

# Potreba primjene navodnjavanja na odabranim proizvodnim površinama OPG-a „Rastovski“

---

**Rastovski, Doron David**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2021**

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

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:185:858401>

*Rights / Prava:* [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-01-31**



*Repository / Repozitorij:*

[Repository of the Križevci University of Applied Sciences](#)



**REPUBLIKA HRVATSKA**  
**VISOKO GOSPODARSKO UČILIŠTE U KRIŽEVCIMA**

Doron David Rastovski, student

**Potreba primjene navodnjavanja na odabranim proizvodnim  
površinama OPG-a „Rastovski“**

Završni rad

**Križevci, 2021.**

**REPUBLIKA HRVATSKA**  
**VISOKO GOSPODARSKO UČILIŠTE U KRIŽEVCIMA**

Doron David Rastovski, student

**Potreba primjene navodnjavanja na odabranim proizvodnim površinama OPG-a „Rastovski“**

Završni rad

Povjerenstvo za obranu i ocjenu završnog rada:

1. Dr. sc. Ivka Kvaternjak, prof. v. š., predsjednica
2. Dr. sc. Andrija Špoljar, prof. v. š., mentor
3. Dr. sc. Renata Erhatic, prof. v. š., članica

Križevci, 2021.

## SADRŽAJ

<b>1. UVOD I CILJEVI ISTRAŽIVANJA .....</b>	<b>1</b>
<b>2. PREGLED LITERATURE .....</b>	<b>2</b>
<b>3. MATERIJAL I METODE.....</b>	<b>7</b>
<b>4. REZULTATI I RASPRAVA.....</b>	<b>9</b>
<b>4.1. Klimatske prilike .....</b>	<b>9</b>
<b>4.2. FIZIKALNE ZNAČAJKE TLA I PARAMETRI NAVODNJAVANJA .....</b>	<b>12</b>
<b>4.2.1. Fizikalne značajke tla.....</b>	<b>12</b>
<b>4.2.2. Parametri navodnjavanja.....</b>	<b>13</b>
<b>4.2.2.1. Neto i bruto norma navodnjavanja .....</b>	<b>13</b>
<b>4.2.2.2. Kakvoća vode za navodnjavanje.....</b>	<b>14</b>
<b>4.2.2.3. Obrok navodnjavanja .....</b>	<b>15</b>
<b>4.2.2.4. Turnus navodnjavanja.....</b>	<b>15</b>
<b>4.2.2.5. Preporučene metode mjerenja sadržaja vlage u tlu .....</b>	<b>16</b>
<b>4.2.2.6. Stvarni radni hidromodul.....</b>	<b>17</b>
<b>4.2.2.7. Preporučene metode navodnjavanja .....</b>	<b>17</b>
<b>4.3. Rasprava .....</b>	<b>19</b>
<b>5. ZAKLJUČAK.....</b>	<b>22</b>
<b>6. SAŽETAK.....</b>	<b>23</b>
<b>7. LITERATURA .....</b>	<b>24</b>

## 1. UVOD I CILJEVI ISTRAŽIVANJA

Navodnjavanje ima ključnu ulogu u procesu razvitka poljoprivrede. Njime se na umjetan način dodaje optimalna količina vode potrebna za rast i razvoj biljke. Navodnjavanje se počelo koristiti prije sedam do osam tisuća godina, a razvitkom sustava za navodnjavanje povećavao se broj stanovnika (Šimunić i Špoljar, 2007.). Danas se navodnjavanjem pokušava smanjiti utjecaj ekstremnih klimatskih uvjeta, kao što su visoke temperature i suše. U nastojanju da se postignu što viši prinosi uzgajanih kultura ove nepovoljne promjene vodnog režima tla rješavaju se sve većom primjenom navodnjavanja. Šimunić i sur. (2006.) navode kako se u Republici Hrvatskoj navodnjava tek oko 11.700 ha poljoprivrednih površina pa se naša država nalazi na jednom od posljednjih mjesta u Europi prema zastupljenosti ove mjere u proizvodnji.

Špoljar i Kamenjak (2004.) navode kako se u Republici Hrvatskoj navodnjava na manje od 1 % proizvodnih površina te ističu da su potrebe znatno veće. Autori uspoređuju navodnjavane površine s onima u Europi i konstatiraju da se u bivšoj državi navodnjavalo znatno više, na oko 2 % poljoprivrednih površina. Pri tome se znatno više navodnjavalo u Makedoniji i na Kosovu. Od svih europskih država najviše se navodnjava u Albaniji, na više od 60 % proizvodnih površina. Ova mjera znatno se koristi i u drugim mediteranskim zemljama. Dakako, da to ovisi i o klimatskim prilikama, pa zemlje sjeverne Europe navodnjavaju znatno manje površine.

Na temelju pedoloških značajki i ovisno o klimatskim uvjetima te o vrsti uzgajane kulture moguće je odabrati najpovoljniju metodu, način i sustav navodnjavanja. Tomić (1988) izdvaja četiri metode navodnjavanja: površinsko, podzemno, kišenje i lokalizirano navodnjavanje. U okviru ovih metoda autor prikazuje različite načine i sustave navodnjavanja primjerene za uporabu ovisno o vrsti uzgajane kulture i prema značajkama tla. Pri tome su načini površinskog navodnjavanja najstariji i s najviše ograničenja u uporabi, a najsuvremenija metoda je metoda lokaliziranog navodnjavanja „kap po kap“ ili s minirasprskivačima. Uz navedeno, kod nas je vrlo često u upotrebi i navodnjavanje kišenjem, osobito klasični način koji se može koristiti za sve kulture i u svim topografskim uvjetima.

Kako se u posljednje vrijeme, zbog globalnog zatopljenja, pojavljuju učestale suše, što se odražava i na stanje vodnog režima tla, navodnjavanju, kako je već istaknuto, treba posvetiti

veću pozornost. Na odabranim površinama OPG-a „Rastovski“ planira se pokrenuti proizvodnja bobičastog voća, a bez primjene navodnjavanja nije moguća stabilna proizvodnja. Cilj ovoga rada je utvrditi ključne pedološke značajke potrebne za projektiranje sustava navodnjavanja, odrediti parametre navodnjavanja i preporučiti najpovoljniju metodu i način navodnjavanja.

## 2. PREGLED LITERATURE

Bensa i Husnjak (2018.) analiziraju poljoprivredna zemljišta po regijama koja su pogodna za navodnjavanje. Zaključuju da od ukupnih 244.151 ha pogodnih tala za navodnjavanje, najveći dio, čak 88 %, se nalazi u Panonskoj regiji. U istoj se regiji nalazi i najviše umjereno pogodnih tala za navodnjavanje, oko 71 % od ukupnih 588.164 ha. Ograničeno pogodnih tala za navodnjavanje najviše se nalazi u Jadranskoj regiji, oko 46 % od ukupnih 291.401 ha, a obilježavaju ih ograničenja koja se javljaju prije svega zbog plitke dubine tla te njegove izražene skeletnosti i stjenovitosti. Privremeno nepogodnih tala za navodnjavanje najviše se nalazi u Panonskoj regiji gdje zauzimaju oko 89 % od ukupnih 881.678 ha, a obilježavaju ih ograničenja kao što su: prekomjerno vlaženje podzemnom i površinskom vodom i slaba dreniranost.

Cerjan (2011.) navodi da se navodnjavanju treba pristupiti sistematski i planirano s ciljem što boljeg iskorištenja vode. Kako bi se biljakama 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.

Crnčan i sur. (2018.) analizirajući podatke iz FAO (*Food and Agriculture Organization*) statističke baze za problematiku voda “*Aquastat*” utvrđuju da je u svijetu od 2014. godine 324 milijuna hektara opremljeno uređajima za navodnjavanje, što je još uvijek nedovoljno za sigurnu poljoprivrednu proizvodnju. Također konstatiraju da je jedan od glavnih razloga nedovoljnog navodnjavanja visoka cijena vode i visoki investicijski troškovi projekte dokumentacije.

Čížek i sur. (2007.) preporučuju navodnjavanje od proljeća do jeseni ovisno o vremenskim uvjetima i značajkama tla. Potrebno je prilagoditi intezitet dodavanja vode. Autori navode kako je najpogodnije vrijeme za navodnjavanje od pet sati ujutro do deset sati uvečer toga dana, jer je tada utjecaj vlage na razvoj bolesti najmanji.

Kantoci (2012.) ističe da se u Hrvatskoj prema podacima iz 2003. godine od ukupno 1.077.404 ha poljoprivrednog zemljišta navodnjava samo 0,86 %. Po županijama najviše se navodnjava u Dubrovačko-neretvanskoj županiji, zatim Splitsko-dalmatinskoj, a najmanje u Ličko-senjskoj. Razlog tako malog postotka navodnjavanja je visoka cijena nabave uređaja. Unatoč visokoj nabavnoj cijeni ta investicija je dugoročno isplativa, jer su i u sušnim godinama prinosi stabilni, kvaliteta proizvodnje je zadovoljavajuća, a to sve rezultira višim prihodima. Autor također navodi da je ispravno određivanje obroka navodnjavanja jedan od uvjeta za uspješno i racionalno navodnjavanje. Ako se početak navodnjavanja određuje proizvoljno, navodnjavanje može prouzročiti više štete nego koristi. Naime, isuviše veliki obroci navodnjavanja mogu kvariti strukturu tla i dovesti do stvaranja pokorice, ispiru se hraniva, a moguće je i povećanje razine podzemne vode, odnosno tlo se zamočvaruje.

Kereša i sur. (2008.) navode kako se u Hrvatskoj sve češće pojavljuju godine sa sušnim razdobljima, a kako je suša jedan od važnih abiotičkih 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.

Muhar i sur. (2018.) zaključuju da se na Zemlji pojavljuju sve učestalije suše, te će pojedini dijelovi naše planete do kraja stoljeća imati znatne nedostatak oborina. Navedeno će imati nepovoljan utjecaj na stabilnost sektora poljoprivrede.

Pejdo i Šiljković (2007.) upozoravaju kako su podzemne vode u Republici Hrvatskoj nedovoljno iskorištene i trebalo bi ih staviti u funkciju za navodnjavanje. Također zaključuju da primjena nedovoljno učinkovitih tehnika pri navodnjavanju, nedostatak ili loše održavanje sustava navodnjavanja može uzrokovati onečišćenje podzemnih voda.

Pokos Nemeć (2008.) upozorava da se ne može postići visoka i kvalitetna poljoprivredna proizvodnja ako se nedovoljno navodnjava i dodaje manja količina vode od potrebne. Navodi kako je za stručno doziranje vode potrebno pri svakom navodnjavanju pravilno odrediti obrok i

početak navodnjavanja. Autor ističe da su najčešće korišteni načini navodnjavanja: navodnjavanje kišenjem, navodnjavanje kap po kap i navodnjavanje minirasprskivačima.

Osim metoda navodnjavanja bitne su fizikalne i kemijske značajke vode, a Pokos-Nemec (2007.) navodi da su od fizikalnih značajki najvažnije temperatura i količina suspendiranih čestica te da navodnjavanje pretoplom ili prehladnom vodom može izazvati temperaturne šokove kod biljaka. Smatra se da je najpovoljnija temperatura vode za navodnjavanje 25°C. Vrlo je bitan i odnos topline biljke i vode, a razlika ne bi smjela biti veća od 10°C. Od kemijskih značajki bitne su sljedeće: zaslnjivanje, alkaličnost, koncentracija mikroelemenata i teških metala (kada se za navodnjavanje koriste otpadne vode).

Sito i sur. (2015.) navode kako su u specifičnim poljoprivrednim proizvodnjama kao što su voćarstvo i vinogradarstvo, vrlo rijetke godine kada nije potrebno dodavati vodu, odnosno kada prirodne oborine zadovoljavaju potrebe biljaka u svim fazama rasta i razvoja. Naime, i u prosječno kišnim godinama, u pojedinim razdobljima javlja se određeni nedostatak lako pristupačne vode. To je posebno bitno ako voda nedostaje u osjetljivim fazama rasta i razvoja pojedinih kultura, jer može uvjetovati smanjenje prinosa i kakvoće proizvoda. Zbog toga je nužno raspolagati sustavima navodnjavanja kojima se osigurava potrebna količina vode u sušnom razdoblju.

Šimunić (2013.) ističe kako sve aktivnosti i zahvati poduzeti na vodama i u vezi s vodama moraju biti detaljno osmišljeni i stručno izvedeni uz primjenu osnovnih načela upravljanja vodnim resursima, kao što je racionalno korištenje voda i zaštita voda od prekomjernog onečišćenja. Autor upozorava na važnost navodnjavanja kvalitetnom vodom kako nebi došlo do neželjenih posljedica kvarenja značajki tla.

Šimunić (2006.) za sjeverni dio Hrvatske utvrđuje značajan nedostatak vode u tlu tijekom vegetacijskog razdoblja. Oborine i temperature zraka su veće nego ranije, a ostali klimatski elementi ostali su nepromjenjeni.

Šimunić i Tomić (2007.) upozoravaju na važnost ispravnog određivanja obroka i norme navodnjavanja. Dnevna potrošnja vode može se izračunati, kako navode autori, tako da se koeficijent navodnjavanja kulture množi sa srednjom dnevnom temperaturom zraka. Preveliki



obroci navodnjavanja neusklađeni s infiltracijskom sposobnošću tla mogu uzrokovati znatne štete na kulturama i u tlu.

Šimunić i Špoljar (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 osiguranja stabilnih uvijeta rasta biljaka.

Špoljar i sur. (2010.) na administrativnom području grada Rijeke utvrđuju nepovoljan utjecaj suše na vrijednosti potencijalne evapotranspiracije i temeljem toga predviđaju da će se pojaviti znatni nedostaci vode za većinu biljnih vrsta. Autori navode kako navodnjavanju treba posvetiti veću pozornost i orijentirati se na uzgoj dohodovnijih kultura.

Špoljar i sur. (2012.) ističu da je učestalost suša posljednjih godina utjecala na mišljenje javnosti o potrebi primjene navodnjavanja. Glede toga izrađen je Nacionalni projekt navodnjavanja i gospodarenja poljoprivrednim zemljištem i vodama u Republici Hrvatskoj. U ovom se projektu predviđa u narednih pedeset godina porast prizemne globalne temperature do 3°C, što će se zasigurno nepovoljno odraziti na vodni režim tla.

Špoljar i sur. (2014.) istražuju utjecaj suše na vodni režim tla u Koprivničko-križevačkoj županiji. Autori uspoređuju razdoblje od 1991. do 2008. s ranijim razdobljem od 1961. do 1990. Utvrđuju da je u razdoblju od osamnaest godina došlo do povećanja prosječne temperature zraka za 1°C i povećala se potreba biljaka za vodom. Uspoređujući ove podatke s razdobljem od trideset godina utvrđuju znatno veće nedostatke vode koje treba nadomjestiti navodnjavanjem. Također pretpostavljaju, ukoliko se taj trend nastavi, da će se nedostaci vode do 2020. godine još dodatno povećati.

Špoljar (2015.) ističe kako vrijednosti infiltracije ili upijanja vode u tlo moraju biti veće od izračunatih obroka navodnjavanja, jer u protivnom navodnjavanje može imati štetan učinak na značajke tla i može se povisiti razina podzemne vode. Autor također navodi kako zbog isuviše velikih obroka navodnjavanja može doći do ispiranja hraniva.

Špoljar i sur. (2015.) izrađuju namjensku pedološku kartu s preporukama uređenja poljoprivrednog zemljišta za objekt „Đolta“. Na karti je izdvojeno šest kartiranih jedinica tla od kojih se na četiri preporuča navodnjavanje, a kod dvije kartirane jedinice potrebno je najprije

provesti odvodnju. Navodnjavanje se preporuča na regosolu, luvisolu i livadskom fluvijalnom tlu, a pseudoglej-glej zahtjeva najprije hidro i agro melioracijske mjere uređenja.

Tomić (2012.) upozorava da se u današnje vrijeme bez navodnjavanja, u mnogim područjima svijeta, pa i u Hrvatskoj, ne može osigurati siguran i uspješan uzgoj većeg broja poljoprivrednih kultura. Zaključuje kako Hrvatska mora uvoziti velik broj poljoprivrednih proizvoda iz drugih zemalja, a jedan od glavnih razloga je nedovoljno navodnjavanje poljoprivrednog zemljišta.

Tomić (1980.) ističe kako je voda jedan od najznačajnijih vegetacijskih čimbenika. Životni procesi biljke mogu se odvijati samo u prisutnosti pristupačne vode u tlu, odnosno supstratu. Navodnjavanje se primjenjuje u svrhu održavanja pristupačne vode za biljke. U vanjskim uvjetima uzgoja poljoprivrednih kultura potreba primjene navodnjavanja ovisi o količini i raspodjeli prirodnih oborina, a ono je obvezatna mjera pri uzgoju povrća na otvorenom i u zaštićenim prostorima.

Varga (2016.) navodi kako je voda dragocjen prirodni resurs, nužan za odražavanje ukupnog života na Zemlji te mora biti korištena racionalno. Autorica izrađuje preporuke navodnjavanja za parkovne površine u gradu Zagrebu, a također daje preporuke za dogradnju baze podataka parkovnih površina tzv. Katastar zelenila grada Zagreba.

### 3. MATERIJAL I METODE

Za potrebe izrade preporuka navodnjavanja na odabranoj površini u blizini grada Kutine, obavljena su hidropedološka istraživanja, slika 1. Determinirano je oranično tertestričko tlo (Antrosol), (Husnjak, 2014., Špoljar, 2015.). Na parceli su uzeti uzorci za fizikalne značajke tla iz površinskog horizonta u cilindre po Kopeckom. Uzorci tla uzeti su u paraleli. Tekstura tla određena je opipom pod prstima (Šimunić i Špoljar, 2007.). Odabrana parcela ima površinu od 5 460 m<sup>2</sup>.



*Slika 1. Odabrana proizvodna površina*

*Izvor: Privatni album*

U laboratoriju Visokog gospodarskog učilišta u Križevcima određene su sljedeće značajke tla: retencijski kapacitet tla za vodu, volumna gustoća i gustoća čvrstih čestica, ukupni porozitet, kapacitet tla za zrak i lentokapilarna točka. Za potrebe analize klimatskih prilika i izračuna komponenata bilance oborinske vode u tlu prema metodi Thornthwaitea korišteni su podaci meteorološke postaje Sisak o srednjim mjesečnim temperaturama zraka za razdoblje od 1894. do 2013. i za 2019. godinu, te količine oborina za isto razdoblje i razmatranu godinu. Podaci su dobiveni 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 (Šimunić i Špoljar,

2007; Šimunić, 2013.). U sklopu toga izračunat je obrok navodnjavanja i određen je trenutak kada treba započeti s navodnjavanjem. Infiltracijska sposobnost tla procijenjena je prema Obelić (1960). Prema ovom autoru preporuča se udovoljiti sljedećim kriterijima:

- za tlo pjeskovite teksture infiltracijska sposobnost kreće se od 18,5 do 25,00 mm/h,
- za pjeskovitu ilovaču od 12,5 do 18,5 mm/h,
- za ilovasti pjesak infiltracija je od 10,10 do 12,5 mm/h,
- za ilovaču je od 8,00 do 10,00 mm/h, i
- za glinu infiltracijska sposobnost tla je veća od 8,00 mm/h.

Obroci navodnjavanja ne smiju biti veći od infiltracijske sposobnosti tla.

Preporučeno je početak navodnjavanja prema modificiranom turnusu i dane su preporuke određivanja početka navodnjavanja prema stanju vlažnosti tla (mjerenje na terenu i gravimetrijska metoda u laboratoriju). Također je izabrana najpovoljnija metoda i način navodnjavanja na odabranoj lokaciji (Tomić, 1980.).

## 4. REZULTATI I RASPRAVA

### 4.1. Klimatske prilike

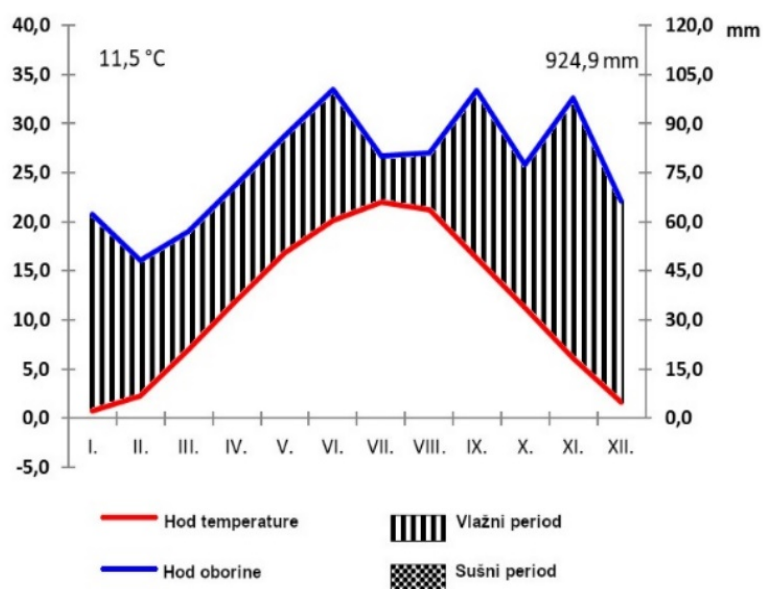
U tablici 1. prikazani su klimatski pokazatelji za grad Sisak za tridesetogodišnje razdoblje od 1984. do 2013., te za 2019. godinu. Na temelju podataka o srednjim mjesečnim temperaturama zraka određene su toplinske oznake, a na temelju podataka o srednjim mjesečnim temperaturama zraka i količini oborina izračunate su vrijednosti klimatskog faktora prema Gračaninu (K<sub>fm</sub>), te je određena humidnost klime za navedeno razdoblje po mjesecima. Podaci o srednjoj mjesečnoj temperaturi zraka i količini oborina za tridesetogodišnje razdoblje, te za 2019. godinu prikupljeni su na meteorološkoj postaji Sisak.

Tablica 1. Klimatski pokazatelji za Sisak u razdoblju 1984.-2013. i u 2019. godini.

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	x, Σ
Oborine, mm	63,3	48,1	57,1	71,1	86,2	100,4	80,0	81,0	100,3	77,6	97,8	66,2	924,9
Temperature, °C	0,7	2,3	7,0	12,0	16,8	20,1	22,0	21,2	16,3	11,3	6,1	1,6	11,5
Toplinska oznaka	hl	hl	Uhl	ut	t	V	v	v	t	ut	uhl	hl	Ut
K <sub>fm</sub> Gračanin	90,4	20,9	8,2	5,9	5,1	5,0	3,6	3,8	6,2	6,9	16,0	41,3	6,7
Humidnost	ph	ph	H	sh	sh	Sa	sa	sa	sh	h	ph	ph	h
2019. Godina													
Oborine, mm	57,6	29,6	33,6	89,8	247,0	84,5	85,1	34,9	133,4	44,1	184,2	72,1	1095,9
Temperature, °C	1,1	4,9	9,5	12,2	13,7	23,6	22,7	23,4	17,0	13,0	9,0	4,4	12,9
Toplinska oznaka	Hl	uhl	Ut	t	t	V	v	v	t	t	ut	uhl	ut
K <sub>fm</sub> Gračanin	52,4	6,0	3,5	7,4	18,0	3,6	3,7	1,5	7,8	3,4	20,5	16,4	7,1
Humidnost	ph	sh	Sa	ha	ph	Sa	sa	pa	h	sa	ph	ph	h

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 (K<sub>fm</sub> <1,6), a - aridna klima (K<sub>fm</sub> je 1,7 - 3,3), sa - semiaridna klima (K<sub>fm</sub> je 3,4 - 5,0), sh - semihumidna klima (K<sub>fm</sub> je 5,1 - 6,6), h - humidna klima (K<sub>fm</sub> je 6,7 - 13,3), ph - perhumidna klima (K<sub>fm</sub> > 13,3)

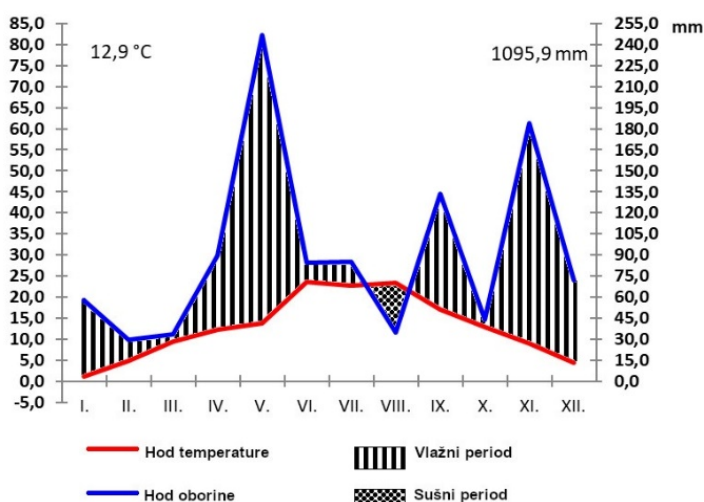
Iz tablice 1. proizlazi kako su u razmatranom tridesetogodišnjem razdoblju u tijeku vegetacijskog razdoblja prevladavali umjereno topli do vrući klimatski uvjeti. Na temelju mjesečnog kišnog faktora prema Gračaninu ( $K_{fm}$ ) u navedenom razdoblju prevladavali su semihumidni do humidni klimatski uvjeti. Tijekom ljetnih mjeseci u srpnju i kolovozu bili su suhi klimatski uvjeti. U 2019. godini zabilježeno je povećanje količine oborina s obzirom na prethodno tridesetogodišnje razdoblje sa prosječno višim temperaturama zraka. Tako su u travnju, svibnju, srpnju, rujnu, studenom i u prosincu zabilježene veće količine oborina od višegodišnjeg prosjeka. Nasuprot tome znatno manje oborina palo je u ožujku, lipnju i kolovozu kada se javljaju semiaridni do peraridni klimatski uvjeti. U razmatranoj 2019. godini topli i vrući klimatski uvjeti traju od travnja pa sve do listopada. Grafikon 1. prikazuje klimadijagram po Walteru za grad Sisak.



Grafikon 1.: Klimadijagram po Walteru za razdoblje 1984.-2013. za postaju Sisak

Iz klimadijagrama prema Walteru za tridesetogodišnje razdoblje od 1984. do 2013. godine može se zaključiti da je u Sisačko-moslavačkoj županiji prevladavala humidna klima. Srednja godišnja temperatura zraka za razmatrano višegodišnje razdoblje iznosila je 11,5°C. Siječanj, veljača i prosinac bili su najhladniji mjeseci, a lipanj, srpanj i kolovoz najtopliji. Najniža srednja temperatura zraka zabilježena je u siječnju iznosila je 0,7 °C, a u srpnju je

zabilježena najviša srednja temperatura koja je iznosila 22 °C. U navedenom višegodišnjem razdoblju, suma godišnjih količina oborina iznosila je 924,9 mm. Najmanje oborina (48,1mm), palo je u veljači, dok je u lipanju palo najviše oborina (100,4mm). Grafion 2. prikazuje klimadijagram prema Walteru za 2019. godinu za meteorološku postaju Sisak.



Grafikon 2.: Klimadijagram po walteru za 2019. godinu za postaju Sisak.

Iako u razdoblju od lipnja do rujna u prosjeku padne najviše oborina, prisutna su kolebanja u njihovoj količini pa se uz više temperature zraka najveći nedostatak vode javlja u kolovozu. Tijekom veljače, kolovoza i listopada razmatrane 2019. godine palo je znatno manje oborina od višegodišnjeg prosjeka, pa se u tim mjesecima javljaju sušni klimatski uvjeti. Kako je iz podataka vidljivo, u 2019. 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 navedenoga proizlazi kako 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. Tablica 2. prikazuje fizikalne značajke tla za odrabranu površinu. Na temelju podataka DHMZ-a o prosječnim mjesečnim temperaturama zraka i mjesečnim količinama oborina za tridesetogodišnje razdoblje od 1984. do 2013. i za razmatranu 2019. godinu s meteorološke postaje Sisak izračunata je bilanca vode u tlu metodom Thornthwaitea, tablica 3.

Tablica 2. Fizikalne značajke tla

Dubina, cm	Ukupni porozitet, (P), % vol.	Sadržaj vlage, % vol.				Optimalna vlaga, (Ov), % vol.	Optimalna vlaga (Ov), mm	Kapacitet tla za zrak, (Kz), % vol.	Volumna gustoća ( $\rho_v$ ), g/cm <sup>3</sup>	Gustoća čvrstih čestica, ( $\rho_s$ ), g/cm <sup>3</sup>
		RKv, % vol.	RKv, mm	LKt, % vol.	LKt, mm					
0-30	40,22	39,63	118,89	27,74	83,22	11,89	35,67	13,44	1,13	2,54

Tumač: RKv - retencijski kapacitet tla za vodu, LKt – lentokapilarna točka

Iz tablice 2. proizlazi da je kapacitet tla za zrak srednji, tlo je osrednje porozno, a kapacitet tla za vodu je također osrednji. Gustoća čvrstih čestica iznosi 2,54 g/cm<sup>3</sup>, a volumna je 1,13 g/cm<sup>3</sup>. Podaci o kapacitetu tla za zrak ukazuju na to da se tлом dobro gospodari i može se pretpostaviti da korištena mehanizacija nije u bitnome pogoršala fizikalne značajke tla. Sa stanovišta održivog gospodarenja tлом i postizanja ujednačenih uroda kultura potrebno je održavati optimalni interval vlažnosti tla. Sadržaj optimalne vlage do 30 cm dubine tla iznosi 35,44 mm i nužno ga je glede stabilnosti uroda uzgajanih kultura sustavima navodnjavanja održavati. Opipom pod prstima na terenu je određena praškasto ilovsta tekstura u površinskom horizontu tla.



## 4.2.2. Parametri navodnjavanja

### 4.2.2.1. Neto i bruto norma navodnjavanja

U tablici 3. daju se podaci o potencijalnim i stvarnim potrebama biljaka za vodom te nedostaci i viškovi vode za višegodišnje razdoblje od 1984. do 2013. godine za grad Sisak i za razmatranu 2019. godinu. Utvrđeni nedostaci vode predstavljaju neto normu navodnjavanja dok se bruto norma navodnjavanja dobije uvećanjem ove vrijednosti za koeficijent gubitka vode koji iznosi 0,85. Tablica 3. prikazuje bilancu vode prema metodi Thornthwaitea za grad Sisak od 1984. do 2013. godine i za razmatranu 2019. godinu.

Tablica 3. Bilanca vode u tlu prema metodi Thornthwaitea za grad Sisak od 1984. do 2013. godine

Godine od 1984. do 2013.													
Mjesec	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	□
PET, k.	1,0	4,9	25,3	55,8	97,7	124,6	140,9	124,2	75,8	43,0	16,5	2,8	712,5
SET	1,0	4,9	25,3	55,8	97,7	124,6	140,9	83,8	75,8	43,0	16,5	2,8	672,0
N, mm	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	40,4	0,0	0,0	0,0	0,0	40,4
V, mm	61,3	43,2	31,7	16,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	40,8	63,2	256,4
2019. godina													
PET, k.	1,3	10,6	33,3	52,2	69,9	150,7	143,9	138,7	76,0	47,4	23,9	8,3	756,3
SET	1,3	10,6	33,3	52,2	69,9	150,7	119,3	35,0	76,0	47,4	23,9	8,3	627,8
N, mm	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	24,7	103,7	0,0	0,0	0,0	0,0	128,4
V, mm	56,3	19,0	0,3	37,6	177,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	113,7	63,7	467,8

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

Kako je iz tablice 3. vidljivo, nedostatak vode se javlja tijekom ljeta u srpnju i kolovozu, a višak uglavnom izvan vegetacijskog razdoblja. Utvrđeni nedostaci vode predstavljaju neto normu navodnjavanja, koju treba uvećati za koeficijent iskorištenja vode kako bi se dobila bruto norma, tablica 4. Naime, pri navodnjavanju dio vode se gubi isparavanjem, površinskim otjecanjem i filtracijom pa je neto normu navodnjavanja potrebno korigirati (Šimunić i Špoljar, 2007).

Tablica 4. Neto i bruto norma navodnjavanja

Mjesec	VII	VIII
Razdoblje 1984.-2013.		
Neto norma navodnjavanja, mm	/	40,4
Bruto norma navodnjavanja, mm	/	47,5
2019. godina		
Neto norma navodnjavanja, mm	128,40	
Bruto norma navodnjavanja, mm	151,1	

Neto norma navodnjavanja, kako je iz tablice 4. vidljivo za razmatrano višegodišnje razdoblje iznosi 40,4 mm, a bruto količina vode koju je biljkama potrebno osigurati tijekom vegetacije je 47,5 mm. U razmatranoj sušnoj godini ove vrijednosti višestruko su veće i bruto količina vode potrebne za navodnjavanje iznosi 151,1 mm. Kako se može pretpostaviti da će se i u budućnosti pojavljivati izrazito sušne godine, preporuča se svake godine bilancirati vodu i nanovo odrediti normu navodnjavanja. Dakako, da je nužno osigurati kvalitetan i izdašan izvor vode za navodnjavanje. Također se preporuča za navodnjavanje korištenje podzemne vode na samoj proizvodnoj površini ili bunara koji se nalazi u njezinoj blizini.

#### 4.2.2.2. Kakvoća vode za navodnjavanje

Kakvoću vode za navodnjavanje određuju fizikalne, kemijske i biološke značajke. Od fizikalnih to su: boja, mutnoća, temperatura vode, suspendirane čestice. U kemijske značajke vode pripadaju: pH vode, anioni i kationi, ukupne otopljene soli, teški metali i toksični ioni. Dokaz organskog onečišćenja vode je kemijska potrošnja kisika (KPK) i biokemijska potrošnja kisika (BPK<sub>5</sub>) kroz pet dana. Od mikrobioloških analiza bitne su koliformne bakterije i patogeni mikroorganizmi (Šimunić, 2006.).

Minimalna temperatura vode za navodnjavanje je 19°C, maksimalna je 34°C, a optimalna temperatura je od 29 do 30°C. Utjecaj krutih čestica ovisi o njihovoj vrsti i količini. Nepoželjne su čestice od 0,10 do 0,15 mm jer se lako talože u uređajima za dovod i raspodjelu vode.

Kako se kao izvor vode planira koristiti obližnji bunar ili podzemna voda na samoj parceli ona u potpunosti udovoljava navedenim kriterijima kakvoće, jer se ona koristi i za piće.

#### **4.2.2.3. Obrok navodnjavanja**

Obrok navodnjavanja je količina vode koja se dodaje jednim navodnjavanjem, a predstavlja dio deficita vode u vegetacijskom razdoblju. Ovisi o dubini tla koju želimo navlažiti, a najbitnije je navlažiti samo aktivni sloj gdje se nalazi najveća masa korijena. Za 30 cm dubine obrok navodnjavanja iznosi 35,7 mm.

#### **4.2.2.4. Turnus navodnjavanja**

Na temelju potencijalne evapotranspiracije za višegodišnje razdoblje od 1984. do 2013. godine i obroka navodnjavanja, turnus navodnjavanja prema podacima za višegodišnje razdoblje iznosi 13 dana. Za razmatranu 2019. godinu on iznosi 8 dana. Cjelokupnu normu navodnjavanja izračunatu za razmatranu godinu može se podmiriti s *cca* 4 navodnjavanja. Iz podataka je vidljivo, kako je u razmatranoj sušnoj godini potreba za navodnjavanjem povećana u odnosu na prethodno tridesetogodišnje razdoblje. Preporuča se postupiti prema modificiranom turnusu navodnjavanja ukoliko padne više oborina. Ako padne dvije trećine i više oborina od izračunatog obroka, navodnjavanje se odgađa za cijelo razdoblje, ako padne jedna do dvije trećine oborina od izračunatog obroka, navodnjavanje se odgađa za polovinu ciklusa, pri oborinama manjima od jedne trećine izračunatog obroka, navodnjavanje se ne odgađa. Učestalost navodnjavanja ovisi o vremenskim uvjetima: obilnim kišama ili njihovom nedostatku.

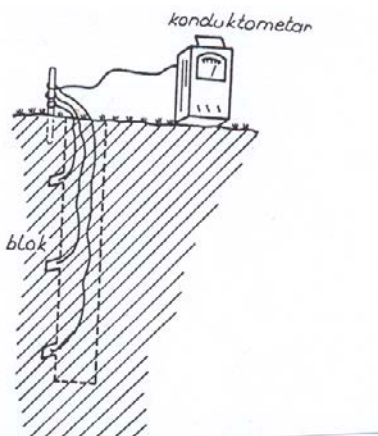
Kako se na OPG-u Rastovski planira uzgoj bobičastog voća, prije svega jagode treba istaknuti da ova kultura zahtijeva dovoljne količine vode u svim fazama razvoja. Izračunati nedostaci vode prema metodi Thornthwaitea odnose se na srpanj i kolovoz, a budući da vegetacija jagode započinje u rano proljeće potrebno je bez obzira na izračune osigurati dovoljne količine vode i ranijim fazama razvoja biljaka. Tako se preporuča navodnjavanje odmah nakon sadnje. Površina tla trebala bi uvijek biti vlažna, a sadnice je potrebno zalijevati svakodnevno kako bi se što bolje ukorijenile. Nakon hladnijeg vremenskog razdoblja s navodnjavanjem treba

započeti krajem travnja, početkom svibnja i to nakon svakih šest dana. Obilne kiše ili preveliki obroci navodnjavanja mogu negativno utjecati na bobice, pa će one postati vodenaste i bez okusa, a preporuča se da temperatura vode bude veća od 15°C. U proljeće je potrebno obilno navodnjavanje s oko pola litre vode po biljci u tri navrata. U vrijeme cvatnje jagode ne preporuča se prskanje, pa je stoga bolja opcija lokalizirano navodnjavanje načinom kap po kap čime se voda dodaje svakoj biljci posebno. Prije cvatnje jagode treba dati prednost navodnjavanju s mini rasprskivačima. Na ovaj način će se sa biljke isprati nečistoće i pospješit će se njezin razvoj.

#### 4.2.2.5. Preporučene metode mjerenja sadržaja vlage u tlu

Osim prema izračunatom turnusu navodnjavanja, preporuča se i mjerenje sadržaja vlage u tlu: gravimetrijskom metodom i mjerenjem sadržaja vlage pomoću konduktometra, slika 2.

Gravimetrijska metoda je najpreciznija metoda određivanja vlage u tlu. Određuje se laboratorijskom analizom iz razlike u masi vlažnog tla i tla sušenog na 105°C do stalne težine.



Slika 2. Konduktometar (Špoljar, 2015)

Navodnjavanje se preporuča kada sadržaj vlage padne ispod 60% od kapaciteta tla za vodu ili gornje granice fiziološki aktivne vlage u tlu. Kod određivanja sadržaja vlage u tlu pomoću konduktometra gips blokove treba ukopati u tlo na dubinu korijenovog sustava. Ako se, na promjer, uzgaja jagoda to je tridesetak centimetra tla. Na ovaj način održava se optimalni interval vlažnosti tla. Navodnjavati treba s izračunatim obrom

kako nebi došlo do štetnih posljedica koje se poglavito odnose na kvarenja stukture i ispiranja hraniva.

#### **4.2.2.6. Stvarni radni hidromodul**

Količina vode koju je potrebno dovesti do površine u jedinici vremena je (za osam satno radno vrijeme navodnjavanja) 1,5 l/s/ha. Obelić (1960) ističe kako infiltracijska sposobnost tla iznosi od 8 do 10 mm/h za ilovasta tla, pa ukoliko se navodnjava s preporučenim vrijednostima nebi smjelo doći do štetnih posljedica koje mogu uzrokovati preveliki obroci navodnjavanja.

#### **4.2.2.7. Preporučene metode navodnjavanja**

Navodnjavanje je melioracijska mjera kojom se dopunjuju prirodne oborine kada u tijeku vegetacije nema dovoljno vode u tlu za rast i razvoj uzgajanih kultura. U suvremenoj poljoprivrednoj proizvodnji ta je mjera vrlo važna, posebno na uređenim površinama s reguliranom odvodnjom. Pri njezinoj pravilnoj primjeni moguće je ostvariti napredniji uzgoj sa sigurnim, visokim i kvalitetnim prinosima. Iako je navodnjavanje staro kao i ljudska civilizacija, ono ipak predstavlja suvremenu mjeru koja omogućuje najintenzivniji način iskorištavanja poljoprivrednih površina (Kantoci, 2012).

Na temelju veličine odabrane površine i za potrebe uzgoja bobičastog voća (na primjer jagode) preporuča se lokalizirano navodnjavanje:

##### **1. Navodnjavane minirasprskivačima**

Kod navodnjavanja mini rasprskivačima voda se raspodjeljuje po površini tla u obliku kapljica kao umjetna kiša pomoću mini rasprskivača, slika 3. Glavni nedostatak navodnjavanja minirasprskivačima je značajna potrošnja vode, osim toga ova metoda ometa cvatnju, pa nije dobro navodnjavati u razdoblju cvatnje (hr.fermerstvo.net, 2020.).



*Slika 3.: Navodnjavanje jagoda kišenjem*

*Izvor: <https://hr.fermerstvo.net/6586269-how-often-do-you-need-to-water-strawberries>*

## 2. Navodnjavanje kapanjem

Kod ovog načina navodnjavanja voda se dodaje u tlo iz cijevi kap po kap neposredno uz biljku. Navodnjavanje kapanjem može se primijeniti na svim tlima, poljima i u staklenicima. Tlo nije potrebno ni ravnati ni posebno pripremati, a ne narušava se niti njegova struktura. Vodu je moguće vrlo precizno dozirati uz stalno održavanje optimalne vlažnosti. Može se primijeniti za navodnjavanje kultura koje se siju ili sade u redovima. Voda se mora filtrirati kako bi se spriječilo začepljenje rupica na cijevima kroz koje kaplje voda. Slika 4. prikazuje navodnjavanje jagoda kapanjem.



*Slika 4.: Navodnjavanje jagoda kapanjem*

*Izvor: <https://hr.fermerstvo.net/6586269-how-often-do-you-need-to-water-strawberries>*

Prednosti navodnjavanja načinom kap po kap su mnogobrojne, a ovo su samo neke od njih:

- Navodnjavanje načinom kap po kap podrazumijeva najracionalniji utrošak vode u odnosu na druge načine navodnjavanja, kontinuirano se distribuira mala količina vode pa tako ne dolazi do šoka kod uzgajanih kultura niti zbijanja tla.
- Uz vodu se prema želji korisnika, do biljke dovode gnojiva i sredstva zaštitu bilja, a osim toga takav sustav zahtjeva mali radni tlak, pa je utrošak energije racionalniji u odnosu na druge načine navodnjavanja. Još jedna od prednosti navodnjavanja načinom kap po kap je i ta da biljka može dobiti odgovarajuću količinu vode tijekom cvatnje bez opasnosti od mogućih oštećenja cvijeta.

### **4.3. Rasprava**

Za potrebe davanja preporuka navodnjavanja na OPG-u Rastovski obavljena su terenska, pedološka istraživanja i utvrđeno je antropogeno oranično tlo ili Antrosol (Husnjak, 2014, Špoljar, 2015.). Na odabranoj proizvodnoj površini na kojoj se planira uzgajati bobičasto voće (jagoda) uzeti su uzorci tla za fizikalne analize temeljem kojih su izračunati parametri navodnjavanja. Bruto norma navodnjavanja iznosi 151,1 mm, a obrok je 35,7 mm. Navedenu normu navodnjavanja podmirit će se s *cca* 8 navodnjavanja, a preporučena je metoda lokaliziranog navodnjavanja, način kap po kap ili s mini rasprskivačima. Slično u svom radu za parkovne površine grada Zagreba izrađuje Varga (2016.). Autorica daje preporuke za navodnjavanje gradskih parkova Zagreba i daje ključne parametre za projektiranje navodnjavanja (norma, obrok i turnus navodnjavanja) te preporuča dogradnju „Katastra zelenila“ pedološkim podacima.

Za potrebe izrade parametara navodnjavanja analizirani su klimatski podaci za grad Sisak u razdoblju od 1984. do 2013. i za reprezentativnu 2019. godinu. U razmatranom tridesetogodišnjem razdoblju u tijeku vegetacije prevladavali su umjereno topli do vrući klimatski uvjeti, dok su tijekom ljetnih mjeseci u srpnju i kolovozu bili suhi klimatski uvjeti. U 2019. godini zabilježeno je povećanje količine oborina s obzirom na prethodno tridesetogodišnje razdoblje s prosječno višim temperaturama zraka. U razmatranoj 2019. godini topli i vrući klimatski uvjeti traju od travnja do listopada, pa bi već u tom razdoblju biljkama trebalo osigurati dostatne količine vode. Špoljar i sur. (2010. i 2012.) iznose slične podatke za

različite dijelove Republike Hrvatske, pa tako za područje grada Rijeke utvrđuju nepovoljan utjecaj suše na vrijednosti potencijalne evapotranspiracije i temeljem toga predviđaju da će se pojaviti znatni nedostaci vode za većinu biljnih vrsta. Također navode da je učestalost suša posljednjih godina utjecala na mišljenje javnosti o potrebi primjene navodnjavanja. Glede toga izrađen je Nacionalni projekt navodnjavanja i gospodarenja poljoprivrednim zemljištem i vodama u Republici Hrvatskoj gdje se predviđa u narednih pedeset godina porast prizemne globalne temperature do 3°C, što će se zasigurno nepovoljno odraziti na vodni režim tla.

S obzirom na kulturu koja će se uzgajati na odabranoj površini preporuča će se lokalizirano navodnjavanje kap po kap i s mini rasprskivačima. Prednosti navodnjavanja načinom kap po kap su mnogobrojne: racionalniji je utrošak vode u odnosu na druge načine navodnjavanja, kontinuirano se distribuira mala količina vode pa tako ne dolazi do šoka kod biljaka i zbijanja tla. Velika prednost je i ta da biljka može dobiti odgovarajuću količinu vode i tijekom cvatnje, jer joj ovaj način navodnjavanja ne nanosi štetu. Kod navodnjavanja mini rasprskivačima voda se raspodjeljuje po površini tla u obliku kapljica kao umjetna kiša. Zbog navedenih prednosti, kako navodi Pokos Nemeč (2008.) najčešće se koriste navodnjavanje kišenjem, navodnjavanje načinom kap po kap i pomoću mini rasprskivača. Slično zaključuje i Šimunić (2013.), koji uz navedeno, ističe kako sve poduzete aktivnosti u vezi s vodama moraju biti usklađene s pravilima upravljanja ovim resursom, a to je prije svega njihovo racionalno korištenje i zaštita od onečišćenja.

Osim načina navodnjavanja i kakovoće vode, bitno je planirati i količinu vode koja se dodaje navodnjavanjem. Zbog toga su u ovom radu određeni sljedeći elementi za projektiranje: neto i bruto norma navodnjavanja, obrok navodnjavanja i početak navodnjavanja. Kako je tlo ilovaste teksture njegova infiltracijska sposobnost kreće se od 8,0 do 10,0 mm/h (Obelić 1960.), pa izračunati obrok navodnjavanje ne smije biti veći, jer bi moglo doći do kvarenja značajki tla, ispiranja hraniva i eventualno do zamočvarivanja. Slično iznose Šimunić i Tomić (2007.) koji upozoravaju na važnost ispravnog određivanja obroka i norme navodnjavanja. Preveliki obroci navodnjavanja neusklađeni s infiltracijskom sposobnošću tla mogu uzrokovati znatne štete na kulturama i u tlu.

U ovom radu daju se preporuke za navodnjavanje bobičastog voća, odnosno jagode. Kako bi se proizveli kvalitetni plodovi odgovarajuće veličine i zadovoljavajućih organoleptičkih svojstava bobičasto voće, pa tako i jagoda, zahtjeva dovoljne količine vode tijekom cijele



vegetacije. Nedostaci vode prema metodi Thornthwaitea utvrđeni su u srpnju i kolovozu, no bez obzira na to preporuča se jagodu navodnjavati tijekom cijele vegetacije poglavito u početnim fazama razvoja biljke. Madjar i Šoštarić (2009.) isto tako navode kako biljke trebaju dostatne količine vode za pravilan rast i razvoj kroz cijelo vrijeme vegetacije. Da navodnjavanju treba, u svjetlu klimatskih promjena, posvetiti veću pozornost upozoravaju Špoljar i sur. (2012.). Autori također u uvjetima navodnjavanja preporučaju uzgoj dohodovnijih kultura kao što su voće i povrće.

## 5. ZAKLJUČAK

Temeljem izrečenog može se zaključiti sljedeće:

- Iz klimatskih podataka za grad Sisak u tridesetogodišnjem razdoblju od 1984. do 2013. vidljivo je da su prevladavali umjereno topli do vrući uvjeti, a kišni faktor prema Gračaninu ukazuje na semihumidnu do humidnu klimu. U razmatranoj 2019. godini vidljiva su kolebanja u količini oborina s prosječno višim temperaturama zraka, a kišni faktor prema Gračaninu ukazuje na semiaridnu do periaridnu klimu.
- Iz fizikalnih analiza tla može se zaključiti da se tlo dobro gospodari, jer su utvrđene srednje vrijednosti kapaciteta tla za zrak i ukupnog poroziteta te kapaciteta tla za vodu. Bilanca vode prema metodi Thornthwaitea za razdoblje od 1984. do 2013. ukazuje na nedostatak vode u kolovozu, a u 2019. godini u srpnju i kolovozu. Ove nedostatke vode je potrebno nadoknaditi navodnjavanjem.
- Za višegodišnje razdoblje neto norma navodnjavanja iznosi 40,4 mm, dok bruto norma iznosi 47,5 mm. Za razmatranu godinu neto i bruto norma navodnjavanja višestruko su veće. Neto norma za tu godinu iznosi 128,40 mm, a bruto je 151,1 mm. Obrok navodnjavanja za 30 cm dubine tla iznosi 35,7 mm. Stvarni radni hidromodul za osam satno radno vrijeme navodnjavanja iznosi 1,5 l/s/ha. Prema izračunatom turnusu navodnjavanja, navodnjavati bi trebalo svakih *cca* osam dana s otprilike četiri navodnjavanja. Ako se uzgaja jagoda s navodnjavanjem treba započeti već na početku vegetacije.
- S obzirom na veličinu odabrane površine koja iznosi 5 460 m<sup>2</sup> i kulture koja će se uzgajati na toj površini, preporučena je lokalizirana metoda navodnjavanja, način s mini rasprskivačima i kap po kap.

## 6. SAŽETAK

Na odabranoj površi OPG-a „Rastovski“ planira se pokrenuti proizvodnja bobičastog voća (jagode), a bez primjene navodnjavanja nije moguća stabilna proizvodnja. Cilj ovoga rada bio je utvrditi ključne pedološke značajke potrebne za projektiranje sustava navodnjavanja, odrediti parametre navodnjavanja i preporučiti najpovoljniju metodu i način navodnjavanja. Istraživanje je provedeno na odabranoj poljoprivrednoj površini u blizini grada Kutine veličine 5.640 m<sup>2</sup>. Uzeti su uzorci tla za fizikalne značajke tla prema Kopeckom, infiltracijska sposobnost procijenjena je prema Obeliću, vrijednosti klimatskih faktora određeni su prema Gračaninu, a blinaca vode izrađena je prema metodi Thornthwaitea. Iz klimatskih podataka za grad Sisak u tridesetogodišnjem razdoblju od 1984. do 2013. proizlazi da su prevladavali umjereno topli do vrući uvjeti, a kišni faktor prema Gračaninu ukazuje na semihumidnu do humidnu klimu. U razmatranoj 2019. godini vidljiva su kolebanja u količini oborina s prosječno višim temperaturama zraka, a kišni faktor prema Gračaninu ukazuje na semiaridnu do periaridnu klimu. Iz fizikalnih analiza tla može se zaključiti da se tлом dobro gospodari, jer su utvrđene srednje vrijednosti kapaciteta tla za zrak i ukupnog poroziteta te kapaciteta tla za vodu. Bilanca vode prema metodi Thornthwaitea za razdoblje od 1984. do 2013. ukazuje na nedostatak vode u kolovozu, a u 2019. godini u srpnju i kolovozu. Ove nedostatke vode potrebno je nadoknaditi navodnjavanjem. Za razmatranu godinu neto i bruto norma navodnjavanja višestruko su veće u odnosu na razmatrano višegodišnje razdoblje. Neto norma za 2019. godinu iznosi 128,40 mm, a bruto je 151,1 mm. Obrok navodnjavanja za 30 cm dubine tla iznosi 35,7 mm. Stvarni radni hidromodul za osam satno radno vrijeme navodnjavanja iznosi 1,5 l/s/ha. Prema izračunatom turnusu navodnjavanja, navodnjavati bi trebalo svakih 8 dana, a cjelokupnu normu možemo podmiriti *cca* 4 navodnjavanja. Ako se uzgaja jagoda s navodnjavanjem treba započeti već na samom početku vegetacije. S obzirom na veličinu odabrane površine koja iznosi 5.460 m<sup>2</sup> i kulture koja će se uzgajati na toj površini, preporučena je lokalizirana metoda navodnjavanja, način s mini rasprskivačima i kap po kap.

**Ključne riječi:** parametri navodnjavanja, navodnjavanje kap po kap i mini rasprskivačima

## 7. LITERATURA

1. Bensa, A. i Husnjak, S. (2018.): Pogodnost poljoprivrednog zemljišta za navodnjavanje u agoregijama Hrvatske, Hrvatske vode, Zagreb, broj 105, str. 157-180.
2. Cerjan, D. (2011.): Određivanje sadržaja vode u tlu metodom gipsanih blokova, završni rad, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Osijek.
3. Crnčan, A., Hadelan, L., Očić, V. (2018.): Čimbenici isplativosti sustava navodnjavanja, Glasnik zaštite bilja, Zagreb, str. 12-18.
4. Čížek, J., Bošković, P., Samardžija, N. (2007.): Ukrasni travnjak, Školska kniga d.d., Zagreb.
5. Kantoci, D. (2012): Navodnjavanje, Glasnik zaštite bilja, Zagreb, str. 66-72.
6. Kereša, S., Barić, M., Horvat, M. Habuš Jerčić, I. (2008.): Mehanizmi tolerantnosti biljaka na sušu i njihova genska osnova kod pšenice, hrcak.srce.hr/file/41176, 10.04.2016.
7. Madjar, S., Šoštarić, J. (2009.): Navodnjavanje poljoprivrednih kultura, priručnik, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Osijek.
8. Muhar, A., Đurin, B. (2018.): Utjecaj klimatskih promjena na vodne resurse u svijetu, stručni rad, Zbornik radova međimurskog veleučilišta u Čakovcu, Čakovec.
9. Pejdo, A. i Šiljković, Ž. (2007.): Mogućnost navodnjavanja podzemnim vodama u Hrvatskoj, Geoadria, Zadar, str. 111-129.
10. Pokos Nemeč, V. (2008.): Navodnjavanje voćnjaka, Glasnik zaštite bilja, Zagreb, str. 42-49.
11. Pokos Nemeč, V (2007.): Navodnjavanje vrtova i parkova, Glasnik zaštite bilja, Zagreb, str. 12-17.
12. Sito, S., (2015.): Oprema za navodnjavanje u trajnim nasadima, Glasnik zaštite bilja, Zagreb, str. 34-47.
13. Šimunić, I. (2013.): Uređenje voda, Hrvatska sveučilišna naklada, Zagreb.

14. 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.
15. Šimunić, I. i Tomić, F. (2007.): Doziranje vode koristeći koeficijent navodnjavanja, *Agronomski glasnik*, Zagreb, broj 4, str. 245-253.
16. Šimunić, I., Špoljar, A. (2007.): Tloznanstvo i porpavak tla II dio, radni materijal za skriptu, Visoko gospodarsko učilište u Križevcima, Križevci.
17. Špoljar, A., Kamenjak, D. (2004.): Stanje i koristi od natapanja. *Gospodarski list*, str. 163., Zagreb.
18. Špoljar, A., Kvaternjak, I., Peremin Wolf, T., Cortesi, E. (2010.): Potreba primjene navodnjavanja na administrativnom području grada Rijeke. *Agronomski glasnik*, str. 320, Zagreb.
19. Špoljar, A., Petrović, D., Kamenjak, D., Kaučić, D., Kvaternjak, I. (2012.): Klimatske promjene i potreba za navodnjavanjem na području grada Bjelovara. *Stručni rad*, str. 343, Križevci.
20. Špoljar, A., Kisić, I., Peremin Volf, T., Kamenjak, D., Kaučić, D. (2014.): Influence of climate change on soil water regime in Koprivnica-Križevci county. *Ekológia*, str. 178-187., Bratislava.
21. Špoljar, A. (2015.): Pedologija. Visoko gospodarsko učilište u Križevcima, 223. str., Križevci.
22. Špoljar, A., Kvaternjak, I., Šimunić, I. (2015.): Dionica idejnog projekta odvodnje i navodnjavanja objekta Đolta. Visoko gospodarsko učilište u Križevcima, str. 67, Križevci.
23. Tomić, F. (2012.): Razvoj poljoprivrede primjenom navodnjavanja u Bjelovarsko-bilogorskoj županiji. *Zavod za znanstvenoistraživački i umjetnički rad u Bjelovaru*, Bjelovar.
24. Tomić, F. (1980.): Doziranje vode pri navodnjavanju u staklenicima na osnovu mjerenja vode u supstratu. *Savez poljoprivrednih inženjera i tehničara Hrvatske i Fakultet poljoprivrednih znanosti*, Zagreb.

25. Varga, D. (2016.): Navodnjavanje zelenih površina grada Zagreba i mogućnost korištenja „katastra zelenila“ za tu namjenu. Diplomski rad, str. 32, Križevci.

\*\*\* <https://hr.fermerstvo.net/6586269-how-often-do-you-need-to-water-strawberries> (16. studenog 2020., u 11:38 sati).