

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA KRAJINSKO ARHITEKTURO

Mateja ZALOŽNIK

**PADAVINSKA VODA KOT DEJAVNIK OBLIKOVANJA
STANOVANJSKE KRAJINE
NA PRIMERU SOSESKE BS7**

DIPLOMSKO DELO

Univerzitetni študij

Ljubljana 2013

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA KRAJINSKO ARHITEKTURO

Mateja ZALOŽNIK

**PADAVINSKA VODA KOT DEJAVNIK OBLIKOVANJA STANOVANJSKE KRAJINE
NA PRIMERU SOSESKE BS7**

DIPLOMSKO DELO
Univerzitetni študij

**RAINWATER AS A FACTOR OF RESIDENTIAL LANDSCAPE DESIGN ON A CASE
STUDY OF THE NEIGHBOURHOOD BS7**

GRADUATION THESIS
University studies

Ljubljana, 2013

Diplomsko delo je zaključek univerzitetnega študija krajinske arhitekture.

Študijska komisija Oddelka za krajinsko arhitekturo je za mentorja diplomskega dela imenovala prof. dr. Ano Kučan in za somentorja prof. dr. Borisa Kompareja.

Komisija za oceno in zagovor:

- Predsednik: prof. dr. Davorin GAZVODA
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta,
Oddelek za krajinsko arhitekturo
- Član: prof. dr. Ana KUČAN
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta,
Oddelek za krajinsko arhitekturo
- Član: prof. dr. Boris KOMPARE
Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo
- Član: prof.dr. Nadja ZGONIK
Univerza v Ljubljani, Akademija za likovno umetnost in oblikovanje

Datum zagovora:

Naloga je rezultat lastnega raziskovalnega dela. Podpisana se strinjam z objavo svojega diplomskega dela na spletni strani Digitalne knjižnice. Izjavljam, da je delo, ki sem ga oddala v elektronski obliki, identično tiskani verziji.

Mateja Založnik

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD	Dn
DK	UDK 712.5: 711.581: 556.12 (043.2)
KG	Krajinska arhitektura/ oblikovanje krajine/ padavinska voda/ deževnica/ stanovanjske soseske/ Ljubljana/ vzdržna odvodnja/ vodni motivi/ padavinska veriga
AV	ZALOŽNIK, Mateja
SA	KUČAN, Ana (mentorica), KOMPARE, Boris (somentor)
KZ	SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
ZA	Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za krajinsko arhitekturo
LI	2013
IN	PADAVINSKA VODA KOT DEJAVNIK OBLIKOVANJA STANOVANJSKE KRAJINE NA PRIMERU SOSESKE BS7
TD	Diplomsko delo (univerzitetni študij)
OP	XI, 84, [7] str., 8 pregl., 92 sl. 7 pril., 73 vir.
IJ	sl
JI	sl/en
AI	Z diplomskim delom predstavljam problematiko neizkoriščenega potenciala padavinske vode pri oblikovanju javnih prostorov stanovanjskih krajin. V prvem delu ugotavljam vlogo vodnih motivov v bivalnih krajinah. S pomočjo strokovne literature, internetnih virov ter slikovnega in grafičnega gradiva je opisan oblikovalski potencial vode in razlogi za uporabo vodnih motivov v bivalnih krajinah. Z zgodovinskim pregledom so prepoznani koristni učinke vode kot motiva, ki so skupne vsem kulturam vse do danes. Pojavne oblike vodnih motivov so ločene po skupinah, hkrati pa so opredeljene lastnosti vode, pomembne pri oblikovanju motivov in bivalnega okolja ter delu z vodo. V nadaljevanju predstavim okoljsko problematiko klasičnega načina odvodnjavanja in nove celovitejše pristope oblikovanja. Ti, poleg zapadle količine padavinske vode, skušajo upoštevati še njeno kakovost. Iz padavinske vode skušajo napraviti vodni motiv ali drug prostorski element, ki razveseljuje ljudi na vsakodnevni ravni. Ideje so podprte s slikovnim gradivom že izvedenih projektov. Na konkretni lokaciji stanovanjske soseske Ruski car BS7, preko analiz in inventarizacije prostora, predstavim predlog prenove trga Glinškove ploščadi ter osrednje parkovne površine z uporabo padavinske vode. V izogib poplavni nevarnosti so v zaključnem delu predstavljeni še kontrolni izračuni o zapadli količini padavin za različne povratne dobe.

KEY WORDS DOCUMENTATION

DN Dn
 DC UDC 712.5: 711.581: 556.12 (043.2)
 CX Landscape architecture/ landscape design/ rainwater/ residential areas/ Ljubljana/ sustainable drainage/ water features/ stormwater chain concept
 AU ZALOŽNIK, Mateja
 AA KUČAN, Ana (supervisor), KOMPARE, Boris (co-supervisor)
 PP SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
 PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Landscape Architecture
 PY 2013
 TI RAINWATER AS A FACTOR OF RESIDENTIAL LANDSCAPE DESIGN ON A CASE STUDY OF THE NEIGHBOURHOOD BS7
 DT Graduation Thesis (University studies)
 NO XI, 84, [7] p., 8 tab., 92 fig., 7 ann., 73 ref.
 LA sl
 AL sl/en
 AB My thesis seeks to examine the issue of unused potential of rainwater in landscaping of public spaces in residential landscapes. In the first part I establish the role of water features in residential landscapes. Firstly I describe the design potential of water and the reasons for the use of water features in residential landscapes with the help of technical reference books, Internet, visual and graphic resources. Continuing with an historical overview I show how beneficial water features have been in different cultures up to the present time. I divide different water features into groups and define the characteristics of water that are important for designing water features in residential landscapes and working with water. Then I focus on conventional ways of drainage systems. I also discuss newer, more sustainable solutions, which implement the water into everyday space as amenity and take into consideration the quality of water not only the quantity. All the ideas are supported with graphic materials of past projects. I have used Glinškova ploščad and central park area of the neighbourhood BS7 as a case study. Based on analysis I have identified problems and put forward a scheme for its renovation. To avoid the risk of flooding I have included calculations about the quantity of rainfall for different time of the year.

KAZALO VSEBINE

	Ključna dokumentacijska informacija	str. III
	Key Words Documentation	IV
	Kazalo vsebine	V
	Kazalo preglednic	VII
	Kazalo slik	VIII
	Kazalo prilog	XI
1	UVOD	1
1.1	OPREDELITEV PROBLEMA	1
1.2	NAMEN IN CILJ NALOGE	2
1.3	METODE DELA	2
2	VLOGA VODE V STANOVANJSKI KRAJINI	3
2.1	OBLIKOVNE LASTNOSTI VODE IN POJAVNE OBLIKE VODNIH MOTIVOV	3
2.2	ČUTNA IZKUŠNJA VODE	5
2.2.1	Estetska vloga	5
2.2.2	Taktilna in zvočna izkušnja	6
2.3	ZNAČAJ PROSTORA	6
2.4	SIMBOLNO SPOROČILO	7
2.5	ZGODOVINSKI PREGLED RABE VODE V BIVALNIH KRAJINAH	7
2.5.1	Prve visoke civilizacije (Egipt)	7
2.5.2	Stara Grčija in Rim	8
2.5.3	Srednji vek	9
2.5.4	Renesansa in barok	10
2.5.5	Krajinsko gibanje	11
2.5.6	Islamska tradicija	11
2.5.7	Daljni vzhod	12
2.5.8	20. stoletje	14
3	RAZVOJ ODVODNJE V STANOVANJSKIH KRAJINAH	15
3.1	VPLIV URBANIZACIJE	15
3.1.1	Sodobni načini vzdržne odvodnje	17
3.1.2	Programi in strategije	20
4	KONCEPT PADAVINSKE VERIGE	21
4.1	OPIS POSAMEZNIH ČLENOV VERIGE	23
4.1.1	Zelene strehe	23
4.1.1.1	Ekstenzivno ozelenjevanje	23
4.1.2	Prepustni tlaki	24
4.1.3	Zasajeni zabojniki	24
4.1.3.1	Zadrževalni zabojniki	25
4.1.3.2	Pretočni zabojniki	25
4.1.3.3	Ponikovalni zabojniki	25

24.1.4	Odpri kanali	26
4.1.5	Rastlinske čistilne naprave	28
4.1.6	Zasajeni kanali	28
4.1.7	Retencijski bazeni/ mokri zadrževalniki	29
4.1.8	Ponikovalne kotanje/ suhi zadrževalniki	30
4.2	PREGLED POSAMEZNIH ČLENOV GLEDE NA TEHNIKE IN ZAhteVE	31
5	ANALIZA STANOVANJSKE SOSESKE RUSKI CAR BS7 Z VIDIKA URBANE ODVODNJE	33
5.1	LEGA SOSESKE	33
5.2	URBANISTIČNA ZASNOVA SOSESKE	34
5.2.1	Poselitvena struktura	36
5.2.2	Prometno funkcionalna shema	39
5.2.3	Odperte nepozidane površine	40
5.2.4	Obstoječi način odvodnjavanja	44
5.3	PROSTORSKE DANOSTI	46
5.3.1	Relief	46
5.3.2	Vrsta tal in podtalnica	46
5.3.3	Vodna bilanca	47
5.4	POTREBE PREBIVALCEV	49
6	PREOBLIKOVANJE OBSTOJEČEGA PROSTORA SOSESKE	50
6.1	DOLOČITEV OŽJEGA OBMOČJA UREJANJA	50
6.2	OSNOVNI KONCEPT PROGRAMSKE IN OBLIKOVNE ZASNOVE	52
6.2.1	Trg Glinškove ploščadi	52
6.2.2	Osrednja parkovna površina	54
6.3	SHEMA ODVODNJAVANJA	56
6.4	TLORISNA ZASNOVA UREDITVE	58
6.5	PREREZI S SISTEMOM ODVODNJAVANJA	62
6.6	PROSTORSKI PRIKAZI	66
6.6.1	Trg Glinškove ploščadi	66
6.6.2	Osrednja parkovna površina	69
7	IZRAČUN KOLIČINE PADAVIN in PREVERITEV POPLAVNE VARNOSTI	72
7.1	DOLOČITEV PRISPEVNEGA OBMOČJA	72
7.2	ZADRŽEVALNE KAPACITETE NOVE ZASNOVE	74
7.3	IZRAČUN KOLIČINE PADAVIN S POTREBNIM ODTOKOM	74
7.3.1	Primer izračuna	75
7.3.2	Izračun potrebnega odtoka padavin	76
8	RAZPRAVA	77
9	POVZETEK	78
10	VIRI	79
10.1	CITIRANI VIRI	79
10.2	DRUGI VIRI	83

ZAHVALA
PRILOGE

KAZALO PREGLEDNIC

	str.
Preglednica 1: Izrazi za vzdržno upravljanje s padavinsko vodo po svetu (Hoyer in sod., 2011)	20
Preglednica 2: Pregled posameznih členov padavinske verige glede na tehniko obravnave padavinske vode (Dunnet in Clayden, 2007)	31
Preglednica 3: Primernost posameznih členov padavinske verige glede na prostorske omejitve (Stormwater solutions handbook, 2012)	32
Preglednica 4: Relativna namestitev posameznih členov padavinske verige v odnosu do zgradb oziroma grajenega območja (Stormwater solutions handbook, 2012)	32
Preglednica 5: Količina letnih zapadlih padavin v milimetrih na merilni postaji Ljubljana-Bežigrad v letih od 2001-2011 (Skupne letne..., 2012)	47
Preglednica 6: Povprečne skupne mesečne padavine v milimetrih na merilni postaji Ljubljana-Bežigrad v letih 2001-2010 (Vlažnost..., 2012)	47
Preglednica 7: Odtočni koeficienti za razne vrste površin (Kolar, 1983)	75
Preglednica 8: Delež odvedene vode v kanalizacijski sistem v primeru 50- in 100- letnih padavin glede na trajanje naliva	76

KAZALO SLIK

	str.
Slika 1: Vizualni učinki stoječe vode: a) vodno zrcalo, b) okno, c) tekstura d) aktivator (Chaix, 1998)	3
Slika 2: Vizualni učinki padajoče vode in vode v strugi (Chaix, 1998).....	4
Slika 3: Vizualni učinki vodnih kaskad in razpršilcev (Chaix, 1998)	4
Slika 4: Sprememba turbulentnosti toka glede na volumen in oblikovanost struge (Byron McCulley in Halprin, 1976)	5
Slika 5: Taktilna in zvočna izkušnja vode (Dreiseitl in Dieter, 2001)	6
Slika 6: Vodni motiv kot meja med različnimi rabami prostora (Bronx Bohemian, 2013)	6
Slika 7: arhetipski značaj vode (When a photo..., 2013; Snow... 2012; Rainstrom destroys..., 2012)	7
Slika 8: Egipčanska zasnova vrta iz 14 stoletja. pr. n. št. (Ogrin, 1993)	8
Slika 9: Nimfej v Miletu kot javna fontana in pomenljiva fasada (Le site d'Olympie..., 2011)	8
Slika 10: Primer atrijske hiše z impluvijem in osrednjim peristilnim vrtom (Domus italica..., 2012)	9
Slika 11: Impluvij v hiši Vetijcev v Pompejih (House of the Vetti..., 2012)	9
Slika 12: Množica pojavnih oblik vode v Vili d'Este (Tivoli Gardens..., 2012;; Villa d'Este...2012).....	10
Slika 13: Preoblikovana arkadijska krajina Stowa v Angliji (Ogrin, 1993)	11
Slika 14: Dvorišče pomarančevcev (<i>Patio de los naranjos</i>) v notranjosti Sevillske katedrale (Capture..., 2012; La catedral..., 2012)	11
Slika 15: Tlorisna zasnova islamskega vrta v Iranu z motivom čahar bag (Inventory of..., 2013)	12
Slika 16: Tlorisna zasnova Vrta neumnih uradnikov v Suzhou (Ogrin, 1993)	13
Slika 17: Zhuo Zheng Yuan, Vrt neumnih uradnikov v Suzhou (Humble...2006; Jardin..., 2013	13
Slika 18: Primera suhega vrta v Kyotu: Ryōan-ji in Daisen (Japanese rock garden..., 2013)	13
Slika 19: Halprinova dela: Kellerjeva plaza in Lovejoy plaza v Portlandu (Ira Keller...2008; Deep Portland..., 2008).....	14
Slika 20: Tannerjev vodnjak Petra Walkerja (Vard, 2008)	14
Slika 21: Shema globalnega kroženja vode (The natural water cycle..., 2012	15
Slika 22: Gibanje padavinske vode na netlakovanih in tlakovanih površinah (Water balance of..., 2011)	16
Slika 23: Posledica neprepustnih površin na okolje (The natural water cycle, 2011).....	16
Slika 24: Kroženje vode v naravnih sistemih, v urbanih območjih brez vzdržnega upravljanja in z vzdržnim upravljanjem padavinske vode (Hoyer in sod., 2011)	17
Slika 25: Vrsteni red ukrepov pri vzdržnem načinu decentralizirane urbane odvodnje (Babič, 2005)	19
Slika 26: Shema razvoja sistema vzdržne urbane odvodnje v t.i. trikotniku urbane odvodnje (CIRIA, 2001, cit. po Echols in Pennypacker, 2008).....	21
Slika 27: Pozitivne vrednosti odprte odvodnje (Stahre, 2006, cit. po Echols in Pennypacker, 2008).....	21
Slika 28: Primer vključitve padavinske verige v tipično javno bivalno območje (Dunnet in Clayden, 2007)	22
Slika 29: Primer vključitve padavinske verige v območje poslovne dejavnosti (Dunnet in Clayden, 2007).....	22

Slika 30: Ekstenzivno ozelenjena streha (Stormwater solutions Handbook, 2012)	23
Slika 31: Nekatere oblike neprepustnih tlakov: tlakovci, granitne kocke in mreža iz travne ruše (Stormwater solution handbook, 2012; Calçada portuguesa..., 2010).....	24
Slika 32: Zadrževalni zabojnik (Stormwater solutions handbook, 2012)	25
Slika 33: Pretočni zabojnik (Stormwater solutions handbook 2012)	25
Slika 34: Ponikovalni zabojnik (Stormwater solutions handbook, 2012)	25
Slika 35: Oblike zasajenih zabojnikov v Portlandu, ZDA (Stormwater solutions handbook, 2012)	26
Slika 36: Poljubne oblike odprtih kanalov (Dunnet, Clayden, 2007).....	26
Slika 37: Odprti kanali mesta Freiburg v Nemčiji (Eberlin..., 2013; Bächle ..., 2011).....	27
Slika 38: Odprti kanali mesta Banyoles v Španiji (Sidewalk and..., 2010; GRN Banyoles..., 2013)	27
Slika 39: Rastlinska čistilna naprava s površinskim odtokom	28
Slika 40: Zasajeni vegetacijski kanali (Stormwater solutions handbook, 2012)	29
Slika 41: Primeri vegetacijskih kanalov na Švedskem in ZDA (Dunnet in Clayden, 2007; Brumbaugh, 2005)	29
Slika 42: Primer retencijskega bazena v Augustenborgu, Malmö na Švedskem (Augustenborg..., 2013)	30
Slika 43: Primer peščene ponikovalne kotanje na Švedskem (Dunnet in Clayden, 2007).....	30
Slika 44: Zasajeni ponikovalni bazen oziroma deževni vrt (Stormwater solutions handbook, 2012)	30
Slika 45: Park Camillo Tarello v Brescii, Italija (Camillo..., 2013)	31
Slika 46: Lega soseske na hidrološkem območju Ljubljanskega polja (po Rejc Brancelj, 2005)	33
Slika 47: Panoramski pogled na sosesko iz JV, v ozadju pogled na Šmarno Goro in Kamniško-Savinjske Alpe (Še Ruski car, 2006).....	34
Slika 48: Značilni prerezi ulic soseske V-Z (Draksler, 2009)	34
Slika 49: Značilni prerezi ulic soseske S –J (Draksler, 2009)	34
Slika 50: Digitalni ortofoto posnetek območja soseske (Urbinfo..., 2012)	35
Slika 51: Shematski prikaz gostote zazidave z imeni glavnih ulic soseske	37
Slika 52: Vrste objektov in dejavnosti v soseski	38
Slika 53: Motoriziran promet in obstoječi sistem parkiranja	39
Slika 54: Osrednji del parkovne površine.....	40
Slika 55: Prosto razpršena igrala v zahodnem delu parka.....	41
Slika 56: Otroška igrala v poglobljeni kotanji ob Mucherjevi ulici	41
Slika 57: Bratovševa ploščad: drevesni otok z zelenicami nad podzemnimi garažami	42
Slika 58: Stanovanjski vrtovi na vzhodnem delu Bratovševe ploščadi	42
Slika 59: Stanovanjski vrtovi v osrednjem delu Bratovševe ploščadi	42
Slika 60: Shema odprtih nepozidanih površin	43
Slika 61: Primeri obstoječega oblikovanja odprtih kanalov oziroma »muld« v soseski Ruski car BS7	44
Slika 62: Shema obstoječega komunalnega omrežja (Urbinfo..., 2012).....	45
Slika 63: Modulacija terena osrednje parkovne površine.....	46

Slika 64: Hidrogeološki prerez Ljubljanskega polja (Bračič in in sod., 2005)	46
Slika 65: Mesečna količina padavin in evapotranspiracije v mm v Ljubljani za Bežigradom v obdobju 1961-1990 (cit. po Andjelov in sod., 2005)	47
Slika 66: Mesečna vodna bilanca v mm v Ljubljani za Bežigradom v obdobju 1961-1990 (cit. po Andjelov in sod., 2005)	48
Slika 67: Pomanjkanje parkirnih mest v soseski BS7	49
Slika 68: Prehoden značaj Bratovševe ploščadi	49
Slika 69: Potencialno primerne lokacije preurejanja prostora	51
Slika 70: Značilni vzorci tlaka in zelenih površin obstoječe zasnove	52
Slika 71: Razvoj programske in oblikovalske zasnove na trgu Glinškove ploščadi.....	53
Slika 72: Tipološki prikaz podzemne garaže s polnimi klančinami, brez izgube prostora s 6% naklonom ali manj (Neufert P. in E., 2006)	53
Slika 73: Shematski prikaz umestitve podzemne garaže na trg Glinškove ploščadi	54
Slika 74: Razvoj koncepta idejne zasnove v osrednji parkovni površini	55
Slika 75: Shema odvodnjavanja s povezavo na obstoječe kanalizacijsko omrežje	57
Slika 76: Pregledni tloris idejne zasnove (M 1:750)	58
Slika 77: Tloris preureditve trga Glinškove ploščadi (M 1:250)	59
Slika 78: Tloris preureditve osrednjega dela parka (M 1:250).....	60
Slika 79: Tloris preureditve južnega dela parka (M 1:250).....	61
Slika 80: Prerez A in B (M 1:100).....	62
Slika 81: Prerez C in D (M 1:100)	63
Slika 82: Prereza E in F (M 1:100)	64
Slika 83: Prereza G in H (M 1:100)	65
Slika 84: Pogled na trg Glinškove ploščadi z ureditvijo nad in ob novi podzemni garaži	66
Slika 85: Prostor za rolkarje na strehi podzemne garaže.....	67
Slika 86: Pogled na streho garažo s SZ dela trga	68
Slika 87: Pogled na vhod v park po kratkotrajnem deževju	69
Slika 88: Pogled na vhod v park ob dolgotrajnem deževju	70
Slika 89: Ponikovalna kotanja po kratkotrajnem deževju	70
Slika 90: Ponikovalna kotanja po obilnejšem deževju.....	71
Slika 91: Meje prispevnih območij z zelenimi površinami (M 1: 1000)	73
Slika 92: Shematizacija posameznih vodnih teles za izračun volumskih kapacitet.....	74

KAZALO PRILOG

Priloga A1: Površine za izračun volumskih kapacitet na trgu Glinškove ploščadi (M 1:200)

Priloga A2: Površine za izračun volumskih kapacitet v osrednji parkovni površini 1 (M 1:200)

Priloga A3: Površine za izračun volumskih kapacitet v osrednji parkovni površini 2 (M 1:200)

Priloga B1: Volumske kapacitete na trgu Glinškove ploščadi

Priloga B2: Volumske kapacitete v osrednji parkovni površini

Priloga C: Izračuni volumna zbranih padavin s 25-, 50- in 100-letno povratno dobo za različna trajanja

Priloga D: Povratne dobe za ekstremne padavine po Gumbelovi metodi (ARSO, 2009)

1 UVOD

Povzeto po Ogrinu (1993) voda poleg rastlinja, zemljišča in kamenja, predstavlja enega izmed osnovnih gradnikov krajinskega oblikovanja. Pogled v zgodovino kaže, da je človek vedno sledil vodi. Prve visoke civilizacije so nastale ob porečjih velikih rodovitnih rek. Kvalitete in prvine vode je človek kmalu prenesel v svoje vrtove, v katerih je voda služila namakalnemu sistemu kot nujna prvina za uspevanje in pridelavo hrane. Preko uporabe vode kot pogoja za gojitveno dejavnost pa je človek postopoma spoznaval še druge blagodejne učinke, s čimer je bila voda sčasoma povzdignjena v vrtni motiv, okrog katerega se razvrščajo druge prvine.

Različne civilizacije so vodo uporabljale na način, ki je sovpadal s klimatskimi, topografskimi in kulturnimi okoliščinam. Zaradi svoje neukrotljive narave, mnogih obrazov in nujnosti je voda vedno predstavljala eno izmed osnovnih sredstev za pripisovanje simbolnih pomenov. Kot opisuje Wylson (1986), »voda ne zagotavlja zgolj osnove za človekov obstoj in nenehen boj za zagotovitev njene rabe, temveč je tudi vir metafizične simbolike, estetskega užitka in terapevtske vrednosti.«

Vprašanje, ki se nam poraja je, kako vodo, kot na primer najprivlačnejši element otroške igre, ustvarjalca vzdrušja, pomembnega zvočnega elementa in vizualne prvine, optimalno uporabimo in umestimo v svojem bivalnem okolju danes. »Način, na katerega obravnavamo vodo v bivalni krajini, pogosto stremi k obravnavi vode kot individualnega elementa. Izraz vodni element (ang. *water feature*) prinaša idejo izolirane komponente, čeprav je pravzaprav vsa voda del večjega sistema« (Dunnett in Clayden, 2007). Tako najpogostejše vodo najdemo le še v zaključnih točkah sistema, kjer zavzema prostor porabe, bodisi v kuhinji, kopalnici ali nakupovalnem središču. Pravo ozadje in življenjski krog, ki se gibljeta skozi vodo, pa največkrat ostajata zakrita.

Enega izmed neizkoriščenih potencialov pri oblikovanju bivalnih krajin zagotovo predstavlja uporaba padavinske vode, kar skuša v nadaljevanju predstaviti tudi sledeče diplomsko delo. S preoblikovanjem prostora stanovanjske soseske Ruski car BS7 opozarjam predvsem na možno uporabo padavinske vode v stanovanjskih soseskah, v katerih je delež tlakovanih površin in streh največji. Pri tem se osredotočam na uporabo vode pri oblikovanju javnih površin. Te namreč v urbaniziranih, gosto naseljenih območjih, v katerih danes živi vse večji del populacije, pogosto predstavljajo tudi edini stik s krajino v svoji bolj izvorni obliki.

1.1 OPREDELITEV PROBLEMA

Pomembnost vode kot vir in simbol življenja je nedvomna. Čeprav pokriva 2/3 zemeljske površine, le majhen delež sladke vode podpira vse kopensko življenje. Tako smo z vodo kot esencialno prvino primorani ravnati vse bolj gospodarno in iskati najboljše načine njene izrabe. Kot navaja Breskvar (1997), »v povprečju porabimo okoli 140 litrov pitne vode na dan, poraba pa seže dnevno tudi do 300 litrov na osebo.« Poleg dejstva, da padavinska voda lahko v številnih primerih nadomesti uporabo pitne vode v gospodinjstvu, jo lahko gospodarnije izkoristimo tudi pri oblikovanju bivalnih krajin.

Človek z urbaniziranjem krajine posega v naravno krožno pot vode, saj prekinja naravno regeneracijo podtalnih zalog z deževnico. Gradnja mest in cestnih omrežij povzročata vse večji delež neprepustnih površin, s katerih deževnica, ki ne more več doseči tal, prek kanalizacije odteka naravnost v reke in jezera. Deževnica je s tem za podtalnico izgubljena, nižanje nivoja talne vode pa je tudi pogost vzrok nepričakovanih vdorov zemlje, povečanega tveganja poplav in onesnaženja ob preobremenjenosti čistilnih naprav (Breskvar, 1997).

S kanaliziranjem padavinskega odтока zmanjšujemo tudi možnost toplotne izravnave in naravnega vlaženja zraka, pri čimer smo v manjšem merilu za blagodejne učinke vode, poleg flore in favne, prikrajšani tudi ljudje.

Pri oblikovanju prostora postaja vse pomembnejša optimalna izkoriščenost prostora in racionalizacija zasnov v ekonomskem smislu, zato izkoriščanje padavinske vode ponuja izziv za oblikovanje še bolj ekonomičnih ureditev.

Prostori oddiha, kot so parki in trgi, lahko predstavljajo odlično priložnost za uporabo padavinske vode na okolju odgovoren način. Poleg tega pa lahko voda kot element krajinske zasnove razveseljuje in izobražuje ljudi, ki uporabljajo te prostore na vsakodnevni ravni. Za uspešno uporabo padavinske vode v ta namen je potrebno poznavanje njenih lastnosti, kot tudi upoštevanje družbenih in naravnih danosti prostora.

1.2 NAMEN IN CILJ NALOGE

- Predstaviti vlogo vode in razloge za njeno uporabo v obliki vodnih motivov v bivalni krajini.
- Opozoriti na možno uporabo padavinske vode za oblikovanje bivalnih krajin.
- Raziskati in opredeliti možne načine uporabe deževnice v stanovanjskih soseskah .
- Na primeru preoblikovanja odprtih površin stanovanjske soseske BS7 Ruski car:
 - opozoriti na možno uporabo padavinske vode za oblikovanje javnih površin v stanovanjskih krajinah,
 - preveriti in uporabiti sodobna dognanja urbane odvodnje in upoštevati druge tehnične zahteve oblikovanja z vodo,
 - poudariti potencial različnih pojavnih oblik vode in izkoristiti spremenljivo naravo zasnove,
 - v okviru načrtovanja pokazati na možen prispevek oblikovanja s padavinsko vodo k izboljšanju bivalnega okolja.

1.3 METODE DELA

- Pregled strokovne literature, internetnih virov in grafičnega gradiva slovenskih in tujih avtorjev.
- Opis pojavnih oblik vode in njenih lastnosti, ki so pomembne pri oblikovanju z deževnico.
- Predstaviti vlogo vode in razloge za uporabo vodnih motivov v bivalni krajini, utemeljen z zgodovinskim pregledom.
- Predstaviti problematiko klasičnega načina odvodnje in raziskave sodobnejših načinov uporabe padavinske vode, ki pomenijo celovitejše oblikovanje bivalnih krajin.
- Analiza območja stanovanjske soseske BS7 Ruski car (relief, vodna bilanca, poselitvena struktura, obstoječi način odvodnjavanja, potrebe prebivalcev).
- Vrednotenje dejanskega stanja in opredelitev primernih ukrepov z novo programsko zasnovo in oblikovalskim konceptom.
- Izdelava florisa idejne zasnove, prerezov in podrobnejših prostorskih prikazov nove ureditve.

2 VLOGA VODE V STANOVANJSKI KRAJINI

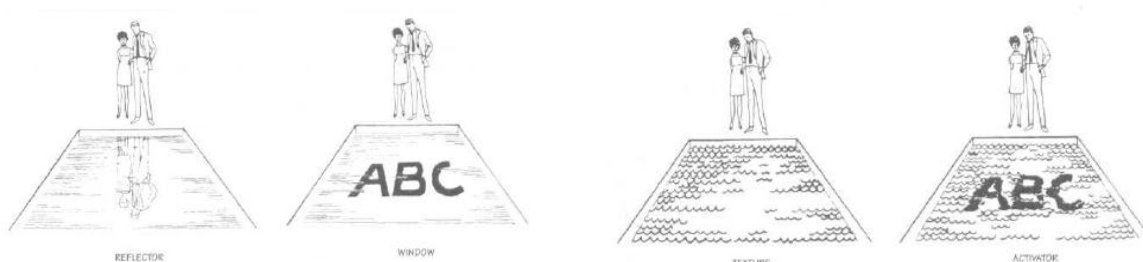
2.1 OBLIKOVNE LASTNOSTI VODE IN POJAVNE OBLIKE VODNIH MOTIVOV

Kot navajata Byron McCulley in Halprin (1976), je predpogoj za oblikovanje z vodo poznavanje njene narave, kaj vse lahko napravi in česa ne. Pri delu z njo poudarjata dve bistveni lastnosti, in sicer:

- da je voda v tekočem agregatnem stanju brez oblike in zato lahko prevzame zgolj obliko drugih sil,
- ter da je vedno zaznana v povezanosti z gravitacijo. Voda se namreč nikoli ne giblje sama po sebi, temveč je njena aktivnost posledična.

Zaradi naštetih lastnosti lahko voda v obliki vodnih motivov prevzame množico pojavnih oblik. Chaix (1998) v povezavi z zgoraj navedenimi lastnostmi deli vodne motive na **motive z mirujočo/ stoječo vodo**, kjer obliko vode določa oblika bazena¹ in **motive z gibajočo, tekočo vodo**, kjer se voda giblje pod vplivom gravitacije oziroma dodatnega zunanjega pritiska.

Kot prikazuje slika 1, lahko s stoječo vodo dosežemo različne vizualne učinke. Za doseg vodnega zrcala na primer, mora biti voda v bazenu temnejša od obdajajoče okolice, kar lahko dosežemo bodisi s temnejšo barvo dna oziroma robov, bodisi z uporabo kalne vode. Drugačen značaj pa ima jasna in čista voda, ki ponuja druge zanimive možnosti, kot so potopljeni elementi ter barvitost in teksturiranost dna. Tako lahko povzamemo, da so za vidno pojavnost stoječih vodnih motivov poleg oblikovanosti bazena pomembni še obdelava robov, teksturiranost in barva dna ter sama obarvanost oziroma čistoča vode.

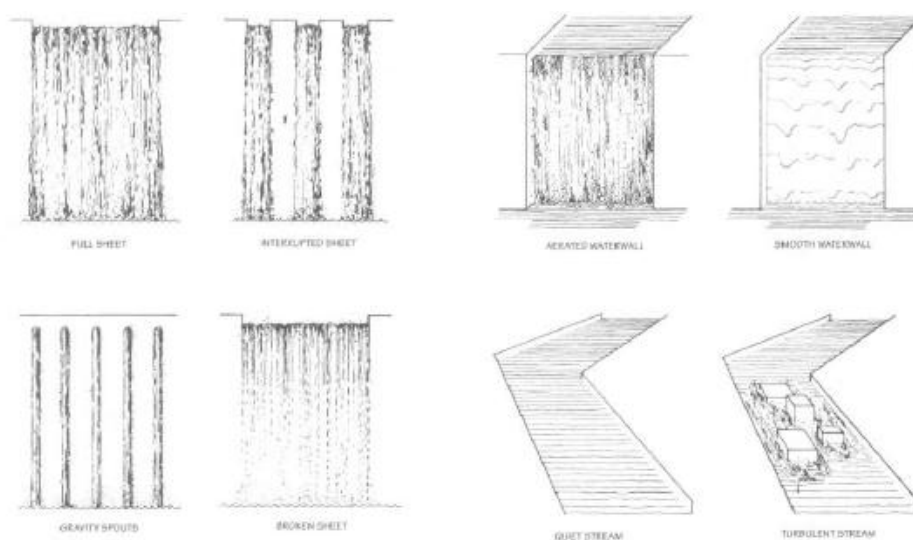


Slika 1: Vizualni učinki stoječe vode: a) vodno zrcalo, b) okno, c) tekstura d) aktivator (Chaix, 1998)

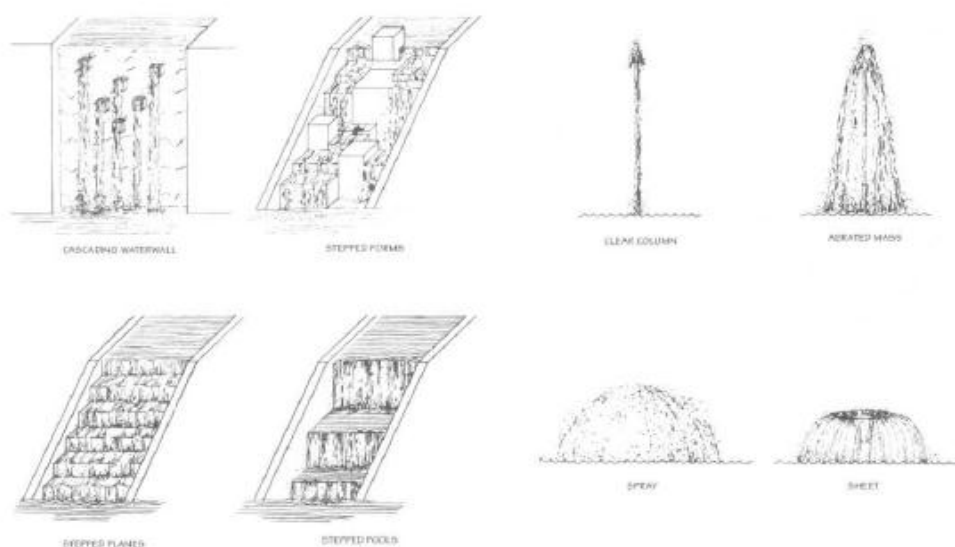
Tudi motivi s tekočo vodo ponujajo množico pojavnih oblik. Kadar voda pada vertikalno, izključno pod vplivom gravitacijske sile, oblikuje slap, medtem ko vodoravno usmerjen tok oblikuje strugo. Kadar je za gibanje vode uporabljen dodaten zunanji pritisk, dobimo raznovrstne oblike razpršene vode v obliki meglic, fontan in manjših številčnejših razpršilcev.

Za doseg vodnih kaskad pa je uporabljena kombinacija obeh, prosto padajoče vode in vode v toku. Tako je voda v določenem trenutku v neposrednem stiku s površino bazena, medtem ko se v naslednjem hipu giblje zgolj pod vplivom gravitacije. Uspešni izvedbi takšne vertikalne stene smo lahko priča v znamenitem Paley parku na 53. cesti v New Yorku, ki jo je leta 1967 izdelal krajinsko arhitekturni biro Zion & Breen (Johnson, 1991)

¹ v izvorni angleški literaturi se za to uporablja izraz *container*, ki bi ga v slovenščino lahko prevedli tudi kot posoda, zaboj, sod, rezervoar ali embalaža.



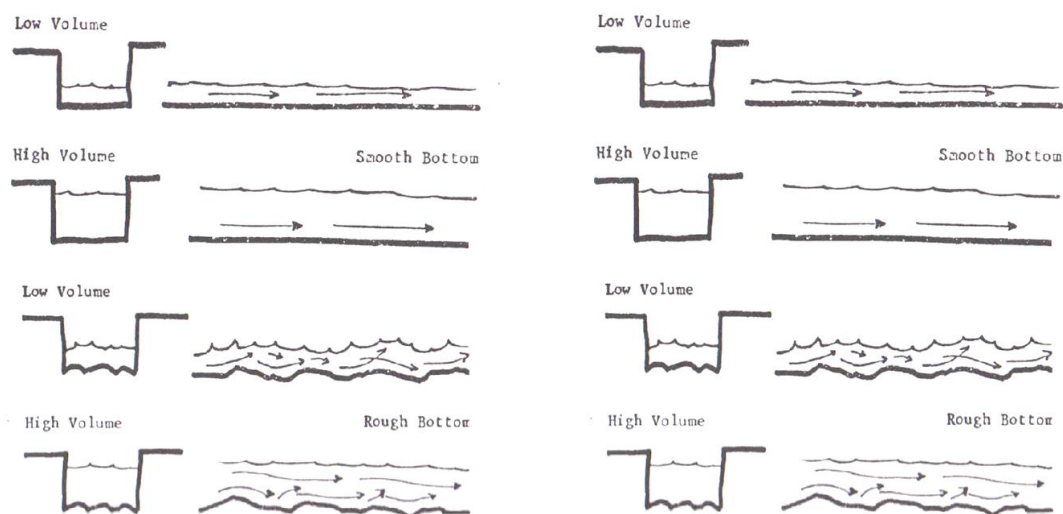
Slika 2: Vizualni učinki padajoče vode in vode v strugi (Chaix, 1998)



Slika 3: Vizualni učinki vodnih kaskad in razpršilcev (Chaix, 1998)

Kot lahko razberemo iz slik 2 in 3 je vidni učinek enakega volumna gibajoče vode lahko spremenjen z oženjem oziroma razširitvijo kanala, dodajanjem ovir na poti, spremembo smeri gibanja, spremembo nagiba, ter s spreminjanjem obdelanosti dna in robov.

Turbulentost toka je pogojena predvsem s količino vode oziroma s hitrostjo njenega pretoka (Byron McCulley in Halprin, 1976). V strugi z ravnim dnom in majhnim naklonom, majhna hitrost in volumen porajata miren in enakomeren tok. Če je gladko dno spremenjeno v bolj grobo, pa je pri enaki hitrosti in volumnu dosežena večja vzvalovljenost površine. Prav tako večjo turbulentnost povzroča večja strukturiranost robov struge oziroma povečanje naklona. Učinki so tako podobni pojavu brzic v potoku.



Slika 4: Sprememba turbulentnosti toka glede na volumen in oblikovanost struge (Byron McCulley in Halprin, 1976)

Omenimo še nekatere fizikalne in kemijske lastnosti vode, ki so pomembne in vredne obzira tudi pri oblikovanju motivov s padavinsko vodo. Kot opisujeta Šraj in Brilly (2005), ima voda kar nekaj enkratnih lastnosti, ki jo ločijo od drugih snovi.

V naravi sicer obstoji v treh agregatnih stanjih, obstoj v tekoči fazi pa omogočata nenavadno visoki temperaturi tališča in vrelišča. Zaradi svoje molekularne strukture ima voda za razliko od drugih snovi najvišjo gostoto pri 4°C in ne na točki taljenja, zaradi česar je led lažji od tekoče vode in na njej plava (Šraj in Brilly, 2005). Iz tega razloga prihaja v vodi do temperaturnega plastenja oziroma pojava toplotne stratifikacije, zaradi česar zajeta voda pozimi ne zmrzuje do dna.

Ker se gostota vode pri zmrzovanju hitro zmanjšuje in prostornina ter tlak ledu povečata za 9%, lahko voda povzroči razpokanje še tako močne kamenine oziroma druge trdne snovi. Specifična toplota vode je višja kot pri katerikoli znani tekočini, zato večje količine akumulirane vode svoje temperature ne spreminjajo tako hitro. Poleg akumulatorja toplote je voda odlično topilo, pri čemer se v njej raztapljajo tudi plini plava (Šraj in Brilly, 2005).

Ker se na padavinsko vodo veže raztopljeni ogljikov dioksid iz zraka, ja sama po sebi rahlo kisla. Za podvodno življenje in čistočo vodnih elementov pa je najpomembnejši kisik. Vzrok za zmanjšano koncentracijo je navadno povišana temperatura in povečana količina raztopljenih organskih snovi. Pri zbiranju deževnice se moramo zato zlasti izogniti preveliki količini organskega odpada s tal in dreves, ki bi lahko bili razlog za prekomerno razmnožitev alg in bakterij. Večjo obogatenost s kisikom pa lahko dosežemo s primernim strukturiranjem dna struge.

2.2 ČUTNA IZKUŠNJA VODE

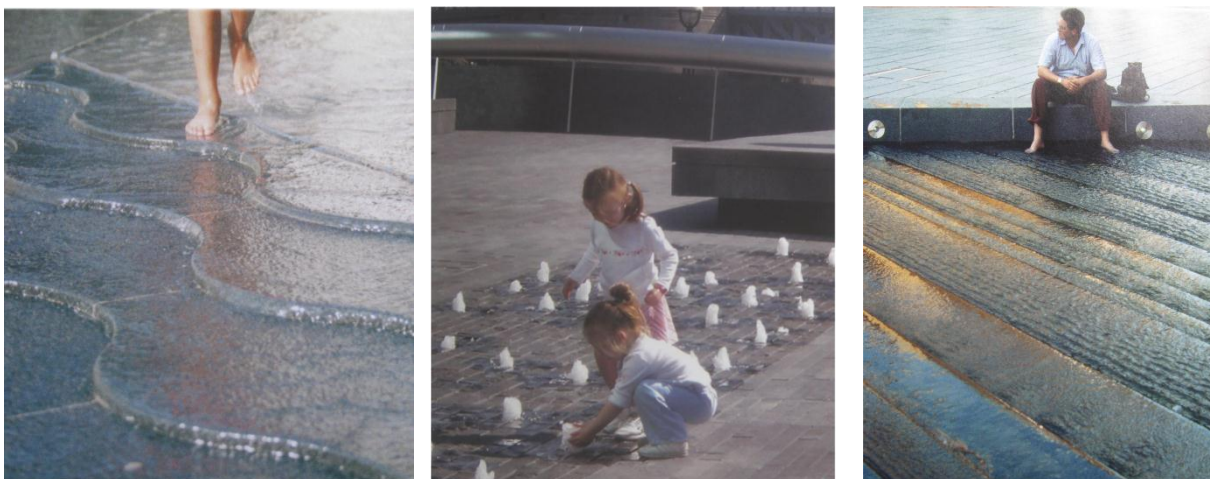
2.2.1 Estetska vloga

Kot smo lahko razbrali v prejšnjem poglavju, »vodi dajejo možnosti vizualne privlačnosti številne lastnosti kot so: odboj in lom svetlobe, odsevnost, različne vrste in hitrosti gibanja, spreminjanje agregatnega stanja, prilagajanje obliki in raztapljanje snovi« (Šuklje Erjavec, 1998). Vendar, kot opisuje Chaix (1998), čutna izkušnja vode obsega več kot le vizualni učinek.

2.2.2 Taktilna in zvočna izkušnja

Enakovreden del našega čustvenega odziva predstavljata zvok in hlad povezan z dotikanjem vode oziroma nahajanjem v njeni bližini. Bližina vode povečuje stopnjo zračne vlage, vpliva in blaži temperaturne razlike, ter nase veže tudi prah iz okolice. Zaradi svoje neoprijemljivosti je zlasti privlačna za otroke.

Poleg tega v prostoru deluje kot zvočni element, s katerim lahko preglasimo neprijetne in moteče zvoke iz okolice (Chaix, 1998).



Slika 5: Taktilna in zvočna izkušnja vode (Dreiseitl in Dieter, 2001)

2.3 ZNAČAJ PROSTORA

Vodni motivi s svojim vizualnim, slušnim in senzoričnim vplivom lahko močno zaznamujejo in določajo značaj prostora. Chaix (1998) navaja, da lahko miren tok ali bazen ustvarjata občutek miru in spokojnosti, medtem ko z naglo gibajočimi, valujočimi gmotami ali vertikalni motivi zlahka dosežemo občutek vznemirjenja in dramatičnosti.



Vodni motivi lahko v prostoru predstavljajo središčno točko ali sredstvo za vzdrževanje in vzpostavljanje kontinuitete. Lahko predstavljajo nevtralno mejo med različnimi rabami prostora in dopolnjujejo element brez posredovanja ostrejših fizičnih barier. Z njimi lahko na primer dosežemo ločitev med javnim, poljavnim ali zasebnim prostorom (Slika 6) ali pa dosežemo prekinitev prometnih vzorcev oziroma ločitev motoriziranega prometa od območij za pešce (Slika 37, str. 27).

Slika 6: Vodni motiv kot meja med različnimi rabami prostora (Bronx Bohemian, 2013)

2.4 SIMBOLNO SPOROČILO

Kot ugotavlja Ryan (2009), »se voda pojavlja skozi literaturo, religijo in umetnost vsake kulture. V verskem svetu je pogosto posvečena, obravnavana kot dobrobit k fizičnemu očiščenju in duhovni pomladitvi. O tem pričajo biblijska zgodba krsta v reki Jordan, obredna potopitev v reko Ganges, kot tudi Botticellijeva slika Rojstvo Venere, kjer je sveža in čista voda enačena z zdravjem in lepoto.« Na drugi strani pa so bili ljudje v obliki poplav, nalivev in neviht že zgodaj soočeni tudi z neizmerno uničujočo močjo vode, zato so v njej uvidevali bližino božanskega, jo spoštovali, prosili za pomoč in podajali daritve (Higuchi, 1991).



Slika 7: arhetipski značaj vode (levo: When a photo..., 2013; sredina: Snow... 2012; desno: Rainstorm destroys..., 2012)

Halprin (1972) ugotavlja, da »celo v mestih, zvok in pogled na vodo vzbujata v nas najbolj elementarne in osnovne korenine človeške narave.« Nadaljuje z mislijo, da je tehnološki napredek s sistemi prečrpavanja in časovnim programiranjem spreminjajočih se učinkov odprl nove razsežnosti oblikovanja z vodo. »Kakorkoli pa obstaja velika nevarnost, da v tej prekipevajoči zabavnosti izgubimo uvid v inherentno kvaliteto vode. Kadar nadzorujemo preveč, izgubimo veličino nepredvidljivosti in iz pretočnega elementa divjine naredimo statično pojavo« (Halprin, 1972).

Tudi Marušič (1998) opozarja, da se velika vrednost vode kot krajinske prvine nahaja ravno v pomenih, ki njeno pojavnost in vidno dožemanje spremljajo v človekovi zavesti. Mnogi simboli in pomeni vode v prostoru imajo lahko čisto arhetipski značaj, saj je vir življenja in je življenjsko okolje prvih pojavov življenja na planetu, zato ta prvobitna povezanost življenja in vode ostaja zapisana v značaju vsega živega in tudi človeka.

Povzeto po Ogrinu (2010) so »simboli prvotno nastajali s pripisovanjem določenega pomena naravnemu pojavu, zlasti kadar je ta ponujal možnost ustrezne asociacije, ali ko je bil postavljen v določen ustrezni kontekst. « Takšno razvojnó pot vode, kot prenašalke simbolnih sporočil, lahko pripišemo tudi vodi.

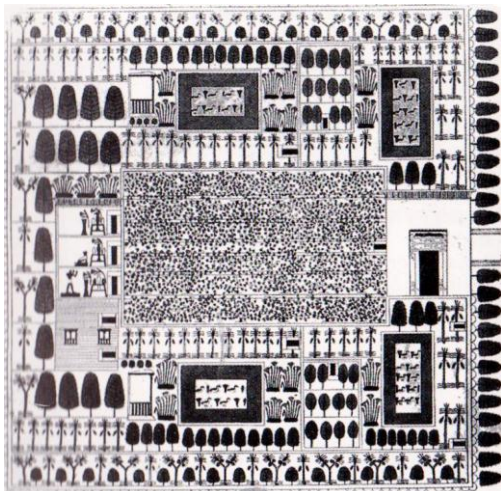
2.5 ZGODOVINSKI PREGLED RABE VODE V BIVALNIH KRAJINAH

Vse kvalitete vode kot motiva, opisane v poglavjih 2.1 do 2.4, bom skušala utemeljiti z zgodovinskim pregledom rabe vode v različnih obdobjih in kulturah. Pri izboru sem se omejila na primere, ki se dotikajo uporabe vode v bivalnih krajinah, s poudarkom na javni rabi. Na ta način bo voda kot dejavnik oblikovanja uporabljena tudi v soseski Ruski car BS 7.

2.5.1 Prve visoke civilizacije (Egipt)

O zgodnjih začetkih vrtov, kot izvorni obliki urejanja stanovanjske krajine, nam najzanesljivejše pričajo stenske slikarije v egipčanskih grobnicah. Kot navaja Ogrin (1993), je v oblikovnem pogledu zanje značilno, da kažejo vrt ali njegove prvine v geometrijski pravilni zgradbi, ki je bila nedvomno utemeljena ravno s pomenom vode. Da bi jo smotrno izrabili, so jo morali namreč voditi v ravnih kanalih, po najkrajši poti. Voda je tako prehajala iz preprostih kanalov in vodnjakov za namakanje v umetelno grajene bazene, ki so imeli v vrtu osrednji položaj. Poleg vira vode za zalivanje so bazeni pridobivali nove namembnosti kot je prispevanje blagodejne svežine in

videzne ugodja. Neredko so služili tudi pogrebni obredu prevoza umrlih na poti v onstranstvo. Tako so postopno pridobivali vse bolj sestavljeno obliko, po kateri so jasno odstopali od prvotne zgolj uporabne namembnosti.

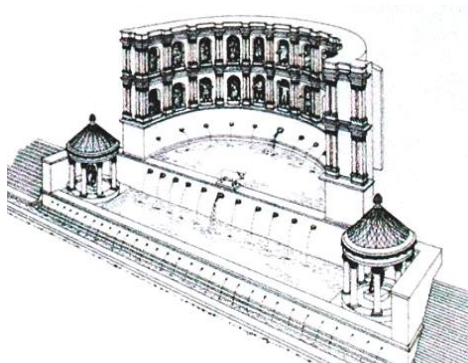


Iz egipčanske zasnovе vrta iz 14. st. pr. n. št. (Slika 8) je razvidno, da vodne pravine bistveno odločajo o ureditvi. Voda sicer ni več v osi, temveč štirje bazeni obdajajo središčno pergolo in tako jasno določajo osno zgradbo. Tudi zasluge za formiranje drevoreda, kot prve pravilne krajinske formacije, lahko prav tako pripišemo vodi in zahtevam po njeni najbolj optimalni izrabi.

Slika 8: Egipčanska zasnova vrta iz 14. stoletja. pr. n. št. (Ogrin, 1993)

2.5.2 Stara Grčija in Rim

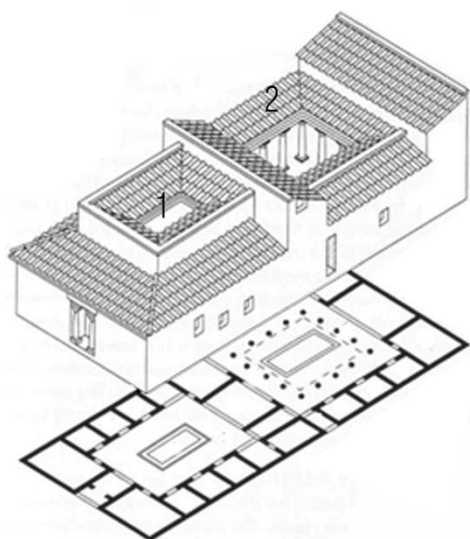
Dosežke egipčanske civilizacije je v veliki meri prevzela tudi antika (Ogrin, 1993). »Ker je večji del starogrške zgodovine pozna obdobja znatne družbene izenačenosti, pa so se tam bolj kot vrtna kultura in naprave razvijali javni prostori, trgi, templji in akademije. Okraševanje vodnih virov v urbanih javnih prostorih je tako pridobivalo vse večji pomen, vodni elementi v mestnih vrtovih pa so bili sestavni del celostnega arhitekturnega okolja« (Wylson, 1986).



Funkcijo skladiščenja vira vode in bazena so opravljali t.i. *nimfeji* oziroma okrasne fontane, ki so se razvile v izdatne in sestavljene strukture, nekatere v obliki *exeder* pokritih s polkupo, druge kot del pomenljivih fasad ob javnih prostorih (Wylson, 1986).

Slika 9: Nimfej v Miletu kot javna fontana in pomenljiva fasada (Le site d'Olympe..., 2011)

Ogrin (1993) navaja, da so tudi Rimljani kot civilizacija velikih stavbarjev ustvarili visoko vrtno kulturo z domiselno rabo vodnih prvin, bazenov in fontan praviloma simetričnih oblik. Kot opisuje Wylson (1986), se je znanje odražalo tudi v inženirskih dosežkih akvaduktov in monumentalnih term, ki so zagotavljale pomenljivo socialno dobroto v življenju tedanjega časa. Odras znanja se kaže tudi v fontanah, ki so bile izklesane za upodobitev vodnih oltarjev bodisi v počastitev mrtvih bodisi za obeležje plemenitih dejanj in služenja javnosti. Te so variirale v obliki od številnih bazenov do razpršilcev izpeljanih skozi izklesane figure in z bogato arhitekturno dekoracijo.



Slika 10: Primer atrijske hiše z impluvijem in osrednjim peristilnim vrtom (Domus italica..., 2012)

Domiseln je bil tudi sistem zbiranja deževnic v t.i. atrijskih hišah, ki so predstavljale tipično obliko domusov, zasebnih bivališč tistega časa. V njihovi notranjosti se je navadno nahajal odprt prostor za skupno rabo, z osrednjim plitkim bazenom (impluviumom), ki je služil prestrezanju padavinske vode iz odprtine v strehi (Boëthius, 1994). V njem se je zrcalila barva neba in zgornji del obdajajočih prostorov. Voda pa je prostor navdajala tudi s svežino in hladom, kar je bilo v vročem mediteranskem podnebjju velikega pomena. Atrij je predstavljal glavni sprejemni prostor in središče družinskega življenja, pomembnost impluviuma pa je bila pogosto podprta z okraševanjem v obliki mozaičnih ploščic in kipcev. Kot navaja Krenz (2007), se je podoben vzorec čez mnoga leta ponovil v zaprtih srednjeveških samostanih z notranjim dvoriščem (*hortus clausus*).



Slika 11: Impluvij v hiši Vetijcev v Pompejih (House of the Vetti..., 2012)

2.5.3 Srednji vek

Medtem ko so bili samostanski vrtovi namenjeni religioznemu razmišljanju ali pa vsaj prostoru asketske čistosti, so se na drugi strani v času srednjega veka v nemško govorečih deželah razvili vrtovi ugodja oziroma t.i. Lustgarten. Kot navaja Ogrin (1993), so ti preproste zgradbe in geometrijske delitve bolj kot prostoru kontemplacije bili posvetno uživaške narave. Tudi tu je poleg pergol, drevja za senco, trat in dišečih cvetlic imel vodnjak s čisto vodo osrednjo vlogo, včasih so bili namenjeni celo skupinskemu kopanju. Iz načrta o samostanskem vrtu iz 10. stoletja, ohranjenem v samostanski knjižnici st. Gallenu v Švici, lahko razberemo jasno vidno križno delitev vrta na štiri dele, kjer v križišču stez, natanko sredi vrta stoji vodnjak.

2.5.4 Renesansa in barok

Povzeto po Ogrinu (1993) je vsa načela urejanja srednjeveških vrtov prevzela tudi renesansa, ki je z bogatejšo členitvijo uspela prostor strniti v enotno in notranje zlito kompozicijo. Stremljenjem nove dobe so bili blizu dosežki in vrednote antike, zato se nenavadno razširi tudi izbor oblik vode. Ta se pojavlja bodisi v gibanju ali mirujoče z zrcalnimi ploskvami. Voda postane vrtna skulptura in hkrati tudi njegova zvočna prvina, saj v tem času tudi oživijo hidravlično spretnost izvajanja zvokov iz vodnih orgel poznano že starim Rimljanom

Mesto zase v krajinskem oblikovanju tega časa gre vrtu vile kardinala d'Este v Tivoliju blizu Rima. Ogrin (1993) navaja, da je bila poleg ene najzahtevnejših ureditev na pobočju tu ustvarjena edinstvena panorama vodnih motivov. Ti niso okrnjeni na fizično pojavnost vodnjaka, kot je to poznal srednji vek in še zgodnja renesansa, temveč se voda kot gibčna, prožna snov sprostí in začne prevzemati množico raznih oblik z vodnjaki, v povezavi s kipi ali samostojno.

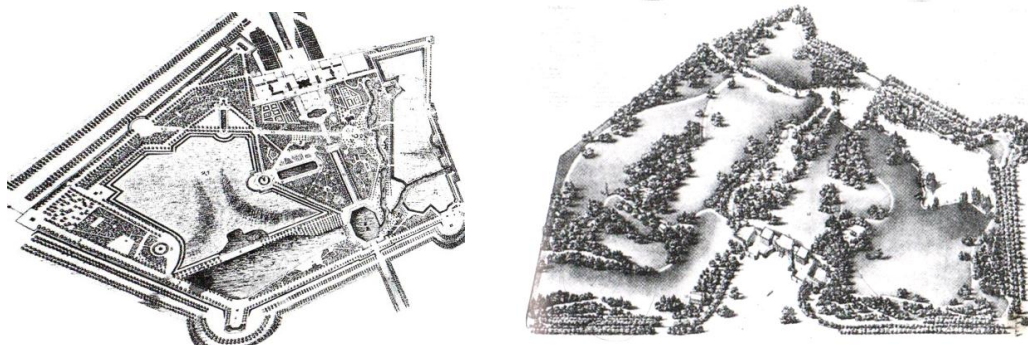


Slika 12: Množica pojavnih oblik vode v Vili d'Este (zg. levo: Tivoli Gardens...,2012; zg. desno in spodaj: Villa d'Este...2012)

V želji po utelešenju absolutistične moči vladarja so vodni elementi v nadaljnjem razvoju evropskega prostora pridobivali vse bolj reprezentativen značaj. Ena izmed najpomembnejših baročnih ureditev, bogate vodnih iger se je nahajala v kraljevski rezidenci Ludvika XIV v Versaillesu. Kot opisuje Ogrin (1993), je voda tu nenadomestljivo in najočitnejše gradivo t.i. *cité de eaux*, vodnega mesta, kjer se v velikih ploskvah zrcalijo palače, drevje in skulpture v novih do tedaj neznanih razsežnostih. Zlasti pa obilje gibajoče se vode prinaša optično pestrost in gibanje ter s tem krepi značaj vznemirjenosti in vzvalovanosti tega sveta.

2.5.5 Krajinsko gibanje

Preobrat v filozofiji in estetiki urejanja krajine je v 17. stoletju prineslo angleško krajinsko gibanje, kot odgovor na družbene spremembe industrijske revolucije. Oblikovalsko izrazje so predstavljali valovito tratno zemljišče, krepke gmote visoke vegetacije ter jezera vijugastih obal, ki se izgubljajo v ozadje. V novi estetiki krajine ni bilo več prostora za nič, kar je bilo do tedaj pravilnega. Geometrijska zgradba baročnih zasnov se je zato postopno krhala in prehajala v nove, mehkejšje oblike. To lahko opazimo tudi na primeru arkadijske krajine Stowa v Angliji (Slika 13), kjer je poudarjen zaključek pogleda vzdolž osi v osmerokotnem jezeru preoblikovano v jezera mehkejših in naravnih oblik.



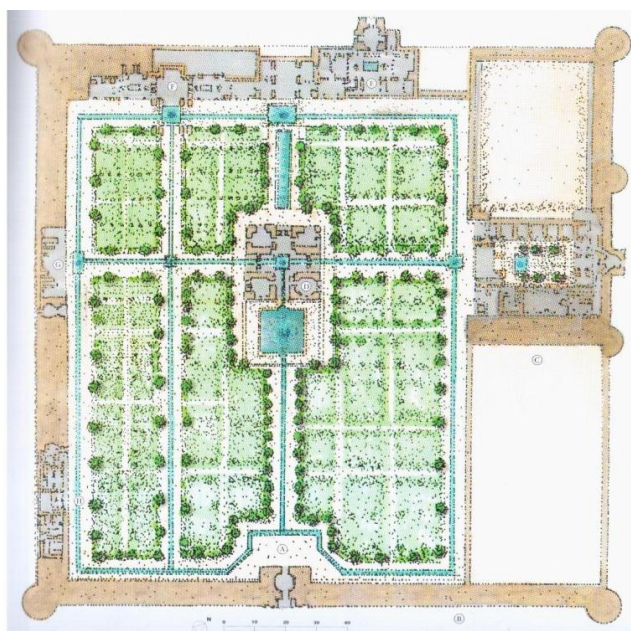
Slika 13: Preoblikovana arkadijska krajina Stowa v Angliji (Ogrin, 1993)

2.5.6 Islamska tradicija

Vrtovi z bogato mrežo vodnega ožilja so se znotraj zidov razvili tudi v islamski tradiciji. Izraba vode je bila tu popolna (Ogrin, 1993). Prežemala je celotno zgradbo vrta in celo pronicala v notranjščino. Pojavljala se je v obliki številnih vodometrov, kaskadah, kanalih in bazenih, ki so dosegali dinamične in pomirjujoče vidne učinke. Pri tem je voda prostor zapolnjevala tudi zvočno, vanj vnašala hlad in svežino, zagotavljala življenje vrtnim rastlinam ter omogočala obredno umivanje.



Slika 14: Dvorišče pomarančevcev (*Patio de los naranjos*) v notranjosti Sevilske katedrale (levo: Capture..., 2012; desno: La catedral..., 2012)



V odrazu trdih naravnih razmer puščavskih območij Srednje Azije je voda in vse kar je odvisno od nje predstavljalo pogoj za življenje samo. Zato je bilo neizogibno, da so prvine oaze: voda, rodovitna tla in rastline postali simbolične sestavine islamskega vrta kot podobe paradiža na zemlji (Ogrin, 1993). Tudi za temeljni oblikovalski kanon islamske kulture *čahar bag*, je značilno, da v središču zasnove stoji vodnjak, mavzolej ali vrtni paviljon, ob katerem so simetrično razporejeni štirje kanali ali polja. S tem nastaja, kot nadaljuje Ogrin (1993), mandalistična podoba zasnove s sredotežnim gibanjem proti vodi kot simboličnem težišču ali navzven v vrt, paradiž.

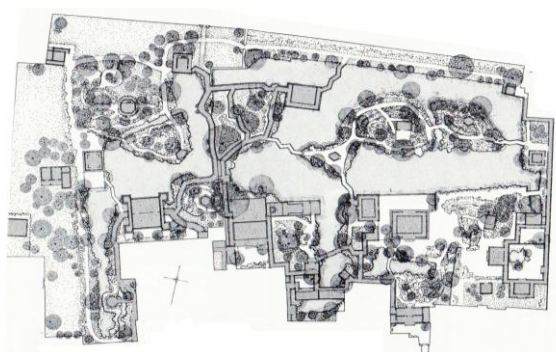
Slika 15: Tlorisna zasnova islamskega vrta v Iranu z motivom *čahar bag* (Inventory of..., 2013)

Islamski svet je prilagodil tudi tradicijo klasičnih term. Povzeto po Wylsonu (1986), so tako imenovani *hammami* oziroma islamske kopeli opustile aktivne sestavine rimskih ustanov, ter obdržali zgolj niz toplih prostorov. V njih je v nasprotju s ceramionalnim značajem renesanse prevladovalo ozračje spokojnosti, saj je bila obnova islamski kulturi religioznega pomena. *Hammami* so postali pomembne socialne institucije, z viškom v 15. stoletju, kjer jih je sama španska Cordoba imela kar 900.

2.5.7 Daljni vzhod

Povzeto po Ogrinu (1993), se je v kulturah Daljnega Vzhoda vzorec prirejanja narave za človekovo bivanje, in s tem tudi vode, razvil na drugačen svojevrsten način. Medtem ko se je razvojna pot prostorske organizacije sredozemsko-evropskega vrta razvila iz pridelovalne dejavnosti, so na vzhodno-azijskih tleh bile ustvarjene vrtno zasnove, ki so vsaj po videzu ostajale blizu naravi.

Tako so kitajski vrtovi posnemali struge, jezera in gore v naravi z vključevanjem vode, kot ključnim elementom. Ker niso poznali pomanjkanja vode, so bili zmožni ustvariti široka umetna jezera izrazito vijugastih oblik za plutje s čolni in prosti čas (Archer-Wills.1999). Eno izmed stalnih sestavin kitajskega vrta oziroma najmočnejši vrtni motiv sploh so sestavljale skalne ureditve *shanshui*, gore in voda, k čemur je vplivalo tudi daoistično kozmološko pojmovanje, da so skale okostje, vode pa ožilje sveta (Ogrin, 1993).



Eno izmed zasnov, bogato členjene zgradbe z osrednjim jezerom predstavlja Zhuo Zheng Yuan, Vrt neumnih uradnikov v Suzhou (Sliki 16 in 17). Prostor je zanimivo razdeljen s paviljoni, galerijami in zidovi, med njimi so privlačni motivi s skalami in vijugasto speljanimi potmi. Ločno napeti mostovi tu nimajo naloge povezovati dvoje točk po najkrajši poti, temveč voditi obiskovalca tako, da bo v njem kar največ videl in doživel.

Slika 16: Tlorisna zasnova Vrta neumnih uradnikov v Suzhou (Ogrin, 1993)



Slika 17: Zhuo Zheng Yuan, Vrt neumnih uradnikov v Suzhou (levo: Humble...2006; desno: Jardin..., 2013)

Japonski odnos do vode je bil diametralno nasproten evropskemu v času francoskega baroka. »Vsak bazen je bil miniatura narave, vsak potoček je skrival svoj vir in vsako jezero so obkrožale vzpetine in kamni, kot odraz esence divjine« (Halprin, 1972).



Slika 18: Primera suhega vrta v Kyotu: Ryōan-ji in Daisen (Japanese rock garden..., 2013)

2.5.8 20. stoletje

Z duhom 20. stoletja so stanovanjske krajine z visoko gostoto naseljenosti postale prevladujoča oblika bivanja. Tako se je v skladu z družbenimi tokovi izoblikovala tudi težnja po čim večji smotrnosti in funkcionalnosti oblikovanja, ki ne zahteva velikih vložkov vzdrževanja. Najpogostejše se to v prostorskih ureditvah odraža z uporabo osnovnih geometrijskih oblik in ploskovnih prvin. Velike tratne ploskve, cvetne gredice ali izenačene pokrovne rastline so tako nemalokrat med seboj povezane prav z vodnimi ploskvami. Sama težnja po oblikovalskem poenostavljanju pa vodne motive, kot krajinske motive nasploh, pogosto oropa njihove večplastne pomenljivosti.

Ker si v diplomskem delu prizadevam upoštevati vse vidike oblikovanja s padavinsko vodo, bom izpostavila le nekatere primere oblikovanja javnih prostorov bivalnih krajin, ki so v oblikovanju z vodo naredili korak naprej. Enega od mejnikov oblikovanja predstavljajo Halprinove vodne plaze. Te skušajo preko abstrakcije naravnih vodnih krajin z uporabo sodobnih gradbenih materialov prikazati izjemnost in bogastvo vodnih motivov v naravi. Povzeto po Ogrinu (1993) je poleg dejstva, da gre za programsko bogata dela, ki so prinesla nov oblikovalski besednjak, njihova velika zasluga v tem, da so v oblikovanje krajine vrnile metaforo.



Slika 19: Halprinova dela: Kellerjeva plaza in Lovejoy plaza v Portlandu (levo: Ira Keller...2008; desno: Deep Portland..., 2008)

Izvirni rabi vode smo priča tudi pri delu Petra Walkerja na območju Harvardove univerze v Cambridgu. Vodni motiv s pršečo vodo, okoli katerega so koncentrično položeni večji kamni, pozimi nadomestijo oblaki odvečne pare iz centralnega ogrevanja.



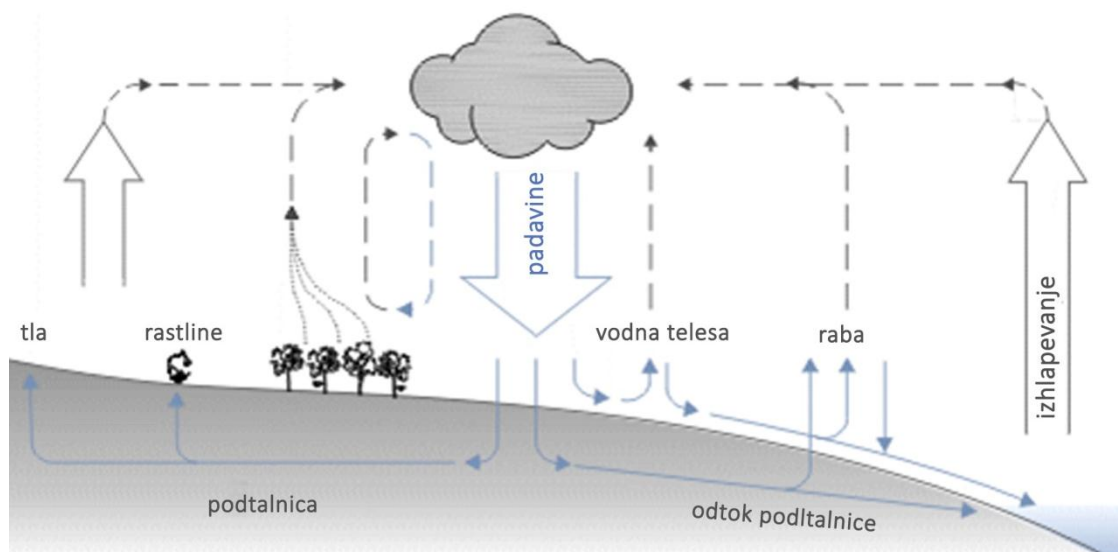
Slika 20: Tannerjev vodnjak Petra Walkerja (Vard, 2008)

3 RAZVOJ ODVODNJE V STANOVANJSKIH KRAJINAH

Način, kako danes obravnavamo vodo v vrtovih in stanovanjski krajini nasploh, stremi k obravnavi vode kot individualnega elementa, čeprav je vsa voda del večjega sistema.

Kroženje vode se udejanja skozi neprekinjeno zaporedje izhlapevanja, kondenzacije, padanja padavin in odtekanja (Slika 21). Tako vodni krog deluje v vseh merilih in na vsakem območju. Bodisi na ravni bivalnega vrta, ulice, stanovanjske soseske, celotnega mesta bodisi na ravni države. Vedno je opredeljen na način, kako voda vstopa in izstopa iz območja. Kombinacija procesov v velikem merilu predstavlja učinkovit sistem v popolnem ravnovesju, vendar le v kolikor se izognemo človekovim posegom (Dunnet in Clyden, 2007).

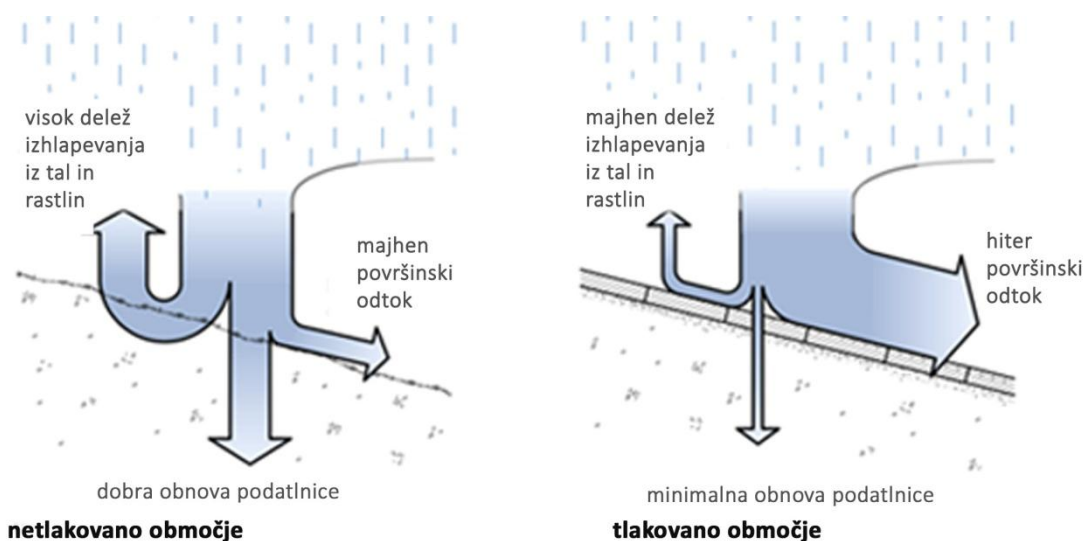
Kot opredeljuje Kladnik (2008), gre pri tako imenovanem hidrološkemu ciklu za »s spreminjanjem agregatnih stanj povezano gibanje vode na Zemlji, med oceani, ozračjem in kopnim. Pri tem se glavni procesi dogajajo nad oceani. Od vode, ki izhlapi iz oceanov, se je namreč kar 90 odstotkov v obliki padavin vrne neposredno vanj«, s čimer je krogotok zaključen. Preostanek vode gre nad kopno, kjer skupaj z vodo, ki je izhlapela s kopnega, v obliki padavin pade na kopno. Od tam se prek rečnega odtoka vrača zopet nazaj v oceane. »Del padavinske vode izhlapi nazaj v ozračje, medtem ko se preostanek infiltrira nazaj v tla« (Senegačnik in Drobnjak, 2010). Ob tem se lahko znova vrne na površje in izhlapi ali pa obogati zaloge podtalnice.



Slika 21: Shema globalnega kroženja vode (The natural water cycle..., 2012)

3.1 VPLIV URBANIZACIJE

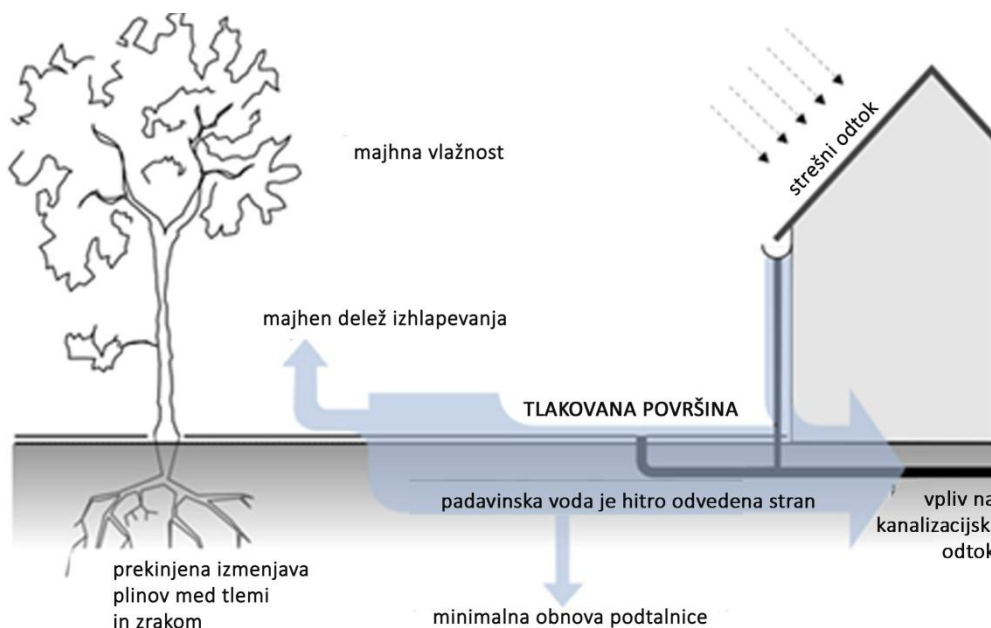
Ko primerjamo, kako se voda obnaša v naravnih območjih, kot so gozd ali travnik z obnašanjem vode v grajenih območjih, je očitno, da je človekov razvoj pomenljivo spremenil vzorec vodnega gibanja. V splošnem urbanizacija s tlakovanjem in teptanjem zemeljskih tal prekinja hidrološki cikel, saj gibanje vode s pronicanjem in podpovršinskim odtokom premešča z odtokom na površini (Slika 22). Deževnica, ki pade na zgradbe ali zemeljsko površino, je v urbaniziranih območjih hitro odvedena do kanalizacijskih odtokov, ki jo kar se da bliskovito odplavijo naprej v struge vodotokov.



Slika 22: Gibanje padavinske vode na netlakovanih in tlakovanih površinah (Water balance of..., 2011)

Kot povzemata Dunnet in Clyden (2007), omrežje odtočnih kanalov z odstranjevanjem presežne padavinske vode učinkovito preprečuje lokalno poplavljanje in nezaželen pojav luž. Vendar se resen problem pojavi v primeru velikih nalivov, ko so neobičajno velike količine presežne vode lahko vzrok večjih poplav in erozije.

Poleg tega nepropustne površine, ki onemogočajo naravni proces pronicanja in filtriranja v tla, zmanjšujejo možnost naravne obnove podtalnih zalog. Voda, ki odteka iz tlakovanih površin, navadno zbira širok razpon onesnažil, kot so olja, smeti, prah iztrebki in težke kovine. Vnos onesnažil je problematičen zlasti, kjer voda odteka direktno v reke in jezera, saj kot že omenjeno, lahko povzroča kalno vodo, prekomerno rast alg in s tem manjšo razpoložljivost kisika drugim bitjem.



Slika 23: Posledica neprepustnih površin na okolje (The natural water cycle, 2011)

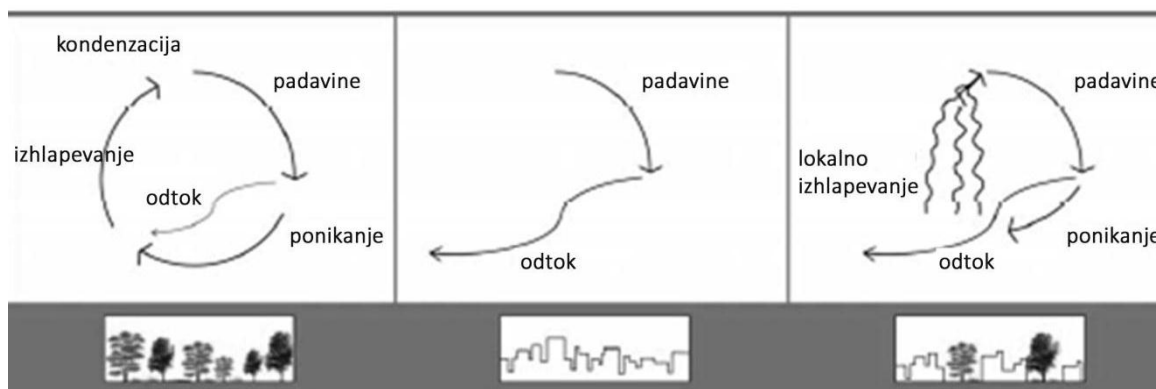
Prevladovanje tlakovanih površin, zaradi prekinjene povezave med talno površino in nižje ležečo prstjo, skoraj vedno prinaša posledično pomanjkanje vegetacije. Tudi ta opravlja kar nekaj pomembnih vlog v vodnem krogu, kot tudi nasploh blagodejno vpliva na človekovo počutje. Listna površina prestreza padavine, del teh izhlapi nazaj v ozračje, drugi del pa spolzi v tla. S tem se zmanjšuje količina padavinske vode, ki doseže tla, kar v primeru intenzivnejših padavin prispeva k zmanjšanju nastanka poplav. Poleg tega pa s koreninskim sistemom rastlinje črpa vodo iz tal. Del vode se sprostí nazaj v ozračje v procesu transpiracije, medtem ko se preostali del skladišči v samem rastlinskem tkivu.

V času nastanka prvih večjih naselbin so bile glavne neprepustne površine strehe. Vse večje in zapletenejšje strukture v socialnem razvoju pa so prinesle tudi k naraščajočemu deležu neprepustnih površin. Tlakovanje cest, dovoznih poti, dvorišč in trgov v stanovanjskih krajinah je tako zahtevalo vse bolj kontrolirano odvodnjo padavinske vode, ki ni mogla več prosto ponikniti v tla.

Povzeto po Vahtar in Kompare (1998), je bila v začetku odvodnja vezana na naravno povodje s potoki in drugimi vodotoki, ki so odvajali iz gospodinjstev tako odpadno kot padavinsko vodo. Z družbenim razvojem pa se je naravno povodje delno kanaliziralo. Že od samih začetkov so bili poznani ločeni sistemi kanalizacije, preko katerih je bila odpadna voda odvedena s sanitarno kanalizacijo, deževno vodo pa je odvajal popolnoma ločen sistem padavinske kanalizacije, a je nadaljnji razvoj predvsem iz ekonomskih razlogov narekoval izgradnjo mešanih sistemov. Ti v času padavin v kanalizacijskih kanalih poleg sanitarne vode zbirajo še zapadlo padavinsko vodo.

3.1.1 Sodobni načini vzdržne odvodnje

Vahtar in Kompare (1998) dodajata, da se sodobni sistemi urbane odvodnje nagibajo predvsem k ločenim ali delno ločenim sistemom. Ti upoštevajo onesnaženost posameznih padavinskih voda oziroma površine, preko katerih se pretakajo. Poseben poudarek je namenjen zmanjševanju in zakasnjevanju odtoka, oziroma zadrževanju in ponikanju vode na mestu samem (Slika 24).



Slika 24: Kroženje vode v naravnih sistemih, v urbanih območjih brez vzdržnega² upravljanja in z vzdržnim upravljanjem padavinske vode (Hoyer in sod., 2011)

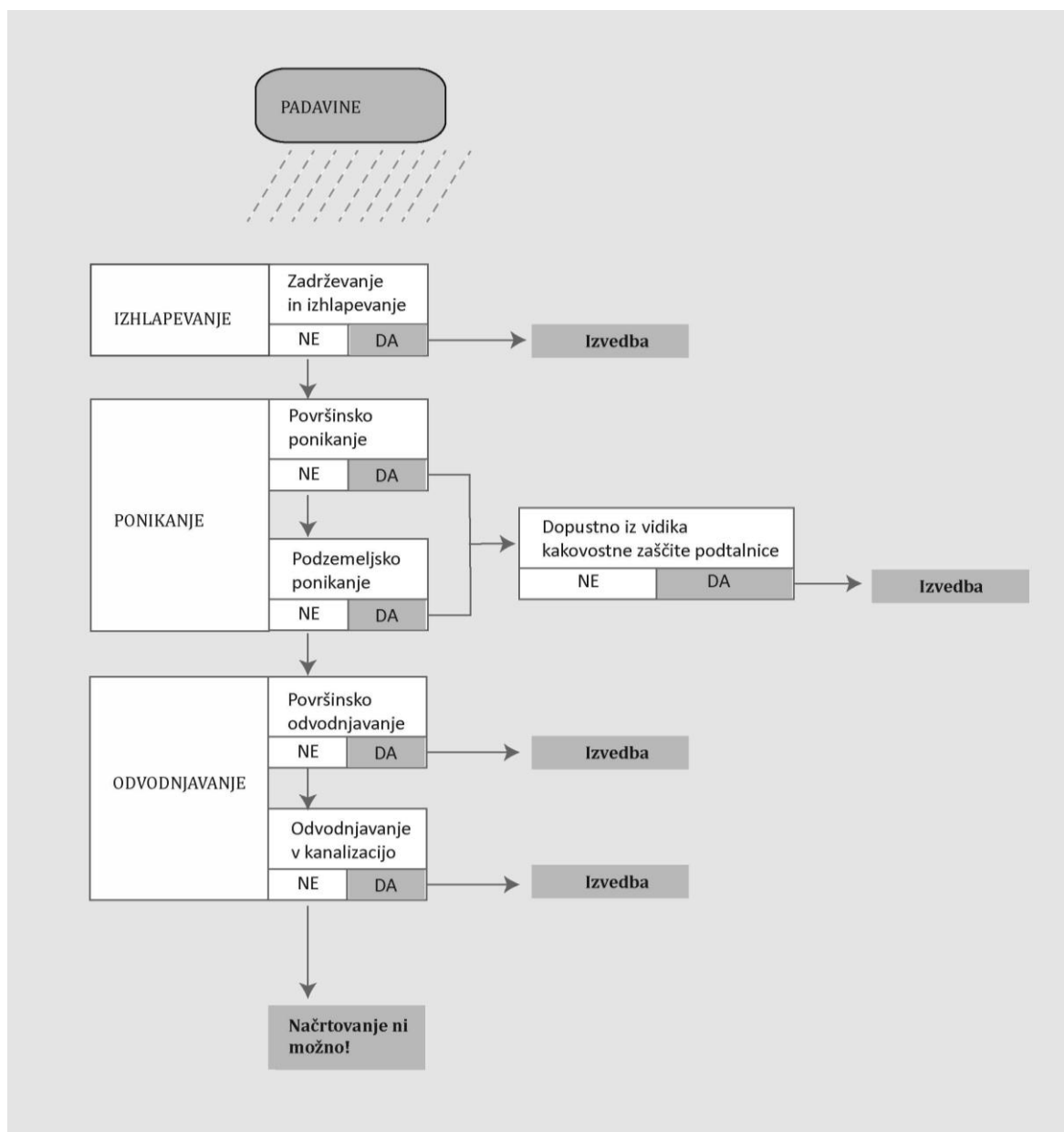
² Krajinski arhitekti za angleški izraz *sustainable*, za splošno rabo v slovenščino ne povsem premišljeno prevedeni in v mnogo katerih besednih zvezah uporabljeni le kot izpraznjeno geslo *trajnostni*, uporabljamo besedo *vzdržno*. Ta, kakor utemeljuje profesor Marušič, takoj in nedvomno pokaže, kje tičijo oziroma od kod izvirajo prostorski problemi. Niso zunaj nas in ne izvirajo iz prostora ali iz narave, temveč tičijo v našem pogledu in naših interesih. (povzeto po Kučan, 2012)

Echols in Pennypacker (2008) povzemata, da uspešno odvajanje padavinske vode zagotavljamo s pomočjo 5 poglavitnih tehnik:

- **s ponikanjem** oziroma **infiltracijo**, pri čemer s pronicanjem vode skozi prst spodbujamo obnovo podtalnice,
- **s shranjevanjem** oziroma **retencijo**, s čimer deževnico skladiščimo za ponovno uporabo oziroma kasnejšo infiltracijo ali izhlapevanje,
- **z zadrževanjem** oziroma **detencijo**, kjer z začasnim zadrževanjem zmanjšamo poplavljanje vzdolž toka,
- **s prenosom** oziroma **transportom**, s čimer vodo varno odvedemo iz mesta kamor pade do mesta kjer je zadržana oziroma skladiščena
- in s **prečiščevanje** oziroma **filtracijo**, s čimer zmanjšamo onesnaženje padavinske vode.

Babič (2005) navaja, da imajo »pri zbiranju, shranjevanju in odvajanju deževnice prednost nadzemeljske rešitve, ki omogočajo direktno izhlapevanje padavinske vode. Te dovoljujejo manj problematično in zato cenejše vzdrževanje ter prispevajo k razbremenitvi čistilnih naprav, vodotokov in kanalizacijskega sistema.« V primeru, da takšne rešitve zaradi potrebne velikosti, nagiba, kvalitete podlage oziroma drugih danosti v prostoru niso mogoče, predlaga ponikanje na površinah in kotanjah. Za slednje niso primerna meljasta in glinasta tla, previdnost pa je potrebna tudi pri možnih spremembah v bogatenju podtalnice in negativnih posledicah na temeljenje starih stavb.

Odvodnjavanje v površinske odtoke oziroma kanalizacijski sistem (čiščenje v vegetacijskih pasovih, zadrževanje konic odtokov) pa Babič svetuje šele v primeru, ko ni možna nobena od prej naštetih rešitev (Slika 25).



Slika 25: Vrstni red ukrepov pri vzdržnem³ načinu decentralizirane urbane odvodnje (Babič, 2005)

³ V izvornem naslovu slike je uporabljena beseda *trajnostni*

3.1.2 Programi in strategije

Ker je razvoj vzdržne odvodnje nastajal sočasno v različnih državah po svetu, danes poznamo vrsto izrazov, ki si prizadevajo za ponovno obnovitev hidrološkega cikla in vrnitev k naravnim izhodiščem.

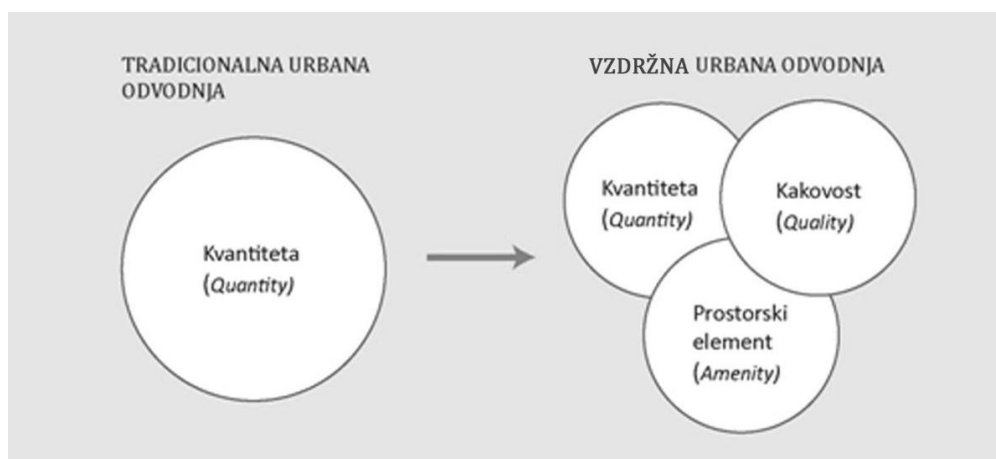
Preglednica 1: Izrazi za vzdržno upravljanje s padavinsko vodo po svetu (Hoyer in sod., 2011)

IZRAZI	DRŽAVE
<i>Low impact Development</i>	Združene države Amerike
<i>Green Infrastructure</i>	Evropa
<i>Best management practices</i>	Nemčija
<i>Decentralised Rainwater management</i>	globalno
<i>Water sensitive urban design</i>	Avstralija

Ena izmed prvih držav v katerih so se izvajale intenzivne raziskave vzdržne odvodnje je bila Nemčija z mednarodno gradbeno razstavo IBA Emscher Park (Zhengyue 2005, cit. po Echols in Pennypacker, 2008). V državah kot sta ZDA in Avstralija, kjer vode primanjkuje že zaradi samih klimatskih danosti, pa so razvili posebne lokalne politike in strateške programe. »V nekaterih regijah ZDA so tako uvedli poseben sistem taksacije, pri katerih je višina taks za odvajanje vode sorazmerna kapaciteti vodnih kanalov« (Vahtar in Kompare, 1998). Mnoga okrožja kot so Portland, Philadelphia in Oregon pa za informiranje prebivalcev o koristih ponikanja uporabljajo tudi internetne portale oziroma spodbujajo kreativne rešitve iz privatnega sektorja.

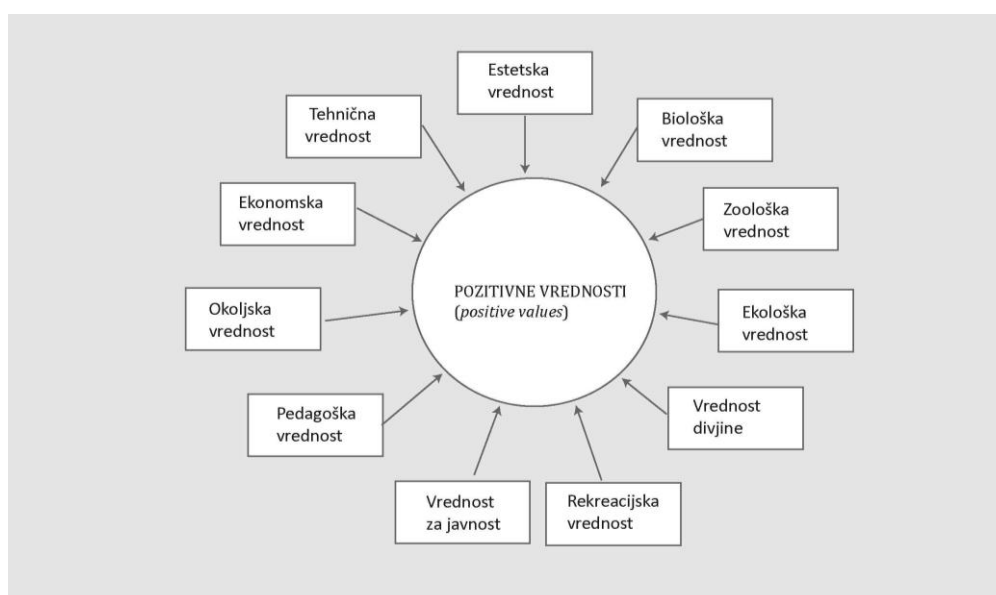
4 KONCEPT PADAVINSKE VERIGE

Echols in Pennypacker (2008) opozarjata, da »obravnavo padavinske vode na do okolja odgovoren način ni edini dejavnik vreden obzira. Drugo plat predstavlja uporaba in obravnavo teh tehnik na način, da izobražuje in razveseljuje tiste, ki ta mesta obiskujejo.« Kot opisujeta v nadaljevanju, uporabne cilje in tehnike upravljanja s padavinsko vodo obravnava obilo literature, medtem ko je na obravnavo oblikovalskih vidikov omejena le peščica.



Slika 26: Shema razvoja sistema vzdržne urbane odvodnje v t.i. trikotniku urbane odvodnje (CIRIA, 2001, cit. po Echols in Pennypacker, 2008)

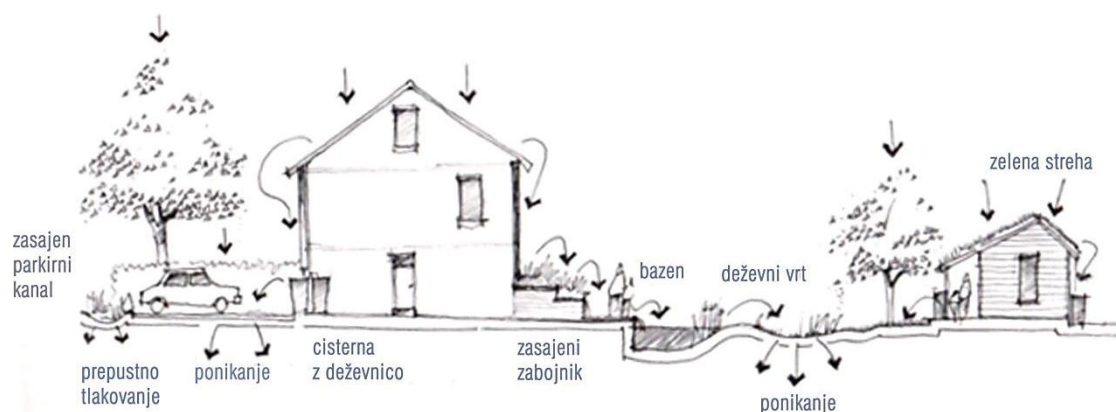
Pristop, ki si prizadeva za učinkovito upravljanje s padavinsko vodo kot »umetniško« obliko, sta Echols in Pennypacker (2008) poimenovala *artful rainwater design* oziroma umetniško oblikovanje s padavinsko vodo. V raziskavi sta izpostavila projekte, ki najuspešneje sledijo omenjenemu pristopu. Za določitev najboljših del sta najprej opredelila merila, ki sta jih strnila v 6 glavnih kategorij: izobraževanje, rekreacija, varnost, javni odnosi (sporočilnost dela za javnost s spremenjenim odnosom do padavinske vode) in estetsko bogastvo. Merila povzemajo pozitivne vrednosti odprte odvodnje po Stahre, ki jih prikazuje slika 27. Te vrednosti bodo upoštevane tudi pri preoblikovanju obravnavane soseske Ruski car BS7.



Slika 27: Pozitivne vrednosti odprte odvodnje (Stahre, 2006, cit. po Echols in Pennypacker, 2008)

Sodobnejšo obliko vzdržne odvodnje, ki predstavlja idelano osnovo za oblikovanje stanovanjskih krajin, opisujeta Dunnet in Clayden (2007). Tako imenovani koncept padavinske verige (ang. *stormwater chain concept*) si prizadeva upoštevati vse načine, s katerimi se padavinska voda giblje skozi ter prihaja in zapušča določeno območje. Začetna točka padavinske verige je navadno bivalni objekt, končna točka pa najnižje ležeča točka na obravnavanem območju. Ta je lahko naravnega nastanka ali jo za najnižjo napravimo sami. Členi verige sestavljajo večino krajinske zaseditve in opreme (*features*), s čimer se lahko vsak posamičen (krajinski) element znotraj obravnavanega območja veže na ta koncept.

Sliki 28 in 29 prikazujeta, kako lahko povezane serije elementov padavinsko vodo prestrežejo in jo sprostijo nazaj v krajino. Takšnega načina odvodnjavanja bi se lahko poslužili tudi v obravnavani soseski BS7.



Slika 28: Primer vključitve padavinske verige v tipično javno bivalno območje (Dunnet in Clayden, 2007)



Slika 29: Primer vključitve padavinske verige v območje poslovne dejavnosti (Dunnet in Clayden, 2007)

Ideja verige se navezuje na medsebojno povezanost členov. Večje število členov tvori močnejšo verigo, znotraj glavne verige pa so lahko vključene tudi manjše sekundarne verige. V vsakem primeru pa ima veriga, kot navajata Dunnet in Clayden (2007) svoj začetek in konec, pri čimer lahko oba konca tudi združimo in s tem tvorimo krog oziroma zanko.

Vsi elementi padavinske verige sledijo enakemu principu: presežna voda se zajame in prefiltrira skozi prst oziroma se uporabi za rast rastlin. V trenutku, ko tla postanejo nasičena, voda prične pritekati na površje ali pa se infiltrira nazaj v tla in okoli objektov, oziroma je postopno odvedena stran, še dodajata Dunnet in Clayden (2007).

4.1 OPIS POSAMEZNIH ČLENOV VERIGE

V nadaljevanju so podrobneje opisani posamezni člene t.i. padavinske verige, ki vsak zase lahko predstavlja zanimiv prostorski element tudi pri oblikovanju javnih prostorov stanovanjskih območij. Pozornost je namenjena predvsem njihovi sestavi in osnovnim principom delovanja. Ker nekateri specifični izrazi v slovenščini niso splošno rabljeni, so poleg napisani še angleški izrazi v izvorni obliki.

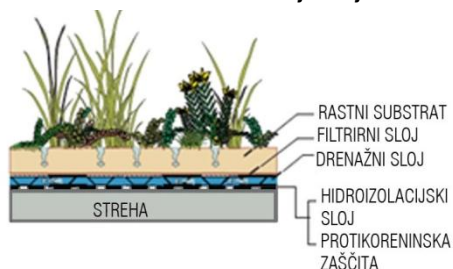
4.1.1 Zelene strehe

Ker strehe predstavljajo približno 40-50% neprepustnih površin v urbanih območjih, imajo lahko te zelo pomembno vlogo pri zmanjševanju izliva padavinske vode. V primeru manjših nalivov zelene strehe v splošnem zadržijo skoraj vso vodo, medtem ko v primeru močnejših nalivov zadržijo le manjšo količino. Skladiščna sposobnost zelenih streh pa je poleg intenzitete deževja odvisna še od mnogih dejavnikov, kot so letni čas oziroma klimatski pogoji, globina substrata, vrsta rastlin, število in tip uporabljenih plasti ter naklon strehe (Dunnet in Clayden, 2007).

Osnovno konstrukcijo zelene strehe sestavljajo naslednje komponente: vrhnja plast rastlinja, rastni substrat, filterni sloj in drenažni sloj, ki odvaja odvečno padavinsko vodo. Temu sledi še za vodo neprepustni sloj s protikoreninsko zaščito ter termoizolacija, ki onemogoča temperaturna nihanja, ki bi lahko bila za vegetacijo pogubna (Stormwater solutions Handbook, 2012).

Na delitev zelenih streh v največji meri vpliva zahtevnost posejanih rastlin in s tem povezana debelina rastnega substrata. V splošnem sta znana dva načina ozelenjevanja zelenih streh: intenzivni in ekstenzivni. Z ozirom na zahtevnost vzdrževanja pa je glede na predmet diplomske naloge primeren predvsem slednji. Intenzivno ozelenjene strehe namreč ne predstavljajo samozadostnega sistema, saj potrebujejo rastline stalno oskrbo.

4.1.1.1 Ekstenzivno ozelenjevanje



Ekstenzivne zelene strehe so prekrte s tanjšo plastjo zemlje, ki v debelino meri nekje od 5- 20 cm. Ozelenitev je manj obremenjujoča za streho in manj zahtevna za vzdrževanje. Nanje zasajamo odpornejše rastline, ki potrebujejo nego zgolj v začetnem obdobju, dokler se popolnoma ne razrastejo.

Slika 30: Ekstenzivno ozelenjena streha (Stormwater solutions Handbook, 2012)

4.1.2 Prepustni tlaki

Kot poudarja Stormwater solutions handbook (2012), prepustni tlaki predstavljajo utrjene površine, ki določenemu deležu padavin namesto direktne odvodnje v drenažni sistem, dovoljujejo infiltracijo skozi prst do podtalnice. Obstaja široka paleta prepustnih tlakov: od nevezanih agregatnih materialov do prepustnih vezanih agregatov. Omembe vredna je tudi mreža iz travne ruše, ki je zlasti uporabna na zelenih površinah, kjer je hoja zelo pogosta. Primerne so tudi za območja z malo prometa kot so dvorišča, prehodi, terase, bivalni dovozi, pomožna parkirišča in intervencijske poti.



Slika 31: Nekatere oblike neprepustnih tlakov: tlakovci, granitne kocke in mreža iz travne ruše (levo in desno: Stormwater solution handbook, 2012; sredina: Calçada portuguesa..., 2010)

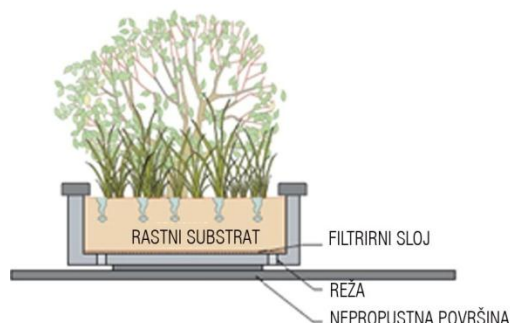
Vahtar in Kompore (1998) opozarjata, da za tlakovanje s prepustnimi tlaki ni primerna vsaka površina, saj so vode na tlakovanih površinah zaradi dejavnosti, ki se odvijajo na teh površinah, lahko zelo onesnažene. Močno obiskana parkirišča, parkirišča za tovornjake in industrijska dvorišča za takšno vrsto tlakovanja niso primerna. Vodo je v tem primeru namreč potrebno najprej ustrezno očistiti in šele nato odvesti v vodotok, ponikovalnice ali mokre zadrževalnike, od koder počasi ponikne v podzemlje.

4.1.3 Zasajeni zabojniki

Povzeto po Dunnet in Clayden (2007), zasajeni zabojniki predstavljajo korita zasajena z vegetacijo, ki prestreže vodo iz streh. Skozi proces infiltracije, evaporacije, transpiracije in skladiščenja odstranjujejo tudi nekatera onesnažila. Njihova glavna prednost je ta, da so lahko nameščeni v neposredni bližini objektov, zato so primerni za oblikovanje v manjšem merilu. Lahko predstavljajo del arhitekturne opreme in tako prispevajo k zahtevam trgovskih, bivanjskih ali industrijskih shem. Vključevanje le-teh na zanimiv in ekološko učinkovit način v širšem merilu pa je težje dosegljivo.

Naloga zabojnika je, da voda v njem ni zadržana več kot 12 ur, saj bi s tem prišlo do ustvarjanja anaerobnih pogojev, ki so lahko za rast rastlin pogubni. Zaželeno je, da se voda v zabojniku ne zadrži več kot 6 ur (Stormwater solutions handbook, 2012). Pri izbiri rastlin pa moramo upoštevati tolerantnost na periodično poplavne razmere. V nadaljevanju so opisani različni tipi zasajenih zabojnikov, povzetih po Stormwater solutions handbook (2012)

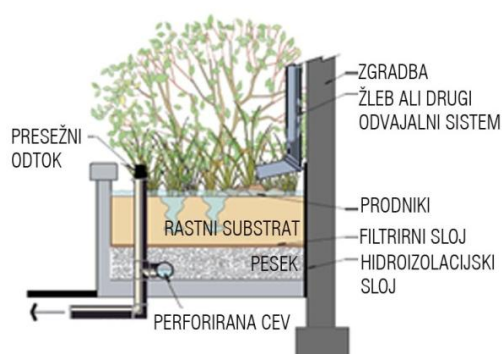
4.1.3.1 Zadrževalni zabojniki (*contained planters*)



Zadrževalni zabojniki so zabojniki, v katerih rastline prestrezajo zgolj padavine, brez padavinskega odtoka z drugih površin. Nameščeni so nad nepropustnimi tlakovanimi površinami. Deževnica je začasno zadržana nad prstjo in se nato prefiltrirana skozi zabojnik. V nekaterih primerih odprtine na dnu zabojnika omogočajo odvodnjo vode iz dna na neprepustno tlakovano površino. Zabojniki so lahko montažni ali izdelani na mestu ter različnih velikosti in oblik, bodisi iz kamna, betone, opeke, plastike, lesa itd.

Slika 32: Zadrževalni zabojnik (Stormwater solutions handbook, 2012)

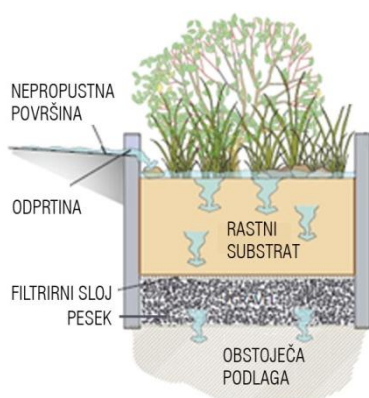
4.1.3.2 Pretočni zabojniki (*flow-through planters*)



Pretočni zabojnik sestavlja neprepusten zabojnik, ki deževnico postopno sprošča nazaj v okolico s procesom evapotranspiracije oziroma le-to odvede do naslednjega dela sistema. Po dolžini zabojnika je lahko vgrajena drenažna cev, ki zopet odvede presežno vodo bodisi do naslednjega elementa v deževni verigi bodisi v običajno drenažno omrežje.

Slika 33: Pretočni zabojnik (Stormwater solutions handbook 2012)

4.1.3.3 Ponikovalni zabojniki (*infiltration planters*)



Ponikovalni zabojniki omogočajo, da voda iz streh direktno ponikne v tla pod njim. Kamenje in prodniki razpršijo energijo vode iz žlebu in s tem preprečujejo nastanek odtočnih kanalov in erozijo prsti. Deževnica je začasno zadržana v prsti in grušču na dnu zabojnika, nato pa je postopoma izpuščena v podtalnico. V primeru, da je količina vode, ki vstopi v bazen večja od infiltracijske sposobnosti, se presežna voda preko zabojnika izlije do naslednje komponente deževne verige.

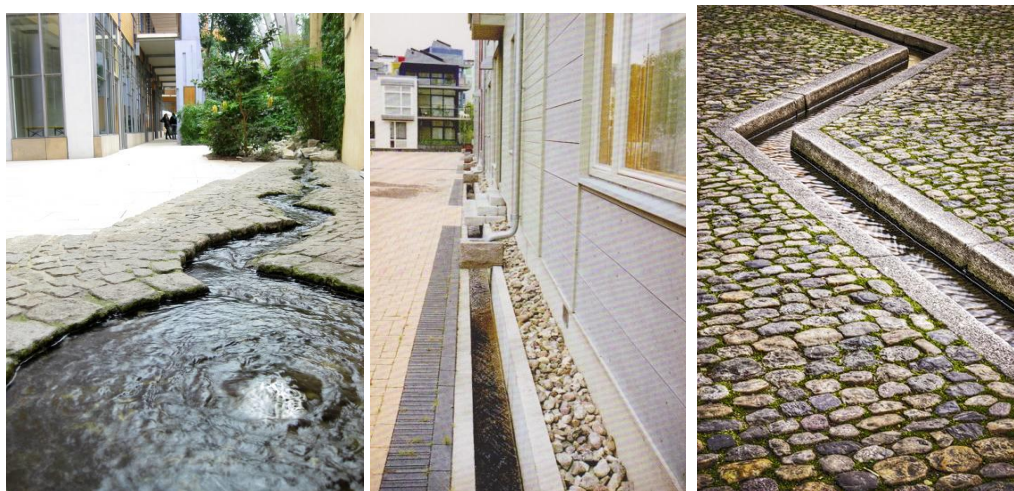
Slika 34: Ponikovalni zabojnik (Stormwater solutions handbook, 2012)



Slika 35: Oblike zasajenih zabožnikov v Portlandu, ZDA (Stormwater solutions handbook, 2012)

4.1.4 Odprti kanali

Angleški izraz *gullies* označuje odprte pitke kanale, ki preko dvorišč, trgov oziroma drugih tlakovanih površin deževnico odvajajo do drugega člena padavinske verige. Lahko jih uporabljamo za odvodnjavanje iz tlakovanih površin kot tudi za odvodnjavanje odtoka iz streh. Gibanje vode se lahko izrabi za ustvarjanje zvočnih učinkov in vrtncev ali pa ga uporabimo kot povezujoči člen elementov za igro (Dunnet in Clayden, 2007).



Slika 36: Poljubne oblike odprtih kanalov (levo in sredina: Dunnet, Clayden, 2007; desno: Freiburg – Bächle, 2008)

V nadaljevanju so predstavljeni tudi primeri, ki jih Dunnet in Clayden ne navajata, glede na njihove značilnosti pa bi jih lahko uvrstili v prej opisano komponento.



Slika 37: Odprti kanali mesta Freiburg v Nemčiji (levo: Eberlin..., 2013; desno: Bächle ..., 2011)

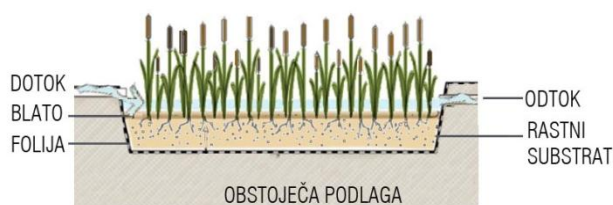


Slika 38: Odprti kanali mesta Banyoles v Španiji (zgoraj: Sidewalk and..., 2010; desno: GRN Banyoles, 2013)

4.1.5 Rastlinske čistilne naprave

Čeprav Dunnet in Clayden rastlinske čistilne naprave ne omenja kot del padavinske verige, bi te glede na svojo funkcijo lahko predstavljale enega izmed členov verige. Rastlinske čistilne naprave (v nadaljevanju RČN) sestavlja zaporedje bazenov izoliranih s folijo, ki so napolnjeni s substratom in zasajeni z izbranimi močvirskimi rastlinami. V njih je omogočeno medsebojno delovanje rastlin, mikroorganizmov in substrata, ki posnemajo samočistilno sposobnost močvirij v naravi (Limnos, 2012).

Povzeto po Vidmar (2010) mora biti voda pred vstopom v RČN predhodno mehansko očiščena, kar lahko dosežemo na primer z usedalnikom. Namen čiščenja je zmanjševanje koncentracije neraztopljenih organskih snovi, ki bi sčasoma povzročile mašenje filtrnega substrata in s tem dodatno obremenitev rastlinske čistilne naprave. Poznamo 2 vrsti RČN, in sicer: RČN s površinskim in podpovršinskim tokom. Za prečiščevanje padavinskih vod uporabljajo predvsem RČN s površinskim tokom vode. Te navadno zahtevajo manjše stroške izgradnje, obratovanja in vzdrževanja, a so zato tudi manj učinkoviti in zahtevajo večje površine za učinkovito delovanje». Pod prosto vodno gladino se nahaja aeroben pas, ki ga naseljujejo alge ali makrofiti. V nižjih plasteh, kamor svetloba ne seže, pa se oblikuje anaerobno okolje s pripadajočimi mikrobnimi procesi.



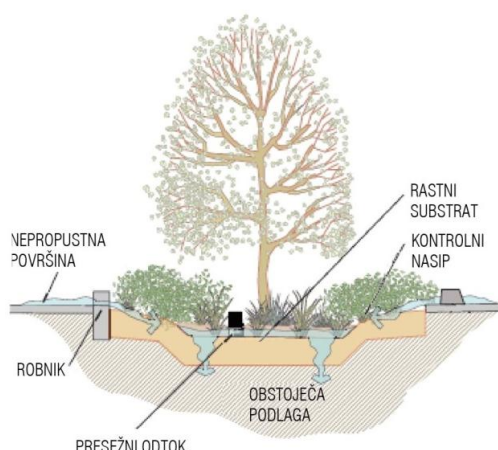
Slika 39: Rastlinska čistilna naprava s površinskim odtokom

4.1.6 Zasajeni kanali

Zasajeni kanali (ang. *swales*) so plitke, linearne depresije z rahlim nagibom, ki odvajajo padavine odtok iz streh, cest oziroma drugih tlakovanih površin (Dunnet in Clayden, 2007). Njihova bistvena lastnost je, da so razmeroma ozke, medtem ko obširnejše depresije postanejo ribniki in bazeni, oziroma kot jih poimenujeta Vahtar in Kompare (1998), t.i. zadrževalniki.

Poleg transporta vode je njihova glavna funkcija, da omogočajo ponikanje vode in izločanje onesnažil. Večino časa niso napolnjeni z vodo. Vodo pospešeno zberejo in zadržijo za nekaj ur ali dni le v času nalivov, nato pa ta počasi ponika v tla oziroma je odvedena naprej v zadrževalni bazen.

Kontrolni, zaustavitveni nasipi vzdolž kanalov spodbujajo večjo infiltracijo, tvorbo jezerc in upočasnitev ter zadrževanje odtoka. Kadar so nameščeni na brežinah z velikim naklonom, so uporabni za uravnavanje naklona in preprečevanje erozije, ki je lahko povzročena v primeru prekomernega pritoka. Kjer je naravna zemljina razmeroma neprepustna (kot so ilovnata tla) pa so kanali izrazito linijski in dovajajo padavinski odtok do suhega zadrževalnika oziroma ponikovalnega jaška. V primeru, da je kanal prepoln lahko presežno vodo odvedemo z drenažno cevjo tudi v drenažni sistem. Poleg tega, lahko v vrhnjo plast vključimo grušč, prod ali oster pesek (Stormwater solutions handbook, 2012)



Pri sami zasaditvi kanalov se poslužujemo naslednjih dveh pristopov. Na mestih kjer želimo spodbuditi odtok, uporabimo zasaditev s travno rušo. Na mestih, kjer želimo spodbuditi predvsem večjo stopnjo ponikanja pa se poslužujemo zasaditve z drevesi, grmovnicami, trajnicami oziroma posebej primernimi travniškimi združbami (Stormwater solutions handbook, 2012). Kot navajata Clayden in Dunnet (2007), so v Portlandu kanali zasajeni s travnimi mešanicami, avtohtonimi travami in cvetočimi rastlinami zadržale več kot 41% vsega odtoka, medtem ko so kanali poraščeni le s travno rušo zadržali zgolj 27 % odtoka.

Slika 40: Zasajeni vegetacijski kanali (Stormwater solutions handbook, 2012)

Parkirne vrste na parkiriščih so med seboj najpogostejše ločene s povzdignjenimi obrobjenimi otoki, ki so zasajeni s trato ali drevesi. Te lahko nadomestimo z zasajenimi parkirnimi kanali (ang. *car park swales*), kamor odvajamo padavinsko vodo iz parkirišč. Pri tem je ključnega pomena ravno vegetacija, ki filtrira kontaminirana onesnažila iz odtoka tlakovanih površin. Za prestrezanje olj in goriv pred iztekom vode v kanal pa lahko oblikujemo jaške z apnenčastimi okruški (Dunnet in Clayden, 2007).



Slika 41: Primeri vegetacijskih kanalov na Švedskem in ZDA (levo in sredina: Dunnet in Clayden, 2007; desno: Brumbaugh, 2005)

4.1.7 Retencijski bazeni/ mokri zadrževalniki

Mokri zadrževalniki so neprepustni bazeni, ki padavinsko vodo trajno zadržijo. Ta vodna telesa predstavljajo enega izmed končnih členov v padavinski verigi, ki odvedeni vodi zagotavljajo zadnje mesto mirovanja.

Razlika med običajnimi in retencijskimi bazeni je ta, da so slednji namenjeni za sprejemanje padavinskega odtoka. To pomeni, da nivo vode v bazenu navadno niha, s čimer posnemamo naravno dinamiko jezer oziroma mokrišč. Kadar nivo vode v bazenu že dosega maksimalno vrednost, vsak naslednji pritok izrine predhodno zbrano vodo v bazenu, zato moramo upoštevati tudi možnost varnostnega izliva presežne vode. Presežna voda se lahko izliva v mokrišče ali pa jo pustimo, da izhlapi preko višjih rastlin v procesu evapotranspiracije (Dunnet in Clayden, 2007).

Ker so retencijski bazeni razmeroma stalni vodni element, predstavljajo v deževni verigi potencialno najbolj nevaren element za otroke. To lahko zmanjšamo s fizično omejitvijo dostopa, s primerno širokimi ploščadmi za udobno gibanje v njihovi okolici oziroma z oblikovanjem bazenov s plitkim profilom.

Za dosego čim večje čistosti vode je potrebno predhodno prefiltriranje vode preko drugih členih deževne verige. Za oblikovanje bazena z globino 20-30 cm Babič (2005) navaja velikost, ki obsega 10-20% priključene površine iz streh oziroma prometnih površin.



Slika 42: Primer retencijskega bazena v Augustenborgu, Malmö na Švedskem (Augustenborg..., 2013)

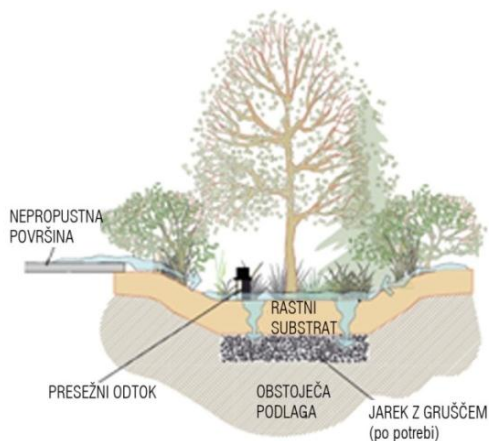
4.1.8 Ponikovalne kotanje/ suhi zadrževalniki

Suhi zadrževalniki so v principu enaki mokrim, le da vode ne zadržujejo dlje kot nekaj dni. Predstavljajo depresije v terenu, kjer se ob nalivu zbere odvečna padavinska voda in od koder potem počasi pronica v podtalje (Vahtar in Kompare; 1998).

Tako se v času majhne količine padavin popolnoma izsušijo ter v času večjih naličev znova napolnijo. Lahko so formalnega ali neformalnega videza. Ker so potencialno manj zanimivi od bazenov s stalno vodo, Dunnet in Clayden (2007) opozarjata, da moramo posvečati več pozornosti na vizualno kvaliteto obrežij. Za izgradnjo zadrževalnika s 30 cm globino Babič (2005) priporoča velikost, ki obsega 15-20% priključenih utrjenih površin.



Slika 43: Primer peščene ponikovalne kotanje na Švedskem (Dunnet in Clayden, 2007)



Za uporabo takšnih kotanj v najmanjšem merilu se je v ZDA in Avstraliji uveljavil izraz *rain garden*. Različne organizacije in javne službe ga z raznolikimi programi promovirajo predvsem za ponikanje vode iz streh, dovozov in trat individualnih hiš. Zasajen z grmovnicami, trajnicami in enoletnicami, ki dobro prenašajo pogoje občasne moče, terja najmanj oskrbe, kadar so te avtohtone.

Slika 44: Zasajeni ponikovalni bazen oziroma deževni vrt (Stormwater solutions handbook, 2012, prevod: avtor)

Zasajene depresije ostajajo večino časa suhe. saj deževnica odteče v roku 12-48 ur (Stormwater solutions handbook, 2012). S tem se izognemo tudi razmnoževanju komarjev in drugih neželenih insektov, saj ti za svoj razvoj iz jajčeca v odraslo žuželko potrebujejo navadno več dni ali tednov.

Ponikovalne kotanje se sicer pogosteje uporabljajo v širšem merilu, na večjih zelenih površinah. Ena izmed takšnih je bila formirana v parku Camillo Tarello v Italiji (Slika 45). Padavinska voda se odvaja skozi serijo drenažnih sistemov, ki preko gosto zasajenih tematsko zasnovanih predelov potekajo po celotnem parku. Največji del površin pa obsega osrednji travnati koridor, ki kot občasni zadrževalni bazen zbira padavinsko vodo iz Alp ter v sušnem obdobju omogoča raznovrstne rabe.



Slika 45: Park Camillo Tarello v Brescii, Italija (Camillo..., 2013)

4.2 PREGLED POSAMEZNIH ČLENOV GLEDE NA TEHNIKE IN ZAHTEVE

Preglednica 2: Pregled posameznih členov padavinske verige glede na tehniko obravnave padavinske vode (Dunnet in Clayden, 2007)

ODDALJENOST OD ZGRADBE	TIK OB OZIROMA NA ZGRADBI	V BLIŽINI ZGRADB	RAHLA ODDALJENOST OD ZGRADB
Zelene strehe	•		
Zasajeni zabojniki	•	•	
Odprti kanali		•	
Prepustni tlaki		•	
Zasajeni kanali			•
Zadrževalniki		•	•

Vsi opisani elementi padavinske verige bi lahko bili uporabljeni tudi pri preoblikovanju obravnavane stanovanjske soseske. Pri tem je nujno poznavanje prostorskih omejitev in zahtev, ki jih posamezni elementi zahtevajo, kar prikazujeta tudi naslednji preglednica.

Preglednica 3: Primernost posameznih členov padavinske verige glede na prostorske omejitve (Stormwater solutions handbook, 2012)

PROSTORSKA OMEJITEV	MANJŠE POVRŠINE	SLABA PROPUSTNOST TAL	STRMA POBOČJA
Zelene strehe	•	•	•
Zasajeni zabojniki	•	•	x
Odprti kanali	•	•	x
Prepustni tlaki	•	x	x
Zasajeni kanali	•	x•	x
Zadrževalniki	x	x	x

Preglednica 4: Relativna namestitve posameznih členov padavinske verige v odnosu do zgradb oziroma grajenega območja (Stormwater solutions handbook, 2012)

ODDALJENOST OD ZGRADBE	TIK OB OZIROMA NA ZGRADBI	V BLIŽINI ZGRADB	RAHLA ODDALJENOST OD ZGRADB
Zelene strehe	•		
Zasajeni zabojniki	•	•	
Odprti kanali		•	
Prepustni tlaki		•	
Zasajeni kanali			•
Zadrževalniki		•	•

5 ANALIZA STANOVANJSKE SOSESKE RUSKI CAR BS7 Z VIDIKA URBANE ODVODNJE

V predhodnih poglavjih so bili predstavljeni načini in kriteriji, kako padavinsko vodo v stanovanjskih krajinah uporabiti čim bolj celovito. Za oblikovanje stanovanjskih krajin s padavinsko vodo, kot dejavnikom oblikovanja, je bil za primernega prepoznan koncept padavinske verige. V nadaljevanju bom zbrano teoretično znanje v obliki smiselne celote skušala uporabiti pri preoblikovanju obstoječega prostora stanovanjske krajine.

Za primer preoblikovanja je bila izbrana stanovanjska soseska Ruski car. Gre za eno izmed sosesk z večjo gostoto poselitve pri nas, ki pa je trenutno programsko skromneje opremljena (Draksler, 2009). Po merilih, ki sta jih opredelila Echols in Pennypacker (2008), je zato lahko novi zasnovi pripisana večja rekreacijska in izobraževalna vrednost.

5.1 LEGA SOSESKE

Stanovanjska soseska BS 7 Ruski Car je od središča Ljubljane oddaljena 4 kilometre. Leži tik ob Dunajski cesti, severni mestni vpadnici. 500 m južneje se nahaja severna mestna obvoznica, medtem ko na zahodu sosesko omejuje železniška proga v smeri Kamnik.

Območje soseske sicer pripada hidrološkemu območju Ljubljanskega polja. Kot opredeljujejo Barčič Železnik in sod. (2005) se ta razprostira na vzhodnem robu Ljubljanske kotline med desnim bregom Save in Ljubljanice, ki sta s svojimi nanosi polnili in izoblikovali relief sicer pogrezajoče se kotline.



Slika 46: Lega soseske na hidrološkem območju Ljubljanskega polja (po Rejc Brancelj, 2005)



Slika 47: Panoramski pogled na sosesko iz JV, v ozadju pogled na Šmarno Goro in Kamniško-Savinjske Alpe (Še Ruski car, 2006)

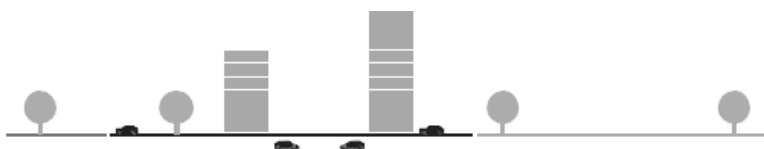
5.2 URBANISTIČNA ZASNOVA SOSESKE

Soseska je bila grajena v 70-ih letih prejšnjega stoletja. V soseski je približno 3100 stanovanj in približno 9600 prebivalcev. Kot navaja Mušič, eden izmed avtorjev urbanistične zasnove, je bila podlaga pri snovanju zasnove tudi ohranjanje pogledov na Polhograjske dolomite, Julijce, Kamniško Savinjske Alpe, Šmarno goro in druge bližnje vzpetine (Draksler, 2009).

Vodilni urbanistični motiv soseske predstavljata dve stanovanjski ulici, vzdolž katerih se nizajo visoki stanovanjski bloki. Ena poteka v smeri V-Z in druga v smeri S-J. Med obema ulicama se razprostira večja parkovno urejena površina z nekoliko razgibano oblikovanim površjem.



Slika 48: Značilni prerezi ulic soseske V-Z (Draksler, 2009)



Slika 49: Značilni prerezi ulic soseske S-J (Draksler, 2009)



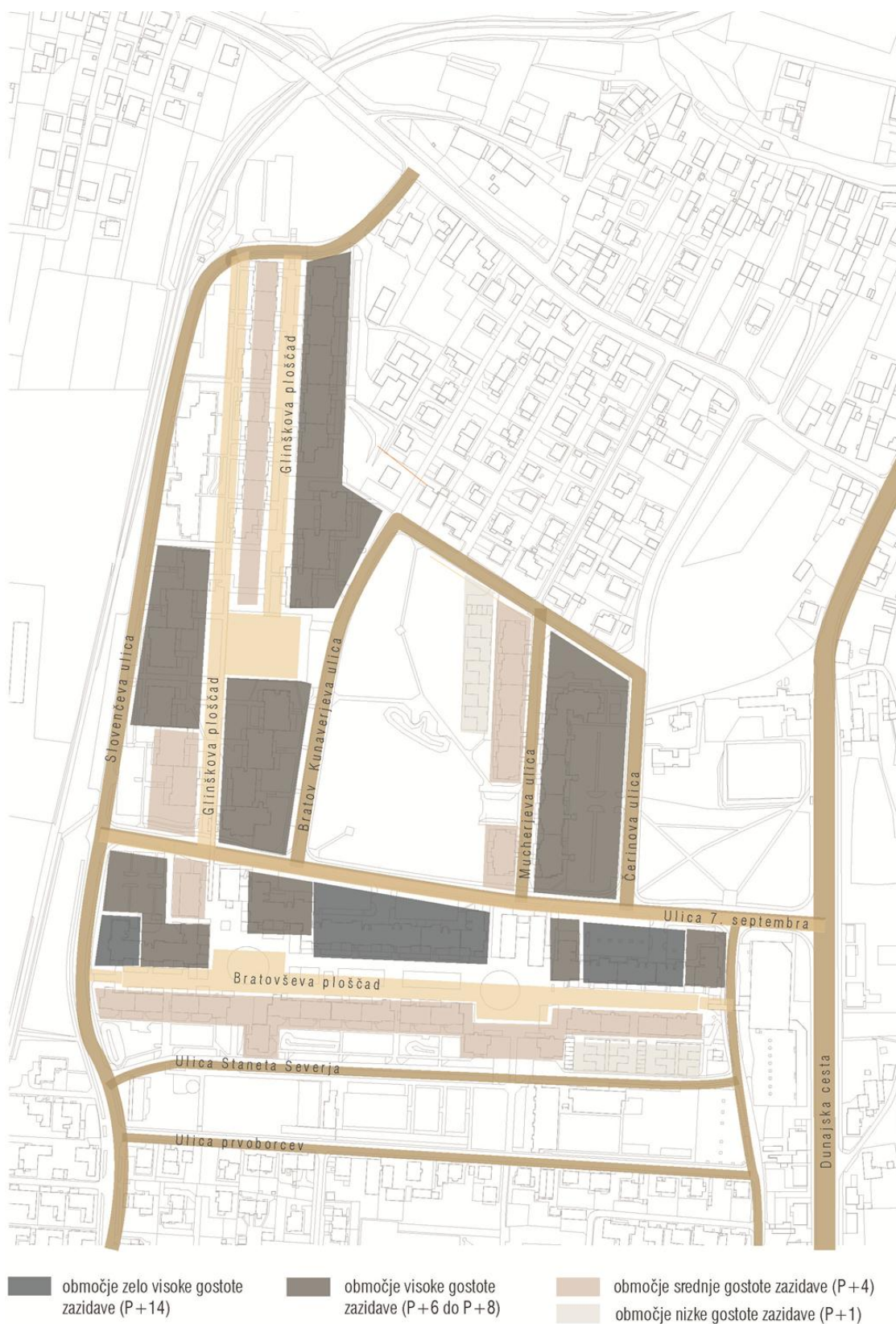
Slika 50: Digitalni ortofoto posnetek območja soseske (Urbinfo..., 2012)

5.2.1 Poselitvena struktura

Z gostoto prebivalstva 340 preb/ha predstavlja Ruski car za slovenske razmere sosesko z visoko gostoto zazidave. Ob Bratovševi ploščadi oziroma stanovanjski ulici S-J, na južni strani prevladuje niz blokov s P+4 in P+6, medtem ko jo na drugo stran obdajajo stanovanjski bloki od P+11 do P+14 nadstropij. Niz blokov na skrajnem SZ stanovanjske ulice S-J je prav tako srednje visoke zazidave s P+4 nadstropij, preostanek blokov ob Glinškovi ploščadi pa je zopet višji, od P+8 do P+6. Niz blokov v Mucherjevi ulici je na zahodni strani višine P+4, na vzhodni pa od P+6 do P+8.

V soseski se nahajata tudi sklopa individualnih atrijskih hiš. Eden se nahaja ob osrednji parkovni površini poleg Mucherjeve ulice, drugi pa na JV, južno od Bratovševe ploščadi.

Na Bratovševi ploščadi se ob vseh nadihodih nahajajo objekti spremljajočih dejavnosti (Slika 51). Ob razširitvi na Z strani se nahaja lekarna, ob drugi razširitvi banka in trgovina, tretji podhod pa povezuje ploščad z veleblagovnico ob Dunajski cesti, kjer se nahajajo še druge storitvene dejavnosti kot so cvetličarna, frizerstvo, ipd. V okviru soseske se nahajata tudi objekta za predšolsko vzgojo ter knjižnica, v njeni neposredni bližini ob Dunajski cesti športna dvorana in nekoliko južneje Osnovna šola Danile Kumar.

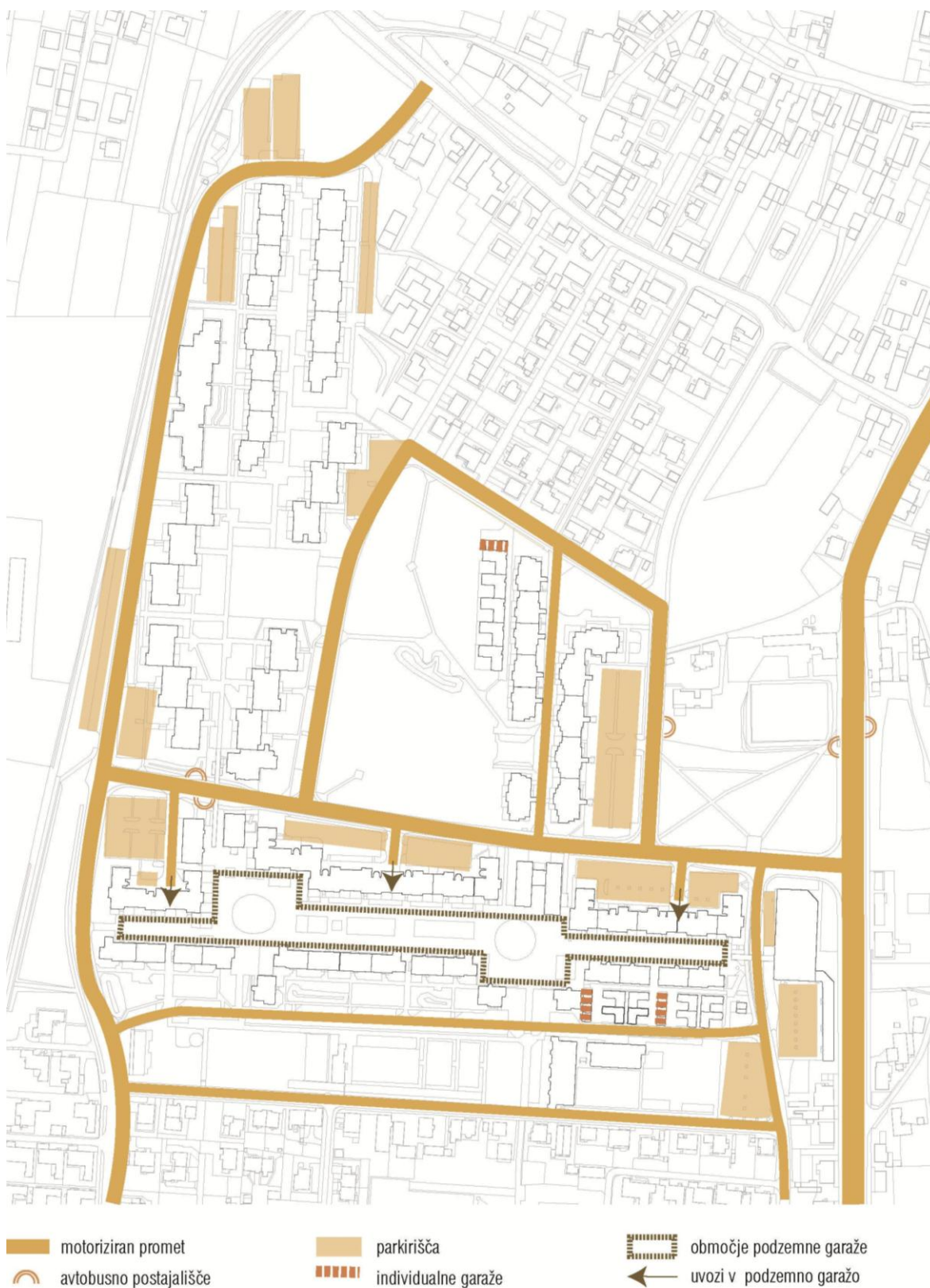


Slika 51: Shematski prikaz gostote zazidave z imeni glavnih ulic soseske



Slika 52: Vrste objektov in dejavnosti v soseski

5.2.2 Prometno funkcionalna shema



Slika 53: Motoriziran promet in obstoječi sistem parkiranja

Prometu je namenjenih kar 34% odstotkov površin. Na zunanji strani stanovanjskih blokov se nahajajo parkirni prostori, medtem ko se pod platojem Bratovševe ploščadi in v dveh garažnih hišah nahajajo garaže v etaži. Atrijskim hišam so dodeljene individualne garaže. Velik del površin v soseski je namenjen zgolj pešcem. Kot že omenjeno, je Bratovševa ploščad s preostalim delom soseske povezana s tremi nadhodi. Do soseske je organizirana linija Javnega potniškega prometa, glavne ceste pa obdajajo tudi kolesarske steze

5.2.3 Odprte nepozidane površine

Kot navaja Draksler (2009), je urbanistična zasnova soseske sledila konceptu, pri katerem je obseg zelenih površin ob stanovanjskih in drugih objektih zavestno zmanjšan v zameno za umestitev razsežnejše parkovno urejene površine.

Ogled terena je pokazal, da park sredi močno koncentrirane poselitve z zasaditvijo visoke vegetacije ob robovih predstavlja oazo zelenja in potencialni prostor oddiha. Teren je nekoliko moduliran z manjšimi vzpetinami, kar prostor dodatno strukturira in razdeljuje na manjša in nekoliko intimnejša območja. Ta omogoča manjšo izpostavljenost pred pogledi in nekoliko večjo zaščito pred hrupom iz cest. Kljub dobri urbanistični osnovi pa je programska opremljenost parka zelo osiromašena.

Na zahodni strani parka se nahaja nekaj igral. Do njih ni speljanih dodatnih poti niti ne tvorijo prostorsko zaključene celote, temveč so ta prosto razmeščena po trati. Drugi del igral pa je nameščen na jugovzhodni strani parka v nekoliko poglobljeni kotanji kot razširitev Mucherjeve ulice. Poleg tega je na voljo več športnih igrišč na južnem delu soseske, vzporedno z Bratovševo ploščadjo.



Slika 54: Osrednji del parkovne površine



Slika 55: Prosto razpršena igrala v zahodnem delu parka



Slika 56: Otroška igrala v poglobljeni kotanji ob Mucherjevi ulici

Večini pritličnih stanovanj so dodeljeni tudi manjši stanovanjski vrtovi. Ti v obliki povzdignjenih teras z zasajenimi betonskimi koriti tvorijo robove stanovanjskih ulic in pešpoti.

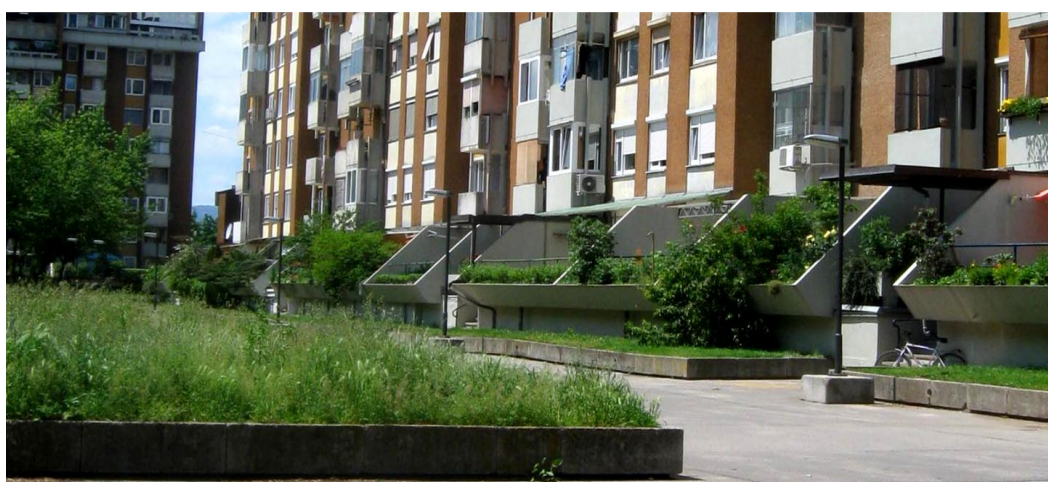
Bratovševa ploščad je zaradi garaž pod njo nekoliko revneje zasajena z visoko vegetacijo. Zasaditev je omogočena zgolj v obeh osrednjih razširitvah ploščadi, v katerih se drevesni gruči v krožni obliki zraščata z nivoja podzemnih garaž. Poleg tega pa ploščad po dolžini členijo privzdignjene travnate ploskve.



Slika 57: Bratovševa ploščad: drevesni otok z zelenicami nad podzemnimi garažami



Slika 58: Stanovanjski vrtovi na vzhodnem delu Bratovševe ploščadi



Slika 59: Stanovanjski vrtovi v osrednjem delu Bratovševe ploščadi



Slika 60: Shema odprtih nepozidanih površin

5.2.4 Obstoječi način odvodnjavanja

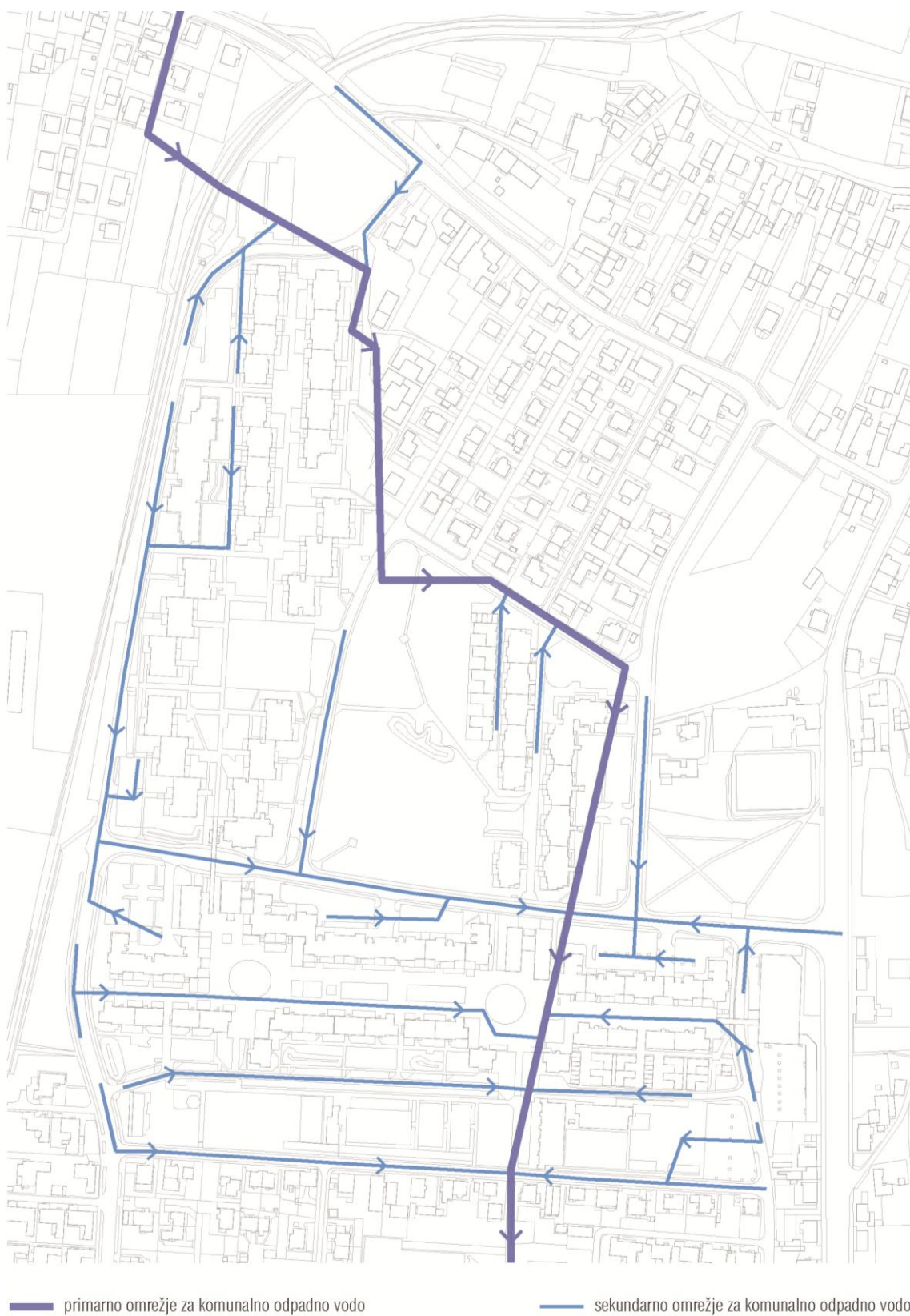
Kot navajata Vahtar in Kompare (1998) v splošnem poznamo več tipov urbane odvodnje:

- kombinirani ali mešani sistem, pri katerih kanali odvajajo tako sanitarno kot padavinsko vodo,
- separaten ali ločeni sistem, pri katerih se deževna voda odvaja v popolnoma ločenem sistemu meteorne kanalizacije,
- delno ločene sisteme, pri katerih se upošteva kvaliteta posameznih padavinskih voda oziroma površin preko katerih se pretakajo. Padavinska voda, ki do vtoka v kanalizacijo ostaja relativno čista, je vodena v ločeni sistem meteorne kanalizacije, medtem ko deževnico, ki se je na svoji poti tako ali drugače onesnažila, vodimo v mešani sistem kanalizacije.

V obravnavani soseski se, po posvetu s strokovnjaki, vsa padavinska iz streh stanovanjskih objektov in tlakovanih površin steka v mešani kanalizacijski sistem skupaj s fekalno vodo. Ta se steka proti primarnemu komunalnemu omrežju, ki poteka po vzhodnem robu soseske preko Bratovševе ploščadi naprej proti centru mesta, vzporedno z Dunajsko cesto.



Slika 61: Primeri obstoječega oblikovanja odprtih kanalov oziroma »muld« v soseski Ruski car BS7



Slika 62: Shema obstoječega komunalnega omrežja (Urbinfo..., 2012)

5.3 PROSTORSKE DANOSTI

5.3.1 Relief

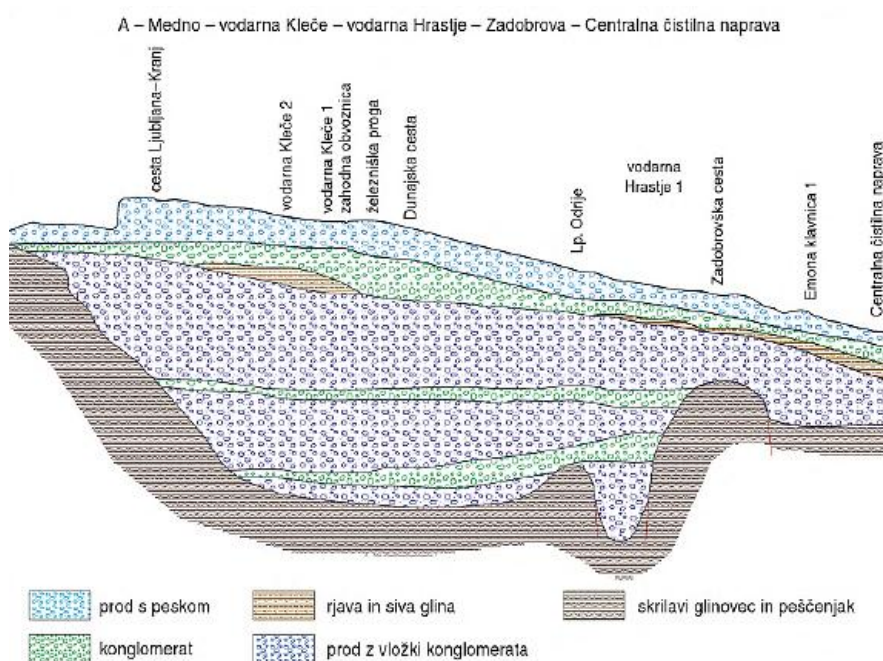
V celotni soseski ne prihaja do večjih višinskih razlik v terenu. Teren se sicer rahlo spušča od severa proti jugu, večina območja pa leži na nadmorski višini od 303 do 306 m. Bratovševa ploščad je zaradi podzemnih garaž rahlo povzdignjena, izrazitejši modulaciji terena pa smo priča na osrednji parkovni površini.



Slika 63: Modulacija terena osrednje parkovne površine

5.3.2 Vrsta tal in podtalnica

Kot omenjeno, soseska leži na območju vodonosnika Ljubljanskega polja. Bračič Železnik in sod. (2005) navajajo, da vodonosnik Ljubljanskega polja sestavljajo plasti proda in konglomerata, ki jih krajevno ločujejo plasti gline.



Slika 64: Hidrogeološki prerez Ljubljanskega polja (Bračič in in sod., 2005)

Prepustnost proda in konglomerata je zaradi večje ali manjše primesi melja različna tako v navpični kot v vodoravni smeri, v splošnem pa na obrobju (kjer leži tudi soseska BS7) znaša $5,5 \times 10^{-4}$ m/s. Globina podzemne vode na območju med Šentvidom in kamniško progo sega 25-30 m globoko, med Bežigradom, glavno železniško postajo in Ježico pa v globino 20-25 m (Bračič Železnik in sod., 2005).

5.3.3 Vodna bilanca

Po podatkih Statističnega urada Republike Slovenije je bilo v obdobju v leti 2000-2011 na merilni postaji Ljubljana-Bežigrad v povprečju na leto 140 deževnih dni, 22 dni s snegom ter 51 dni s snežno odejo. Do večjih razlik ni prišlo niti v prejšnjem desetletju, kjer je bilo v povprečju na leto 145 deževnih dni, dni s snegom 21 ter 48 dni s snežno odejo.

V zadnjem desetletju je na tej merilni postaji v povprečju zapadlo na leto 1383 mm padavin, kar je enakovredno 1383 l/ m². Največ padavin zapade v drugi polovici leta, in sicer v poletnih mesecih v času kratkotrajnih konvekcijskih padavin ter v začetku jeseni.

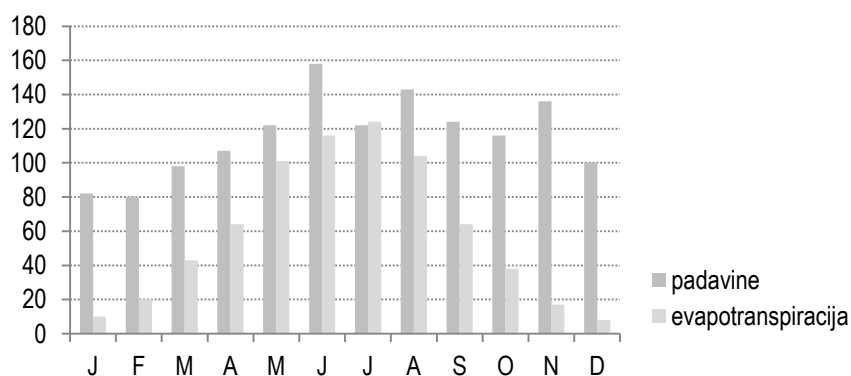
Preglednica 5: Količina letnih zapadlih padavin v milimetrih na merilni postaji Ljubljana-Bežigrad v letih od 2001-2011 (Skupne letne..., 2012)

LETO	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2011	2011
PADAVINE (mm)	1330	1298	1091	1697	1402	1141	1196	1491	1406	1799	1000

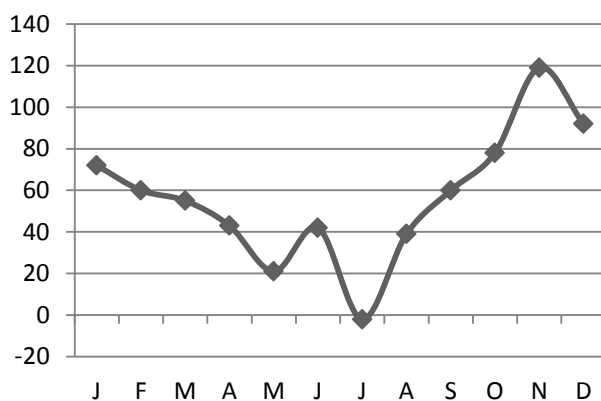
Preglednica 6: Povprečne skupne mesečne padavine v milimetrih na merilni postaji Ljubljana-Bežigrad v letih 2001-2010 (Vlažnost..., 2012)

LETO	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	Maj	Jun.	Jul.	Avg.	Sep.	Okt.	Nov.	Dec.
PADAVINE (mm)	78	75	98	105	104	122	128	145	179	123	111	115

Pri podatkih o zapadli količini padavin je treba upoštevati tudi povprečne dnevne temperature posameznih mesecev in s tem povezano količino izhlapele vode. Iz slike 64 lahko razberemo, da je količina zapadle padavinske vode skoraj celo leto večja od izhlapele, saj je evapotranspiracija večja od količine padavin zgolj v mesecu juliju. Tako največ padavinske vode zbrane na površju lahko pričakujemo v jesenskih in zimskih dneh, medtem ko bo ta v poletnih mesecih, kljub veliki količini padavin, kaj hitro izhlapela (Slika 64 in 65).



Slika 65: Mesečna količina padavin in evapotranspiracije v mm v Ljubljani za Bežigradom v obdobju 1961-1990 (cit. po Andjelov in sod., 2005)



Slika 66: Mesečna vodna bilanca v mm v Ljubljani za Bežigradom v obdobju 1961-1990 (cit. po Andjelov in sod., 2005)

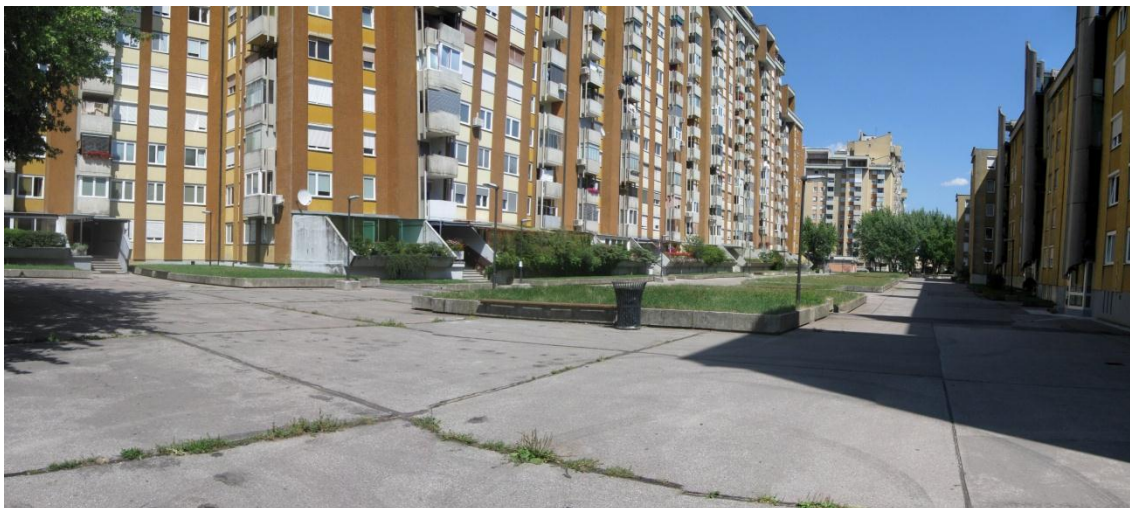
Po podatkih Agencije Republike Slovenije za okolje je bilo v letih 1961-2000 v Ljubljani povprečno 7 dni s padavinami nad 30 mm, od tega 4 dnevi nad 50 mm in od tega 2 dneva z več kot 70 mm. Intenzivnost padavin se izraža na podlagi podatkov o povratnih dobah padavin. V tem času je v časovnem intervalu 24 ur v Ljubljani zapadlo manj kot 90 mm padavin, v roku 48 ur pa 120-150 mm. Območje se sicer nahaja izven območja poplavne ogroženosti (Urbinfo..., 2012)

5.4 POTREBE PREBIVALCEV

Problematico odprtega prostora obravnavane soseske je v svojem diplomskem delu opredelila že Draksler (2009). Na podlagi pregleda območja in izvedenih anket o potrebah prebivalcev, je kot glavni problem opredelila nezadostno število garaž in parkirnih mest. Te je pogrešalo kar 2/3 vprašanih. Glede na rezultate ankete si prebivalci želijo tudi novih in predvsem kvalitetnejših površin za preživljanje prostega časa. Po podatkih ankete kar 70% vprašanih nikoli ne uporablja zelenice, prav tako pa več kot 60% anketiranih nikoli ne uporablja otroških igrišč in površin za rekreacijo.



Slika 67. Pomanjkanje parkirnih mest v soseski BS7



Slika 68: Prehoden značaj Bratovševe ploščadi

Poleg tega Draksler (2009) opozarja, da ima Bratovševa ploščad zaradi skromne oblikovanosti in opremljenosti ter izpostavljenosti pogledom zgolj prehoden značaj. Pri tem predlaga potencialne lokacije za izgradnjo podzemnih garaž, ozelenitev parkirišč ter programsko dopolnitev ulic in trgov.

Iz prej omenjenih ugotovitev lahko predvidimo, da so prebivalci pripravljeni podpreti nove predloge izboljšav, pri čemer bi lahko rdečo nit prenove predstavljal koncept padavinske verige.

6 PREOBLIKOVANJE OBSTOJEČEGA PROSTORA SOSESKE

6.1 DOLOČITEV OŽJEGA OBMOČJA UREJANJA

Koncept padavinske verige si prizadeva za izhlapevanje oziroma ponikanje padavinske vode na mestu samem. Kot omenjeno, je odvodnjavanje s strešin visokih objektov soseske speljano v glavni komunikacijski vod, ki se priključi kanalizacijskemu omrežju, zato izkoriščanje deževnice s streh obstoječih objektov v tem primeru ni možno. Naloga zato v nadaljevanju namenja pozornost predvsem odvodnji in izkoriščanju deževnice s talnih površin. Glede na cilje naloge bi bila uporaba deževnice in s tem povezano preoblikovanje prostora najbolj smiselna na tlakovanih in zelenih površinah v javni rabi, ki so namenjene pešcem oziroma nemotoriziranemu prometu.

Tem odločitvam so botrovali naslednji razlogi:

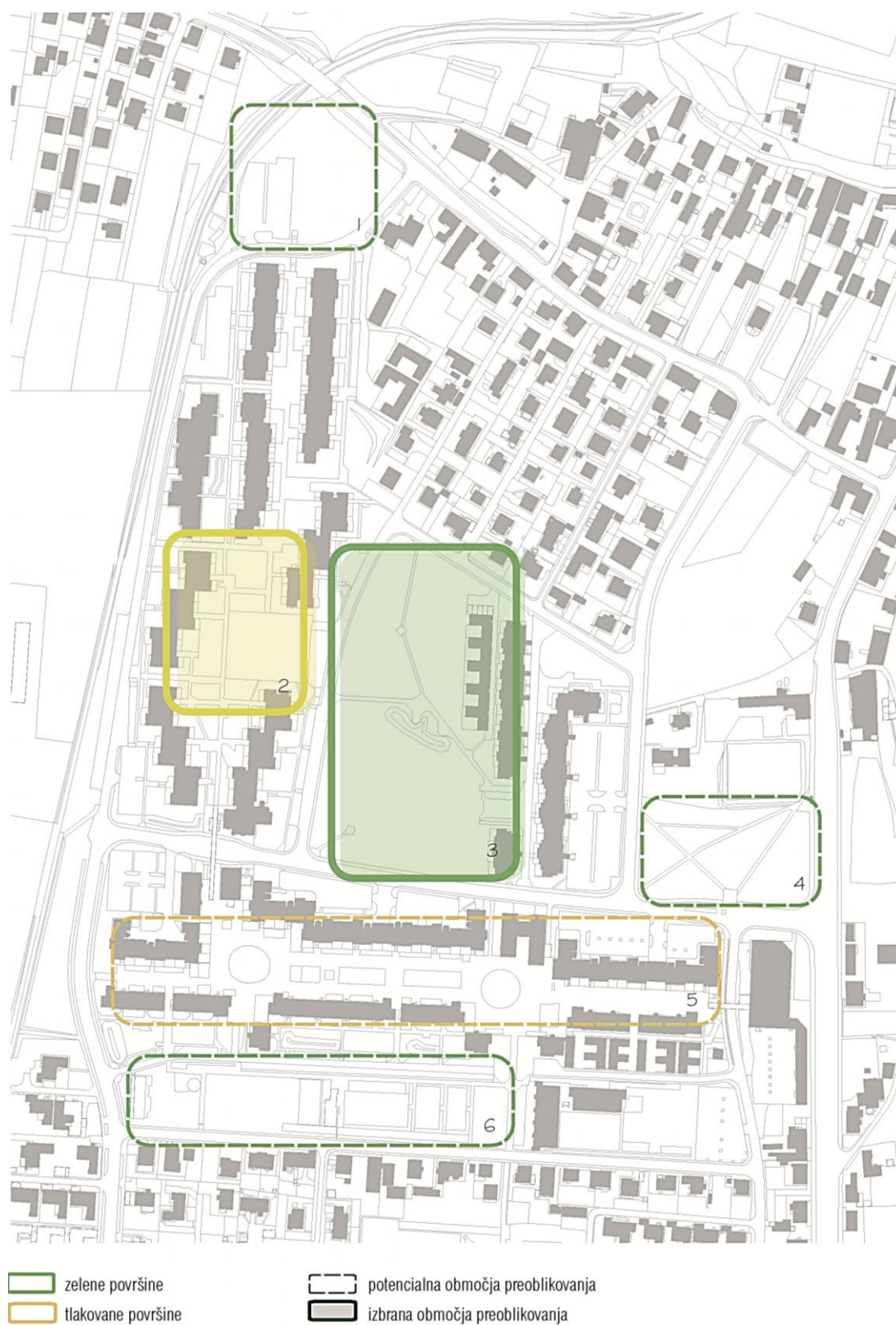
- za prosto ponikanje padavinske vode so ob upoštevanju izdatnejših večdnevni naličvov potrebne razsežnejše nepozidane površine (izračun v poglavju 7) ,
- dobrobiti padavinske vode je na javnih površinah deležno večje število ljudi, sporočilnost verige pa je dostopna širši množici,
- voda s površin, ki niso namenjene motoriziranemu prometu, vsebuje veliko manj onesnažil, s čimer se izognemo tudi kompleksnejšim postopkom čiščenja.

Programska preureditev in prestrukturiranje prostora bi bila tako možna na naslednjih lokacijah, prikazanih na sliki 69:

1. severno parkirišče ob Slovenčevi ulici,
2. na trgu Glinškove ploščadi,
3. v osrednji parkovni površini,
4. v spominskem parku ob Dunajski cesti,
5. na strehi podzemne garaže Bratovševe ploščadi,
6. ob športnih in otroških igriščih na jugu soseske.

Kot lahko razberemo, je potencialnih območij za preureditev kar nekaj. Glede na določene kriterije ima največji potencial osrednja parkovna površina, kjer lahko večji zadrževalnik predstavlja končno točko deževnice v padavinski verigi. Glede na nagib terena in smer odtoka se tej, s prestrukturiranjem prometnega režima, lahko smiselno priključi še odvedena voda s trga Glinškove ploščadi.

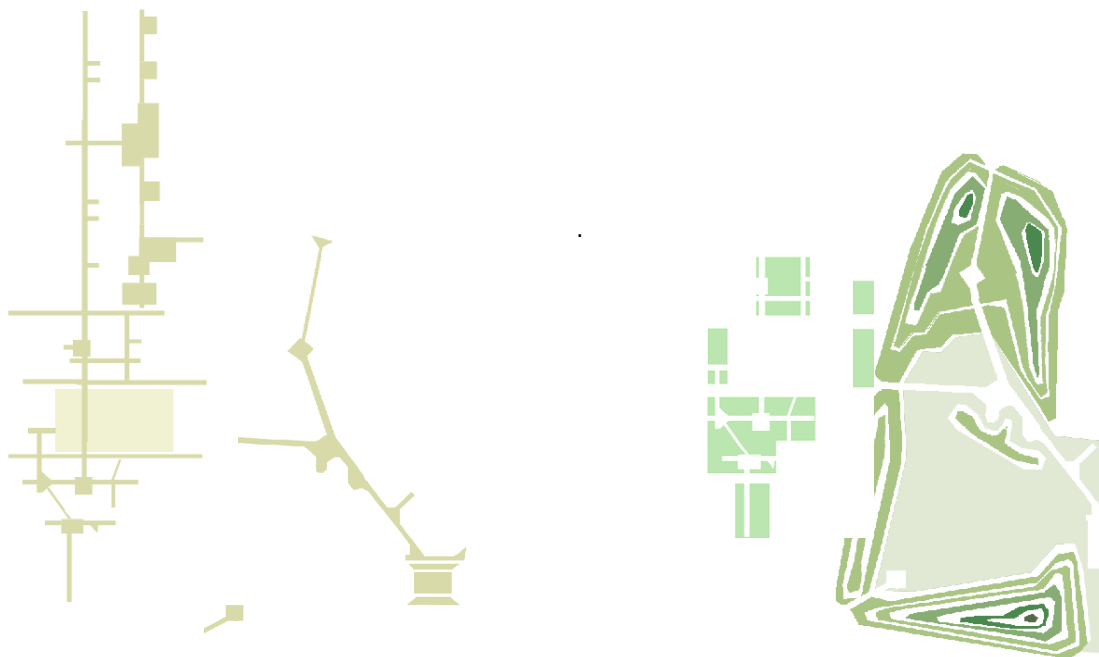
Izbrano območje idejne zasnove v diplomskem delu je tako le eno od možnih območij urejanja. Drugo potencialno zelo primerno območje preoblikovanja predstavlja Bratovševa ploščad, na kateri bi deževnica v obliki večjih izhlapevalnih površin reševala zlasti problem neugodne klime v vročih poletnih dneh (Slika 57, 58 in 59, str. 42). Diplomaska naloga se je v svojem razvoju od te lokacije zaradi pomanjkanja dokumentacije oddaljila, vendar tudi tu velja opozoriti na velik potencial deževnice za reševanje obstoječih prostorskih problemov.



Slika 69: Potencialno primerne lokacije preurejanja prostora

6.2 OSNOVNI KONCEPT PROGRAMSKE IN OBLIKOVNE ZASNOVE

Ker je obstoječe urbanistično in krajinsko arhitekturno oblikovanje plod avtorskega dela (B. Mušič in D. Ogrin), si pri preoblikovanju obstoječega prostora prizadevam slediti in podpreti dosedanje likovno govorico prostora. Iz slike 70 lahko iz izbranih območij razberemo značilen vzorec razmeščanja tlakovanih in zelenih površin. Na Glinškovi ploščadi prevladuje pravokotna struktura tlakovanih površin z manjšimi zaplatami zelenja v južnem delu. S preходом v park pa se delež tlakovanih površin zmanjšuje in prehaja v prostorsko manj organizirane strukture, ki jo obdajajo travnati griči reliefno razgibanih oblik.



Slika 70: Značilni vzorci tlaka in zelenih površin obstoječe zasnove

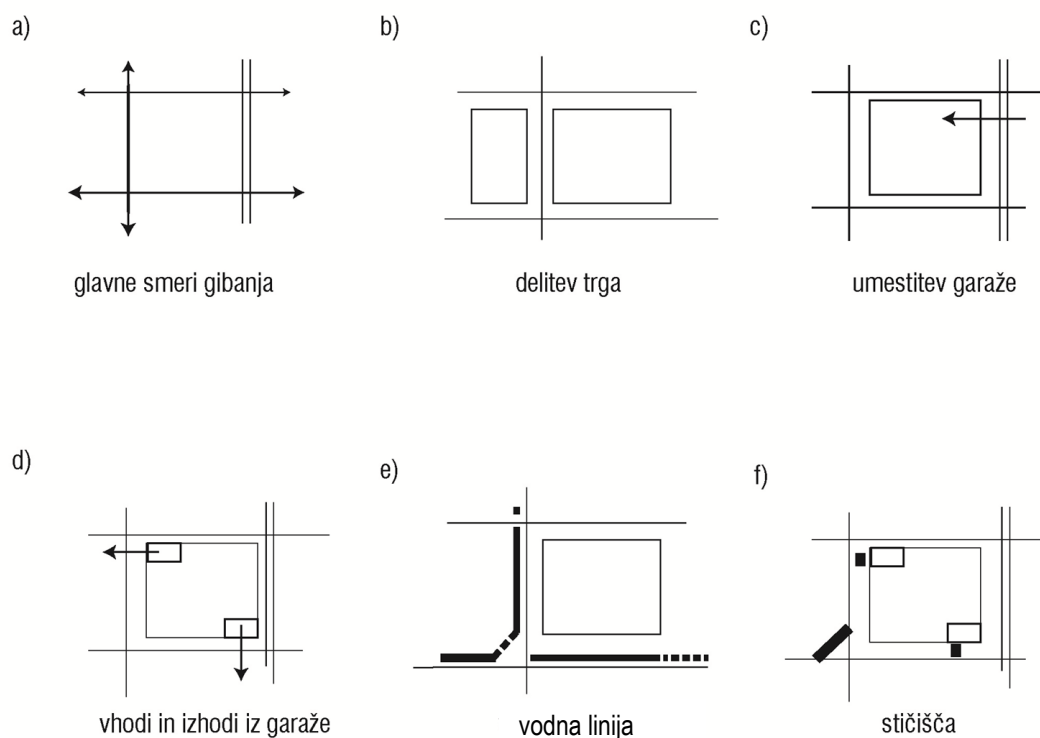
Na trgu se tako predvidi bodočo ureditev formalnejšega videza, ki omogoča, da se padavinska voda iz neprepustnih površin steka v bazene pravokotnih oblik. V primeru večje količine padavin se voda odvaja naprej v park. Vodna telesa tu z oblikovanostjo in uporabo materialov lahko postopno pridobivajo vse bolj mehko razgiban videz. Delež neprepustnih površin vodnih teles se lahko postopno zmanjšuje, dokler na koncu verige, kjer dno vodnega telesa predstavlja le še travnata podlaga, voda prosto ponika v tla.

6.2.1 Trg Glinškove ploščadi

Ker diplomsko delo predvideva preureditev trga Glinškove ploščadi, lahko na tem območju predvidimo izgradnjo nove podzemne garaže. Lokacijo je, kot potencialno primerno za reševanje problema pomanjkanja parkirnih mest, v svojem diplomskem delu opredelila že Draksler (2009).

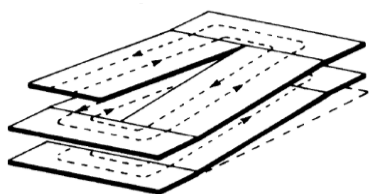
Slika 71 prikazuje postopen razvoj oblikovalske zamisli preureditve Glinškove ploščadi. Kot omenjeno, na trgu prevladuje rasterska organizacija prostora, zato tudi glavne smeri gibanja potekajo v tej smeri (a). Ker ima strešna površina podzemne garaže specifične zahteve za zasaditev in vzdrževanje rastlin, lahko uspevanje bujnejše visoke vegetacije, ki izboljšuje mikro-klimatske razmere, omogočimo na preostalem delu trga (b). Padavinska voda tu lahko prosto ponika v tla oziroma jo za svojo rast v večji meri uporabijo rastline.

Uvoz v garažo se predvidi na SV-strani, z Bratov Kunaverjeve ulice (c), pri čemer se izhodi iz garaže umestijo ob vozliščih glavnih smeri gibanja (d). Južni stik trga in parka je prepuščen jasnejši povezavi parka in trga s padavinsko verigo. Vodna linija bi tako bila spremljevalka glavnih pešpoti (e), ki bi v obliki mostov označevali ločnico med različnimi rabami trga (f).

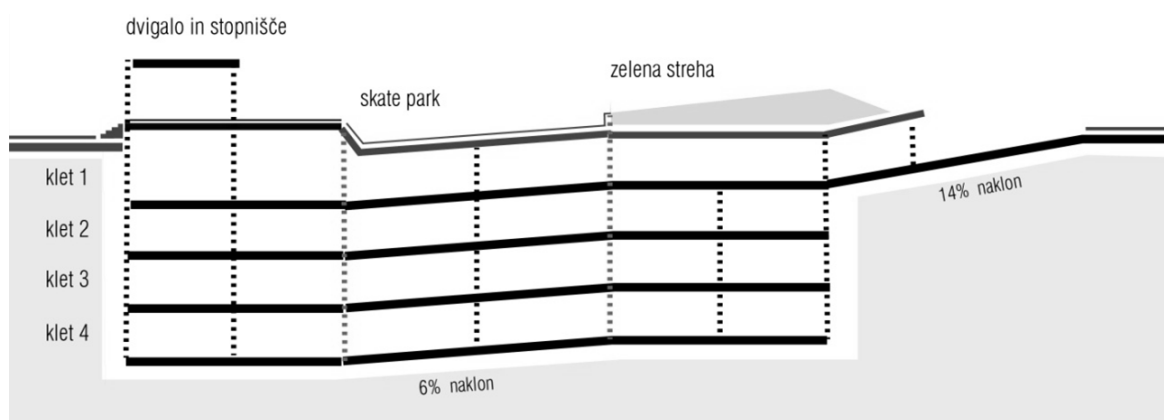


Slika 71: Razvoj programske in oblikovalske zasnove na trgu Glinškove ploščadi

Z umestitvijo podzemne garaže s polnimi klančinami (Slika 72), se lahko različni nivoji in naklon strehe izkoristijo za odtekanje in preusmeritev deževnice na zeleno območje. Površino na strehi podzemne garaže, kjer je razdalja med 1 etažo in streho garaže največja, pa se lahko izkoristi kot prostor za rolkarje (Slika 73).



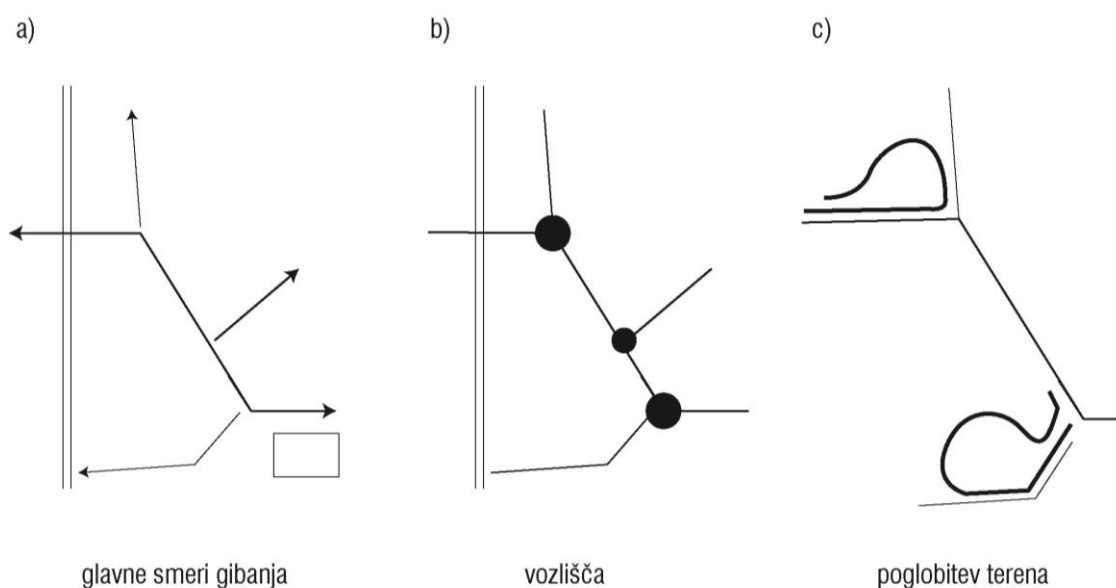
Slika 72: Tipološki prikaz podzemne garaže s polnimi klančinami, brez izgube prostora s 6% naklonom ali manj (Neufert P. in E., 2006)

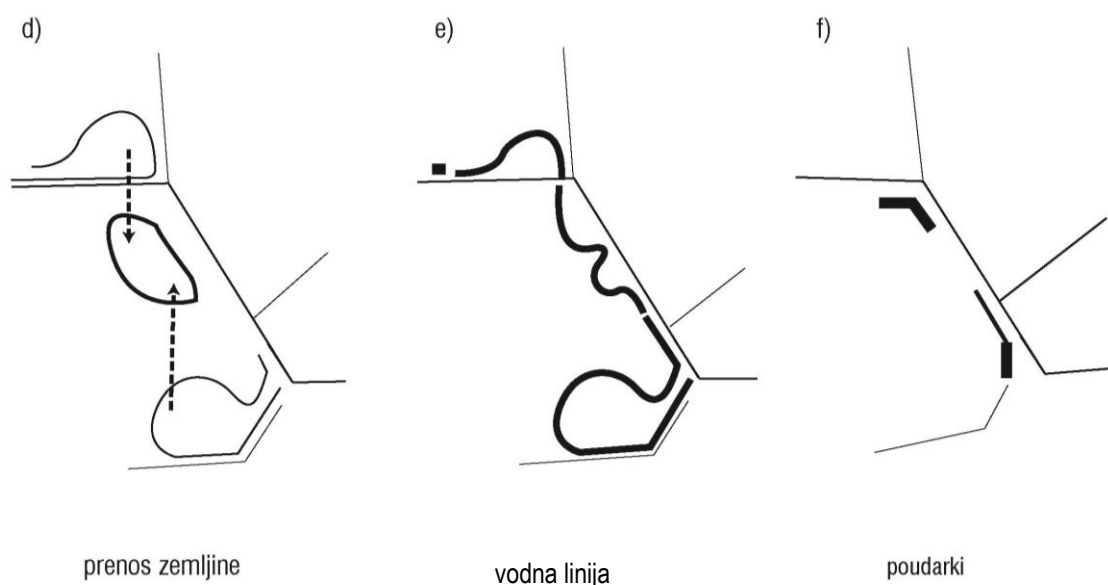


Slika 73: Shematski prikaz umestitve podzemne garaže na trg Glinškove ploščadi

6.2.2 Osrednja parkovna površina

Kot kaže slika 74, bi padavinska voda ostajala spremljevalka glavnih poti tudi na osrednji parkovni površini (a). Tudi tu bi veriga v obliki grajenih elementov označevala glavna vozlišča poti (b). Za zadrževanje večje količine padavin v obliki travnate kotanje, bi bilo potrebno del obstoječe travne ravnice poglobiti. Za to sta, glede na trenutno topografijo, najprimernejša travnata površina ob glavnem vhodu v park ter površina ob vznožju gričev na jugu parka (c). Izkopano zemljinu se lahko uporabi za preoblikovanje obstoječega osrednjega griča. Obe poglobitvi sta med seboj povezani z vijugasto strugo in sta organskih oblik (e). Stik med vodno linijo in vozlišči glavnih poti pa bi tudi tu poudarjali drugi grajeni elementi kot so ploščadi, mostiči in varovalni zidovi. S poglubljenim območjem otroškega igrišča na JV delu parka se od vhoda v park na JZ delu načrtuje pot, ki je tlakovana v celoti, saj dosedanja uničenost travne ruše kaže na zelo pogosto rabo poti.





Slika 74: Razvoj koncepta idejne zasnove v osrednji parkovni površini

Pri oblikovanju največjega končnega zadrževalnika kot zadnje točke padavinske verige, bi bili možni dve rešitvi:

1. oblikovanje stalne ojezeritve (oblikovanje retencijskega bazena oziroma mokrega zadrževalnika)
2. oblikovanje začasnega vodnega elementa (oblikovanje ponikovalne kotanje oziroma suhega zadrževalnika)

V prvem primeru bi morali za vzdrževanje stalne količine vode na določeni lokaciji zagotoviti dodaten podzemni zadrževalnik. Primerna umestitev zanj bi bil del podzemne garaže. Od tod bi se lahko v primeru pomanjkanja padavin voda dovajala do mesta stalne ojezeritve, oziroma v primeru prevelike količine padavin, primerno odvajala nazaj. Presežno vodo bi lahko namenili drugim rabam, kot je npr. zalivanje vrtov in drugih zelenih površin. Z oblikovanjem stalnega vodnega biotopa bi morali upoštevati tudi prisotnost živali, ki bi jih privabila bližina vode. Govorimo predvsem o dvoživkah in žuželkah, katerih prisotnost bi bila lahko za prebivalce soseske moteča oziroma nezaželena.

V primeru oblikovanja začasnega vodnega elementa bi se voda zadrževala le v času večjih nalivov. Glede na vremenske razmere bi tako lahko pričakovali največje količine padavin v jesenskih in pomladnih mesecih, medtem ko bi voda poleti, v času kratkotrajnih poletnih neviht, kaj hitro izhlapela. Za izdatnejše padavine bi poskrbel varnostni preliv v kanalizacijski sistem. S tem se morebitni prisotnosti živali, ki se rade zadržujejo v bližini vode, izognemo, saj kratkotrajna prisotnost vode ne bi omogočala njihovega razmnoževanja in naseljevanja.

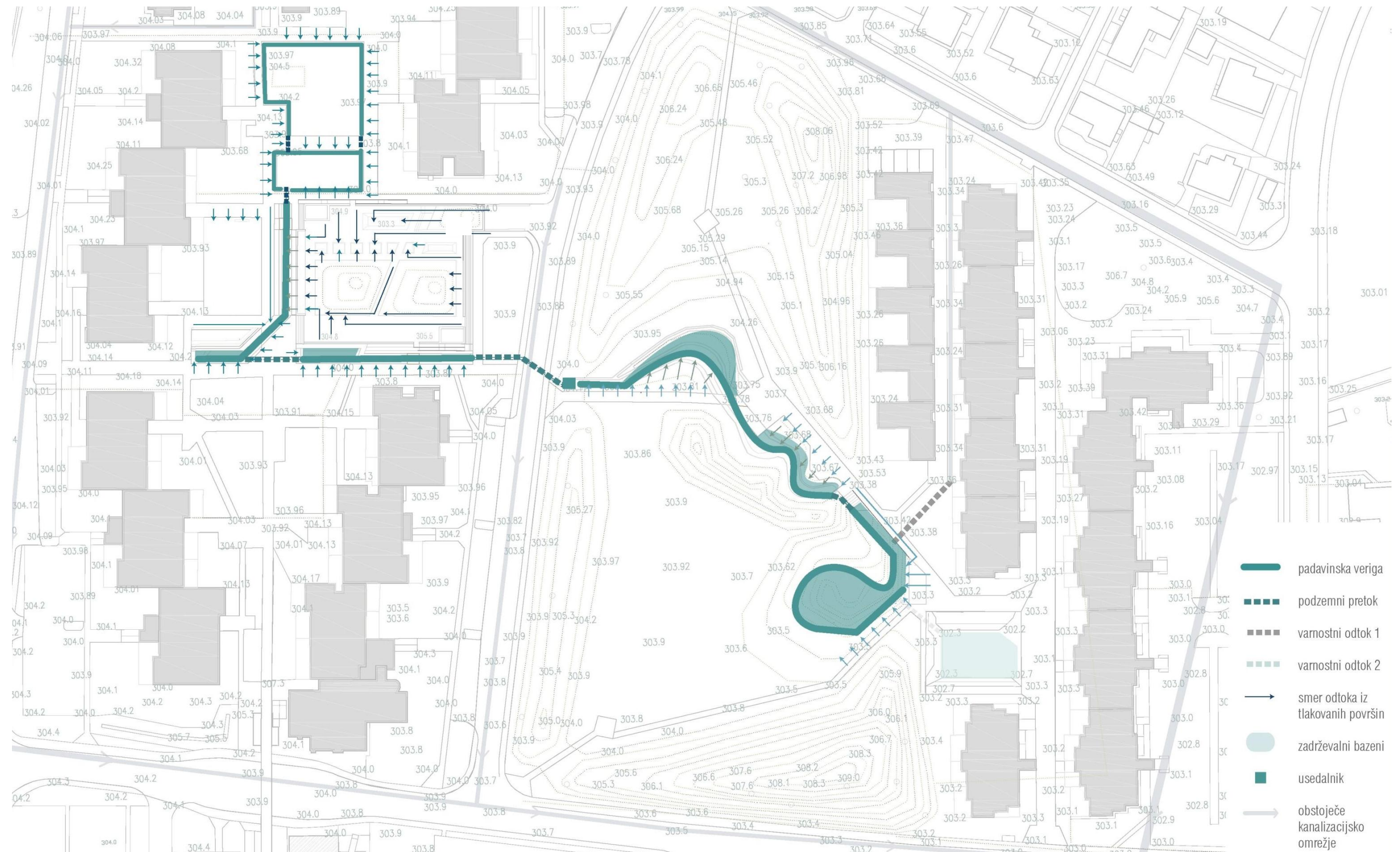
Katerikoli od zgoraj naštetih ukrepov bi ob primerni izvedbi prispeval k večji raznolikosti in privlačnosti prostora. Glede na ekonomsko razsežnost investicije in morebitne negativne odzive prebivalcev, bi bilo zagotovo primernejše oblikovanje začasnega vodnega elementa, zato bomo v nadaljevanju naloge podrobneje razvili to idejo.

6.3 SHEMA ODVODNJAVANJA

Slika 75 na naslednji strani pojasnjuje sistem odvodnjavanja deževnice v grobem merilu, medtem ko prerezi v poglavju 6.5 podrobneje prikazujejo zbiranje in odvajanje padavinske vode skozi posamezna vodna telesa.

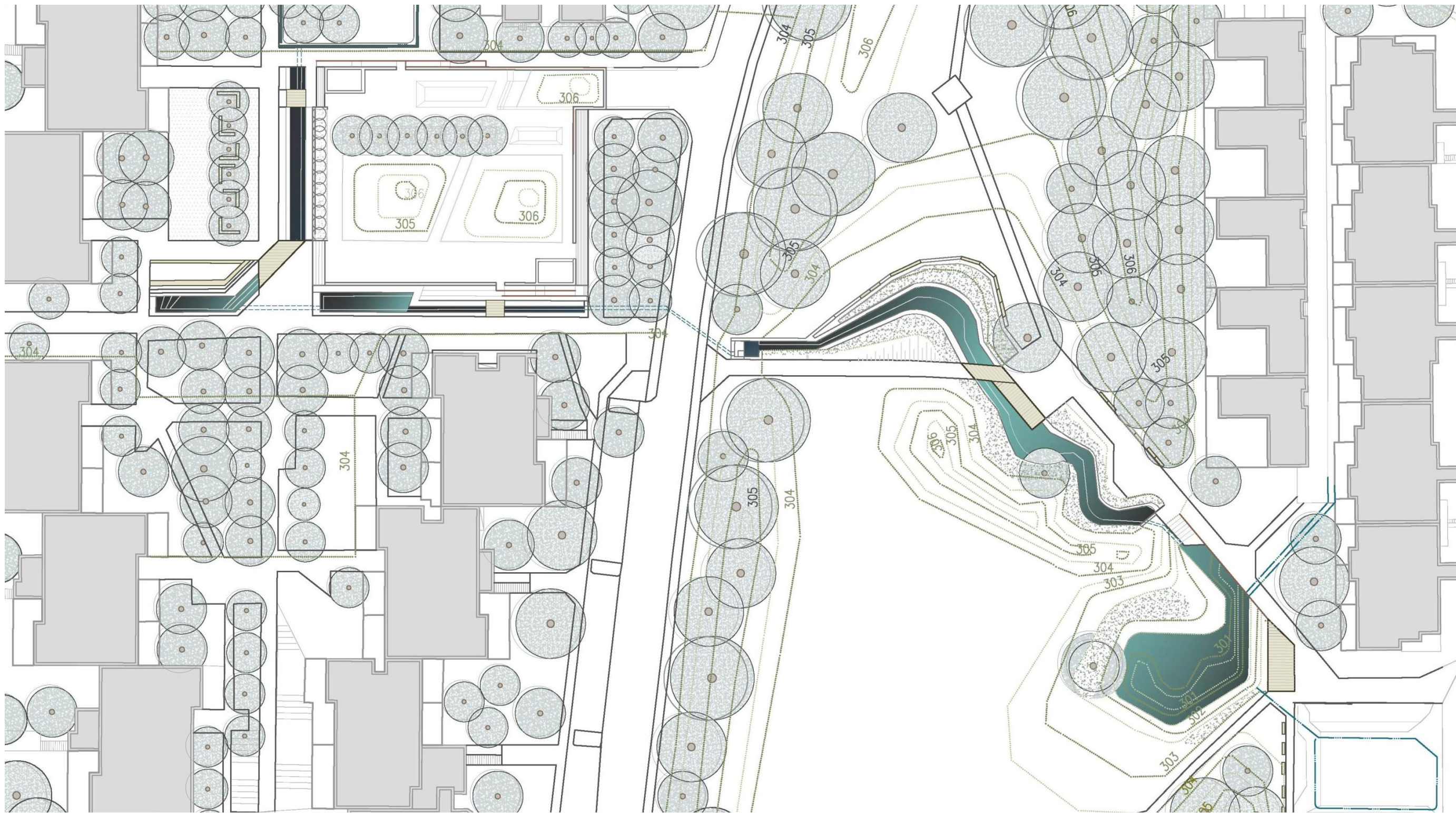
Obstoječa topografija in organizacija kanalizacijskega omrežja omogočata, da se zbiranje deževnice prične približno 50 metrov severneje od začetka trga Glinškove ploščadi. Tu se padavinska voda preko manjših drenažnih kanalov ob robovih pešpoti steka do objekta s podzemno garažo, kjer svojo pot lahko nadaljuje skozi zaporedje večjih zadrževalnih bazenov in kanalov. Zbrani vodi se v primeru zadostne količine padavin pridružijo odtoki s strehe garaže ter na južnem delu še odtoki iz glavnih pešpoti. Na južnem delu se padavinska veriga preusmeri na vzhod proti parku. S podzemnim pretokom prečka glavno cestišče in se nato začasno zadrži v pravokotnem usedalniku.

Voda iz usedalnika se v primeru zadostne zbrane količine priključi parkovni padavinski verigi. Tudi tu se voda z obstoječih pešpoti steka v strugo s tolmuni. Njena organska oblikovanost predvidi dodatno kontrolirano odvodnjo z obdajajočih travnatih vzpetin v času dolgotrajnejših padavin. Vsa zbrana voda se preko podzemnega odtoka odvaja v travnato kotanjo na JV delu parka. Tu lahko prosto ponika v tla. Za primer, da praznjenje kotanje s ponikanjem ne bi zadostovalo, pa se zagotovi varnostni odtok v obstoječe kanalizacijsko omrežje. V primeru, da tudi ta ne bi uspel odvajati presežne vode dovolj hitro, se uredi še rezervni varnostni odtok v obstoječo poglobljeno kotanjo z igrali.



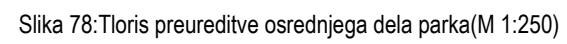
Slika 75: Shema odvodnjavanja s povezavo na obstoječe kanalizacijsko omrežje

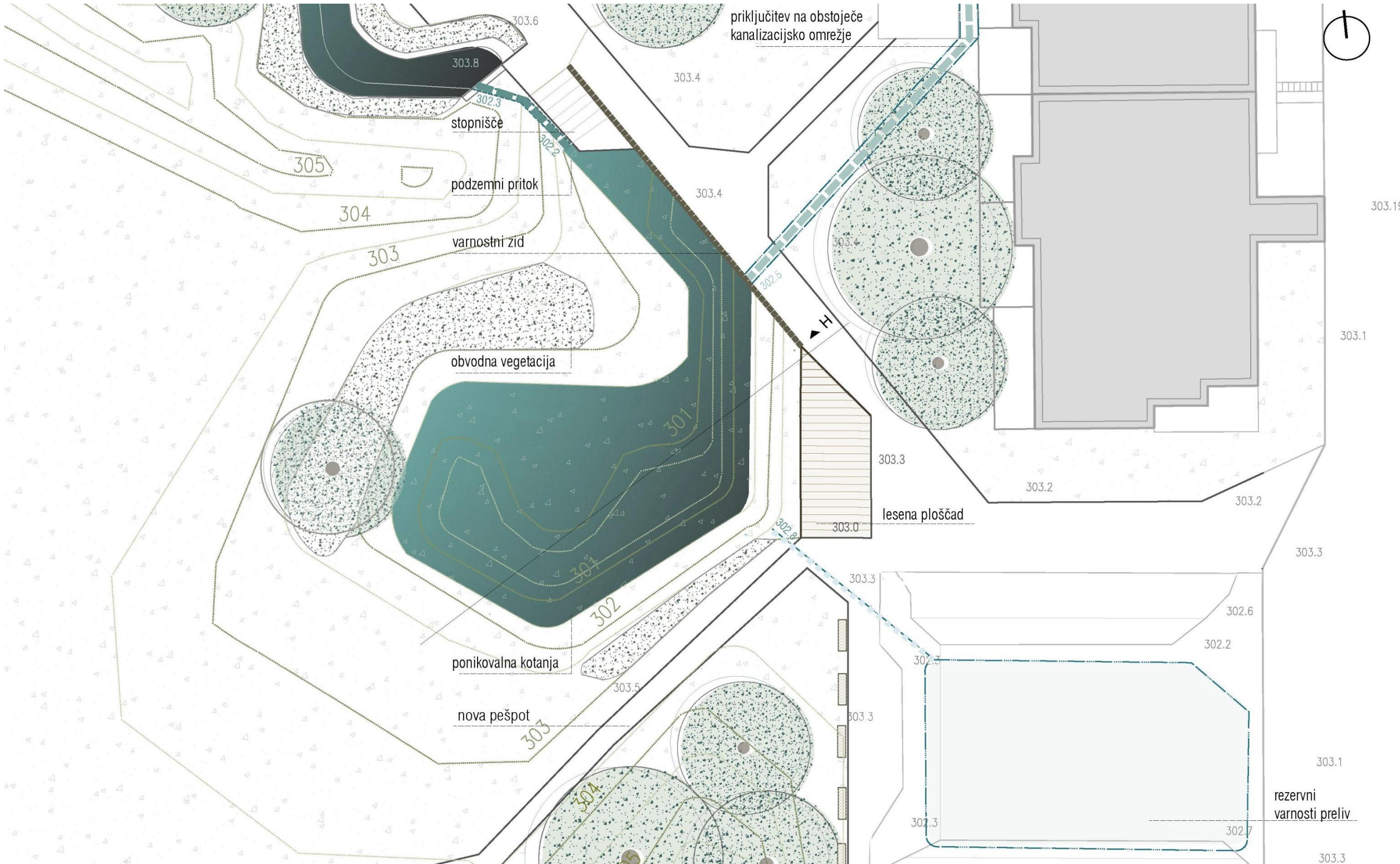
6.4 TLORISNA ZASNOVA UREDITVE



Slika 76: Pregledni tloris idejne zasnove (M 1:750)



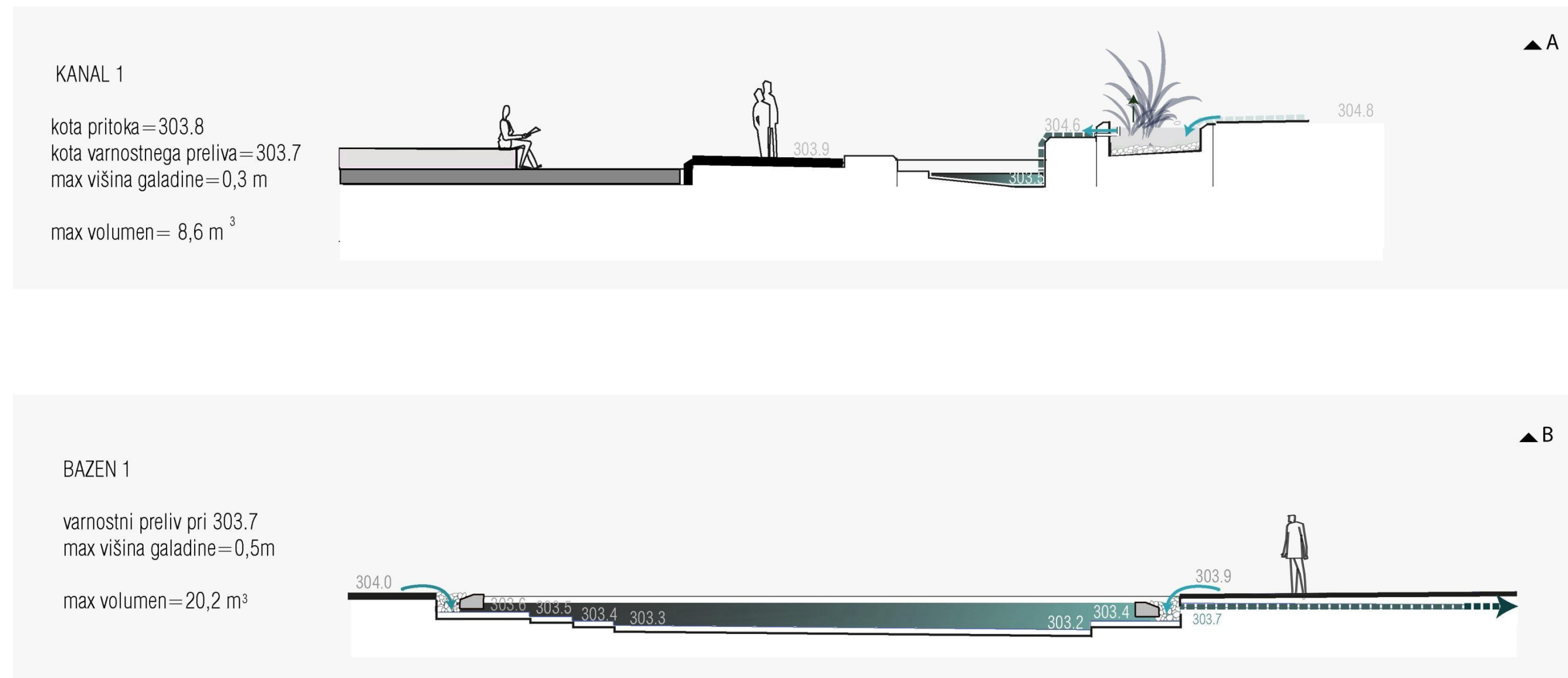




Slika 79: Tloris preureditve južnega dela parka (M 1:250)

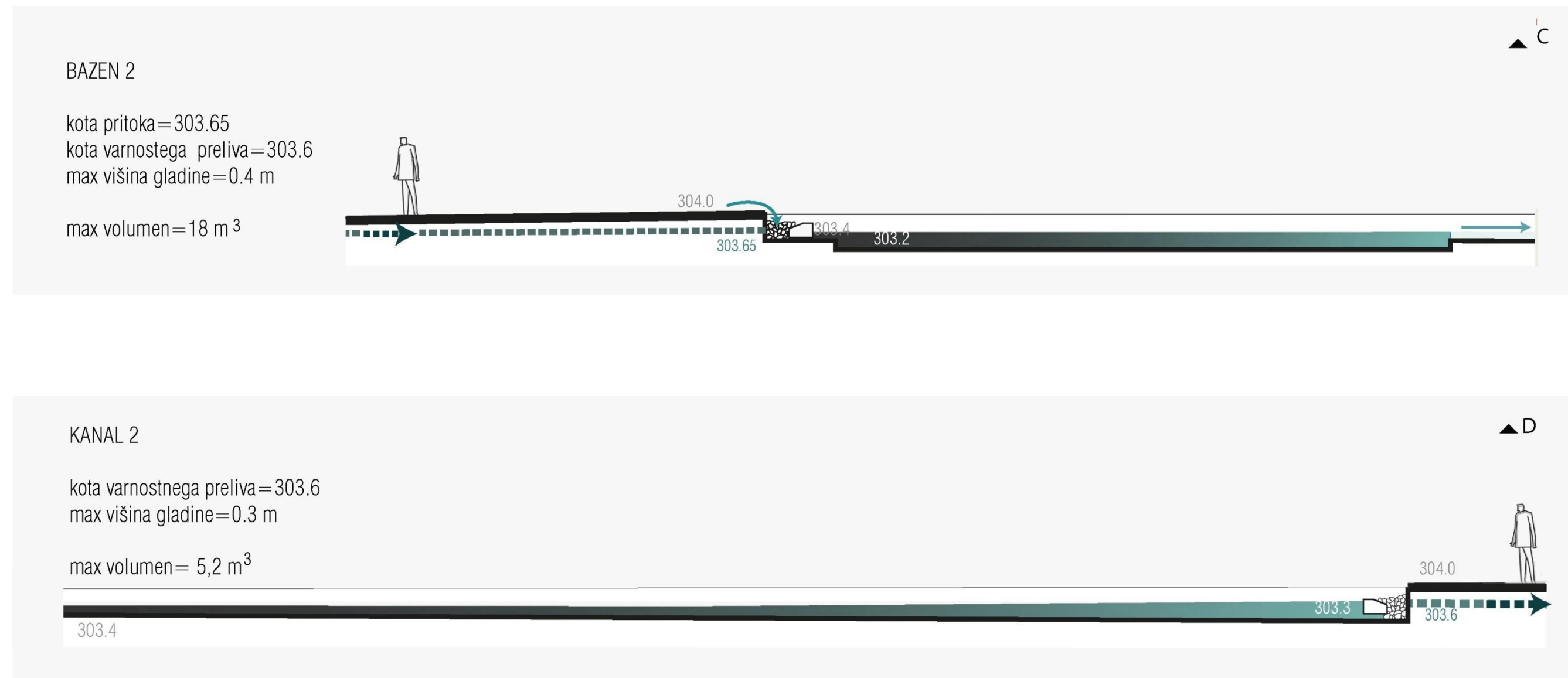
6.5 PREREZI S SISTEMOM ODVODNJAVANJA

Pritok padavinske vode s strehe podzemne garaže se najprej odvede do zasajenega zabojnika, kjer se ta lahko porabi za rast rastlin, ki tolerira občasno kratkotrajnejše zadrževanje vode. V primeru izdatnega deževja pa se oblikuje kaskada, ki s preostalo prispelo vodo napolnjuje kanal 1 (prerez A). Zbrana voda se nato zadrži v plitkejšem bazenu s strukturiranim dnom (prerez B), ki se v primeru obilnejšega deževja pod tlakom izliva v bazen in kanal na drugi strani mostu.



Slika 80: Prerez A in B (M 1:100)

Tok nove padavinske vode v bazena in kanal na južnem delu trga najprej pronica skozi plast prod, ki ga omejuje nižje ležeči robnik (prerezi B, C, D). Ta zagotavlja postopno premagovanje višinske razlike do najgloblje točke vodnih teles, ki zaradi varnostnih zahtev nikjer ne presega več kot 0.45 metrov.



Slika 81: Prerez C in D (M 1:100)

V pokritem usedalniku z dvema prekatoma se zbrana padavinska voda dodatno očisti mehanskih nečistoč (prerez E), nato pa v primeru zadostne količine svojo pot nadaljuje preko tolmunov do končne točke verige. Dovedena voda s pešpoti se tudi v parku najprej zadrži v pasu z obvodno vegetacijo ⁴, v primeru izdatnejših padavin pa voda priteče v strugo. (prereza F in G).

Pri prvem tolmunu se neprepustni strugi pridruži razširjena struga s prepustnim dnom za primere izdatnejših padavin. Tudi ta je zasajena z obvodno vegetacijo, ki občasno tolerira večje količine vode.

USEDALNIK

kota pritoka = 303.5

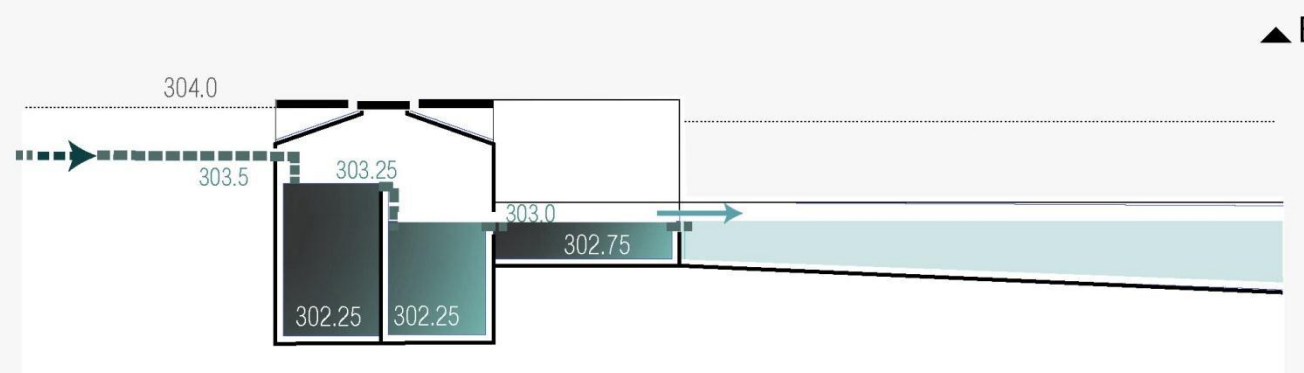
kote varnostnih prelivov = 303.5, 303.25 in 300.0

max višina gladine 1. prekata = 1 m

max višina gladine 2. prekata = 0.75 m

max višina gladine odprtega bazena = 0.25 m

max volumen = 5,0 m³



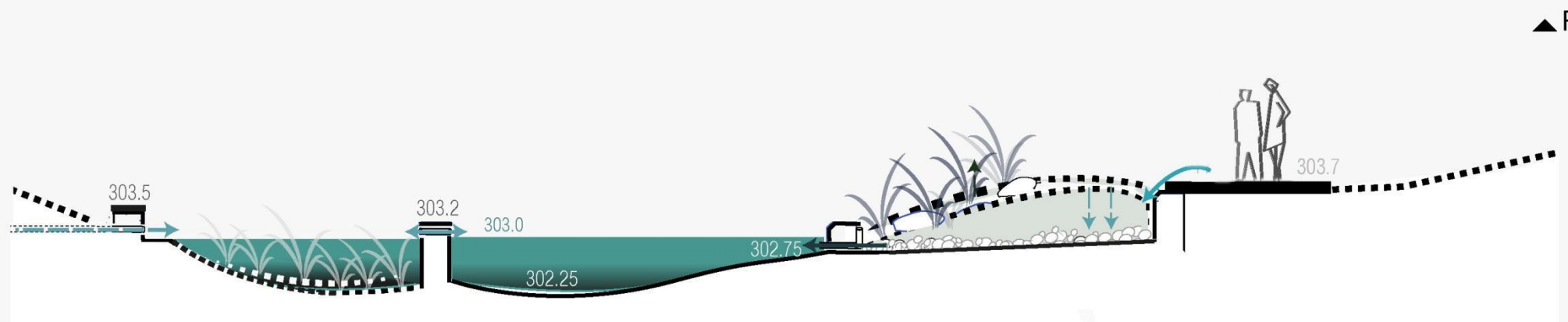
TOLMUN 1

kota pritoka = 302.5

kota varnostnega preliva = 302.75

max višina gladine = 0.75 m

max volumen = 125,3 m³



Slika 82: Prereza E in F (M 1:100)

⁴ Če bi šlo za naravno oblikovano strugo, bi glede na izbrano terminologijo govorili o *obrežni* vegetaciji. Ker pa je struga umetnega nastanka, je izraz nadomeščen z besedno zvezo *obvodna*.

V primeru obilnejših padavin se vsa voda steka v novo oblikovano travnato kotanjo, kjer lahko prosto ponika v tla oziroma izhlapi v ozračje (prerez H). Iz varnostnih razlogov se zaradi potencialne globine vode ob pešpoti načrtuje varnostni zid z ograjo. Presežni odtok za primer ekstremnih padavin pa se sicer usmeri do obstoječega kanalizacijskega omrežja.

TOLMUN 2

kota pritoka = 302.75

kota varnostnega preliva = 302.75

max višina gladine = 1 m

max volumen = 94,5 m³



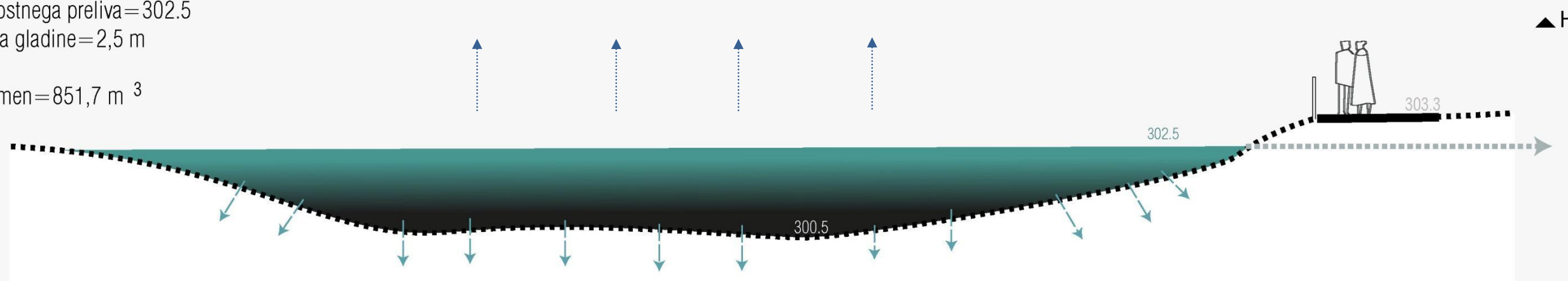
PONIKOVALNA KOTANJA

kota pritoka = 302.65

kota varnostnega preliva = 302.5

max višina gladine = 2,5 m

max volumen = 851,7 m³



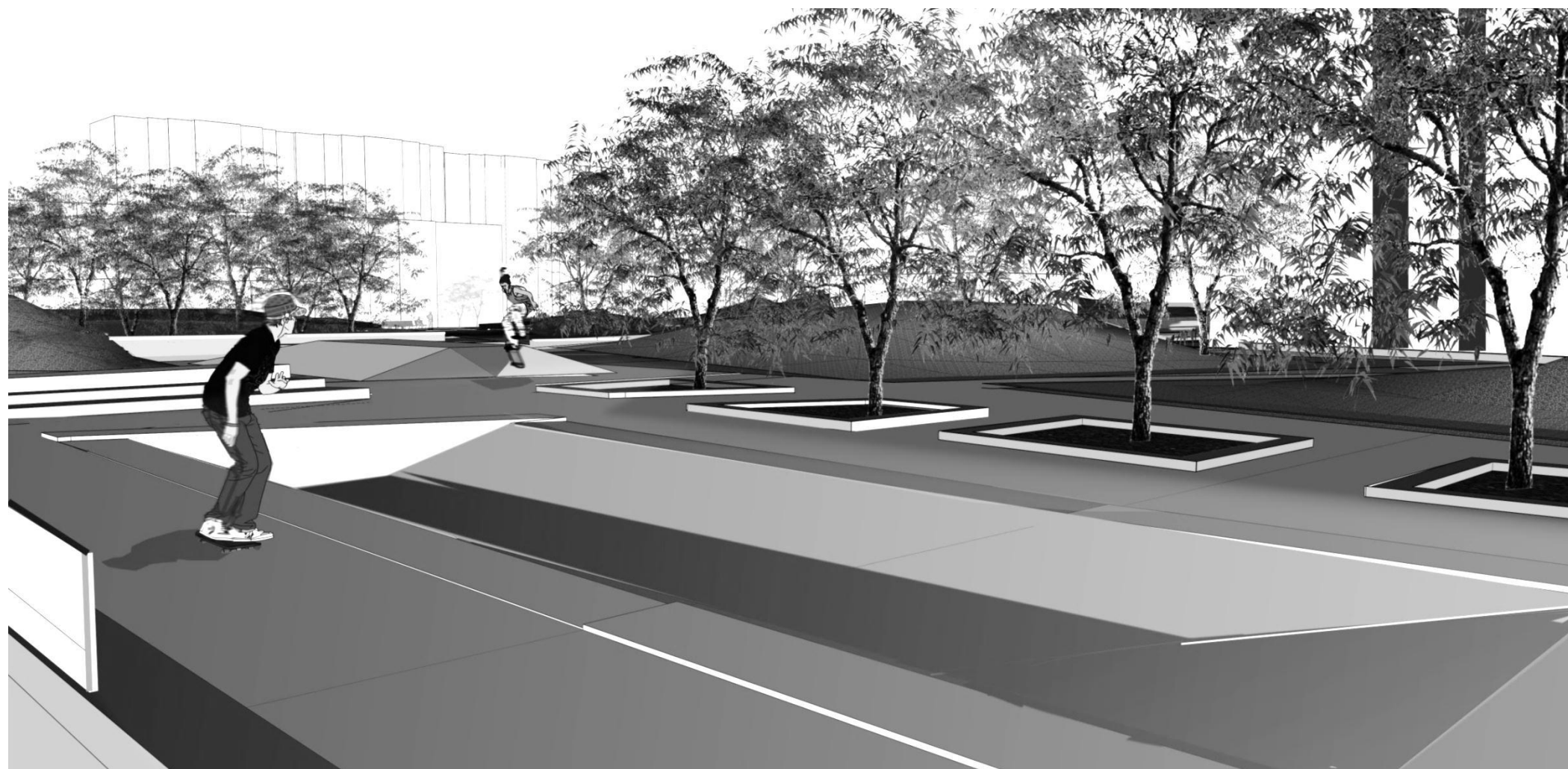
Slika 83: Prereza G in H (M 1:100)

6.6 PROSTORSKI PRIKAZI

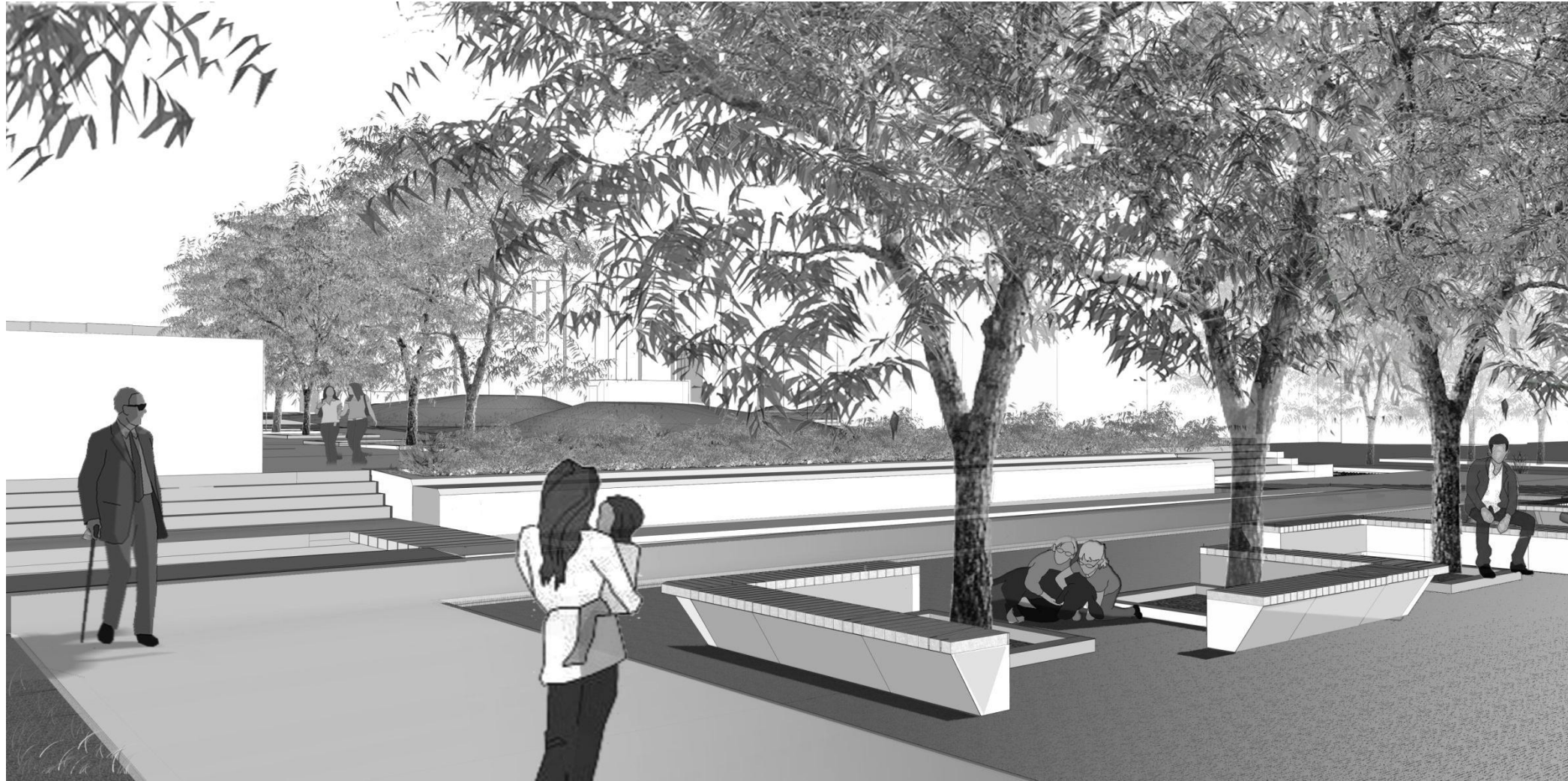
6.6.1 Trg Glinškove ploščadi



Slika 84: Pogled na trg Glinškove ploščadi z ureditvijo nad in ob novi podzemni garaži



Slika 85: Prostor za rolkarje na strehi podzemne garaže



Slika 86: Pogled na streho garažo s SZ dela trga

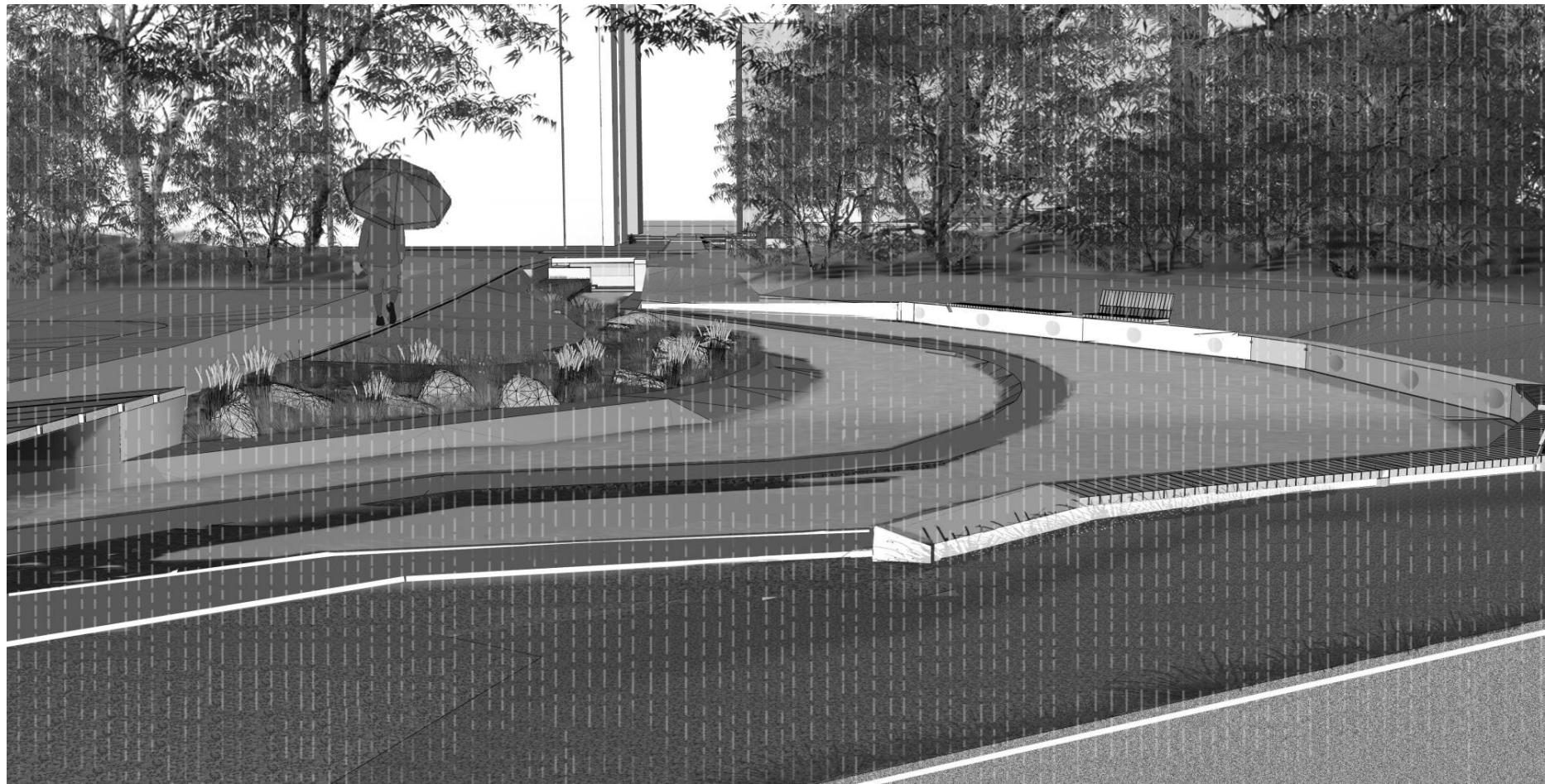
6.6.2 Osrednja parkovna površina

Prostorski prikazi na naslednjih straneh prikazujejo spremenljivo podobo osrednje parkovne površine. Sliki 87 in 88 prikazujeta pogled na vhod v park v odvisnosti od količine zapadlih padavin in trenutnih vremenskih razmer. Kadar je deževje kratkotrajnejše, oporni zid struge lahko predstavlja prostor počitka. V primeru dolgotrajnejših večdnevni padavin pa se poleg odtoka iz tlakovanih površin

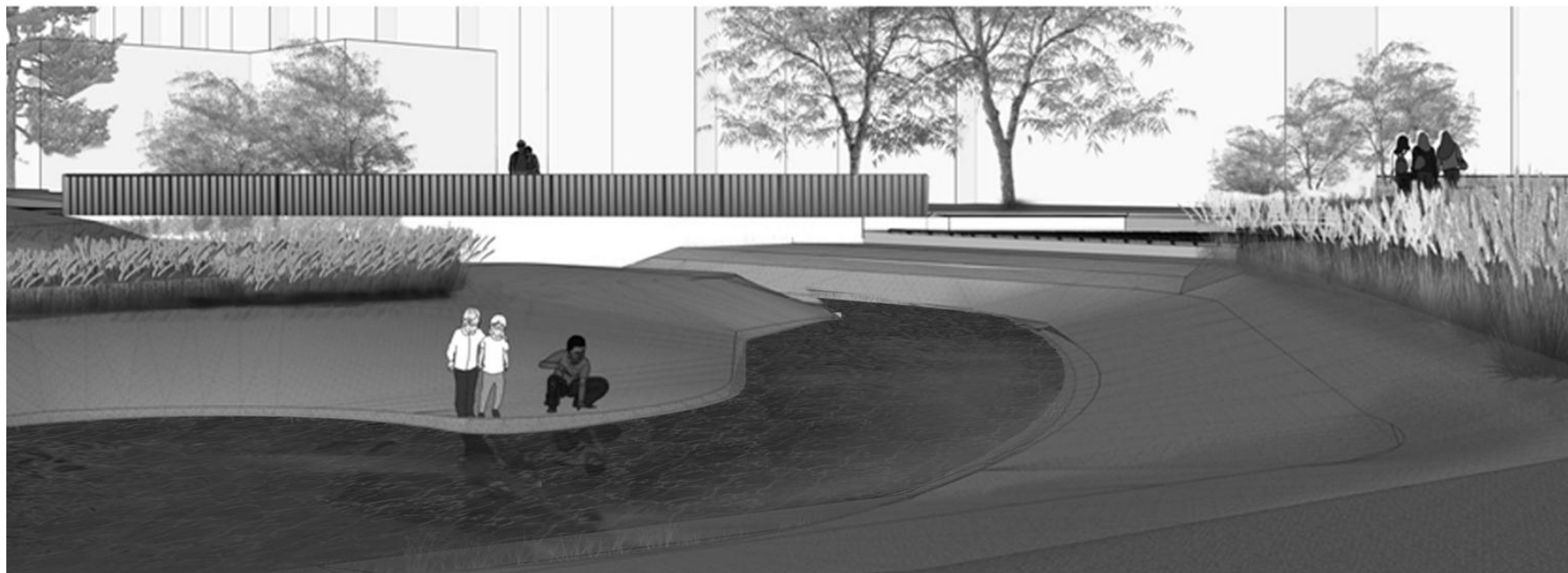
predvidi še pritok vode iz namočene zemljine višje ležečih travnih površin. V tem primeru se napolnita oba trakta struge, prvi z betonskim dnom kot tudi depresija pod zidom, ki je zasajena z obvodnim rastlinjem, ki tolerira občasne večje količine vode.



Slika 87: Pogled na vhod v park po kratkotrajnem deževju



Slika 88: Pogled na vhod v park ob dolgotrajnem deževju



Slika 89: Ponikovalna kotanja po kratkotrajnem deževju



Slika 90: Ponikovalna kotanja po obilnejšem deževju

7 IZRAČUN KOLIČINE PADAVIN in PREVERITEV POPLAVNE VARNOSTI

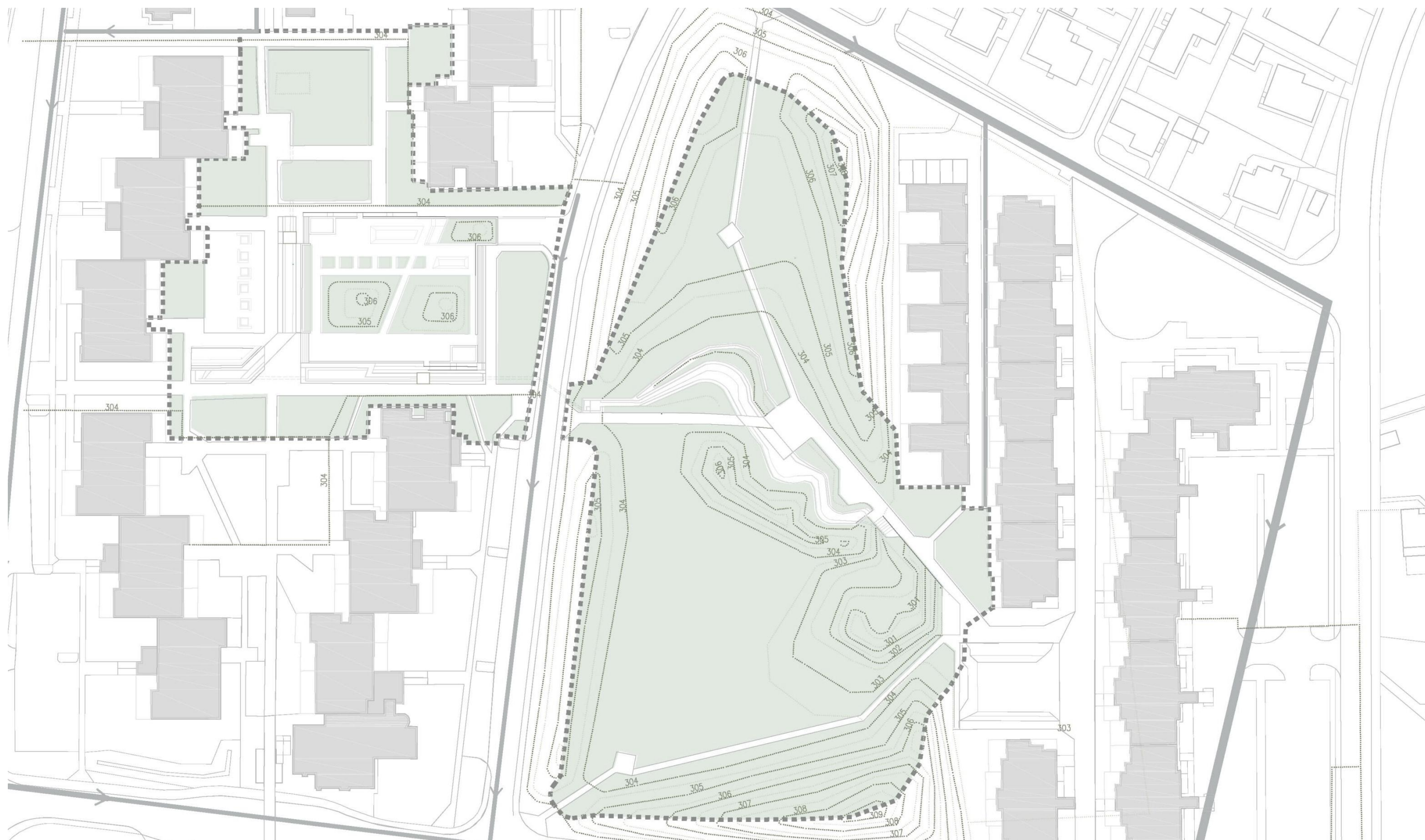
7.1 DOLOČITEV PRISPEVNEGA OBMOČJA

Za izračun prispele količine padavin je potrebno najprej določiti površino prispevnega območja. Meje prispevnega območja so določene na podlagi višinskih kot iz Temeljnega topografskega načrta (M 1: 5000) in upoštevanja sheme obstoječega kanalizacijskega sistema (Urbinfo..., 2012).

Celotno območje obravnave ja razdeljeno na dve enoti (Slika 90), ki ju ločuje Bratov Kunaverjeva ulica z obstoječim odvodnjavanjem cestišča. K prispevnemu območju niso prišteti deli osrednje parkovne površine, ki se nagibajo proti glavnim cestam. Padavinska voda s teh delov odteka drugo smer.

Površina prispevnih območij po slednjih merilih znaša: 20.937,5 m² od tega:

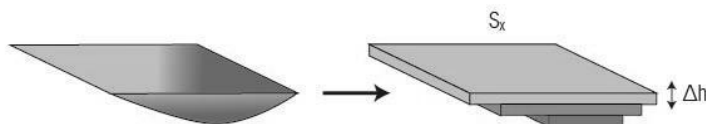
- površina zelenih površin: 15.675,6 m²,
- površina utrjenih površin: 5.261,9 m²



Slika 91: Meje prispevnih območij z zelenimi površinami (M 1: 1000)

7.2 ZADRŽEVALNE KAPACITETE NOVE ZASNOVE

Za izračun volumna posameznih vodnih teles smo poljubne oblike teles poenostavili v sestavljena prizmatična telesa. Vhodni podatki predstavljajo poljubno oblikovane površine dna posameznega telesa z enako nadmorsko višino (S_x) in poljubno visoko vertikalno steno, ki predstavlja višinsko razliko med posameznimi ploskvami (Δh). Površine ploskev z enako nadmorsko višino so podrobneje označene v prilogah A1, A2 in A3.



Slika 92: Shematizacija posameznih vodnih teles za izračun volumskih kapacitet

Skupni volumen zadržane padavinske vode predstavlja vsoto volumnov vseh vodnih teles na trgu Glinškove ploščadi in volumnov v osrednji parkovni površini (priloga B1 in B2). Zadrževalne kapaciteta trga znašajo $147,7 \text{ m}^3$, medtem ko kapacitete parka znašajo skoraj 7-krat več. To skupaj znaša $1227,6 \text{ m}^3$.

$$\begin{aligned}
 V_{TRG} &= (V_{k1} + V_{b1} + V_{b2} + V_{k2}) = \\
 &= (8,8 \text{ m}^3 + 28,6 \text{ m}^3 + 30,9 \text{ m}^3 + 33,1 \text{ m}^3 + 46,3 \text{ m}^3 = \\
 &= 147,7 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

... (1)

$$\begin{aligned}
 V_{PARK} &= (V_{used} + V_{tol1a} + V_{tol1b} + V_{tol2} + V_{pk}) = \\
 &= (8,4 \text{ m}^3 + 57,4 \text{ m}^3 + 67,9 \text{ m}^3 + 94,5 \text{ m}^3 + 851,7 \text{ m}^3 = \\
 &= 1079,9 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

... (2)

$$V_{SUM} = V_{TRG} + V_{PARK} = \mathbf{1227,6 \text{ m}^3}$$

... (3)

7.3 IZRAČUN KOLIČINE PADAVIN S POTREBNIM ODTOKOM

V daljših padavinskih obdobjih ali ob hudih nalivih zasnova predvidi preliv presežne padavinske vode v javno kanalizacijo, ki to nalogo opravlja že sedaj. Za izračun količine padavin v primeru ekstremnih dogodkov uporabljamo podatke o padavinah za različne povratne dobe. Kot pojasnjuje ARSO (2009) je povratna doba T dogodka povprečni interval časa, znotraj katerega je vrednost tega dogodka dosežena ali presežena enkrat. Tako se za povratno dobo 25 let ustrezna višina padavin v naliivu z izbranim trajanjem pojavi v povprečju enkrat vsakih 25 let. Pri tem se dogodki ne pojavljajo vsakih 25 let v kronološkem smislu, ampak pričakujemo, da se bo dogodek pojavil 4-krat v 100 letih.

Maksimalne količine padavin lahko nastopijo tudi po več dneh padavin, ko so travnate površine že dodobra namočene. V teh primerih se zato poleg odtoka z utrjenih površin upošteva še odtok s travnatih površin z visokimi odtočnimi koeficienti (Slika 93). V primeru 100-letnih poplav predvidimo, da zaradi ekstremnosti situacije skoraj vsa voda, ki pade na namočeno zemljino, odteče naprej.

Preglednica 7: Odtočni koeficienti za razne vrste površin (Kolar, 1983)

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 nezalitimimi 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
Gozd	1 - 20

Kompare (2012) za izračun dovedene vode v kanalizacijski sistem svetuje, da najprej ugotovimo, kateri odtoki dajo največjo količino padavin. Za preverbo varnosti delov stavb, v katerih se lahko zadržujejo ljudje (npr. garaže) uporabimo izračune z vsaj 25-letno povratno dobo pri 5-, 15-, 30-min, itd... nalivu. Medtem ko za varnost bivalnih delov stavb uporabljamo vsaj 100-letno varnost oziroma 100-letno povratno dobo padavin. Tudi tu predvidimo več izračunov za različna trajanja padavin.

7.3.1 Primer izračuna

Povratna doba: 25 let

Čas trajanja naliva 15 min = 900 s

Jakost preračunskega naliva : $357 \text{ l}/(\text{s} \times \text{ha}) = 0,357 \text{ m}^3/(\text{s} \times 10000 \text{ m}^2)$ (priloga B, ARSO)

Odtočni koeficient zelenih površin: 25% (Slika 91, Rep, 2007 cit. po Kolar, 1983)

Površina zelenih površin: 15676 m^2

Površina utrjenih površin: 5262 m^2

Zapadla količina padavin:

$$k_p = 15 \text{ min} \times 357 \text{ l}/(\text{s} \times \text{ha}) = \frac{900 \text{ s} \times 0,357 \text{ m}^3}{\text{s} \times 10000 \text{ m}^2} = 0,03213 \text{ m} = 32 \text{ mm}$$

Volumen padavin na utrjenih površinah:

$$V_u = 0,03213 \text{ m} \times 5262 \text{ m}^2 = 169 \text{ m}^3$$

Celotni volumen zapadlih padavin na zelenih površinah:

$$V_{zel100} = 0,03213 \text{ m} \times 15675,6 \text{ m}^2 = 503,6 \text{ m}^3$$

Zbrani volumen padavin iz 25% odtoka zelenih površin:

$$V_{zel25} = 503 \text{ m}^3 \times 0,25 = 126 \text{ m}^3$$

Skupni volumen padavin, ki se zbere v zadrževalnikih:

$$V_{skup} = V_u + V_{zel25} = 169 \text{ m}^3 + 126 \text{ m}^3 = 295 \text{ m}^3$$

... (4)

7.3.2 Izračun potrebnega odtoka padavin

V prilogi C1 so prikazani zračni volumnov zbrane količine padavin s 25-, 50- in 100- letno povratno dobo. Pregled izračunov kaže, da največ padavin s 25-letno povratno dobo zapade v obdobju 24 ur (1440 min). V tem času se bi v zadrževalnikih zbralo kar 1.111 m³ (dobrih 10.000 hektolitrov deževnice), kar ne presega zadrževalnih kapacitet vseh vodnih teles skupaj, ki znaša 1227 m³. V primeru 50- letnih in 100-letnih vod pa moramo, ob predpostavljenem 75% odtoku iz zelenih površin, dobro načrtovati še dodatno odvodnjo v kanalizacijski sistem.

Kot prikazuje preglednica 10, zadrževalniki ne bi zadostovali za 50- in 100-letne nalive, ki bi bili daljši od 15 minut. V pol urnem naluvi bi v primeru 100-letnih poplav morali v kanalizacijski sistem odvesti šestino zapadle vode (17%) in v enournem naluvi eno tretjino (33%). V vseh nalivih, daljših od 3 ur pa bi morala obstoječa komunalna infrastruktura tako v primeru 50- kot 100-letnih vod odvesti večinski delež zapadlih padavin.

Preglednica 8: Delež odvedene vode v kanalizacijski sistem v primeru 50- in 100- letnih padavin glede na trajanje naliva

POVRATNA DOBA	ČAS TRAJANJA PADAVIN (min)*	SKUPNI VOLUMEN (m ³)	PRESEŽNI VOLUMEN (m ³)	PRESEŽNI VOLUMEN (%)
50 let	30	1338	110	8
	60	1659	431	26
	120	2034	806	40
	180	2429	1201	49
	360	2489	1261	51
	720	2963	1735	59
	1080	3200	1972	62
100 let	30	1481	253	17
	60	1837	609	33
	120	2252	1024	45
	180	2429	1201	49
	360	2726	1498	55
	720	3200	1972	62
	1080	3555	2327	65
	1440	4029	2801	70

8 RAZPRAVA

S preoblikovanjem stanovanjske soseske Ruski car BS7 sem želela izpostaviti možen prispevek padavinske vode za oblikovanje javnih prostorov stanovanjskih krajín. Skozi diplomsko delo sem se zaradi obstoječih danosti prostora soočala z mnogimi izbirami in vprašanji, na katere sem tekom naloge skušala čim bolj utemeljeno odgovoriti: o izbranem območju preoblikovanja, o odvodnjanju s strešin objektov, o stalnosti ojezeritve itd.

V zadnjih poglavjih diplomskega dela sem se natančneje posvetila raziskavi o predvidenih zapadlih količinah padavin in poplavni varnosti soseske, s katerimi sem skušala utemeljiti upravičenost nove zasnove iz vidika tehnične izvedljivosti. Na račun slednje naravnosti, so skromnejše opredeljena merila za izbiro primernih rastlinskih vrst in strukturiranosti vodnih teles in ostalih grajenih elementov. Zato bi za realizacijo novega oblikovanja bile zagotovo potrebne dodatne študije na to temo.

Izračuni v predhodnem poglavju so pokazali, da bi soseska ostala varna pred poplavami tudi s predlaganim preoblikovanjem prostorske zasnove. V primeru 25-letnih padavin bi bili varnostni deli stavb varni ne glede na jakost naliva. Drugače pa kažejo izračuni za primere 50 letnih in 100-letnih padavin, pri katerih bi v vseh nalihvih daljših od 3 ur morala obstoječa komunalna infrastruktura odvesti večinski delež zapadlih padavin. Tako bi za morebitne izjemne dogodke 50 letnih in 100 letnih vod predlagala načrtovanje dodatnih varnostnih prelivov v obstoječi kanalizacijski sistem. Velike številk zapadle količine padavin pa odpirajo dodatna vprašanja o raznovrstni rabi presežne padavinske vode.

Mesta na tujem, kot so Malmö na Švedskem, Freiburg v Nemčiji, Banyoles v Španiji in Portland v ZDA nam že kažejo vrsto realiziranih projektov, spodbudo v obliki izvedene različice pa lahko najdemo tudi na naših tleh. Domiselni vodovodni sistem je v začetku prejšnjega stoletja že načrtoval in pomagal realizirati arhitekt Fabiani v Ferrarijevem vrtu v Štanjelu. Ni naključje, da je bil izveden na Krasu, saj tu oskrba z vodo zaradi pedoloških značilnosti tal ni bila nikoli samoumevna. Kot v diplomskem delu opisuje Cetin (1986) so kot zbiralniki deževnice, poleg glavnega rezervoarja, kamor se je stekala deževnica iz griča, delovali vsi bazeni ob hišah ter vodnjak nad gredami. Voda je bila uporabljena za zalivanje sadnih in zelenjavnih gred in za polnjenje bazena. Pod razglednim paviljonom se je nahajala tudi ledenica, v kateri je voda iz bazena v zimskem času služila kot zaloga ledu. Domnevno so »bili na sistem priključeni tudi hlevi, kjer je voda služila predvsem za čiščenje prostorov pa tudi za napajanje živine« (Pozzetto, 1997, cit. po Andoljšek, 2006).

Predlagana rešitev preoblikovanja soseske Ruski car BS7 tako ni edina verjetna, zagotovo pa predstavlja eno izmed možnosti reševanja obstoječe prostorske problematike s hkratno boljšo izrabo padavinske vode.

9 POVZETEK

Voda predstavlja enega izmed osnovnih gradnikov krajinskega oblikovanja. Poleg gojitvene dejavnosti jo je človek v svojem bivalnem okolju hitro začel uporabljati tudi v druge namene. Kot prijetno estetsko prvino, kot sredstvo za vlaženje zraka, kot prostor zabave in sprostitve. Nemalokrat je služila prenašanju družbenih sporočil, kot tudi posredovanju metafizične simbolike, ki jih s seboj prinašajo njene edinstvene lastnosti.

Diplomsko delo se ukvarja z vprašanjem, kako vsem naštetim kvalitetam vode lahko služi direktna uporaba padavinske vode. Z naslovom želim opozoriti na njen neizkoriščen potencial predvsem pri oblikovanju javnih prostorov stanovanjskih krajin. Poleg mnogih dobrobiti vode, ki so predvsem izkustvene narave, se s preusmeritvijo deževnice rešuje tudi problem prekomerne kanalizirane odvodnje. Ta s svojim delovanjem spreminja hidrološki krog na način, ki zmanjšuje zaloge podtalnice in omogoča večje tveganje za nastanek poplav in onesnaženje površinskih odtokov. Zato v nadaljevanju raziščem celovitejše pristope in načine vzdržne odvodnje, ki poleg zapadle količine padavinske vode, skušajo upoštevati še njeno kakovost. S preureditvijo trga Glinškove ploščadi in osrednje parkovne površine, preko analiz in inventarizacije prostora, pokažem na možne dobrobiti padavinske vode za odvodnjo talnih površin.

Za oblikovanje izbranih površin soseske sem za primernega prepoznala koncept padavinske verige. Beseda vodni element pogosto predstavlja idejo o izoliranem členu, čeprav je vsa voda del večjega sistema. Vodni elementi vezani na padavinsko verigo pa se skušajo vezati na večino rastlinske zasaditve kot tudi same arhitekturne zasnove prostora. Tako sledijo principu, kjer se deževnica najprej prefiltrira skozi prod ali uporabi za rast rastlin, nato pa se steka v večje zadrževalne bazene. Elementi so oblikovani glede na obstoječe danosti prostora in odgovarjajo še neizpolnjenim potrebam prebivalcev. Zadržana voda v njih prosto izhlapi ali pa se v primeru velike količine padavin izlije do travnate kotanje v osrednji parkovni površini. Na tem mestu prosto ponika v tla in se pridružuje svojim podtalnim zalogam. Pri preoblikovanju obstoječega prostora sem si prizadevala izkoristiti različne pojavne oblike vode in spremenljivo naravo zasnove. Elementi verige so lahko koristno uporabljeni v vseh okoliščinah, kadar so napolnjeni z vodo ali povsem prazni. Pri tem pa skušam vodo uporabiti kot vizualno in slušno prvino, ki je lahko tudi privlačen vir otroške igre.

V zaključnem delu sem opravila še kontrolni izračun količine padavin za varnost pred poplavami. Ta opredeljuje količino vode, ki jo bi v primeru ekstremnih dogodkov bilo potrebno odvesti v kanalizacijski sistem. Z izračuni ugotavljam, da so varnostni deli stavb v primeru izgradnje nove zasnove zavarovani pred 25-letnimi poplavami, ne glede na jakost naliva. Za morebitne izjemne dogodke 50-letnih in 100 letnih vod pa bi bilo potrebno načrtovati še dodatne varnostne prelive v obstoječi kanalizacijski sistem ali omogočiti druge rabe.

Na primeru preoblikovanja konkretnega prostora želim pokazati, kako lahko zanimive oblikovalske rešitve s padavinsko vodo doprinesejo k popestritvi programov in s tem obogatitvi prostorskega doživetja. Z zbrano deževnico kot nestalno spremljevalko vsakodnevnih poti skušam ponuditi priložnost za večjo identifikacijo ljudi z dotičnim prostorom kot tudi razširjati zavest o naravi vode nasploh.

10 VIRI

10.1 CITIRANI VIRI

- Andjelov M. in sod. 2005. Pregled elementov vodne bilance. V: Podtalnica Ljubljanskega polja. Ljubljana. Perko D. (ur), Ljubljana, Založba ZRC: 27-38
<http://giam2.zrc-sazu.si/sites/default/files/9616500686.pdf>
- Andoljšek A. 2006. Rekonstrukcija delovanja vodovodnega sistema v Ferarijevem vrtu v Štanjelu. Diplomski naloga. Ljubljana, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo: 80 str.
- Archer-Wills A. 1999. Water power. A unique approach to designing water gardens. London, Conran Octopus: 190 str.
- ARSO: Agencija Republike Slovenije za okolje. 2009. Povratne dobe za ekstremne padavine po Gumbelovi metodi. Ljubljana, 67 str.
http://meteo.arso.gov.si/uploads/probase/www/climate/table/sl/by_variable/precip-return-periods_2008.pdf (9.dec. 2012)
- Augustenborg EcoCity. Scandinavian green roof institute.
<http://greenroofmalmo.wordpress.com/augustenborg-ecocity/> (25. feb. 2013)
- Babič R. 2005. Odvajanje in raba padavinskih voda v urbanem okolju – primer Koseze. Diplomski naloga. Ljubljana, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo: 80 str.
- Bächle Herrenstrasse. Freiburg-schwarzwald.de (15.8.2011).
<http://www.frs.w.de/omaopa.htm> (20. feb. 2013)
- Boëthius A. 1994. Etruscan and early roman architecture. New Haven; London, Yale University Press: 262 str.
- Bračič Železnik B., Pintar M., Urbanc J. 2005. Naravne razmere vodonosnika. V: Podtalnica Ljubljanskega polja. Ljubljana. Perko D. (ur). Ljubljana, Založba ZRC: 17-26
- Breskvar D. 1997. Varčevanje s pitno vodo in uporaba deževnice v gospodinjstvu. Ljubljana, Zveza potrošnikov Slovenije: Mednarodni inštitut za potrošniške raziskave: 15 str.
- Brilly M., Šraj M. 2005. Osnove hidrologije. Univerzitetni učbenik. Ljubljana, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo: 309 str.
- Bronx Bohemian. Sorry Vancouver, more waterfalls in Bronx
<http://bronxbohemian.wordpress.com/2010/02/24/sorry-vancouver-more-waterfalls-in-the-bronx/> (10. jan. 2013)
- Brumbaugh M., Channel thru wetlands (1.5. 2005).
<http://i-sustain.com/learningCenter/photoAlbum/Stormwater/Channels/slides/Channel%20thru%20wetlands%20-%201.html> (20. feb. 2013)
- Byron McCulley E., Halprin L. 1976. Water - pools and fountains. V: Handbook of landscape architectural construction. Carpenter J.D. (ed.). McLean, Landscape architecture foundation: 479-496
- Calçada portuguesa 7 (15. jul. 2010).
http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Cal%C3%A7ada_portuguesa_7.JPG (20.okt. 2012)
- Camillo Tarello park. Global.
www.gap.pt/tarello.html (25.feb. 2013)
- Capture the colour: red, green, yellow and white.
<http://eastofmalaga.net/2012/08/26/capture-the-colour/> (18. mar. 2013)
- Cetin V. 1986. Vrtno arhitekturna tvornost v Sloveniji od 1850 do 1941. Diplomsko delo. Ljubljana, Biotehniška fakulteta: 116 str.

- Chaix R. 1998. Pools and fountains. V: Time-saver standards for landscape architecture. Design and construction data. Harris C.W., Dines N.T., Brown. K. D (eds). New York, McGraw-Hill: poglavje 530
- Deep Portland history: Lawrence Halprin and Ira Keller. Artscatter. (10.sep. 2008).
<http://www.artscatter.com/general/deep-portland-history-lawrence-halprin-and-ira-keller/> (10. feb. 2013)
- Domus italica. Domestic architecture of republican Rome.
<http://www.thewaxtablet.com/2012/03/18/domestic-architecture-of-republican-rome-the-domus-italica/> (16. mar 2012)
- Draksler V. 2009. Prestrukturiranje odprtega prostora stanovanjskih sosesk zgrajenih od 1960 do 1980 v Ljubljani. Diplomsko delo, Ljubljana, Biotehniška fakulteta: 84 str.
- Dreiseitl H., Dieter. G. 2001. Waterscapes: Planning, Building and Designing with Water. Basel, Boston, Birkhäuser: 176 str.
- Dunnett N., Clayden A. 2007. Rain gardens. Managing water sustainability in the garden and designed landscape. Oregon, Timber press: 187 str.
- Eberlin S. Freiburg, Germany: A model sustainable city. Grist.
<http://grist.org/slideshow/2011-07-29-freiburg-a-model-city-in-germany/> (20. feb. 2013)
- Echols S., Pennypacker E. 2008. From stormwater management to artful rainwater design. Landscape Journal, 2008 , 27: 268-290
- Freiburg – Bächle. The UIS.net (27. maj 2008).
<http://theuic.bigfolioblog.com/weblog/post/44748> (20. feb. 2013)
- Gjud K. 2000. Odvajanje padavinske vode v urbanih okoljih-tehnični in krajinski vidiki. Diplomaska naloga. Ljubljana, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo: 62 str.
- GRN Banyoles Public space. MiAS.
www.miasarquitectes.com/proyectos-ficha.php?id=20 (20.feb. 2013)
- Halprin L. 1972. Cities. Cambridge, London, The MIT Press: 240 str.
- Higuchi S. 1991. Water as environmental art, Creating amnety space. Tokyo, Kashiwashobo publishing: 168, 34 str.
- House of the Vetti. Pompeii. Virtual Tourist.
(http://www.virtualtourist.com/travel/Europe/Italy/Campania/Pompeii-145697/Things_To_Do-Pompeii-House_of_the_Vetti-BR-1.html) (16. mar. 2012)
- Hoyer J., Dickhaut W., Kronawitter L., Weber B. 2011. Water sensitive urban design: Principles and inspiration for sustainable stormwater management in the city of the future. Manual, Berlin, Universität Hamburg: 118 str.
http://www.switchurbanwater.eu/outputs/pdfs/W5-1_GEN_MAN_D5.1.5_Manual_on_WSUD.pdf (3. maj 2012)
- Humble Administrator's Garden - Zhuozheng Yuan (11. avg. 2006).
<http://members.virtualtourist.com/m/p/m/1751b4/> (18. mar. 2012)
- Inventory of islamic historic gardens. Fin garden in Iran. Med-o-med.
<http://medomed.org/2012/fin-garden-in-iran-2/> (18.mar. 2013)
- Ira Keller Fountain (20. okt. 2008).
<http://shuandjoe.com/?tag=lawrence-halprin-fountains> (10. feb. 2013)
- Japanese rock garden. Wikipedia. (14. feb. 2013).
http://en.wikipedia.org/wiki/Japanese_rock_garden (14. feb. 2013)
- Jardin de la politique des simples (zhuo zheng yuan). Hello China.

- <http://voyagechine.wordpress.com/2010/03/10/jardin-de-la-politique-des-simples-zhuo-zheng-yuan/>
(18.mar. 2012)
- Johnson J. 1991. Modern landscape architecture: redefining the garden. New York, London, Paris, Abbeville press: 240 str
- Kompare B. 2012 . "Izračun odtokov padavin". Boris.Kompare@fgg.uni-lj.si (osebni vir, 3.12. 2012)
- Kladnik D. 2008. Geografija. Tržič, Učila International: 682 str.
- Kolar J. 1983. Odvod odpadne vode iz naselij in zaščita voda. Ljubljana, DZS: 523 str
- Krenz J. 2007. Rain in architecture and urban design. V: Water for urban Strategies, Lucyna Nyka (ed.), Verlag der Bauhaus-Universität: 12-19
<http://webx.ubi.pt/~jkrenz/Rain.pdf> (12. apr. 2012)
- Kučan A. 2012. 40 let študija krajinske arhitekture. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za krajinsko arhitekturo: 107 str.
- La catedral de sevilla. Spain on line.
<http://www.spainonline.com/es/visorfoto.asp?IdFoto=4999&IdPoblacion=2&IdContenido=4> (18.mar. 2013)
- Le site d' Olympie (3. jul. 2011).
<http://thierry.jamard.over-blog.com/article-le-site-d-olympie-mercredi-20-au-vendredi-22-avril-2011-78519362.html> (16. mar. 2012)
- Limnos. Rastlinska čistilna naprava Limnowet,
http://www.limnos.si/rastlinske_cistilne_naprave.php (10. apr. 2012)
- Marušič J: Voda v pojavnosti krajine. V: Voda: raba, varovanje, oblikovanje, Zbornik 5. letnega strokovnega srečanja Društva krajinskih arhitektov Slovenije, Nov. 1998, Ljubljana, Mlakar A., Simoneti M., Matjašec D., Društvo krajinskih arhitektov Slovenije: 5-9
- Neufert E., Neufert P. 2006. Architect's data. 3. izdaja. Oxford, Blackwell science: 638 str.
- Ogrin D. 1993. Vrtna umetnost sveta, pregled svetovne dediščine. Ljubljana, Pudon: Ewo: 400 str.
- Ogrin D. 2010. Krajinska arhitektura. Učbenik na študiju krajinske arhitekture. Ljubljana, Oddelek za krajinsko arhitekturo, Biotehniška fakulteta: 324 str.
- Rainstorm destroys houses in Nevrongo and Paga. Ghana news agency (30. apr. 2012)
<http://www.ghananewsagency.org/social/rainstorm-destroys-houses-in-navrongo-and-paga-42797>
(10 jan. 2013)
- Rejc Brancelj I. 2005: Uvod. V: Podtalnica Ljubljanskega polja. Ljubljana. Perko D. (ur). Ljubljana, Založba ZRC: 13-16
- Ryan Z. 2010: Building with water. Concepts, technology, design. Basel, Birkhäuser: 160 str.
- Senegačnik J., Drobnjak B. 2010. Obča geografija. Ljubljana, Modrijan: 192 str.
- Sidewalk and urbanization of the old city center of Banyoles. Land8 (7. avg. 2010).
<http://laud8.wordpress.com/2010/08/07/sidewalk-and-urbanization-of-the-old-city-center-of-banyoles/>
(20.feb. 2010)
- Skupne letne in mesečne padavine po meteoroloških postajah, Slovenija. Statistični urad Republike Slovenije.
http://pxweb.stat.si/pxweb/Dialog/varval.asp?ma=0156102S&ti=&path=../Database/Okolje/01_ozemlje_po_dnebjeh/10_01561_podnebni_kazalniki/&lang=2 (10 apr. 2012)
- Snow. Material Strategies- Inovative applications in architecture (2. nov 2012).
<http://arch5541.wordpress.com/2012/11/02/snow/> (10. jan. 2013)

Stormwater Solutions Handbook. City of Portland Oregon. Enviromental Services.
<http://www.portlandoregon.gov/bes/43110> (8. jan. 2012)

Še Ruski car. Ljubljana. Skyscrapercity.com (6.maj 2006).
<http://www.skyscrapercity.com/showthread.php?p=56487911> (4. maj 2012)

Šraj M., Brilly M., 2010. Osnove hidrologije: univerzitetni učbenik. Ljubljana, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo: 309 str.

Šuklje Erjavec I. 1998. Življenje z vodo: od Toyame 89 do Ljubljane 98. V: Voda: raba, varovanje, oblikovanje, Zbornik 5. letnega strokovnega srečanja Društva krajinskih arhitektov Slovenije, Nov. 1998, Ljubljana, Mlakar A., Simoneti M., Matjašec D., Društvo krajinskih arhitektov Slovenije: 73-77

The natural water cycle. Ecological building net
<http://www.ecobine.de/indexc.php?SESSID=&id=3.2&kurs=9&l=en> (10. dec. 2011)

Tivoli Gardens-Vila d'Este and Hadrian's vila private tour. Italy limousine
<http://www.italylimousine.com/en/tivoli-gardens---villa-d-este-and-hadrian-s-villa-private-tour.php> (16.mar. 2012)

Urbinfo. Javni informacijski sistem prostorskih podatkov Mestne občine Ljubljana MOL-Oddelek za urejanje prostora.
<https://urbanizem.ljubljana.si/UrbinfoWeb/profile.aspx?id=Urbinfo2@Ljubljana> (12. mar. 2012)

Vahtar M., Kompare. B: Odvodnjavanje vode v urbanih okoljih: tehnični problem za vodarje in oblikovalski izziv za krajinske arhitekte. V: Voda: raba, varovanje, oblikovanje, Zbornik 5. letnega strokovnega srečanja Društva krajinskih arhitektov Slovenije, Nov. 1998, Ljubljana, Mlakar A., Simoneti M., Matjašec D., Društvo krajinskih arhitektov Slovenije: 62-72

Vard A. Harvard University's Tanner fountain 2008 Landmark award (2. maj 2008)
http://www.bustler.net/index.php/article/harvard_universitys_tanner_fountain_wins_2008_landmark_award (18. maj 2012)

Vidmar U. 2010. Primerjava vertikalnih in horizontalnih sistemov rastlinskih čistilnih naprav. Diplomaska naloga, Ljubljana, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo: 104 str.

Villa d' Este, Rim. Zanimivi in prekrasni vrtovi po svetu. Okrasni vrt-Matevž Likar.
http://www.okrasnivrt.com/nacrtujemo/zanimivi_vrtovi/renesansa.php (16.mar. 2012)

Vlažnost, padavine, oblačnost in vetrovi po meteoroloških postajah, Slovenija. Statistični urad Republike Slovenije.
http://pxweb.stat.si/pxweb/Dialog/varval.asp?ma=0156103S&ti=&path=../Database/Okolje/01_ozemlje_po_dnebnje/10_01561_podnebni_kazalniki/&lang=2 (10 apr. 2012)

Water balance of sealed and unsealed surface. Ecological building net.
<http://www.ecobine.de/print.php?SESSID=5d7092d85d384778d6c3226dcb5d3204&id=3.5.3&kurs=11&l=en> (10.dec. 2011)

When a photo of art is art.
Flatrock. http://flatrock.org.nz/topics/photographs/temporary_art.htm (10 jan. 2013)

Wylson A. 1986. Aquatecture. Architecture and water. London, The architectual press: 216 str.

10.2 DRUGI VIRI

Agencija Republike Slovenije za okolje: Klimatološke karte.

http://www.arso.gov.si/vreme/podnebje/klimatoloske_karte.html (9.december 2012)

Ahluwalia P. Rediscovering stormwater as a resource. Formerly world water & environmental engineering, Volume 35, Issue 6, November, december 2012 : 17-31

<http://edition.pagesuite-professional.co.uk/launch.aspx?eid=068335ef-4f58-42a8-95b2-33e60ccea651&skip=true> (2. feb. 2012)

Boer F. 2010. Watersquares: The elegant way of buffering rainwater in cities. The international review of landscape architecture: Sustainability, 70: 42-47

<http://www.urbanisten.nl/pdf/topos.pdf> (21 sep. 2012)

Gross J. 2009. Mint plaza in San Francisco. The international review of landscape architecture and urban design: Materials and details, 67: 62-65

Erhartič B. 2004. Presoja uporabnosti rastlinskih čistilnih naprav pri planinskih postojankah Triglavskega narodnega parka. Diplomsko delo. Ljubljana. Filozofska fakulteta: 140 str

http://geo2.ff.uni-lj.si/pisnadela/pdfs/dipl_200704_bojan_erhartic.pdf

Encyclopedia Britanica. Atrium.

<http://www.britannica.com/EBchecked/topic/41996/atrium?anchor=ref260911> (5. feb. 2012)

Kerin H. 2010. Standardi trajnostne arhitekture: Zelena streha. Diplomsko delo. Univerza v Mariboru, Fakulteta za gradbeništvo, 59 str Ljubljanski urbanistični zavod. 1975. BS 7-V. faza. Zbrini načrt komunalnih napeljav. M1:500

Ljubljanski urbanistični zavod. 1975. BS 7-V. faza. Zazidalni načrt. M1:500

Mlinarič T. Regeneracija stanovanjske soseske BS-3 v Ljubljani in idejni načrt za večnamenski objekt.

Diplomska naloga. Ljubljana. Fakulteta za arhitekturo. 2011: 73 str

Nitschke G. 2003. Japanese gardens: right angle and natural form. Köln, Taschen 239 str.

Ministrstvo za okolje in prostor. Navodila za razvrščanje objektov:

http://www.arhiv.mop.gov.si/fileadmin/mop.gov.si/pageuploads/zakonodaja/prostor/graditev/navodila_razvrscanje_ur_o_klasifikaciji_vrst_objektov.pdf (14. avg. 2012)

Nabholz T. Ecological Drainage System in Eco-City Augustenborg. 2011. Sustainable water management . Malmö universtiy. (1.12.2011)

<http://wpmu.mah.se/sum/2011/12/01/ecological-drainage-system-in-eco-city-augustenborg/> (15. nov. 2012)

Philip R. 2011. SWITCH Training Kit: Integrated urban water management in the city of the future: Module 4. Stormwater Exploring the options. Freiburg, ICLEI European Secretariat GmbH: 52 str.

http://www.switchtraining.eu/fileadmin/template/projects/switch_training/files/Modules/Module_reduced_size/Switch_Training_Kit_Module_4.pdf (12. mar. 2012)

Pihlar T. 2004. Ločnica med interierom in eksterierom : soseska BS7 - raziskava nastanka, percepcije in urejanja. Diplomaska naloga. Ljubljana. Fakulteta za arhitekturo.

Stevens D. 2000. Water Features. London, Conran Octopus: 96 str.

Mlakar A., Simoneti M., Matjašec D . Voda: raba, varovanje, oblikovanje, Zbornik 5. letnega strokovnega srečanja Društva krajinskih arhitektov Slovenije, Nov. 1998, Ljubljana., Društvo krajinskih arhitektov Slovenije: 139 str.

TTN, temeljni topografski načrt Ljubljana. 1995. Geodetska uprava Republike Slovenije

Toman M. J. 2009. »Varstvo in urejanje voda«. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo
(predavanja pri predmetu Varstvo in urejanje voda)

Urbanistični inštitut SR Slovenije. 1972. Izvedbeni pozicijski načrt zazidave 2. faze BS 7. Ulica V-Z. po glavnih
projektih Slovenija projekta.

ZAHVALA

Iskreno se zahvaljujem:

mentorici prof. dr. Ani Kučan in somentorju Borisu Kompareju za strokovno pomoč pri nastajanju diplomskega dela.

recenzentoma prof. Gazvodi in prof. Zgonikovi za hiter pregled in strokovno mnenje.

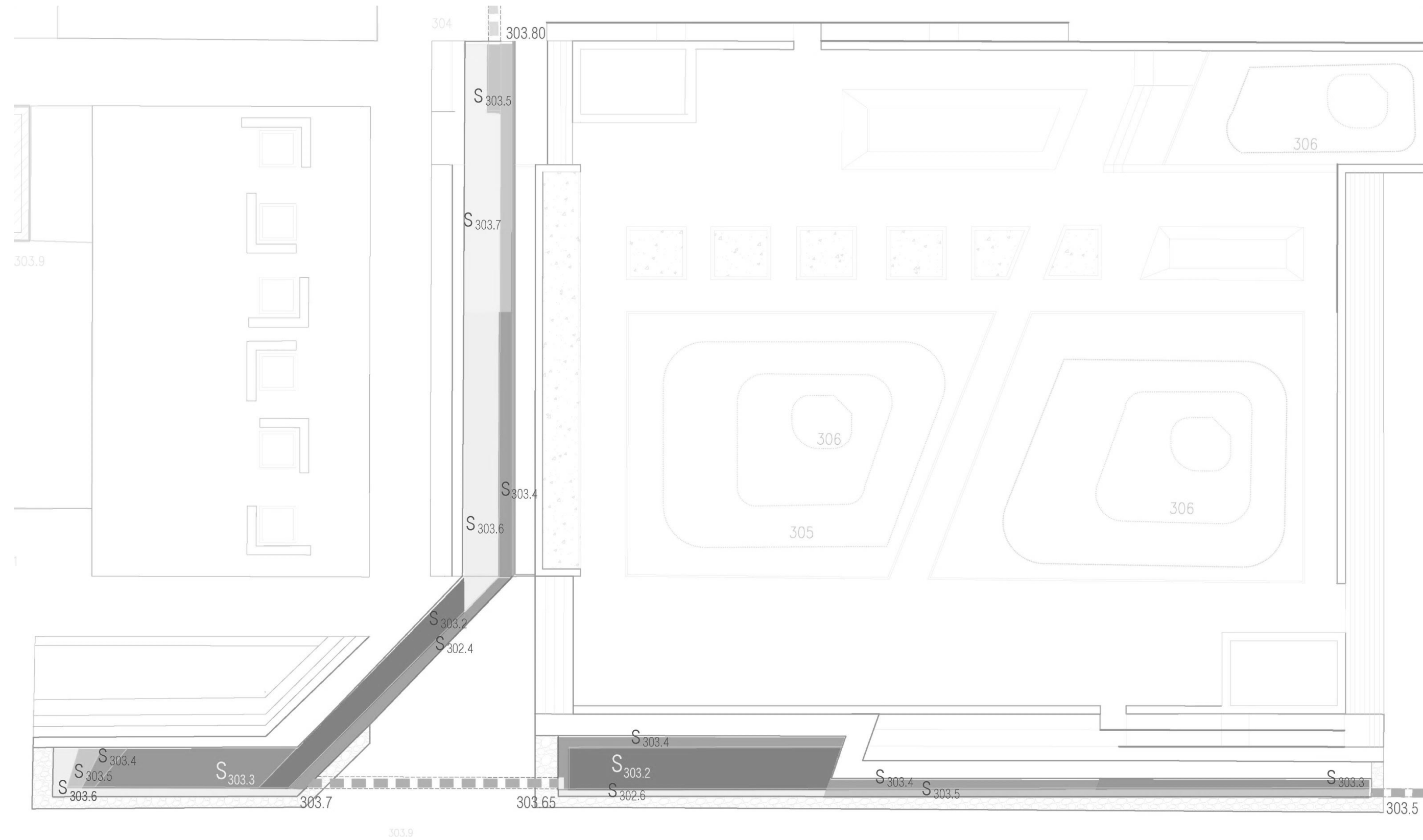
Karmen Stopar za prijaznost in prilagodljivost.

Predvsem pa najlepša hvala staršem in prijateljem:

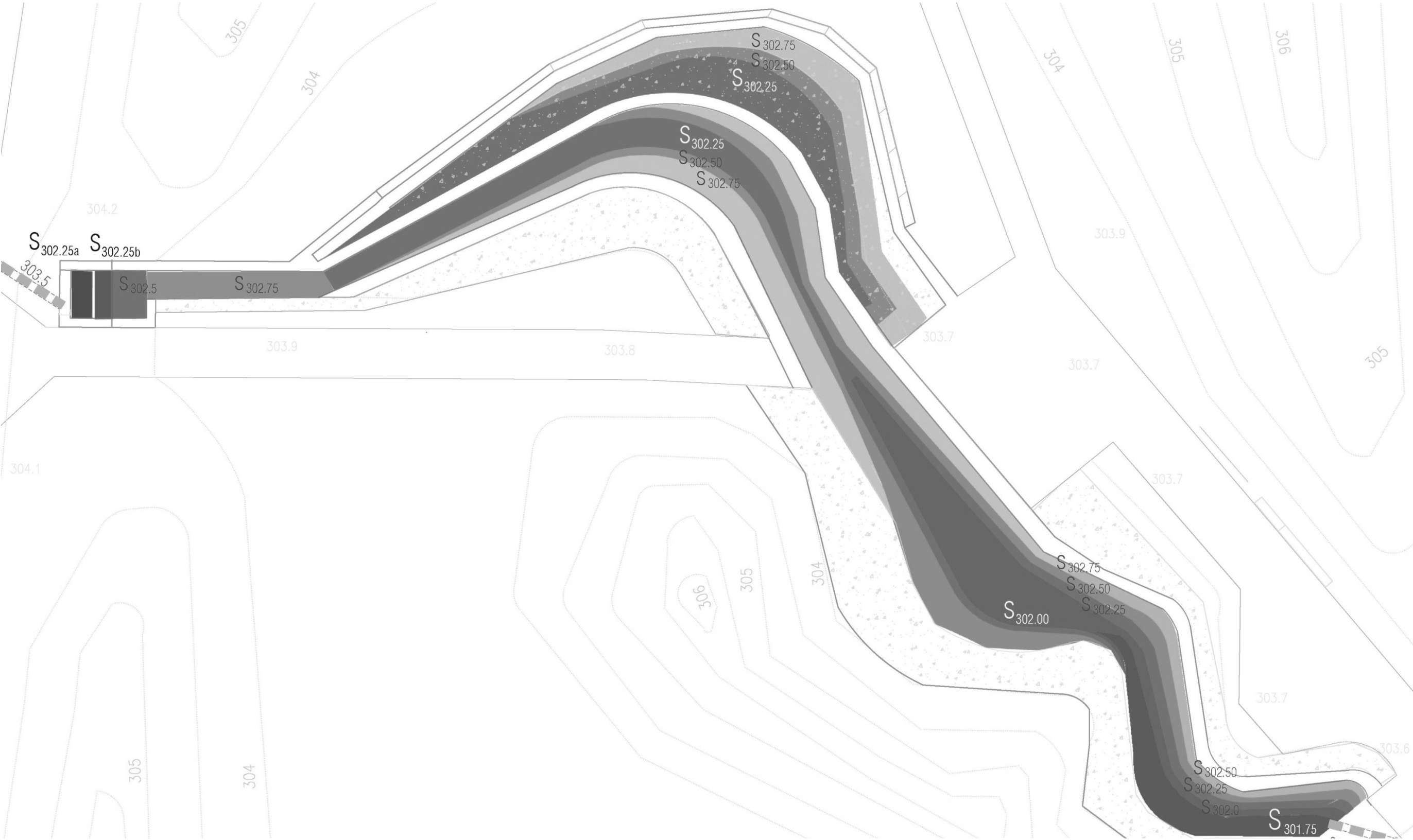
Petri in Juretu s svojim podmladkom, Klemnu, Staši, Marini in Ani, Brini, Jozu, Alenki, Špeli ter vsem ostalim, ki ste mi stali ob strani in mi polepšali dneve pisanja.

PRILOGE

PRILOGA A1
Površine za izračun volumnih kapacitet posameznih vodnih teles na trgu Glinškove ploščadi (M 1:200)

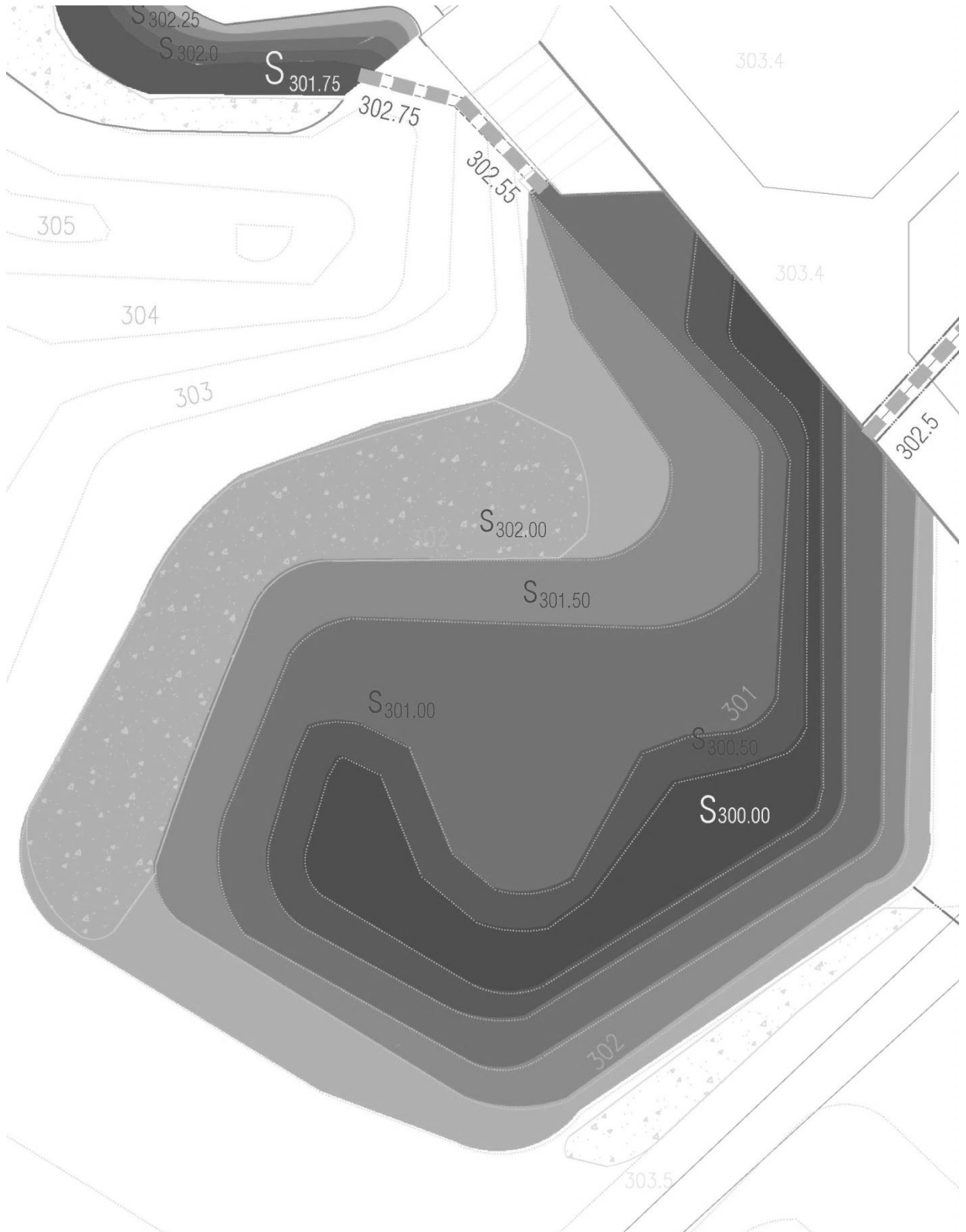


PRILOGA A2
Površine za izračun volumskih kapacitet posameznih vodnih teles v osrednji parkovni površini 1 (M 1:200)



PRILOGA A3

Površine za izračun volumnih kapacitet posameznih vodnih teles v osrednji parkovni površini 2 (M 1:200)



PRILOGA B1
Volumske kapacitete na trgu Glinškove ploščadi

Volumen kanala 1 (podzemni pritok 303.85 -303.8)

$$\begin{aligned} V_{k1} &= (S_{303.7} + S_{303.6} + S_{303.5} + S_{303.4}) \times h \\ &= (30,1 \text{ m}^2 + 12,1 \text{ m}^2 + 31,3 \text{ m}^2 + 14,9 \text{ m}^2) \times 0,1 \text{ m} \\ &= 88,4 \text{ m}^2 \times 0,1 \text{ m} \\ &= 8,8 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Volumen bazenov na trgu Glinškovi ploščadi (podzemni odtok=303.7-303.65)

$$\begin{aligned} V_{b1} &= (S_{303.2} + S_{303.3} + S_{303.4} + S_{303.5} + S_{303.6}) \times h = \\ &= (18,6 \text{ m}^2 + 38,6 \text{ m}^2 + 40,7 \text{ m}^2 + 43,0 \text{ m}^2 + 61,2 \text{ m}^2) \times 0,1 \text{ m} = \\ &= 202,1 \text{ m}^2 \times 0,1 \text{ m} = \\ &= 20,2 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_{b2} &= (S_{303.2} + S_{303.4}) \times 2h + S_{303.6} \times 0,5h = \\ &= (33,0 \text{ m}^2 + 43,9 \text{ m}^2) \times (2 \times 0,1 \text{ m}) + (50,1 \text{ m}^2 \times (0,5 \times 0,1 \text{ m})) = \\ &= (76,9 \text{ m}^2 \times 0,2 \text{ m}) + (50,1 \text{ m}^2 \times 0,05 \text{ m}) = \\ &= 15,4 \text{ m}^3 + 2,5 \text{ m}^3 \\ &= 17,9 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Volumen kanala 2 (podzemni pretok 303.6 -303.5)

$$\begin{aligned} V_{k2} &= (S_{303.4} + S_{303.5}) \times h + S_{303.3} \times 0,5h = \\ &= (15,7 \text{ m}^2 + 29,7 \text{ m}^2) \times 0,1 \text{ m} + (15,7 \text{ m}^2 \times (0,5 \times 0,1 \text{ m})) = \\ &= (45,4 \text{ m}^2 \times 0,1 \text{ m}) + (15,7 \text{ m}^2 \times 0,05 \text{ m}) = \\ &= 4,54 \text{ m}^3 + 0,8 \text{ m}^3 \\ &= 5,3 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

PRILOGA B2
Volumske kapacitete v osrednji parkovni površini

Volumen usedalnika (pritok na 303.5, prekat 2 na 303, naprej v tolmune pri 302.25)

$$\begin{aligned} V_{used} &= V_{p1} + V_{p2} + V_{p3} = \\ &= (S_{301.75a} \times h_1) + (S_{301.75b} \times h_2) + (S_{302.25} \times h_3) = \\ &= (1 \text{ m} \times 2,5 \text{ m}) \times 1,5 \text{ m} + (1 \text{ m} \times 2,5 \text{ m}) \times 1,25 \text{ m} + (2,5 \text{ m} \times 2 \text{ m}) \times \\ &\quad 0,5 \text{ m} = \\ &= (2,5 \text{ m}^2 \times 1,5 \text{ m}) + (2,5 \text{ m}^2 \times 1,3 \text{ m}) + (5 \text{ m}^2 \times 0,3 \text{ m}) = \\ &= 3,7 \text{ m}^3 + 3,2 \text{ m}^3 + 1,5 \text{ m}^3 \\ &= 8,4 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Volumen tolmuna 1 (maksimalna globina od 302.25. do 303)

$$\begin{aligned} V_{tol1a} &= (S_{302.25} + S_{302.5} + S_{302.75}) \times h = \\ &= (44,7 \text{ m}^2 + 73,7 \text{ m}^2 + 111,4 \text{ m}^2) \times 0,25 \text{ m} = \\ &= 229,8 \text{ m}^2 \times 0,25 \text{ m} = \\ &= 57,4 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_{tol1b} &= (S_{302.25} + S_{302.5} + S_{302.75}) \times h = \\ &= (53,2 \text{ m}^2 + 78,22 \text{ m}^2 + 144,9 \text{ m}^2) \times 0,25 \text{ m} = \\ &= 267,8 \text{ m}^2 \times 0,25 \text{ m} = \\ &= 67,9 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Volumen tolmuna 2 (maksimalna globina od 301.75 do izliv v kotanjo pri 302.75)

$$\begin{aligned} V_{tol2} &= (S_{301.75} + S_{302.0} + S_{302.25} + S_{302.5}) \times h = \\ &= (21,6 \text{ m}^2 + 72,6 \text{ m}^2 + 109,1 \text{ m}^2 + 174,8 \text{ m}^2) \times 0,25 \text{ m} = \\ &= 378,1 \text{ m}^2 \times 0,25 \text{ m} = \\ &= 94,5 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Volumen ponikovalne kotanje (maksimalna globina od 300.00 do varnostnega preliva v kanalizacijski sistem pri 302.50)

$$\begin{aligned} V_{pk} &= (S_{300.5} + S_{301} + S_{301.5} + S_{302} + S_{302.5}) \times h = \\ &= 68,8 \text{ m}^2 + 150,2 \text{ m}^2 + 337,0 \text{ m}^2 + 473,4 \text{ m}^2 + 674,1 \text{ m}^2 = \\ &= 1703 \text{ m}^2 \times 0,5 \text{ m} = \\ &= 851,7 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

PRILOGA C

Izračun volumnov zbranih padavin s 25-, 50- in 100-letno povratno dobo za različna trajanja

25-letna povratna doba						
Čas trajanja padavin (min) ⁵	Količina padavin (l (s × ha)) [*]	Zapadla količina padavin (m)	Volumen utrjenih površin (m ³)	Volumen zelenih površin (m ³)	25% odtok zelenih površin (m ³)	Skupni volumen (m ³)
5	557	0,0167	88	262	65	153
15	357	0,0321	169	504	126	295
30	242	0,0436	229	683	171	400
60	150	0,0540	284	846	212	496
120	92	0,0662	349	1038	260	608
180	66	0,0713	375	1117	279	654
360	38	0,0821	432	1287	322	754
720	23	0,0994	523	1557	389	912
1440	14	0,1210	636	1896	474	1111

50-letna povratna doba						
Čas trajanja padavin (min) [*]	Količina padavin (l (s × ha)) [*]	Zapadla količina padavin (m)	Volumen utrjenih površin (m ³)	Volumen zelenih površin (m ³)	75% odtok zelenih površin (m ³)	Skupni volumen (m ³)
5	557	0,0187	98	293	220	513
15	357	0,0360	189	564	423	988
30	242	0,0488	257	765	573	1338
60	150	0,0605	318	948	711	1659
120	92	0,0742	390	1162	872	2034
180	66	0,0886	466	1388	1041	2429
360	38	0,0907	477	1422	1067	2489
720	23	0,1080	568	1693	1270	2963
1440	14	0,1296	682	2031	1524	3555

100-letna povratna doba						
Čas trajanja padavin (min) [*]	Količina padavin (l (s × ha)) [*]	Zapadla količina padavin (m)	Volumen utrjenih površin (m ³)	Volumen zelenih površin (m ³)	75% odtok zelenih površin (m ³)	Skupni volumen (m ³)
5	689	0,0207	109	324	243	567
15	444	0,0400	210	626	470	1096
30	300	0,0540	284	846	635	1481
60	186	0,0670	352	1050	787	1837
120	114	0,0821	432	1287	965	2252
180	82	0,0886	466	1388	1041	2429
360	46	0,0994	523	1557	1168	2726
720	27	0,1166	614	1828	1371	3200
1440	17	0,1469	773	2302	1727	4029

⁵ Podatki iz prvih dveh stolpcev preglednic, označenih z *, sozeti iz priloge D

PRILOGA D

Povratne dobe za ekstremne padavine po Gumbelovi metodi (ARSO, 2009)

Količina padavin (l/(sec·ha))

trajanje padavin	POVRATNA DOBA							
	1 leto	2 leti	5 let	10 let	25 let	50 let	100 let	250 let
5 min	130	289	396	467	557	623	689	776 l/sec/ha
10 min	108	216	296	348	415	464	514	578 l/sec/ha
15 min	92	182	252	298	357	400	444	500 l/sec/ha
20 min	71	158	215	254	302	337	373	419 l/sec/ha
30 min	53	124	171	202	242	271	300	339 l/sec/ha
45 min	38	93	130	155	185	208	231	261 l/sec/ha
60 min	38	77	106	125	150	168	186	210 l/sec/ha
90 min	32	58	81	95	114	127	141	159 l/sec/ha
120 min	25	48	65	77	92	103	114	128 l/sec/ha
180 min	21	35	48	56	66	74	82	92 l/sec/ha
240 min	18	29	39	45	53	59	65	72 l/sec/ha
300 min	15	25	33	38	44	49	54	60 l/sec/ha
360 min	13	22	29	33	38	42	46	51 l/sec/ha
540 min	9	17	21	24	28	30	33	37 l/sec/ha
720 min	7	14	17	20	23	25	27	30 l/sec/ha
900 min	7	12	15	17	19	21	22	25 l/sec/ha
1080 min	6	10	13	15	17	18	20	22 l/sec/ha
1440 min	5	9	11	12	14	15	17	18 l/sec/ha

Postaja: LJUBLJANA - BEŽIGRAD
Obdobje: 1948 - 2008

Višina padavin (mm)

trajanje padavin	POVRATNA DOBA							
	1 leto	2 leti	5 let	10 let	25 let	50 let	100 let	250 let
5 min	4	9	12	14	17	19	21	23 mm
10 min	7	13	18	21	25	28	31	35 mm
15 min	8	16	23	27	32	36	40	45 mm
20 min	9	19	26	30	36	40	45	50 mm
30 min	10	22	31	36	44	49	54	61 mm
45 min	10	25	35	42	50	56	62	70 mm
60 min	14	28	38	45	54	60	67	75 mm
90 min	17	32	43	51	61	69	76	86 mm
120 min	18	34	47	55	66	74	82	92 mm
180 min	23	38	52	60	72	80	88	99 mm
240 min	25	42	56	65	76	85	93	104 mm
300 min	27	45	59	68	80	89	97	109 mm
360 min	28	48	62	71	83	91	100	111 mm
540 min	28	54	68	78	90	98	107	118 mm
720 min	31	59	74	85	97	107	116	128 mm
900 min	36	64	79	89	102	112	121	134 mm
1080 min	37	67	84	95	108	119	129	142 mm
1440 min	39	75	94	106	122	133	145	160 mm