



AGRONOMSKI FAKULTET
SVEUČILIŠTA U ZAGREBU

**PLAN NAVODNJAVANJA I GOSPODARENJA
POLJOPRIVREDNIM ZEMLJIŠTEM
GRADA ZAGREBA**

Zagreb, listopad 2008.

**Plan navodnjavanja i gospodarenja
poljoprivrednim zemljištem
Grada Zagreba**

Naručitelj projekta:
Grad Zagreb

Nositelj projekta:
**Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet
Svetošimunska 25, 10000 Zagreb**

Ugovor: Klasa: 402-01/06-05/38

Ur. Broj: 380-71-01-06-1

Voditelj projekta:
Prof.dr.sc. Davor Romić

Dekan Agronomskog fakulteta
prof.dr.sc. Davor Romić

Zagreb, listopad 2008.

Suradničke institucije i autori

Agronomski fakulteta Sveučilišta u Zagrebu

Zavod za melioracije

Prof. dr. sc. Frane Tomić
Prof. dr. sc. Dragutin Petošić
Doc. dr. sc. Marija Romić
Mr.sc. Ivo Stričević
Mr.sc. Gabrijel Ondrašek
Božidar Rus dipl. ing.
Zoran Salopek dipl. ing
Monika Zovko dipl. ing

Zavod za pedologiju

Doc. dr. sc. Stjepan Husnjak
Prof.dr .sc. Željko Vidaček
Prof.dr. sc. Matko Bogunović
Dr. sc. Mario Sraka
Mr. sc. Aleksandra Bensa
Danijela Vrhovec, dipl. ing.

Zavod za upravu poljoprivrednog gospodarstva

Doc. dr. sc. Josip Juračak

Zavod za povrćarstvo

Prof. dr. sc. Josip Borošić

Vodoprivredno – projektni biro d.d.

Diana Šustić, dipl. ing. građ.

SADRŽAJ

1. UVOD	1
2. OPĆI ELEMENTI PLANA	2
2.1. Razlozi navodnjavanja područja	2
2.2. Ekonomske osnove realizacije projekta	3
2.3. Društvene osnove Plana	6
3. OPĆE KARAKTERISTIKE PODRUČJA	9
3.1. Uvod	9
3.2. Agroekološki uvjeti proizvodnje	11
3.2.1. <i>Klimatske karakteristike</i>	11
3.2.2. <i>Pedološke značajke</i>	21
3.2.2.1. <i>Procjena pogodnosti poljoprivrednog zemljišta za navodnjavanje</i>	21
3.2.2.2. <i>Sadašnja i potencijalna pogodnost poljoprivrednog zemljišta za navodnjavanje</i>	22
3.2.2.3. <i>Prioriteti za navodnjavanje, uređenje i zaštitu poljoprivrednog zemljišta</i>	31
3.2.2.4. <i>Zaštita poljoprivrednog zemljišta</i>	34
3.2.3. <i>Hidrološke analize površinskih voda</i>	35
3.2.4. <i>Kakvoća površinskih voda</i>	39
3.2.5. <i>Analize režima podzemnih voda</i>	44
3.2.6. <i>Kakvoća podzemnih voda</i>	52
3.3. Poljoprivredno gospodarstveni uvjeti proizvodnje	55
3.3.1. <i>Povrćarska proizvodnja</i>	56
3.3.2. <i>Voćarska proizvodnja</i>	67
3.4. Infrastruktura i institucije od važnosti za Plan navodnjavanja	68
3.5. Dosadašnji razvojni programi i uklapanje u projekte šireg područja i prostorne planove	69
4. TEHNOLOŠKA I POGONSKA OSNOVA ZA PLANIRANJE NAVODNJAVANJA	72
4.1. Ocjena sadašnjeg stanja poljoprivredne proizvodnje	72
4.2. Organizacija prostora za navodnjavanje	75
4.3. Očekivane potrebe za vodom u novoj strukturi sjetve	77
4.3.1. <i>Potrebe navodnjavanih kultura za vodom</i>	77
4.4. Primjenjivi sustavi za navodnjavanje	84
4.4.1. <i>Postojeće stanje</i>	84
4.4.2. <i>Izbor i značajke sustava navodnjavanja</i>	85
4.5. Ocjena raspoloživih voda za navodnjavanje – bilanca vode	99
4.5.1. <i>Površinske vode</i>	99
4.5.2. <i>Podzemne vode</i>	100
4.5.3. <i>Površine koje je moguće navodnjavati</i>	102
4.6. Identifikacija ograničenja u prostoru	103
4.6.1. <i>Prirodni resursi i krajobraz</i>	103

4.6.2. Sustav obrane od poplava	106
4.6.2.1. Retencijski prostori	106
4.6.2.2. Sustavi melioracijske odvodnje	110
5. PROJEKTNA OSNOVA	112
5.1. Projektna osnova realizacije navodnjavanja	112
5.2. Način zahvata i distribucija vode do korisnika	112
5.3. Konceptcija Plana navodnjavanja	114
5.4. Pripreme zemljišta u svrhu korištenja za navodnjavanje	115
5.4.1. Sadašnje stanje uređenosti zemljišta	115
5.5. Ostala infrastruktura	124
5.6. Orijentacijski troškovi zahvata i distribucije vode do korisnika	125
6. ODRŽAVANJE I UPRAVLJANJE	127
6.1. Organizacijska osnova upravljanja i održavanja sustava za distribuciju vode	127
6.2. Tehnička osnova i obuka	128
6.2.1. Edukacija kadrova za zahvaćanje i distribuciju vode	129
6.2.2. Edukacija kadrova za praćenje i provedbu kontrole navodnjavanja	129
6.2.3. Edukacija vlasnika i korisnika zemljišta - obiteljskih i ostalih poljoprivrednih gospodarstava	130
6.3. Organizacija monitoringa i kontrole stanja vode i tla uvođenjem navodnjavanja	131
6.3.1. Voda	131
6.3.2. Tlo	131
7. PRIJEDLOG DALJNJIH AKTIVNOSTI NA REALIZACIJI PLANA	132
7.1. Prijedlog pilot-projekta navodnjavanja	132
7.2. Prijedlog potrebnih istražnih radova	133
8. KORISTI I ODRŽIVO KORIŠTENJE	135
8.1. Subjekti za realizaciju Plana navodnjavanja	135
8.2. Očekivane koristi i ekonomski pokazatelji realizacije Plana	138
8.2.1. Očekivane ekološke koristi	140
8.3. Modeli ekonomske isplativosti projekata navodnjavanja	141
9. POPIS LITERATURE	152
10. POPIS PRILOGA	153
10.1. Osnovna pedološka karta, M 1:100 000	
10.2. Namjenska pedološka karta, M 1:100 000	
10.3. Karta predviđenih troškova dobave vode, M 1:100 000	
10.4. Karta predloženih načina dobave vode, M 1:100 000	
10.5. Karta pogodnosti tala za navodnjavanje, područje: zapadni dio, M 1:50 000	
10.6. Karta pogodnosti tala za navodnjavanje, područje: istočni dio, M 1:50 000	
10.7. Mehanički sastav tla na području grada Zagreba	
10.8. Fizikalna svojstva tla na području grada Zagreba	
10.9. Kemijska svojstva tla na području grada Zagreba	

1. UVOD

S obzirom na prirodne potencijale Republike Hrvatske, a to su kvalitetna tla, bogati vodni resursi uz klimatske pogodnosti, nedvojbeno je da ih je potrebno koristiti za učinkovitiju poljoprivrednu proizvodnju. Nekonkurentnost današnje poljoprivrede posljedica je niske tehnološke razine proizvodnje, usitnjenosti proizvodnih parcela i niskih prinosa. Učestale su pojave suša, čega se štete u poljoprivredi procjenjuju u milijardama kuna, a istovremeno se nedovoljno navodnjavaju poljoprivredne površine i pri tome koristi zanemariv dio vodnog potencijala. Dio problema koji su povezani s neadekvatnim gospodarenjem prirodnim resursima potrebno je i moguće sustavno riješiti. Stoga je Vlada RH pokrenula *Projekt navodnjavanja i gospodarenja poljoprivrednim zemljištem i vodama u Republici Hrvatskoj*. Cilj je tog projekta prvenstveno poboljšati gospodarenje prirodnim resursima. Očekuje se da će organiziranje infrastrukture u poljoprivredi, okrupnjavanje poljoprivrednih površina, uvođenje navodnjavanja i novih tehnologija proizvodnje, polučiti i učinkovitiju poljoprivrednu proizvodnju. Navedene mjere će, nadalje, potaknuti promjenu strukture proizvodnje uvođenjem dohodovnijih kultura koje danas većinom uvozimo, te će projekt u konačnici rezultirati povoljnim makroekonomskim učinkom.

Projekt navodnjavanja i gospodarenja poljoprivrednim zemljištem i vodama (NAPNAV) usvojilo je Nacionalno povjerenstvo dana 21.10.2005., te Vlada RH (17.11.2005., Klasa: 325-01/04-02/02, Ur.br. 5030116-05-5).

Prema NAPNAV-u, a sukladno i izmijenjenom Zakonu o financiranju vodnog gospodarstva mijenjaju se uloge županija i grada Zagreba (tj. jedinice lokalne samouprave) u ovoj djelatnosti. Naime, jedinice regionalne uprave imaju ulogu koordinacije interesa različitih strana: na jednoj strani zainteresiranih poljoprivrednih proizvođača, a s druge strane institucija koje gospodare javnim dobrima i prirodnim resursima. U postupku provođenja Projekta, županije i grad Zagreb usklađuju pojedinačne zahtjeve s razvojnim planovima i planovima navodnjavanja za tu županiju, te rješavaju niz operativnih zahtjeva vezanih za provedbu NAPNAV-a. Naročiti značaj imaju sljedeće aktivnosti i poslovi u nadležnosti lokalne i regionalne uprave i samouprave: izrada županijskih planova; nominiranje projekata → županijski uredi prikupljaju, rangiraju i predlažu prioritetne projekte; osiguravaju sredstva za sufinanciranje; animiraju korisnike i potiču njihovo udruživanje.

Stoga „Plan navodnjavanja poljoprivrednih površina i gospodarenja poljoprivrednim zemljištem i vodama za područje Grada Zagreba“ predstavlja strateški dokument koji je kvalitetna podloga za planiranje operativnih projekata i programa. Cilj ovog projekta je bio izrada stručne podloge za planiranje izgradnje sustava za navodnjavanje poljoprivrednih površina, da bi se unaprijedila postojeća poljoprivredna proizvodnja, a prirodni resursi koristili na održiv način. Područje grada Zagreba ima značajne površine plodnih poljoprivrednih tala, razvijenu poljoprivredu i bogat vodni potencijal. Grad Zagreb želi unaprijediti poljoprivrednu proizvodnju na svom području, želi uvoditi suvremene tehnologije u uzgoju voća i povrća što znači i u uvjetima navodnjavanja.

2. OPĆI ELEMENTI PLANA

2.1. Razlozi navodnjavanja područja

Plan navodnjavanja Grada Zagreba predstavlja strateški dokument koji je kvalitetna podloga za planiranje operativnih projekata i programa. *Cilj ovog projekta je bio izrada stručne podloge za planiranje izgradnje sustava za navodnjavanje poljoprivrednih površina, da bi se unaprijedila postojeća poljoprivredna proizvodnja, a prirodni resursi iskorištavali na održiv način.*

Navodnjavanje je melioracijska mjera koja ima za cilj nadoknaditi nedostatke vode koji se javljaju pri uzgoju poljoprivrednih kultura, a koji su ograničavajući faktor za postizanje njihovog punog biološkog potencijala. Za primjenu takve mjere osnovni preduvjeti su sljedeći: utvrđena potreba za njezinim provođenjem, kvalitetna tla i dovoljne količine raspoložive kvalitetne vode. Grad Zagreb ima značajne površine plodnih poljoprivrednih tala, razvijenu poljoprivredu i bogat vodni potencijal.

Prosječni prinosi povrćarskih, voćarskih, ali i ratarskih kultura su relativno niski, a oscilacije kroz godine su uglavnom povezane s klimatskim prilikama. Opažanja potvrđuju da se klima mijenja izvan okvira koji se mogu pripisati prirodnoj varijabilnosti. Intenzitet pojava i struktura zabilježenih promjena upućuju na čovjekove aktivnosti kao najznačajnijeg uzročnika globalnog zatopljenja. Jedna od posljedica toga jesu i učestale pojave suša.

Od posljedica suše šira društvena zajednica podnosi velike financijske štete. Otvorena su pitanja da li su se takve štete mogle izbjeći te u kolikoj mjeri smanjiti. Navodnjavanje je svakako jedna od mjera kojom se štete od suše mogu smanjiti, a u nekim područjima i potpuno izbjeći.

Činjenica je i to da Hrvatska ima negativnu vanjsko trgovinsku bilanca poljoprivrednih kultura za koje postoje agroekološki uvjeti za uzgoj. Cilj je svakog društva razvijeno gospodarstvo. Razvijeno gospodarstvo podrazumijeva i razvijenu poljoprivredu. U svim strateškim dokumentima razvoja RH poljoprivreda je stavljena na prvo mjesto, a posebno se naglašava zeleno - plava linija poljoprivrede i turizma kao komplementarnih gospodarskih grana. Primjenom suvremenih održivih tehnologija, uz racionalno korištenje prirodnog bogatstva, očekuje se i razvoj poljoprivrede, te naročito razvoj povrćarske i voćarske proizvodnje, za koje navodnjavanje ima najvažniju ulogu.

Grad Zagreb želi unaprijediti poljoprivrednu proizvodnju na svom području, želi uvoditi suvremene tehnologije u uzgoju voća i povrća što znači i u uvjetima navodnjavanja.

Na pojedinim područjima Grada postoje primjeri tehnološki napredne i dohodovno isplative poljoprivredne proizvodnje. No tu se u pravilu radi o pojedinačnim proizvođačima ili malim skupinama proizvođača na ograničenom prostoru. Njihov daljnji napredak, kao i napredak potencijalnih novih proizvođača potaknutih uspješnim primjerima, ograničen je zbog nedostatka proizvodne infrastrukture, u kojoj je osiguranje vode jedna od temeljnih karika. Sustavi zahvata vode i distribucije vode

za navodnjavanje izuzetno su skupi i njihova ekonomska djelotvornost u pravilu se temelji na ekonomiji obujma. Mali poljoprivredni proizvođači ne raspolažu niti znanjem niti sredstvima za izgradnju ovakvih sustava, pa je potpora države ili lokalne samouprave u tim slučajevima uobičajena u razvijenim zemljama. Djelotvorni sustavi za navodnjavanje osiguravaju cjenovno prihvatljivu vodu, a tehnologije poljoprivredne proizvodnje uz navodnjavanje omogućuju uzgoj dohodovno privlačnih kultura i isplativu poljoprivredu.

Poljoprivredni proizvođači koji primjenjuju suvremenu tehnologiju i proizvode dohodovno izdašnije kulture, odavno su uveli navodnjavanje na svojim površinama.

Podatak da u Hrvatskoj kod 2,12% proizvođača koji navodnjavaju, čak 29,3% svih izvora čini voda iz vodovoda. Izgrađena infrastruktura, ukoliko poljoprivredni proizvođači za to pokažu interes, omogućit će racionalnije korištenje prirodnih resursa u svrhu ostvarivanja dohodovnije poljoprivredne proizvodnje. Sustavi za navodnjavanje, posebno infrastrukturni objekti kao što je vodozahvat, crpne stanice i distribucijski cjevovodi i kanali su skupi zahvati. Poljoprivreda, odnosno poljoprivredni proizvođači danas ne mogu financirati tako skupe zahvate. Praksa je i u većini Europskih zemalja da infrastrukturu financira država.

Do izrade Nacionalnog plana navodnjavanja i gospodarenja poljoprivrednim zemljištem i vodama, u Hrvatskoj nije zabilježena intenzivnija aktivnost države na razvitku i potpori sustavima navodnjavanja. Stoga je izrada plana navodnjavanja grada Zagreba, kao logičnog i nužnog koraka u provedbi nacionalnog plana, doprinos naporima državne i lokalne uprave u stvaranju suvremene i konkurentne poljoprivrede u postojećim prirodnim i društvenim okolnostima.

Uz odgovarajuće prateće aktivnosti, kvalitetna izrada i uspješna provedba Plana navodnjavanja utjecati će na više procesa, od kojih izdvajamo sljedeće:

- podizanje kvalitete odlučivanja na razini lokalne uprave temeljem kvalitetnog planskog dokumenta,
- razvitak tehnologije poljoprivredne proizvodnje i promjena strukture sjetve i sadnje prema dohodovnijim kulturama,
- poboljšanje nadzora nad izvorima i racionalnije korištenje vodnih resursa,
- povećanje atraktivnosti poljoprivredne proizvodnje na područjima pogodnim za navodnjavanje.

2.2. Ekonomske osnove realizacije projekta

Temeljna je svrha navodnjavanja ukloniti ograničenje nedostatka vode u razdoblju vegetacije radi ostvarenja optimalnog razvitka biljnih poljoprivrednih proizvoda. Navodnjavanjem se, dakle, utječe na poboljšanje uvjeta za poljoprivrednu proizvodnju, što treba polučiti pozitivni pomak proizvodnih i ekonomskih rezultata ove proizvodnje. Pozitivni pomaci izravno se ogledaju u stvaranju uvjeta za uvođenje djelotvornijih proizvodnih tehnologija i novih proizvoda u postojećem sustavu poljoprivredne proizvodnje. Konačni je cilj troškovno konkurentna proizvodnja onih

proizvoda koje tržište traži, a za koje su uvođenjem kvalitetnih sustava navodnjavanja stvoreni optimalni proizvodni uvjeti.

Prema podacima o ukupnoj površini, poljoprivrednoj površini i pučanstvu (tablica 1), stanje u Gradu Zagrebu prilično se razlikuje u odnosu na stanje u Republici Hrvatskoj kao cjelini. Poljoprivredne površine u Gradu Zagrebu čine 31,95% ukupne površine, a po jednom stanovniku dolazi 0,0026 hektara ovih površina. Za područje Hrvatske ovi podaci iznose 47,66% i 0,607 hektara po stanovniku. Znatno manja površina po stanovniku razumljiva je obzirom na napućenost Grada Zagreba u odnosu na ukupni prostor Hrvatske. No, u Gradu Zagrebu je povoljnija kvalitativna struktura poljoprivrednih površina, jer oranice čine 60,33%, dok je to u Hrvatskoj 41,18%. S druge strane, pašnjaci u Zagrebu zauzimaju samo 3,10% poljoprivrednih površina, a u Hrvatskoj 40,61%.

Tablica 1. Odabrani podaci o poljoprivrednim površinama i pučanstvu Grada Zagreba - podaci o površinama za 2004. godinu

Opis	Grad Zagreb		Republika Hrvatska	
	broj	struktura	broj	struktura
Poljoprivredna površina ¹⁾ , ha	20.479	100,00%	2.695.037	100,00%
Poljoprivredna površina u ukupnoj površini	31,95%		47,66%	
Poljoprivredna površina po stanovniku, ha	0,026		0,607	
Oranice i vrtovi ²⁾ , ha	12.355		1.109.733	
Oranice i vrtovi u poljoprivrednoj površini		60,33%		41,18%
Voćnjaci, ha	1.258	6,14%	49.329	1,83%
Maslinici, ha	-		16.980	0,63%
Vinogradi, ha	1.246	6,08%	50.075	1,86%
Livade, ha	4.986	24,35%	374.505	13,90%
Pašnjaci, ha	634	3,10%	1.094.415	40,61%

1) Poljoprivredna površina obuhvaća površinu pod oranicama i vrtovima, voćnjacima, maslinicima, vinogradima, livadama i pašnjacima.

2) Površine oranica i vrtova uključuju ukupno zasijanu površinu, površine pod rasadnicima, cvijećem i ukrasnim biljem, površine pod sjemenskim biljem, košaračkom vrbom na oranicama, ugare i neobrađene oranice i vrtove.

Izvor: Statistički ljetopis Republike Hrvatske 2005. godine, DZS RH.

Plan navodnjavanja Grada Zagreba ulazi u razred strateških dokumenata: onih koji moraju dati kvalitetnu osnovu za operativne projekte i programe. Stručne podloge i rezultati sveobuhvatnih analiza tla, klime, izvora voda i postojeće proizvodnje temelj su za određivanje mogućnosti i prioriteta navodnjavanja radi razvitka postojeće ili uvođenja nove poljoprivredne proizvodnje. Potrebe za širenjem navodnjavanja i za izradom plana navodnjavanja proizlaze iz više razloga, od kojih držimo značajnijima sljedeće, i to:

1. Na pojedinim područjima Zagreba postoje primjeri tehnološki napredne i dohodovno isplative poljoprivredne proizvodnje. No, tu se u pravilu radi o pojedinačnim proizvođačima ili malim skupinama proizvođača na ograničenom

prostoru. Njihov daljnji napredak, kao i napredak potencijalnih novih proizvođača potaknutih uspješnim primjerima, ograničen je zbog nedostatka proizvodne infrastrukture, u kojoj je osiguranje vode jedna od temeljnih karika. Sustavi zahvata vode i distribucije vode za navodnjavanje izuzetno su skupi i njihova ekonomska djelotvornost u pravilu se temelji na ekonomiji obujma. Mali poljoprivredni proizvođači ne raspolažu niti znanjem niti sredstvima za izgradnju ovakvih sustava, pa je potpora države ili lokalne samouprave u tim slučajevima uobičajena u razvijenim zemljama. Djelotvorni sustavi za navodnjavanje osiguravaju cjenovno prihvatljivu vodu, a tehnologije poljoprivredne proizvodnje uz navodnjavanje omogućuju uzgoj dohodovno privlačnih kultura i isplativu poljoprivredu.

2. Poljoprivredni proizvođači koji primjenjuju suvremenu tehnologiju i proizvode dohodovno izdašnije kulture, odavno su uveli navodnjavanje na svojim površinama. Na žalost, takvih je proizvođača u Gradu Zagrebu vrlo malo (tablica 2): svega 2,30% od 14.175 poljoprivrednih kućanstava i poslovnih subjekata u poljoprivredi. Ipak to je nešto više od prosjeka za Republiku Hrvatsku. Zbog nedostatka infrastrukture za navodnjavanje, i ovaj mali broj proizvođača na različite se načine snalazi u osiguranju vode za navodnjavanje.

Tablica 2. Poljoprivredna kućanstva i poslovni subjekti s navodnjavanim površinama i prema izvorima vode za navodnjavanje

Ukupan broj jedinica popisa	Republika Hrvatska	Zagrebačka županija	Zagreb
Jedinice popisa s navodnjavanim površinama:	449.896	38.376	14.175
Broj	9.554	196	326
Udjel	2,12%	0,51%	2,30%
<i>Struktura izvora vode za navodnjavanje:</i>			
S podzemnim vodama	25,32%	51,18%	44,13%
S površinskim vodama na posjedu	11,57%	11,37%	8,88%
S površinskim vodama izvan posjeda	33,79%	10,90%	15,47%
Iz vodovoda	29,32%	26,54%	31,52%
Ukupno svi izvori prema popisu	100,00%	100,00%	100,00%

Izvor: Popis poljoprivrede 2003. godine, CD-ROM izdanje, DZS RH 2004.

U takvoj situaciji nije iznenađujuće što se za navodnjavanje u najvećem broju koriste podzemne vode (bunari, 44,13%) i voda iz vodovoda (31,52%). Na razini Hrvatske, kod 2,12% proizvođača koji navodnjavaju, 29,32% svih izvora čini voda iz vodovoda. Kvalitetno rješavanje problematike infrastrukture za navodnjavanje omogućiti će racionalno gospodarenje vodnim resursima, što pozitivno utječe na namjensko korištenje izvorišta pitke vode i smanjenje cijene vode za navodnjavanje, odnosno troškova poljoprivredne proizvodnje.

3. Do izrade Nacionalnog plana navodnjavanja i gospodarenja poljoprivrednim zemljištem i vodama, u Hrvatskoj nije zabilježena intenzivnija aktivnost države na

razvitku i potpori sustavima navodnjavanja. Za poljoprivredu s izuzetno malim površinama po gospodarstvu (1,02 ha po proizvođaču u Gradu Zagrebu, odnosno 2,39 ha u državi) to je izuzetno poražavajuće. Naime, za osiguranje zadovoljavajućeg dohotka s malih površina, nužno je proizvoditi radno i kapitalno intenzivne kulture koje u pravilu zahtijevaju navodnjavanje. Stoga je izrada plana navodnjavanja Grada Zagreba, kao logičnog i nužnog koraka u provedbi Nacionalnog plana, doprinos naporima državne i lokalne uprave u stvaranju suvremene i konkurentne poljoprivrede u postojećim prirodnim i društvenim okolnostima.

2.3. Društvene osnove Plana

Stanovništvo i gospodarstvo Grada Zagreba (tablica 3) u višestruko je manjoj mjeri vezano uz poljoprivredu nego što je to na državnoj razini.

Tablica 3. Stanovništvo, aktivno stanovništvo i zaposleni

Opis	Republika Hrvatska	Zagrebačka županija	Grad Zagreb
Ukupno stanovništvo	4.437.460	309.696	779.145
Ukupno poljoprivredno stanovništvo	246.089	20.694	4.427
- udjel poljoprivrednog u ukupnom stanovništvu	5,55%	6,68%	0,57%
Ukupno aktivno stanovništvo	1.952.619	144.406	356.186
Aktivno poljoprivredno stanovništvo	166.044	14.793	3.092
- udjel aktivnog poljoprivrednog u ukupnom aktivnom stanovništvu	8,50%	10,24%	0,87%
Zaposleni u pravnim osobama svih oblika vlasništva	1.095.643	53.166	322.338
Zaposleni u pravnim osobama u djelatnosti "Poljoprivreda, lov i šumarstvo"	27.137	1.379	2.177
- udjel zaposlenih u djelatnosti "Poljoprivreda, lov i šumarstvo"	2,48%	2,59%	0,68%
Zaposleno aktivno stanovništvo	1.553.643	119.656	296.272
- od toga zaposleno na poljoprivrednim gospodarstvima ¹⁾	140.259	13.472	2.182
- udjel zaposlenih na poljoprivrednim gospodarstvima	9,03%	11,26%	0,74%

¹⁾ Uključuje kategorije: "individualni poljoprivrednici, ne zapošljavaju radnike", "individualni poljoprivrednici, zapošljavaju radnike" i "pomažući član obitelji na poljoprivrednom gospodarstvu"

Izvor: Statistički ljetopis Republike Hrvatske 2004. godine, Tablice: "Poljoprivredno stanovništvo prema aktivnosti i spolu", "Zaposleni u poslovnim subjektima po djelatnostima NKD-a", "Aktivno stanovništvo prema pretežitoj aktivnosti i spolu", CD-ROM izdanje, DZS RH.

Poljoprivrednog stanovništva je prema Popisu stanovništva, kućanstava i stanova 2001. godine u Gradu Zagrebu bilo svega 0,57%, a u državi 5,55%. Aktivnog poljoprivrednog stanovništva je u ukupnom aktivnom bilo 0,87% u Gradu Zagrebu, a 8,5% u državi.

Poslovni subjekti u području poljoprivrede, lova i šumarstva su u Gradu Zagrebu malobrojni (tablica 4). Njihov je udjel u ukupnom broju poslovnih subjekata 0,68%. Ujedno, poslovni subjekti u području A zapošljavaju 0,68% svih zaposlenih u pravnim osobama Grada Zagreba (u državi, ovi poslovni subjekti zapošljavaju 2,47% svih zaposlenih).

I broj zaposlenih aktivnih osoba koje rade na poljoprivrednim gospodarstvima je znatno manji u odnosu na državni prosjek. Takvih je osoba u Gradu Zagrebu 2.182 ili 0,74%, dok ih je na državnoj razini 9,03%.

Tablica 4. Pravne osobe¹⁾ u području A NKD-a (Poljoprivreda, lov i šumarstvo) prema aktivnosti (stanje 31. prosinca 2004.)

Skupine pravnih osoba	Republika Hrvatska		Zagrebačka županija		Grad Zagreb	
	Registrirane	Aktivne	Registrirane	Aktivne	Registrirane	Aktivne
Pravne osobe -ukupno	215.682	96.589	13.339	5.920	68.834	31.683
A Poljoprivreda, lov i šumarstvo:						
- broj	3.673	1.936	305	142	468	200
- udjel	1,70%	2,00%	2,29%	2,40%	0,68%	0,63%

¹⁾ Uključena su i tijela državne vlasti i tijela jedinica lokalne i područne (regionalne) samouprave.

Izvor: Statistički ljetopis Republike Hrvatske 2005. godine, CD-ROM izdanje, DZS RH.

Iz navedenih podataka možemo zaključiti da je poljoprivredna djelatnost Grada Zagreba od manjeg značaja nego što je to u cijeloj državi. Na takav zaključak ukazuju udjel poljoprivrednog stanovništva, zaposlenost i broj poslovnih subjekata. No, ovi nam podaci nisu dovoljni za sagledavanje uloge poljoprivrede, pa i seoskog prostora, na cjelokupni razvitak određenog područja. Zbog njene višedjelatne prirode, značaj poljoprivrede je izuzetan i nezaobilazan jer ova djelatnost izravno ili neizravno utječe na različite segmente prirode, gospodarstva i društva, i to na:

- očuvanje i oblikovanje okoliša,
- očuvanje tradicijskih djelatnosti i vrijednosti pojedinih prostornih cjelina,
- osiguranje sirovina za dio prerađivačke ili uslužne industrije u regiji.

Nadalje, potrebno je uvažavati posebnosti pojedinih dijelova Grada Zagreba u kojima je poljoprivreda od razmjerno veće važnosti za lokalnu zajednicu. To znači da, unatoč razmjerno manjem značaju za prostor, poljoprivreda na pojedinim lokacijama može biti presudni izvor dohotka i zaposlenosti stanovništva. U tom slučaju ona postaje zalag zadržavanja stanovništva na ovim lokacijama, uz jamstvo da će one biti očuvane i uređene za sadašnje i buduće naraštaje. Na takvim lokacijama, ukoliko postoje prirodni uvjeti, potrebno je osigurati i društveno-ekonomske uvjete za uspostavu učinkovitog sustava poljoprivredne proizvodnje. Upravo na tom tragu jest i ideja izrade plana navodnjavanja koji treba biti temelj za uvođenje suvremenih tehnologija proizvodnje koje će omogućiti učinkovitije i kvalitetnije iskorištenje prirodnih resursa, kao i povećanja dohotka od poljoprivrede.

Uz odgovarajuće prateće aktivnosti, kvalitetna izrada i uspješna provedba plana utjecati će na više trendova, od kojih naglašavamo sljedeće:

- jačanje kvalitete odlučivanja na razini lokalne uprave temeljem kvalitetnog planskog dokumenta,
- razvitak tehnologije poljoprivredne proizvodnje i promjena strukture sjetve prema dohodovnijim kulturama,
- poboljšanje nadzora nad izvorima vode za navodnjavanje i racionalnije korištenje vodnih resursa,
- povećanje atraktivnosti poljoprivredne proizvodnje na područjima pogodnim za navodnjavanje.

3. OPĆE KARAKTERISTIKE PODRUČJA

3.1. Uvod

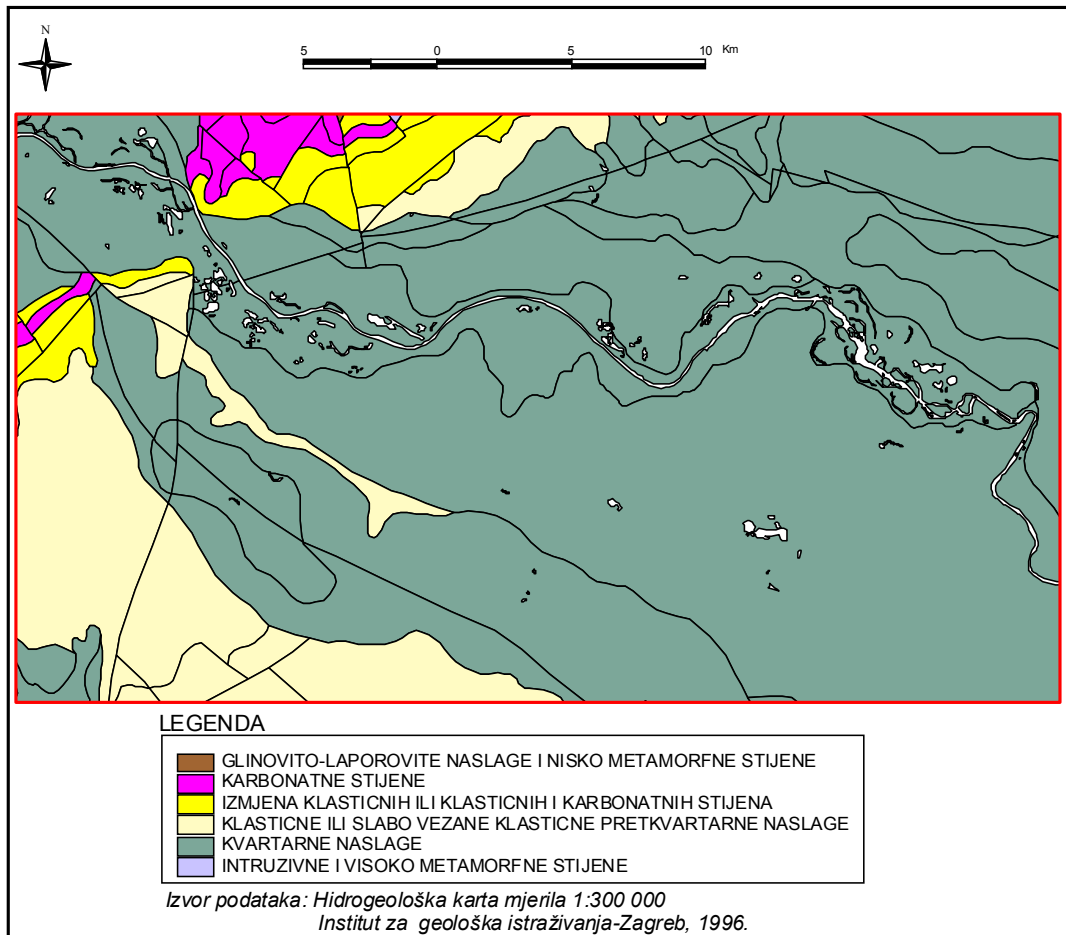
Grad Zagreb zauzima oko 64100 tisuća hektara prostora na kojem živi oko 780 tisuća stanovnika (podaci iz 2001. godine). Prema popisu poljoprivrede iz 2003. godine, poljoprivredne površine zauzimaju 14.493,58 ha, a šume pokrivaju oko 23739 hektara. Prema fiziografskim karakteristikama područje Grada Zagreba je izrazito raznoliko i karakteriziraju je kontrastni pejzaži. Najniži dijelovi područja prostiru se dolinom rijeke Save i dominira dolinski reljef, ali je velikim dijelom zastupljen i brežuljkast (do 200 m n.m.), a manjim niskobrdovit (200-600 m n.m.).

Općenito se mogu izdvojiti tri fiziografske cjeline. Premda su geomorfološke karakteristike područja Medvednice vrlo heterogene, niži južni dijelovi obuhvaćeni ovim istraživanjem izgrađeni su od tercijarnih karbonatnih naslaga lapora i vapnenca. Od dominantnih tipova tala mogu se izdvojiti: regosol, rendzina, eutrično smeđe tlo, a dijelom i luvisol. Premda djelomično zaštićeno u sklopu Parka prirode Medvednica, te na druge načine prostornim i urbanističkim planovima, to je područje intenzivne urbanizacije, a poljoprivredne površine su uglavnom ograničene na okućnice i manje voćnjake i vinograde.

Na prostoru Grada Zagreba u dolini Save postoje značajni resursi tala na kojima se mogu organizirati različiti tipovi poljoprivredne proizvodnje. Intenzitet njihova korištenja je različit: od sitnih tradicionalnih obiteljskih gospodarstava, vikend - poljoprivrednika do poduzetnika, a u posljednje vrijeme i onih koji proizvode na načelima ekološke poljoprivrede. U širem geomorfološkom pogledu istraživano područje pripada gornjem dijelu Posavine, odnosno prvoj geomorfološkoj cjelini – zagrebačkom području Posavlja. Ova geomorfološka cjelina prostire se u desnom zaobalju rijeke Save od samoborskog bazena na zapadu do Turopolja na jugoistoku. S geomorfološkog i hidrološkog aspekta područje predstavlja zasebnu cjelinu, budući da se prostire između rijeka Save i Odre, te rasteretnog kanala Sava–Odra. Mezoreljef područja kao rezultanta aluvijalne geneze prostora obiluje brojnim mrtvajima rijeke Save, inundacijskim fluvijalnim konusima i brojnim zdjelastim depresijama. S geomorfološkog aspekta na ovom dijelu istraživanog područja izdvajaju se dvije cjeline. Prvu čini uzdignuta kolmirana terasa rijeke Save, proteže se duž toka rijeke i različite je širine. U zapadnom dijelu naročito je izražena tzv. druga riječna odnosno holocenska terasa, koja je znatno šira i nastavlja se na pleistocensku terasu koja se širi rubnim južnim dijelovima područja.

Ovo područje čine ekološki naročito osjetljivim aluvijalni vodonosnici, šljunčani nanosi vrlo velike propustljivosti iz kojih se žitelji Grada Zagreba i dijela Zagrebačke županije u najvećoj se mjeri opskrbljuju vodom za piće. Kvarterne fluvijalne naslage sastavljene su od sedimenata različite granulacije, a pjezometarskim praćenjima utvrđeno je da se podzemne vode za niskog vodostaja nalaze na dubini od 4 do 12 m, a za visokog vodostaja 3 do 10 m. Rijeka Sava usjekla je svoje korito u šljunkoviti vodonosnik, pa je rijeka u neposrednoj hidrauličkoj vezi s podzemnim vodama. Iznad šljunkovitog vodonosnika nalaze se polupropusne naslage različitog teksturnog sastava. Debljina

ovog pokrova varira od 0 do 4 odnosno 6 m. S udaljavanjem od Save debljina pokrova raste. Zbog raznovrsnih prirodnih uvjeta iznad vodonosnika su se razvila različita tla, od nerazvijenih do hidromorfni. Dakako, njihova uloga i sposobnost zaštite podzemnih voda je različita, pa se sama zaštita podzemne vode ne može odvojiti i od zaštite tla. Na slici 1 prikazana je hidrogeološka karta doline Save u zagrebačkom području.



Slika 1. Vrste stijena u dolini Save u zagrebačkom području

Hidrološke prilike povezane su naravno s režimom rijeke Save. Hidrologija i vodni režim pedosfere područja ovisi o udaljenosti od obale rijeke, reljefa i teksturne građe matičnog supstrata, kao i samog profila tla. Zajednička je značajka područja da su matični supstrat, te voda svojom dinamikom u matičnim sedimentima, odlučujući čimbenici u stvaranju pedosistematskih jedinica tala. Na taj su način i hidro-, geo- i pedosfera međusobno povezane. Dolinom rijeke Save dominiraju hidromorfna tla različitog režima hidromorfizma. Recentni nanosi uz Savu čine najmlađu riječnu terasu, dok su na mlađoj holocenskoj terasi razvijeni humofluvisoli, aluvijalna, eutrično smeđa na holocenskom nanosu, te močvarno-glejna koja su dijelom i hidromeliorirana.

Istraživanjem je djelomično obuhvaćeno i područje pleistocenske terase s prevladavajućim pseudoglejom na zaravni, pseudoglejom obronačnim, pseudoglejom-glejnom.

3.2. Agroekološki uvjeti proizvodnje

3.2.1. Klimatske karakteristike

Klima, tlo i reljef zajedno određuju poljoprivredno stanište ili agrobiotop. Poljoprivreda je prema tome usko povezana s prirodnim uvjetima i u veliko je ovisna o klimi kao produktu sunčeve energije koja upravlja kruženjem vode i uvjetuje razvitak i normalno funkcioniranje života, biogenih procesa i ciklusa biogenih elemenata. Klima kao parametar ekoloških sustava kopna i oceana i jedan od najvažnijih čimbenika biosfere, predstavlja kompleksni sustav koji utječe na atmosferu, hidrosferu, litosferu, zemljišni pokrivač i cjelokupnost živih organizama.

U svrhu analize osnovnih klimatskih parametara područja Grada Zagreba, korišteni su podaci s meteorološke postaje Maksimir i to za 20 - godišnje razdoblje (1981-2000).

Oborine

Oborine među meteorološkim elementima imaju dominantan utjecaj u biljnoj proizvodnji. Izborom sustava obrade tla i odgovarajućih sustava biljne proizvodnje može se djelomično ublažiti nedostatak oborina u područjima u kojima se javlja njihov deficit, a moguć je i određeni utjecaj u smislu smanjenja negativnog učinka prevelike količine oborina u humidnim i perhumidnim područjima. Rezultati u biljnoj proizvodnji uvelike su povezani s količinom, distribucijom, frekvencijom i intenzitetom oborina.

Na temelju 20 - godišnjeg niza podataka o ukupnim mjesečnim i godišnjim količinama oborina spomenute meteorološke postaje Maksimir, prosječna godišnja količina oborina je iznosila 848 mm (tablica 5). Zanimljivo je da su oborine bile raspoređene na način da je u prvih šest mjeseci palo oko 43% ukupnih oborina (364 mm), a u drugom dijelu godine preostalih 57%, odnosno 483 mm. Najveća prosječna mjesečna količina oborina odnosila se na mjesec lipanj (104 mm). Međutim, mjesec s najvišim kolebanjima po količini oborina bio je kolovoz (standardna devijacija 67 mm). Najmanja prosječna količina oborina javljala se u veljači (39 mm), dok je travanj bio mjesec s najmanjim variranjem po količini oborina u promatranom 20 - godišnjem periodu (standardna devijacija 21,6 mm).

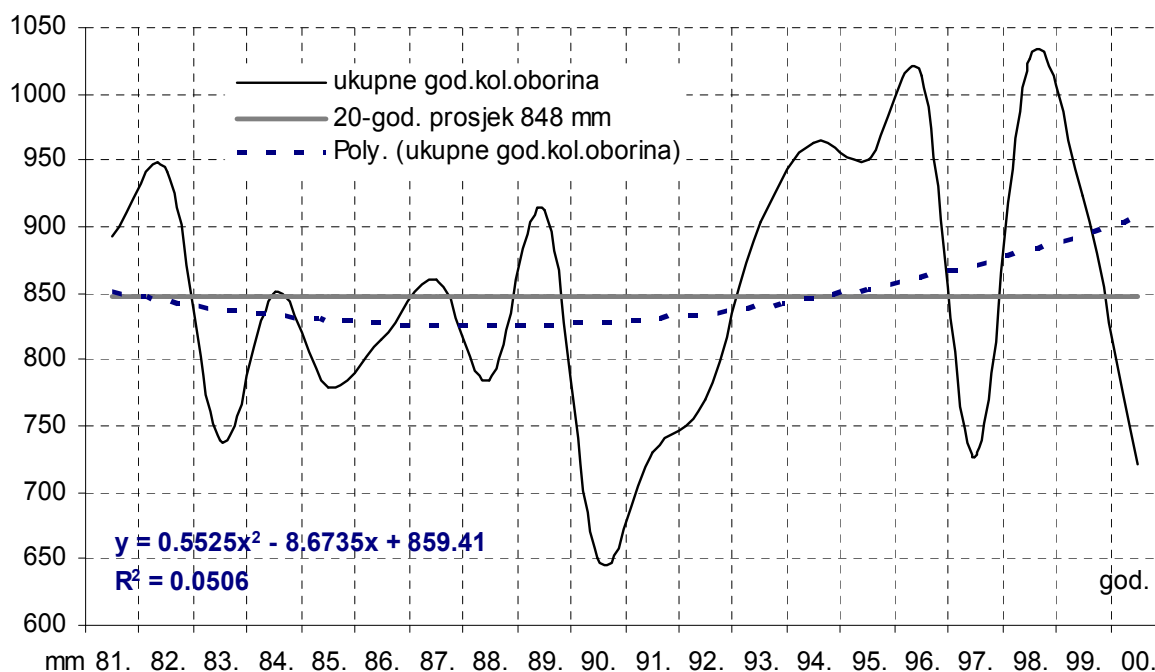
Tablica 5. Mjesečna i godišnja količina oborina na području Zagreba, u mm (1981-2000)

Godina	Mjeseci												Suma
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
1981.	27.7	53.8	67.0	19.3	131.1	133.3	33.9	50.3	122.4	68.6	49.4	136.4	893.2
1982.	17.9	5.5	46.9	53.1	52.5	131.6	72.6	188.7	74.5	126.6	39.5	131.4	940.8
1983.	26.6	77.0	86.0	15.2	69.0	150.0	26.1	71.2	76.1	75.3	30.0	36.3	738.8
1984.	159.9	47.7	31.3	47.4	99.1	79.7	96.0	26.1	110.3	72.1	51.8	30.0	851.4
1985.	32.1	33.7	75.8	67.8	79.1	153.1	37.3	87.5	36.1	3.5	128.8	44.6	779.4
1986.	62.9	54.5	68.2	46.8	57.7	184.2	80.1	79.6	44.1	97.9	8.7	30.4	815.1
1987.	54.4	70.7	36.3	44.5	92.6	70.2	51.6	100.9	98.3	66.0	141.3	32.6	859.4
1988.	52.0	72.9	82.3	75.1	36.9	89.9	28.9	95.2	98.5	104.9	16.4	30.9	783.9
1989.	5.1	28.7	51.6	54.1	90.2	137.8	111.0	262.6	87.9	17.2	30.3	36.6	913.1
1990.	25.7	27.0	67.8	50.2	25.5	75.0	37.8	23.6	97.2	74.1	96.7	49.8	650.4
1991.	44.2	29.0	33.6	45.8	99.9	47.9	67.6	61.1	68.4	81.6	139.8	10.9	729.8
1992.	9.7	39.8	105.0	28.3	22.1	84.8	58.8	13.9	34.7	199.0	112.1	60.8	769.0
1993.	3.3	3.5	21.9	64.8	17.3	85.7	41.7	112.5	150.2	136.5	162.1	103.6	903.1
1994.	31.7	17.7	51.9	107.6	72.7	148.5	81.0	192.3	42.4	111.2	35.2	71.6	963.8
1995.	77.0	71.0	64.3	36.6	76.2	94.3	88.3	172.4	161.8	5.6	43.3	59.1	949.9
1996.	74.3	29.4	8.8	85.9	94.9	62.6	69.2	147.3	180.8	60.7	136.2	63.1	1013.2
1997.	58.0	28.5	30.1	49.6	72.1	87.2	80.7	57.8	21.9	51.4	104.2	85.1	726.6
1998.	17.1	1.5	57.1	68.2	74.9	135.1	134.7	99.2	202.2	123.1	66.3	46.7	1026.1
1999.	47.6	61.8	39.3	63.8	128.4	85.2	100.9	75.7	51.8	99.7	71.0	99.0	924.2
2000.	16.9	25.8	45.7	53.6	39.3	46.6	79.3	10.0	84.9	92.0	109.4	117.7	721.2
Srednjak	42.2	39.0	53.5	53.9	71.6	104.1	68.9	96.4	92.2	83.4	78.6	63.8	847.6
St.dev.	35.4	23.7	23.9	21.6	32.5	39.1	29.5	66.8	50.5	46.2	47.8	36.7	107.3
Maks.	159.9	77.0	105.0	107.6	131.1	184.2	134.7	262.6	202.2	199.0	162.1	136.4	1026.1
Min.	3.3	1.5	8.8	15.2	17.3	46.6	26.1	10.0	21.9	3.5	8.7	10.9	650.4

I iz grafičkog prikaza kretanja ukupnih godišnjih količina oborina za razdoblje od 1981. do 2000. godine se vidi da su oborine bile vrlo varijabilan klimatski parametar (slika 2).

Unutar promatranog razdoblja najsušnija je bila 1990. godina sa ukupnom količinom oborina od samo 650 mm, što je bilo za čak 198 mm ili 23% manje od višegodišnjeg prosjeka (848 mm).

Najvlažnija godina u promatranom razdoblju je bila 1998. s ukupnom količinom oborina od čak 1026 mm, što je za 178 mm ili 21% više od višegodišnjeg prosjeka.



Slika 2. Dinamika ukupnih godišnjih količina oborina na području Zagreba (1981 - 2000)

Temperatura zraka

Pri iznošenju vrijednosti temperature zraka skrećemo pozornost na bilancu topline. Pozitivna radijacija koja se pretvara u toplinu na površini gubi se na različite načine. Dio ulazi u tlo uvjetujući njegovo zagrijavanje. Drugi dio služi za zagrijavanje zraka. Treći dio toplinske konverzije se u prisutnosti vode na površini koristi za isparavanje. Čista radijacija, ako se umanjuje za toplinu koja ulazi u tlo, zatim za toplinu koja ulazi u atmosferu, kao i toplinu koja se gubi na isparavanje, jednaka je nuli. Ukoliko je tlo pokriveno vegetacijom, dio topline gubi se na zagrijavanje biljaka. K tome, dio toplinske energije veže se u procesu fotosinteze. No ovaj dio u usporedbi s drugim tokovima topline tako je mali da ga se može zanemariti. Svi usjevi imaju svoje minimalne, optimalne i maksimalne temperaturne limite za svaki od svojih stadija razvitka. Ovi limiti mogu uvelike varirati. Općenito uzevši, visoke temperature nisu tako štetne kao niske, pod uvjetom da u tlu ima dovoljno vode da bi se spriječilo venučje biljaka.

Neke biljke mogu stradati od niskih temperatura koje su iznad točke smrzavanja uslijed učinka hlađenja. One dovode do smanjenog kretanja vode prema korijenju biljaka pa biljke stoga venu i suše se (fiziološka suša).

Srednja mjesečna i godišnja temperatura zraka

Srednja godišnja temperatura na meteorološkoj postaji Maksimir za promatrano 20 - godišnje razdoblje je iznosila 10,9°C (tablica 6). Prema toplinskim oznakama riječ je o umjereno toploj klimi. Najhladniji mjesec bio je siječanj s prosječnom temperaturom od 0,3°C i s kolebanjima srednje mjesečne temperature od -5,2°C do 3,7°C.

Najmanju količinu toplinske energije Zemlja dobiva od Sunca 22. prosinca, odnosno krajem godine. No ipak, mjesečna temperatura prosinca nije najniža, jer se zagrijavanje provodi primanjem zemljišne topline. Energija koju Zemlja primi od Sunca u siječnju manja je od gubitaka, te se zbog toga u tom mjesecu ona najjače rashladi, što je i uzrok najnižih temperatura.

Srednja mjesečna temperatura najtoplijeg mjeseca - srpnja iznosila je 21,1°C. U našim uvjetima Zemlja primi najveću količinu sunčeve topline 22. lipnja, tj. na dan ljetnog solsticija.

Premda su u lipnju dani najduži, a krajem toga mjeseca je i radijacija najveća, mjesečna temperatura nije tada najviša, nego u srpnju. U ovom mjesecu zrak se zagrijava i terestričkom radijacijom koju šalje ugrijano tlo.

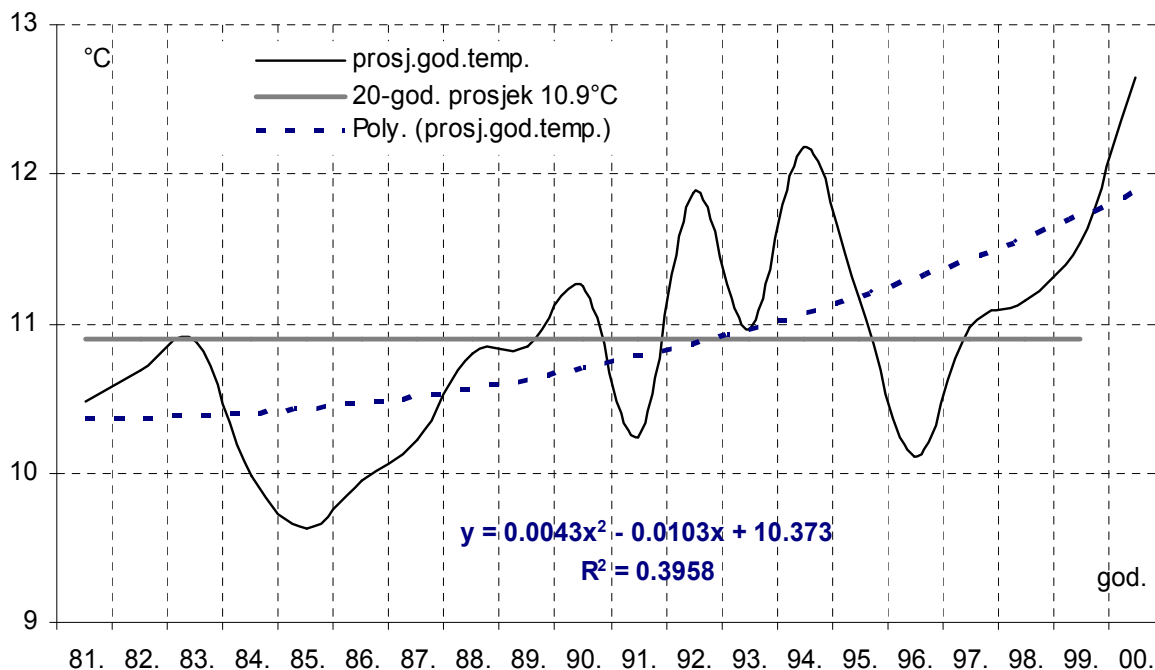
Tablica 6. Srednja mjesečna i godišnja temperatura zraka na području Zagreba, °C (1981-2000)

Godina	Mjeseci												Srednjak
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
1981.	-2.1	0.4	8.8	10.5	15.1	18.9	20.0	19.6	16.5	12.5	4.6	0.9	10.5
1982.	-1.8	-0.5	5.5	8.5	16.0	19.7	21.0	19.4	18.3	11.8	5.9	4.4	10.7
1983.	3.0	-0.5	6.8	13.0	17.1	18.6	22.5	20.2	16.1	10.4	2.6	0.8	10.9
1984.	0.4	0.7	5.2	10.1	14.2	17.4	18.6	18.7	15.7	11.8	5.8	1.2	10.0
1985.	-5.2	-3.6	5.0	10.7	16.6	16.8	20.5	20.1	16.2	9.9	3.4	5.2	9.6
1986.	1.0	-2.9	3.4	11.4	18.0	17.7	19.5	20.6	15.1	9.9	5.6	0.0	9.9
1987.	-3.0	1.8	1.7	11.3	14.0	18.9	22.0	18.6	19.2	11.9	5.1	1.2	10.2
1988.	3.7	3.9	5.8	10.2	16.1	18.3	22.1	20.6	16.1	10.3	1.3	1.2	10.8
1989.	-0.8	4.1	9.3	11.9	15.0	16.9	21.0	20.0	15.8	10.2	3.8	3.0	10.9
1990.	-0.1	6.4	9.3	10.2	16.6	18.6	20.4	20.6	14.6	11.2	5.7	1.4	11.2
1991.	1.8	-1.9	8.6	9.1	12.4	19.1	22.2	20.3	17.2	9.3	6.1	-1.3	10.2
1992.	1.8	4.1	6.6	11.8	16.2	19.7	21.6	24.4	17.3	10.5	7.1	1.4	11.9
1993.	1.3	0.6	5.7	11.9	18.4	19.8	20.8	21.1	15.7	12.0	2.3	1.9	11.0
1994.	3.5	3.0	10.2	11.1	16.1	19.9	22.7	22.1	18.4	9.3	7.8	2.1	12.2
1995.	1.1	5.8	5.6	12.1	15.5	18.1	23.0	19.5	15.1	12.0	4.9	1.4	11.2
1996.	-0.9	-0.7	3.5	10.9	17.1	20.4	19.4	20.0	13.3	11.6	7.9	-1.2	10.1
1997.	-0.9	4.5	6.7	8.2	17.1	20.1	20.6	20.6	16.5	9.5	5.7	3.2	11.0
1998.	3.6	5.0	5.2	12.8	16.0	20.5	21.2	21.1	15.9	11.5	3.8	-2.8	11.2
1999.	0.9	2.1	8.8	12.5	16.7	19.7	21.5	20.7	18.7	11.7	3.6	1.6	11.5
2000.	-1.6	4.6	7.9	14.2	17.5	21.6	20.9	23.0	16.6	13.3	9.2	4.6	12.7
Srednjak	0.3	1.8	6.5	11.1	16.1	19.0	21.1	20.6	16.4	11.0	5.1	1.5	10.9
St.dev.	2.4	3.0	2.3	1.5	1.4	1.3	1.2	1.4	1.5	1.1	2.0	2.0	0.8
Maks.	3.70	6.40	10.20	14.20	18.40	21.60	23.00	24.40	19.20	13.30	9.20	5.20	12.65
Min.	-5.2	-3.6	1.7	8.2	12.4	16.8	18.6	18.6	13.3	9.3	1.3	-2.8	9.6

Za razliku od oborina, vidljivo je i iz grafičkog prikaza da je temperatura bila manje varijabilan klimatski parametar, uz varijacijsku širinu od samo 3°C, te malu standardnu devijaciju od 0,8°C (slika 3).

Prosječno su siječanj i veljača bili mjeseci sa najvećim kolebanjem temperature zraka (standardna devijacija 2,4 - 3°C), dok je mjesec u kojemu je temperatura najmanje

varirala bio kolovoz, sa rasponom temperature od minimalno 9,3°C do maksimalnih 13,3°C.



Slika 3. Dinamika prosječnih godišnjih temperatura zraka na području Zagreba (1981-2000)

Relativna vlaga zraka

Relativna vlaga zraka je vrlo važan bioklimatski čimbenik, budući da zajedno s temperaturom zraka i vjetrom ima veliki ekološki značaj u životu terestričkih organizama.

S bioklimatskog stajališta, smatra se da je zrak vrlo suh ako je relativna vlaga zraka manja od 55%. Ako se relativna vlaga zraka kreće od 55 do 74%, zrak je suh. Kreće li se, pak, u rasponu od 75 do 90%, zrak je umjereno vlažan.

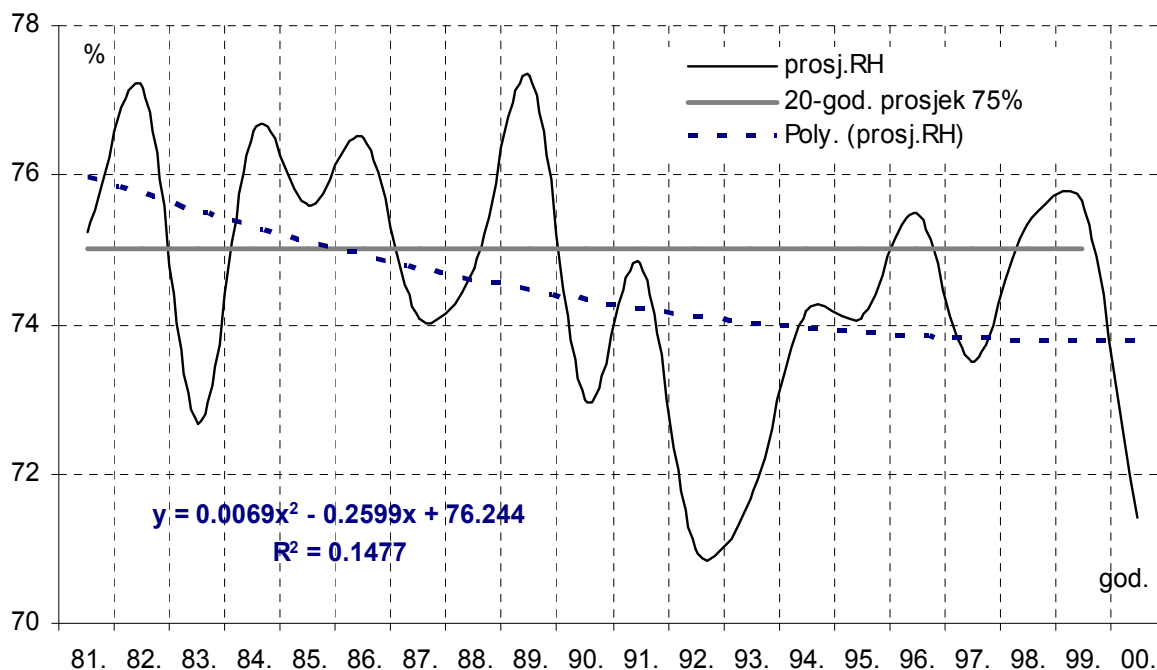
Prema prosječnoj vrijednosti relativne vlage zraka od 75 %, tijekom 20 - godišnjeg razdoblja, ali isto tako i prema prosječnim mjesečnim vrijednostima, istraživano područje pripada kategoriji umjereno vlažnog područja (tablica 7).

Tablica 7. Srednja mjesečna i godišnja relativna vlaga zraka na području Zagreba, % (1981-2000)

Godina	Mjeseci												Srednjak
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
1981.	73	79	73	66	72	73	67	72	82	81	79	86	75
1982.	82	78	69	68	67	71	73	79	82	87	86	84	77
1983.	77	77	71	63	65	68	67	72	73	76	81	82	73
1984.	87	82	65	65	70	69	75	72	79	82	86	87	77
1985.	81	76	82	66	69	74	70	70	74	77	86	82	76
1986.	83	79	80	68	70	75	71	71	75	79	83	84	77
1987.	78	77	66	63	71	69	65	75	72	81	86	86	74
1988.	86	77	69	70	68	70	63	67	78	86	80	83	75
1989.	91	83	69	73	67	76	71	77	82	81	79	79	77
1990.	84	71	62	70	64	72	64	60	77	83	86	83	73
1991.	77	76	72	73	70	67	68	73	76	81	85	80	75
1992.	82	73	69	62	65	67	65	57	64	84	83	81	71
1993.	75	70	62	65	61	65	62	63	80	82	87	88	72
1994.	79	75	69	68	66	68	68	71	76	80	84	86	74
1995.	76	75	69	61	67	73	66	74	82	83	77	86	74
1996.	87	75	68	70	69	64	67	75	81	81	82	87	76
1997.	90	71	67	64	61	70	69	73	72	75	84	86	74
1998.	79	67	66	67	67	73	74	71	80	84	84	92	75
1999.	86	73	67	71	73	69	71	72	77	79	86	84	76
2000.	81	74	67	67	65	56	62	58	74	82	84	87	71
Srednjak	82	75	69	67	67	69	68	70	77	81	83	85	75
St.dev.	5	4	5	3	3	5	4	6	5	3	3	3	2
Maks.	91	83	82	73	73	76	75	79	82	87	87	92	77
Min.	73	67	62	61	61	56	62	57	64	75	77	79	71

Gledajući tijekom godine, mjesec s najvećom količinom vlage u zraku je bio prosinac (85%), dok su travanj i svibanj imali najmanju relativnu vlagu zraka (67%) u promatranom razdoblju.

Također je i tijekom promatranog 20 - godišnjeg razdoblja dinamika relativne vlage zraka bila prilično ujednačena (slika 4) i kretala se u vrlo uskom rasponu (varijacijska širina 6%) od minimalnih 71 % (1992.) do maksimalnih 77 % (1986.).



Slika 4. Dinamika relativne vlage zraka (%) na području Zagreba (1981-2000)

Brzina vjetra

Utjecaj vjetra u poljoprivrednoj proizvodnji je višestruk. S obzirom na to da vjetar predstavlja vrtložno i turbulentno strujanje zraka, njegovim djelovanjem se izmjenjuje temperatura, ugljični dioksid i vodena para u atmosferi, te ubrzava prijenos polena, spora i sjemena. Slabiji do umjereni vjetrovi će povoljno djelovati na fotosintezu jer će ubrzati dotok ugljičnog dioksida do biljaka, dok jači vjetrovi mogu nepovoljno djelovati u smislu povećane evapotranspiracije.

Vjetar je moguće definirati smjerom, brzinom i jačinom. Smjer vjetra nam govori od kuda vjetar puše i općenito se može reći da je vjetar usmjeren od polja višeg ka nižem tlaku zraka. Brzina vjetra također ovisi o polju tlaka zraka tako da su područja na kojima su te razlike na maloj udaljenosti velike izloženi jakim i olujnim vjetrovima, a na području kao što je to slučaj oko Zagreba u kojem prevladava mali gradijent tlaka zraka ti su vjetrovi slabiji.

Jačina vjetra se ocjenjuje bez instrumenta, te između nje i brzine postoji funkcionalna veza. Jačina vjetra se ocjenjuje po Beaufortovoj skali koja ima raspon od 0 do 12 stupnjeva. Tako primjerice 0. stupnjeva predstavlja tišinu, 1. stupanj – lagan povjetarac (lahor), a 12. stupanj – orkan. Brzina vjetra se može odrediti izravno samo pomoću anemometra. Prema podacima iz tablice 8, promatrano područje ima prosječnu brzinu vjetra od samo 1,4 m/s što ga svrstava u područja u kojima prevladava povjetarac.

Tablica 8. Srednja mjesečna i godišnja brzina vjetra (m/s) na području Zagreba (1981-2000)

Godina	Mjeseci												Srednjak
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
1981.	1.9	1.7	2.0	2.0	1.7	2.0	1.5	1.7	1.5	1.5	1.5	1.5	1.7
1982.	1.7	1.5	2.4	2.2	1.7	1.5	1.2	1.2	1.0	1.5	1.4	1.9	1.7
1983.	1.5	1.9	1.9	2.2	1.9	1.7	1.2	1.1	1.7	1.4	1.4	1.7	1.5
1984.	1.5	2.5	2.7	2.7	2.0	1.7	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.4	1.7
1985.	1.1	1.5	1.5	2.4	1.4	1.7	1.4	1.5	1.1	1.4	1.4	1.5	1.5
1986.	1.2	2.2	1.1	1.7	1.4	1.4	1.1	1.2	1.1	1.1	1.1	1.4	1.4
1987.	1.7	1.2	2.4	1.9	1.7	1.4	1.2	1.0	1.2	1.2	1.1	1.0	1.4
1988.	1.0	1.5	1.4	1.7	1.5	1.2	1.2	1.2	0.8	0.5	1.1	1.0	1.2
1989.	0.5	1.1	1.5	1.4	1.7	0.7	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	1.2	1.1
1990.	0.8	1.4	1.7	1.5	1.2	1.1	1.5	1.1	0.8	1.1	1.1	1.7	1.2
1991.	1.7	1.2	1.9	1.7	2.0	1.7	1.7	1.2	1.2	1.4	1.2	1.2	1.5
1992.	1.4	1.4	1.7	2.2	2.0	1.9	1.5	1.4	1.4	1.5	1.4	1.7	1.5
1993.	1.7	1.4	2.4	1.5	2.4	1.7	1.7	1.4	1.4	1.4	1.5	1.4	1.7
1994.	1.2	2.0	1.4	1.7	1.7	1.5	1.2	1.1	1.1	1.2	1.0	1.2	1.4
1995.	2.0	1.2	2.0	1.7	1.7	1.2	1.4	1.1	1.2	0.8	1.4	1.5	1.4
1996.	1.0	1.4	1.9	1.4	1.5	1.5	1.2	1.1	1.2	1.1	1.2	1.2	1.2
1997.	1.2	1.7	1.9	2.4	2.2	1.2	1.1	1.1	1.0	1.5	1.1	1.2	1.4
1998.	2.0	1.2	2.0	1.7	1.7	1.2	1.2	1.2	1.2	1.1	1.5	1.0	1.4
1999.	1.9	1.5	1.7	1.2	1.2	1.1	1.2	1.0	1.0	0.8	1.0	1.1	1.2
2000.	1.0	1.2	1.5	1.4	1.4	1.4	1.4	1.1	1.0	1.4	1.1	0.8	1.2
Srednjak	1.4	1.5	1.8	1.8	1.7	1.4	1.3	1.2	1.2	1.2	1.2	1.3	1.4
St.dev.	0.4	0.4	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.3	0.2	0.3	0.2
Maks.	2.0	2.5	2.7	2.7	2.4	2.0	1.7	1.7	1.7	1.5	1.5	1.9	1.7
Min.	0.5	1.1	1.1	1.2	1.2	0.7	1.1	1.0	0.8	0.5	1.0	0.8	1.1

Insolacija

Trajanje insolacije u najjužoj je vezi s naoblakom. Oblaci, naime, onemogućuju pritjecanje direktnih sunčanih zraka, pa samim tim smanjuju trajanje insolacije. Vrijednosti srednjih mjesečnih i godišnjih suma sati trajanja sijanja sunca za promatrano 20 - godišnje razdoblje prikazane su u tablici 9. Prosječna godišnja vrijednost broja sati sijanja sunca za područje Zagreba je iznosila ukupno 1971 sati godišnje. Najveći broj sati sijanja sunca u prosjeku je imao mjesec srpnju (292 sata), dok je mjesec sa najmanje sati trajanja insolacije bio prosinac, sa samo 49 sati.

Tablica 9. Srednje mjesečne i godišnje sume sisanja sunca na području Zagreba, sati (1981-2000)

Godina	Mjeseci												Suma
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
1981.	121.7	112.7	140.4	208.1	229.1	251.5	280.2	240.5	140.0	107.9	101.3	34.0	1967.4
1982.	28.3	92.7	142.3	146.8	234.8	235.6	245.7	235.7	197.0	85.0	45.4	25.5	1714.8
1983.	88.8	109.5	137.5	183.4	234.4	248.0	317.9	226.3	217.7	184.9	59.4	64.2	2072.0
1984.	50.4	36.6	122.4	130.8	173.6	247.0	262.7	248.7	180.2	134.2	81.7	14.4	1682.7
1985.	49.3	98.9	82.7	181.7	251.5	196.5	312.6	284.2	253.2	148.8	28.7	66.7	1954.8
1986.	69.7	39.0	93.8	154.9	264.9	196.6	273.2	282.3	214.8	166.3	80.8	36.2	1872.5
1987.	53.0	78.7	165.9	206.6	191.8	240.1	326.7	230.7	219.9	95.4	45.6	40.4	1894.8
1988.	48.1	93.6	124.1	176.4	191.8	240.4	330.6	292.1	181.6	97.5	85.3	89.5	1951.0
1989.	26.3	51.7	182.8	131.2	213.9	191.6	262.3	216.1	163.9	183.0	128.5	86.3	1837.6
1990.	52.0	177.6	204.7	154.7	251.6	204.9	301.3	306.1	176.6	133.3	37.3	27.1	2027.2
1991.	83.5	124.9	116.4	156.2	185.2	274.7	276.6	254.3	213.6	120.6	48.4	84.4	1938.8
1992.	71.4	127.8	143.8	186.7	283.0	221.8	302.4	347.3	256.4	86.6	65.4	40.1	2132.7
1993.	103.0	132.2	143.6	185.2	278.8	251.9	303.6	278.3	162.6	114.8	23.2	43.2	2020.4
1994.	94.1	96.6	182.3	169.2	239.5	249.6	335.7	292.3	212.9	137.3	47.7	67.5	2124.7
1995.	67.2	123.0	123.7	198.9	232.2	235.9	327.8	249.9	153.1	159.3	73.2	7.8	1952.0
1996.	29.5	99.7	120.2	164.1	244.9	290.8	279.2	249.5	123.3	98.8	91.1	52.1	1843.2
1997.	10.2	158.9	189.3	192.0	299.5	249.9	261.1	266.0	276.0	128.7	56.7	42.3	2130.6
1998.	95.9	169.9	174.2	189.6	271.0	249.7	288.5	283.5	148.0	101.4	52.6	35.4	2059.7
1999.	53.0	127.6	155.1	157.0	231.1	247.6	262.6	237.1	205.4	146.0	44.0	61.2	1927.7
2000.	78.4	151.4	162.8	198.2	298.2	348.7	284.4	321.1	202.8	120.1	87.4	64.3	2317.8
Srednjak	63.7	110.2	145.4	173.6	240.0	243.6	291.8	267.1	195.0	127.5	64.2	49.1	1971.1
St.dev.	28.9	39.4	32.0	23.3	36.4	35.4	27.1	34.3	40.4	30.3	26.5	23.3	148.9
Maks.	121.7	177.6	204.7	208.1	299.5	348.7	335.7	347.3	276.0	184.9	128.5	89.5	2317.8
Min.	10.2	36.6	82.7	130.8	173.6	191.6	245.7	216.1	123.3	85.0	23.2	7.8	1682.7

Klimadijagram prema Walteru za područje Zagreba

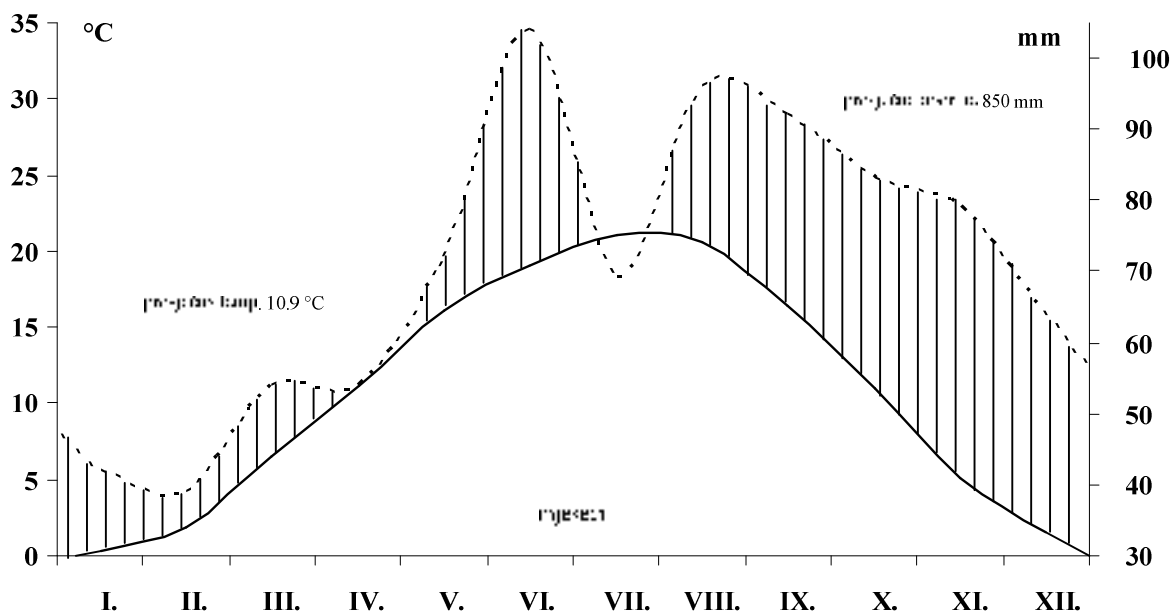
U svrhu potpunijeg razumijevanja, uvodno želimo iznijeti neke osnovne značajke ovakvog načina prikazivanja klime, koji se danas uvelike koristi u vegetacijske, ekološke i poljoprivredne svrhe. Kao prvo, treba naglasiti da ovaj način prezentiranja klime ukazuje na njen sezonski tok. Klimatski dijagrami sadrže samo najbitnije podatke s ekološke točke motrišta. Oni, dakle, pokazuju ne samo vrijednosti temperature i oborina već trajanje i intenzitet relativno humidnih i relativno aridnih sezona, trajanje i oštrinu zime, te mogućnost kasnih ili ranih mrazeva. Aridnost ili humidnost različitih sezona može se također očitati iz klimadijagrama korištenjem skale 10°C temperature zraka = 20 mm, odnosno 30 mm oborina (1:2, 1:3). Krivulja potencijalne evapotranspiracije može se na taj način poistovjetiti s krivuljom temperature, a njenim kompariranjem s krivuljom oborina mogu se dobiti određene predodžbe o bilanci vode.

Humidnost je prikazana kad je krivulja oborina iznad krivulje temperature. Odnos 10°C = 30 mm oborina dobro se podudara s vremenskim uvjetima humidnijih klimatskih zona, dok je odnos 10°C = 20 mm primjereniji aridnijim područjima. Klimadijagrami

su vrlo prikladni za označavanje homoklimata, tj. područja sa sličnom ili gotovo identičnom klimom. Drugim riječima, prikazivanje klime pomoću klimadijagrama omogućuje zorno uočavanje nekih za poljoprivredu vrlo značajnih meteoroloških elemenata.

U svrhu lakšeg razumijevanja, navodima da su na apscisi klimadijagrama ucrtani mjeseci u godini, a na ordinatama skala temperature i oborina je u mjerilu 1 : 3. Krivulja temperature ucrtana je kao puna, a krivulja oborina kao isprekidana linija.

Iz klimadijagrama se može, dakle, saznati da li postoji humidno razdoblje u godini i koliko ono traje (okomite linije), a također da li postoji sušno razdoblje, kada je linija temperature iznad linije oborina (prazno polje). Na slici 5 prikazan je klimadijagram prema Walteru za područje Zagreba za promatrano razdoblje od 1981. do 2000. godine.



Slika 5. Klimadijagram po Walteru za područje Zagreba (1981-2000)

Ovako prikazani važniji meteorološki elementi i agroklimatski pokazatelji omogućuju da se dobije dovoljno egzaktni uvid u osnovne agroklimatske značajke promatranog područja. Ipak, mora se, zbog objektivnosti, imati na umu da su srednje vrijednosti pokazatelji vrlo ograničene vrijednosti za potrebe poljoprivrede, koja treba biti temeljena na stabilnim, konzistentnim prinosima i visokoj produktivnosti. U poljoprivredi su česte agrometeorološke averzije koje umanjuju prinose, tako da gotovo svake godine možemo računati s većim ili manjim aberacijama važnijih meteoroloških elemenata. Sve poljoprivredne kulture imaju odgovarajuća prirodna ograničenja klime izvan kojih ne mogu rasti i normalno se razvijati.

Rast i razvoj biljaka pod utjecajem je svih čimbenika koji karakteriziraju poljoprivredni proizvodni prostor. Naravno, niti jedan čimbenik ne djeluje izolirano, odnosno, niti jedan ne dolazi do izražaja sam za sebe, već se javlja interakcijsko djelovanje svih čimbenika na određenoj razini, te s većim ili manjim intenzitetom. S tog aspekta treba promatrati i pojedine meteorološke elemente koji su obrađeni u ovom poglavlju.

Suvremeni sustavi gospodarenja odnosno eksploatacije poljoprivrednog staništa, omogućuju i određeni utjecaj na klimu kao jednu od njegovih komponenti.

3.2.2. *Pedološke značajke*

3.2.2.1. *Procjena pogodnosti poljoprivrednog zemljišta za navodnjavanje*

U ovome dijelu izvršena je namjenska interpretacija podataka u smislu procjene pogodnosti tla za navodnjavanje, odnosno poljoprivrednog zemljišta, kao šireg pojma vrednovanja tla. U daljnjem tekstu prvo se prikazuje koncepcija i korišteni kriteriji za procjenu pogodnosti zemljišta za navodnjavanje, a zatim rezultati procjene sistematskih i kartiranih jedinica tla.

Koncepcija i kriteriji procjene

Poljoprivredno zemljište kao predmet procjene obuhvaća fizikalni prostor, dakle pored pedosfere obuhvaća i atmosferu (klimu), reljef, geologiju (matični supstrat), hidrogeološke uvjete, hidrosferu (površinske i/ili podzemne vode), te rezultate prošle i sadašnje aktivnosti čovjeka (hidromelioracije, duboka obrada, i dr.), sve naravno u opsegu njihova utjecaja na pogodnost zemljišta.

Procjena pogodnosti poljoprivrednog zemljišta izvršena je prema kriterijima i normativima danim u okviru FAO metode procjene zemljišta (FAO 1976) te izvršenoj modifikaciji (Vidaček, 1981). U sklopu procjene pogodnosti prvo je izvršena procjena sadašnje pogodnosti sistematskih jedinica tla na način da su pojedine sistematske jedinice svrstane **u redove, klase i potklase pogodnosti za navodnjavanje**. Sadašnja pogodnost kartiranih jedinica tla izvršena je zatim na temelju utvrđene pogodnosti pojedinih sistematskih jedinica tla.

Redovi određuju pogodnost (P) ili nepogodnost (N) tla odnosno zemljišta. Red pogodno (P) uključuje tla na kojima navodnjavanje daje prema stupnju pogodnosti dobit i opravdava ulaganja bez štetnih posljedica. Red nepogodno (N) uključuje tla koja su privremeno ili trajno nepogodna za primjenu održivog navodnjavanja.

Klase određuju stupanj pogodnosti prema slijedećem:

Klasa P-1: pogodna tla bez značajnih ograničenja za navodnjavanje ili s ograničenjima koja neće značajno utjecati na produktivnost, dobit i primjenu navodnjavanja.

Klasa P-2: umjereno pogodna tla, s ograničenjima koja umjereno ugrožavaju produktivnost, dobit i primjenu navodnjavanja.

Klasa P-3: ograničeno pogodna tla, s ograničenjima koja znatno ugrožavaju produktivnost, dobit i primjenu navodnjavanja.

Klasa UP: uvjetno pogodna tla, u hidrološki povoljnim godinama i/ili vegetacijskom razdoblju bez suvišne vode u tlu dužeg trajanja

Klasa N-1: privremeno nepogodna tla, s ograničenjima koja u postojećem stanju isključuju tehnološki i/ili ekonomski opravdanu primjenu navodnjavanja.

Klasa N-2: trajno nepogodna tla, s ograničenjima koja isključuju bilo kakvu mogućnost tehnološki i/ili ekonomski opravdanu primjenu navodnjavanja.

Potklase pogodnosti i nepogodnosti određuju dominantne odnosno najvažnije vrste i intenzitete ograničenja tla za navodnjavanje, uvažavajući zahtjeve intenzivne poljoprivredne proizvodnje u uvjetima navodnjavanja. Osim pedoloških i hidropedoloških značajki, uvažavaju se i moguća ograničenja vezana uz značajke terena (reljefa). Vrste korištenih ograničenja koja određuju potklase pogodnosti ili nepogodnosti tla za navodnjavanje su slijedeća:

Reljefni oblici (r): r ₁ brežuljci, r ₂ gore	Hranjiva (h): slaba opskrbljenost <10mg/100 g tla;
Vertičnost (vt): >35% gline;	Dreniranost (dr): dr ₀ slaba; dr ₁ vrlo slaba;
Nagib terena (n): >15%;	Efektivna dubina tla (ed): ed ₁ <15 cm, ed ₂ <30cm;
Visoka razina podzemne vode (pv);	Humus (hu): < 1%;
Stagnirajuće oborinske vode (sv);	Zbijenost (z);
Poplave (p);	Troškovi održavanja plodnosti tla (t)
Kiselost (k): <5,5 pH u vodi;	

3.2.2.2. Sadašnja i potencijalna pogodnost poljoprivrednog zemljišta za navodnjavanje

Na temelju kriterija procjene navedenih ranije, te značajki i svojstava pojedinih sistematskih jedinica tla koje se javljaju na poljoprivrednom zemljištu, izvršena je procjena njihove sadašnje i potencijalne pogodnosti za navodnjavanje, a rezultati su prikazani u tablici 10.

Naime, sadašnja pogodnost utvrđena je na temelju dominantnih ograničenja, sukladno kojima su preporučene mjere popravke tla u vidu agro i hidromelioracija. Uz pretpostavku otklanjanja navedenih ograničenja utvrđena je i potencijalna pogodnost tla za navodnjavanje.

Tablica 10. Sadašnja i potencijalna pogodnost tla – poljoprivrednog zemljišta za navodnjavanje Grada Zagreba

Tip tla	Niža sistematska jedinica	Sadašnja pogodnost*	Mjere uređenja	Potencijalna pogodnost	Površina ha
Automorfna tla					
KOLUVIJ	karbonatni, neoglejeni	P-1, h, hu	Agromelioracije	P-1	22,9
	karbonatni, oglejeni	P-3, pv, h, hu	Hidro i agromelioracije	P-1	155,8
	aluvijalno-koluvijalni, neoglejeni, karbonatni	P-1, h, hu	Agromelioracije	P-1	365,0
	aluvijalno-koluvijalni, oglejeni, karbonatni	P-3, pv, h, hu	Hidro i agromelioracije	P-1	421,5
SIROZEM	na laporu	N-2, ed ₁ , n, r ₁	--	N-2	777,0
RENDZINA	na mekim vapnencima, karbonatna	N-2, n, ed ₁	--	N-2	2362,7
	na laporu karbonatna	P-3, n, h, ed ₂	Agromelioracije	P-2, n	252,0
	na laporu koluvijalna	P-3, n, h	Agromelioracije	P-2, n	1167,1
	na laporu izlužena	P-3, n, h	Agromelioracije	P-2, n	788,0
	na aluvijalnom nanosu	P-1, ed ₂ , h	Agromelioracije	P-1	2019,4
	na dolomitu	N-2, ed ₁ , n, r ₁	--	N-2	26,0
SMONICA	na laporu, karbonatna	N-2, n, ed ₁ , vt	--	N-2	333,8
	na laporu, nekarbonatna	N-2, n, ed ₁ , vt	--	N-2	76,2
	na mekim vapnencima, nekarbonatna	N-2, n, ed ₁ , vt, r ₁	--	N-2	65,0
SMEĐE TLO NA VAPNENCU	tipično	N-2, n, ed ₁ , r ₁	--	N-2	44,8
EUTRIČNO SMEĐE	tipično, na laporu	P-2, n, h	Agromelioracije	P-2, n	350,3
	na laporu vertično	P-3, n, ed ₂ , vt	--	P-3, n, vt	65,3
	na aluvijalnim nanosima	P-1, h	Agromelioracije	P-1	123,6
DISTRIČNO SMEĐE	na škriljcima	N-2, n, ed ₁ , k, r ₁	--	N-2	85,7
	na brusilovcima	N-2, n, ed ₁ , k, r ₁	--	N-2	58,5
	na pješćenjacima	N-2, n, ed ₁ , k, r ₁	--	N-2	35,5
	na ilovinama i glinama pseudoglejno	P-2, h, k, z	Agromelioracije	P-1	613,3
	na ilovinama i glinama tipično	P-2, h, k	Agromelioracije	P-1	31,1
LESIVIRANO TLO	tipično, na vapnencu i dolomitu	N-2, n, ed ₁ , r ₁	--	N-2	158,8
	akrično na vapnencu	N-2, n, ed ₁ , r ₁	--	N-2	14,1

	tipično na laporu	P-2, n, k, h,	Agromelioracije	P-2, n	77,9
	tipično na ilovinama s podlogom gline	P-2, n, k, h	Agromelioracije	P-1	409,8
	akrično na ilovinama s podlogom gline	P-2, n, k, h	Agromelioracije	P-2, n	170,1
RIGOLANA TLA	vinograda (od rendzine na laporu)	P-2, n, ed ₂	Agromelioracije	P-2, n	770,9
Hidromorfna tla					
PSEUDOGLEJ	obronačni	P-3, sv, dr ₁ , ed ₂ , z	Hidro i agromelioracije	P-2, z, t	2988,5
	na zaravni	P-3, sv, dr ₀ , ed ₂ , z	Hidro i agromelioracije	P-2, z, t	3690,7
PSEUDOGLEJ- GLEJ	distrični i eutrični	P-3, sv, pv, dr ₁ , ed ₂ , z ili UP, dr ₁ , ed ₂ , z, h	Agro i hidromelioracije	P-2, z, t	683,1
ALUVIJALNO LIVADNO	karbonatno	P-1, h	Agromelioracije	P-1	1723,5
	nekarbonatno	P-1, h	Agromelioracije	P-1	200,9
ALUVIJALNO	karbonatno, neoglejeno	P-1, h, hu, ed ₂	Agromeioracije	P-1	1421,7
	karbonatno, oglejeno	P-3, pv, h, hu	Hidro i agromelioracije	P-1	570,2
MOČVARNO GLEJNO	hipoglejno, mineralno, karbonatno	N-1, pv, h ili UP, h	Hidro i agromelioracije	P-1	1706,8
	hipoglejno, mineralno, nekarbonatno	N-1, pv, h ili UP, h	Hidro i agromelioracije	P-1	423,5
	amfiglejno, mineralno, nekarbonatno	N-1, pv, sv, dr ₁ , ed ₂ , z ili UP, dr ₁ , ed ₂ , z	Hidro i agromelioracije	P-2, dr ₁ , t	165,9
	amfiglejno, mineralno, nekarbonatno vertično	N-2, pv, sv, dr ₀ , ed ₁ , vt	--	N-2	726,6
	amfiglejno, mineralno, karbonatno	N-1, pv, sv, dr ₁ , ed ₂ , z ili UP, dr ₁ , ed ₂ , z	Hidro i agromelioracije	P-2, dr ₁ , t	448,4
Ukupno za poljoprivredno zemljište					26.592,0
Naselja					16.363,0
Vodene površine					605,0
Šume					20.540,0
SVEUKUPNA POVRŠINA					64,100,0

* uvažavajući pretežno samo dominantna ograničenja

S obzirom na sadašnju pogodnost, dobro pogodna tla za navodnjavanje (P-1 klasa pogodnosti) obuhvaćaju ona tla kod kojih nema značajnijih ograničenja ili su ta ograničenja vrlo niskog intenziteta, koja se manifestiraju pretežno samo u nedostatku humusa, hraniva, dakle biljno-hranidbenom potencijalu, ili su tla osrednje zbijena. U takva tla svrstana su koluvijalna karbonatna neoglejena tla, aluvijalno-koluvijalna karbonatna neoglejena tla, rendzina na holocenskom nanosu, eutrično smeđa tla na holocenskom nonosu, zatim aluvijalno livadna tla i aluvijalna neoglejena tla.

Umjereno pogodna tla za navodnjavanje (P-2 klasa pogodnosti) obuhvaćaju ona tla kod kojih se kao ograničenja mogu javljati nedostatak hraniva, manji sadržaj humusa, slabiji intenzitet suvišnog vlaženja povezan s nešto lošijom profilnom dreniranošću, blagi nagib terena te povećana kiselost tla. U navedena tla istraživanog područja svrstana su eutrično smeđa tipična tla na laporu, distrično smeđa tla na ilovinama i glinama, lesivirana tla na laporu i ilovinama, te rigolana tla vinograda na laporu.

Ograničeno pogodna za navodnjavanje (P-3 klasa pogodnosti), obuhvaćaju tla sa znatnim i ozbiljnim ograničenjima. Kao glavna ograničenja javljaju se veći nagibi terena, vlaženje stagnirajućom oborinskom vodom, lošija profilna dreniranost, manja ekološka dubina tla te povećana kiselost. U navedenu klasu pogodnosti svrstana su koluvijalna oglejena tla, rendzina na laporu, eutrično smeđa tla na laporu vertična, pseudoglejna i pseudoglej-glejna tla, te aluvijalno oglejena tla.

Privremeno nepogodna tla (N-1 klasa pogodnosti) za navodnjavanje obuhvaćaju tla sa izrazitim ograničenjima koja se prije svega javljaju u vidu prekomjernog vlaženja visokom podzemnom vodom, te nepotpunom dreniranošću tla. To su sva hidromorfna tla iz glejne klase (hipoglejna i amfiglejna tla koja nisu vertična). Napominjemo da je navedena ograničenja moguće uspješno otkloniti hidromelioracijskim zahvatima nakon čega ta tla postaju pogodna za navodnjavanje. Ova tla su ujedno i uvjetno pogodna tla, u hidrološki povoljnim godinama i/ili vegetacijskom razdoblju bez suviše vode u tlu dužeg trajanja.

Trajno nepogodna tla (N-2 klasa pogodnosti) za navodnjavanje obuhvaćaju tla s vrstom i intenzitetom ograničenja koja se melioracijskim zahvatima ne mogu u potpunosti otkloniti, te ih stoga nije ni potrebno meliorirati budući da te mjere nisu ekonomski isplative. Glavna ograničenja kod ovih tala javljaju se u vidu plitke ekološke dubine, nepovoljnih formi reljefa i povremenih poplavnih voda. U ovu klasu svrstani su sirozemi na laporu, rendzine na mekim vapnencima i dolomitima, smonica, smeđa tla na vapnencima, distrično smeđa tla na škriljcima, brusilovcima i pješćenjacima, lesivirana tla na vapnencima i dolomitima, te močvarno glejna amfiglejna vertična tla.

Na temelju navedenih rezultata sadašnje pogodnosti pojedinih sistematskih jedinica tla za navodnjavanje (tablica 10) uz uvažavanje reljefnih značajki kartiranih jedinica tla u kojima se javljaju, izvršena je daljnja procjena pogodnosti zemljišta za navodnjavanje spomenutih kartiranih jedinica. Rezultati tako izvršene procjene pogodnosti za kartirane jedinice tla prikazani su u tablici 11.

Temeljem prikazanih rezultata izrađena je zatim karta sadašnje pogodnosti zemljišta za navodnjavanje na području grada Zagreba.

Inventarizacijom površina na temelju spomenute karte pogodnosti zemljišta za navodnjavanje, utvrđeno je da na istraživanom području postoje vrlo vrijedni zemljišni resursi, od čega znatan dio ima dobru i umjerenu sadašnju pogodnost za navodnjavanje. Ovdje se posebno naglašava da je moguće uz pretpostavku otklanjanja utvrđenih ograničenja izvođenjem agro ili/i hidromelioracija, izvršiti uređenje zemljišta, nakon čega bi ono postalo znatno pogodnije kako za navodnjavanje, tako i za općenito korištenje u poljoprivredi. Zbog toga je izvršena i procjena potencijalne pogodnosti sistematskih i kartiranih jedinica tla za navodnjavanje (tablice 10 i 11).

Tablica 11: Legenda Namjenske pedološke karte poljoprivrednog zemljišta Grada Zagreba za navodnjavanje

Broj	Naziv sistematskih jedinica tla	Zastupljenost %	Površina, ha	Sadašnja pogodnost	Mjere uređenja	Potencijalna pogodnost
DOMINANTNO AUTOMORFNA TLA						
1	Aluvijalno-koluvijalno karbonatno neoglejeno	60	602,4	P-1, h, hu	Agromelioracije	P-1
	Aluvijalno-koluvijalno karbonatno oglejeno	40		P-3, pv, h, hu	Hidro i agromelioracije	P-1
2	Aluvijalno-koluvijalno karbonatno oglejeno	40	440,8	P-3, pv, h, hu	Hidro i agromelioracije	P-1
	Koluvij karbonatni oglejeni	35		P-3, pv, h, hu	Hidro i agromelioracije	P-1
	Hipoglej mineralni karbonatni	25		N-1, pv, h ili UP, h	Hidro i agromelioracije	P-1
3	Rendzina na mekim vapnencima, karbonatna	100	2125,4	N-2, n, ed ₁	--	N-2
4	Rendzina na laporu karbonatna	50	53,1	P-3, n, h, ed ₂	Agromelioracije	P-2, n
	Rendzina na laporu koluvijalna	20		P-3, n, h	Agromelioracije	P-2, n
	Rendzina na mekim vapnencima	20		N-2, n, ed ₁	--	N-2
	Sirozem na laporu	10		N-2, ed ₁ , n, r ₁	--	N-2
5	Rendzina na laporu koluvijalna	30	3816,4	P-3, n, h	Agromelioracije	P-2, n
	Rendzina na laporu karbonatna i izlužena	20		P-3, n, h, ed ₂	Agromelioracije	P-2, n
	Rigolana tla vinograda (od rendzine)	20		P-2, n, ed ₂	Agromelioracije	P-2, n
	Sirozem na laporu	20		N-2, ed ₁ , n, r ₁	--	N-2
	Smonica karbonatna na laporu	10		N-2, n, ed ₁ , vt	--	N-2
6	Rendzina na aluvijalnom nanosu	50	479,2	P-1, ed ₂ , h	Agromelioracije	P-1
	Aluvijalno livadno nekarbonatno i karbonatno	30		P-1, h	Agromelioracije	P-1
	Hipoglej mineralni nekarbonatni	20		N-1, pv, h ili UP, h	Hidro i agromelioracije	P-1
7	Rendzina na aluvijalnom nanosu	60	1433,3	P-1, ed ₂ , h	Agromelioracije	P-1
	Hipoglej mineralni nekarbonatni	20		N-1, pv, h ili UP, h	Hidro i agromelioracije	P-1
	Aluvijalno livadno karbonatno	20		P-1, h	Agromelioracije	P-1
8	Distrično smeđe na škriljcima, brusilovcima i pješčenjacima	100	187,9	N-2, n, ed ₁ , k, r ₁	--	N-2
9	Distrično smeđe na pješčenjacima, kvarcnom konglomeratu i škriljcima	85	--	--	--	--
	Lesivirano tipično na škriljcima i pješčenjacima	15				

10	Eutrično smeđe na laporu tipično Rendzina na laporu Rendzina na mekim vapnencima	50 30 20	693,6	P-2, n, h P-3, n, h, ed ₂ N-2, n, ed ₁	Agromelioracije Agromelioracije --	P-2, n P-2, n N-2
11	Eutrično smeđe na aluvijalnim nanosima Rendzina na aluvijalnim nanosima Koluvij karbonatni neoglejeni	60 30 10	187,4	P-1, h P-1, ed ₂ , h P-1, h, hu	Agromelioracije Agromelioracije Agromelioracije	P-1 P-1 P-1
12	Lesivirano tipično na vapnencu i dolomitu Lesivirano akrično na vapnencu Rendzina na dolomitu Smeđe tlo na vapnencu i dolomitu tipično	40 20 20 20	69,6	N-2, n, ed ₁ , r ₁ N-2, n, ed ₁ , r ₁ N-2, ed ₁ , n, r ₁ N-2, n, ed ₁ , r ₁	-- -- -- --	N-2 N-2 N-2 N-2
13	Lesivirano tipično i akrično na vapnencima Smonica nekarbonatna na laporu i mekim vapnencima Rendzina na mekim vapnencima Eutrično smeđe na laporu vertično	40 20 20 20	323,1	N-2, n, ed ₁ , r ₁ N-2, n, ed ₁ , vt, r ₁ N-2, n, ed ₁ P-3, n, ed ₂ , vt	-- -- -- Agromelioracije	N-2 N-2 N-2 P-3, n, vt
14	Lesivirano tipično na laporu Smeđe tlo na vapnencu Distrično smeđe na ilovinama i glinama Rendzina na laporu	50 20 20 10	154,1	P-2, n, k, h, N-2, n, ed ₁ , r ₁ P-2, h, k P-3, n, h, ed ₂	Agromelioracije -- Agromelioracije Agromelioracije	P-2, n N-2 P-1 P-2, n
15	Lesivirano tipično na ilovinama s podlogom gline Lesivirano akrično na ilovinama s podlogom gline	70 30	497,0	P-2, n, k, h P-2, n, k, h	Agromelioracije Agromelioracije	P-1 P-2, n
16	Lesivirano tipično na ilovinama s podlogom gline Lesivirano akrično na ilovinama s podlogom gline Pseudoglej obronačni	60 20 20	96,4	P-2, n, k, h P-2, n, k, h P-3, sv, dr ₁ , ed ₂ , z,	Agromelioracije Agromelioracije Hidro i agromelioracije	P-1 P-2, n P-2, z, t
DOMINANTNO HIDROMOREFNA TLA						
17	Pseudoglej obronačni duboki Pseudoglej obronačni srednje duboki Distrično smeđe pseudoglejno	40 30 30	2024,0	P-3, sv, dr ₁ , ed ₂ , z P-3, sv, dr ₁ , ed ₂ , z, P-2, h, k, z	Hidro i agromelioracije Hidro i agromelioracije Agromelioracije	P-2, z, t P-2, z, t P-1
18	Pseudoglej obronačni srednje duboki	100	554,2	P-3, sv, dr ₁ , ed ₂ , z	Hidro i agromelioracije	P-2, z, t
19	Pseudoglej obronačni srednje duboki Pseudoglej na zaravni srednje duboki	60 40	1203,8	P-3, sv, dr ₁ , ed ₂ , z P-3, sv, dr ₀ , ed ₂ , z	Hidro i agromelioracije Hidro i agromelioracije	P-2, z, t P-2, z, t
20	Pseudoglej na zaravni srednje duboki	100	1234,8	P-3, sv, dr ₀ , ed ₂ , z	Hidro i agromelioracije	P-2, z, t

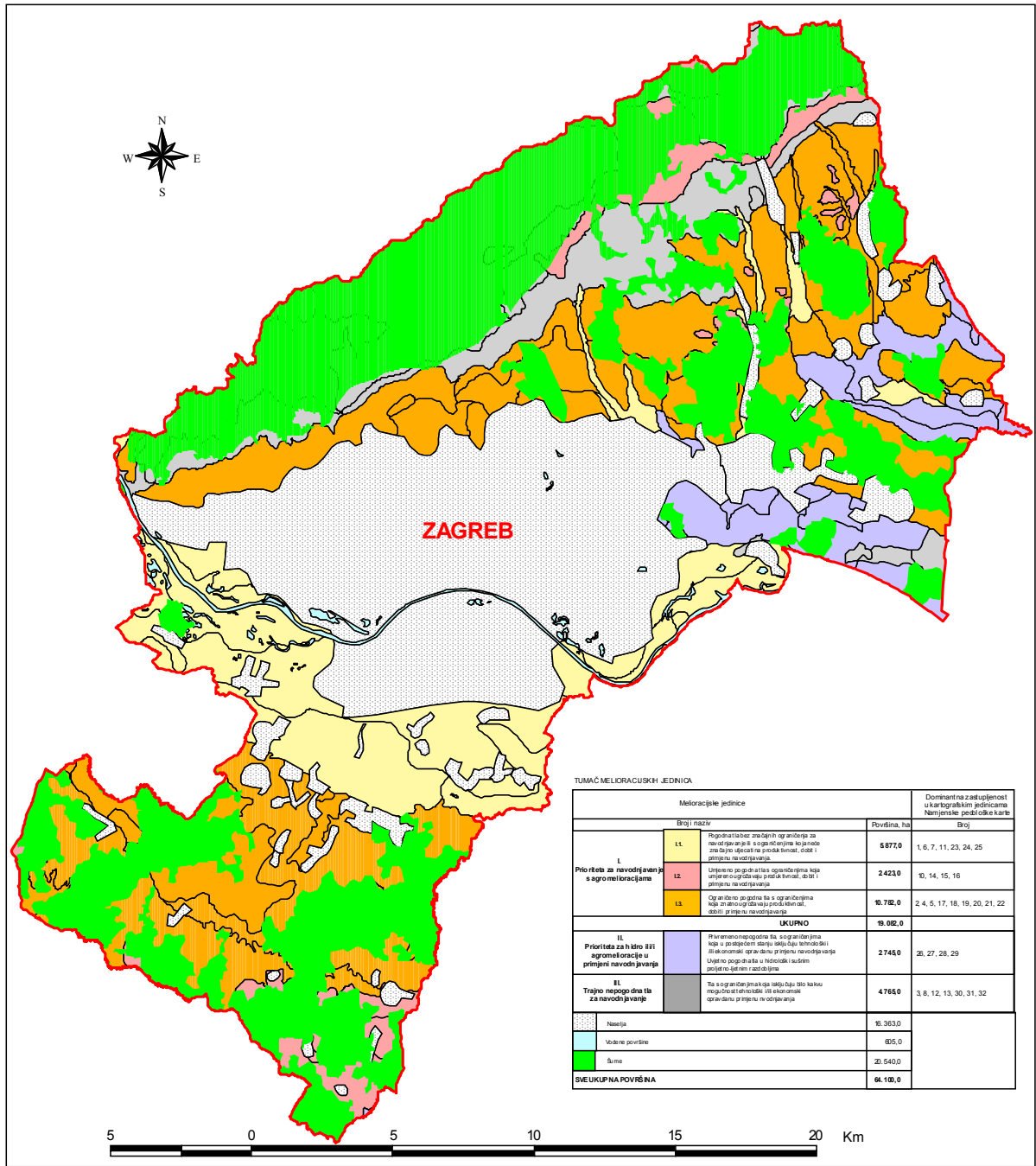
21	Pseudoglej na zaravni srednje duboki Pseudoglej obronačni srednje duboki Amfiglej mineralni nekarbonatni	50 30 20	821,3	P-3, sv, dr ₀ , ed ₂ , z P-3, sv, dr ₁ , ed ₂ , z N-1, pv, sv, dr ₁ , ed ₂ , z ili UP, dr ₁ , ed ₂ , z	Hidro i agromelioracije Hidro i agromelioracije Hidro i agromelioracije	P-2, z, t P-2, z, t P-2, dr ₁ , t
22	Pseudoglej na zaravni srednje duboki Pseudoglej - glej	70 30	2169,6	P-3, sv, dr ₀ , ed ₂ , z P-3, sv, pv, dr ₁ , ed ₂ , z ili UP, dr ₁ , ed ₂ , z, h	Hidro i agromelioracije Agro i hidromelioracije	P-2, z, t P-2, z, t
23	Aluvijalno livadno karbonatno Rendzine na aluvijalnom nanosu Aluvijalno karbonatno neoglejeno	50 30 20	2811,9	P-1, h P-1, ed ₂ , h P-1, h, hu, ed ₂	Agromelioracije Agromelioracije Agromelioracije	P-1 P-1 P-1
24	Aluvijalno livadno karbonatno Aluvijalno karbonatno oglejeno Aluvijalno karbonatno neoglejeno	60 20 20	23,3	P-1, h P-3, pv, h, ed ₂ P-1, h, hu, ed ₂	Agromelioracije Hidro i agromelioracije Agromelioracije	P-1 P-1 P-1
25	Aluvijalno karbonatno neoglejeno Aluvijalno karbonatno oglejeno	60 40	1400,3	P-1, h, ed ₂ P-3, pv, h, ed ₂	Agromelioracije Hidro i agromelioracije	P-1 P-1
26	Hipoglej mineralni karbonatni Aluvijalno livadno nekarbonatno Amfiglej mineralni nekarbonatni, vertični Pseudoglej na zaravni	50 20 20 10	89,5	N-1, pv, h ili UP, h P-1, h N-2, pv, sv, dr ₀ , ed ₁ , vt P-3, sv, dr ₀ , ed ₂ , z	Hidro i agromelioracije Agromelioracije -- Hidro i agromelioracije	P-1 P-1 N-2 P-2, z, t
27	Hipoglej mineralni karbonatni Amfiglej mineralni karbonatni	65 35	724,3	N-1, pv, h ili UP, h N-1, pv, sv, dr ₁ , ed ₂ , z ili UP, dr ₁ , ed ₂ , z	Hidro i agromelioracije Hidro i agromelioracije	P-1 P-2, dr ₁ , t
28	Hipoglej mineralni karbonatni Amfiglej mineralni nekarbonatni, vertični Aluvijalno livadno nekarbonatno	50 30 20	1785,6	N-1, pv, h ili UP, h N-2, pv, sv, dr ₀ , ed ₁ , vt P-1, h	Hidro i agromelioracije -- Agromelioracije	P-1 N-2 P-1
29	Amfiglej mineralni karbonatni Hipoglej mineralni karbonatni	60 40	317,5	N-1, pv, sv, dr ₁ , ed ₂ , z ili UP, dr ₁ , ed ₂ , z N-1, pv, h ili UP, h	Hidro i agromelioracije Hidro i agromelioracije	P-2, dr ₁ , t P-1
30	Amfiglej mineralni karbonatni, vertični Hipoglej mineralni karbonatni	60 40	110,3	N-2, pv, sv, dr ₀ , ed ₁ , vt N-1, pv, h ili UP, h	-- Hidro i agromelioracije	N-2 P-1
31	Amfiglej mineralni nekarbonatni, vertični Hipoglej mineralni nekarbonatni Pseudoglej-glej	50 30 20	123,9	N-2, pv, sv, dr ₀ , ed ₁ , vt N-1, pv, h ili UP, h P-3, sv, pv, dr ₁ , ed ₂ , z ili UP, dr ₁ , ed ₂ , z, h	-- Hidro i agromelioracije Agro i hidromelioracije	N-2 P-1 P-2, z, t

32	Amfiglej mineralni nekarbonatni, vertični	100	38,0	N-2, pv, sv, dr ₀ , ed ₁ , vt	--	N-2
Ukupno za kartirane jedinice tla			26.592,0			
33	Naselja		16.363,0			
34	Vodene površine		605,0			
	Šume		20.540,0			
SVEUKUPNO			64.100,0			

U sklopu procjene pogodnosti sistematskih i kartiranih jedinica tla, preporučene su i potrebne mjere za daljnje uređenje zemljišta u vidu agromelioracija ili/i hidromelioracija. U okviru agromelioracija ovisno o utvrđenim ograničenjima za intenzivnu biljnu proizvodnju preporučene agrotehničke mjere uključuju kalcifikaciju, vertikalno dubinsko rahljenje ili podrivanje, vrlo veliku humizaciju lumbripostom ili stajnjakom uz zaoravanje žetvenih ostataka, meliorativnu gnojdbu osnovnim hranivima, duboku obradu i dr. U okviru hidromelioracija preporučene hidrotehničke mjere uključuju ravnanje terena, osnovnu odvodnju, detaljnu odvodnju cijevnom drenažom, i dr. Posebno se napominje da je održavanje efektivne plodnosti tla nužno u uvjetima budućeg navodnjavanja te da ono pretpostavlja redovitu kontrolu stanja i promjena temeljnih čimbenika plodnosti, odnosno stanje vodozračnog i hranidbenog režima, zbijenosti, i dr., naročito za korištenje tla u intenziviranom plodoredu.

3.2.2.3. Prioriteti za navodnjavanje, uređenje i zaštitu poljoprivrednog zemljišta

Analizom i namjenskom interpretacijom pedoloških i hidropedoloških podataka te vrednovanjem sadašnje pogodnosti poljoprivrednog zemljišta grada Zagreba iz tablice 10, utvrđene su melioracijske jedinice prioriteta za navodnjavanje i uređenje tla – poljoprivrednog zemljišta, tablica 12, s prostornim rasporedom melioracijskih jedinica na Namjenskoj pedološkoj karti mjerila 1:100.000 (slika 6).



Slika 6. Namjenska pedološka karta – melioracijske jedinice poljoprivrednog zemljišta

Tablica 12. Melioracijske jedinice prioriteta za navodnjavanje i uređenje tla – poljoprivrednog zemljišta

Melioracijske jedinice		Površina ha*	Dominantna zastupljenost u kartografskim jedinicama Namjenske pedološke karte**
Broj i naziv			
I. Prioritet za navodnjavanje s agromelioracijama	I.1. Pogodna tla bez značajnih ograničenja za navodnjavanje ili s ograničenjima koja neće značajno utjecati na produktivnost, dobit i primjenu navodnjavanja.	5.877,0	1, 6, 7, 11, 23, 24, 25
	I.2. Umjereno pogodna tla s ograničenjima koja umjereno ugrožavaju produktivnost, dobit i primjenu navodnjavanja	2.423,0	10, 14, 15, 16
	I.3. Ograničeno pogodna tla s ograničenjima koja znatno ugrožavaju produktivnost, dobit i primjenu navodnjavanja	10.782,0	2, 4, 5, 17, 18, 19, 20, 21, 22
	UKUPNO:	19.082,0	
II. Prioritet za hidro ili/i agromelioracije u primjeni navodnjavanja	Privremeno nepogodna tla , s ograničenjima koja u postojećem stanju isključuju tehnološki i/ili ekonomski opravdanu primjenu navodnjavanja Uvjetno pogodna u hidrološki sušnim proljetno-ljetnim razdobljima	2.745,0	26, 27, 28, 29
III. Nepogodna tla za navodnjavanje	Trajno nepogodna tla s ograničenjima koja isključuju bilo kakvu mogućnost tehnološki i/ili ekonomski opravdanu primjenu navodnjavanja	4.765,0	3, 8, 12, 13, 30, 31, 32
UKUPNO ZA POLJOPRIVREDNO ZEMLJIŠTE		26.592,0	
Naselja		16.363,0	
Vodene površine		605,0	
Šume		20.540,0	
SVEUKUPNA POVRŠINA		64.100,0	

* Proračun je izvršen prema postotnom odnosu pojedinih sistematskih jedinica tla unutar kartiranih jedinica

** Vrednovanje melioracijske problematike, prema dominantno zastupljenim sistematskim jedinicama-klasama pogodnosti unutar kartografske jedinice tala

Od ukupne površine poljoprivrednog zemljišta na I. prioritet odnosno na prioritet za navodnjavanje otpada 72%. Od toga pogodna tla zauzimaju 22%, umjereno pogodna 10% a ograničeno pogodna 40%. Na II. prioritet koji predstavlja privremeno nepogodna tla odnosno tla prioriteta za hidromelioracije u primjeni navodnjavanja otpada 10%. Ovdje se napominje da su to ujedno i uvjetno pogodna tla u hidrološkim sušnim proljetno-ljetnim razdobljima. Trajno nepogodna tla za navodnjavanje zauzimaju 18% poljoprivrednog zemljišta.

3.2.2.4. *Zaštita poljoprivrednog zemljišta*

Na istraživanom području nema aktualnih pokazatelja zaštite poljoprivrednog zemljišta, uključujući i dosadašnju biljnu proizvodnju, kako za društveni tako i za privatni posjed. Međutim, zaštita poljoprivrednog zemljišta od onečišćenja i neopravdane prenamjene je regulirana Zakonom o poljoprivrednom zemljištu, N. N. 66/01, čl. 3, 4 i 17., čiju provedbu treba organizirati na projektnom području-gradu Zagrebu.

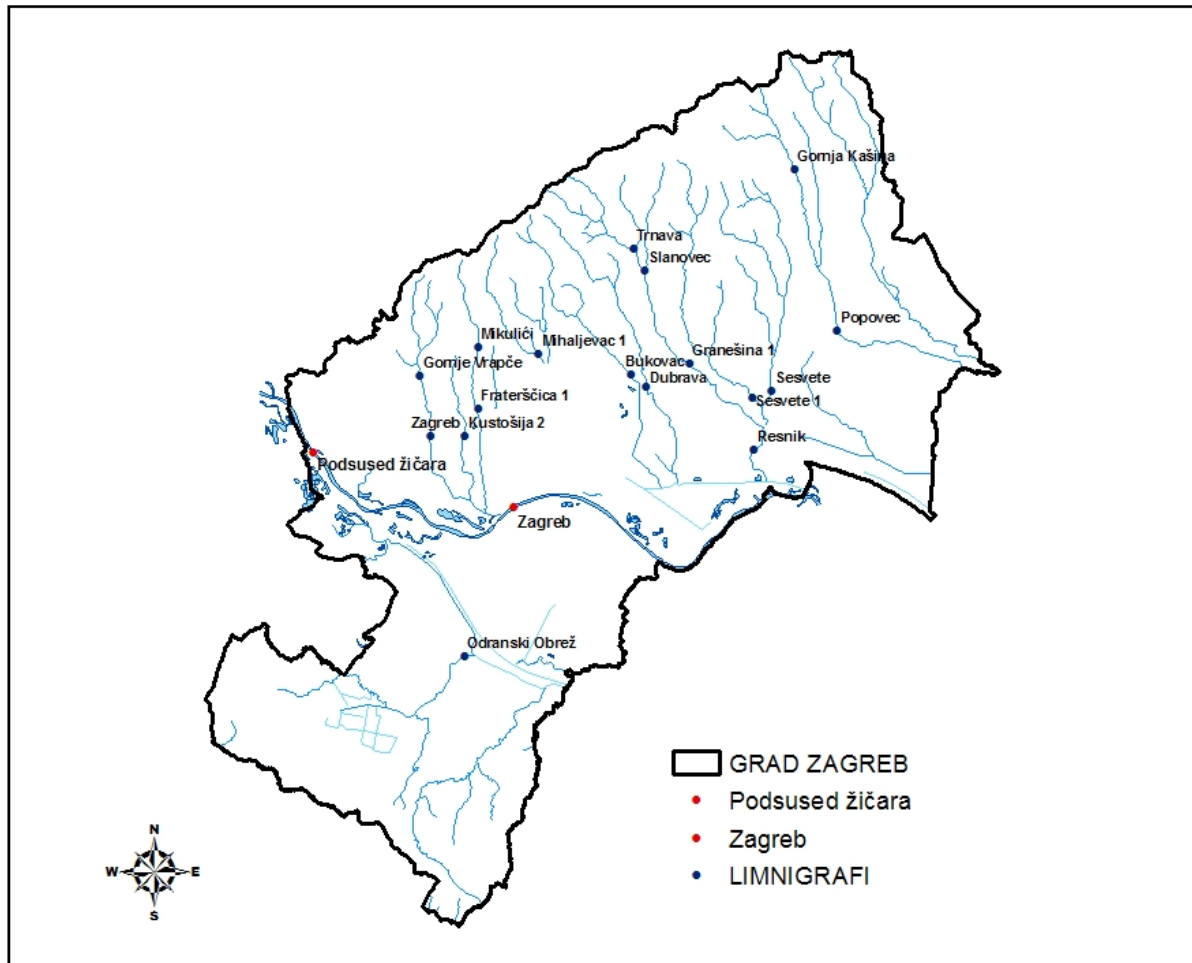
«Zaštita poljoprivrednog zemljišta od onečišćenja provodi se zabranom, ograničavanjem i sprečavanjem direktnog unošenja, te unošenja vodom i zrakom štetnih tvari te poduzimanjem drugih mjera za očuvanje i poboljšanje njegove plodnosti. Štetnim tvarima u poljoprivrednom zemljištu – tlu smatraju se tvari koje mogu prouzročiti promjene kemijskih, fizikalnih i bioloških osobina, uslijed čega se umanjuje njegova proizvodna sposobnost odnosno onemogućava njeno korištenje za poljoprivrednu proizvodnju. Zakorovljenošću i onečišćenjem poljoprivrednog zemljišta smatra se i vegetacijsko-gospodarski otpad ako je ostavljen na poljoprivrednoj površini dulje od jedne godine.»

Pravilnik o zaštiti poljoprivrednog zemljišta od onečišćenja štetnim tvarima, N. N. 15/92, čl. 3, 4 i 5, propisuje maksimalno dozvoljene koncentracije teških metala i policikličkih i aromatskih ugljikovodika, te kvalitetu korištenja gradskog mulja i komposta iz gradskog mulja i otpada. Gradski mulj i kompost iz gradskog mulja i otpada može se koristiti na poljoprivrednom zemljištu samo uz prethodno izvršenu analizu kojom se utvrđuje da je gradski mulj stabiliziran i da su u njemu uništeni patogeni organizmi, potencijalni uzročnici oboljenja, te da je sadržaj štetnih tvari ispod dozvoljenih graničnih količina, a uključuje teške metale, zatim 2, 3, 7, 8 – tetraklordibenzo-p-dioksin (TCDD), onda poliklorirani bifenili (PCB), pentaklorofenol (PCP), heksaklorocikloheksan (HCH) (ukupno bez lindana), triazinske herbicide (sumu), heptaklorbenzen (HCB), heptaklor, endrin, aldrin i dieldrin, lindan i sumu izomera 1,1,1-trikloro-2,2-di(4-klorofenil) etan (DDT) + 1,1-dikloro-2,2-di(4-klorofenil)etan (DDD) + diklordifenildikloretan (DDE).

Održavanje efektivne plodnosti tla u uvjetima navodnjavanja pretpostavlja redovitu kontrolu stanja i promjena temeljnih čimbenika plodnosti, odnosno stanje vodozračnog i hranidbenog režima, pogotovo za korištenje tla u intenziviranom plodoredu, a sadašnja ograničenja potencijalne plodnosti tla treba otkloniti hidro ili/i agromelioracijskim mjerama.

3.2.3. Hidrološke analize površinskih voda

U hidrološkom smislu prostor Grada Zagreba karakteriziraju rijeka Sava, potoci južnih obronaka planine Medvednice koja je smještena sjeverno od Grada i potoci Vukomeričkih Gorica. Sava je u svom dijelu toka kroz Grad Zagreb rijeka veoma varijabilnog vodostaja sa sezonskim bujicama, visoki vodostaji javljaju se u proljeće i jesen, a niski ljeti. Potoci južnih obronaka Medvednice i Vukomeričkih Gorica izrazito su bujičnog karaktera i u ljetnim mjesecima imaju minimalan protok.



Slika 7. Vodotoci i limnografske postaje područja Grada Zagreba

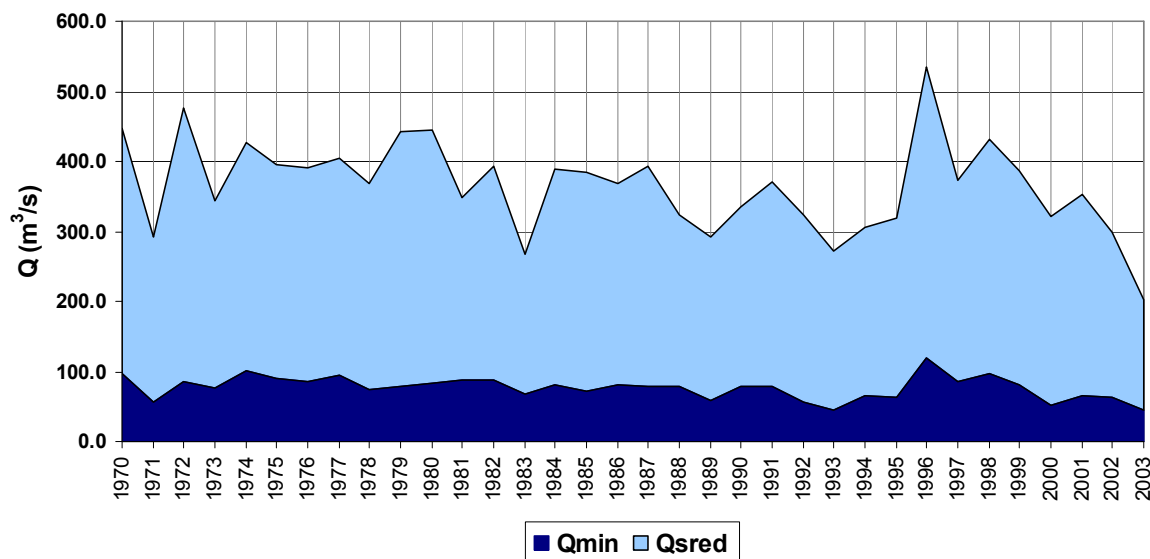
Podsused

Vodotok: Sava

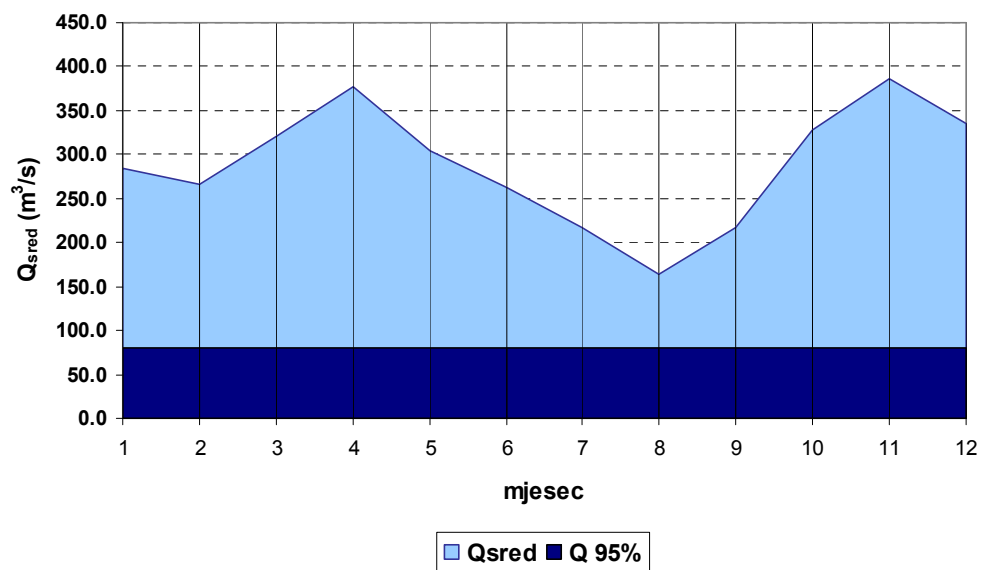
Površina sliva iznad postaje: 12300.00 km²

$Q_{95\%} = 80.50 \text{ m}^3/\text{s}$

Podsused - Sava, minimalni i srednji godišnji protok



Podsused - Sava, srednji mjesečni protok



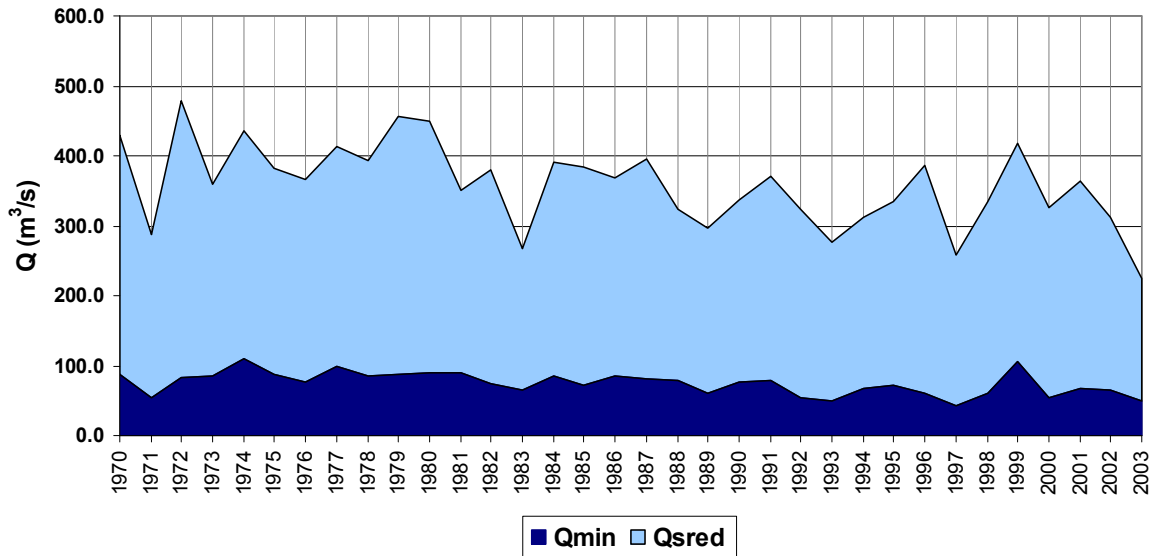
Zagreb

Vodotok: Sava

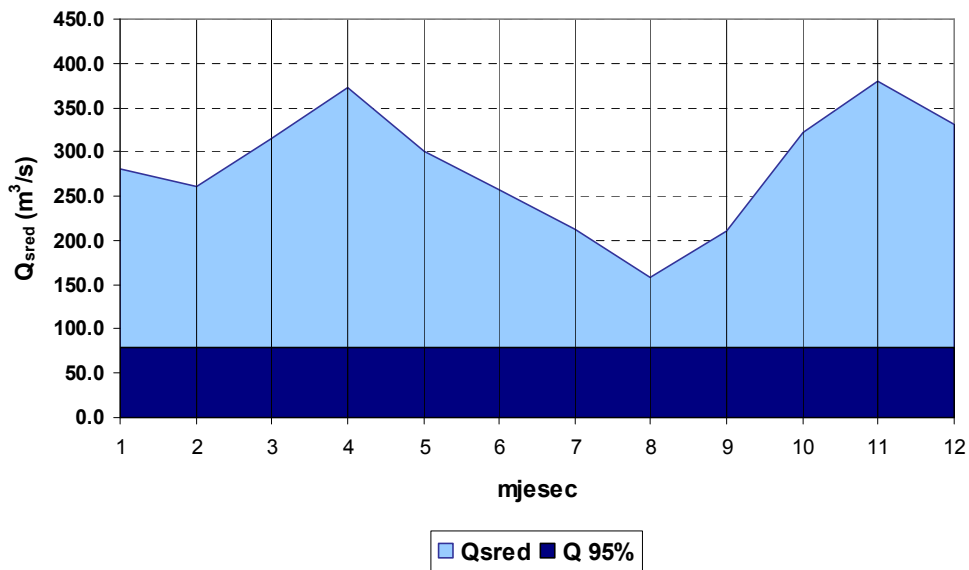
Površina sliva iznad postaje: 12450.00 km²

$Q_{95\%} = 79.60 \text{ m}^3/\text{s}$

Zagreb - Sava, minimalni i srednji godišnji protok



Zagreb - Sava, srednji mjesečni protok



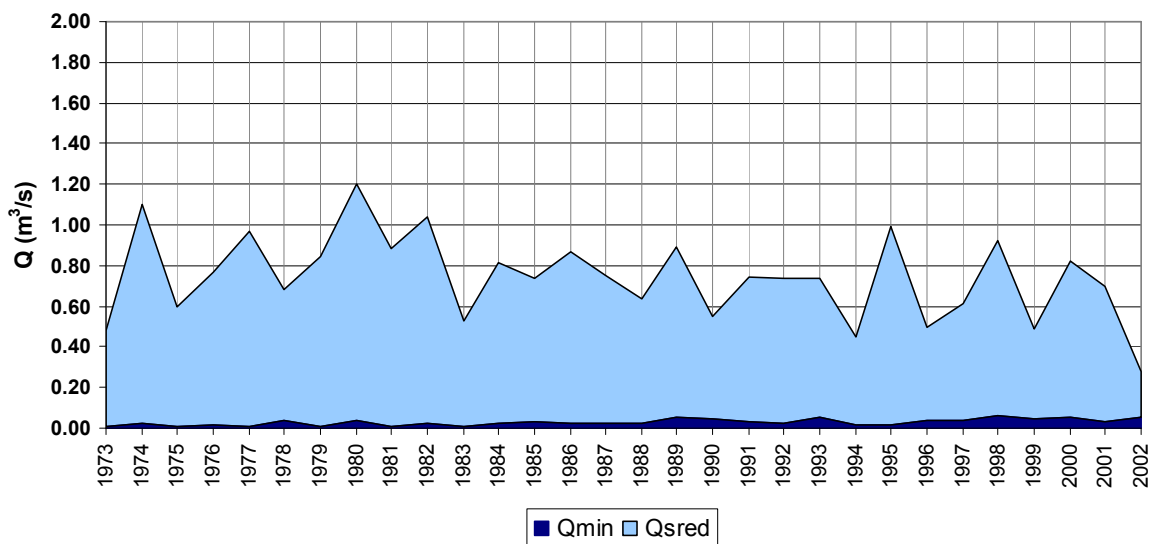
Lomnica - Obrež

Vodotok: Lomnica

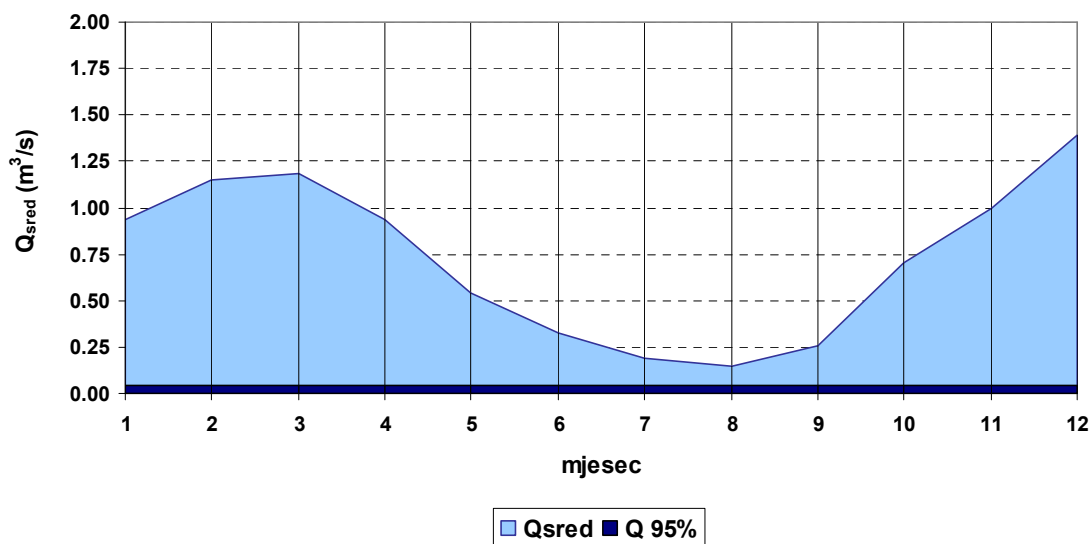
Površina sliva iznad postaje: 39.30 km²

$Q_{95\%} = 0.043 \text{ m}^3/\text{s}$

Lomnica, minimalni i srednji godišnji protok



Lomnica, srednji mjesečni protok



3.2.4. Kakvoća površinskih voda

“Uredbom o klasifikaciji voda“ (NN 77/98) određuju se vrste voda koje odgovaraju uvjetima kakvoće voda u smislu njihove opće ekološke funkcije, kao i uvjetima korištenja voda za određene namjene, a odnosi se na sve površinske vode (vodotoci, prirodna jezera, akumulacije i drugo), podzemne vode i mora u pogledu zaštite od onečišćenja s kopna i otoka.

Klasifikacijom voda se ocjenjuje kakvoća voda i obavlja svrstavanje voda u vrste na temelju dopuštenih graničnih vrijednosti pojedinih skupina pokazatelja, koji obilježavaju izvore i uzročnike onečišćenja voda.

Vodama, svrstanim od I. do V. vrste, prema uvjetima za korištenje voda za određene namjene odgovaraju sljedeći kriteriji:

- **Vrsta I.** Podzemne i površinske vode koje se u svom prirodnom stanju ili nakon dezinfekcije mogu koristiti za piće ili u prehrambenoj industriji, te površinske vode koje se mogu koristiti i za uzgoj plemenitih vrsta riba (pastrve).
- **Vrsta II.** Vode koje se u prirodnom stanju mogu koristiti za kupanje i rekreaciju, za sportove na vodi, za uzgoj drugih vrsta riba (ciprinida) ili koje se nakon odgovarajućeg pročišćavanja mogu koristiti za piće i druge namjene u industriji i sl.
- **Vrsta III.** Vode koje se mogu koristiti u industrijama koje nemaju posebne zahtjeve za kakvoćom vode, te u poljoprivredi. To su vode koje se pročišćavaju da bi se koristile za određene namjene.
- **Vrsta IV.** Vode koje se mogu koristiti isključivo uz pročišćavanje na područjima gdje je veliko pomanjkanje vode.
- **Vrsta V.** Vode koje se gotovo ne mogu koristiti ni za kakve namjene, jer ne zadovoljavaju kriterije za namjene po ovoj Uredbi.

U nastavku se nalaze rezultati ispitivanja voda za 2004. godinu. Na temelju pokazatelja iz Uredbe o klasifikaciji voda napravljena je ocjena kakvoće voda.

Uspoređujući dobivene ocjene s planiranom vrstom voda može se konstatirati da je prema svim skupinama pokazatelja stanje na malim vodotocima lošije nego na rijeci Savi.

Tablica 13. Kakvoća voda – vodotok Sava

Klasifikacija voda za vodno područje sliva rijeke Save			10017 - Sava, Jesenice/D			
Skupine pokazatelja	Pokazatelj	Mjerna jedinica	n	Mjerodavna vrijednost	Vrsta	Ocjena
A - Fizikalno kemijski	pH vrijednost		26	8.04	I	
	električna vodljivost	uS/cm	26	439.5	I	
	alkalitet m-vrijednost	mgCaCO ₃ /L	26	202.5	I	
B - Režim kisika	otopljeni kisik	mgO ₂ /L	26	8	I	III
	zasićenje kisikom	%	26	82.3717	I	
	KPK-Mn	mgO ₂ /L	26	5.65	II	
	BPK5	mgO ₂ /L	26	4	III	
C - Hranjive tvari	amonij	mgN/L	26	0.075	I	III
	nitriti	mgN/L	26	0.0305	III	
	nitрати	mgN/L	26	2.1	III	
	ukupni dušik	mgN/L	26	2.7765	II	
	ukupni fosfor	mgP/L	26	0.295	III	
D - Mikrobiološki	broj kolifor.bakterija	NBK/100mL	26	19500	IV	IV
	broj fekal.koliforma	NBFK/100mL	26	2400	IV	
	broj aerob.bakterija	BK/mL 37 ⁰ C	26	16150	III	
E - Biološki	P-B indeks saprob		3	2.18	II	II
F - Metali ukupni	bakar	μgCu/L	12	3.707	II	
	cink	μgZn/L	12	31.88	I	
	kadmij	μgCd/L	12	0.079	I	
	krom	μgCr/L	12	1.982	II	
	nikal	μgNi/L	12	18.493	II	
	olovo	μgPb/L	12	3.657	III	
	živa	μgHg/L	12	0.215	IV	
G - Organski spojevi	mineralna ulja	mg/L	26	0.1	IV	
	fenoli ukupno	mg/L	12	0.003	II	
	poliklorirani bifenili	μg/L	12	0.01	II	

Tablica 14. Kakvoća voda – potok Lomnica

Klasifikacija voda za slivno područje grada Zagreba			51130 - potok Lomnica			
Skupine pokazatelja	Pokazatelj	Mjerna jedinica	n	Mjerodavna vrijednost	Vrsta	Ocjena
A - Fizikalno kemijski	pH vrijednost		4	7.85	I	
	električna vodljivost	uS/cm	4	369.5	I	
	alkalitet m-vrijednost	mgCaCO ₃ /L	4	131	II	
B - Režim kisika	otopljeni kisik	mgO ₂ /L	4	14.55	I	III
	zasićenje kisikom	%	4	131.27762	III	
	KPK-Mn	mgO ₂ /L	4	5.4	II	
	BPK5	mgO ₂ /L	4	3.05	II	
C - Hranjive tvari	amonij	mgN/L	4	0.03	I	III
	nitriti	mgN/L	4	0.0155	II	
	nitрати	mgN/L	4	1.975	III	
	ukupni dušik	mgN/L	4	2.61	II	
	ukupni fosfor	mgP/L	4	0.08	I	
D - Mikrobiološki	broj kolifor.bakterija	NBK/100mL	4	5800	III	IV
	broj fekal.koliforma	NBFK/100mL	4	1600	IV	
	broj aerob.bakterija	BK/mL 22 ⁰ C	4	6400	II	
E - Biološki	P-B indeks saprob.		2	2.115	II	II

Tablica 15. Kakvoća voda – potok Bliznec

Klasifikacija voda za slivno područje grada Zagreba			51127 - potok Bliznec			
Skupine pokazatelja	Pokazatelj	Mjerna jedinica	n	Mjerodavna vrijednost	Vrsta	Ocjena
A - Fizikalno kemijski	pH vrijednost		4	7.9	I	
	električna vodljivost	uS/cm	4	408.5	I	
	alkalitet m-vrijednost	mgCaCO ₃ /L	4	138.5	II	
B - Režim kisika	otopljeni kisik	mgO ₂ /L	4	12.35	I	III
	zasićenje kisikom	%	4	120.53364	III	
	KPK-Mn	mgO ₂ /L	4	2.8	I	
	BPK5	mgO ₂ /L	4	1.75	I	
C - Hranjive tvari	amonij	mgN/L	4	0.015	I	II
	nitriti	mgN/L	4	0.019	II	
	nitрати	mgN/L	4	1.245	II	
	ukupni dušik	mgN/L	4	1.44	II	
	ukupni fosfor	mgP/L	4	0.09	I	
D - Mikrobiološki	broj kolifor.bakterija	NBK/100mL	4	35000	IV	V
	broj fekal.koliforma	NBFK/100mL	4	16650	V	
	broj aerob.bakterija	BK/mL 22 ⁰ C	4	6915	II	
E - Biološki	P-B indeks saprob.		2	2.195	II	II

Tablica 16. Kakvoća voda – potok Črnomerec

Klasifikacija voda za slivno područje grada Zagreba			51140 - potok Črnomerec			
Skupine pokazatelja	Pokazatelj	Mjerna jedinica	n	Mjerodavna vrijednost	Vrsta	Ocjena
A - Fizikalno kemijski	pH vrijednost		4	7.45	I	
	električna vodljivost	uS/cm	4	597	II	
	alkalitet m-vrijednost	mgCaCO ₃ /L	4	233	I	
B - Režim kisika	otopljeni kisik	mgO ₂ /L	4	10.2	I	II
	zasićenje kisikom	%	4	87.87218	I	
	KPK-Mn	mgO ₂ /L	4	3.5	I	
	BPK5	mgO ₂ /L	4	3.1	II	
C - Hranjive tvari	amonij	mgN/L	4	0.185	II	III
	nitriti	mgN/L	4	0.068	III	
	nitрати	mgN/L	4	1.575	III	
	ukupni dušik	mgN/L	4	2.07	II	
	ukupni fosfor	mgP/L	4	0.245	II	
D - Mikrobiološki	broj kolifor.bakterija	NBK/100mL	4	98000	IV	V
	broj fekal.koliforma	NBFK/100mL	4	14150	V	
	broj aerob.bakterija	BK/mL 22 ⁰ C	4	11600	III	
E - Biološki	P-B indeks saprob.		2	2.185	II	II

Tablica 17. Kakvoća voda – potok Kustošak

Klasifikacija voda za slivno područje grada Zagreba			51144 - potok Kustošak			
Skupine pokazatelja	Pokazatelj	Mjerna jedinica	n	Mjerodavna vrijednost	Vrsta	Ocjena
A - Fizikalno kemijski	pH vrijednost		4	7.65	I	
	električna vodljivost	uS/cm	4	743.5	III	
	alkalitet m-vrijednost	mgCaCO ₃ /L	4	280	I	
B - Režim kisika	otopljeni kisik	mgO ₂ /L	4	8.2	I	III
	zasićenje kisikom	%	4	83.58448	I	
	KPK-Mn	mgO ₂ /L	4	5.9	II	
	BPK5	mgO ₂ /L	4	4.35	III	
C - Hranjive tvari	amonij	mgN/L	4	1.55	V	V
	nitriti	mgN/L	4	0.094	III	
	nitрати	mgN/L	4	2.015	III	
	ukupni dušik	mgN/L	4	3.885	III	
	ukupni fosfor	mgP/L	4	0.75	IV	
D - Mikrobiološki	broj kolifor.bakterija	NBK/100mL	4	128000	V	V
	broj fekal.koliforma	NBFK/100mL	4	35000	V	
	broj aerob.bakterija	BK/mL 22 ⁰ C	4	13650	III	
E - Biološki	P-B indeks saprob.		2	2.605	III	III

Tablica 18. Kakvoća voda – potok Kašina

Klasifikacija voda za slivno područje grada Zagreba			51157 - potok Kašina			
Skupine pokazatelja	Pokazatelj	Mjerna jedinica	n	Mjerodavna vrijednost	Vrsta	Ocjena
A - Fizikalno kemijski	pH vrijednost		4	7.8	I	
	električna vodljivost	uS/cm	4	607.5	II	
	alkalitet m-vrijednost	mgCaCO ₃ /L	4	231.5	I	
B - Režim kisika	otopljeni kisik	mgO ₂ /L	4	12.15	I	I
	zasićenje kisikom	%	4	103.69423	I	
	KPK-Mn	mgO ₂ /L	4	3.05	I	
	BPK5	mgO ₂ /L	4	1.9	I	
C - Hranjive tvari	amonij	mgN/L	4	0.055	I	III
	nitriti	mgN/L	4	0.0565	III	
	nitрати	mgN/L	4	1.78	III	
	ukupni dušik	mgN/L	4	2.325	II	
	ukupni fosfor	mgP/L	4	0.225	II	
D - Mikrobiološki	broj kolifor.bakterija	NBK/100mL	4	2300	III	IV
	broj fekal.koliforma	NBFK/100mL	4	2300	IV	
	broj aerob.bakterija	BK/mL 22 ⁰ C	4	20750	III	
E - Biološki	P-B indeks saprob.		2	2.12	II	II

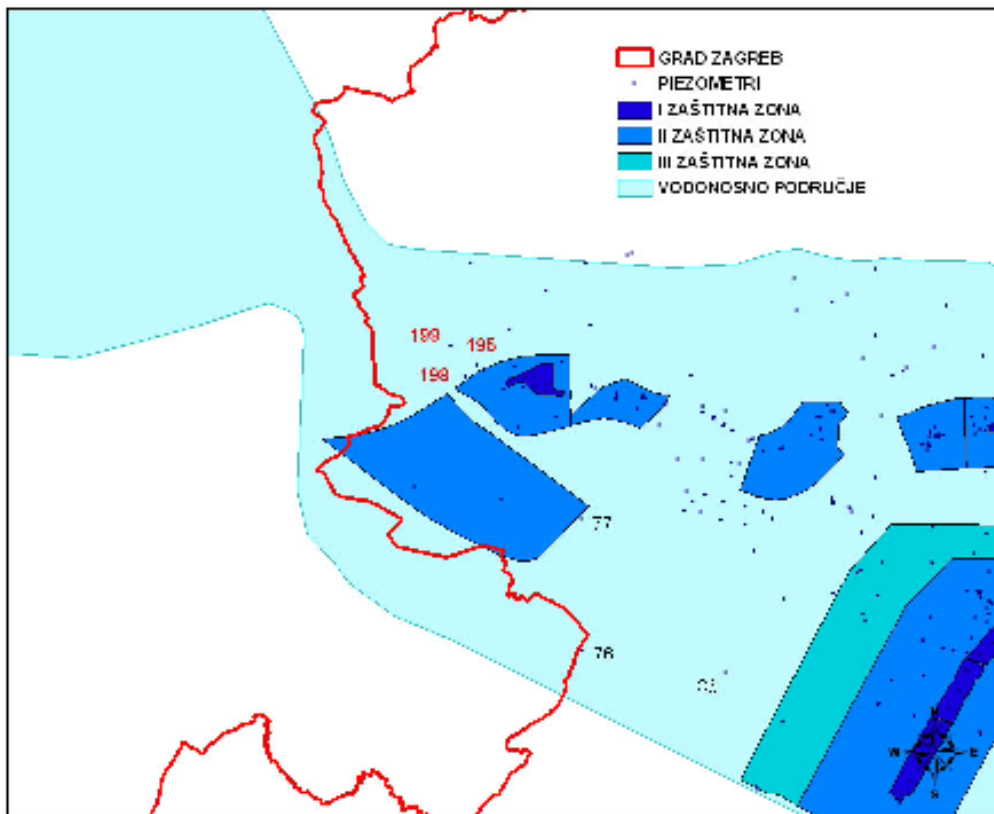
Tablica 19. Kakvoća voda – potok Črnc

Klasifikacija voda za slivno područje grada Zagreba			51151 - potok Črnc IV			
Skupine pokazatelja	Pokazatelj	Mjerna jedinica	n	Mjerodavna vrijednost	Vrsta	Ocjena
A - Fizikalno kemijski	pH vrijednost		4	7.8	I	
	električna vodljivost	uS/cm	4	1572.5	IV	
	alkalitet m-vrijednost	mgCaCO ₃ /L	4	445.5	I	
B - Režim kisika	otopljeni kisik	mgO ₂ /L	4	0	V	V
	zasićenje kisikom	%	4	0	V	
	KPK-Mn	mgO ₂ /L	4	18.5	IV	
	BPK5	mgO ₂ /L	4	15.65	V	
C - Hranjive tvari	amonij	mgN/L	4	10.88	V	V
	nitriti	mgN/L	4	0.022	II	
	nitрати	mgN/L	4	0.57	II	
	ukupni dušik	mgN/L	4	23.535	V	
	ukupni fosfor	mgP/L	4	3.05	V	
D - Mikrobiološki	broj kolifor.bakterija	NBK/100mL	4	27650	IV	V
	broj fekal.koliforma	NBFK/100mL	4	27650	V	
	broj aerob.bakterija	BK/mL 22 ⁰ C	4	80050	III	
E - Biološki	P-B indeks saprob.					

3.2.5. Analize režima podzemnih voda

Šire područje grada Zagreba, odnosno područje uz rijeku Savu nazvano zagrebačkim aluvijem predstavlja glavni vodonosnik iz kojeg se vodom opskrbljuju grad sa širom okolicom. Raspored piezometara i dosadašnja istraživanja uglavnom su vezana za opskrbu vodom. Analize vodnih razina na piezometrima napravljene su za vremensko razdoblje od 1988. do 2005. godine, za piezometre koji su izvan zaštitnih područja vodocrpilišta. Područje je podijeljeno na: područje Podsuseda, područje Hrvatskog Leskovca, područje Obreža i područje Sopsnice. Za svaki piezometar napravljena je obrada vodnih razina i to maksimalni i minimalni nivo u promatranom periodu, trend, vodni nivo trajanja 95% vremena i srednji nivo mjeseca srpnja.

Područje Podsuseda



Slika 8. Piezometri na području Podsuseda

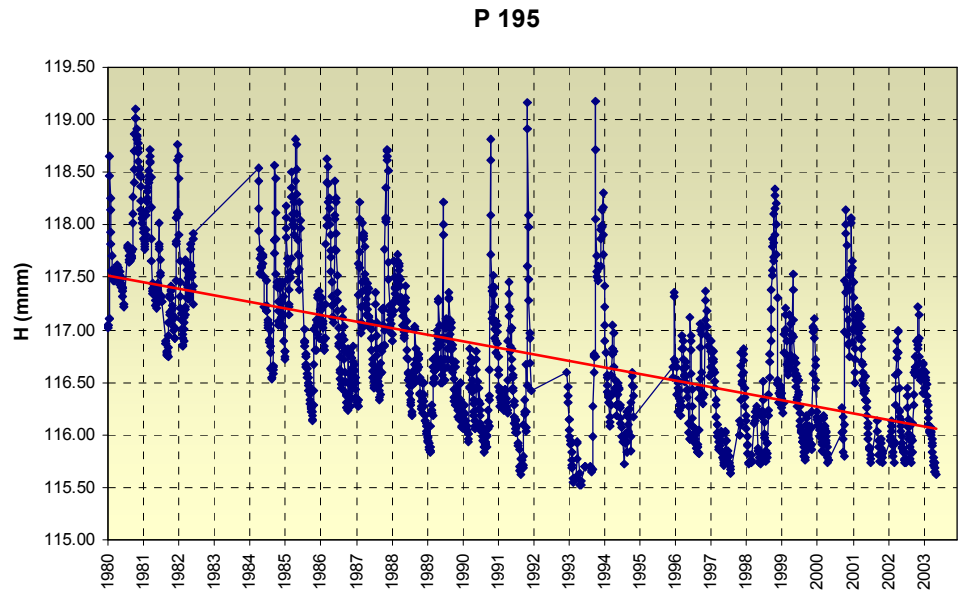
Piezometar P-195:

$H_{\max} = 119.18 \text{ mm}$

$H_{\min} = 115.52 \text{ mm}$

$H_{95\%} = 115.80 \text{ mm}$

$H_{7 \text{ mj}} = 116.52 \text{ mm}$



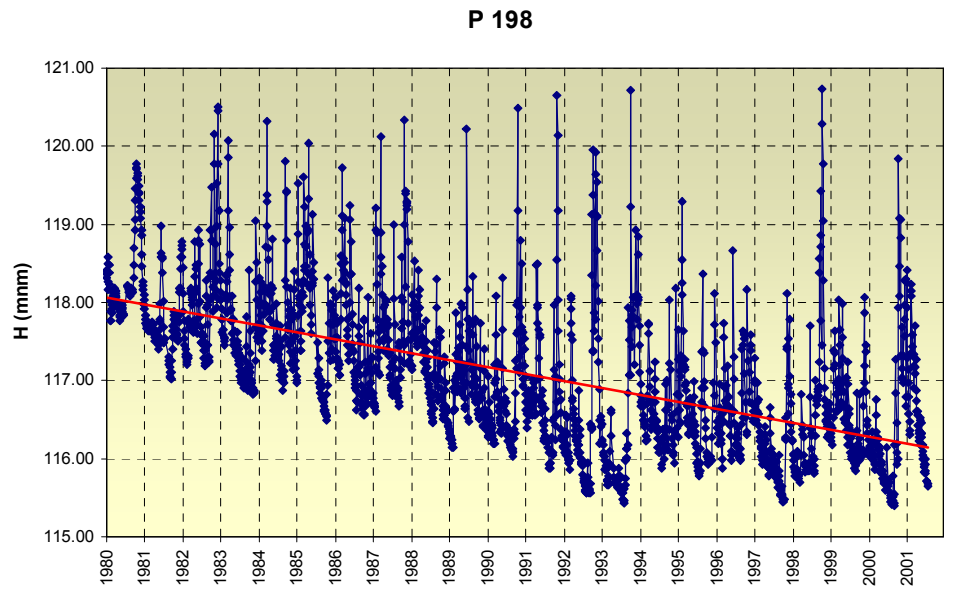
Piezometar P-198:

$H_{\max} = 120.73 \text{ mm}$

$H_{\min} = 115.40 \text{ mm}$

$H_{95\%} = 115.78 \text{ mm}$

$H_{7 \text{ mj}} = 116.75 \text{ mm}$



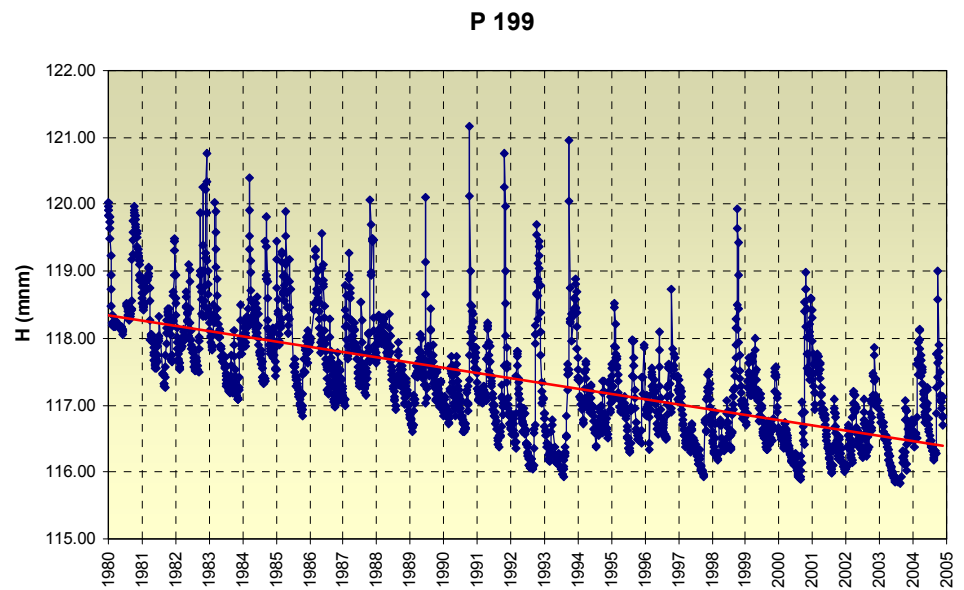
Piezometar P-199:

$H_{\max} = 121.17 \text{ mm}$

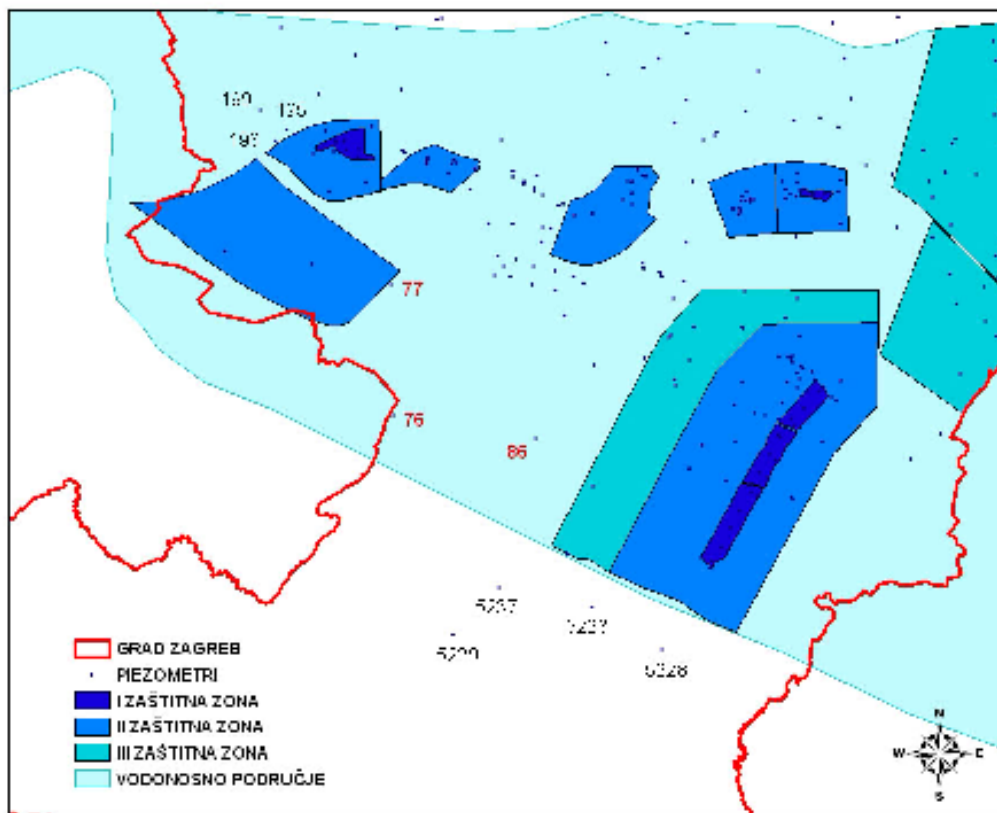
$H_{\min} = 115.84 \text{ mm}$

$H_{95\%} = 116.17 \text{ mm}$

$H_{7 \text{ mj}} = 117.05 \text{ mm}$



Područje Hrvatskog Leskovca i Obreža



Slika 9. Piezometri na području Hrvatskog Leskovca

Piezometar P-76:

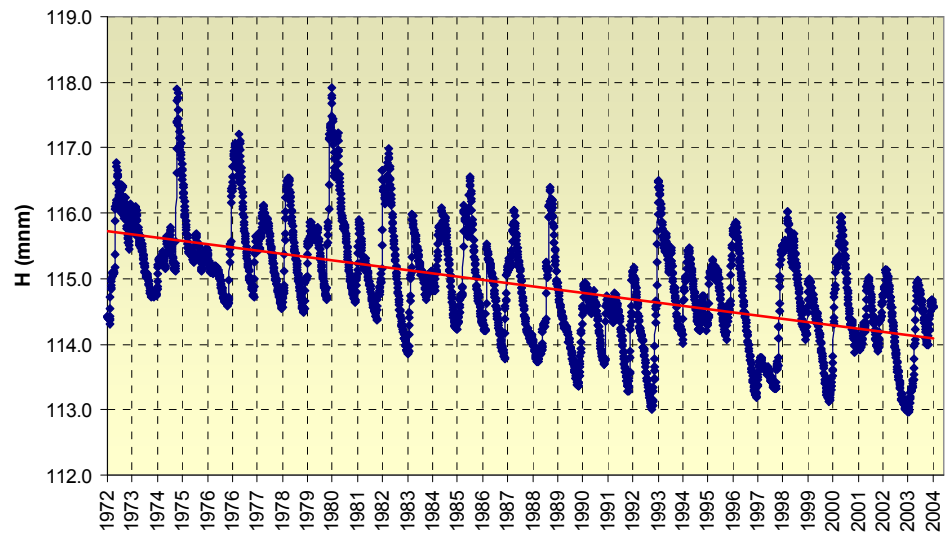
P 76

$H_{\max} = 117.92 \text{ mmm}$

$H_{\min} = 112.96 \text{ mmm}$

$H_{95\%} = 113.44 \text{ mmm}$

$H_{7 \text{ mj}} = 114.87 \text{ mmm}$



Piezometar P-77:

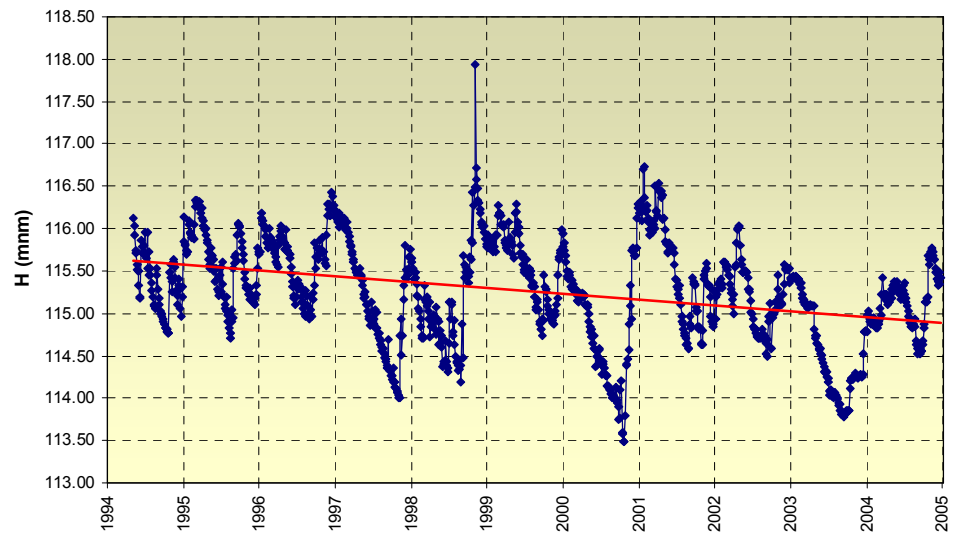
P 77

$H_{\max} = 117.93 \text{ mmm}$

$H_{\min} = 113.48 \text{ mmm}$

$H_{95\%} = 114.12 \text{ mmm}$

$H_{7 \text{ mj}} = 115.01 \text{ mmm}$



Piezometar P-86:

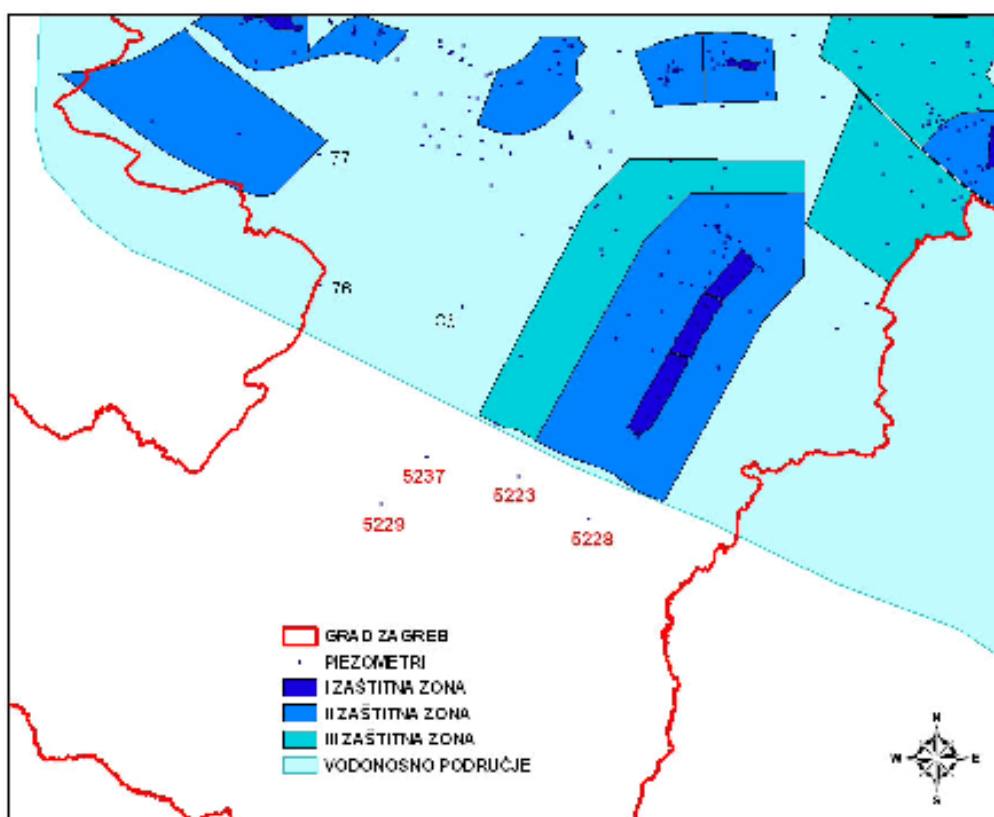
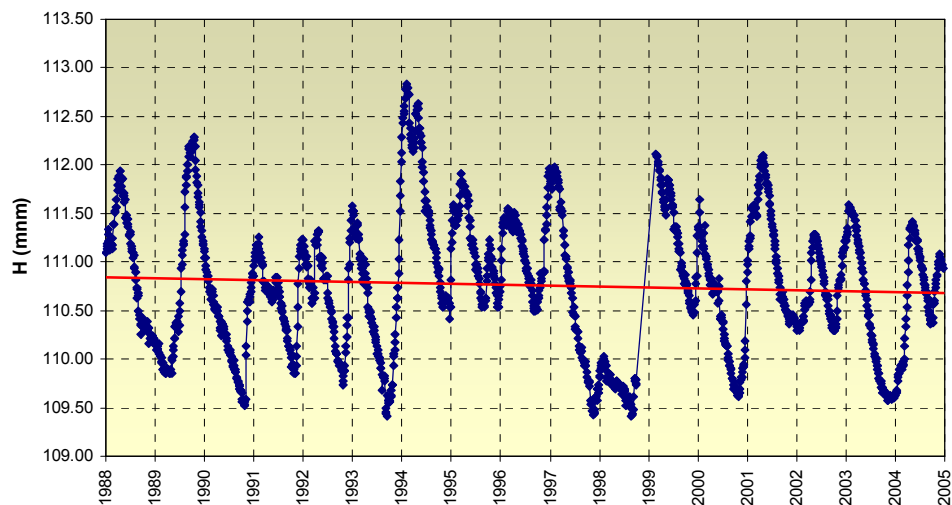
P 86

$H_{\max} = 112.83 \text{ mm}$

$H_{\min} = 109.41 \text{ mm}$

$H_{95\%} = 109.65 \text{ mm}$

$H_{7 \text{ mj}} = 110.70 \text{ mm}$



Slika 10. Piezometri na području Obreža

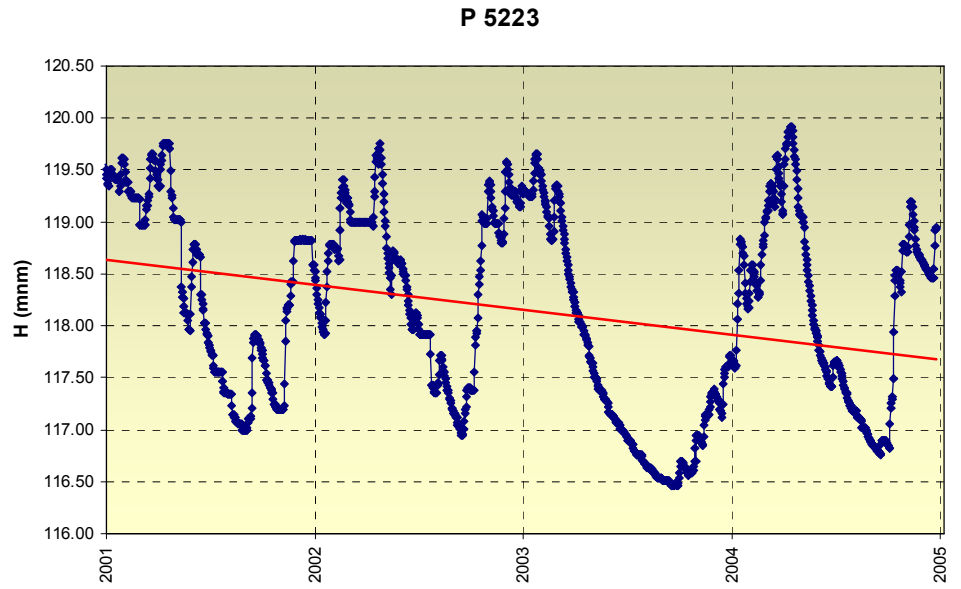
Piezometar P-5223:

$H_{\max} = 119.92 \text{ mm}$

$H_{\min} = 116.46 \text{ mm}$

$H_{95\%} = 116.64 \text{ mm}$

$H_{7 \text{ mj}} = 117.46 \text{ mm}$



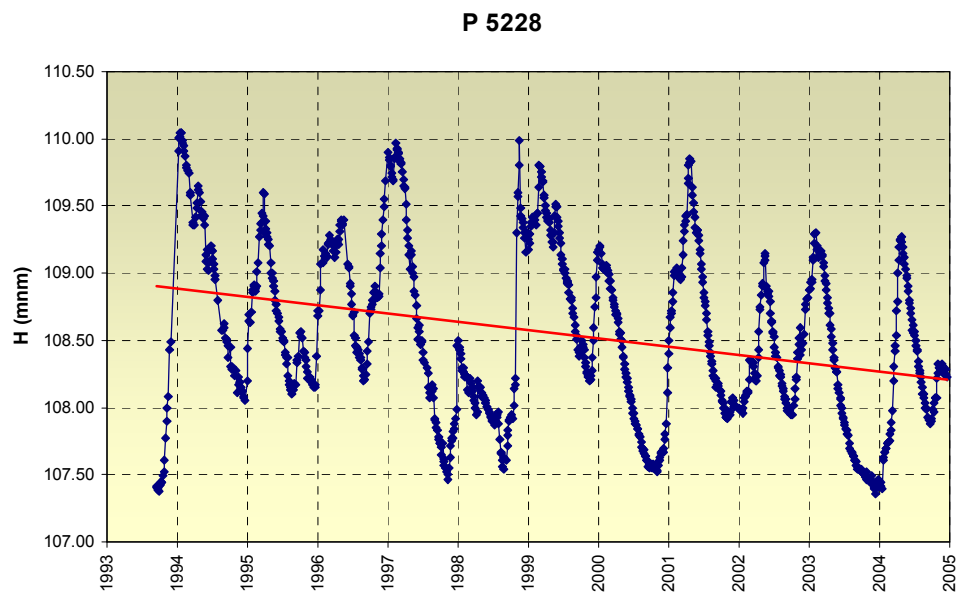
Piezometar P-5228:

$H_{\max} = 110.05 \text{ mm}$

$H_{\min} = 107.36 \text{ mm}$

$H_{95\%} = 107.54 \text{ mm}$

$H_{7 \text{ mj}} = 108.43 \text{ mm}$



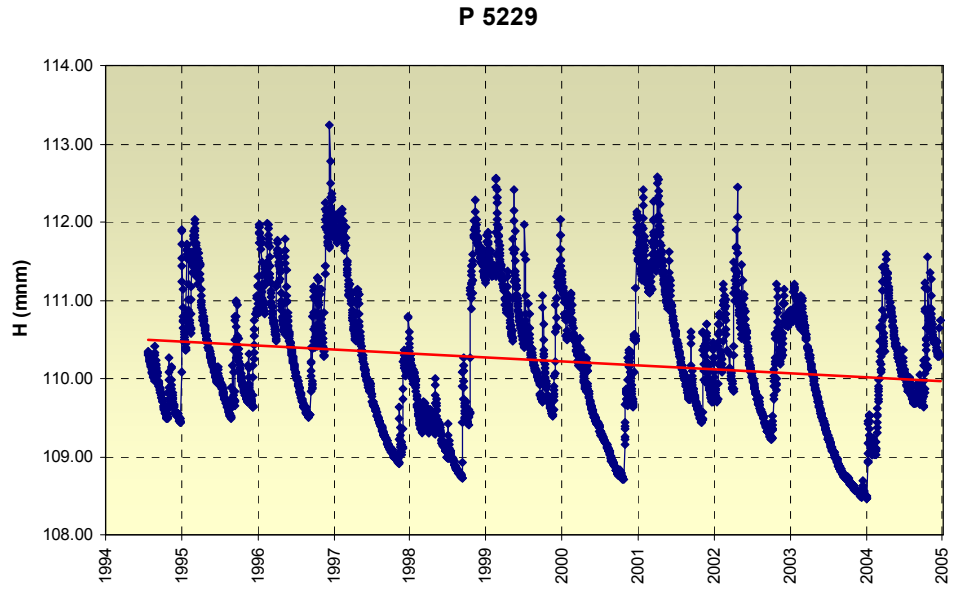
Piezometar P-5229:

$H_{\max} = 113.24 \text{ mm}$

$H_{\min} = 108.46 \text{ mm}$

$H_{95\%} = 108.83 \text{ mm}$

$H_{7 \text{ mj}} = 109.82 \text{ mm}$



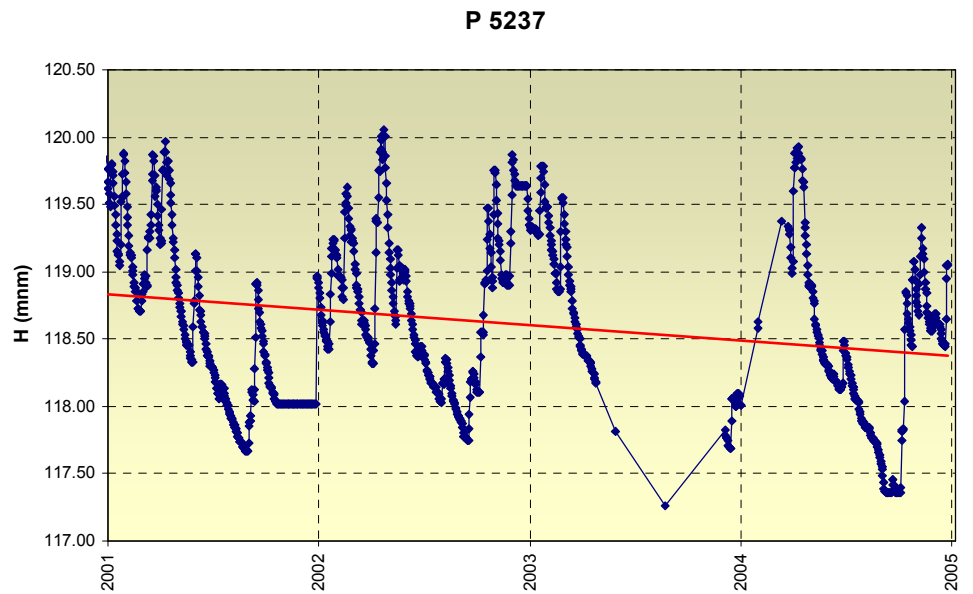
Piezometar P-5237:

$H_{\max} = 120.05 \text{ mm}$

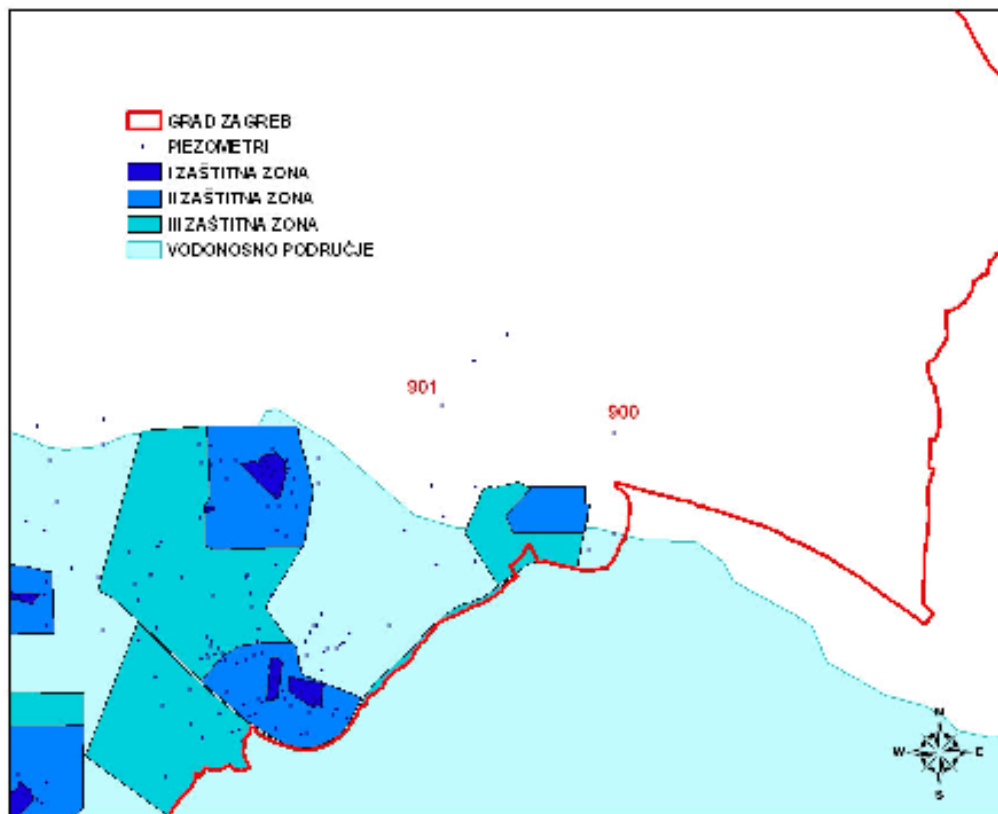
$H_{\min} = 117.26 \text{ mm}$

$H_{95\%} = 117.71 \text{ mm}$

$H_{7 \text{ mj}} = 118.20 \text{ mm}$



Područje Sopnice



Slika 11. Piezometri na području Sopnice

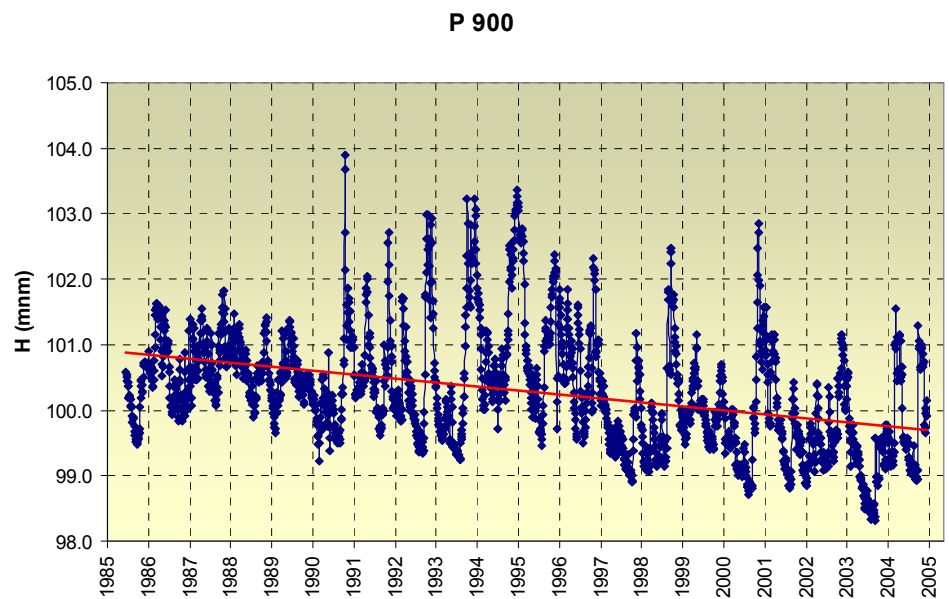
Piezometar P-900:

$$H_{\max} = 103.89 \text{ mm}$$

$$H_{\min} = 98.32 \text{ mm}$$

$$H_{95\%} = 99.05 \text{ mm}$$

$$H_{7\text{mj}} = 99.98 \text{ mm}$$



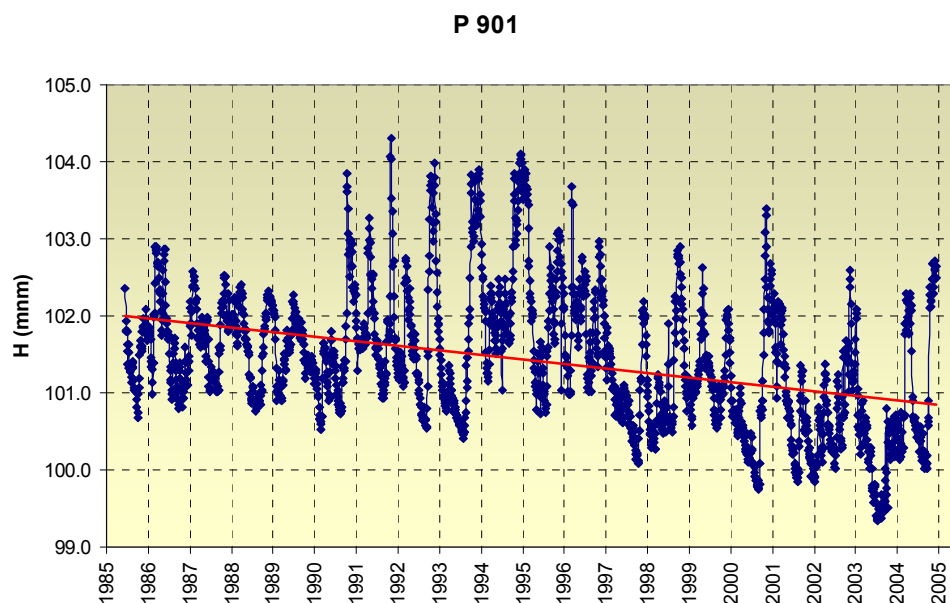
Piezometar P-901:

$H_{\max} = 104.31$ mm

$H_{\min} = 99.34$ mm

$H_{95\%} = 100.11$ mm

$H_{7\text{mj}} = 101.13$ mm



3.2.6. Kakvoća podzemnih voda

“Uredbom o klasifikaciji voda“ (NN 77/98) određuju se vrste voda koje odgovaraju uvjetima kakvoće voda u smislu njihove opće ekološke funkcije, kao i uvjetima korištenja voda za određene namjene, a odnosi se na sve površinske vode (vodotoci, prirodna jezera, akumulacije i drugo), podzemne vode i mora u pogledu zaštite od onečišćenja s kopna i otoka.

Klasifikacijom voda se ocjenjuje kakvoća voda i obavlja svrstavanje voda u vrste na temelju dopuštenih graničnih vrijednosti pojedinih skupina pokazatelja, koji obilježavaju izvore i uzročnike onečišćenja voda.

Kao i kod površinskih voda u nastavku se nalaze rezultati ispitivanja voda za 2004. godinu. Na temelju pokazatelja iz Uredbe o klasifikaciji voda napravljena je ocjena kakvoće voda. Ispitivanja voda rade se za potrebe vodocrpilišta, a potencijalna područja za navodnjavanje nalaze se u neposrednoj blizini.

Tablica 20. Kakvoća podzemnih voda – područje Hrvatskog Leskovca i Obreža

CRPILIŠTE STARA LOZA - Klasifikacija podzemne vode za 2004. godinu			52703 - PSL-5			
Skupine pokazatelja	Pokazatelj	Mjerna jedinica	n	Mjerodavna vrijednost	Vrsta	Ocjena
A - Fizikalno kemijski	pH vrijednost		7	7.12	I	
	elektrovodljivost	μS/cm	7	785	III	
B - Režim kisika	KPK-Mn	mgO ₂ /l	7	0.6	I	I
C - Hranjive tvari	amonij	mgN/l	7	0	I	I
	nitriti	mgN/l	7	0	I	
D - Mikrobiološki	broj kolif.bakterija	UK u 100mL	6	18	I	I
	broj fekal.koliforma	u 100mL	7	0	I	
	broj aero.bakt. 37 ⁰ C	u 1mL	7	42	I	
F - Metali ukupni	bakar	μg/l	3	0	I	
	cink	μg/l	3	0	I	
	kadmij	μg/l	2	0.4	II	
	krom	μg/l	2	1	II	
	nikal	μg/l	2	1.5	I	
	olovo	μg/l	7	1	II	
	živa	μg/l	2	0	I	
G - Organski spojevi	mineralna ulja	μg/l	7	1.5	I	
	fenoli	mg/l	2	0	I	
	lindan	μg/l	2	0	I	
	ppDDT	μg/l	2	0	I	

Tablica 21. Kakvoća podzemnih voda – područje Sopnice

CRPILIŠTE IVANJA REKA - Klasifikacija podzemne vode za 2004. godinu			52201 - IR-111/D			
Skupine pokazatelja	Pokazatelj	Mjerna jedinica	n	Mjerodavna vrijednost	Vrsta	Ocjena
A - Fizikalno kemijski	pH vrijednost		6	7.23	I	
	elektrovodljiv.	μS/cm	6	687.5	II	
B - Režim kisika	KPK-Mn	mgO ₂ /l	6	0.5	I	I
C - Hranjive tvari	amonij	mgN/l	6	0.09	I	I
	nitriti	mgN/l	6	0	I	
D - Mikrobiološki	broj kolifor.bakterija	UK u 100mL	2	5	I	I
	broj fekal.koliforma	u 100mL	6	0	I	
	broj aero.bakt. 37°C	u 1mL	6	24	I	
F - Metali ukupni	bakar	μg/l	2	1	I	
	cink	μg/l	2	0.5	I	
	kadmij	μg/l	2	0.1	II	
	krom	μg/l	2	0.5	I	
	nikal	μg/l	2	0	I	
	olovo	μg/l	6	2.5	III	
	živa	μg/l	2	0	I	
G - Organski spojevi	mineralna ulja	μg/l	6	2.8	I	
	fenoli	mg/l	2	0	I	
	lindan	μg/l	2	0	I	
	ppDDT	μg/l	2	0	I	

3.3. Poljoprivredno gospodarstveni uvjeti proizvodnje

Geografski položaj, prirodni i društveni resursi Grada Zagreba čine ga geografskom cjelinom s najvećim razvojnim potencijalima. Zagrebačka županija kao prsten, i Grad Zagreb kao središte prstena, zajedno čine prostornu cjelinu s 1.088.841 stanovnika¹. Koncentracija ekonomske moći u području Zagreba omogućava i okolnim područjima pojačan razvitak različitih gospodarskih sektora radi zadovoljenja najvećeg regionalnog tržišta u Hrvatskoj.

Grad Zagreb tijekom posljednjih godina bilježi značajan ukupni rast, što se ogleda i u rastu lokalnog proračuna. Proračun Grada Zagreba porastao je s 3,7 milijarde kuna u 2001. godini na 6,5 milijardi kuna 2007. godine. Od ukupnog proračuna, za razdjel «Poljoprivreda i šumarstvo» predviđeno je 45,6 milijuna kuna.

Poljoprivredni sektor Grada Zagreba ne zaostaje za sveukupnim razvitkom čemu pogoduje veliko tržište za poljoprivredne proizvode. Posebice se to odnosi na svježije poljoprivredne proizvode koji ne podnose duži transport, kao i na proizvode više vrijednosti i višeg cjenovnog segmenta koji teže pronalaze kupce na manje diferenciranim tržištima.

Osim tržišta prodaje, u Gradu Zagrebu i okolici je razvijeno i tržište nabave, tako da se za gotovo sve vrste poljoprivrednih proizvodnji proizvodni resursi nabavljaju bez većih poteškoća. U lokalnim centrima, gradovima koje često nazivamo satelitima grada Zagreba, djeluju tvrtke koje iz inozemstva ili tuzemstva nabavljaju sve potrebne inpute za poljoprivrednu proizvodnju.

Što se tiče samog poljoprivrednog sektora, mnogi proizvođači su iskoristili svoju poslovnu prigodu kroz mogućnost prodaje povrća i voća na regionalnom tržištu. Razvoj poljoprivrede Grada Zagreba praćen je i stalnim aktivnostima odgovarajućih upravnih odjela, a posebice upravnog odjela za poljoprivredu i šumarstvo. Prateći suvremena kretanja u okruženju, posebice u susjednim zemljama (Slovenija, Austrija), ovaj upravni odjel uspijeva održati sektor poljoprivrede i ruralni prostor na visokom mjestu prioriteta.

Stoga ne treba dvojiti da će i razvitak navodnjavanja strateški osmišljen ovim planom imati dovoljnu potporu na svim razinama: od proizvođača do tijela uprave. Vjerujemo da su svi dionici provedbe plana svjesni njegova značenja za budućnost lokalne poljoprivrede, jer se njime rješava ne samo problem nedostatka vode za potrebe poljoprivrede, već i mnoštvo drugih problema izravno ili neizravno vezanih uz područje gospodarenja poljoprivrednim i vodnim resursima.

¹ Popis stanovništva, kućanstava i stanova 2001. godine.

3.3.1. Povrćarska proizvodnja

Stanje povrćarske proizvodnje

Proizvodnja povrća na području Grada Zagreba ima značajan udio u ukupnoj opskrbi povrćem Zagreba – najvećeg potrošačkog središta u nas.

Državna statistika ne vodi proizvodnju svih kultura povrća posebno. Rascjepkanost proizvodnje, plasman proizvoda izravno potrošaču putem tržnica na malo i prirodni oblik potrošnje još više otežavaju vođenje točne statistike o proizvodnji i plasmanu povrća. Glavnina proizvodnje povrća na području Grada Zagreba je na malim seljačkim gospodarstvima. Izuzetak su gospodarstva s više od 5 ha povrća.

Proizvodnja je povrća dispergirana cijelim ruralnim područjem Grada Zagreba. Ipak, najveća je koncentracija proizvođača povrća u ravničarskom dijelu, odnosno, uduž rijeke Save. Na istom je području koncentriran i uzgoj povrća u visokim tunelima i negrijanim plastenicima, a skromne su površine grijanih zaštićenih prostora.

Proizvođači povrće plasiraju putem različitih tržišnih kanala. Najveći dio proizvoda izravno prodaju potrošačima (tržnice na malo, restorani većeg ili manjeg kapaciteta). Veći proizvođači povrće prodaju i na veletržnici, a zadnjih godina sve više i trgovačkim kućama. Proizvodnja povrća za preraduna području Grada Zagreba, osim kiselog kupusa, ne postoji. Postojeći pogon hladnjače u Zagrebu tehnički je zastario i nije u funkciji.

Iako službena statistika navodi višestruko veće površine, procjena Hrvatskoga zavoda za poljoprivrednu savjetodavnu službu (2005), koja je rađena za potrebe Operativnog programa za razvoj povrćarstva u Ministarstvu poljoprivrede, šumarstva i vodnoga gospodarstva, čini se da je bliža stvarnom stanju proizvodnje. Naime, navedena procjena govori samo o proizvodnji povrća koje zavišava na tržištu, bez udjela povrća za prirodnu potrošnju. Prema toj procjeni na području Grada Zagreba povrće se za tržište proizvodi na oko 290 ha. Od toga, je oko 82 ha zaštićenih prostora. Nadalje, u proizvodnji povrća na otvorenom najznačajnije su vrste povrća: krumpir za skladištenje i mladi (55,4 ha), kupus (21,4 ha), salata (18,2 ha), mrkva (12,8 ha), grah (11,4 ha), rajčica (9,1 ha), patlidžan (8,8 ha), blitva (7,7), luk (7,6 ha), paprika (7,3 ha), kelj (7,3 ha). U proizvodnji povrća u zaštićenim prostorima najviše ima rajčice (18,2 ha) i salate (18,2 ha), a slijedi paprika (14,6 ha), mladi luk (7,6 ha), krastavac (6,2 ha) i špinat (6,2 ha). Ukupna je proizvodnja povrća u Zagrebačkoj županiji procijenjena na oko 4.900 t godišnje (HZPSS, 2005).

Uvjeti za proizvodnju povrća

Prirodni potencijali za uzgoj povrća na području Grada Zagreba su znatno veći od razine današnje proizvodnje. Kao potencijalna područja za proizvodnju povrća na administrativnom području Grada Zagreba mogu se izdvojiti oranice (i vrtovi) s pogodnom klimom, tlom i reljefom, a uz osiguranje organskih gnojiva za gnojidbu, vode za navodnjavanje, radne snage i, prije svega, tržišta.

Pogodnosti klime i tala za uzgoj povrća na području Grada Zagreba bit će ukratko razmatrane u nastavku. Kao aktualan problem postavlja se nedostatak stajskog gnoja koji nedostaje u povrćarskoj proizvodnji.

Područjem Grada Zagreba protiče naša najveća rijeka – Sava, bogatog vodnog potencijala. Ima i više umjetnih akumulacija vode, nastalih korištenjem šljunka u kojem leži duboki sloj podzemne vode. Uz naprijed navedene i ispunjene uvjete, reljef je važan čimbenik za proizvodnju povrća. U obzir dolaze ravni ili blago nagnuti tereni (do 3%).

Pogodnost klime za uzgoj povrća

Pogodnost klime za uzgoj povrća na području Grada Zagreba najbolje je procijeniti pomoću podataka meteorološke postaje Zagreb.

Umjereno topla klima na području Grada Zagreba (toplinska oznaka klime po Gračaninu), odnosno, višegodišnji podaci o srednjim mjesečnim temperaturama zraka i količinama oborina ukazuju na mogućnost uzgoja svih povrćarskih kultura umjerene klime, kao i, pod određenim uvjetima, nekih kultura porijeklom iz suptropskih i tropskih područja. Topli mjeseci (svibanj, lipanj, kolovoz, rujan) i jedan vrući (srpanj) osiguravaju dovoljno topline za uzgoj nekih termofilnih kultura (rajčica, paprika, patlidžan, krastavac, tikvice, grah), a tehnika uzgoja iz presadnica uz malčiranje tla odgovarajućim materijalom i prekrivanje usjeva (izravno perforiranim materijalima ili niski tuneli) i kultura kao što su dinje i lubenice. Međutim, treba svakako računati i na godine s temperaturama zraka tijekom navedenih mjeseci ispod prosječnih vrijednosti, što čini i određeni rizik u proizvodnji termofilnih kultura (manji prinos i lošija kvaliteta proizvoda).

Doda li se tome, da se kasni proljetni mrazovi u Zagrebu pojavljuju i u mjesecu svibnju (četiri godine od dvadeset), a da su gotovo redovita pojava u mjesecu travnju (sedamnaest godina od dvadeset) i da prosječan broj dana sa srednjom dnevnom temperaturom zraka iznad 15°C iznosi 128, govori nam o nedovoljno dugom vegetacijskom razdoblju za uzgoj nekih termofilnih kultura dulje vegetacije. Njihov uspješan uzgoj na području Grada Zagreba moguć je u jednostavnijim (negrijanim) zaštićenim prostorima.

Iako prosječni godišnji Langov kišni faktor pokazuje humidno obilježje klime, iako najveći dio oborina (oko 58 %) padne u vegetacijskom razdoblju (travanj - rujan), tri su mjeseca (srpanj, kolovoz, rujan) semiaridna.

Zbog znatnog broja toplih dana (prosječno 64.4 dana), odnosno vrućih dana (prosječno 10.5), na području Grada Zagreba za uzgoj povrća, posebice tropskog porijekla, ali i za kulture humidne klime (kupus, kelj, kelj pupčar, cvjetača, korabica), kao i lisnato povrće manjih zahtjeva za toplinom (salata, endivija, radič, špinat, blitva), treba obavezno osigurati vodu za navodnjavanje, kako neposredno iza sjetve ili sadnje, tako i tijekom vegetacije. Međutim, i za ostalo povrće neophodno je planirati navodnjavanje, posebice ako se neki kritični stadiji razvitka pojedinih kultura podudaraju s duljim beskišnim razdobljem uz više temperature zraka. Pravodobno navodnjavanje je jedino

rješenje ublažavanja stresova izazvanih temperaturom vrućih dana što je u pravilu povezano s nižom vlagom zraka i manjkom vode u tlu.

Srednje mjesečne temperature zraka zimskih mjeseci omogućuju prezimljenje usjeva ozimih kultura u juvenilnom stadiju (ozima salata, ozimi kelj, jesenski češnjak, luk srebrenac, luk iz lučica za proizvodnju mladog luka, špinat, matovilac) ili pak nekih kultura u tehnološkoj zrelosti (poriluk, hren, pastrnjak, matovilac, kelj pupčar), posebice ako je zimi usjev prekriven snijegom. Zagreb ima godišnje prosječno 22 dana sa snježnim pokrivačem. Ipak, izvjesni rizici za uzgoj ozimih kultura postoje zbog broja studenih (prosječno 16.9) i ledenih dana (prosječno 6.6).

Ozime kulture mogu prezimiti i u negrijanim zaštićenim prostorima koji osiguravaju za 20 do 30 dana raniju berbu.

Pogodnost tala za uzgoj povrća

Za uzgoj povrća, općenito se koriste tla najpovoljnijih fizikalnih, kemijskih i bioloških svojstava.

Prema mehaničkom sastavu najbolja su lakša tla (ilovasta pjeskulja do pjeskovita ilovača), jer su rahla, brže se griju u proljeće i pogodna su, posebice, za raniju proljetnu obradu. Takva tla imaju i pogodan kapacitet za zrak i vodu. Teža su tla nepovoljna, posebice za sjetvu povrća koje ima sitno sjeme i koje sporo niče (mrkva, luk), zbog mogućeg formiranja pokorice tla i onemogućavanja normalnog nicanja usjeva.

Određeni broj kultura, koje razvijaju korijenov sustav u dubinu, zahtijevaju dubok profil tla i dobre dreniranosti zbog potrebe navodnjavanja.

Većina povrća najbolje uspijeva na tlima neutralne reakcije (pH 6,5 do 7,0 u KCl).

Idealna su tla za uzgoj povrća s više od 5 % humusa. Međutim, ona su rijetkost, pa treba težiti da tla za uzgoj povrća budu u kategoriji dosta humusnih tala (3 do 5 % humusa).

Tla za uzgoj povrća trebaju sadržavati više od 20 mg fiziološki aktivnog P₂O₅ i K₂O u 100 g tla.

Prilagodljivost povrćarskih kultura na manje povoljne uvjete tla je različita. Najveće zahtjeve, prema fizikalnim svojstvima tla, ima korjenasto, gomoljasto i lukovičasto povrće, jer se njihovi zadebljali jestivi dijelovi nalaze u tlu što čini i do 75 % priroda (ukupna biomasa).

Prema analizi pedoloških podataka, pogodna tla za povrćarsku proizvodnju (klasa pogodnosti P-1) na području Grada Zagreba su: aluvijalno karbonatno oglejeno i neoglejeno, aluvijalno-koluvijalno karbonatno i nekarbonatno, eutrično smeđe na holocenskim nanosima, lesivirano tipično te semiglej aluvijalni (aluvijalno livadno). Na nekim navedenim tlima za proizvodnju povrća trebat će provesti agromelioracije manjeg intenziteta, prije svega, humizaciju, fosforizaciju i kalizaciju. Kako se u ljetnom razdoblju pojavljuje manjak vode u tlu, za uzgoj povrća trebat će planirati vodu za navodnjavanje.

Zbog povoljnih fizikalnih svojstava, osim ponegdje izražene vertičnosti na tlima težeg teksturnog sastava i zbog toga po potrebi vertikalnog rahljenja tla, na spomenutim tlima moguća je proizvodnja svih kultura, pa i korjenastog, gomoljastog i lukovičastog povrća koje za svoj rast i razvoj zahtijeva tla lakše teksture. Tla najlakše teksture koristit će se za uzgoj ozimih i ranoproljetnih kultura zbog bržeg prosušivanja i grijanja. Isto tako, takve su lokacije pogodne za podizanje zaštićenih prostora.

Osim spomenutih sistematskih jedinica, ima i drugih jedinica koje spadaju u niže klase pogodnosti (P-2 i P-3) za uzgoj povrća. Tla klase pogodnosti P-2 za uzgoj povrća imaju više ograničenja, odnosno, zahtijevaju agromelioracijske mjere većeg intenziteta od tala klase P-1. Ona su mogu koristiti za uzgoj svih vrsta povrća ako je osigurana primjena organskih gnojiva i vode za navodnjavanje, a za korjenasto, gomoljasto i lukovičasto povrće ako nisu težeg mehaničkog sastava. Uz uvjete navedene za klasu pogodnosti P-2, tla klase pogodnosti P-3 ima izuzetno opravdanje koristiti samo za proizvodnju povrća manjih zahtjeva prema fizikalno-kemijskim svojstvima tla.

Buduća struktura proizvodnje povrća

Klimatske prilike i svojstva tla uz osigurano navodnjavanje omogućuju proizvodnju većeg broja povrćarskih kultura, ovisno o potrebama tržišta.

U tablici 22 daje se pregled razdoblja moguće opskrbe tržišta svježim povrćem neposredno iza berbe na otvorenom i čuvanja u skladištu, kao i iz berbe u zaštićenom prostoru, te prosječan prinos za 32 kulture. Navedeni su rokovi orijentacijski. Za neke se kulture vrijeme opskrbe odnosi samo na dio mjeseca, ali to se može precizno odrediti samo za svaku konkretnu lokaciju proizvodnje. Naime, rokovi opskrbe ovise kako o planskim potrebama tržišta i tipu kultivara prema dospijevanju u tehnološku zrelost, tako i mikroklimi pojedinih proizvodnih lokacija.

Za neke je kulture navedeno i moguće razdoblje duljeg čuvanja u skladištu. Neke pak to razdoblje "čuvanja" mogu podnijeti u poljskim uvjetima i ne treba ih brati prije zime (kelj pupčar, poriluk, matovilac). Zimi je moguća njihova berba ako tlo nije zamrznuto ili pokriveno snijegom.

Rokovi berbe iz zaštićenog prostora odnose se na negrijane plastenike i tunele ili za uzgoj uz prekrivanje usjeva perforiranim polimernim materijalima. U uvjetima grijanja mogućnost berbe termofilnih kultura produljava se na još veći dio godine.

Prinosi su prosječni uzimajući u obzir tip kultivara i rokove berbe (raniji kultivari ili ranija berba - niži prinos), mjesto proizvodnje (na otvorenom, u zaštićenom prostoru) i duljini trajanja berbe (plodovito povrće). Stoga se samo za konkretnu namjenu i mjesto proizvodnje može preciznije planirati prinos.

Osim navedenih kultura (tablica 22) na području Grada Zagreba može se uzgajati još znatan broj drugih vrsta povrća. Neko se od tog povrća sezonski pojavljuje na tržnicama u malim količinama (repa postrna, koraba podzemna, kineski kupus, brokula, luk kozjak ili ljutika, rotkva, pastrnjak, hren, kopar, bob), a drugo rijetko ili se ne prodaje (crni korijen, čičoka, slatki komorač, celer rebraš, karda, kineska raštika, lisnati kelj, luk vlasac, radič witlof, kres salata, portulak, novozelanski špinat, bamija,

kukuruz šećerac, grašak šećerac, grah metraš, rabarbara). Mogućnost uzgoja nekih od navedenih kultura u našem podneblju potvrđuju i naša istraživanja.

Zbog različitosti ekoloških zahtjeva, navedenih se tridesetak kultura iz tablice 22 može podijeliti na dvije skupine. U prvu se skupinu povrća ubrajaju kulture koje se s više ili manje rizika mogu uzgajati bez navodnjavanja, ali ne za sve rokove berbe. Sjetva ili sadnja tih kultura počinje u jesen (mladi luk, luk srebrenac, češnjak, kelj ozimi, salata ozima, špinat ozimi, matovilac) ili ranije u proljeće (krumpir mladi, mahune rane, luk, kupus rani, kelj rani, salata proljetna, mrkva, peršin, špinat proljetni, blitva proljetna, korabica rana, rotkvica proljetna, cikla rana, grašak) kada je tlo zbog oborina u tim mjesecima povoljne vlažnosti za nicanje, a sadnja se presadnica obavlja iza kiše. Ovim se kulturama može dodati i grah zmaš koji za svoj drugi dio vegetacije treba aridniju klimu, te višegodišnja kultura šparga koja se bere u proljeće, a može podnijeti ljetnu sušu. Međutim, ako tijekom vegetacije nastupi beskišno razdoblje navedeni prinosi iz tablice 22 mogu biti umanjeni za 30 do 60%.

Bez navodnjavanja uzgoj je nemoguć ili je redovito podložan velikim rizicima za kulture koje se siju ili sade u kasno proljeće i ljeti (krumpir za zimu, grah mahunar jesenski, kupus i kelj jesenski, cvjetača, rajčica, paprika, patlidžan, krastavci, tikvice, dinje, lubenice, salata ljetna i jesenska, endivija, radič, mrkva i peršin jesenski, špinat jesenski, blitva ljetna i jesenska, korabica ljetna i jesenska, rotkvica jesenska, cikla jesenska, poriluk, kelj pupčar).

Tablica 22. Moguća opskrba tržišta svježim povrćem i prosječni prinosi

Kultura	Opskrba u mjesecima			Prinos t/ha
	odmah iza berbe	iz skladišta	iz negrijanog zaštićenog prostora	
Blitva	VI-X		IV-V	15
Celer	IX-X	XI-III		20
Cikla	VII-X	XI-II		30
Cvjetača	VI, IX-X			25
Češnjak	VI-VII	VIII-IV		8
Dinja	VIII-IX			40
Endivija	IX-X	XII	XI	35
Grašak (mahune)	VI-VII			10
Grah mahunar	VII-IX		VI, X	7
Grah zmaš	VIII	IX-VII		1.5
Kelj	VI-XI	XII	IV	30
Kelj pupčar	X-II			7
Korabica	VI-X	XI	IV-V	20
Krastavac	VII-IX		VI-X	60
Krumpir	VII-VIII	IX-IV	V-VI	25
Kupus	VI-X	XI-XII		40
Lubenica	VIII-IX			50
Luk	VI-VIII	VIII-IV		25
Matovilac	X-III			5
Mladi luk	IV-V		II-III	12
Mrkva	VII-X	XI-IV	V-VI	35
Paprika	VIII - IX		VII-X	30
Patlidžan	VIII- IX		VII-X	35
Peršin	VII-X	XI-IV	V-VI	15
Poriluk	IX-IV			30
Radič	IX-X	XII	XI	20
Rajčica	VII-IX		VI-X	45
Rotkvica	IV-V, IX-X		III-IV	7
Salata	IV-X		III, XI	30
Šparga	V			4
Špinat	IV-V, X		II-III, XI	10
Tikvica	VII-IX		VI-X	50

Iz navedenog slijedi da se bez navodnjavanja neke kulture praktično ne mogu uzgajati, a neke pak mogu samo u određenim rokovima sjetve ili sadnje (jesen - proljeće).

Izbor vrsta i kultivara ovisit će o potrebama tržišta, opremljenosti gospodarstva specifičnom opremom i mehanizacijom (navodnjavanje, sjetva, sadnja, berba).

Moguća proizvodnja povrća za preradu

Od kultura navedenih u tablici 22, čiji je uzgoj moguć na području Grada Zagreba, samo se desetak ne konzervira već na tržište dolaze samo u svježem stanju. Moguće

razdoblje berbe preostalih kultura koje se mogu konzervirati (grašak, grah mahunar, mrkva, špinat, cvjetača itd) nalazi se unutar rokova berbe na otvorenom (tablica 22).

Ovim kulturama mogu se pridodati i neke iz skupine manje proširenog ili nepoznatog povrća: brokula, pastirjak, hren, bamija, kukuruz šećerac, postna repa itd., koje se mogu, također, konzervirati odgovarajućim postupkom.

Mogućnost organiziranja ove proizvodnje na području Grada Zagreba zahtijeva poseban i detaljan studijski rad zbog ukupno male površine, ali i potrebnog okrupnjavanja površina za neke kulture te osiguranja odgovarajućih kapaciteta prerade. Za to već postoje, doduše, mali, ali zastarjeli, kapaciteti prerade za smrznuto povrće u Zagrebu (špinat, cvjetača, peršin). Konzerviranje povrća smrzavanjem ima najveću perspektivu zbog najmanjeg gubitka hranidbene vrijednosti. Međutim, i drugi postupci konzerviranja, a čiji proizvodi nedostaju na domaćem ili europskom tržištu dolaze u obzir. Prije svih, to je domaća potreba za sušenim povrćem.

Mogući rokovi uzgoja povrća

Mogući rokovi uzgoja za kulture koje se uzgajaju izravnom sjetvom na otvorenom naznačeni su u tablici 23. Naglašava se da su ti rokovi orijentacijski što ovisi o tipu sorte, tj. njihovoj duljini vegetacije od sjetve do tehnološke zrelosti.

Najranija moguća sjetva u proljeće ovisi o zahtjevima kulture za toplinom, ali često i o mogućnosti predsjetvene pripreme tla zbog zimskih i ranoproljetnih oborina. Na području Grada Zagreba najranija sjetva za kulture manjih toplinskih zahtjeva moguća je u mjesecu ožujku.

Neke se kulture, koje imaju kraće razdoblje uzgoja, mogu sijati u više navrata te dinamika berbe osigurava kontinuiranu opskrbu tržišta u duljem razdoblju (niski grah mahunar, blitva, cikla, matovilac). Druge se pak siju u kraćem vremenskom razdoblju, a morfološka i biološka svojstva njihovog jestivog dijela omogućuju lako čuvanje kroz dulje razdoblje (grah zrnaš, luk) ili se višekratno beru kroz vegetacijsko razdoblje (krastavac, tikvice).

Neke kulture u tehnološkoj zrelosti mogu dulje razdoblje ostati na otvorenom i postepeno se brati ovisno o potrebi tržišta (mrkva, peršin, cikla). Ima kultura koje se zbog svojih posebnih zahtjeva ne mogu kontinuirano (proljeće – ljeto - jesen) nalaziti na tržištu u svježem stanju (špinat, rotkvica, grašak). Špinat i matovilac mogu se uzgajati i kao ozime kulture (jesenska sjetva, berba u proljeće).

Tablica 23. Vrijeme sjetve i berbe te tipovi sorata kultura koje se uzgajaju izravnom sjetvom

Kultura	Vrijeme (mjeseci)		Tip sorte ili sorta
	sjetve	berbe	
Blitva	IV-VIII	VI-X,	srebrenolisna
Cikla	IV-VI	VII-X	bikor
Grah mahunar	V-VI	VII-IX	niske sorte žutih i zelenih mahuna
Grah zrnaš	V	VIII	ranije sorte
Grašak	III-IV	VI-VII	niske i visoke sorte
Krastavac	V-VI	VII-IX	salatne sorte
Luk	III	VIII	sorte kraće vegetacije
Matovilac	VIII-X	X-III	sorte otporne na hladnoću
Mrkva	III-VI	VII-X	nantes
Peršin	III-V	VII-X	berlinski poludugi
Radič	VI	XI-II	vitlof, vađenje X. mjesec
Rotkvice	III-IV, VIII	IV-V, IX-X	rane i srednje rane crvene
Špinat	X, III, VIII	IV, V, X	matador
Tikvica	V-VI	VII-IX	svjetlo i tamnozeleno

Vrijeme berbe radiča odnosi se ustvari na moguće razdoblje berbe tijekom pospješivanja radiča tipa vitlof. Njegova berba na polju (vađenje korijena i rezanje lišća) planira se u mjesecu listopadu, zatim se korjenovi skladište i postepeno pospješuju u zatvorenom prostoru.

Tablica 24 daje pregled rokova uzgoja kultura koje se sade. Prvo se u zaštićenom prostoru ili na otvorenom, ovisno o roku uzgoja, proizvedu presadnice. U tablici 24 su i kulture koje se razmnožavaju vegetativno (gomolji krumpira, češnjevi češnjaka) ili se prethodno proizvedu lučice (luk).

Tehnika uzgoja luka (izravna sjetva ili sadnja lučica) ovisi o sorti, mikroklimi područja, tipu tla i tehničkoj opremljenosti proizvođača pa se luk navodi u obje tablice (23 i 24).

Tablica 24. Vrijeme sadnje i berbe i tipovi sorata kultura koje se uzgajaju iz presadnica, te gomolja, lučica i češnjeva

Kultura	Vrijeme (mjeseci)		Tip sorte ili sorta
	sadnje	berbe	
Celer	V	IX-X	korjenaš
Cvjetača	IV, VI-VII	VI, IX-X	rane sorte i jesenske
Češnjak	X	VI-VII	ozimi
Dinja	V	VIII-IX	kraće vegetacije
Endivija	VII	IX-X	eskariol, kudrava
Kelj	IV-VI	VI-XI	rane, ljetne i jesenske sorte
Kelj pupčar	VI	X-II	rane sorte
Korabica	IV-VIII	VI-X	rane i kasne sorte
Krumpir	IV	VII-VIII	rane (Jaerla) i srednje kasne sorte
Kupus	IV-VI	VI-X	rane sorte, ljetne i za kiseljenje
Lubenica	V	VIII-IX	kraće vegetacije
Luk	III	VII	holandski žuti (lučica)
Luk srebrenac	X	VI	srebrenac
Mladi luk	X, III	IV-V	holandski žuti (lučice)
Paprika	V	VIII-IX	tip rotund, babura
Patlidžan	V	VIII-IX	kraće vegetacije
Poriluk	VI	IX-IV	otporan na hladnoću
Radič	VII-VIII	IX-X	crvenih glavica
Rajčica	V	VII-IX	visoke sorte otporne na transport
Salata	IX-X, III-VIII	IV-X	ozime, proljetne i ljetne maslenke i kristalke
Šparoga	IX	V	bijela i zelena

Kupus, kelj, salata i korabica sade se u više rokova za kontinuirano pristizanje u tehnološku zrelost. Rajčica, paprika i patlidžan se sade u kraćem, a beru u duljem razdoblju. Dinje i lubenice često se uzgajaju izravnom sjetvom. Međutim, u ovom klimatskom području jedino iz presadnica mogu se postići zadovoljavajući prinosi. Luk srebrenac, lučice luka (za proizvodnju mladog luka), češnjak, ozimi kelj i ozima salata sade se u jesen, a beru u proljeće. Poriluk i kelj pupčar mogu se brati i tijekom zime ako nema snijega ili tlo nije zamrznuto. Šparoga je višegodišnja kultura, tj. bere se više godina (desetak) iz istog nasada.

Za produljenje vegetacije, tj. raniju moguću berbu u proljeće ili ljeti ili kasniju nekih kultura u jesen, predlaže se uzgoj u negrijanim plastenicima, visokim i niskim tunelima ili pak uz prekrivanje usjeva netkanim vlaknastim materijalima – agrotekstilom (tablica 25).

Krumpir, grah mahunar, rajčica, paprika, patlidžan, krastavac, tikvica, salata, blitva, korabica i rotkvica siju se ili sade ranije u proljeće nego što je to moguće na otvorenom pa je i ranije moguća berba. Za raniju berbu u proljeće u negrijanom zaštićenom prostoru u jesen se sije ili sadi ozimi kelj, ozima salata, mrkva, peršin, špinat, lučice luka (za proizvodnju mladog luka).

Negrijani zaštićeni prostori omogućuju i kasniju berbu u jesen (rajčica, paprika, patlidžan, krastavac, tikvice, grah mahunar, salata, endivija, radič, špinat).

Posebno se naglašava primjena netkanih vlaknastih polimernih materijala kojima se usjevi prekrivaju izravno iza sjetve ili sadnje, bez nosive konstrukcije, ili za zaštitu od blažih mrazeva u kasnu jesen i zimi. Vlastita istraživanja zbog zadovoljavajućih rezultata ukazuju na njihovu mogućnost šireg korištenja.

Smjernice za buduću proizvodnju povrća

Smjernice za projekciju proizvodnje povrća na području Grada Zagreba trebaju sadržavati više elemenata.

Prvi je element tržište. Na temelju bilanci potreba određenih vrsta povrća može se izračunati potrebna površina za njihov uzgoj. Pritom treba uzeti u obzir da se povrće na otvorenim ili u negrijanim zaštićenim prostorima na području Grada Zagreba bere samo određeno razdoblje tijekom godine. Prema tome, potrebe tržišta Zagreba za svježim povrćem preostalom dijelu godine i dalje treba podmirivati iz mediteranskog dijela Hrvatske.

Na isti se način može izračunati i potrebna površina za nedostatne količine konzerviranog povrća. Za konzerviranje se preporučuju uzgajati one kulture koje na području Grada Zagreba imaju agroekološke uvjete blizu optimalnih vrijednosti za njihov rast i razvitak na otvorenom. U programu razvoja prerade povrća prednost ima način prerade čiji proizvodi najviše nedostaju, kako na nacionalnom, tako i na europskom tržištu, a to je smrznuto povrće.

Tablica 25. Vrijeme sjetve ili sadnje i berbe te tipovi sorata kultura koje se uzgajaju u negrijanom zaštićenom prostoru

Kultura	Vrijeme (mjeseci)		Tip sorte ili sorta
	sjetve ili sadnje	berbe	
Blitva	III	IV-V	srebrenolisna
Endivija	VIII	XI	eskariol
Grah mahunar	IV, VIII	VI, X	niske sorte
Kelj	X	IV	ozime sorte
Korabica	III	IV-V	rane sorte
Krastavac	IV	VI-X	salatne sorte
Mladi krumpir	III	V-VI	rane (Jaerla)
Mladi luk	X	II-III	holandski žuti (lučice)
Mrkva	X	V-VI	Nantes
Paprika	IV	VII-X	zvonoliki oblik ploda
Patlidžan	IV	VII-X	kraće vegetacije
Peršin	X	V-VI	berlinski poludugi
Radič	VIII	XI	crvenih glavica
Rajčica	IV	VI-X	visoke sorte
Rotkvica	II-III	III-IV	rane sorte
Salata	X	III-IV	ozime sorte
Špinat	IX, X	XI, II-III	matador
Tikvica	IV	VI-X	svjetlozelenih plodova

U gradu Zagrebu kraće ili dulje borave i potrošači drukčijih navika u prehrani. Dio se njihovih potreba za specifičnim proizvodima može podmiriti i proširenjem asortimana u proizvodnji povrća.

Strukturu proizvodnje, odnosno pojedinih vrsta povrća, treba prilagoditi kako ukupnoj godišnjoj potrebi, tako i potrebama u kraćim razdobljima. U zaštićenim prostorima u obzir dolazi uzgoj kultura koje postižu više prodajne cijene u razdoblju berbe.

U politici korištenja poljoprivrednog zemljišta voditi računa o potrebi okrupnjavanja parcela i posjeda obiteljskog gospodarstva. Neke proizvodnje, posebice za preradu, nije ni moguće drukčije organizirati.

Radi lakšeg osiguranja plasmana proizvoda, racionalizacije u nabavi repromaterijala, korištenja specifične mehanizacije i opreme neophodno je organizirati proizvođače povrća u interesne asocijacije, a dosadašnje oblike organiziranja (udruga) kvalitetno reorganizirati. Na taj će način proizvođač biti jači partner u odnosima: proizvodnja – trgovina - uprava.

Distribucija proizvodnje povrća na oraničnim površinama Grada Zagreba mora se temeljiti, prije svega, na pogodnostima tala, osiguranju vode za navodnjavanje i udaljenosti od potrošačkog centra.

U proizvodnji je potrebno sustavno mijenjati sortiment onih kultura za koje postoje produktivnije sorte, otpornije na abiotske stresove i štetočinje, te bolje kvalitete, posebice tijekom čuvanja.

Promjene u tehnologiji uzgoja moraju biti usmjerene prema racionalizaciji rada, tj. uvođenju specifične mehanizacije, te racionalizaciji utroška gnojiva i sredstava za zaštitu bilja, kako zbog ekonomskog razloga, tako i ekološki prihvatljivijeg načina proizvodnje.

Svako unapređivanje proizvodnje, pa tako i povrća, zahtijeva i određeno znanje. Znanje mora imati i neposredni proizvođač, i organizator ili poduzetnik u proizvodnji. Mladim ljudima, poduzetnicima ili nositeljima obiteljskih gospodarstava, treba dati temeljna znanja u stručnim školama. Postojećim i potencijalnim proizvođačima povrća treba osigurati kontinuirani način stjecanja novih znanja i vještina putem tečajeva, seminara i sl. Važna karika u prijenosu znanja, ali i davanju brzih rješenja, ima osposobljena i opremljena Poljoprivredna savjetodavna služba. Njena uloga mora biti i razvojna. Naime, putem edukacijsko-istraživačkog poligona mogu se proizvođačima povrća na primjeren i slikovit način dati informacije o svojstvima sorata, o utjecaju promjena tehnoloških parametara na kvantitativna i kvalitativna svojstva proizvoda, o novoj opremi, navodnjavanju itd.

Razvojna komponenta proizvodnje povrća zahtijeva i investicije, odnosno financijsku podršku za njih. Uz sve ostale ispunjene uvjete za realizaciju nekog financiranja, iz podnesenog zahtjeva mora biti vidljivo i ispunjenje agroekoloških uvjeta za novu proizvodnju, uvažavajući ekološka ograničenja pojedinih lokacija proizvodnje.

3.3.2. Voćarska proizvodnja

Stanje i potencijali voćarske proizvodnje na području Grada Zagreba

Voćarska proizvodnja na području Grada Zagreba s pomoćološkog stajališta predstavlja tradicionalno voćarsko proizvodno područje, koje ima čitav niz komparativnih prednosti u pogledu racionalnog korištenja potencijala prirodnih staništa za velik broj vrsta i sorti voćaka. Nalazi se u središnjem dijelu glavnog voćarskog područja sjeverozapadne Hrvatske. Ovdje prevladavaju klimatogene vegetacijske zajednice *Querceto carpinetum Croaticum* Horv. (Hrvatska zajednica hrasta kitnjaka i običnog graba) i *Querceto castanetum* Horv. (Zajednica hrasta i kestena) s izrazitom indikacijom povoljnih prilika za intenzivnu proizvodnju: jabuka, kruška, šljiva, marelica, bresaka, te trešanja, višanja, oraha, lijeske i jagodastog voća općenito, a posebice: jagoda, malina i ribiza.

Osnovne klimatske karakteristike glavnog uzgojnog područja Grada Zagreba su:

- srednje temperature najhladnijeg mjeseca ne padaju ispod -1°C , a najtoplijeg ne prelaze iznad 20°C .
- oborine su uglavnom jednako raspoređene na cijelu godinu, ali najsušniji dio godine pada u hladno godišnje doba, na početak toplog dijela godine i potkraj jeseni.

Kod ocjene proizvodnog područja s klimatološkog stajališta, najveća se pažnja poklanja temperaturama i to minimalnim, maksimalnim, srednje dnevnim i temperaturama zraka u 14 sati tijekom kolovoza i rujna. Na području Grada Zagreba kreću se apsolutne minimalne temperature oko -20°C , maksimalne oko 37°C , srednje godišnje $11,7^{\circ}\text{C}$, u periodu vegetacije $18,1^{\circ}\text{C}$, a u 14 sati tijekom kolovoza $21,1^{\circ}\text{C}$ i rujna $22,1^{\circ}\text{C}$.

Ukupna količina oborina na ovom području iznosi oko 875 mm, od čega u periodu vegetacije oko 500 mm. Hidrotermički koeficijenti po Popovu iznosi oko 1,30, što ukazuje da je moguća intenzivna voćarska proizvodnja bez primjene natapanja. Relativna vlaga zraka o kojoj puno ovisi kvaliteta zimskih sorti jabuka i krušaka, iznosi u kolovozu 76 %, a u rujnu 82 %.

Zbog povremenih vrlo hladnih zima, kada se velike mase hladnog zraka skupljaju u nizinama, može doći do pozebe vegetativnih i generativnih organa. S time u vezi za uzgoj voćaka imaju komparativnu prednost blago uzdignuti položaji sa kojih se hladan zrak kao teži «ruši» u nizinu, pa je onemogućena njegova duža stagnacija i stalno djelovanje. Za takove položaje kažemo da imaju prirodno osiguranu zračnu drenažu. Uz to treba za uzgoj voćaka birati zaštićene položaje, a izbjegavati otvorene od hladnog vjetrova i zatvorene gdje dugo stagnira hladan zrak.

U proizvodnji je najzastupljenija jabuka, a u manjoj mjeri uzgajaju se šljive, trešnje i ostale voćne vrste. Ovakvom proizvodnjom potencijal proizvodnog područja iskorištava se na vrlo niskoj razini. Naime, još uvijek ima puno položaja na kojima je moguće organizirati stabilnu intenzivnu voćarsku proizvodnju, a najveći dio prikladnih, i to najboljih površina za intenzivnu proizvodnju voća, još nije uključen u proizvodnju.

Preporuke za razvoj voćarstva na području Grada Zagreba su razvoj intenzivne proizvodnje u sustavu integrirane, a djelomično i organske proizvodnje.

Nadalje, važno je i pitanje opsega proizvodnje u pojedinom području, kako bi se bolje planirala mehanizacija, otkup itd., što sve može riješiti dobro organizirana kooperacija. Smatra se da je gotovo za svaku voćarsku vrstu potrebno na pojedinom području organizirati proizvodnju na najmanje 50 ha. Za jabuke, kruške, šljive, višnje, trešnje i marelice mogu biti vrlo prikladni voćnjaci od 1 do 3 ha. Pri uzgoju jagoda, malina i ribiza mogu se prakticirati i manji voćnjaci od 0,25 do 1 ha.

3.4. Infrastruktura i institucije od važnosti za Plan navodnjavanja

Važno je istaknuti da na području Grada Zagreba postoji sva osnovna infrastruktura, te nema posebnih ograničenja za razvoj Plana navodnjavanja poljoprivrdnih površina i gospodarenje poljoprivrednim zemljištem i vodama. Kada su institucije u pitanju valja istaći da za realizaciju ovog Plana važne su slijedeće:

- Vlada RH
- Ministarstvo poljoprivrede, šumarstva i vodnog gospodarstva RH
- Hrvatske vode
- Grad Zagreb i općine
- Agronomski fakultet i instituti vezani za poljoprivredu i vodno gospodarstvo
- Hrvatski zavod za poljoprivredu savjetodavnu službu
- Poljoprivredne udruge i zadruge
- Krajnji korisnici

Uloge pojedinih institucija u provedbi navodnjavanja na području Republike Hrvatske te pojedinih županija definirane su Nacionalnim planom navodnjavanja i gospodarenja poljoprivrednim zemljištem i vodama (NAPNAV-a) iz kojeg izdvajamo:

Vlada RH pokrenula je i izradila Nacionalni plan navodnjavanja, čija će realizacija pridonijeti učinkovitijoj poljoprivrednoj proizvodnji i održivim razvojem ruralnih područja u Hrvatskoj. Uloga Vlade RH je praćenje provedbe NAPNAV-a putem Nacionalnog povjerenstva za projekt navodnjavanja i gospodarenja poljoprivrednim zemljištem i vodama, te osiguranje financijskih sredstava za realizaciju projekata navodnjavanja u suradnji sa Županijama.

Ministarstvo poljoprivrede, šumarstva i vodnog gospodarstva RH trebalo bi organizirati i pratiti izgradnju i primjenu sustava za navodnjavanje, te prava i obveze korisnika navodnjavanja.

Hrvatske vode su javna tvrtka za obavljanje poslova i zadataka upravljanja državnim i lokalnim vodama, i kao takvo će imati značajnu ulogu u provedbi Plana navodnjavanja.

Grad Zagreb, kao jedinica regionalne uprave, ima ulogu koordinacije interesa različitih strana: na jednoj strani zainteresiranih poljoprivrednih proizvođača, a s druge strane institucija koje gospodare javnim dobrima i prirodnim resursima. U postupku provođenja Plana navodnjavanja, usklađuje pojedinačne zahtjeve s Planom, te rješava niz operativnih zahtjeva vezanih za provedbu Plana. Grad predlaže godišnje i višegodišnje programe i projekte navodnjavanja na svome području nakon što zahtjeve sa terena ocijeni Stručno povjerenstvo. Grad je također nosilac aktivnosti za pribavljanje sredstava pristupnih fondova EU. Konačno, Grad je temeljno mjesto kontakta zainteresiranih korisnika zemljišta za navodnjavanje, centar informiranja za lokalnu upravu i samoupravu o mogućnostima provedbe navodnjavanja na svome području te provodi kontrolu stanja na terenu.

Fakulteti, instituti vezani za poljoprivredu i vodno gospodarstvo, te ostali institucije, konzultanti i drugi imat će kao stručne ustanove i pojedinci bitnu savjetodavnu i edukativnu ulogu u provedbi Plana, te će sudjelovati u provedbi osmišljavanja, provedbe i monitoringa nad izgrađenim pojedinačnim sustavima.

Poljoprivredna savjetodavna služba ima značajnu ulogu u educiranju krajnjih korisnika- poljoprivrednih proizvođača o upravljanju sustavima na parceli, te uvođenja novih tehnologija u poljoprivrednu proizvodnju.

Krajnji korisnici su obiteljska poljoprivredna gospodarstva, zadruge/udruge poljoprivrednih proizvođača, drugi poslovni subjekti, te gradovi odnosno općine. Na području Grada aktivno je više zadruga, udruga i sl. koje su izravno zainteresirane za provedbu Plana navodnjavanja.

3.5. Dosadašnji razvojni programi i uklapanje u projekte šireg područja i prostorne planove

1. Strateški okvir za razvoj 2006. – 2013., radna verzija, Republika Hrvatska, Središnji državni ured za razvojnu strategiju i koordinaciju fondova Europske unije.

Poglavlje: VI. Prostor, priroda, okoliš i regionalni razvitak

Potpoglavlje: Instrumenti i akcije, str. 36

"Iskorištavanje vodnog potencijala značajan je instrument povećanja konkurentnosti hrvatske poljoprivrede. Potrebno je stoga intenzivirati ulaganja u razvoj sustava navodnjavanja i odvodnjavanja na način koji će omogućiti očuvanje prirodnih resursa i promicanje održive poglavito ekološke poljoprivredne proizvodnje te ostvarenje napretka u zaštiti seoskih područja. U skladu s tim potrebno je poticati aktivnosti usmjerene na povećanje proizvodnje u segmentima nedostajuće domaće ponude i posebno u proizvodnji proizvoda koji čine hrvatsku posebnost."

2. SAPARD program: Plan za poljoprivredu i ruralni razvitak za 2005.-2006. Republika Hrvatska, Ministarstvo poljoprivrede, šumarstva i vodnoga gospodarstva, 2005

Poglavlje: Trenutna situacija u poljoprivredi i ruralnim područjima

Potpoglavlje: 1.2. Poljoprivreda

1.2.3.4. Navodnjavanje, str. 41

"Nedostatak sustava za navodnjavanje u Hrvatskoj nije rezultat nedovoljnih izvora vode već nedovoljnog održavanja infrastrukture i opreme za navodnjavanje. Ovakva situacija je djelomično rezultat promjena u vlasničkoj strukturi, posljedica rata i promjena u upravljanju poljoprivrednim vodenim resursima."

Poglavlje: 2. Kontekst državne uprave

Potpoglavlje: 2.2. Pregled i procjena potpora i pomoći poljoprivredi

D) Mjere ruralnog razvitka

2.2.2. Nacionalni modeli i mjere, str 123

"Prioritetni i strateški programi razvoja hrvatske vlade i MPŠVG-a pokrenuti u 2004. imaju za cilj povećanje konkurentnosti i obujma domaće proizvodnje, posebice deficitarne proizvodnje kao što je prerada voća, grožđa, mesa i mlijeka. Prioriteti su: restrukturiranje poljoprivredne proizvodnje i podizanje višegodišnjih nasada, razvoj proizvodnje stoke i navodnjavanja kao strateški prioritetni projekt. Zbog toga je Vlada Republike Hrvatske odobrila niz operativnih programa u kojima se predlažu i kvantificiraju mjere za poboljšanje tih sektora."

Poglavlje: 4. Odabrane mjere

Podpoglavlje: 4.1. Mjera: Ulaganja u poljoprivredna gospodarstva

4.1.5. Dozvoljena ulaganja, str 165

"5. Ulaganje u sustav navodnjavanja na poljoprivrednom gospodarstvu (uključujući kompjutersku opremu) za voće i povrće."

3. Nacionalni program za poljoprivredu i seoska područja, Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, 2003

Poglavlje: II. Stanje i ograničenja za razvoj poljoprivrede i seoskog prostora

Podpoglavlje: II.1.3. Poljoprivreda i okoliš, str. 23

"Navodnjava se oko 0,3% obradivih, odnosno 0,4% zasijanih površina. Prema procjenama pretpostavlja se da se za navodnjavanje danas u RH rabi između 12 i 15x10⁶ m³ vode. Godišnje se za potrebe poljoprivrede zahvati oko 9.000 m³ podzemnih voda. S obzirom da se za navodnjavanje rabe zatvoreni sustavi pod tlakom (kišenje, lokalizirano navodnjavanje) gubici vode nisu veći od 30%."

Poglavlje: III. Ciljevi poljoprivredne politike za razdoblje do 2005.

Podpoglavlje: III.1.2.5. Uređenje poljoprivrednog zemljišta, str. 37

"U cilju promicanja gospodarenja poljoprivrednim zemljištem, nužno je u sljedećem razdoblju značajnije poticati programe uređenja zemljišta hidromelioracijom (odvodnja, navodnjavanje, vodozahvati i drugo) odnosno agromelioracijom (humifikacija tla, kalcifikacija tla, meliorativna gnojidba i drugo), te izgradnju infrastrukturne mreže (kanalska, putna mreža i drugo). Osnovni cilj uređenja poljoprivrednog zemljišta je stvaranje povoljnih uvjeta za povećanje proizvodne vrijednosti tla za što ekonomičnije korištenje i lakšu obradu. U cilju privođenja sursi potencijalno miniranog poljoprivrednog zemljišta jedna od prioritetnih zadaća je ubrzanje postupka razminiranja uz jače uključivanje međunarodne zajednice."

Poglavlje: IV. Program poljoprivredne politike za razdoblje do 2005. godine

Podpoglavlje: IV.1.3.5. Osposobljavanje neplodnog zemljišta i povećanje proizvodne sposobnosti ostalog zemljišta, str. 75

"Program uređenja zemljišta osposobljavanjem neplodnog zemljišta i povećanje proizvodne sposobnosti ostalog zemljišta podrazumijeva provođenje mjera agromelioracije (humifikacija i kalcifikacija tla, melioracija tla) i hidromelioracije (odvodnja, navodnjavanje).

Aktivnosti/instrumenti za provedbu mjere

- Kreditiranje programa uređenja zemljišta*
- Izrada studija uređenja zemljišta (agromelioracije i hidromelioracije)*

Kriteriji: Zakon o poljoprivrednom zemljištu, "Strategija gospodarenja poljoprivrednim zemljištem u vlasništvu države", "Mjerila i uvjeti za provedbu privatizacije poljoprivrednog zemljišta" i "Pravilnik o uvjetima i načinu korištenja sredstava od prodaje zakupa i koncesije poljoprivrednog zemljišta u vlasništvu države" i "Pravilnik o uvjetima i načinu korištenja sredstava naknade koja se plaća zbog prenamjene poljoprivrednog zemljišta".

4. TEHNOLOŠKA I POGONSKA OSNOVA ZA PLANIRANJE NAVODNJAVANJA

4.1. Ocjena sadašnjeg stanja poljoprivredne proizvodnje

Poljoprivreda, seoski prostor i prirodni resursi za poljoprivrednu proizvodnju od samog su osnutka Grada Zagreba kao jedinice lokalne uprave prepoznati kao bogatstvo od posebnog značenja. Grad Zagreb među vodećim je jedinicama po uvođenju suvremenih tehnologija na obiteljskim gospodarstvima ili poslovnim subjektima u području poljoprivrede.

Ipak, još uvijek postoje značajne razvojne rezerve koje se mogu iskoristiti samo usklađenim djelovanjem svih dionika, od kreatora nacionalne i lokalne poljoprivredne politike, do poljoprivrednih proizvođača. Ovaj plan prvotno je namijenjen gradskoj upravi i poljoprivrednim gospodarstvima kao potpora u razvitku infrastrukture navodnjavanja i povećanju navodnjavanih površina.

Podaci o poljoprivrednim površinama, prirodnima i proizvodnji preuzeti su iz tri izvora, i to:

1. Statističkih izvješća Državnog zavoda za statistiku,
2. Statističkog ljetopisa RH 2004. godine i
3. Popisa poljoprivrede 2003. godine.

S obzirom na različite metodologije i svrhe u prikupljanja podataka po pojedinom izvoru, potrebno je pojasniti razlike u samim podacima. Naime, podaci o površinama i proizvodnji iz statističkih izvješća i Statističkog ljetopisa temelje se na teritorijalnoj podjeli i podacima procjenitelja, dok se podaci Popisa poljoprivrede temelje na sveobuhvatnom ispitivanju kućanstava i poslovnih subjekata s poljoprivrednom proizvodnjom. Popisom poljoprivrede obuhvaćena je većina poljoprivrednih proizvođača, no nije pokrivena cjelokupna površina. S druge strane, statistička izvješća, koja se temelje i na katastarskim planovima, omogućuju bolji pregled sveukupnih površina, ali ne pružaju uvid u strukturu proizvođača. U tablici 26 vidljiva je razlika u obuhvatu poljoprivrednih površina prema redovnim statističkim izvješćima i prema Popisu poljoprivrede 2003. godine.

Tablica 26. Korišteno poljoprivredno zemljište po kategorijama (u ha) u Gradu Zagrebu 2003. godine (Prema Statističkom ljetopisu i Popisu poljoprivrede 2003. godine)

Kategorija poljoprivrednog zemljišta	Podaci prema Statističkom ljetopisu	Podaci prema Popisu poljoprivrede	Obuhvat popisa
Ukupno poljoprivredno zemljište	28.576	14.493,58	50,72%
Oranice i vrtovi	15.926	7.809,87	49,04%
Voćnjaci	1.353	1.018,32	75,26%
Vinogradi	1.504	459,06	30,52%
Livade	4.151	4.565,22	109,98%
Pašnjaci	5.642	455,14	8,07%

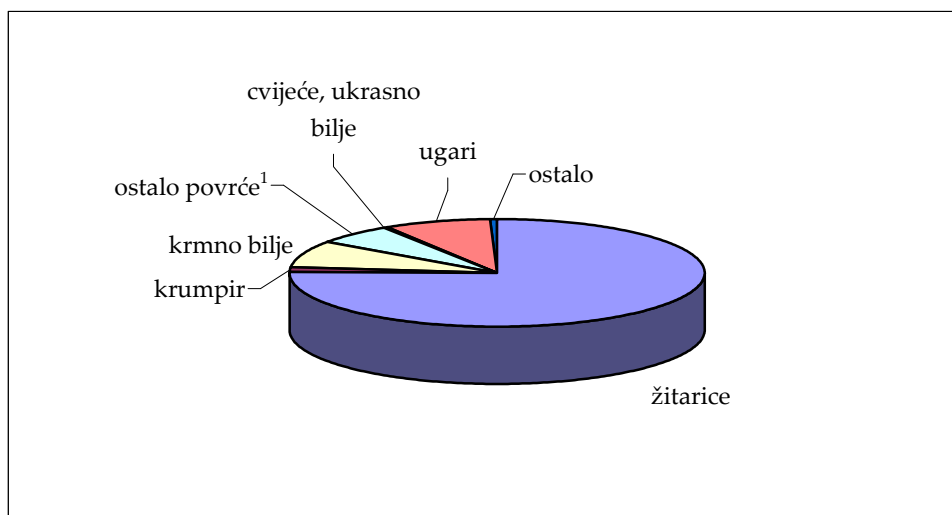
Izvor: Statistički ljetopis Republike Hrvatske 2004. godine - podaci za 2003. godinu, CD-ROM izdanje, DZS RH i Rezultati Popisa poljoprivrede 2003. godine, CD-ROM izdanje, DZS RH, 2004.

Prema najnovije raspoloživim podacima, za 2004. godinu, najveći dio poljoprivrednih površina, 60,33% čine oranice i vrtovi. Livade su sljedeća kategorija po zastupljenosti s udjelom od 24,35%, dok ostale kategorije (voćnjaci, vinogradi, pašnjaci) imaju udjele manje od 10%, s najmanje 3,10% udjela za pašnjake. Što se tiče vlasništva, oko 90% oranica i vrtova kao najvrjednijeg zemljišnog resursa je u vlasništvu obiteljskim gospodarstvima.

S obzirom na prirodu i obuhvat podataka, Popis poljoprivrede držimo kvalitetnijim izvorom za procjenu strukture proizvodnje i strukture sjetve. Sve obuhvaćene jedinice popisa² koristile su u trenutku popisa 14.493,58 ha poljoprivrednog zemljišta, od čega s 7.809,87 ha oranica i vrtova. Uz oranice i vrtova, obuhvaćene su i površine povrtnjaka koje iznose 149,12 ha.

Prema podacima Popisa poljoprivrede, udjel žitarica na oranicama i vrtovima je vrlo visok i iznosi čak 75,37%. Po zastupljenosti zatim krmno bilje (7,98%), povrće ima udjel 6,37%, krumpir 1,24%, uljano sjemenje i plodovi 0,31% a cvijeće, sjemenski i sadni materijal 0,20% površina.

² Jedinice popisa u Popisu poljoprivrede 2003. godine bila su kućanstva s poljoprivrednom proizvodnjom i poslovni subjekti s upisanom djelatnošću poljoprivredne proizvodnje.



Slika 12. Korištenje oranica, vrtova i povrtnjaka u Gradu Zagrebu

¹⁾ Obuhvaća povrće na otvorenom, u zaštićenom prostoru i povrće u povrtnjacima.

Izvor: Popis poljoprivrede 2003. godine, CD izdanje, DZS RH

Prosječna površina korištenog zemljišta za sve jedinice popisa 1,02 ha po gospodarstvu, raspoređeno na 3,36 parcela prosječne veličine 0,30 ha.

Tablica 27. Korištene poljoprivredne površine poljoprivrednih kućanstava i poslovnih subjekata u Gradu Zagrebu 2003. godine

Pokazatelj	Jedinica mjere	Kućanstva	Poslovni subjekti	Ukupno
Gospodarstava	broj	14.121	54	14.175
Ukupno korišteno poljoprivredno zemljište	ha	13.230,58	1.263,00	14.493,58
Korišteno po gospodarstvu	ha	0,94	23,39	1,02
Parcela po gospodarstvu	broj	3,37	1,80	3,36
Prosječna veličina parcele	ha	0,28	13,02	0,30

Izvor: Izračunato prema: Popis poljoprivrede 2003. godine, CD izdanje, DZS RH

Prosječno korišteno poljoprivredno zemljište po gospodarstvu u Gradu Zagrebu (tablica 11) manje je u odnosu na prosjek u Hrvatskoj, što ukazuje na značajniju ulogu intenzivnih kultura organiziranih na manjim zemljišnim posjedima.

Gledamo li podatke po biljnoj proizvodnji, u razdoblju od 1999. do 2003. godine nema značajnih promjena u strukturi sjetve.

Što se tiče količine proizvodnje (tablica 28), za cijelo razdoblje svojstvena su stalna kolebanja proizvedenih količina. Osjetni pad proizvodnje nekih kultura bilježi se 2003. godine, što možemo pripisati jakoj suši u navedenoj godini.

Tablica 28. Proizvodnja važnijih biljnih kultura (u tonama) u Gradu Zagrebu u razdoblju od 1999. do 2003. godine

Kulture	Godine				
	1999.	2000.	2001.	2002.	2003.
Pšenica	5.065	5.896	6.016	6.778	3.557
Kukuruz	18.038	11.846	16.027	22.078	12.601
Soja	21	43	47	75	42
Krumpir	11.200	11.074	10.576	11.579	7.034
Jabuke	483	520	238	293	287
Šljive	557	506	119	76	342
Grožđe	13.494	15.677	13.816	15.675	13.236
Djetelina (sijeno)	3.708	2.051	2.810	4.363	1.607
Lucerna (sijeno)	3.006	1.739	2.566	3.246	1.619

Izvor: 1) Statistička izvješća DZS RH: Prirodi ranih i kasnih usjeva, voća i grožđa u 1999. i 2000., poljoprivredna proizvodnja u 2001., 2002. i 2003.

Tijekom cijelog razdoblja nema većih pomaka u proizvodnosti, što znači niti u tehnologiji proizvodnje. To je vidljivo iz kretanja prinosa pojedinih kultura, gdje se ne bilježi ujednačen ili stalan rast koji bi ukazivao na bolje iskorištenje postojećih resursa. Ono što je karakteristično, jesu razmjerno velike varijacije u proizvedenim količinama, što možemo velikim dijelom pripisati visokoj ovisnosti o prirodnim uvjetima, između ostalog i padalinama.

Prikazani podaci o stanju i kretanjima biljne proizvodnje ukazuju na potrebu i mogućnost djelovanja na podizanju tehnologije proizvodnje radi povećanja i ustaljenja proizvodnje. Navodnjavanje je jedna od agrotehničkih mjera koja može značajno pridonijeti ovim naporima, što se posebice uočava u padu proizvodnje sušne 2003. godine.

4.2. Organizacija prostora za navodnjavanje

Po Zakonu o vodama (NN, broj 107, 1995.) za obavljanje poslova kojima se ostvaruje upravljanje državnim i lokalnim vodama osnovana je pravna osoba za upravljanje vodama – HRVATSKE VODE. Za poslove operativnog upravljanja vodnim sustavom ustrojene su organizacijske jedinice, a to je pet Vodnogospodarskih odjela (VGO). Na području Grada Zagreba važna je VGO Zagreb. U sastavu vodnogospodarskih odjela stručne poslove obavljaju vodnogospodarske ispostave (VGI) na slivnim područjima. Po Zakonu o vodama Hrvatske vode su odgovorne i zadužene za izvršenje sljedećih aktivnosti:

- uređenje voda, građenje regulacijskih i zaštitnih vodnih građevina, te vodnih građevina za melioracijsku odvodnju;

- tehničko i gospodarsko održavanje vodotoka, vodnog dobra, regulacijskih i zaštitnih vodnih građevina uključujući održavanje plovnih putova i građevina za zaštitu od erozija i bujica, te vodnih građevina za melioracijsku odvodnju;
- obrana od poplava i leda na državnim vodama, sukladno Državnom planu obrane od poplava;
- obrana od poplava na lokalnim vodama, zaštita od erozija i bujica, te melioracijska odvodnja, sukladno planovima obrane od poplava za slivna područja, koje donose županijske skupštine;
- istraživanja vodnih resursa u cilju nacionalnog upravljanja vodama;
- praćenje količina i razina površinskih, podzemnih voda i nanosa;
- zahvaćanje, crpljenje i uporaba površinskih i podzemnih voda za potrebe vodoopskrbe i navodnjavanja;
- zahvaćanje i uporaba voda za potrebe ribogojstva;
- sudjelovanje u planiranju, pripremi i izgradnji složenih hidroenergetskih sustava, poglavito višenamjenskih;
- koordinacija provedbe Državnoga plana za zaštitu voda;
- praćenje kakvoće površinskih voda i sedimenta, podzemnih voda i priobalnog mora;
- praćenje komunalnih i industrijskih otpadnih voda;
- prevencija od akcidentnih zagađenja i nužne sanacije;
- koordinacija planiranja zaštite voda regionalnih i lokalnih zajednica;
- sudjelovanje u planiranju, pripremi i izgradnji projekata odvodnje i pročišćavanja otpadnih voda;
- izdavanje vodopravnih akata, vođenje vodne dokumentacije i sudjelovanje u dodjeli koncesija.

Stoga Organizacija prostora sustava za navodnjavanje nalazit će se unutar djelovanja dva VGO Hrvatskih voda. Potencijalni projekti navodnjavanja međutim, biti će izdvojeni u posebne cjeline temeljem vrjednovanja prirodnih potencijala i potencijalne poljoprivredne proizvodnje. Unutar pojedinog područja navodnjavanja mogu se javiti različiti korisnici (obiteljska poljoprivredna gospodarstva, poslovni subjekti u poljoprivredi, zadruge i udruge) koje je potrebno organizirati. Organiziranje vlasnika ili korisnika poljoprivrednog zemljišta, u udruhu korisnika navodnjavanja, nužni je preduvjet izgradnje sustava. Korisnici sustava uključeni su u upravljanje i održavanje izgrađenim sustavom navodnjavanja.

Organizirani korisnici sustava za navodnjavanje zajedno sa Hrvatskim vodama odnosno VGI i drugi zainteresirani upravljaju sustavima za navodnjavanje.

4.3. Očekivane potrebe za vodom u novoj strukturi sjetve

Racionalno korištenje poljoprivrednih resursa nekog područja glavna je zadaća agronomске prakse, a načini i tehnologije gospodarenja trebaju biti u njezinoj funkciji. Agroekološki potencijali područja Grada Zagreba za poljoprivrednu proizvodnju su relativno veliki. Međutim, intenzivna poljoprivredna proizvodnja teško je ostvariva na sadašnjem stupnju uređenosti poljoprivrednih površina. Reguliranje vodnog režima tla temelj je ostvarivanja visoke i stabilne poljoprivredne proizvodnje.

O navodnjavanju kao melioracijskoj mjeri koja ima za cilj nadoknaditi nedostatke vode koji se javljaju u poljoprivrednoj proizvodnji tijekom vegetacijske sezone, biti će raspravljano u nastavku.

4.3.1. Potrebe navodnjavanih kultura za vodom

Odnos referentne evapotranspiracije i efektivnih oborina

(Bilanca vode u sustavu biljka - atmosfera)

Sustavi za navodnjavanje projektiraju se i izvode s ciljem nadoknade nedostatka vode potrebne za optimalan uzgoj biljaka, izazvanog nedostatkom oborina i/ili zaliha vode u tlu. Zahtjevi biljke za vodom važan su parametar za projektiranje sustava za navodnjavanje. Nedostatni ili neprimjereni ulazni parametri za izračunavanje potreba biljke mogu dovesti do predimenzioniranja ili poddimenzioniranja cjelokupnog sustava.

Potreba biljke za vodom definirana je količinom vode koja treba udovoljiti evapotranspiracijskom gubitku zdrave biljke, uzgajane u polju, nelimitirane uvjetima tla, uključujući vodu i hranjiva, i koja osigurava puni proizvodni potencijal u određenim agroekološkim uvjetima.

Učinak klimatskih značajki na potrebe biljke za vodom dat je kroz referentnu evapotranspiraciju (ET₀) koja predstavlja gubitak vode evaporacijom (isparavanjem) i transpiracijom (gubitak vode kroz puči biljke u obliku vodene pare) s jednolično visokog i aktivno uzgajanog travnjaka visine 8-15 cm koji potpuno prekriva površinu i ne oskudijeva vodom.

Referentna evapotranspiracija za potrebe ovog projekta izračunata je po metodi Penman-Monteitha, u računalnom programu Cropwat ver. 5.7, dok su kao ulazni parametri korišteni 20-godišnji prosječni podaci srednjih dnevnih temperatura zraka, relativne vlage zraka, insolacije i brzine vjetra s meteorološke postaje Maksimir (1981-2000).

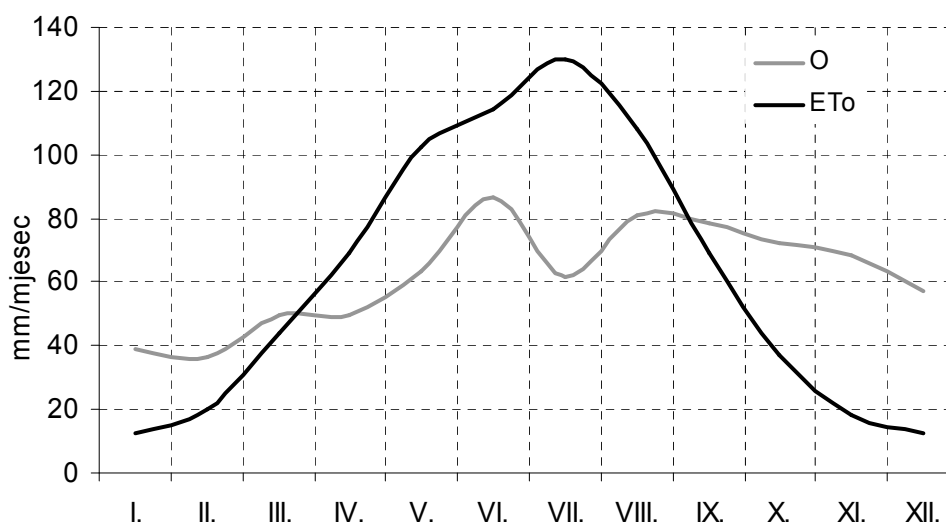
Analiza evapotranspiracije kao procesa gubitka vode putem biljke i iz tla, te oborina kao najvažnijeg izvora vode za biljku, prvi je pokazatelj potreba za navodnjavanjem. Budući da sve izmjerene oborine nisu i efektivne s obzirom na to da se dio oborina gubi površinskim otjecanjem i perkolacijom u dublje slojeve (izvan rizosfere), a jedan se dio zadržava na biljci i direktno isparava, uveden je termin efektivnih oborina.

Za izračunavanje efektivnih oborina u ovom primjeru upotrijebljena je metoda USDA Soil Conservation Service.

Odnosi i dinamika prosječnih vrijednosti mjesečne evapotranspiracije i efektivnih oborina tijekom promatranog 20-godišnjeg perioda za istraživano područje Zagreba prikazani su u tablici 29 i na slici 13.

Tablica 29. Odnos referentne evapotranspiracije i oborina na području Zagreba, mm/mjesec (1981-2000)

Mjesec	Evapotranspiracija	Oborine	Efektivne oborine
Siječanj	12,4	42	39,2
Veljača	20	39	36,6
Ožujak	44	54	49,3
Travanj	69	54	49,3
Svibanj	102,3	72	63,7
Lipanj	114	102	86,7
Srpanj	130,2	69	61,4
Kolovoz	108	96	81,3
Rujan	69	92	78,5
Listopad	37,2	83	72
Studeni	18	79	68,3
Prosinac	12,5	64	57,4
Suma (mm)	740	848	744



Slika 13. Godišnja dinamika referentne evapotranspiracije (ETo) i efektivnih oborina (O) za područje Zagreba (1981-2000)

Uspoređujući samo ukupne vrijednosti (tablica 29), uočljivo je da je vrijednost efektivnih oborina ($O=744$ mm) gotovo izjednačena s vrijednošću referentne evapotranspiracije ($ET_o=740$ mm).

Dakako da ukupni zbrojevi nisu uvijek i realni pokazatelji potreba za navodnjavanjem. Uspoređivanjem mjesečnih podataka dobiva se realnija slika. Tako je za vegetacijsko razdoblje (travanj - rujna) uočljiv nedostatak vode, u iznosu od čak 172 mm, a nužan je da bi se zadovoljile potrebe evapotranspiracije.

Najveća potreba za vodom i najveći nedostatak vode javlja se u srpnju i razlika između referentne evapotranspiracije i efektivnih oborina u tom mjesecu iznosi čak 69 mm.

Potrebe povrćarskih i ratarskih kultura za vodom

Struktura povrćarske proizvodnje na području Zagreba je prilično razvijena i koncentrirana uglavnom u široj okolini njenog glavnog središta. U prvom redu zahvaljujući svom izuzetnom geografskom položaju, Zagreb kao najveći potrošački centar regije, ali i cijele Republike Hrvatske, ima brojne prednosti. Smješten u centralnom dijelu države, povezuje kontinentalnu i mediteransku regiju kako u užem (na razini RH), tako i širem smislu (jugoistočni dio Europe). Svoje komparativne prednosti u budućnosti trebao bi više iskoristiti i u smislu razvoja povrćarske proizvodnje, tim više što je cijela regija izuzetno bogata vodnim resursima (površinskim i podzemnim), a upravo su oni, pored povoljne kontinentalne klime, glavni preduvjet razvoja poljoprivredne proizvodnje.

U nastavku će se dakle obraditi potrebe za vodom najznačajnijih povrćarskih, industrijskih, te nekih sjemenskih kultura za čiji uzgoj ima smisla razvijati sustave navodnjavanja na području ove županije. Također će u posebnom poglavlju biti obrađene neke od najznačajnijih voćarskih kultura, karakterističnih na ovom području.

Poljoprivredne kulture za svoj rast i razvitak zahtijevaju određene klimatske uvjete (radijaciju sunca, temperaturu i relativnu vlagu zraka, oborine) koji nadalje utječu na početak, tijek i dužinu vegetacijske sezone.

U tablici 30 su prikazani orijentacijski rokovi sjetve/sadnje, te trajanje vegetacije za nekoliko važnijih poljoprivrednih kultura.

Tablica 30. Orijentacijski rokovi sjetve/sadnje i berbe poljoprivrednih kultura na području Grada Zagreba

Poljoprivredna kultura	Datum sjetve/sadnje	Datum berbe
Cvjetača	20.06.	01.10.
Kupus	15.04.	15.07.
Krumpir	15.04.	25.08.
Rajčica	10.05.	20.08.
Luk	25.03.	15.08.
Mrkva	10.04.	15.08.
Paprika	20.05.	20.09.
Suncokret	01.05.	25.09.
Kukuruz	01.05.	05.10.
Šećerna repa	25.03.	15.09.
Soja	25.04.	15.09.

Bez navodnjavanja je uzgoj povrća nemoguć ili je redovito podložan velikim rizicima za kulture koje se siju ili sade u kasno proljeće i ljeti (krumpir za zimu, grah mahunar jesenski, kupus i kelj jesenski, cvjetača, rajčica, paprika, patlidžan, krastavci, tikvice, salata ljetna i jesenska, endivija, radič, mrkva i peršin jesenski, špinat jesenski, blitva ljetna i jesenska, korabica ljetna i jesenska, rotkvica jesenska, cikla jesenska, poriluk, kelj pupčar).

Općenito vrijedi pravilo da kulture koje se sade u kasno ljeto, jesen i rano proljeće, a namijenjene su za potrošnju tijekom jeseni, zime i proljeća, imaju manje vrijednosti ukupnih potreba za vodom.

Kulture koje se sade u kasno proljeće i rano ljeto imaju veće potrebe za vodom, jer se fenofaze maksimalnog vegetativnog prirasta i zriobe odvijaju tijekom ljeta, u uvjetima povoljnim za ostvarivanje maksimalne transpiracije. Kalendarski gledano, najveće potrebe za vodom javljaju se, ovisno o kulturi, u lipnju i srpnju. Iz navedenog slijedi da se bez navodnjavanja neke kulture praktično ne mogu uzgajati, a neke pak mogu samo u određenim rokovima sjetve ili sadnje (jesen - proljeće).

Modeliranje potreba povrćarskih kultura za vodom

Ukupne potrebe povrćarskih kultura za vodom izračunate su pomoću kompjuterskog programa Cropwat Ver. 5,7. Izrađena su ukupno tri modela potreba za vodom u različitim klimatskim uvjetima:

- **u prosječnim (P),**
- **sušnim (S)** sa 75 %-tnom vjerojatnošću pojave oborina i

- **vlažnim (V)** sa 25 %-tnom vjerojatnošću pojave oborina.

Da bi se utvrdile ukupne potrebe za vodom pojedinih kultura na istraživanom prostoru, potrebno je povezati referentnu evapotranspiraciju (ET_0) s evapotranspiracijom uzgajane kulture (ET_k) uvođenjem u proračun koeficijent kulture (k_c).

Evapotranspiracija kultura (ET_k) koje se predviđaju uzgajati i navodnjavati izračunata je na temelju sljedećeg odnosa:

$$ET_k = ET_0 \cdot k_c$$

Za određen broj analiziranih kultura određeni su koeficijenti potrošnje vode po razvojnim fazama, tzv. koeficijenti kultura, obzirom na prethodno navedene datume sjetve/sadnje, vegetativni i generativni razvoj biljke, te datume berbe u navedenim agroekološkim uvjetima.

Pri izboru koeficijenta kulture upotrijebljeni su podaci Doorenbrosa i Pruitta (1977) prikazani u FAO publikaciji broj 24.

U nastavku su izneseni rezultati sva tri modela potrebe za navodnjavanjem nekoliko najznačajnijih poljoprivrednih kultura (tablica 31).

Tablica 31. Potrebe poljoprivrednih kultura za navodnjavanjem na području Zagreba u prosječnim (P), sušnim (S) i vlažnim (V) klimatskim uvjetima

Kultura	Potrebne količine vode za navodnjavanjem (mm)		
	P	V	S
Kupus	90	20	160
Cvjetača	55	13	90
Krumpir mladi	80	35	140
Luk	90	30	150
Paprika	100	45	165
Rajčica	96	30	160
Mrkva	110	60	185
Suncokret	95	32	178
Kukuruz	90	35	170
Šećerna repa	130	70	240
Soja	110	50	195

Iz tablice 31 je vidljivo da se potrebe uzgajanih kultura za vodom kreću u prosječnim klimatskim uvjetima između 55 mm kod uzgoja cvjetače, pa čak do 130 mm u uzgoju šećerne repe. Te se vrijednosti međutim povećavaju i nekoliko puta tijekom sušnih godina.

Budući je tlo bitan čimbenik koji svojim kapacitetom za vodu može ili reducirati ili ukloniti navedene nedostatke, nužno je sagledavanje o potrebama za navodnjavanjem i u relaciji klima - tlo - biljka.

U razmatranje je uzet jedan tipa tla: Aluvijalno tlo, karbonatno, oglejeno, duboko do vrlo duboko, koje može akumulirati oko 140 mm fiziološki aktivne vode po jednom dubinskom metru. Ovisno o datumu sjetve/sadnje pojedine kulture, početni sadržaj vlage u tlu je procijenjen na 50-70 % od ukupno fiziološki aktivne vlage.

Uzimajući u obzir spomenute osobine tla u nastavku je prikazana i projekcija redukcije prinos uzgajanih poljoprivrednih kultura u prosječnim, sušnim i vlažnim klimatskim uvjetima bez navodnjavanja (tablica 32).

Tablica 32. Smanjenje prinosa poljoprivrednih kultura u uvjetima bez navodnjavanja na području Zagreba u prosječnim (P), sušnim (S) i vlažnim (V) klimatskim uvjetima

Kultura	Redukcija prinosa (%)		
	P	V	S
Kupus	10	6	35
Cvjetača	5	2	30
Krumpir mladi	12	4	38
Luk	15	6	40
Paprika	16	5	42
Rajčica	14	5	36
Mrkva	18	10	42
Suncokret	10	4	36
Kukuruz	10	6	40
Šećerna repa	15	8	48
Soja	12	6	33

Potrebe voćarskih kultura za vodom

Od voćarskih kultura na području Zagreba utvrđena je potreba za navodnjavanjem kod dvije kulture; jabuke i jagode. Međutim, kod jabuke su simulirane dvije tehnologije uzgoja; sa travnatim mulchom između redova i bez njega.

Za te kulture utvrđene su također količine vode koje je potrebno dodati navodnjavanjem tijekom vegetacijskog razdoblja u prosječnim, vlažnim (s 35 % - tnom vjerojatnošću pojave oborina) i sušnim (s 75 % - tnom vjerojatnošću pojave oborina) klimatskim uvjetima, te su prikazane u tablicama 33 i 34.

Tablica 33. Potrebe voćarskih kultura za navodnjavanjem na području Zagreba u prosječnim (P), sušnim (S) i vlažnim (V) klimatskim uvjetima

Kultura	Potrebne količine vode za navodnjavanjem (mm)		
	P	V	S
Jabuka bez mulcha	115	65	190
Jabuka s mulchom	150	80	260
Jagoda	105	60	185

Tablica 34. Smanjenje prinosa voćarskih kultura u uvjetima bez navodnjavanja na području Zagreba u prosječnim (P), sušnim (S) i vlažnim (V) klimatskim uvjetima

Kultura	Redukcija prinosa (%)		
	P	V	S
Jabuka bez mulcha	12	10	40
Jabuka s mulchom	20	15	42
Jagoda	15	8	35

Na temelju rezultata modeliranja potreba za vodom i redukcije prinosa, vidljivo je da se potrebe voćarskih kultura za vodom kreću u prosječnim klimatskim uvjetima između 105 i 150 mm, te da je redukcija prinosa tada najmanja u uzgoju jabuke bez međurednog zatravnjivanja (12 %), a za čak 8 % je redukcija prinosa kod jabuke viša ukoliko je između travnati mulch.

Međutim, tijekom sušnih vegetacijskih sezona potrebe za vodom povećavaju se gotovo dvostruko, a također je i redukcija prinosa daleko veća (35 – 42 %).

Iz svega navedenog, razvidno je da je navodnjavanje kao suvremena agrotehnička mjera opravdana i nezaobilazna, kako u uzgoju analiziranih voćarskih kultura, tako i u uzgoju većeg broja povrćarskih i ratarskih kultura na području Grada Zagreba.

4.4. Primjenjivi sustavi za navodnjavanje

4.4.1. Postojeće stanje

Navodnjavanje je u osnovi uzgojna mjera u biljnoj proizvodnji kojom se tlu dodaju one količine vode potrebne za optimalan rast i razvoj biljke. Tijekom povjesti razvijali su se brojni načini navodnjavanja koji se mogu svrstati u četiri metode:

- površinsko navodnjavanje,
- podzemno navodnjavanje,
- navodnjavanje kišenjem,
- lokalizirano navodnjavanje.

Površinsko navodnjavanje najčešće je primjenjivana metoda navodnjavanja u svjetskim razmjerima. Glavna karakteristika ovog navodnjavanja je da voda u tankom sloju stagnira ili teče po površini tla, te infiltrirajući se u tlo do dubine razvoja korijenovog sustava osigurava vodu za njen normalan rast i razvoj. Voda se do navodnjavane površine dovodi najčešće gravitacijom, ali je moguće i dovođenje pod tlakom.

Podzemno navodnjavanje ili subirigacija je metoda gdje se voda dovodi otvorenim kanalima i/ili podzemnim cijevima, te infiltrirajući se u tlo i dizanjem uslijed kapilarnih sila osigurava vodu u zoni rizosfere.

Navodnjavanje kišenjem je metoda koja se počela uvoditi s razvojem učinkovitih strojeva i crpki, te rasprskivača, početkom prošlog stoljeća. Ova naprednija tehnička oprema omogućila je dovođenje vode na navodnjavanu površinu simulirajući prirodnu kišu. Voda je u sustavu kišenja pod tlakom te izlazeći kroz mlaznicu prska tlo i/ili biljke.

Lokalizirano navodnjavanje je metoda kojom se voda pod manjim tlakom dovodi na poljoprivrednu površinu gdje se vlaži samo jedan dio ukupne površine. Vlaži se samo mjesto gdje se razvija glavna masa korijena. Najviše se koristi u područjima gdje su zalije vode za navodnjavanje ograničene ili/i gdje to zahtijevaju uzgajane kulture kao i tehnologija proizvodnje.

Unutar navedene četiri metode ima više načina i sustava navodnjavanja. Površinsko navodnjavanje se, kao najstarija metoda, ali i zbog specifičnih zahtjeva kulture (npr. riže), u svjetskim razmjerima najčešće primjenjuje. Međutim, u poljoprivrednoj praksi razvijenih zemalja češće se primjenjuju načini i sustavi kišenja i lokaliziranog navodnjavanja. Ove dvije metode uglavnom se primjenjuju i u našoj poljoprivrednoj praksi danas, a očekuje se da će se i ubuduće sve više primjenjivati.

4.4.2. Izbor i značajke sustava navodnjavanja

Na sam izbor sustava navodnjavanja, između ostalog, utječu karakteristike uzgajane kulture, karakteristike tla, veličina i oblik površine, konfiguracija terena, klimatske karakteristike, vrsta i položaj izvora vode, količina i kakvoća vode, radna snaga itd. To znači da će se za svako konkretno područje navodnjavanja ili tip poljoprivredne proizvodnje birati odgovarajući sustav. Na području Zagreba, s obzirom na nabrojane čimbenike koji su uzeti u obzir, mišljenja smo da bi najpovoljniji bili sustavi kišenja i lokaliziranog navodnjavanja. Kad se radi o metodama kišenja, pretpostavka je da će se na manjim parcelama primjenjivati klasični načini, a na većim parcelama će se koristiti samohodni uređaji.

Navodnjavanje kišenjem

Metoda se primjenjuje na velikim površinama. Postoji veliki broj modifikacija sustava kišenja, ali svima su zajednički sljedeći osnovni dijelovi:

- **Crpka** koja crpi vodu iz izvora, kao što je akumulacija, bušotina, kanal ili vodotok te je pod potrebnim tlakom uvodi u sustav za navodnjavanje. Pokreće je motor s unutrašnjim izgaranjem ili elektromotor. Crpka nije potrebna ukoliko je voda u izvorištu pod tlakom.
- **Usisni cjevovod** kojim se voda dovodi od izvora do crpke.
- **Glavni cjevovod** kroz koji se voda potiskuje od crpke u razvodne cijevi. Kod stabilnih sustava glavni cjevovod se najčešće ugrađuje pod površinu tla, a prijenosni sustavi omogućavaju premještanje cjevovoda s jedne površine na drugu. Ukopani cjevovodi obično su izrađeni od čeličnih, azbestno-cementnih ili plastičnih materijala. Na velikim površinama glavni cjevovod se još grana u jedan ili više cjevovoda koji imaju istu zadaću dovoda vode do razvodnih cijevi.
- **Razvodne cijevi** ili **laterali** dovode vodu iz glavnog cjevovoda do rasprskivača. Mogu biti prijenosni ili stabilni, a izrađeni su od materijala sličnih onima za glavni cjevovod, samo su manjeg promjera. Kod samohodnih sustava, razvodne cijevi pokreću se tijekom navodnjavanja.
- **Rasprskivači** raspršuju vodu po površini tla, uz osnovni uvjet ujednačenog prekrivanja.

Navodnjavanje kišenjem može se, prema položaju rasprskivača, razvrstati u dvije skupine: stabilni i pokretni. U prvima rasprskivači tijekom navodnjavanja ostaju u stalnom položaju, a kod pokretnih rasprskivači rade dok se laterali pomiču kružno ili pravocrtno. Stabilni sustavi mogu biti potpuno fiksni, ali ima i onih koji se premještaju između navodnjavanja, dakle polustabilni ili prijenosni, bilo ručno ili uz pomoć motora.

Prednosti navodnjavanja kišenjem

Budući da postoji više sustava, načina i metoda navodnjavanja, svaka od njih ima svoje prednosti i nedostatke. Prednosti navodnjavanja kišenjem su sljedeće:

- Optimalno projektiranim i dobro održavanim sustavom navodnjavanja kišenjem može se postići visoka učinkovitost i ušteda vode.
- Navodnjavanje kišenjem ne ovisi o infiltracijskoj sposobnosti tla, već se njoj prilagođava.
- Moguće je provoditi učestalo navodnjavanje malog intenziteta, kakvo je, na primjer, potrebno u fazi klijanja.
- Sustavi navodnjavanja kišenjem mogu učinkovito koristiti male protoke na izvoru vode i prilagoditi se izdašnosti izvora vode.
- Mehanizirani sustav kišenja traži vrlo mali utrošak radne snage i relativno jednostavno se njime upravlja.
- Fiksni sustav kišenja traži vrlo malo terenskog rada tijekom sezone navodnjavanja i moguće ga je potpuno automatizirati.
- Fiksni sustav kišenja može se koristiti i za kontrolu ekstremnih vremenskih uvjeta, povećanjem vlažnosti zraka, hlađenjem usjeva ili smanjivanjem štete od smrzavanja.

Nedostaci navodnjavanja kišenjem

Navodnjavanje kišenjem ima sljedeće nedostatke:

- Početni troškovi su veći.
- Značajni su i troškovi za energiju potrebnu za opskrbu vode pod tlakom, a što ovisi o tlaku koji je potreban za rasprskivače i cijeni energenta.
- Ukoliko na raspolaganju nema kontinuirano dovoljno vode, tada je potrebno osigurati akumulaciju.
- Kada je koeficijent infiltracije tla manji od 3-5 mm/h, može doći do površinskog otjecanja.
- Vjetroviti i suhi uvjeti uzrokuju gubitke vode evaporacijom i odnošenjem vjetrom.
- Nepravilni oblici proizvodnih površina manje su pogodni za navodnjavanje i skuplji, a što se naročito odnosi na mehanizirani sustav kišenja.
- Voda određene kakvoće može uzrokovati koroziju metalnih cijevi u sustavu za navodnjavanje.
- Voda u kojoj ima otpada ili pijeska mora se pročistiti da ne bi došlo do začepljenja mlaznica.
- Navodnjavanje kišenjem zaslanjenom vodom može izazvati probleme na usjevima. Visoke koncentracije bikarbonata u vodi za navodnjavanje mogu utjecati i na kakvoću

plodova. Ukoliko su koncentracije natrija i klorida u vodi za navodnjavanje veće od 70 do 105 mg l-1, može doći do ozbiljnog oštećenja usjeva.

- Visoka vlaga zraka i vlažna biljka nakon kišenja pogoduju razvoju nekih gljivičnih bolesti.

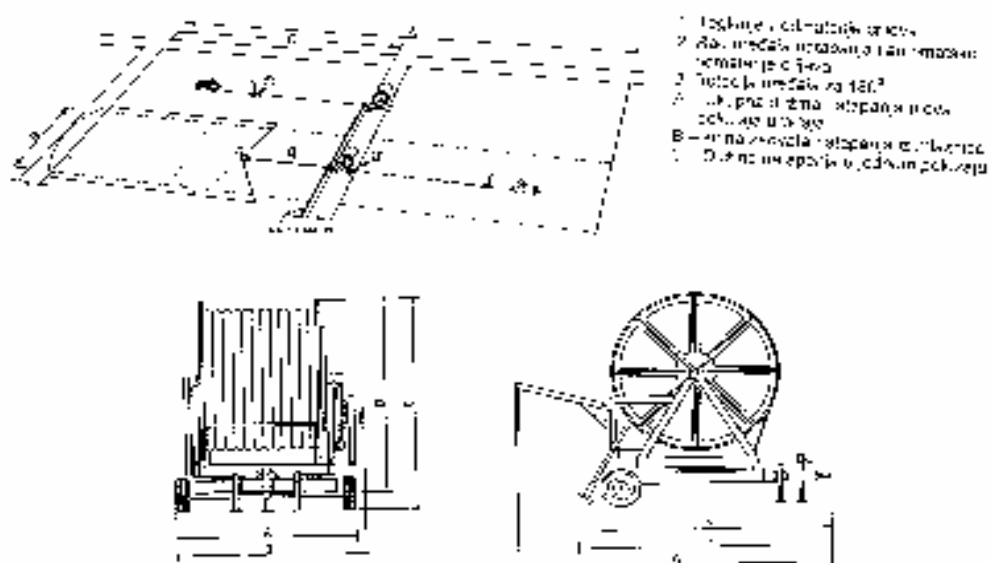
Preporučeni sustavi

Od velikog broja sustava navodnjavanja kišenjem izdvojit ćemo one koji se mogu primijeniti za navodnjavanje poljoprivrednih površina na području Zagreba.

Navodnjavanje samohodnom sektorskom prskalicom tipa "Typhon"

Danas na tržištu ima više proizvođača samohodnih prskalica koji se razlikuju po veličini, dometu, stupnju automatizacije, tipu i veličini rasprskivača itd. Glavni dijelovi uređaja su šasija s bubnjem za namatanje PE crijeva, te rasprskivač koji se nalazi na skijama (slika 14).

Za vrijeme navodnjavanja uređaj je priključen na izvor vode, a PE crijevo zajedno sa rasprskivačem razvučeno do kraja navodnjavane površine. Namatanjem bubnja povlači se crijevo sa rasprskivačem i tako navodnjava predviđena površina. Brzinom namatanja i tipom rasprskivača definiran je intenzitet kišenja, odnosno količina vode koja se dodaje navodnjavanoj površini.



Slika 14. Shema rada samohodne sektorske prskalice -Typhon-a

Koji će se tip Typhon-a primijeniti, ovisi o više parametara: prvenstveno o veličini parcele, o karakteristikama pojedinog uređaja, kao i o cijenama isporučitelja opreme. Prednost uređaja Typhon nad ostalim, očituje se osobito u njegovoj prilagodljivosti svim oblicima parcela, kao i u minimumu radne snage potrebne za opsluživanje uređaja. Sustav radi pod velikim tlakom što znači da je energetski zahtjevan (slika 15).



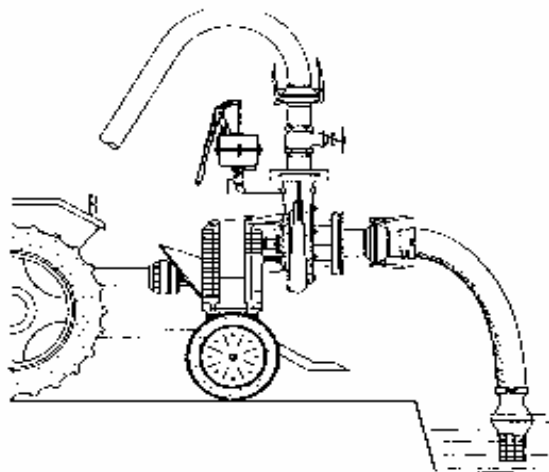
Slika 15. Samohodna sektorska prskalica -Typhon u radu

Iz razloga da se smanje udarne kapi rasprskivača kod samohodne sektorske prskalice konstruirana su i kišna krila na kojima se nalazi više manjih rasprskivača (slika 16).



Slika 16. Samohodna sektoraska prskalica sa kišnim krilom u radu

Agregati koji služe za dobavu vode, sastavljeni su od pogonskog dijela i crpke (slika 17). Pogonski dio može biti diesel motor, elektromotor ili traktor (slika 18). Crpke su obično centrifugalne, različitih hidrauličkih karakteristika. Izvedba agregata može biti stabilna ili pomična.



Slika 17. Traktorska crpka (usisavanje do 7 m dubine)



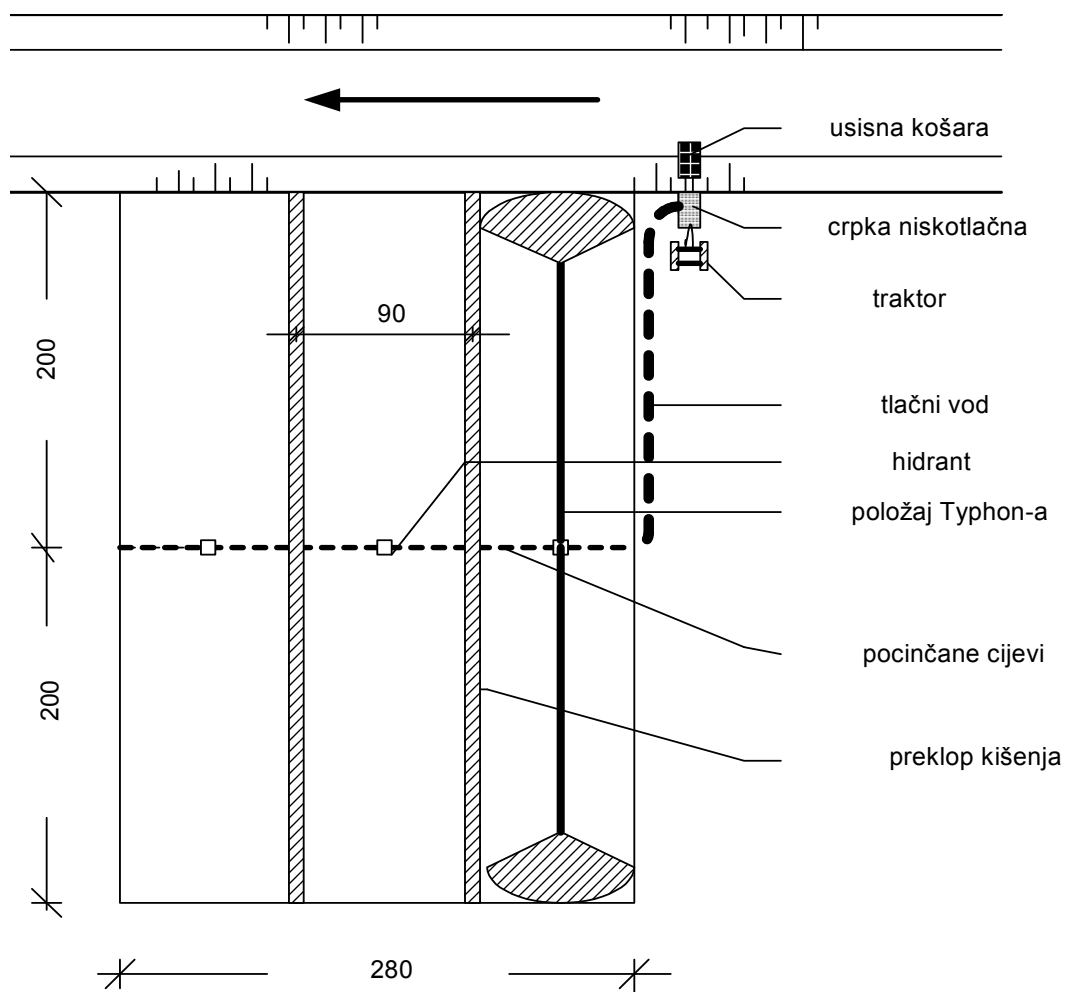
Slika 18. Motorna crpka tvrtke Caprari, MEC-A 4/100A s diesel motorom (usisavanje do 7m)

Da bi se došlo do podataka o cijeni koštanja ovakvog sustava na parceli u nastavku razradit će se tri modela. Prvi model je navodnjavanje poljoprivredne površine s vodozahvatom na otvorenom vodotoku uz rub parcele. Drugi je model navodnjavanje samohodnom sektorskom prskalicom sa vodozahvatom podzemne vode na parceli. Treći model dovođenja vode iz akumulacije cjevovodom, te izgradnja hidranata na parceli. Prva dva modela imaju podvarijante 10 i 50 ha poljoprivredne površine, a treći površinu od 100 ha.

A) Korištenje vode iz vodotoka, za navodnjavanje Typhonom

Najjednostavniji i najjeftiniji način kišenja Typhonom je korištenjem vode iz otvorenog vodotoka, premještajući crpku i razvodne cijevi s pripadajućom opremom nakon izvršenog kišenja u jednom položaju, na novi položaj.

Nastavno će biti prikazan primjer navodnjavanja Typhonom Carmobil, tipa 90/200 RG, serije 750 Mayor, parcele veličine oko 10 ha (slika 19).



Slika 19. Navodnjavanje Typhon-om iz vodotoka

Specifikacija ove opreme, odnosno glavni elementi ovog sustava za površinu od 10 ha bili bi slijedeći :

- typhon – tip 90/200 RG, serie 750 Mayor
- traktorska crpka tipa Vesuvio, $Q = 700-1500$ l/min, $H = 115-105$ m, potrebna snaga traktora 48 KS
- kolica za traktorsku crpku, kardana za crpku
- usis crpke
- tlačni vod crpke
- ručna crpka s ventilom
- čelične pocinčane cijevi

Troškovi i instalacija za ovaj model navodnjavanja okvirno bi iznosili: 146.000 kn/10 ha, odnosno 14.600 kn/ha.

Specifikacija opreme, odnosno glavni elementi sustava za površinu od 50 ha :

- typhon – tip 110/400 RG, serie 900/4 Mayor
- uređaj za navodnjavanje kišna krila, širine krila 38 m
- traktorska crpka tipa Cervino, $Q = 700-1800$ l/min, $H = 156 -118$ m, potrebna snaga traktora 95 KS
- kolica za traktorsku crpku, kardan za crpku
- usis crpke
- tlačni vod crpke
- ručna crpka s ventilom
- čelične pocinčane cijevi.

Troškovi i instalacija za ovaj slučaj navodnjavanja okvirno bi iznosili : 545.000 kn/50 ha, odnosno 10.900 kn/ha.

B) Korištenje vode iz podzemlja za navodnjavanje Typhon-om

Da bi se zahvatila podzemna voda za navodnjavanje kod ovog modela modela potrebno je izgraditi bunar. Za crpljenje vode do dubine oko 5,50 m koriste se niskotlačne crpke.

Za parcelu oko 10 ha kao u prethodnom primjeru, mogli bi vodu crpsti iz bunara niskotlačnom crpkom, s time da bi ukupni troškovi nabave opreme bili uvećani za cijenu izgradnje bunara.

Osnovne radnje za izgradnju bunara (zdenca) dubine bušenja do 5.50 m bile bi :

- istražno terensko-uredski radovi u geoelektrici i hidrološkom kartiranju,
- operativni radovi na bušenju : bušenje zdenca $\varnothing 200$ mm,
- ugradnja konstrukcije zdenca, čišćenje i osvajanje zdenca i probno crpljenje.

Ukupna približna cijena za izgradnju bunara dubine 5, 5 m bila bi : 9.750 kn. Dakle, ukupna cijena za navodnjavanje crpljenjem vode iz bunara dubine 5,50m za površinu 10 ha iznosi : 146.000 kn + 9.750 kn = 155.750 kn/10 ha, odnosno : 15.575 kn/ha.

Za veće dubine crpljenja vode ispod 5,5 m potrebno je koristiti dubinske crpke, što bi značajnije povećalo cijenu ukupnih troškova sustava navodnjavanja.

Specifikacija opreme, odnosno glavni elementi sustava za površinu od 50 ha :

- izgradnja 2 (dva) zdenca - bunara dubine 50 m, $\varnothing 323$ mm
- 2 (dvije) dubinska crpke na traktorski pogon, dubine ugradnje do 30 m, $Q = 600-1400$ l/min,
- $H = 195-95$ m
- kardan za crpku

- uređaj za navodnjavanje kišna krila, širine krila 38 m
- čelične pocinčane cijevi.

Troškovi i instalacija za ovaj slučaj navodnjavanja okvirno bi iznosili : 982.000 kn/50 ha, odnosno 19,640 kn/ha.

C) Korištenje vode iz akumulacije za navodnjavanje Typhon-om

Korištenje vode za navodnjavanje iz akumulacije moguće je za veće površine, ovisno o kapacitetu akumulacije. Poželjno je da je izvorište vode – akumulacija, što bliže površini navodnjavanja.

S obzirom na način postavljanja sustava za navodnjavanje, koriste se polustabilni (polustacionarni) uređaji.

Za potrebe transporta vode do mjesta potrošnje, potrebna je cjevovodna razvodna mreža. Kod tog sustava glavni cjevovodi su ukopani u mekim poljskim putevima (lenije), koji čine tehnološke prometnice.

Trase cjevovoda se postavljaju prema potrebama navodnjavanja, tj. prema prijedlogu organizacije tabli i lokacija hidranata, na koje se priključuju uređaji za navodnjavanje (slika 20). Za cijevi razvodne mreže preporučuju se cijevi od tvrde PVC plastike, za tlakove do 10 bara.

Objekti koji se ugrađuju na cjevovode su : zasunske komore u kojima su smještene križanja cjevovoda, te automatski odzračni i zračni ventili. Osnovni objekti na cjevovodu su hidranti, koji opskrbljuju uređaje za kišenje potrebnom količinom vode za navodnjavanje. Oni mogu poslužiti kao zračni i muljni ispusti. Također od objekata koji se ugrađuju u sustavu su tzv. betonske ukrute cjevovoda.

Hidrantska dovodna cijevna mreža omogućuje funkcionalno i organizirano navodnjavanje na svim segmentima navodnjavane površine. Nesmetani prolasci mehanizacije u svim tehnološkim fazama, čine veliku prednost u organizaciji i proizvodnji poljoprivrednih kultura.

Uz sve svoje pozitivne osobine, hidrantska mreža znatno poskupljuje troškove opreme za navodnjavanje, te ju je potrebno zato koristiti za veće površine, čiji će financijski proizvodni učinak imati svoju gospodarstvenu opravdanost.

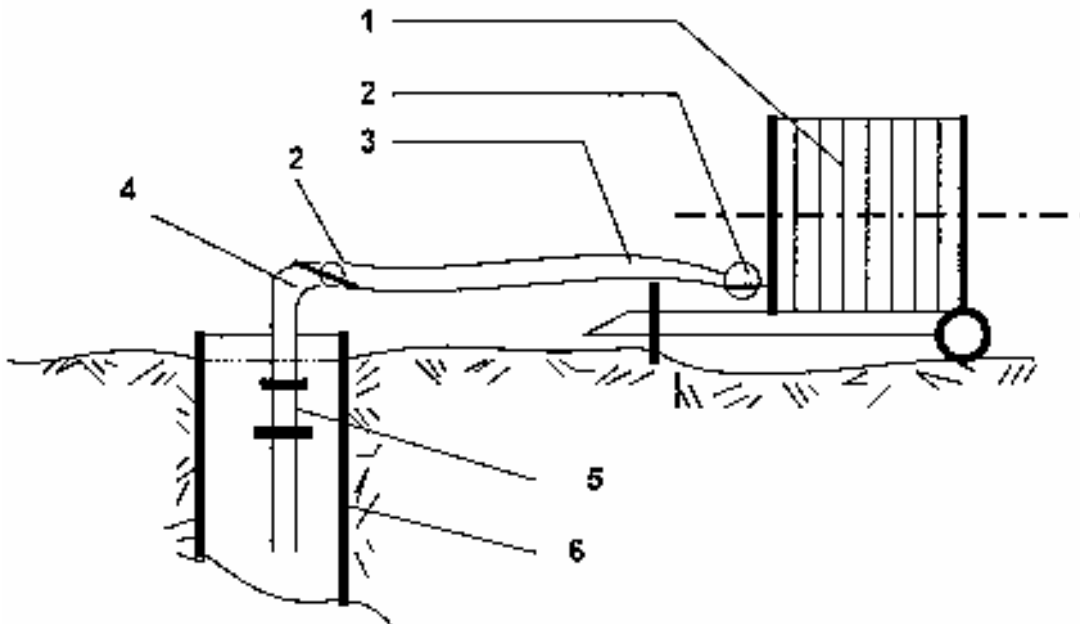
Navodimo približne troškove nabave, dopreme i ugradbe opreme za navodnjavanje, površine oko 100 ha. Površina je većim dijelom povrćarske proizvodnje, a manjim ratarske i voćarske. Uređaj za kišenje je Typhon 58/F 240, Irrimec Italiana S.p.A.:

- troškovi izgradnje cjevovoda-mreže za natapanje	1.600.000 kn
- troškovi prometnica	650.000 kn
- troškovi Typhon-a (8 kom)	320.000 kn

U k u p n o : 2.570.000 kn/100 ha

odnosno : 25.700 kn/ha

Napomena: Ovim su primjerom obuhvaćeni svi troškovi nabave, dopreme i ugradnje opreme za navodnjavanje, za cijelu površinu. Cijena nabave vode, odnosno crpnog postrojenja, odnosno agregata, nije obuhvaćena ovim troškovnikom.



Slika 20. Shema priključka uređaja za kišenje na hidrant

K A Z A L O :

1. Uređaj za kišenje
2. Sferična spojka
3. Fleksibilna tlačna priključna cijev
4. Ključ hidranta s glavom
5. Hidrant
6. Betonska cijev Ø 60 ili 80 cm

Sustav navodnjavanja kapanjem

Sustav "kap po kap" po svom načinu navodnjavanja spada u tzv. "lokalizirano navodnjavanje". Njime se vlaži samo dio proizvodne površine oko same biljke, te zona korijena biljke. Sam naziv "Lokalizirano navodnjavanje (Localized irrigation)" predložen je od FAO (Food and Agriculture Organization) Organizacije Ujedinjenih naroda, 1984., također prihvaćen i od ICID (International Commission on irrigation and drainage) 1993. god. (Micro irrigation).

Mada je kapanje kao način navodnjavanja prvi puta primijenjeno u staklenicama u Engleskoj, uvriježeno je mišljenje da je sam sustav navodnjavanja "kap po kap" podrijetlom iz Izraela. Taj je sustav navodnjavanja u početku našao vrlo veliku primjenu u svijetu, osobito u aridnim područjima, gdje su dotadašnji površinski načini

i načini kišenja bili nezadovoljavajući radi postojećeg laganog pjeskovitog tla, nedostatka vode, i nepovoljne njezine kvalitete zbog zaslanjenosti. U tim se uvjetima kapanje pokazalo svrsishodnije, u odnosu na načine površinskog navodnjavanja i načine kišenjem.

Osnovne su prednosti sustava trošenje minimalne količine vode, strogo kontrolirano doziranje vode i umjetnih gnojiva biljci, upravo onoliko koliko ona i treba. Tim sustavom navodnjavanja se ostvaruje višestruka ušteda energije, vode, umjetnih gnojiva, a zasađena biljka dobiva vodu neposredno uz korijen, u svrhu postizavanja optimalnog uroda.

Zbog tog razloga, površine pod sustavima kapanjem brzo su se u svijetu širile. Prema FAO ovaj se način navodnjavanja primjenjivao 1974. god. na 57.874 ha, 1980. na 348.042 ha, a prema Buchs-u 1993., na čak 1.768.987 ha poljoprivrednog zemljišta. Značajno povećanje navodnjavanja načinom kapanja odvija se u: Italiji, Egiptu, Meksiku, Japanu, Indiji, Francuskoj i Tajlandu. Iako se površine pod kapanjem stalno povećavaju, one danas u svijetu predstavljaju samo oko 1 % od ukupnih navodnjavanih površina. Od navodnjavanih površina, danas se kapanjem u svijetu najviše navodnjavaju voćarske kulture oko 41 %, dok na vinovu lozu otpada oko 12 %, a na povrćarske kulture oko 13 %.

Kontinuirano navodnjavanje tijekom 24h, kao i malo potrebne radne snage za pokretanje i održavanje sustava, velike su prednosti navodnjavanja ovim sustavom.

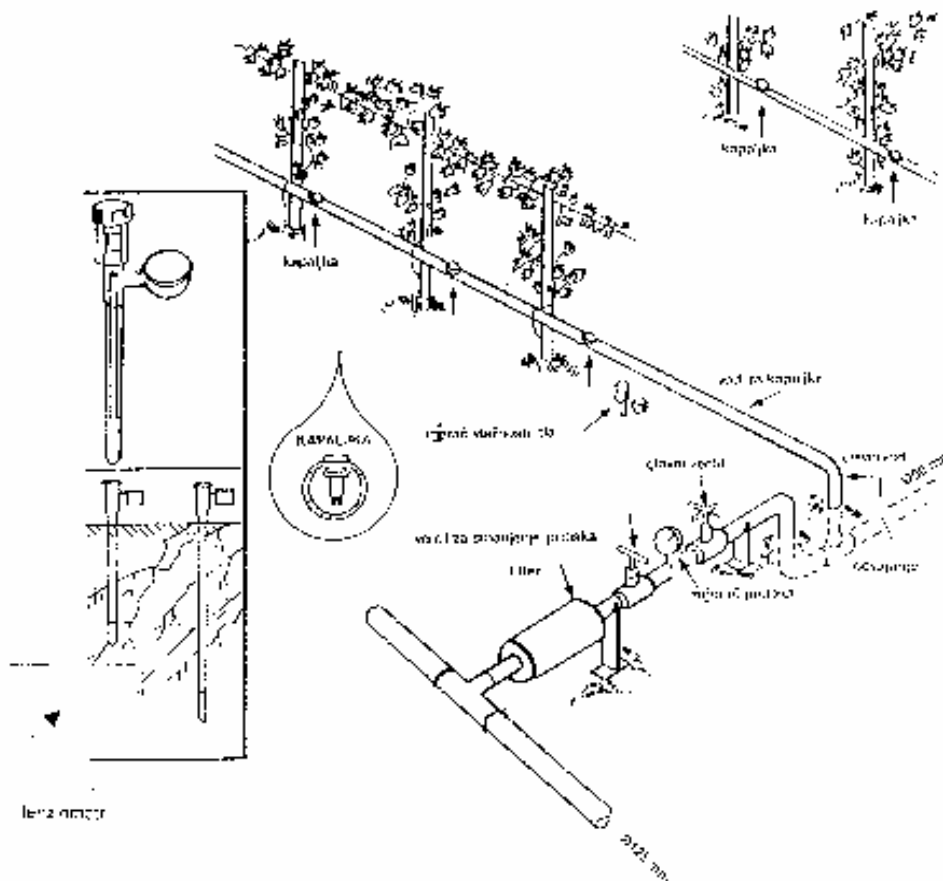
Biljka dobiva vodu neposredno putem kapaljki. Kapaljke su različitog intenziteta kapanja, a upotrebljavaju se ovisno o potrebama biljke za vodom.

Osnovna shema razvodne mreže kapaljki je :

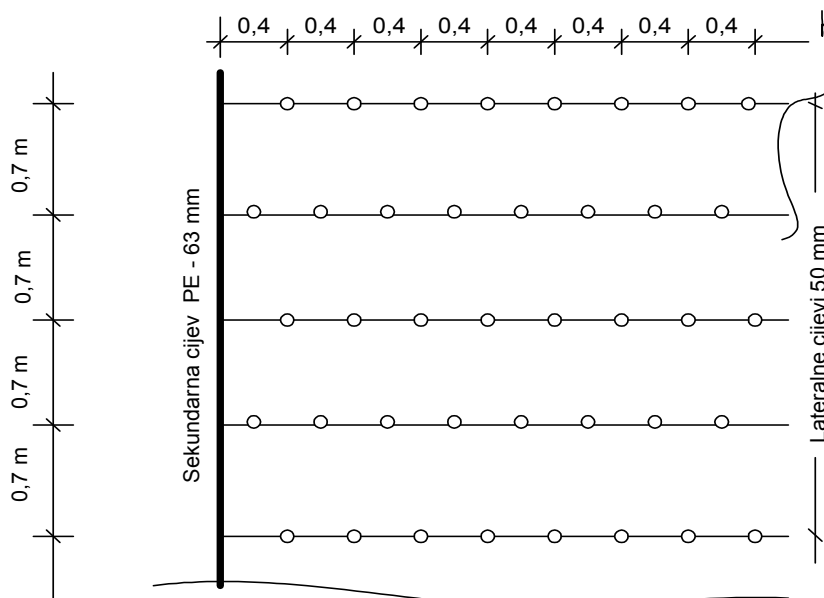
- dovod vode sekundarnim polietilenskim cijevima, i
- razvod vode s lateralnim cijevima s ugrađenim kapaljkama, smještenim između redova.

Lateralne cijevi s kapaljkama se najčešće postavljaju po površini tla. Mogu se postaviti i u tlo, na određenu dubinu. Nakon kapanja vode po tlu, dolazi do kapilarnog širenja vode u svim smjerovima. Širenje kapilarnog vlaženja u tlu ovisi o svojstvima tla, broju kapaljki i njihovoj raspodjeli, te vremenskom trajanju navodnjavanja. Uz dodavanje nedostatka vode, fertirigacijom se kapanjem dodaju i otopljena hraniva za stvaranje uvjeta optimalnog rasta biljke, kao i maksimalnog prinosa prihvatljive kvalitete.

Uz razne pričvrstne i spojne elemente, u sustav "kap po kap" ulazi i regulator tlaka, a po potrebi i filter za vodu, zbog velike osjetljivosti kapaljki (slika 21).



Slika 21. Shema navodnjavanja "kap po kap"



Slika 22. Detalj razvoda sustava "kap po kap" za povrćarske kulture

Za navodnjavanje povrćarskih kultura razmaka redova 0,7 m (slika 22), navodimo primjer specifikacije materijala za 1 ha površine :

- sekundarna cijev Ø 63 mm
- obujmica Ø 63 x ¾"
- T komad 2" x 2" x 2"
- kuglasti ventil 2" za vodu
- spojnica Ø 63 x 2" M
- kraj cijevi Ø 63 mm
- lateralne cijevi kap po kap Lego 20/2/050
- adapter Ø 20 x ¾" M
- spojnica Ø 20 x 20 mm
- kraj cijevi Ø 20 mm
- cijev Peld 4 Ø 20 mm
- filter 3" Amiad

U k u p n o :

89.000 kn/ha

Ovim primjerom u cijenu opreme nije uračunata cijena dovođenja vode do mjesta potrošnje.

Sljedećim primjerom sustavom "kap po kap" iznijeta je specifikacija materijala za voćarske kulture (jabuka), razmaka redova 3,5 m x 1 m :

- sekundarna cijev Ø 63 mm
- spojnica 63 x 2"
- kolčak 2 x 2"
- filter 2"
- koljeno Ø 63 x Ø 63 (P)
- T komad Ø 63 x 1 ½" Ž x 63 Ø (P)
- T komad Ø 50 x 1 ½" M x Ø 50
- koljeno Ø 63 x 1 ½" Ž
- kraj cijevi Ø 50 mm
- lateralna cijev Ø 50mm
- spojnica Ø 63 x Ø 63 (P)
- obujmica Ø 50 x ¾"
- spojnica Ø 20 x ¾" M
- cijev Peld 4 Ø 20 mm

- spojnica Ø 20 x 16 (T)
- kraj cijevi Ø 16 mm
- ADI “kap po kap” 16/1,6/50 mm
- spojnica Ø 16 x Ø 16 (T)
- mot. crpka MP – 2
- crijevo Ø 50 mm
- spojnica stabilna Ø 52 mm
- spojnica usisna
- korpa Ø 50 mm

U k u p n o :

28.000 kn/ha.

I u ovom slučaju navodnjavanja jabuka sustavom “kap po kap”, u cijenu potrebne opreme za navodnjavanje nije uračunata nabava i doprema vode do mjesta potrošnje.

Sustav navodnjavanja mini rasprskivačima

Navodnjavanje mini rasprskivačima također spada u načine i sustave lokaliziranog navodnjavanja. Nedostaci navodnjavanja kapanjem (moguća začepjenja kapaljki, nepoboljšana mikroklima proizvodne površine, otežana kretanja strojeva unutar proizvodne površine, kao i skupoća opreme), utjecali su na razvoj i primjenu navodnjavanja mini rasprskivačima. Uređaji navodnjavanja rasprskivačima izrađuju se od polimernih materijala, te u stvari čine alternativu kapanju, odnosno noviji način lokaliziranog navodnjavanja.

Danas se rasprskivači sve više upotrebljavaju pri navodnjavanju voćarskih i povrćarskih kultura, te u staklenicima i plastenicima. U rasadničkoj proizvodnji optimalno se koriste mini rasprskivači, doziranjem vode neposredno uz korijenov sustav. Navodnjavanje mini rasprskivačima vrlo je slično tehnici “kap po kap”. Osnovna razlika je u tome što rasprskivači umjesto kapaljki imaju rasprskivače. Općenito, rasprskivači raspršuju vodu u obliku sitnih kapi, pod tlakom do 3,5 bara, dometa do 5 m, a i više. Cijeli je uređaj moguće vrlo brzo montirati, a na kraju sezone navodnjavanja, također brzo demontirati.

Rasprskivači troše više vode nego sustav kapanja, ali su zbog većeg tlaka smanjene mogućnosti začepjenja sustava. Rasprskivači svojim prskanjem utječu na povećanje relativne vlažnosti zraka na prostoru koji se navodnjava. Razni rasprskivači posjeduju različite odlike, koje valja pravilno upotrijebiti u odgovarajućim uvjetima navodnjavanja.

Navodnjavanje rasprskivačima ostvarilo je veliku primjenu kod većine poljoprivrednih kultura. Rasprskivači se postavljaju u različitim shemama postava, te različitog intenziteta prskanja. Njihov rad može biti također kontinuiran tijekom 24h, zahtjeva malo radne snage, kao i mogućnost doziranja malih količina vode.

Primjer specifikacije opreme, za navodnjavanje mini rasprskivačima po shemi 6 m x 7 m, za povrćarske kulture :

- sekundarna cijev Ø 50 mm
- lateralna cijev Peld 4 Ø 32 mm
- rasprskivači 501/U
- obujmica Ø 50x3/4"
- spojnica Ø 32x3/4" M
- kraj cijevi Ø 32 mm
- kraj cijevi Ø 50 mm
- spojnica Ø 50x2" M
- ventil kuglasti 3/4"
- dupla spojnica 3/4" x3/4"

U k u p n o : 33.000 kn/ha

Napomena – Nije uračunata doprema vode do mjesta potrošnje.



Slika 23. Navodnjavanje mini rasprskivačima

Za sustave lokaliziranog navodnjavanja: kapanja i mini rasprskivača (slika 23), može se kazati da su sustavi moderne tehnologije u navodnjavanju i da su izazvali veliki progres u navodnjavanju poljoprivrednih kultura. Sustavi lokaliziranog navodnjavanja prednjače u odnosu na ostale sustave navodnjavanja. Glavne im se prednosti očituju u:

- primjeni sustava na svim tlima, raznih reljefnih karakteristika, raznih oblika i dimenzija parcela,
- štednji pogonske energije, štednji vode, te optimalnoj doziranosti vode i hraniva,

- elektroničkom radu i reguliranju sustava, te automatskoj kontroli dijelova sustava, i
- ostvarivanju optimalne vlažnosti, te visoko kvalitetnih prinosa poljoprivrednih kultura.

Preporuka je rabiti sve navedene sustave navodnjavanja, jasno ovisno o karakteristikama i zastupljenosti pojedine kulture, mogućnosti osiguranja izvorišta, te dobave i dopreme kvalitetne vode za navodnjavanje, vodeći računa o troškovima ulaganja i isplativosti navodnjavanja.

4.5. Ocjena raspoloživih voda za navodnjavanje – bilanca vode

4.5.1. Površinske vode

Na temelju podataka o karakterističnim protocima pojedinih vodotoka (tablica 35) dobivene su količine vode koju je moguće zahvatiti iz vodotoka. Količine su određene kao razlika srednjeg mjesečnog protoka za mjesec srpanj i protoka 95% trajanja uz uvjet da minimalna dubina vode bude veća od 0.20 m (uvjet za manje vodotoke). U tom slučaju mjerodavna količina je razlika srednjeg mjesečnog protoka za mjesec srpanj i protoka pri dubini od 0.20 m. Karakteristike površinskih voda područja Grada Zagreba su da imamo rijeku Savu i potoke južnih obronaka Medvednice i Vukomeričkih Gorica koji imaju izrazito bujični karakter i u ljetnim mjesecima imaju minimalan protok.

Tablica 35. Raspoložive količine voda iz vodotoka

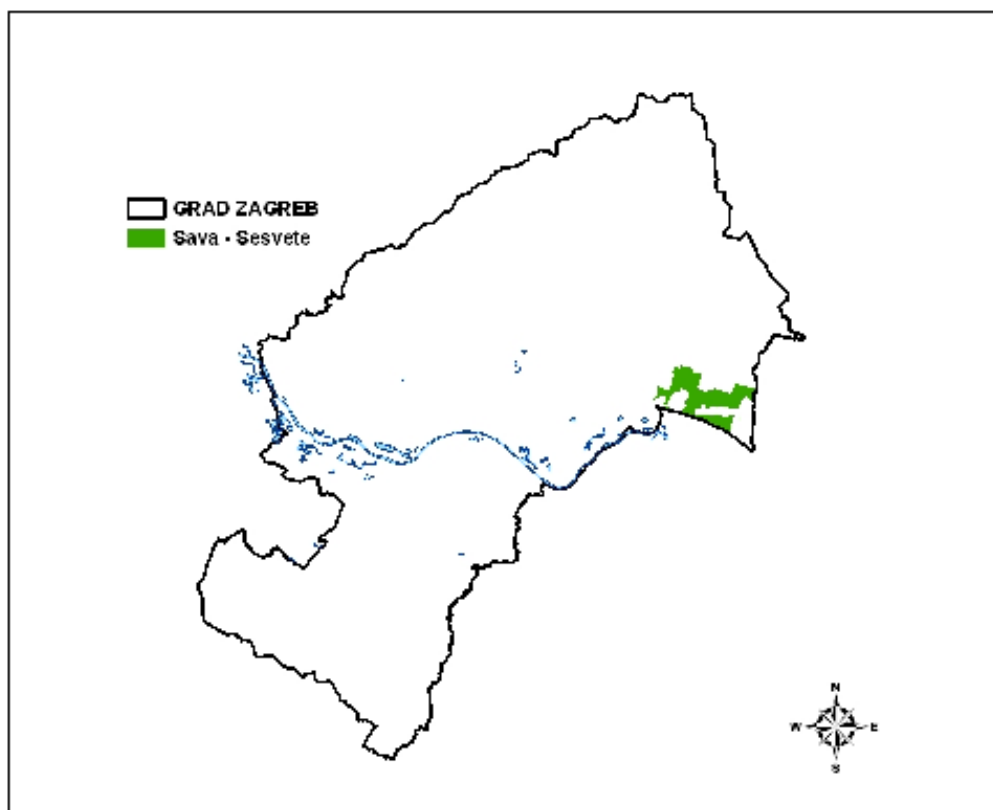
POSTAJA	VODOTOK	$Q_{95\%}$ m ³ /s	$Q_{20\text{ cm}}$ m ³ /s	$Q_{\text{sred.7.mj.}}$ m ³ /s	$\Delta Q_{7.\text{mj.}}$ m ³ /s
Podsused	Sava	80.500		216.260	135.760
Zagreb	Sava	79.600		212.753	133.153
Obrež	Lomnica	0.043	0.179	0.186	0.007

Iz analiziranih podataka možemo zaključiti da iz vodotoka Lomnice na raspolaganju nam je izuzetno mala količina, te jedini vodotok iz kojega možemo zahvatiti vodu je rijeka Sava.

Na osnovu podataka o raspoloživim količinama vode iz rijeke Save, pogodnosti tla za dopunsko navodnjavanje i ograničenjima u prostoru dobivene su površine koje je moguće navodnjavati (tablica 36). Površine su podijeljene prema položaju u prostoru (slika 24).

Tablica 36. Ukupne površine za navodnjavanje vodom iz vodotoka

PODRUČJE	PRIORITET	POVRŠINA (m ²)	POVRŠINA (ha)
Sava - Sesvete	P3	977,709.9	97.771
Sava - Sesvete	N1	6,676,051.4	667.606
Ukupno ha :			765.377



Slika 24. Površine koje se mogu navodnjavati vodom iz vodotoka

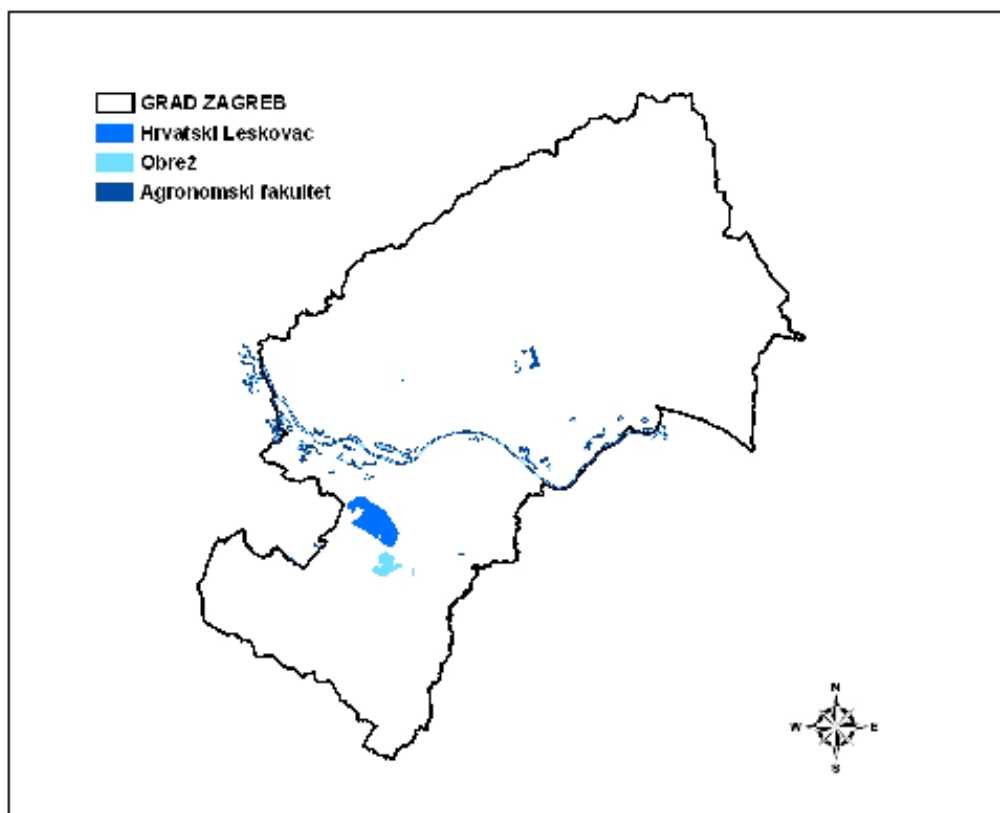
4.5.2. Podzemne vode

Točnu procjenu podzemnih voda na analiziranom području nije moguće izvršiti na temelju do sada provedenih istraživanja kojima nije ravnomjerno obuhvaćeno cijelo područje, tako da se dobiveni rezultati moraju shvatiti tek kao preliminarni i kao putokaz za daljnja istraživanja. Za dobivanje generalne slike o području kvartarnog vodonosnog kompleksa nedostaje još mnogo podataka o rasprostriranju vodonosnih horizonata, hidrauličkim karakteristikama slojeva, količinama vanjskog dotoka u vodonosni kompleks, infiltraciji površinskih voda u podzemlje itd.

Efektivna poroznost jedan je od nedovoljno istraženih hidrauličkih parametara koji se kreće u iznosu od 0.08 - 0.15, a ovdje je usvojen prosječan koeficijent efektivne poroznosti za cijelo područje, od 0.115.

Procjena rezervi podzemnih voda napravljena je na osnovu površine pojedinog područja, razlike vodnih razina između srednje razine za mjesec srpanj i razine 95% trajanja obrađenih piezometara i usvojenog prosječnog koeficijenta efektivne poroznosti.

Na osnovu podataka o procijenjenim količinama podzemnih voda, pogodnosti tla za dopunsko navodnjavanje i ograničenjima u prostoru dobivene su površine koje je moguće navodnjavati (slika 25). Površine su podijeljene prema područjima na kojima je vršena procjena.



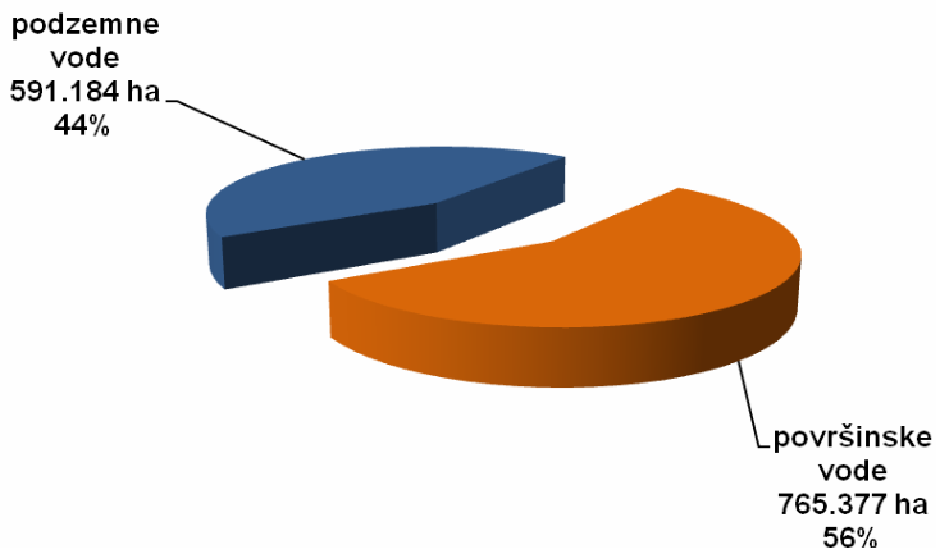
Slika 25. Površine koje se mogu navodnjavati podzemnim vodama

Tablica 37. Ukupne površine za navodnjavanje vodom iz podzemlja

PODRUČJE	PRIORITET	POVRŠINA (m ²)	POVRŠINA (ha)
Hrvatski Leskovac	P 1	4,364,000.095	436.400
Obrež	P 3	1,238,699.097	124.684
Agronomski fakultet	P 1	300,998.114	30.100
Ukupno ha :			591.184

4.5.3. Površine koje je moguće navodnjavati

Na prostoru Grada Zagreba ovisno o porijeklu (izvoru) vode za navodnjavanje moguće je navodnjavati 1.356,56 hektara (tablica 38). U nastavku je tablični i situativni prikaz površina koje je moguće navodnjavati ovisno o porijeklu vode.



Slika 26. Udjeli površina koje je moguće navodnjavati iz pojedinog izvora

Tablica 38. Ukupne površine za navodnjavanje

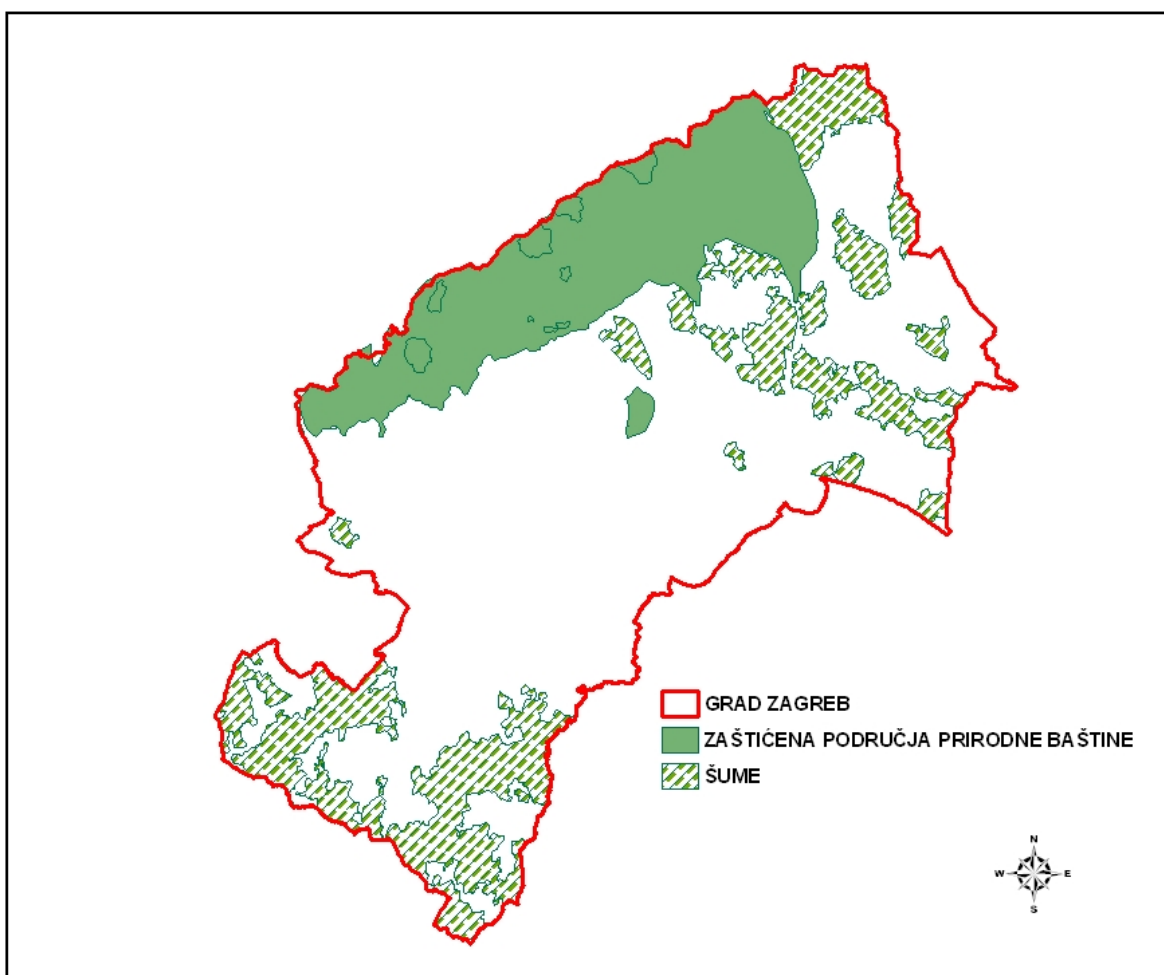
IZVOR VODE	POVRŠINA (ha)
POVRŠINSKE VODE	765,377
PODZEMNE VODE	591,184
UKUPNO:	1.356,56

4.6. Identifikacija ograničenja u prostoru

Zaštita i očuvanje biološke i krajobrazne raznolikosti i prepoznatljivosti pojedinog kraja temeljni je i strateški cilj zaštite prirode i okoliša definiran u prihvaćenoj Strategiji biološke i krajobrazne raznolikosti Hrvatske 1999. ("Narodne novine" broj 81/99) koju je izradila Državna uprava za zaštitu prirode i okoliša.

4.6.1. Prirodni resursi i krajobraz

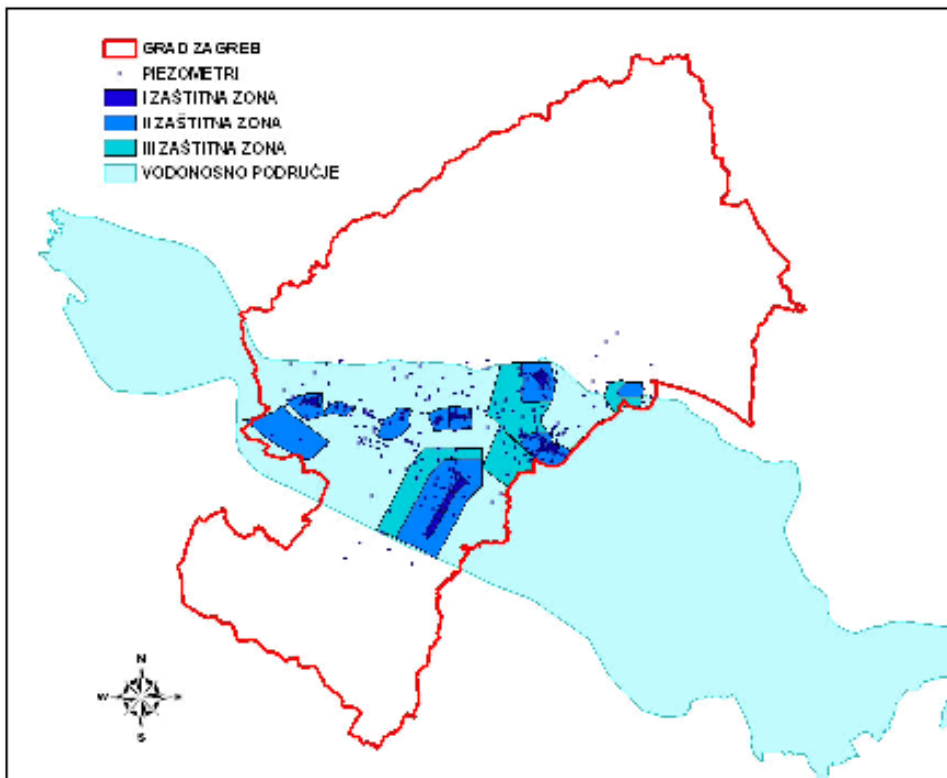
Prostornim planom Grada Zagreba i Prostornim planom Parka prirode Medvednice valorizirani su, zaštićeni i evidentirani dijelovi prirode te određeni Uvjeti uređenja. U nastavku se daje prikaz zaštićenih dijelova prirodne baštine i šumskih područja (slika 27).



Slika 27. Zaštićeni dijelovi prirodne baštine i šumska područja Grada Zagreba

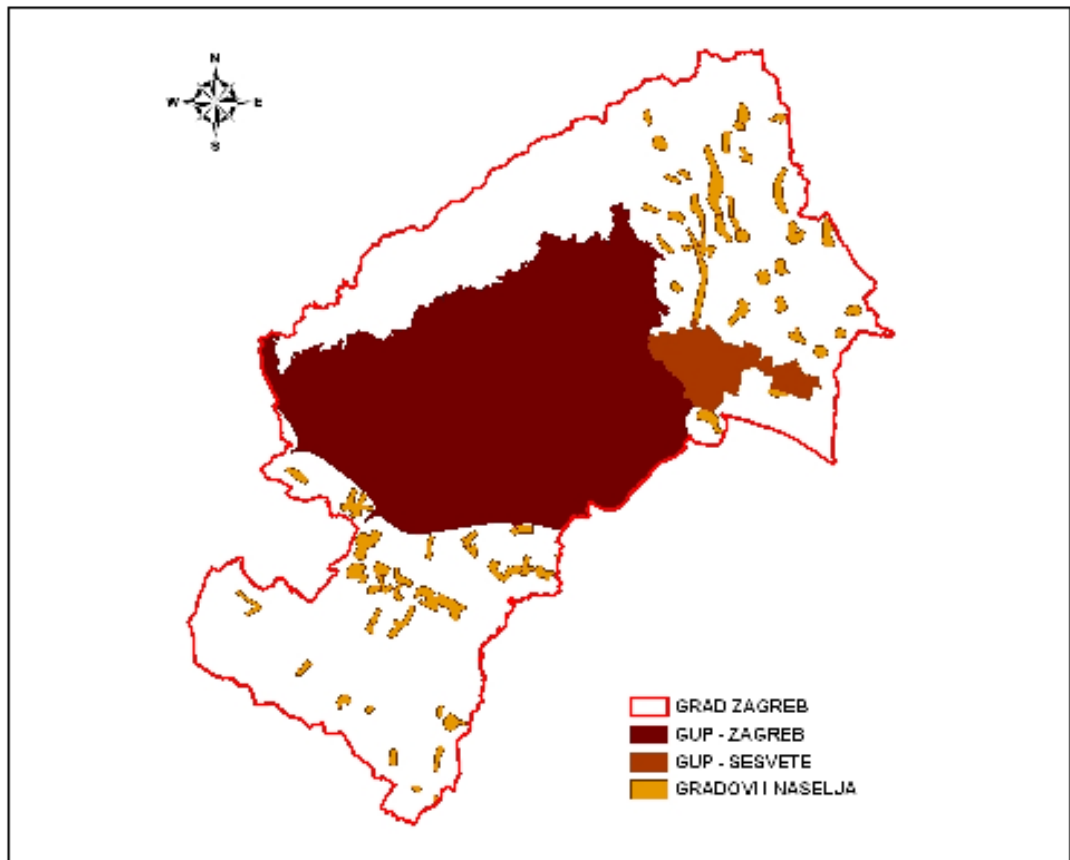
Jedno od ograničenja u prostoru su i područja sanitarne zaštite izvorišta vode za piće. Pravilnikom o zaštitnim mjerama i uvjetima za određivanje zona sanitarne zaštite izvorišta vode za piće (NN 22/86) predviđene su tri zone zaštite izvorišta vode za piće. Na temelju Pravilnika donesene su Odluke o zaštitnim područjima sljedećih izvorišta/crpilišta na području Grada Zagreba:

“Mala Mlaka“, “Petruševac“, “Stara Loza“, “Sašnjak“, “Ivanja Reka“, “Zaprude“, “Prečko“, “Horvati“ i “Ježdovec“. Potencijalna vodocrpilišta na lokalitetu “Črnkovec“ - “Kosnica“ koja imaju posebno značenje za daljnji razvitak vodoopskrbe Grada Zagreba i Zagrebačke županije također spadaju u zaštićena područja. U nastavku su crpilišta prikazana na karti Grada Zagreba (slika 28).

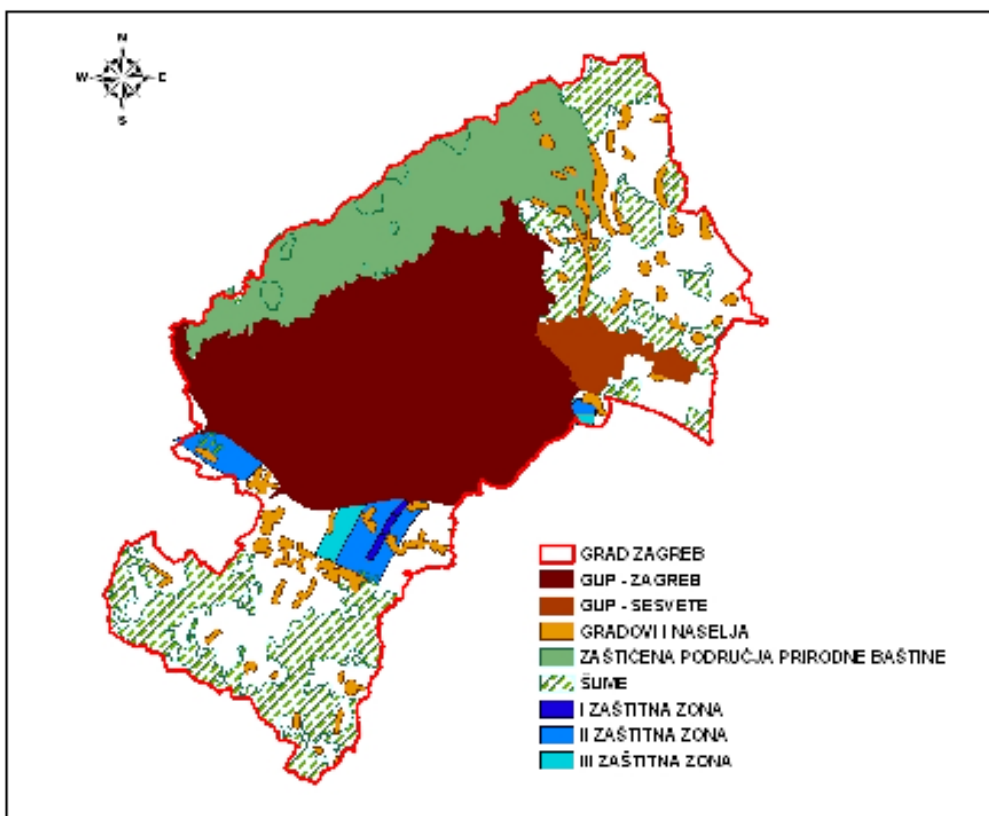


Slika 28. Vodozaštitna područja Grada Zagreba

Područja većih naselja također su ograničenja u prostoru. Na karti u nastavku su prikazani Zagreb i ostala naselja (slika 29).



Slika 29. Veća naselja na području Grada Zagreba



Slika 30. Ukupni prikaz ograničenja u prostoru područja Grada Zagreba

4.6.2. Sustav obrane od poplava

4.6.2.1. Retencijski prostori

Sustav obrane od poplava Grada Zagreba dijeli se na dva dijela: sustav obrane od velikih voda Save i zaštita od bujičnih vodotoka južnih obronaka Medvednice.

Obrana od poplava od velikih voda Save sastavni je dio sustava obrane od poplava Srednjeg Posavlja. Sustav obrane od poplave Srednjeg Posavlja predstavlja niz planiranih građevina i zahvata kojima se nastoji osigurati razina zaštite gradova i naselja, gospodarskih objekata, te uvjeti za stabilnu poljoprivrednu proizvodnju. Sustav pokriva područje od Zagreba, odnosno Karlovca na zapadu do Nove Gradiške, preciznije do Mačkovca, kao izlaznog profila na Savi, na istoku. Osnovni razlog i poticaj za poduzimanje svih ovih djelatnosti, bile su česte i velike poplave rijeke Save na spomenutom području, koje je obuhvaćeno geografskim pojmom Srednjeg Posavlja. Radovi na obrani od poplave na predmetnom području sežu daleko u prošlost, ali sustavni pristup i koordinirane aktivnosti uslijedile su nakon katastrofalne poplave 1964.godine, kada je bio poplavljen veliki dio grada Zagreba, pri čemu su izgubljeni i ljudski životi.

Koncept obrane od poplava "Srednje Posavlje" zasniva se na učinku redukcije vršnog protoka vodnog vala pri izlivanju velikih voda u retencijske prostore, samo što je nekontrolirano izlivanje u prirodnom stanju zamijenjeno kontroliranim upravljanjem vodnim masama uz pomoć izvedenih objekata sustava.

Uz nasipe, među osnovne komponente sustava koji pruža očekivanu zaštitu od poplava ubrajaju se:

- Odvodni kanali – za evakuaciju viška vodnih količina u Savi u retencijske prostore, čime se kompenzira nedostatan kapacitet korita rijeke Save.
- Distribucijski objekti za manipulaciju vodnim količinama.
- Crpne stanice za regulaciju vodnog režima u zaštićenim područjima (tj. za zaštitu od unutarnjih voda).

Na području Grada Zagreba kao dijelovi sustava nalaze se:

Odvodni kanal:

Kanal Odra – Temeljna mu je zadaća zaštita Zagreba od poplava smanjenjem opterećenja vodnih količina na nizvodnoj dionici; kanal prihvaća vodne količine uzvodno od Zagreba, a ulijeva se u Savu kod Strelečkog, uzvodno od Siska. Duljine je 51,4 km i kapacitet mu je 1000 m³/s pri pojavi vode koja odgovara povratnom razdoblju 100 godina, a 1510 m³/s pri povratnom razdoblju 1000 godina. Kanal se aktivira automatski pri protoci od oko 1900 m³/s. Izgradnjom objekta kod Prečkog i ustave Lučko voda će se moći distribuirati prema uvjetima na nizvodnom području. Izvedena je dionica od cca 31 km, kojom se osigurava transport vodnih količina kroz pretežno urbanizirano područje, do ekspanzijskih površina Odranskog polja.

Distribucijski objekti:

Ustava Lučko, (planirana) u kombinaciji s pregradom u Savi u sklopu HE Prečko, omogućiti će kontrolirano upuštanje voda rijeke Save u kanal Odra. Današnja funkcija rasterećenja na toj lokaciji je osigurana **preljevom Jankomir**.

Izgradnja sustava obrane od poplava, koja je započela 60-tih godina, a naročito je intenzivna bila sedamdesetih i osamdesetih, zahvatila je široki prostor i dala do danas dobre rezultate. Nažalost, početkom Domovinskog rata, ove su aktivnosti potpuno obustavljene. Stupanj izgrađenosti projektiranog sustava procjenjuje se na oko 40 posto i nastavno slijedi kratki prikaz do sada realiziranih objekata:

Na dijelu doline Save od Zagreba do Siska do danas je najviše učinjeno. Izveden je djelomično kanal Odra i potpuno izgrađeni popratni nasipi uz Savu na području Zagreba, čime je osigurana zaštita ovog milijunskog grada od poplava 1000-godišnjeg reda pojave. Na nizvodnom dijelu Save djelomično su rekonstruirani nasipi. U lijevom zaobalju izgrađena je ustava Prevlaka maksimalnog kapaciteta 450 m³/s i dio kanala Lonja - Strug. Pomoću ova dva objekta vrši se rasterećenje Save uzvodno od Siska, čime se postiže veći stupanj zaštite tog grada, ali i niza sela koja su smještena nizvodno, jer je kapacitet korita limitirajući element na toj dionici, a linijski sustav obrane od poplave (nasipi) nije adekvatan. Višak vode koji se rasterećuje ustavom Prevlakom,

transportira se kanalom Lonja - Strug u retenciju Lonjsko polje (najprije u prostor Žutice, da bi se putem iskopane kinete kanala Lonja – Strug na dijelu Žutice i postojećom hidrografskom mrežom preveo u prostor Lonjskog polja).

Tijekom ovih radova koji su vezani na prostor retencija i rijeke Save izvršeni su regulacijski radovi na nizu vodotoka, kao i iskop glavnih odvodnih kanala koji predstavljaju osnovne recipijente ovog područja.

Dugo građenje sustava, uvijek nedovoljna financijska sredstva i nastojanje da se svakom ugroženom području pruži bar nekakva zaštita, rezultirali su time da su rijetki dijelovi savskog sliva potpuno zaštićeni. Izvedeni objekti koji u potpunosti služe svrsi i ne zahtijevaju rekonstrukciju su :

- obostrani nasipi uz Savu na području grada Zagreba, koji imaju projektiranu visinu i mogu zaštititi grad od 1000-godišnjih voda. Osim gabarita, ti nasipi svojom kvalitetom što se tiče ugrađenog materijala, u potpunosti udovoljavaju postavljenim kriterijima.
- kanal Odra, kojim se vrši transport vodnih količina koje se prelijevaju na preljevu Jankomir uzvodno od Zagreba i rasterećuje u Odransko polje, a zbog nedovoljnog kapaciteta nizvodnog korita Save. Iako je izveden u duljini 31 kilometar, što je oko 60% njegove konačne duljine koja iznosi 51 kilometar, on svoju funkciju vrši vrlo djelotvorno, a njegovo dovršenje prema konačnom rješenju nije predviđeno u ovoj etapi izgradnje sustava.
- ustava Prevlaka također predstavlja efikasan i često korišten objekt, a osnovna joj je funkcija upuštanje dijela savskih voda u kanal Lonja – Strug. Režim rada ustave temelji se na prognozi stanja na nizvodnom dijelu Save, odnosno vezan je uz čvornu točku sustava Sisak, a prognoza se temelji na podacima s uzvodnih i nizvodnih vodomjernih postaja na Kupi i Savi, kao i značajnijim pritokama.
- kanal Kupa - Kupa svojim kapacitetom odgovara konačnom rješenju i potpuno je spreman prihvatiti planske rasteretne količine Kupe pri nailasku vodnog vala u cilju zaštite Karlovca, ali zbog neizgrađenost čvora Brodarci, sam ulaz u kanal je limitirajući faktor za osiguranje planiranog rasterećenja.

Potoci južnih obronaka planine Medvednica koja je smještena sjeverno od Grada kroz njegovu povijest relativno često su, svojim bujičnim djelovanjem, ugrožavali poplavom nizvodna naselja izazivajući štete i ljudske žrtve. Grad je kroz svoj razvoj najprije bio daleko od savskih neuređenih inundacija izbjegavajući tako velike vode Save, ali ga je u podnožju čekao problem bujičnih tokova čije rješavanje je došlo na red tek po izgradnji savskih nasipa.

Ako pogledamo geomorfografsku sliku prostora između urbane aglomeracije Grada i Medvednice, omeđeno, na jugu rijekom Savom, na sjeveru vododjelnicom po planini, te na zapadu potokom Dolje, a na istoku potokom Kašina tada dobivamo površinu bujičnog područja od oko 320 km² na kome je hidrografski izraženo 25 potoka – bujica sa svojim pripadnim slivovima veličine od 1,5 do čak 31,0 km²; i smjerom tečenja od sjevera ka jugu.

Cijelu opisanu padinu nadalje možemo podijeliti na tri visinska pojasa tako da imamo:

1. brdski dio sliva između vododjelnice na Medvednici i poprečnog loma padine između slojnica 250 i 350 mnm površine oko 82 km²; koji danas zbog svoje pošumljenosti pripada Parku prirode i osnovni je generator otjecanja;
2. područje zagrebačke terase između slojnica 250 – 350 mnm i drugog poprečnog loma između slojnica 120 – 140 mnm s površinom od 110 km²; tj. područje najstarijeg i najjačeg urbaniteta s vrlo jakim antropogenim utjecajem na formiranje velikih voda potoka obzirom da isti ovdje teku u izraženim dolinama;
3. nizinsko područje koje se proteže praktički od područja zagrebačke terase do lijeve obale Save na koti cca 110 mnm u površini 98 km², gdje se pripadni vodotoci nalaze ili u kanalskom sustavu Grada ili pak u tranzitnim koritima, a na njihov kapacitet u prvo vrijeme, do sredine prošlog stoljeća najveći utjecaj je imalo usporno djelovanje rijeke Save, što je i razlogom da je njihovo uređenje profila s uspornim nasipima;

Zbog ovakve relativno nepovoljne topografske situacije generiranja velikih voda zagrebačkih bujica koje su plavile donji dio navedenog prostora uz lijevu obalu Save, daljnjim razvojem Grada u nizinskom dijelu trebalo je početi rješavati i problem pripadnih poplava.

Sredinom sedamdesetih godina prošlog stoljeća sazrijeva ideja o potrebi planiranja i realizacije retencijskih prostora na rubnim dijelovima Grada kao ključnim objektima za redukciju velikih voda potoka s južnih obronaka Medvednice.

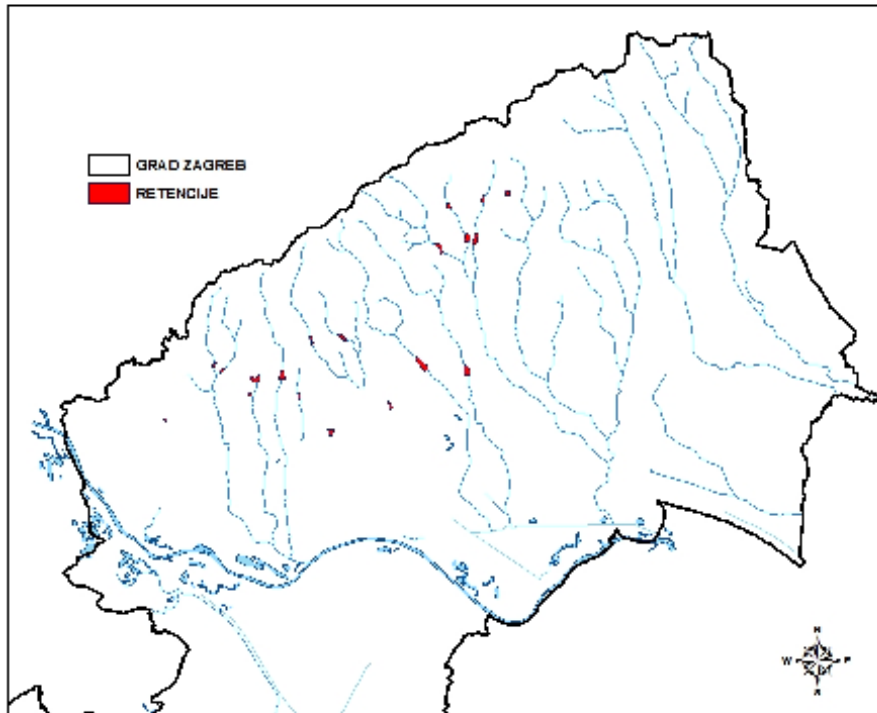
Konačna razrada te ideje ustoličena je u elaboratu «Vodoprivredna osnova Grada Zagreba» 1981. godine kao osnovnom planskom dokumentu pri planiranju i izgradnji zaštitnih vodnih građevina odnosno uređenju vodnog režima usklađenog s ostalim planskim dokumentima za razvoj Grada.

U to vrijeme počinje i izgradnja planiranih retencija tako da do današnjih dana imamo izgrađenih 19 objekata (slika 31) ukupnog retencijskog volumena $2,2 \times 106\text{m}^3$, a koje kontroliraju otjecanje velikih voda s površine od 75 km², što daje izgrađenost sustava od cca 80%.

Ukupno je za potpuni sustav zaštite od poplava bujičnih vodotoka planirano izvesti 39 retencije s volumenom od $2,8 \times 106 \text{ m}^3$ čime se u potpunosti Grad štiti sa stupnjem zaštite do 100 god. reda pojave velikih voda.

Koliko je taj sustav značajan glede potencijalne redukcije poplavnih voda napomenimo za ilustraciju da je retencijski kapacitet (volumen) gradske kanalizacije $1,8 \times 106 \text{ m}^3$.

Retencije kao objekti obrane od poplave na potezima, planirane su odnosno izgrađene iz 2 osnovna dijela i to: objekta brane i pripadnog uzvodnog retencijskog prostora za prihvat mjerodavnog vodnog vala. Objekt brane je u svim izvedenim slučajevima nasuta građevina s nepropusnom glinenom jezgrom te pripadnim armirano-betonskim evakuacijskim organima – temeljnim ispustom i sigurnosnim preljevom.



Slika 31. Izgrađene retencije na područja Grada Zagreba

4.6.2.2. Sustavi melioracijske odvodnje

Na području Grada Zagreba nalaze se dijelovi područja hidromelioriranih zemljišta koja su dio područja Srednjeg Posavlja, a to su (slika 32):

1. Područje Črnc polja
2. Područje Odranskog polja

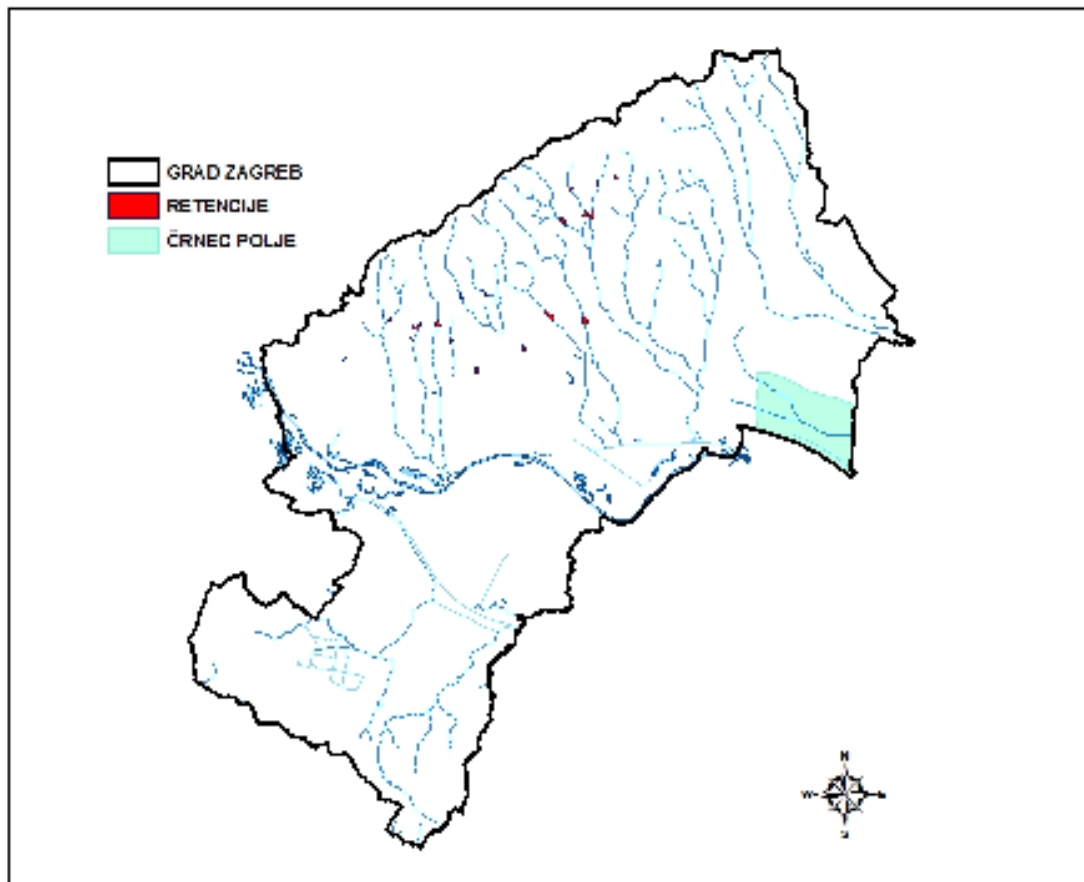
Područje Črnc polja

Dio sustava melioracijske odvodnje "Črnc polje" nalazi se na području grada Dugo Selo. Ukupni sustav površinske odvodnje sastoji se od oko 64 km melioracijskih vodotoka i glavnih odvodnih kanala dok se detaljna kanalska mreža sastoji od oko 401 km kanala III i IV reda. Izgrađene su i tri crpne stanice, Oborovo, Ježevo i Rugvica. Svi sustavi melioracijske odvodnje zaštićeni su od vanjskih voda Save i brdskih voda zagrebačkog gorja.

Područje Odranskog polja

Odransko polje se prostire između gradova Zagreba i Siska, a granice mu čine rijeka Sava, greben Vukomeričkih Gorica i rijeka Kupa. U okviru rješenja obrane od poplave srednjeg Posavlja izgrađen je dio oteretnog kanala Odra. Centralni vodotok čitavog područja je nezavršeni kanal Odra i rijeka Odra. Središnje mjesto čitave odvodnje Odranskog polja uz navedenu zaštitu od vanjskih voda zauzima i završetak oteretnog

kanala Odra. Povratne vode nekontrolirano ulaze Odrom u Odransko polje i plave sve niske dijelove polja.



Slika 32. Vodnogospodarski sustav na područja Grada Zagreba

5. PROJEKTNA OSNOVA

5.1. Projektna osnova realizacije navodnjavanja

Sadašnje stanje urednosti zemljišta i stanja hidrotehničkih objekata osigurava odvodnju manjih prostora unutar Grada Zagreba. Najčešći način navodnjavanja danas je korištenje podzemnih voda bušenjem zdenaca i direktnim korištenjem vode na parceli.

Osnovna karakteristika današnjeg navodnjavanja površina je nedostatak projektne dokumentacije, pedološke osnove i analize uvjeta navodnjavanja kao i istraživanja zahvata vode i motrenja stanja podzemnih voda.

U budućnosti potrebno je projektirati i izgraditi veći broj hidrotehničkih objekata na vodotocima u cilju integralnog upravljanja vodnim resursima i osiguranju količina voda potrebnih za navodnjavanje.

Ovim planom predloženo je rješenje koje daje mogućnosti zahvaćanja i korištenja površinskih i podzemnih voda za navodnjavanje šireg područja grada. Konačna područja za navodnjavanje ovisit će o zainteresiranim korisnicima te izradi daljnje projektne dokumentacije.

5.2. Način zahvata i distribucija vode do korisnika

Uzimajući u obzir položaj, vrstu i udaljenost površine za navodnjavanje od izvora vode načini zahvata i distribucije vode do korisnika podijeljeni su na:

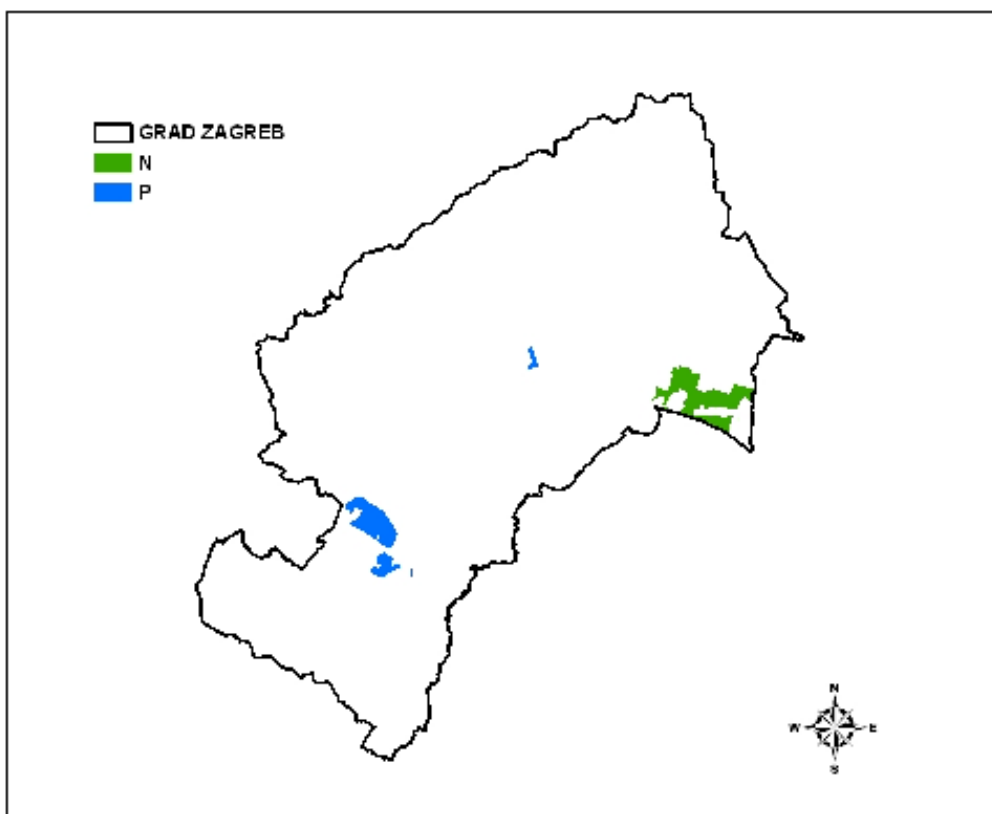
- zahvatne građevine s ustavom uzvodno od površine koja se navodnjava
- zahvatne građevine s crpnom stanicom

Dovod vode do korisnika:

- otvoreni kanali
- tlačni cjevovodi

Distribucija vode na parceli:

- otvoreni kanali
- cjevovodi



Slika 33. Prikaz površina prema navedenim kategorijama

5.3. Konceptija Plana navodnjavanja

Uz uvažavanje postojećih ograničenja u prostoru, definirana su područja koja su pogodna za navodnjavanje, te mogućnosti distribucije vode do korisnika.

Nakon definiranja područja pogodnih za navodnjavanje, pristupilo se izradi koncepcije navodnjavanja.

Predložena koncepcija navodnjavanja u okviru ovog projekta temelji se na integralnom upravljanju vodnogospodarskim sustavima, osiguravajući dovoljnu količinu vode za navodnjavanje tijekom cijelog vegetacijskog razdoblja.

Sadašnje stanje uređenosti zemljišta i stanja hidrotehničkih objekata osigurava odvodnju manjih prostora unutar Grada Zagreba. Najčešći način navodnjavanja danas je korištenje podzemnih voda bušenjem zdenaca i direktnim korištenjem vode na parceli.

5.4. Pripreme zemljišta u svrhu korištenja za navodnjavanje

5.4.1. Sadašnje stanje uređenosti zemljišta

Grad Zagreb raspolaže s ukupno 26.592 ha poljoprivrednog zemljišta (tala). Analizom pedološke karte područja grada Zagreba (1:50 000) utvrđene su 32 kartirane jedinice tala. Utvrđeno je također 14 tipova tala i 43 niže jedinice na razini podtipova, varijeteta i formi.

Priprema (popravlak) zemljišta u svrhu njegovog korištenja za uzgoj odgovarajućih kultura u uvjetima navodnjavanja, vezana je, prije svega, za nepovoljne učinke koji se mogu pojaviti kod primjene ove melioracijske mjere, kao što su:

- ispiranje hranjiva i osiromašivanje obradivog sloja tla
- fizikalnih i kemijskih oštećenja tla
- hidrogenizacije tla
- zaslanjivanja i alkalizacije tla

Kompleksnog ove problematike na prostoru grada Zagreba treba analizirati s više aspekata, kako slijedi:

- **pogodnost tala i prioritet za potrebe navodnjavanja**
- **ograničenja tala za primjenu navodnjavanja**
- **mjere popravke tala u uvjetima navodnjavanja**
- **mjere okrupnjavanja proizvodnih površina**
- **pogodnost i prioritet tala za potrebe navodnjavanja**

U poglavlju elaborata 3.2.2. (Procjena pogodnosti poljoprivrednog zemljišta za navodnjavanje), sažeto je prikazana sadašnja pogodnost tala-poljoprivrednog zemljišta za navodnjavanje na prostoru grada Zagreba. Na temelju koncepcije i kriterija procjene, sva su tla prema sadašnjoj i potencijalnoj pogodnosti poljoprivrednog zemljišta svrstana u tri reda prioriteta (I, II, III).

Detaljnou analizom pokazatelja (tablica 1) može se zaključiti da na prostoru grada Zagreba valja računati s oko 5.900 ha tala koja su vrlo pogodna (I/1) za navodnjavanje. Umjereno pogodnih tala (I/2) za potrebe navodnjavanja ima oko 2.400 ha. U potklasi ograničeno pogodnih tala (I/3) zastupljeno je oko 11.000 ha.

Valja naglasiti da grad Zagreb raspolaže također i s oko 4.800 ha tala, koja su nepodnozna za primjenu navodnjavanja.

Ograničenja poljoprivrednih tala za primjenu navodnjavanja

Postojeća ograničenja tala uvjetuju njihovu pogodnost, odnosno prioritet za primjenu navodnjavanja. Pogodnost tala za navodnjavanje na prostoru grada Zagreba procijenjena je na temelju ukupno 13 ograničavajućih pokazatelja, kako slijedi: reljefni oblici (r), vertičnost (vt), nagib terena (n), nedostatak hranjiva (h), nedostatne dreniranosti tla (dr), zbitosti tla (z), humus (hu), male efektivne dubine tla (ed), kiselost tla (k), utjecaj podzemnih voda (pv), utjecaj stagnirajućih voda (sv), pojave poplava (p) i troškovi održavanja plodnosti tla (t).

Temeljem navedenog valja istaći da na prostoru grada Zagreba vrlo pogodna tla (I/1) koja zauzimaju površinu poljoprivrednog zemljišta od oko 5.900 ha za primjenu navodnjavanja imaju nekoliko ograničavajućih čimbenika kao: nedostatak osnovnih hranjiva, nizak sadržaj humusa (hu), nedostatnu efektivnu dubinu. Međutim, umjereno pogodna tla (I/2) sa svojih oko 2.400 ha imaju i dodatna ograničenja, gdje se pored navedenih, najčešće pojavljuju kiselost, te zbitost tla. Kod ograničeno pogodnih tala (I/3) s ukupno 11.000 ha), ograničenja se proširuju na negativni utjecaj suvišnih površinskih i/ili podzemnih voda.

Mjere popravka tala u uvjetima navodnjavanja

Shodno prisutnim ograničavajućim čimbenicima, za svaku klasu odnosno potklasu prioriteta tala za potrebe navodnjavanja na prostoru grada Zagreba navedene su temeljne mjere njihovog popravka, kroz primjenu adekvatnih agro i/ili hidromelioracijskih zahvata (tablica 40, slike 34 i 35).

Valja naglasiti da se preporučeni zahvati vezani za popravak postojećih tala kreću u širokom rasponu od meliorativne gnojidbe tala s osnovnim hranjivima (P_2O_5 i K_2O), humizacije, podrivanja i/ili dubinskog vertikalnog rahljenja tla, obrade tla okomito na generalni pad terena, eventualno potrebe za formiranjem terasa, kalcifikacije tla, ugradnje klasične cijevne drenaže, primjene kombinirane detaljne odvodnje, zaštite tla od poplava i erozije.

Tablica 40. Prikaz pogodnosti (prioriteta) i uređenja tala za potrebe navodnjavanja na području grada Zagreba

Stupanj pogodnosti (prioriteta)					Vrsta ograničenja	Mjere popravke
Red oznaka	Klasa Oz-naka	Naziv	Potklasa Naziv tla	ha		
I	I/1	Pogodna tla	Rendzina na aluviju	1.995	h, hu, ed ₂	Meliorativna gnojidba tla (fosfatizacija, kalizacija i humizacija); produbljivanje mekote (povećanje kapaciteta tla za vodu).
			Eutrično smeđe tlo	115		
			Koluvijalno neoglejeno	25		
			Aluvijalno-koluvijalno neoglejeno	360		
			Aluvijalno neoglejeno	1.450		
			Aluvijalno-livadno neoglejeno	1.805		
I	I/2	Umjereno pogodna tla	Rendzina na laporu i vapnencu	362	n, h, k, z, ed ₂	Redukcija reljefa, meliorativna gnojidba tla (P ₂ O ₅ , K ₂ O, humus), prorahljivanje tla; protiv erozijske mjere
			Eutrično smeđe	375		
			Lesivirano tipično	486		
			Lesivirano akrično	170		
	I/3	Ograničeno pogodna tla	Rendzina na laporu i vapnencima	1.908	h, hu, n, ed ₂ , r ₁	Redukcija reljefa, protiv erozijske mjere, meliorativna gnojidba (P ₂ O ₅ , K ₂ O, humizacija), produbljivanje mekote
			Rigolano tlo vinograda (iz rendzine)	763		
			Regosol na laporu	769		
			Smonica na laporu	381		
			Koluvij oglejeni	154	h, hu, n, r ₁ , dr ₀ , k, z, sv	Redukcija reljefa, protiv erozijske mjere, meliorativna gnojidba tla (P ₂ O ₅ , K ₂ O, kalcifikacija, humizacija), prorahljivanje mekote; sanacija «pištavaca» i klizišta
			Aluvijalno-koluvijalno oglejeno	416		
			Aluvijalno oglejeno	560		
			Distrično smeđe pseudoglejno	607		
			Pseudoglej obronačni	2.939		
			Pseudoglej na zaravni	3.598		
			Pseudoglej-glej	651		
II	II/1	Privremeno nepogodna i uvjetno pogodna tla	Aluvijalno livadno, karbonatno i nekarbonatno	375	h, hu, dr ₀ , k, z, pv, sv, vt	Meliorativna gnojidba tla (P ₂ O ₅ , K ₂ O, Ca), vertikalno dubinsko rahljenje tla, osnovna i detaljna odvodnja suvišnih
			Amfiglejno karbonatno i nekarbonatno	1.163		

			Hipoglejno karbonatno i nekarbonatno	2.027		voda (otvoreni kanali, klasična cijevna drenaža, kombinirani sustavi detaljne odvodnje)
III		Trajno nepogodna tla	Rendzina na vapnencu i dolomitu	2.204	r ₁ , n, ed ₁ , ed ₂ , k	Zbog vrlo upitne učinkovitosti kao i ekonomske isplativosti, kod ove klase tala, NE preporučaju se mjere popravka u cilju njihovog uređenja za potrebe navodnjavanja.
			Lesivirano, tipično i akrično	171		
			Smeđe na vapnencu i dolomitu	14		
			Eutrično smeđe, vertično	65		
			Distrično smeđe	188	k, z, dr _o , pv, sv, vt	
			Smonica na laporu	65		
			Pseudoglej-glej	25		
			Amfiglejno, vertično	164		
			Hipoglejno nekarbon.	81		

Od prioriternih mjera koje mogu utjecati na popravak tala u uvjetima navodnjavanja na prostoru grada Zagreba svakako valja istaći potrebu primjene agrotehničkih melioracijskih zahvata (kemijskih i fizikalnih).

Kemijski meliorativni zahvati u tlo

Unutar ove skupine zahvata težište se stavlja na popravak suviše kiselosti tla primjenom vapnenih materijala odnosno kalcifikacije, te potrebe primjene meliorativne gnojidbe fosforom i kalijem (fosfatizacije i kalizacije).

Primjena kalcifikacije na kiselim tlima grada Zagreba u uvjetima navodnjavanja

U tablici 41, dat je prijedlog meliorativne gnojidbe kalcijem (kalcifikacije) po klasama odnosno potklasama tala na prostoru grada Zagreba. Temeljem navedenih pokazatelja, može se zaključiti da je za kalcifikaciju kiselih tala koja zauzimaju ukupno oko 9.500 ha, potrebno osigurati oko 100.000 t vapnenog materijala u obliku kalcijevog karbonata (CaCO₃). Ovisno od vrijednosti pH tla, valja računati s aproksimativnim količinama (dozama) od 8-12 t/ha CaCO₃.

Tablica 41. Prijedlog meliorativne gnojdbbe kalcijem – kalcifikacije, u uvjetima navodnjavanja na tlima grada Zagreba (aproksimativne količine)

Klasa		Potklasa		Potrebe CaCO ₃	
Oznaka	Naziv	Naziv tla	ha	t/ha	Ukupno (t)
I/2	Umjereno pogodna tla	Distrično smeđe	30	10-12	330
		Pseudoglej obronačni	20	10-12	220
I/3	Ograničeno pogodna tla	Distrično smeđe pseudoglejno	607	10-12	6.677
		Pseudoglej obronačni	2.939	10-12	32.329
		Pseudoglej na zaravni	3.598	10-12	39.578
		Pseudoglej-glej	651	8-10	5.859
		Amfiglejno nekarbonatno	164	8-10	1.476
II/1	Privremeno nepogodna i uvjetno pogodna tla	Aluvijalno livadno nekarbonatno	522	8-10	4.698
		Pseudoglej na zaravni	10	10-12	110
		Amfiglejno nekarbonatno	686	8-10	6.174
		Hipoglejno nekarbonatno	290	8-10	2.610
SVEUKUPNO			9.517	8-12	100.061

Primjena fosfatizacije i kalizacije na tlima grada Zagreba u uvjetima navodnjavanja

Više od polovine pedosistematskih jedinica tala (15.144 ha), a time i ukupnog poljoprivrednog zemljišta grada Zagreba (oko 57%) nalazi se u razredu vrlo slabe ili/i slabe (niske) opskrbljenosti biljci pristupačnog fosfora. Pretežna većina tala (zemljišta) posebno u uvjetima navodnjavanja zahtijeva dakle i primjenu meliorativne gnojdbbe fosforom – fosfatizaciju, koja bi se u prosjeku trebala kretati na razini od 150 do 250 kg P₂O₅/ha. Gledano kumulativno za tla grada Zagreba, odnosno za izdvojene klase i potklase tala, valjalo bi za potrebe fosfatizacije osigurati ukupno oko 4.000 t P₂O₅ (fosfora).

Tablica 42. Prijedlog meliorativne gnojidbe fosforom – fosfatizacije, u uvjetima navodnjavanja, na tlima grada Zagreba (aproksimativne količine)

Klasa		Potklasa		Potrebe P ₂ O ₅	
Oznaka	Naziv	Naziv tla	ha	kg/ha	Ukupno (t)
I/1	Pogodna tla	Eutrično smeđe	115	200	29
		Aluvijalno-koluvijal.neoglej.	360	250	90
		Aluvijalno neoglejeno	1.450	200	290
		Hipoglejno nekarbonatno	385	200	77
I/2	Umjereno pogodna tla	Lesivirano tipično	486	200	97
		Lesivirano akrično	170	200	43
I/3	Ograničeno pogodna tla	Renazina na laporu i vapnencima	1.908	250	477
		Aluvijalno koluvijalno oglejeno	176	250	440
		Pseudoglej obronačni	2.939	250	735
		Pseudoglej na zaravni	3.598	250	899
		Pseudoglej-glej	651	250	163
II/1	Privremeno nepogodna i uvjetno pogodna tla	Aluvijalno livadno tlo	375	200	75
		Amfiglejno tlo	999	250	250
		Hipoglejno tlo	1.532	250	383
SVEUKUPNO:			15.144		4.048

U tablici 43, dat je prijedlog meliorativne gnojidbe kalijem (kalizacije), u uvjetima navodnjavanja na tlima grada Zagreba. Prema kemijskim značajkama izdvojenih tala, oko 15.144 ha (57%) ukupnih poljoprivrednih tala na ovom prostoru odlikuje se vrlo niskom ili niskom opskrbljenošću s fiziološki aktivnim kalijem. Za povećanje kalija u obradivom sloju ovih tala (0-30 cm) do srednje razine opskrbljenosti, valja računati u prosjeku s količinama od 150 do 250 kg K₂O/ha, odnosno kumulativno oko 3.400 t kalija.

Tablica 43. Prijedlog meliorativne gnojidbe kalijem-kalizacije, u uvjetima navodnjavanja, na tlima grada Zagreba (aproksimativne vrijednosti)

Klasa		Potklasa		Potrebe K ₂ O	
Oznaka	Naziv	Naziv tla	ha	kg/ha	Ukupno (t)
I/1	Pogodna tla	Eutrično smeđe	115	150	17
		Aluvijalno-koluvij. neoglejeno	360	200	72
		Aluvijalno neoglejeno	1.450	200	290
		Hipoglejno nekarbonatno	385	250	96
I/2	Umjereno pogodna tla	Lesivirano tipično	486	200	97
		Lesivirano akrično	170	200	34
I/3	Ograničeno pogodna tla	Renzina na laporu i vapnencima	1.908	150	286
		Aluvijalno-koluvijalno oglejeno	176	200	35
		Pseudoglej obronačni	2.939	250	735
		Pseudoglej na zaravni	3.598	250	899
		Pseudoglej-glej	651	250	163
I/1	Privremeno nepogodna i uvjetno pogodna tla	Aluvijalno livadno	375	150	56
		Amfiglejno tlo	999	250	250
		Hipoglejno tlo	1.532	250	383
SVEUKUPNO			15.144		3.413

Fizikalni meliorativni zahvati u tlo

S aspekta mjera popravka poljoprivrednih tala na prostoru grada Zagreba za potrebe navodnjavanja mogu se izdvojiti dvije vrste fizikalnih meliorativnih zahvata u tlo:

- agromeliorativni
- hidromeliorativni

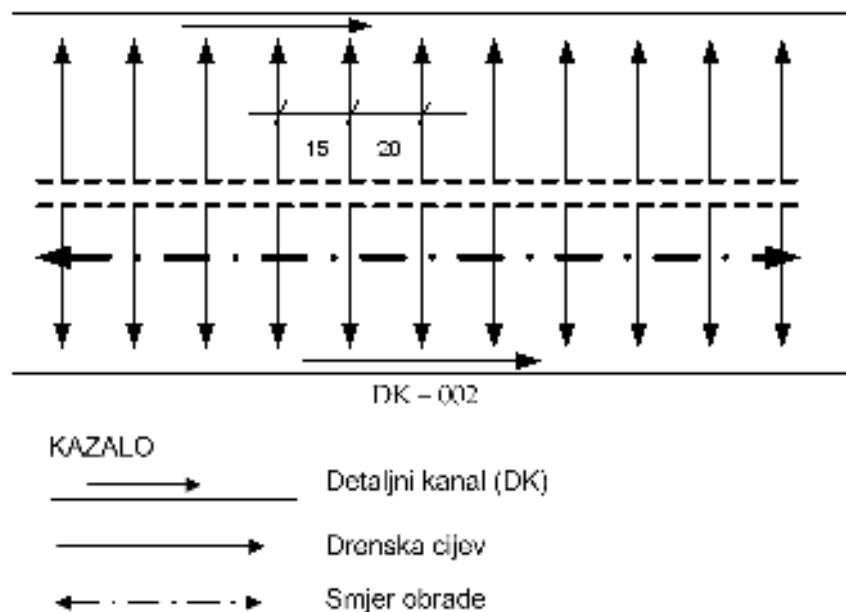
Težište agromeliorativnih fizikalnih zahvata stavlja se na vertikalno dubinsko prorahljivanje mekote, s ciljem povećanja kapaciteta tla za vodu i zrak (potklasa I/1 i I/2). Kod tala potklase I/3 i II/1 ova agrotehnička mjera, pored navedenog, imati će zadaću i povećanja makroporoznosti tla, odnosno vertikalne propusnosti za vodu. Valja naglasiti da vertikalno rahljenje kod ovih tala treba obavezno provoditi kao dopunsku mjeru u kombinaciji s hidrotehničkim mjerama (klasičnim i kombiniranim drenažnim sustavom).

Veći dio tala klase I/3 (pseudoglejna, pseudoglej-glejna, amfiglejna i hipoglejna, kao i klase II/1, za potrebe navodnjavanja, pored agromeliorativnih, zahtijeva i primjenu hidromeliorativnih zahvata. Ovisno od načina i problematike suvišnog vlaženja tala, bit će potrebno primijeniti i adekvatne hidrotehničke mjere (sustave i načine). Za rješavanje navedene problematike preporučaju se sustavi u obliku klasične sistemske drenaže i kombinirane cijevne drenaže (slike 34 i 35).

Dakle, **većina tala klase I/3 i II/1 prioriteta za navodnjavanje**, koja na prostoru grada Zagreba zauzimaju oko 10.000 ha, u uvjetima navodnjavanja pored navedenih agrotehničkih, zahtijevaju primjenu i adekvatnih hidrotehničkih melioracijskih zahvata (revitalizaciju postojećih i izgradnju novih sustava odvodnje).

Glavni problem kod revitalizacije izvedenih sustava čini održavanje hidrotehničkih objekata i otvorene kanalske mreže, posebice kanala III. reda (parcelni kanali). Zbog nedostataka novčanih sredstava, detaljna kanalska mreža je zbog dugogodišnjeg neodržavanja zapuštena (zamuljena i jako obraštena-zarasla, oko 70% pa i do 100% mreže), čime je funkcionalnost sustava detaljne odvodnje dovedena u ozbiljno pitanje. Primjenu navodnjavanja na ovim površinama (tlima) valja uvjetovati dovođenjem ovih sustava u prvotno (nulto) stanje.

Zavisno od konkretne pedološko-melioracijske problematike samog lokaliteta, ova će klasa tala u uvjetima navodnjavanja zahtijevati i primjenu (izgradnju) novih sustava odvodnje (klasične drenaže, sl. 1, i/ili kombinirane detaljne odvodnje).



Slika 34. Primjer klasične sistematske drenaže

Budući da je otvorena kanalska mreža III. reda za potrebe detaljne odvodnje dijelom izvedena na području grada Zagreba (državno zemljište), glavnina radova se odnosi na rekonstrukcije, tj. produbljivanja, odnosno održavanje otvorene mreže.

Važnije stavke koje bi se odnosile na ove radove su slijedeće:

- Iskop ili produbljenje postojeće kanalske mreže do dubine 1,70 m.
- Razastiranje iskopanog materijala.
- Mehaničko planiranje pojasa poljskih putova.
- Izrada tipskih cijevnih propusta.

Ukupna okvirna cijena za ove radove iznosi: 2.600 – 3.600 kn/ha.

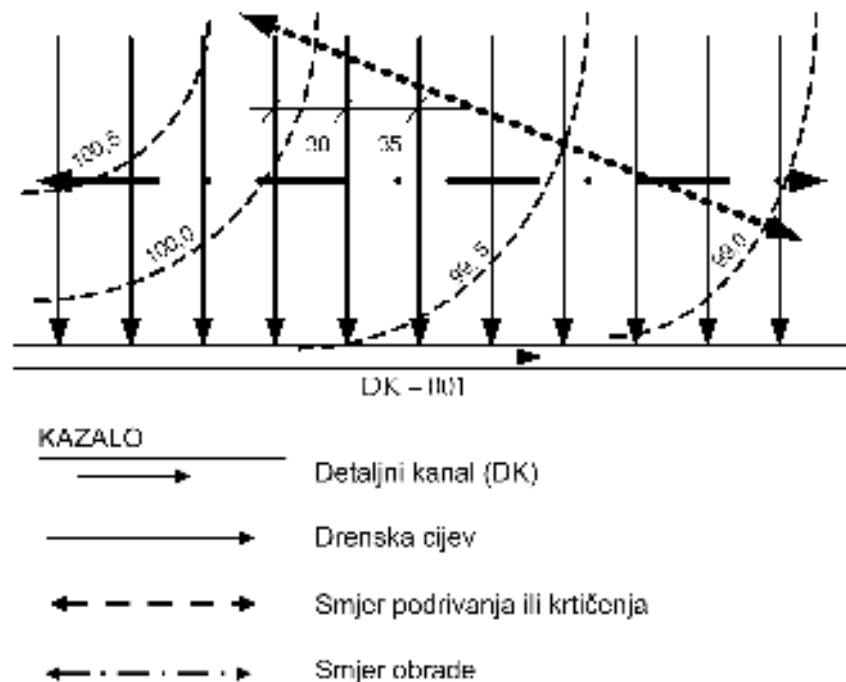
Za radove na ugradbi sistematske cijevne drenaže, glavne aktivnosti bi se sastojale u slijedećim stavkama:

- Fino površinsko ravnanje – sistematizacija obradive površine (table).
- Iskolčenje trasa drenova i drenažnih kolektora.
- Nabava, doprema i ugradba plastičnih perforiranih rebrastih cijevi, razmaka 15 do 25 m i dubine 0,9 m, drenmasterom s frezom.
- Nabava, doprema i ugradba ravnih i redukcijskih spojnica, čepova, te krutih plastičnih izljeva sa zaštitnom folijom po pokosu kanala.
- Mehaničko zatrpavanje drenažnih jaraka prosušanim materijalom iz iskopa.

Ukupna cijena za ove radove iznosila bi: 3.350 – 4.650 kn/ha.

Kombinirana detaljna odvodnja sastoji se od cijevne drenaže koja dolazi u kombinaciji s dodatnom agrotehničkom mjerom podrivanjem ili krtičenjem tla, ovisno o njegovom mehaničkom granulometrijskom sastavu. Drenaža se postavlja približno okomito na pad terena.

U drenažne jarke se ugrađuje hidraulički kontaktni filter materijal. Dodatna agrotehnička mjera izvodi se u smjeru generalnog pada terena, križajući se sa smjerom drenaže, kao i sa smjerom obrade tla.



Slika 35. Kombinirana cijevna drenaža

Za utok drenažnih cijevi poslužiti će otvorena kanalska mreža, koju je za potrebe kombinirane cijevne drenaže u većini slučajeva potrebno rekonstruirati, odnosno prilagoditi.

Budući je teško unaprijed procijeniti buduću rekonstrukciju ili novo postavljenu kanalsku mrežu bez konkretne situacije, uzet će se prosječna vrijednost radova na rekonstrukciji kanalske mreže kao i kod sistematske cijevne drenaže, a to je: 2.600 – 3.600 kn/ha.

Glavne stavke za radove na kombiniranoj cijevnoj drenaži bile bi:

- Fino površinsko ravnanje – sistematizacija obradive površine (table).
- Iskolčenje trasa drenova i drenažnih kolektora.
- Nabava, doprema i ugradba plastičnih perforiranih rebrastih cijevi, razmaka 15 do 25 m, dubine 0,9 m, drenmasterom s frezom.
- Nabava, doprema i ugradba ravnih i redukcijskih spojnica, čepova, te krutih plastičnih izljeva sa zaštitnom folijom po pokosu kanala.
- Nabava, doprema i ugradba kontaktnog šljunčanog materijala, poželjne granulacije 5-25 mm.
- Mehaničko zatrpavanje drenažnih rovova prosušanim materijalom iz iskopa.
- Mehaničko podrivanje (rahlenje) ili krtičenje tla.

Ukupno za kombiniranu odvodnju: 7.650 – 9.400 kn/ha.

Mjere okrupnjavanja proizvodnih površina

Poseban problem kod primjene navodnjavanja kao suvremene agrotehničke mjere, pored uređenosti zemljišta, na području grada Zagreba čini i njegova velika usitnjenost parcela, odnosno proizvodnih površina. Valja naglasiti, da se ovakvo stanje prvenstveno odnosi na privatni sektor (gospodarstva).

Temeljna je zadaća okrupnjavanja zemljišta kao agrarnotehničke operacije u sakupljanju (grupiranju) razbacanog i usitnjenog posjeda pojedinih gospodarstva u jednu cjelinu.

Prema popisu poljoprivrede iz 2003. godine (CD izdanje, DSZ RH) na području grada Zagreba bilo je ukupno 14.121 kućanstvo (gospodarstvo). Budući je ukupna površina korištenog poljoprivrednog zemljišta iznosila 14.175 ha, proizlazi da je prosječna veličina poljoprivrednog gospodarstva na području grada u 2003. godini iznosila oko 1,02 ha.

Povećanje proizvodnih površina preduvjet je njihovog optimalnijeg korištenja kao i bolja primjena suvremenih dostignuća i tehnologija u procesu određenih sustava biljne proizvodnje, posebice u uvjetima navodnjavanja.

5.5. Ostala infrastruktura

Na prostoru Grada Zagreba postoji sva infrastruktura neophodna za realizaciju projekata navodnjavanja. Posebno je važno istaći da su poljoprivredni proizvođači organizirani u više voćarskih i povrćarskih udruga, odnosno zadruga. Naime, Zadruga Zagrebački voćnjaci, predstavlja viši oblik organizacije poljoprivrednih proizvođača. Prema NAPNAV-u, poljoprivredni proizvođači organiziranjem u udruge i na drugi način mogu pokretati inicijative za izradu detaljnih projekata navodnjavanja. Nadalje,

organizirani proizvođači na većim površinama mogu dobiti veću potporu za izgradnju dovoda vode do parcele (na većim površinama od 200 ha i 80% troškova dovoda vode financira država).

5.6. Orijentacijski troškovi zahvata i distribucije vode do korisnika

Plan navodnjavanja postavljen je situaciono i visinski na raspoloživim topografskim podlogama mjerila 1:25 000. Navedene podloge su primjerene točnosti za izradu predmjera studije plana navodnjavanja.

Troškovi navodnjavanja ovisno o položaju površina koje se navodnjavaju sastoje se od troškova pripremnih radova, troškova građenja otvorene kanalske mreže, objekata na kanalima, putne mreže, dovodnih cjevovoda, cjevovoda na parcelama, troškova zahvatnih objekata s ustavom i troškova crpnih stanica i bunara s crpnim agregatima i opremom.

U troškovima nisu obuhvaćeni radovi na grupiranja posjeda kojima se utvrđuje postojeće posjedovno i vlasničko stanje, te bonitiranje poljoprivrednog zemljišta kao i troškovi opreme i strojeva za navodnjavanje na samoj parceli.

Jedinične cijene pojedinih vrsta radova su uzete na bazi podataka Hrvatskih voda, građevinske operative, proizvođača građevinskog materijala i opreme, te na osnovu analiza cijena iz prijašnjih projekata.

Troškovi crpnih stanica, dovodnih cjevovoda, bunara, zahvatnih objekata s ustavom i dovodnih kanala računati su na temelju veličine površine za navodnjavanje od 50 hektara, dok su troškovi vezani za distribuciju vode na parceli računati na temelju parcele veličine 20 ha. Za pojedina područja troškovi su prikazani u kunama po jednom hektaru, kn/ha.

VARIJANTA 1:

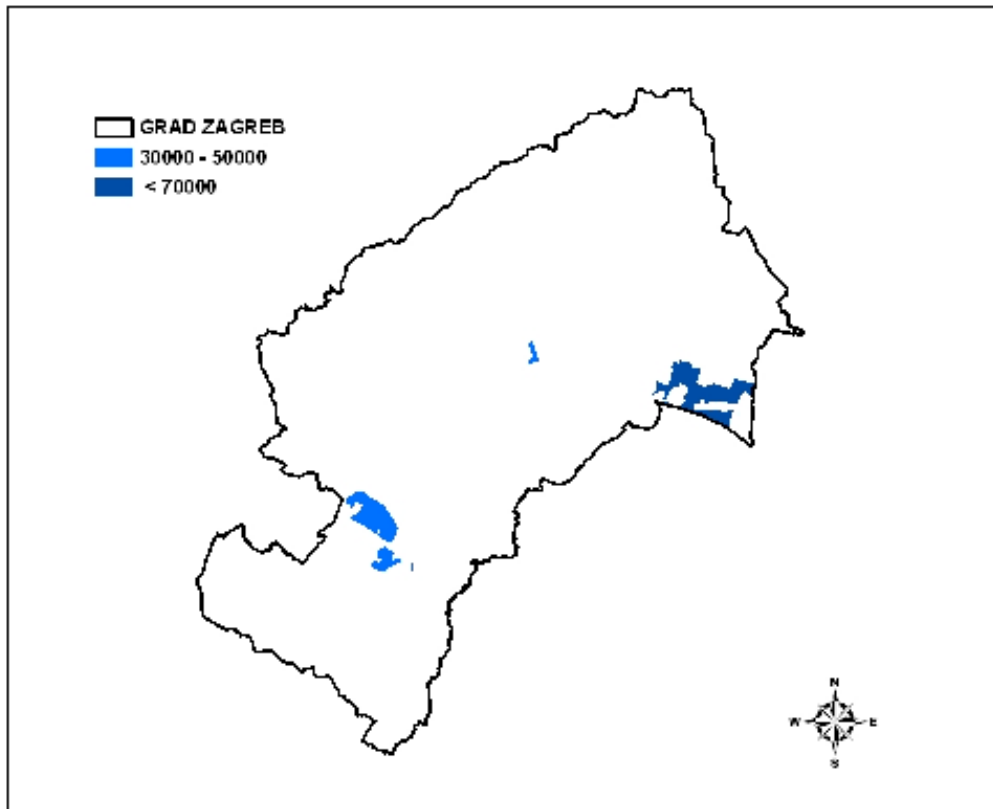
- pripremni radovi
- crpna stanica (bunar – podzemne vode)
- dovod vode cjevovodom
- otvorena kanalska mreža s potrebnim objektima
- putna mreža s objektima

VARIJANTA 2:

- pripremni radovi
- crpna stanica (bunar – podzemne vode)
- dovod vode cjevovodom
- distribucija vode na parceli cjevovodima
- putna mreža

U nastavku slijedi tablični i grafički prikaz troškova u kn/ha po područjima ovisno o mogućnostima distribucije vode do korisnika.

Detaljni prikaz troškova za pojedine površine nalazi se na situaciji mjerila 1:100 000 u prilogu.



Slika 36. Prikaz površina prema troškovima u kn/ha

Tablica 44. Prikaz troškova u kn/ha za različite varijante distribucije vode do korisnika

PODRUČJE	IZVOR VODE	VARIJANTA 1 kn/ha	VARIJANTA 2 kn/ha
Sava - Sesevete N	vodotok	---	76,644.55
podzemna P	podzemne vode	47,448.55	63,447.65

Analizirajući troškove dopreme vode do površine za navodnjavanje može se zaključiti da su najmanji troškovi kod nizinskih površina neposredno uz vodotoke. Udaljavanjem od vodotoka troškovi rastu.

6. ODRŽAVANJE I UPRAVLJANJE

6.1. Organizacijska osnova upravljanja i održavanja sustava za distribuciju vode

Treba istaknuti da je dobra organizacijska i institucijska pozadina kroz planiranje, kontrolu, upravljanje, monitoring i održavanje funkcionalnosti sustava preduvjet za uspješno navodnjavanje nekog područja. U upravljanje i održavanju sustava za distribuciju vode trebale bi svakako sudjelovati Hrvatske vode, Grad Zagreb i krajni korisnici.

Organiziranje vlasnika ili posjednika poljoprivrednog zemljišta, odnosno obiteljskih gospodarstava i pravnih subjekata u poljoprivredi, u udruhu korisnika navodnjavanja nužni je preduvjet izgradnje sustava. Naime, sustav navodnjavanja se planira, izvodi i koristi na određenoj cjelini poljoprivrednog zemljišta pa je nužno da svi posjednici budu članovi udruge za navodnjavanje i da koriste izgrađeni sustav. Takvi primjeri organizacije sustava koriste su u suvremenom svijetu. Udruga je u svojoj osnovi dobrovoljna. Međutim, dobrovoljno interesno udruživanje svih vlasnika zemljišta na području navodnjavanja nije realno očekivati pa se obveza udruživanja, ostalih posjednika zemljišta, nakon dobrovoljnog pristupanja udruzi određene - značajne većine, regulira zakonskim ili podzakonskim aktom.

Dosadašnja iskustva u korištenju i održavanju izgrađenih melioracijskih sustava ukazala su na niz organizacijskih problema, a što je u NAPNAU-u istaknuto, kao što su:

- nedosljedno provođenje Zakona o vodama i Zakona o financiranju vodnog gospodarstva, tako što se naplaćuje od 30-70% slivne vodne naknade, dok se naknada za korištenje voda za navodnjavanje gotovo niti ne naplaćuje;
- krajnji korisnik nije uključen u upravljanje sustavima, što za posljedicu ima stalne konflikte između korisnika i državnih institucija;
- ne održavaju se postojeći sustavi, a novi se ne izgrađuju.

Da bi se takve situacije izbjegle, u izvođenju, korištenju i održavanju novoizgrađenih sustava za navodnjavanje potrebna je suradnja i jasno definirane odgovornosti svih sudionika u procesu.

Država izgrađuje infrastrukturu za navodnjavanje i daje je na korištenje poljoprivrednim proizvođačima. Da bi se definirali uvjeti prijenosa odgovornosti i troškova gospodarenja sustavima za navodnjavanje sa države na korisnike najvažnije je jasno utvrditi pravo vlasništva nad vodom i nad infrastrukturom sustava za navodnjavanje.

Prema NAPNAV-u, za potencijalne korisnike srednjih (10 - 200 ha) i velikih (>200 ha) sustava za navodnjavanje: Republika Hrvatska sudjeluje u financiranju izgradnje zahvata i distribucije vode do parcele u udjelu 70% (srednji korisnici) odnosno 80% (veliki korisnici). Za takove zahvate izgrađene na području Grada za više korisnika ili

udrugu korisnika, skrbi Grad Zagreb, a prihod od naknade za korištenje vode za navodnjavanje dio je izvora prihoda Grada. Dio novca koristi se za održavanje i upravljanje sustavom navodnjavanja. To znači da se iz dijela naknade za navodnjavanje financira održavanje sustava. Svakako, Grad prema zakonu o financiranju vodnog gospodarstva određuje i visinu naknade.

Sustave za navodnjavanje korisnika koji zahvaćaju vodu na svom posjedu ili neposredno uz svoj posjed (površinske i podzemne) održavaju sami korisnici sustava za navodnjavanje u cijelosti, bez obzira na učešće države u sustavu financiranja.

Potrebno je poticati udruživanje krajnjih korisnika, jer će im to omogućiti primjenu naprednijih tehnologija i tehnika navodnjavanja, povećati proizvodnju i dobit, imat će veći udio u gospodarenju sustavima i veću kontrolu opskrbe vodom. Današnje vodnogospodarske ispostave koje su u sastavu Hrvatskih voda mogu biti temeljna jedinica koja će upravljati sustavima na navodnjavanje izgrađenima na području njihovog djelovanja. Vodnogospodarskim ispostavama upravljalo bi vijeće u kojem bi participirale udruge korisnika sustava za navodnjavanje i ostali zainteresirani.

Konačnu organizacijsku strukturu upravljanja i održavanja sustava za distribuciju vode biti će potrebno uskladiti s pozitivnim propisima u trenutku realizacije pojedinih sustava za navodnjavanje na području Grada.

6.2. Tehnička osnova i obuka

Za izradu kvalitetnih planskih, projektnih i izvedbenih rješenja, te korištenje i održavanje objekata i sustava za navodnjavanje potrebna je pravovremeno i stalno obrazovanje svih sudionika za izvršavanje odgovarajućih poslova hidrotehničke i agrotehničke struke, a po potrebi i ekonomske, strojarske i informatičke. Sastavni dio toga je i obrazovanje vlasnika i korisnika zemljišta na kojima se provodi navodnjavanje. U sklopu navedenog treba imati na umu da su sustavi navodnjavanja složeniji od sustava odvodnjavanja kako u procesu projektiranja tako i u procesu građenja, održavanja i korištenja. Pored srednjoškolskog i visokoškolskog obrazovanja hidrotehničkih i agrotehničkih stručnjaka potrebno je i stalno obrazovanje kadrova koji sudjeluju u procesu korištenja objekata, strojeva i opreme za navodnjavanje kao sastavnog dijela programa gospodarenja zemljištem i vodama. To se odnosi na vlasnike i korisnike poljoprivrednih površina koje se navodnjavaju, te na zaposlenike u vodnom gospodarstvu i u poljoprivrednim savjetodavnim službama. Posebno je važno uspostaviti stalnu suradnju upravnih i stručnih službi na državnoj i lokalnoj razini s vlasnicima i korisnicima zemljišta na kojima su izgrađeni sustavi navodnjavanja, odnosno s obiteljskim gospodarstvima i institucijama koje su zadužene i odgovorne za korištenje i gospodarenje vodama. Sastavni dio programa stalne edukacije je informatičko povezivanje svih sudionika u procesu ostvarenja i korištenja sustava navodnjavanja.

6.2.1. Edukacija kadrova za zahvaćanje i distribuciju vode

S ciljem gospodarenja vodama i njihovog racionalnog korištenja u organizaciji Uprave vodnog gospodarstva i Hrvatskih voda potrebno je izraditi i provoditi program dopunskog obrazovanja hidrotehničkih i agrotehničkih stručnjaka koji će sudjelovati na poslovima zahvata vode, te njenog dovoda do površina koje se navodnjavaju. U programe dopunskog obrazovanja treba uključiti kadrove iz visokoobrazovnih institucija i poljoprivrednih savjetodavnih službi. Osnova za obrazovanje je uspostavljanje stalne razmjene informacija o raspoloživim količinama vode u vegetacijskom razdoblju i potrebama vode za optimalan razvoj pojedinih biljnih kultura. Sastavni dio toga je stupanj obrazovanja stručnjaka za kontrolu kvalitete vode na lokaciji zahvata kao i na glavnoj razvodnoj mreži (kod površinskog navodnjavanja). Programe edukacija trebaju organizirati županijske poljoprivredno-savjetodavne službe u suradnji s Hrvatskim vodama i Upravom vodnog gospodarstva, te relevantnim stručnim i znanstvenim institucijama.

6.2.2. Edukacija kadrova za praćenje i provedbu kontrole navodnjavanja

Za kvalitetno izvršavanje poslova u procesu praćenja i provedbe kontrole navodnjavanja potrebno je pravovremeno i dopunsko obrazovanje kadrova

- biljnu proizvodnju (županijske poljoprivredne savjetodavne službe u suradnji i s relevantnim obrazovnim institucijama),
- tla (županijske poljoprivredne službe u suradnji s relevantnim obrazovnim i strukovnim institucijama i strukovnim udrugama),
- vode (Uprava vodnog gospodarstva i Hrvatske vode u suradnji s obrazovnim institucijama i strukovnim udrugama),
- zaštitu okoliša (Ministarstvo zaštite okoliša, prostornog uređenja i
- graditeljstva u suradnji s Upravom vodnog gospodarstva i relevantnim i obrazovnim institucijama).

Programe edukacije treba usvojiti Ministarstvo poljoprivrede, šumarstva i vodnog gospodarstva u suradnji s Ministarstvom zaštite okoliša, prostornog uređenja i graditeljstva.

Sastavni dio programa stalne edukacije je i organizacija stručnih seminara i to kako s teoretskom tako i praktičnim temama iz država s dužom tradicijom izgradnje i korištenja sustava navodnjavanja.

6.2.3. *Edukacija vlasnika i korisnika zemljišta - obiteljskih i ostalih poljoprivrednih gospodarstava*

Vlasnike i korisnike zemljišta odnosno članova poljoprivrednih gospodarstava potrebno je pravovremeno započeti i stalno obrazovati ovisno o vrstama izgrađenih sustava navodnjavanja: izbor opreme za navodnjavanje, elementi doziranja vode, očekivani učinci navodnjavanja. Edukacija korisnika sustava navodnjavanja trebaju organizirati gradske i poljoprivredne savjetodavne službe u suradnji s Hrvatskim vodama i Državnim hidrometeorološkim zavodom. Posebno je važno educiranje kadrova za suvremene načine i tehnologije navodnjavanja.

Programe edukacije treba testirati na pilot-projektima navodnjavanja. Provedba istraživanja učinkovitosti sustava navodnjavanja i obrazovanja kadrova na pilot-projektima treba biti u organizaciji i pod kontrolom Ministarstva poljoprivrede, šumarstva i vodnog gospodarstva u suradnji s Hrvatskim vodama, te relevantnim znanstvenim institucijama za obrazovanje poljoprivrednih i hidro tehničkih kadrova za potrebe navodnjavanja, kao i gospodarenje poljoprivrednim zemljištem i vodama. Kako korisnici zemljišta predstavljaju osnovu provedbe navodnjavanja, njihovu je edukaciju nužno provoditi u slijedećim segmentima:

- izbora sustava i načina navodnjavanja
- izbora opreme za navodnjavanje
- doziranja vode (norme navodnjavanja, definiranje turnusa navodnjavanja)
- učincima primjene navodnjavanja
- uočavanje negativnih posljedica primjenom navodnjavanja
- nove tehnologije poljoprivredne proizvodnje u uvjetima navodnjavanja
- navodnjavanje i okoliš

Za izbor načina navodnjavanja važna je poljoprivredno-ekonomska osnova koja definira kulture, plodored i tehničke elemente provedbe navodnjavanja u dužem vremenskom razdoblju. Tehnička obuka i stručna pomoć korisnicima zemljišta u tom pogledu je nužna, a obzirom na postojeći ustroj, provodila bi je gradsko poljoprivredno-savjetodavna služba u suradnji sa stručnim osobama fakulteta, instituta, projektnih i konzultacijskih tvrtki i Hrvatskih voda, te Državnog hidrometeorološkog zavoda i drugih institucija čija je djelatnost vezana za navodnjavanje. Oprema za navodnjavanje mora biti prilagođena postojećim uvjetima (veličini parcele, kulturi, izvoru vode, doziranju vode, topografskim uvjetima itd.).

Krajnje je korisnike nužno educirati za izradu godišnjih planova potrebe za vodom. Doziranje vode potrebno je definirati za svaku parcelu što mora biti temeljeno na potrebama kulture, pedološkim karakteristikama, raspoloživosti vode za navodnjavanje, trenutnim klimatskim karakteristikama, vlažnosti tla i drugom. Obzirom na veliki broj čimbenika koji definiraju početak, veličinu (obrok), trajanje

navodnjavanja, potrebna je edukacija krajnjih korisnika u cilju racionalne potrošnje vode i izbjegavanje negativnih proizvodnih i ekoloških posljedica.

6.3. Organizacija monitoringa i kontrole stanja vode i tla uvođenjem navodnjavanja

6.3.1. Voda

U Hrvatskoj postoje organizirana mjerenja u različitim dijelovima okoliša. Kada se radi o vodama, postoji tradicija sustavnih mjerenja. Danas se mjerenja različitih parametara količina vode provode na više oko 500 mjernih postaja. Podaci dobiveni na tim mjernim postajama moći će se koristiti i nakon izgradnje sustava za navodnjavanje. Vrlo je vjerojatno da postojeće mjerne postaje neće biti dostatne nakon izgradnje sustava za navodnjavanje i zato će biti potrebno uspostaviti određeni broj novih.

Ispitivanja kvalitete vode provode se na oko 290 mjernih postaja (podaci iz 2002. godine), što uključuje prekogranični, nacionalni i lokalni monitoring. Dio tih mjernih postaja bit će relevantan i za buduća navodnjavana područja, ali je vrlo izvjesno da će se broj postaja povećati i za praćenja kvalitete vode. Naime, na zahvatu vode za navodnjavanje mjerit će se i količina i kvaliteta vode koja se pušta u razvodnu mrežu do poljoprivredne površine. Količina vode bit će definirana veličinom navodnjavane površine i zahtjevom uzgajanih kultura, a kvaliteta pravilnikom koji će definirati kvalitetu vode s aspekta navodnjavanja.

Monitoring podzemne vode na područjima koja se navodnjavaju i na širem području utjecaja bit će potrebno ili uklopiti u postojeću mrežu praćenja, ili tamo gdje se za to ukaže potreba uspostaviti nove mjerne postaje.

6.3.2. Tlo

Monitoring stanja tala na državnoj razini do danas nije uspostavljen, a pojedinačna i često specifična praćenja nije moguće uklopiti u zahtjeve kontrole kvalitete navodnjavanih tala. Sustav monitoringa tala potrebno je organizirati shodno specifičnostima navodnjavanih područja (veličina slivnog područja, veličina navodnjavanih površina, zastupljenost i karakteristike tipova tala i dr.). U usporedbi s monitoringom voda, praćenje stanja tala i praćenje utjecaja poljoprivrede na onečišćenje voda je puno složenije i zahtjevnije. Zato je relevantnost parametara koji će biti praćeni potrebno testirati na pilot projektima.

7. PRIJEDLOG DALJNJIH AKTIVNOSTI NA REALIZACIJI PLANA

7.1. Prijedlog pilot-projekta navodnjavanja

Budući da u Hrvatskoj, naročito zadnjih godina, nije bilo organizirane primjene navodnjavanja kao obvezne ili dopunske uzgojne mjere, tako niti infrastruktura nije bila sustavno građena. To znači da se većina aktivnosti vezanih za primjenu navodnjavanja odnosila na nekontrolirano zahvaćanje vode iz različitih izvora. Najčešće se radi o samoinicijativnom zahvaćanju površinskih voda ili bušenju bunara i crpljenju podzemne vode, što može s više stajališta uzrokovati dugotrajne štetne posljedice. U nedostatku drugih izvora, neki proizvođači koriste za navodnjavanje i vodu iz vodoopskrbe, što je također jedan vid neracionalnog korištenja vodnih resursa.

Budući da takve djelatnosti nisu bile u dovoljnoj mjeri zakonski regulirane, a provedba postojećih zakona je bila neučinkovita, poduzimane su samoinicijativne aktivnosti, koje su ponekad graničile s anarhičnim ponašanjem. Organizirani sustavi za navodnjavanje traže i uređeno zakonodavstvo i jasno definiranje prava i obveza svih sudionika u procesu. U sadašnjim okolnostima pridruživanja Republike Hrvatske Europskoj Uniji, značajno mjesto treba dati i aktivnostima na prilagodbi zakonodavstva pravnoj stečevini EU.

Uobičajen je pristup i procedura da se u slučajevima kad se radi o kapitalnim ulaganjima u gospodarsku infrastrukturu provedu tzv. pilot-projekti, koji bi trebali rezultirati konačnim uvjetima za izgradnju sustava za navodnjavanje u RH. U agroekološkim uvjetima kontinentalnog dijela Hrvatske navodnjavanje je većinom dopunska uzgojna mjera, premda je za neke kulture i obvezna. U priobalnom dijelu za većinu kultura je navodnjavanje obvezna uzgojna mjera. Zbog toga se predlaže da se pokrenu četiri pilot-projekta. U kontinentalnom dijelu jedan bi trebao biti u istočnoj Slavoniji gdje su i potrebe za navodnjavanjem najveće, a drugi u sjeverozapadnoj Hrvatskoj. U tom je području zanimanje proizvođača za uvođenje navodnjavanja veliko, ali je potrebno testirati učinke i isplativost takvih ulaganja s obzirom na granične agroekološke uvjete za provođenje takve uzgojne mjere.

U priobalnom dijelu Hrvatske je navodnjavanje obvezna uzgojna mjera, ali je utvrđen niz problema vezanih uglavnom za veličine i vlasništva nad posjedima, izvore vode i kvalitetu vode. Zato se predlaže provođenje dvaju pilot-projekata, jedan od njih u južnoj Dalmaciji, gdje su potrebe najveće, a drugi u Istri ili/i na otocima.

Očekivani učinci pilot-projekta mogu se sažeti u sljedeće:

- radi se o relativno brzom postupku za analizu troškova i ekonomske opravdanosti uvođenja sustava za navodnjavanje;
- optimiziranje količine istraživanja i mjerenja potrebnih za projektiranje i uvođenje sustava;
- definiranje i optimiziranje mjera gospodarenja u danim agroekološkim uvjetima.

Očekivane koristi od pilot-projekta:

- radi se o postupku kojime se mogu dobiti relativno brze povratne informacije;
- zatim ocjena opravdanosti ulaganja;
- osigurava se podloga za donošenje zakonskih propisa koji će regulirati problematiku izgradnje, održavanja i upravljanja sustavima za navodnjavanje;
- identificiraju se projekti koji s pokažu dovoljno vrijednima da se pokrenu detaljna istraživanja;
- educiraju se sudionici u sustavu i podiže opća količina znanja i osposobljenosti kadrova na lokalnoj razini;
- testiraju se ekološki učinci navodnjavanja;
- mogu se iskoristiti za testiranje novih tehnika navodnjavanja i tehnologija uzgoja u takvim uvjetima.

S obzirom na iskustva poljoprivrednih proizvođača, izvore vode i kvalitetu poljoprivrednih tala na području Grada Zagreba, predlažemo da pilot - projekt bude na području savskog aluvija na povrćarskim proizvodnim površinama izvan područja vodozaštitnih zona. Naime, na tom području nalaze se gotovo najkvalitetnija tla pogodna za navodnjavanje. Na tom području nalaze se izvori kvalitetne vode za navodnjavanje bilo u otvorenim vodotocima bilo u podzemlju. Poljoprivredni proizvođači uzgajaju dohodovnije kulture (i povrće i voće). Na tom području i danas imamo najviše navodnjavanih površina u Gradu Zagrebu. Također, važno je naglasiti da se u sklopu Agronomskog fakulteta nalazi 30-tak ha pogodnih površina za navodnjavanje (slika 25, tablica 37), na kojima se provode znanstvena istraživanja za razvoj kvalitetnog genetskog sadnog materijala, testiraju se nove tehnologije, obrazuje se budući kadar, odnosno potencijalni korisnici i/ili menadžeri sustava za navodnjavanje. Stoga bi bilo poželjno da Grad Zagreb razmotri inicijativu da se i ove površine uvrste za buduće pilot projekte navodnjavanja te da se na njima instaliraju sustavi navodnjavanja *sukladno proceduri*.

7.2. Prijedlog potrebnih istražnih radova

Procjena količine podzemnih voda napravljena je za područje uz rijeku Savu nazvano zagrebačkim aluvijem zato jer na tom području raspolažemo istraživanjima koja su uglavnom vezana za opskrbu vodom. Istraživanja bi trebalo proširiti i na ostala potencijalna područja Grada Zagreba.

Točniju procjenu podzemnih voda na analiziranom području nije moguće izvršiti na temelju do sada provedenih istraživanja kojima nije ravnomjerno obuhvaćeno cijelo područje, tako da se dobiveni rezultati moraju shvatiti tek kao preliminarni i kao putokaz za daljnja istraživanja.

Opažачka mreža postaja za mjerenje razina podzemnih voda nejednake je gustoće na analiziranom području. Da bi se poboljšala kvaliteta podataka potrebno bi bilo provesti dogovor stručnjaka raznih specijalnosti (hidrolozi, hidrogeolozi, kemičari) kako bi se utvrdili ciljevi koji se opažanjem žele postići. Prilikom odabira lokacija mjernih mjesta trebalo bi voditi računa o njihovom ravnomjernijem rasporedu, što bi olakšalo obradu podataka. Mrežu bi trebalo progustiti na rubovima područja, kako bi se točnije procijenili vanjski dotoci.

8. KORISTI I ODRŽIVO KORIŠTENJE

8.1. Subjekti za realizaciju Plana navodnjavanja

U realizaciju Plana navodnjavanja poljoprivrednih površina i gospodarenja poljoprivrednim zemljištem i vodama na području Grada Zagreba angažirano je više institucija. NAPNAV kao strateški dokument definirao je subjekte uključene u njegovu provedbu, to znači i za provedbu Plana. Subjekti su kako slijedi:

Vlada RH je pokrenula Nacionalni projekt navodnjavanja i gospodarenja poljoprivrednim zemljištem i vodama (NAPNAV), s ciljem boljeg gospodarenja prirodnim resursima, organiziranjem infrastrukture u poljoprivredi za uvođenje navodnjavanja i primjene novih tehnologija proizvodnje. Realizacija projekta trebala bi rezultirati učinkovitijom poljoprivrednom proizvodnjom i održivim razvojem ruralnih područja.

Vlada RH je osnovala **Nacionalno povjerenstvo za projekt navodnjavanja i gospodarenja poljoprivrednim zemljištem i vodama** i dala mu zadaću koordinacije pojedinih institucija i subjekata uključenih u Projekt, praćenja aktivnosti i rokova izvršenja.

Ministarstvo poljoprivrede, šumarstva i vodnog gospodarstva RH je imenovalo članove Stručnog tima za izradu NPNAV-a. Uloga MPŠVG u procesu provedbe projekta jest da organizira i prati područja koja se odnose na izgradnju i primjenu sustava za navodnjavanje, te na prava i obveze korisnika. Izgradnja sustava za navodnjavanje na nacionalnoj razini mora biti dijelom vladine politike, prioriteta i planova. Time se utvrđuje i vrednuje nacionalna korist od izgradnje sustava za navodnjavanje, a što se može očitovati kroz veću proizvodnju hrane i postizanje samodostatnosti za neke proizvode, povećanje dobiti od izvoza poljoprivrednih proizvoda, povećanje zaposlenosti, razvoj i podizanje životnog standarda u ruralnim područjima, te drugo, a kao dio uspješnog gospodarskog razvoja.

Razvoj navodnjavanja je pitanje i političke obveze prema pojedincima, interesnim skupinama ili regijama koje su zainteresirane za izgradnju sustava. S tim u vezi potrebno je razmotriti i niz drugih čimbenika kao što je povećana potražnja za određenim prehrambenim proizvodima, povećanje tržišta, makro-ekonomska politika i cijene, te drugo.

Jedna od važnih uloga države u planiranju, provedbi i održavanju sustava za navodnjavanje jest prilagodba zakonodavstva i primjena u novim uvjetima, a pogotovo onih segmenata postojeće fiskalne politike koja na neki način koče razvoj navodnjavanja.

Iz navedenoga proizlazi da vladine institucije, u prvom redu MPŠVG, trebaju urediti sljedeća područja koja se odnose na izgradnju i primjenu sustava za navodnjavanje, te na prava i obveze korisnika:

- izrada NAPNAV-a kao strateškog dokumenta za planiranje, izgradnju, korištenje i održavanje sustava za navodnjavanje u RH;

- prilagodba postojećih zakonskih propisa i donošenje novih zakonskih akata koji reguliraju pitanja izgradnje i gospodarenja sustavima za navodnjavanje;
- definiranje kriterija za ocjenu i rangiranje potreba odnosno projekata za izgradnju sustava za navodnjavanje;
- definiranje slijeda postupaka za dobivanje dozvola i suglasnosti za izgradnju sustava za navodnjavanje;
- planiranje i osiguranje sredstava za sufinanciranje izrade strateške i detaljne projektne dokumentacije;
- planiranje i osiguranje sredstava za provođenje pilot-projekata;
- planiranje i osiguravanje novčanih sredstava potrebnih za izgradnju infrastrukture za navodnjavanje;
- ustroj Agencije za navodnjavanje kao stručnog i administrativnog tijela za provedbu NAPNAV-a.

U **Stručni tim za izradu Nacionalnog projekta** navodnjavanja i gospodarenja poljoprivrednim zemljištem i vodama imenovani su stručnjaci iz različitih struka vezanih za provedbu NAPNAV-a.

Hrvatske vode su javno poduzeće za obavljanje poslova i zadataka upravljanja državnim i lokalnim vodama, i kao takvo ima značajnu ulogu u provedbi NAPNAV-a. Hrvatske vode su pravna osoba za obavljanje poslova i zadataka upravljanja državnim i lokalnim vodama. Zadaća Hrvatskih voda jest trajno i nesmetano obavljanje javnih službi i drugih poslova kojima se ostvaruje upravljanje vodama u opsegu utvrđenom planovima i u skladu sa sredstvima koja se na temelju zakona i odgovarajućih propisa osiguravaju za takve namjene. S obzirom na djelatnost i ovlasti, Hrvatske vode imaju značajnu ulogu u provedbi NAPNAV-a. Naročiti značaj imaju sljedeće aktivnosti i poslovi:

- usklađivanje NAPNAV-a sa strategijom upravljanja vodama u RH;
- usklađivanje projekata navodnjavanja s vodnogospodarskim osnovama vodnih i slivnih područja;
- definiranje vodnih resursa po vrstama, te osiguranje uvjeta za njihovo zahvaćanje uz propisivanje praćenja količine i kakvoće vode;
- sudjelovanje u organiziranju građenja i stručnog nadzora nad građenjem i korištenjem vodnih građevina, te sudjelovanje u tehničkom i gospodarskom održavanju sustava za navodnjavanje;
- organiziranje i provođenje monitoring voda na izgrađenim sustavima za navodnjavanje;
- sudjelovanje u drugim aktivnostima povezanim s izradom projekata, te izgradnjom i gospodarenjem sustava za navodnjavanje koje su u domeni djelatnosti Hrvatskih voda.

Županije kao jedinice regionalne uprave imaju ulogu koordinacije interesa različitih strana: na jednoj strani zainteresiranih poljoprivrednih proizvođača, a s druge strane

institucija koje gospodare javnim dobrima i prirodnim resursima. U postupku provođenja Projekta županije i Grad Zagreb usklađuju pojedinačne zahtjeve s razvojnim planovima i planovima navodnjavanja za tu županiju, te rješavaju niz operativnih zahtjeva vezanih za provedbu NAPNAV-a. Zbog specifične prirode izgradnje sustava navodnjavanja na nacionalnoj razini, organizacija i provođenje pojedinačnih projekata zahtjeva naročiti institucijski kapacitet. Prvi razlog tome je što se izgradnja sustava za navodnjavanje bazira prvenstveno na raspoloživim prirodnim dobrima. Teritorijalne jedinice za upravljanje vodama jesu vodna i slivna područja kao hidrografske i gospodarske cjeline. Prema aktualnom administrativno - teritorijalnom ustroju u RH, na jednom vodnom ili slivnom području može biti više gradova i općina, kao nižih teritorijalnih jedinica. Na toj razini u tijelima uprave uglavnom nema kadrovske kapaciteta koji bi mogao preuzeti poslove oko planiranja sustava za navodnjavanje. K tome, iskorištavanje prirodnog potencijala na jednom manjem području može ugroziti njegovu održivost na susjednom području.

Premda se niti administrativne granice Grada ne poklapaju s vodnim ili slivnim područjima ipak Grad Zagreb imaju značajno viši institucijski kapacitet u odnosu na niže teritorijalne jedinice. Razvojni planovi Grada promiču interese i nižih jedinica lokalne uprave i zbog toga se očekuje da će županije bolje uskladiti interese različitih strana: na jednoj strani zainteresiranih poljoprivrednih proizvođača, a s druge strane institucija koje gospodare javnim dobrima i prirodnim resursima. Očekuje se i lakša komunikacija između županije i hijerarhijski viših tijela državne uprave.

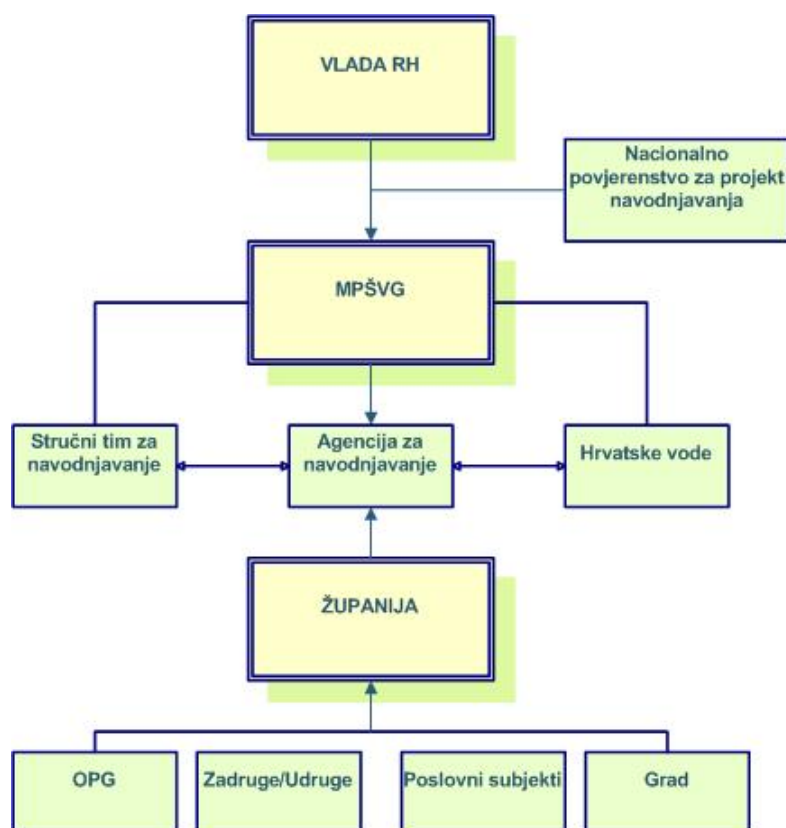
Naročiti značaj imaju sljedeće aktivnosti i poslovi u nadležnosti lokalne i regionalne uprave i samouprave:

- izrada županijskih planova;
- sudjelovanje u definiranju regionalnog koncesionara za rukovanje i upravljanje sustavom za navodnjavanje;
- nominiranje projekata → županijski uredi koji prikupljaju, rangiraju i predlažu prioritetne projekte te ih prosljeđuju Agenciji za navodnjavanje;
- osiguravaju sredstva za sufinanciranje;
- animiraju korisnike i potiču njihovo udruživanje;
- osiguravaju suglasnosti krajnjih korisnika za nominaciju projekta.

Krajnji korisnici su obiteljska poljoprivredna gospodarstva, zadruge i udruge pravni subjekti. Oni su izravno zainteresirani za provedbu projekta i pokretači izgradnje pojedinačnih sustava navodnjavanja. Krajnji korisnici mogu djelovati samostalno ili se, što je praktično prihvatljivije i kao takvo se potiče, mogu udruživati na različite načine.

Naveden je postojeći institucijski okvir u RH vezan uz realizaciju NAPNAV-a. Prijedlog je da se uz navedene institucije osnuje i Agencija za navodnjavanje, a sukladno praksi u EU. Takvo državno tijelo za provedbu projekata bilo bi zaduženo za organizaciju, financiranje i provedbu projekta.

Institucije uključene u provedbu NAPNAV-a prikazane su na slici 37.



Slika 37. Institucije uključene u provedbu projekta navodnjavanja i gospodarenja zemljištem i vodama u Republici Hrvatskoj

8.2. Očekivane koristi i ekonomski pokazatelji realizacije Plana

Za ocjenu učinka na povećanje korištenih površina, temelj je očekivanje da će navodnjavanje omogućiti stjecanje većeg dohotka od poljoprivrede. Zbog toga se očekuje povećanje obrađenih površina kod postojećih proizvođača, kao i privlačenje novih proizvođača u proizvodnju intenzivnijih kultura. Udjel neobrađenih oranica i ugara trebao bi se tijekom godina smanjiti, i to posebice zbog širenja proizvodnje povrća i drugih dohodovno izdašnjih kultura. Povrćarske kulture su najviše ovisne o dostupnosti vode za navodnjavanje, pa je za očekivati porast njihove zastupljenosti s razvitkom navodnjavanja.

U tablici 45 su u trećem stupcu navedene željene godišnje stope rasta površina pod određenom skupinom kultura. Temeljem ovih stopa izračunato je povećanje površina u hektarima i konačne ukupne površine. Nakon deset godina izmijenila bi se struktura korištenja oranica i vrtova, a povećale bi se i površine voćnjaka i vinograda. Ukupno bi se obrađivalo oko 2.000 hektara više nego u sadašnjem stanju. Ovo povećanje ostvarilo bi se najvećim dijelom iskorištenjem neobrađenih oranica i vrtova i ugara.

Stope rasta površina voćnjaka i vinograda su niže, jer se prvotno očekuje povećanje površina uređenih nasada (plantaža), a ne i povećanje ukupnih površina. Uz to, ograničenje sadnje vinograda s pristupom EU dodatno ograničava povećanje površine vinograda.

Tablica 45. Procjena očekivane promjene zasijanih/zasađenih površina provedbom Plana navodnjavanja

Vrsta površine / nasada	Očekivano povećanje obrađenih površina u razdoblju od 10 godina			
	Početne površine ¹⁾ ha	Godišnja stopa rasta	Apsolutna promjena ha	konačne površine ha
Oranice i vrtovi	12.355			12.355
Ugari i neobrađeno	1.936			322
Povrće	2.554	4,00%	1.227	3.781
Žitarice	6.212	0,00%	0	6.212
Krmno bilje	1.897	0,00%	0	1.897
Ostalo	1.467	3,00%	505	1.972
Voćnjaci*	1.258	2,00%	275	1.533
Vinogradi*	1.246	1,00%	130	1.376

¹⁾ Prema podacima iz Statističkog ljetopisa iz 2005. godine

* Uz povećanje površine, još veći učinak se očekuje od uređenja postojećih površina.

Ukoliko se ostvare planirane promjene, zbog povećanja udjela radno i dohodovno intenzivnih kultura povećale bi se i potrebe za radom, kao i ukupni dohodak od primarne poljoprivredne proizvodnje. Povećanje dohotka iz poljoprivrede zbog navodnjavanja se očekuje iz slijedećih razloga:

1. eliminira se redukcija prinosa uzrokovana nedostatkom vode,
2. moguće je ostvariti višu kvalitetu proizvoda,
3. izbjegava se alternativna rodnost,
4. zbog stalnosti proizvodnje, sigurnije je i ugovaranje prodaje

U tablici 46 procijenjene su vrijednosti dohotka po hektaru za pojedine skupine kultura. Nakon toga, procijenjeno je postotno povećanje dohotka tijekom deset godina, a na kraju je izračunata vrijednost povećanja godišnjeg dohotka zbog uvođenja navodnjavanja. Konačni iznos povećanja izračunat je kao razlika budućeg uvećanog dohotka, s povećanih obrađenih površina i nove strukture sjetve, te dohotka prema sadašnjem stanju površina i strukture sjetve.

Ako pretpostavimo da je po jednom hektaru potrebno godišnje uložiti oko 100 radnih sati, tada se može procijeniti i ukupno povećanje potreba za radom. Na 2.137 ha bilo bi potrebno dodatnih 213.700 sati radi, što znači angažman oko 112 novih osoba zaposlenih oko planirane povećane proizvodnje. Procjena se temelji na 1.900 sati rada po zaposlenome godišnje.

Tablica 46. Procjena očekivanog povećanja dohotka u poljoprivredi provedbom Plana navodnjavanja tijekom razdoblja od 10 godina

Skupine kultura	Prosječni godišnji dohodak ¹⁾ <i>kn po ha</i>	Očekivano povećanje dohotka po ha ²⁾	Apsolutno povećanje godišnjeg dohotka <i>'000 kn</i>
Povrće	15.000,00	25,00%	4.601
Žitarice	750,00	10,00%	0
Krmno bilje	750,00	5,00%	0
Ostalo	2.250,00	15,00%	170
Voćnjaci	15.000,00	10,00%	413
Vinogradi	10.500,00	10,00%	137
Ukupno			5.321

1) Dohodak ovdje predstavlja procjenu razlike ukupnih prihoda i ukupnih troškova pojedine skupine kultura.

2) Odgovara očekivanom prosječnom povećanju prinosa.

Očekivano povećanje dohotka rezultat je više čimbenika, i to: (1) povećanja prinosa, (2) povećanja kvalitete proizvoda i (3) smanjenja varijabilnosti proizvodnje. Stoga se unatoč povećanju troškova zbog navodnjavanja, realno očekuje povećanje dohotka.

Prema pretpostavljenim parametrima, povećanje obrađenih površina i intenzifikacija poljoprivredne proizvodnje omogućiti će povećanje godišnjeg dohotka s obrađenih površina za 5,32 milijuna kuna u desetoj godini provedbe Plana.

8.2.1. Očekivane ekološke koristi

U Plan navodnjavanja uvrštene su sve pozitivne smjernice iz nacionalnog plana navodnjavanja. Razvitak navodnjavanja u državi razumijeva ne samo državnu potporu, već i uređivanje šire problematike navodnjavanja. Projekti navodnjavanja odobravati će se uz propisane uvjete, tj. ako osiguravaju:

- legalno i nadzirano korištenje izvora (zahvata) vode
- organizaciju, informiranje i obučavanje proizvođača i
- primjenu tehnologija proizvodnje koje minimalno zagađuju okoliš.

Ista pravila primjenjuju se i na projekte koji će se odobravati temeljem Plana navodnjavanja Grada Zagreba, što znači da možemo očekivati pozitivne učinke na očuvanje okoliša.

Nadalje, povećanjem obrađenih površina utječe se na uređenje zapuštenih i u korov zaraslih neobrađenih površina, što ima pozitivan učinak na kvalitetu seoskog krajobraza.

8.3. Modeli ekonomske isplativosti projekata navodnjavanja

Temeljem podataka iz tehnoloških dijelova studije, izvršena je financijsko-ekonomska analiza ekonomske isplativosti projekata navodnjavanja za različite sustave zahvata i distribucije vode. U navedenom poglavlju razrađene su različite varijante izgradnje sustava s obzirom na izvor vode, način dovoda vode do korisnika i distribuciju vode na parceli. S obzirom na različita rješenja, gravitacijske značajke i udaljenost od izvora vode, procijenjena je vrijednost ulaganja u projekte navodnjavanja na svim potencijalnim područjima. U vrijednost ulaganja su uključeni troškovi pripremnih radova, troškovi građenja kanala i objekata na kanalima, putne mreže, cjevovoda, ustava, crpnih stanica, retencijskih bazena i crpnih agregata.

U konačnici su sva područja pogodna za navodnjavanje svrstana u pet skupina prema vrijednosti ulaganja u sustav za zahvat i distribuciju vode. Vrijednost ulaganja iskazana je po hektaru za projekt ukupne površine 50 ha. U tablici 47 su prikazane navedene skupine s intervalima ulaganja po hektaru za ukupno 50 hektara.

Tablica 47. Polazne vrijednosti ulaganja za modele ekonomske isplativosti

Područje	Izvor vode	Varijanta 1 kn/ha	Varijanta 2 kn/ha	Varijanta 3 kn/ha
Sava - Blato N1	vodotok	29.241,55	38.239,05	55.190,30
Sava 1 N1	vodotok	29.241,55	38.239,05	55.190,30
Sava 2 N2	vodotok		60.269,05	77.220,30
Sava - Sesvete N3	vodotok			76.644,55
Podzemna P	podzemne vode		47.448,55	63.447,65
Prosječni troškovi ulaganja		29.241,55	46.048,93	65.538,62

Radi dobivanja što kvalitetnije informacije o prihvatljivosti ulaganja u projekte navodnjavanja, za svaku od tri varijante iz tablice 47 izrađen je model za izračun pokazatelja financijske i ekonomske isplativosti. Za sve varijante vrijede sljedeći uvjeti:

1. navodnjavana površina ima ukupno 50 ha,
2. kao reprezentativne kulture izabrani su kukuruz, rajčica i jabuka - jedna ekstenzivnija, jedna izrazito intenzivna i jedna intenzivna kultura u omjeru 2:1:1 (25 ha kukuruza, 12,5 ha rajčice, 12,5 ha jabuka).
3. Potrebe za vodom kod kukuruza iznose 90 mm/m², a redukcija prinosa ako nema navodnjavanja 10% u prosječnoj godini,
4. potrebe za vodom kod rajčice iznose 96 mm/m² a redukcija prinosa ako nema navodnjavanja 14% u prosječnoj godini,
5. potrebe za vodom kod jabuka iznose 96 mm/m², a redukcija prinosa ako nema navodnjavanja iznosi 12% u prosječnoj godini,
6. odvojene su ekonomska analiza ulaganja u zahvat i distribuciju vode i ulaganja na samoj parceli,

7. pri diskontiranju je korištena diskontna stopa 5%.

Financijski pokazatelji za proizvodnju kukuruza, rajčice i jabuka preuzeti su iz Kataloga kalkulacija poljoprivrednih proizvodnji Hrvatskog zavoda za poljoprivrednu savjetodavnu službu. Za uvjete s navodnjavanjem su korišteni pokazatelji za srednji intenzitet proizvodnje, a za uvjete bez navodnjavanja su izračunate vrijednosti umanjene s obzirom na redukciju prinosa.

Tablica 48. Financijski pokazatelji za proizvodnju kukuruza

Regija: RH	RH
Vlažnost: 28,0 %	28%
Dosušivanje na: 14,0 %	14%
Površina:	1 ha
Period:	1 god
Primjese:	4,00%
Cijena:	0,80 kn/kg
Potrebe za vodom u prosječnoj godini, mm/m ² :	90
Redukcija prinosa u prosječnoj godini:	10%

<i>Kalkulacija pokriva var. troškova</i>	<i>Bez navodnjavanja</i>	<i>S navodnjavanjem</i>
Prinos, kg/ha	8.000	9.000
Poticaj, kn/ha	1.250,00	1.250,00
Cijena, kn/kg	0,80	0,80
UKUPNI PRIHOD, kn/ha	7.650,00	8.450,00
Sjeme, pak 3; kn 199,00	570,00	570,00
Mineralna gnojiva, kn/ha	1.873,80	1.873,80
Sredstva za zaštitu bilja, kn/ha	499,63	499,63
Navodnjavanje, 900 m ³ /ha	0,00	6.675,72
Ostali troškovi; 158,00 kn/t	1.264,00	1.422,00
UKUPNI VAR. TROŠKOVI, kn/ha	4.207,43	11.041,15
PVT 1, kn/ha	3.442,57	-2.591,15
Unajmljena mehanizacija, kn/ha	650,00	650,00
PVT 2, kn/ha	2.792,57	-3.241,15
Troškovi vlastite mehanizacije, kn/ha	1.230,28	1.384,07
Dohodak, kn/ha	1.562,29	-4.625,22
Trošak proizvodnje, kn/kg	0,76	1,45

1) Vrijednosti procijenjene temeljem redukcije prinosa 10%.

2) Troškovi navodnjavanja uključuju trošak vode (mijenja se ovisno o modelu, odnosno skupini prema vrijednosti ulaganja) i trošak rada sustava za navodnjavanje na samoj parceli.

Izvor: Katalog kalkulacija poljoprivrednih proizvodnji 2004, Hrvatski zavod za poljoprivrednu savjetodavnu službu, Zagreb

Tablica 49. Financijski pokazatelji za proizvodnju rajčice - visoki uzgoj na otvorenom

Regija:	RH
Način uzgoja:	iz presadnica
Površina:	1 ha
Razmak sadnje:	80 x 40 cm
Potrebe za vodom u prosječnoj godini, mm/m ² :	96
Redukcija prinosa u prosječnoj godini:	14%

<i>Kalkulacija pokriva var. troškova</i>	<i>Bez navodnjavanja</i>	<i>S navodnjavanjem</i>
Prinos, kg/ha	64.500	75.000
Klasa 1 - 3,30 kn*	45.150	55.000
Klasa 2 - 2,00 kn	19.350	20.000
Prosječna cijena, kn/kg	2,91	2,91
Poticaj, kn/ha	1.250,00	1.250,00
UKUPNI PRIHOD, kn/ha	188.945,00	222.750,00
Presadnice 32.000 kom; 1,20 kn/kom	38.400,00	38.400,00
Gnojiva, kn/ha	9.881,00	9.881,00
Sredstva za zaštitu bilja, kn/ha	4.324,94	4.324,94
Sanduci za 10 kg, 4,00 kn/kom	25.800,00	30.000,00
Vezivo, 65 kg, 40 kn/kg	2.600,00	2.600,00
Stupovi, 1.500 kom, 2,00 kn/kom	3.000,00	3.000,00
Žica za armaturu, 6.250 m, 0,20 kn/m	1.250,00	1.250,00
Postavljanje armature, 300 ha, 15 kn/h	4.500,00	4.500,00
Skidanje armature, 300 h, 15 kn/h	1.500,00	1.500,00
Berba, 60 kg/h, 25 kn/h	26.875,00	31.250,00
Vežanje, 315 h, 20 kn/h	6.300,00	6.300,00
Skidanje zaperaka (5x), 1.250 h, 20 kn/h	25.000,00	25.000,00
Navodnjavanje, 960 m ³ /ha		7.120,77
Ostali troškovi, kn/ha	1.500,00	2.000,00
UKUPNI VAR. TROŠKOVI, kn/ha	150.930,94	167.126,71
PVT, KN/HA	38.014,06	55.623,29
Troškovi vlastite mehanizacije, kn/ha	4.406,45	5123,78
Dohodak, kn/ha	33.607,61	50.499,51
Trošak proizvodnje, kn/kg	2,41	2,30

1) Vrijednosti procijenjene temeljem redukcije prinosa 14%.

2) Troškovi navodnjavanja uključuju trošak vode (mijenja se ovisno o modelu, odnosno skupini prema vrijednosti ulaganja) i trošak rada sustava za navodnjavanje na samoj parceli.

Izvor: Katalog kalkulacija poljoprivrednih proizvodnji 2004, Hrvatski zavod za poljoprivrednu savjetodavnu službu, Zagreb

Tablica 50. Financijski pokazatelji za proizvodnju jabuka

Regija:	kontinentalna RH
Broj stabala	2.700
Trajnost nasada	20 godina
Uzgojni oblik	vitki vretenasti grm
Površina	1 ha
Razmak sadnje	3,5 x 1,0 m
Starost nasada	puna rodnost
Potrebe za vodom u prosječnoj godini, mm/m ² :	96
Redukcija prinosa u prosječnoj godini:	12%

<i>Kalkulacija pokrića var. troškova</i>	Bez navodnjavanja	S navodnjavanjem
Prinos, kg/ha	35.200,00	40.000,00
KLASA 1 - 2,70 kn	0,00	32.000,00
KLASA 2 - 1,25 kn	0,00	0,00
Prosječna cijena, kn/kg	2,41	2,41
Poticaj, kn/ha	1.250,00	1.250,00
UKUPNI PRIHOD	86.082,00	97.650,00
Podsadiivanje, 20 kom; 20 kn/kom	400,00	400,00
Mineralna gnojiva, kn/ha	1.006,50	1.006,50
Sredstva za zaštitu bilja, kn/ha	9.487,83	9.487,83
Sanduci kapaciteta 15 kg, 3,80 kn/kom	8.917,33	0,00
Vezivo, 40 kg; 25 kn/kg	1.000,00	1.000,00
Berba, 70 kg/h; 25 kn/kg	12.571,43	0,00
Rezidba, 350 h; 35 kn/h	12.250,00	12.250,00
Navodnjavanje, 960 m ³ /ha		7.120,77
Ostali troškovi, kn/ha	1.000,00	2.000,00
UKUPNI VARIJABILNI TROŠKOVI	46.633,09	33.265,10
PVT, kn/ha	39.448,91	64.384,90
Troškovi vlastite mehanizacije	4.719,86	4.856,71
Dohodak, kn/ha	34.729,05	59.528,19
Trošak proizvodnje	1,46	0,95

Cijena vode za navodnjavanje u svih pet modela izračunata je iz sljedećih vrijednosti:

- iznosa povrata za vrijednost ulaganja u sustav zahvata i distribucije vode,
- iznosa godišnjih troškova održavanja sustava i
- ukupne navodnjavane površine (50 ha).

Formula za izračun se može iskazati na sljedeći način:

$$P_w = \frac{(\text{iznos povrata ulaganja}) + (\text{troškovi sustava})}{(\text{ukupna navodnjavana površina})},$$

pri čemu je PW oznaka za cijenu vode.

Iznos povrata ulaganja izračunat je primjenom funkcije PMT računalnog programa Excel koja daje ratu za povrat zajma u jednakim vrijednostima i uz stalnu kamatnu stopu. Korištena je stopa 5%. Jasno je da se iznos povrata razlikuje po modelima, jer je izravno ovisan o vrijednosti ulaganja.

Konačni rezultat analize isplativosti za proizvođače ili korisnike vode je dobiven na sljedeći način:

1. Izračunat je dohodak od proizvodnje kukuruza, rajčice i jabuka na 50 ha (25 ha+12,5 ha + 12,5 ha) u slučaju bez navodnjavanja;
2. Izračunat je dohodak od istih proizvodnji na 50 hektara u slučaju s navodnjavanjem;
3. Izračunata je razlika dohotka u slučaju s navodnjavanjem i dohotka u slučaju bez navodnjavanja za 50 hektara;
4. Izračunata je neto sadašnja vrijednost za ulaganje u opremu za navodnjavanje na parceli.

Neto sadašnja vrijednost je izračunata iz razlike dohotka zbog navodnjavanja. Vrijednost ulaganja u opremu za navodnjavanje na parceli je procijenjena na 14.500 kn/ha, što znači da za 50 hektara vrijednost potrebne opreme iznosi 725.000 kn.

Ako zbrojimo vrijednost ulaganja u sustav zahvata i distribucije vode i ulaganja u opremu na parceli, možemo izračunati ukupni iznos potreban za 50 hektara po pojedinom modelu, što je dano u sljedećoj tablici.

Tablica 51. Procjena ukupne vrijednosti ulaganja za projekt navodnjavanja 50 ha po modelima

Br.	Razredi prema vrijednosti ulaganja	Ulaganje u zahvat i distribuciju vode	Ulaganje u opremu na parceli	Procjena ukupne vrijednosti ulaganja
	kn/ha	kn/50 ha	kn/50 ha	kn/50 ha
1	29.241,55	1.462.077,50	725.000,00	2.187.077,50
2	46.048,93	2.302.446,25	725.000,00	3.027.446,25
3	65.538,62	3.276.931,00	725.000,00	4.001.931,00

Kako je vidljivo, kod najjeftinijeg modela ukupno ulaganje za 50 hektara iznosi oko 2.187.077,50 kn, a kod najskupljeg 4.001.931,00 kn.

Model 1: Vrijednost ulaganja 29.241,55 kn/ha

U Modelu 1 pretpostavljena je prosječna vrijednost ulaganja u sustav zahvata i distribucije vode 29.241,55 kn/ha. S obzirom da za sve modele pretpostavljamo istu površinu (50 ha), ukupna vrijednost ovog ulaganja je 1.462.077,50 kn. Godišnji trošak povrata ovog ulaganja iznosi 117.320,88 kn, a operativni troškovi 29.241,55 kn. Ukupni godišnji trošak sustava iznosi 146.562,43 kn, što podijeljeno na 46.500 m³ potrebne vode daje cijenu 3,15 kn/m³. Potrebna količina vode dobivena je kao zbroj potreba za 25 ha kukuruza (22.500 m³), 12,5 ha rajčice (12.000 m³) i 12,5 ha jabuka (12.000 m³) u prosječnoj godini.

Tablica 52. Model 1: Izračun cijene vode za korisnike

1. Godišnji iznos za povrat	117.320,88	kn
Ukupna investicija	1.462.077,50	kn
Godišnja stopa	5%	
Razdoblje povrata	20	godina
2. Troškovi korištenja i održavanja sustava	29.241,55	kn
4. UKUPNI TROŠKOVI	146.562,43	kn
5. Potrebna količina vode	46.500,00	m ³
6. Cijena vode	3,15	kn/m ³

Uz cijenu vode 3,15 kn/m³, finansijski rezultat proizvodnje kukuruza s navodnjavanjem iznosi -23.200,67 kn, rajčice 680.539,81 kn, a jabuka 793.398,31 kn. U odnosu na stanje bez navodnjavanja, finansijski rezultat je veći 557.472,09 kuna. Iz ove razlike namiruje se trošak ulaganja u opremu na parceli od 725 tisuća kuna (za 50 ha).

Tablica 53. Model 1: Procjena finansijskog rezultata za prosječnu godinu

Kultura i površina	Bez navodnjavanja	S navodnjavanjem
	kn	kn
Za jedan hektar		
kukuruz	1.562,29	-928,03
rajčica	33.607,61	54.443,18
jabuka	34.729,05	63.471,86
Za 50 hektara		
kukuruz (25 ha)	39.057,14	-23.200,67
rajčica (12,5 ha)	420.095,12	680.539,81
jabuka (12,5 ha)	434.113,10	793.398,31
UKUPNO	893.265,36	1.450.737,45
Razlika dohotka		557.472,09

Uz procijenjene troškove i finansijski rezultat, model pokazuje vrlo visoku isplativost jer se ulaganje u opremu za navodnjavanje vraća u drugoj godini. Treba napomenuti

da je ovo model za područja s vrlo povoljnim uvjetima za zahvat vode koju ne treba voditi na veliku udaljenost. Zbog toga je cijena vode za krajnjeg korisnika povoljna.

Tablica 54. Model 1: Ekonomski pokazatelji za ocjenu isplativosti navodnjavanja (diskontna stopa: 5%)

Godina	Ukupni financijski rezultat		Razlika rezultata	Ulaganje u opremu na parceli	Diskontira na razlika rezultata	Neto sadašnja vrijednost
	Bez navodnjavanja	S navodnjavanjem				
0				-725.000,00	-725.000,00	-725.000,00
1	893.265,36	1.450.737	557.472,09		530.925,80	-194.074,20
2	893.265,36	1.450.737	557.472,09		505.643,62	311.569,42
3	893.265,36	1.450.737	557.472,09		481.565,35	793.134,78
4	893.265,36	1.450.737	557.472,09		458.633,67	1.251.768,45
5	893.265,36	1.450.737	557.472,09		436.793,97	1.688.562,42
6	893.265,36	1.450.737	557.472,09		415.994,26	2.104.556,68
7	893.265,36	1.450.737	557.472,09		396.185,01	2.500.741,68
8	893.265,36	1.450.737	557.472,09		377.319,06	2.878.060,74
9	893.265,36	1.450.737	557.472,09		359.351,48	3.237.412,22
10	893.265,36	1.450.737	557.472,09	-725.000,00	-102.847,60	2.409.564,62
11	893.265,36	1.450.737	557.472,09		325.942,39	2.735.507,00
12	893.265,36	1.450.737	557.472,09		310.421,32	3.045.928,32
13	893.265,36	1.450.737	557.472,09		295.639,35	3.341.567,68
14	893.265,36	1.450.737	557.472,09		281.561,29	3.623.128,96
15	893.265,36	1.450.737	557.472,09		268.153,61	3.891.282,57
16	893.265,36	1.450.737	557.472,09		255.384,39	4.146.666,96
17	893.265,36	1.450.737	557.472,09		243.223,23	4.389.890,19
18	893.265,36	1.450.737	557.472,09		231.641,17	4.621.531,36
19	893.265,36	1.450.737	557.472,09		220.610,64	4.842.141,99
20	893.265,36	1.450.737	557.472,09		210.105,37	5.052.247,36

Model 2: Vrijednost ulaganja 46.048,93 kn/ha

Vrijednost ulaganja u sustav zahvata i distribucije vode za model 2 pretpostavljena je na 46.048,93 kn/ha. Ukupna vrijednost ulaganja za 50 ha je 2.302.446,25 kn, a godišnji trošak povrata ovog ulaganja iznosi 184.754,24 kn. Uz trošak održavanja sustava ukupni godišnji troškovi vode za 50 hektara iznose 230.803,17 kn, pa je cijena vode za krajnjeg korisnika 4,96 kn/m³.

Tablica 55. Model 2: Izračun cijene vode za korisnike

1. Godišnji iznos za povrat	184.754,24	kn
Ukupna investicija	2.302.446,25	kn
Godišnja stopa	5%	
Razdoblje povrata	20	godina
2. Troškovi korištenja i održavanja sustava	46.048,93	kn
4. UKUPNI TROŠKOVI	230.803,17	kn
5. Potrebna količina vode	46.500	m ³
6. Cijena vode	4,96	kn/m ³

I u ovom slučaju financijski rezultat za ukupnu površinu kukuruza s navodnjavanjem je negativan. Razlog je visoka cijena vode koja uzrokuje previsoki trošak navodnjavanja za kulturu s niskim dohotkom.

Tablica 56. Model 2: Procjena financijskog rezultata

Kultura i površina	Bez navodnjavanja	S navodnjavanjem
	kn	kn
Za jedan hektar		
kukuruz	1.562,29	-2.640,02
rajčica	33.607,61	52.617,06
jabuka	34.729,05	61.645,74
Za 50 hektara		
kukuruz (25 ha)	39.057,14	-66.000,40
rajčica (12,5 ha)	420.095,12	657.713,29
jabuka (12,5 ha)	434.113,10	770.571,79
UKUPNO	893.265,36	1.362.284,67
Razlika dohotka		469.019,32

Ipak, intenzivne kulture kao što su rajčica i jabuka omogućavaju dovoljan dohodak za pokriće troškova opreme za navodnjavanje. U ovom modelu ostvarena razlika dohotka iznosi 469.019,32 kuna godišnje, a pozitivna neto sadašnja vrijednost se postiže u drugoj godini projekta.

Tablica 57. Model 2: Ekonomski pokazatelji za ocjenu isplativosti navodnjavanja (diskontna stopa: 5%)

Godina	Ukupni financijski rezultat		Razlika rezultata	Ulaganje u opremu na parceli	diskontirana razlika rezultata	Neto sadašnja vrijednost
	Bez navodnjavanja	S navodnjavanjem				
0				-725.000,00	-725.000,00	-725.000,00
1	893.265,36	1.362.285	469.019,32		446.685,06	-278.314,94
2	893.265,36	1.362.285	469.019,32		425.414,35	147.099,41
3	893.265,36	1.362.285	469.019,32		405.156,52	552.255,93
4	893.265,36	1.362.285	469.019,32		385.863,35	938.119,29
5	893.265,36	1.362.285	469.019,32		367.488,91	1.305.608,19
6	893.265,36	1.362.285	469.019,32		349.989,44	1.655.597,63
7	893.265,36	1.362.285	469.019,32		333.323,27	1.988.920,90
8	893.265,36	1.362.285	469.019,32		317.450,74	2.306.371,64
9	893.265,36	1.362.285	469.019,32		302.334,03	2.608.705,67
10	893.265,36	1.362.285	469.019,32	-725.000,00	-157.149,93	1.726.555,74
11	893.265,36	1.362.285	469.019,32		274.225,88	2.000.781,62
12	893.265,36	1.362.285	469.019,32		261.167,51	2.261.949,12
13	893.265,36	1.362.285	469.019,32		248.730,96	2.510.680,08
14	893.265,36	1.362.285	469.019,32		236.886,63	2.747.566,71
15	893.265,36	1.362.285	469.019,32		225.606,31	2.973.173,02
16	893.265,36	1.362.285	469.019,32		214.863,15	3.188.036,17
17	893.265,36	1.362.285	469.019,32		204.631,57	3.392.667,75
18	893.265,36	1.362.285	469.019,32		194.887,21	3.587.554,96
19	893.265,36	1.362.285	469.019,32		185.606,87	3.773.161,83
20	893.265,36	1.362.285	469.019,32		176.768,45	3.949.930,28

Model 3: Vrijednost ulaganja 65.538,62 kn/ha

Ulaganje od 65.538,62 kn/ha znači da je vrijednost sustava zahvata i distribucije vode za model od 50 ha 3.276.931,00 kn. Za ovakav sustav godišnje je potrebno osigurati 328.488,04 kn, u što je uključen iznos povrata investicije i godišnji troškovi održavanja. Cijena vode je u ovom slučaju razmjerno visoka i iznosi 7,06 kn/m³ za krajnjeg korisnika.

Tablica 58. Model 3: Izračun cijene vode za korisnike

1. Godišnji iznos za povrat	262.949,42 kn	kn
Ukupna investicija	4.001.931,00 kn	kn
Godišnja stopa	5%	
Razdoblje povrata	20	godina
2. Troškovi korištenja i održavanja sustava	65.538,62	kn
4. UKUPNI TROŠKOVI	328.488,04 kn	kn
5. Potrebna količina vode	46.500	m ³
6. Cijena vode	7,06	kn/m ³

Kukuruz, kao predstavnik slabo isplative kulture s niskom cijenom, ne podnosi visok trošak navodnjavanja uz ovakvu cijenu vode. Rajčica i jabuka i dalje pozitivno reagiraju na navodnjavanje i omogućavaju doseganje višeg dohotka.

Tablica 59. Model 3: Procjena financijskog rezultata

Kultura i površina	Bez navodnjavanja	S navodnjavanjem
	kn	kn
Za jedan hektar		
kukuruz	1.562,29	-4.625,22
rajčica	33.607,61	50.499,51
jabuka	34.729,05	59.528,19
Za 50 hektara		
kukuruz (25 ha)	39.057,14	-115.630,62
rajčica (12,5 ha)	420.095,12	631.243,84
jabuka (12,5 ha)	434.113,10	744.102,34
UKUPNO	893.265,36	1.259.715,56
Razlika dohotka		366.450,20

Razlika ostvarenog dohotka pada na 366.450,20 kuna s 50 ha, a godina pozitivne neto sadašnje vrijednosti je 3 godina.

Tablica 60. Model 3: Ekonomski pokazatelji za ocjenu isplativosti navodnjavanja (diskontna stopa: 5%)

Godina	Ukupni financijski rezultat		Razlika rezultata	Ulaganje u opremu na parceli	diskontirana razlika rezultata	Neto sadašnja vrijednost
	Bez navodnjavanja	S navodnjavanjem				
0				-725.000,00	-725.000,00	-725.000,00
1	893.265,36	1.259.716	366.450,20		349.000,19	-375.999,81
2	893.265,36	1.259.716	366.450,20		332.381,14	-43.618,67
3	893.265,36	1.259.716	366.450,20		316.553,46	272.934,79
4	893.265,36	1.259.716	366.450,20		301.479,49	574.414,28
5	893.265,36	1.259.716	366.450,20		287.123,32	861.537,60
6	893.265,36	1.259.716	366.450,20		273.450,78	1.134.988,38
7	893.265,36	1.259.716	366.450,20		260.429,32	1.395.417,70
8	893.265,36	1.259.716	366.450,20		248.027,92	1.643.445,62
9	893.265,36	1.259.716	366.450,20		236.217,07	1.879.662,68
10	893.265,36	1.259.716	366.450,20	-725.000,00	-220.118,47	934.544,21
11	893.265,36	1.259.716	366.450,20		214.255,84	1.148.800,05
12	893.265,36	1.259.716	366.450,20		204.053,18	1.352.853,24
13	893.265,36	1.259.716	366.450,20		194.336,37	1.547.189,60
14	893.265,36	1.259.716	366.450,20		185.082,25	1.732.271,86
15	893.265,36	1.259.716	366.450,20		176.268,81	1.908.540,67
16	893.265,36	1.259.716	366.450,20		167.875,06	2.076.415,73
17	893.265,36	1.259.716	366.450,20		159.881,01	2.236.296,74
18	893.265,36	1.259.716	366.450,20		152.267,63	2.388.564,37
19	893.265,36	1.259.716	366.450,20		145.016,79	2.533.581,15
20	893.265,36	1.259.716	366.450,20		138.111,23	2.671.692,38

Rezultati analize po modelima upućuju na visoku isplativost navodnjavanja, a posebice u uvjetima prevladavanja visoko intenzivnih kultura. Bez obzira na razmjerno visoku cijenu vode u varijantama 2. i 3., navodnjavanje kultura kao što su rajčica i jabuka može u razmjerno kratkom roku osigurati dostatno povećanje dohotka za pokriće troškova uvođenja navodnjavanja.

Zbog toga je prilikom provedbe plana navodnjavanja i pojedinačnih projekata temeljenih na planu, potrebno osigurati uvjete za što brži prelazak na tehnologiju s navodnjavanjem što većeg dijela proizvođača na planiranim površinama. Vrlo privlačni ekonomsko-financijski rezultati temelje se na podacima za proizvodnju nakon uvođenja navodnjavanja na sve površine unutar modelskog projekta, pa bi svako smanjenje udjela ovih površina utjecalo i na smanjenje ukupnog rezultata. Uz to, promjena strukture sjetve dodatni je zahtjev, jer svaki hektar nisko intenzivne kulture izravno smanjuje konačni dohodak na navodnjavanim površinama, što vidimo na primjeru kukuruza.

9. POPIS LITERATURE

- Allen, R.G., Pereira, L.S., Raes, D., Martin, S., 1998. Crop evapotranspiration. Guidelines for computing crop water requirements. FAO Irrig. and Drain. Paper 56, FAO, Rome.
- Ajers, R. S., Westcot, W. 1985. Water quality for Agriculture, FAO Irrig. and Drain. Paper 29, FAO, Rome.
- NAPNAV – Nacionalni projekt navodnjavanja i gospodarenja poljoprivrednim zemljištem i vodama u Republici Hrvatskoj, 2005. Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu.
- Plan navodnjavanja poljoprivrednih površina i gospodarenja poljoprivrednim zemljištem i vodama za područje Zagrebačke županije. 2006.
- Smith, M. 1992. CropWat. A computer program for irrigation planning and management. FAO Irrig. and Drain. Paper 46, FAO, Rome, 126 pp.

10. POPIS PRILOGA

- 10.1. Osnovna pedološka karta, M 1:100 000
- 10.2. Namjenska pedološka karta, M 1:100 000
- 10.3. Karta predviđenih troškova dobave vode, M 1:100 000
- 10.4. Karta predloženih načina dobave vode, M 1:100 000
- 10.5. Karta pogodnosti tala za navodnjavanje, područje: zapadni dio,
M 1:50 000
- 10.6. Karta pogodnosti tala za navodnjavanje, područje: istočni dio,
M 1:50 000
- 10.7. Mehanički sastav tla na području grada Zagreba
- 10.8. Fizikalna svojstva tla na području grada Zagreba
- 10.9. Kemijska svojstva tla na području grada Zagreba

Prilog 10.7. Mehanički sastav tla na području grada Zagreba

Broj profila	Sistematska oznaka tla	Dubina u cm	% sadržaj čestica mm Ø					Teksturna oznaka
			2-0,2	0,2-0,05	0,05-0,02	0,02-0,002	<0,002	
1	Aluvijalno-koluvijalno, karbonatno neoglejeno	0-20	0,78	10,52	11,56	38,39	38,75	PrGI
		20-43	0,58	8,56	12,11	40,22	38,53	PrGI
		43-67	1,38	7,76	11,74	52,26	26,86	PrI
		67-105	2,07	5,31	15,48	44,48	32,66	PrGI
		105-145	1,36	8,04	15,44	36,63	38,53	PrGI
		145-300	1,13	6,84	25,17	38,61	28,25	PrGI
2	Aluvijalno-koluvijalno, karbonatno oglejeno	0-20	3,60	22,44	20,68	32,07	21,21	PrI
		20-44	3,53	22,95	21,85	30,10	21,57	PrI
		44-69	2,99	18,72	20,24	32,42	23,63	PrI
		69-96	5,07	6,53	23,45	35,59	29,36	PrGI
		96-100	3,11	13,33	33,21	26,21	24,14	PrI
3	Sirozem na laporu	0-16	11,5	14,2	22,6	26,0	25,7	PrI
		16-62	7,6	11,4	23,1	28,1	29,8	PrGI
4	Rendzina na laporu, koluvijalna	0-37	24,72	14,13	19,54	21,06	20,55	GI
		37-70	36,07	13,93	18,88	18,50	12,62	I
		70-100	17,98	24,64	24,65	23,85	8,88	I
5	Rendzina karbonatna na mekim vapnencima	0-18	18,35	30,37	0,57	20,77	29,94	PGI
		18-35	27,29	8,35	8,87	16,30	39,19	GI
		35-50	31,61	10,66	4,96	28,41	24,36	I
		50-100	37,00	10,91	2,11	24,29	25,69	PGI
6	Smolnica karbonatna	0-20	2,04	4,36	16,19	30,99	46,42	PrG
		20-42	0,82	3,06	14,16	36,07	45,39	PrG
		42-70	0,95	3,40	7,63	38,92	49,10	PrG
		70-96	1,23	2,35	29,37	20,19	46,86	PrG
		96-110	1,42	1,74	7,44	41,42	47,98	PrG
		110-260	0,83	1,67	8,79	40,47	48,24	PrG
7	Eutrično smeđe na laporu	0-23	8,9	14,1	17,5	31,0	28,5	GI
		23-48	6,0	13,3	15,8	34,5	30,4	PrGI

		48-80	7,5	12,0	16,6	31,8	32,1	PrGI
8	Eutrično smeđe na holocenskim pijescima i šljuncima	0-18	4,96	8,72	15,35	40,95	30,02	PrGI
		18-40	4,52	6,48	13,99	38,90	36,11	PrGI
		40-63	4,58	6,05	14,14	35,16	40,07	PrG
		63-80	25,71	13,42	7,44	18,72	34,71	GI
		80-100	29,02	20,59	18,25	5,21	26,93	PGI
9	Eutrično smeđe lesivirano na holocenskim nanosima	0-30	14,38	15,43	16,69	31,33	22,17	I
		30-56	25,14	12,42	13,94	18,73	29,77	GI
		56-76	40,95	13,30	14,43	9,66	21,66	PGI
10	Distrično smeđe na holocenskim nanosima	0-19	20,89	22,53	15,04	21,14	20,40	I
		19-43	23,76	22,85	14,20	21,07	18,12	I
		43-70	29,59	35,92	4,69	12,70	17,10	PI
		70-150	37,99	40,21	5,29	5,21	11,30	PI
		150-190	22,03	54,52	8,63	3,89	10,93	PI
		190-250	32,12	47,17	9,70	5,29	5,72	IP
11	Smeđe na vapnencu i dolomitu, tipično	0-20	1,4	22,6*		35,5	40,5	G
		20-45/60	0,1	14,4*		19,9	65,6	G
12	Lesivirani prapor s podlogom gline	0-20	16,67	21,12	17,51	23,13	21,57	I
		20-40	2,81	7,05	23,52	45,11	17,51	PrI
		40-67	3,72	7,82	40,31	19,76	28,39	PrGI
		67-140	2,02	7,21	26,10	38,41	26,14	PrI
		140-160	2,00	14,02	20,90	25,89	37,19	PrGI
		160-200	42,23	14,56	8,00	10,45	24,76	PGI
13	Lesivirano na dolomitu tipično	0-8	13,96	8,61	18,53	34,80	24,10	PrI
		8-20	10,46	8,33	16,91	37,08	27,22	I
		20-40	9,08	4,92	12,39	15,85	57,76	G
14	Vitisol na laporu	0-50	1,8	19,6*		34,2	44,4	G
		50-60	5,5	17,6*		39,5	37,2	GI
		60-100	4,1	20,4*		28,4	37,1	GI
15	Vitisol na laporu	0-25	2,0	30,0*		41,6	26,4	I
		25-70	1,2	34,4*		37,6	26,8	I

		70-110	0,3	17,8*		41,8	40,1	PrG
16	Pseudoglej obronačni	0-18	5,77	6,45	32,64	44,79	10,35	PrI
		18-35	6,46	6,10	27,81	47,47	12,16	PrI
		35-53	3,91	5,44	26,53	43,24	20,88	PrI
		53-72	5,44	5,76	25,55	41,33	21,92	PrI
		72-100	8,61	6,48	24,33	39,01	21,57	PrI
17	Pseudoglej na zaravni	0-13	0,65	7,94	28,50	47,64	15,29	PrI
		13-26	0,42	6,05	26,91	47,12	19,50	PrI
		26-48	0,41	3,82	27,34	44,18	24,25	PrI
		48-72	0,64	4,87	29,86	38,31	26,37	PrI
		72-93	1,05	4,79	27,63	39,70	26,83	PrI
		93-115	1,34	4,14	40,24	24,60	29,68	PrI
		115-160	21,60	7,67	14,14	32,60	23,99	I
160-320	30,46	0,25	21,83	26,06	21,40	I		
17	Pseudoglej na zaravni	0-25	4,79	7,76	39,04	38,32	10,09	PrI
		25-42	1,93	2,58	37,33	41,42	16,74	PrI
		42-65	1,80	4,93	29,59	44,35	19,33	PrI
		65-120	1,97	4,02	27,56	45,31	21,14	PrI
		120-190	9,16	6,11	26,74	36,94	21,05	PrI
19	Aluvijalno karbonatno, duboko	0-22	5,68	25,54	24,48	29,31	14,99	PrI
		22-48	15,51	32,13	22,76	17,30	12,30	I
		48-88	48,56	17,58	10,66	15,68	7,52	PI
		88-100	85,00	5,98	1,32	0,83	6,87	P
20	Semiglej aluvijalni, duboko glejni, karbonatni	0-18	2,15	6,04	5,71	39,35	46,75	PrG
		18-50	0,65	3,51	10,84	38,00	47,00	PrG
		50-148	0,06	4,81	8,13	32,40	54,60	PrG
		148-218	0,74	21,08	33,58	26,11	18,49	PrI
		218-270	49,96	11,32	10,32	13,09	15,31	PI
21	Semiglej aluvijalni	0-21	1,23	5,36	12,12	48,93	32,36	PrGI
		21-28	1,21	5,92	15,20	46,95	30,72	GI
		28-52	0,17	3,21	11,71	54,80	30,11	PrGI
		52-80	0,07	1,61	9,52	57,56	31,24	PrGI
		80-112	2,19	6,03	8,33	43,24	40,21	PrG
		112-138	7,23	10,73	7,40	36,16	38,48	PrGI

		138-149	27,82	17,25	8,59	20,80	25,54	I
22	Pseudoglej-glej	5-15	2,8	4,3	40,7	31,6	20,6	PrI
		15-40	1,0	2,6	40,8	31,0	24,6	PrI
		40-65	1,5	2,8	41,9	28,0	25,8	PrI
		65-120	1,3	5,0	46,9	28,2	18,6	PrI
23	Hipoglej mineralni karbonatni	0-15	1,6	47,0*		30,6	20,8	I
		15-30	1,7	46,1*		31,4	20,8	I
		30-45	0,6	30,9*		29,5	39,0	GI
		45-75	0,6	16,8*		29,0	53,6	G
		75-120	0,0	21,7*		28,1	50,2	G
		120-140	0,1	34,3*		29,0	36,6	GI
		140-175	8,9	54,5*		16,9	19,7	PI
24	Močvarno glejno amfi-glejno nekarbonatno vertično	0-15	9,4	4,6	15,2	21,8	49,0	G
		15-40	1,5	2,0	13,9	18,2	64,4	G
		40-55	0,8	3,4	49,4	15,0	31,4	PrGI
		55-65	0,3	4,6	40,9	32,8	21,4	PrI
		65-120	0,9	5,6	51,3	28,0	14,2	G
25	Amfiglej mineralni karbonatni vertični	0-35	0,39	4,16	16,48	38,31	40,66	PrG
		35-75	2,40	4,11	16,06	27,67	49,76	PrG
		75-120	0,53	4,45	16,34	46,98	31,70	PrGI
26	Rendzina na aluvijalnom nanosu	0-26	7,0	25,5	24,5	27,0	16,0	PrI
		26-58	14,5	31,0	21,5	21,0	12,0	I
		58-100	38,5	15,5	16,0	19,5	10,5	I
27	Distrično smeđe tipično na škriljercima i pješčenjacima	0-9	25,7	42,7*		9,6	22,0	PGI
		9-38	24,9	35,5*		18,6	21,0	PGI
		38-55	26,7	44,9*		11,1	17,3	PI
28	Lesivirano na vapnencu, tipično	0-10	5,4	25,7*		39,5	29,4	GI
		10-40	1,2	25,8*		43,7	29,3	GI
		40-110	0,1	24,4*		23,0	52,5	G
29	Lesivirano na laporu	0-23	3,5	29,0*		45,1	22,4	I
		23-58	2,3	33,3*		40,7	29,7	PrGI
		58-105	1,5	16,6*		40,6	41,3	PrG
30	Močvarno glejno amfiglejno mineralno	0-15	0,23	4,84	16,32	53,07	25,54	PrI
		15-32	0,59	5,11	13,79	50,57	29,97	PrGI

	karbonatno	32-45	1,51	7,75	9,56	53,07	28,11	PrGI
		45-70	0,72	12,72	26,60	25,39	34,57	PrGI
		70-105	0,30	5,39	21,58	49,10	23,63	PrI

*Odnosi se na frakciju sitnog pijeska (veličina 0,2-0,02 mm)

Tumač: Tekstura prema Soil Survey Staff, 1951

I - ilovača;

GI - glinasta ilovača;

PI - pjeskovita ilovača;

G - glina;

PGI - pjeskovito glinasta ilovača;

PrGI - praškasto glinasta ilovača;

PrI - praškasta ilovača; PrG - praškasta glina

Prilog 10.8. Fizikalna svojstva tla na području grada Zagreba

Broj profila	Dubina u cm	Gv g/cm ³	Gč g/cm ³	Kv % vol.	P % vol.	Kz % vol	Propusnost za vodu K=10 ⁻⁵ cm/sek	pF mas. % 15 atm.
1	0-20	1,35	2,66	42,3	49,0	6,7		21,4*
	20-43	1,45	2,69	40,6	46,0	5,4		23,5*
	43-67	1,44	2,70	41,3	46,8	5,5		25,6*
	67-105	1,41	2,71	41,3	47,9	6,6		18,5*
8	0-18	1,14	2,73	35,6	56,1	20,5		11,7*
	18-40	1,47	2,66	37,8	44,4	6,6		14,6*
	40-63	1,57	7,75	37,2	46,5	9,3		16,6*
	63-80							15,6*
14	20-25	1,24	2,63	50,7	52,8	2,0	56,7	
	65-70	1,35	2,83	48,0	52,3	4,0	13,5	
15	10-15	1,13	2,70	39,6	58,1	18,4	205,0	
	35-40	1,37	2,77	42,1	50,5	8,4		
	80-85	1,37	2,83	49,4	53,3	3,9	4,68	
22	10-15	1,00	2,59	51,7	61,4	9,7		20,6
	30-35	1,42	2,65	42,6	46,4	3,8		12,7
	55-60	1,48	2,70	39,4	45,2	5,8		11,4
	90-95	1,58	2,70	36,7	41,5	4,8		
23	5-10	1,26	2,77	38,4	54,5	16,1	590	
	20-25	1,66	2,70	37,7	38,5	0,8	-	
	35-40	1,47	2,77	44,1	46,9	2,76	10,10	
	55-60	1,36	2,77	50,3	50,9	0,5	0,024	
24	20-25	0,86	2,46	58,1	65,0	6,9		

	45-50	0,97	2,54	48,9	61,8	12,9		
	90-95	1,56	2,74	38,8	43,1	4,3		
25	0-35						1,5	
	35-75	1,30	2,71	49,0	50,9	1,9		
	75-120	1,39	2,71	44,1	48,7	4,6		
26	0-26	1,35	2,55	35,1	47,0	17,4		
	26-58	1,42	2,54	38,3	44,0	5,7		
	58-100	1,45	2,57	38,5	44,0	5,5		
29	0-23	1,23	2,65	39,0	44,6	5,6		
	23-58	1,35	2,67	41,0	49,4	8,4		
	58-105	1,38	2,73	44,5	49,5	5,0		
30	0-15	1,31	2,62	39,3	50,0	10,7		
	15-32	1,20	2,67	44,3	45,1	0,8		
	32-45	1,24	2,68	41,5	44,0	2,5		
	45-70	1,35	2,61	41,5	48,3	6,8		

Napomena: *Sadržaj vlage izračunat je na temelju dvostruke vrijednosti higroskopiciteta.

	260-300	8,1	6,9	37,38	26,30									
7	0-23 23-48 48-80	6,4 6,5 7,3	5,6 5,7 6,4	1,4		3,1 0,8		4,6	7,9					
8	0-18 18-40 40-63 63-80 80-100	6,00 6,30 6,76 6,16 8,00	5,12 5,13 5,30 5,44 6,40			2,86 2,16 1,68 0,75	0,17 0,11	1,5	11,0 6,0 7,5 7,5	21,00 19,20 12,00 16,80	13,80 12,48 7,80 10,92	17,60 18,20 26,30 17,90	31,40 30,68 34,10 28,82	56,05 59,32 77,12 62,10
9	0-30 30-56 56-76	7,20 7,90 7,92	5,60 6,88 6,84	26,35		2,52 1,69	0,14	14,6 0,0	8,3 8,3					
10	0-19 19-43 43-70 70-150 150-190 190-250	4,40 4,60 4,60 4,80 4,80 5,14	3,52 3,58 3,64 3,68 3,70 4,00			4,17 1,87	0,20	16,0	20,0 4,0 16,2					
11	0-20 20-45/60	6,6 7,6	5,3 6,5	1,7		11,7 3,7	0,41 0,17	1,0 1,5	10,2 8,8					
12	0-20 20-40 40-67 67-140 140-160 160-200 200-240	6,56 7,40 7,12 6,60 6,60 7,24 6,90	5,30 6,40 5,84 5,44 5,44 5,96 5,70			4,55 0,75 0,70		13,0	16,7 5,5 5,5					
13	0-8 8-20 20-40 40-80	5,20 5,50 6,60 7,40	4,40 4,40 5,80 6,60			5,58 1,81 2,26		0,0 3,3	17,0 7,5 13,0 8,2					
14	0-50	8,1	7,2	8,2	4,5	3,0	0,13	2,7	12,4					

	50-60	8,3	7,4	38,6	23,0			1,3	5,8					
	60-100	8,5	7,5	48,4				2,5	5,4					
15	0-25	8,0	7,5	36,0	15,5	2,9	0,17	3,6	7,8					
	25-70	8,3	7,5	36,5	13,0	2,0	0,11	1,8	4,0					
	70-110	8,5	7,6	51,6				2,0	5,7					
16	0-18	5,20	4,10							13,41	8,72	6,50	15,22	42,71
	18-35	5,10	4,00			2,43	0,16	1,3	10,6	11,18	7,26	5,60	12,86	43,55
	35-53	5,14	3,64			2,11	0,13	0,0	8,3	8,94	5,81	5,00	10,81	46,25
	53-72	5,30	3,80			2,00		0,0	3,7	12,29	7,98	6,10	14,08	43,33
	72-100	5,24	3,50											
17	0-13	4,60	3,60											
	13-26	4,40	3,40			3,87		2,0	4,0		20,34	3,80	24,14	16,11
	26-48	4,50	3,50			2,24	0,32	1,3	2,3		17,44	2,30	19,79	11,87
	48-72	4,50	3,50			1,80	0,17	1,3	2,3		13,81	3,20	17,01	18,82
	72-93	5,40	4,70			0,63		0,0	2,3		9,44	6,90	16,34	42,23
93-115	5,80	5,00												
18	0-25	6,70	5,10							7,83	5,09	13,60	18,69	72,77
	25-42	6,20	4,60			3,10	0,15	1,8	6,4	8,94	5,81	8,10	13,91	58,23
	42-65	6,30	4,80			0,87	0,07	0,0	3,7	11,18	7,26	8,40	15,66	53,64
	65-120	6,54	5,00			0,48		0,0	3,7	8,94	5,81	14,15	20,31	71,39
	120-190	6,60	5,20			0,20								
19	0-22	7,9	7,6											
	22-48	7,9	7,6	32,61		5,78			7,5					
	48-88	7,7	7,5	33,33		3,32		0,8	3,7					
	88-100	7,7	7,5	32,0		1,55			1,9					
20	0-18	8,00	7,20	18,50										
	18-50	7,60	6,80	16,15		3,84		2,3	18,4					
	50-148	7,20	6,80	14,50		2,40			15,0					
	148-218	7,90	7,60	31,26		2,25		5,0	18,0					
	218-270	7,80	7,50	27,10										
21	0-21	7,60	6,56	14,03		2,66		8,0	13,15					
	21-28	7,66	6,40	12,13		2,60	0,14	8,0	12,8					
	28-52	7,70	6,50	19,50		1,65		0,6	7,5					

	52-80	7,80	6,86	24,91										
	80-112	7,90	6,80	6,72										
	112-138	7,10	6,00	1,55										
	138-149	7,30	6,24	4,43										
22	5-15	5,7	4,7			5,8	0,32	2,2	11,4	24,5	15,9	22,7	38,6	58,8
	15-40	6,3	5,0			2,1	0,16	0,6	9,0	10,3	6,7	21,4	28,1	76,1
	40-65	6,9	5,3			0,7	0,07	5,0	8,2	5,9	3,8	24,2	28,0	86,4
	65-120	7,5	6,0											
23	0-15	7,2	6,8	2,3										88,8
	15-30	7,5	6,2	2,3				1,1	7,2					82,8
	30-45	7,1	6,1	0,1		2,3	0,14	0,7	5,7					85,7
	45-75	7,9	7,0	2,7		2,0	0,12	0,4	6,7					
	75-120	7,8	6,3	1,0				1,5	8,1					
	120-140	7,9	6,6	0,2										
	140-175	8,3	7,4	52,4										
24	0-15	5,5	4,7											52,2
	15-40	6,0	4,9			20,9	0,99	12,8	29,2	49,4	32,1	35,0	67,1	65,5
	40-55	6,5	5,2			6,1	0,36	8,8	14,0	25,5	16,6	31,5	48,1	70,1
	55-65	6,6	5,2			2,3	0,12			12,6	8,2	19,2	27,4	
	65-120	7,1	5,3											
25	0-35	6,80	5,80					0,0	7,5					61,60
	35-75	6,80	5,80			7,82		0,0	4,0	32,4	35,40	22,06	57,46	76,34
	75-120	7,40	6,80			2,20		0,0	4,0	17,4	36,50	11,31	47,81	
26	0-26	6,5	5,6											
	26-58	6,7	5,7			3,1	0,13	6,4	9,8					
	58-100	6,9	5,8			0,2	0,02	3,1	5,2					
27	0-9	5,4	4,1											
	9-38	4,8	3,9			3,1	0,18	2,9	20,0					
	38-55	4,9	4,0			1,8	0,11	4,0	11,2					
28	0-10	5,4	4,4					2,0	19,4					
	10-40	5,7	4,6			9,0	0,35	0,0	6,8					
	40-110	7,2	6,2	0,2				0,8	10,0					
29	0-23	6,4	5,3					4,6	8,8					
						2,9	0,11							

	23-58 58-105	6,8 7,6	5,7 7,3	36,2		0,3	0,02	1,5	4,3					
30	0-15 15-32 32-45 45-70 70-105	7,10 7,30 7,40 7,30 7,40	6,60 6,80 6,80 6,50 7,10	15,30 17,00 12,71 9,15 7,15		4,93 2,74 2,06 1,48	0,34 0,18	4,3 4,0 4,0	7,5 5,5 5,5					