NAVODNJAVANJE ZELENIH POVRŠINA GRADA ZAGREBA I MOGUĆNOST KORIŠTENJA "KATASTRA ZELENILA" ZA TU NAMJENU

Varga, Dijana

Master's thesis / Specijalistički diplomski stručni

2016

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **Križevci college of agriculture / Visoko gospodarsko učilište u Križevcima**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:185:218073

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

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

Repository / Repozitorij:

Repository Križevci college of agriculture - Final thesis repository Križevci college of agriculture

zir.nsk.hr

Image not found or type unknown

REPUBLIKA HRVATSKA
VISOKO GOSPODARSKO UČILIŠTE U KRIŽEVCIMA

Dijana Varga, bacc. ing. agr.

NAVODNJAVANJE ZELENIH POVRŠINA GRADA ZAGREBA I MOGUĆNOST KORIŠTENJA "KATASTRA ZELENILA" ZA TU NAMJENU

Završni specijalistički diplomski stručni rad

Križevci, 2016.

REPUBLIKA HRVATSKA
VISOKO GOSPODARSKO UČILIŠTE U KRIŽEVCIMA

Specijalistički diplomski stručni studij
Poljoprivreda

Usmjerenje: *Održiva i ekološka poljoprivreda*

Dijana Varga, bacc. ing. agr.

NAVODNJAVANJE ZELENIH POVRŠINA GRADA ZAGREBA I MOGUĆNOST KORIŠTENJA "KATASTRA ZELENILA" ZA TU NAMJENU

Završni specijalistički diplomski stručni rad

Povjerenstvo za obranu i ocjenu završnoga rada:

1. dr. sc. Ivka Kvaternjak, v. pred., predsjednica povjerenstva i članica
2. dr. sc. Andrija Špoljar, prof .v. š., mentor i član
3. mr. sc. Vlado Kušec, v. pred., član

Križevci, 2016.

PODACI O RADU

Završni specijalistički diplomski stručni rad izrađen je na Visokom gospodarskom učilištu u Križevcima pod mentorstvom dr. sc. Andrija Špoljar, prof. v. š.

Rad sadrži:

- 32 stranice
- 2 grafikona
- 2 slike
- 9 tablica
- 42 navoda literature.

SADRŽAJ

1. UVOD I CILJEVI 1

2. PREGLED LITERATURE 3

3. METODE RADA 8

4. REZULTATI ISTRAŽIVANJA 10

4.1. Klimatske prilike 10

4.2. Fizikalne značajke tla i parametri navodnjavanja 12

4.2.1. Fizikalne značajke tla 12

4.2.2. Parametri navodnjavanja 15

4.2.2.1. Neto i bruto norma navodnjavanja 15

4.2.2.2. Kakvoća vode za navodnjavanje 17

4.2.2.3. Obrok navodnjavanja 17

4.2.2.4. Turnus navodnjavanja u danima 17

4.2.2.5. Preporučene metode mjerenja sadržaja vlage u tlu 18

4.2.2.6. Trajanje navodnjavanja 18

4.2.2.7. Broj navodnjavanja 18

4.2.2.8. Stvarni radni hidromodul 18

4.2.3. Preporučene metode (načini) navodnjavanja 19

4.2.4. Sadržaj katastra zelenih površina grada Zagreba i preporuke za njegovu dopunu 21

5. RASPRAVA 22

6. ZAKLJUČAK 24

7. LITERATURA 25

POPIS KRATICA 29
SAŽETAK 30
ABSTRACT 31
DIJANA VARGA ŽIVOTOPIS 32

1. UVOD I CILJEVI

Živi dijelovi javnog zelenila dio su prirodnog okoliša pa kao takvi, u pogledu održivog razvoja i ekološkog utjecaja na okoliš, zahtijevaju našu brigu i pažnju. Takvim odnosom pozitivno utječemo na naš okoliš, a time, neposredno, i na građane. Specifični uvjeti, u kojima se biljne vrste nalaze u urbanim sredinama, zahtijevaju i poseban tretman održavanja jer u protivnom ne bi bile u stanju, koristeći samo prirodne izvore, osigurati potrebne elemente za život. U okviru radova održavanja, osim drugih mjera, među važnije zahvate spada osiguravanje dovoljne količine vode potrebne za život i razvoj biljaka. Anić i sur. (2009) daju prognoze prema modelu globalnih klimatskih promjena, iz kojih je vidljivo da će se, na području Republike Hrvatske, prosječna godišnja temperatura zraka do 2100. godine povećati za *cca* 2,5 °C u odnosu na prosječnu godišnju temperaturu zraka za razdoblje 1950 – 2000. godine, a prosječna godišnja količina oborina smanjit će se za *cca* 152 mm. Iz naprijed navedenog može se zaključiti da će suše biti češće te postoji opasnost od šteta na gradskom zelenilu. Navodnjavanjem se kompenziraju, kako ističu, Šimunić i Špoljar (2007), prvenstveno nedostaci vode u tijeku ljetnih mjeseci te preporučaju ovu melioracijsku mjeru s ciljem odražavanja optimalnog intervala vlažnosti i glede ublažavanja nepovoljnih uvjeta suše.

Voda kao dragocjen resurs, nužan za održanje ukupnog života na zemlji, mora biti korištena optimalno. Kako bi ostvarili ovaj optimum treba distribuirati potrebne količine vode na onim površinama na kojima će uz najmanju potrošnju dati najveći učinak. Moramo dakle znati, koliko vode je potrebno dodati kojoj biljci u kojem vremenskom intervalu i na kojoj površini, kako bi se prekomjeran utrošak vode doveo na najmanju moguću mjeru. Za ispunjenje zadatka efikasnijeg održavanja javnog zelenila, pa tako i navodnjavanja kao jedne od važnijih mjera u sklopu održavanja, trebalo je, između ostalog, izraditi popis sadržaja javnog zelenila i prostorni plan njihovog razmještaja iz kojega bi jednostavnim operacijama mogli dobiti informaciju o broju sadržaja i površini. Pojam zelenila na javnim površinama podrazumijeva "sadržaje" u prostoru koji financira i održava grad Zagreb preko svojih institucija (Samardžija, 2009). Sadržaje čine travnjaci, staze, podloge igrališta, urbana oprema, stabla, grmlje, cvjetnjaci i živice. Uspostavljeni GIS zelenila grada Zagreba s pripadajućom prostornom bazom podataka omogućuje, uz kontrolu postojećeg stanja, predviđanje mogućih intervencija u prostoru (sadnja, rezidba, prihrana, navodnjavanje i slično). Tako je cilj ovoga rada koristiti podatke iz sustava za

potrebe provođenja navodnjavanja na širem području grada, čime bi se ublažile štete od suša na gradskom zelenilu. S ciljem održavanja optimalnog intervala vlažnosti tla prikazat će se i osnovni parametri navodnjavanja i preporučit će se uređaji koji bi se mogli koristiti za navodnjavanje.

Temeljem podataka iz baze prostornih podataka dobili smo informaciju o položaju i količini zelenih sadržaja, a na temelju podataka o klimi i tlu može se pristupiti planiranju i izvedbi sustava za navodnjavanje. Dva su osnovna dijela procesa navodnjavanja, prvi dio koji se odnosi na planiranje s odabirom i izvedbom prikladnog sustava dok se drugi dio odnosi na vremenski interval i način aktiviranja sustava. U okviru planiranja potrebno je donijeti odluku o vrsti i količini sadržaja koje treba navodnjavati kao i o vrsti i količini potrebne opreme, mjestu i načinu njene ugradnje koristeći suvremena tehnološka rješenja.

Može se pretpostaviti da će dostupni podaci iz GIS sustava zelenih površina grada Zagreba, poslužiti za potrebe izrade kvalitetnih preporuka za navodnjavanje temeljem kojih bi se ublažile nepoželjne posljedice izrazitih suša koje se pojavljuju u posljednje vrijeme.

2. PREGLED LITERATURE

Anić i sur. (2009) navode kako će se, na području Republike Hrvatske, prema modelu globalnih klimatskih promjena, prosječna godišnja temperatura zraka do 2100. godine povećati otprilike za 2,5 °C u odnosu na prosječnu godišnju temperaturu za razdoblje 1950. – 2000. godine, a prosječna godišnja količina oborina smanjit će se otprilike za 152 mm.

Bindoff i sur. (2013) procjenjuju na temelju uočenih promjena klime da je na učestalost i intenzitet dnevnih temperaturnih ekstrema na globalnoj razini od sredine dvadesetog stoljeća vrlo vjerojatno utjecao ljudski faktor.

Branković (2014) navodi kako projekcije na temelju klimatskih modela pokazuju da bi do kraja stoljeća moglo doći do osjetnog zatopljenja u Hrvatskoj, posebno je moguć izrazito visok porast temperature zraka u zadnjih trideset godina dvadesetprvog stoljeća. Prema projekcijama oko sredine stoljeća i prema kraju očekuje se tijekom ljeta osjetnije smanjenje oborina gotovo na cijelom području Hrvatske.

Branković i sur. (2009) analizom srednje godišnje temperature zraka za višegodišnja razdoblja zaključuju da je porast srednje godišnje temperature zraka u dvadesetom stoljeću, početkom dvadesetprvog stoljeća nastavljen i pojačan. U Zagrebu su zabilježeni najveći pozitivni trendovi, no taj bi porast dijelom mogao biti posljedica zagrijavajućeg utjecaja grada. Trend godišnjih količina oborina pokazuje njihovo, statistički značajno, smanjenje tijekom dvadesetog stoljeća na cijelom području Hrvatske. Promjene u učestalosti kišnih dana manjeg intenziteta i značajno povećana učestalost suhih dana u cijeloj Hrvatskoj daju doprinos smanjenju godišnjih količina oborina.

Branković i sur. (2013) utvrđuju trendove srednje, srednje minimalne i srednje maksimalne temperature zraka koji pokazuju zatopljenje na cijelom području Hrvatske za razdoblje 1961-2010. Pozitivni i značajni su trendovi godišnje temperature zraka. Podaci o godišnjim količinama oborina za razmatrano razdoblje ukazuju na pozitivne trendove u istočnim ravničarskim krajevima i negativne u ostalim područjima Hrvatske. Statistički značajni trendovi smanjenja ljetnih količina oborina zabilježeni su na većini postaja u gorskom području i na nekim postajama na Jadranu i njegovom zaleđu. U cijeloj Hrvatskoj uočen je statistički značajan negativan trend u jesenskim mjesecima kada su promjene sušnih razdoblja najizraženije.

Bransford i sur. (2007) navode da je za travnjake na javnim površinama odabir odgovarajućeg sustava navodnjavanja bitan element održavanja travnjaka s obzirom na

činjenicu da su uz visok stupanj korištenja ti travnjaci izloženi i štetama koje uzrokuju visoke temperature.

Cerjan (2011) navodi da se uvođenju navodnjavanja treba pristupiti sistematski i planirano s ciljem što boljeg iskorištenja vode. Kako bi se biljkama osigurala dovoljna količina vode u pravom trenutku, koriste se različite metode izračuna potrebe biljaka za vodom i određuje se trenutak kada treba početi s navodnjavanjem.

Čižek i sur. (2007) preporučuju navodnjavanje od proljeća do jeseni. Ovisno o vremenskim uvjetima i značajkama tla potrebno je prilagoditi intenzitet dodavanja vode. Autori navode kako je najpogodnije vrijeme za navodnjavanje od pet sati ujutro do deset sati ujutro toga dana, jer je tada utjecaj vlage na razvoj bolesti najmanji. U slučajevima kada travnjak vene potrebno je odmah natapati bez obzira na doba dana, jer je manja šteta od navodnjavanja nego što bi bila od suše. Također, rjeđe dodavanje vode, ali s većim količinama u jednom obroku treba biti osnovno pravilo pri navodnjavanju.

Drvodelić i sur. (2013) utvrđuju povećanje određenih kvalitativnih varijabli (visina, promjer vrata korijena) sadnica hrasta lužnjaka u rasadniku utjecajem navodnjavanja te preporučuju navodnjavanje kao obaveznu mjeru njege sadnica u rasadničarskoj proizvodnji.

Josipović i sur. (2013) ističu kako navodnjavanju kao dijelu kompleksnog sustava prethodi priprema potrebne dokumentacije u sklopu koje su razne analize, snimanje, preispitivanje i istraživanje brojnih uvjeta za navodnjavanje određenog tla, odnosno biljaka. Također, važno je, odabrati načine i sustave koji odgovaraju određenom području te da su oni u skladu s važećim zakonskim propisima.

Kereša i sur. (2008) navode kako se u Hrvatskoj sve češće pojavljuju godine sa sušnim razdobljima, a kako je suša jedan od važnih abiotskih stresova, uzrok je velikih šteta na biljkama kako u nas tako i na svjetskoj razini.

Madjar i Šoštarić (2009) ističu kako biljke za pravilan rast i razvoj kroz cijelo vrijeme vegetacije trebaju određenu količinu vode. Voda je također važan čimbenik za procese u tlu. Sadržaj raspoložive vode u tlu vrlo je promjenjiv. Kod većine biljaka u našim klimatskim uvjetima sadržaj vode u tlu često je nedostatan pa je u doba najvećih zahtjeva za vodom njen priljev u tlo najmanji.

Osakabe i sur. (2014) analizom molekularnih mehanizama biljaka na sušu zaključuju kako ona negativno utječe na razne fiziološke procese u biljkama, a osobito na odvijanje fotosinteze. Ako je trajanje suše, odnosno vodnog stresa, produljeno, rast biljke, a time i njena produktivnost ozbiljno su smanjeni.

Pokos Nemec (2009) ističe kako je za sve tipove zelenih površina, od javnih parkova i sportskih terena pa do privatnih vrtova, najefikasnije navodnjavanje koje oponaša kišu kao učinkovitu i neophodnu prirodnu pojavu. Isto tako, autorica navodi, kako je učinkovitost navodnjavanja uvjetovana parametrima kao što su: jednolična distribucija vode, mogućnost noćnog navodnjavanja, optimalno korištenje struje i vode, ušteda vremena i radne snage, konstantna i idealna njega biljaka i maksimalna izdržljivost sustava.

Samardžija (2009) utvrđuje kako je širenjem grada i povećanjem površina pod zelenilom uočena potreba za sistematiziranim i lako preglednim podacima o sadržajima zelenila kako bi se na osnovi toga poboljšala efikasnost održavanja te se mogle donositi pravodobne i ispravne odluke. GIS zelenih površina grada Zagreba pruža kvalitativne i kvantitativne analize postojećih sadržaja (Samardžija 2013).

Katastar zelenila grada Zagreba koncipiran je tako da se iz pripadajuće baze podataka može definirati potreba za intervencijom u prostoru. Prema dostupnim podacima iz GIS sustava zelenih površina grada Zagreba, navodnjavaju se parkovne površine samo u užem dijelu grada te neki cvjetnjaci na širem području grada (GIS zelenila, 2015).

Steduto i sur. (2012) navode kako je voda ograničavajući čimbenik pri uzgoju biljaka u svijetu, osobito u predjelima gdje količina oborina nije dostatna da zadovolji njihove potrebe. Uz smanjivanje vodnih resursa diljem svijeta i povećanje potražnje za poljoprivrednim proizvodima, poboljšanje učinkovitosti korištenja voda za biljnu proizvodnju nikad nije bilo hitnije. Takvim pristupom, kako naglašava autor, smanjila bi se nesigurnost povezana s klimatskim promjenama.

Šimunić (2013) ističe bitnost klimatskih i hidroloških podataka u aktivnostima vezanim za iskorištenje voda. Navedeni podaci su osnova pri planiranju, projektiranju i izgradnji sustava odvodnje i navodnjavanja. Radi postizanja optimalnog stanja vlažnosti potrebnog za pravilan razvoj biljaka nužno je, kako navodi autor, primjenjivati navodnjavanje.

Šimunić i sur. (2006) na temelju dobivenih rezultata istraživanog područja za sjeverni dio Hrvatske utvrđuju nedostatak vode u tlu tijekom vegetacijskog razdoblja. Oborine i temperature zraka su veće nego ranije, a ostali klimatski elementi ostali su nepromijenjeni u razmatranim razdobljima. Autori preporučaju uvođenje navodnjavanja na istraživanom području.

Šimunić i sur. (2007) zaključuju kako količina i raspored oborina uvjetuju uspješnost uzgoja biljnih vrsta. Izgradnja odgovarajućih sustava navodnjavanja s ciljem osiguranja dovoljne količine vode u tlu kroz cijelo vegetacijsko razdoblje uvjet je ostvarivanja stabilnijih uvjeta rasta biljaka na svim istraživanim lokacijama.

Šimunić i sur. (2007) utvrđuju da su za područje grada Zagreba u razdoblju od 1982. do 2001. godine, efektivne oborine bile manje od referentne evapotranspiracije. Bilanciranjem vode u tlu utvrđen je nedostatak vode na svim istraživanim tlima te je u prosječnim godinama nedostatak vode bio tri puta manji u odnosu na sušnije godine. Autori zaključuju da se dodavanjem vode kroz potrebni obrok navodnjavanja i pravovaljani turnus navodnjavanja može nadoknaditi nedostatak vode u tlu.

Šimunić i Špoljar (2007) navode da je navodnjavanje vrlo značajna melioracijska mjera, kojom se kompenziraju prvenstveno nedostaci vode u tijeku ljetnih mjeseci, pa je stoga autori preporučaju s ciljem održavanja optimalnog intervala vlažnosti i glede ublažavanja nepovoljnih uvjeta suše.

Špoljar i sur. (2010) utvrđuju na području grada Rijeke pojavu sušnog razdoblja tijekom mjeseca lipnja, srpnja i kolovoza za razmatrana razdoblja. U istraživanom desetogodišnjem razdoblju 2003. godina bila je najsušnija. Za razdoblje od 2000. do 2004. izračunata potencijalna korigirana evapotranspiracija (PETk) bila je 55,6 mm veća od stvarne (SET). Za razdoblje od 2005. do 2009. nedostatak vode iznosio je 19,6 mm. U najsušim godinama tijekom razmatranog razdoblja utvrđeni nedostaci vode iznosili su 2000. godine 220,9 mm, u 2003. godini 413,8 mm dok je u 2006. taj nedostatak iznosio 187,5 mm. Iz analiziranih podataka preporučuje se planiranje i provedba navodnjavanja na području grada Rijeke.

Špoljar i sur. (2012) utvrđuju za područje Bjelovara porast srednjih godišnjih temperatura zraka za 1,2 °C u razdoblju od 2001. do 2010. u usporedbi s razdobljem od 1981. do 1990. i za 0,6 °C u usporedbi s razdobljem od 1991. do 2000. Utvrđeni nedostatak vode veći je za 5,9 mm za posljednje razdoblje u odnosu na razdoblje od 1981. do 1990 i za 11,8 mm u odnosu na razdoblje od 1991. do 2000. Utvrđen je pozitivan linearni trend za srednje godišnje temperature zraka, PETk, SET te za višak i nedostatak vode ($p<0,05$) za čitavo tridesetogodišnje razdoblje. Na temelju dobivenih podataka preporuča se veća primjena navodnjavanja na istraživanom području.

Špoljar i sur. (2014) istražuju utjecaj klimatskih promjena na vodni režim tla na području Koprivničko-križevačke županije. Srednja godišnja temperatura zraka prosječno je bila veća za 1°C, a godišnja količina oborina veća za 5 mm u osamnaestogodišnjem razdoblju (1991. - 2008.) u odnosu na ranije razmatrano tridesetogodišnje razdoblje. Prema izračunatoj bilanci vode u tlu, nedostaci vode bili su veći u odnosu na prethodno razdoblje. Za sve klimatološke postaje na istraživanom području utvrđen je negativni linearni trend oborina i pozitivni linearni trend srednjih godišnjih temperatura zraka. Utvrđene klimatske promjene te njihova projekcija za naredna razdoblja ukazuju na potrebu veće primjene

navodnjavanja na području Koprivničko-križevačke Županije.

Špoljar i sur. (2014) na temelju klimatskih podataka za Križevce za osamdesetpetogodišnje razdoblje od 1927. do 2012. te za 2013. i 2014. godinu navode kako su zabilježene klimatske prilike za višegodišnje razdoblje bile umjereno tople do vruće, a u 2013. i 2014. godini tijekom vegetacijskog razdoblja prevladavali su topli do vrući klimatski uvjeti. Iako su količine oborina bile u porastu u razmatranim razdobljima više temperature zraka uvjetovale su sušnije klimatske uvjete u usporedbi s višegodišnjim razdobljem.

Špoljar i sur. (2015) navode da se u tlu, za fiziološke potrebe biljaka, zadrži samo dio oborina. Raspodjela oborina tijekom godine vrlo je bitna stavka pri analizi utjecaja oborina na uzgoj biljaka. Određivanje količine potrebne vode, način i dinamika njene raspodjele važni su za visoku učinkovitost navodnjavanja. Jednako je tako važno pravodobno započeti s dodavanjem vode. Temeljna dva elementa navodnjavanja su obrok navodnjavanja i trenutak početka navodnjavanja.

Tomić i sur. (2006) navode kako ovisno o intenzitetu i dužini trajanja, suša može u većem ili manjem postotku uzrokovati štete na biljkama. Primjenom navodnjavanja štete koje nastaju od suša mogu se smanjiti, a ponekad i potpuno izbjeći. Svake treće do pete godine, u prosjeku, javljaju se suše u Hrvatskoj. Ističu se izrazite suše u 1992., 1995., 1998., 2000. i 2003. godini, a za zadnje dvije proglašene su elementarne nepogode.

Tomić i sur. (2008) ističu kako je klima kao parametar ekoloških sustava kopna i oceana, jedan od najvažnijih čimbenika biosfere te kao kompleksni sustav utječe na atmosferu, hidrosferu, litosferu, zemljišni pokrivač i žive organizme. Isto tako navode, kako o količini, distribuciji, frekvenciji i intenzitetu oborina uvelike ovise rezultati uzgoja biljaka. Navodi se kako su aktivnosti čovjeka, kao najznačajnijeg uzročnika globalnog zatopljenja, utjecale na intenzitet promjena klime. Jedna od posljedica toga jesu i učestale pojave suša. Štete od suša mogu se smanjiti, a ponegdje i potpuno izbjeći, primjenom navodnjavanja.

Tomić i sur. (2014) navode da se navodnjavanjem postiže gospodarska, društvena i ekološka korist od navodnjavanja. Autori ističu da se kod nas ova mjera ne primjenjuje u mjeri koja bi odgovarala stvarnim potrebama.

Yuan i sur. (2009) zaključuju kako je za uvođenje navodnjavanja u urbanim sredinama potrebno analizirati sve elemente; tlo, klimatske čimbenike, vrstu biljaka, a sve u cilju smanjivanja prekomjernog trošenja vode kao dragocjenog resursa, uz pravilno održavanje zelenila.

3. METODE RADA

Za potrebe izrade plana navodnjavanja gradskog zelenila grada Zagreba na odabranoj parkovnoj površini u parku Diane Budisavljević, gradska četvrt Gornja Dubrava obavljena su pedološka i hidropedološka istraživanja prema međunarodno prihvaćenim standardima (AZO, 2006; Pernar i sur., 2013). Slika 1. prikazuje ortofoto snimku parka.



Slika 1. ORTOFOTO prikaz parka Diane Budisavljević
Izvor: https://geoportal.zagreb.hr/Public/Ortofoto2012_Public/MapServer/WMSServer

U laboratoriju Visokog gospodarskog učilišta u Križevcima određene su sljedeće značajke tla: minimalni kapacitet tla za vodu, volumna gustoća, gustoća čvrstih čestica, ukupni porozitet, kapacitet tla za zrak, točka venuća i lentokapilarna točka te mehanički sastav tla u vodi i Na-pirofosfatu. Za određivanje vodnih konstanti tla korištena je pF aparatura. Dobiveni analitički podaci interpretirani su prema graničnim vrijednostima koje daju Šimunić i sur. (2007) i Špoljar (2015). Terenskim i laboratorijskim istraživanjima utvrđen je hipoglej mineralni.

Za potrebe analize klimatskih prilika i izračuna komponenata bilance oborinske vode u tlu prema metodi Thornthwaitea korišteni su podaci o srednjim mjesečnim temperaturama zraka za razdoblje od 1983. do 2012. i za 2013. godinu te količine oborina za isto razdoblje i razmatranu godinu. Podaci za meteorološku postaju Maksimir dobiveni su od Državnog hidrometeorološkog zavoda (DHMZ).

U sklopu izrade preporuka navodnjavanja izračunata je neto i bruto norma navodnjavanja te su određeni elementi doziranja vode pri navodnjavanju. U sklopu toga izračunat je obrok navodnjavanja i određen je trenutak kada treba započeti s

navodnjavanjem. Početak navodnjavanja izračunat je prema turnusu navodnjavanja i preporučene su metode određivanja početka navodnjavanja prema stanju vlažnosti tla (Šimunić i Špoljar, 2007; Šimunić, 2013). Uz navedeno, također su određeni i sljedeći temeljni elementi za projektiranje navodnjavanja: stvarni radni hidromodul navodnjavanja i broj navodnjavanja. Također je izabrana najpovoljnija metoda (način) navodnjavanja na odabranoj lokaciji.

Date su, isto tako, preporuke za proširenje postojećeg geoinformacijskog sustava zelenila grada Zagreba novim pedološkim i hidropedološkim podacima te elementima potrebnim za provođenje navodnjavanja na odabranoj parkovnoj površini. Svi podaci kojima bi baza podataka trebala biti dopunjena mogli bi se koristiti za potrebe izrade i druge projektne dokumentacije nužne za navodnjavanje gradskog zelenila grada Zagreba. S obzirom da u katastru zelenila nema klimatoloških podataka, također bi ih trebalo unijeti u sustav. Iz navedenog razloga, za potrebe izrade ovoga rada korišteni su samo grafički prikaz parkovne površine i ortofoto snimka parka.

4. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

4.1. Klimatske prilike

U tablici 1. prikazani su klimatski pokazatelji za grad Zagreb za tridesetogodišnje razdoblje od 1983. do 2012. godine te za 2013. godinu. Na temelju podataka o temperaturi zraka određene su toplinske oznake po mjesecima, a na temelju podataka o temperaturi zraka i količini oborina izračunate su vrijednosti klimatskog faktora prema Gračaninu (K_{fm}) te je određena humidnost klime za navedeno razdoblje po mjesecima. Podaci o srednjoj mjesečnoj temperaturi zraka i količini oborina za tridesetogodišnje razdoblje te za 2013. godinu prikupljeni su na meteorološkoj postaji Zagreb – Maksimir.

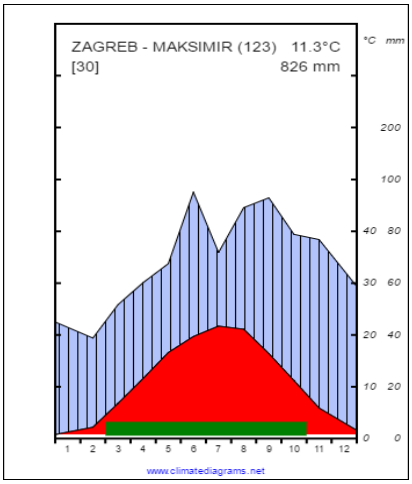
Tablica 1. Klimatski pokazatelji za Zagreb u razdoblju 1983. - 2012. i u 2013. godini

1983. - 2012.	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	x, Σ
Oborine, mm	45	38,8	51,7	60,2	67,5	95,1	71,8	89,1	92,9	78,8	76,8	58,7	826,4
Temperature, °C	0,8	2,2	6,8	11,6	16,6	19,7	21,7	21,1	16,4	11,2	5,9	1,6	11,3
Toplinska oznaka	hl	hl	uhl	ut	t	t	v	v	t	ut	uhl	hl	ut
K_{fm}, Gračanin	56,3	17,6	7,6	5,2	4,1	4,8	3,3	4,2	5,7	7,0	13,0	36,7	6,1
Humidnost	ph	ph	h	sh	sa	sa	a	sa	sh	h	h	ph	sh
2013. godina													
Oborine, mm	128,9	85,4	121,7	56,1	94	48,7	33,2	145,2	111,9	29,3	187,5	10,8	1052,7
Temperature, °C	1,5	1,9	4,8	13,0	16,3	20,0	23,3	22,5	15,9	13,4	7,2	2,8	11,9
Toplinska oznaka	hl	hl	uhl	t	t	t	v	v	t	t	uhl	hl	ut
K_{fm}, Gračanin	85,9	44,9	25,4	4,3	5,8	2,4	1,4	6,5	7,0	2,2	26,0	3,9	7,4
Humidnost	ph	ph	ph	sa	sh	a	pa	sh	h	a	ph	sa	sh

Tumač: n – nivalni klimatski uvjeti (< 0,5 °C), hl - hladni klimatski uvjeti (0,5 - 4,0 °C), uhl - umjereno hladni klimatski uvjeti (4,0 - 8,0 °C), ut - umjereno topli klimatski uvjeti (8,0 - 12,0 °C), t - topli klimatski uvjeti (12,0 - 20,0 °C), v - vrući klimatski uvjeti (> 20 °C), pa - peraridna klima (Kfm <1,6), a - aridna klima (Kfm je 1,7 - 3,3), sa - semiaridna klima (Kfm je 3,4 - 5,0), sh - semihumidna klima (Kfm je 5,1 - 6,6), h - humidna klima (Kfm je 6,7 - 13,3), ph- perhumidna klima (Kfm > 13,3)

Iz tablice 1. može se zaključiti kako su u razmatranom tridesetogodišnjem razdoblju u tijeku vegetacijskog razdoblja prevladavali topli i vrući klimatski uvjeti. Prema mjesečnom kišnom faktoru po Gračaninu (K_{fm}) u istom razdoblju prevladavali su semiaridni do aridni klimatski uvjeti. Tijekom ljetnih mjeseci u srpnju i kolovozu prevladavali su suhi klimatski uvjeti. U 2013. godini zabilježena su kolebanja u količini oborina s obzirom na prethodno tridesetogodišnje razdoblje s prosječno višim temperaturama zraka. Tako su u siječnju, veljači, ožujku, kolovozu i rujnu zabilježene značajno veće količine oborina od višegodišnjeg prosjeka. Nasuprot tome znatno manje oborina palo je u lipnju, srpnju, listopadu i prosincu kada se javljaju semiaridni do peraridni klimatski uvjeti. U razmatranoj 2013. godini topli i vrući klimatski uvjeti traju od travnja pa sve do listopada.

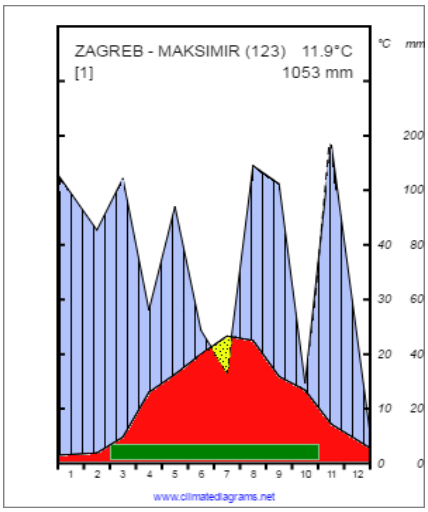
Grafikon 1. prikazuje klimatski dijagram prema Walteru izrađen na temelju podataka o srednjim mjesečnim temperaturama zraka i mjesečnim količinama oborina za razdoblje 1983. – 2012. godine za meteorološku postaju Zagreb – Maksimir.



Grafikon 1:. Klimadijagram po Walteru za razdoblje 1983-2012 za postaju Zagreb-Maksimir.
Izvor: http://climatediagrams.net/Calculations/Project/31003

Iz klimadijagrama prema Walteru za tridesetogodišnje razdoblje od 1983. do 2012. godine može se zaključiti da je u Zagrebu prevladavala humidna klima. Srednja godišnja temperatura zraka za razmatrano višegodišnje razdoblje je 11,3°C. Siječanj, veljača i prosinac bili su najhladniji mjeseci, a srpanj i kolovoz bili su najtopliji. Najniža srednja temperatura zraka zabilježena je u siječnju i iznosila je 0,8°C. U srpnju je zabilježena srednja mjesečna temperatura zraka od 21,7°C, a u kolovozu 21,1°C. U navedenom višegodišnjem razdoblju, suma godišnjih količina oborina, iznosila je 826,4 mm. Najmanje oborina (38,8 mm), palo je u veljači dok je u lipnju palo najviše oborina (95,1 mm).

Grafikon 2. prikazuje klimatski dijagram prema Walteru za 2013. godinu izrađen na temelju podataka o srednjoj mjesečnoj temperaturi zraka i mjesečnim količinama oborina na meteorološkoj postaji Zagreb – Maksimir.



Grafikon 2.: Klimadijagram po Walteru za 2013. godinu za postaju Zagreb-Maksimir.
Izvor: http://climatediagrams.net/Calculations/Project/31005

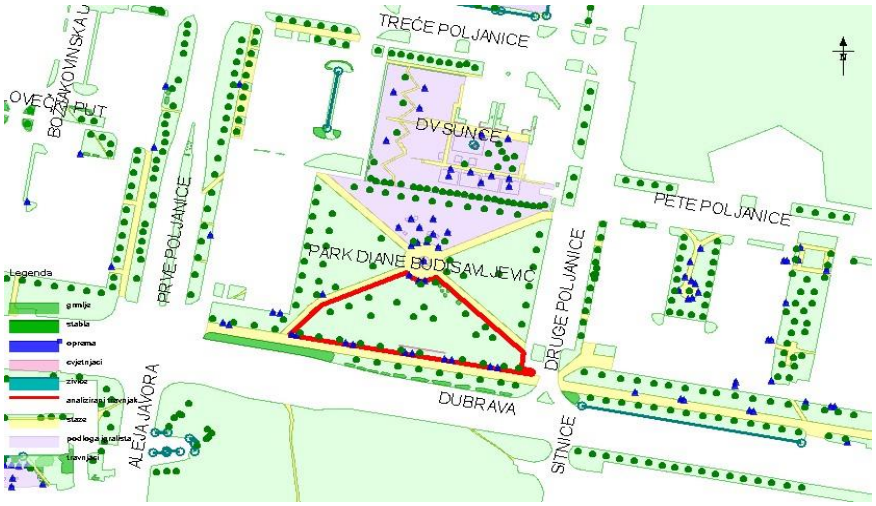
Iako u razdoblju od lipnja do rujna u prosjeku padne najviše oborina prisutna su kolebanja u količini oborina pa se uz više temperature zraka najveći nedostaci vode javljaju tijekom lipnja i srpnja što prikazuje grafikon prema Walteru 2. Tijekom listopada i prosinca razmatrane 2013. godine palo je znatno manje oborina od višegodišnjeg prosjeka pa se u tim mjesecima javljaju sušni klimatski uvjeti. Kako je iz podataka vidljivo, u 2013. godini evidentirano je sušno razdoblje na koje višegodišnji prosjek ne ukazuje. Može se pretpostaviti da će ovakvih sušnih godina u budućnosti biti još i više. Iz navedenog proizlazi da navodnjavanju treba posvetiti sve veću pozornost.

4.2. Fizikalne značajke tla i parametri navodnjavanja

4.2.1. Fizikalne značajke tla

U ovom poglavlju prikazani su rezultati fizikalnih značajki tla i parametri navodnjavanja, a preporučene su i najpodesnije metode (načini) navodnjavanja. Na temelju podataka DHMZ-a o prosječnim mjesečnim temperaturama zraka i mjesečnim količinama oborina za tridesetogodišnje razdoblje od 1983. do 2012. godine i za razmatranu 2013. godinu s meteorološke postaje Maksimir izračunata je bilanca vode u tlu metodom Thornthwaitea, a također su izračunati i temeljni elementi navodnjavanja.

Grafički prikaz parka prikazuje slika 2. U parku se nalaze sljedeći elementi GIS-a zelenila grada Zagreba: travnjaci, stabla, grmlje, cvjetnjak, urbana oprema, podloga igrališta, staze, tablica 2.



Slika 2. Grafički prikaz parka Diane Budisavljević
Izvor: GIS zelenila grada Zagreba, 2016.

Tablica 2. Vrste, broj i površine elemenata katastra zelenila u parku Diane Budisavljević

Element	Vrsta		kom	m^2
Travnjaci	kategorija: 5 – 10 košnji godišnje			5.504,83
Stabla	Javor	*Acer sp*	27	-
	Divlji kesten	*Aesculus hippocastanum*	4	-
	Bukva obična	*Fagus sylvatica*	2	-
	Viseći jasen	*Fraxinus excelsior pendula*	1	-
	Tulipanovac	*Liriodendron tulipifera*	1	-
	Platana	*Platanus x acerifolia*	18	-
	Hrast	*Quercus sp*	14	-
	Kovrčava vrba	*Salix matsudana tortuosa*	1	-
	Sofora	*Sophora japonica*	1	-
Grmlje	Planinska borovica	*Juniperus sabina*	-	10,19
Cvjetnjak	sezonski		-	13,76
Urbana oprema	igrače sprave, klupe, košarice		25	-
Podloga igrališta	trava, guma, pijesak		-	1.435,25
Staze	betonski elementi		-	1.003,6

Izvor: GIS zelenila grada Zagreba, 2016.

Ukupna površina zatravnjenog dijela parka je 6.891,93 m^2. Elementi katastra prikazani u tablici 2. sastavni su dio zelenih površina na koje bi se, po preporuci, uvelo navodnjavanje te bi se trebali razmatrati kod planiranja navodnjavanja. Osobito se to odnosi na stabla, grmlje i cvjetnjak. Stabala ima 69 komada, grmlje pokriva površinu od 10,19 m^2, a sezonski cvjetnjak 13,76 m^2.

Rezultate mehaničkog sastava tla u vodi i u natrijevom pirofosfatu prikazuje tablica 3.

Tablica 3. Rezultati mehaničkog sastava tla

Dubina, cm	Sadržaj mehaničkih čestica (%)			Teksturna Oznaka*	Stabilnost strukturnih mikroagregata, Ss	
	Pijesak, % 2 – 0,05	Prah, % 0,05 – 0,002	Glina, % <0,002			
0 - 30	% čestica, H_2O				82	stabilni
	53,7	42,3	4	I		
	% čestica, Na- pirofosfat					
	46,5	31,2	22,3	I		

Tumač: I – ilovača

U površinskom horizontu u vodi i u natrijevom pirofosfatu utvrđena je ilovasta tekstura tla. Može se reći da je ova tekstura glede fizikalnih, kemijskih i bioloških značajki tla najpovoljnija. Naime, na temelju navedenoga, biljne vrste koje se nalaze u parku imaju povoljne uvjete za svoj rast i razvoj. Temeljem izračunatog stupnja stabilnosti mikroagregata (Ss) iz postotnog udjela gline u prepariranom i neprepariranom uzorku može se zaključiti da su mikroagregati stabilni. Rezultate fizikalnih značajki tla prikazuje tablica 4.

Tablica 4. Rezultati fizikalnih značajki tla

Dubina, cm	Gustoće tla		Ukupni porozitet, P		Kapacitet tla za vodu, Kv		Kapacitet tla za zrak, Kz	
	ρ_v, g/cm^3	$\rho_č$, g/cm^3	% vol.	Ocjena poroznosti	% vol.	Ocjena	% vol.	Ocjena
0 - 30	1,51	2,65	43,01	malo porozno	40,53	srednji	2,48	vrlo mali
	1,56	2,66	41,35	malo porozno	39,02	srednji	2,48	vrlo mali
	1,58	2,66	40,60	malo porozno	39,34	srednji	1,26	vrlo mali

U razmatranom površinskom Ap horizontu utvrđen je srednji kapacitet tla za vodu, tlo je malo porozno, a kapacitet tla za zrak je vrlo mali. Izračunata vrijednost gustoće pakiranja čestica na temelju volumne gustoće i postotnog udjela gline u vodi iznosi 1,59 g/cm^3, odnosno tlo je srednje zbijeno. Podaci o kapacitetu tla za zrak i zbijenosti tla ukazuju na to da se s ciljem održivog gospodarenja tlom površinom vrlo često "prometuje" mehanizacijom, što ima za posljedicu antropogeno zbijanje tla i smanjenje kapaciteta tla za zrak. Kako bi se parkovnim zelenilom gospodarilo na održiv način preporuča se smanjiti broj prohoda, poglavito na travnjaku.

Vrijednosti hidropedoloških konstanti prikazuje tablica 5.

Tablica 5. Hidropedološke konstante

Dubina, cm	Sadržaj vlage, % mas.			Fiziološki aktivna vlaga, (FAv), za 1 dm, % mas.	Optimalna vlažnost, (Ov), za 1 dm, % mas.
	0,33 bara	6,25 bara	15 bara		
0 - 30	28,48	21,45	15,65	12,83	7,03
	25,01	20,52	15,05	9,96	4,49
	25,69	21,20	15,40	10,29	4,49

Podaci o minimalnom kapacitetu tla za vodu, lentokapilarnoj točki i točki venuća osnovni su parametri nužni za projektiranje elemenata navodnjavanja. Navodnjavanjem se kompenziraju nedostaci vode koji se u našim klimatskim uvjetima najčešće pojavljuju u ljetnim mjesecima. Kako ne bi došlo do šteta na parkovnom zelenilu preporuča se održavati optimalni interval vlažnosti, odnosno sadržaj vlage između kapaciteta tla za vodu i lentokapilarne vlažnosti. Tablica 6. prikazuje sadržaj fiziološki aktivne i optimalne vlažnosti tla izražene u mm.

Tablica 6. Sadržaj fiziološki aktivne i optimalne vlažnosti tla

Dubina, cm	Sadržaj vlage, % vol.			Fiziološki aktivna vlaga, (FAv), mm	Optimalna vlažnost, (Ov), mm
	0,33 bara	6,25 bara	15 bara		
0-30	43,0	32,4	23,6	38,49	21,09
	39,0	32,0	23,5	29,88	13,47
	40,6	33,5	24,3	30,87	13,47

Srednja vrijednost sadržaja biljkama pristupačne vlage do 10 cm dubine iznosi 11,02 mm, a optimalne 5,34 mm. Kako se glavna masa korijenovog sustava trava nalazi do 30 cm dubine sadržaj fiziološki aktivne vlage iznosi 33,06 mm, a optimalne 16,02 mm. Odabranim načinima (sustavima) navodnjavanja nužno je u tlu u kontinuitetu održavati optimalne uvjete.

4.2.2. Parametri navodnjavanja

4.2.2.1. Neto i bruto norma navodnjavanja

U tablici 7. daju se podaci o potencijalnim i stvarnim potrebama biljaka za vodom te nedostaci i viškovi vode za višegodišnje razdoblje 1983. – 2012. godine. Utvrđeni nedostaci vode predstavljaju neto normu navodnjavanja, a bruto norma navodnjavanja dobije se uvećanjem ove vrijednosti za koeficijent gubitka vode koji iznosi 0,85.

Tablica 7. Bilanca vode u tlu prema Thornthwaiteu za grad Zagreb za razdoblje 1983-2012

Mjesec	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	SUMA
PETk	1,3	4,8	24,9	54,0	96,9	122,0	138,9	123,9	76,9	43,0	16,1	2,9	705,6
SET	1,3	4,8	24,9	54,0	96,9	122,0	115,5	89,1	76,9	43,0	16,1	2,9	647,5
N	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**23,3**	**34,8**	0,0	0,0	0,0	0,0	58,1
V	43,7	34,0	26,8	6,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	12,5	55,8	178,9

Tumač: PET. - potencijalna korigirana evapotranspiracija; SET – stvarna evapotranspiracija; N – nedostatak vode; V - višak vode

Kako je iz tablice 7. izračuna bilance vode u tlu metodom Thornthwaitea vidljivo, nedostatak vode javlja se tijekom ljetnih mjeseci, u srpnju i kolovozu. Višak vode koji se javlja je, uglavnom, izvan vegetacijskog razdoblja.

Izračun komponenata bilance vode u tlu metodom Thornthwaitea za 2013. godinu prikazana je u tablici 8.

Tablica 8. Bilanca vode u tlu prema Thornthwaiteu za grad Zagreb za 2013. godinu

Mjesec	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	SUMA
PETk	2,6	3,6	14,7	57,1	86,7	113,9	139,1	123,1	67,8	49,4	19,0	5,4	682,5
SET	2,6	3,6	14,7	57,1	86,7	113,9	68,0	123,1	67,8	49,4	19,0	5,4	611,4
N	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**71,2**	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	71,2
V	126,3	81,8	107,0	0,0	6,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	114,7	5,4	441,3

Tumač: PET. - potencijalna korigirana evapotranspiracija; SET – stvarna evapotranspiracija; N – nedostatak vode; V - višak vode

Za razliku od višegodišnjeg razdoblja u razmatranoj 2013. godini, kao što je iz tablice 8. vidljivo, nedostatak vode javlja se samo u srpnju i iznosi 71,2 mm, no to je trostruko veća vrijednost od nedostatka u srpnju za tridesetogodišnje razdoblje. Isto tako, za većinu mjeseci izvan vegetacijskog razdoblja, viškovi vode višestruko su porasli u razmatranoj 2013. godini u odnosu na razdoblje 1983. – 2012. godine. Navedeni rezultat ukazuje na kolebanja u količini oborina, što zajedno s porastom temperatura zraka može dovesti do neželjenih posljedica na gradskom zelenilu. Dodavanjem aktualnih klimatskih podataka u postojeću bazu katastra zelenila i izračunom potreba za navodnjavanjem smanjio bi se razmjer mogućih šteta.

Neto i bruto normu navodnjavanja za grad Zagreb za razdoblje 1983.-2012. te za razmatranu 2013. godinu prikazuje tablica 9.

Tablica 9. Neto i bruto norma navodnjavanja za grad Zagreb za razdoblje 1983.-2012. i za 2013. godinu

Mjesec	VII	VIII
Razdoblje, 1983 - 2012		
Neto norma navodnjavanja, mm	23,3	34,8
Bruto norma navodnjavanja, mm	27,4	40,9
2013. godina		
Neto norma navodnjavanja, mm	71,2	-
Bruto norma navodnjavanja, mm	83,8	-

Kako se pri navodnjavanju dio vode gubi isparavanjem, površinskim otjecanjem i filtracijom potrebno je neto normu navodnjavanja korigirati, odnosno uvećati za koeficijent iskorištenja vode pri navodnjavanju (Šimunić i Špoljar, 2007). Izračunata bruto norma

navodnjavanja višegodišnjeg razdoblja 1983. – 2012. godine za oba mjeseca u kojima se javlja nedostatak vode iznosi 68,3 mm. Za srpanj razmatrane 2013. godine bruto norma navodnjavanja je 83,8 mm. Na temelju izračunatih vrijednosti, moglo bi se zaključiti da je važno poznavanje aktualnih podataka o klimatskim elementima kako bi se nakon uvođenja sustava navodnjavanja, pravilno gospodarilo vodom.

4.2.2.2. Kakvoća vode za navodnjavanje

Voda koja se koristi za navodnjavanje mora biti određenih kemijskih, fizikalnih i bioloških značajki i mora je biti dovoljno. Od kemijskih značajki razmatraju se ukupne soli, reakcija (pH), otopljeni anioni i kationi. Najčešće se kakvoća vode procjenjuje prema vrijednostima irigacijskog koeficijenta i klasifikaciji koju daje US Salinity Laboratory (Šimunić i Špoljar, 2007). Temperatura vode, količina krutih čestica tla, mutnoća, boja, miris i okus najvažnije su fizikalne značajke, a stupanj saprobnosti, mikrobiološki pokazatelji i stupanj toksičnosti biološke. Odnos topline biljke i topline vode vrlo je važan i smatra se da razlika ne bi smjela biti veća od 10 °C, a optimalna temperatura vode za navodnjavanje je 25 °C (Šimunić, 2015). S obzirom da se za navodnjavanje parkovnih površina grada Zagreba koristi voda iz gradskog vodovoda, odnosno voda za piće, ona zadovoljava sve uvjete za korištenje u svrhu navodnjavanja.

4.2.2.3. Obrok navodnjavanja

Obrok navodnjavanja predstavlja količinu vode koju je potrebno dodati jednim navodnjavanjem, a ovisi o vlažnosti tla, značajkama tla te o dubini tla koju je potrebno navlažiti tj. o dubini rizosfere. S obzirom na dubinu na kojoj se nalazi glavna masa korijenovog sustava trava i većine ukrasnog bilja izračunat je obrok navodnjavanja za dubinu tla do 30 cm i iznosi 25 mm.

4.2.2.4. Turnus navodnjavanja u danima

Na temelju potencijalne evapotranspiracije za višegodišnje razdoblje 1983. – 2012. i obroka navodnjavanja razdoblje između dva navodnjavanja odnosno turnus navodnjavanja iznosi 6 dana. Za razmatranu 2013. godinu razdoblje između dva navodnjavanja, odnosno turnus navodnjavanja iznosi 7 dana. Preporuča se postupiti prema modificiranom turnusu navodnjavanja ukoliko padne više oborina što bi značilo da ako padne dvije trećine ili više oborina od izračunatog obroka navodnjavanja turnus se odgađa za cijeli ciklus, a ako padne

trećinu do dvije trećine oborina odgađa se za pola turnusa. Turnus se ne odgađa ako padne trećinu ili manje od izračunatog obroka.

4.2.2.5. Preporučene metode mjerenja sadržaja vlage u tlu

Poznavanje vlažnosti tla bitan je element pri planiranju navodnjavanja kako bi utrošci vode bili racionalni. Mjerenja vlažnosti tla mogu se vršiti laboratorijski ili na terenu, izravno i neizravno (Šimunić i Špoljar, 2007). Mogu se preporučiti:

- Gravimetrijska metoda – vlažnost se određuje laboratorijski iz razlike u masi vlažnog tla i tla sušenog na 105°C do stalne težine. Ova metoda je, iako daje najtočnije rezultate, nepraktična i spora.
- Elektrometrijska metoda – terenska metoda kojom se vlažnost tla mjeri pomoću električne provodljivosti tla aparaturom čiji su sastavni dijelovi instrument za mjerenje otpora toku električne struje i blokovi s elektrodom. Spada u neizravne metode mjerenja vlažnosti tla. Materijali od kojih su izrađeni blokovi mogu biti gipsani, najlonski ili od fiberglasa. Blokovi se postavljaju na određenu dubinu, a kod navodnjavanja travnjaka dovoljno je postaviti dva bloka na dubini od 15 cm i 30 cm. Kada sadržaj vlage padne na *cca* 60% od kapaciteta tla za vodu treba započeti s navodnjavanjem. Od elektrode do površine tla idu izolirani vodovi na koje se kako bi se izmjerila vlažnost tla spoji konduktometar na kojem je skala za očitanje.

4.2.2.6. Trajanje navodnjavanja

Temeljem obroka navodnjavanja i intenziteta navodnjavanja (infiltracijske sposobnosti tla) određuje se trajanje navodnjavanja. Obelić (1960) navodi da ilovasta tla imaju infiltracijsku sposobnost između 8 i 10 mm/h. Na osnovi navedenoga preporuča se navodnjavati maksimalno do tri sata.

4.2.2.7. Broj navodnjavanja

Iz norme i obroka navodnjavanja dobije se broj navodnjavanja. Temeljem ovih parametara preporučaju se tri do četiri navodnjavanja.

4.2.2.8. Stvarni radni hidromodul

Količina vode koju je potrebno dovesti do površine u jedinici vremena je 4 l/s/ha.

4.2.3. Preporučene metode (načini) navodnjavanja

Navodnjavanje je u osnovi meliorativna mjera kojom se biljci dodaje voda kada količina koja je u tlu nije dostatna za optimalan rast i razvoj. Učinkovitost sustava navodnjavanja temelji se na jednoličnoj raspodjeli vode za svaku vrstu biljaka, mogućnosti noćnog navodnjavanja s ciljem sprječavanja/smanjenja termičkog šoka biljaka, optimalnom korištenju struje i vode, uštedi vremena i radne snage, pružanju biljkama konstantne i idealne njege i maksimalnoj izdržljivosti sustava navodnjavanja, osobito kod izuzetno vrućih i sušnih ljeta. Za sve tipove zelenih površina, od javnih parkova i sportskih terena pa do privatnih vrtova, najefikasniji oblik navodnjavanja je ono koje oponaša kišu kao učinkovitu i neophodnu prirodnu pojavu (Pokos Nemec, 2009).

Na temelju provedenih istraživanja za grad Zagreb i parkovnu površinu preporučaju se sljedeće metode (načini) navodnjavanja:

Navodnjavanje kišenjem

Sustav navodnjavanja kišenjem najviše se koristi kod navodnjavanja vrtova i parkova. Voda je u sustavu kišenja pod tlakom te izlazeći kroz mlaznicu prska tlo i/ili biljke. Suvremeno navodnjavanje kišenjem automatizirani je sustav s računalnom kontrolom. Sustav se sastoji od programatora, elektromagnetskih ventila, glavnog cjevovoda i razvodnih cijevi ukopanih u tlo i rasprskivača. Programator je pokretač i u njemu su programirani svi podaci o početku navodnjavanja, dužini trajanja navodnjavanja te turnusu navodnjavanja. Također na programator mogu biti spojeni senzori za mjerenje oborina, temperature zraka, relativne vlage i drugih parametara pa programator na temelju tih podataka automatski usklađuje elemente navodnjavanja. Na dislociranim površinama, programator može biti spojen na upravljanje preko računala u uredu telekomunikacijskom vezom. Elektromagnetski ventili otvaraju i zatvaraju protok vode na temelju signala koji primaju iz programatora. Postavljaju se u tipske ventilske kutije s poklopcem u razini tla. Voda se po površini emitira rasprskivačima koji su najvažniji dio, jer o njima ovisi i učinkovitost cijelog sustava. Sastoje se od glave rasprskivača i promjenjive mlaznice. Vrstom rasprskivača te tipom mlaznice određuje se domet rasprskivača i količina distribuirane vode odnosno intenzitet navodnjavanja. Rasprskivači mogu biti statični ili dinamični s različitim dometima, a dinamički i s mogućnosti namještanja kuta rotacije i nagiba mlaza, mogu imati jednu ili više mlaznica te različit oblik vlaženja ovisno o proizvođaču. Također, rasprskivači, mogu biti ukopani ispod tla pa pri aktivaciji sustava pritisak vode podiže vertikalno pomični dio iznad površine te se vrši navodnjavanje. To su

tzv. pop-up rasprskivači pogodni za parkovne površine na kojima je prohod strojevima intenzivan te su manje podložni oštećivanju s obzirom da su, kada sustav miruje, vrhovi rasprskivača u razini tla. Kod odabira rasprskivača najvažnije je postizanje željenog intenziteta navodnjavanja. Također je važno osigurati ravnomjernu pokrivenost vlaženja pa se rasprskivači postavljaju tako da dolazi do preklapanja mlazeva iz više rasprskivača, s više strana što osigurava kvalitetno navodnjavanje cijele površine.

Lokalizirano navodnjavanje minirasprskivačima

Lokalizirano navodnjavanje minirasprskivačima radi na istom principu kao i navodnjavanje kišenjem, ali je razlika u površini koja se pokriva navodnjavanjem. Metodom lokaliziranog navodnjavanja minirasprskivačima se vlaži samo mjesto gdje se razvija glavna masa korijena, a sustav radi pod manjim tlakom, od 1 do 2,5 bara. Voda na tlo pada u obliku malog mlaza ili maglice. Tipovi minirasprskivača, ovisno o proizvođaču, mogu biti kontinuirani i pulsirajući, s navodnjavanjem cijelog ili samo dijela kruga te različitog dometa i intenziteta navodnjavanja.

Projektant navodnjavanja prema hidrauličkom proračunu određuje profil cjevovoda te ovisno o izračunatim parametrima navodnjavanja, klimatskim faktorima, tipu tla i značajkama biljaka određuje položaj i vrstu rasprskivača, količinu potrebne vode, interval rada te dužinu trajanja navodnjavanja.

4.2.4. Sadržaj katastra zelenih površina grada Zagreba i preporuke za njegovu dopunu

Geoinformacijski sustav (GIS) zelenih površina grada Zagreba, kolokvijalno nazvan "katastar zelenih površina", je sustav koji omogućava unos promjena nastalih na postojećim podacima te unos novih podataka odnosno podaci se mogu dodavati, pregledavati, ispravljati, analizirati i ispisivati. Elementi zelenila grada Zagreba koje sadržava baza katastra zelenila su stabla, grmlje, cvjetnjaci, živice, travnjaci, urbana oprema, staze i podloge igrališta. Svaki pojedini entitet ima jedinstveni broj tzv. kod te sadrži podatak o geometriji entiteta i opisne podatke odnosno atribute.

Postojeći podaci se mijenjaju i nadopunjavaju prema promjenama nastalim u realnom vremenu na terenu. Intervencije koje se bilježe odnose se na zahvate koji se vrše na elementima zelenila grada Zagreba u sklopu redovnog održavanja postojećih ili izgradnje novih površina javnog zelenila. Neke od intervencija su: sadnja, zamjenska sadnja/nadopuna, orezivanje, intervencija na tlu, sječa/uklanjanje, prikraćivanje, njega mladog drveća, biološko-kemijska zaštita, fitosanitetska zaštita, vađenje panjeva. S obzirom da su travnjaci u ovom radu temeljni element katastra zelenila posebno su istaknute vrste intervencija koje su predviđene za unos, a to su: proljetno zubljanje, košnja, skupljanje lišća, prihrana, navodnjavanje, uklanjanje, izgradnja, promjena travnjaka, zaštita, njega, obnova s izmjenom zemlje, obnova ugaženog travnjaka, postava busena, ručno sakupljanje otpada. Za sada se bilježe samo izgradnja, obnova, promjena i uklanjanje.

S obzirom na predviđanja klimatskih promjena u smislu povećanja sušnih razdoblja i sve veću potrebu za uvođenjem navodnjavanja može se preporučiti dodavanje aktualnih podataka o klimatskim elementima kao i pedoloških i hidropedoloških podataka u postojeću bazu. Povezivanje tako proširene baze podataka s automatiziranim sustavom za navodnjavanje omogućilo bi učinkovitije i kvalitetnije navodnjavanje površina i optimalan utrošak vode.

5. RASPRAVA

U razmatranom tridesetogodišnjem razdoblju 1983. – 2012. prema mjesečnom kišnom faktoru prema Gračaninu (K_{fm}) prevladavala je humidna klima, a klimatski uvjeti bili su topli. U odnosu na prethodno tridesetogodišnje razdoblje, u razmatranoj 2013. godini, zabilježena su kolebanja u količini oborina s prosječno višim temperaturama zraka. Semiaridna do peraridna klima zabilježena je u lipnju, srpnju, listopadu i prosincu kada je palo znatno manje oborina od višegodišnjeg prosjeka. Topli i vrući klimatski uvjeti traju od travnja pa sve do listopada. Slične klimatske prilike utvrdili su Špoljar i sur. (2014) za Križevce. Kako navode Anić i sur. (2009) i Branković, (2014) prema modelu globalnih klimatskih promjena projekcije ukazuju na znatan porast temperatura zraka u narednih sto godina. Isto tako analizom podataka o klimatskim elementima za razna područja republike Hrvatske nekolicina autora utvrđuje trend porasta temperatura zraka i smanjivanja količina oborina (Branković i sur. 2009; Špoljar i sur. 2014).

U srpnju razmatrane 2013. godine javlja se sušno razdoblje koje nije zabilježeno u ranijem tridesetogodišnjem razdoblju. Pojavu suše kroz niz razdoblja evidentirali su i drugi autori za područje cijele Hrvatske (Kereša i sur. 2008; Špoljar i sur. 2010). Očekuje se pojava sušnih razdoblja i u narednim godinama.

Kako se za utvrđenu ilovastu teksturu tla može se reći da je u pogledu fizikalnih, kemijskih i bioloških značajki tla najpovoljnija biljne vrste koje se nalaze u parku imaju povoljne uvjete za svoj rast i razvoj. No, kako ističu Madjar i Šoštarić (2009) biljke za pravilan rast i razvoj trebaju određene količine vode kroz cijelo vegetacijsko razdoblje. Nedostatak vode negativno utječe na fiziološke procese u biljci, osobito na fotosintezu, a ako je trajanje suše produljeno rast biljke je ozbiljno smanjen i mogu se pojaviti štete na biljkama (Osakabe i sur. 2014; Tomić i sur. 2006) pa je tako nedostatak vode glavni ograničavajući čimbenik uzgoja biljaka (Steduto i sur. 2012).

Prema izračunatoj bilanci vode u tlu metodom Thornthwaitea za razdoblje 1983. - 2012. nedostatak vode u tlu javlja se u srpnju i kolovozu. Nasuprot tome u razmatranoj 2013. godini taj se nedostatak javlja samo u srpnju, no trostruko je veći od nedostatka za višegodišnje razdoblje. Nedostatak vode u tlu u tijeku vegetacijskog razdoblja utvrđuju Šimunić i sur. (2006) za područje sjevernog dijela Hrvatske, kao i za područje grada Zagreba (2007). Za područje grada Rijeke Špoljar i sur. (2010), također, utvrđuju nedostatke vode u tlu za razmatrana razdoblja kao i za područje Bjelovara (2012).

Nedostaci vode, osobito tijekom ljetnih mjeseci, uspješno se kompenziraju navodnjavanjem. Plansko uvođenje navodnjavanja na temelju analize svih parametara: klimatskih, pedoloških, hidropedoloških s ciljem održanja optimalne vlažnosti i ublažavanja posljedica suše preporučaju brojni autori (Cerjan, 2011; Bransford i sur. 2007; Josipović i sur. 2013; Šimunić i sur. 2006, 2007; Špoljar i sur. 2014; Tomić i sur. 2014; Yuan i sur. 2009). Drvodelić i sur. (2013) utvrđuju utjecaj navodnjavanja na povećanje određenih kvalitativnih varijabli biljaka. Kako se prema dostupnim podacima GIS-a zelenila grada Zagreba navodnjava manji dio površina, tako se na temelju provedenih istraživanja, može preporučiti veća primjena navodnjavanja na širem području grada. U tom smislu preporučuje se i proširivanje baze podataka klimatološkim i hidropedološkim podacima te povezivanje s automatskim sustavom navodnjavanja u cilju kvalitetnijeg i ekonomičnijeg korištenja vode.

Preporučeni sustavi navodnjavanja kišenjem i lokalizirano navodnjavanje minirasprskivačima najpogodniji su za parkovne površine grada Zagreba za koje bi u ljetnim mjesecima, kada je najveća potreba za navodnjavanjem, bilo potrebno šest do osam navodnjavanja, što je otprilike svakih šest do sedam dana. Oborine su klimatski element koji uvelike utječe na rast i razvoj biljaka pa je tako najučinkovitiji način navodnjavanja onaj koji oponaša kišu (Pokos Nemec, 2009). Ovisno o klimatskim prilikama vrijeme i intenzitet navodnjavanja bi se mijenjali. Čižek i sur. (2007) preporučaju navodnjavanje travnjaka od proljeća do jeseni, ovisno o klimatskim prilikama. Također ističu kako je najpogodnije doba dana za navodnjavanje od pet sati u jutro do deset sati toga dana, jer je tada utjecaj vlage na razvoj bolesti najmanji, no ako travnjak vene treba ga navodnjavati odmah bez obzira na doba dana jer bi šteta od suše mogla biti bila veća nego ona od navodnjavanja.

6. ZAKLJUČAK

Temeljem izloženoga može se zaključiti sljedeće:

1. Analizom klimatskih uvjeta za grad Zagreb u tridesetogodišnjem razdoblju 1983. – 2012. i za razmatranu 2013. godinu iz mjesečnog kišnog faktora prema Gračaninu (K_{fm}) vidljivo je da Zagreb ima semihumidnu klimu s umjereno toplim klimatskim uvjetima.
2. Tijekom razmatrane 2013. godine zabilježena su kolebanja u količini padalina u odnosu na prethodno razdoblje i nešto više prosječne temperature zraka.
3. Na istraživanoj parkovnoj površini utvrđena je ilovasta tekstura tla. Tlo je malo porozno sa srednjim kapacitetom tla za vodu i vrlo malim kapacitetom tla za zrak, tlo je srednje zbijeno. Sadržaj fiziološki aktivne vlage do 30 cm dubine iznosi 33,06 mm, a optimalne 16,02 mm.
4. U razmatranom višegodišnjem razdoblju nedostatak vode javlja se u srpnju i kolovozu. U srpnju iznosi 23,3 mm, a u kolovozu 34,8 mm. U 2013. godini nedostatak se pojavljuje u srpnju u iznosu od 71,2 mm. Izračunati nedostaci vode predstavljaju neto normu navodnjavanja, a bruto normu navodnjavanja treba uvećati za 15%.
5. Po izračunatom turnusu navodnjavanja preporuča se navodnjavanje u srpnju i kolovozu svakih šest do sedam dana ili se može odrediti početak navodnjavanja mjerenjem sadržaja vlage u tlu.
6. Za navodnjavanje se preporuča metoda navodnjavanja kišenjem ili lokalizirano navodnjavanje minirasprskivačima.
7. Preporuča se dopuna baze podataka GIS-a zelenih površina grada Zagreba klimatološkim, pedološkim i hidropedološkim podacima, kao i povezivanje baze s postojećim i budućim automatskim sustavima za navodnjavanje.

7. LITERATURA

1. Anić, I., Vukelić, J., Mikac, S., Bakšić, D., Ugarković, D. (2009): Utjecaj globalnih klimatskih promjena na ekološku nišu obične jele (*Abies Alba Mill*.) u Hrvatskoj. Šumarski list 3/4: 135-144.
2. Bindoff, N.L., Stott, P.A., AchutaRao, K.M., Allen, M.R., Gillett, N., Gutzler, D. (2013): Detection and Attribution of Climate Change: from Global to Regional. Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
3. Branković, Č. (2014): Klima i klimatske promjene. Matematicko-fizički list, 44 3: 152 – 162.
4. Branković, Č., Cindrić, K., Gajić-Čapka, M., Güttler, I., Patarčić, M., Srnec, L.,Vučetić, V., Zaninović, K. (2009): Peto nacionalno izvješće Republike Hrvatske prema Okvirnoj konvenciji Ujedinjenih naroda o promjeni klime (UNFCCC). Izabrana poglavlja, Državni hidrometeorološki zavod Republike Hrvatske, Zagreb.
5. Branković, Č., Cindrić, K., Gajić-Čapka, M., Güttler, I., Pandžić, K., Patarčić, M., Srnec, L.,Tomašević, I., Vučetić, V., Zaninović, K. (2013): Šesto nacionalno izvješće Republike Hrvatske prema Okvirnoj konvenciji Ujedinjenih naroda o promjeni klime (UNFCCC). Izabrane točke u poglavljima 7 i 8, Državni hidrometeorološki zavod Republike Hrvatske, Zagreb.
6. Bransford, J., Heaney, M., Kukla, S., Miner, K., Riesenberger, J., Spain, S., McLarty, A. (2007): National Mall Plan - Best Management Practices Used at Urban Parks in National and International Locations. Center for Park Management National Parks Conservation Association, National Mall & Memorial Parks, Washington, D.C., USA
7. Cerjan, D. (2011): Određivanje sadržaja vode u tlu metodom gipsanih blokova. Završni rad, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Osijek.
8. Čižek, J., Bošković, P., Samardžija, N**.** (2007): Ukrasni travnjak. Školska knjiga d.d., Zagreb.
9. Drvodelić, D., Oršanić, M., Perić, S., Tijardović, M. (2013): Utjecaj navodnjavanja i mikroreljefa u rasadniku na morfološke značajke šumskih sadnica hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.) i kitnjaka (*Quercus petraea* L.). Šumarski list 137 (9-10): str. 447 - 458.

10. Josipović, M., Sudarić, A., Kovačević, V., Marković, M., Plavšić, H., Liović, I. (2011): Utjecaj navodnjavanja i gnojidbe dušikom na svojstva sorata soje (*Glycine max* L. Merr.). Poljoprivreda 17:2011 (1) str. 9-15
11. Josipović, M., Kovačević, V., Rastija, D., Tadić, L., Šoštarić, J., Plavšić, H., Tadić, Z., Dugalić, K., Marković, M., Dadić, T., Šreng, Ž., Ljikar, Ž. (2013): Priručnik o navodnjavanju za polaznike edukacije projekta IRRI. Poljoprivredni institut Osijek, Osijek.
12. Kereša, S., Barić, M., Horvat, M., Habuš Jerčić, I. (2008): Mehanizmi tolerantnosti biljaka na sušu i njihova genska osnova kod pšenice. http://hrcak.srce.hr/file/41176, 10.04.2016.
13. Kokotović, D. (2014): Postupci geodetskog snimanja sadržaja zelenila. Služba za katastar zelenih površina, podružnica Zrinjevac, Zagrebački Holding d.o.o., Zagreb.
14. Madjar, S., Šoštarić, J. (2009): Navodnjavanje poljoprivrednih kultura. Priručnik, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Osijek.
15. Obelić, V. (1960): Osnovi projektiranja navodnjavanja kišenjem. Zavod za mehanizaciju poljoprivrede, Zagreb.
16. Osakabe, Y., Osakabe, K., Shinozaki, K., Tran, L-SP. (2014): Response of plants to water stress. http://journal.frontiersin.org/article/10.3389/fpls.2014.00086/full, 10.04.2016.
17. Pernar, N., Bakšić, D., Perković, I. (2013): Terenska i laboratorijska istraživanja tla. Priručnik za uzorkovanje i analizu, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb
18. Pokos Nemec, V. (2009): Navodnjavanje vrtova i parkova. http://www.agroklub.com/hortikultura/navodnjavanje-vrtova-i-parkova/606/, 04.02.2016.
19. Samardžija, N. (2007): Geoinformacijski sustav zelenila – Katastar. Katalog međunarodne vrtne izložbe floraart, broj 42, str. 32-33, Zagrebački Holding d.o.o. - podružnica Zrinjevac, Zagreb.
20. Samardžija, N. (2006): Postupci unosa podataka sadržaja zelenila. Služba za katastar zelenih površina, podružnica Zrinjevac, Zagrebački Holding d.o.o., Zagreb.
21. Samardžija, N. (2009): Pregled količina sadržaja zelenila na javnim površinama grada Zagreba korištenjem baze prostornih podataka. Katalog međunarodne vrtne izložbe floraart br 44, str. 38-43, Zagrebački Holding d.o.o. - podružnica Zrinjevac, Zagreb.

22. Steduto, P., C. Hsiao, T., Fereres, E., Raes, D. (2012): Crop Yield Response to Water. FAO Irrigation and Drainage Paper 66, FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rim.
23. Šimunić, I. (2013): Uređenje voda. Hrvatska sveučilišna naklada, Zagreb, 260.
24. Šimunić, I., Husnjak, S., Tomić, F. (2007): Utjecaj suše na smanjenje prinosa poljoprivrednih kultura. Agronomski glasnik 69 (5): str. 343 - 354.
25. Šimunić, I., Pandžić, K., Picek-Ivančan, B., Bogunović, M., Husnjak, S. (2007): Analiza manjka vode za razne biljne kulture. Agronomski glasnik 69 (3): str. 167-177.
26. Šimunić, I., Senta, A., Tomić, F. (2006): Potreba i mogućnost navodnjavanja poljoprivrednih kultura u sjevernom dijelu Republike Hrvatske. Agronomski glasnik, 68 (1): str. 13 – 29.
27. Šimunić, I., Špoljar, A. (2007): Tloznanstvo i popravak tla. II dio, radni materijal za skriptu, Visoko gospodarsko učilište u Križevcima, Križevci.
28. Šimunić, I., Špoljar, A., Peremin Volf, T. (2007): Vježbe iz tloznanstva i popravka tla. Visoko gospodarsko učilište u Križevcima, Križevci.
29. Špoljar, A. (2015): Pedologija. Visoko gospodarsko učilište u Križevcima, Križevci, 223.
30. Špoljar, A., Kisić, I., Peremin Volf, T., Kamenjak, D., Kaučić, D. (2014): Utjecaj klimatskih promjena na vodni režim tala Koprivničko križevačke županije. Ekologia (Bratislava). 33, 2: str. 178-187.
31. Špoljar, A., Kvaternjak, I., Peremin Volf, T., Cortesi, E. (2010): Potreba primjene navodnjavanja na administrativnom području grada Rijeke. Agronomski glasnik 6/2010: 307-319.
32. Špoljar, A., Kvaternjak, I., Slunjski, D. (2014): Mehanički otpor tla u vinogradima različite starosti. Agronomski glasnik 6/2014: 267-276.
33. Špoljar, A., Kvaternjak, I., Šimunić, I. (2015): Dionica idejnog projekta odvodnje i navodnjavanja objekta Đolta. Dionica agronomske osnove, Studija, Visoko gospodarsko učilište u Križevcima, Križevci.
34. Tomić, F., Bašić, F., Husnjak, S. (2014): Značajke i uloge tala Varaždinske županije sa smjernicama. Radovi Zavoda za znanstveni rad HAZU Varaždin; br. 25, 25-68
35. Tomić, F., Vranješ, M., Perica, S., Romić, D. (2006): Plan navodnjavanja za područje Šibensko-kninske Županije. Agronomski fakultet sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, Građevinsko arhitektonski fakultet sveučilišta u Splitu, Split.

36. Tomić, F., Husnjak, S., Juračak, J., Borošić, J., Šustić, D. (2008): Plan navodnjavanja i gospodarenja poljoprivrednim zemljištem grada Zagreba. Voditelj projekta: Romić, D., Agronomski fakultet sveučilišta u Zagrebu Zagreb.
37. Tomić, F., Šimunić, I. (2014): Unapređenje poljoprivrede na prostoru Šibensko-kninske županije primjenom navodnjavanja. Godišnjak TITIUS: godišnjak za interdisciplinarna istraživanja porječja Krke, Vol.6-7 No.6-7: str. 467 – 485.
38. Varga, D. (2015): Katastar zelenih površina grada Zagreba. Izvješće sa specijalističke stručne prakse, Visoko gospodarsko učilište u Križevcima, Križevci.
39. Yuan, X., Teng, W., Yang, X., Wu, J. (2009): Evapotranspiration and irrigation scheduling for three landscape ornamentals in Beijing, China. New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science, 37:3, 289-294

***http://climatediagrams.net/, (14.04.2016.)

***http://www.zrinjevac.hr/, (25.04.2015.)

***http://srv-zri-gis.gkg.hr/, (20.04.2016.)

POPIS KRATICA

DGU – Državna geodetska uprava

DHMZ – Državni hidrometeorološki zavod

FAO - *Food and Agriculture Organization (engl.)* – Organizacija za hranu i poljoprivredu Ujedinjenih naroda

GIS - Geografski informacijski sustav za upravljanje prostornim podacima

HAZU – Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti

UNFCCC - *United Nations Framework Convention on Climate Change (engl.)* - Konvencije Ujedinjenih naroda za klimatske promjene

VGUK - Visoko gospodarsko učilište u Križevcima

SAŽETAK

Za potrebe izrade plana navodnjavanja gradskog zelenila grada Zagreba na odabranoj parkovnoj površini u parku Diane Budisavljević, gradska četvrt Gornja Dubrava analizirani su klimatski uvjeti i izvršena su hidropedološka istraživanja. Determiniran je hipoglej mineralni. Također su izračunati elementi potrebni za navodnjavanje i preporučene su metode (načini) navodnjavanja. Analizom klimatskih uvjeta za grad Zagreb u tridesetogodišnjem razdoblju 1983. – 2012. i za razmatranu 2013. godinu iz mjesečnog kišnog faktora prema Gračaninu (K_{fm}) vidljivo je da Zagreb ima semihumidnu klimu s umjereno toplim klimatskim uvjetima. Tijekom razmatrane 2013. godine zabilježena su kolebanja u količini padalina u odnosu na prethodno razdoblje i nešto više prosječne temperature zraka. Na istraživanoj parkovnoj površini utvrđena je ilovasta tekstura tla. Tlo je malo porozno sa srednjim kapacitetom tla za vodu i vrlo malim kapacitetom tla za zrak, srednje je zbijeno. Sadržaj fiziološki aktivne vlage do 30 cm dubine iznosi 33,06 mm, a optimalne 16,02 mm. U razmatranom višegodišnjem razdoblju nedostatak vode javlja se u srpnju i kolovozu. U srpnju nedostatak vode iznosi 23,3 mm, a u kolovozu 34,8 mm. U 2013. godini nedostatak se pojavljuje u srpnju i iznosi od 71,2 mm. Izračunati nedostaci vode predstavljaju neto normu navodnjavanja, a bruto norma navodnjavanja veća je za 15%. Po izračunatom turnusu navodnjavanja preporuča se navodnjavanje u srpnju i kolovozu svakih šest do sedam dana ili se može odrediti početak navodnjavanja mjerenjem sadržaja vlage u tlu. Za navodnjavanje se preporuča metoda navodnjavanja kišenjem ili lokalizirano navodnjavanje minirasprskivačima. Također se preporučuje dopuna baze podataka GIS-a zelenih površina grada Zagreba klimatološkim, pedološkim i hidropedološkim podacima, kao i povezivanje baze s postojećim i budućim automatskim sustavima za navodnjavanje.

Ključne riječi: GIS zelenih površina, navodnjavanje, metode (načini) navodnjavanja

ABSTRACT

In order to develop a plan for irrigation of urban greenery in the City of Zagreb on a selected surface in the park Diane Budisavljević, City district Gornja Dubrava climatic conditions were analyzed and hydropedological surveys were made. The type of soil determined is the hypogley mineral. The elements needed for irrigation were calculated and the methods of irrigation were recommended. The analysis of climatic conditions for Zagreb thirty-year period 1983. to 2012. and for the considered 2013. of monthly rain factors by Gračanin (Kfm) shows that Zagreb has a semi-humid climate with moderately warm climate conditions. During considered 2013., compared to the previous period, fluctuations in rainfall and slightly higher average air temperatures were recorded. At researched park area was determined loam soil texture. The soil is slightly porous with a medium soil capacity for water and a very small soil capacity for air, the soil is medium tight. Content of physiologically moisture at 30 cm depth is 33,06 mm and optimal is 16,02 mm. In the considered multi-year period, water deficit occurs in July and August. In July water deficit is 23.3 mm and in August 34.8 mm. In 2013, water deficit appears in July and is 71.2 mm. Calculated water deficits represent net irrigation norm, a gross irrigation norm is increased by 15%. Watering in July and August every six to seven days is recommended after the calculated shift irrigation or the start time of watering can be determined by measuring soil moisture content. Recommended irrigation methods are sprinkler irrigation method or localized irrigation. It is also recommended to supplement GIS of green areas of the City of Zagreb with climatological, pedological and hydropedological data, as well as connecting the database with existing and future automatic irrigation systems.

Keywords: GIS of the green areas, irrigation, irrigation methods

DIJANA VARGA ŽIVOTOPIS

Dijana Varga, bacc. ing. agr. rođena je 26.01.1977. godine u Zagrebu gdje je završila osnovnu školu i nakon toga II gimnaziju. Diplomirala je 2005. godine na Visokom gospodarskom učilištu u Križevcima, Stručni studij poljoprivrede, smjer Ratarstvo te stekla zvanje inženjer poljoprivrede. Za vrijeme stručnog studija radila je u obiteljskom obrtu za proizvodnju i prodaju ukrasnog bilja. Specijalistički diplomski stručni studij upisala je 2006. godine, smjer Ekološka poljoprivreda na Visokom gospodarskom učilištu u Križevcima. Živi i radi u Zagrebu. Zaposlena je u Zagrebačkom holdingu u podružnici Zrinjevac od 2005. godine na mjestu samostalnog višeg referenta za katastar zelenih površina.