Projekt odvodnje oborinskih voda naselja Brusje - integralni sustav odvodnje

Penić, Hrvoje

Undergraduate thesis / Završni rad

2014

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:
University of Split, Faculty of Civil Engineering, Architecture and Geodesy / Sveučilište u Splitu, Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:123:900667

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-28**



Repository / Repozitorij:

FCEAG Repository - Repository of the Faculty of Civil Engineering, Architecture and Geodesy, University of Split







SVEUČILIŠTE U SPLITU

FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE

ZAVRŠNI RAD

Hrvoje Penić

Split, 2014.

SVEUČILIŠTE U SPLITU

GRAĐEVINSKO-ARHITEKTONSKI FAKULTET

Projekt odvodnje oborinskih voda naselja Brusje integralni sustav odvodnje

Završni rad

Split, 2014.

Projekt odvodnje oborinskih voda naselja Brusje

integralni sustav odvodnje

Sažetak: *Na području naselja Bruje na otoku Hvaru analizira se primjena sustava odvodnje oborinskih voda. Analiziraju se dva koncepta: klasični i integralni. Utvrđeno je da je integralni koncept znatno povoljniji ekonomski, ekološki i društveno.*

Ključne riječi: *Naselje brusje, Klasični koncept, Integralni sustav odvodnje, Racionalna metoda*

Rainwater drainage project of village Brusje

integrated drainage system

Abstract: *This paper analyzes the application of storm water drainage system in the area of the village Brusje on the island of Hvar. Analysis has two concepts: classic and integrated . It was found that the integrated concept is more favorable economically , environmentally and socially .*

Keywords: *Villagre Brusje, Classical concept, Integral drainage system , Rational Method*

Sadržaj

1. Uvod 1
2. Naselje Brusje 2
   2.1. Osnovni podaci o stanju u prostoru 2
   2.2. Stanovništvo 3
   2.3. Klima 4
3. Klasični način odvodnje oborinskih voda 5
   3.1. Određivanje mjerodavnih količina 5
   3.2. Racionalna metoda 6
   3.3. Rješenje odvodnje 8
4. Integralni sustav odvodnje oborinskih voda 13
   4.1. Što je integralni pristup rješavanja odvodnje ? 13
   4.2. Prednosti integralnog pristupa 14
   4.3. Uloga zelenih površina 15
   4.4. Tipovi rješenja integralne odvodnje po namjeni 16
5. Rješenje odvodnje – integralni pristup 19
   5.1. Krovne vode 19
   5.2. Površinske vode okućnice 20
   5.3. Veće asfaltne površine – trgovi, parking površine 21
   5.4. Prometince 22
      5.4.1. Sporedne i jednosmjerne ulice 22
      5.4.2. Glavne ulice 23
6. Rješenje odvodnje – Retencijski bazen 24
   6.1. Suhi retencijski bazen 24
   6.2. Dimenzioniranje volumena retencijskog bazena (racionalna metoda) 25
   6.3. Retencija 26
7. Zaključak 27
8. Grafički prilozi 28
   8.1. Situacija oborinske mreže klasičnog sustava odvodnje površinskih voda 29
   8.2. Situacija oborinske mreže – Rješenje integralnog sustava odvodnje 30

Literatura 31

1. Uvod

Na području naselja Bruje na otoku Hvaru, potrebno je projektirati integralni sustav odvodnje oborinskih voda.

Uz to, napravljena je pojednostavljena usporedba sa klasičnim konceptom odvodnje.

U naseljima do 5000 stanovnika i bez značajno razvijene industrije, izgradnja konvencionalnih uređaja za pročišćavanje otpadnih voda skupa je i neprihvatljiva. Prihvatljivije je rješenje izgradnja uređaja koji koriste prirodne procese pročišćavanja otpadnih voda, te da se pročišćena voda može koristiti za potrebe natapanja poljoprivrednih površina. Uređaji za pročišćavanje u prirodnim uvjetima su polja za natapanje, podzemna filtracija, lagune, oksidacijski kanali i umjetne močvare ili biljni uređaji.

Integralnim pristupom, u skladu s prihvaćenim načinom odvodnje putem zelenih površina moguće je dodatno povećati pozitivan utjecaj na ekosustav grada i okoliša. To je koncept u kojem se oponaša prirodni način kretanja vode u okolišu.

Uz integralni, koncipiran je i klasični koncept odvodnje oborinskih voda primjenom zatvorenih kanala i cijevi, sve kako bi se vidjele razlike između ovih pristupa.

Riješenje je mreža kanala postavljena tako da zahvati svu oborinsku vodu u naselju sa pripadajućh slivnih površina.

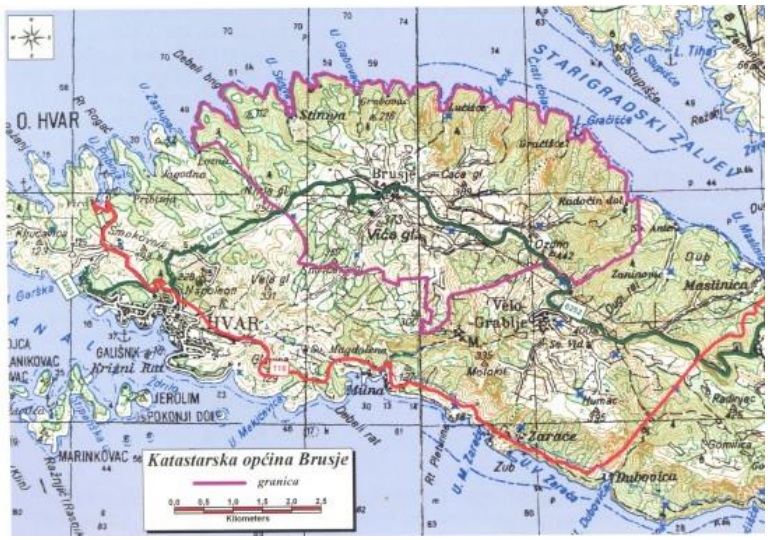
Mjerodavne količine su izračunate po dionicama kanala racionalnom metodom pomoću ITP krivulja i podataka iz DHMZ-a.

Predložena su tipska rješenja za pojedine dionice kanala.

2. Naselje Brusje

2.1. Osnovni podaci o stanju u prostoru

Naselje Brusje nalazi se na sjeverozapadnom dijelu otoka Hvara i zauzima površinu od 30,2 *ha*. Nanadmorskoj visini od 300 do 340 *m.n.m*, naselje se smjestilo na sjevernim padinama planinskog grebena (između vrha Vića gl. visine 373 *m.n.m.* i vrha Brusna gl. visine 319 *m.n.m.*) što se pruža uzduž cijelogotoka, a ispresjecan je mnogim rasjedima koji formiraju suhe doline i jarke. Ove udoline, uz ograničene površine na visoravnima oko samog naselja, predstavljaju jedine pogodne terene za obradu. Od grada Hvara, koji je otočko središte, Brusje je udaljeno cestom *cca* 6 *km*, do trajektnog pristaništa u Starom Gradu udaljenost je 15,5 *km*, a do putničke luke u Jelsi 22 *km*.



Slika.1. Općina Brusje

Brusje je karakteristično raštrkano selo kraškog područja. Pojedini dijelovi Brusja imaju svoje nazive: Molo Bonda, Velo Bonda, Mandrač, Priko (na sjeveroistočnom kraju sela preko javnoga puta) i Glavica, a do danas su se zadržali nazivi pojedinih stambeno-gospodarskih nizova-dvora (Čripotovi dvori, Skvičetovi dvori, Šaretovi dvori, Krojevi dvori). Od glavnog seoskog puta-ceste koja prolazeći Brusjem povezuje Stari Grad i Hvar odvajaju se prilazi nizovima stambeno-gospodarskih kuća, koji put izvedeni iz grubo obrađenih kamenih blokova položenih u zemljanom naboju (kogulani), koji put zemljani, ali najčešće asfaltirani: većina seoskih puteva asfaltirana je 1969. godine kada i cesta Stari Grad–Hvar. Nizovi stambeno-gospodarskih kuća zajedno sa suhozidom ograđenim

vrtovima u neposrednoj blizini, gospodarskim prizemnicama i gustirnama tvore jedinstveni prostor rada i stanovanja. Komunikacije između pojedinih stambeno-gospodarskih kuća, gospodarskih kuća i vrtova unutar pojedinih dvora nisu zajedničko vlasništvo, izvedene su na privatnim parcelama.

Oko kuća nalaze se okućnice koje se dijelom obrađuju, a dijelom su voćnjaci te prirodni teren obrastao makijom i niskim mediteranskim raslinjem i travama. U naselju nije izgrađen sustav odvodnje površinskih voda. Sve vode se za vrijeme oborina slijevaju lokalnim prometnicama kroz naselje u pravcu nižih kota terena. Dio oborina sa krova kuća se upušta u kućne cisterne radi korištenja u sušnom periodu godine.

2.2. Stanovništvo

Izvorna prostorna organizacija sela Brusje na otoku Hvaru sačuvana je zbog iseljavanja stanovništva koje je započelo ekonomskom stagnacijom početkom dvadesetog stoljeća te se nastavilo sve do šezdesetih godina dvadesetog stoljeća.

Krajem devetnaestog stoljeća u Brusju je živjelo oko 1000 stanovnika (1890. godine 967 stanovnika, a 1900. godine njih 1058). Početkom dvadesetog stoljeća započeo je prvi val iseljavanja stanovništva uslijed ekonomskih razloga (propasti vinogradarstva, kasnije velike ekonomske krize), naročito izražen između 1900. i 1910. godine te između 1921. i 1931. godine, u kojem se broj stanovnika Brusja gotovo prepolovio. Drugi val iseljavanja započeo je nakon 1961. godine uslijed općeg trenda napuštanja tradicijskog načina života i privređivanja te naglog razvoja gradskih sredina na uštrb seoskih. Tako je 2001. godine u Brusju zabilježeno samo 206 stanovnika. Od 1961. do 2001. god stanovništvo naselja Hvar poraslo je za 86%, dok u ostalim naseljima uglavnom pada, ali zbog malog broja stanovnika u tim naseljima ukupan broj stanovnika Grada Hvara ipak raste.

Prostorna jedinica	***Stanovnika 1981.***	***Stanovnika 1991.***	***Stanovnika 2001.***	***Stanovnika 2011.***
1. Brusje	268	241	206	194
2. Hvar	3691	4143	4138	4251
Udio (1/2)%	7,26	5,82	4,98	4,56

Tablica 1. Popis stanovništva 1981., 1991., 2001. i 2011. Godine

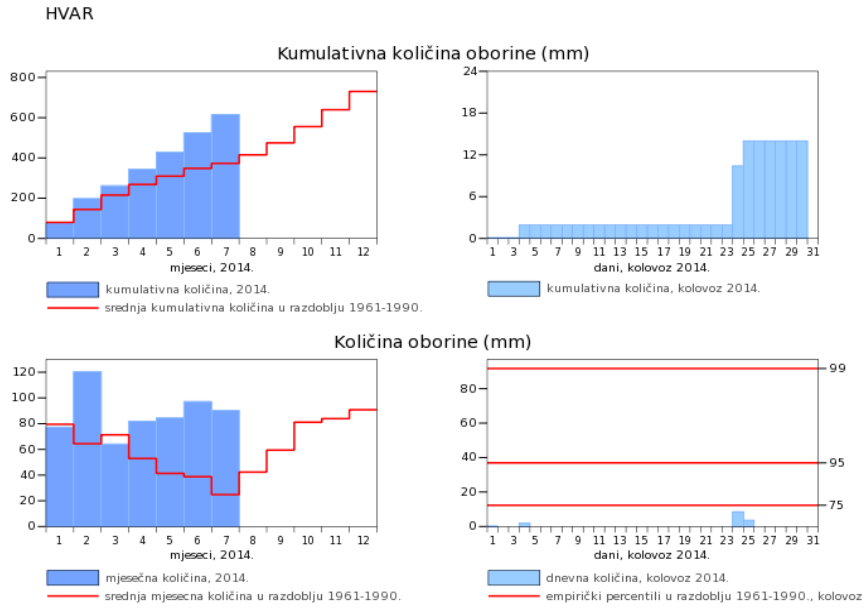
2.3. Klima

Kad je riječo klimi područja, otok Hvar pripada mediteranskom klimatskom pojasu Jadranskog tipa, kojeg karakteriziraju vruća i suha ljeta te blage i vlažne zime s velikim brojem sunčanih sati, oko 2715 sati godišnje, koje čine otok Hvar najsunčanijim otokom na Jadranu. Prosječna godišnja temperatura zraka je 16.1°C, tijekom siječnja 9°C , a u srpnju 25°C. Vjetrovi koji obično pušu su bura (sjeverac), maestral (zapadni vjetar) i jugo (južnivjetar).

Padaline na Hvaru imaju maritimni godišnji hod oborine. Najobilnije padaline padaju u jesen i zimi, a zatim u proljeće, a najmanje u ljeto. Najviše padalina je u prosincu (100,8 mm) a najmanje u srpnju (22,3 mm). Prosječna godišnja količina oborine iznosi 752,5 mm.

Snijeg je izuzetno rijetka pojava. Tijekom razdoblja 1858 – 1995. snijeg se pojavio samo 23 dana s visinom snježnog pokrivača većom od 1 cm. Najveća zabilježena visina snježnog pokrivača zabilježena je 16. veljače 1942. godine, a iznosila je 13 cm.

Relativna vlažnost zraka podudara se s godišnjim hodom padalina i ima maksimum u razdoblju listopad – prosinac (71%), a minimum u srpnju (63%). Godišnji prosjek relativne vlage u zraku za Hvar iznosi 68%, što ukazuje da je zrak relativno bogat vlagom. Godišnje se prosječno javlja 6,7 dana s relativnom vlažnošću ispod 30% i 43,7 dana s relativnom vlažnošću iznad 80%.



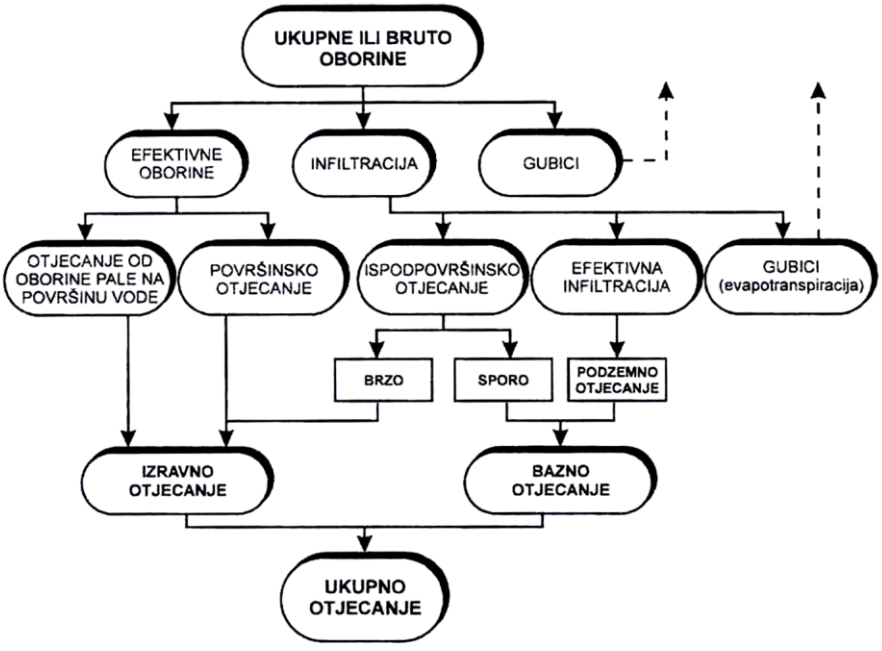
Slika 2. Oborine Hvar za period 2014.

3. Klasični način odvodnje oborinskih voda

Klasični način odvodnje oborinskih voda podrazumijeva sakupljanje urbanih površinskih voda rigolima i kanalima, odvođenje ovih voda do slivnika i putem njih upuštanje u cijevi položene ispod površine terena radi odvođenja izvan urbanih sredina gdje se ispuštaju u okoliš.

3.1. Određivanje mjerodavnih količina

Određivanje mjerodavnih količina oborinskih voda koje dotječu u sustav odvodnje hidrološki je problem koji se svodi na određivanje maksimalnog (vršnog) protoka i cjelokupnog hidrograma otjecanja.Vršni protok je mjerodavan za dimenzioniranje kanala, a cjelokupni hidrogram za dimenzioniranje objekata na kanalskoj mreži (crpne stanice, preljevi, bazeni za izjednačavanje protoka i dr.



Slika 3. Shematski prikaz procesa transformacije bruto oborine u hidrogram otjecanja

Pojedine komponente u sklopu ciklusa otjecanja ovise o hidrogeološkim i hidrološkim karakteristikama promatranog područja .

3.2. Racionalna metoda

Proračun vršnog protoka s područja urbanih sredina najčešće se određuje primjenom racionalne jednadžbe:

$$Q_{max} = i \cdot A \cdot c \ (l/s)$$

gdje je:

Qmax ..... vršni protok

i ..... intenzitet oborina (l/sec/ha)

A ..... površina slivnog područja (ha)

c ..... koeficijent otjecanja

Racionalna metoda se primjenjuje za male slivove (do 10,0 km2) kod kojih je zastupljenost izgrađenih površina velika.

Pretpostavka je da se maksimalno otjecanje u kontrolnom profilu pojavljuje kada cjelokupno slivno područje sudjeluje u formiranju otjecanja (vrijeme trajanja oborine je jednako vremenun koncentracije).

Druga pretpostavka ja da je intenzitet oborina jednak na čitavom slivu.

Proračun vršnog protoka prema racionalnoj metodi svodi se na određivanje mjerodavnog intenziteta oborina (ITP-krivulje) i određivanje koeficijenta otjecanja.

Intenzitet oborina je u funkciji njihovog trajanja, odnosno vremena koncentracije tc i perioda ponavljanja PR.

Međusobni odnos intenziteta, trajanja i ponavljanja prikazuje se ITP-krivuljama.

Vrijeme koncentracije predstavlja vrijeme potrebno da elementarni efektivni volumen pale oborine s najudaljenije točke sliva dospije do mjesta opažanja u cjevovodu.

Izbor povratnog razdoblja temelji se na ekonomskoj analizi uspoređivanja šteta i troškova izgradnje. Kod nas se najčešće koriste sljedeća vremena ponavljanja:

• sekundarna mreža PR = 1 god

• glavna mreža PR = 2 god

• glavni kanali PR = 5 god

• važni dijelovi grada PR = 5-50 god

Koeficijent otjecanja predstavlja odnos efektivne oborine i ukupne oborine pale na slivno područje. Ovisi o karakteristikama slivnog područja (hidrogeološkim, klimatskim, topografskim, evapotranspiraciji, tipu tla-vrsti površine).

KARAKTERISTIKE PODRUČJA	***C*** * **
Područja ureda, trgovina i sl.:	
• stari dio grada	0,7-0,95
• predgrađe	0,5-0,7
Područja stanovanja:	
• rijetka izgradnja obiteljskih kuća	0,3-0,5
• gusta izgradnja obiteljskih kuća	0,4-0,6
• gusta stambena izgradnja	0,6-0,8
Industrijska područja:	
• područja rjeđe izgradnje	0,3-0,7
• područja guste izgradnje	0,6-0,9
Parkovi, groblja i slično	0,10-0,25
Igrališta i slično	0,20-0,35
Željeznički kolodvori	0,20-0,40
Neizgradene površine	0,10-0,30

Tablica 2. Koeficijent otjecanja prema opisu područja

Kada su unutar slivno područja prisutne različite vrste površina, proračunava se srednji koeficijent otjecanja prema formuli:

$$c_{sr} = \frac{\sum_{i=1}^{n} c_i \cdot A_i}{\sum_{i=1}^{n} A_i}$$

gdje su: $c_1, c_2, \ldots c_n$ ..... koeficijenti otjecanja različitih vrsta površina

$A_1, A_2, \ldots A_n$ ..... pripadajuće površine

3.3. Rješenje odvodnje

Da bi se sustav odvodnje mogao odrediti, definira se raspored kanala - smjerova tečenja vode u prostoru i pripadajuće slivne površine s kojih površinske vode dotječu u kanale. Na ovaj način se određuju potrebni kapaciteti pojedinih dionica sustava odvodnje.

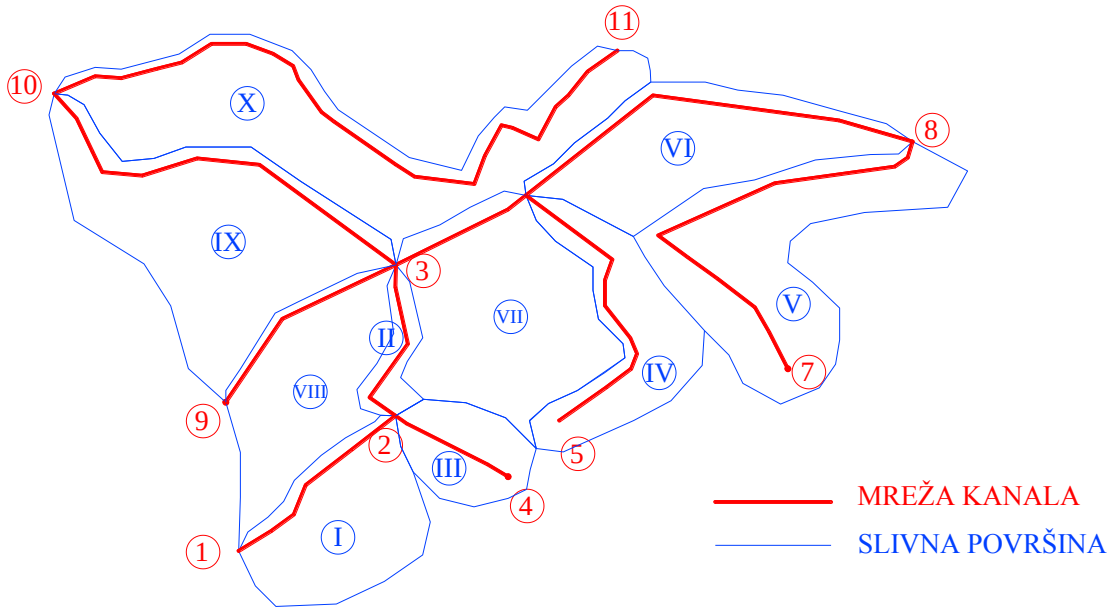
U klasičnom rješenju, količine se sumiraju u smjeru otjecanja predviđenim trasama kanala primjenom racionalne metode. Izračunate količine po pojedinim dionicama služe za dimenzioniranje odvodnih kanala.

U integralnom konceptu odvodnje, mjerodavne količine se računaju na sličan način. Razlika je u tome što se u integralnom konceptu izbjegava sumiranje količina površinskih voda u smjeru otjecanja, zbog toga što se nastoji lokalne vode lokalno zadržati ili upustiti u teren.

Na nekim dionicama gdje se sve vode ne mogu rješiti na ovaj način, površinske vode se putem otvorenih kanala odvode do retencija i infiltracijskih polja. To znači da elementi dionice klasičnog proračuna mjerodavnih količina se mogu koristiti i u integralnom konceptu.

Kada se vode lokalno upuštaju u teren i rješavaju, tada se za dimenzioniranje sustava koriste vode koje dotječu sa lokalnog sliva. Ako dio voda dotječe s uzvodnog sliva, tada i te vode treba uzeti u obzir.

Shema mreže kanala i slivnih površina:



Dionice kanala sa pripadajućim veličinama:

Dionica	Početni čvor	Završni čvor	Početna kota terena (m n.m.)	Završna kota terena (m n.m.)	Nagib terena (%)	Dužina kanala (m)	Slivna površina po dionici (ha)	Koeficijent otjecanja (C_{sr})
I	1	2	323,66	322,84	0,73	112,41	0,64	0,40
II	2	3	322,84	312,38	11,06	94,61	0,13	0,50
III	4	2	330,26	322,84	10,90	68,10	0,31	0,20
IV	5	6	326,16	316,97	5,43	169,10	0,57	0,30
V	7	8	329,09	319,40	3,86	250,74	1,04	0,30
VI	8	6	319,40	316,97	1,62	149,93	0,84	0,40
VII	6	3	316,97	312,38	5,84	78,60	0,99	0,50
VIII	9	3	317,57	312,38	4,31	120,40	0,70	0,50
IX	3	10	312,38	294,84	7,81	224,51	1,26	0,20
X	11	10	314,90	294,84	5,33	376,70	1,39	0,40
					∑	1645,10	7,87	

Za proračun oborinske kanalizacije potrebno je odrediti pripadajuće slivne površine i koeficjente otjecanja:

Proračun površina:

Dionica	Površina (ha)	
I	A1	0,64
II	A1+A2+A3	1,08
III	A3	0,31
IV	A4	0,57
V	A5	1,04
VI	A5+A6	0,84
VII	A4+A5+A6+A7	3,44
VIII	A8	0,70
IX	A1+...+A9	6,48
X	A10	1,39

Proračun koeficijenata otjecanja:

Dionica	C_{avr}	
I	C1	0,40
II	(C1*A1+C2*A2+C3*A3)/(A1+A2+A3)	0,35
III	C3	0,20
IV	C4	0,30
V	C5	0,30
VI	(C5*A5+C6*A6)/(A5+A6)	0,34
VII	(sumC4-7*A4-7)/(sumA4-A7)	0,38
VIII	C8	0,50
IX	(sumCi*Ai)/(sumAi)	0,49
X	C10	0,40

Vrijeme tečenja u cijevima ćemo prema racionalnoj metodi odreditiprema sumi vremena koncentracije i vremena otjecanja.

Vrijeme koncentracije se pretpostavlja za kolektivna gradnju 5 *min*, a individualnu gradnju 10*min*. Otjecanje u cijevi određuje se kao srednje vrijeme tečenja, uzimajući u obzir ograničenjabrzina. Minimalno dopuštene brzine za mješovitu i oborinsku kanalizaciju (Margeta,Kanalizacija naselja, 2009, str. 172) iznose 0.6 m/s, a maksimalno preporučene 2.5 – 3.0 m/s. Za srednju brzinu odabrana je vrijednost od 1.5 m/s.

Povratno razdoblje za glavne kanale je 5 godina, a glavnu mrežu 2 (Margeta, Kanalizacija naselja, 2009, str. 119).

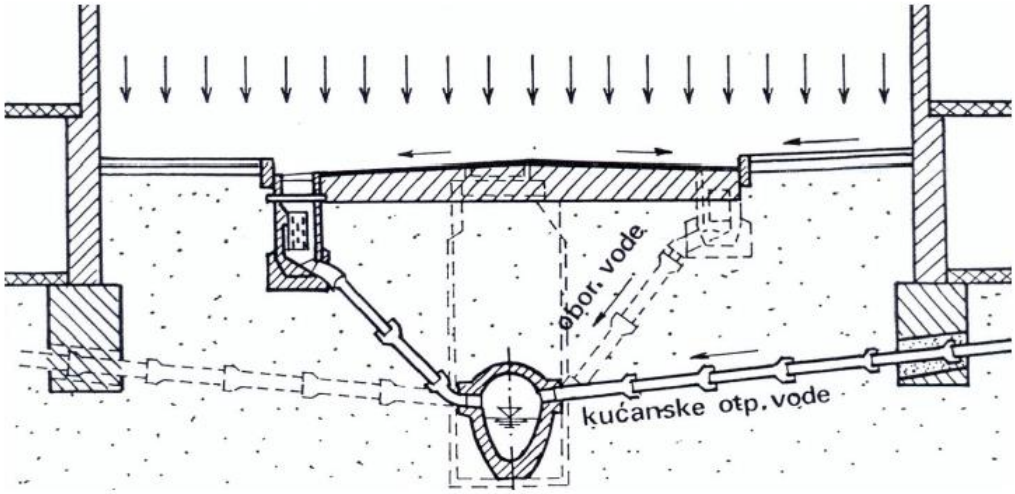
Proračun protoka oborinskih voda po dionicama:

Dionica	Vrijeme (min)			Povratno razdoblje	Koeficjent otjecanja C_{avr}	Površina (ha)	Intezitet (l/s/ha)	Protok (l/s)
	Koncentracije	Otjecanja	Ukupno					
I	10	2	12	2	0,40	0,64	210	53,76
II	10	1	11	5	0,35	1,08	240	90,72
III	10	1	11	2	0,20	0,31	220	13,64
IV	10	2	12	2	0,30	0,57	210	35,91
V	10	3	13	2	0,30	1,04	205	63,96
VI	10	2	12	5	0,34	0,84	210	59,98
VII	10	1	11	5	0,38	3,44	240	313,73
VIII	10	2	12	2	0,50	0,70	210	73,50
IX	10	3	13	5	0,49	6,48	225	714,42
X	10	4	14	2	0,40	1,39	200	111,2

Očitan intezitet: ITP krivulja za Split

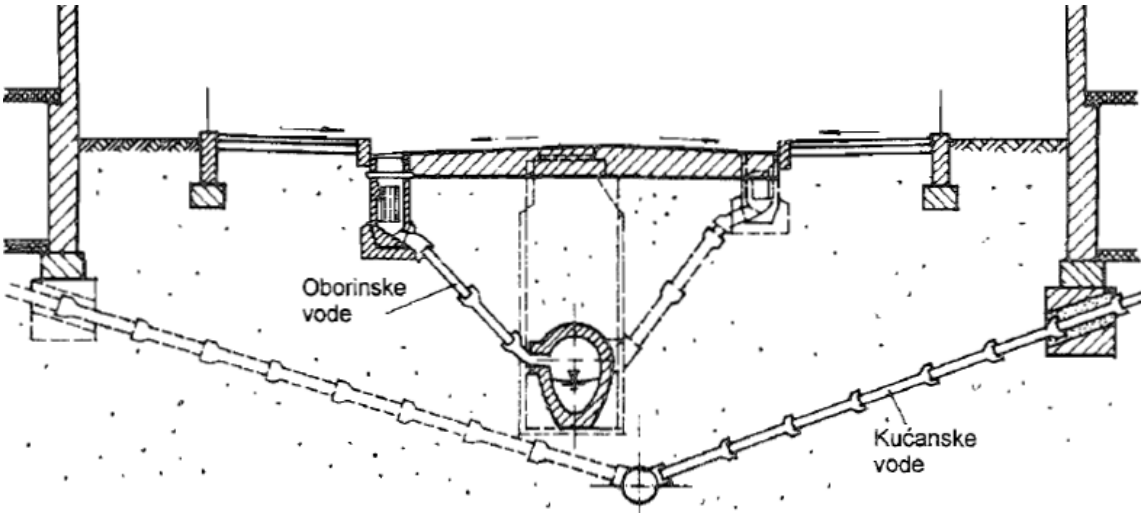
Rješenje oborinske kanalizacije „ tradicionalni pristup“:

a) Mješovita kanalizacija:

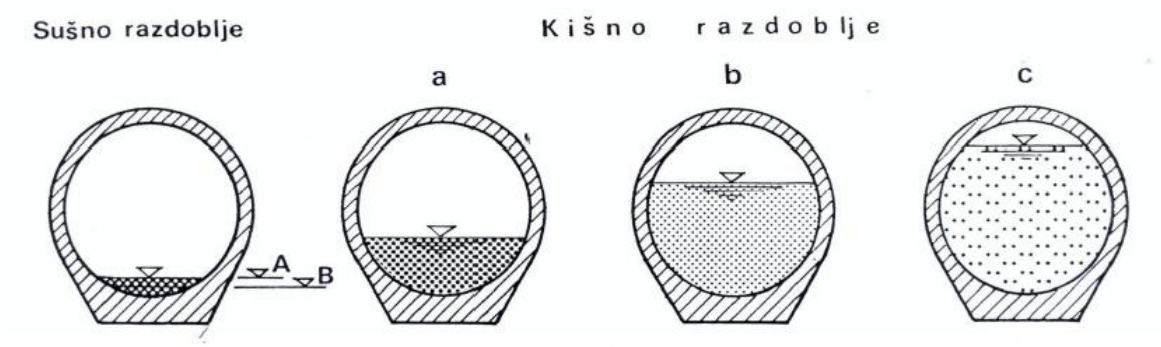


Slika 4. Karakteristični poprečni presjek prometnice s izgrađenim mješovitim tipom odvodnje

b) Razdjelna kanalizacija:



Slika 5. Karakteristični poprečni presjek prometnice s izgrađenim razdjelnim tipom odvodnje



Slika 6. Karakteristični režimi tečenja

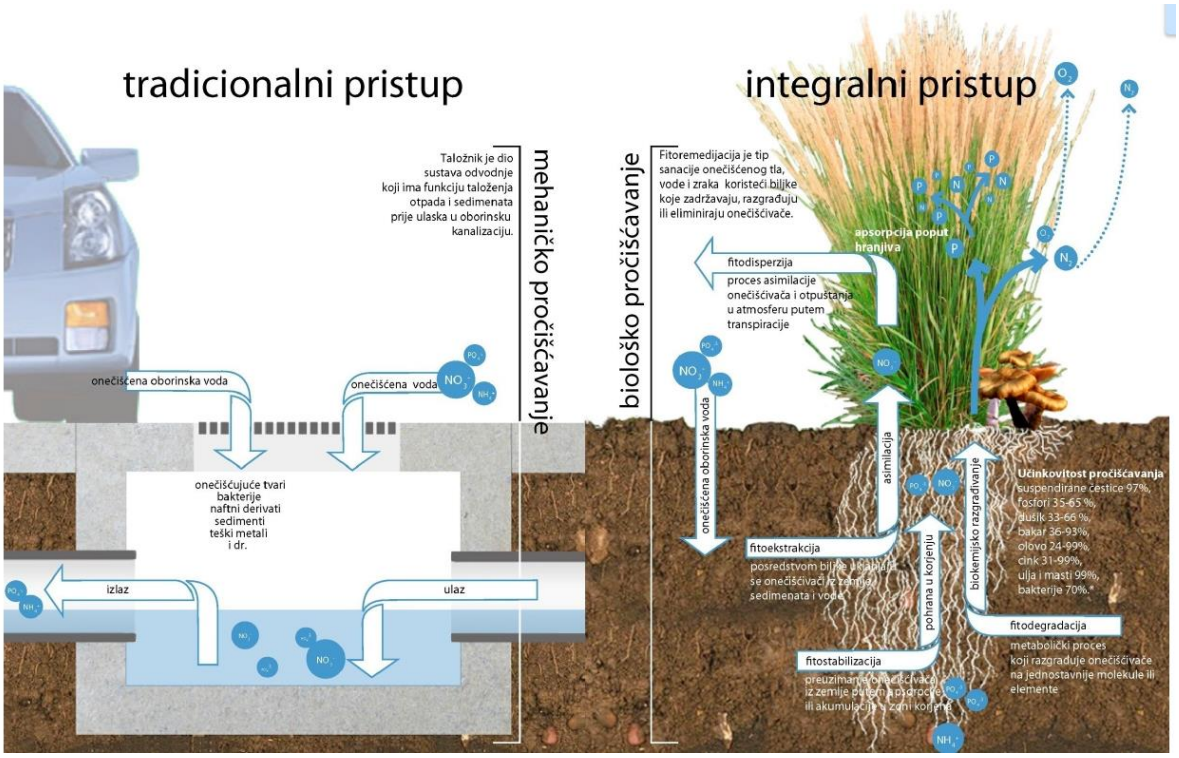
U ovom se radu neće dimenzionirati kanali.

Minimalni početni kanali bi bili 250 -300 *mm* promjera, a nizvodno bi rasli i postajali sve veći, kako količine voda koje dotječu s uzvodnih površina rastu.

4. Integralni sustav odvodnje oborinskih voda

4.1. Što je integralni pristup rješavanja odvodnje ?

Inovativan pristup upravljanja površinskim i oborinskim vodama koji se oslanja na načelu da treba planirati i projektirati odvodnju po prirodnom načinu otjecanja odnosno upravljati oborinama na izvoru ravnomjernim usmjeravanjem na decentralizirane mikro-sustave odvodnje, koristeći se tehnikama projektiranja koje predviđaju retencioniranje, infiltraciju u podzemlje, evaporaciju, i filtraciju.



Slika 7. Usporedba tradicionalni - integralni pristup

Integralnim pristupom smanjuje se negativno djelovanje površinskih i oborinskih voda na prostoru, povećava se ambijentalna vrijednost pojedinih dijelova naselja uz optimalnu ekonomsku učinkovitost i zaštitu prostora u cjelini.

4.2. Prednosti integralnog pristupa

Tradicionalan pristup	Integralni pristup
Uže opredjeljene rada orjentirano isključivo na kanalizacijski sustav	Širi vidik rada na nivou cjelovitog ekosustava
Rješavanje problema kad se oni već dese ili postanu gorući	Prevencija problema u prostoru
Isključivo inženjerski pristup	Multidisciplinarnost tima koji će rješavati cjelovit sustav
Zaštita vlasništva, odvesti što je brže i dalje od parcela	Zaštita ne samo vlasništva već i prostornih resursa, usporavanjem otjecanja
Isključivo vođenje u cijev	Oborinske i površinske vode integrirati u namjenu datog prostora
Povećanje cijevi nekorištenjem površina za zadržavanje	Smanjenje cijevi, povećanjem korištenja zelenih površina

Dodatni pozitivni učinci korištenja zelenih površina u kontekstu oborinske odvodnje su višestruki:

• Obogaćenje ekološkog sustava u gradskoj sredini,

• Poboljšanje percepcijskih vrijednosti,

• Poboljšanje zdravlja stanovništa,

• Unapređenje socijalne uloge otvorenih prostora,

• Zaštita recipijenta i pročišćavanje.

4.3. Uloga zelenih površina

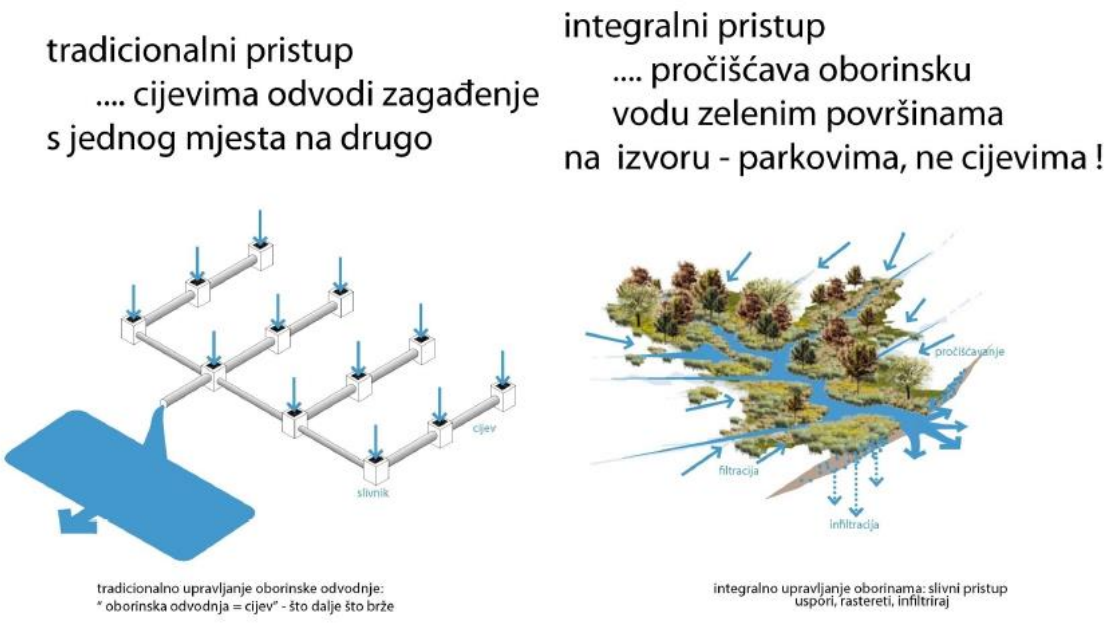
U integralnom pristupu riješavanja oborinskih voda, zelene površine su neizostavni dio sustava odvodnje i imaju dvije važne uloge:

• Smanjenje otjecanja oborinskih voda povećanjem infiltracije u podzemlje na samom mjestu nastajanja (na građevnoj čestici i uz prometnice),

• Usporavanje otjecanja oborinskih voda u kanalizacijski sustav ili drugi recipijent retencioniranjem (na građevnoj čestici i uz prometnice).

Integriranjem zelenih površina u sastavni dio odvodnje, tzv. zelene infrastrukture gradskih prostora, može se postići i značajan efekt pročišćavanja oborinskih voda i to: suspendirane čestice: 97%, fosfori: 35-65%, dušik: 33-66%, bakar: 36-93%, olovo: 24-99%, cink: 1-99%, ulja i masti: 99%,bakterije: 70%.

Pravilnim izborom biljaka, ukrasnih trava i grmlja odabiraju se one koje imaju karakteristike da podnose duge periode suše i isto tako duže periode vlage s čime se može izbjeći problematika uvjetovana vremenskim prilikama



Slika 8. Uloga zelenih površina

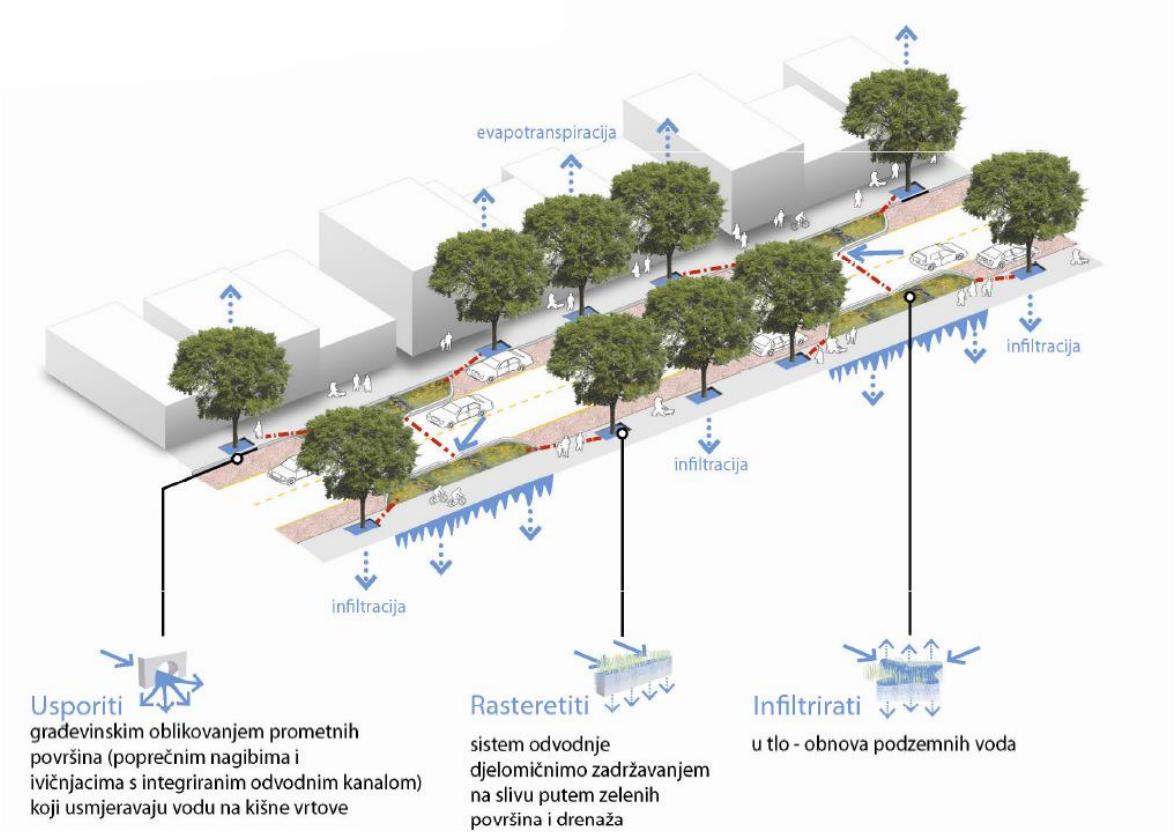
4.4. Tipovi rješenja integralne odvodnje po namjeni

U otvorenim gradskim prostorima, postoje višestruke mogućnosti za efikasno upravljanje i zbrinjavanje oborinskih voda:

• u pojasu cesta i parkirališta, od onih sa većim zelenim površinama i na kružnim tokovima do onih s manjim i povremenim pojavama zelenila pored njih do takvih koji nemaju zelenila u neposrednom pojasu već imaju prostora u poprečnom ili pak uzdužnom profilu;

• u parkovima i otvorenim prostorima, gdje svaki otvoreni prostor predstavlja mogućnost za zbrinjavanje površinskih voda u rangu od slobodnih zelenih površina do uređenih parkovnih površina i sl.

• te na različitim drugim razinama slobodnog prostora.



Slika 9. Mogućosti integralnog pristupa – smanjiti otjecanje i povećati infiltriranje

Rješenja u pojasu prometnice ugradnjom:

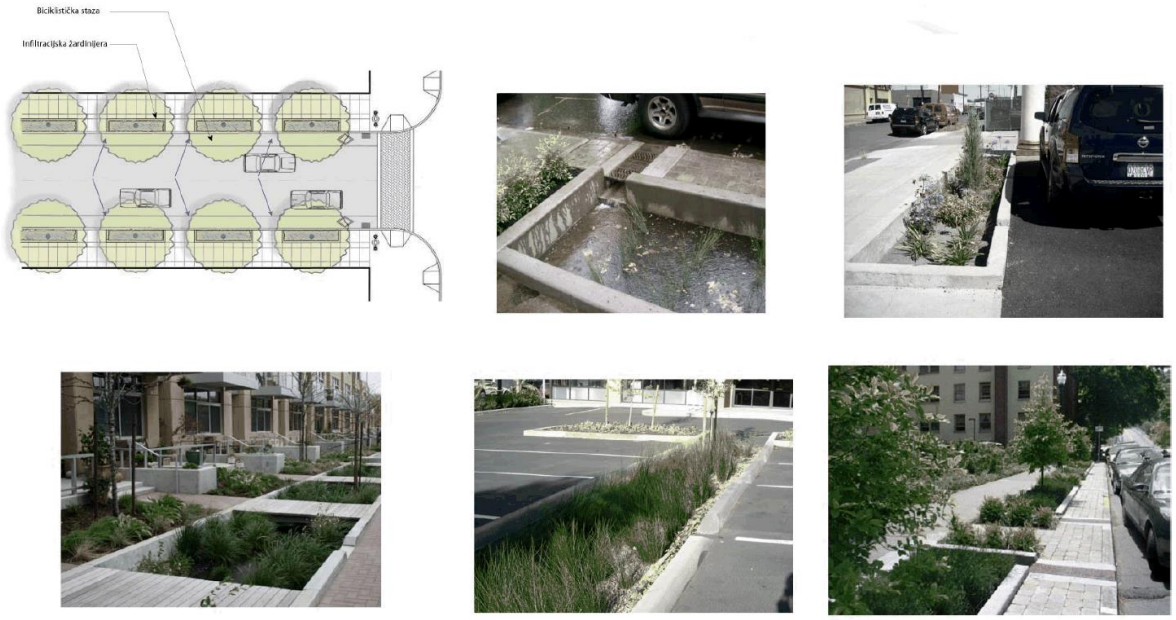
• bioretencija,

• drenažnih kanala i rovova, od onih sa većim zelenim potezima kako jednostranim tako i obostranim ili pak po sredini ceste. Na kružnim tokovima. Ceste s manjim i povremenim pojavama zelenila pored njih do onih koji nemaju zelenila u neposrednom pojasu već imaju prostora u poprečnom ili pak uzdužnom profilu; sve u cjelovitim potezima, trakastim ili pak točkastim sustavima,

• u vidu propusnih kolničkih zastora različitih tipova i profila,

• parking površina uključuje kako primjenu travnih rešetki s visokom propusnom moći tako i višeslojne mogućnosti uređenja zelenih struktura u funkciji bioretencijskih sustava s racionalnim dizajniranjem parkirališta,

• slivnika s drenažnim sustavom ili propusnih zastora kolnika na cestama, parking površinama, stazama i sl.



Slika 10. Mogućnosti odvodnje ulica i parkinga

Rješenja unutar parkova i otvorenih prostora:

• uključivanja bioretencija, sustava trakaste vegetacije s funkcijama filtera i širokih zelenih jarka u otvorene prostore kao sastavnica krajobraznog plana,

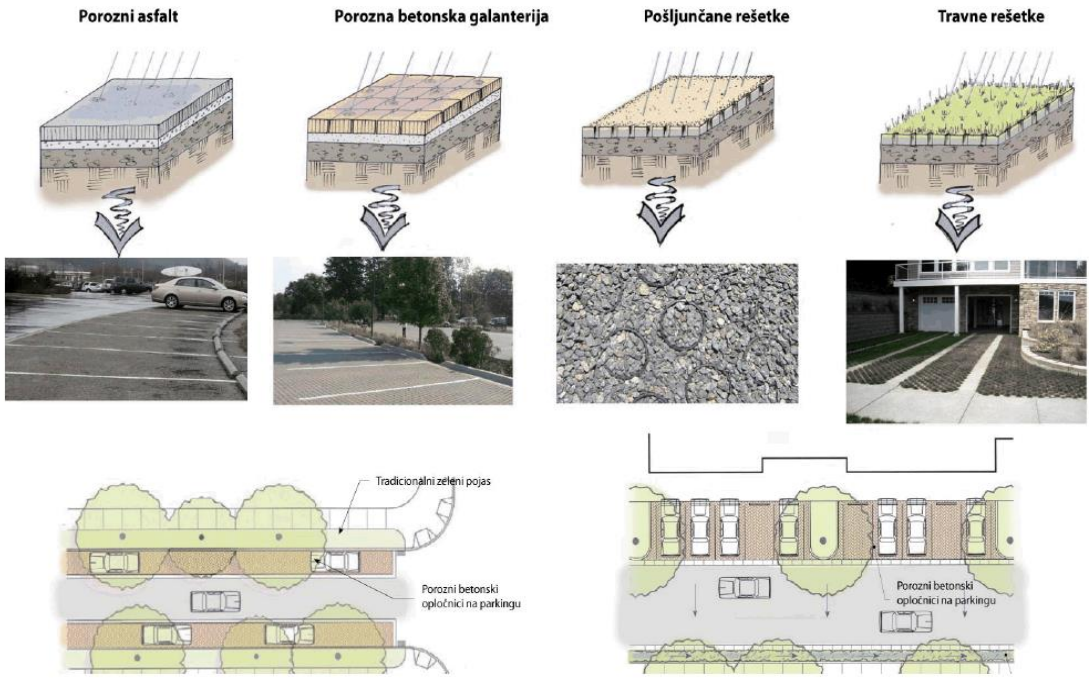
• integriracija kao oblik vodene motivacije u sadržajima unutar parka,

• izvođenje infiltracijskih ili filtracijskih sustava/objekata ispod piknik zona, parkirališta, igrališta i sl.,

• uključiti infiltracijske sustave u pojasu pored zaštitnih šuma, gdje njihova funkcija i ekološki integritet neće biti ugroženi,

Bioretencije ili kišni vrtovi kao varijacija su plitko iskopane površine, ozelenjene depresije sa kompleksnom vrtnom zemljem u čijem sastavu trebaju biti i komponente za filtraciju onečišćivača s prometnica, te odabrane vrste vegetacije kako trava tako i trajnica, grmlja i stablašica s filerskim svojstvima te da su otporne na prekomjernu vlagu u tlu u dugim vremenskim razdobljima i da posjeduju izdržljivost na dugotrajnu sušu i sl., uz ostale parkovne funkcije.

Propusni pločnik je varijacija opločenja završne podne konstrukcije u odnosu na tradicionalni kolnik koji koristi uglavnom nepropusne materijale.



Slika 11. Varijante propusnih pločnika

5. Rješenje odvodnje – integralni pristup

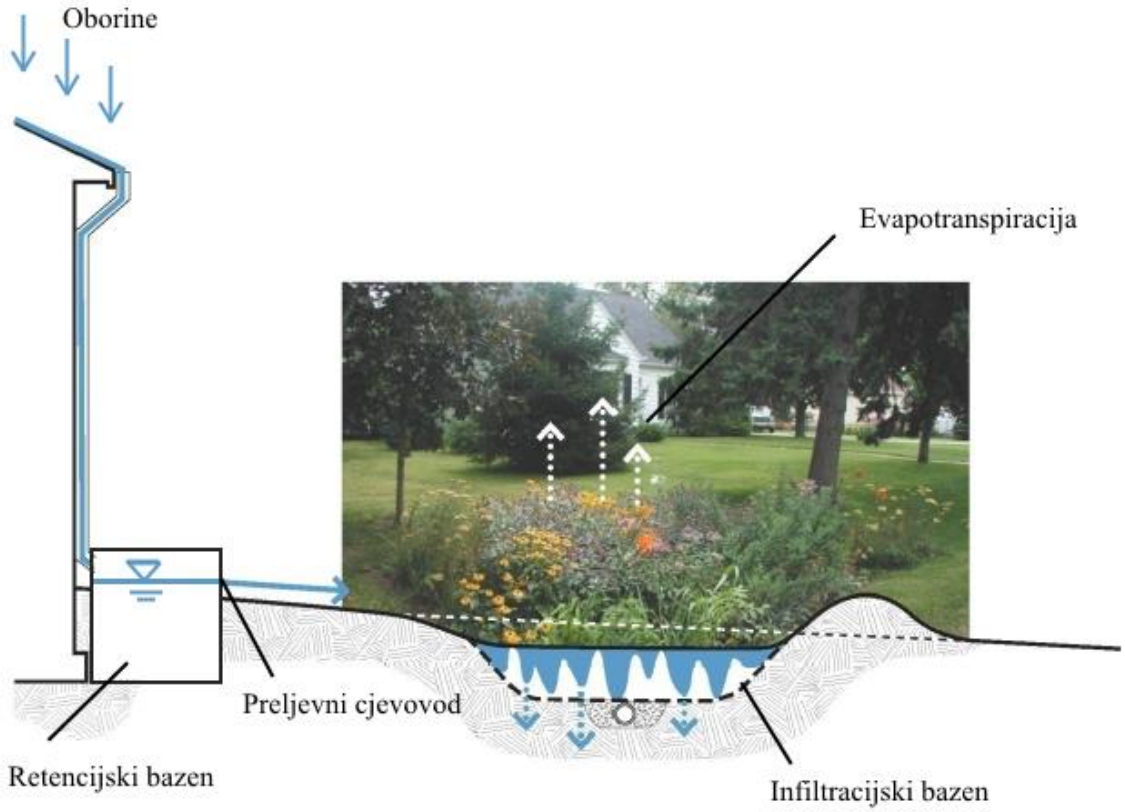
5.1. Krovne vode

Sve kuće u naselju će imati manji retencijski bazen gdje se sakuplja kišnica.

Kišnica koja dolazi s krova vodi se po cijevima za skupljanje tj. žljebovima do vertikalnih cijevi koje vode u glavni spremnik.

Kišnica se može upotrijebiti u različite svrhe (ispiranje zahoda, praonice rublja, čišćenje, pranje automobila, zalijevanje vrta)

Retencijski bazeni će imati preljev za otpust viška vode koja će infiltracijom otjecati u podzemlje.

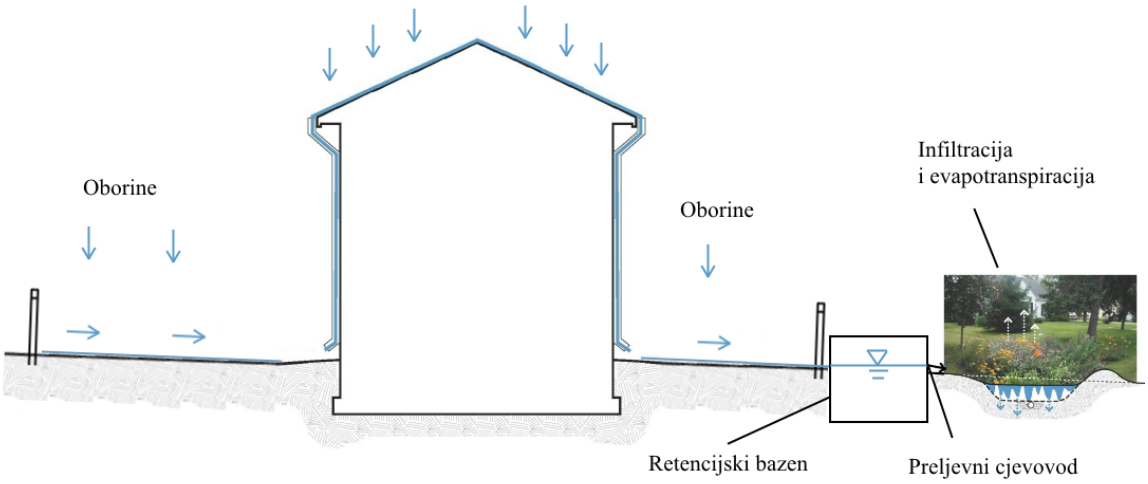


Slika 12. Prikaz odvodnje oborinskih voda sa krovišta kuća

5.2. Površinske vode okućnice

Oborinske vode okućnice se sakupljaju u retencijski bazen koji ima preljevni cjevovod za višak vode. Višak vode se infiltracijom vodi u podzemlje.

Ovim postupkom usporavamo, smanjujemo količine i iskorištavamo vode koje bi inače završile u kanalizacijsku mrežu ili na prometnice pored kuća.



Slika 13. Prikaz odvodnje oborinskih voda sa krovišta kuća i vodonepropusnog prostora oko kuće

Cilj je zbrinjavanje svih oborinskih voda u okolišu kuće s mogućnosti iskorištavanje istih u npr. svrhu navodnjavanja poljoprivrednih ili drugih zelenih površina.

5.3. Veće asfaltne površine – trgovi, parking površine

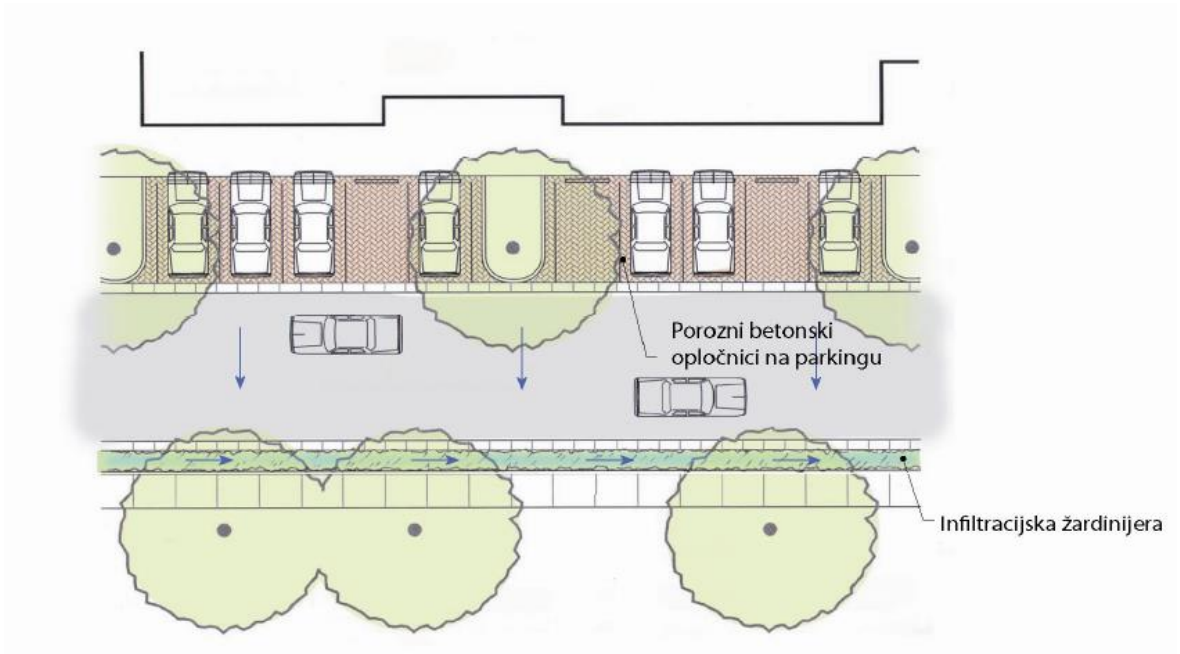
Preporuča se izvedba sustava odvodnje integralnos prometnicama, krajobraznim uređenjem i namjenom površina.

S bioretencijom, drenažnim kanalimai rovovima te s uređenim površinama.

Podne površine parkinga odpropusnih struktura.



Slika 14. Stanje na terenu (trg u naselju Brusje)



Slika 15. Prijedlog izvedbe integralne odvodnje na trgovima – parking površinama

5.4. Prometince

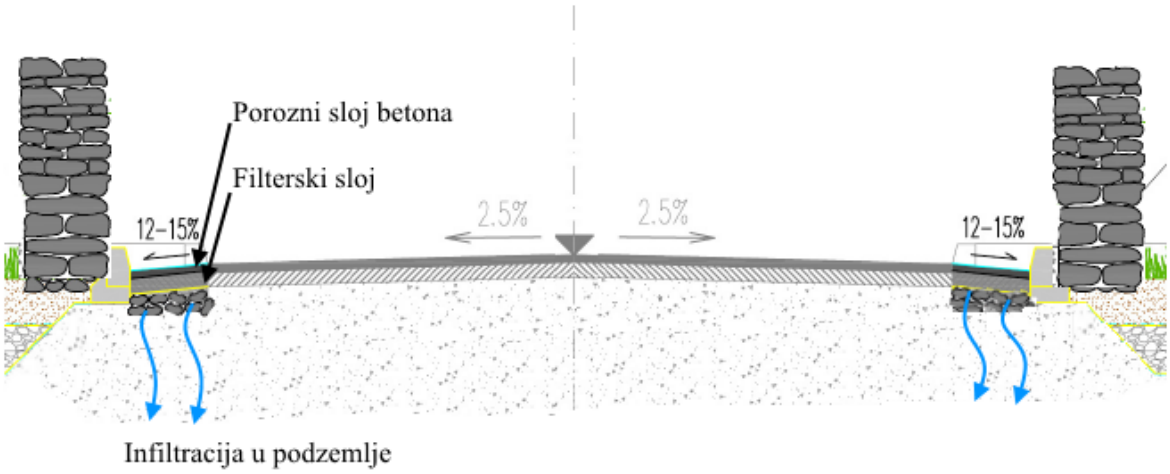
5.4.1. Sporedne i jednosmjerne ulice

U malim otočkim naseljima kao što je Brusje predvladavaju jednosmjerne ulice malih dimenzija. Takve ulice su često s obje strane okružene suho-zidovima, zidovima kuća i parcela, te na njima nema mjesta za infiltracijske jarke ili zelene površine koje mogu odvoditi oborinsku vodu s prometnice.

Na takvim mjestima možemo izgraditi prometnicu s propusnim asfaltima koji dopuštaju infiltraciju oborinske vode u podzemlje.



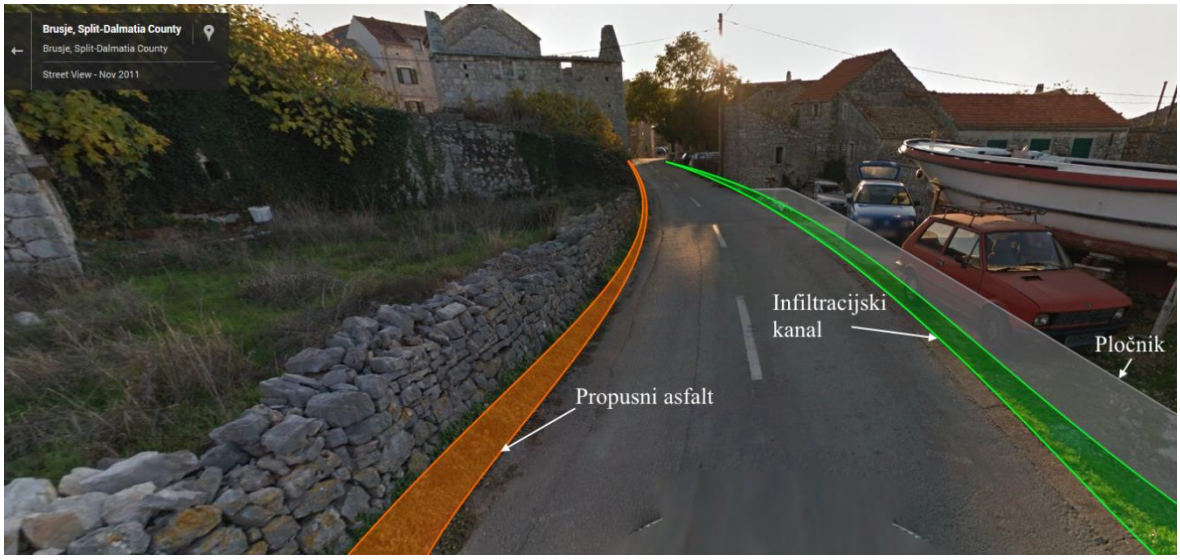
Slika 13. Stanje na terenu (jednosmjerna ulica u naselju Brusje)



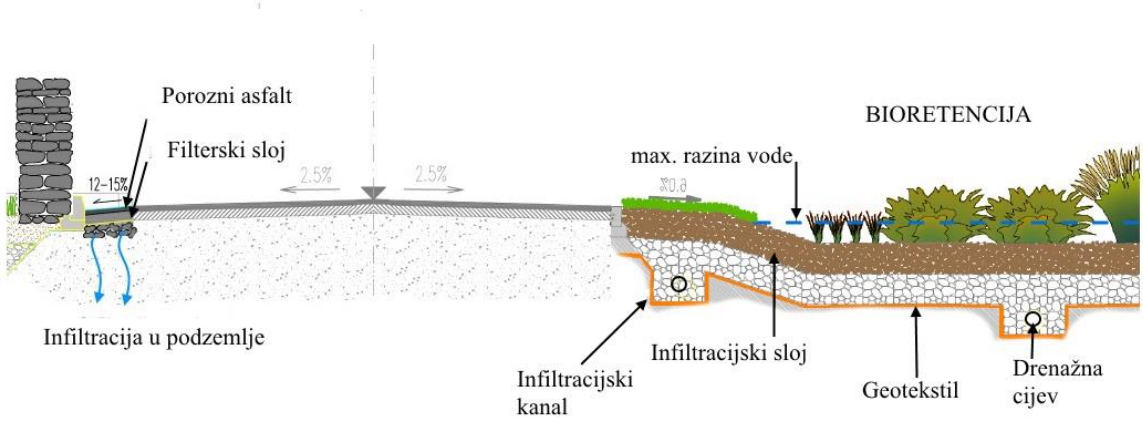
Slika 14. Prijedlog izvedbe integralne odvodnje u uskim ulicama

5.4.2. Glavne ulice

Na glavnim ulicama dospjevaju veće količine oborinske vode, stoga možemo kombinirati uporabu propusnog asfalta, infiltracijskih jaraka, travnih rešetki, manjih bioretencija i slično.



Slika 15. Stanje na terenu (glavna ulica u naselju Brusje)



Slika 16. Prijedlog izvedbe integralne odvodnje na glavnim ulicama

6. Rješenje odvodnje – Retencijski bazen

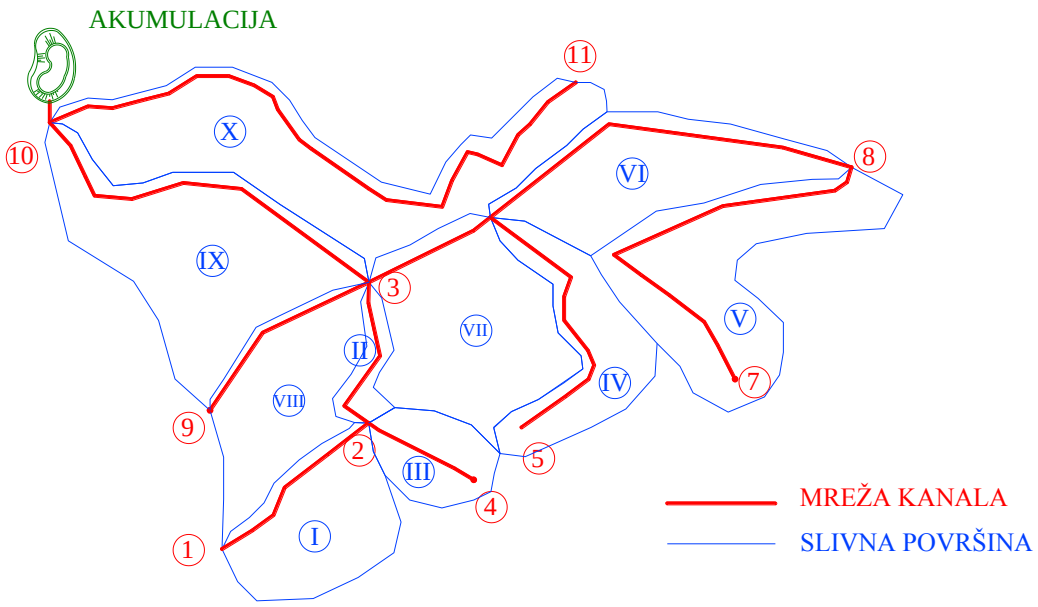
6.1. Suhi retencijski bazen

Postoji još jedna alternativa u kojoj se sve površinske vode odvode mrežom cijevi (kanala) odvode u akumulaciju radi korištenja. To je rješenje koje se primjenjuje u klasičnom konceptu odvodnje ili u dijelu sliva naselja gdje se integralni koncept ne može primjeniti.

Ovdje će se dimenzionirati retencija za slučaj da se koristi klasični sustav odvodnje i sve vode upuštamo u retenciju.

Suhi retencijski bazeni su izgrađeni bazeni za hvatanje, zadržavanje i postupno pražnjenje vode koja nastaje uslijed manjih oborina koje se češće javljaju. Učinci pročišćavanja postižu se jedino procesom taloženja i isplivavanja, a učinci su prilično dobri samo za određene vrste taloživih tvari. Koriste se za slijevne površine veće od 4 *ha*. Voda se u njima poslije kiša zadržava samo u kraćem razdoblju. Voda koja je tijekom zadržavanja djelomično pročišćena ispušta se iz bazena u prijamnike, ili se prepumpava u kanalizaciju radi odvođenja do uređaja za pročišćavanje. Ovi se bazeni mogu graditi u kombinaciji sa infiltracijskim bazenima. Na uređaj za pročišćavanje ili u prijamnik otječu samo velike vode, a sve manje vode se infiltriraju u podzemlje, čime se povećava učinkovitost zadržavanja vode i pročišćavanja.

Shema: Oborinska mreža cijevi – akumulacija



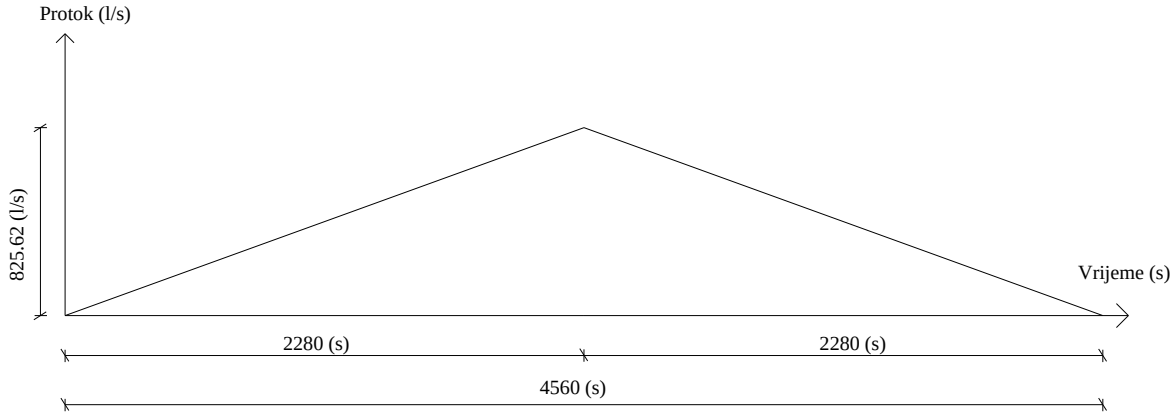
6.2. Dimenzioniranje volumena retencijskog bazena (racionalna metoda)

Vršni protok:

$$Q_{uk.kiš.} = 825{,}62\ l/s$$

Vrijeme otjecanja:

$$t_c = 38\ (min) = 2280\ (s)$$



Slika 17. Hidrogram otjecanja oborinske vode

Ukupni volumen pljuska:

$$V = Q \cdot t = 825{,}62 \cdot \frac{4560}{2} = 188241{,}36\ (l) = 1882{,}41\ (m^3)$$

Volumen retencije:

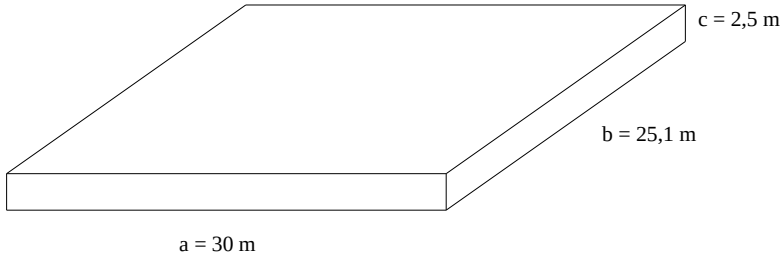
$V = a \cdot b \cdot c$ odabrano: $c = 2{,}5\ m$

$\frac{V}{2{,}5} = a \cdot b$ odabrano: $a = 30\ m$

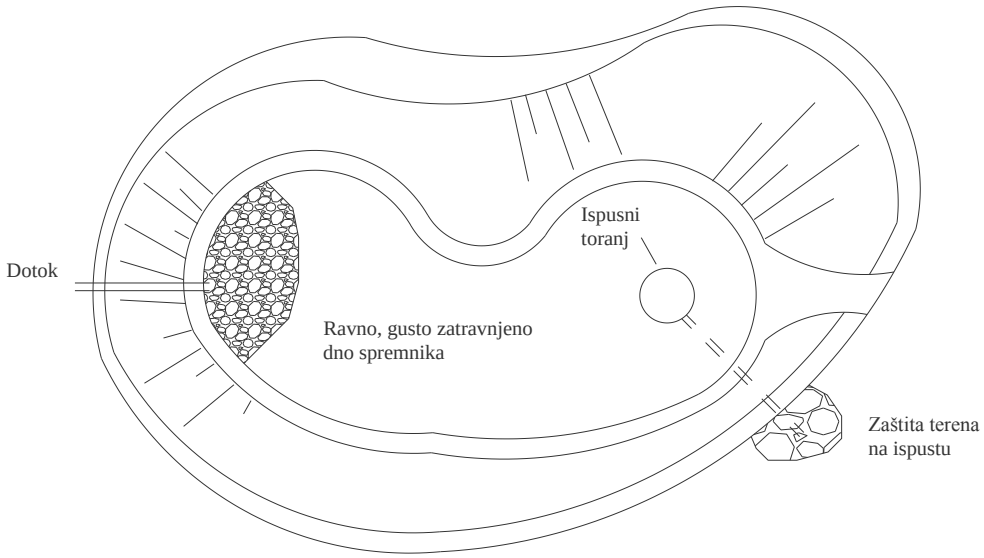
$b = 25{,}1\ m$

6.3. Retencija

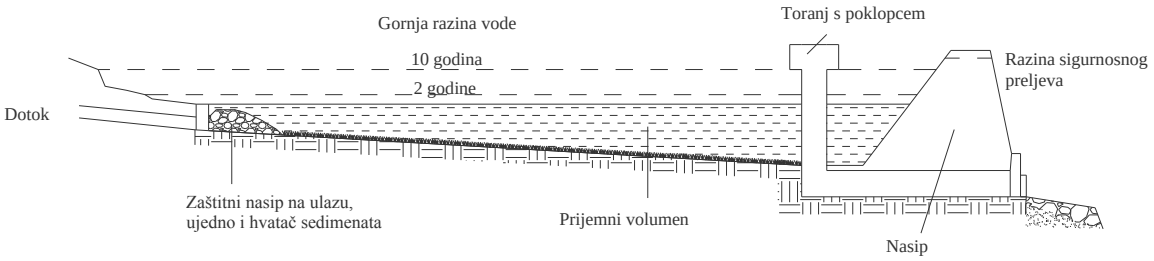
Odabrane dimenzije retencije:



TLOCRT



PRESJEK



7. Zaključak

Integralni koncept za naselja i područja kao što je Brusje na otoku Hvaru je moguć i poželjan za izvođenje.

Prednosti uvođenja integralnog koncepta:

- Cijena
- Jednostavno održavanje
- Uređenje okoliša
- Iskorištavanje oborinskih voda

Mane ovakvog sustava odvodnje možemo naći eventualno u sredinama s lokalno nepovoljnim terenom za infiltraciju koji zahtjeva veće iskope upojnih kanala. U području naselja Brusje nema takvih problema jer se nalazi na krškom terenu koji ima velike infiltracijske mogućnosti.

Integralni koncept je posebno povoljan u sredinama koje nemaju zagađene površinske vode kao što je to Brusje. Te površinske vode se lako mogu sakupiti, pročistiti, te dalje koristiti u različite svrhe.

8. Grafički prilozi

8.1. Situacija oborinske mreže klasičnog sustava odvodnje površinskih voda

8.2. Situacija oborinske mreže – Rješenje integralnog sustava odvodnje

Literatura:

http://www.hvar.hr/portal/wp-content/uploads/UPU1_Brusje_Obrazlozenje_PP2.pdf

http://e-gfos.gfos.hr/index.php/arhiva/broj-7/clanak-8-sperac-kaluder-sreng

http://www.pula.hr/fileadmin/sadrzaji/dokumenti/Sjednice_GV_2009-2013/19._sjednica_GV/Sustav__odvodnje_oborinskih_voda.pdf

http://klima.hr/klima_arhiva.php

Jure Margeta, Kanalizacija naselja, 2009