMICEVA	12.10.2004	471	300	300	BETON	BC-50cm2	462229	102582	E	L	50	5	1,2
26	1070	25430912	CEPELNIKOVA	29.3.2004	427	300	300	KERAMIKA	BC-50cm2	460062	102842	E	L	50	5	1,2
27	1295	26800912	KNEZA KOCLJA	1.3.2004	423	300	300	BETON	BC-50cm2	460964	102912	E	L	50	5	1,2
28	1361	29800912	NA JAMI	11.5.2004	442	300	300	BETON	BC-50cm2	461068	102501	E	L	50	5	1,2
29	1364	29780912	NA JAMI	11.5.2004	442	300	300	BETON	BC-50cm2	461064	102510	E	L	50	5	1,2
30	1623	56950312	TUGOMERJEVA	27.2.2004	422	300	300	BETON	BC-50cm2	460406	103001	E	L	50	5	1,2
31	465	17780812	PARMOVA	18.10.2004	472	600	600	HOBAS	BS	462006	101988	I	L	10	1	1,2
32	1711	54590312	VODNIKOVA	24.5.2004	443	1100	600/1100	BETON	BS- 5cm2	460015	103123	I	L	5	1	1,2
33	836	56250312	LJUBELJSKA U	8.6.2004	445	300	300	BETON	BS-100cm2	460840	103467	I	L	100	10	1,2
34	1241	27060912	GOSPODINJSKI	3.3.2004	423	400	400	BETON	BS-100cm2	460660	102888	I	L	100	10	1,2
35	358	10410812	JAKSICEVA	21.10.2004	473	400	400	BETON	BS-10cm2	462074	102114	I	L	10	1	1,2
36	510	1690812	RAVBARJEVA	11.10.2004	470	300	300	BETON	BS-10cm2	462203	102577	I	L	10	1	1,2
37	633	60220312	ALJAZEVA	28.6.2004	447	400	400/300	BETON	BS-10cm2	461379	103037	I	L	10	1	1,2
38	448	10300812	PARMOVA	18.10.2004	472	400	400	BETON	BS-15cm2	462000	102240	I	L	15	2	1,2
39	446	10350812	PARMOVA	18.10.2004	472	400	400	BETON	BS-20cm2	462023	102090	I	L	20	2	1,2
40	490	BS	PARMOVA	21.10.2004	473	400	400	BETON	BS-20cm2	462000	102239	I	L	20	2	1,2
41	492	BS	PARMOVA	21.10.2004	473	400	400	BETON	BS-20cm2	462001	102238	I	L	20	2	1,2
42	1396	30060912	NA JAMI	12.5.2004	442	400	400	BETON	BS-20cm2	461031	102629	I	L	20	2	1,2
43	1489	25500912	POD HRIBOM	19.3.2004	426	300	200/300	BETON	BS-20cm2	460039	102816	I	L	20	2	1,2
44	1054	25260912	BIZJANOVA	24.3.2004	426	400	400	BETON	BS-25cm2	460135	102826	I	L	25	3	1,2
45	362	1700812	KUZMICEVA	11.10.2004	470	300	300	BETON	BS-5cm2	462208	102574	I	L	5	1	1,2
46	368	1700812	KUZMICEVA	11.10.2004	470	300	300	BETON	BS-5cm2	462228	102581	I	L	5	1	1,2
47	300	1700812	KUZMICEVA	11.10.2004	470	300	300	BETON	BS-5cm2	462228	102581	I	L	5	1	1,2