

Univerza
v Ljubljani
Fakulteta
*za gradbeništvo
in geodezijo*

Jamova 2, p.p. 3422
1115 Ljubljana, Slovenija
telefon (01) 47 68 500
faks (01) 42 50 681
fgg@fgg.uni-lj.si



UIVERZITETNI ŠTUDIJ
VODARSTVA IN KOMUNALNEGA
INŽENIRSTVA

Kandidat

ANŽE PODRŽAJ

**IZBOLJŠANJE VODOTOKA VIŠNJICA Z
ZADRŽEVANJEM ONESNAŽENIH VODA NA
KANALIZACIJSKEM SISTEMU**

Diplomska naloga št.: **181/VKI**

**OPTIMIZATION OF THE VIŠNJICA
WATERCOURSE BY THE CONTAINMENT OF
THE WASTEWATER TO THE SEWAGE SYSTEM**

Graduation thesis No.: **181/VKI**

Mentorica :
izr. prof. dr. Jože Panjan

Predsednik komisije :
doc. dr. Dušan Žagar

Somentor:
asist. dr. Mario Krzyk

Ljubljana, 2012

STRAN ZA POPRAVKE

Stran z napako

Vrstica z napako

Namesto

Naj bo

IZJAVA O AVTORSTVU

Podpisani **ANŽE PODRŽAJ** izjavljam, da sem avtor diplomske naloge z naslovom:

»IZBOLJŠANJE VODOTOKA VIŠNJICA Z ZADRŽEVANJEM ONESNAŽENIH VODA NA KANALIZACIJSKEM SISTEMU«.

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

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

Ljubljana, februar 2012

(podpis)

BIBLIOGRAFSKO – DOKUMENTACIJSKA STRAN IN IZVLEČEK

UDK: 556.53:351.777.61(497.4)(043.2)
Avtor: Anže Podržaj
Mentor: izr. prof. dr. Jože Panjan
Somentor: asist. dr. Mario Krzyk
Naslov: Izboljšanje vodotoka Višnjica z zadrževanjem onesnaženih voda na kanalizacijskem sistemu
Obseg in oprema: 86 str., 14 pregl., 24 sl., 59 en., 5 graf., 22 pril.
Ključne besede: razbremenjevanje, zadrževalni bazeni, ATV-A 128E, SWMM, mešani kanalizacijski sistem, Višnjica, Ivančna Gorica

Izvleček:

V diplomskem delu je opisano dimenzioniranje zadrževalnih bazenov po nemških smernicah ATV A - 128E z vidika varovanja vodotoka Višnjica. Naloga je v grobem sestavljena iz treh delov. V uvodnem delu je opisano obravnavano območje. Predstavljena je problematika hitro rastočega naselja Ivančna Gorica in obstoječi kanalizacijski sistem. Bolj podrobno so opisani tamkajšnji vodotoki in njihovo onesnaženje. V osrednjem delu so predstavljene nemške smernice ATV. Ti standardi opisujejo dimenzioniranje zadrževalnih bazenov v mešanem kanalizacijskem sistemu. Opisani so zadrževalni bazeni in razbremenilniki, njihovo delovanje in priključevanje v sistem. Predstavljen je tudi program SWMM (Storm Water Management Model), ki je namenjen dolgoročnemu ali kratkoročnemu dimenzioniranju odtoka. V zaključnem delu je, kot praktičen primer, podan izračun zadrževalnih prostornin treh zadrževalnih bazenov s pomočjo nemških smernic ATV in programa SWMM. Te zadrževalne prostornine bi služile za skladiščenje prvega vala onesnaženja, ki se pojavi na začetku padavinskega dogodka po daljšem sušnem obdobju. Pri val onesnaženja je potrebno v celoti zajeti in pripeljati v čistilno napravo. Sedanji kanalizacijski sistem še nima zadrževalnih objektov, zato se razbremenjena odpadna voda razbremenjuje v potok Višnjica. Za vse tri bazene je narejen tudi idejni načrt in umestitev v prostor. Na koncu je podan aproksimativni preračun stroškov.

BIBLIOGRAPHIC – DOCUMENTALISTIC INFORMATION

UDC: 556.53:351.777.61(497.4)(043.2)
Author: Anže Podržaj
Supervisor: izr. prof. dr. Jože Panjan,
asist. dr. Mario Krzyk.
Title: Optimization of the Višnjica watercourse by the containment of
wastewater to the sewage system
Notes: 86 p., 14 tab., 24 fig., 59 eq., 5 graph., 22 ann.
Key words: stormwater overflow, holding tanks with overflow, ATV-A 128E, SWMM,
combined sewage system, Višnjica, Ivančna Gorica

Abstract:

The thesis describes design of stormwater tanks with overflow according to German guidelines ATV-A 128E in terms of protecting stream Višnjica. The task is roughly consists of three parts. The introduction describes the area in question. It presents the problem of rapidly growing settlement Ivančna Gorica and the existing sewer system. More detailed are described the local streams and their pollution. In the central part are presented the German ATV guidelines. These standards describe the design of stormwater tanks with overflow in the combined wastewater. Described are stormwater overflows and stormwater tanks, their work and connection to the system. Presented is a program SWMM (Storm Water Management Model), which is intended for single event or long-term simulations of runoff. In the final part, as a practical example, is given calculation of retention volumes for the three tanks with the help of the German guidelines ATV and program SWMM. These retention volumes would serve for storing of the first wave of pollution, which occurs at the beginning of the rainfall event after a long dry period. First flush must be fully covered and brought to a treatment center. The existing sewerage system does not have holding facilities and relieves waste water in the watercourse Višnjica. For all three stormwater tanks with overflow was also made a conceptual design and placement in detail. At the end are given approximate cost analysis.

ZAHVALA

Za pomoč in nasvete pri nastajanju diplomske naloge se iskreno zahvaljujem mentorju izr. prof. dr. Jožetu Panjanu in somentorju asist. dr. Mariu Krzyku.

Zahvaljujem se osebju Javnega komunalnega podjetja Grosuplje d.o.o., za posredovane podatke.

Zahvaljujem se tudi družini za podporo in pomoč v času študija.

KAZALO VSEBINE

1	UVOD.....	1
2	OBČINA IVANČNA GORICA	2
2.1	Družbenogeografske značilnosti.....	3
2.1.1	Krajevna skupnost Ivančna Gorica.....	3
2.2	Naravnogeografske značilnosti.....	3
2.3	Vode v občini Ivančna Gorica.....	4
2.4	Kanalizacijski sistem v občini Ivančna Gorica.....	6
2.4.1	Čistilna naprava Ivančna Gorica.....	6
2.4.2	Odpadne vode iz livarne Livar, d. d., Ivančna Gorica.....	7
2.4.3	Kanalizacijski sistem Ivančna Gorica.....	8
2.5	Varstvo vodotokov in okolja	9
3	STANDARD ATV - A 128E.....	10
3.1	Splošno o standardu.....	10
3.2	Zahteve pri čiščenju padavinskih voda.....	10
3.3	Principi načrtovanja.....	11
3.4	Obseg načrtovanja	12
3.5	Določanje zadrževalne prostornine	13
3.5.1	Podatki o prispevnih površinah	13
3.5.2	Odtočne količine.....	15
3.5.3	Odtočna razmerja.....	19
3.5.4	Potrebna zadrževalna prostornina.....	24
3.5.4.1	Skupna zadrževalna prostornina.....	25
3.5.4.2	Efektivna zadrževalna prostornina	25
3.5.5	Postopek dimenzioniranja.....	25
3.6	Omejitve glede dimenzioniranja razbremenilno-zadrževalnih objektov	27
3.6.1	Omejitve glede minimalnega mešanega razmerja razbremenilnikov in deževnih bazenov	27
3.6.2	Konstruktivske in dimenzijske omejitve.....	28
3.7	Vzdrževanje in čiščenje razbremenilnikov in deževnih bazenov	29
4	RAZBREMENILNIKI IN ZADRŽEVALNI BAZENI.....	30
4.1	Splošno o razbremenilnikih.....	30
4.2	Splošno o zadrževalnih bazenih	31

4.3	Deževni bazeni	32
4.3.1	Priključevanje deževnih bazenov v kanalizacijskem sistemu	33
4.3.2	Medsebojno priključevanje deževnih bazenov.....	35
5	OPIS PROGRAMA STORM WATER MANAGEMENT MODEL (SWMM).....	37
5.1	Vizualni objekti.....	38
5.1.1	Padavine	39
5.1.2	Prispevna območja	39
5.1.3	Vozlišča.....	40
5.1.4	Iztoki	40
5.1.5	Razbremenilniki	41
5.1.6	Akumulacijski bazeni.....	41
5.1.7	Kanali	41
5.1.8	Črpališča.....	42
5.1.9	Regulatorji pretoka.....	42
5.2	Nevizualni objekti	43
5.2.1	Podnebje	43
5.2.1.1	Temperatura	43
5.2.1.2	Izhlapevanje	43
5.2.1.3	Hitrost vetra.....	43
5.2.1.4	Taljenje snega.....	44
5.2.1.5	Površinska redukcija	44
5.2.1.6	Snežni parametri.....	44
5.2.2	Prečni prerezi	44
5.2.3	Podzemni objekti.....	45
5.2.4	Zunanji vtoki	45
5.2.5	Kontrolni stavki.....	46
5.2.6	Onesnažila	46
5.2.7	Raba območja.....	46
5.2.8	Čiščenje	46
5.2.9	Krivulje	46
5.2.10	Časovno odvisne tabele.....	47
5.2.11	Časovni vzorec	47
5.3	Računske metode	47
5.3.1	Površinski odtok.....	48
5.3.2	Infiltracija	48
5.3.3	Podzemni tok.....	49

5.3.4	Taljenje snega	49
5.3.5	Transport vode po kanalizacijskem sistemu	50
5.3.6	Površinsko skladiščenje vode	51
5.3.7	Transport onesnažil	51
5.4	Izhodni podatki	51
6	PRIPRAVA PODATKOV IN RAČUN ZADRŽEVALNE PROSTORNINE S POMOČJO STANDARDOV ATV – A 128E IN PROGRAMA SWMM.....	52
6.1	Določitev količine odpadnih vod za leto 2010	52
6.2	Določitev količine odpadnih vod za leto 2030	52
6.2.1	Analiza rasti števila prebivalcev	52
6.2.2	Prihodnje priključitve	54
6.3	Tuje vode	55
6.4	Odtok padavinske vode	55
6.5	Odtočni čas	57
6.6	Določitev ostalih potrebnih količin	59
6.7	Izračun zadrževalne prostornine	60
6.8	Deževni zadrževalni bazen Stična	60
6.8.1	Umestitev bazena v prostor	60
6.8.2	Konstruiranje bazena	60
6.9	Deževni zadrževalni bazen Ivančna Gorica.....	61
6.9.1	Umestitev bazena v prostor	61
6.9.2	Konstruiranje bazena	62
6.10	Deževni prelivni bazen Mrzlo Polje	62
6.10.1	Umestitev bazena v prostor	62
6.10.2	Konstruiranje bazena	63
6.11	Določitev potrebnih črpalk	63
6.12	Čiščenje bazenov	66
6.13	Okvirni predračun stroškov	67
7	ANALIZA HIDRAVLIČNIH RAZMER IN UGOTOVITVE.....	68
8	ZAKLJUČEK.....	71
	VIRI	73

KAZALO GRAFIKONOV

Grafikon 1: Grafikon za določitev vpliva kanalizacijskih usedlin	21
Grafikon 2: Grafikon območja z usedlinami	22
Grafikon 3: Grafikon za določitev specifične zadrževalne prostornine	24
Grafikon 4: Grafikon rasti prebivalstva po naseljih	53
Grafikon 5: Grafikon odvedenih in očiščenih odpadnih voda v občini Ivančna Gorica	54

KAZALO SLIK

Slika 1: Občina Ivančna Gorica.....	2
Slika 2: Prikaz glavnih vodotokov v občini.....	5
Slika 3: Slika čistilne naprave Ivančna Gorica.....	6
Slika 4: Razbremenilnik	30
Slika 5: Prikaz delovanja deževnega zadrževalnega bazena na glavnem vodu.....	34
Slika 6: Prikaz delovanja deževnega zadrževalnega bazena na stranskem vodu.....	34
Slika 7: Prikaz delovanja deževnega prelivnega bazena na glavnem vodu.....	34
Slika 8: Prikaz delovanja deževnega prelivnega bazena na stranskem vodu	34
Slika 9: Prikaz delovanja kombiniranega razbremenilnega bazena na glavnem vodu	35
Slika 10: Prikaz delovanja kombiniranega razbremenilnega bazena na stranskem vodu.....	35
Slika 11: Vzporedno medsebojno priključevanje bazenov.....	36
Slika 12: Zaporedno medsebojno priključevanje bazenov	36
Slika 13: Primer narisane sistema v delovnem prostoru	39
Slika 14: Primer prečnega prereza.....	45
Slika 15: Prikaz površinskega odtoka po SWMM.....	48
Slika 16: Model zemljine.....	49
Slika 17: Površinski odtok.....	56
Slika 18: Prikaz oken za vnos osnovnih nastavitev v SWMM.....	57
Slika 19: Prikaz okna vozlišč.....	58
Slika 20: Prikaz okna kanala	58
Slika 21: Prikaz okna razbremenilnika.....	58
Slika 22: Prikaz okna za vnos vtokov.....	59
Slika 23: Prikaz preplavitve jaška	69
Slika 24: Prikaz povratnega toka	69

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Vrste kanalizacijskih cevi v KS Ivančna Gorica	8
Preglednica 2: Koeficient odtoka za posamezne vrste površin	14
Preglednica 3: Koeficient nagnjenosti terena	14
Preglednica 4: Pričakovani sušni dotok in dotok tuje vode glede na gostoto prebivalstva	16
Preglednica 5: Trajanje odtoka odpadnih vod na dan glede na število prebivalcev in norme porabe vode	17
Preglednica 6: Izračunane vrednosti GEN [$l/s \cdot ha$] za Ljubljano za pogostost 1 in 0,5	55
Preglednica 7: Izračun pretoka po tlačnem vodu iz bazena	64
Preglednica 8: Izračun hitrosti vode v črpalnem vodu	64
Preglednica 9: Izračun linearnih linijskih izgub	65
Preglednica 10: Izračun lokalnih energijskih izgub	65
Preglednica 11: Izračun črpalne višine	66
Preglednica 12: Izračun potrebne moči črpalke	66
Preglednica 13: Meje, ki jih postavljajo smernice pri uporabi postopka dimenzioniranja s pomočjo uporabe diagramov	68
Preglednica 14: Izračun efektivne zadrževalne prostornine	68

SEZNAM PRILOG

PRILOGA A1: PODATKI O MERITVAH NA VTOKU IN IZTOKU IZ ČN IVANČNA
GORICA

PRILOGA A2: PODATKI O MERITVAH NA POSAMEZNEM IZTOKU ZA VIRE
ONESNAŽEVANJA

PRILOGA B1: SHEMA PRETOKOV IZ NASELIJ MED RAZBREMENILNIKI

PRILOGA B2: ŠTEVILO PREBIVALCEV PO LETIH IN PROCENT PRIRASTKA
PO OBDOBJIH

PRILOGA B3: ŠTEVILO PREBIVALCEV TER KOLIČINA ODPADNE VODE,
ODVEDENE V KS LETA 2010

PRILOGA B4: ŠTEVILO PREBIVALCEV TER KOLIČINA ODPADNE IN TUJE
VODE, ODVEDENE V KS LETA 2030

PRILOGA B5: ŠTEVILO PREBIVALCEV TER KOLIČINA ODPADNE IN TUJE
VODE, ODVEDENE V KS LETA 2030, ZA CELOTNO PRISPEVNO
OBMOČJE NAD POSAMEZNI RAZBREMENILNIKOM

PRILOGA B6: ŠTEVILO PREBIVALCEV IN KOLIČINA ODPLAK, ODVEDENIH V
KS LETA – IZ SATELITSKIH NASELIJ Z LOČENIM KS

PRILOGA C1: KRIVULJA JAKOSTI NALIVOV

PRILOGA C2: POVRŠINE OBMOČIJ IN NJIHOVE REDUCIRANE POVRŠINE

PRILOGA C3: MAKSIMALNI PRETOKI DEŽEVNE VODE PO ZADNJI CEVI
PRED RAZBREMENILNIKOM TER ČAS POJAVE KONICE PRI 5 -
MINUTNEM NALIVU

PRILOGA C4: POVPREČNI KOEFICIENT NAGNjenosti TERENA

**PRILOGA D: SKUPNE POTREBNE ZADRŽEVALNE PROSTORNINE
ZADRŽEVALNIH BAZENOV, IZRAČUNANE PO ATV STANDARDIH**

PRILOGA E1: MOODY-jev DIAGRAM

PRILOGA E2: VREDNOSTI KOEFICIENTOV LOKALNIH IZGUB

PRILOGA F: OKVIRNI PREDRAČUN

PRILOGE G: IDEJNE UMESTITVE ZADRŽEVALNIH BAZENOV

PRILOGA H: SHEMA KANALIZACIJSKEGA SISTEMA IVANČNA GORICA

PRILOGA I: PRISPEVNA OBMOČJA RAZBREMENILNIKOV

PRILOGA J: GRADBENI IN STROJNI DEL DZB IVANČNA GORICA

PRILOGA K: GRADBENI IN STROJNI DEL DZB MRZLO POLJE

PRILOGA L: GRADBENI IN STROJNI DEL DPB STIČNA

PRILOGA M: VZDOLŽNI PROFILI RAZBREMENILNIKOV

OKRAJŠAVE:

ATV – A 128E nemške smernice za dimenzioniranje zadrževalnih bazenov na mešanem KS

SWMM Storm Water Management Model

ČN čistilna naprava

KS kanalizacijski sistem

DPB deževni prelivni bazen

DZB deževni zadrževalni bazen

KBR kombinirani razbremenilni bazeni

JKPG Javno komunalno podjetje Grosuplje

KPK kemijska potreba po kisiku

BPK₅ biokemijska potreba po kisiku v petih dneh

RDV razbremenilnik deževnih vod

RVV razbremenilnik visokih vod

PE populacijske enote

ACAD Autodesk Computer Assisted Design

ARSO Agencija Republike Slovenije za okolje in prostor

1 UVOD

V občini Ivančna Gorica so predvsem majhni, manj vodnati vodotoki. Ti imajo pomembno vlogo pri ohranjanju ravnovesja v ekosistemih in nam polepšajo bivalni prostor. Zato skušam v tem diplomskem delu zaščititi vodotoke in jih hkrati želim razbremeniti »nesnage«, ki jo prinašajo hitrorastoča okoliška naselja z onesnaženo vodo.

V okolici vodotokov imajo skoraj vsa naselja pozitiven prirastek prebivalstva, še najvišji je v centru občine, naselju Ivančna Gorica. To hitrorastoče območje postavlja vedno večje zahteve po komunalni oskrbi. Največje potrebe so zlasti po zmogljivih kanalizacijskih elementih, saj kot je predstavljeno v tem delu, se zaradi rasti prebivalstva letno zelo poviša količina odpadne vode, ki jo je potrebno očistiti. Za zdaj so kot rešitev temu trije razbremenilniki, ki posredno ali neposredno razbremenjujejo mešano odpadno vodo v Višnjico in jo s tem obremenijo z onesnažili. Ta razbremenjena voda je po sušnem obdobju močno obremenjena, včasih celo bolj kot sušni odtok. Tej onesnaženi vodi ob začetku naliva rečemo prvi val onesnaženja. (Povzeto po Panjan, 2002, str. 92)

Ker si želimo zaščititi vodotoke, sem v diplomski nalogi načrtoval tri zadrževalne bazene, kateri bi prestregli del razbremenjene onesnažene vode in bi jo po končanem nalivu spustili v omrežje, ki se konča s čistilno napravo. Taki inženirski ukrepi so potrebni pri vseh občutljivih področjih, kot je povirje reke Krke in majhnih vodotokih, kot je to Višnjica.

Za boljše razumevanje delovanja razbremenilnikov in zadrževalnih bazenov sem v tej nalogi opisal njihovo delovanje, priključevanje v kanalizacijske sisteme ter njihovo medsebojno priključevanje. Pri računu sem si pomagal s standardi ATV - A 128E, ki so prav posebej namenjeni dimenzioniranju razbremenilnikov in zadrževalnih bazenov v mešanem kanalizacijskem sistemu. Te sem še dodatno predstavil. Uporabil sem tudi računalniški program Storm Water Management Model (SWMM). Ta program se uporablja za načrtovanje in analizo odtoka po mešanem ali ločenem kanalizacijskem sistemu in drugih drenažnih sistemih, tako v urbanih kot podeželskih območjih.

Opisal sem tudi občino, vsaj tisti del, ki je bolj vezan na obravnavano kanalizacijsko omrežje. Predstavil sem njene družbeno geografske in naravnogeografske značilnosti. Opisal sem tudi obstoječi kanalizacijski sistem in njegove sestavne dele.

Za teoretičnim delom, sem pripravil vhodne podatke in napravil izračun. Dobljene vrednosti sem na koncu analiziral in naredil še okvirno vrednost investicije.

2 OBČINA IVANČNA GORICA

Občina Ivančna Gorica je del osrednjeslovenske regije in je bila ustanovljena 1. januarja 1995. Obsega 227 km² in leži na stiku subpanonskega sveta z dinarskim in predalpskim svetom. Na zemljevidu Slovenije je umeščena pod Dolenjsko regijo med občine Ljubljana, Litija, Novo mesto, Dobropolje, Grosuplje in Trebnje. Ima 15.810 prebivalcev (stanje na dan 15. 11. 2010), katerih povprečna starost je 39 let. V občini živijo Slovenci, Hrvatje, Srbi in Romi. Prevladujoča veroizpoved je katoliška, poleg nje pa so še islamska, evangeličanska in pravoslavna veroizpoved. Velik delež prebivalstva živi v večjih naseljih, med drugim tudi v sedežu občine v naselju Ivančna Gorica. (spletne strani občine Ivančna Gorica, 6. 7. 2011)



Slika 1: Občina Ivančna Gorica (<http://gis.iobcina.si/gisapp/Default.aspx?a=ivancnagorica>, pridobljeno 10. 2. 2012)

2.1 Družbenogeografske značilnosti

Občina Ivančna Gorica je kljub naraščanju prebivalstva podpovprečno naseljena, saj gostota prebivalstva dosega le dobro polovico slovenskega povprečja. Najvišja gostota prebivalstva je v Dolenjskem podolju, v katerem zaradi ugodnih prometnih povezav število prebivalstva narašča. Iz območja Suhe krajine in Posavskega hribovja se zaradi neugodnih prometnih povezav in neugodnih naravnih razmer ljudje odseljujejo.

V občini je najbolj razvita ponudba obrtnih in trgovskih storitev. Razvito je tudi kmetijstvo in lesna, elektrotehnična in kovinska industrija. Vse pomembnejša gospodarska veja postaja turizem. Znani turistični točki sta zlasti izvir Krke in smučarsko središče Polzevo. Znamenito mesto v občini je tudi Višnja Gora, ki je bila v preteklosti upravno središče in pomembna trgovska, prometna in vojaška postojanka. Danes je Višnja Gora najmanjše mesto v Sloveniji.

Občino Ivančna Gorica sestavlja 12 krajevnih skupnosti: KS Višnja Gora, KS Šentvid pri Stični, KS Stična, KS Muljava, KS Krka, KS Ivančna Gorica, KS Zagradec, KS Ambrus, KS Metnaj, KS Dob, KS Temenica in KS Sobrače. V nadaljevanju bom posebej predstavil le KS Ivančna Gorica.

2.1.1 Krajevna skupnost Ivančna Gorica

Ivančna Gorica je mlado urbanizirano gručasto naselje, ki ga zaznamujejo zlasti ugodna prometna lega ter prijazno in razgibano dolenjsko okolje. Leži v kotlinici, vzhodno od sotočja Višnjice in Stiškega potoka. Pred drugo svetovno vojno je bil to le manjši zaselek, ki se je zaradi ugodnih železniških povezav (železnica Ljubljana – Novo mesto) ter cestnih povezav (avtocesta Ljubljana – Zagreb) razširil v mestece s 1578 prebivalci. Z lesno in kovinsko industrijo, obrtjo, kvartarnimi in terciarnimi dejavnostmi je kraj pomembno zaposlitveno in oskrbovalno središče. Pomembnejši podjetji sta Livar in Akrapovič. Najpomembnejša znamenitost kraja je Rimski miljniki. Ivančna Gorica se ponaša tudi z edino srednjo šolo med Ljubljano in Novim mestom.

2.2 Naravnogeografske značilnosti

Geografska lega občine Ivančna Gorica sega v tri pokrajinske enote, in sicer v Dolenjsko podolje, v Suho krajino in v Posavsko hribovje.

Dolenjsko podolje je razpotegnjena mezoregija v osrednji Sloveniji, ki jo sestavljajo Stiški kot, Dobska uvala, Trebanjsko podolje, Mirnopoška dolina in Grosupeljsko kraško polje. Razpotegnjena je v smeri zahod-vzhod in meri 318 km². »To je nižji svet na prehodu iz severnega predalpskega sveta

Posavskih gub, v južni dinarski svet nizkega dolenskega krasa.« (Miklavčič, 2006, str. 6) Za dolensko podolje so značilna predvsem kamnita, tudi vlažna, namočena tla, s posameznimi kraškimi značilnostmi, kot so: uvale, vrtače, kraška polja in doline. Dolensko podolje je prometno izjemno pomembna pokrajina, saj po njej poteka povezava med Ljubljano in Novim mestom. Ob prometni povezavi sta se razvili glavni dejavnosti industrija in drobno gospodarstvo, ki pa tamkajšnjim prebivalcem ne zagotavljata dovolj delovnih mest. Kmetovanje je zaradi kraških značilnosti na tem območju omejeno.

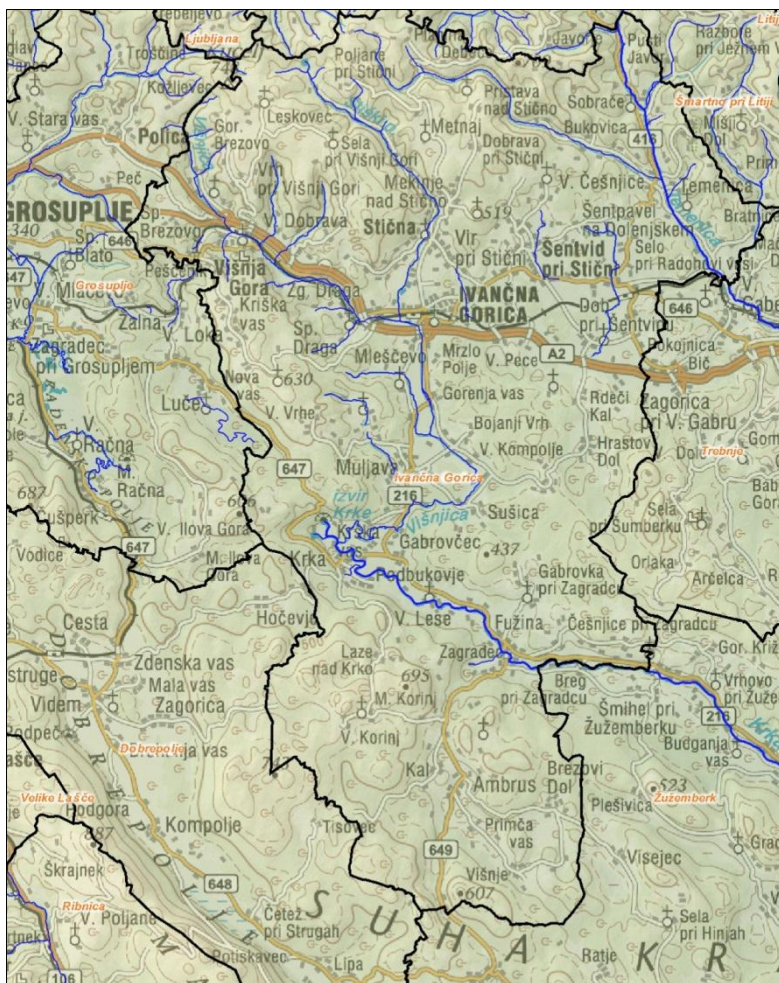
Suha krajina leži na severno-zahodnem delu Dolenjske in je ena manjših pokrajin v Sloveniji. Je ena izmed najbolj kraških območij, v katero je Krka vrezala tudi do 20 m globok kanjon v apnenec, v strugi pa na mnogih mestih ustvarila pregrade iz lehnjaka. Dolina zgornje Krke, ki je gospodarska in prometna os, deli regijo na vzhodni in zahodni del. Suha krajina je zaradi neugodnih naravnih razmer in zgodovinskih dogodkov slabše razvita. Število prebivalcev, ki živijo tu, upada. Nekaj prebivalstva se ukvarja s kmetijstvom, večina pa se zaradi premajhnega števila delovnih mest dnevno vozi v bolj oddaljena industrijska središča.

Največja slovenska pokrajina, Posavsko hribovje, sega na severu do Kamniško-Savinjskih Alp, na zahodu do Ljubljanske kotline, na jugu do Dolenskega podolja in na vzhodu do Srednjesoteljskega gričevja. To je predvsem hribovit svet podolžnih slemen in globoko zarezanih dolin. Glavna vodotoka Posavskega hribovja sta Sava in Savinja. Območje je po večini gozdnato. V večjih naseljih Posavskega hribovja se je ob železnici razvilo premogovništvo in kasneje industrija.

2.3 Vode v občini Ivančna Gorica

Občina ima zelo pestro sestavo tal, od pretežno kraškega sveta na jugu, kjer prevladuje apnenec, do bolj vododržnih podlag na severu. Večji del je kraškega značaja, kar pomeni, da so tla prepustna in se le malo vode obdrži na površju. Del padavin izhlapi, del pa jih pronica skozi tla v podzemne vode.

Hidrografska mreža je neenakomerno razvita, saj se zaradi sestave tal menjata površinski in podpovršinski tok. Sever občine je bogat s številnimi izviri, nekaj je tudi potokov s pritoki. Jug občine po večini nima tekočih površinskih voda. Največja tekoča reka v občini je Krka. Večji vodotoki v občini so še Višnjica, Stiški potok in Temenica, ki izvirajo na severu občine oz. na jugu Posavskega hribovja. (Sever, 2004)



Slika 2: Prikaz glavnih vodotokov v občini (<http://gis.arso.gov.si/atlasokolja>, pridobljeno 30. 12. 2011)

V zgornjem toku dobi Višnjica številne manjše pritoke, kar poveča njeno vodnatost. Pritoki so Kosca, Trsteniščica, Polzelca, Krokarnica, Dražanski Ormožnik in več drugih manjših potokov. Na območju naselja Ivančna Gorica se nato združita Višnjica in Stiški potok. V njunem skupnem toku je imensko prevladala Višnjica, saj je bolj vodnata in ima večje porečje. Ker oba potoka prihajata s hribov, se v ravninskem delu ob sotočju upočasnita in odlagata naplavine. V preteklih stoletjih je bilo tu tudi območje poplav. V spodnjem delu potoka so tla vse bolj kraška, zato Višnjica večkrat ponikne. Razlog tega so tudi vse bolj pogoste suše. V preteklosti je bila Višnjica dosti bolj vodnata in je bila zato tudi bolj podobna reki kot potoku. Poganjala je kolesa številnih mlinov, žag in malih vodnih elektrarn. Višnjica se nato izliva v Krko.

Temenica je v svojem zgornjem toku malo vodnata, vendar vodno zelo stanovitna. V njeni okolici se nahaja ogromno izvirov, ki so v večini zajezeni in dajejo vodo gospodinjstvom. Blizu naselja Temenica se potoku Temenica pridruži potok Bukovica s pritoki. Oba potoka sta v preteklosti poganjala številne mline in žage. Temenica skupaj z Bukovico teče naprej proti občini Trebnje.

V zgornjem delu porečja dobi Krka pritoke v glavnem po podzemni poti. V njen podzemni tok se sceja vodovje iz območja tamkajšnje okolice. Poleg tega se Krki v podzemlju pridruži tudi podzemna voda iz Grosupeljske kotline in Radenskega polja. Kot pritok površinske vode pa priteče Višnjica iz severnega in srednjega dela občine. Glavni izvir reke Krka je med vasema Gradiček in Trebanja Gorica. Ta je precej onesnažen, saj ta voda prihaja iz gosteje naseljenih predelov območja Grosuplja. Bolj onesnažen je tudi pritok Višnjice. Dolvodno po reki se v Krko stekajo številni neonesnaženi izviri, kar malo izboljša stajanje reke. Krka nato teče naprej proti občini Žužemberk.

2.4 Kanalizacijski sistem v občini Ivančna Gorica

Na območju občine Ivančna Gorica sta zgrajena dva kanalizacijska sistema: kanalizacijski sistem Ivančna Gorica – Stična in kanalizacijski sistem Petrušnja vas – Šentvid pri Stični. V diplomski nalogi bom obravnaval le KS Ivančna Gorica – Stična.

2.4.1 Čistilna naprava Ivančna Gorica



Slika 3: Slika čistilne naprave Ivančna Gorica (<http://www.jkpg.si/index.php>, pridobljeno 5. 6. 2011)

KS Ivančna Gorica – Stična se zaključuje s čistilno napravo Ivančna Gorica v bližini naselja Mleščevo. Projektirana je na hidravlično zmogljivost 15.000 PE in sestavljena iz objektov za primarno čiščenje:

- fine grablje,
- črpališče s polžjimi črpalkami,
- avtomatske grobe grablje,
- peskolov z maščobnikom, ki je ozračen,
- primarni usedalnik (450 m^3) z zgoščevalcem za odvzem blata,

- centrifuga za dehidracijo blata in
- fekalna odjemna postaja za sprejem in mehansko čiščenje vsebine greznic in male komunalne čistilne naprave,

in objektov za biološko čiščenje:

- ozračevalni bazen (750 m³),
- naknadni usedalnik (750 m³),
- primarno gnilišče (800 m³) in
- sekundarno gnilišče (800 m³).

ČN Ivančna Gorica je bila zgrajena leta 1985. Nanjo je bila v začetku priključena le Ivančna Gorica, sedaj pa so priključena še naselja Gabrje pri Stični, Malo Hudo, Mleščevo, Mrzlo Polje, Vir pri Stični, Zgornja Draga, Škrjanče in Stranska vas pri Višnjici. Pred sedaj veljavno zakonodajo se je blato iz ČN Ivančna Gorica razvažalo na kmetijske površine v tej občini. Sedaj pa je potrebno blato iz te ČN dehidrirati in odvažati na deponijo komunalnih odpadkov. Dehidracija blata poteka z dodatkom apna in ferikola v premični fiksni stiskalnici, ki jo upravlja zunanji izvajalec.

V letu 2010 se je na ČN Ivančna Gorica očistilo 545.000 m³ odpadnih voda iz javnega komunalnega sistema. Sprejetih in očiščenih je bilo tudi 1.155 m³ odpadnih vod in gošč iz greznic ali malih čistilnih naprav. Skozi leto je bilo opravljenih dvanajst meritev koncentracij na vtoku in iztoku ČN. Podatki o meritvah koncentracij in mejnih koncentracijah so podani v prilogi A1. Letni povprečni učinek čiščenja ČN Ivančna Gorica je bil:

- po KPK 93,00 %,
- po BPK₅ 97,20 %,
- po celotnem fosforju 56,80 %,
- po celotnem dušiku 61,40 %.

Meritve kažejo, da je na iztoku prišlo do prekoračitve pri parametrih amonijevega dušika, kemijske potrebe po kisiku (KPK) in biološke potrebe po kisiku (BPK₅).

2.4.2 Odpadne vode iz livarne Livar, d. d., Ivančna Gorica

Centralno čistilno napravo Ivančna Gorica – Šentvid pri Stični najbolj obremenjujejo odpadne vode iz livarne Livar, d.d., Ivančna Gorica. Teh je bilo po podatkih iz Poročila o obratovalnem monitoringu odpadnih vod za podjetje Livar, d.d., za leto 2008 kar 10.850 m³.

V podjetju nastajajo komunalne (sanitarne) odpadne vode, hladilne odpadne vode iz obtočnega hladilnega sistema za hlajenje posameznih naprav ter onesnažene meteorne vode od spiranja tal. Del komunalnih odpadnih vod (vode iz upravnega objekta) se odvaja ločeno od hladilnih odpadnih vod, del komunalnih vod (ostali objekti) pa se odvaja skupaj s hladilnimi odpadnimi vodami. Vse se odvajajo v javno mešano kanalizacijo, ki se zaključi s čistilno napravo. Komunalne odpadne vode skupaj s hladilnimi se pred iztokom v kanalizacijo odvajajo skozi triprekatni usedalnik. Tu se izvaja monitoring odpadnih vod. V letu 2008 so opravili tri šesturna vzorčenja, ki so prikazana v prilogi A2. Iz teh meritev je razvidno, da v skladu s 13. in 14. členom Uredbe o emisiji snovi in toplote pri odvajanju odpadnih vod v vode in javno kanalizacijo (Ur. l. št. 47/05 in 45/05) ne presega mejnih vrednosti ter okolja ne obremenjuje čezmerno glede na mejne vrednosti, ki jih predvideva Uredba o emisiji snovi pri odvajanju odpadnih vod iz naprav za hlajenje ter naprav za proizvodnjo pare in vroče vode – obtočni hladilni sistemi (Ur. l. RS, št. 28/00 in 41/04). (Poročilo o obratovalnem monitoringu odpadnih vod za podjetje Livar, d.d., Ivančna Gorica za leto 2008, 2009)

2.4.3 Kanalizacijski sistem Ivančna Gorica¹

KS Ivančna Gorica – Stična sestavlja 25.530 m dolg KS. Cevi so predvsem betonske. Nekaj je še azbestno cementnih, polietilenskih in polivinilkloridnih cevi.

Preglednica 1: Vrste kanalizacijskih cevi v KS Ivančna Gorica

(http://www.jkpg.si/index.php?option=com_content&task=view&id=36&Itemid=65, pridobljeno 5. 6. 2011)

KS	Azbestno betonske cevi	Betonske cevi	Polietilenske cevi	Polivinil kloridne cevi	Skupaj
Ivančna Gorica - Stična	4.752 m	11.756 m	151 m	8.871 m	25.530 m
Delež	19 %	46 %	1 %	35 %	100 %

V KS Ivančna gorica – Stična glede na funkcijo prevladuje s 77 % mešani kanalizacijski sistem. Ločenega kanalizacijskega sistema je 22 %, in sicer 10 % ločene kanalizacije za odvod padavinske vode in 12 % ločene kanalizacije za odvod odpadne vode. Poleg cevi KS sistem sestavlja še 646 jaškov in trije razbremenilniki. Vzdolžni profili razbremenilnikov so prikazani v prilogah M. Razbremenilnik Stična razbremenjuje mešano odpadno vodo iz naselij Stična, Vir pri Stični in Gabrja pri Stični. Mešana odpadna voda iz Ivančne Gorice in sušni odtok iz naselij Malo Hudo in Stranska vas ob Višnjici se razbremenjujeta na razbremenilniku Ivančana Gorica. Vsa mešana odpadna voda pa se nato še enkrat razbremenjuje na zadnjem razbremenilniku Mrzlo Polje, ki je lociran malo pred ČN.

¹ Samo elementi kanalizacijskega sistema Ivančna Gorica – Stična.

Za njim se na KS Ivančna Gorica priključita še dva sušna odtoka iz naselij Škrjanče in Mleščevo, ki imata ločen kanalizacijski sistem. Shema KS Ivančna Gorica je v prilogi H.

2.5 Varstvo vodotokov in okolja

Za občino Ivančna Gorica so značilni predvsem majhni vodotoki. Te male vodice imajo pomembno vlogo pri ohranjanju ravnovesja v ekosistemih in so nepogrešljiva napajališča za gozdne živali. Ohranjeni vodni viri brez vsiljene infrastrukture so del našega vsakdanjika, ki nam olepšajo bivalni prostor, zato skušamo ohraniti vodotoke takšne, kot so. Že v preteklosti so v občini organizirali raziskovalne tabore, urejali vodotoke, izdajali članke in postavili celo vodnjak kot spomenik vodi. Vsa ta lokalna prizadevanja so bila za ohranitev naravnega življenjskega okolja.

Večina vodovja v občini je vezano na reko Krko, katere glavni pritok na tem območju je Višnjica. Obe vodi, iz glavnega izvira in iz Višnjice, sta zaradi onesnaženja dokaj prizadeti. Večina vode iz glavnega izvira prihaja iz gosteje naseljenega Grosuplja in je zato bolj obremenjena. Višnjica pa je bolj onesnažena zaradi pretiranega izkoriščanja v zgornjem delu potoka. (Sever, 2004)

Višnjica je obremenjena z razbremenjeno mešano odpadno vodo na kar treh mestih, ki so predstavljeni v prejšnjem podpoglavju. Nanjo je vezan še iztok iz ČN Ivančna Gorica, ki po podatkih iz leta 2010 presega mejne vrednosti glede obremenjevanja, ter meteorna voda iz ločenega sistema naselij Mleščevo, Škrjanče, Stanska vas pri Višnjici in Malo Hudo. Poleg tega Višnjica poteka skozi več naselij, tudi skozi mestece Višnja Gora, ki priključujejo nedovoljene drenažne povezave padavinske vode in padavinsko vodo iz cest v potok. Višnjica se naprej izliva v Krko, ki je, kot sem omenil že večkrat, onesnažena že pred pritokom Višnjice, saj iz podzemlja dobiva vodo iz gosteje naseljenega območja Grosuplja.

Da bi čim bolj zaščitili že tako obremenjene vodotoke, moramo preprečiti razbremenjevanje kanalizacijske vode v vodotoke. Zelo pomembno je zlasti, da ujamemo prvi val onesnaženja, ki ga po daljšem sušnem obdobju prinese prvi padavinski odtok iz prispevnih površin. Ta močno obremenjen odtok moramo v celoti zajeti in očistiti na ČN. To dosežemo z izgradnjo zadrževalnih bazenov, ki zadržujejo razbremenjeno odpadno vodo in jo po končanem nalivu spet vračajo v kanalizacijsko omrežje.

3 STANDARD ATV - A 128E²

3.1 Splošno o standardu

Nemške smernice ATV - A 128E (1992) se uporabljajo za dimenzioniranje razbremenilnikov in zadrževalnih bazenov v mešanem sistemu odpadnih vod znotraj prispevnega območja ČN in so zamenjava za prejšnji standard ATV - A 128 iz leta 1977/1. Med obravnavane objekte sodijo razbremenilniki, deževni prelivni bazeni, deževni zadrževalni bazeni, kombinirani razbremenilni bazeni in kanali z zadrževalno prostornino in prelivom. Našteti objekti so podrobneje obravnavani v tretjem poglavju.

3.2 Zahteve pri čiščenju padavinskih voda

Padavinska voda lahko zelo obremeni jezera ali reke z emisijami. Čeprav so te obremenitve samočasne, lahko presežejo tiste iz iztoka iz ČN. Zato moramo količinsko omejiti deževni odtok v odvodnik ali pa ga moramo pred iztokom očistiti.

Cilj čiščenja padavinske vode je, da se v čim večji meri zmanjša skupna količina emisij iz ČN in razbremenilno-zadrževalnih objektov. Ta se šteje za izpolnjenega, če se upoštevajo zahteve teh standardov glede zadrževanja onesnažil, oblikovanja, dimenzioniranja in načina delovanja razbremenilno-zadrževalnih objektov.

Glede na razmere v odvodniku ti standardi postavljajo bolj ali manj stroge pogoje glede obremenjevanja. Kakšne pogoje glede obremenjevanja bomo upoštevali, je odvisno od vsakega primera posebej. Manj stroge pogoje se uporabi, ko se ne upošteva dejanskega stanja v odvodniku. Če pa v jezeru ali reki veljajo posebne omejitve glede onesnaženja, uporabimo bolj stroge omejitve.

Obremenjevanje odvodnika preko prelivov razbremenilno-zadrževalnih objektov je odvisno od vrste, količine, koncentracije onesnaževal ter trajanja in pogostosti obremenjevanja z razbremenjevanjem. Kot nadomestek za te parametre standard privzema KPK (kemijska potreba po kisiku) kot splošni kazalnik za onesnaženje, ki v daljšem obdobju in s povprečnimi pogoji doseže jezero ali reko z odtokom padavinske vode.

² Celotno besedilo v tem poglavju je povzeto po: ATV - A 128E, 1992. Vir enačb je ATV - A 128E, 1992. Izjeme so označene z virom.

Če uporabimo po standardu privzete vrednosti KPK deževnega in sušnega odtoka, lahko ob poznavanju števila prelivanj, količine prelite vode in časa prelivanj, določimo obremenitev vodotoka s koncentracijami. Iz te medsebojne povezave je bil za povprečne pogoje opredeljen referenčni primer, za katerega se zahteva točno določena zadrževalna prostornina. Ta zadrževalna prostornina zagotavlja učinkovito varovanje rek in jezer pred onesnaževanjem. Povprečni pogoji so (za povprečne razmere v Nemčiji):

- povprečna letna višina padavin $h_{pr} = 800 \text{ mm}$,
- koncentracija KPK deževnega odtoka $C_r = 107 \text{ mg/l}$,
- koncentracija KPK sušnega odtoka $C_{dw} = 600 \text{ mg/l}$,
- koncentracija KPK na iztoku iz ČN $C_{tp} = 70 \text{ mg/l}$.

Koncentracija KPK deževnega odtoka je izpeljana iz povprečne letne obremenitve s KPK 600 kg/ha neprepustne prispevne površine, ki je sprana s povprečno višino padavin 800 mm. Te padavine so reducirane s koeficientom odtoka 0,70. Efektivna višina padavin (padavine, ki dosežejo KS) znaša torej 560 mm.

Odstopanja od povprečnih pogojev so upoštevana pod naslednjimi pogoji:

- Več padavin vodi k večjemu obremenjevanju jezer ali rek, zato se pri dimenzioniranju načrtuje večja zadrževalna prostornina.
- Manjša KPK koncentracija od 600 mg/l sušnega odtoka pripomore k večji zaščiti pred onesnaževanjem, a zaradi tega se zadrževalna prostornina ne zmanjša. Z višanjem KPK koncentracije se večja tudi onesnaženost, zato se večja tudi zadrževalna prostornina.
- Z namenom, da se zagotovi ustrezno dimenzioniranje razbremenilno-zadrževalnih objektov za daljše obdobje, se kljub drugačnimi KPK koncentracijami na iztoku iz ČN upošteva s standardom privzeta vrednost 70 mg/l. Dejanska odstopanja od teh vrednosti ne vplivajo na določitev zadrževalne prostornine.

3.3 Principi načrtovanja

Naseljena območja obremenjujejo jezera in reke z:

- odtoki padavinskih vod iz območij z ločenim KS,
- prelivi mešane odpadne vode,
- izpusti iz ČN.

Da znižamo tako investicijske kot obratovalne stroške moramo raziskati, ali je mogoče zmanjšati količino odpadnih vod. Poskušamo predvsem znižati količino odtekajoče deževnice, količino gospodinjstskih in industrijskih odpadnih vod in količino tuje vode.

Količino deževnice znižamo z:

- neposrednim odvajanjem malo onesnažene deževne vode neposredno v odvodnik,
- pronicanjem nenevarne deževnice v zemljo,
- preprečevanjem odvajanja deževne vode iz neutrjenih površin,
- uporabo deževnice za druge namene (npr. za zalivanje vrtov, uporabo deževnice kot sanitarne vode...).

Količino gospodinjstskih in industrijskih odpadnih vod zmanjšamo s:

- uporabo tehnik varčevanja z vodo,
- zaprtim krožnim sistemom v industrijskih dejavnostih.

Količino tuje vode zmanjšamo z:

- preprečevanjem vdora vod iz odvodnikov v KS,
- kontroliranjem in vzdrževanjem KS,
- popravilom poškodovanih cevi in kanalov,
- tesnjenjem spojev kanalizacijskih elementov.

3.4 Obseg načrtovanja

Za načrtovanje razbremenilno-zadrževalnih objektov so potrebni podatki, ki se določijo na podlagi dejanskega in načrtovanega stanja. Za sanacijo obstoječega kanalizacijskega omrežja je treba preučiti obe stanji, za novo kanalizacijsko omrežje pa samo načrtovano stanje. Kanalizacijsko omrežje se dimenzionira na dobo 50 - 100 let, čistilna naprava pa na 15 - 25 let.

Dejansko stanje nam prikazuje sedanje razmere. Pri določevanju dejanskega stanja je potrebno ugotoviti učinkovitost kanalizacijskega sistema in pripadajoče čistilne naprave. Upoštevati je potrebno tudi ostale parametre (število prebivalcev, stanje odvodnika, površina prispevnega območja...) , med drugim tudi meritve KPK deževnega in sušnega odtoka.

Načrtovano stanje prikazuje stanje v prihodnosti. Pri določevanju načrtovanega stanja moramo poleg sedanje učinkovitosti KS in pripadajoče ČN upoštevati tudi razvojne načrte mesta, načrte gradnje, idejne načrte gradnje drugih infrastruktur in pričakovano rabo prostora.

3.5 Določanje zadrževalne prostornine

Za celotno prispevno območje ČN je potrebno v skladu s tem standardom določiti zadrževalno prostornino za zadržanje mešane odpadne vode. Potrebni vhodni parametri in iz njih pridobljene dimenzije, so opredeljene in opisane v nadaljevanju.

3.5.1 Podatki o prispevnih površinah

Letna višina padavin h_{pr} [mm]

Letno trajanje preliivanja je odvisno tudi od srednje letne višine padavin h_{pr} . Z večanjem višine padavin se mešana odpadna voda preliiva dlje in zato se odvaja več mešane odpadne vode neposredno v odvodnik. Upoštevajo se podatki iz čim bližjih ombrografskih postaj. Podatki so na voljo na straneh ARSO.

Velikost reducirane prispevne površine A_{red} [ha]

Prispevno območje A_{ca} , prekrito s KS, je razdeljeno na utrjeno reducirano prispevno površino A_{red} in neutrjeno prispevno površino $A_{ca}-A_{red}$. Pri izračunu se upošteva neprepustna prispevna površina A_{is} . To je površina, s katere deževni odtok po upoštevanju vseh izgub doseže mešani KS:

$$A_{is} = \frac{VQ_r}{(10 \cdot h_{pr,ef})}$$

VQ_r ... vsota letnega deževnega odtoka v mešani KS [m^3]

$h_{pr,ef}$... letna višina efektivnih padavin (padavin, ki po odbitku vseh izgub dosežejo KS) [mm]

Površine z ločenim KS se ne upoštevajo. Če ni meritev letnega deževnega odtoka v mešani KS, se upošteva reducirano prispevno površino:

$$A_{is} = A_{red}$$

Velikost reducirane prispevne površine se izračuna po enačbah:

$$A_{red} = A \cdot \varphi \quad (\text{Povzeto po: Kolar, 1983, str. 64})$$

$$\varphi = \frac{\sum(A_i \cdot \varphi_i)}{\sum A_i} \quad (\text{Povzeto po: Kolar, 1983, str. 78})$$

A ... velikost prispevne površine [ha]

ϕ ... koeficient odtoka [%]

A_i ... velikost posameznega dela prispevne površine [ha]

ϕ_i ... delni koeficient odtoka za določeno vrsto površine [%]

Preglednica 2: Koeficient odtoka za posamezne vrste površin (Kolar, 1983, str. 78)

Vrsta površine	ϕ_i [%]
Strehe s pločevinasto ali emajlirano kritino	95
Strehe z običajno kritino	90 - 85
Ceste in poti, utrjene z betonom ali asfaltom	85 - 90
Tlak iz naravnega ali umetnega kamna z zalitimi stiki	75 - 85
Tlak iz naravnega ali umetnega kamna z ne zalitimi stiki	50 - 70
Z bitumensko emulzijo obrizgana površina	25 - 60
Slabo utrjene poti brez površinske obdelave	15 - 30
Kolodvori in igrišča	10 - 30
Parki, vrtovi in travniki	5 - 25
Gozdovi	1 - 20

Najdaljši dotočni čas t_f [min]

Najdaljši dotočni čas je trajanje potovanja vala po najdaljšem kanalu. Je čas od začetka padavinskega dogodka do pojava konice pretoka v zadnji dolvodni cevi prispevnega območja. Čas pretoka vode v transportnem kanalu lahko zanemarimo.

Povprečni koeficient nagnjenosti terena SG_m [-]

V skladu s standardi ATV – A 118 se prispevna območja glede na nagnjenost terena delijo v štiri skupine, kar prikazuje spodnja tabela.

Preglednica 3: Koeficient nagnjenosti terena (ATV-A, 1992, str. 23)

Koeficient nagnjenosti terena SG_m	Povprečni padec terena J_t
1	$J_t < 1\%$
2	$1\% \leq J_t \leq 4\%$
3	$4\% \leq J_t \leq 10\%$
4	$J_t > 10\%$

Povprečen nagib prispevnega območja se izračuna z enačbo:

$$SG_m = \frac{\sum(A_{CA,i} \cdot SG_i)}{\sum A_{CA,i}}$$

$A_{CA,i}$... prispevno podobmočje i [ha]

SG_i ... povprečni koeficient nagnjenosti terena podobmočja

3.5.2 Odtočne količine

Odtok mešane odpadne vode na ČN Q_{cw} [l/s]

Odtok mešane odpadne vode Q_{cw} je sestavljen iz sušnega odtoka Q_{dw} in deževnega odtoka Q_r . Po standardu ATV – A 131 mešan odtok odpadne vode ne sme biti manjši od dvakratne konice odtoka odpadnih vod, skupaj z odtokom tujih vod:

$$Q_{cw} \geq 2 \cdot Q_{px} + Q_{iw24}$$

Q_{cw} ... odtok mešane odpadne vode na ČN [l/s]

Q_{px} ... dnevna konica odtoka odpadne vode [l/s]

Q_{iw24} ... odtok tujih vod [l/s]

Povprečni dnevni sušni odtok Q_{dw24} [l/s]

Povprečni dnevni sušni odtok je sestavljen iz odtoka odpadnih vod Q_w in iz odtoka tujih vod Q_{iw24} .

Odtok odpadnih vod zajema odpadne vode iz gospodinjstev Q_{d24} , iz malih obrti Q_{c24} in industrije Q_{i24} :

$$Q_{w24} = Q_{d24} + Q_{c24} + Q_{i24}$$

$$Q_{dw24} = Q_{w24} + Q_{iw24}$$

$$Q_d = \frac{P \cdot n_p}{86400}$$

Q_{d24} ... povprečni dnevni odtok odpadnih vod iz gospodinjstev [l/s]

Q_{c24} ... povprečni dnevni odtok odpadnih vod iz malih obrti [l/s]

Q_{i24} ... povprečni dnevni odtok odpadnih vod iz industrije [l/s]

Q_{w24} ... odtok odpadnih vod [l/s]

Q_{iw24} ... odtok tujih vod [l/s]

P ... število prebivalcev [-]

n_p ... norma porabe vode [l/P dan]

Potrebni so stvarni podatki o številu prebivalcev in normi porabe vode. Q_{c24} in Q_{i24} se pridobi iz evidenc ob upoštevanju prihodnjega razvoja. Če evidenc ni, se uporabijo vrednosti $0,2 - 0,8$ [l/s·ha] glede na porabo vode za posamezno neprepustno prispevno površino A_{is} .

Prav tako se iz evidenc določi podatke za tujo vodo. Predhodno moramo izčrpati vse rešitve za zmanjšanje dotoka tuje vode. Če se na ČN izvajajo meritve dotoka, se količina tujih vod oceni glede na nočne vrednosti sušnega dotoka. Če meritev ni, se uporabijo vrednosti, odvisne od pogojev v podtalnici in stanja KS. Vzamejo se vrednosti do $0,15$ l/s·ha za neprepustno prispevno površino A_{is} . Tuje vode se lahko določijo tudi glede na gostoto prebivalstva na hektar, kar prikazuje spodnja tabela.

Preglednica 4: Pričakovani sušni dotok in dotok tuje vode glede na gostoto prebivalstva (Kolar, 1983, str. 36)

Gostota prebivalstva na ha [P/ha]	Pričakovani dotok tuje vode [l/(s·ha)]	Pričakovani sušni dotok [l/(s·ha)]
0	0	0
10	0,08	0,044
20	0,14	0,088
30	0,19	0,132
40	0,22	0,176
50	0,25	0,22
100	0,4	0,44
200	0,75	0,87
300	1	1,31

Maksimalni urni sušni odtok Q_{dwx} [l/s]

Najbolj natančne vrednosti se pridobijo iz meritev na ČN. Če meritev ni, se maksimalni urni sušni odtok izračuna po izrazu:

$$Q_{px} = \frac{24}{x} \cdot Q_{d24} + \frac{24}{a_c} \cdot \frac{365}{b_c} \cdot Q_{c24} + \frac{24}{a_i} \cdot \frac{365}{b_i} \cdot Q_{i24}$$

$$Q_{dwx} = Q_{px} + Q_{iw24}$$

Q_{dwx} ... maksimalni urni sušni odtok [l/s]

x ... trajanje odtoka odpadnih vod na dan [h]

a_c ... število delovnih ur v malih obrtéh [h]

a_i ... število delovnih ur v industrijah [h]

b_c ... število delovnih dni na leto v malih obrtéh [dni]

b_i ... število delovnih dni na leto v industrijah [dni]

Trajanje odtoka odpadnih vod na dan [x] je koeficient, s katerim pomnožimo urno konico v enoti [m³/h], da je rezultat celotni dnevni odtok v enoti [m³/dan]. Odčitamo ga iz spodnje tabele.

Preglednica 5: Trajanje odtoka odpadnih vod na dan glede na število prebivalcev in norme porabe vode (Povzeto po: Bischof, 1998)

Število prebivalcev [P]	Norma porabe vode [l/P dan]	x [h]
< 5000	150	8
5000 - 10000	175 - 180	10
10000 - 50000	200 - 220	12
50000 - 250000	225 - 260	14
> 250000	250 - 300	16

Število delovnih ur na dan in število delovnih dni na leto pridobimo iz dejanskih delovnih časov industrij in obrti.

Odtok deževnice iz območij z ločenim KS Q_{rS24} [l/s]

Ob nalivih obstaja možnost vdora deževnice v ločen KS za odvajanje sušnega odtoka, ki je lahko večji od tuje vode ob suhem vremenu. Če meritev ni, je odtok deževnice iz območij z ločenim KS Q_{rS24} enak 100 % vrednosti sušnega odtoka odpadnih vod ločenega KS Q_{wS24} :

$$Q_{rS24} = Q_{wS24} = \frac{P \cdot n_p}{86400}$$

Q_{rS24} ... odtok deževnice iz območij z ločenim KS [l/s]

Q_{wS24} ... sušni odtok iz območij z ločenim KS [l/s]

Pri večjih površinah (večjih od 10 ha) z ločenim KS so priporočene meritve.

Odtok deževnice skozi dušilko Q_{r24} [l/s]

Odtok deževnice skozi dušilko za celotno območje izhaja iz razlike med mešanim odtokom odpadne vode na ČN, povprečnim dnevnim sušnim odtokom in odtokom deževnice iz območij z ločenim KS:

$$Q_{r24} = Q_{cw} - Q_{dw24} - Q_{rS24}$$

Pri računu odtoka deževnice skozi dušilko za podobmočja se prvi člen enačbe zamenja z odtokom skozi dušilko na tem podobmočju:

$$Q_{r24} = Q_t - Q_{dw24} - Q_{rs24}$$

Q_i ... odtok skozi dušilko [l/s]

Kritični deževni odtok Q_{rcrit} [l/s]

Odtok, ki ga povzroči kritični naliv, se izračuna:

$$Q_{rcrit} = r_{crit} \cdot A_i$$

r_{crit} ... intenziteta kritičnega naliva [l/s·ha]

Z večanjem dotočnega časa se odtočni valovi po cevi zravnajo. Zaradi tega se vsota prelivanj in s tem tudi količina prelitih onesnažil v odvodnik zmanjša. Ta vpliv opisujeta naslednji enačbi:

$$r_{crit} = 15 \cdot \frac{120}{(t_f + 120)} \quad \text{za } t_f \leq 120 \text{ min}$$

$$r_{crit} = 7,5 \quad \text{za } t_f > 120 \text{ min}$$

Pri določanju intenzitete r_{crit} za deževne bazene se zmanjšanje intenzitete zaradi vpliva časa odtoka ne upošteva. Intenziteta je konstantna: $r_{crit} = 15 \text{ l/(s·ha)}$.

Kritični odtok mešane odpadne vode Q_{crit} [l/s]

Je vsota povprečnega dnevnega sušnega odtoka iz neposredne prispevne površine, kritičnega deževnega odtoka iz neposredne prispevne površine in vsote neposrednih dotokov iz dušilk razbremenilnikov in deževnih bazenov gorvodno priključenih prispevnih območij:

$$Q_{crit} = Q_{dw24} + Q_{rcrit} + \sum Q_{t,i}$$

$\sum Q_{t,i}$... vsota neposrednih dotokov iz dušilk razbremenilnikov in deževnih bazenov gorvodno priključenih prispevnih območij [l/s]

Povprečni deževni odtok med prelivanjem Q_{ro} [l/s]

Med razbremenjevanjem se del deževnega odtoka odvaja čez preliv, del pa skozi dušilko. Vsota teh dveh odtokov je povprečni deževni odtok med prelivanjem.

Za deževne bazene z razmerjem padavinskega odtoka q_r , manjšim od 2 l/(s·ha), lahko izračunamo povprečni deževni odtok med prelivanjem z uporabo naslednje enačbe:

$$Q_{ro} = a_f \cdot (3,0 \cdot A_{is} + 3,2 \cdot Q_{r24})$$

$$a_f = 0,50 + \frac{50}{t_f + 100} \quad \text{za } t_f \leq 30 \text{ min}$$

$$a_f = 0,885 \quad \text{za } t_f > 30 \text{ min}$$

a_f ... redukcija odtočnega časa [-]

Pri $q_r > 2$ l/(s·ha) je potrebno povprečni deževni odtok med prelivanjem določiti s kontrolnim postopkom in enačbo:

$$Q_{ro} = \frac{VQ}{(T_0 \cdot 3,6)} + Q_{r24}$$

VQ ... letna količina prelite mešane odpadne vode [m³]

T_0 ... trajanje vseh prelivanj v letu [h]

3.5.3 Odtočna razmerja

Razmerje sušnega odtoka q_{dw24} [l/s·ha]

Izražen kot kvocient sušnega odtoka in reducirane prispevne površine:

$$q_{dw24} = \frac{Q_{dw24}}{A_{is}}$$

Razmerje padavinskega odtoka q_r [l/s·ha]

Izražen kot kvocient odtoka deževnice skozi dušilko in reducirane prispevne površine:

$$q_r = \frac{Q_{r24}}{A_{is}}$$

Povprečno mešano razmerje m [-]

Izražen kot kvocient povprečnega deževnega odtoka med prelivanjem skupaj z odtokom tujih vod iz območij z ločenim KS in med povprečnim dnevnim sušnim odtokom:

$$m = \frac{Q_{ro} + Q_{rS24}}{Q_{dw24}}$$

Koncentracija KPK sušnega odtoka C_{dw} [mg/l]

Koncentracija KPK sušnega odtoka je potrebna za izračun zadrževalne prostornine. Določena je iz meritev kot povprečna vrednost na pritoku na ČN. Če imamo meritve samo na iztoku iz ČN, te vrednosti pomnožimo z 1,5. Če meritev ni, standard priporoča vrednost 600 mg/l ali uporabo naslednje enačbe:

$$C_{dw} = \frac{c_w \cdot Q_{w24}}{Q_{dw24}} = \left(\frac{Q_{d24} \cdot c_d + Q_{c24} \cdot c_c + Q_{i24} \cdot c_i}{Q_{d24} + Q_{c24} + Q_{i24} + Q_{iw24}} \right) \quad ()$$

c_w ...koncentracija KPK v odpadni vodi [mg/l]

c_d ... koncentracija KPK v odpadni vodi iz gospodinjstev [mg/l]

c_c ... koncentracija KPK v odpadni vodi iz malih obrti [mg/l]

c_i ... koncentracija KPK v odpadni vodi iz industrije [mg/l]

Faktor vpliva večjega onesnaženja a_p [-]

Če je koncentracija KPK sušnega odtoka večja od privzete (600 mg/l), se zadrževalna prostornina poveča. To dosežemo s faktorjem a_p , ki odraža povečanje onesnaženosti. Določi se ga glede na spodnja izraza:

$$a_p = 1 \quad \text{za } C_{dw} = 600 \text{ mg/l}$$

$$a_p = \frac{C_{dw}}{600} \quad \text{za } C_{dw} > 600 \text{ mg/l}$$

Faktor vpliva letnih padavin a_n [-]

Letna višina padavin vpliva na količino prelite vode in trajanje prelivanj. S povečanjem količine padavin se količina mešane odpadne vode veča in se jo zato posledično več odvede v odvodnik. S

faktorjem vpliva letnih padavin se kljub odstopanju letnih višin padavin od privzetih zagotovi letno obremenjevanje odvodnika z onesnaževanjem zaradi prelivanj v dopustnih mejah:

$$a_h = \frac{h_{pr}}{800} - 1 \quad \text{za } 600 \text{ mm} \leq h_{pr} \leq 1000 \text{ mm}$$

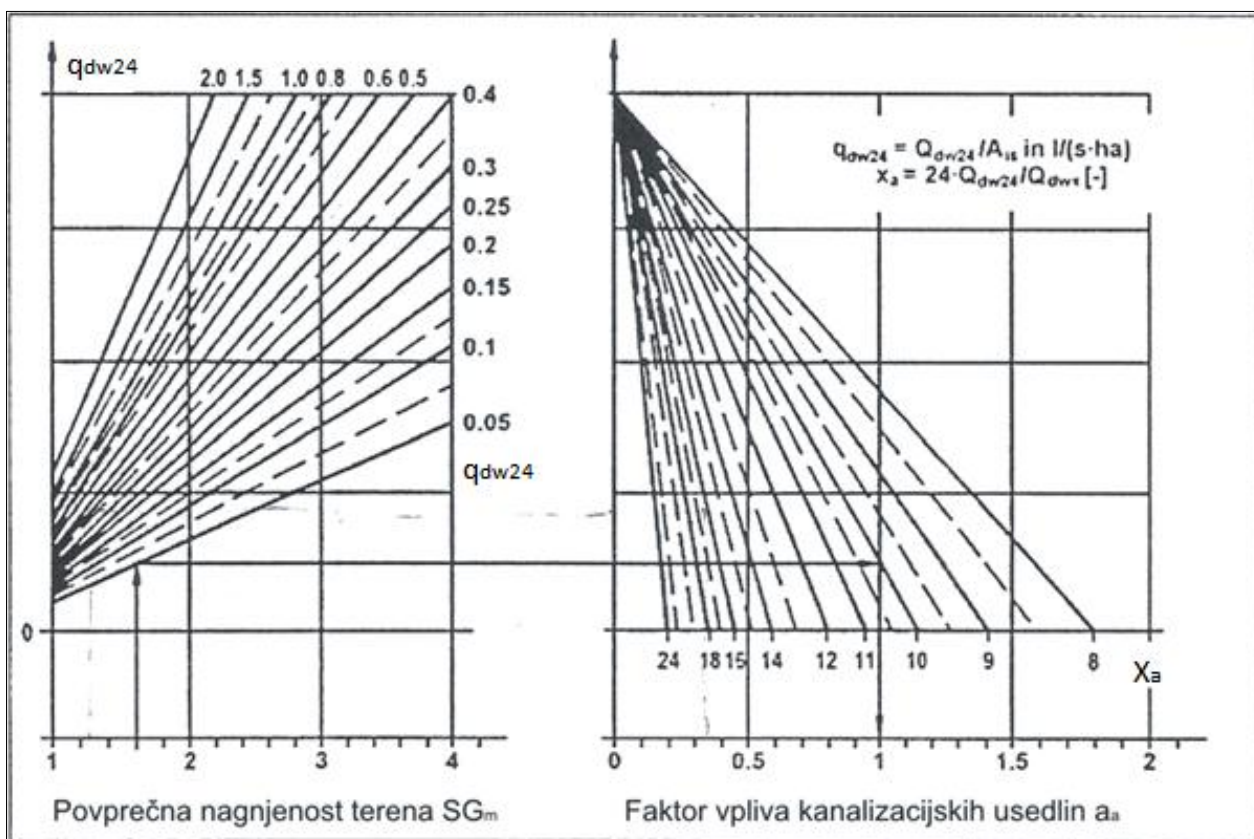
$$a_h = -0,25 \quad \text{za } h_{pr} < 600 \text{ mm}$$

$$a_h = +0,25 \quad \text{za } h_{pr} > 1000 \text{ mm}$$

Faktor vpliva kanalizacijskih usedlin a_a [-]

Minimalen usedalni učinek v mešanem sistemu odpadne vode je pričakovati v nočnem času, predvsem v začetnih odsekih in odsekih z majhnimi padci. Manjša kot sta pretok in padec kanalizacije, večje je usedanje. Faktor vpliva kanalizacijskih usedlin je odvisen od iztoka iz KS, naklona kanalizacije in razmerja med povprečnim dnevnim in maksimalnim sušnim odtokom x_a . Faktor a_a se določi iz spodnjega diagrama po spodnji enačbi:

$$x_a = \frac{24 \cdot Q_{dw24}}{Q_{dwx}}$$

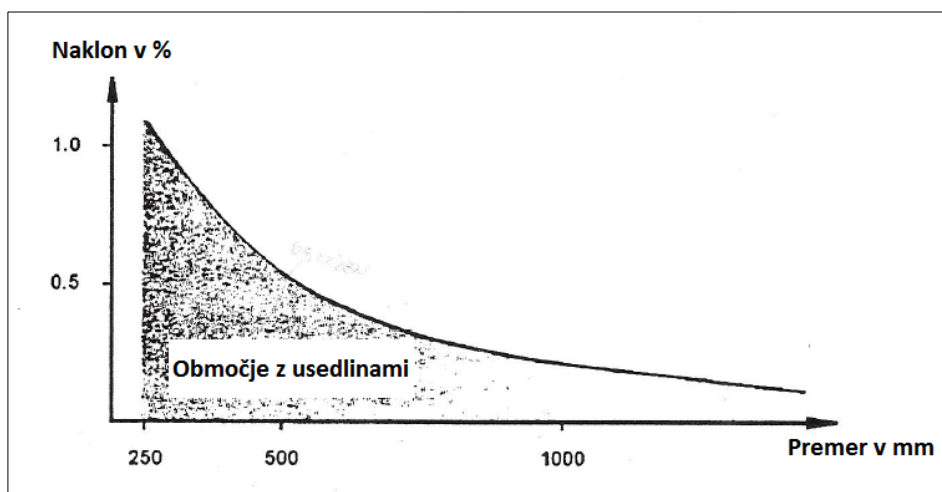


Grafikon 1: Grafikon za določitev vpliva kanalizacijskih usedlin (ATV-A 128E, 1992, str. 29)

Še en način določanja vpliva kanalizacijskih usedlin je s pomočjo enačbe:

$$a_a = \frac{1}{10} \cdot \left(\frac{24}{x_a}\right)^2 \cdot \left(2 - (0,43 \cdot q_{dw24}^{0,45} \cdot (1 + 2 \cdot (SG_m - 1)))\right); a_a \geq 0$$

Če se usedline izpirajo s sušnim odtokom, se faktor zmanjša ali odpravi.



Grafikon 2: Grafikon območja z usedlinami (ATV-A 128E, 1992, str. 13)

Z manjšanjem pretokov in naklonov cevi se povečuje količina usedlin. Usedline so prisotne v območju pod krivuljo.

Računska koncentracija KPK sušnega odtoka C_d [mg/l]

Koncentracija KPK sušnega odtoka ima pri povprečnih pogojih privzeto vrednost 600 mg/l. Da se pri dimenzioniranju zajame vse lokalne razmere, se določi računsko koncentracijo KPK sušnega odtoka, ki zajame vpliv težkih onesnaževalcev, vpliv letnih padavin in vpliv kanalizacijskih usedlin:

$$C_d = 600 \cdot (a_p + a_h + a_a)$$

Teoretična koncentracija KPK prelivov C_{cc} [mg/l]

Teoretična koncentracija KPK prelivov prikazuje onesnaženost v prelitih vodi. Odvisna je od koncentracije KPK deževnega odtoka (pri povprečnih pogojih znaša $C_r = 107$ mg/l), računsko koncentracije KPK sušnega odtoka in povprečnega mešanega razmerja. Določi se po enačbi:

$$C_{cc} = \frac{(m \cdot C_r + C_d)}{(m + 1)} = \frac{(Q_{ro} + Q_{rS24}) \cdot C_r + Q_{dw24} \cdot C_d}{Q_{ro} + Q_{rS24} + Q_{dw24}}$$

Dovoljena letna stopnja prelivanja e_o [%]

Podaja razmerje med stopnjo onesnaženosti, ki mora ostati v KS in se odvede na ČN in za odvodnik še sprejemljivo stopnjo, ki se sme razbremenjevati. Predpostavljeno je, da obremenitev prelite mešane odpadne vode skupaj z obremenitvijo izpusta iz ČN ne sme presežati obremenitve, ki jo povzroči iztok neočiščene padavinske vode iz ločenega KS v odvodnik. To pomeni, da skupna letna količina onesnažil iz KS in ČN ne sme biti večja od letne količine onesnažil zaradi deževnega odtoka. To prikazuje enačba:

$$PL_o + PL_{tp} \leq PL_r$$

$$PL_o = VQ_r \cdot (1 - e_o) \cdot C_{tp}$$

$$PL_o = VQ_r \cdot C_r$$

PL_o ... letna obremenitev z onesnaženjem zaradi prelivanj mešane odpadne vode [kg]

PL_{tp} ... letna obremenitev z onesnaženjem zaradi iztoka iz ČN [kg]

PL_r ... letna obremenitev z onesnaženjem zaradi izpiranja površin z deževnim iztokom [kg]

VQ_r ... vsota deževnega odtoka v enem letu [m^3]

Iz zgornjih enačb sledi:

$$e_o = \frac{C_r - C_{tp}}{C_{cc} - C_{tp}} \cdot 100$$

Če upoštevamo privzete koncentracije za povprečne pogoje, sledi:

$$e_o = \frac{3700}{C_{cc} - 70}$$

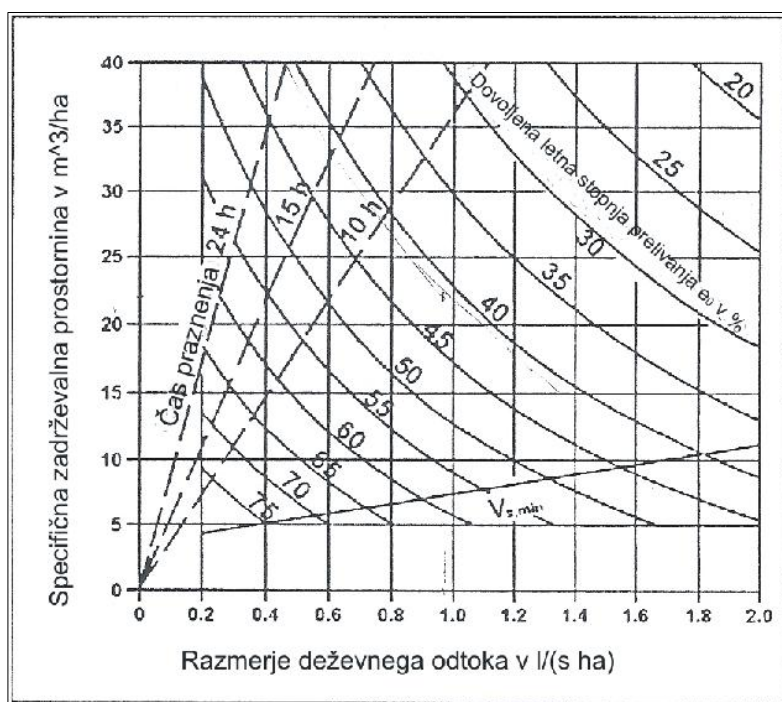
Če se povprečne KPK koncentracije v prelitih vodi povečujejo, se dovoljena stopnja prelivanja zmanjšuje. Posledično se zmanjšuje dovoljena količina prelite vode in zaradi tega povečuje zadrževalna prostornina.

Pri jezerih in rekah z mešanim razmerjem $MLWQ/Q_{px} > 100$ se lahko dovoljena letna stopnja prelivanja poveča s faktorjem, ki linearno narašča od vrednosti 1,0 za $MLWQ/Q_{px} = 100$ do vrednosti 1,2 za $MLWQ/Q_{px} \geq 1000$.

$MLWQ$... srednji nizki pretok v odvodniku

3.5.4 Potrebna zadrževalna prostornina

Da bi lahko ohranili dovoljeno stopnjo preliivanja, mora biti zagotovljena zadrževalna prostornina. Določitev zadrževalne prostornine poteka za celotno prispevno območje ČN nad zadnjim prelivnim objektom. Določa se za deževne bazene in kanale z zadrževalno prostornino in prelivom. Najprej se določi specifična zadrževalna prostornina. Odčita se iz diagrama glede na letno stopnjo preliivanja in glede na razmerje deževnega odtoka.



Grafikon 3: Graf ikon za določitev specifične zadrževalne prostornine (ATV-A 128E, 1992, str. 32)

Lahko pa jo izračunamo po enačbi:

$$V_s = \frac{4000 + 25 \cdot q_r}{(0,551 + q_r) \cdot (e_0 + 6)} - \frac{36,8 + 13,5 \cdot q_r}{0,5 + q_r}$$

V_s ... specifična zadrževalna prostornina [m^3/ha]

Ta formula se uporablja v mejah:

$$0,2 \leq q_r \leq 2,0 \text{ l/s} \cdot \text{ha}$$

$$25 \leq e_0 \leq 75 \%$$

$$V_{s,min} \leq V_s \leq 40 \frac{m^3}{ha}, \text{ kjer je } V_{s,min} = 3,60 + 3,84 \cdot q_r$$

Če je odtok skozi dušilko večji od dvakratnega maksimalnega urnega sušnega pretoka, potem se pri računu minimalne specifične prostornine uporabi vrednost, ki izhaja iz $2 \cdot Q_{dwx}$:

$$q_r = \frac{\left(\frac{48}{x_a} - 1\right) \cdot Q_{dwx} - Q_{rS24}}{A_{is}}$$

Zadrževalna prostornina se določi:

$$V = V_s \cdot A_{is}$$

V ... zadrževalna prostornina [m³]

3.5.4.1 Skupna zadrževalna prostornina

Pri določanju skupne zadrževalne prostornine je potrebno upoštevati celotno prispevno območje ČN nad najbolj dolvodno postavljenim prelivnim objektom. Odtok skozi dušilko najbolj dolvodno postavljenega prelivnega objekta se v celoti odvede v ČN.

3.5.4.2 Efektivna zadrževalna prostornina

Izračun zadrževalne prostornine za vsako prispevno območje posebej je možen le pri vzporedno vezanih odtokih preko dušilk v skupni odtok proti ČN, če le ni prisotnega nadaljnega prelivanja. Vsota odtokov skozi vzporedno vezane dušilke ne sme presegati zmogljivosti ČN.

Prostornino najbolj dolvodno postavljenega prelivnega objekta se določi z odštevanjem prostornin gorvodno postavljenih zaporedno priključenih prelivnih objektov od skupne zadrževalne prostornine.

3.5.5 Postopek dimenzioniranja

Dimenzioniranje zadrževalno-razbremenilnih objektov se opravi v treh korakih:

- določitev skupne zadrževalne prostornine,
- določitev efektivne zadrževalne prostornine posameznih objektov s postopkom dimenzioniranja z uporabo diagramov ali kontrolnim postopkom,
- dimenzioniranje posameznih objektov s prelivom glede na zahteve za dimenzioniranje.

Postopek z uporabo diagramov

Da bi lahko uporabili postopek dimenzioniranja z uporabo diagramov, je treba upoštevati naslednja področja uporabe:

- obremenitev ČN z padavinskim odtokom ne sme presegati vrednosti 2 l/(s·ha) ,
- stopnja deževnega odtoka gorvodno ležečega deževnega bazena ne sme presegati 1,2- kratno vrednost obremenitve ČN z deževnim odtokom,
- zaporedno vezanih bazenov je lahko največ pet,
- če so na prispevnem območju deževnega bazena zadrževalni bazeni brez predhodnega razbremenjevanja, potem mora biti njihovo razmerje padavinskega odtoka večje od 5 l/(s·ha) ,
- specifična zadrževalna prostornina ne sme presegati vrednosti $40 \text{ m}^3/\text{ha}$.

Kontrolni postopek

V primeru da je področje uporabe postopka dimenzioniranja z uporabo diagramov preseženo, uporabimo kontrolni postopek.

Potek kontrolnega postopka:

- uporaba dejanskih padavinskih podatkov daljšega časovnega obdobja na obravnavani lokaciji,
- določitev dejanske koncentracije KPK deževnega odtoka C_r ,
- vnos modificiranega kanalizacijskega omrežja v program za dolgoročno simulacijo kvantitativnega in kvalitativnega odtoka po KS; na koncu KS se vnese (navidezen) deževni bazen, katerega velikost ustreza prvi oceni skupne zadrževalne prostornine,
- dolgoročna simulacija z upoštevanjem prve ocene skupne zadrževalne prostornine in dejanskih padavinskih podatkov,
- določitev povprečnega deževnega odtoka med prelivanjem Q_{ro} in mešanega razmerja m ,
- določitev teoretične koncentracije KPK prelivov C_c brez upoštevanja vpliva letnih padavin v računski koncentraciji KPK sušnega odtoka C_d ($a_h = 0$),
- določitev dovoljene stopnje prelivanja e_o z upoštevanjem dejanske koncentracije deževnega odtoka C_r ,
- primerjava med dejansko in dovoljeno letno stopnjo prelivanja, če je potrebno, se povečuje skupna zadrževalna prostornina, dokler vrednosti nista enaki.

3.6 Omejitve glede dimenzioniranja razbremenilno-zadrževalnih objektov

3.6.1 Omejitve glede minimalnega mešanega razmerja razbremenilnikov M_{so} [-] in deževnih bazenov M_{sto} [-]

Mešano razmerje po postopku dimenzioniranja z uporabo diagramov se določi po enačbi, podani v poglavju 2.5.3. Pri uporabi kontrolnega postopka pa po spodnji enačbi:

$$m = \frac{(C_{dw} - C_{cc})}{(C_{cc} - C_r)}$$

kjer sta $C_{cc} = \frac{PL_o}{VQ_o}$

in $C_r = \frac{PL_r}{VQ_r}$.

VQ_r ... vsota deževnega odtoka v enem letu [m^3]

PL_o ... letna obremenitev z onesnaženjem zaradi prelivanj mešane odpadne vode [kg]

PL_r ... letna obremenitev z onesnaženjem zaradi izpiranja površin z deževnim iztokom [kg]

C_{cc} ... teoretična koncentracija KPK prelivov [mg/l]

C_{dw} ... koncentracija KPK sušnega odtoka [mg/l]

C_r ... koncentracija KPK deževnega odtoka [mg/l]

Razbremenilniki

Minimalno mešano razmerje je 7. Pri koncentracijah KPK sušnega odtoka, ki so večja od 600 mg/l, je treba povečati minimalno mešano razmerje, da dosežemo večje redčenje. Enačba za določitev mešanega razmerja pri razbremenilnikih:

$$M_{so} = \frac{(Q_t - Q_{dw24})}{Q_{dw24}}$$

$$M_{so} \geq 7 \quad \text{za } C_{dw} \leq 600 \text{ mg/l}$$

$$M_{so} \geq (C_{dw} - 180) \quad \text{za } C_{dw} > 600 \text{ mg/l}$$

Povprečni dnevni sušni odtok in koncentracijo KPK sušnega odtoka se določi za celotno gorvodno prispevno območje.

Deževni bazeni

Minimalno mešano razmerje je 7. S koncentracijami KPK sušnega odtoka, ki so večja od 600 mg/l, je treba povečati minimalno mešano razmerje, da dosežemo večje redčenje. Enačba za določitev mešanega razmerja pri deževnih bazenih:

$$M_{sto} \geq 7 \quad \text{za } C_{dw} \leq 600 \text{ mg/l}$$

$$M_{sto} \geq (C_{dw} - 180)/60 \quad \text{za } C_{dw} > 600 \text{ mg/l}$$

3.6.2 Konstrukcijske in dimenzijske omejitve

Razbremenilno-zadrževalni objekti morajo biti oblikovani tako, da pri sušnem odtoku ne pride do oblikovanja usedlin, kar dosežemo z ustreznim naklonom ali izplakovalnimi napravami.

Razbremenilni kanal, ki odvede prelito vodo v odvodnik, mora bit dimenzioniran tako, da prelito vodo čim hitreje in s čim manjšimi hidravličnimi izgubami pripelje do odvodnika. Dušilni vod mora imeti premer vsaj 0,30 m, da ne pride do zamašitev. Plavajoče snovi se zadržuje s potopnimi stenami.

Pri zadrževanju mešane odpadne vode se pojavijo usedline blata. To blato ali druge vsebine bazena moramo očistiti in pripeljati na ČN. Pri tem lahko uporabimo tudi izplakovalne naprave. Merilna oprema se namešča za nadzor nad učinkovitostjo prelivanja.

Razbremenilniki

Hitrost dotoka in dušenega iztoka razbremenilnika mora biti vsaj 0,50 m/s. Pri manjših hitrostih se morajo zagotoviti izplakovalne naprave, ki preprečujejo usedanje usedlin. Prispevno območje razbremenilnika naj ne bo manjše od 2 ha.

Deževni bazeni

Deževni bazeni morajo imeti zadrževalno prostornino v skladu s tem standardom. Deževni prelivni bazeni morajo imeti zadrževalno prostornino vsaj 100 m³, deževni zadrževalni bazeni pa vsaj 50 m³. Teoretični čas praznjenja deževnih bazenov ne sme presegati 10 do 15 ur. Praznijo se gravitacijsko ali s pomočjo črpalk. Pri kritičnem dotoku v poln bazen površinska obremenitev pravokotnih bazenov ne sme presegati 10 m³/(m² h), hitrost skozi poln bazen pri kritičnem dotoku pa ne sme preseči 0,05 m/s. Pri prelivnih bazenih, ki imajo preliv v odvodnik, ne sme priti do vrtinčenja in prelivanja blata.

Dolžina pravokotnega bazena mora biti v smeri toka vsaj dvakratna širina bazena. Krožni bazeni prav tako ne smejo presežati površinske napetosti $10 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \text{ h})$. Hitrosti pri njih se ne preverja.

3.7 Vzdrževanje in čiščenje razbremenilnikov in deževnih bazenov

V sušnem obdobju in v času zadrževanja odpadne vode se oblikujejo usedline, ki zmanjšujejo efektivno zmogljivost objektov. Te usedline so lahko organske snovi iz hišnih priključkov, mulj, pesek... Zaradi nižanja prevodnosti, moramo te usedline odstraniti. To dosežemo s splakovanjem, pri čemer lahko uporabimo tudi odpadno vodo iz razbremenilno-zadrževalnih objektov. Obstaja več postopkov in naprav za čiščenje objektov, od prekucevalnih korit do vodnega curka, mešala idr.. Vedno izberemo najcenejši in najenostavnejši način, s čimer prihranimo nepotrebne stroške.

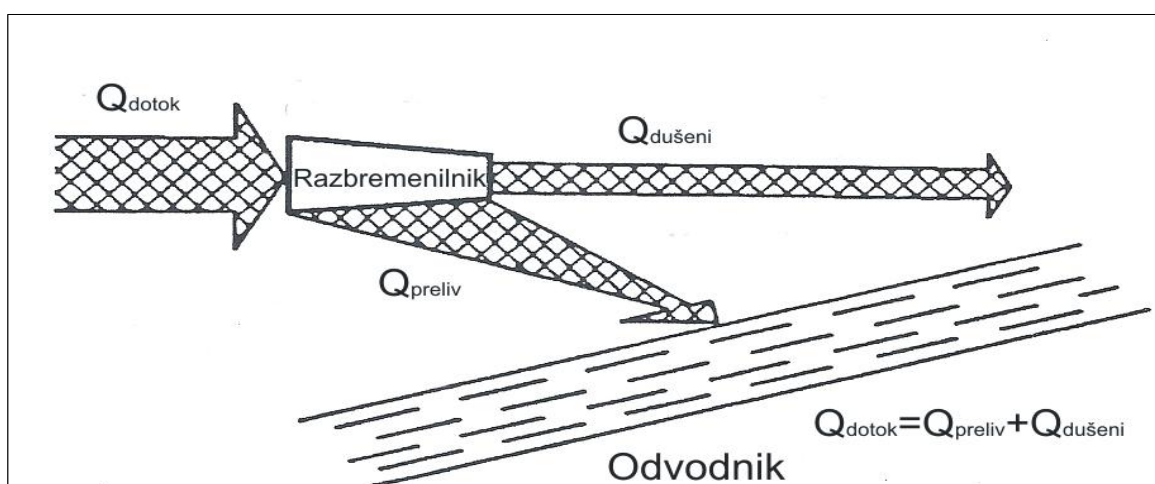
Zaprti objekti morajo biti lahko dostopni. Dostop za čiščenje in vzdrževanje strojnih naprav in bazena lahko zagotovimo skozi jaške. Ti morajo biti lahko dostopni in opremljeni z nerjavečimi in nedersečimi lestvami, ki morajo služiti tudi kot izhod v sili. Zagotoviti moramo tudi prezračevanje pokritih razbremenilno-zadrževalnih objektov, da preprečimo kondenziranje vode nad bazenom.

4 RAZBREMENILNIKI IN ZADRŽEVALNI BAZENI

Mešani kanalizacijski sistem običajno hidravlično dimenzioniramo na padavinski odtok GEN (gospodarsko enakovredni nalivi). Da bi dimenzionirali KS na te količine vode, je ekonomsko in tehnično neupravičeno. Zato skušamo manj onesnaženo mešano odpadno vodo na primernih mestih mešanega KS razbremenjevati v odvodnik, bolj onesnažene odtoke mešane odpadne vode prvega vala onesnaženih voda pa zadržati v KS in kasneje pripeljati na čiščenje v ČN. S tem znižamo tako investicijske kot obratovalne stroške in učinkovito zaščitimo vodotoke. V ta namen uporabljamo razbremenilno-zadrževalne objekte; razbremenilnike in zadrževalne bazene.

4.1 Splošno o razbremenilnikih

Razbremenilniki so objekti na KS, ki služijo zmanjšanju maksimalnih količin odtokov mešane odpadne vode. Del mešane odpadne vode razbremenjujejo v odvodnik (reko ali jezero), preostali del pa vodijo skozi dušilko na čiščenje v ČN. Zdelovanjem pričnejo po prekoračitvi kritičnega pretoka $Q_{krit.}$ »Kritični pretok je vsota sušnega pretoka, kritičnega odtoka iz neposredne prispevne površine in vsote kritičnih odtokov iz gorvodno vezanih prispevnih površin.« (Žgajner, 2011, str. 34) Včasih je bila naloga razbremenilnikov samo količinska razbremenitev odtoka, dandanes pa se z njimi poskuša ločiti manj onesnaženo mešano odpadno vodo od bolj onesnažene mešane odpadne vode. (Maleiner, 2005a)



Slika 4: Razbremenilnik (Povzeto po:ATV-A 128e, 1992, str. 13)

Pred dimenzioniranjem razbremenilnika, moramo določiti dotok, pri katerem se sme voda prelivati v odvodnik, da je zaščita vodotoka pred onesnaženjem zadostna. Ta je odvisen od razredčenja in koncentracije prelite vode. Razredčenje se določi glede na razmerje med celotnim in sušnim odtokom

in je v uporabi bolj kot orientacijska vrednost. Q_{krit} se običajno določa iz jakosti padavinskega odtoka na enoto površine, pri kateri naj začne razbremenilnik delovati. (Kolar, 1983)

Ločimo: (Panjan, 2002)

- razbremenilnike z bočnim in pravokotnim prelivnim robom,
- razbremenilnike z delilno ploščo.

Pri razbremenilnikih z bočnim prelivanjem se voda preliva eno- ali dvostransko. Razbremenilnik s pravokotnim prelivnim robom je ekstremni način takega prelivanja. Ko začne razbremenilnik razbremenjevati, odtok skozi dušilko že odteka pod tlakom. Razbremenilnik z delilno ploščo ima iztok v dnu in začne delovati pri Q_{krit} . Razbremenilnike skušamo umestiti v prostor tako, da je obremenjevanje vodotokov čim manjše.

Sestavni deli razbremenilnika so odtočni kanali, prelivni robovi, dušilke in razbremenilni kanali. Dušilke so lahko cevne, vrtinčne ali zasunske.

Pred deževne bazene običajno postavljamo razbremenilnike visokih vod (RVV) in razbremenilnike deževnih vod (RDV). Naloga razbremenilnika visokih vod pred deževnimi zadrževalnimi bazeni je prelivanje mešane odpadne vode, ko je bazen poln. Naloga razbremenilnika visokih vod pred deževnimi prelivnimi bazeni pa je zmanjšanje maksimalnih pretokov skozi bazen. Razbremenilniki deževnih vod predhodno razbremenjujejo mešano odpadno vodo, če je bazen priključen na stranski vod. Za boljši opis in slikovni prikaz glej poglavje 3.3.1.

4.2 Splošno o zadrževalnih bazenih

V sušnem obdobju, ko ni padavin, se na prispevnih površinah in tudi v KS nabirajo onesnažila. Le te prvi val padavinskega odtoka spere ob prvem padavinskem dogodku. Zaradi v sušnem obdobju nakopičenih onesnažil je ta prvi val tudi do nekajkrat bolj onesnažen kot nadaljnji odtok. Zato moramo ta prvi val onesnaženja zajeti v celoti in odvesti na čiščenje v ČN. Prvi val onesnaženja skušamo zajeti z zadrževalnimi bazeni, ki jih delimo na:

- deževne bazene (DB),
- bazene za delno čiščenje (BDČ) in
- zadrževalne bazene brez predhodnega razbremenjevanja (ZBR).

Ker bazeni za delno čiščenje in zadrževalni bazeni brez predhodnega razbremenjevanja ne spadajo med razbremenilno-zadrževalne objekte (Maleiner, 2005a), bom podrobneje opisal samo deževne bazene. Bazeni za delno čiščenje se uporabljajo za mehansko čiščenje padavinskih odtokov iz območij

z ločenim KS. Zadrževalni bazeni brez predhodnega razbremenjevanja pa se namestijo kadar KS ne more več prevajati viškov padavinske vode in prelivanje mešane odpadne vode ni mogoče. V ZBR zadržimo del padavinskega odtoka in ga po zmanjšanju ali prenehanju padavin odvedemo skozi dušilko v nadaljnje omrežje.

Funkcija zadrževalnih bazenov je dvojna, in sicer zmanjšati količino prelite onesnažene vode v odvodnik in v primeru nesreč ukrepati, da v odvodnik odteče čim manjše onesnaženje. (Povzeto po Panjan, 2002, str. 95) Zadrževalni bazeni so lahko zaprti v betonski izvedbi ali odprti v zemeljski izvedbi. Zaprti bazeni se zaradi higienskih razlogov gradijo v urbanih območjih. Odprte bazene pa se gradi zlasti v ruralnih okoljih za zajetje padavinskega odtoka z avtocest. Pri dimenzioniranju obeh tipov moramo upoštevati prihodnji razvoj naselij in rabo območja.

4.3 Deževni bazeni

Deževne bazene delimo na:

- deževne zadrževalne bazene (v nadaljevanju DZB),
- deževne prelivne bazene (v nadaljevanju DPB) in
- kombinirane razbremenilne bazene (v nadaljevanju KRB).

Deževne zadrževalne bazene se postavlja na konec majhnih prispevnih površin s kratkimi dotočnimi časi od 15 do 20 minut. Njihova naloga je predvsem zajetje prvega vala onesnaženja. Čez njih se voda na preliva. Po njihovi napolnitvi se mešana odpadna voda razbremenjuje na predhodno postavljenem razbremenilniku visokih vod (RVV). Shranjeno vsebino bazena se po koncu padavin odvede na mehansko-biološko fazo ČN.

Z večanjem prispevnega območja se večajo tudi dotočni časi. Tu se izraziti prvi valovi ne pojavljajo več, pojavljajo se namreč bolj uravnotežene koncentracije onesnaževal. V tem primeru pridejo v uporabo deževni prelivni bazeni. Ti vsebujejo preliv, ki začne delovati, ko je bazen poln. S pomočjo preliva se mešana odpadna voda mehansko prečisti in nato izliva v odvodnik. Pred temi bazeni je običajno postavljen razbremenilnik visokih vod, ki omeji pretok čez bazen. Dokler se bazen polni, DPB deluje kot zadrževalni, nato pa kot usedalni bazen s prelivom. Ob koncu padavin je potrebno vsebino bazena pripeljati na čiščenje v ČN.

Kombinirani razbremenilni bazeni pridejo v poštev, če pride do prvega vala onesnaženja (od sosednjih prispevnih površin) in hkrati tudi do odtokov z uravnoteženim onesnaževanjem. Predstavljajo kombinacijo deževnih zadrževalnih in deževnih prelivnih bazenov. Sestavljeni so iz dela za zadrževanje in dela za čiščenje. Dotok mešane odpadne vode je najprej shranjen v zadrževalnem delu,

ki je zasnovan kot DZB, ko je ta poln, teče v čistilni del, ki pa je zasnovan kot DPB. Ko je tudi čistilni del poln, se mehansko obdelana mešana odpadna voda preliva v odvodnik. KRB se dimenzionirajo bodisi kot deževne zadrževalne, bodisi kot deževne prelivne bazene. Njihova prednost je zadrževanje in čiščenje v enem bazenu, a po drugi strani so večji vzdrževalni in obratovalni stroški. Dosegajo tudi manjše učinke čiščenja v primerjavi z deževnimi prelivnimi bazeni.

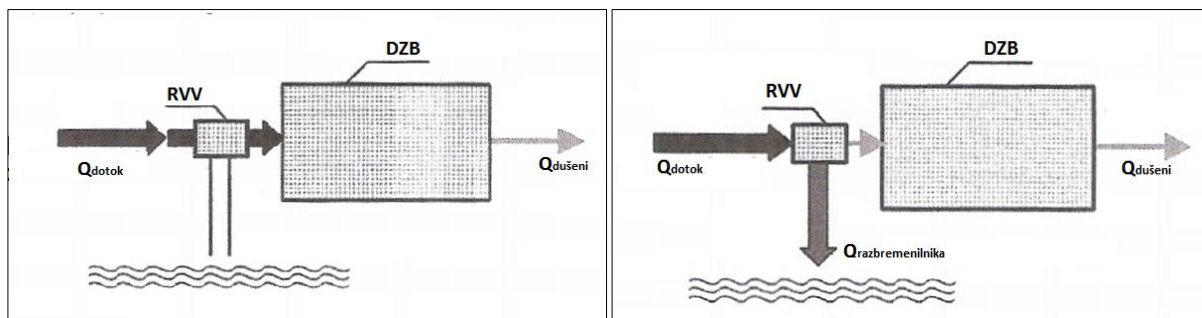
4.3.1 Priključevanje deževnih bazenov v kanalizacijskem sistemu

Deževni bazeni (deževni zadrževalni bazeni, deževni prelivni bazeni in kombinirani razbremenilni bazeni) so lahko priključeni na stranski ali glavni vod KS. Če priključimo bazen na glavni vod, je tok do ČN voden skozi bazen, če priključimo bazen na stranski vod, pa mimo njega. Na kateri vod je priključen zadrževalni bazen, je odvisno od lokalnih višin in razmer na kraju postavitve.

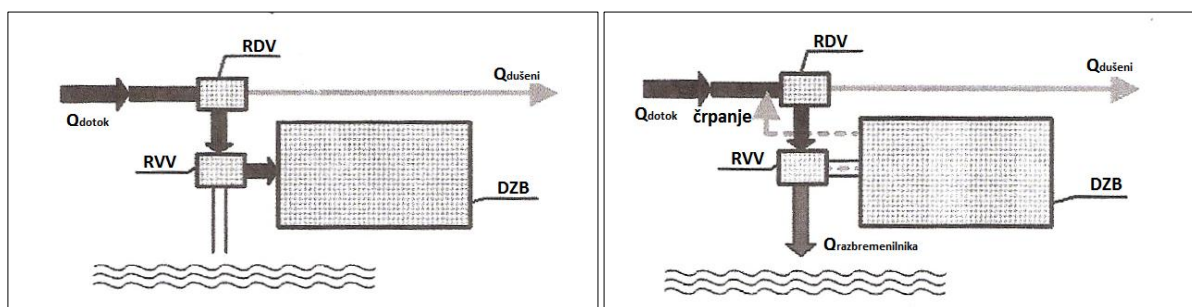
Bazene se priključuje na stranski vod, če so lokalne višinske razlike med odtokom in pritokom majhne. Deževne bazene je tako potrebno prazniti s črpanjem. Dušen iztok poteka mimo bazena na ČN, razbremenjena mešana odpadna voda pa preko razbremenilnika deževnih vod in nato preko razbremenilnika visokih vod. Slaba lastnost takega priključevanja je potreba po večjih povezovalnih cevovodih in dodatnih razbremenilnikih (razbremenilniki deževnih vod (RDV)).

Priključitev na glavni vod je primerna, če so na voljo dovolj velike višinske razlike med pritokom in odtokom. Bazeni se zato lahko praznijo gravitacijsko. Dušeni odtok je voden na ČN skozi bazen, razbremenjena mešana odpadna voda pa le preko razbremenilnika visokih vod.

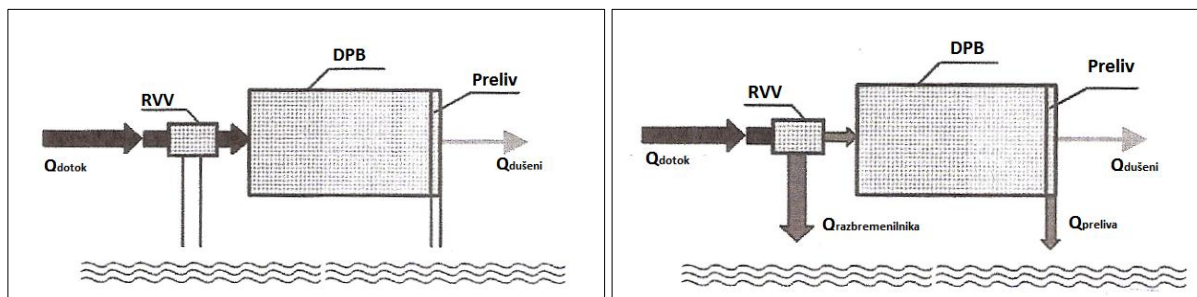
Če je možno, priključujemo DPB na stranski vod. Na začetku in koncu padavin se sušni odtok meša z relativno majhno količino odtekajočega dežja, zato je ta mešana odpadna voda bolj onesnažena. Pri priključitvi DPB na stranski vod se ta bolj onesnažena voda odvaja na ČN preko dušilke razbremenilnika deževnih vod mimo bazena, pri priključevanju na glavnem vodu pa doteka v bazen. Zato je onesnaženost mešane odpadne vode pri priključitvi na stranski vod manjša. Priključitev na stranski vod je potrebna, tudi če se bazen ne prazni takoj po koncu naliva in se posledično zadržana mešana odpadna voda nenehno meša z naknadnim sušnim iztokom. Tu obstaja nevarnost, da bi zaradi tega bolj onesnažena mešana odpadna voda dosegla jezera ali reke.



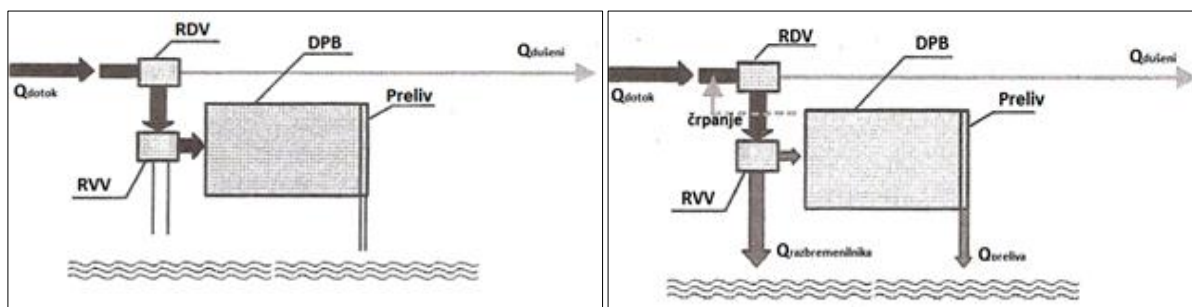
Slika 5: Prikaz delovanja deževnega zadrževalnega bazena na glavnem vodu (levo: med polnjenjem zadrževalnega bazena, desno: po napolnitvi zadrževalnega bazena) (Maleiner, 2005a, str. 158)



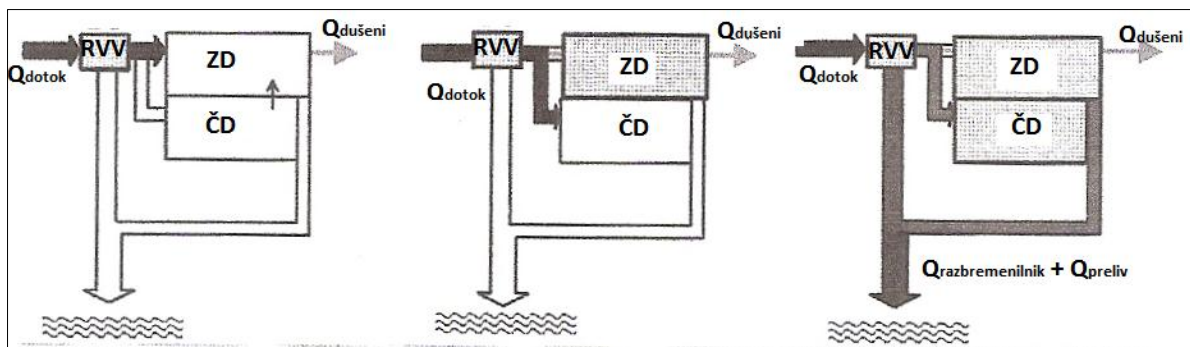
Slika 6: Prikaz delovanja deževnega zadrževalnega bazena na stranskem vodu (levo: med polnjenjem zadrževalnega bazena, desno: po napolnitvi zadrževalnega bazena) (Maleiner, 2005a, str. 158)



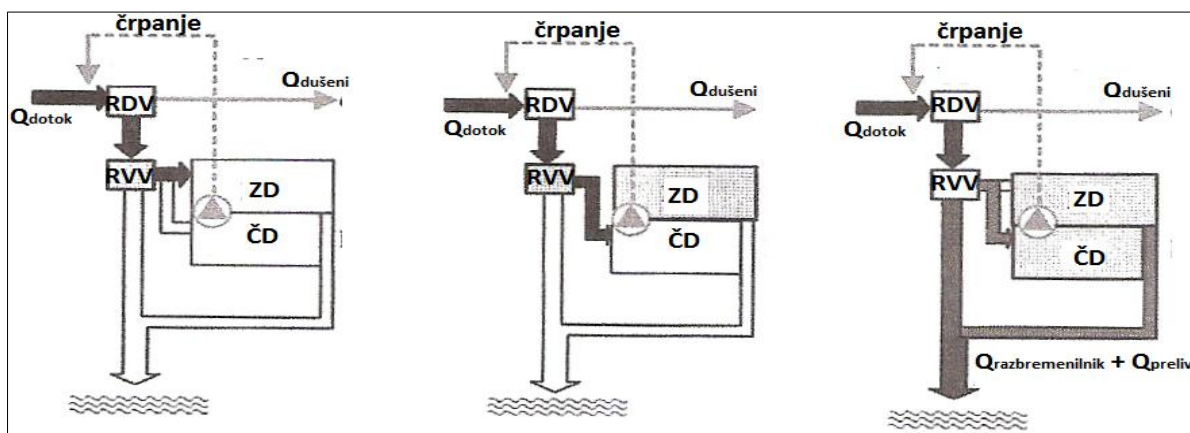
Slika 7: Prikaz delovanja deževnega prelivnega bazena na glavnem vodu (levo: med polnjenjem prelivnega bazena, desno: po napolnitvi prelivnega bazena) (Maleiner, 2005a, str. 158)



Slika 8: Prikaz delovanja deževnega prelivnega bazena na stranskem vodu (levo: med polnjenjem prelivnega bazena, desno: po napolnitvi prelivnega bazena) (Maleiner, 2005a, str. 158)



Slika 9: Prikaz delovanja kombiniranega razbremenilnega bazena na glavnem vodu (levo: med polnjenjem čistilnega dela bazena, v sredini: med polnjenjem zadrževalnega dela bazena, desno: po napolnitvi celotnega bazena) (Maleiner, 2005a, str. 159)



Slika 10: Prikaz delovanja kombiniranega razbremenilnega bazena na stranskem vodu (levo: med polnjenjem čistilnega dela bazena, v sredini: med polnjenjem zadrževalnega dela bazena, desno: po napolnitvi celotnega bazena) (Maleiner, 2005a, str. 159)

4.3.2 Medsebojno priključevanje deževnih bazenov

Pri večjih prispevnih območjih, ki jih porazdelimo na več prispevnih pod-območij, je smiselna postavitev več deževnih bazenov. Za doseg optimalnih vzdrževalnih in obratovalnih stroškov poskušamo postaviti optimalno število teh objektov. Deževne bazene medsebojno priključujemo zaporedno ali vzporedno.

Vzporedna povezava

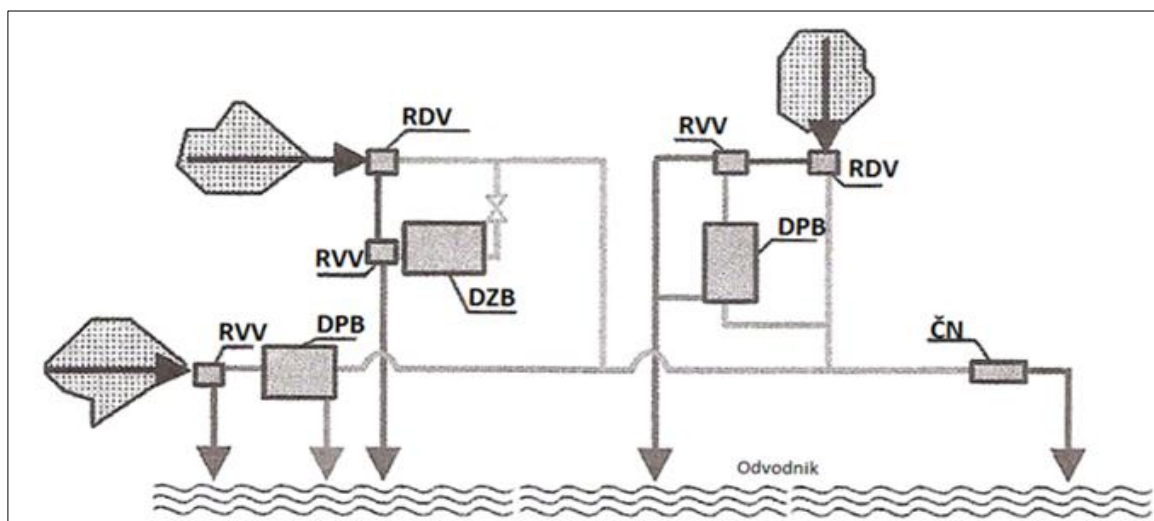
Celotno prispevno območje je urejeno tako, da so bazeni, ki so postavljeni na koncu vsakega območja, povezani vzporedno. S tem je možno priključevanje deževnih bazenov na stranskem in glavnem vodu.

Prednosti te povezave so:

- dušeni iztoki v celoti dosežejo ČN,
- ni medsebojnih vplivov med bazeni,
- preprosto dimenzioniranje,

- proste izbire oblik bazenov.

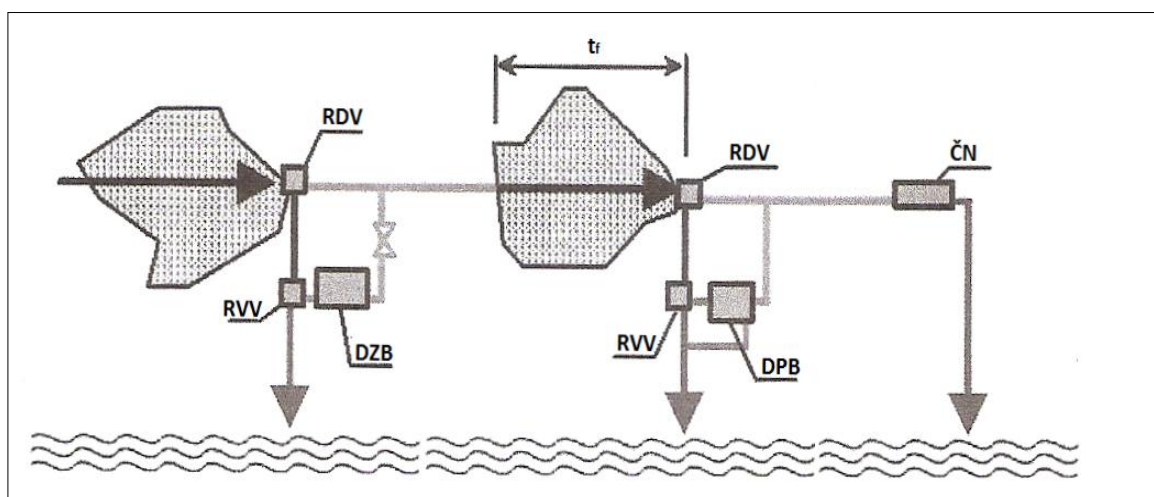
Slabost so večji gradbeni stroški kot posledica gradnje glavnega kolektorja, ki vodi do ČN.



Slika 11: Vzporedno medsebojno priključevanje bazenov (Maleiner, 2005a, str. 159)

Zaporedna povezava

Zaporedna povezava bazenov zahteva učinkovito delovanje KS in skrbno vzdrževanje ČN. V primeru zaporedne povezave deževnih bazenov se lahko gorvodno ločeni dušeni iztok spet meša s padavinsko vodo in nato preliva v naslednji bazen. Velikost dušilnega voda naj bi zato rasla v smeri toka tako, da zadržane vsebine gorvodno ležečih bazenov dosežejo ČN brez prelivanj na dolvodno ležečih prelivnih bazenih. Prav tako je potrebno paziti, da zadnji dušeni iztok iz bazena ne preseže zmogljivosti ČN. V zaporedni povezavi morajo biti vsi bazeni, razen zadnjega, priključeni na stranski vod.



Slika 12: Zaporedno medsebojno priključevanje bazenov (Maleiner, 2005a, str. 159)

5 OPIS PROGRAMA STORM WATER MANAGEMENT MODEL (SWMM)³

Program Storm Water Management Model (SWMM) je bil prvič razvit leta 1971 in je bil od takrat deležen mnogih posodobilanj. Zadnja verzija programa SWMM 5 je izšla leta 2002. Razvil jo je Oddelek za oskrbo vod in vodnih virov (Water Supply and Water Resources Division) iz Ameriške agencije za zaščito okolja (United States Environmental Protection Agency) v sodelovanju s podjetjem CDM Inc..

Program simulira dinamičen odtok padavin in se uporablja za en sam kratkotrajen dogodek ali dolgotrajne simulacije kvalitativnega ali kvantitativnega odтока. Uporablja se v svetovnem merilu za načrtovanje in analizo odтока po mešanem in ločenem kanalizacijskem sistemu in drugih drenažnih sistemih in cevovodih, tako v urbanih kot tudi podeželskih območjih. SWMM je sestavljen iz hidrološkega in hidravličnega modela sistema. Hidrološki model simulira hidrološke procese, ki povzročajo odtok iz prispevnih območij, hidravlični model pa simulira dogajanje v omrežju.

Program vključuje naslednje hidrološke procese:

- časovno odvisne padavine,
- izhlapevanje stoječih voda,
- akumulacija in taljenje snega,
- prestrežanje padavin,
- infiltracija padavin v nenasičena tla,
- pronicanje vode v podzemne sloje,
- vmesni tok med podzemno vodo in kanalizacijskim sistemom,
- površinski odtok.

Upoštevanje nehomogenosti območij se upošteva z razdelitvijo teh območij na več manjših podobmočij glede na karakteristike (prepustnost). Površinski odtok je lahko voden med podobmočji, območji ali med vhodnimi točkami kanalizacijskega sistema.

Nastavitve hidravličnih procesov se uporabljajo za modeliranje odvoda odтока in zunanjih pritokov skozi omrežje kanalizacijskega sistema in objektov na kanalizacijskem sistemu. To vključuje sposobnost:

- dimenzioniranja in uporabe omrežja neomejenih velikosti,
- uporabe različnih zaprtih ali odprtih oblik cevi in naravnih kanalov,
- uporabe različnih objektov na kanalizacijskem sistemu,

³ Celotno besedilo v tem poglavju je povzeto po: Rossman, 2009. Izjeme so opisane z virom.

- upoštevanja zunanjih pritokov in kvalitete vode,
- simulacija kinematičnega ali dinamičnega gibanja,
- uporabe uporabniško-določenih nastavitev, za simulacijo delovanja črpališč, prelivov in nestandardnih odprtin.

Program SWMM se uporablja širom sveta, njegove tipične aplikacije so:

- dimenzioniranje in oblikovanje komponent kanalizacijskega sistema za poplavno varnost,
- načrtovanje razbremenilno-zadrževalnih objektov za poplavno varnost in zaščito okolja,
- načrtovanje poplavnih kart naravnih kanalov,
- manjšanje količine prelite vode iz mešanega kanalizacijskega sistema,
- določevanje vpliva tuje vode v ločenem kanalizacijskem sistemu za sušni odtok,
- zmanjšanje onesnaženosti deževnega odtoka,
- ustvarjanje vira ne-točkovne obremenitve za študijo razporeditve onesnažil.

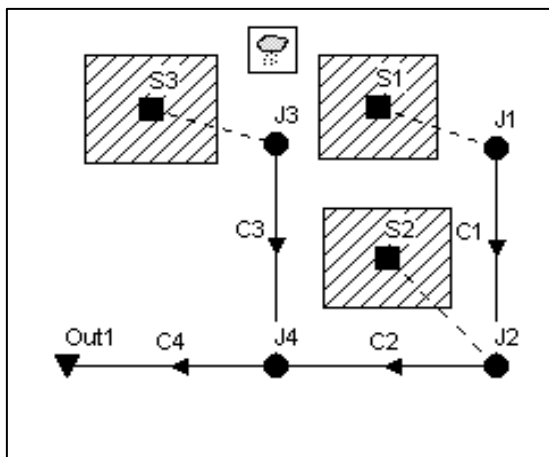
Program privzema dogajanje v kanalizacijskem sistemu in na prispevnih območjih kot model serije odtokov med posameznimi programskimi deli. Ti deli so:

- Atmosferski del simulira dogodek padanja dežja, snega in odlaganja onesnažil na površju.
- Površinski del prejme padavine v obliki snega ali dežja iz atmosferskega dela in jih odvaja v obliki infiltrirane vode v podzemni del, v obliki površinskega odtoka pa v transportni del.
- Podzemni del sprejme infiltrirano vodo iz površinskega dela in jo vodi do transportnega dela.
- Transportni del vsebuje elemente kanalizacijskega sistema (kanali, cevi, jaški, razbremenilno-zadrževalni objekti...). Ta del sprejme sušni odtok in vode iz površinskega in podzemnega dela. Simulira odtok po sistemu do končne točke.

V vseh modelih lahko nastopi le po en del.

5.1 Vizualni objekti

»Vizualni objekti so fizični elementi kanalizacijskega sistema, ki so lahko prikazani v delovnem oknu uporabniškega vmesnika programa SWMM.« (Rep, 2007, str. 6) S kombiniranjem različnih vizualnih elementov lahko načrtujemo sistem. Načrtovan sistem je prikazan v delovnem prostoru.



Slika 13: Primer narisane sistema v delovnem prostoru

5.1.1 Padavine

V zavihek »Rain Gage« vnašamo podatke o padavinah za eno ali več prispevnih površin. Podatke podamo kot tabelo ali zunanjo podatkovno datoteko. Vhodni podatki morajo vključevati:

- ime vhodne datoteke,
- časovni interval,
- podatke o padavinah.

5.1.2 Prispevna območja

Topografija prispevnih območij/podobmočij in elementi kanalizacijskega sistema usmerjajo odtok do ene same iztočne točke. Iztočna točka je lahko vozlišče ali drugo prispevno območje. Prispevna območja delimo na neprepustna in prepustna območja. Če je prispevno območje prepustno, se lahko površinska voda infiltrira v zgornji sloj zemljine. Infiltracijo padavin lahko program računa po treh postopkih:

- infiltracija po Horton-u,
- infiltracija po Green-Ampt-u,
- infiltracija po metodi SCS krivulje.

Prispevnim območjem lahko ob morebitnih snežnih padavinah, določimo tudi porazdelitev in taljenje snega. Določimo lahko tudi vtok podtalnice skozi vozlišča in vnos ter kopičenje onesnažil na območju.

Vhodni podatki morajo vključevati:

- pripadajoče padavinske podatke,
- pripadajočo iztočno točko,
- rabo območja,

- velikost prispevnega območja,
- delež neprepustnosti,
- padec,
- Manning-ov koeficient hrapavosti,
- depresijsko prostornino prepustnega in neprepustnega območja,
- delež neprepustnih podobmočij brez depresijskih prostornin.

Nekatere vrednosti vhodnih podatkov so podane v priročniku SWMM 5.

5.1.3 Vozlišča

Predstavljajo spoje površinskih kanalov, jaške v kanalizacijskem sistemu ali posamezne dele cevovodov. Lahko so vhodna mesta za površinsko in podpovršinsko vodo. Skozi njih lahko določimo uporabniško definiran direkten in sušni vtok. Vhodni podatki morajo vključevati:

- koordinate,
- koto dna,
- višino od dna do terena,
- podatke o dotoku,
- površino odvečne vode v primeru preplavitve.

5.1.4 Iztoki

Iztoki so vozlišča kanalizacijskega sistema, uporabljena za določanje robnih pogojev dinamičnega toka. Za ostale vrste toka se uporabljajo kot vozlišča. »Kot iztočno mesto smatramo vtok na čistilno napravo ali pa izliv v odvodnik.« (Žgajner, 2011, str. 56)

Robne pogoje na iztoku lahko opišemo z enim od naštetih:

- kritična ali normalna globina v pripadajoči cevi,
- fiksna stalna višina,
- valovita višina, določena s tabelo, ki podaja višine v odvisnosti od ure v dnevno,
- višina, določena z uporabniško tabelo višin v odvisnosti od časov.

Vhodni podatki morajo vključevati:

- koordinate,
- izbrano vrsto robnega pogoja,
- morebitno prisotnost povratne zapore za preprečevanje vdora visoke vode v kanalizacijski sistem skozi iztok.

5.1.5 Razbremenilniki

Razbremenilniki so vozlišča na KS, ki preusmerijo del dotoka v drug kanal ali cev. Sestavljeni so iz razbremenilnega kanala in dušenega odtoka. Aktivni so le pri toku s kinematičnim valom, pri dinamičnem toku pa se obnašajo kot vozlišča. Glede na način ločitve program pozna:

- razbremenilnik v razbremenilni kanal preusmeri ves dotok, ki je višji od uporabniško določene meje,
- razbremenilnik v razbremenilni kanal preusmeri ves dotok, ki je višji od maksimalne hidravlične zmogljivosti ne-razbremenjene cevi (dušilne cevi),
- razbremenilnik, ki uporabi tabelo, ki podaja količino razbremenjenega odtoka kot funkcijo celotnega dotoka,
- razbremenilnik, ki za določitev razbremenjene količine dotoka uporabi enačbo preлива.

Vhodni podatki morajo vključevati:

- parametre vozliščnih spojev,
- ime razbremenilne cevi,
- izbiro metode za izračun količine razbremenjenega pretoka.

5.1.6 Akumulacijski bazeni

Akumulacijski bazeni so vozlišča, ki zagotavljajo prostornino za shranjevanje vode. So različnih velikostnih razredov, od majhnih bazenov pa do velikih jezer. Prostorninske karakteristike akumulacijskih bazenov so opisane s funkcijo ali tabelo, ki opisuje površino v odvisnosti od višine.

Vhodni podatki morajo vključevati:

- maksimalno globino,
- faktor izhlapevanja,
- podatke o površini,
- izbiro metode za izračun volumna.

5.1.7 Kanali

Kanali so cevi ali odprti kanali, ki prenašajo vodo od enega do drugega vozlišča. Program pozna več različnih prečnih prerezov s pripadajočimi krivuljami površin in pretoka v odvisnosti od polnitve kanala. Če poznamo parametre oblike, lahko definiramo poljubne prereze. Vhodni podatki morajo vključevati:

- imena vtočnih in iztočnih vozlišč,
- Manning-ov koeficient hrapavosti kanala/cevi,

- višino vtoka in iztoka glede na koto dna pripadajočega vozlišča,
- prečni prerez kanala,
- dolžino kanala,
- energijske izgube na vtoku in iztoku,
- morebitno prisotnost povratne zapore za preprečevanje povratnega toka v kanal.

5.1.8 Črpališča

Črpališča so vozlišča, ki prečrpavajo vodo iz nižje ležečega vozlišča v višje ležeče vozlišče. Program pozna štiri tipe črpališč, ki so odvisna od črpalne krivulje. Črpalne krivulje opisujejo zvezo med pretoki in pogoji v nižje ležečem vtočnem in višje ležečem iztočnem vozlišču. Vhodni podatki morajo vključevati:

- imena vtočnih in iztočnih vozlišč,
- izbiro tipa krivulje,
- globino, pri katerih se črpališče zažene ali izklopi.

5.1.9 Regulatorji pretoka

Regulatorji pretoka so objekti ali naprave, ki nadzorujejo in usmerjajo pretok znotraj transportnega sistema. Uporabljajo se za:

- kontrolo izpusta iz akumulacijskih bazenov,
- preprečevanje prenapolnite objektov,
- usmerjanje toka do ČN.

Program pozna prelive, standardne odprtine in nestandardne odprtine. Prelivi se uporabljajo za modeliranje iztokov in razbremenilnikov. SWMM pozna 4 različne tipe prelivov: prečni preliv, vzdolžni preliv, V-preliv in trapezni preliv. Vhodni podatki morajo pri prelivih vključevati:

- imena vtočnih in iztočnih vozlišč,
- obliko in geometrijo,
- višino kote preliva,
- koeficient preliva.

Standardne odprtine se prav tako uporabljajo za modeliranje iztočnih odprtin in razbremenilnih objektov v KS. Vhodni podatki morajo za standardne odprtine vključevati:

- imena vtočnih in iztočnih vozlišč,
- informacijo o postavitvi odprtine,
- koeficient preliva,

- višino nad koto zgoraj ležečega vozlišča.

Nestandardne odprtine so naprave za nadzorovanje toka, ki se ponavadi uporabljajo za nadzorovanje iztoka iz akumulacijskih bazenov. Uporabljajo se za modeliranje odprtin, ki se jih ne da opisati s črpališči, prelivami ali standardnimi odprtini. Vhodni podatki za nestandardne odprtine morajo vključevati:

- imena vtočnih in iztočnih vozlišč,
- višino nad koto zgoraj ležečega vozlišča,
- funkcijo ali tabelo, ki vsebuje koto nestandardne odprtine.

5.2 Nevizualni objekti

5.2.1 Podnebje

5.2.1.1 Temperatura

Podatki o temperaturi zraka se uporabijo pri simulaciji sneženja ali taljenja snega med procesom odtoka. Uporabijo se tudi pri procesu izhlapevanja. Podatke lahko vnašamo preko uporabniško definirane tabele ali preko računalniške podatkovne datoteke, ki vsebuje tudi podatke o hitrosti vetra in izhlapevanju.

5.2.1.2 Izhlapevanje

Izhlapevanje se pojavi pri stoječih vodah na prispevnih območjih, pri podpovršinski vodi v podzemnih objektih in akumulacijskih bazenih. Stopnjo izhlapevanja lahko določimo:

- s konstantno vrednostjo,
- z vrednostmi iz podatkovne datoteke,
- z uporabniško definiranimi dnevnimi ali povprečnimi mesečnimi vrednostmi.

5.2.1.3 Hitrost vetra

Podatki o hitrosti vetra se uporabljajo pri procesu taljenja snega. Podatke vnašamo preko tabele, preko podatkovne datoteke ali preko tabele s povprečnimi vrednostmi hitrosti vetra.

5.2.1.4 Taljenje snega

Pri procesu taljenja snega moramo vnesti parametre taljenja snega, ki vsebujejo:

- temperaturo zraka, pri kateri začnejo padavine padati v obliki snega,
- lasnosti toplotne izmenjave snežne površine,
- nadmorsko višino ter korekcijo zemljepisne dolžine in širine.

5.2.1.5 Površinska redukcija

Ko se s časom sneg topi, se zmanjšuje velikost površine, pokrite s snegom. To opisuje krivulja površinske redukcije, ki podaja razmerje med površino, ki je pokrita s snegom, in stopnjo relativne globine (kvocient med debelino snega pri trenutni velikosti površine, pokrite s snegom in debelino snega pri 100 % pokritosti površine s snegom). Vnaša se podatke posebej za prepustno in neprepustno območje.

5.2.1.6 Snežni parametri

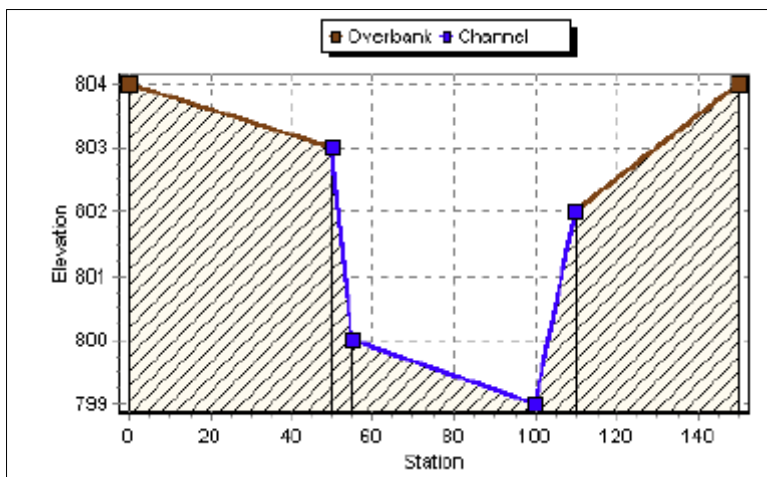
Snežni parametri vsebujejo parametre, ki opisujejo nastanek, odstranjevanje in taljenje snega za prepustna območja, popolnoma neprepustna območja, ki jih je mogoče plužiti (ceste, parkirišča...) in ostala neprepustna območja, prekrita s snegom. Vhodni podatki za snežne parametre morajo vključevati:

- minimalne in maksimalne koeficiente taljenja snega,
- minimalno temperaturo zraka, pri kateri se pojavi taljenje snega,
- višino snega nad snežno plastjo, ki predstavlja 100% površinsko pokritost podobmočja,
- začetno višino snega,
- začetno in največjo vrednost proste vode, ki se nahaja med razpokami in porami snežne odeje.

Dodatno se lahko določi parametre o pluženju snega. Pri tem se lahko določi višina, pri kateri se pluženje prične, in delež prestavljenega snega na druge površine.

5.2.2 Prečni prerezi

Prečni prerezi podajajo obliko prečnega prereza kanala in cevi. Določimo jih s koordinatami, ki vsebujejo stacionažo in višinsko koto. Lahko jim določimo poplavno območje (levo in desno pobočje) in glavno strugo z različnimi vrednostmi Manning-ovih koeficientov za bolj realističen izračun.



Slika 14: Primer prečnega prereza (Rossman, 2009, str. 47)

5.2.3 Podzemni objekti

Podzemni objekti se uporabljajo za modeliranje navpičnega gibanja vode (infiltracija iz prispevnih površin, ki ležijo nad njim). Prav tako upoštevajo vdor podzemne vode v KS in obratno. En podzemni objekt se lahko dodeli več prispevnim območjem. Podzemni objekti se uporabljajo samo za modele, v katerih želimo določiti prelivanje vode med podzemno vodo in KS ali kjer hočemo v naravnih odprtih kanalih obogatiti pretok s podtalnico. Sestavljeni so iz zgornjega nasičenega sloja in spodnjega nenasičenega sloja. Njihovo obnašanje je opisano s parametri, kot so: poroznost, hidravlična prevodnost zemljin, stopnja pronicanja v podtalnico, kota dna, vlažnost in globina, pri kateri izhlapevanje še ima vpliv.

5.2.4 Zunanji vtoki

Poleg površinskega vtoka in vtoka podtalnice lahko vozlišča prejmejo še tri druge tipe zunanjega vtoka:

- Direktni vtok uporabimo pri simulaciji pretoka vode za modele brez računanega površinskega odtoka (ni definiranih prispevnih površin).
- Sušni vtok je konstanten tok v vozlišča, značilen za fekalno kanalizacijo ali osnovni tok v ceveh in kanalih. Predstavljen je s povprečnim pritokom, ki ga lahko program periodično uravnava s časovnim faktorjem z uporabo časovnega vzorca.
- Deževni vtok vstopa v fekalno ali mešano kanalizacijo zaradi priključevanja drenaž, vdora podtalnice zaradi slabo tesnjenih cevi... Vtok definiramo z vnosom zunanje RDII podatkovne datoteke ali z uporabniško definiranim RDII-hidrogramom.

5.2.5 Kontrolni stavki

Kontrolni stavki določajo, kako bodo črpališča in regulatorji pretoka delovali skozi simulacijo. Uporabimo jih za izklop/vklop črpališča v odvisnosti od višine vode v črpališču ali cevi, časa pretoka skozi kanal... Uporabimo jih tudi, kadar želimo uravnati pretok skozi regulatorje pretoka.

5.2.6 Onesnažila

SWMM lahko simulira nastanek, pritok in transport onesnažil in so-onesnažil. Za to potrebuje nekatere osnovne informacije o imenu onesnažil in njihovi koncentraciji. Kopičenje onesnažil in spiranje s prispevnih območij se določa z rabo območja. Vnos onesnažil v KS lahko opišemo tudi s podatkovno datoteko ali pa z direktnim sušnim vtokom v vozlišče.

5.2.7 Raba območja

Raba območja opisuje lastnosti površja prispevnega območja. Značilnosti površine zemljišč lahko vključujejo strehe, zelenice, tlakovane ceste... Raba območja uporabimo za simulacijo kopičenja onesnažil in njihovo spiranje s površja. Uporabimo lahko naslednje procese za rabo območja:

- kopičenje onesnažil,
- spiranje onesnažil s površin,
- spiranje onesnažil s povoznih površin.

Količina onesnažil je odvisna od trajanja sušnega obdobja. Z dežjem se onesnažila sperejo.

5.2.8 Čiščenje

V vozliščih lahko s čiščenjem določimo stopnjo odstranjevanja onesnažil. Funkcija čiščenja je lahko katerikoli matematični ukaz, ki ima pripono C (koncentracija onesnaženja v odpadni vodi na iztoku) ali R (stopnja odstranjenega onesnažila).

5.2.9 Krivulje

Krivulje se uporabljajo za opisovanje odnosa med dvema količinama. V programu so na voljo naslednje:

- Akumulacijska k. opisuje površino akumulacijskega bazena v odvisnosti od njegove globine.
- Oblikovna k. opisuje, kako se širina prečnega prereza spreminja z višino kanala.

- Razbremenilna k. določa količino razbremenjenega pretoka v odvisnosti od celotnega pretoka pri razbremenilnem vozlišču.
- K. plimovanja. opisuje, kako se spreminja gladina vode v odvisnosti od dela dneva pri iztočnem vozlišču.
- Črpalna k. določa pretok skozi črpališče v odvisnosti od globine ali prostornine gorvodno ležečega vozlišča.
- Višinska k. določa količino pretoka skozi iztočni kanal v odvisnosti od višinske razlike gladin preko nestandardne odprtine.
- Kontrolna k. določa, kako se kontrolne nastavitve črpališč ali regulatorjev pretoka spreminjajo kot funkcija določene kontrolne spremenljivke, ki je določena s kontrolnimi stavki.

5.2.10 Časovno odvisne tabele

S časovno odvisnimi tabelami opisujemo, kako se posamezne spremenljivke spreminjajo s časom. Z njimi opišemo temperaturo, izhlapevanje, padavine, gladino vode v iztočnih vozliščih, hidrograme zunanjih vtokov v vozliščih, polutografe zunanjih vtokov v vozliščih, kontrolne nastavitve za črpališča in regulatorje pretoka.

5.2.11 Časovni vzorec

Časovni vzorci omogočajo spreminjanje zunanjega sušnega vtoka v določeno vozlišče skozi različne časovne intervale (ura, dan, mesec, vikend). Vsak časovni vzorec mora imeti svoje ime. Vsak zunanji sušni vtok ima lahko do 4 časovne vzorce, vsakega za en tip (ura, dan, mesec, vikend).

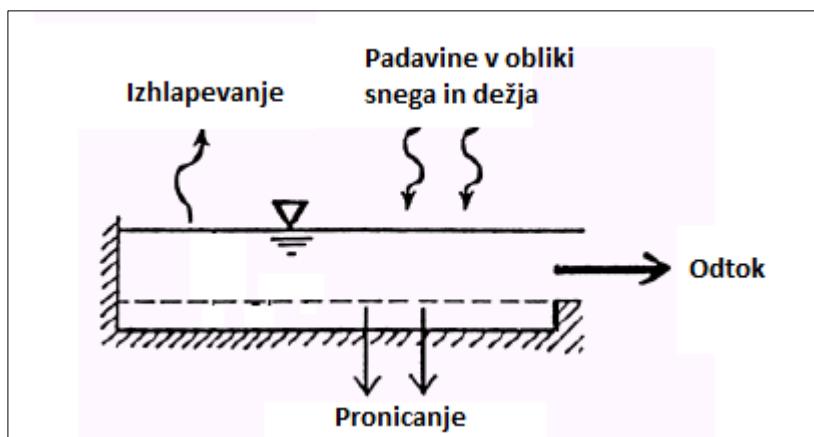
5.3 Računske metode

SWMM je fizikalno časovno odvisni simulacijski program. Uporablja načela o ohranitvi mase, energije in gibalne količine, ko je to primerno. Skozi fizične procese program uporablja različne metode preračuna kvalitativnega in kvantitativnega deževnega odtoka. Fizikalni procesi so:

- površinski odtok,
- infiltracija,
- podzemna voda,
- taljenje snega,
- transport vode,
- površinsko zbiranje vode,
- transport onesnažil.

5.3.1 Površinski odtok

Vsako prispevno območje je obravnavano kot nelinearni rezervoar. Padavine v obliki snega ali dežja in pritok iz zgornje ležečih prispevnih območij so mišljeni kot pritok v rezervoar. Iztoki pa so infiltracija, izhlapevanje in površinski odtok. Kapaciteta rezervoarja je maksimalna depresijska prostornina.



Slika 15: Prikaz površinskega odtoka po SWMM (Rossman, 2009, str. 54)

5.3.2 Infiltracija

Infiltracija je proces prehajanja padavin skozi prepustno površje v vrhnje nenasičene sloje zemljine. Za modeliranje infiltracije v programu uporabljamo Horton-ovo metodo, Green-Ampt-ovo metodo ali SCS metodo.

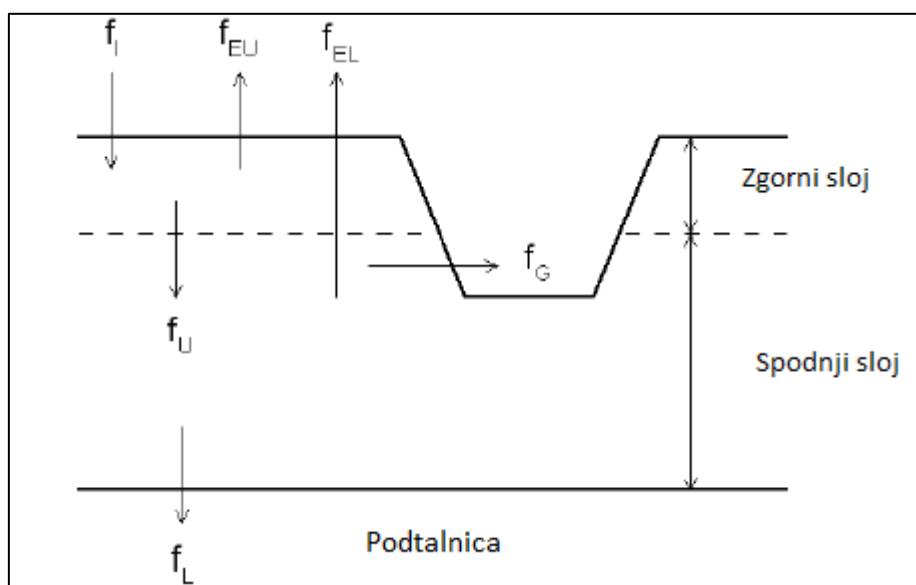
Hortonova metoda temelji na empiričnih ugotovitvah, ki kažejo, da se infiltracija zmanjšuje eksponentno od začetne najvišje stopnje do neke minimalne stopnje v času dogodka padavin. Vhodni parametri, ki jih ta metoda zahteva, vključujejo maksimalne in minimalne stopnje infiltracije (v priročniku), čas, ki je potreben, da se popolnoma nasičena zemljina popolnoma posuši, in koeficient, ki opisuje, kako hitro se stopnja infiltracije spreminja s časom.

Green-Ampt-ova metoda modeliranja infiltracije predpostavlja, ravno mejo med spodnjo plastjo zemljine z neko stopnjo vlažnosti in zgornjo plastjo zemljine, ki je zaradi infiltracije nasičena. Vhodni podatki za izračun so začetni primanjkljaj vlage v tleh, saturirana hidravlična prevodnost zemljine in kapilarni srk na meji med nasičeno in nenasičeno plastjo zemljine.

SCS metoda predpostavlja, da infiltracijsko sposobnost tal odčitamo iz tabele koeficienta CN (curve number). Vhodni parametri za to metodo so koeficient CN in čas, ki je potreben, da se popolnoma nasičena tla posušijo.

5.3.3 Podzemni tok

Model zemljine program definira kot dvoslojni model, kot je prikazano na spodnji sliki.



Slika 16: Model zemljine (Rossman, 2009, str. 55)

- f_I ... infiltracija iz površja
- f_{EU} ... izhlapevanje iz zgornjega sloja
- f_{EL} ... izhlapevanje iz spodnjega sloja
- f_U ... pronicanje vode iz zgornjega sloja v spodnji sloj
- f_L ... pronicanje iz spodnjega sloja v podtalnico
- f_G ... vodoravni pretok med podtalnico in KS

Zgornji sloj je nasičen z določeno stopnjo nasičenosti, spodnji sloj pa ima 100 % nasičenost.

5.3.4 Taljenje snega

Taljenje snega je eden izmed procesov površinskega odtoka. Taljenje snega ne vpliva veliko na količino odtoka. »Čeprav je količinski odtok ponavadi nizek, lahko po mrzlih zimskih dneh, ko še ni prisotnega taljenja (medtem pa se kopičijo onesnažila), povzroči znaten odtok onesnažil v KS.« (Rep, 2007, str. 26) Program obravnava taljenje snega s prisotnostjo in brez prisotnosti dežja.

5.3.5 Transport vode po kanalizacijskem sistemu

Za račun transporta vode po KS in cevovodih SWMM ponuja 3 metode za računanje treh različnih vrst toka:

- dinamični tok,
- kinematični tok,
- stalni tok.

Pri uporabi metode za račun dinamičnega toka za transport vode po kanalih, program rešuje popolne eno-dimenzijske Saint Venantove enačbe in s tem dobi najbolj natančne rezultate. Te enačbe so sestavljene iz kontinuitetne in momentne enačbe za kanale/cevi in iz prostorninske kontinuitetne enačbe za vozlišča. Z enačbami dinamičnega toka lahko računamo tok pod tlakom, povratni tok, skladiščenje vode v KS, izgube na vtoku in iztoku, tok skozi bazene, razbremenilnike, črpališča in čez prelive. Pri tej metodi moramo uporabljati krajše časovne korake.

Pri uporabi metode za račun kinematičnega toka za transport vode po kanalih računa SWMM s poenostavljeno obliko enačbe gibalne količine za posamezni kanal. Metoda predpostavlja, da je padec gladine vode v kanalu enak padcu dna kanala. Maksimalni pretok je določen pri polni cevi z uporabo Manningove enačbe. Te metode ne moremo izbrati za izračun toka pod tlakom, povratnega toka, izračun izgub na vtoku in iztoku, prav tako lahko računa le nerazvejan KS. Numerično stabilnost ohranja s časovnimi koraki od 5 do 10 minut. Metoda je natančna in učinkovita pri dolgoročnih simulacijah.

Metoda za račun stalnega toka za transport vode po kanalih predstavlja najenostavnejšo metodo transporta vode. Predpostavljeno je, da je tok ves čas stalen in enakomeren. Po tej metodi se gorvodni hidrograf prenese iz gorvodnega dela do dolvodnega dela kanala brez zadrževanja ali spremembe oblike. Ta metoda se uporablja le za simulacijo stalnega enakomernega toka pri nerazvejanih KS (vozlišče ima le en vtok in iztok). Ponavadi se uporabi to metodo za predhodne analize dolgoročnih simulacij.

Za objekte, ki so definirani kot povezava med vozlišči (črpališča, akumulacijski bazeni, prelive, odprtine), se za hidravlični izračun s programom uporabi bolj enostavne enačbe, ki opisujejo tok skozi te objekte kot funkcijo višine gladine vode na koncu povezave.

5.3.6 Površinsko skladiščenje vode

Ko dotok v vozlišče preseže zmogljivost dolvodnega dela KS, presežena voda izteče iz sistema in se izgubi. Rešitev je, da nad jaškom skladiščimo to odvečno vodo in jo kasneje po isti poti vrnemo v sistem, takoj ko je to mogoče. Pri uporabi metode za račun kinematičnega in stalnega toka je ta odvečna voda shranjena kot odvečni volumen. Pri uporabi metode za račun dinamičnega toka pa program predvideva skladiščenje na uporabniško določeni površini nad jaškom. Uporabnik v vozlišču poda velikost površine, na kateri se bo voda shranjevala. V odprtih kanalih so to lahko poplavne površine, namenjene prav temu. V zaprtem sistemu so to lahko parkirišča, na katerih so ti jaški, odvečno vodo se lahko preusmeri tudi navzdol po cesti, ulici do naslednjega možnega vtoka v KS.

5.3.7 Transport onesnažil

Pri transportu onesnažil skozi kanal se kanal v programu obnaša kot popolnoma premešan pretočni reaktor, čeprav po obliki bolj spominja na cevni reaktor. Enak pristop modeliranja transporta onesnažil je tudi pri akumulacijskih bazenih. Pri ostalih vozliščih, ki nimajo volumna, je iztok iz vozlišča preprosto mešanica koncentracije onesnažil vseh vtokov v vozlišče.

5.4 Izhodni podatki

Program ponuja več možnosti pregleda rezultatov simulacije. Te vključujejo pregled v obliki poročila, časovne preglednice, zemljevida z različnimi pogledi, grafa, vzdolžnih profilov, tabel in statistik.

Poročilo je tekstovni prikaz podatkov, ki je možen po vsaki simulaciji. V časovno odvisnih preglednicah so za vsak časovni korak izpisani rezultati za pregled. Mogoče jih je tiskati, tabelirati in statistično analizirati. Rezultati analize so lahko prikazani tudi v različnih grafih. Grafe se lahko tiska, kopira ali shrani kot tekstovno datoteko. Vzdolžni profili prikazujejo globino vode za vsak časovni korak in za katerokoli cev ali kanal. Tabele uporabimo, ko ustvarimo časovno odvisno tabelo več spremenljivk za samo en objekt ali ene spremenljivke za več objektov. Statistike se izpelje iz časovno odvisnih tabel simulacijskih rezultatov.

6 PRIPRAVA PODATKOV IN RAČUN ZADRŽEVALNE PROSTORNINE S POMOČJO STANDARDOV ATV – A 128E IN PROGRAMA SWMM⁴

Preden sem začel z izračunom potrebnih zadrževalnih prostornin, ki bi zaščitile vodotoke pred obremenitvami, sem moral pridobiti nekatere podatke. Pri tem mi je pomagalo osebje Javnega komunalnega podjetja Grosuplje. Posredovali so mi podatke kanalizacijskega sistema Ivančne Gorice v digitalni obliki. Podatki so zajemali vse specifikacije o elementih kanalizacijskega sistema. Dobil sem tudi podatke o številu prebivalstva in količini proizvedene odpadne vode za leto 2010.

6.1 Določitev količine odpadnih vod za leto 2010

Najprej sem območje KS razdelil na prispevna območja razbremenilnikov, tako kot je to prikazano v prilogi I. Pri tem sem si pomagal s programom Auto-CAD. Nato sem z določevanjem položaja porabnika vsakemu prispevnemu območju določil količino odpadne vode. V Excelu sem glede na namembnost razdelil mešano odpadno vodo na odpadno vodo iz industrije in obrti in odpadno vodo iz gospodinjstev. Tabela v prilogi B3 prikazuje količine odpadnih vod. Prikazana je tudi velikost prispevnega območja, gostota prebivalstva in norma porabe vode.

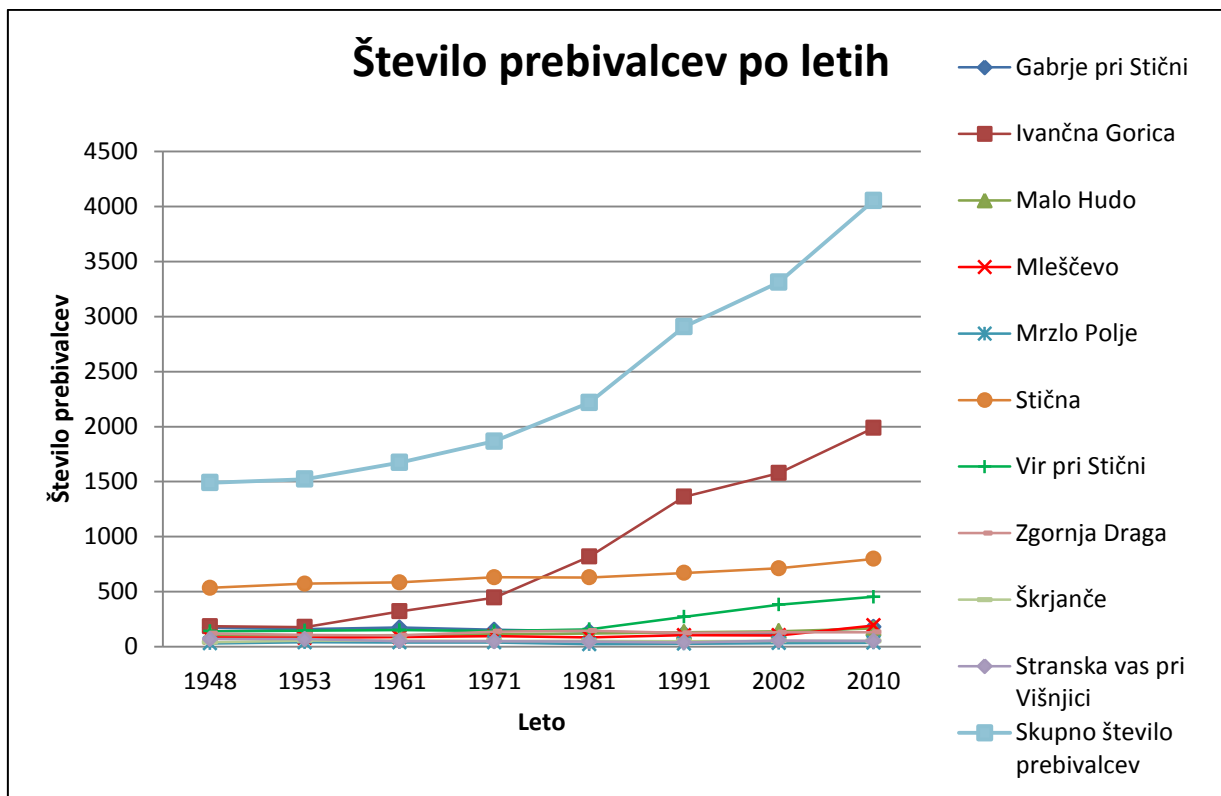
Dani podatki veljajo za leto 2010. Kot pa narekuje standard, zadrževalne bazene dimenzioniramo na 15 – 25 let. Zato moramo pri tem upoštevati rast prebivalstva in morebitne nove priključitve na obstoječe kanalizacijsko omrežje. V naslednjih poglavjih sem analiziral rast prebivalstva in morebitne nove priključitve na KS do leta 2030.

6.2 Določitev količine odpadnih vod za leto 2030

6.2.1 Analiza rasti števila prebivalcev

Za dimenzioniranje KS je potrebno določiti predvideno rast števila prebivalcev, saj KS dimenzioniramo na število prebivalcev v prihodnosti. Za določitev procenta prihodnjega prirastka, moramo upoštevati rast prebivalstva za vsaj 30 let nazaj. Na spletnih straneh Statističnega Urada Republike Slovenije (SURS) sem pridobil podatke o številu prebivalstva po naseljih od leta 1948 do leta 2010. Upošteval sem samo podatke naselij, ki so v prispevnem območju KS Ivančna Gorica – Stična.

⁴ Predvidene zadrževalne bazene sem poimenoval po razbremenilnikih



Grafikon 4: Grafikon rasti prebivalstva po naseljih

Procent prirastka r [%] se izračuna po enačbi:

$$r = \left(\sqrt[n]{\frac{P_{t+n}}{P_t}} - 1 \right) \cdot 100$$

n ... število let (obdobje)

P_t ... število prebivalcev leta t

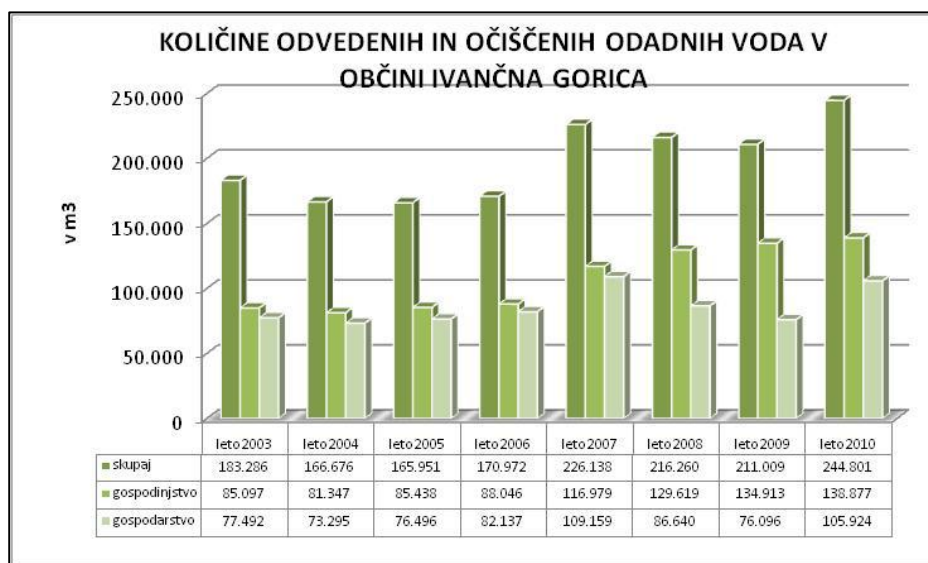
P_{t+n} ... število prebivalcev leta $t + n$

Računal sem procente prirastkov prebivalstva po posameznih obdobjih in povprečni prirastek. To sem opravil za vsako naselje posebej. Nato sem izračunal še povprečni prirastek za skupno število prebivalstva, kar je potrebno za nadaljnje računanje. Povprečni procent prirastka skupnega št. prebivalstva v obdobju med letoma 1948 in 2010 znaša 1,63 %. Ostale izračunane vrednosti so prikazane v prilogi B2.

Kot je razvidno iz podatkov, je negativen procent prirastka le v naselju Gabrje pri Stični in v naselju Stranska vas ob Višnjici. Naselje Stranska vas ob Višnjici pesti zlasti prevelika bližina avtoceste, saj ta poteka po sredini naselja in ga deli na pol. V naselju Gabrje pri Stični, ki leži na obrobju Stične, je ravninski del že popolnoma pozidan. Ostali del je bolj gozdat, gričevnat in zato ne tako privlačen za

gradnjo hiš. Ostala naselja, ki spadajo v prispevno območje KS Ivančna Gorica – Stična, imajo pozitiven procent prirastka prebivalstva. Največji je v naselju Ivančna Gorica, ki se je začela povečevati po letu 1945. To je zlasti posledica izgradnje avtoceste Ljubljana – Novo mesto. Če upoštevamo, da je povprečni procent prirastka skupnega št. prebivalstva enak 1,63 %, bo leta 2060 skupno število prebivalcev naraslo iz 4052 na 11037.

Rast prebivalstva je vidna tudi v količini odvedenih in očiščenih odpadnih voda, kar prikazuje spodnji grafikon.



Grafikon 5: Grafikon odvedenih in očiščenih odpadnih voda v občini Ivančna Gorica (Poročilo javnega komunalnega podjetja Grosuplje za leto 2010, 2011, str. 10)

6.2.2 Prihodnje priključitve

V obdobju 15-25 let se lahko na obstojči kanalizacijski sistem priključijo novi uporabniki, zato moram pri računu števila priključenih prebivalcev upoštevati morebitno povečanje števila priključenih uporabnikov in s tem povečanje količine odpadne vode.

Glede na dobljene informacije s strani osebja JKPG ni pričakovati naglega povečanja števila priključenih uporabnikov, zato ni pričakovati povečanja količine odpadne vode zaradi povečanega števila uporabnikov.

Po analiziranju parametra prihodnjih priključitev in parametra rasti prebivalstva, ki vplivata na količino odpadne vode v prihodnosti, lahko z njunim upoštevanjem izračunamo količine odpadnih vod oz. odplak za leto 2030. Izračunane količine odpadnih voda, odvedenih v KS leta 2030, so prikazane v prilogah B4 in B5. V prilogi B4 so podane količine odplak po posameznih razbremenilnikih. Ker so

razbremenilniki povezani zaporedno, je potrebno upoštevati še gorvodna prispevna območja (tudi prispevno območje morebitno višje ležečega razbremenilnika). Količine odpadne vode za celotno območje nad razbremenilnikom so prikazane v prilogi B5. V obeh prilogah so podane tudi izračunane količine tujih voda, katerih potek izračuna je povzet spodaj.

6.3 Tuje vode

Sušni odtok je sestavljen iz odtoka odpadnih vod Q_{w24} in odtoka tujih vod Q_{iw24} . Podatke o količini odpadne vode sem pridobil na Javnem komunalnem podjetju Grosuplje (JKPG). Ker se na ČN Ivančna Gorica ne izvajajo meritve dotoka tujih vod, se lahko vzamejo vrednosti za tujo vodo do 0,15 l/s·ha za neprepustno prispevno površino (glej podpoglavje 3.5.2.) ali pa se količina tuje vode določi iz Kolarjeve tabele glede na gostoto prebivalstva na hektar.

Količino tuje vode sem računal tako, kot narekujejo smernice. Za q_{iw} sem vzel maksimalno vrednost 0,15 l/s·ha in jo pomnožil z velikostjo neprepustne prispevne površine A_{red} .

6.4 Odtok padavinske vode

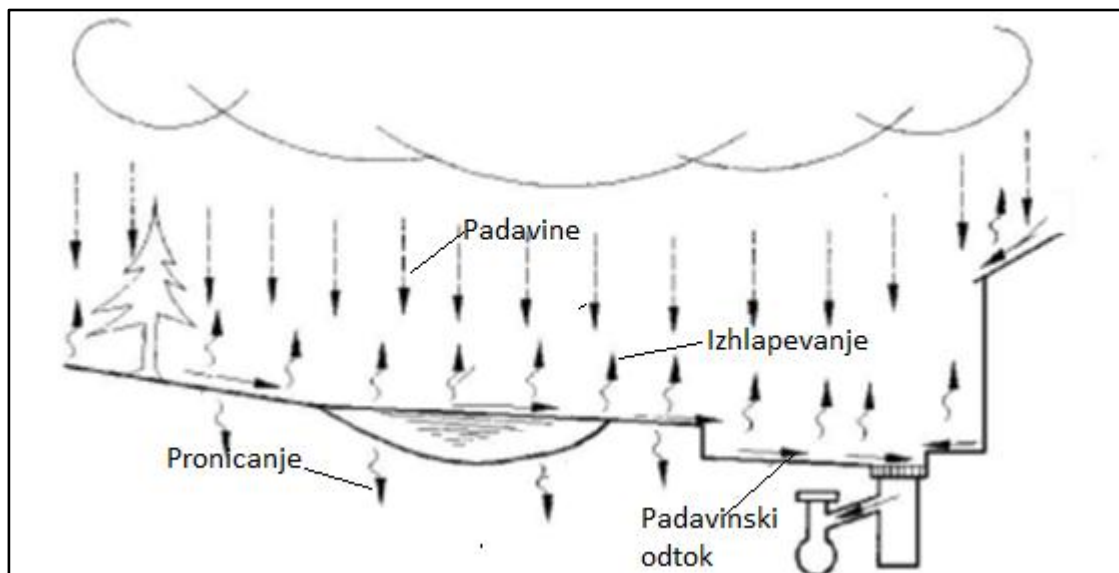
Glede na letni čas in geografsko lego se razlikujejo padavine po izdatnosti in pogostosti. Za kanalizacijo so najbolj pomembni nalivi, katerih jakost s trajanjem pada. Podatke o nalivu, njegovi pogostosti n in intenziteti q' določimo na podlagi gospodarsko enakovrednih nalivov (GEN). Pogostost naliva je odvisna od pomembnosti obravnavanega območja. Če je obravnavano območje bolj pomembno, izberemo manjšo pogostost (npr. 0,5). Manj pomembnim območjem pa določimo večjo pogostost (npr. 2). (Kolar, 1983) Za večino urbanih območij je izbran naliv pogostosti $n = 1$ (kar pomeni, da se tak naliv zgodi v povprečju enkrat na leto). (Panjan, 2002)

Gospodarsko enakovredni nalivi so znani za 8 krajev v Sloveniji. Ker za Ivančno Gorico nimamo podatkov, upoštevamo podatke iz najbližje meteorološke postaje v geografskem in klimatskem smislu. To so podatki iz sinoptične meteorološke postaje v Ljubljani.

Preglednica 6: Izračunane vrednosti GEN [l/s·ha] za Ljubljano za pogostost 1 in 0,5 (Povzeto po: Kolar, 1983, str. 69.)

t[μ in]												
Pogostost pojava	5	10	15	20	30	40	50	60	90	120	150	180
n=1	327.4	211.6	160.6	132.1	100.2	82.4	70.9	62.5	47.6	39	33.6	29.6
n=0,5	404.5	253.1	191.6	157.2	119	97.6	83.8	73.9	56	45.9	39.4	34.8

Te vrednosti GEN, katerih grafičen prikaz je v prilogi C1, sem uporabil pri računu časa dotoka in pri določanju kritičnega naliva, ki povzroči najvišjo konico odtoka v kanalizacijskem sistemu (glej naslednje poglavje).



Slika 17: Površinski odtok (Kolar, 1983, str. 42)

Kot kaže zgornja slika, le del dežja odteče v kanalizacijo. Količina odtoka v kanalizacijo določata velikost prispevne površine A in koeficient odtoka φ , ki je odvisen od padca terena, prepustnosti površine, vrste površine, vremenskih pogojev, hrapavosti itd. (Glej poglavje 3.5.1.)

Količina odtoka v kanalizacijo se izračuna po spodnji enačbi:

$$Q_i = A_i \cdot \varphi_i \cdot q' = A_{red,i} \cdot q' \quad (\text{Povzeto po: Kolar, 1983, str. 64})$$

Q_i ... količina odtoka v kanalizacijo [l/s]

q' ... intenziteta naliva [l/s.ha]

A_i ... velikost prispevne površine [ha]

φ_i ... koeficient odtoka [%]

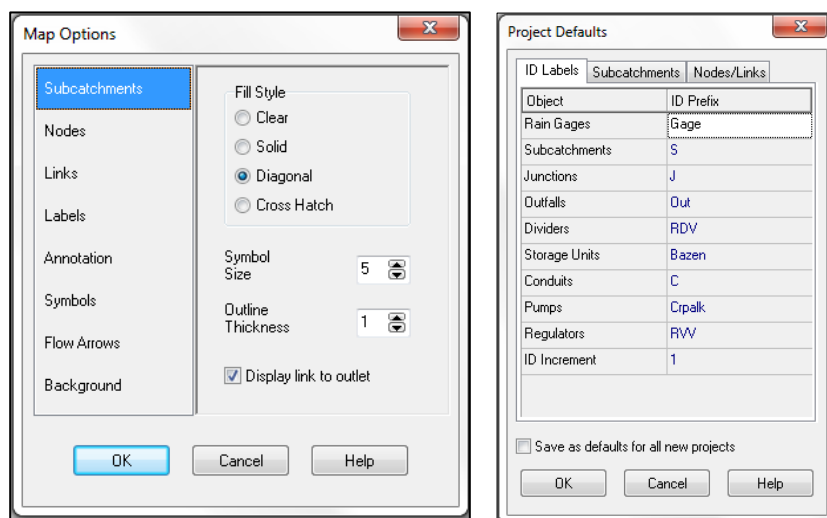
$A_{red,i}$... reducirana prispevna površina

Prispevne površine ter njihove velikosti sem določal v programu Auto-CAD. Meje med njimi sem določal na podlagi upoštevanja odtočnih razmer na terenu in s približno delitvijo, pri kateri sem upošteval padeč terena. Dobil sem prispevna območja za posamezen razbremenilnik, katera sem grafično prikazal v prilogi I. Vrednost koeficienta odtoka sem razbral iz tabele 2, glede na vrsto površine. Izbral sem 7 različno dolgih nalivov (5, 10, 15, 20, 40, 60, 120 minut) in z upoštevanjem

enačbe na prejšnji strani računal posamezne površinske odtoke v posamezne kanale pri različno dolgih nalivih.

6.5 Odtočni čas






Odtočni čas sem računal v programu SWMM, katerega opis je v poglavju 5. Za račun sem potreboval podatke o KS Ivančna Gorica, ki sem jih pridobil na JKPG. Na začetku sem moral v program vnesti nekatere osnovne nastavitve, kot so imena, merske enote, privzete vrednosti in nastavitve prikaza.



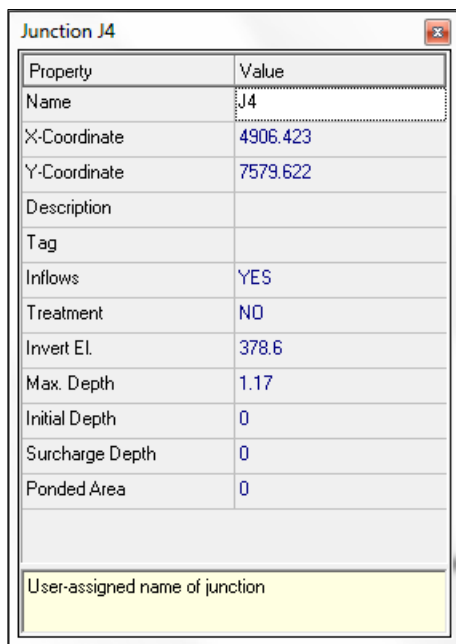
Slika 18: Prikaz oken za vnos osnovnih nastavitve v SWMM

Nato sem pričel z risanjem KS. Iz Auto-CAD-a sem prenesel sliko KS, ki sem jo nato uporabil kot podlago za delo v SWMM.

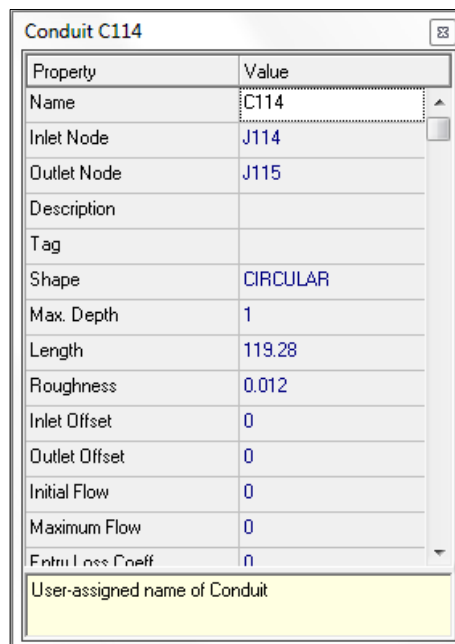
Za risanje kanalizacijskih elementov sem uporabil naslednje ikone:

-  za jaške,
-  za cevi,
-  za iztoke,
-  za razbremenilnike in
-  za zadrževalne bazene.

Po izrisanim sistemu je sledil vnos podatkov. Jaškom je bilo potrebno vpisati kote iztoka in globino jaška od dna do pokrova. Cevem sem določil dolžino, obliko, premer, hrapavost ter imena vtočnega in iztočnega vozlišča.

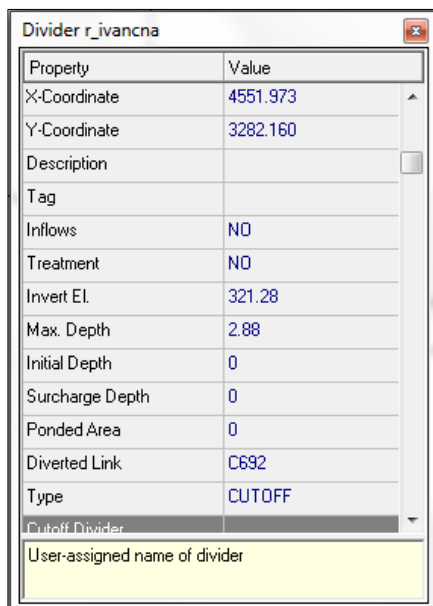


Slika 19: Prikaz okna vozlišč



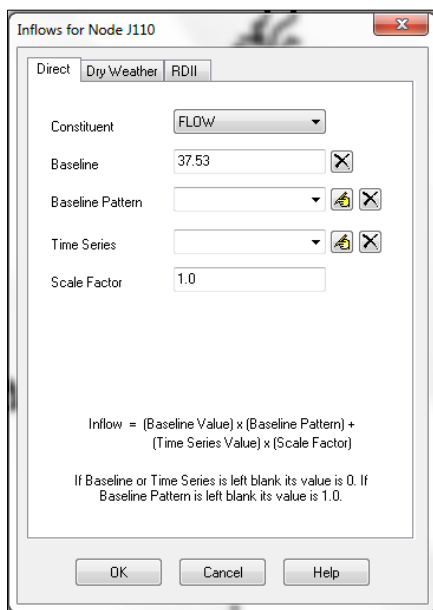
Slika 20: Prikaz okna kanala

Tudi razbremenilnikom je bilo potrebno določiti koto iztoka in globino. Poleg tega je bilo potrebno določiti še razbremenilni kanal in način razbremenjevanja.



Slika 21: Prikaz okna razbremenilnika

Napravi sem 7 modelov z različnimi nalivi. Zaradi poenostavitve in podanih količin padavin sem padavine, katerih izračun je opisan v prejšnjem poglavju, vpisoval kot direktne vtoke v jaške. Pri tem sem predpostavil, da je čas odtoka po prispevnem območju enak nič in da je jakost naliva po vsem območju enaka.



Slika 22: Prikaz okna za vnos vtokov

Po zagonu simulacij sem opazoval, kateri naliv je najbolj neugoden za sistem oz. kateri povzroči največjo konico odtoka. Kot navajajo smernice ATV-A 128E, sem za odtočni čas vzel čas pojava konice v zadnji cevi pred zadrževalnim bazenom. Pri zagonu simulacij sem ugotovil, da so za vse razbremenilnike najbolj neugodni 5-minutni nalivi, saj dajo največji maksimalni pretok po zadnji cevi pred zadrževalnim bazenom. Dobljeni odtočni časi in maksimalni pretoki pred razbremenilnikom so prikazani v tabeli v prilogi C3.

6.6 Določitev ostalih potrebnih količin

Za dimenzioniranje zadrževalnega bazena sem potreboval tudi povprečno letno količino padavin. Podatek o tem sem dobil na straneh Agencije Republike Slovenije za okolje v Meteorološkem letopisu za leto 2009. Ker se meritve za Ivančno Gorico ne opravljajo, sem vzel podatke za v klimatološkem in geografskem smislu najbližjo postajo, in sicer za Grosuplje znaša 1331 mm.

Za koncentracijo KPK sušnega odtoka sem vzel po standardu privzeto vrednost 600 mg/l. Za koncentracijo KPK deževnega odtoka pa vrednost 110 mg/l.

Povprečni padec terena sem določil glede na kote pokrovov jaškov. Glede na dobljene vrednosti sem nato iz tabele 3 odčital koeficient nagnjenosti terena. Dobljene vrednosti sem prikazal v prilogi C4.

Posebej moramo upoštevati tudi območja z ločenim kanalizacijskim sistemom. To so satelitska naselja, ki se s svojim sušnim odtokom priključujejo na mešano kanalizacijo, meteorno vodo pa vodijo v odvodnik. Količino odpadne vode iz območij z ločeno kanalizacijo sem izračunal iz podatka o številu prebivalstva in norme porabe vode na tem območju. Izračunani podatki o količini proizvedene odpadne vode iz območij z ločeno kanalizacijo so v prilogi B6.

6.7 Izračun zadrževalne prostornine

Zadrževalne prostornine bazenov sem računal po normativih iz standardov ATV –A 128E (glej poglavje 3). Pomagal sem si s programom Excel. Ker za izračun volumna bazenov nisem opravljal meritev, nisem poznal dejanskih vhodnih podatkov, zato sem računal po postopku z uporabo diagramov. Izračunane skupne zadrževalne prostornine so v prilogi D.

6.8 Deževni zadrževalni bazen Stična

6.8.1 Umestitev bazena v prostor

DZB sem umestil med obstoječi razbremenilnik Stična in Stiški potok, kot prikazuje slika v prilogi G1. Razbremenilnik se zaradi stroškov pusti čim bolj nedotaknjen. Dogradi se mu razbremenilna cev premera 90 cm in dolžine 5,00 m, ki bo povezovala razbremenilnik s predvidenim zadrževalnim bazenom. Obstoječi razbremenilni kanal, ki je betonska cev, premera 90 cm in dolžine 59 m se ne ruši. Ob nalivih bo ta služila kot zaščita proti preplavitvi razbremenilnika. Dograditi bo potrebno tudi en litoželezni tlačni vod, dolžine 10,00 m in premera 150 mm. Ta bi se navezal na jašek št. 229, v katerega bi prečrpavali vsebino bazena po končanem nalivu.

6.8.2 Konstruiranje bazena

Pri konstruiranju sem upošteval dimenzijske in konstrukcijske omejitve (glej poglavje 3.6.2). Po ATV smernicah sem izračunal efektivno zadrževalno prostornino Stiškega bazena, le- ta znaša $468,37 \text{ m}^3$. Ker mora biti dolžina bazena vsaj dvakrat tolikšna kot širina, sem izbral dimenzije bazena:

- višina bazena $H = 3,4 \text{ m}$,
- širina bazena $B = 7,5 \text{ m}$,
- dolžina bazena $L = 18,5 \text{ m}$.

Po teh dimenzijah znaša volumen bazena $471,75 \text{ m}^3$, kar pa je dovolj za zadostitev pogoja. Preveril sem še površinsko obremenitev bazena pri kritičnem dotoku v poln bazen:

$$q_a = \frac{Q_{krit}}{L \cdot B} = \frac{2,18 \frac{l}{s} + 15 l/(s \cdot ha) \cdot 10,36 ha}{18,5 m \cdot 7,5 m} \cdot \frac{3600 \frac{s}{h}}{1000 \frac{l}{m^3}} = 4,09 \frac{m}{h} < 10 \frac{m}{h}$$

(Povzeto po: Adamczyk in sod., 1982, str. 171)

in hitrost horizontalnega toka skozi poln bazen pri kritičnem dotoku:

$$v_h = \frac{Q_{krit}}{B \cdot H} = \frac{2,18 \frac{l}{s} + 30 l/(s \cdot ha) \cdot 10,36 ha}{7,5 m \cdot 3,4 m} \cdot \frac{1}{1000 \frac{l}{m^3}} = 0,01 \frac{m}{s} < 0,05 \frac{m}{s}$$

(Povzeto po: Adamczyk in sod., 1982, str. 171)

in tako dokazal pravi izbor dimenzij bazena.

Kot je prikazano v prilogi L1 je deževni zadrževalni bazen Stična armirano-betonska konstrukcija, ki ima tloris velikosti 19,0 x 8,0 m. Od tega je del za umirjanje toka tlorisne velikosti 3,6 x 8,0 m.

Skupna globina bazena je 6,44 m, od tega je meter širok dolvodni pas poglobljen za 0,67 m. Ta del je namenjen za vgradnjo črpalk. Stene, talna in zgornja armirano-betonska plošča so debeline 25 cm. Na talni plošči je hidravlično oblikovan podložni beton z dolžinskim padcem 2 %. Zgornja plošča ima 4 svetle odprtine – jaške, ki služijo za dostop v bazen, morebitno popravilo ali čiščenje strojnih naprav in bazena. Vsi jaški so pokriti z litoželeznimi pokrovi, dva sta velikosti 1 x 2 m, dva pa 0,8 x 0,8 m. Konstrukcija vsebuje tudi potopno steno za umiritev toka širine 25 cm. Celotni armirano-betonski pravokotnik je zunaj obdan s plastjo hidroizolacije. Iz bazena vodi 4,2 m visoka litoželezna cev premera 30 cm za izhod zraka iz bazena. Strojni del bazena je v prilogi L2.

6.9 Deževni zadrževalni bazen Ivančna Gorica

6.9.1 Umestitev bazena v prostor

Del mešane odpadne vode iz naselja Ivančna Gorica se ne razbremenjuje na razbremenilniku Ivančna Gorica. Zato je potrebno obstoječi kanal med jaškoma št. 39 in št. 3 ukiniti (ta kanal je armiranobetonska cev, dolžine 56,67 m in premera 0,9 m), ter napraviti novo povezavo med jaškoma št. 39 in št. 2. Nova povezava bi bila armirano-betonska cev istega prereza in dolžine 34,41 m. Padec tega kanala bi znašal 0,1%. Umestitev je prikazana v prilogi G2.

Bazen se umesti med razbremenilnik Ivančna Gorica in Višnjico. Zaradi možnosti preplavitve se obstoječi razbremenilni kanal prereza 90 cm in dolžine 20 m ne ukine. Iz razbremenilnika se dodatno dogradi armirano-betonsko cev istega prereza, dolžine 2,00 m, ki bo povezovala razbremenilnik z zadrževalnim bazenom. Skozi to cev razbremenjena mešana odpadna voda polni bazen. Dograditi je

potrebno tudi litoželezni tlačni vod, dolžine 12,50 m in premera 150 mm. Ta bi bil povezan z jaškom št. 3, v katerega bi prečrpavali vsebino bazena po končanem nalivu.

6.9.2 Konstruiranje bazena

Deževnemu zadrževalnemu bazenu Ivančna Gorica sem določil naslednje dimenzije:

- višina bazena $H = 2,45$ m,
- širina bazena $B = 9,0$ m,
- dolžina bazena $L = 18,0$ m.

Te dimenzije podajo zadrževalno prostornino $396,9 \text{ m}^3$, ki je večja od efektivne zadrževalne prostornine, ki znaša $392,59 \text{ m}^3$. Preverim še površinsko obremenitev bazena pri kritičnem dotoku v poln bazen in hitrost horizontalnega toka skozi poln bazen pri kritičnem dotoku:

$$q_a = \frac{Q_{krit}}{L \cdot B} = \frac{9,24 \frac{l}{s} + 15 l/(s \cdot ha) \cdot 17,71 ha}{18,0 m \cdot 9,0 m} \cdot \frac{3600 \frac{s}{h}}{1000 \frac{l}{m^3}} = 5,69 \frac{m}{h} < 10 \frac{m}{h}$$

$$v_h = \frac{Q_{krit}}{B \cdot H} = \frac{9,24 \frac{l}{s} + 30 l/(s \cdot ha) \cdot 17,71 ha}{9,0 m \cdot 2,45 m} \cdot \frac{1}{1000 \frac{l}{m^3}} = 0,024 \frac{m}{s} < 0,05 \frac{m}{s}$$

Tloris deževnega zadrževalnega bazena Ivančna Gorica je velikosti $9,5 \times 18,5$ m. Dejanska globina bazena je $5,33$ m, od tega je meter širok pas po širini poglobljen za $0,67$ metra. Del za umirjanje toka ima tloris $9,5 \times 2,0$ m. Stene, talna in vrhnja plošča armirano-betonske škatle so debeline 25 cm. Bazen ima šest dostopnih točk – jaškov, štirje so dimenzije $0,8 \times 0,8$ m in dva 1×2 m. En jašek je opremljen z lestvijo. Bazen ima potopno steno, debeline 25 cm za umirjanje toka in litoželezno cev, premera 30 cm za prezračevanje bazena. Dno bazena ima dolžinski padec 2% . Celoten bazen je obdan s plastjo hidroizolacije. Gradbeni in strojni načrt bazena sta v prilogah J1 in J2.

6.10 Deževni prelivni bazen Mrzlo Polje

6.10.1 Umestitev bazena v prostor

Bazen se predvidoma umesti med razbremenilnik Mrzlo Polje in Višnjico. Pri tem ukinemo obstoječo razbremenilno cev, ki povezuje razbremenilnik z jaškom št. 79. Cev je dolžine $51,31$ m in premera $0,9$ m. Namesto obstoječe razbremenilne cevi se položi cev istega premera in dolžine $3,90$ m. Ta cev predvidoma povezuje obstoječi razbremenilnik s predvidenim bazenom. Dogradi se tudi razbremenilna cev, premera $0,9$ m in dolžine $39,20$ m. Ta cev je namenjena prelivanju manj onesnažene razbremenjene mešane odpadne vode v obstoječi meteorni vod. Dogradi se tudi litoželezni

tlačni vod, premera 150 mm in dolžine 20,80 m, ki povezuje bazen z jaškom št. 14. Po tem vodu se črpa razbremenjena mešana odpadna voda po končanem nalivu. Umestitev tega bazena je prikazana v prilogi G3.

6.10.2 Konstruiranje bazena

Za deževni prelivni bazen Mrzlo Polje se predvidi naslednje dimenzije:

- višina bazena $H = 2,6$ m,
- širina bazena $B = 5,0$ m,
- dolžina bazena $L = 10,5$ m.

Izračunana zadrževalna prostornina je $136,5 \text{ m}^3$, kar je več od efektivne zadrževalne prostornine. Kriterija glede površinske obremenitve bazena pri kritičnem dotoku v poln bazen in hitrosti horizontalnega toka skozi poln bazen pri kritičnem dotoku:

$$q_a = \frac{Q_{krit}}{L \cdot B} = \frac{0,02 \frac{l}{s} + 15 l/(s \cdot ha) \cdot 1,36 ha}{10,5 m \cdot 5,0 m} \cdot \frac{3600 \frac{s}{h}}{1000 \frac{l}{m^3}} = 1,40 \frac{m}{h} < 10 \frac{m}{h}$$

$$v_h = \frac{Q_{krit}}{B \cdot H} = \frac{0,02 \frac{l}{s} + 30 l/(s \cdot ha) \cdot 1,36 ha}{5,0 m \cdot 2,6 m} \cdot \frac{1}{1000 \frac{l}{m^3}} = 0,003 \frac{m}{s} < 0,05 \frac{m}{s}$$

Tloris bazena je dimenzij 5,5 x 11,0 m, od tega je del 5,5 x 2,0 m namenjen za umirjanje toka. Vključno z 0,67 m poglobljenega dela je dejanska globina bazena 4,07 m. Celotna armirano-betonska konstrukcija ima stene, talno in vrhnjo ploščo, debeline 25 cm in je obdana s plastjo hidroizolacije. Vrhnja plošča ima šest odprtih – jaškov. Dva jaška sta pokrita z litoželezno ploščo, velikosti 1 x 2 m, štirje pa z 0,8 x 0,8 m. Bazenski zračni skozi litoželezno cev, premera 30 cm in ima omogočen dostop po lestvi iz nerjaveče kovine. Prisotni sta tudi stena za umirjanje toka in potopna stena za zadržanje plavajočih snovi. Prva je debeline 25 cm, druga pa 15 cm. Dno bazena je oblikovano z 2 % padcem. Gradbeni in strojni načrt bazena sta v prilogah K1 in K2.

6.11 Določitev potrebnih črpalk

Po koncu naliva je potrebno bazene sprazniti. Ker pri nobenem bazenu ni mogoče gravitacijsko praznjenje, se predvidi praznjenje s pomočjo črpalk.

Standard ATV-A 128E predvideva, da je čas praznjenja bazena manjši od 10 do 15 ur. Ob znanem času praznjenja in volumnu bazena lahko izračunamo pretok po tlačnem vodu iz bazena.

$$Q_{\check{c}} = \frac{V_b}{t_p}$$

(Povzeto po: Kolar, 1983, str. 29)

$Q_{\check{c}}$...pretok po črpalnem vodu [l/s]

t_p ...čas praznjenja bazena [h]

V_b ...volumen bazena [l]

Preglednica 7: Izračun pretoka po tlačnem vodu iz bazena

Bazen	Čas praznjenja bazena [h]	Volumen bazena [l]	Pretok po črpalnem vodu [l/s]
Ivančna Gorica	10	396000	11,00
Stična	10	471750	13,10
Mrzlo Polje	10	136500	3,79

Naprej računamo hitrost v cevi pri maksimalnem delovanju črpalke:

$$v = \frac{4 \cdot Q_{\check{c}}}{\pi \cdot d^2}$$

(Povzeto po Kolar, 1983, str. 81)

v ...hitrost v črpalnem cevovodu [m/s]

d ...premer črpalnega cevovoda [mm]

Preglednica 8: Izračun hitrosti vode v črpalnem vodu

Bazen	Premer črpalnega cevovoda [mm]	Hitrost v cevovodu [m/s]
Ivančna Gorica	150	0,62
Stična	150	0,74
Mrzlo Polje	150	0,21

Skozi cevovod nastajajo linijske izgube, ki jih izračunamo po Darcy-Weissbach-ovi enačbi. Pri tem potrebujemo nekatere koeficienti, ki jih določimo iz Moodyjevega diagrama (glej prilogo S).

$$\Delta E_{lin} = \lambda \cdot \frac{L}{d} \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g}$$

(Steinman, 1999, str. 41)

ΔE_{lin} ...linearne linijske izgube [m]

λ ...koeficient trenja, ki se ga odčita iz Moodyjevega diagrama s pomočjo Reynoldsovega⁵ števila [Re] in razmerja med hrapavostjo [ϵ] (glej prilogo S) ter premera cevi []
L ...dolžina cevovoda [m]

Preglednica 9: Izračun linearnih linijskih izgub

Bazen	Dolžina cevovoda [m]	Razmerje ϵ/d []	Reynoldsovo število []	Koeficient trenja []	Linearne linijske izgube [m]
Ivančna Gorica	12,5	$1,67 * 10^{-3}$	$8,2 * 10^4$	0,0235	0,038
Stična	20,8	$1,67 * 10^{-3}$	$9,7 * 10^4$	0,0230	0,089
Mrzlo Polje	10,0	$1,67 * 10^{-3}$	$2,8 * 10^4$	0,0280	0,0044

Upoštevati moramo tudi lokalne energijske izgube, to je izgube, ki nastanejo zaradi lokalnih motenj in nenadnih sprememb. Za njihov izračun potrebujemo koeficient lokalnih izgub (glej prilogo E2):

- krivina DN 150/45° $\xi_{150,90^\circ} = 0,24$
- krivina DN 150/90° $\xi_{150,90^\circ} = 0,45$
- iztok DN 150 $\xi_i = 1$
- nepovratni ventil DN 150 $\xi_{pv} = 6,25$
- zaporni ventil DN 150 $\xi_{zv} = 0,12$

$$\Delta E_{lok} = \xi_n \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g} = (\xi_i + \xi_{150,90^\circ} + \xi_{150,45^\circ} + \xi_{zv} + \xi_{pv}) \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g} \quad (\text{Steinman, 1999, str. 50})$$

ΔE_{lok} ...lokalne energijske izgube [m]

ξ_n ...koeficient lokalnih izgub []

Preglednica 10: Izračun lokalnih energijskih izgub

Bazen	Vsota koeficientov lokalnih izgub[]	Višina lokalnih energijskih izgub [m]
Ivančna Gorica	8,75	0,17
Stična	7,42	0,24
Mrzlo Polje	8,75	0,0206

Črpalna višina je vsota geodetske višine, lokalnih in linearnih energijskih višin.

⁵ $Re = \frac{v \cdot d}{\nu}$, ν ... viskoznost vode pri 15°C, ki znaša $1,14 * 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$

$$H_{\xi} = H_{geo} + E_{lin} + E_{lok} \quad (\text{Povzeto po Kolar, 1983, str. 213})$$

H_{ξ} ...črpalna višina [m]

H_{geo} ...geodetska višina [m]

Preglednica 11: Izračun črpalne višine

Bazen	Geodetska višina [m]	Črpalna višina [m]
Ivančna Gorica	4,79	5,00
Stična	5,91	6,24
Mrzlo Polje	3,55	3,57

Po izračunu vsega tega imamo vse podatke za izračun potrebne moči črpalke.

$$P_{\xi} = \frac{\rho \cdot g \cdot Q_{max} \cdot H_{\xi}}{\mu} \quad (\text{Steinman, 1999, str. 69})$$

P_{ξ} ...moč črpalke [kW]

ρ ...specifična gostota vode [1000 kg/m³]

μ ...izkoristek črpalke [%]

Preglednica 12: Izračun potrebne moči črpalke

Bazen	Moč črpalke [kW]
Ivančna Gorica	0,77
Stična	1,15
Mrzlo Polje	0,19

Za vsak bazen se predvidi dve črpalki za črpanje odpadne vode, s predvidenim izkoristkom $\mu = 70$ %. Njuno delovanje naj bo izmenično. Zaradi možnosti okvare predvidevam tudi namestitev škripca za dvig črpalke in avtomatike, ki opozori na motnje v delovanju črpalke.

6.12 Čiščenje bazenov

Po vsakem nalivu se v bazenu nabere mulj in pesek, ki manjšata efektiven volumen bazena. To usedlo nesnago je potrebno sprati in pravilno deponirati. Čiščenje bazenov načrtujem s pomočjo uporabe komunalnega vozila. Ta z vodnim curkom utekočini usedline in jih poseša s sesalnim vodom. Posesan pesek in mulj nato odpelje na najbližjo primerno deponijo. S tem se zmanjšajo dodatni stroški vgradnje in amortizacije dodatne strojne inštalacije ter količine porabljene energije.

6.13 Okvirni predračun stroškov

Okvirna cena celotne investicije znaša 221.270 €. Cene so samo okvirna ocena dejanskih cen in se lahko dejansko razlikujejo od cen, ki so trenutno na tržišču. Aproximativni izračun s popisi del je prikazan v prilogah F.

7 ANALIZA HIDRAVLIČNIH RAZMER IN UGOTOVITVE

Zadrževalne bazene sem dimenzioniral s pomočjo ATV standardov, po poenostavljenem postopku z uporabo diagramov. Njihovo vrsto sem razdelil glede na dotočne čase. ZB Ivančna Gorica in Stična sem uvrstil v deževna zadrževalna bazena, ZB Mrzlo Polje pa v deževni prelivni bazen.

Dimenzioniranje s pomočjo diagramov postavlja naslednje meje:

Preglednica 13: Meje, ki jih postavljajo smernice pri uporabi postopka dimenzioniranja s pomočjo uporabe diagramov

Bazen	$q_r < 2 \text{ l/(s}\cdot\text{ha)}$	$V_s \leq 40 \text{ m}^3$	$25 \% \leq e_o \leq 75 \%$
DZB Ivančna Gorica	OK	OK	OK
DZB Stična	OK	!!!	OK
DPB Mrzlo Polje	OK	OK	OK

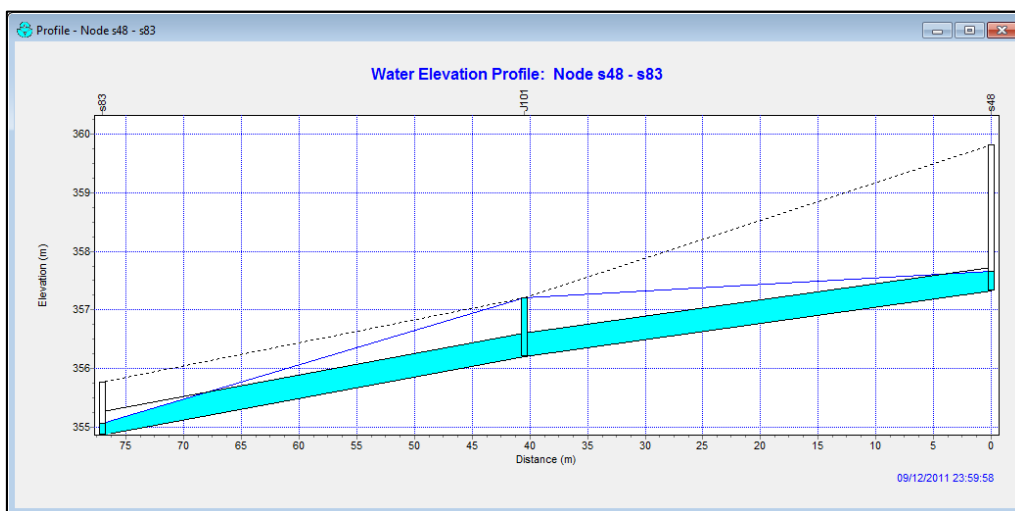
Izračunane količine dveh bazenov (DZB Mrzlo Polje in DPB Ivančna Gorica) spadajo v meje, ki jih pogojujejo smernice. Tretji bazen (DZB Stična) zaradi velike količine tuje vode glede na prispevno območje ne izpolnjuje omejitve glede specifičnega volumna zadrževalne prostornine. Zato moramo za ta bazen uporabiti bolj podrobne preiskave in pri uporabi kontrolnega postopka uporabiti dejanske, na terenu izmerjene podatke. V prilogi D so prikazane izračunane zadrževalne prostornine. Zaradi zaporednih povezav območij (tu se upoštevajo tudi morebitna gorvodna območja) so te večje od dejanskih efektivnih prostornin:

Preglednica 14: Izračun efektivne zadrževalne prostornine

Bazen	Potrebna zadrževalna prostornina [m^3]	Efektivna zadrževalna prostornina [m^3]
DZB Ivančna Gorica	860.97	392.59
DZB Stična	468.37	468.37
DPB Mrzlo Polje	996.74	135.77

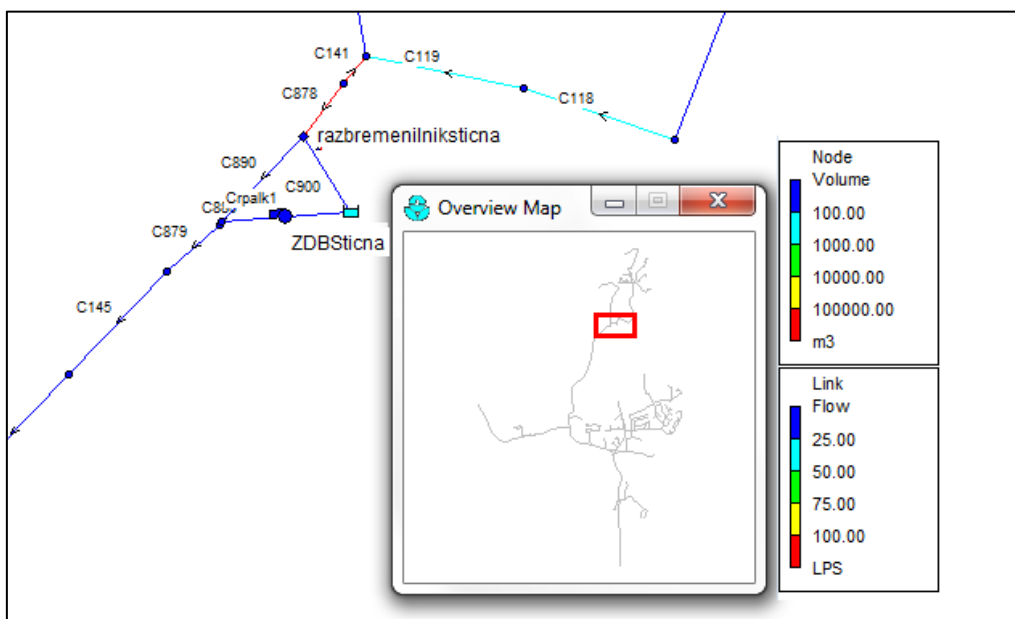
S pomočjo simulacij programa SWMM (glej poglavje 5) sem preučeval razmere v kanalizacijskem sistemu Ivančna Gorica. Uporabil sem 5-minutne nalive in jih vpeljal v program kot direktne vtoke v jaške. Pri tem sem moral biti pozoren, da pri ločeni kanalizaciji nisem upošteval nalivov, saj se ti izlivajo direktno v odvodnik brez razbremenjevanja. Upošteval sem tudi sušni odtok, ki sem ga prav tako vnesel kot direktni vtok. Razbremenilnikom sem določil dušilke, katerih maksimalni pretok ustreza izračunanim vrednostim ATV standarda.

Za začetek sem poizkusil, ali sušni pretok v celoti doseže ČN brez razbremenjevanja. Pri tem nisem imel problemov. Nato pa sem z upoštevanjem 5-minutnega naliva, ki je najbolj neugoden za KS Ivančna Gorica, preučeval obnašanje KS. Po zagonu simulacije sem ugotovil, da na 10-ih mesti prihaja do preplavitve jaškov. Dolvodni cevovodi se zaradi preobremenjenosti napolnijo, posledično se nivo vode dvigne in doseže nivo pokrova jaška. Primer takega obnašanja je prikazan spodaj.



Slika 23: Prikaz preplavitve jaška

V program sem vstavil tudi vse tri zadrževalne bazene in črpališča. Po zagonu simulacije sem dobil vrednosti zadrževalnih prostornin, ki so manjše od izračunanih po ATV standardih. To pomeni, da se ob 5-minutnem nalivu na obstoječem KS razbremenjuje premalo vode. Posledica so preobremenjeni kanali, preplavljanje jaškov in povratni tok. Primer takega dogajanja lepo prikazuje spodnja slika.



Slika 24: Prikaz povratnega toka

Razvidno je, da se voda na razbremenilniku ne razbremeni. Ko pretok doseže maksimalno vrednost dušilke, se zaradi previsoke prelivne višine ne preliva, ampak se pretaka nazaj po sistemu. V tem primeru bi bilo potrebno znižati prelivno višino, kar pa bi bilo zaradi ponovne izgradnje razbremenilnika cenovno neugodno. Zato predlagan postavitev povratnih zaklopk in zmanjšanje premera dušilk.

Glede na dobljene informacije s strani osebja JKPG še ni prišlo do vdora visoke vode v noben razbremenilnik, prav tako še ni prišlo do preobremenitve. Zato sem dimenzije razbremenilnikov in višine prelivov pustil čim bolj nedotaknjene.

8 ZAKLJUČEK

V diplomskem delu sem obravnaval KS Ivančna Gorica, predvsem z vidika varovanja potoka Višnjica. V uvodu sem predstavil občino Ivančna Gorica. Del občine pesti odseljivanje in pomanjkanje vode, drugi del pa se zelo hitro razvija. Ta hitro razvijajoči del ima vedno višje potrebe po komunalni preskrbi, ki jo obstoječi kanalizacijski sistemi težko zadovoljijo. Večja gostota prebivalstva vodi k vedno večji količini odpadne vode, zato je kanalizacijski sistem vedno bolj obremenjen. Kanalizacijski sistem Ivančna Gorica ima tri razbremenilnike, ki se posredno ali neposredno razbremenjujejo v odvodnik Višnjica. Ta je zaradi majhne vodnatosti in priključevanja nedovoljenih drenaž že tako prekomerno obremenjena.

V osrednjem delu naloge sem opisal razbremenilnike in zadrževalne bazene. Tako slikovno kot tekstovno sem predstavil njihovo delovanje in priključevanje v kanalizacijski sistem ter jih grobo razdelil. Povzel sem tudi nemške smernice ATV, ki opisujejo dimenzioniranje razbremenilnikov in zadrževalnih bazenov v mešanem kanalizacijskem sistemu. Ob nalivih se zaradi površinskega odtoka poveča količina mešane odpadne vode po kanalizacijskem sistemu in po presegu kritičnega dotoka razbremenjuje čez razbremenilnike. Na obstoječem KS se ta odpadna voda razbremenjuje v Višnjico in jo s tem obremenjuje z odpadnimi snovmi. Naloga zadrževalnih bazenov bi bila zadržati onesnažene vode, predvsem prvega vala onesnaženja, ki se pojavi po sušnem obdobju na začetku padavin.

Vse tri zadrževalne bazene sem dimenzioniral po poenostavljenem postopku z uporabo diagramov. Efektivna zadrževalna prostornina za DZB Ivančna Gorica bi znašala približno 393 m³, za DZB Stična 468 m³ in za DPB Mrzlo Polje bi znašala približno 136 m³. Izračunane vrednosti za DZB Stična so presegle meje uporabe enostavnega postopka, zato so za ta primer potrebne nadaljnje preiskave in račun s kontrolnim postopkom. Bazene bi umestil ob obstoječe razbremenilnike. Vsi trije bazeni bi bili grajeni v armirano – betonski zaprti izvedbi. Prazniti bi jih bilo potrebno s pomočjo črpalnih vodov, zato sem načrtoval postavitev črpalk za praznjenje bazena in črpalih jaškov. Črpalne jaške bi opremili z dviznim mehanizmom, ki bi olajšal dostop do črpalk. Zadrževalne bazene bi čistili s pomočjo izpiranja z vodnim curkom in sesanjem. Dostop v bazene bi bil omogočen skozi jaške. Celotna investicija izgradnje zadrževalnih bazenov bi znašala okoli 221.000 €.

Opisal sem tudi program Storm Water Management Model (SWMM), katerega sem uporabil tako za načrtovanje, kot tudi za analizo odtoka po mešanem kanalizacijskem sistemu. Simulacije v programu so pokazale, da so trenutni razbremenilniki dimenzionirani neustrezno. Ko dotok na čistilno napravo doseže vrednost kritičnega pretoka, se odpadna voda zaradi previsoke prelivne višine ne preliva, ampak se pretaka nazaj po kanalizacijskem sistemu. To bi lahko rešili z znižanjem prelivne višine, ali

pa bi postavili povratne zaklopke in zmanjšali premere dušilk. Kjer prihaja do preobremenitev cevi, bi bilo potrebno zamenjati obstoječe cevi z cevmi večjih premerov.

Majhni vodotoki v občini nam polepšajo okolje in prostor, v katerem bivamo. Prav tako so pomembni za ravnovesje v ekosistemih in so pomembna napajališča v živalskem svetu. Hitra rast infrastrukture okoli njih in posledično obremenjevanje bi lahko poslabšalo njihovo naravno stanje. S tem se upraviči gradnja zadrževalnih bazenov, ki bi zmanjšali razbremenjevanje mešane odpadne vode v te vodice in ohranili vodotoke takšne, kakršni so.

VIRI

Adamczyk, F., Annen G., Bielecki, R. in sod. 1982. Lehr-und Handbuch der Abwassertechnik. Band II: Entwurf und Bau von Kanalisationen und Abwasserpumpwerken. 3. izpopolnjena izdaja. Berlin, München, Wilhelm Ernst und Sohn: 563 str.

Atlas okolja – topografske karte. 2011

<http://gis.arso.gov.si/atlasokolja>, (Pridobljeno 30.12.2011)

ATV-A 128E. 1992. Standards for the dimensioning and design of stormwater overflows in combined wastewater sewers: 74 str.

Belec, B., Žiberna, I., Zupančič, J in sod. 1999. Slovenija: pokrajine in ljudje. Ljubljana. Mladinska knjiga: 735 str.

Bischof, W. 1998. Abwassertechnik. 2. izdaja. Leipzig. B. G. Teubner Stuttgart: 724 str.

Čistilna naprava Ivančna Gorica. 2010. Javno komunalno podjetje Grosuplje.

http://www.jkpg.si/index.php?option=com_content&task=view&id=34&Itemid=63

(Pridobljeno 5.6.2011)

Friction Loss of Water in Pipe Fittings. Tabele. 2011.

<http://www.westerndynamics.com/Download/friclossfittings.pdf> (Pridobljeno 15.8.2011)

GIS podatki. Interni digitalni podatki podjetja. 2010. Grosuplje, Javno komunalno podjetje Grosuplje.

Hribar, S. 2011. Študija odvoda in čiščenja vode v občini Grosuplje z zaščito potoka Grosupeljščica.

Diplomska naloga. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, FGG, Vodarstvo in komunalno inženirstvo: 71 str.

Kanalizacijski sistemi. 2011. Javno komunalno podjetje Grosuplje.

http://www.jkpg.si/index.php?option=com_content&task=view&id=36&Itemid=65

(Pridobljeno 5.6.2011)

Kolar, J. 1983. Odvod odpadne vode iz naselij in zaščita voda. Ljubljana. Državna založba Slovenije: 523 str.

Livar. 2011.

<http://www.livar.si/> (Pridobljeno 8.8.2011)

Maleiner, F. 2005. Dimenzioniranje kanalizacijskih razbremenilnih naprav po nemških ATV smernicah (1). Gradbeni vestnik 54: str. 262-272

Maleiner, F. 2005. Razbremenjevanje padavinskih odtokov po nemških ATV smernicah. Gradbeni vestnik 54: str. 155-161

Maleiner, F. 2006. Dimenzioniranje kanalizacijskih razbremenilnih naprav po nemških ATV smernicah (2). Gradbeni vestnik 55: str. 30-37

Maleiner, F. 2010. Uravnavanje odtokov razbremenilnih naprav. Gradbeni vestnik 59: str. 233-246

Mesečne in letne višine padavin. Meteorološki letopis 2009. Ljubljana, Ministrstvo za okolje in prostor, Agencija Republike Slovenije za okolje.

http://www.arso.gov.si/vreme/podnebje/meteorolo%C5%A1ki%20letopis/2009pad_vis.pdf

(Pridobljeno 11.8.2011)

Miklavčič, S. 2006. Kras severozahodne dolenske s poudarkom na občini Ivančna Gorica. Diplomaska naloga. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Filozofska fakulteta, oddelek za Geografijo: 96 str.

Moody Diagram. 2008. Matlab Central.

<http://www.mathworks.com/matlabcentral/fileexchange/7747-moody-diagram>

(Pridobljeno 11.8.2011)

Občina Ivančna Gorica. 2011.

<http://www.ivancna-gorica.si/Obcina-Ivancna-Gorica> (Pridobljeno 6.7.2011)

Panjan, J. 2002. Osnove zdravstveno hidrotehnične infrastrukture. Ljubljana. Univerza v Ljubljani, FGG: 289 str.

Panjan, J. 2002. Odvodnjavanje onesnaženih voda. Študijsko gradivo. Ljubljana. Univerza v Ljubljani, FGG: 91 str.

Popisi prebivalstva. Statistični letopisi. Nidatuma. Ljubljana, Statistični urad Republike Slovenije.

http://www.stat.si/tema_demografsko_prebivalstvo.asp (Pridobljeno 6.6.2011)

Poročilo o obratovalnem monitoringu odpadnih vod za podjetje Livar, d.d. Ivančna Gorica za leto 2008. 2009. Grosuplje, Javno komunalno podjetje Grosuplje.

Poročilo o učinkovitosti čiščenja odpadnih vod za leto 2010. 2011. Javno komunalno podjetje Grosuplje.

http://www.jkpg.si/images/stories/porocilo_o_ucinkih_ciscenja_odpadnih_voda_v_obcini_ivancna_gorica_za_leto_2010.pdf (Pridobljeno 5.6.2011)

Poslovnik za obratovanje komunalne čistilne naprave Ivančna Gorica. 2011. Grosuplje, Javno komunalno podjetje Grosuplje.

Pravilnik o prvih meritvah in obratovalnem monitoringu odpadnih vod ter o pogojih za njegovo izvajanje. (Uradni list RS št. 74/2007)

Predstavitev dolenske. 2011.

<http://www.welcome-to-slovenia.com/content?ContentID=112> (Pridobljeno 7.7.2011)

Rep, D. 2007. Uporaba programa SWMM in smernic ATV 128 za dimenzioniranje zadrževalnih bazenov. Diplomaska naloga. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, FGG: 106 str.

Rossman, L. A. 2009. SWMM User's manual Version 5. Cincinnati, OH, Water Supply and Water Resources Division, National Risk Management Research Laboratory, Office of Research and Development, U.S. Environmental Protection Agency: 266 str.

<http://www.epa.gov/nrmrl/wswrd/wq/models/swmm> (Pridobljeno 10.6.2010)

Sever, L. 2004. Pozabljene vode: mali vodni viri v občini Ivančna Gorica nekoč in danes. Ivančna Gorica. Turistično društvo: 88 str.

Spletni GIS portal Občina Ivančna Gorica – pregledna karta. 2012.

<http://gis.iobcina.si/gisapp/Default.aspx?a=ivancnagorica> (Pridobljeno 10. 2. 2012)

Steinman, F. 1999. Hidravlika. 1. ponatis. Ljubljana. Univerza v Ljubljani, FGG: 295 str.

Zaviršek, A. 2008. Preliminarna študija zaščite vodotokov na področju kanalizacijskega sistema Grosuplje – Šmarje – Sap. Diplomaska naloga. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, FGG, Vodarstvo in komunalno inženirstvo: 75 str.

Žgajner, V. 2011. Dimenzioniranje zadrževalnih bazenov deževnih vod pri zaščiti občutljivih vodotokov. Diplomaska naloga. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, FGG: 102 str.

Wikipedija. 2010. Prosta Enciklopedija.

http://sl.wikipedia.org/wiki/Glavna_stran (Pridobljeno 11.11.2011).

PRILOGE

PRILOGA A1: PODATKI O MERITVAH NA VTOKU IN IZTOKU IZ ČN IVANČNA GORICA

(Javno komunalno podjetje Grosuplje, 2010. Poročilo o učinkovitosti čiščenja odpadnih vod na območju občine Ivančna Gorica v letu 2010)

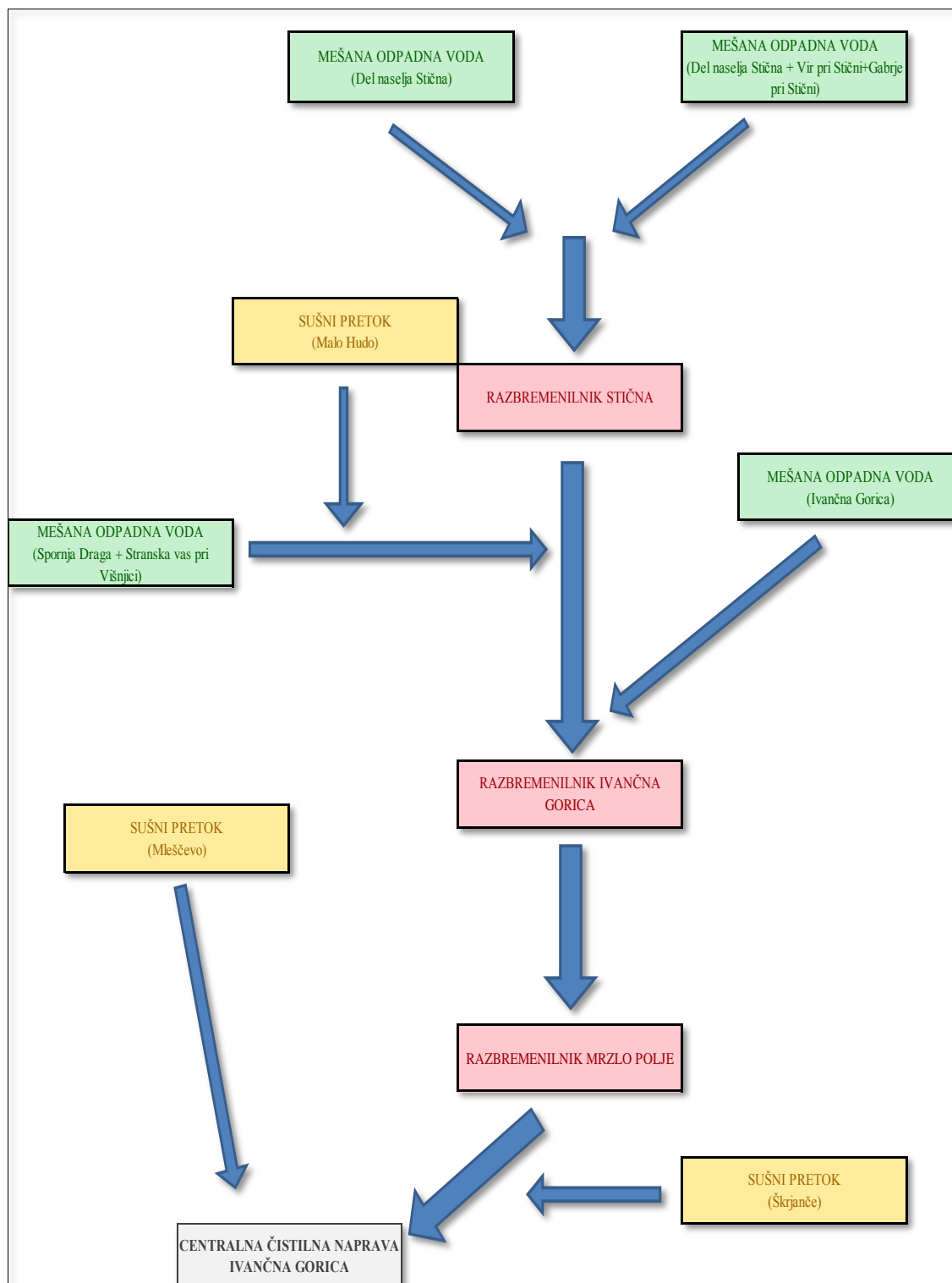
Naziv parametra		Mejna vrednost	Št. vzorčenja												Povprečna vrednost
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Temperatura	dotok	/	6,7	9,5	11,0	15,1	15,2	17,4	19,5	20,1	17,7	16,0	12,9	9,6	14,2
	iztok		6,4	10,0	13,2	14,9	15,6	19,2	21,2	23,2	18,7	16,6	14,2	7,8	15,1
pH	dotok	/	7,8	7,7	7,7	7,9	7,7	7,6	7,8	7,9	7,7	7,9	7,7	7,8	7,8
	iztok		7,9	7,9	8,1	7,7	7,6	8,1	7,7	8,3	7,9	7,7	7,6	7,8	7,9
Neraztop. Sn. (mg/l)	dotok	/	222	936	378	200	634	723	353	294	920	393	493	657	516,9
	iztok	35	10	13	14	10	13	10	10	15	28	10	10	10	10,2
Amonijev dušik (mg/l)	dotok	/	43,5	35,4	55,2	48,5	18,2	48,0	55,5	32,9	34,9	54,9	40,2	20,4	40,63
	iztok	10	9,7	12,6	41,7	7,5	14,1	31,3	2,4	1,2	11,4	1,3	1,0	2,1	11,35
KPK (mg/l)	dotok	/	715	1175	1060	605	725	1110	825	480	1595	875	885	865	910
	iztok	110	65	77	140	34	57	58	24	51	112	32	57	32	62
(%)	učinek		91	93	87	94	92	95	97	89	93	96	94	96	92,96
BPK ₅ (mg/l)	dotok	/	450	410	580	370	300	510	470	300	690	420	440	350	441
	iztok	20	10	22	19	13	17	10	10	14	11	LOD	LOD	10	11
(%)	učinek		98	95	97	96	94	99	99	95	98	100	100	98	97,19
Celotni fosfor (mg/l)	dotok	/	10,9	11,6	17,4	12,1	7,4	9,0	11,2	14,8	16,6	13,8	9,8	5,7	11,69
	iztok		9,2	6,7	5,9	1,5	2,7	4,6	2,8	8	7,7	5,7	3,5	1,9	5,02
(%)	učinek		16	42	66	88	64	49	75	46	54	59	64	67	56,78
Celotni dušik (mg/l)	dotok	/	60	64	79	58	32	73	71	49	63	70	55	33	58,9
	iztok		25	17	47	10	17	35	14	17	26	27	20	10	22,0
(%)	učinek		58	73	41	90	47	52	80	65	59	61	64	70	61,42
Usedljive sn. (ml/l)	dotok	/	6,0	25	12	4,5	22	84	6	26	21	11	12	42	22,63
	iztok		0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,4	1,9	0,1	0,1	0,2

PRILOGA A2: PODATKI O MERITVAH NA POSAMEZNEM IZTOKU ZA VIRE ONESNAŽEVANJA

(Iskraemeco, d.d., 2008. Poročilo o obratovalnem monitoringu odpadnih vod za Livar, d.d., Ivančna Gorica)

Zaporedna številka Iztoka:	1	Skupna letna količina odpadne vode na tem iztoku (1000 m ³):	10,85										
Naziv iztoka:	končna kontrola MČN	Odpadna voda na tem iztoku se steka v:	iztok v kanalizacijo z KČN										
Čas vzorčenja reprezentativnega vzorca (ure):	6	Na katero KČN je priključen kanal:	Ivančna Gorica										
Ali se na tem iztoku izvajajo trajne meritve pretoka	NE												
Po kateri uredbi se vrednoti iztok odpadne vode:	Hladilni-obtočni												
PODATKI O MERITVAH NA POSAMEZNEM IZTOKU ZA VIRE ONESNAŽEVANJA													
Zap. št. parametra	Naziv parametra	Mejna vred. za iztok v		Št. vzorčenja								Povprečna vrednost	
		vode	kanalizacijo	1	2	3	4	5	6	7	8		
	Indetifikacija vzorca	/	/	1956/08	2405/08	2870/08							/
	datum vz. (dd.mm.ll)	/	/	20.8.2008	9.10.2008	1.12.2008							/
	čas vz. (hh.mm)	/	/	07:13	07:38	07:43							/
	Q v času vz. (m ³)	/	/	18	28	2							16
1	Temperatura		35	24,5	24,5	10,6							15,8
2	pH		6,5-9,5	8,11	8,11	9,10							8,4
3	Nerazt. sn. (mg/l)		-	62	62	230							108,7
4	Used. sn. (mg/l)		10	0,1	0,1	1,3							0,44
38	KPK (mg/l)		-	72	72	136							85
39	BPK5 (mg/l)		-	36	26	25							29
6	Strupenost												0
11	Cu (mg/l)		0,5	0,01	0,01	0,05							0,0169
14	Cd (mg/l)												0
18	CrVI (mg/l)												0
19	Ni (mg/l)												0
21	Pb (mg/l)												0
23	Hg (mg/l)												0
43	AOX (mg/l)		0,15	0,02	0,03	0,02							0,0178
33	Celotni fosfor (mg/l)												0
60	Celotni dušik (mg/l)												0
26	Amonijev dušik (mg/l)												0
28	Nitratni dušik (mg/l)												0
27	Nitritni dušik (mg/l)		1	0,01	0,03	0,08							0,0388
62	Hidrazin (mg/l)		2	0,004	0,002	0,013							0,0063
24	Klor - prosti (mg/l)		0,3	0,05	0,05	0,05							0
41	Celotni ogljikovodik (mg/l)		20	0,1	0,1	0,7							0,2361
17	Celotni krom (mg/l)		0,2	0,01	0,01	0,02							0,0069
13	Cink (mg/l)		3	0,17	0,04	0,34							0,1833
1020	pH-delež vrednosti izven območja		20	0	0	0							0
1011	Temperatura-delež vrednosti izven o.		20	0	0	0							0

PRILOGA B1: SHEMA PRETOKOV IZ NASELIJ MED RAZBREMENILNIKI



PRILOGA B2: ŠTEVILO PREBIVALCEV PO LETIH IN PROCENT PRIRASTKA PO OBDOBJIH

Naselje/leto	Število prebivalcev po popisu za leto:										Procent prirastka r:									
	1948	1953	1961	1971	1981	1991	2002	2010	P1948-1953	P1953-1961	P1961-1971	P1971-1981	P1981-1991	P1991-2002	P2002-2010	Ppovprečna				
Gabrje pri Stični	171	161	174	154	139	121	119	179	-1.1980	0.9754	-1.2136	-1.0196	-1.3773	-0.1514	5.2357	0.0956				
Ivančna gorica	186	179	321	447	818	1363	1578	1988	-0.7643	7.5738	3.3666	6.2294	5.2384	1.3405	2.9292	3.9241				
Malo hudo	109	103	105	114	120	132	141	166	-1.1260	0.2407	0.8258	0.5143	0.9577	0.6014	2.0613	0.6835				
Mleščevo	85	82	88	97	86	105	103	193	-0.7161	0.8866	0.9785	-1.1964	2.0162	-0.1747	8.1658	1.3694				
Mrzlo polje	31	41	39	40	24	28	33	36	5.7510	-0.6232	0.2535	-4.9800	1.5534	1.5049	1.0936	0.2797				
Stična	535	573	584	631	629	670	712	799	1.3818	0.2380	0.7771	-0.0317	0.6335	0.5543	1.4515	0.6502				
Vir pri Stični	141	147	151	142	158	272	383	454	0.8369	0.3362	-0.6126	1.0734	5.5823	3.1601	2.1485	1.9235				
Zgornja Draga	121	109	104	138	145	125	131	132	-2.0672	-0.5852	2.8690	0.4960	-1.4732	0.4271	0.0951	0.1510				
Škrjanče	41	57	57	54	52	51	54	53	6.8115	0.0000	-0.5392	-0.3767	-0.1940	0.5210	-0.2334	0.4326				
Stranska vas pri Višnjici	70	70	51	50	46	40	57	52	0.0000	-3.8811	-0.1978	-0.8303	-1.3879	3.2721	-1.1410	-0.4572				
Skupno število prebivalcev	1490	1522	1674	1867	2217	2907	3311	4052	0.4259	1.1970	1.0971	1.7331	2.7467	1.1900	2.5566	1.6293				

PRILOGA B4:ŠTEVILO PREBIVALCŮV TER KOLIČINA ODPADNE IN TUJE VODE, ODVEDENE V KS LETA

2030

Razbremenilnik	Površina poselitvenega območja [ha]	Število prebivalcev	Gostota prebivalstva [os/ha]	ODPLAKE IZ GOSPODINJSTEV			ODPLAKE IZ INDUSTRIJE IN VELIKE OBRTI			ODPLAKE SKUPAJ		TUJE VODE [l/s]
				Odp. Vode [m ³ /leto]	Odp. Vode [l/s]	Norma porabe vode [l/os dan]	Odp. Vode [m ³ /leto]	Odp. Vode [l/s]	Odp. Vode [m ³ /leto]	Odp. Vode [l/s]		
Ivančna Gorica	60.65	2785	45.92	141241.70	4.48	138.93	68130.00	2.16	209371.70	6.64	7.30	
Štična	24.02	486	20.25	23753.74	0.75	133.82	2236.00	0.07	25989.74	0.82	1.24	
Mrzlo Polje	4.80	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	

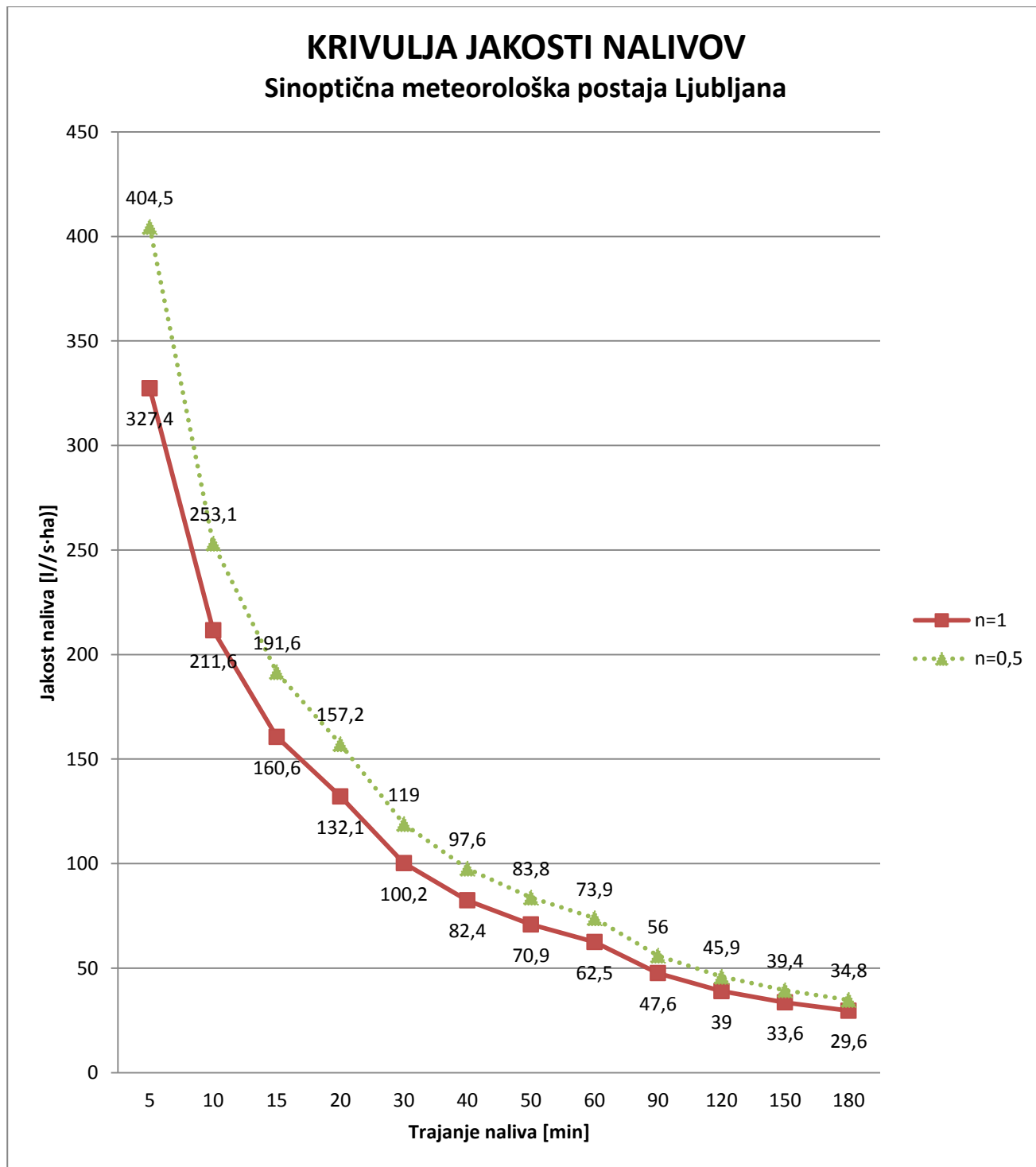
PRILOGA B5:ŠTEVILO PREBIVALCŮV TER KOLIČINA ODPADNE IN TUJE VODE, ODVEDENE V KS LETA 2030, ZA CELOTNO PRISPEVNO OBMOČJE NAD POSAMEZNI RAZBREMENILNIKOM

Razbremenilnik	Površina poselitvenega območja [ha]	Število prebivalcev	Gostota prebivalstva [os/ha]	ODPLAKE IZ GOSPODINJSTEV			ODPLAKE IZ INDUSTRIJE IN			ODPLAKE SKUPAJ		TUJE VODE
				Odp. Vode [m ³ /leto]	Odp. Vode [l/s]	Norma porabe	Odp. Vode [m ³ /leto]	Odp. Vode [l/s]	Odp. Vode [m ³ /leto]	Odp. Vode [l/s]		
Ivančna Gorica	84.67	3271.61	38.64	157144.92	4.98	131.60	70366.00	2.23	227510.92	7.21	8.54	
Štična	24.02	486.32	20.25	17662.49	0.56	99.50	2236.00	0.07	19898.49	0.63	1.24	
Mrzlo Polje	89.47	3271.61	36.57	157144.92	4.98	131.60	70366.00	2.23	227510.92	7.21	8.54	

**PRILOGA B6: ŠTEVILO PREBIVALCEV IN KOLIČINA ODPLAK, ODVEDENIH V KS
LETA – IZ SATELITSKIH NASELIJ Z LOČENIM KS**

Razbremenilnik	POSAMEZNO			SKUPAJ
	Prebivalci	Norma porabe vode [l/(os dan)]	Odp. Voda [l/s]	Odp. Voda [l/s]
Ivančna Gorica	218.00	131.59	0.33	0.33
Stična	0.00	99.50	0.00	0.00
Mrzlo Polje	0.00	131.59	0.00	0.33

PRILOGA C1: KRIVULJA JAKOSTI NALIVOV



PRILOGA C2: POVRŠINE OBMOČIJ IN NJIHOVE REDUCIRANE POVRŠINE

Razbremenilnik	Prispevna površina razbremenilnika [ha]	Reducirana prispevna površina razbremenilnika[ha]	Celotna prispevna površina razbremenilnika [ha]	Celotna reducirana prispevna površina razbremenilnika [ha]
Stična	60.65	10.36	60.65	10.36
Ivančna Gorica	24.02	17.71	84.67	28.07
Mrzlo Polje	4.80	1.36	89.47	29.43
Skupaj	89.47	29.43		

PRILOGA C3: MAKSIMALNI PRETOKI DEŽEVNE VODE PO ZADNJI CEVI PRED RAZBREMENILNIKOM TER ČAS POJAVE KONICE PRI 5-MINUTNEM NALIVU

(Rezultati iz programa SWMM)

Razbremenilnik	Maksimalni Pretok Q _{max} [l/s]	Čas pojava konice t [h:m:s]
Stična	669.69	0:08:08
Ivančna Gorica	241.8	0:12:55
Mrzlo Polje	234.81	0:18:34
	Posamezno Konica odtoka	Skupaj Konica odtoka
Razbremenilnik	t [h:m:s]	t [h:m:s]
Stična	0:08:08	0:08:08
Ivančna Gorica	0:12:55	0:12:55
Mrzlo Polje	0:18:34	0:31:29

PRILOGA C4: POVPREČNI KOEFICIENT NAGNjenosti TERENA

Razbremenilnik	Padec - posamezno		Padec - skupaj	
	Ii [%]	SGmi	Ii [%]	SGmi
Ivančna Gorica	1.59	2	1.59	2
Stična	3.9	2	3.9	2
Mrzlo Polje	0.78	1	1.85	2

**PRILOGA D: SKUPNE POTREBNE ZADRŽEVALNE PROSTORNINE ZADRŽEVALNIH
BAZENOV, IZRAČUNANE PO ATV STANDARDIH**

ZB: Ivančna Gorica
Prispevno območje: Ivančna Gorica + Stična
Velikost prispevnega območja v ha: 84.67
Kritični naliv: $n=1$, $t=12,92\text{min}$
Datum: 19.12.2011

PODATKI:	Število prebivalcev	$I = P = 3272$	oseb
	Norma porabe	$w_s = n_p = 131.5968$	l/(oseb·dan)
	Število prebivalcev ločenega sistema	Pločeni = 218	oseb
	Odpadna voda iz gospodinjstev	$Q_{d24} = 4.98362$	l/s
	Odpadna voda iz obrti, pisarn	$Q_{c24} = 0$	l/s
	Odpadna voda iz industrije	$Q_{i24} = 2.231291$	l/s
	Dotok tujih vod	$Q_{iw24} = 4.21$	l/s
	Trajanje Q_{d24} na dan	$x = 12$	h (12, 14, 16, 18)
	Število delovnih ur na dan (obrt)	$a_c = 10$	h (8, 10, 16, 24)
	Število delovnih ur na dan (industrija)	$a_i = 16$	h (8, 16, 24)
	Število produktivnih dni na leto (obrt)	$b_c = 300$	dni
	Število produktivnih dni na leto (industrija)	$b_i = 300$	dni
	Koncentracija KPK v odpadni vodi	$c_w = 600$	mg/l
	Odtok odpadne vode	$Q_{w24} = 7.214911$	l/s
	Dnevna konica odtoka odpadne vode	$Q_{px} = 14.03935$	l/s
	Odtok odpadnih vod iz ločenih območij	$Q_{ws24} = 0.332038$	l/s
	Norma porabe ločenega KS	$np = 131.5968$	l/(os·dan)
	Srednja letna višina padavin	$h_{pr} = 1331$	mm
	Velikost reduciranih prispevnih površin	$A_{is} = A_{red} = 28.07$	ha
	Najdaljši čas pretoka	$t_f = 12.92$	min
Skupina nagnjenosti terena	$S_{Gm} = 2$		
REZULTATI:	Kombinirani odtok odpadnih vod na ČN	$Q_{cw} = Q_m = 32.28869$	l/s
	Povprečni dnevni sušni odtok	$Q_{dw24} = 11.42491$	l/s
	Urni konični sušni odtok	$Q_{dwx} = 18.24935$	l/s
	Odtok padavinskih vod iz ločenih območij	$Q_{rs24} = 0.332038$	l/s
	Koncentracija KPK v sušnem odtoku	$c_{dw} = 600$	mg/l (600)
	Razmerje kombiniranega in sušnega odtoka	$n = 2$	
	Odtok padavinskih vod	$Q_{r24} = 20.53174$	l/s
	Razmerje padavinskega odtoka	$q_r = 0.731448$	l/(s·ha)
	Razmerje sušnega odtoka in neprepustne površine	$q_{dw24} = 0.407015$	l/(s·ha)
	Redukcija odtočnega časa	$a_f = 0.942791$	
	Povprečni deževni odtok med prelivanjem	$Q_{ro} = 141.3353$	l/s
	Povprečno mešalno razmerje prelitih vod	$m = 12.39987$	
	Razmerje x_a	$x_a = 15.02508$	
	Vpliv večjega onesaženja mešanih vod	$a_p = 1$	
	Vpliv letnih padavin	$a_h = 0.25$	
	Vpliv kanalizacijskih usedlin	$a_a = 0.290656$	
	Koncentracija dimenzioniranja pri sušnem dotoku	$c_d = 924.3938$	mg/l
	Koncentracija KPK deževnega odtoka	$c_r = 110$	mg/l
	Teoretična koncentracija prelivanja	$c_{cc} = 170.7763$	mg/l
	Dovoljena letna mera prelivanja	$e_o = 39.69189$	%
	Specifični volumen zadrževalnega bazena	$V_s = 30.67223$	m^3/ha
	Potrební volumen zadrževalnega bazena	$V = 860.9696$	m^3

ZB: Stična
Prispevno območje: Stična
Velikost prispevnega območja v ha: 24.02
Kritični naliv: n=1, t=8,13min
Datum: 19.12.2011

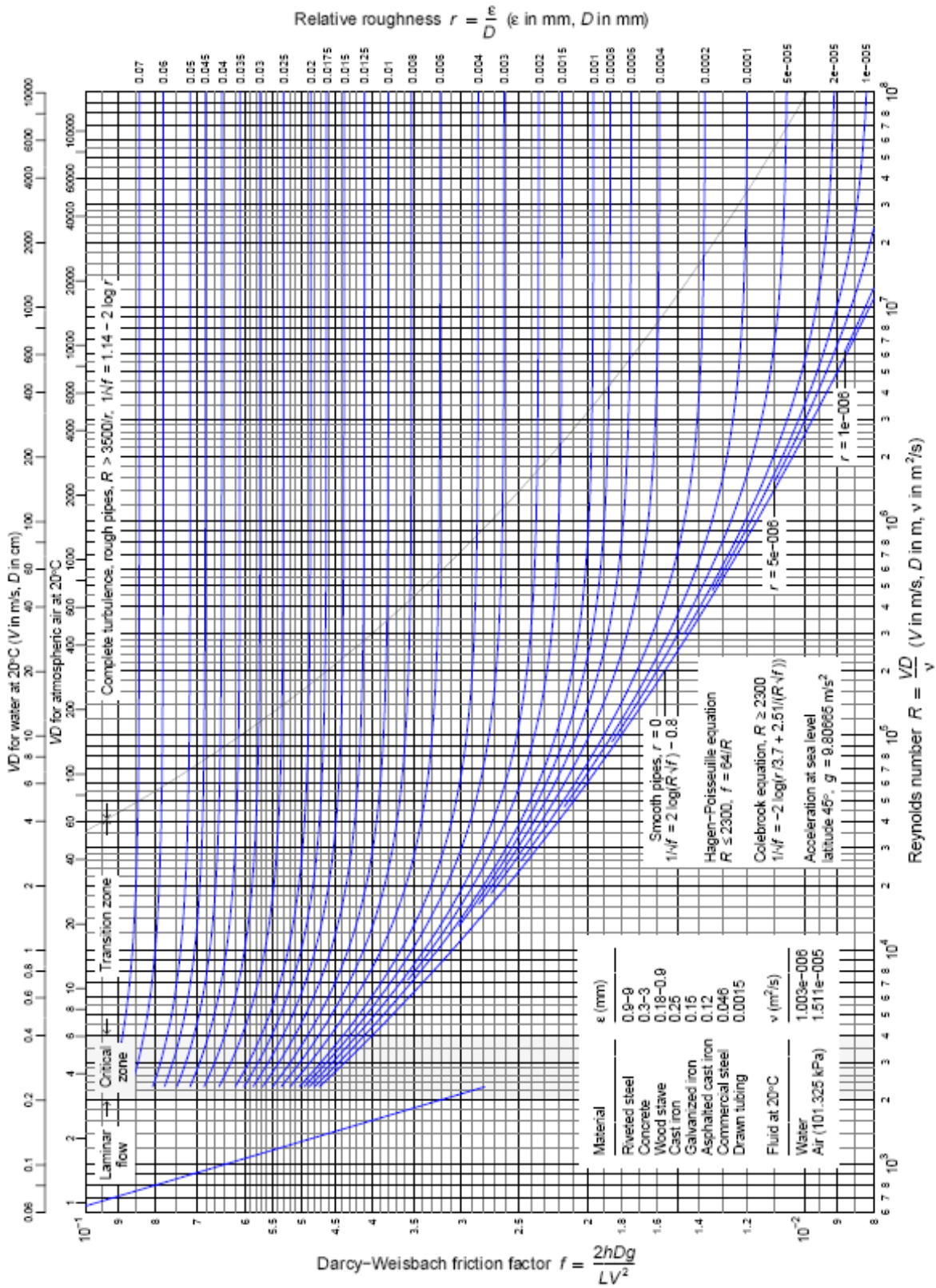
PODATKI:	Število prebivalcev	$I = P = 486$	oseb
	Norma porabe	$w_s = n_p = 99.50297$	l(oseb·dan)
	Število prebivalcev ločenega sistema	Pločeni=	0 oseb
	Odpadna voda iz gospodinjstev	$Q_{d24} = 0.559704$	l/s
	Odpadna voda iz obrti, pisarn	$Q_{c24} = 0$	l/s
	Odpadna voda iz industrije	$Q_{i24} = 0.070903$	l/s
	Dotok tujih vod	$Q_{iw24} = 1.554$	l/s
	Trajanje Q_{d24} na dan	$x = 12$	h (12,14, 16, 18)
	Število delovnih ur na dan (obrt)	$a_c = 10$	h (8, 10,16, 24)
	Število delovnih ur na dan (industrija)	$a_i = 16$	h (8, 16, 24)
	Število produktivnih dni na leto (obrt)	$b_c = 300$	dni
	Število produktivnih dni na leto (industrija)	$b_i = 300$	dni
	Koncentracija KPK v odpadni vodi	$c_w = 600$	mg/l
	Odtok odpadne vode	$Q_{w24} = 0.630607$	l/s
	Dnevna konica odtoka odpadne vode	$Q_{px} = 1.248807$	l/s
	Odtok odpadnih vod iz ločenih območij	$Q_{wS24} = 0$	l/s
	Norma porabe ločenega KS	$np = 99.50297$	l(os·dan)
	Srednja letna višina padavin	$h_{pr} = 1331$	mm
	Velikost reduciranih prispevnih površin	$A_{is} = A_{red} = 10.36$	ha
	Najdaljši čas pretoka	$t_f = 8.13$	min
	Skupina nagnjenosti terena	$S_{Gm} = 2$	
REZULTATI:	Kombinirani odtok odpadnih vod na ČN	$Q_{cw} = Q_m = 4.051613$	l/s
	Povprečni dnevni sušni odtok	$Q_{dw24} = 2.184607$	l/s
	Urni konični sušni odtok	$Q_{dwx} = 2.802807$	l/s
	Odtok padavinskih vod iz ločenih območij	$Q_{rS24} = 0$	l/s
	Koncentracija KPK v sušnem odtoku	$c_{dw} = 600$	mg/l (600)
	Razmerje kombiniranega in sušnega odtoka	$n = 2$	
	Odtok padavinskih vod	$Q_{r24} = 1.867006$	l/s
	Razmerje padavinskega odtoka	$q_r = 0.180213$	l/(s·ha)
	Razmerje sušnega odtoka in neprepustne površine	$q_{dw24} = 0.210869$	l/(s·ha)
	Redukcija odtočnega časa	$a_f = 0.962406$	
	Povprečni deževni odtok med prelivanjem	$Q_{ro} = 35.66141$	l/s
	Povprečno mešalno razmerje prelitih vod	$m = 16.32394$	
	Razmerje x_a	$x_a = 18.70646$	
	Vpliv večjega onesnaženja mešanih vod	$a_p = 1$	
	Vpliv letnih padavin	$a_h = 0.25$	
	Vpliv kanalizacijskih usedlin	$a_a = 0.223809$	
	Koncentracija dimenzioniranja pri sušnem dotoku	$c_d = 884.2852$	mg/l
	Koncentracija KPK deževnega odtoka	$c_r = 110$	mg/l
	Teoretična koncentracija prelivanja	$c_{cc} = 154.6945$	mg/l
	Dovoljena letna mera prelivanja	$e_o = 47.22856$	%
	Specifični volumen zadrževalnega bazena	$V_s = 45.2096$	m^3/ha
	Potrební volumen zadrževalnega bazena	$V = 468.3715$	m^3

ZB: Mrzlo Polje
Prispevno območje: Stična + Ivančna Gorica + Mrzlo Polje
Velikost prispevnega območja v ha: 89,47
Kritični naliv: $n=1$, $t=31,48\text{min}$
Datum: 19.12.2011

PODATKI	Število prebivalcev	$I = P = 3272$ oseb
	Norma porabe	$w_s = n_p = 131.5968$ l/(oseb·dan)
	Število prebivalcev ločenega sistema	$P_{\text{ločeni}} = 218$ oseb
	Odpadna voda iz gospodinjstev	$Q_{d24} = 4.98362$ l/s
	Odpadna voda iz obrti, pisarn	$Q_{c24} = 0$ l/s
	Odpadna voda iz industrije	$Q_{i24} = 2.231291$ l/s
	Dotok tujih vod	$Q_{iw24} = 4.4145$ l/s
	Trajanje Q_{d24} na dan	$x = 12$ h (12,14, 16, 18)
	Število delovnih ur na dan (obrt)	$a_c = 10$ h (8,10, 16, 24)
	Število delovnih ur na dan (industrija)	$a_i = 16$ h (8, 16, 24)
	Število produktivnih dni na leto (obrt)	$b_c = 300$ dni
	Število produktivnih dni na leto (industrija)	$b_i = 300$ dni
	Koncentracija KPK v odpadni vodi	$c_w = 600$ mg/l
	Odtok odpadne vode	$Q_{w24} = 7.214911$ l/s
	Dnevna konica odtoka odpadne vode	$Q_{px} = 14.03935$ l/s
	Odtok odpadnih vod iz ločenih območij	$Q_{ws24} = 0.332038$ l/s
	Norma porabe ločenega KS	$n_p = 131.5968$ l/(os·dan)
	Srednja letna višina padavin	$h_{pr} = 1331$ mm
	Velikost reduciranih prispevnih površin	$A_{is} = A_{red} = 29.43$ ha
	Najdaljši čas pretoka	$t_f = 31.48$ min
	Skupina nagnjenosti terena	$S_{Gm} = 2$
REZULTATI	Kombinirani odtok odpadnih vod na ČN	$Q_{cw} = Q_m = 32.49319$ l/s
	Povprečni dnevni sušni odtok	$Q_{dw24} = 11.62941$ l/s
	Urni konični sušni odtok	$Q_{dwx} = 18.45385$ l/s
	Odtok padavinskih vod iz ločenih območij	$Q_{rs24} = 0.332038$ l/s
	Koncentracija KPK v sušnem odtoku	$c_{dw} = 600$ mg/l (600)
	Razmerje kombiniranega in sušnega odtoka	$n = 2$
	Odtok padavinskih vod	$Q_{r24} = 20.53174$ l/s
	Razmerje padavinskega odtoka	$q_r = 0.697647$ l/(s·ha)
	Razmerje sušnega odtoka in neprepustne površine	$q_{dw24} = 0.395155$ l/(s·ha)
	Redukcija odtočnega časa	$a_f = 0.880286$
	Povprečni deževni odtok med prelivanjem	$Q_{ro} = 135.5566$ l/s
	Povprečno mešalno razmerje prelitih vod	$m = 11.68491$
	Razmerje x_a	$x_a = 15.12454$
	Vpliv večjega onesnaženja mešanih vod	$a_p = 1$
	Vpliv letnih padavin	$a_h = 0.25$
	Vpliv kanalizacijskih usedlin	$a_a = 0.289712$
	Koncentracija dimenzioniranja pri sušnem dotoku	$c_d = 923.827$ mg/l
	Koncentracija KPK deževnega odtoka	$c_r = 110$ mg/l
	Teoretična koncentracija prelivanja	$c_{cc} = 174.1571$ mg/l
	Dovoljena letna mera prelivanja	$e_o = 38.40354$ %
	Specifični volumen zadrževalnega bazena	$V_s = 33.86814$ m ³ /ha
	Potrební volumen zadrževalnega bazena	$V = 996.7393$ m ³

PRILOGA E1: MOODY-JEV DIAGRAM

(Moody Diagram, 2006)



PRILOGA E2: VREDNOSTI KOEFICIENTOV LOKALNIH IZGUB

(Friction Loss of Water in Pipe Fittings, ni datuma)

Friction Losses in Pipe Fittings														
Resistance Coefficient K (use in formula $hf = Kv^2/2g$)														
Fitting	LD	Nominal Pipe Size												
		½	¾	1	1¼	1½	2	2½-3	4	6	8-10	12-16	18-24	
K Value														
Angle Valve	55	1.48	1.38	1.27	1.21	1.16	1.05	0.99	0.94	0.83	0.77	0.72	0.66	
Angle Valve	150	4.05	3.75	3.45	3.30	3.15	2.85	2.70	2.55	2.25	2.10	1.95	1.80	
Ball Valve	3	0.08	0.08	0.07	0.07	0.06	0.06	0.05	0.05	0.05	0.04	0.04	0.04	
Butterfly Valve							0.86	0.81	0.77	0.68	0.63	0.35	0.30	
Gate Valve	8	0.22	0.20	0.18	0.18	0.15	0.15	0.14	0.14	0.12	0.11	0.10	0.10	
Globe Valve	340	9.2	8.5	7.8	7.5	7.1	6.5	6.1	5.8	5.1	4.8	4.4	4.1	
Plug Valve Branch Flow	90	2.43	2.25	2.07	1.98	1.89	1.71	1.62	1.53	1.35	1.26	1.17	1.08	
Plug Valve Straightaway	18	0.48	0.45	0.41	0.40	0.38	0.34	0.32	0.31	0.27	0.25	0.23	0.22	
Plug Valve 3-Way Thru-Flow	30	0.81	0.75	0.69	0.66	0.63	0.57	0.54	0.51	0.45	0.42	0.39	0.36	
Standard Elbow	90°	30	0.81	0.75	0.69	0.66	0.63	0.57	0.54	0.51	0.45	0.42	0.39	0.36
	45°	16	0.43	0.40	0.37	0.35	0.34	0.30	0.29	0.27	0.24	0.22	0.21	0.19
	long radius 90°	16	0.43	0.40	0.37	0.35	0.34	0.30	0.29	0.27	0.24	0.22	0.21	0.19
Close Return Bend	50	1.35	1.25	1.15	1.10	1.05	0.95	0.90	0.85	0.75	0.70	0.65	0.60	
Standard Tee	Thru-Flow	20	0.54	0.50	0.46	0.44	0.42	0.38	0.36	0.34	0.30	0.28	0.26	0.24
	Thru-	60	1.62	1.50	1.38	1.32	1.26	1.14	1.08	1.02	0.90	0.84	0.78	0.72
90 Bends, Pipe Bends, Flanged Elbows, Butt-Welded Elbows	r/d=1	20	0.54	0.50	0.46	0.44	0.42	0.38	0.36	0.34	0.30	0.28	0.26	0.24
	r/d=2	12	0.32	0.30	0.28	0.26	0.25	0.23	0.22	0.20	0.18	0.17	0.16	0.14
	r/d=3	12	0.32	0.30	0.28	0.26	0.25	0.23	0.22	0.20	0.18	0.17	0.16	0.14
	r/d=4	14	0.38	0.35	0.32	0.31	0.29	0.27	0.25	0.24	0.21	0.20	0.18	0.17
	r/d=6	17	0.46	0.43	0.39	0.37	0.36	0.32	0.31	0.29	0.26	0.24	0.22	0.20
	r/d=8	24	0.65	0.60	0.55	0.53	0.50	0.46	0.43	0.41	0.36	0.34	0.31	0.29
	r/d=10	30	0.81	0.75	0.69	0.66	0.63	0.57	0.54	0.51	0.45	0.42	0.39	0.36
	r/d=12	34	0.92	0.85	0.78	0.75	0.71	0.65	0.61	0.58	0.51	0.48	0.44	0.41
	r/d=14	38	1.03	0.95	0.87	0.84	0.80	0.72	0.68	0.65	0.57	0.53	0.49	0.46
	r/d=16	42	1.13	1.05	0.97	0.92	0.88	0.80	0.76	0.71	0.63	0.59	0.55	0.50
r/d=18	45	1.24	1.15	1.06	1.01	0.97	0.87	0.83	0.78	0.69	0.64	0.60	0.55	
Mitre Bends	a=0°	2	0.05	0.05	0.05	0.04	0.04	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.02	
	a=15°	4	0.11	0.10	0.09	0.09	0.08	0.08	0.07	0.07	0.06	0.06	0.05	0.05
	a=30°	8	0.22	0.20	0.18	0.18	0.17	0.15	0.14	0.14	0.12	0.11	0.10	0.10
	a=45°	15	0.41	0.38	0.35	0.33	0.32	0.29	0.27	0.26	0.23	0.21	0.20	0.18
	a=60°	25	0.68	0.63	0.58	0.55	0.53	0.48	0.45	0.43	0.38	0.35	0.33	0.30
	a=75°	40	1.09	1.00	0.92	0.88	0.84	0.76	0.72	0.68	0.60	0.56	0.52	0.48
	a=90°	60	1.62	1.50	1.38	1.32	1.26	1.14	1.08	1.02	0.90	0.84	0.78	0.72

Note: Fittings are standard with full openings.

Fitting	L/D	Minimum Velocity for Full Disc Lift		Nominal Pipe Size											
				½	¾	1	1¼	1½	2	2½-3	4	6	8-10	12-16	18-24
		General ft/sec	Water ft/sec	K Value											
Swing Check Valve	100	$35\sqrt{v}$	4.40	2.70	2.50	2.30	2.20	2.10	1.90	1.80	1.70	1.50	1.40	1.30	1.20
	50	$48\sqrt{v}$	6.06	1.40	1.30	1.20	1.10	1.10	1.00	0.90	0.90	0.75	0.70	0.65	0.60
Lift Check Valve	600	$40\sqrt{v}$	5.06	16.2	15.0	13.08	13.2	12.6	11.4	10.8	10.2	9.0	8.4	7.8	7.2
	55	$140\sqrt{v}$	17.7	1.50	1.40	1.30	1.20	1.20	1.10	1.00	0.94	0.83	0.77	0.72	0.66
Tilting Disc Check Valve	5	$80\sqrt{v}$	10.13						0.76	0.72	0.68	0.60	0.56	0.39	0.24
	15	$30\sqrt{v}$	3.80						2.30	2.20	2.00	1.80	1.70	1.20	0.72
Foot Valve with Strainer Poppet Disc	420	$15\sqrt{v}$	1.90	11.3	10.5	9.70	9.30	8.80	8.00	7.60	7.10	6.30	5.90	5.50	5.0
Foot Valve with Strainer Hinged Disc	75	$35\sqrt{v}$	4.43	2.00	1.90	1.70	1.70	1.70	1.40	1.40	1.30	1.10	1.10	1.00	0.90

Fitting	Description	All Pipe Sizes
		K Value
Pipe Exit	Projecting Sharp-Edged Rounded	1.00
Pipe Entrance	Inward Projecting	0.78
Pipe Entrance Flush	Sharp-Edged	0.50
	r/d=0.02	0.28
	r/d=0.04	0.24
	r/d=0.06	0.15
	r/d=0.10	0.09
	r/d<0.14	0.04

Type of Fitting	K Value										
Disk or Wobble Meter	3.4 - 10										
Rotary Meter (Star or Cog-Wheel Piston)	10										
Reciprocating Piston Meter	15										
Turbine Wheel (Double-Flow) Meter	5 - 7.5										
Bends w/Corrugated Inner Radius	1.3 - 1.6 times value for smooth bend										
<p>Example: Determine L (friction loss in pipe fittings in terms of equivalent length in feet of straight pipe). Assume a 6" angle valve for Schedule 40 pipe size. Select the appropriate K value for such and select D and f for Schedule 40 pipe from the table below where K is the pipe diameter in feet.</p>											
Pipe Size Inches Sch. 40	D feet	f	Pipe Size Inches Sch. 40	D feet	f	Pipe Size Inches Sch. 40	D feet	f	Pipe Size Inches Sch. 40	D feet	f
½	0.0518	0.027	2½	0.2058	0.018	10	0.8350	0.014	24	1.8857	0.012
¾	0.0687	0.025	3	0.2557	0.018	12	0.9948	0.013	30	2.3333	0.011
1	0.0874	0.023	4	0.3355	0.017	14	1.0937	0.013	36	2.8333	0.011
1¼	0.1150	0.022	5	0.4206	0.016	16	1.250	0.013	42	3.3333	0.010
1½	0.1342	0.021	6	0.5054	0.015	18	1.4063	0.012	48	3.8333	0.010
2	0.1723	0.019	8	0.6651	0.014	20	1.5678	0.012			

PRILOGA F1: SKUPNA REKAPITULACIJA

DZB IVANČNA GORICA

1	PREDDELA	3358,24	€
2	ZEMELJSKA DELA	9099,016	€
3	TESARSKA DELA	7369,236	€
4	BETONSKA DELA	25525,6	€
5	ZIDARSKA DELA	8451,05	€
6	KANALIZACIJSKA DELA	1980,35	€
7	MONTAŽNA DELA	18630	€
8	ZAKLJUČNA DELA	4519,73	€
SKUPAJ:		78933,222	€

DPB MRZLO POLJE

1	PREDDELA	3358,24	€
2	ZEMELJSKA DELA	8709,275	€
3	TESARSKA DELA	5981	€
4	BETONSKA DELA	18263	€
5	ZIDARSKA DELA	7374,7	€
6	KANALIZACIJSKA DELA	1102,1	€
7	MONTAŽNA DELA	18630	€
8	ZAKLJUČNA DELA	4008,88	€
SKUPAJ:		67427,195	€

DZB STIČNA

1	PREDDELA	3358,24	€
2	ZEMELJSKA DELA	8939,2752	€
3	TESARSKA DELA	8354,506	€
4	BETONSKA DELA	22343,5	€
5	ZIDARSKA DELA	8851,2	€
6	KANALIZACIJSKA DELA	706,8	€
7	MONTAŽNA DELA	18080	€
8	ZAKLJUČNA DELA	4275,63	€
SKUPAJ:		74909,1512	€

SKUPAJ

1	PREDELA	10.074,72	€
2	ZEMELJSKA DELA	26.747,57	€
3	TESARSKA DELA	21.704,74	€
4	BETONSKA DELA	66.132,10	€
5	ZIDARSKA DELA	24.676,95	€
6	KANALIZACIJSKA DELA	3.789,25	€
7	MONTAŽNA DELA	55.340,00	€
8	ZAKLJUČNA DELA	12.804,24	€
VSE SKUPAJ:		221.269,57	€

PRILOGA F2: POPIS IN PREDRAČUN ZA DPB IVANČNA GORICA

		enota	cena na enoto	količina	cena skupaj v €
1	PREDEDELA				
1,1	Raziskava obstoječega stanja komunalne infrastrukture. izdelava terenske skice za izdelavo projekta za PGD/PZI.	pavšal	1290		1290
1,2	Ureditev gradbišča (postavitev zaščitne ograje, postavitev table, odstranitev ovir, sekanje oz. čiščenje grmov itd.).	ocena	400		400
1,3	Zakoličenje osi kanala z zavarovanjem profilov, oznaka RVV ter višinsko preverjanje obstoječih elementov.	ocena	43,64		43,64
1,4	Postavitev gradbenih profilov na vzpostavljeno os trase cevovoda ter določitev nivoja za merjenje globine izkopa in polaganje cevovoda.	kom	7,95	2	15,9
1,5	Črpanje vode pri kanalizacijskih delih.	ur	7	1	7
1,6	Zakoličba in zavarovanje morebitnih prečkanj z obstoječimi komunalnimi vodi (elektrika, telefon, vodovod, toplovod, CTV, drugo).	ocena	30		30
1,7	Fizično in geodetsko zavarovanje bližnjih mejnikov v prisotnosti lastnikov parcel pred začetkom gradnje.	kom	129,2	6	775,2
1,8	Ureditev deponije materiala za odvoz v bližini trase. Po gradnji vzpostavitev v obstoječe stanje.	ocena	93		93
1,9	Pridobitev varnostnega načrta, knjige varnostnih ukrepov.	kom	25	0,14	3,5
1.10	Radijsko ali medijsko obvestilo o pričetku gradnje.	dan	50	14	700
PREDEDELA SKUPAJ:					3358,24

2.0 ZEMELJSKA DELA

2,1	Strojni izkop humusa, debeline 20 cm in odriv za kasnejše razgrinjanje.	m ³	3	55	165
2.2	Strojni izkop gradbene jame z razpiranjem in opaženjem v zemljini III. - IV. ktg terena do globine 6.4 m z odvozom materiala na trajno gradbeno deponijo v oddaljenosti do 1 km. Z razkladanjem, razgrinjanjem, planiranjem. Vključno s takso.	m ³	6	243	1458
2.3	Strojni izkop gradbene jame z razpiranjem in opaženjem v zemljini III. - IV. ktg terena do globine 6.4 m z odvozom materiala na trajno gradbeno deponijo v oddaljenosti do 5 km. Z razkladanjem, razgrinjanjem, planiranjem. Vključno s takso.	m ³	5,12	973	4981,76
2.4	Strojni izkop kanalskega jarka z upoštevanjem naravnega pobočnega kota, globine 3.0 m. Z umikanjem materiala na rob jarka.				
	-III. ktg terena	m ³	3,95	118	466,1
	-IV. ktg terena	m ³	5,1	0	0
	ročni izkop				
	-III. ktg terena	m ³	29,45	5	147,25
	-IV. ktg terena	m ³	34,6	0	0
2.5	Ročno planiranje gradbene jame do natančnosti ± 2 cm. Z utrjevanjem do zbitosti 95 % SPP.	m ²	1,5	160	240
2.6	Ročno planiranje dna jarka s točnostjo ± 3 cm.	m ²	0,72	51,8	37,296
2,7	Dovoz materiala III. kat iz začasne deponije v oddaljenosti do 1 km in strojno-ročni zasip za zidovi DZB z utrjevanjem v slojih po 30 cm s komprimacijo do zbitosti 95 % SPP.	m ³	2,46	243	597,78
2,8	Dobava in izdelava peščene posteljice v debelini 10 cm in obsipa cevi do 20 cm nad temenom cevi iz sejanega peska s planiranjem in utrjevanjem.				
		m ³	14,35	15	215,25
2,9	Dovoz materiala in zasipanje kanalov z III. kat iz začasne				

	deponije v oddaljenosti do 1 km po končanem polaganju kanalskih cevi s komprimacijo v slojih debeline 30 cm do komprimacije.	m ³	2,46	123	302,58
2.10	Strojno humuziranje trase z dorivom humusa iz deponije. Planiranje in zasejevanje s travo.				
		m ²	2,55	160	408
2.11	Čiščenje in planiranje terena po končanem zasipavanju.				
		m ²	0,5	160	80
ZEMELJSKA DELA SKUPAJ:				9099,016	

3.0	TESARSKA DELA				
3.1	Izdelava enostranskega vertikalnega opaža za izdelavo 10 cm podložnega betona in temeljne plošče, debeline 25 cm.				
		m ²	13	56,7	737,1
3.2	Izdelava enostranskega horizontalnega opaža za izdelavo AB 25 cm stropne plošče, max. višina podpiranja 6 m.				
		m ²	15,4	162	2494,8
3.3	Izdelava dvostranskega opaža za izdelavo AB 25 cm debelih sten ter 25 cm debele potopne stene.				
		m ²	17,1	236,16	4038,336
3.4	Škatlasti opaž za izdelavo vstopnih odprtin.				
		m ²	16,5	6	99
TESARSKA DELA SKUPAJ:				7369,236	

4.0	BETONSKA DELA				
4.1	Dobava in vgraditev podložnega betona MB 10, debeline 10 cm.				
		m ³	65	16,6	1079
4.2	Dobava in vgraditev betona MB 30.				
		m ³	78	214,7	16746,6
4.3	Dobava, oblikovanje in montaža vse armature (ocena).				
		kg	1,1	7000	7700
BETONSKA DELA SKUPAJ:				25525,6	

5.0	ZIDARSKA DELA				
5.1	Dobava in polaganje varilnega bitumenskega traku, debeline 4 mm. Varjeni v dveh slojih s predpisanimi preklopi izolacije med seboj. Predhodno je potrebno podlago premazati s hladno bitumensko emulzijo.	m ²	12,85	493	6335,05
5.2	Oblaganje zidov z lepljenjem plošč iz Styrodurja, debeline 3 cm in gubasto folijo.	m ²	7,2	285	2052
5.3	Izvedba priključka med razbremenilnikom in povezovalnim kanalom, premera 90 cm ter tesnjenje tega priključka.	kom	32	1	32
5.4	Izvedba priključka med DZB in povezovalnim kanalom, premera 90 cm ter tesnjenje tega priključka.	kom	32	1	32
ZIDARSKA DELA SKUPAJ:				8451,05	
6.0	KANALIZACIJSKA DELA				
6.1	Dobava, raznos in montaža kanalskih cevi.				
	-AB DN 90 cm	m	30	37	1110
6.2	Izvedba prevezave obstoječega kanala na predvideni kanal, premera 90 cm.	kom	200	1	200
6.3	Izvedba priključka predvidenega kanala na obstoječi rezezijski jašek iz AB fi 1000 mm na kalalu AB 180 cm.	kom	200	1	200
6.4	Strojno čiščenje kanalizacijskih cevi s spiranjem in pregled s TV kamero.	ur	1,5	2	3
6.5	Pregled in tlačni preizkus vodotesnosti kanala po navodilih proizvajalca. Preizkus tesnosti se izvaja v skladu s standardom SIST EN 1610 medij zrak.	m	1,25	37	46,25

6.6	Pregled in tlačni preizkus vodotesnosti tlačnega voda po navodilih proizvajalca. Preizkus tesnosti se izvaja v skladu s standardom SIST EN 805. DIN 4279. ONROM B 2538 medij voda.	m	1,45	18	26,1
6.7	Preizkus tesnosti zadrževalnega bazena. Preizkus tesnosti se izvaja v skladu s standardom SIST EN 1610 medij zrak.	kom	395	1	395
KANALIZACIJSKA DELA SKUPAJ:					1980,35

7.0	MONTAŽNA DELA				
7.1	Dobava in montaža LTŽ pokrovov za vstopne jaške. 80/80 cm P = 250kN.	kom	275	4	1100
7.2	Dobava in montaža LTŽ pokrovov za vstopne jaške. 200/100 cm P = 150kN.	kom	520	2	1040
7.3	Dobava in montaža litoželezne prezračevalne cevi, premera 30 cm, z vsemi montažnimi deli.	kom	225	1	225
7.4	Dobava in montaža nerjaveče kovinske lestve, dolžine 5.0 m.	kom	165	1	165
7.5	Dobava in montaža črpalke za praznjenje bazena z vsemi montažnimi deli (vključno z dviznim mehanizmom) in s tlačnim cevovodom.	kom	4000	2	8000
7.6	Dobava in montaža avtomatske krmilne omarice za krmiljenje 2 črpalk.	kom	2500	1	2500
7.7	Postavitev elektro omarice z električnim priključkom.	kom	5600	1	5600
MONTAŽNA DELA SKUPAJ:					18630

8.0	ZAKLJUČNA DELA				
8.1	Planiranje in čiščenje terena po končanih delih.	m ²	0,33	160	52,8
8.2	Zatravitev splaniranih površin s travno mešanico in dodanim umetnim gnojilom. Z valjanjem.	m ²	2,1	160	336

8.3	Projektantski in geodetski nadzor v času gradnje. (Ocena 0.09 % od skupne investicije)	ocena			63
8.4	Izdelava PID in geodetski načrt za kataster javne infrastrukture.	kom	317,93	1	317,93
8.5	Druga nepredvidena dela. Izračun po dejanskem času in materialu (ocena 5 %).		3750		3750
ZAKLJUČNA DELA SKUPAJ:					4519,73

PRILOGA F3: POPIS IN PREDRAČUN ZA DPB MRZLO POLJE

	enota	cena na enoto v €	količina	cena skupaj v €	
1	PREDDELA				
1,1	Raziskava obstoječega stanja komunalne infrastrukture. Izdelava terenske skice za izdelavo projekta za PGD/PZI.	pavša 1	1290	1290	
1,2	Ureditev gradbišča (postavitev zaščitne ograje, postavitev table, odstranitev ovir, sekanje oz. čiščenje grmov itd.). - Priprava - Vzpostavitev	ocena	400	400	
1,3	Zakoličenje osi kanala z zavarovanjem profilov. Oznaka RVV ter višinsko preverjanje obstoječih elementov.	ocena	43,64	43,64	
1,4	Postavitev gradbenih profilov na vzpostavljeno os trase cevovoda ter določitev nivoja za merjenje globine izkopa in polaganje cevovoda.	kom	7,95	2	15,9
1,5	Črpanje vode pri kanalizacijskih delih.	ur	7	1	7
1,6	Zakoličba in zavarovanje morebitnih prečkanj z obstoječimi komunalnimi vodi (elektrika, telefon, vodovod, toplovod, CTV, drugo).	ocena	30	30	
1,7	Fizično in geodetsko zavarovanje bližnjih mejnikov v prisotnosti lastnikov parcel pred začetkom gradnje.	kom	129,2	6	775,2
1,8	Ureditev deponije materiala za odvoz v bližini trase. Po gradnji vzpostavitev v obstoječe stanje.	ocena	93	93	
1,9	Pridobitev varnostnega načrta, knjige varnostnih ukrepov.	kom	25	0,14	3,5
1.10	Radijsko ali medijsko obvestilo o pričetku gradnje.	dan	50	14	700
PREDDELA SKUPAJ:				3358,2	

2.0	ZEMELJSKA DELA				
2,1	Strojni izkop humusa, debeline 20 cm in odriv za kasnejše razgrinjanje.				
		m ³	3	24	72
2.2	Strojni izkop gradbene jame z razpiranjem in opaženjem v zemljini III. - IV. ktg terena do globine 5 m z odvozom materiala na trajno gradbeno deponijo v oddaljenosti do 1 km. Z razkladanjem, razgrinjanjem, planiranjem, vključno s takso.	m ³	6	240	1440
2.3	Strojni izkop gradbene jame z razpiranjem in opaženjem v zemljini III. - IV. ktg terena do globine 5 m z odvozom materiala na trajno gradbeno deponijo v oddaljenosti do 5 km. Z razkladanjem, razgrinjanjem, planiranjem, vključno s takso.	m ³	5,12	960	4915,2
2.4	Strojni izkop kanalskega jarka z upoštevanjem naravnega pobočnega kota, globine 2.5 metra. Z umikanjem materiala na rob jarka.				
	-III. ktg terena	m ³	3,95	100	395
	-IV. ktg terena	m ³	5,1	0	0
	ročni izkop				
	-III. ktg terena	m ³	29,45	3	88,35
	-IV. ktg terena	m ³	34,6	0	0
2.5	Ročno planiranje gradbene jame do natančnosti ± 2 cm. Z utrjevanjem do zbitosti 95 % SPP.				
		m ²	1,5	185	277,5
2.6	Ročno planiranje dna jarka s točnostjo ± 3 cm.				
		m ²	0,72	30	21,6
2,7	Dovoz materiala III. kat. iz začasne deponije v oddaljenosti do 1 km in strojno-ročni zasip za zidovi DZB z utrjevanjem v slojih po 30 cm s komprimacijo do zbitosti 95 % SPP.				
		m ³	2,46	240	590,4
2,8	Dobava in izdelava peščene posteljice v debelini 10 cm in obsipa cevi do 20 cm nad temenom cevi iz sejanega peska s planiranjem in utrjevanjem.				
		m ³	14,35	8,5	121,975
2,9	Dovoz materiala in zasipanje kanalov s III. kat. iz začasne deponije v oddaljenosti do 1 km po končanem				

	polaganju kanalskih cevi s komprimacijo v slojih debeline 30 cm do komprimacije.	m ³	2,46	100	246
2.10	Strojno humuziranje trase z dorivom humusa iz deponije. Planiranje in zasejevanje s travo.				
		m ²	2,55	175	446,25
2.11	Čiščenje in planiranje terena po končanem zasipavanju.				
		m ²	0,5	190	95
ZEMELJSKA DELA SKUPAJ:				8709,3	

3.0	TESARSKA DELA				
3.1	Izdelava enostranskega vertikalnega opaža za izdelavo 10 cm podložnega betona in temeljne plošče debeline 25 cm	m ²	13	27,75	360,75
3.2	Izdelava enostranskega horizontalnega opaža za izdelavo AB 25 cm stropne plošče. Max. višina podpiranja 6 m.	m ²	15,4	171,2	2636,48
3.3	Izdelava dvostranskega opaža za izdelavo AB 25 cm debelih sten. 25 cm debele potopne stene ter 15 cm debele prelivne stene.	m ²	17,1	168,7	2884,77
3.4	Škatlasti opaž za izdelavo vstopnih odprtih.				
		m ²	16,5	6	99
TESARSKA DELA SKUPAJ:				5981	

4.0	BETONSKA DELA				
4.1	Dobava in vgraditev podložnega betona MB 10, debeline 10 cm.				
		m ³	65	17,8	1157
4.2	Dobava in vgraditev betona MB 30.				
		m ³	78	119	9282
4.3	Dobava, oblikovanje in montaža vse armature (ocena).				
		kg	1,1	7000	7700
4.4	Dobava in izdelava betonske posteljice MB 10 za armirano-betonsko cev, premera 90 cm.				
		m ³	62	2	124
BETONSKA DELA SKUPAJ:				18263	

5.0 ZIDARSKA DELA					
5.1	Dobava in polaganje varilnega bitumenskega traku, debeline 4 mm. Varjeni v dveh slojih s predpisanimi preklopi izolacije med seboj. Predhodno je potrebno podlago premazati s hladno bitumensko emulzijo.	m ²	12,85	486	6245,1
5.2	Oblaganje zidov z lepljenjem plošč iz Styrodurja, debeline 3 cm, in gubasto folijo.	m ²	7,2	148	1065,6
5.3	Izvedba priključka med razbremenilnikom in povezovalnim kanalom, premera 90 cm, ter tesnjenje tega priključka.	kom	32	1	32
5.4	Izvedba priključka med DZB in povezovalnim kanalom, premera 90 cm ter tesnjenje tega priključka.	kom	32	1	32
ZIDARSKA DELA SKUPAJ:					7374,7

6.0 KANALIZACIJSKA DELA					
6.1	Dobava, raznos in montaža kanalskih cevi. -AB DN 90	m	30	21	630
6.2	Strojno čiščenje kanalizacijskih cevi s spiranjem in pregled s TV kamero.	ur	1,5	2	3
6.3	Pregled in tlačni preizkus vodotesnosti kanala po navodilih proizvajalca. Preizkus tesnosti se izvaja v skladu s standardom SIST EN 1610 medij zrak.	m	1,25	21	26,25
6.4	Pregled in tlačni preizkus vodotesnosti tlačnega voda po navodilih proizvajalca. Preizkus tesnosti se izvaja v skladu s standardom SIST EN 805. DIN 4279. ONROM B 2538 medij voda.	m	1,45	33	47,85
6.5	Preizkus tesnosti zadrževalnega bazena. Preizkus tesnosti se izvaja v skladu s standardom SIST EN 1610 medij zrak.	kom	395	1	395
KANALIZACIJSKA DELA SKUPAJ:					1102,1

7.0 MONTAŽNA DELA				
7.1	Dobava in montaža LTŽ pokrovov za vstopne jaške. 80/80 cm P = 250kN.			
		kom	275	4
				1100
7.2	Dobava in montaža LTŽ pokrovov za vstopne jaške. 200/100 cm P = 150kN.			
		kom	520	2
				1040
7.3	Dobava in montaža litoželezne prezračevalne cevi, premera 30 cm z vsemi montažnimi deli.			
		kom	225	1
				225
7.4	Dobava in montaža nerjaveče kovinske lestve, dolžine 3.7 m.			
		kom	165	1
				165
7.5	Dobava in montaža črpalke za praznjenje bazena z vsemi montažnimi deli (vključno z dvižnim mehanizmom) in s tlačnim cevovodom.			
		kom	4000	2
				8000
7.6	Dobava in montaža avtomatske krmilne omarice za krmiljenje 2 črpalk.			
		kom	2500	1
				2500
7.7	Postavitev elektro omarice z električnim priključkom.			
		kom	5600	1
				5600
MONTAŽNA DELA SKUPAJ:				18630

8.0 ZAKLJUČNA DELA				
8.1	Planiranje in čiščenje terena po končanih delih.			
		m ²	0,33	190
				62,7
8.2	Zatravitev splaniranih površin s travno mešanico in dodanim umetnim gnojilom. Z valjanjem.			
		m ²	2,1	175
				367,5
8.3	Projektantski in geodetski nadzor v času gradnje. (Ocena 0,09 % od skupne investicije)			
		ocena		60,75
8.4	Izdelava PID in geodetski načrt za kataster javne infrastrukture.			
		kom	317,93	1
				317,93
8.5	Druga nepredvidena dela. Izračun po dejanskem času in materialu (ocena 5%)			
			3375	3200
ZAKLJUČNA DELA SKUPAJ:				4008,9

PRILOGA F4: POPIS IN PREDRAČUN ZA DZB STIČNA

		enota	cena na enoto	količina	cena skupaj
1	PREDEDELA				
1,1	Raziskava obstoječega stanja komunalne infrastrukture. Izdelava terenske skice za izdelavo projekta za PGD/PZI.				
		pavša 1	1290		1290
1,2	Ureditev gradbišča (postavitev zaščitne ograje, postavitev table, odstranitev ovir, sekanje oz. čiščenje grmov itd.).				
		ocena	400		400
1,3	Zakoličenje osi kanala z zavarovanjem profilov. Oznaka RVV ter višinsko preverjanje obstoječih elementov.				
		ocena	43,64		43,64
1,4	Postavitev gradbenih profilov na vzpostavljeno os trase cevovoda ter določitev nivoja za merjenje globine izkopa in polaganje cevovoda.				
		kom	7,95	2	15,9
1,5	Črpanje vode pri kanalizacijskih delih.				
		ur	7	1	7
1,6	Zakoličba in zavarovanje morebitnih prečkanj z obstoječimi komunalnimi vodi (elektrika, telefon, vodovod, toplovod, CTV, drugo).				
		ocena	30	1	30
1,7	Fizično in geodetsko zavarovanje bližnjih mejnikov v prisotnosti lastnikov parcel pred začetkom gradnje.				
		kom	129,2	6	775,2
1,8	Ureditev deponije materiala za odvoz. v bližini trase. Po gradnji vzpostavitev v obstoječe stanje.				
		ocena	93		93
1,9	Pridobitev varnostnega načrta, knjige varnostnih ukrepov.				
		kom	25	0,14	3,5
1.10	Radijsko ali medijsko obvestilo o pričetku gradnje.				
		dan	50	14	700
PREDDELA SKUPAJ:					3358,24

2.0 ZEMELJSKA DELA					
2.1	Strojni izkop humusa, debeline 20 cm in odriv za kasnejše razgrinjanje.				
		m ²	3	36,2	108,6
2.2	Strojni izkop gradbene jame z razpiranjem in opaženjem v zemljini III. - IV. ktg terena do globine 7.5 m z odvozom materiala na trajno gradbeno deponijo v oddaljenosti do 1 km. Z razkladanjem, razgrinjanjem, planiranjem, vključno s takso.				
		m ³	6	268	1608
2.3	Strojni izkop gradbene jame z razpiranjem in opaženjem v zemljini III. - IV. ktg terena do globine 7.5 m z odvozom materiala na trajno gradbeno deponijo v oddaljenosti do 5 km. Z razkladanjem, razgrinjanjem, planiranjem, vključno s takso.				
			5,12	1071	5483,52
2.4	Strojni izkop kanalskega jarka z upoštevanjem naravnega pobočnega kota, globine 4.0 metra, z umikanjem materiala na rob jarka.				
	-III. ktg terena	m ³	3,95	49	193,55
	-IV. ktg terena	m ³	5,1	0	0
	ročni izkop				
	-III. ktg terena	m ³	29,45	1	29,45
	-IV. ktg terena	m ³	34,6	0	0
2.5	Ročno planiranje gradbene jame do natančnosti ± 2 cm. Z utrjevanjem do zbitosti 95 % SPP.				
		m ²	1,5	160	240
2.6	Ročno planiranje dna jarka s točnostjo ± 3 cm.				
		m ²	0,752	12,6	9,4752
2.7	Dovoz materiala III. kat, izčasne deponije v oddaljenosti do 1 km in strojno-ročni zasip za zidovi DZB z utrjevanjem v slojih po 30 cm s komprimacijo do zbitosti 95 % SPP.				
		m ³	2,46	268	659,28
2.8	Dobava in izdelava peščene posteljice v debelini 10 cm in obsipa cevi do 20 cm nad temenom cevi iz sejanega peska s planiranjem in utrjevanjem.				
		m ³	14,35	4	57,4
2.9	Dovoz materiala in zasipanje kanalov s III. kat, izčasne deponije v				

	oddaljenosti do 1 km po končanem polaganju kanalskih cevi s komprimacijo v slojih debeline 30 cm do komprimacije.				
2.10	Strojno humuziranje trase z dorivom humusa iz deponije. Planiranje in zasejevanje s travo.	m ³	2,46	50	123
2.11	Čiščenje in planiranje terena po končanem zasipavanju.	m ²	2,55	140	357
		m ²	0,5	140	70
ZEMELJSKA DELA SKUPAJ:				8939,275	

3.0	TESARSKA DELA				
3.1	Izdelava enostranskega vertikalnega opaža za izdelavo 10 cm podložnega betona in temeljne plošče, debeline 25 cm				
3.2	Izdelava enostranskega horizontalnega opaža za izdelavo AB 25 cm stropne plošče. Max. višina podpiranja 6 m.	m ²	13	48,56	631,28
3.3	Izdelava dvostranskega opaža za izdelavo AB 25 cm debelih sten ter 25 cm debele potopne stene.	m ²	15,4	138,8	2137,52
3.4	Škatlasti opaž za izdelavo vStopnih odprtih.	m ²	17,1	320,86	5486,706
		m ²	16,5	6	99
TESARSKA DELA SKUPAJ:				8354,506	

4.0	BETONSKA DELA				
4.1	Dobava in vgraditev podložnega betona MB 10, debeline 10 cm.				
4.2	Dobava in vgraditev betona, MB 30.	m ³	65	13,9	903,5
4.3	Dobava, oblikovanje in montaža vse armature.	m ³	78	155	12090
		kg	1,1	8500	9350
BETONSKA DELA SKUPAJ:				22343,5	

5.0	ZIDARSKA DELA				
5.1	Dobava in polaganje varilnega bitumenskega traku, debeline 4 mm. Varjeni v dveh slojih s predpisanimi preklopi izolacije med seboj. Predhodno je potrebno podlago premazati s hladno bitumensko emulzijo.	m ²	12,85	560	7196
5.2	Oblaganje zidov z lepljenjem plošč iz Styrodurja, debeline 3 cm in gubasto folijo.	m ²	7,2	221	1591,2
5.3	Izvedba priključka med razbremenilnikom in povezovalnim kanalom, premera 90 cm ter tesnjenje tega priključka.	kom	32	1	32
5.4	Izvedba priključka med DZB in povezovalnim kanalom, premera 90 cm ter tesnjenje tega priključka.	kom	32	1	32
ZIDARSKA DELA SKUPAJ:				8851,2	

6.0	KANALIZACIJSKA DELA				
6.1	Dobava, raznos in montaža kanalskih cevi. -BC DN 90	m	30	9	270
6.2	Strojno čiščenje kanalizacijskih cevi s spiranjem in pregled s TV kamero.	ur	1,5	2	3
6.3	Pregled in tlačni preizkus vodotesnosti kanala po navodilih proizvajalca. Preizkus tesnosti se izvaja v skladu s standardom SIST EN 1610 medij zrak.	m	1,25	9	11,25
6.4	Pregled in tlačni preizkus vodotesnosti tlačnega voda po navodilih proizvajalca. Preizkus tesnosti se izvaja v skladu s standardom SIST EN 805. DIN 4279. ONROM B 2538 medij voda.	m	1,45	19	27,55
6.5	Preizkus tesnosti zadrževalnega bazena. Preizkus tesnosti se izvaja v skladu s standardom SIST EN 1610 medij zrak.	kom	395	1	395
KANALIZACIJSKA DELA SKUPAJ:				706,8	

7.0	MONTAŽNA DELA				
7.1	Dobava in montaža LTŽ pokrovov za vstopne jaške. 80/80 cm P = 250kN.				
		kom	275	2	550
7.2	Dobava in montaža LTŽ pokrovov za vstopne jaške. 200/100 cm P = 150kN.				
		kom	520	2	1040
7.3	Dobava in montaža litoželezne prezračevalne cevi, premera 30 cm, z vsemi montažnimi deli.				
		kom	225	1	225
7.4	Dobava in montaža nerjaveče kovinske lestve, dolžine 5.7 m.				
		kom	165	1	165
7.5	Dobava in montaža črpalke za praznjenje bazena z vsemi montažnimi deli (vključno z dvižnim mehanizmom) in s tlačnim cevovodom. (ocena)				
		kom	4000	2	8000
7.6	Dobava in montaža avtomatske krmilne omarice za krmiljenje 2 črpalk.				
		kom	2500	1	2500
7.7	Postavitev elektro omarice z električnim priključkom.				
		kom	5600	1	5600
MONTAŽNA DELA SKUPAJ:					18080
8.0	ZAKLJUČNA DELA				
8.1	Planiranje in čiščenje terena po končanih delih.				
		m ²	0,33	140	46,2
8.2	Zatravitev splaniranih površin s travno mešanico in dodanim umetnim gnojilom. Z valjanjem.				
		m ²	2,1	140	294
8.3	Projektantski in geodetski nadzor v času gradnje. (Ocena 0.09 % od skupne investicije)				
		ocena	67,5		67,5
8.4	Izdelava PID in geodetski načrt za kataster javne infrastrukture.				
		kom	317,93	1	317,93
8.5	Druga nepredvidena dela. Izračun po dejanskem času in materialu (ocena 5 %)				
			3550		3550
ZAKLJUČNA DELA SKUPAJ:					4275,63

PRILOGA G: IDEJNE UMESTITVE ZADRŽEVALNIH BAZENOV

PRILOGA G1: IDEJNA UMESTITVE DZB IVANČNA GORICA

PRILOGA G2: IDEJNA UMESTITVE DZB STIČNA

PRILOGA G3: IDEJNA UMESTITVE DPB MRZLO POLJE



ŠTEVILKA JAŠKA= 39
 KOTA POKROVA= 324,17
 KOTA VTOKA= 0
 KOTA IZTOKA= 321,34

ŠTEVILKA JAŠKA= 404
 KOTA POKROVA= 324,37
 KOTA VTOKA= 0
 KOTA IZTOKA= 322,34

ŠTEVILKA JAŠKA= 438
 KOTA POKROVA= 324,39
 KOTA VTOKA= 0
 KOTA IZTOKA= 322,97

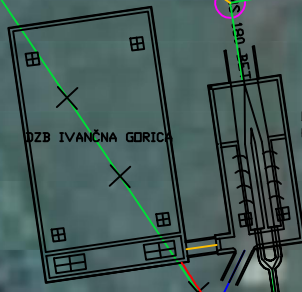
ŠTEVILKA JAŠKA= 43
 KOTA POKROVA= 324,43
 KOTA VTOKA= 322,43
 KOTA IZTOKA= 322,48

ŠTEVILKA JAŠKA= 1
 KOTA POKROVA= 324,77
 KOTA VTOKA= 0
 KOTA IZTOKA= 322,42

ŠTEVILKA JAŠKA= 2
 KOTA POKROVA= 324,16
 KOTA VTOKA= 322,12
 KOTA IZTOKA= 321,28

ŠTEVILKA JAŠKA= 3
 KOTA POKROVA= 324,16
 KOTA VTOKA= 321,28
 KOTA IZTOKA= 321,28

VIŠNJIČA



LEGENDA :

- Nov kanalizacijski vod
- Obstoječa mešana kanalizacija
- Nov tlačni vod
- Odvodnik
- Obstoječi razbremenilni vod
- X Ukinjen obstoječi mešan kanal

Naziv:	UNIVERZA V LJUBLJANI—FGG Vodarstvo in komunalno inženirstvo Diplomska naloga	
Naslov:	SITUACIJA PREDVIDENEGA ZADRŽEVALNEGA BAZENA IVANČNA GORICA	
Faza:	Idejna zasnova	
Izdelač:	Anže Podržaj	
Datum:	Merilo:	Št. priloge
December 2011	1: 500	G1



LEGENDA :

- Nov kanalizacijski vod
- Obstoječa mešana kanalizacija
- Nov tlačni vod
- Odvodnik
- Obstoječi razbremenilni vod

Naziv:	UNIVERZA V LJUBLJANI—FGG Vodarstvo in komunalno inženirstvo Diplomska naloga	
Naslov:	SITUACIJA PREDVIDENEGA ZADRŽEVALNEGA BAZENA STIČNA	
Faza:	Idejna zasnova	
Izdelal:	Anže Podržaj	
Datum:	Merilo:	Št. priloge
December 2011	1: 500	G2

VIŠNJICA

ŠTEVILKA JAŠKA= 13a
 KOTA POKROVA= 321,47
 KOTA VTOKA= 318,76
 KOTA IZTOKA= 318,76

OBSTOJEČI
 RVV MRZLO POLJE

MS 90 AC



DZB
 MRZLO POLJE

MS 40 AC

MS 90 AC

MS 90 AC

MS 90 AC

ŠTEVILKA JAŠKA= 398
 KOTA POKROVA= 321,08
 KOTA VTOKA= 0
 KOTA IZTOKA= 319,38

ŠTEVILKA JAŠKA= 14
 KOTA POKROVA= 321,16
 KOTA VTOKA= 318,76
 KOTA IZTOKA= 318,36

ŠTEVILKA JAŠKA= 399
 KOTA POKROVA= 320,8
 KOTA VTOKA= 0
 KOTA IZTOKA= 319,48

MT 40 PVC

ŠTEVILKA JAŠKA= 384
 KOTA POKROVA= 320,77
 KOTA VTOKA= 319,04
 KOTA IZTOKA= 319,01

ŠTEVILKA JAŠKA= 79
 KOTA POKROVA= 321,05
 KOTA VTOKA= 0
 KOTA IZTOKA= 319,72

ŠTEVILKA JAŠKA= 13
 KOTA POKROVA= 321,47
 KOTA VTOKA= 318,76
 KOTA IZTOKA= 318,76






LEGENDA :

- Nov kanalizacijski vod
- Obstoječa mešana kanalizacija
- Nov tlačni vod
- Odvodnik
- Obstoječi meteorni vod
- Obstoječi fekalni vod
- X Ukinjen obstoječi razbremenilni kanal

Naziv:	UNIVERZA V LJUBLJANI—FGG Vodarstvo in komunalno inženirstvo Diplomska naloga	
Naslov:	SITUACIJA PREDVIDENEGA ZADRŽEVALNEGA BAZENA MRZLO POLJE	
Faza:	Idejna zasnova	
Izdela:	Anže Podržaj	
Datum:	Merilo:	Št. priloge
December 2011	1: 500	G3

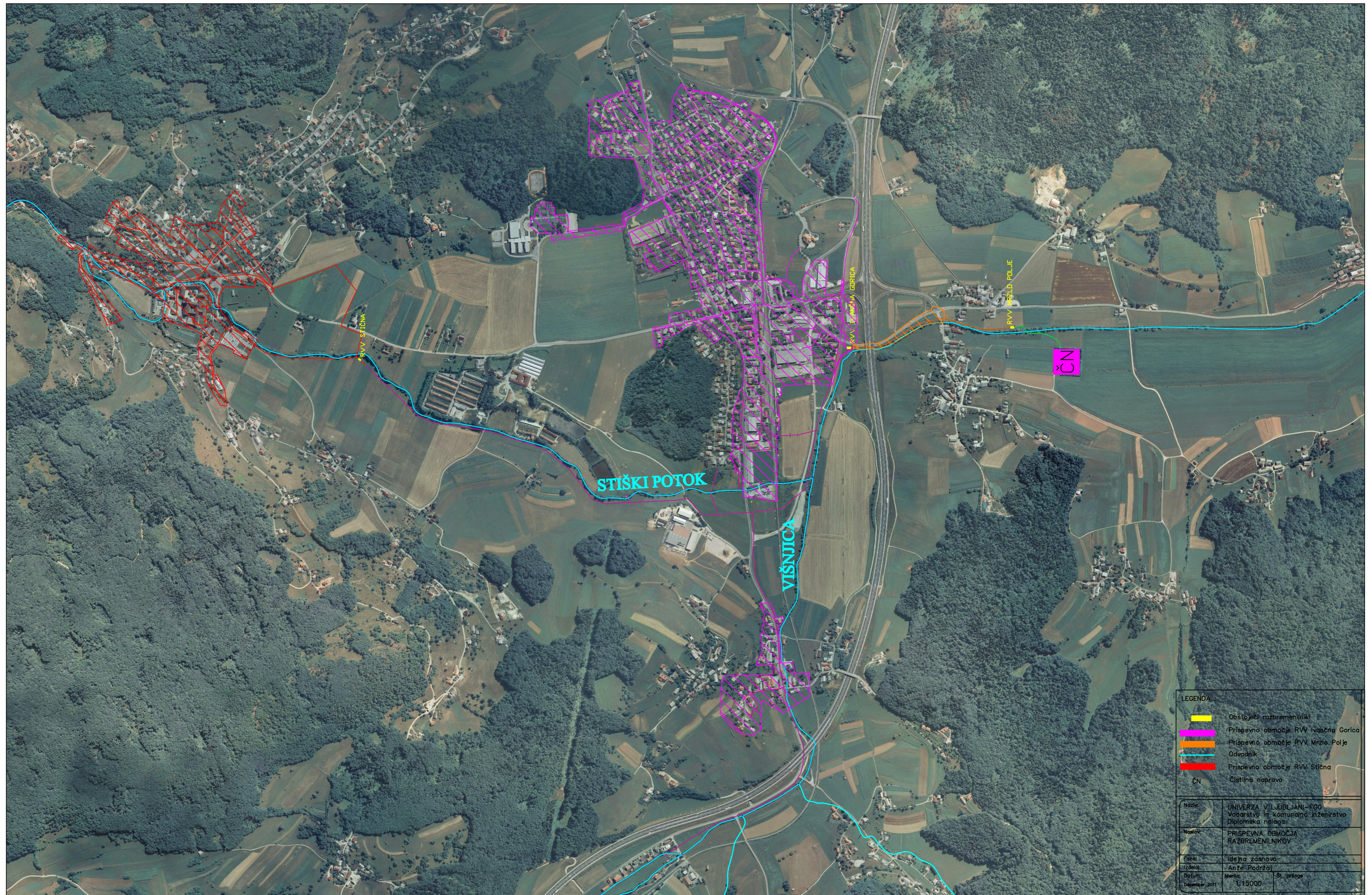
PRILOGA H: SHEMA KANALIZACIJSKEGA SISTEMA IVANČNA GORICA



LEGENDA	
	Obstajajoči razbremenilniki
	Obstojajoča mešana kanalizacija
	Obstojajoča fekalna kanalizacija
	Odvodnik
	Obstojajoča meteorna kanalizacija

Ime:	UNIVERZA V LJUBLJANI – FGG Vodarstvo in komunalno inženirstvo Diplomska naloga	
Naslov:	SITUACIJA KS IVANČNA GORICA	
Faza:	Idejna zasnova	
Izdelal:	Anže Podržaj	
Datum:	Merilo:	Sk. priloge:
December 2011	1:10000	H

PRILOGA I: PRISPEVNA OBMOČJA RAZBREMENILNIKOV



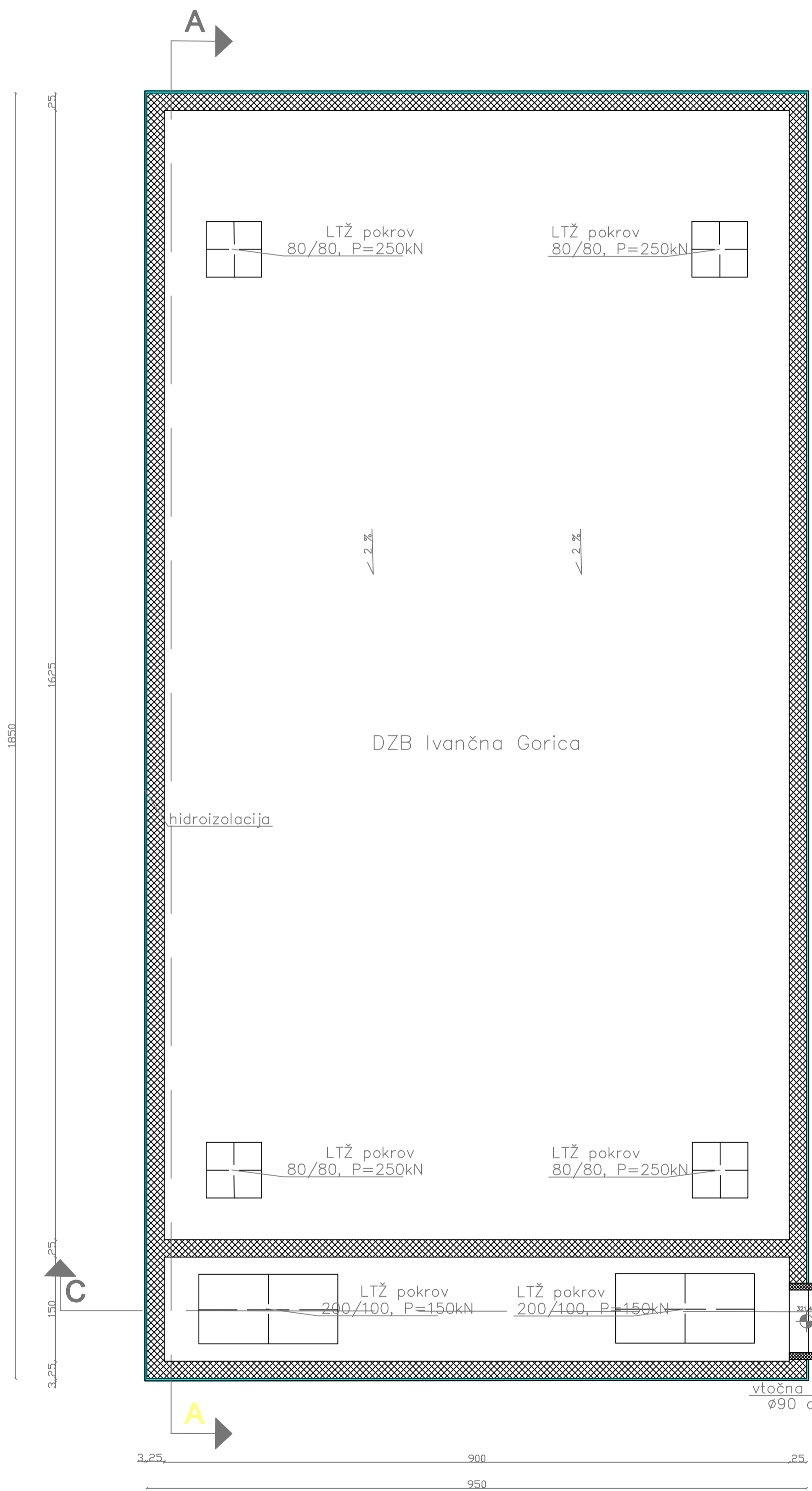
LEGENDA																									
	Obstoječi razbremenilniki																								
	Prispevno območje RVV Ivančna Gorica																								
	Prispevno območje RVV Mrzlo Polje																								
	Odvodnik																								
	Prispevno območje RVV Stična																								
	ČN																								
<table border="1"> <tr> <td>Naziv:</td> <td colspan="2">UNIVERZA V LJUBLJANI - FGG</td> </tr> <tr> <td></td> <td colspan="2">Vodstvo in komunalno inženirstvo</td> </tr> <tr> <td></td> <td colspan="2">Diplomska naloga</td> </tr> <tr> <td>Naslov:</td> <td colspan="2">PRISPEVNA OBMOČJA RAZBREMENILNIKOV</td> </tr> <tr> <td>Faza:</td> <td colspan="2">Idejna zasnova</td> </tr> <tr> <td>Izdaja:</td> <td colspan="2">Anže Podrzoj</td> </tr> <tr> <td>Datum:</td> <td>Merilo:</td> <td>Sk. priloge:</td> </tr> <tr> <td>December 2011</td> <td>1:15000</td> <td>1</td> </tr> </table>		Naziv:	UNIVERZA V LJUBLJANI - FGG			Vodstvo in komunalno inženirstvo			Diplomska naloga		Naslov:	PRISPEVNA OBMOČJA RAZBREMENILNIKOV		Faza:	Idejna zasnova		Izdaja:	Anže Podrzoj		Datum:	Merilo:	Sk. priloge:	December 2011	1:15000	1
Naziv:	UNIVERZA V LJUBLJANI - FGG																								
	Vodstvo in komunalno inženirstvo																								
	Diplomska naloga																								
Naslov:	PRISPEVNA OBMOČJA RAZBREMENILNIKOV																								
Faza:	Idejna zasnova																								
Izdaja:	Anže Podrzoj																								
Datum:	Merilo:	Sk. priloge:																							
December 2011	1:15000	1																							

PRILOGA J: GRADBENI IN STROJNI DEL DZB IVANČNA GORICA

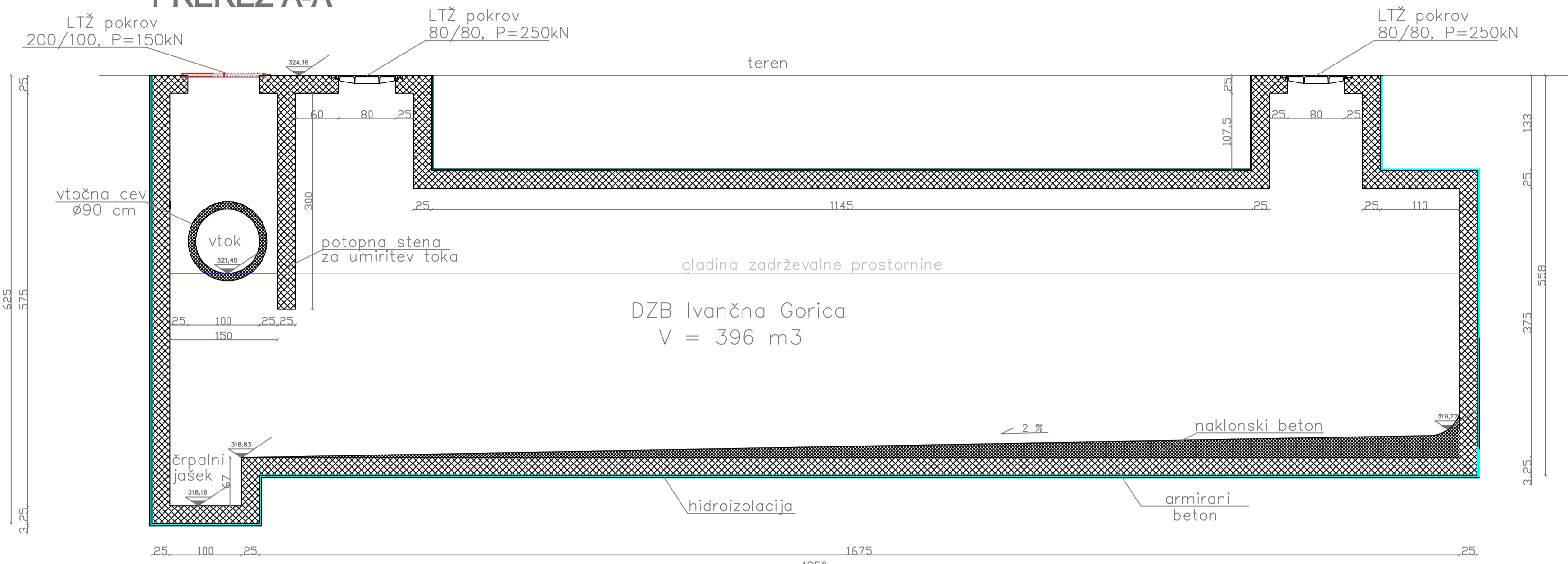
PRILOGA J1: GRADBENI DEL DZB IVANČNA GORICA

PRILOGA J2: STROJNI DEL DZB IVANČNA GORICA

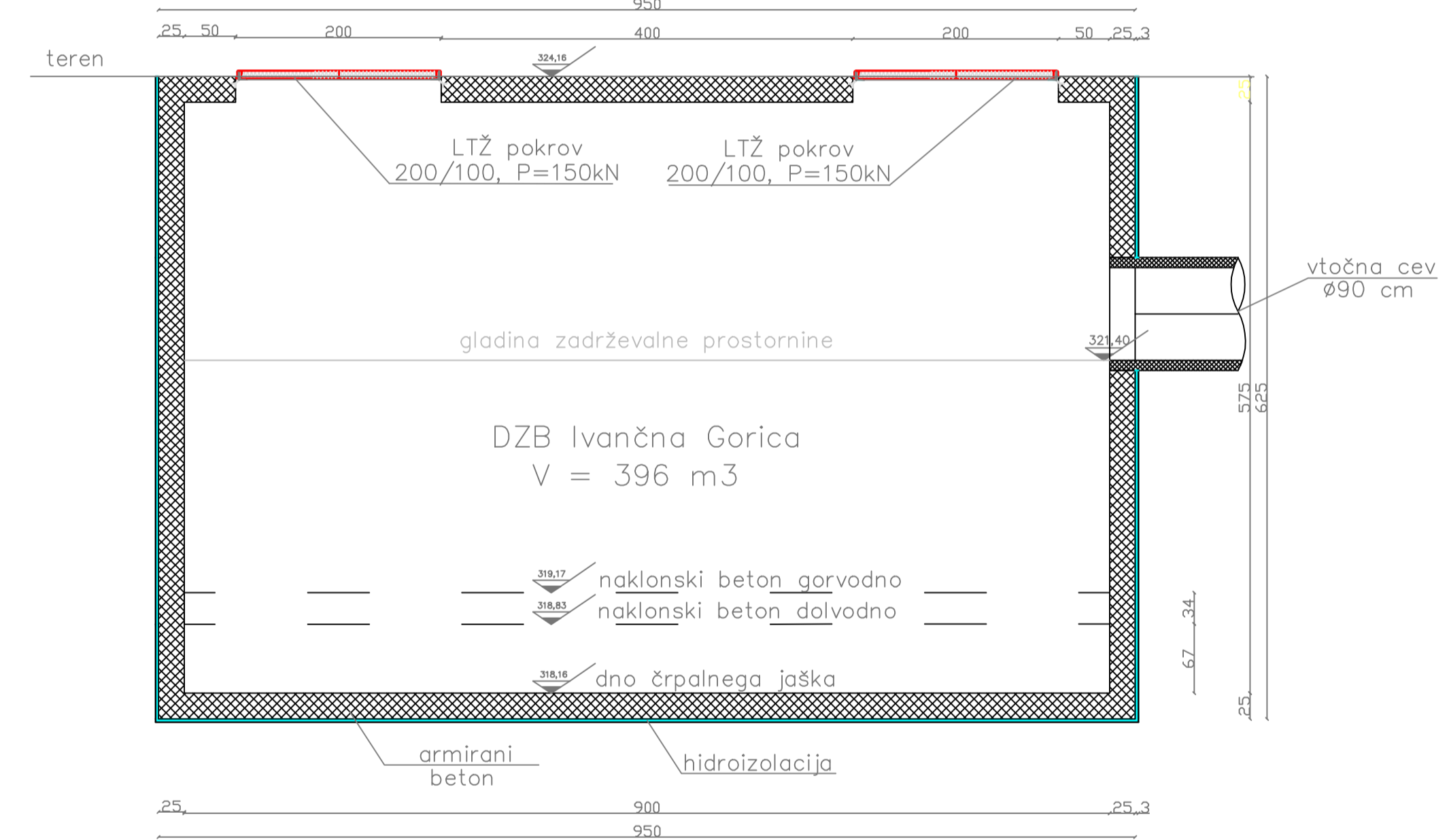
TLORIS



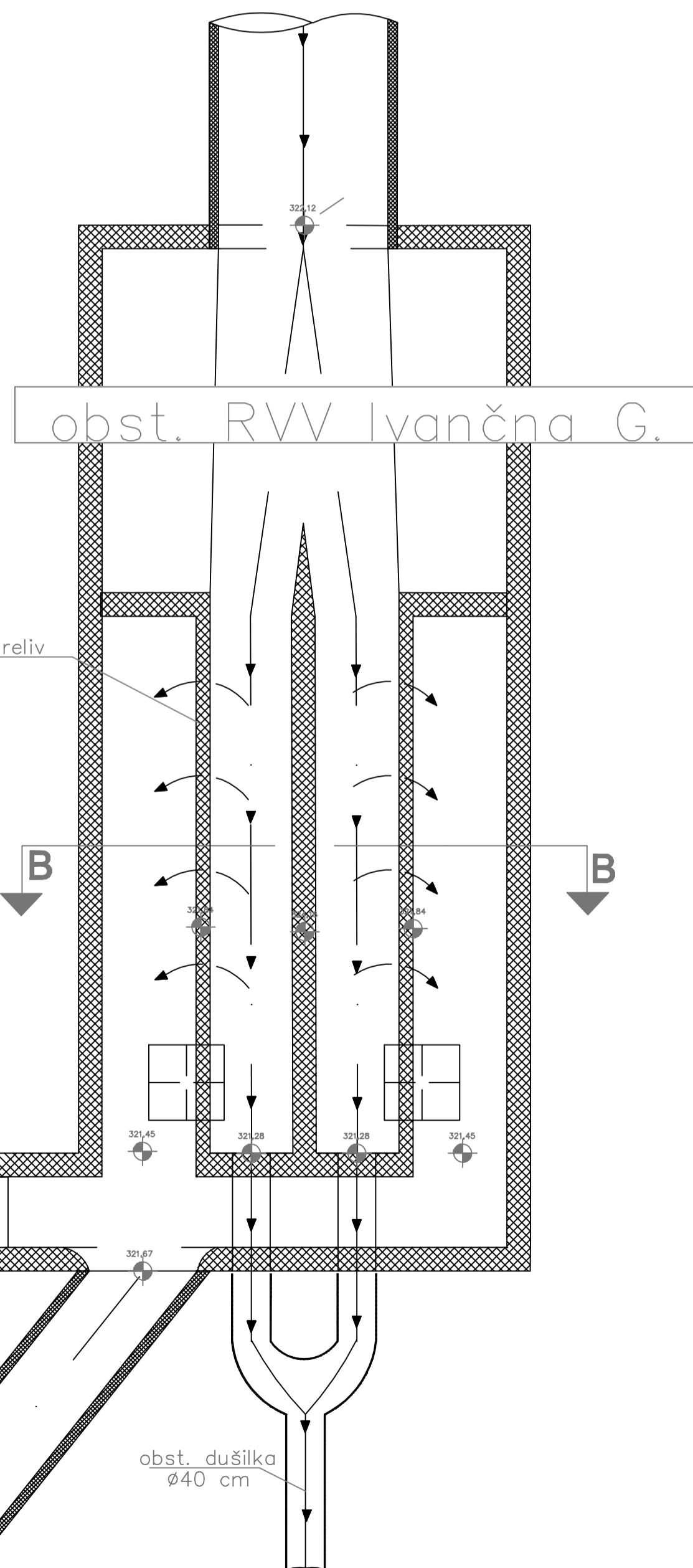
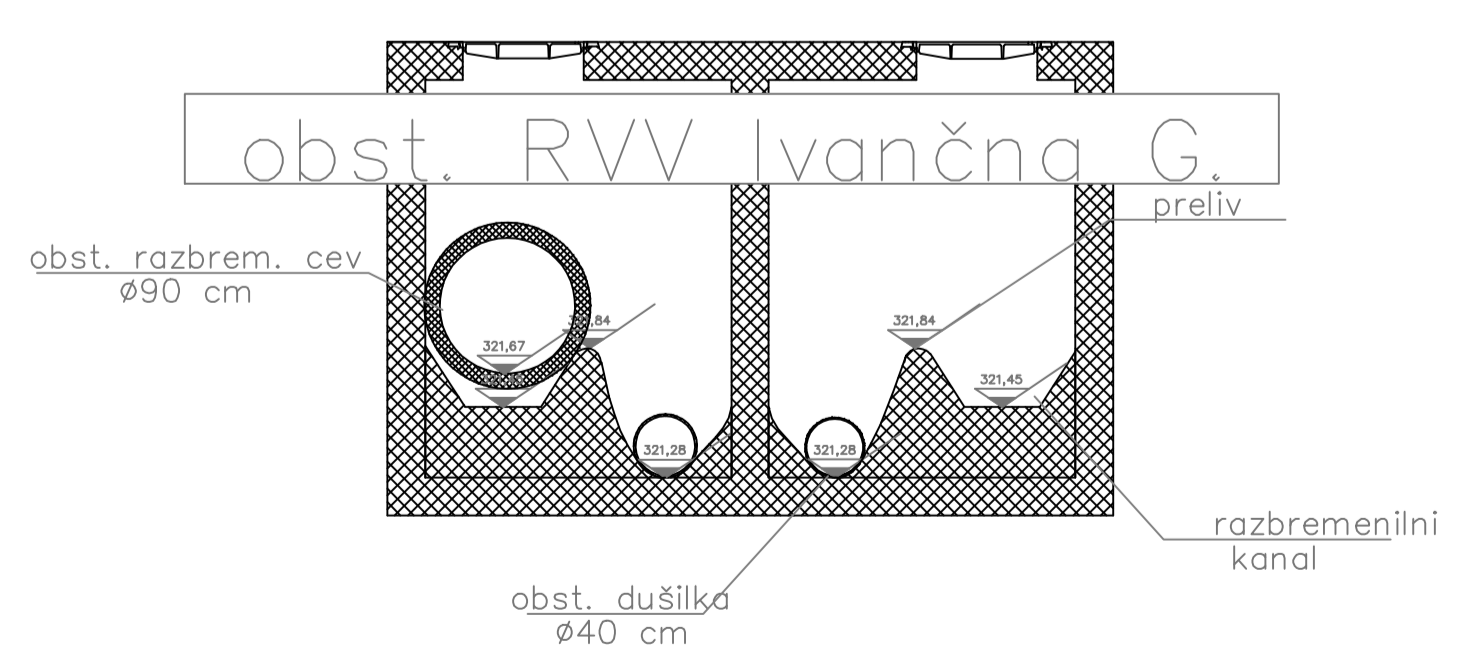
PREREZ A-A



PREREZ C-C

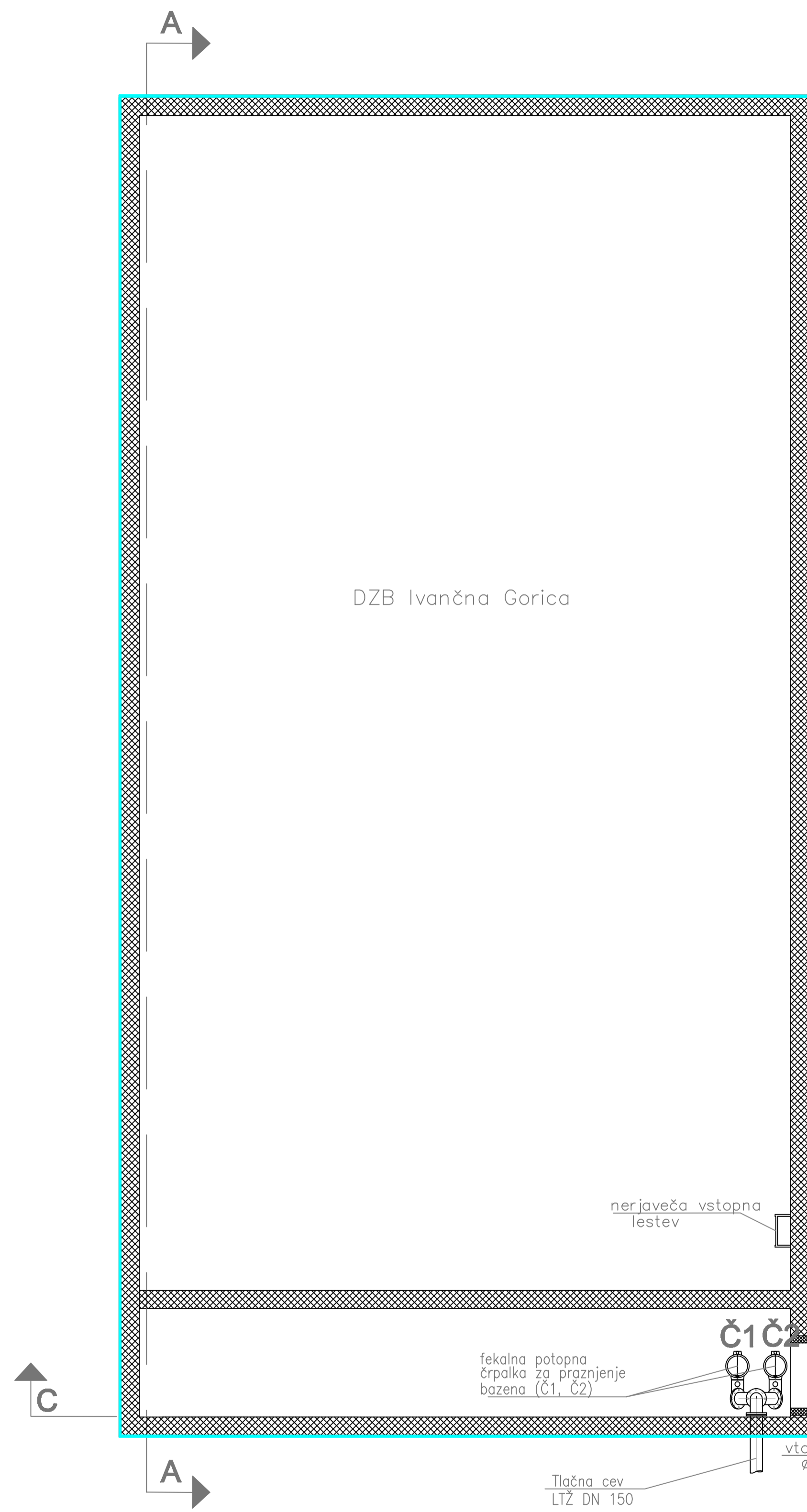


PREREZ B-B

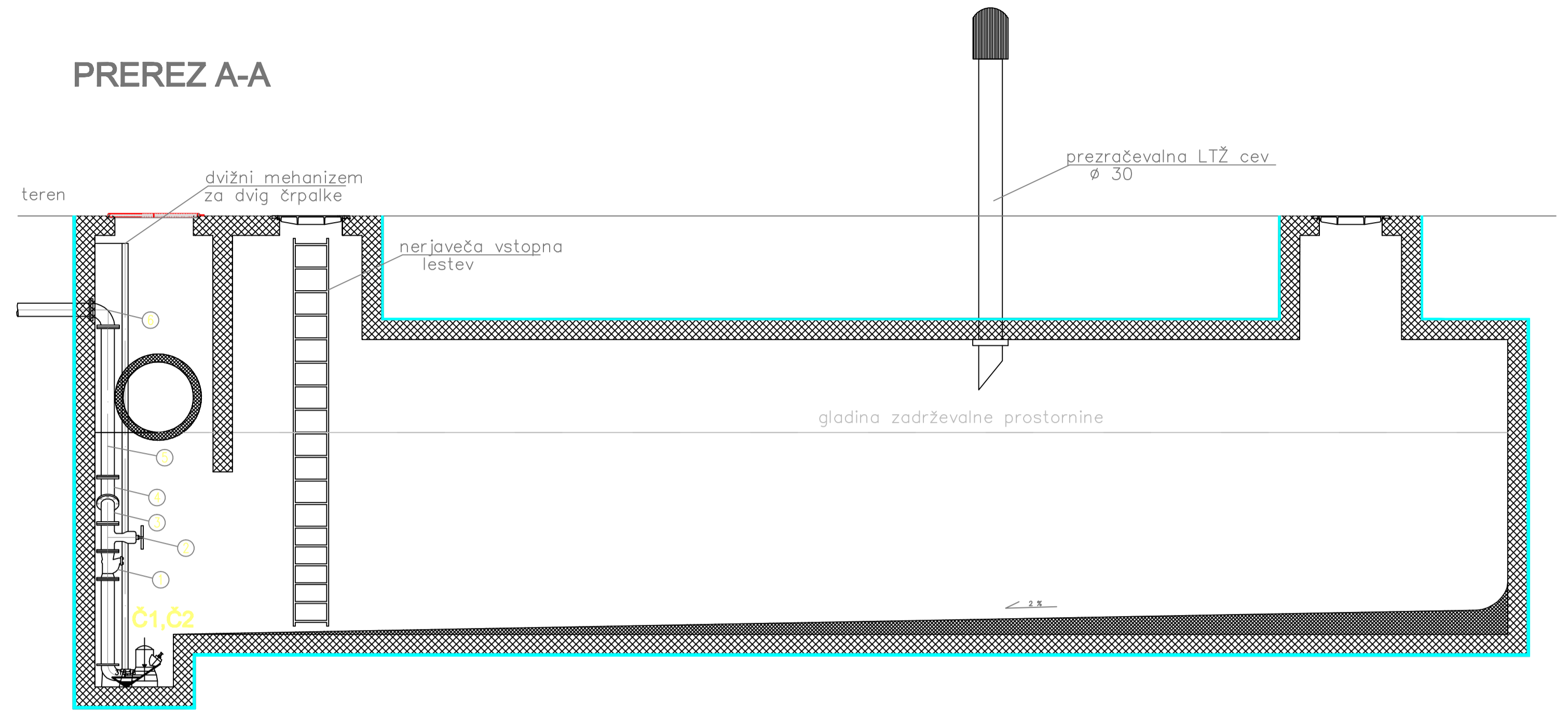


Naziv:	UNIVERZA V LJUBLJANI-FGG Vodarstvo in komunalno inženirstvo Diplomska naloga	
Naslov:	DEŽEVNI ZADRŽEVALNI BAZEN IVANČNA GORICA Gradbeni del	
Faza:	Idejna zasnova	
Izdela:	ANŽE PODRŽAJ	
Datum:	December 2011	Št. priloge J1

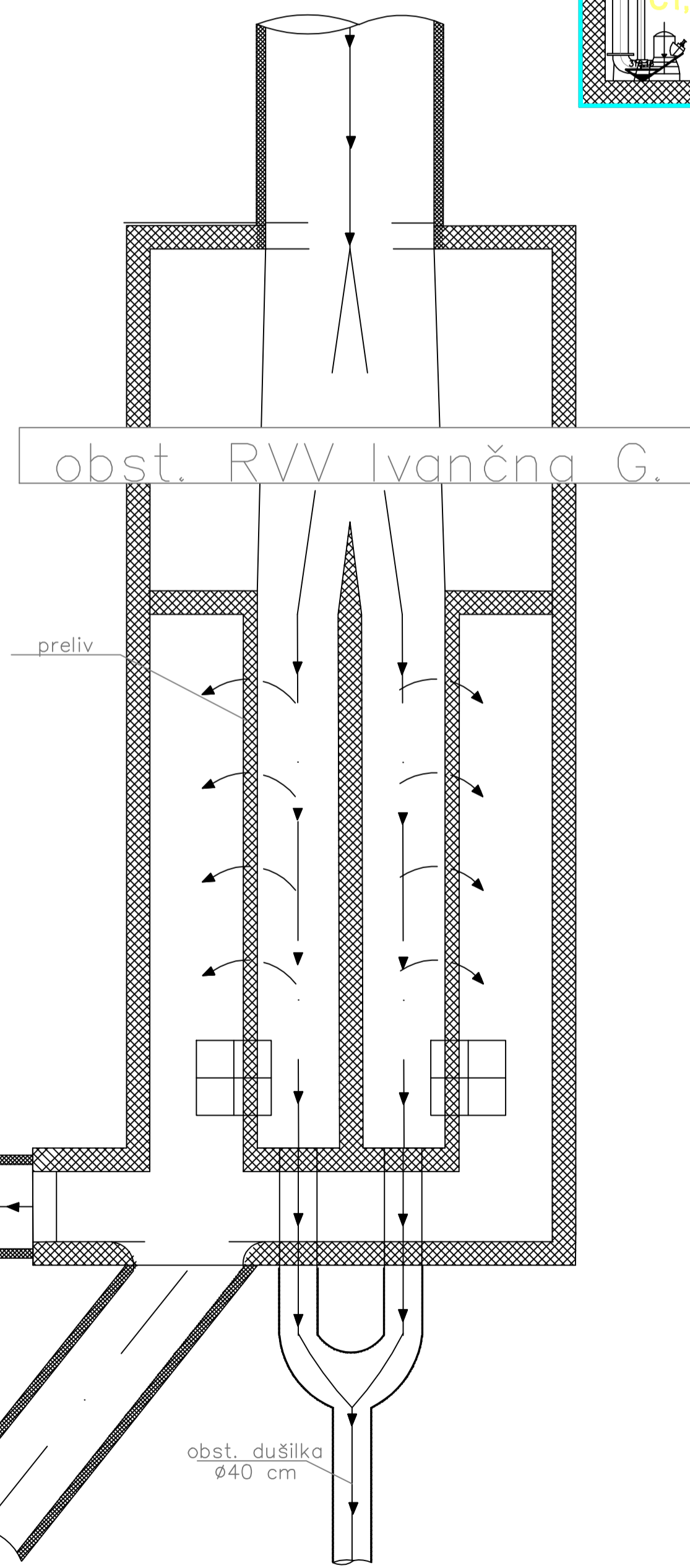
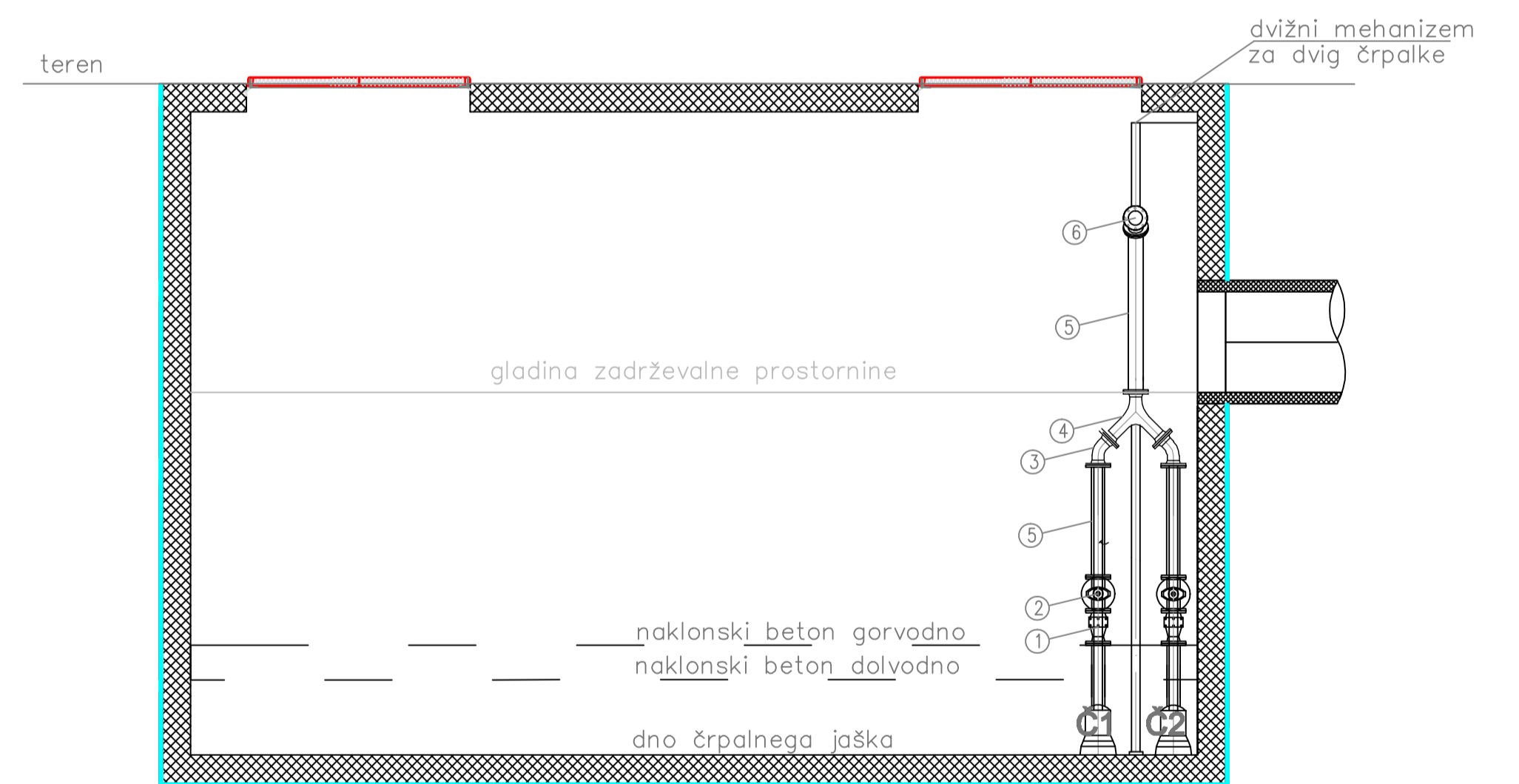
TLORIS



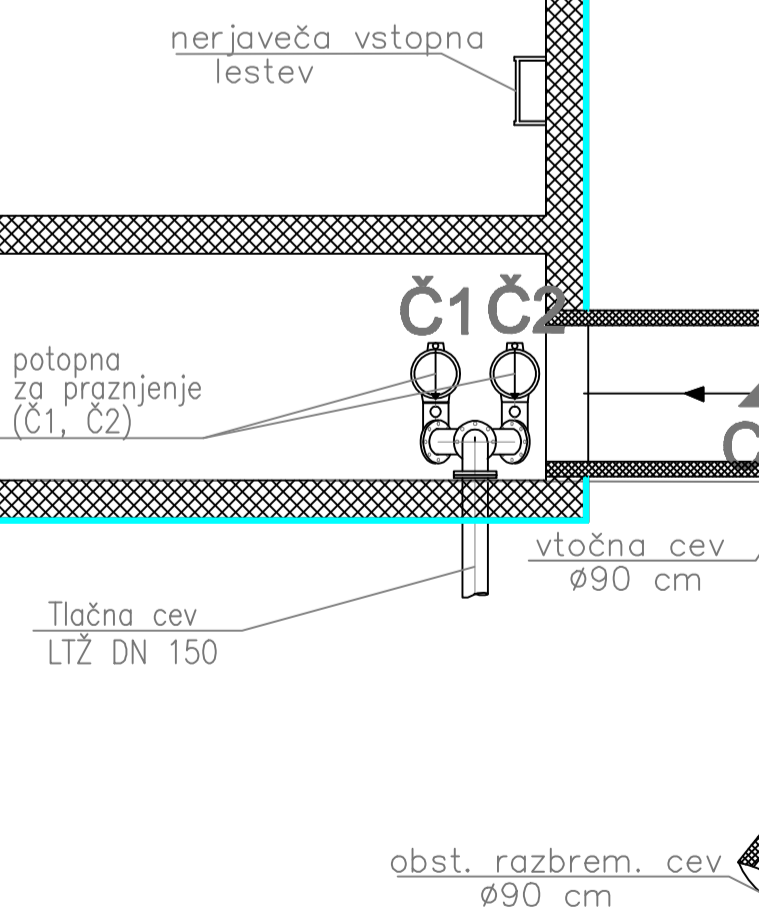
PREREZ A-A



PREREZ C-C



- ① nepovratni ventil DN 150
- ② zaporni ventil DN 150
- ③ lok DN 150/45°
- ④ priključni kos
- ⑤ tlačni cevovod črpalke DN 150
- ⑥ lok DN 150/90°



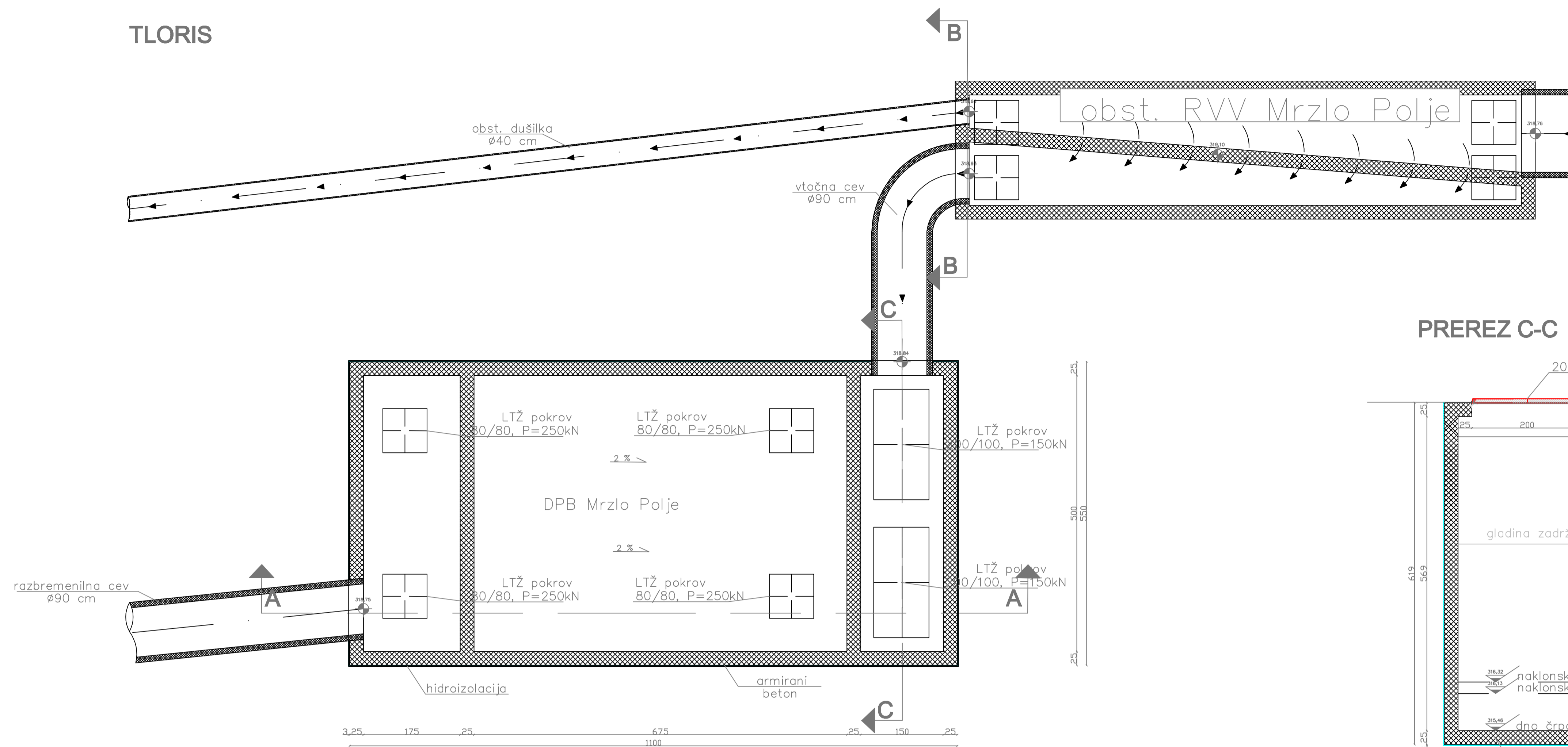
Naziv:	UNIVERZA V LJUBLJANI-FGG Vodarstvo in komunalno inženirstvo Diplomska naloga	
Naslov:	DEŽEVNI ZADRŽEVALNI BAZEN IVANČNA GORICA Strojni del	
Faza:	Idejna zasnova	
Izdelač:	ANŽE PODRŽAJ	
Datum:	Merilo:	Št. priloge
December 2011	1:50	J2

PRILOGA K: GRADBENI IN STROJNI DEL DPB MRZLO POLJE

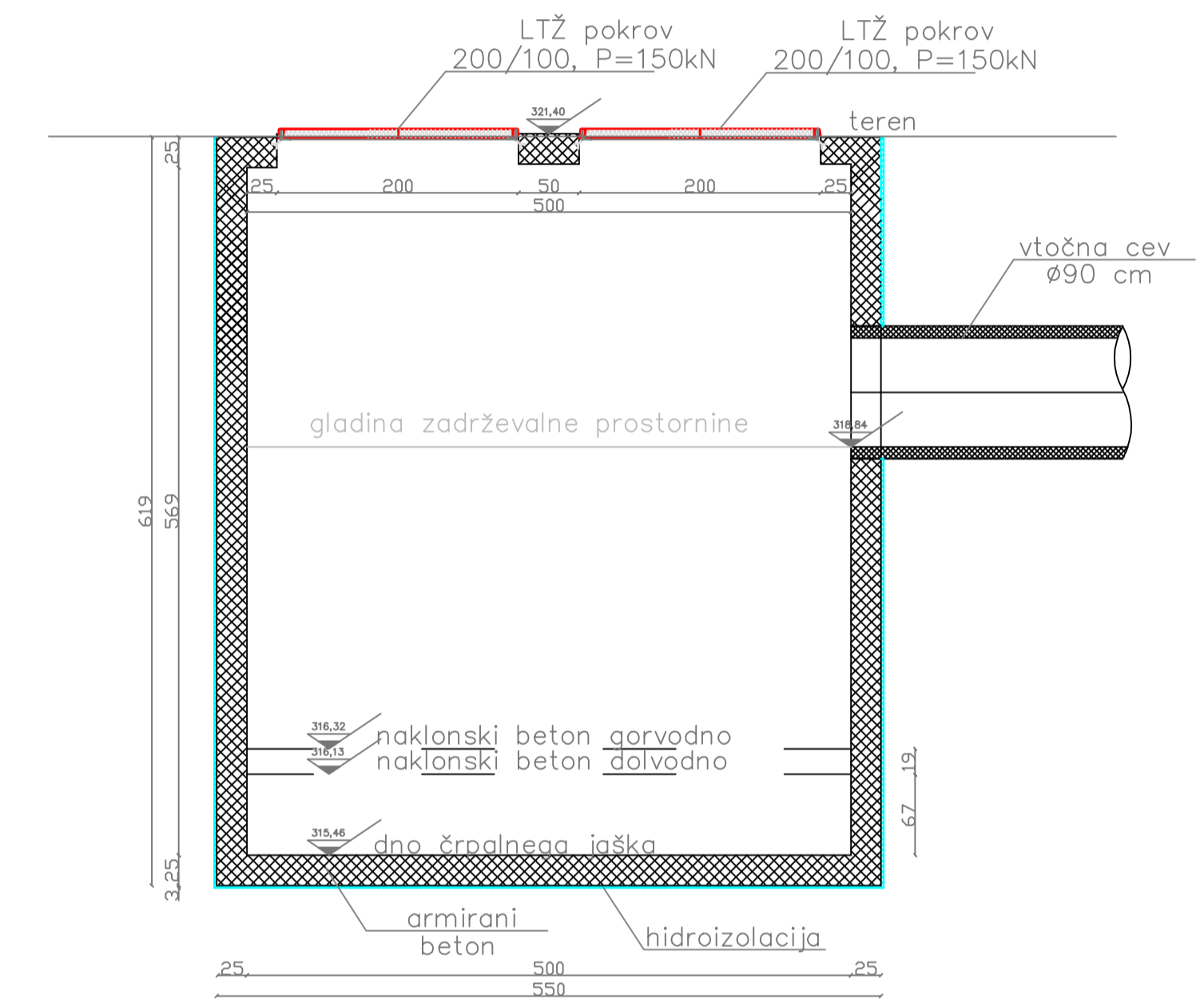
PRILOGA K1: GRADBENI DEL DPB MRZLO POLJE

PRILOGA K2: STROJNI DEL DPB MRZLO POLJE

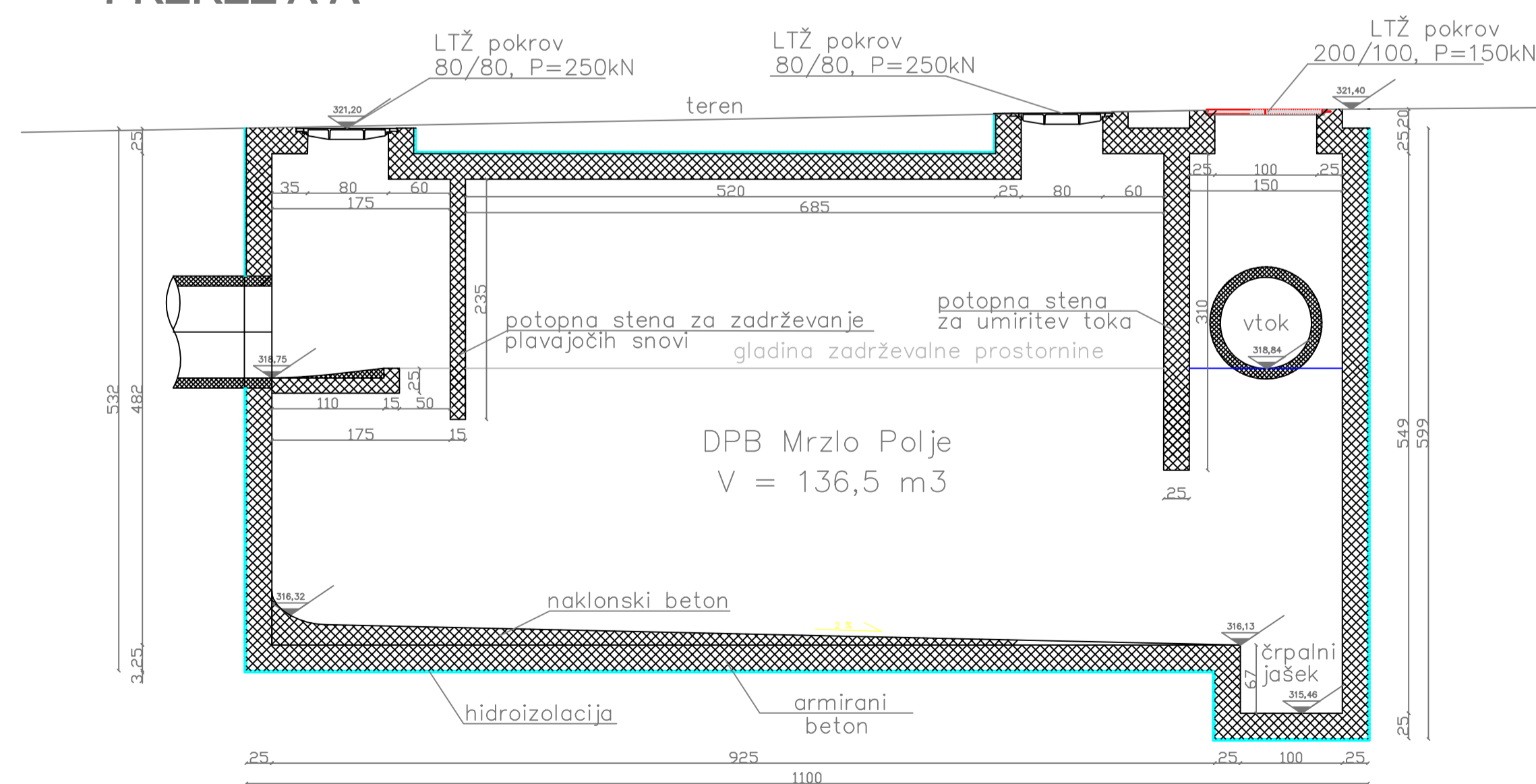
TLORIS



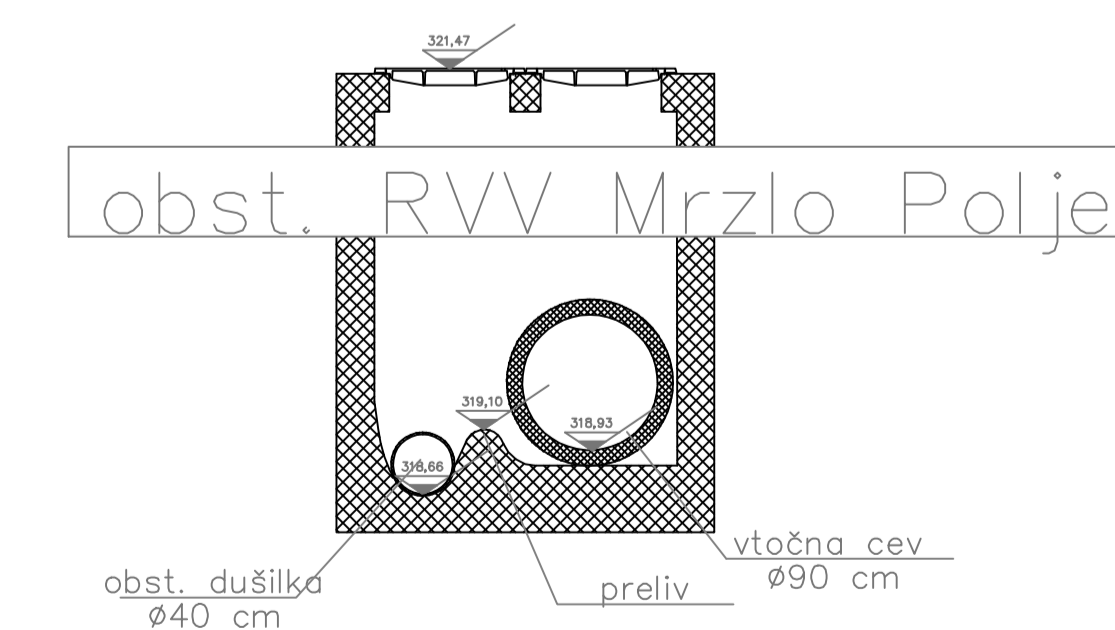
PREREZ C-C



PREREZ A-A

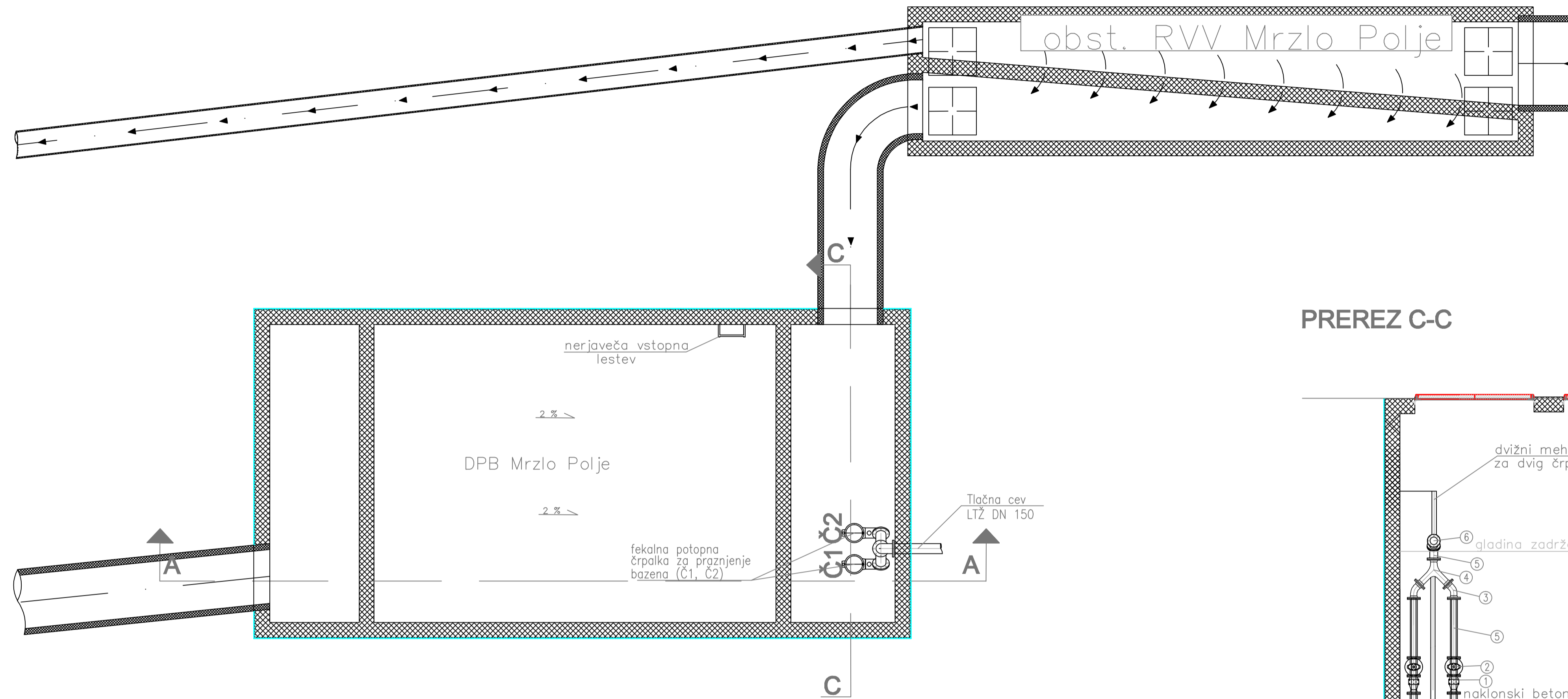


PREREZ B-B

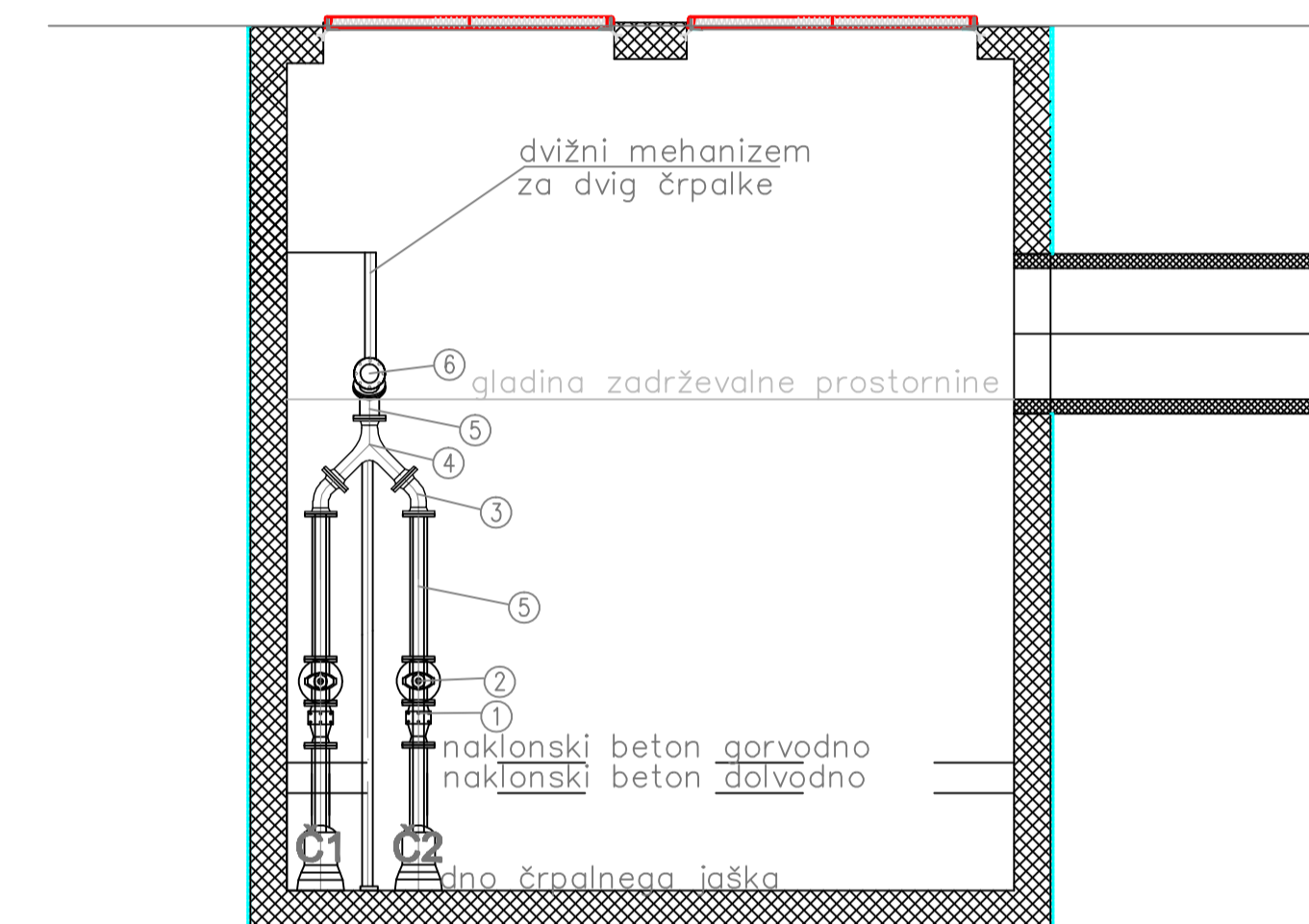


Naziv:	UNIVERZA V LJUBLJANI-FGG Vodarstvo in komunalno inženirstvo Diplomska naloga		
Naslov:	DEŽEVNI PRELIVNI BAZEN MRZLO POLJE Gradbeni del		
Faza:	Idejna zasnova		
Izdela:	ANŽE PODRŽAJ		
Datum:	December 2011	Merilo: 1:50	Št. priloge K1

TLORIS

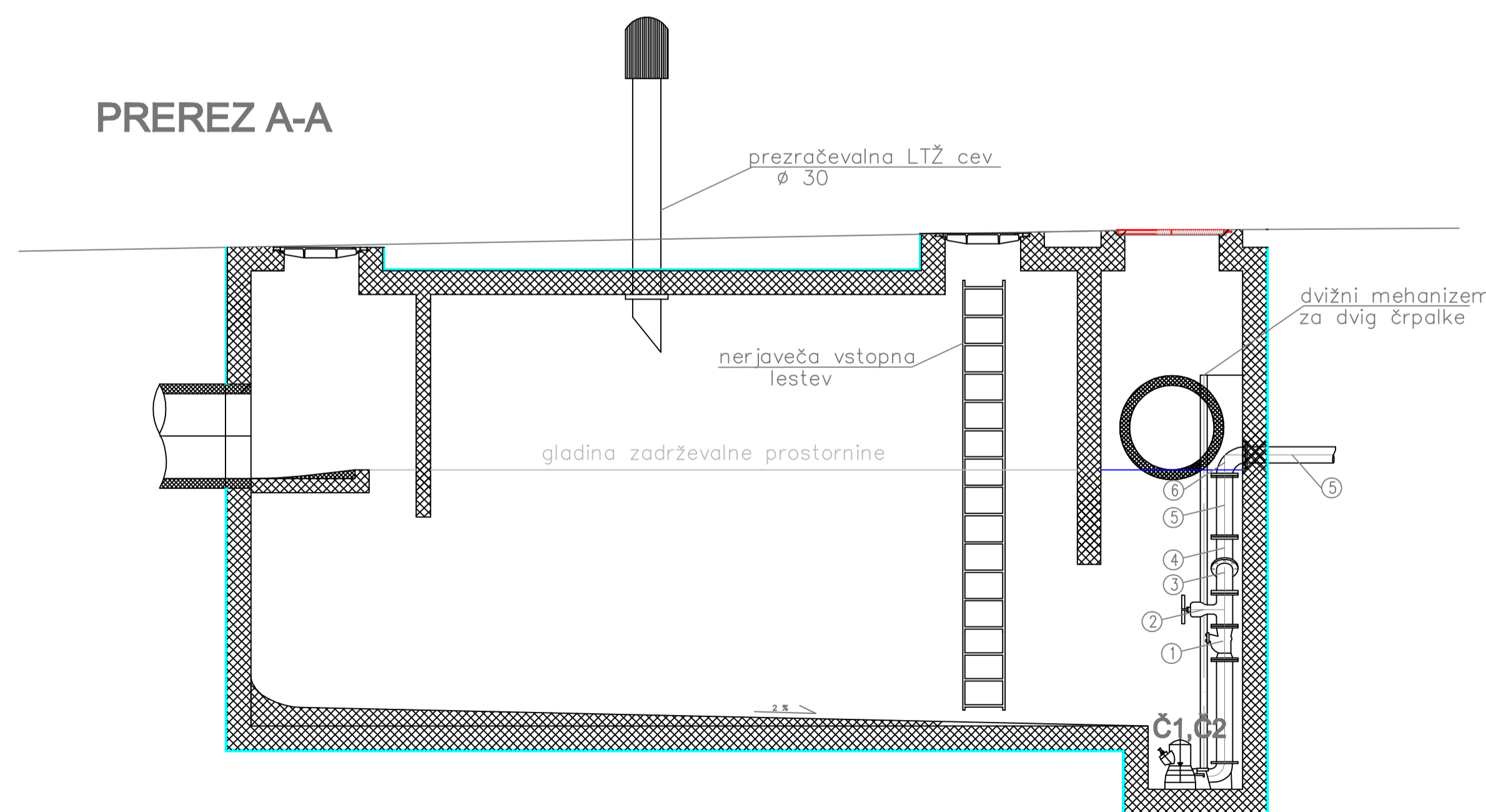


PREREZ C-C



- ① nepovratni ventil DN 150
- ② zaporni ventil DN 150
- ③ lok DN 150/45°
- ④ priključni kos
- ⑤ tlačni cevovod črpalke DN 150
- ⑥ lok DN 150/90°

PREREZ A-A

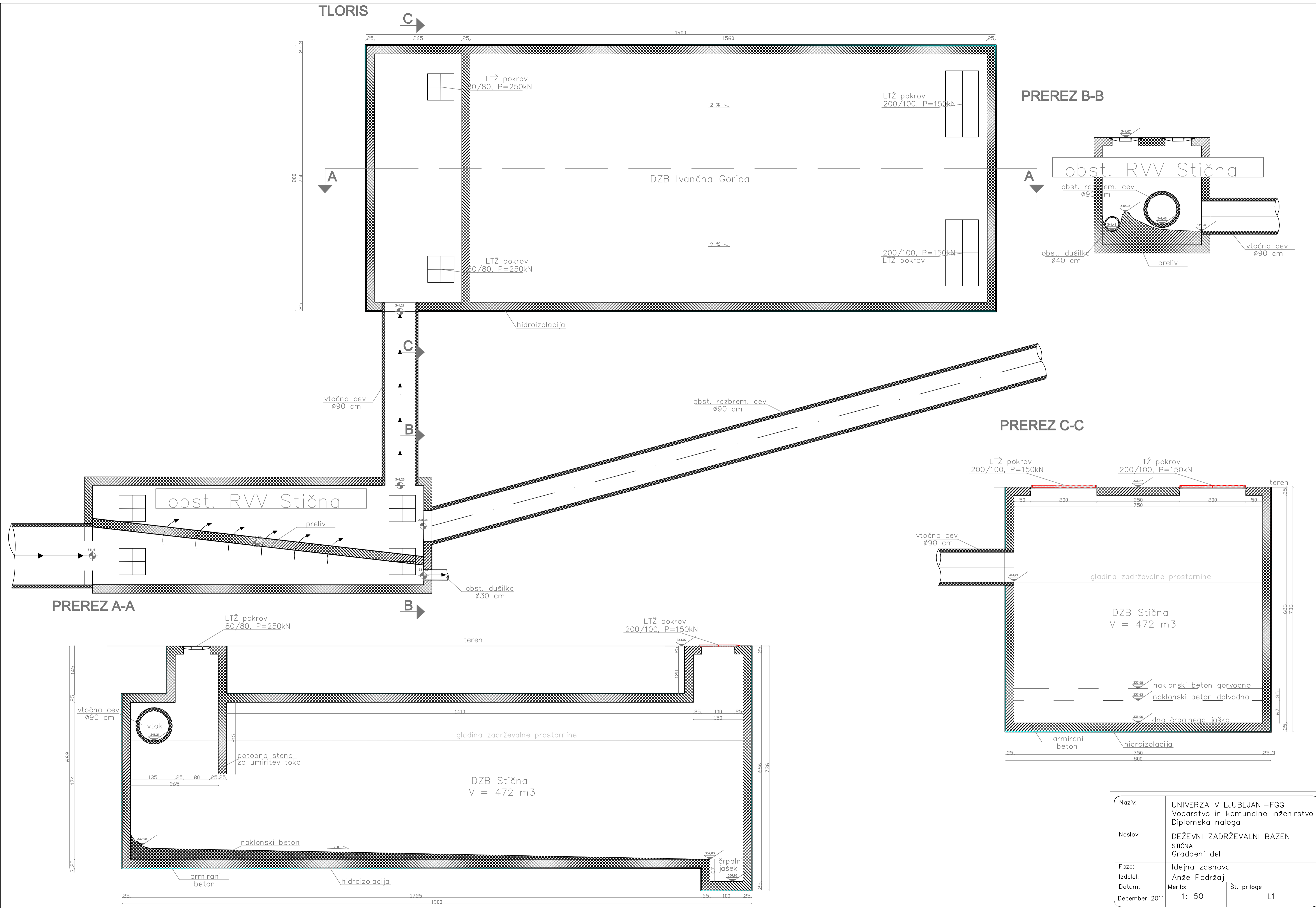


Naziv:	UNIVERZA V LJUBLJANI-FGG Vodarstvo in komunalno inženirstvo Diplomska naloga	
Naslov:	DEŽEVNI PRELIVNI BAZEN MRZLO POLJE Strojni del	
Faza:	Idejna zasnova	
Izdelal:	ANŽE PODRŽAJ	
Datum:	Merilo:	Št. priloge
December 2011	1:50	K2

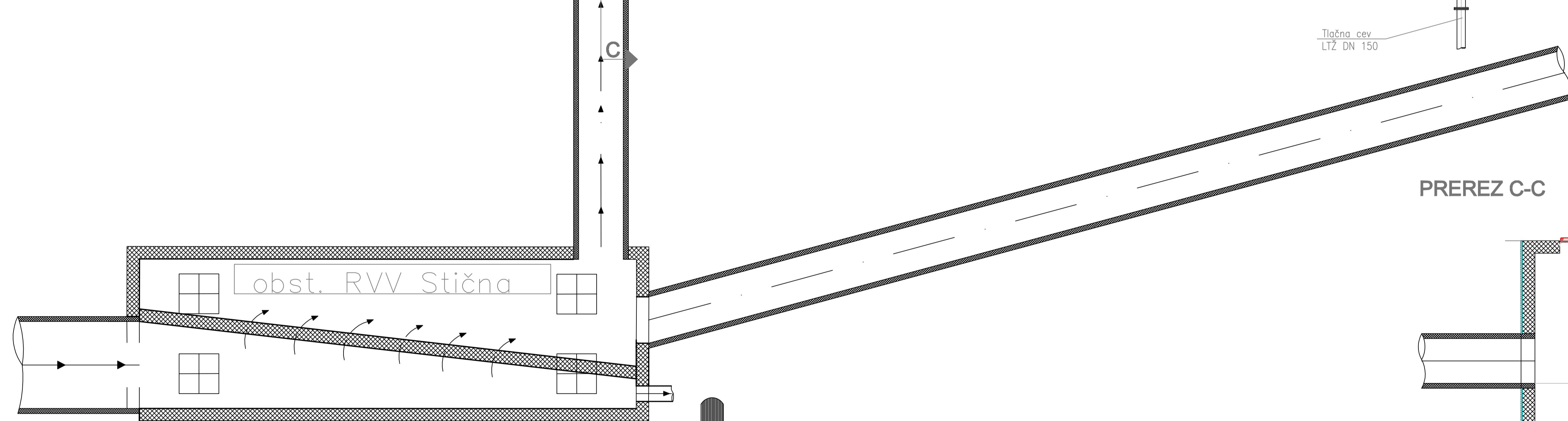
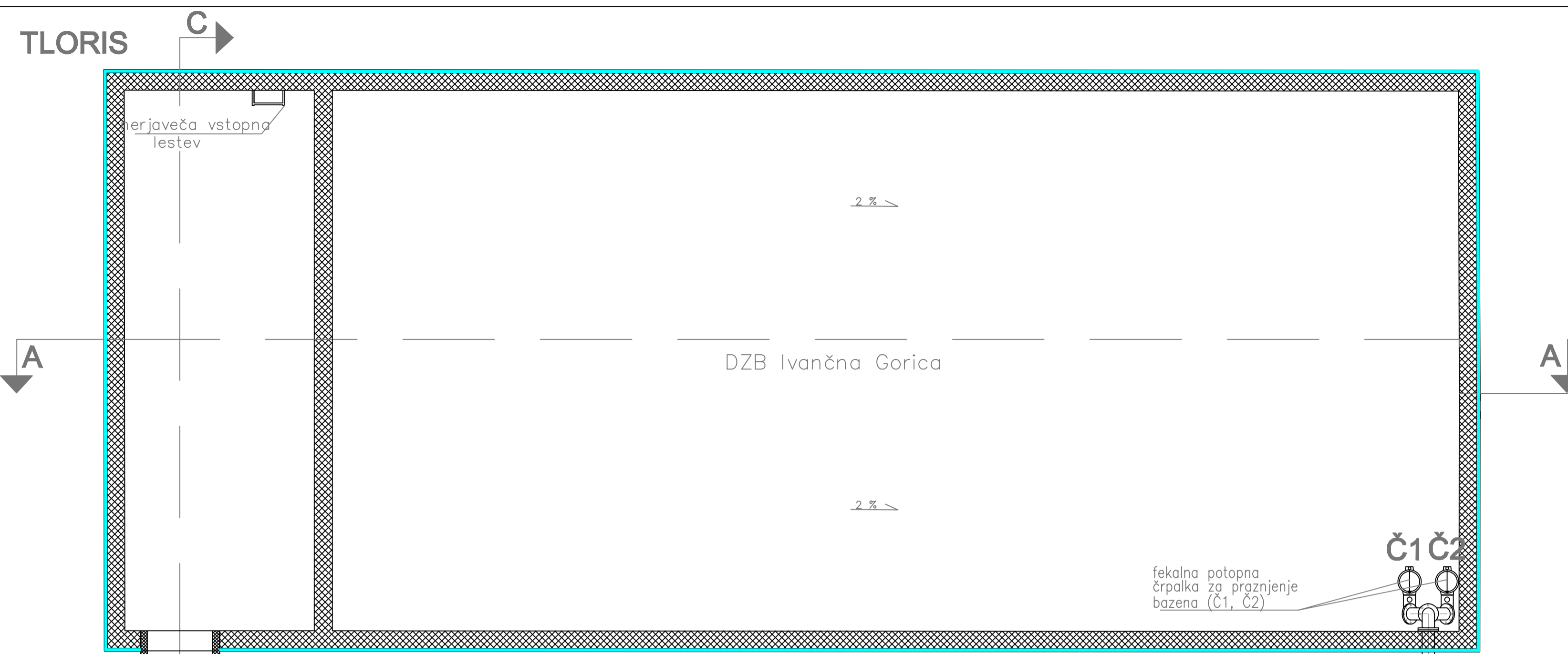
PRILOGA L: GRADBENI IN STROJNI DEL DZB STIČNA

PRILOGA L1: GRADBENI DEL DZB STIČNA

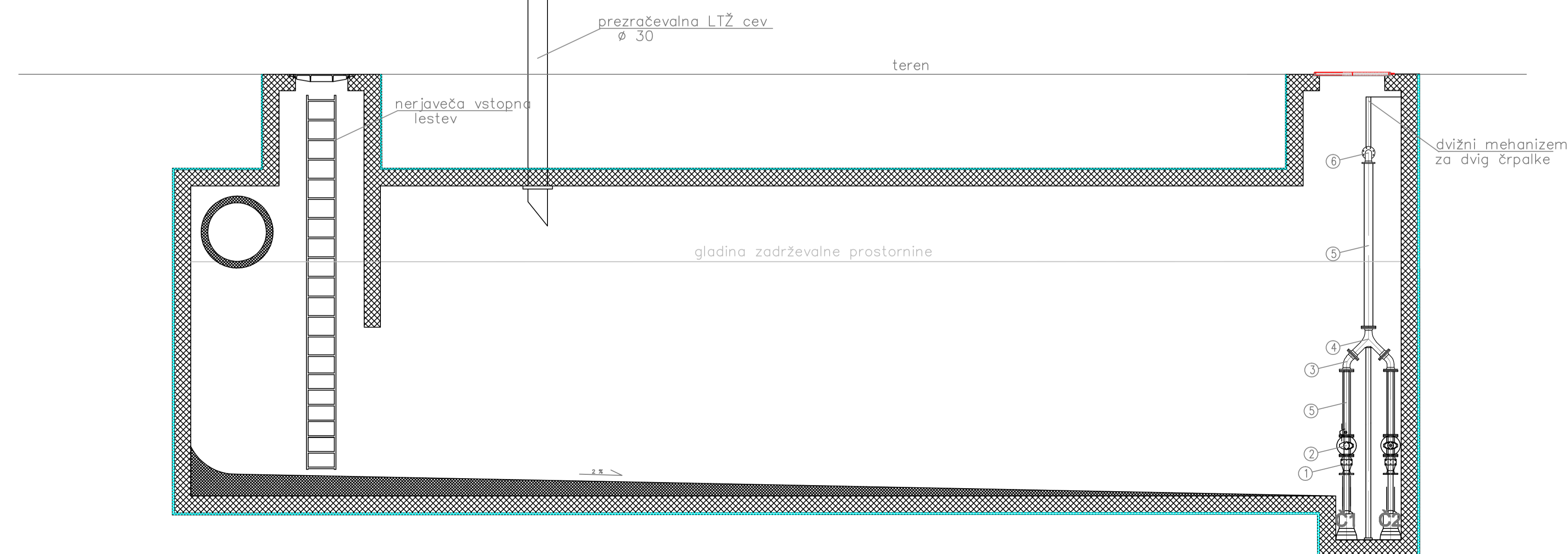
PRILOGA L2: STROJNI DEL DZB STIČNA



Naziv:	UNIVERZA V LJUBLJANI-FGG Vodarstvo in komunalno inženirstvo Diplomska naloga	
Naslov:	DEŽEVNI ZADRŽEVALNI BAZEN STIČNA Gradbeni del	
Faza:	Idejna zasnova	
Izdelal:	Anže Podržaj	
Datum:	Merilo:	Št. priloge
December 2011	1: 50	L1

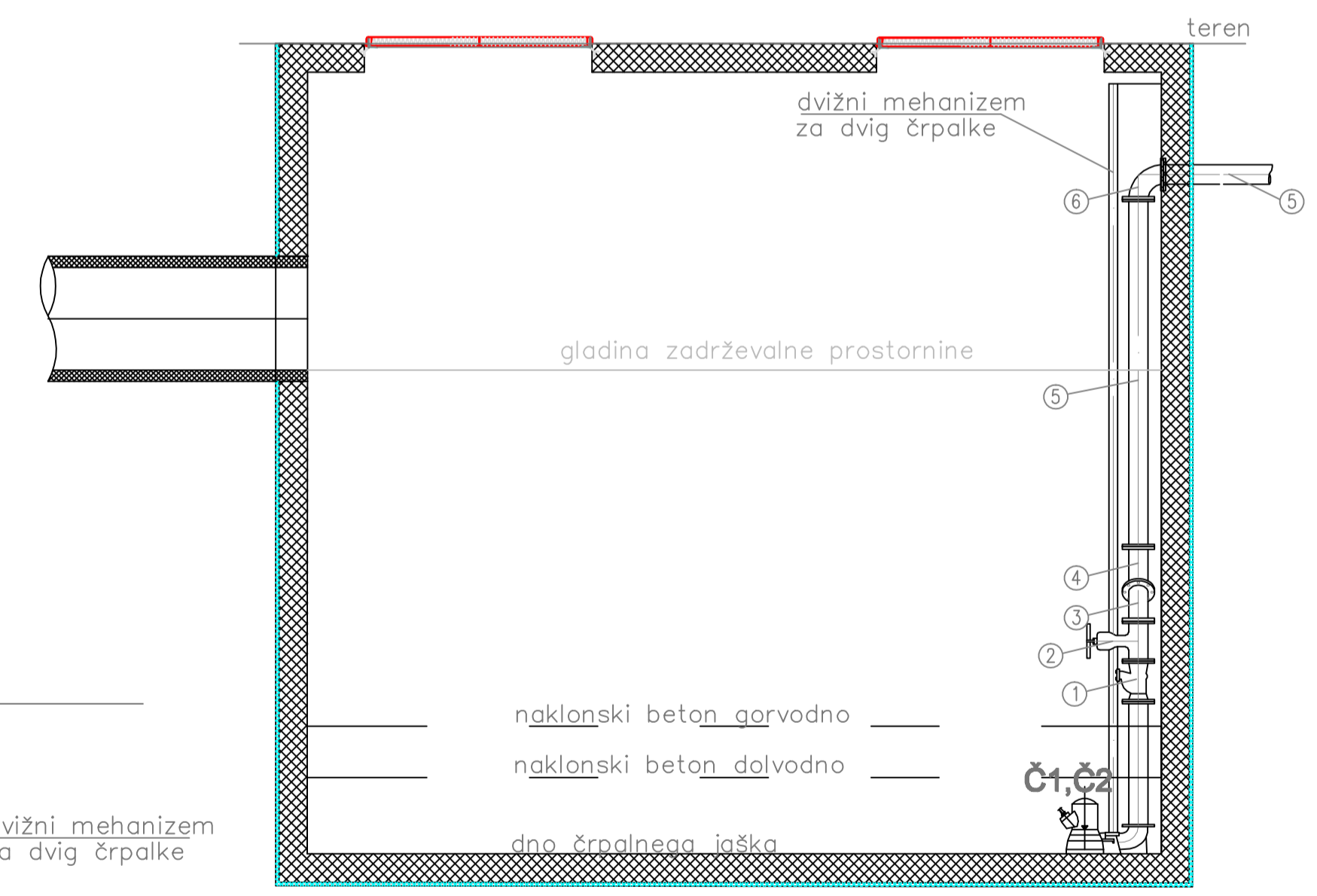


PREREZ A-A



PREREZ C-C

- ① nepovratni ventil DN 150
- ② zaporni ventil DN 150
- ③ lok DN 150/45°
- ④ priključni kos
- ⑤ tlačni cevovod črpalke DN 150
- ⑥ lok DN 150/90°



Naziv:	UNIVERZA V LJUBLJANI-FGG Vodarstvo in komunalno inženirstvo Diplomska naloga	
Naslov:	DEŽEVNI ZADRŽEVNI BAZEN STIČNA Strojni del	
Faza:	Idejna zasnova	
Izdelač:	ANŽE PODRŽAJ	
Datum:	Merilo:	Št. priloge
December 2011	1:50	L2

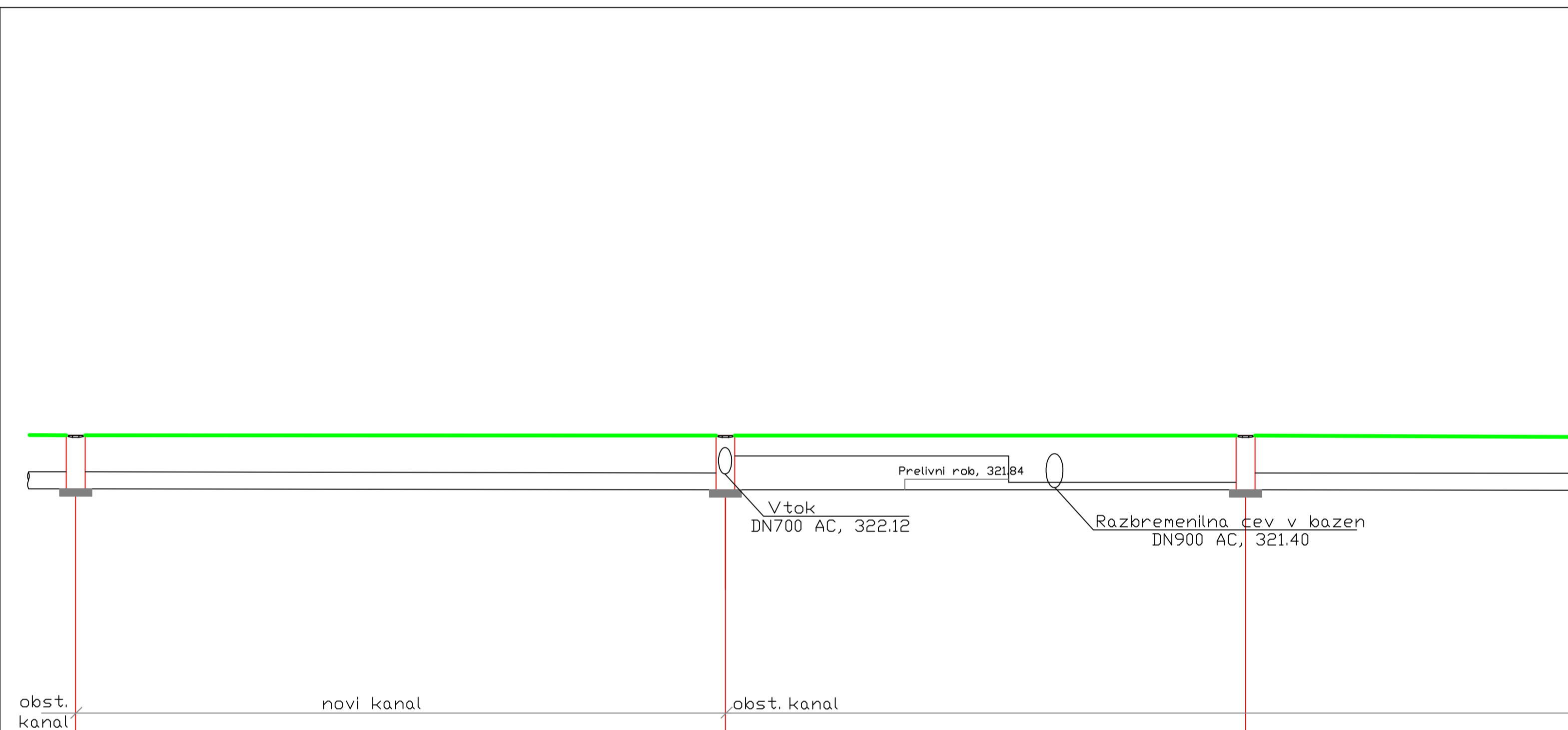
PRILOGA M: VZDOLŽNI PROFILI RAZBREMENILNIKOV

PRILOGA M1: VZDOLŽNI PROFIL RAZBREMENILNIKA IVANČNA GORICA

PRILOGA M2: VZDOLŽNI PROFIL RAZBREMENILNIKA STIČNA

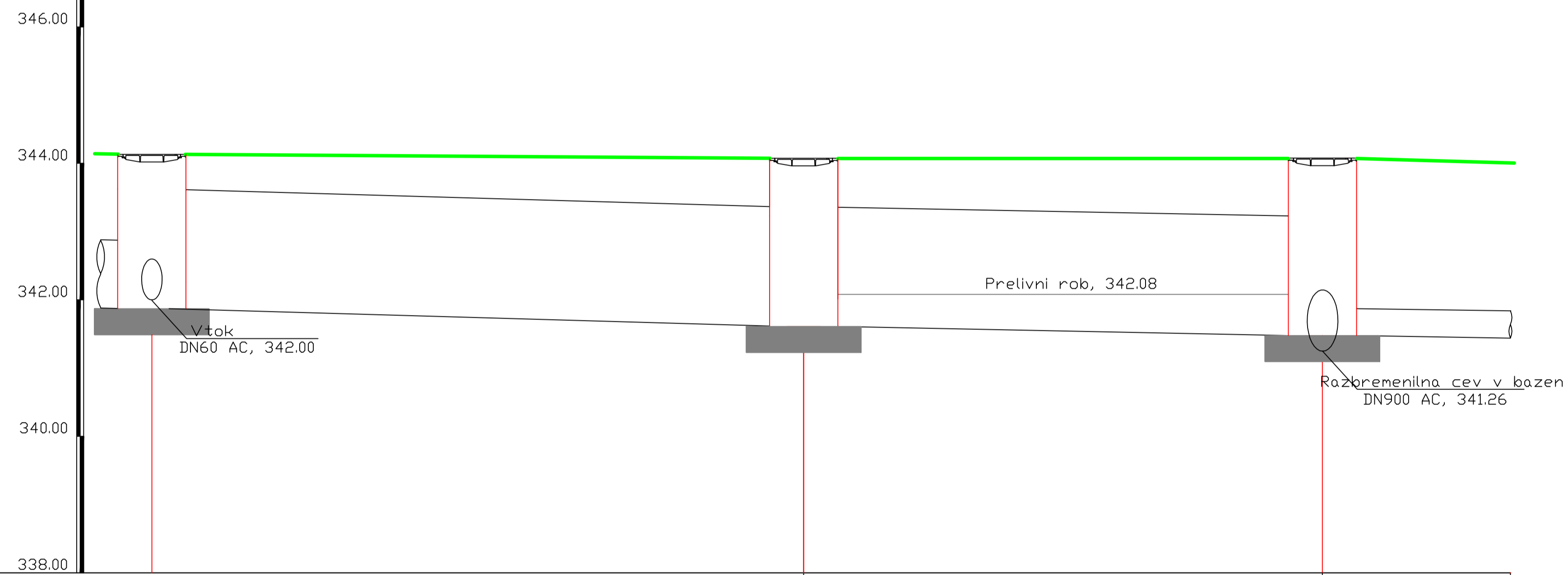
PRILOGA M3: VZDOLŽNI PROFIL RAZBREMENILNIKA MRZLO POLJE

332.00
328.00
324.00
320.00
316.00



PRIMERJALNI HORIZONT						
IME	J39	J2	J3			
STACIONAZA	0.00	34.41	62.04			
KOTA TERENA	324.17	324.16	324.16			
KOTA VTOKA, IZTOKA	321.34	321.12	321.28			
PADEC		1,7 ‰	0,0 ‰			
DOLZINA		34.41	27.54			
CEV PROFIL DOLZINA		DN900 AC , L=34.41	DN1800 AC , L=9.00	RAZBREMENILNIK L=5.50	DN400 AC , L=12.04	DN400 AC , L=17.68

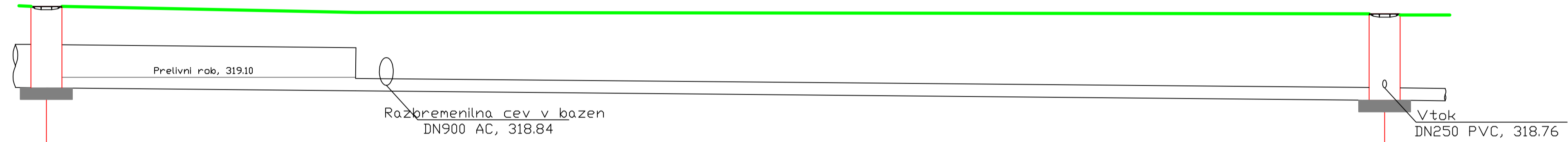
Ime:	UNIVERZA V LJUBLJANI-FGG		
Ime:	Vodstvo in komunikacijsko inženirstvo		
Ime:	Diplomska naloga		
Ime:	VZDOLŽNI PROFIL		
Ime:	RAZBREMENILNIKA IVANČNA GORICA		
Faza:	Idea zasnova		
Ime:	Anže Podržaj		
Datum:	1. Decembar 2011	Merilo:	1: 100/200
		Št. priloge:	M1



PRIMERJALNI HORIZONT	338.00		
IME	J232	J230	J231
STACIONAZA	0.00	9.55	17.16
KOTA TERENA	344.13	344.07	344.07
KOTA VTOKA, IZTOKA	342.00 341.87	341.61	341.48
PADEC		14,0 ‰	25,0 ‰
DOLZINA	9.55		7.61
CEV PROFIL DOLZINA		DN1750 AC , L=9.55	RAZBREMENILNIK , L=7.61

Ime:	UNIVERZA V LJUBLJANI - FGG		
Ime:	Vodstvo in komunalno inženirstvo		
Ime:	Diplomska naloga		
Naslov:	VZDOLŽNI PROFIL		
Naslov:	RAZBREMENILNIKA STIČNA		
Faza:	Idejno zasnova		
Ime:	Anže Podžaj		
Datum:	12.12.2011	Merilo:	1:100/50
		Št. prilož:	M2

324.00
322.00
320.00
318.00
316.00



PRIMERJALNI HORIZONT

IME	13a	J14
STACIONAZA	0.00	40.73
KOTA TERENA	321.40	321.05
KOTA VTOKA, IZTOKA	318.76	318.76
PADEC		9,3 ‰
DOLZINA		40.73
CEV PROFIL DOLZINA	RAZBREMENILNIK L=10.00	DN400 AC , L=30.73

Ime:	UNIVERZA V LJUBLJANI - FGG Vodstvo in komunalno inženirstvo Diplomska naloga
Naslov:	VZDOLŽNI PROFIL RAZBREMENILNIKA MRZLO POLJE
Faza:	Ideljno zasnovano
Ime:	Arča Podrta
Datum:	12. Decembar 2011
Merilo:	1: 100
Št. priloge:	M3